

2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업
국가교통물류경쟁력 조사연구

2015. 12



제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 국가정보화사업 중 「2015년도 국가교통조사 및 DB구축 사업」의 최종보고서를 제출합니다.

2015년 12월

한국교통연구원

원장 이 창 운

**본 『2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업』은 다음
연구진에 의해 수행되었습니다.**

참 여 연 구 진

| <한국교통연구원> | |
|--------------------------|--|
| 연구책임자 | ◦ 김찬성 연구위원 |
| 연 구 진 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 박인기, 최정민, 정경옥 연구위원 ◦ 조종석, 박민철, 박용일, 이석주, 김주영, 황순연, 홍다희, 전승훈, 연지윤, 장동익, 김병관, 우왕희 부연구위원 ◦ 신영권, 성홍모, 김동호, 김진우, 김규진, 김정은, 강국수, 고두환, 김관용, 김성민, 김은미, 김진오, 박미란, 박준호, 변상진, 신동찬, 오연선, 이선아, 유연승, 이용철, 정성환, 정승연, 조용훈, 정현진, 주진호, 최서윤, 탁지훈, 홍성표 연구원 ◦ 신지현, 서유진 연구조원 ◦ 전윤미, 나선영, 소윤종, 윤황섭, 박선임 |
| <한국해양수산개발원> | |
| 연 구 진 | <ul style="list-style-type: none"> ◦ 이호춘 전문연구원 ◦ 이건우 전문연구원 ◦ 이해진 연구원 |

『2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

보고서 구성 및 담당연구진

| 번 호 | 과 제 명 | 연 구 진 |
|------|----------------------------|--|
| 제 1권 | 요약보고서 | 박용일, 신영권, 박준호, 김규진, 신동찬 |
| 제 2권 | 전국 여객 O/D 보완갱신 | 조종석, 김병관, 강국수, 박미란 |
| 제 3권 | 여객 O/D 조사 예비조사 | 조종석, 김병관, 정현진 |
| 제 4권 | 여객교통수요 신뢰도 개선방안 연구 | 박인기, 천승훈, 김성민, 정성환 |
| 제 5권 | 장래교통계획DB 및 모니터링 체계구축 | 김주영, 유연승, 김관용 |
| 제 6권 | 전국 화물 O/D 보완갱신 | 박민철, 우왕희, 변상진, 조용훈 |
| 제 7권 | 화물통행수요추정 신뢰도 개선방안 연구 | 박민철, 우왕희, 변상진, 조용훈 |
| 제 8권 | 해상화물O/D 보완갱신 및 신뢰도 개선방안 연구 | KMI |
| 제 9권 | 도로망 GIS 및 교통분석용 네트워크 구축 | 김동호, 탁지훈, 정승연 |
| 제10권 | 대중교통 GIS 및 교통분석용 네트워크 구축 | 김동호, 이선아, 정승연 |
| 제11권 | 국가교통통계조사 | 황순연, 오연선, 고두환 |
| 제12권 | 교통수단 이용실태조사 | 연지윤, 주진호, 김정은 |
| 제13권 | 특별교통통행실태조사 | 성흥모, 김은미 |
| 제14권 | 교통혼잡지도 DB구축 | 천승훈, 김진우, 김성민 |
| 제15권 | 국가교통물류경쟁력조사연구 | 천승훈, 장동익, 연지윤, 이석주, 홍다희, 김진우, 김정은, 홍성표, 주진호, 김진오 |

『2015년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

과제별 공동참여·위탁용역 사업자

【공동사업 참여기관】

- 전국여객 O/D 현행화 공동사업 (부산·울산권 부문)
 - ㈜선일이엔씨, 경성대학교산학협력단
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업 (대전광역시권 부문)
 - ㈜드림이엔지
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업 (광주광역시권 부문)
 - ㈜유신
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업 (수도권 부문)
 - 서울연구원, 경기연구원, 인천발전연구원
- 전국여객 O/D 현행화 공동사업 (대구광역시권 부문)
 - 대구경북연구원

【위탁용역 사업자】

- 2015년 국가교통DB점검단 운영지원
 - (사)교통투자평가협회
- 교통수단이용실태조사
 - ㈜메트릭스코퍼레이션
- 교통혼잡지도 시스템 유지보수 및 온라인 시범 서비스 구축
 - 서울대학교&(주)큐빅웨어 컨소시엄
- 첨단교통자료를 활용한 교통망 성능평가 지표개발 및 DB구축
 - 서울대학교&(주)큐빅웨어 컨소시엄
- 첨단자료를 활용한 여객교통수요 신뢰도 개선방안 연구
 - 명지대학교
- 여객 O/D 예비조사
 - 나이스알앤씨(주), ㈜엘비씨소프트, 홍익대학교 산학협력단, 동해엔지니어링㈜
- 대중교통 GIS DB 및 대중교통 분석용 네트워크 현행화
 - (주)큐빅웨어 컨소시엄

【위탁용역 사업자】

- 도로망 GIS DB 및 교통 분석용 네트워크 현행화
 - 현대엠엔소프트(주)
- 장래교통계획 관련 DB 수집 및 GIS 맵 구축
 - ㈜팀지오
- 2015년도 국가교통DB Brief 발행
 - (주)피그마리온
- 대도시 화물 O/D 구축방안연구
 - 중앙대학교 산학협력단
- 복합화물운송 분석을 위한 화물P/C 조사
 - ㈜메트릭스코퍼레이션
- 2015년 가정의 달 특별교통통행실태조사
 - 리서치랩
- 국가교통물류경쟁력지표 조사연구를 위한 전문가 설문
 - 리서치랩
- 특별교통통행실태조사 및 이용자 만족도 조사
 - 리서치랩
- 웹사이트 운영 환경 개선 및 인프라 유지보수
 - (주)한신정보기술
- 국가교통DB 통합관리방안 관련 연계시스템 구축I
 - GNT 솔루션
- 국가교통DB 통합관리방안 관련 연계시스템 구축II
 - 아로정보기술
- 화물P/C를 활용한 화물수단 선택모형 개발 연구
 - 한국교통대학교 산학협력단
- 국가교통통계 개선방안 연구
 - ㈜블루와이즈
- 전국 읍면동 간 자동차·대중교통 통행경로와 통행시간 산정
 - ㈜아로정보기술

【자문용역 사업자】

- 전국 장래 시군 및 읍면동 인구예측에 관한 연구
 - 고려대 김기환교수

최종보고서 목차

- 제 1권 요약보고서**
- 제 2권 전국 여객 O/D 보완갱신**
- 제 3권 여객 O/D 조사 예비조사**
- 제 4권 여객교통수요 신뢰도 개선방안 연구**
- 제 5권 장래교통계획DB 및 모니터링 체계구축**
- 제 6권 전국 화물 O/D 보완갱신**
- 제 7권 화물통행수요추정 신뢰도 개선방안 연구**
- 제 8권 해상화물O/D 보완갱신 및 신뢰도 개선방안 연구**
- 제 9권 도로망 GIS 및 교통분석용 네트워크 구축**
- 제 10권 대중교통 GIS 및 교통분석용 네트워크 구축**
- 제 11권 국가교통통계조사**
- 제 12권 교통수단 이용실태조사**
- 제 13권 특별교통통행실태조사**
- 제 14권 교통혼잡지도 DB구축**
- 제 15권 국가교통물류경쟁력조사연구**

목 차

요 약

제1장 과업의 개요 1

- 제1절 과업의 배경 및 목적 / 3
- 제2절 과업의 범위 및 내용 / 5
- 제3절 과업의 성과 및 기대효과 / 8

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 (거시지표) 9

- 제1절 연구 개요 / 11
- 제2절 국내외 국가경쟁력지수 산정 연구 / 13
- 제3절 국가교통물류경쟁력 정의 / 23
- 제4절 국가교통물류경쟁력지표 선정 및 평가방법 / 25
- 제5절 국가교통물류경쟁력 가중치 조사 및 산정 / 31
- 제6절 국가교통물류경쟁력지수 산정 / 38
- 제7절 결론 및 향후 연구과제 / 55

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 I : 이동성) 59

- 제1절 연구의 범위 / 61
- 제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰 / 62
- 제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발 / 70
- 제4절 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축 / 77
- 제5절 차량 주행거리의 산정 / 82
- 제6절 결론 및 향후 연구계획 / 89

제4장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 II : 교통접근성) 91

- 제1절 국내외 연구동향 및 교통접근성 산정방법론 검토 / 93
- 제2절 교통접근성 산정방법론 정립 / 104
- 제3절 시설별 교통접근성 산정결과 / 111

| | |
|--|-----|
| 제5장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅲ: 통행시간 신뢰성) | 141 |
| 제1절 연구의 개요 / 143 | |
| 제2절 기존문헌 고찰 / 145 | |
| 제3절 통행시간 신뢰성 지수 산정 / 154 | |
| 제4절 기초 분석 결과 / 167 | |
| 제5절 결론 및 향후 추진방향 / 196 | |
| 제6장 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축 | 199 |
| 제1절 교통비용 / 201 | |
| 제2절 교통산업서비스지수(TSI) / 230 | |
| 제3절 온실가스 DB구축 / 243 | |
| 제4절 결론 및 한계점 / 261 | |
| 부 록 | 263 |

표 목 차

| | |
|--|----|
| 〈표 2- 1〉 IMD 교통물류경쟁력지표 평가항목 | 14 |
| 〈표 2- 2〉 WEF 교통물류경쟁력지표 평가항목 | 15 |
| 〈표 2- 3〉 IPS 교통물류경쟁력 평가지표 | 17 |
| 〈표 2- 4〉 도로교통 경쟁력 평가지표 | 18 |
| 〈표 2- 5〉 교통부문 지속가능성 평가지표 | 19 |
| 〈표 2- 6〉 교통부문별 계층구조 및 개별지표 | 20 |
| 〈표 2- 7〉 교통서비스 평가지표 | 21 |
| 〈표 2- 8〉 국가교통물류 경쟁력지표 선정기준(기술적 측면) | 26 |
| 〈표 2- 9〉 국가교통물류경쟁력 최종 선정 지표 | 27 |
| 〈표 2-10〉 통계 자료 수집 | 29 |
| 〈표 2-11〉 항목별 유효 샘플 수 | 31 |
| 〈표 2-12〉 쌍대비교시 중요도의 척도 | 32 |
| 〈표 2-13〉 중요도 산정 매트릭스 | 33 |
| 〈표 2-14〉 7점 척도 설문 | 34 |
| 〈표 2-15〉 가중치 산정을 위한 행렬구성 | 34 |
| 〈표 2-16〉 가중치 산정 | 34 |
| 〈표 2-17〉 AHP분석을 통한 중요도 산출 | 37 |
| 〈표 2-18〉 종합지수 산정결과 | 39 |
| 〈표 2-19〉 ‘이동 및 접근성’ 지수 | 40 |
| 〈표 2-20〉 ‘수송규모’ 지수 | 41 |
| 〈표 2-21〉 녹색교통 산정결과 | 42 |
| 〈표 2-22〉 안전성 산정결과 | 43 |
| 〈표 2-23〉 국가별 ‘이동 및 접근성 지수’ 유형화 | 48 |
| 〈표 2-24〉 국가별 ‘수송규모 지수’ 유형화 | 50 |
| 〈표 2-25〉 국가별 ‘녹색교통 지수’ 유형화 | 52 |
| 〈표 2-26〉 국가별 ‘안전성 지수’ 유형화 | 54 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 3- 1〉 AADT 추정관련 선행연구 분류 | 62 |
| 〈표 3- 2〉 AADT 추정관련 연구고찰 | 69 |
| 〈표 3- 3〉 구간별 차종별 일 추정교통량의 DB구축 형태 | 76 |
| 〈표 3- 4〉 표준노드링크 오류 수정 내역 | 79 |
| 〈표 3- 5〉 고속도로 오류 수정 내역 | 79 |
| 〈표 3- 6〉 분석 Map 도로등급 별 구축 현황 | 80 |
| 〈표 3- 7〉 자동차주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종 | 83 |
| 〈표 3- 8〉 교통안전공단 정기검사 적용 기준 | 83 |
| | |
| 〈표 4- 1〉 교통접근성 관련 국내외 선행연구 | 93 |
| 〈표 4- 2〉 영국 ‘Accessibility Statistics’ 연혁 | 96 |
| 〈표 4- 3〉 각 지표별 정의 | 96 |
| 〈표 4- 4〉 각 서비스별 이용자 & 제한된 이용자 | 97 |
| 〈표 4- 5〉 영국 Accessibility statistics의 서비스별 통행시간 한계값 | 98 |
| 〈표 4- 6〉 한계값/계속적 지표의 유형별 예시 | 98 |
| 〈표 4- 7〉 계속적 지표에서의 감쇄함수() 파라미터() | 99 |
| 〈표 4- 8〉 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항 | 101 |
| 〈표 4- 9〉 Accessibility와 Connectivity의 차이점 | 102 |
| 〈표 4-10〉 각 지표별 정의 | 102 |
| 〈표 4-11〉 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항 | 103 |
| 〈표 4-12〉 시설 POI 구축 현황 | 106 |
| 〈표 4-13〉 속도자료 수집현황 | 107 |
| 〈표 4-14〉 VDF별 도로속성 및 초기속도(권장속도) | 108 |
| 〈표 4-15〉 도로링크별 속도자료 입력결과 | 109 |
| 〈표 4-16〉 서울 행정동별 응급의료시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 111 |
| 〈표 4-17〉 서울 구별 응급의료시설 평균통행시간 | 112 |
| 〈표 4-18〉 서울 생활권별 응급의료시설 평균통행시간 | 113 |
| 〈표 4-19〉 서울 행정동별 KTX역 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 113 |
| 〈표 4-20〉 서울 구별 KTX역 평균통행시간 | 114 |
| 〈표 4-21〉 서울 생활권별 KTX역 평균통행시간 | 115 |
| 〈표 4-22〉 서울 행정동별 초등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 115 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 4-23〉 서울 행정동별 중학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 117 |
| 〈표 4-24〉 서울 행정동별 고등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 118 |
| 〈표 4-25〉 서울 행정동별 교육시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 120 |
| 〈표 4-26〉 서울 구별 교육시설 평균통행시간 | 121 |
| 〈표 4-27〉 서울 생활권별 교육시설 평균통행시간 | 122 |
| 〈표 4-28〉 서울 행정동별 지하철역 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 123 |
| 〈표 4-29〉 서울 행정동별 버스정류장 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 124 |
| 〈표 4-30〉 서울 행정동별 도시교통시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 126 |
| 〈표 4-31〉 서울 구별 도시교통시설 평균통행시간 | 127 |
| 〈표 4-32〉 서울 생활권별 도시교통시설 평균통행시간 | 128 |
| 〈표 4-33〉 서울 행정동별 백화점 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 129 |
| 〈표 4-34〉 서울 행정동별 대형마트 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 130 |
| 〈표 4-35〉 서울 행정동별 판매시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역 | 132 |
| 〈표 4-36〉 서울 구별 판매시설 평균통행시간 | 133 |
| 〈표 4-37〉 서울 생활권별 판매시설 평균통행시간 | 134 |
| 〈표 4-38〉 서울 행정동별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 상·하위 10개 지역 ... | 135 |
| 〈표 4-39〉 서울 구별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 | 136 |
| 〈표 4-40〉 서울 생활권별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 | 136 |
| 〈표 4-41〉 서울 행정동별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 상·하위 10개 지역 | 137 |
| 〈표 4-42〉 서울 구별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 | 139 |
| 〈표 4-43〉 서울 생활권별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 | 140 |
| | |
| 〈표 5- 1〉 통행시간 신뢰성의 주요 측정 지표 | 147 |
| 〈표 5- 2〉 통행목적별 적합한 지표(안) | 151 |
| 〈표 5- 3〉 국가별 교통시설 투자평가지침의 통행시간 신뢰도 지표 비교 | 153 |
| 〈표 5- 4〉 대상지역 사회경제지표(2015년 기준) | 155 |
| 〈표 5- 5〉 대상구간 도로현황 | 157 |
| 〈표 5- 6〉 대상구간 자료 수집현황 | 157 |
| 〈표 5- 7〉 인천시 ITS시설물 현황 | 158 |
| 〈표 5- 8〉 인천시 주간선도로 대상구간 검지기 현황 | 160 |
| 〈표 5- 9〉 인천시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황 | 161 |

| | |
|--|-----|
| 〈표 5-10〉 대상구간 자료 수집현황 | 161 |
| 〈표 5-11〉 대전시 ITS시설물 현황 | 162 |
| 〈표 5-12〉 대전시 주간선도로 대상구간 검지기 현황 | 163 |
| 〈표 5-13〉 대전시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황 | 163 |
| 〈표 5-14〉 통행속도 자료구성(통합 후) | 164 |
| 〈표 5-15〉 데이터 전처리 과정 | 165 |
| 〈표 5-16〉 대상구간 자료 수집현황 | 180 |
| 〈표 5-17〉 인천시의 비교대상 분석링크 및 속성 | 181 |
| 〈표 5-18〉 대전시의 비교대상 분석링크 및 속성 | 181 |
| 〈표 5-19〉 대상지역 링크별 연간 통행시간 (단위:분) | 183 |
| 〈표 5-20〉 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과 | 188 |
| 〈표 5-21〉 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 189 |
| 〈표 5-22〉 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 190 |
| 〈표 5-23〉 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 191 |
| 〈표 5-24〉 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 192 |
| 〈표 5-25〉 한밭대로→월드컵사거리(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 193 |
| 〈표 5-26〉 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 194 |
| 〈표 5-27〉 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 195 |
| | |
| 〈표 6- 1〉 교통비용의 범위 및 성격 | 202 |
| 〈표 6- 2〉 내부비용의 분류표 | 203 |
| 〈표 6- 3〉 외부비용의 분류표 | 204 |
| 〈표 6- 4〉 연도별 SOC 투자금액 | 205 |
| 〈표 6- 5〉 도로부문 건설비와 운영비 | 206 |
| 〈표 6- 6〉 연도별 도로유지보수 투자금액 | 206 |
| 〈표 6- 7〉 철도부문별 투자실적 | 207 |
| 〈표 6- 8〉 항만부문 건설비와 운영비 | 208 |
| 〈표 6- 9〉 해운·항만부문 투자실적 | 208 |
| 〈표 6-10〉 항공부문 투자금액 | 209 |
| 〈표 6-11〉 항공부문 건설비와 운영비 구분 | 209 |
| 〈표 6-12〉 물류시설부문 정부 투자실적 | 210 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 6-13〉 교통부문 정부비용 | 210 |
| 〈표 6-14〉 연도별 월평균 가계소비지출 비중(실질가격) | 211 |
| 〈표 6-15〉 교통부문 월평균 가계소비지출(실질가격) | 212 |
| 〈표 6-16〉 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준) | 214 |
| 〈표 6-17〉 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준) | 215 |
| 〈표 6-18〉 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외) | 216 |
| 〈표 6-19〉 2014년도 구성요소별 교통혼잡비용 | 217 |
| 〈표 6-20〉 2012년 도로교통사고비용(PGS: 심리적 비용 포함) | 218 |
| 〈표 6-21〉 2012년 철도사고비용(PGS: 심리적 비용 포함) | 218 |
| 〈표 6-22〉 2012년 해양사고비용(PGS: 심리적 비용 포함) | 219 |
| 〈표 6-23〉 2012년 항공사고비용(PGS: 심리적 비용 포함) | 219 |
| 〈표 6-24〉 2012년도 수단별 사고비용(PGS: 심리적 비용 포함) | 220 |
| 〈표 6-25〉 도로부문 대기오염물질 총배출량 | 221 |
| 〈표 6-26〉 도로부문 대기오염비용 (2013년) | 222 |
| 〈표 6-27〉 철도부문 대기오염물질 총배출량(2014년) | 223 |
| 〈표 6-28〉 철도부문 대기오염비용(2014년) | 223 |
| 〈표 6-29〉 2013년도 대기오염물질 총배출량 | 224 |
| 〈표 6-30〉 2013년도 대기오염비용 | 225 |
| 〈표 6-31〉 국내 교통부문 에너지 사용량 | 226 |
| 〈표 6-32〉 교통수단별 · 16개 광역시도별 온실가스 총 배출량 | 227 |
| 〈표 6-33〉 온실가스비용(2014년) | 228 |
| 〈표 6-34〉 교통부문 소음비용(2014년) | 228 |
| 〈표 6-35〉 2014년도 총 교통비용 | 229 |
| 〈표 6-36〉 지수산정 대상범위 | 230 |
| 〈표 6-37〉 수송실적자료 수집 및 분석 시기 | 232 |
| 〈표 6-38〉 기관별 수송실적자료 내역(여객분야) | 233 |
| 〈표 6-39〉 기관별 수송실적자료 내역(화물분야) | 233 |
| 〈표 6-40〉 '14년 1/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) | 234 |
| 〈표 6-41〉 '14년 1/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 235 |
| 〈표 6-42〉 '14년 1/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 236 |
| 〈표 6-43〉 '14년 2/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) | 236 |

| | |
|---|-----|
| 〈표 6-44〉 '14년 2/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 237 |
| 〈표 6-45〉 '14년 2/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 238 |
| 〈표 6-46〉 '14년 3/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) | 238 |
| 〈표 6-47〉 '14년 3/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 239 |
| 〈표 6-48〉 '14년 3/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 239 |
| 〈표 6-49〉 '14년 4/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) | 240 |
| 〈표 6-50〉 '14년 4/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 241 |
| 〈표 6-51〉 '14년 4/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년) | 241 |
| 〈표 6-52〉 온실가스별 지구온난화지수(GWP) | 243 |
| 〈표 6-53〉 각 온실가스의 특성 | 244 |
| 〈표 6-54〉 교통부문 제품별·수단별 소비 | 249 |
| 〈표 6-55〉 2014년도 교통수단별 17개광역시별 에너지 사용량 | 250 |
| 〈표 6-56〉 연료연소 배출원 및 발생 온실가스 종류 | 251 |
| 〈표 6-57〉 수송부문 온실가스 배출원 | 251 |
| 〈표 6-58〉 도로부문 온실가스 배출량 산정방법 비교 | 252 |
| 〈표 6-59〉 총발열량 기준 에너지 열량환산기준 | 253 |
| 〈표 6-60〉 탄소물입률과 산화율 | 255 |
| 〈표 6-61〉 탄소배출계수 | 256 |
| 〈표 6-62〉 수송부문 CH ₄ , N ₂ O 배출계수 | 257 |
| 〈표 6-63〉 항공부문 배출계수 | 257 |
| 〈표 6-64〉 최근 5년간 교통부문 온실가스 증감량 | 258 |
| 〈표 6-65〉 2014년 교통수단별·17개 광역시도별 온실가스 총 배출량 | 259 |

그림목차

| | |
|--|-----|
| 〈그림 2- 1〉 국가교통물류경쟁력 지수산정 과정 | 12 |
| 〈그림 2- 2〉 종합지수 결과 | 39 |
| 〈그림 2- 3〉 대한민국 부문별 지수 | 44 |
| 〈그림 2- 4〉 교통물류경쟁력지수 현황 | 46 |
| 〈그림 2- 5〉 ‘이동 및 접근성 지수’ 유형화 | 47 |
| 〈그림 2- 6〉 수송규모 지수 유형화 | 49 |
| 〈그림 2- 7〉 녹색교통지수 유형화 | 51 |
| 〈그림 2- 8〉 안전성 지수 유형화 | 53 |
| | |
| 〈그림 3- 1〉 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도 | 70 |
| 〈그림 3- 2〉 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1) | 73 |
| 〈그림 3- 3〉 미관측 대상구간의 값 파라미터 최적화(Step 2) | 74 |
| 〈그림 3- 4〉 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3) | 75 |
| 〈그림 3- 5〉 수도권 및 전국 관측지점 분포도 | 76 |
| 〈그림 3- 6〉 표준노드링크 및 분석 Map 비교 | 77 |
| 〈그림 3- 7〉 구축 범위 | 78 |
| 〈그림 3- 8〉 고속도로 형상 수정 결과 화면 | 79 |
| 〈그림 3- 9〉 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면 | 80 |
| 〈그림 3-10〉 부산시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면 | 81 |
| 〈그림 3-11〉 부산광역시 차량 주행거리 산정 | 86 |
| 〈그림 3-12〉 대구광역시 차량 주행거리 산정 | 86 |
| 〈그림 3-13〉 인천광역시 차량 주행거리 산정 | 87 |
| 〈그림 3-14〉 광주광역시 차량 주행거리 산정 | 87 |
| 〈그림 3-15〉 대전광역시 차량 주행거리 산정 | 88 |
| 〈그림 3-16〉 울산광역시 차량 주행거리 산정 | 88 |
| | |
| 〈그림 4- 1〉 한계값 & 계속적 지표 계산 예 | 99 |
| 〈그림 4- 2〉 영국 Accessibility statistics의 통행시간 산출과정 | 100 |
| 〈그림 4- 3〉 도로망 GIS 네트워크 구축 | 107 |

| | |
|---|-----|
| 〈그림 4- 4〉 서울 행정동별 응급의료시설 평균통행시간 분포 | 112 |
| 〈그림 4- 5〉 서울 행정동별 KTX역 평균통행시간 분포 | 114 |
| 〈그림 4- 6〉 서울 행정동별 초등학교 평균통행시간 분포 | 116 |
| 〈그림 4- 7〉 서울 행정동별 중학교 평균통행시간 분포 | 117 |
| 〈그림 4- 8〉 서울 행정동별 고등학교 평균통행시간 분포 | 119 |
| 〈그림 4- 9〉 서울 행정동별 교육시설 평균통행시간 분포 | 120 |
| 〈그림 4-10〉 서울 행정동별 지하철역 평균통행시간 분포 | 123 |
| 〈그림 4-11〉 서울 행정동별 버스정류장 평균통행시간 분포 | 125 |
| 〈그림 4-12〉 서울 행정동별 도시교통시설 평균통행시간 분포 | 126 |
| 〈그림 4-13〉 서울 행정동별 백화점 평균통행시간 분포 | 129 |
| 〈그림 4-14〉 서울 행정동별 대형마트 평균통행시간 분포 | 131 |
| 〈그림 4-15〉 서울 행정동별 판매시설 평균통행시간 분포 | 132 |
| 〈그림 4-16〉 서울 행정동별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 분포 | 135 |
| 〈그림 4-17〉 서울 행정동별 KTX역 혼잡시간 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 분포 | 138 |
| 〈그림 4-18〉 서울 행정동별 KTX역 새벽시간 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 분포 | 138 |
| | |
| 〈그림 5- 1〉 통행시간 신뢰성 지표개념 | 146 |
| 〈그림 5- 2〉 도로(왼쪽)부문과 철도(오른쪽)부문의 통행시간 신뢰성 지표 산정 개념도 | 148 |
| 〈그림 5- 3〉 서울시와 미국 주요도시의 통행시간지표(TTI)값 비교 | 149 |
| 〈그림 5- 4〉 서비스 수준별, 도로등급별 통행시간 신뢰도 지표 원단위 | 150 |
| 〈그림 5- 5〉 Stephen Klineberg (Rice University) 조사 결과 | 152 |
| 〈그림 5- 6〉 인천시 행정구역 | 156 |
| 〈그림 5- 7〉 대전시 행정구역 | 156 |
| 〈그림 5- 8〉 인천시 지점검지기(VDS) 설치현황(인주대로(위)와 앵고개로(아래)) | 159 |
| 〈그림 5- 9〉 인천시 대상구간 지점검지기 설치현황 | 160 |
| 〈그림 5-10〉 대전시 지점검지기 설치현황(한밭대로(동서축)와 대덕대로(남북축)) | 162 |
| 〈그림 5-11〉 대전시 대상구간 지점검지기 설치현황 | 163 |
| 〈그림 5-12〉 지자체별 통행속도자료의 통합 | 164 |
| 〈그림 5-13〉 링크구간의 통합절차 | 166 |
| 〈그림 5-14〉 인주대로 연간 통행시간 및 표준편차 | 167 |
| 〈그림 5-15〉 앵고개로 연간 통행시간 및 표준편차 분포 | 168 |
| 〈그림 5-16〉 인주대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포 | 169 |

| | |
|---|-----|
| 〈그림 5-17〉 인주대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포 | 169 |
| 〈그림 5-18〉 앵고개로 주중 통행시간 및 표준편차 분포 | 170 |
| 〈그림 5-19〉 앵고개로 주말 통행시간 및 표준편차 분포 | 170 |
| 〈그림 5-20〉 인천시 오전첨두 통행시간 분포 | 171 |
| 〈그림 5-21〉 인천시 오후첨두 통행시간 분포 | 172 |
| 〈그림 5-22〉 인천시 비첨두 통행시간 분포 | 172 |
| 〈그림 5-23〉 한밭대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포 | 173 |
| 〈그림 5-24〉 대덕대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포 | 174 |
| 〈그림 5-25〉 한밭대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포 | 175 |
| 〈그림 5-26〉 한밭대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포 | 175 |
| 〈그림 5-27〉 대덕대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포 | 176 |
| 〈그림 5-28〉 대덕대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포 | 176 |
| 〈그림 5-29〉 대전시 오전첨두 통행시간 분포 | 177 |
| 〈그림 5-30〉 대전시 오후첨두 통행시간 분포 | 178 |
| 〈그림 5-31〉 대전시 비첨두 통행시간 분포 | 178 |
| 〈그림 5-32〉 대전 월드컵사거리~한밭대로사거리 통행시간대별 빈도분포 | 179 |
| 〈그림 5-33〉 인천 용일사거리→남동구청사거리 통행시간대별 빈도분포 | 179 |
| 〈그림 5-34〉 인천시 대상링크의 통행시간 | 184 |
| 〈그림 5-35〉 대전시 대상링크의 통행시간 | 184 |
| 〈그림 5-36〉 인천시 주말 통행시간 비교 | 185 |
| 〈그림 5-37〉 대전시 주말 통행시간 비교 | 185 |
| 〈그림 5-38〉 인천시 주중 통행시간 비교 | 185 |
| 〈그림 5-39〉 대전시 주중 통행시간 비교 | 185 |
| 〈그림 5-40〉 인천시 오전첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-41〉 대전시 오전첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-42〉 인천시 오후첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-43〉 대전시 오후첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-44〉 인천시 비첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-45〉 대전시 비첨두 통행시간 비교 | 186 |
| 〈그림 5-46〉 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과 | 188 |
| 〈그림 5-47〉 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 189 |
| 〈그림 5-48〉 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 190 |

| | |
|--|-----|
| 〈그림 5-49〉 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 191 |
| 〈그림 5-50〉 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 192 |
| 〈그림 5-51〉 한밭대로→월드컵사거리(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 193 |
| 〈그림 5-52〉 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 194 |
| 〈그림 5-53〉 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과 | 195 |
| | |
| 〈그림 6- 1〉 2014년 교통부문 가계소비지출 항목 비중 | 212 |
| 〈그림 6- 2〉 2014년 교통부문 가계소비지출 항목 비중 | 213 |
| 〈그림 6- 3〉 연도별 총 가구교통비용(단위: 백만원) | 214 |
| 〈그림 6- 4〉 기능별 국가물류비(국제화물수송비 제외) | 216 |
| 〈그림 6- 5〉 교통산업서비스지수 산정과정 | 231 |
| 〈그림 6- 6〉 한국석유공사 자료 취합 경로 | 246 |
| 〈그림 6- 7〉 국내 석유수급 흐름도 | 247 |
| 〈그림 6- 8〉 2014년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 비율 | 260 |
| 〈그림 6- 9〉 2013년 대비 2014년의 지역별 온실가스 배출량 증감량 | 260 |

요 약



요 약

1. 과업의 개요

가. 연구 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 최근 세계화로 인해 국가 간 경쟁이 심화됨에 따라 국가의 경쟁력 부문이 중요시 되고 있으며, 세계 각국은 경쟁력을 제고시키기 위해 끊임없이 노력하고 있음. 이러한 중요성 때문에 IMD(International Institute for Management Development)와 WEF(World Economy Forum) 등과 같은 국제기구에서는 국가경쟁력지수를 매년 발표하고 있음
- IMD에서 정의하는 국가경쟁력이란 ‘기업하기 좋은 환경을 조성하여 경제성장 및 삶의 질을 제고시키는 국가의 능력’을 의미하며, 이를 나타낼 수 있는 지수를 산정하기 위한 요소 중 하나로 교통·물류분야를 포함하고 있음
- 하지만 현재 우리나라의 경우, 교통물류경쟁력의 강약점을 자체적으로 파악하려는 시도가 이루어지지 못하고 있으며, IMD 및 WEF 등 국제기구에서 발표하는 경쟁력 순위에 의존하고 있음
- 국제기구(IMD, WEF)에서 발표하고 있는 지수는 국가간 교통·물류 분야에 특화된 객관적 지표라기보다는 설문조사에 의한 주관적인 지표가 더 많이 포함되어 있음. 이미 정부에서는 『국가통합교통체계효율화법』 제10조 및 제11조를 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지수를 개발하고, 이를 정기적으로 조사·평가할 것을 명시하였음
- 이에 한국교통연구원 국가교통DB센터에서는 국가교통조사사업을 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지표 개발 및 지수를 산정함. 이를 통해, 현 대한민국의 국가교통물류경쟁력 지수를 다른 나라들과 비교 및 진단하여 우리나라의 강약점을 파악하는 데 활용하고자 함
- 도로의 교통상황이 복잡해지고 교통량이 점차 증가하면서 도로위의 원활한 교통흐름이 중요한 부분으로 차지하고 있음. 특히 도로 이용자의 경우 출발지에서 목적지까지 이동 전 혹은 중에 제공되는 교통 정보의 정확성을 요구하고 있음
- 과거 자료의 한계로 인해 다소 추상적인 개념으로 인식되었던 교통 접근성 연구가 최근 다양한 자료들이 이용 가능해짐에 따라 이론적 한계를 극복하고 새로운 교통계획을 위한 도구로 정착되고 있음. 이에 따라 해외 여러 나라들에서 교통접근성 개발현황과 교통계획에 활용을 검토하고 있음

- 도로의 서비스 수준을 나타내는 다양한 교통정보 중 통행시간은 이용자 및 도로 운영자에게 중요한 통행지표가 되며 최근 들어서는 보다 정확한 통행시간 정보를 요구하고 있음. 하지만 현재 국내에서는 통행시간 신뢰성과 관련된 연구 및 조사의 진행이 부족한 실정임

2) 연구의 목적

- 육상, 해상, 항공 등 교통분야 여객과 화물의 원활한 이동성과 접근성 확보, 최적교통시설확보, 교통망 애로 및 개선지점 모색 등을 위한 정책적 기준이 되는 각종 지표 개발
- 이동성, 접근성, 신뢰성을 세 가지 축으로 하는 교통물류경쟁력지표의 개발 및 설정을 위한 조사연구
- 본 과업에서는 통행시간 신뢰성과 관련된 기존 문헌 고찰을 바탕으로 국내실정에 맞는 통행시간 신뢰성을 나타낼 수 있는 지표들을 실제 속도자료를 활용하여 산정하고, 산정된 지표들 중에서 이용자 및 운영자 측면에서 활용 가능하도록 대안을 제시하고자 함

나. 연구의 범위 및 내용

1) 연구의 범위

① 거시적 국가교통물류경쟁력지표 설정

- 기존 교통물류경쟁력지표 검토 및 개선
- 국가간 물류경쟁력지표의 산출에 국가교통통계의 활용 검토
- 지표별 산정방법론 검토

② 미시적 국가교통물류경쟁력지표 설정

- 교통량과 속도 자료를 활용한 대한민국 교통 네트워크의 성능을 평가
- 이동성, 접근성, 신뢰성 기반의 지역별 국가물류경쟁력 지표의 개발
- 국가교통DB 통합관리 방안과 연계하여 교통망 성능평가 및 이동성, 접근성, 신뢰성 지표 평가를 위한 자료수집 및 DB 구축
- 수집 자료를 기반으로 각각 지표별 지표 산정과 전체 물류 경쟁력 평가 방법론 개발

2) 연구의 내용

① 국가교통물류경쟁력 지표 산정

- 국가간 SOC 투자 현황 비교
 - 국가물류경쟁력지표 관련 기존 연구 검토
 - 국가간 SOC 투자현황 비교
 - 국가교통통계를 활용한 국가물류경쟁력지표 산정

② 교통망 성능평가를 통한 이동성 분석

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
- 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량 주행거리의 산정

③ 교통 접근성 산정

- 기존 교통접근성 관련 국내외 연구동향과 사례 분석
 - 우리나라 이동성·접근도 변화 연구 및 한계점 분석
 - 영국, 미국, 벨기에, 뉴질랜드 등에서 진행된 Census block group의 공간단위의 이동성과 접근성 연구 사례와 실용화 사례 검토
- 국가교통DB 통합관리방안과 연계하여 전국을 대상으로 다양한 교통정보의 수집
 - 전국단위의 다양한 교통정보를 입수하고 가공
 - 동적 정보: 승용차 이용정보 및 대중교통 운영 정보 등
 - 정적 정보: 전국 POI 정보 등
- 한국형 교통 접근성 평가방법론 정립
 - 우리나라에 분석 가능한 공간분석 단위, 공간 단위간 승용차 통행시간, 대중교통통행시간 산출 방법 검토
 - 본 연구에 필요한 POI 정보의 추출방법

- POI 정보를 분류하고 시나리오 설정과 주요 결과의 GIS mapping
- 서울 수도권 지역을 대상으로 하는 접근성 분석
- 본 연구의 결과를 표출하는 방안 연구
- 대한민국 접근성 평가의 활용가능성 평가, 확대 가능성 평가 및 정책적 기대효과 분석

④ 교통 신뢰성 산정

- 교통 네트워크의 신뢰성 관련 국내외 연구동향과 사례 분석 통행시간의 신뢰성 관련 국내·외 연구동향과 사례 분석
 - 통행시간의 신뢰성 정의 및 활용사례 관련 문헌 고찰
 - 통행시간의 신뢰성 관련 유사 개념(미국의 TTI, 국내 혼잡강도 등) 정리
- 통행시간의 신뢰성 평가를 위한 개념 정립 및 방법론 제시
 - 국내 실정에 맞는 통행시간의 신뢰성 개념 정립
 - 통행시간의 신뢰성 산정을 위한 국내 자료 수집 현황 파악 및 사례분석
 - 통행시간 신뢰성 평가 기준 수립 및 도시간 비교를 위한 방법론 정립
 - 대상지역을 선정하여 실제 수집된 속도자료 기반으로 지수를 산정하여 각 지수의 의미 및 활용방안 검토

⑤ 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축

- 교통비용 및 TSI DB 구축
 - 정부·민간·외부(혼잡, 사고, 환경) 비용 산정
 - 교통산업서비스지수(TSI) 산정 및 온실가스 DB 구축

2. 국가교통물류경쟁력 조사 (거시지표)

가. 국외 국가경쟁력 산정 관련연구

<표 1> 국외 국가경쟁력조사 연구

| 구분 | IMD 국가경쟁력 | WEF 국가경쟁력 | IPS 국가경쟁력 |
|------------------------------|---|--|--|
| 경쟁력에 대한 개념 정의 | - 영토 내에서 활동 중인 기업들에게 국내적/세계적 경쟁력을 유지하게 해 주는 환경을 제고해 주는 국가의 능력 | - 높은 수준의 일인당 GDP 성장률을 유지하는 국가의 능력(제도와 정책) | |
| 개요 | - 국제경영개발원(IMD) 주관 - 1989년부터 매년 세계경쟁력 연감을 통해 발표 | - 세계경제포럼 주관 - 1979년부터 측정 - 1987년부터 IMD와 함께 발표 - 1996년부터는 IMD와 별도로 세계경쟁력보고서 매년 발간 | - 우리나라의 산업정책연구원(The Institute for Industrial Policy Studies; IPS)주관 - 2001년부터 ‘선진국 중심의 관점에서 탈피하여 세계 모든 나라에 적용 가능한 경쟁력 평가’ |
| 평가 지표 | - 경제적성과, 정부효율성, 기업경영 효율성, 인프라 4개 분야 대상(분야별 5개 항목, 총 20개 세부분야) - 총 131개 경성지표(통계자료 기반), 115개 설문지표(설문결과 기반) | - 기본요인, 효율성증진, 기업혁신 및 성숙도 등 3개 부문으로 구분(12개 세부분야) - 18개 경성자료와 80개 설문자료로 측정 | - IPS는 국가경쟁력 평가를 위한 지표는 9-팩터 모델을 통해 9개 부문과 23개의 하위분야, 202개의 지표로 구분됨 - 국가경쟁력 평가를 위한 지표들은 100개의 경성(硬性)자료와 102개의 설문자료로 측정되어짐 |
| 평가 방법 | - 국제기관 통계자료 활용 및 국가별 기업 CEO 대상 설문조사결과 활용 | - 글로벌경쟁력지수(GCI)적용, 측정 - 국가 유형별 가중치 상이 *GCI: 5년 정도 기간 동안 기대되는 중기 성장잠재력을 측정하기 위한 지수 | - IPS는 포터(Michael E. Potter)의 다이아몬드 모델에서 확장된 9-팩터 모델을 통해 지표를 구성하고 67개 평가대상국을 규모(대·중·소)와 경쟁력(강·중·약)의 정도에 따라 9개의 국가 그룹으로 분류함 - 종합지수 산정을 위해 원 자료를 표준화하고 군집분석을 통해 그룹화를 실시한 후 비용전략과 차별화 전략별로 가중치를 적용하여 전략적 시뮬레이션 결과를 제시함 |
| 교통물류 경쟁력에 대한 평가 항목 비교 | - 인프라분야의 기본인프라에 속한 7개 항목: 도로밀도 철도밀도 항공탑승객수 항공이용만족도 유통인프라효율성 해운인프라 기업요구수준만족도 인프라유지개발에 관한 계획재원유지 적절성 | - 기본요인 아래 인프라분야의 6개 항목: 전체 인프라의 질 도로 인프라의 질 철도 인프라의 질 여객기 운송 능력(통계) 항공운송 인프라의 질 항만운송 인프라의 질 | - 관련 산업부문의 9개 항목 도로포장율 자동차 대수 철도 여객수송량 철도 화물수송량 항공 여객수송량 항공 화물수송량 항만 컨테이너 물동량 외국인 관광객 수 국제교통시스템 이용편리성 및 발달 |
| 문제점 | - 주관적 판단인 설문조사결과에 과하게 의존 - 기업경쟁력과 국가경쟁력을 동일시 - 설문조사 응답자의 대표성 문제, 낮은 응답율 - 미응답자 중간 순위를 부여하는 모순 - 자의적/획일적 가중치 | - 주관적 판단인 설문조사 의존도가 과도 - 평가항목 구성이 기업에 편중 - 삶의 질 측면 취약 - 자의적인 가중치 부여 - 응답자 대표성 및 낮은 응답율 - 국가발전단계별 가중치 적용의 단계구분이 비합리적 등 | - IPS의 경우도 설문조사의 의존도가 높아 (약 50%) IMD, WEF의 경쟁력 평가에서와 같은 문제점을 가지고 있음 |

나. 국가교통물류경쟁력 정의

- 각 기관 및 국가에서 정의하는 국가경쟁력은 경제성장 및 삶의 질 제고 측면에 중점을 두고 있음
- 국가의 사회경제활동을 직접적으로 지원하는 교통·물류분야의 경쟁력 향상이 전체 국가경쟁력 향상을 위해서는 경제적 성장이나 삶의 질 제고에 중점을 둔 정의가 필요함
- 따라서 본 연구에서는 국가교통물류경쟁력을 “국민과 기업의 사회경제활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 여객 및 화물의 원활하고 편리한 이동을 가능하게 하는 교통물류 환경을 제공하는 국가의 능력”으로 정의함

다. 국가교통물류경쟁력지표 선정 및 평가

1) 지표개발 및 선정

- 분야별 관련 지표 종합
 - IMD, WEF, IPS 등 국내외에 관련 연구 및 보고서에서 제시된 교통물류경쟁력 관련 지표들을 종합
 - 국가교통물류경쟁력 정의 및 결정요인에 부합하는 성격을 가진 지표를 개발하여 분야별(도로, 철도, 항공, 해운) 국가교통물류경쟁력 지표들을 종합
- 국가교통물류경쟁력 지표 부합여부 검토
 - 종합된 지표를 대상으로, 전문가 자문회의·연구진 회의를 통해 ‘국가물류경쟁력의 의의’에 부합하는 지표인지 검토
- 지표별 상관성 분석을 수행하여, 상관성이 0.6이상인 변수를 제외하거나 재검토
- 지표 최종선정
 - 현재시점에서 취득가능성·정량성·객관성·대표성과 같은 지표선정 기준에 부합하는 지표들을 최종적으로 선정

2) 최종 지표 선정

- 앞에서 설정한 ‘국가교통물류경쟁력 정의’ 및 ‘선정 기준’에 의해 최종 선정된 지표는 각 부문별 ‘이동 및 접근성, 수송규모, 녹색교통, 안전성’의 4가지 분야, 16가지 평가지표로 <표 2>와 같음

<표 2> 국가교통물류경쟁력 지표(최종)

| 분야 | 수단 | 분야별 평가지표(16개) |
|-------------|----|---|
| 1. 이동 및 접근성 | 도로 | 국토계수 ¹⁾ 당 유효도로연장 ²⁾ (단위:km/국토계수) |
| | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 ³⁾ (단위:km/국토계수) |
| | 항공 | 공항 수 당 운항횟수 (단위:회/개) |
| | 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index) ⁴⁾ |
| 2. 수송규모 | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적(단위:톤-km/국토계수) ⁵⁾ |
| | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) |
| | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) |
| | 해운 | 컨테이너처리실적 (단위: 천TEU) |
| 3. 녹색교통 | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤) |
| 4. 안전성 | 도로 | 총 차량주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) |
| | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) |
| | 항공 | 항공 사고건수 (단위:건) |
| | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) |

1) 국토계수 : 일본 Fusita계수가 제안한 이론으로 국토면적과 인구를 동시에 고려할 경우 사용할 수 있는 기준

(국토계수 = $\sqrt{\text{인구} \times \text{국토면적}}$)

2) 유효도로연장: 국가별 '도로등급별 제한속도 자료'를 이용하여 가중치를 산정함

- 유효도로연장 = 지방도 $\times 1$ + 국도 $\times 1.8$ + 고속도로 $\times 2.4$

3) 유효 철도연장: 한국교통연구원(2004)은 수송능력에 근거하여, 각 연장의 가중치를 고려한 지표로 비전철 1, 전철 1.25, 고속철도 4로 분석함

- 유효철도연장 = 비전철 $\times 1$ + 전철 $\times 1.25$ + 고속철도 $\times 4$

4) LSCI(Logistic Shipping Connectivity Index)는 국제 해상운송 네트워크가 얼마나 잘 연결되어 있는지를 나타내는 지수임. UNCTAD의 UN 컨퍼런스에 의해 산정되며, 선박의 수, 컨테이너 적재능력, 선박크기, 운항횟수, 항구에 화물선 배치가 가능한 회사의 수의 5가지 요소를 기반으로 생산됨

5) '여객+화물'의 수송실적은 $\frac{10\text{인}\cdot\text{km}}{1\text{톤}\cdot\text{km}}$ 로 환산하여 계산함

3) 통계자료 수집 및 가공

- 앞에서 선정된 지표를 대상으로 국가통계를 수집함
- 수집된 통계자료의 수치 오류, 수치가 없는 지표와 0인 수치를 구분, 2013년 값이 아닌 값들은 최근 3개연도 연평균 증가율 적용하는 등의 데이터를 가공하고, 각 국가별 상대비교가 가능하도록 표준화를 수행함

4) 지수 산정 및 평가

- 수집된 통계지표들이 갖는 중요도가 상이하므로, 이를 보완하기 위해 전문가 조사를 실시하고, 조사 결과를 기반으로 AHP 분석을 수행

- AHP분석을 통해 도출된 가중치를 이용하여, 각 국가의 교통물류경쟁력 종합·부문별 지수를 산정함

라. 국가교통물류경쟁력 가중치 조사 및 산정

1) 조사대상

- 정부(중앙부처 및 지자체), 연구기관, 대학의 교통·물류관련 전문가(공무원, 교수, 연구원 등)를 대상으로 선정하였음
 - 교통물류관련 전문가(중앙공무원, 교수, 연구원) 120명을 대상으로 함
 - 이 중 각 항목별 CR(Consistency Ratio)이 0.1 이하인 표본에 대해서만 가중치 산정시 반영하였음 (항목당 유효표본 약 60명 이상)

2) 조사방법

- 정부(중앙부처 및 지자체), 연구기관, 대학의 교통·물류관련 전문가(공무원, 교수, 연구원 등)를 전공 분야별로 구분하여 리스트를 추출함
- 조사는 추출된 대상자에게 전화를 걸어 ‘참여여부’ 의사를 묻고, 의사가 있다고 응답한 경우에만 ‘E-mail’로 온라인 참여 시스템 URL을 발송하여 응답자가 직접가입함

3) 조사내용

- 국가교통물류경쟁력 지표를 선정하기 위해 기능별로 4개, 수단별로 16개의 평가지표로 구분함
- 각 평가 지표의 타당성·적절성을 분석하기 위한 문항과 중요도를 파악하기 위한 문항으로 내용을 구성하였으며, 7점척도 기준으로 쌍대비교 형식으로 조사하였으며, 중요도에 대한 점수 부여 내용은 <표 3>과 같음

<표 3> 쌍대비교시 중요도의 척도

| 언어적 판단 | 계량적 점수부여 |
|--------|---------------------------|
| 1 | A와 B가 동일한 중요도(Equal) |
| 3 | A가 B보다 약간 중요(Moderate) |
| 5 | A가 B보다 상당히 더 중요(Strong) |
| 7 | A가 B보다 매우 중요(Very Strong) |

주: Saaty and Vargas, 1982

4) 가중치 산정

- 지표 중요도를 산출하는 방식은 기하평균법, 산술평균법이 있으며, 본 연구에서는 기하평균법을 이용하여 중요도를 산출함
- 4개 항목에 대한 중요도를 w_1, w_2, w_3, w_4 로 가정하고 w_1, w_2, w_3, w_4 의 중요도는 구하는 방식은 <표 4>와 같으며, 산정식은 (식 1)과 같음

<표 4> 중요도 산정 매트릭스

| 구분 | F1 | F2 | F3 | F4 |
|----|----------|----------|----------|----------|
| F1 | F_{11} | F_{12} | F_{13} | F_{14} |
| F2 | F_{21} | F_{22} | F_{23} | F_{24} |
| F3 | F_{31} | F_{32} | F_{33} | F_{34} |
| F4 | F_{41} | F_{42} | F_{43} | F_{44} |

$$w_i = \frac{\sqrt[n]{f_{i(n-3)} \times f_{i(n-2)} \times f_{i(n-1)} \times f_{in}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{f_{i(n-3)} \times f_{i(n-2)} \times f_{i(n-1)} \times f_{in}}} \quad \text{여기서, } n=4 \quad (\text{식 1})$$

5) 일관성 비율 산출

- AHP조사에서는 응답자가 얼마나 일관성을 가지고 결과를 응답하였는지를 판단하는 지표로 일관성 지수(Consistency Index, CI)산출하여 0에 가까울수록 응답자의 일관성이 높아서 그 결과의 신뢰성이 높다고 판단
- CI를 경험적 자료로 얻어진 평균 무작위 지수(Random Index, RI)로 나눈 일관성 비율(Consistency Ratio, RI)이 0.10이내인 경우만 서수적 순위에 무리가 없는 신뢰할 수 있는 결과로 판단하고 있으며, CI와 CR을 산출하는 식은 (식 2)와 같음(Saaty, 1982)

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \quad (\text{식 2})$$

$$\text{여기서, } \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{f_{ij} w_j}{w_i}}{n}$$

(n = 행렬의 크기, f_{ij} = i 행과 j 열의 행렬값, w_i = F_i 의 중요도)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.47 |

T. L. Saaty & Vargas, The logic of Priorities, Kluwer-Nijhoff Publishing, 1982

6) 가중치 산정 결과

- 국가교통물류경쟁력 선정지표
 - 상위항목 간 중요도 분석결과, 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘이동 및 접근성 (0.346)’ 분야임. 다음으로는 ‘안전성’ > ‘수송규모’ > ‘녹색교통’ 순임
- 이동 및 접근성 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘국토계수 당 유효도로연장(0.403)’ 분야임. 다음으로는 ‘국토계수 당 유효철도연장’ > ‘해운 물류 접근성지수’ > ‘공항 수 당 운항횟수’ 순임
- 수송규모 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘국토계수 당 도로여객·화물수송실적(0.381)’ 분야임. 다음으로는 ‘국토계수 당 철도여객·화물수송 실적’ > ‘컨테이너처리실적’ > ‘항공운항횟수 당 여객·화물수송실적’ 순임
- 녹색교통 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘총 수송량 당 도로부문 CO2배출량(0.434)’ 분야임. 다음으로는 ‘총 수송량 당 철도부문 CO2배출량’ > ‘총 수송량 당 항공부문 CO2배출량’ > ‘총 수송량 당 해운부문 CO2배출량’ 순임

- 안전성 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘인구만 명 당 도로교통사고 사망자 수(0.517)’ 분야임. 다음으로는 ‘인구만명 당 철도교통사고 사망자 수’ > ‘운항횟수 당 항공교통사고건수’ > ‘해운 교통사고건수’ 순임
- 상위항목의 중요도(A)와 평가지표의 중요도(B)는 AHP분석을 통해 나온 결과이며, 개별가중치는 상위항목 중요도와 평가지표 중요도의 곱으로 산정된 값이며, 결과는 <표 5>와 같음

<표 5> AHP분석을 통한 중요도 산출

| 상위 항목 | 중요도 (A) | 분야 | 분야별 평가지표(16개) | 중요도 (B) | 개별 가중치 (A×B) |
|----------------|------------|----|---|------------|--------------------|
| 1. 이동 및 접근성 | 0.346 | 도로 | 국토계수 당 유효도로연장 (단위:km/국토계수) | 0.403 | 0.141 |
| | | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 (단위:km/국토계수) | 0.300 | 0.105 |
| | | 항공 | 항공기보유대수 당 운항횟수 (단위:회/대) | 0.132 | 0.047 |
| | | 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index) | 0.166 | 0.061 |
| 2. 수송규모 | 0.173 | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적(단위:톤-km/국토계수) | 0.381 | 0.070 |
| | | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | 0.309 | 0.057 |
| | | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) | 0.153 | 0.029 |
| | | 해운 | 선박보유대수 당 해운 여객·화물수송실적 (단위: 톤/대) | 0.156 | 0.032 |
| 3. 녹색교통 | 0.137 | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.434 | 0.061 |
| | | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.241 | 0.032 |
| | | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.176 | 0.029 |
| | | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/ 톤) | 0.149 | 0.025 |
| 4. 안전성 | 0.343 | 도로 | 주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) | 0.517 | 0.156 |
| | | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) | 0.199 | 0.058 |
| | | 항공 | 운항횟수 당 항공 교통사고건수 (단위:건) | 0.154 | 0.051 |
| | | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) | 0.131 | 0.045 |
| 합계 | | | | | 1.000 |

주) CR반영 : 일관성 비율(CR)이 0.1이하인 전문가의 의견만 반영

마. 국가교통물류경쟁력지수 산정

1) 산정절차

- 첫째, 조사대상국가의 각 지표값에 맞는 통계자료를 수집하여 정리함
- 둘째, 수집된 통계자료를 이용하여 지표간 상관관계 분석하여 지표조정
- 셋째, 각 지표값들을 표준화하여 비교 가능한 수치로 만들

$$VS_{ki} = \frac{VE_{ki} - AVE_i}{SD_i} \dots\dots\dots (1)$$

VS_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 표준화 값

VE_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 관측 값

AVE_i : 평가지표 i 의 평균

SD_i : 평가지표 i 의 표준편차

$$VS_{ki} \times 10 + 100 \dots\dots\dots (2)$$

VS_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 표준화 값

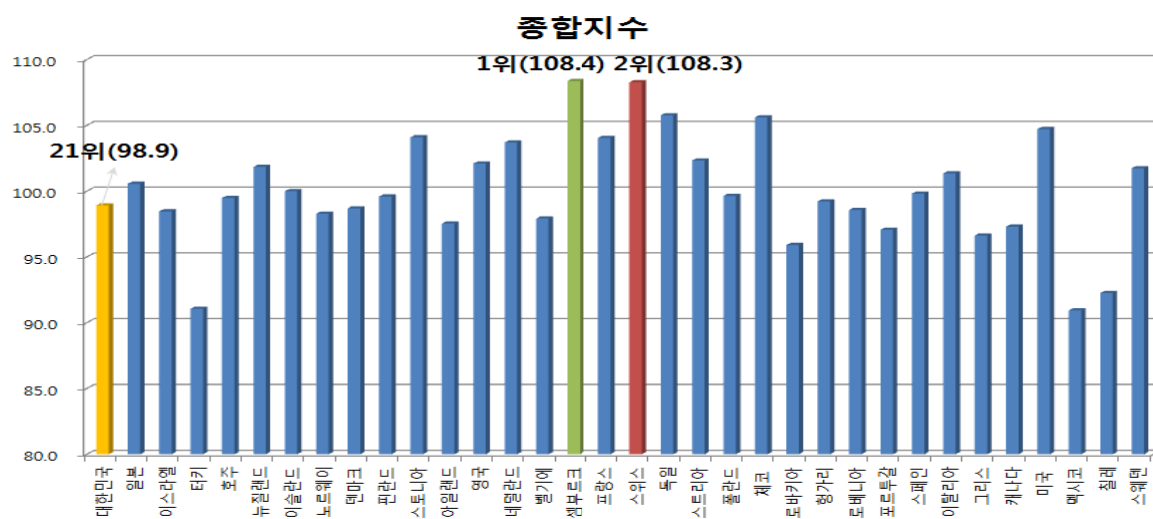
- 넷째, AHP 분석을 통해 지표에 적용될 가중치를 산출함
- 다섯째, 산출한 가중치를 적용하여 국가교통물류경쟁력지수를 산정

2) 종합지수 산정결과

- 종합지수 산정결과는 <표 6>과 같으며, OECD 34개 국가 중 룩셈부르크(1위), 스위스(2위), 독일(3위) 순으로 나타났으며, 유럽 국가들이 종합지수 순위에서 대체적으로 높게 나타남
- 한국은 종합지수 98.9로 OECD 34개국 중 21위 수준
 - 상위 항목별로는 이동 및 접근성은 22위, 수송규모는 7위, 녹색교통은 21위, 안전성은 26위 수준임

<표 6> 종합지수 산정결과

| 국가 | 이동 및 접근성 | | 수송규모 | | 녹색교통 | | 안전성 | | 종합 | |
|-------|----------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 97.8 | 22 | 104.0 | 7 | 99.7 | 21 | 96.8 | 26 | 98.9 | 21 |
| 일본 | 97.8 | 20 | 104.4 | 6 | 97.2 | 25 | 103.0 | 17 | 100.6 | 14 |
| 이스라엘 | 93.8 | 29 | 93.8 | 29 | 101.4 | 17 | 105.2 | 8 | 98.5 | 24 |
| 터키 | 91.1 | 32 | 97.9 | 18 | 106.2 | 3 | 79.8 | 34 | 91.1 | 33 |
| 호주 | 92.5 | 31 | 101.4 | 11 | 104.2 | 8 | 104.1 | 10 | 99.5 | 19 |
| 뉴질랜드 | 104.6 | 9 | 94.1 | 27 | 100.6 | 18 | 104.0 | 11 | 101.8 | 11 |
| 아이슬란드 | 97.8 | 21 | 91.8 | 34 | 104.1 | 9 | 105.6 | 3 | 100.0 | 15 |
| 노르웨이 | 95.6 | 25 | 94.0 | 28 | 94.4 | 31 | 105.8 | 1 | 98.3 | 25 |
| 덴마크 | 97.0 | 23 | 95.4 | 26 | 92.8 | 32 | 105.4 | 5 | 98.7 | 22 |
| 핀란드 | 94.5 | 28 | 95.7 | 24 | 104.5 | 6 | 105.5 | 4 | 99.6 | 18 |
| 에스토니아 | 100.3 | 14 | 110.9 | 3 | 106.7 | 1 | 103.0 | 16 | 104.1 | 6 |
| 아일랜드 | 95.7 | 24 | 93.8 | 30 | 89.5 | 34 | 105.8 | 2 | 97.5 | 27 |
| 영국 | 103.9 | 10 | 100.5 | 12 | 97.4 | 23 | 103.2 | 15 | 102.1 | 10 |
| 네덜란드 | 100.9 | 13 | 105.7 | 5 | 104.4 | 7 | 105.4 | 6 | 103.7 | 8 |
| 벨기에 | 99.7 | 16 | 97.6 | 21 | 104.6 | 5 | 93.0 | 29 | 97.9 | 26 |
| 룩셈부르크 | 116.3 | 2 | 113.7 | 2 | 97.3 | 24 | 101.3 | 20 | 108.4 | 1 |
| 프랑스 | 106.7 | 6 | 100.1 | 14 | 101.4 | 16 | 104.7 | 9 | 104.0 | 7 |
| 스위스 | 124.1 | 1 | 99.8 | 15 | 94.7 | 30 | 101.8 | 18 | 108.3 | 2 |
| 독일 | 108.3 | 4 | 106.9 | 4 | 102.8 | 12 | 103.6 | 13 | 105.8 | 3 |
| 오스트리아 | 106.8 | 5 | 100.2 | 13 | 97.1 | 26 | 101.0 | 23 | 102.3 | 9 |
| 폴란드 | 98.2 | 18 | 103.7 | 8 | 105.9 | 4 | 95.9 | 27 | 99.6 | 17 |
| 체코 | 112.2 | 3 | 102.5 | 10 | 106.3 | 2 | 99.7 | 25 | 105.6 | 4 |
| 슬로바키아 | 98.0 | 19 | 102.6 | 9 | 97.5 | 22 | 88.7 | 32 | 95.9 | 31 |
| 헝가리 | 106.6 | 7 | 97.6 | 20 | 103.2 | 10 | 89.9 | 30 | 99.2 | 20 |
| 슬로베니아 | 98.6 | 17 | 98.3 | 17 | 92.3 | 33 | 101.7 | 19 | 98.6 | 23 |
| 포르투갈 | 93.8 | 30 | 93.6 | 31 | 96.2 | 27 | 103.3 | 14 | 97.1 | 29 |
| 스페인 | 100.1 | 15 | 98.6 | 16 | 99.8 | 20 | 100.3 | 24 | 99.8 | 16 |
| 이탈리아 | 101.3 | 11 | 97.8 | 19 | 100.3 | 19 | 104.0 | 12 | 101.3 | 13 |
| 그리스 | 94.6 | 26 | 93.5 | 32 | 96.1 | 28 | 101.1 | 22 | 96.6 | 30 |
| 캐나다 | 94.6 | 27 | 97.4 | 22 | 95.5 | 29 | 101.2 | 21 | 97.3 | 28 |
| 미국 | 105.1 | 8 | 124.5 | 1 | 102.6 | 13 | 93.2 | 28 | 104.7 | 5 |
| 멕시코 | 90.5 | 34 | 95.5 | 25 | 101.4 | 15 | 83.7 | 33 | 90.9 | 34 |
| 칠레 | 90.6 | 33 | 93.1 | 33 | 101.9 | 14 | 89.1 | 31 | 92.2 | 32 |
| 스웨덴 | 101.1 | 12 | 96.2 | 23 | 102.9 | 11 | 105.3 | 7 | 101.7 | 12 |



<그림 1> 종합지수 결과

3. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 I : 이동성)

가. 연구의 범위

- 1) 공간적 범위 : 6대 광역시(부산, 대구, 대전, 인천, 광주, 울산)
- 2) 시간적 범위 : 2014년
- 3) 내용적 범위
 - AADT 추정 관련 선행연구 고찰
 - 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
 - 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
 - 차량 주행거리의 산정

나. AADT 추정 관련 선행연구 고찰

- 1) AADT 추정 관련 선행 연구
 - AADT 추정 관련 선행연구는 수시조사 교통량의 AADT 추정에 통상적으로 이용되고 있는 보정계수(Seasonal factor) 적용방법에서부터 첨단기법까지 다양한 연구들이 진행되어 왔음
 - 이러한 연구들은 <표 7>과 같이 ①상시조사 지점의 결측교통량 보정, ②수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ③미관측 도로구간의 AADT 추정, ④장래 AADT 예측의 형태로 크게 4가지로 분류할 수 있음

<표 7> AADT 추정관련 선행연구 분류

| 구분 | 적용방법 |
|------------------------|---|
| 결측 교통량 보정 | ① 상시조사 지점의 시간대별 결측값 보정기법 등 ② 상시조사 지점의 보정계수(Seasonal factor) 분석 등 |
| 수시조사 교통량 기반 AADT 추정 | ① 통상적인 방법 - 인접 상시조사 구간의 보정계수(Seasonal factor) 적용 - 선형 기반의 추정 기법 ② 비선형 기반 추정 모형 - 베이지안 분석(Bayesian analysis) - 클러스터링(Clustering) - 뉴럴 네트워크(Neural network) ③ 항공사진 방법 |
| 미관측 도로구간의 AADT 추정 | ① 공간통계 모형 - OLS(Ordinary least squares) 기법 - WLS(Weighted least squares) 기법 - GWR(Geographically weighted regression) 기법 - 크리깅(Kriging) 모형 ② 타 모형과의 결합 - Travel demand models(TDMs) - Origin-destination centrality(ODC) |
| 장래 AADT 예측 | ① SVR(Support vector regression) 모형 ② OLS(Ordinary least squares) 기법 ③ ES(Exponential smoothing) 기법 |

2) 선행연구의 한계 및 시사점

- 앞서 AADT 추정 관련 선행연구를 고찰한 결과, <표 7>과 같이 ①수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ②미관측 도로구간의 AADT 추정, ③장래 AADT 예측으로 크게 3가지로 요약할 수 있음
- 먼저 수시조사 교통량의 AADT 추정에 관한 연구에서는 연 3~5회 교통량 조사가 이루어지는 수시 교통량조사 지점에 대한 간접적인 AADT 추정방법들을 적용하고 있음. 하지만 전체 도로구간 중 상시 또는 수시 교통량 조사가 이루어지는 지점은 극히 일부이며, 나머지 대부분의 도로구간은 미 관측 상태임. 따라서 상시 또는 수시조사 지점을 제외한 나머지 미 관측 도로구간에 대한 AADT 추정에 어려움이 발생함
- 둘째, 미 관측 도로구간의 AADT 추정에 관한 연구에서는 대표적으로 회귀분석, 공간가중회귀 모형, 크리깅 모형 등과 같은 공간통계모형과 TDMs, ODC 등과 같은 교통 분야의 타 모형과 결합된 추정모형이 적용되고 있음
 - 추정모형은 대부분 복잡하고, 해당 분석가의 역량에 따라 AADT의 추정력이 다르게 나타남

- 공간적 대상범위가 고속도로, 국도, 대도시, 소도시 등과 같이 상이함
- 공간통계 모형의 경우 사회경제 지표가 개별 도로구간 단위로 세분화되어 있지 않아 향후 GIS 기반의 첨단자료관리시스템에 탑재하기 위한 입력 자료의 구축 문제가 발생함
- 다수의 연구들에서는 AADT 추정오차가 수용할 수준에 도달하지 못하고 통계기반 모형의 특성상 교통량 추정을 위한 많은 관측조사 지점이 필요한 한계가 있음
- 빅 데이터의 활용이라는 측면에서 GPS기반의 개별 차량 이동궤적 자료를 이용한 미관측 도로구간의 AADT 추정에 관련 연구도 전무한 실정임
- 마지막으로 장래 AADT 예측의 경우는 시계열 AADT 자료를 이용하여 현재 또는 장래의 AADT를 예측할 수가 있어 대안이 될 수 있으나, 이와 관련된 선행연구는 미미한 실정임
- 그리고 국내의 상시, 수시 교통량 조사지점은 전국 도로망 대비 상당히 부족하나, 그렇다고 전체 도로구간에 대하여 상시 교통량 조사 시스템을 설치하여 전수화 조사를 수행하기에는 현실적으로 불가능하며, 현재 소수 상시조사 지점의 수준에서 미관측 도로구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 합리적인 방법론을 개발하는 것이 합리적일 것으로 판단됨
- 최근 기존의 고정식 지점검지체계에서 차량용 내비게이션 등과 같이 개별 차량의 이동궤적 데이터를 알 수 있는 이동식검지체계로 변화하고 있음. 즉, 데이터의 양과 질이 급속히 발전하고 시·공간적 범위도 전국의 모든 도로망으로 확대되면서 그야말로 빅 데이터 시대에 진입하였으며, 이는 과거 도로의 특성, 사회경제적 지표 등과 같은 통상적인 자료를 이용한 교통량 추정방법에서 벗어나 개별 차량의 이동궤적 데이터 등과 같은 빅 데이터를 활용한 교통량 추정방법으로 진화해야 함
- 따라서 본 연구에서는 빅 데이터 활용이라는 측면에서 GPS기반 개별 차량의 이동궤적 자료를 이용하여 미관측 도로구간에 대한 AADT 추정 방법론을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템에 탑재하기 위한 단순하고 일반화된 모형으로 개발해야 하며, 모형개발의 위한 방향설정은 다음과 같음
 - 첫째, 모든 도로구간에 적용할 수 있어야 하며, 모형은 단순하고 파라미터 최적화가 자동으로 이루어져야 함
 - 둘째, 빅 데이터의 활용 측면에서 Data기반의 모형으로 개발해야 하며, 수용 가능한 추정 오차 수준 확보해야 함
 - 셋째, 소수의 상시조사 교통량 자료를 이용해야 하므로 AADT 추정하기 위한 강력한 설명 변수 필요하며, 도로별 구간별 수요특성을 반영해야 함
 - 넷째, 전국 도로망 대상으로 하는 System 지향적 모형으로 개발해야 하며, 다양한 인접지역 교통량 조사 자료의 활용이 가능해야 함

- 다섯째, 현장 조건의 변화와 수집 자료의 추가 등으로 입력 자료가 변경될 경우 개발모형의 구조변경에 대한 용이성도 확보되어야 함

다. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

1) 도로구간별 교통량 추정 모형 개발 개요

- 교통량은 속도, 밀도와 더불어 교통 연구 분야에서 거시적인 교통류 변수로 이용되고 있으며, 특히 연평균 일AADT의 경우는 장래 교통수요 예측, 계획도로의 차로 수 결정, 교통시설의 규모 결정 등 다양한 교통관련 분야의 의사결정을 위한 핵심적인 변수로 이용되고 있음
- 도로교통량 조사는 크게 상시조사와 수시조사로 구분되며, 전국적으로 교통량을 알 수 있는 교통량 조사 지점은 KOTI Level 6 네트워크의 전체 링크구간 기준으로 약 1.9% 수준에 해당 됨. 즉, 관측링크 구간을 제외한 나머지 98.1%의 미관측 구간에 대한 현황 교통량 자료는 알 수가 없음
- 또한, 교통량 조사 지점을 제외한 나머지 98.1%의 링크 구간에 대한 현황 교통량을 파악하기 위하여 대규모 교통량 조사장비와 인력을 투입하는 것은 범국가적인 차원에서 예산 낭비이므로 기존의 설치된 교통량 조사 지점의 교통량 조사 자료를 이용하여 나머지 미 관측 구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 더 효율적이라고 판단됨
- 따라서, 본 연구에서는 현재 설치되어 있는 기관별 도로교통량 조사지점의 교통량 자료와 차량용 내비게이션 프로브 자료를 이용하여 미관측 구간의 교통량을 추정할 수 있는 모형을 개발하고자 함. 여기서, 교통량을 추정하기 위한 입력 자료는 (일 또는 시간대별)프로브 건수와 관측교통량 자료가 필요하며, 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도는 <그림 2>와 같음



<그림 2> 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도

2) 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

- 미관측 도로구간의 AADT를 추정하는 과정은 ①(관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t) 구축, ②(미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출, ③미관측 대상 구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정으로 총 3단계에 걸쳐 수행함

- Step 1: (관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t)값 구축

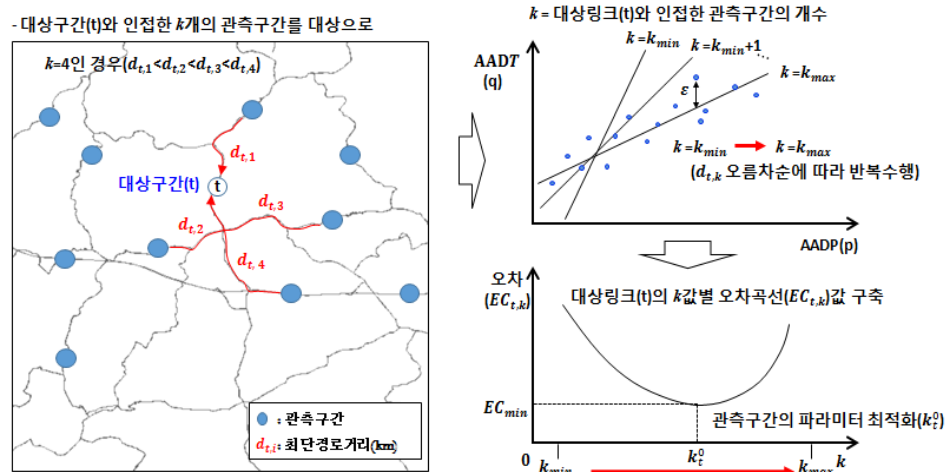
- STEP 1에서는 관측구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)의 입력자료($p_t, q_t, p_{t,k}, q_{t,k}, d_{t,k}, k \in k_{\max}$)를 이용하여 최단경로거리($d_{t,k}$)의 순서대로 구축된 전체 멤버를 k_{\min} 부터 k_{\max} 까지 k 값별로 추정모형 식을 구축하고, k 값별로 추정된 추정교통량($\hat{q}_{t,k}$)과 대상구간의 관측교통량(q_t)을 이용하여 다음과 같이 오차곡선($EC_{t,k}$)값을 산출함
: 주어진 대상구간(t)과 인접한 관측구간 k 값에 대하여

$$EC_{t,k} = f'n(k) = \frac{|\hat{q}_{t,k} - q_t|}{q_t} \times 100, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $EC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 오차곡선 값

$\hat{q}_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 추정교통량(대/일)

q_t = 대상구간(t)의 관측교통량(대/일)



<그림 3> 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1)

- Step 2: (미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출
 - STEP 2에서는 미관측 구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)과 인접한 n 개($n \in k_{\max}$) 관측구간의 오차곡선($EC_{t,n}$)값에 대하여 k 값별로 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값을 구축함
: 주어진 n 개의 오차곡선 값을 평균한 각 k 값에 대하여

$$MEC_{t,k} = f'n(k) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{q}_{t,k,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \right)}{n}, 0 < n, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $MEC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 평균오차곡선 값

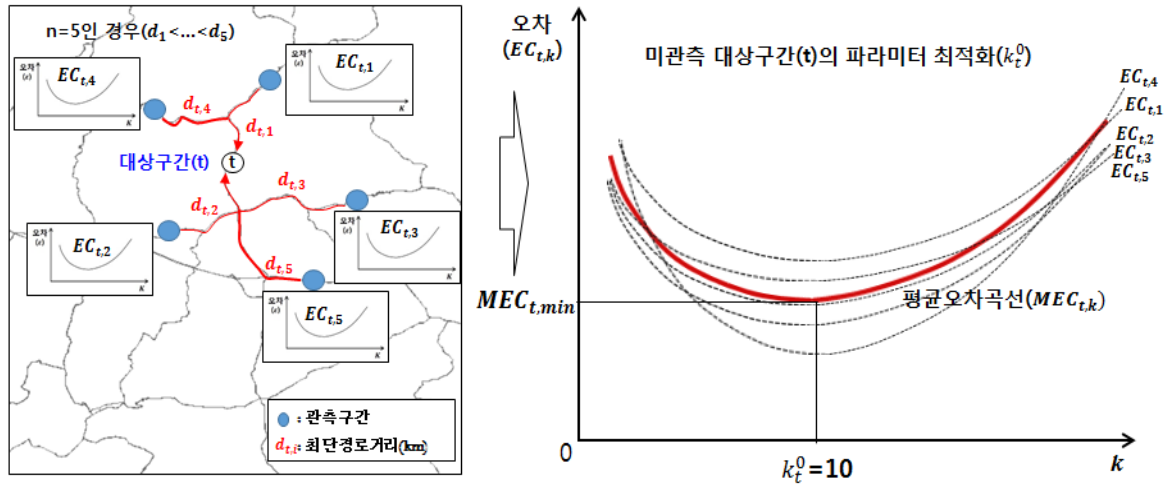
$\hat{q}_{t,i,k}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 k 값별 추정교통량(대/일)

$q_{t,i}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 관측교통량(대/일)

- 위에서 산출한 대상구간(t)의 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값에서 k 값별로 오차가 최소화되는 최적 k_t^o 값을 산출하며, 최적 k_t^o 값의 산출 식은 다음과 같음

$$k_t^o = \operatorname{argmin} f'n(k), k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

- 대상구간(t)과 인접한 n 개의 관측구간 대상으로



<그림 4> 미관측 대상구간의 k 값 파라미터 최적화(Step 2)

- Step 3: 미관측 대상구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정

- STEP 3에서는 이전 단계에서 산출한 대상구간(t)의 최적 k_t^o 의 입력자료($p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k_t^o$)를 이용하여 최종모형 식을 구축하고, 이 식에 대상구간(t)의 p_t 를 적용하여 \hat{q}_t 를 추정함

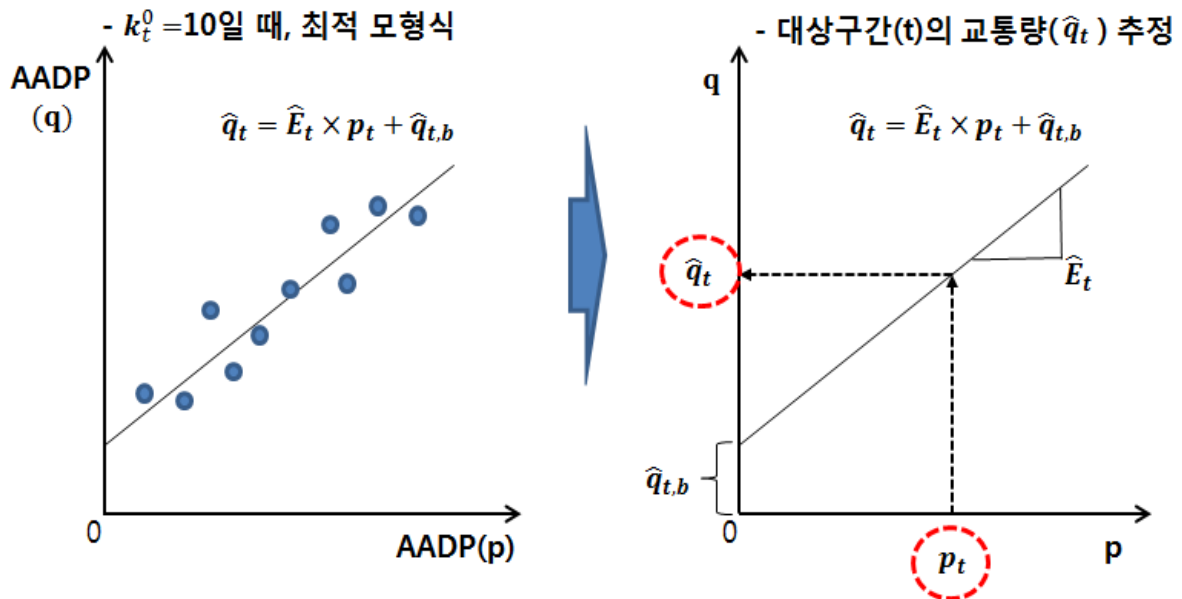
$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 미관측 대상구간(t)의 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 미관측 대상구간(t)의 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 미관측 대상구간(t)의 AADP(건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 미관측 대상구간(t)의 이면교통량(Background Volume)



<그림 5> 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3)

라. 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축

1) 분석 Map 개요

- 분석 Map이란 표준노드링크가 가지고 있는 분석용 네트워크로서의 문제점 보완과 분석 및 활용성의 극대화를 위하여 구축한 Map을 분석 Map이라 함

2) 분석 Map 구축결과

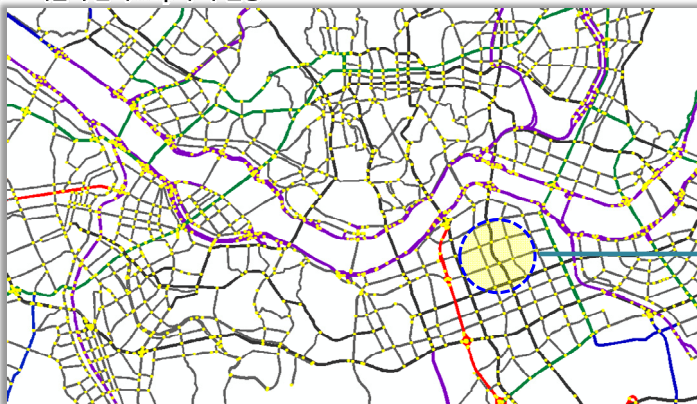
○ 전국 분석 Map 구축 및 검수 결과

<표 8> 분석 Map 도로등급 별 구축 현황

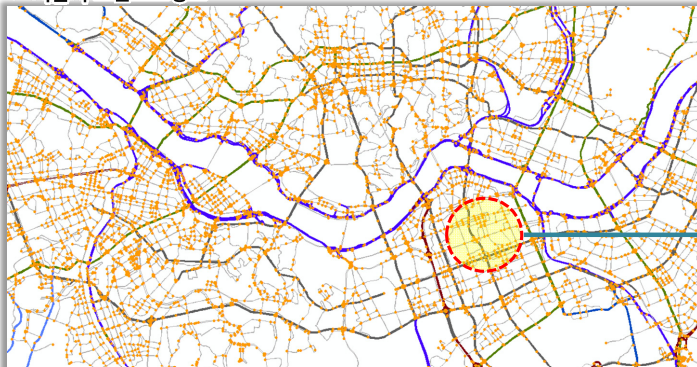
| 도로 등급 | 표준노드링크 개수 (전체 : 254,896개) | 분석 Map 개수 (전체 : 53,541개) | 비고 |
|---------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 고속국도 | 6,296개 | 5,564개 | - 표준노드링크의 기타도로 (108)은 단지내 도로로 생성하지 않음) |
| 도시 고속국도 | 2,203개 | 1,375개 | |
| 일반국도 | 44,665개 | 12,563개 | |
| 국가지원지방도 | 9,963개 | 2,762개 | |
| 지방도 | 31,231개 | 6,315개 | |
| 특별·광역시도 | 35,548개 | 6,961개 | |
| 시·군도 | 122,422개 | 1,8001개 | |

- 분석 Map 구축 결과

▶ 서울시 분석 Map 구축 현황



▶ 서울시 표준노드링크



<그림 6> 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

마. 차량 주행거리의 산정

1) 차량주행거리 산정 개요

- 과거의 차량 주행 거리 산정 절차는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 지역별, 도로 특성별, 도로 등급별로 정제/가공한 후 통계화 과정을 통해 모수를 추정하는 방법을 적용하거나, 차량이 실제로 운행한 주행거리를 통계적으로 분석하여 전체 차량 주행거리를 추정하는 방법을 적용하였음
- 본 연구에서는 앞서 제시된 각 도로 구간별 연평균 일교통량과 교통량이 해당하는 구간의 연장을 연산하여 차량 주행거리를 산정하고자 함
- 차량 주행거리의 추정은 아래의 식을 적용

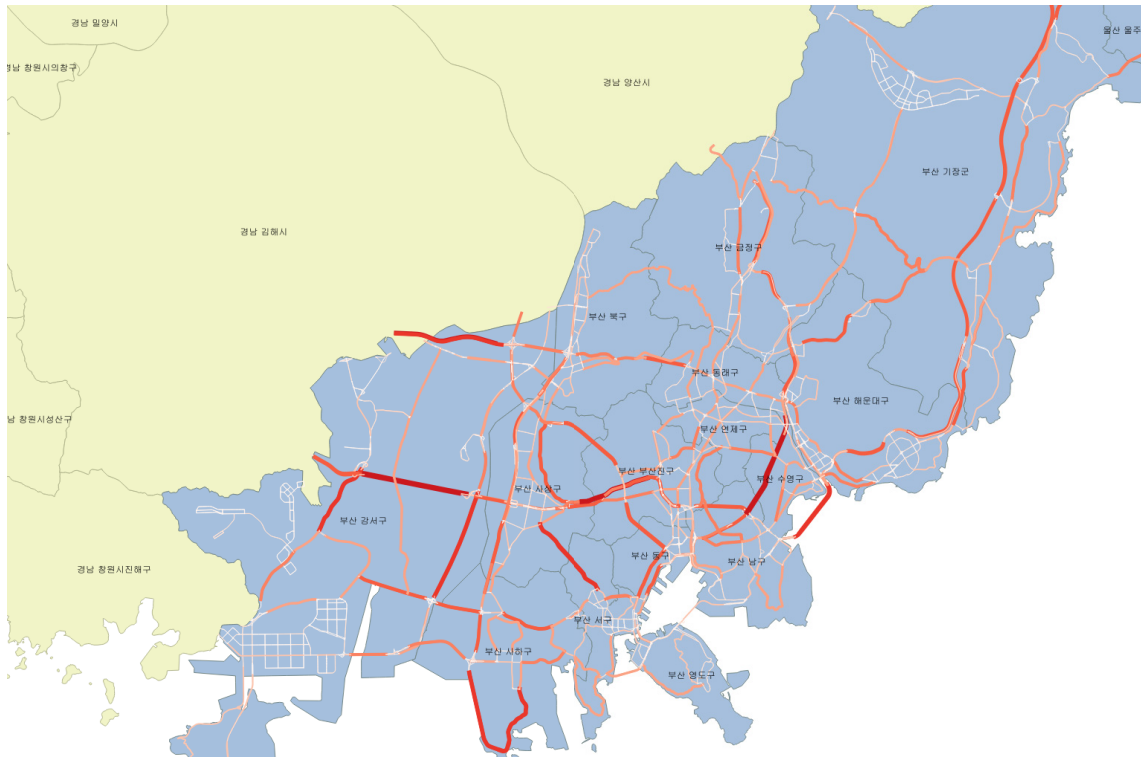
$$\text{차량 주행거리} = \sum_i AADT_i \times L_i$$

$AADT_i$: i구간의 연평균 평일 일교통량

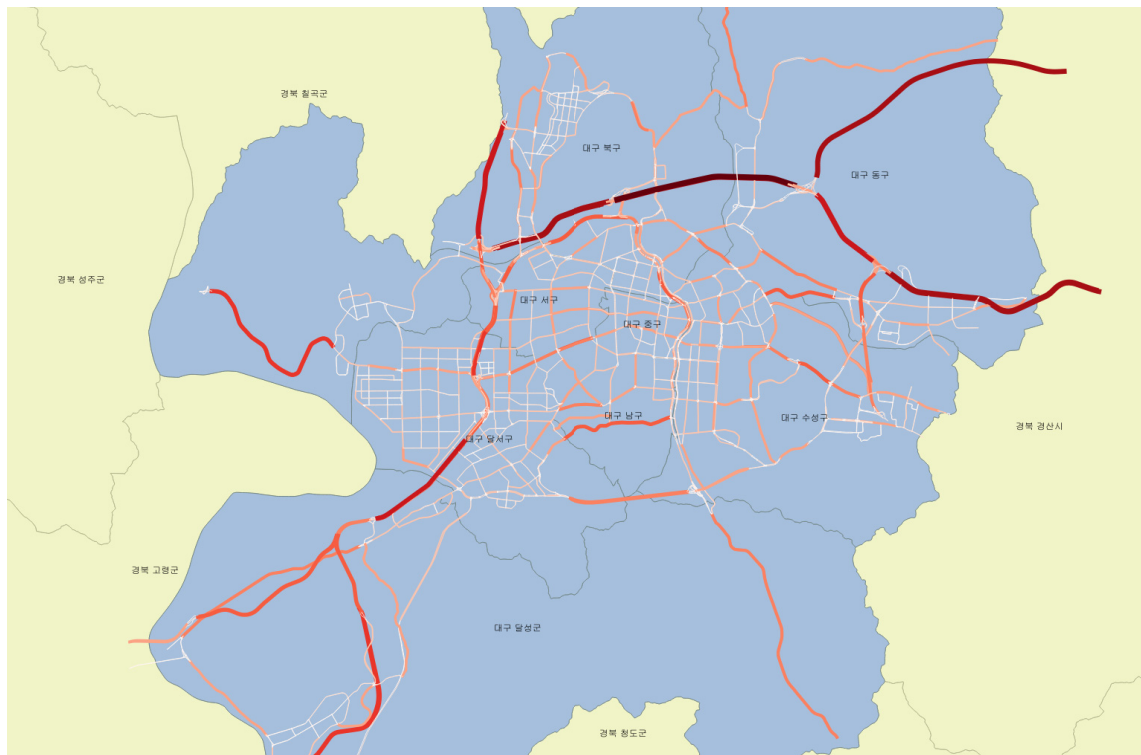
L_i : i구간의 연장

2) 차량주행거리 산정 결과

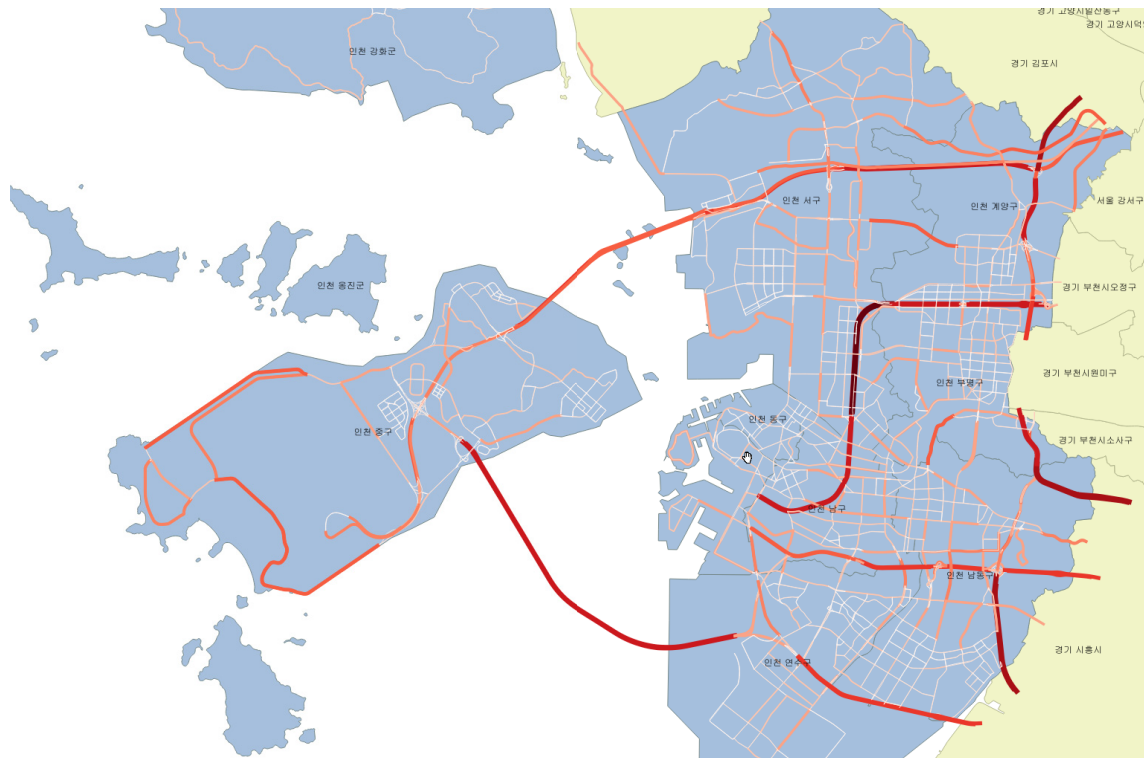
- 본 연구에서는 추정된 연평균 일교통량의 평일 교통량을 적용하여 차량 주행거리를 산정하였으며, 산정된 6대 광역시의 차량 주행거리는 다음과 같음



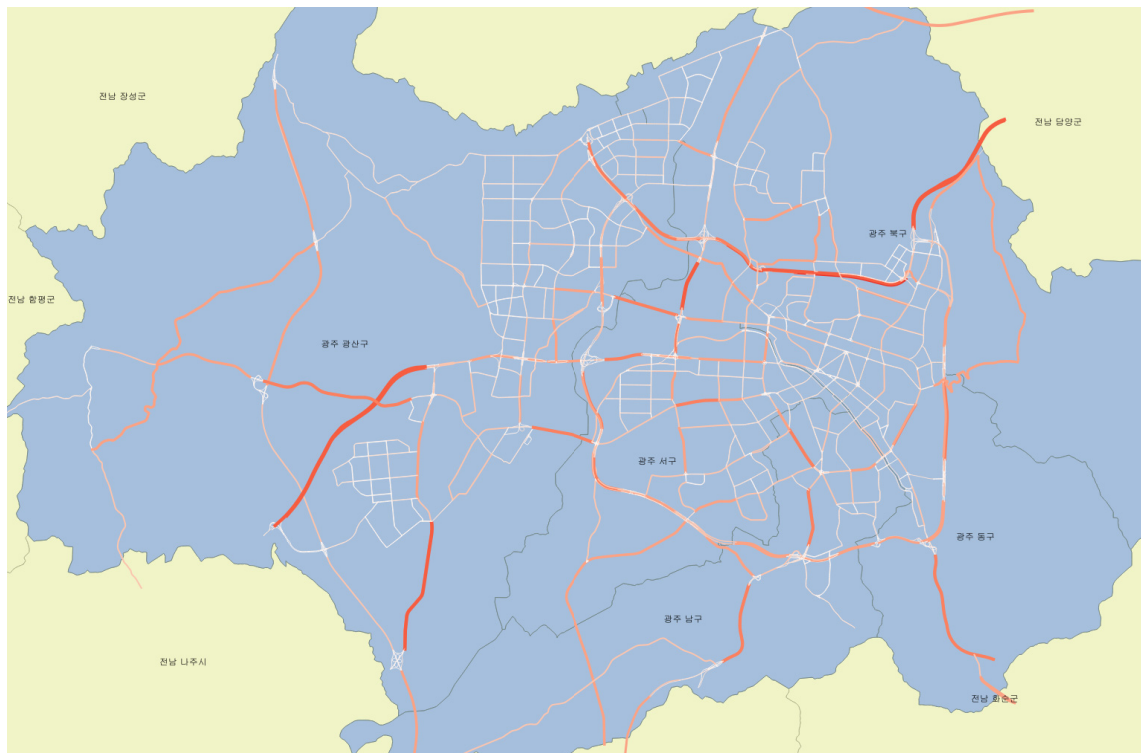
<그림 7> 부산광역시 차량 주행거리 산정



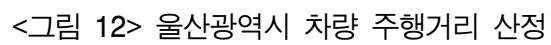
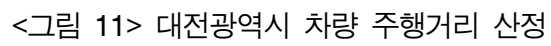
<그림 8> 대구광역시 차량 주행거리 산정



<그림 9> 인천광역시 차량 주행거리 산정



<그림 10> 광주광역시 차량 주행거리 산정



4. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 II: 교통접근성)

가. 국내외 연구동향 및 사례 분석¹⁾

1) 국내외 연구동향

- 대표적으로 아래와 같은 6개의 연구에서 접근성 지표를 산출하고 비교분석을 수행함
 - 국내에서는 시·군 단위의 광역적인 접근성을 산출하였으나, 좀 더 미시적인 스케일에서의 접근에는 한계가 있음
 - 따라서 본 연구에서는 교통접근성의 정의와 함께 좀 더 세밀화된 수준에서 접근성을 산출하여 지역간 비교 등을 수행

<표 9> 교통접근성 관련 국내외 선행연구

| 선행 연구 | 연구 목적 | 연구방법 | 주요연구내용 |
|-------|--|--|--|
| #1 | - 고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화전망을 분석하고 이에 대한 대응방안을 제시함 | 어떤 지점에 도달하기 용이한 정도(접근도지수)를 전국시군(167개) 단위의 지리적 크기로 과거 및 장래년도의 값을 추정하고 도상화(Mapping) | - 고속철도 전과 후의 교통망 조사와 분석 - 고속철도 개통전후의 교통접근성 계산 |
| #2 | - 활동기반 모형과 4단계 모형의 비교분석 | - 행복도시 및 국가기간교통망 구축 전후의 접근도 지수를 전국 시군구(247개)단위의 지리적 크기로 과거 및 장래년도 값을 추정하고, GINI 계수로 형평성 변화를 비교 | - 행복도시 및 국가기간교통망 계획 전후의 교통망 및 인구/고용자료분석 - 교통계획 SW를 이용하여 시군구간 도로와 철도의 통행시간 산정 및 접근도 추정 - 현재년도 및 장래년도를 고려한 접근도 시나리오 구축하고 지니계수 추정후 형평성 평가 |
| #3 | - 미국 미네소타 지역을 대상으로 1990년대와 2000년대의 접근성 변화를 시각화 | - 미국 미네소타 지역을 대상으로 Census block 단위로 어떤 지점에 도달하기 용이한 정도를 1990년대 vs. 2000년대 비교 - GIS를 이용하여 접근성 변화를 도상화(Mapping) | - 접근도의 개념과 연구동향 - 미네소타 대도시에 적합한 접근도 개념과 자료 - 접근도 산출과 GIS를 이용한 도상화 |

1) 장동익 외 (2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원의 내용을 재인용하였음

<표 9> 교통접근성 관련 국내외 선행연구(계속)

| 선행 연구 | 연구 목적 | 연구방법 | 주요연구내용 |
|-------|--|--|---|
| #4 | - 유럽연합 국가들이 개발한 접근성 분석툴과 계획가들간의 활용성 인터뷰보고서 | - 유럽연합 17개 나라에서 개발된 접근도 산정 SW들의 소개 - 17개 나라별로 전문가그룹 (Planning 전문가)과 접근도 SW의 사용법과 활용법 소개 후 유용성을 인터뷰 - 유럽연합에서 예산지원한 프로젝트 | - 17개 나라별로 해당 지역 전문가들과 접근도 SW 소개 - 17개 Working Group별로 유연성 인터뷰 - 17개 사례연구결과들을 종합토의 하고 유럽 연합국가들의 접근성 SW의 평가 |
| #5 | - 유럽연합 국가들이 개발한 접근성 SW들의 사례연구 | - 접근성 지표의 개념 (문헌연구) - 유럽연합국가들 중 17개 국가들의 접근성 사례연구 (사용되는 자료, 분석방법론, 활용법 등)를 사례별로 정리 - 유럽연합에서 예산지원한 프로젝트 | - 접근성 지표의 역사적 개념 및 산정환경변화 - 접근성이 교통계획에서 실제 어느정도 이용되고 있나? - 17개 나라들의 접근성 지표 개발 환경, 사용되는 자료, GIS 도상화 정도, planning에서 활용사례 조사 |
| #6 | - 뉴질랜드의 거시적 미시적 교통접근성 분석방법개발 연구 | - 뉴질랜드에서 국가차원과 지방정부 차원에서 접근성지표를 산정하는 방법론과 계획에 어떻게 활용할 것 인지에 대한 종합정리 - 미시적(인구 300명정도)규모로 공간 분할 가능한 뉴질랜드 소도시로 대상으로 사례연구 | - 접근도 개념과 세계 각국에서 planning에 어떻게 활용하는지 문헌조사 - 뉴질랜드에 적합한 자료와 분석방법 개발 - 관련된 자료와 계산과정의 상세소개 |

자료: 장동익 외 (2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, pp.7-8에서 재인용.

주: #1 - 조남건, 2003, 「고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화전망 및 대응방안 연구」, 국토연구원.

#2 - 김찬성·황상규, 2006, 「국가 균형발전을 위한 교통접근성 제고방안-형평성 분석을 중심으로」, 한국교통연구원.

#3 - D. Levinson, 2010, Access to destinations.

#4 - M. Brommelstroet, C. Silva & L. Bertolini, 2014, Accessing usability of accessibility instruments.

#5 - A. Hull, et al., 2012, Accessibility instruments for planning practice.

#6 - Steve Abley & Derek Halden, 2013, The New Zealand accessibility analysis.

2) 국외 교통접근성 적용 사례

- 영국에서는 매년 'Accessibility'(주요시설까지의 접근성)와 'Connectivity'(교통시설까지의 접근성)를 통계집 형태로 공표하고 있으며, 이를 통해 각 지방정부의 접근성 제고전략을 위한 기초지표를 제시하고 있음
- 프랑스에서는 도시교통계획(PDU, Urban Mobility Plans)에 교통약자를 위한 접근성 검토 결과가 포함되어야 함을 법으로 명시하고 있음
- 독일의 'Guidelines for Integrated Network Design'(RIN)에는 교통접근성 개념이 잘 반영되어 있음

Ex) 독일 국민의 x%는 매일 이용하는 지역 중심에 승용차로는 20분, 대중교통으로는 40분 이내에 도달해야 함

- 이용빈도나 서비스 종류에 따라 접근성 기준을 차등화하고 있음
- 네덜란드의 ABC Location 정책은 토지이용과 교통체계의 배치를 대중교통과 승용차의 접근성 개념을 적용하여 수립한 사례로 자동차와 대중교통 접근성을 기반으로 지역별 접근성을 분류하고 산업종류별 입지와 주차면수를 달리하여 적용중에 있음
- ☞ **주요 선진국의 경우 교통 및 도시관련 정책에 있어 주요 계획지표 및 성과지표로 교통접근성을 활용중에 있음**

나. 접근성 산정범위 설정 및 관련 DB 구축²⁾

1) 분석대상 시설·교통수단 및 접근성 지표 설정

① 분석대상 시설 설정

- 영국의 사례를 기반으로 하여 접근성 분석대상 시설을 아래와 같이 선정하였음
- 응급의료시설
- 지역간 교통시설 : KTX역
- 교육시설 : 초등학교, 중학교, 고등학교
- 도시교통시설 : 지하철역, 버스정류장
- 판매시설 : 백화점, 대형마트

2) 장동익 외 (2015)에서 제시된 방법론을 적용하되, 본 과제에서는 수도권을 대상으로 산정하였음.

② 시설별 분석대상 교통수단 설정

○ 응급의료시설

- 응급 상황 시 긴급자동차 등으로 신속하게 이동한다는 가정하에 승용차를 대상으로 하였으며, 가장 신속하게 이동이 가능한 새벽시간대로 설정하였음
- 혼잡에 따른 영향을 판단하기 위해 출근시간대의 승용차에 대한 접근성을 보조지표로 산출

○ 지역간 교통시설

- 사람들이 KTX역 등 타 교통수단을 이용하는데 승용차보다는 대중교통을 이용할 경우가 높다는 가정하에 버스·지하철 등 대중교통을 대상으로 접근성을 산정함
- 대중교통의 경쟁력을 파악하기 위해 새벽·혼잡시간대 승용차 접근성을 보조지표로 산출

○ 교육시설 및 도시교통시설

- 중·고등학교의 경우 대중교통으로 이동하는 경우도 발생하지만, 사람들이 도보를 더 선호한다는 가정하에 도보를 대상으로 접근성 산정

○ 판매시설

- 사람들이 각 판매시설에서 물건을 구매한 후, 자가용을 이용하여 집을 운반하는 것을 더 선호한다는 가정하에 승용차를 대상으로 접근성을 산정하였으며, 쇼핑의 경우 특정 시간대를 선정하기 어렵기 때문에 일평균으로 접근성을 산정하였음

③ 접근성 지표 설정

- 영국의 접근성 지표 중 각 시설로의 최단 통행시간을 대표적인 접근성 지표로 설정하였으며, 산출방법은 아래와 같음
- 각 집계구별 각 시설까지의 최단 통행시간을 산출한 후, 시설별 이용가능 인구를 가중치로 하여 행정동, 시군구 등 지역별로 접근성 지표(평균통행시간)를 산정하였으며, 이 때 산출식은 아래와 같음

$$T_{ik} = \frac{\sum_{j(\in i)} (T_{jk} \times User_{jk})}{User_i}$$

여기서, T = 통행시간, $User$ = 이용자, i = 각 지역(행정동, 시군구 등),
 j = 각 지역별 소속 집계구, k = 각 시설

- 이 때 각 시설별 이용가능 인구는 아래와 같이 설정하였음
 - 응급의료시설·지역간 교통시설·도시교통시설·판매시설 : 전체 인구
 - 교육시설 중 초등학교 : 각 집계구별 7~12세 인구수
 - 교육시설 중 중학교 : 각 집계구별 13~15세 인구수
 - 교육시설 중 고등학교 : 각 집계구별 16~18세 인구수
- 교육시설·도시교통시설·판매시설의 경우 각 하위시설의 접근성지표를 종합화하여 시설별 대표 지표를 산출하였음
 - 교육시설의 경우 지역별 초·중·고등학교 인구수를 기반으로 하여 가중평균함
 - 도시교통시설의 경우 지역별 주수단기준 버스(버스통행량+(버스+지하철통행량))통행량과 지하철(지하철통행량+(버스+지하철통행량))통행량을 기반으로 하여 가중평균함
 - 판매시설의 경우 백화점과 대형마트 중 통행시간이 더 적게 걸리는 시설을 대표지표로 설정하였음

2) 관련 DB 구축

① 행정경계DB 및 사회경제지표 자료

- 접근성 산출은 보다 미시적인 공간단위에서 분석이 필요하므로, 통계청에서 제공하는 가장 작은 공간단위인 집계구를 접근성 산출을 위한 구역단위로 설정하였음
- 2012년 집계구 경계자료와 각 속성자료를 기반으로 한 83,431개(도서지역 제외시 83,107개)의 집계구 공간DB를 구축하였음

② 시설 DB

- 각 시설별 POI DB를 아래와 같이 구축하였음

<표 10> 시설 POI 구축 현황

| 시설구분 | | 자료출처 | 기준년도 | 대상 항목수 (도서지역을 제외한 항목수) ²⁾ |
|--------------------|-------|-----------------------|-----------|---|
| 응급의료시설 | | 건강보험심사평가원 | 2015년 6월 | - 421개 (419개) |
| 지역간 교통시설 | | 국가교통DB센터 | 2013년 12월 | - KTX정차역 42개 (42개) |
| 교육시설 ¹⁾ | | 교육부 교육통계서비스 | 2014년 12월 | - 초등학교 : 6,187 (6,065) - 중학교 : 3,216 (3,173) - 고등학교 : 2,326 (2,311) |
| 도시교통 시설 | 지하철역 | 직접입력(수도권) | 2014년 12월 | - 수도권전철 606개역 (단일 개찰구로 형성되어 있는 통합환승역을 제외한 환승역은 각 호선별로 분리하였음) |
| | 버스정류장 | 국가교통DB센터 | 2013년 12월 | - 수도권 버스정류장 47,055개 |
| 판매시설 | | 한국콘텐츠미디어 (유통업체주소록) | 2014년 | - 백화점 : 61개 - 대형마트 : 2,277개 |

자료: 응급의료시설 - 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).

지역간 교통시설/버스정류장 - 국가교통DB센터(2014), "2013년도 대중교통 GIS DB"(2015. 11. 30).

교육시설 - 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2015. 11. 30).

판매시설 - 한국콘텐츠미디어(2014), 「유통업체 주소록」.

주: 1) 휴교 또는 폐교 제외

2) 제주도 본섬, 울릉도를 제외하고 도로로 연결되어 있지 않은 도서지역은 제외함

③ 도로네트워크 및 속도 DB

- 도로망자료의 경우 국가교통DB센터에서 내부적으로 구축한 2014년 기준 전국 도로망 네트워크를 사용하였음
 - 총 54만개 링크(방향별 분리시 99만개 링크)로 구성되어 있으며, 총연장 11만3천km로 구축되어 있음
- 속도자료의 경우 2014년 10월 20일 ~ 10월 24일(평일 5일) 기준 내비게이션 및 국가교통정보센터의 분석시간대 및 ITS 표준링크ID별로 집계된 속도DB를 수집하였음
 - 분석시간대는 오전첨두시(07~09시), 낮시간(12~14시), 저녁첨두시(18~20시), 야간시간(22~06시), 1일간으로 설정
 - 각 시간대별 표본수가 10개 이상인 자료들만을 향후 분석에 사용

다. 통행시간 산정방법론

1) 승용차

① 링크별 자유속도 추정

- 2014년 기준 전국 도로망 네트워크 자료 내 각 링크별 자유속도 추정을 위하여 네트워크 국가교통DB센터에서 배포중인 교통네트워크의 도로속성별 권장속도값을 적용
- 각 링크를 <표 11>과 같은 도로속성별로 구분한 다음 속성별 초기속도값을 입력하였으며, 링크가 신호교차로에 접한 경우 초기속도의 80% 값을 자유속도로 가정하였음

<표 11> VDF별 도로속성 및 초기속도(권장속도)

| VDF | 도로속성 | | | | 초기속도(V ₀) (km/h) |
|-----|--------|--------------------|--------|---------|---------------------------------|
| | 도로유형 | 교차로밀도(개/km) | 차로수 | 도시부/지방부 | |
| 1 | 고속도로 | 연속류 (교차로밀도 = 0) | 2차로 이하 | 도시부 | 100.7 |
| 2 | | | | 지방부 | 95.2 |
| 3 | | | 3차로 이상 | 도시부 | 115.1 |
| 4 | | | | 지방부 | 108.2 |
| 5 | 도시고속도로 | | 2차로 이하 | 도시부 | 95.5 |
| 7 | | | 3차로 이상 | | |
| 9 | 다차로도로 | ≤ 0.3 | 1차로 | 도시부 | 66.5 |
| 10 | | | | 지방부 | 67.5 |
| 11 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 80.7 |
| 12 | | | | 지방부 | 82.3 |
| 13 | | ≤ 0.7 | 1차로 | 도시부 | 63.9 |
| 14 | | | | 지방부 | 65.0 |
| 15 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 79.2 |
| 16 | | | | 지방부 | 80.7 |
| 17 | | ≤ 1.0 | 1차로 | 도시부 | 55.7 |
| 18 | | | | 지방부 | 62.8 |
| 19 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 71.0 |
| 20 | | | | 지방부 | 72.2 |
| 21 | | ≤ 2.0 | 1차로 | 도시부 | 51.0 |
| 22 | | | | 지방부 | 58.1 |
| 23 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 69.6 |
| 24 | | | | 지방부 | 70.0 |
| 25 | | ≤ 4.0 | 1차로 | 도시부 | 44.1 |
| 26 | | | | 지방부 | 54.4 |
| 27 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 62.4 |
| 28 | | | | 지방부 | 69.3 |
| 29 | | > 4.0 | 1차로 | 도시부 | 38.3 |
| 30 | | | | 지방부 | 44.2 |
| 31 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 57.0 |
| 32 | | | | 지방부 | 60.0 |
| 33 | 램프 | 연결램프 | - | - | 50.0 |
| 34 | | 요금소 | - | - | 50.0 |

자료: 한국교통연구원, 「교통수요 분석 기초자료 배포 설명자료」, 2015, p.55에서 재편집

② 도로네트워크별 속도자료 입력

- 위에서 구축된 도로네트워크에 기 수집된 속도자료 중 국가교통정보센터의 속도자료를 입력
- 속도가 존재하는 링크의 경우 해당 속도를 분석에 사용하였으며, 시간대별 자유속도 대비 실제 통행속도의 비율을 산출함

<표 12> 도로링크별 속도자료 입력결과

(단위: 개)

| 자료 | 오전첨두 (07~09시) | 낮시간 (12~14시) | 저녁첨두 (18~20시) | 야간시간 (22~06시) | 1일 전체 |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 국가교통정보센터 자료 | 173,446 (17.6%) | 173,763 (17.6%) | 174,112 (17.6%) | 168,030 (17.0%) | 167,403 (16.9%) |

자료: 장동익 외(2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, p.65.

주: 비율은 전체링크수 대비 속도자료 존재 링크수 비율임(전체링크수 = 987,944개)

③ 속도 미존재 링크의 속도 추정방법

- 속도가 존재하지 않는 링크의 경우, 속도가 존재하는 링크 중 해당 링크와 가장 인접한 링크의 자유속도 대비 실제 통행속도 비율을 입력한 후, 이 값과 자유속도 값을 적용하여 각 링크별 실제 통행속도 추정값을 산출하였음

④ 구역단위 및 각 시설별 도로네트워크 연결방법론

- 집계구 경계자료의 경우 중심점을 단순 면적중심으로 설정할 수도 있지만, 읍면지역 등 비도시지역의 경우 읍내 등 실제 중심지가 아닌 곳에 위치할 확률이 크기 때문에, 아래와 같은 방법론을 적용하여 중심점 좌표값을 산출하였음
 - 도로명주소 전자지도(출처: 행정자치부) 내 건물DB별 연면적(바닥면적 × 층수)를 산정한 후, 집계구 경계와 매칭시키는 방법으로 각 건물DB별 소속 집계구를 입력
 - 집계구 정보가 입력된 건물DB를 대상으로 ArcGIS 내 'Median Center³⁾' 모듈을 이용하여 각 집계구별 중심좌표를 산출
- 집계구 외 POI 자료의 경우 Point 형태로 되어있는 바 각 Point의 좌표값을 그대로 활용
- 이후 위에서 도출된 각 지점에서 자동차전용도로를 제외한 일반도로 중 가장 가까운 도로로 연결하는 방법을 채택하였음

3) 각 지역 내 위치한 점들간 $\sum(\text{거리} \times \text{가중치})$ 값이 최소가 되는 지점을 탐색

⑤ 통행시간 산정 및 보정방법론

- 통행시간 산정을 위한 최단거리 산정 로직은 다익스트라 알고리즘(Dijkstra's algorithm)을 활용하여 산정하였음
- 위에서 산출한 집계구에서 각 시설까지의 최단통행시간 산출결과에 대하여 '다음지도'의 '길찾기'에서 산출된 통행시간 자료를 이용하여 통행시간을 보정하였음

2) 대중교통 및 도보

- 집계구별 각 시설까지의 대중교통 최단통행시간은 '다음지도'의 '길찾기'에서 도출된 결과를 활용
- 도보의 경우 집계구별 각 시설까지의 직선거리를 산출한 후 보행속도(1.2m/s)를 적용하여 도보 통행시간을 산출함

라. 시설별 교통접근성 산정결과: 응급의료시설(승용차, 새벽시간 기준)

1) 행정동별 접근성

- 새벽시간 기준 승용차로 가장 인접한 응급의료시설까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.55분이 소요됨
 - 행정동별로 살펴보면 영등포구 대림1동(2.18분), 종로구 무악동(2.48분), 광진구 자양1동(2.57분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
 - 서초구 내곡동(14.08분), 성북구 정릉4동(13.10분), 도봉구 도봉1동(12.99분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 13> 서울 행정동별 응급의료시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 영등포구 대림1동 | 2.18 | 서초구 내곡동 | 14.08 |
| 2 | 종로구 무악동 | 2.48 | 성북구 정릉4동 | 13.10 |
| 3 | 광진구 자양1동 | 2.57 | 도봉구 도봉1동 | 12.99 |
| 4 | 노원구 상계6.7동 | 2.64 | 강북구 삼각산동 | 12.84 |
| 5 | 중구 을지로동 | 2.79 | 성북구 정릉3동 | 12.70 |
| 6 | 양천구 신월5동 | 2.85 | 마포구 망원1동 | 12.03 |
| 7 | 구로구 구로2동 | 2.88 | 성북구 길음1동 | 11.90 |
| 8 | 성동구 사근동 | 2.99 | 강남구 세곡동 | 11.87 |
| 9 | 양천구 신월1동 | 3.02 | 성북구 길음2동 | 11.83 |
| 10 | 종로구 교남동 | 3.02 | 도봉구 도봉2동 | 11.67 |

2) 시군구생활권별 접근성

- 서울 내 25개 구 중 영등포구의 응급의료시설 평균통행시간이 4.53분으로 가장 적게 나타났으며, 성북구의 경우 9.73분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 14> 서울 구별 응급의료시설 평균통행시간

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 중랑구 | 성북구 | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 평균통행시간 (분) | 6.83 | 5.57 | 7.97 | 6.13 | 6.27 | 5.91 | 5.71 | 9.73 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 평균통행시간 (분) | 7.80 | 7.62 | 5.82 | 6.38 | 6.04 | 9.25 | 5.30 | 6.58 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 평균통행시간 (분) | 6.08 | 5.84 | 4.53 | 6.50 | 5.83 | 7.48 | 6.42 | 6.53 | 6.02 |

- 5개 생활권으로 구분하여 응급의료시설 평균통행시간을 분석하였을 때, 서남생활권이 5.84분으로 가장 쉽게 도달 가능하며, 서북생활권의 경우 7.22분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 나타남

<표 15> 서울 생활권별 응급의료시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간 (분) | 7.04 | 6.88 | 7.22 | 5.84 | 6.57 |

마. 시설별 교통접근성 산정결과: 지역간 교통시설(KTX역)(대중교통)

1) 행정동별 접근성

- 대중교통으로 가장 인접한 KTX역까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 33.77분이 소요됨
 - 행정동별로 살펴보면 용산구 남영동(4.05분), 용산구 한강로동(5.60분), 중구 종림동(5.66분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
 - 강동구 강일동(67.48분), 서초구 내곡동(62.11분), 송파구 장지동(62.01분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 16> 서울 행정동별 KTX역 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 용산구 남영동 | 4.05 | 강동구 강일동 | 67.48 |
| 2 | 용산구 한강로동 | 5.60 | 서초구 내곡동 | 62.11 |
| 3 | 중구 중립동 | 5.66 | 송파구 장지동 | 62.01 |
| 4 | 용산구 청파동 | 5.85 | 송파구 마천2동 | 60.73 |
| 5 | 중구 회현동 | 6.38 | 강동구 상일동 | 59.49 |
| 6 | 용산구 후암동 | 6.61 | 송파구 문정1동 | 58.49 |
| 7 | 용산구 원효로1동 | 7.72 | 송파구 마천1동 | 58.15 |
| 8 | 중구 소공동 | 8.07 | 강남구 세곡동 | 57.75 |
| 9 | 용산구 이촌2동 | 9.01 | 송파구 가락2동 | 56.49 |
| 10 | 용산구 용문동 | 9.11 | 송파구 거여2동 | 56.45 |

2) 시군구생활권별 접근성

- 서울 내 25개 구 중 용산구의 KTX역 평균통행시간이 11.35분으로 가장 적게 나타났으며, 강동구의 경우 50.78분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 17> 서울 구별 KTX역 평균통행시간

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 종랑구 | 성북구 | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간 (분) | 18.11 | 16.20 | 11.38 | 25.15 | 39.43 | 31.91 | 41.60 | 30.54 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 평균통행시간 (분) | 34.84 | 39.89 | 42.51 | 33.13 | 23.18 | 17.61 | 35.81 | 36.94 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 평균통행시간 (분) | 33.09 | 27.91 | 22.52 | 19.11 | 33.70 | 29.55 | 38.76 | 50.44 | 50.78 |

- 5개 생활권으로 구분하여 KTX역 평균통행시간을 분석하였을 때, 도심생활권이 14.64분으로 가장 쉽게 도달 가능하며, 동남생활권의 경우 43.46분으로 KTX역까지 도달하는 데 가장 오래 걸리는 것으로 나타남

<표 18> 서울 생활권별 KTX역 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간 (분) | 14.64 | 36.40 | 25.35 | 30.71 | 43.46 |

바. 시설별 교통접근성 산정결과: 교육시설(도보)

1) 행정동별 접근성

① 초등학교

- 도보로 가장 인접한 초등학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 4.56분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 중랑구 중화1동(2.45분), 강서구 등촌3동(2.56분), 중랑구 신내2동(2.59분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(18.97분), 종로구 평창동(12.29분), 용산구 이촌2동(10.89분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 19> 서울 행정동별 초등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 중랑구 중화1동 | 2.45 | 서초구 내곡동 | 18.97 |
| 2 | 강서구 등촌3동 | 2.56 | 종로구 평창동 | 12.29 |
| 3 | 중랑구 신내2동 | 2.59 | 용산구 이촌2동 | 10.89 |
| 4 | 도봉구 창5동 | 2.63 | 마포구 연남동 | 10.19 |
| 5 | 성동구 금호4가동 | 2.67 | 강남구 세곡동 | 10.11 |
| 6 | 노원구 상계9동 | 2.77 | 동대문구 휘경1동 | 9.43 |
| 7 | 강서구 가양3동 | 2.79 | 서대문구 연희동 | 8.87 |
| 8 | 성북구 돈암2동 | 2.84 | 중구 을지로동 | 8.63 |
| 9 | 송파구 잠실3동 | 2.87 | 성동구 성수1가2동 | 8.54 |
| 10 | 종로구 창신제3동 | 2.89 | 용산구 한남동 | 8.46 |

② 중학교

- 도보로 가장 인접한 중학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.47분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 교남동(2.91분), 중랑구 상봉1동(3.18분), 용산구 용산2가동(3.18분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(28.41분), 중구 명동(18.11분), 성동구 송정동(17.70분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 20> 서울 행정동별 중학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 교남동 | 2.91 | 서초구 내곡동 | 28.41 |
| 2 | 중랑구 상봉1동 | 3.18 | 중구 명동 | 18.11 |
| 3 | 용산구 용산2가동 | 3.18 | 성동구 송정동 | 17.70 |
| 4 | 광진구 구의1동 | 3.19 | 중구 회현동 | 16.89 |
| 5 | 송파구 잠실7동 | 3.20 | 광진구 군자동 | 16.61 |
| 6 | 송파구 송파2동 | 3.27 | 광진구 능동 | 15.33 |
| 7 | 노원구 중계1동 | 3.30 | 종로구 평창동 | 15.29 |
| 8 | 은평구 불광2동 | 3.32 | 금천구 시흥4동 | 15.25 |
| 9 | 관악구 행운동 | 3.38 | 송파구 마천1동 | 14.92 |
| 10 | 강남구 대치1동 | 3.41 | 강남구 세곡동 | 14.66 |

③ 고등학교

- 도보로 가장 인접한 고등학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 8.32분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 가회동(2.02분), 종로구 창신제3동(2.73분), 중구 중림동(3.08분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(30.48분), 강남구 세곡동(22.57분), 동작구 흑석동(21.53분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 21> 서울 행정동별 고등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 가회동 | 2.02 | 서초구 내곡동 | 30.48 |
| 2 | 종로구 창신제3동 | 2.73 | 강남구 세곡동 | 22.57 |
| 3 | 중구 중림동 | 3.08 | 동작구 흑석동 | 21.53 |
| 4 | 중구 신당제5동 | 3.11 | 구로구 가리봉동 | 21.20 |
| 5 | 송파구 잠실2동 | 3.18 | 성동구 송정동 | 20.42 |
| 6 | 용산구 용산2가동 | 3.27 | 금천구 독산2동 | 19.70 |
| 7 | 동대문구 회기동 | 3.40 | 금천구 가산동 | 19.39 |
| 8 | 노원구 상계10동 | 3.44 | 서대문구 홍제3동 | 19.10 |
| 9 | 용산구 이태원2동 | 3.50 | 동대문구 장안1동 | 18.83 |
| 10 | 종로구 교남동 | 3.51 | 양천구 신월7동 | 18.50 |

④ 종합

- 초·중·고등학교까지의 평균통행시간을 종합화하여 교육시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.16분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 강서구 등촌3동(3.37분), 종로구 교남동(3.38분), 중구 신당제4동(3.38분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(25.06분), 강남구 세곡동(15.25분), 성동구 송정동(12.82분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 22> 서울 행정동별 교육시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 강서구 등촌3동 | 3.37 | 서초구 내곡동 | 25.06 |
| 2 | 종로구 교남동 | 3.38 | 강남구 세곡동 | 15.25 |
| 3 | 중구 신당제4동 | 3.38 | 성동구 송정동 | 12.82 |
| 4 | 종로구 창신제3동 | 3.45 | 금천구 가산동 | 12.05 |
| 5 | 송파구 잠실2동 | 3.53 | 강남구 논현1동 | 12.04 |
| 6 | 종로구 가회동 | 3.53 | 광진구 군자동 | 11.68 |
| 7 | 노원구 중계2.3동 | 3.53 | 용산구 이촌2동 | 11.63 |
| 8 | 강서구 가양3동 | 3.59 | 구로구 가리봉동 | 11.62 |
| 9 | 성북구 돈암2동 | 3.62 | 종로구 평창동 | 11.53 |
| 10 | 노원구 상계9동 | 3.64 | 관악구 낙성대동 | 11.52 |

2) 시군구생활권별 접근성

- 시군구별로 교육시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
- 초등학교 접근시간의 경우 노원구가 3.91분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 5.53분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 중학교 접근시간의 경우 강동구가 5.49분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 8.60분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 고등학교 접근시간의 경우 중구가 5.25분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 11.61분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 초·중·고등학교 평균통행시간을 종합화하였을 때, 노원구가 5.28분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 7.64분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 23> 서울 구별 교육시설 평균통행시간

| 시군구 | 초등학교 (분) | 중학교 (분) | 고등학교 (분) | 교육시설 종합 (분) |
|------|-------------|------------|-------------|----------------|
| 종로구 | 5.53 | 7.34 | 5.81 | 6.11 |
| 중구 | 4.80 | 6.74 | 5.25 | 5.45 |
| 용산구 | 5.53 | 7.13 | 6.64 | 6.26 |
| 성동구 | 4.38 | 7.11 | 8.74 | 6.33 |
| 광진구 | 4.48 | 7.16 | 7.88 | 6.23 |
| 동대문구 | 5.04 | 7.09 | 10.27 | 7.13 |
| 종랑구 | 4.42 | 6.72 | 8.65 | 6.28 |
| 성북구 | 4.31 | 6.69 | 7.34 | 5.78 |
| 강북구 | 4.96 | 5.93 | 8.78 | 6.31 |
| 도봉구 | 4.32 | 5.74 | 8.29 | 5.84 |
| 노원구 | 3.91 | 5.73 | 6.96 | 5.28 |
| 은평구 | 4.37 | 7.36 | 8.13 | 6.20 |
| 서대문구 | 5.48 | 6.37 | 10.49 | 7.26 |
| 마포구 | 4.58 | 6.82 | 8.97 | 6.36 |
| 양천구 | 4.29 | 5.65 | 8.41 | 5.83 |
| 강서구 | 4.28 | 6.33 | 8.35 | 5.98 |
| 구로구 | 4.59 | 7.01 | 9.34 | 6.52 |
| 금천구 | 4.39 | 8.60 | 11.61 | 7.64 |
| 영등포구 | 4.47 | 6.68 | 8.66 | 6.21 |
| 동작구 | 4.81 | 5.78 | 10.51 | 6.74 |
| 관악구 | 4.82 | 6.51 | 7.42 | 6.04 |
| 서초구 | 5.13 | 6.56 | 9.34 | 6.70 |
| 강남구 | 5.00 | 6.21 | 7.17 | 6.02 |
| 송파구 | 4.29 | 6.50 | 7.62 | 5.81 |
| 강동구 | 4.42 | 5.49 | 8.00 | 5.76 |

○ 생활권별로 교육시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음

- 초등학교 접근시간의 경우 동북생활권이 4.39분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 5.36분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 중학교 접근시간의 경우 동남생활권이 6.21분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 7.12분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 고등학교 접근시간의 경우 도심생활권이 6.02분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 9.08분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 초·중·고등학교 평균통행시간을 종합화하였을 때, 도심·동북·동남생활권이 6.02분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 6.54분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 24> 서울 생활권별 교육시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 초등학교(분) | 5.36 | 4.39 | 4.72 | 4.50 | 4.66 |
| 중학교(분) | 7.12 | 6.42 | 6.92 | 6.45 | 6.21 |
| 고등학교(분) | 6.02 | 8.15 | 9.08 | 8.92 | 7.89 |
| 교육시설 종합(분) | 6.02 | 6.02 | 6.54 | 6.28 | 6.02 |

사. 시설별 교통접근성 산정결과: 도시교통시설(도보)

1) 행정동별 접근성

① 지하철역

- 도보로 가장 인접한 지하철역까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 8.38분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 송인제1동(2.42분), 종로구 창신제1동(2.84분), 종로구 종로1,2,3,4가동(3.27분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 종로구 평창동(38.55분), 관악구 난향동(32.20분), 관악구 삼성동(28.46분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 25> 서울 행정동별 지하철역 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|-----------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 송인제1동 | 2.42 | 종로구 평창동 | 38.55 |
| 2 | 종로구 창신제1동 | 2.84 | 관악구 난향동 | 32.20 |
| 3 | 종로구 종로1,2,3,4가동 | 3.27 | 관악구 삼성동 | 28.46 |
| 4 | 중구 명동 | 3.31 | 금천구 시흥2동 | 28.20 |
| 5 | 용산구 남영동 | 3.43 | 강북구 우이동 | 27.95 |
| 6 | 중구 을지로동 | 3.43 | 성북구 정릉3동 | 27.56 |
| 7 | 중구 광희동 | 3.45 | 종로구 부암동 | 27.32 |
| 8 | 중구 신당제1동 | 3.58 | 성북구 정릉4동 | 26.58 |
| 9 | 종로구 창신제3동 | 3.61 | 관악구 대학동 | 24.22 |
| 10 | 종로구 무악동 | 3.62 | 강남구 세곡동 | 24.10 |

② 버스정류장

- 도보로 가장 인접한 버스정류장까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 1.80분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성동구 금호1가동(0.76분), 강서구 화곡2동(0.96분), 서대문구 남가좌1동(0.98분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 강남구 세곡동(4.69분), 중구 필동(4.68분), 종로구 창신제2동(3.82분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 26> 서울 행정동별 버스정류장 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성동구 금호1가동 | 0.76 | 강남구 세곡동 | 4.69 |
| 2 | 강서구 화곡2동 | 0.96 | 중구 필동 | 4.68 |
| 3 | 서대문구 남가좌1동 | 0.98 | 종로구 창신제2동 | 3.82 |
| 4 | 종로구 교남동 | 1.00 | 동작구 사당4동 | 3.73 |
| 5 | 영등포구 신길4동 | 1.01 | 송파구 잠실7동 | 3.68 |
| 6 | 강서구 등촌3동 | 1.03 | 강남구 압구정동 | 3.61 |
| 7 | 성동구 금호4가동 | 1.03 | 서초구 내곡동 | 3.56 |
| 8 | 마포구 서강동 | 1.04 | 송파구 오륜동 | 3.46 |
| 9 | 종로구 숭인제1동 | 1.07 | 관악구 남현동 | 3.41 |
| 10 | 성동구 응봉동 | 1.07 | 서초구 반포본동 | 3.41 |

③ 종합

- 지하철역·버스정류장까지의 평균통행시간을 종합화하여 도시교통시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 4.49분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 송인제1동(1.62분), 서대문구 남가좌1동(1.67분), 노원구 중계2.3동(1.69분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 성북구 정릉3동(14.27분), 관악구 난향동(13.33분), 종로구 부암동(12.45분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 27> 서울 행정동별 도시교통시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 송인제1동 | 1.62 | 성북구 정릉3동 | 14.27 |
| 2 | 서대문구 남가좌1동 | 1.67 | 관악구 난향동 | 13.33 |
| 3 | 노원구 중계2.3동 | 1.69 | 종로구 부암동 | 12.45 |
| 4 | 종로구 무악동 | 1.80 | 강남구 세곡동 | 11.58 |
| 5 | 서대문구 북가좌1동 | 1.97 | 성북구 정릉4동 | 11.54 |
| 6 | 노원구 상계2동 | 2.09 | 노원구 중계본동 | 11.40 |
| 7 | 성북구 돈암1동 | 2.11 | 종로구 평창동 | 10.81 |
| 8 | 종로구 창신제1동 | 2.16 | 관악구 대학동 | 10.40 |
| 9 | 성북구 보문동 | 2.16 | 금천구 시흥2동 | 10.00 |
| 10 | 구로구 개봉2동 | 2.21 | 구로구 고척2동 | 9.54 |

2) 시군구생활권별 접근성

- 시군구별로 도시교통시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
- 지하철역 접근시간의 경우 중구가 4.43분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 15.63분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 버스정류장 접근시간의 경우 영등포구가 1.49분으로 가장 접근이 용이하고, 송파구가 2.20분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 지하철역·버스정류장 평균통행시간을 종합화하였을 때, 중구가 3.63분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 5.82분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 28> 서울 구별 도시교통시설 평균통행시간

| 시군구 | 지하철역(분) | 버스정류장(분) | 도시교통시설 종합(분) |
|------|---------|----------|--------------|
| 종로구 | 11.61 | 1.81 | 5.44 |
| 중구 | 4.43 | 2.15 | 3.63 |
| 용산구 | 7.37 | 1.72 | 3.92 |
| 성동구 | 5.63 | 1.71 | 3.88 |
| 광진구 | 6.85 | 1.89 | 4.25 |
| 동대문구 | 9.09 | 1.81 | 4.75 |
| 종랑구 | 6.72 | 1.68 | 3.82 |
| 성북구 | 10.26 | 1.62 | 5.07 |
| 강북구 | 12.79 | 1.61 | 5.03 |
| 도봉구 | 10.14 | 1.58 | 4.92 |
| 노원구 | 7.50 | 1.65 | 4.42 |
| 은평구 | 7.88 | 1.82 | 4.64 |
| 서대문구 | 9.99 | 1.64 | 4.31 |
| 마포구 | 6.11 | 1.55 | 3.87 |
| 양천구 | 10.68 | 1.88 | 4.54 |
| 강서구 | 7.32 | 1.77 | 4.33 |
| 구로구 | 8.19 | 1.62 | 4.60 |
| 금천구 | 15.63 | 1.79 | 5.82 |
| 영등포구 | 6.61 | 1.49 | 3.88 |
| 동작구 | 6.77 | 1.81 | 4.46 |
| 관악구 | 12.44 | 1.79 | 5.49 |
| 서초구 | 6.77 | 1.86 | 4.19 |
| 강남구 | 6.83 | 2.17 | 4.43 |
| 송파구 | 7.07 | 2.20 | 4.23 |
| 강동구 | 7.33 | 2.03 | 4.39 |

○ 생활권별로 도시교통시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음

- 지하철역 접근시간의 경우 동남생활권이 7.01분으로 가장 접근이 용이하고, 서남생활권이 7.88분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 버스정류장 접근시간의 경우 동북서북생활권이 1.69분으로 가장 접근이 용이하고, 동남생활권이 2.09분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
- 지하철역·버스정류장 평균통행시간을 종합화하였을 때, 서북생활권이 4.30분으로 가장 접근이 용이하고, 서남생활권이 4.48분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 29> 서울 생활권별 도시교통시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 지하철역(분) | 7.98 | 8.58 | 7.88 | 9.37 | 7.01 |
| 버스정류장(분) | 1.85 | 1.69 | 1.69 | 1.74 | 2.09 |
| 도시교통시설 종합(분) | 4.32 | 4.52 | 4.30 | 4.68 | 4.31 |

아. 시설별 교통접근성 산정결과: 판매시설(승용차)

1) 행정동별 접근성

① 백화점

- 승용차로 가장 인접한 백화점까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 11.67분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성북구 길음2동(3.42분), 강북구 송중동(3.59분), 관악구 보라매동(3.93분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 은평구 갈현1동(28.87분), 은평구 진관동(28.72분), 은평구 불광2동(28.34분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 30> 서울 행정동별 백화점 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성북구 길음2동 | 3.42 | 은평구 갈현1동 | 28.87 |
| 2 | 강북구 송중동 | 3.59 | 은평구 진관동 | 28.72 |
| 3 | 관악구 보라매동 | 3.93 | 은평구 불광2동 | 28.34 |
| 4 | 관악구 신림동 | 4.23 | 은평구 구산동 | 26.60 |
| 5 | 강북구 송천동 | 4.62 | 은평구 갈현2동 | 26.03 |
| 6 | 강남구 대치4동 | 4.68 | 은평구 대조동 | 25.91 |
| 7 | 광진구 자양3동 | 4.70 | 은평구 불광1동 | 25.21 |
| 8 | 광진구 화양동 | 4.73 | 은평구 역촌동 | 24.61 |
| 9 | 강동구 성내2동 | 4.73 | 은평구 신사1동 | 22.07 |
| 10 | 성북구 월곡1동 | 4.76 | 은평구 응암1동 | 21.70 |

② 대형마트

- 승용차로 가장 인접한 대형마트까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 12.35분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 동작구 사당2동(8.51분), 서초구 서초2동(8.68분), 강남구 일원1동(8.91분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 용산구 이태원2동(30.33분), 용산구 보광동(29.02분), 용산구 이태원1동(28.90분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 31> 서울 행정동별 대형마트 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|-------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 동작구 사당4동 | 8.51 | 용산구 이태원2동 | 30.33 |
| 2 | 서초구 서초2동 | 8.68 | 용산구 보광동 | 29.02 |
| 3 | 강남구 일원1동 | 8.91 | 용산구 이태원1동 | 28.90 |
| 4 | 강서구 등촌1동 | 9.00 | 종로구 창신제2동 | 27.08 |
| 5 | 도봉구 창2동 | 9.12 | 종로구 종로5.6가동 | 25.76 |
| 6 | 동작구 사당2동 | 9.16 | 종로구 부암동 | 25.73 |
| 7 | 송파구 문정2동 | 9.17 | 강남구 압구정동 | 24.02 |
| 8 | 송파구 가락본동 | 9.19 | 노원구 상계3.4동 | 23.87 |
| 9 | 광진구 자양3동 | 9.23 | 종로구 창신제3동 | 23.76 |
| 10 | 강서구 등촌3동 | 9.36 | 용산구 서빙고동 | 23.74 |

③ 종합

- 백화점·대형마트까지의 평균통행시간을 종합화하여 판매시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 9.99분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성북구 길음2동(3.42분), 강북구 송중동(3.59분), 관악구 보라매동(3.93분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 종로구 평창동(19.38분), 종로구 부암동(18.94분), 서대문구 홍은1동(18.62분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 32> 서울 행정동별 판매시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성북구 길음2동 | 3.42 | 종로구 평창동 | 19.38 |
| 2 | 강북구 송중동 | 3.59 | 종로구 부암동 | 18.94 |
| 3 | 관악구 보라매동 | 3.93 | 서대문구 홍은1동 | 18.62 |
| 4 | 관악구 신림동 | 4.23 | 서대문구 홍제3동 | 17.44 |
| 5 | 강북구 송천동 | 4.62 | 은평구 진관동 | 16.77 |
| 6 | 강남구 대치4동 | 4.68 | 종로구 창신제3동 | 16.58 |
| 7 | 광진구 자양3동 | 4.70 | 노원구 상계3.4동 | 16.52 |
| 8 | 광진구 화양동 | 4.73 | 구로구 수궁동 | 16.19 |
| 9 | 강동구 성내2동 | 4.73 | 종로구 숭인제1동 | 15.65 |
| 10 | 성북구 월곡1동 | 4.76 | 양천구 신월7동 | 15.49 |

2) 시군구생활권별 접근성

- 시군구별로 판매시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 백화점 접근시간의 경우 강남구가 7.81분으로 가장 접근이 용이하고, 은평구가 23.84분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 대형마트 접근시간의 경우 도봉구가 10.76분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 18.36분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 백화점·대형마트 평균통행시간을 종합화하였을 때, 강남가 7.68분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 14.52분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 33> 서울 구별 판매시설 평균통행시간

| 시군구 | 백화점(분) | 대형마트(분) | 판매시설 종합(분) |
|------|--------|---------|------------|
| 종로구 | 15.28 | 18.36 | 14.52 |
| 중구 | 10.93 | 15.28 | 10.19 |
| 용산구 | 10.85 | 17.09 | 10.78 |
| 성동구 | 10.85 | 12.88 | 10.16 |
| 광진구 | 8.41 | 13.34 | 8.31 |
| 동대문구 | 10.10 | 11.59 | 9.54 |
| 종랑구 | 15.79 | 10.92 | 10.92 |
| 성북구 | 9.62 | 12.55 | 9.33 |
| 강북구 | 9.95 | 11.87 | 9.16 |
| 도봉구 | 13.40 | 10.76 | 10.44 |
| 노원구 | 11.31 | 13.56 | 10.44 |
| 은평구 | 23.84 | 11.76 | 11.76 |
| 서대문구 | 13.38 | 15.47 | 12.84 |
| 마포구 | 10.53 | 12.20 | 9.74 |
| 양천구 | 10.87 | 12.41 | 10.69 |
| 강서구 | 13.52 | 11.33 | 10.60 |
| 구로구 | 11.53 | 12.14 | 10.24 |
| 금천구 | 16.44 | 12.25 | 12.25 |
| 영등포구 | 9.25 | 11.52 | 9.04 |
| 동작구 | 10.64 | 11.12 | 9.79 |
| 관악구 | 10.29 | 12.91 | 9.72 |
| 서초구 | 9.66 | 11.44 | 9.13 |
| 강남구 | 7.81 | 12.43 | 7.68 |
| 송파구 | 11.20 | 11.39 | 9.26 |
| 강동구 | 9.46 | 10.90 | 8.62 |

- 생활권별로 판매시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 백화점 접근시간의 경우 동남생활권이 9.63분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 16.64분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 대형마트 접근시간의 경우 동남생활권이 11.56분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 17.05분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 백화점·대형마트 평균통행시간을 종합화하였을 때, 동남생활권이 8.68분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 11.80분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 34> 서울 생활권별 판매시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 백화점(분) | 12.24 | 11.22 | 16.64 | 11.55 | 9.63 |
| 대형마트(분) | 17.05 | 12.27 | 12.92 | 11.96 | 11.56 |
| 판매시설 종합(분) | 11.80 | 9.83 | 11.40 | 10.23 | 8.68 |

자. 시설별 교통접근성 산정결과: 교통혼잡에 따른 접근성 차이

- 교통혼잡에 따른 접근성 차이 분석을 위해 각 시설 중 응급의료시설을 대상으로 새벽시간과 혼잡시간(출근시간) 승용차 평균통행시간을 산출한 후, 새벽시간 대비 혼잡시간의 통행시간 비율을 산출하였으며, 서울 전체적으로 새벽시간보다 혼잡시간 응급의료시설 통행시간이 1.26배 더 높은 것으로 나타남
 - 행정동별로 살펴보면 용산구 이태원1동(91.96%), 종로구 종로5.6가동(96.49%), 송파구 방이1동(96.75%) 순으로 혼잡의 영향이 덜하며,
 - 양천구 신월3동(189.78%), 마포구 상암동(189.37%), 양천구 신월2동(179.64%) 순으로 교통 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 강하게 나타남
- 이를 구별로 정리한 결과 송파구가 109.89%로 혼잡의 영향이 가장 적게, 마포구가 141.43%로 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 가장 크게 나타남
- 생활권별로 정리하면 동남생활권이 120.68%로 혼잡의 영향이 가장 적게, 서북생활권이 137.63%로 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 가장 크게 나타남

<표 35> 서울 행정동별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| | 행정동명 | 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 행정동명 | 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) |
| 1 | 용산구 이태원1동 | 91.96 | 양천구 신월3동 | 189.78 |
| 2 | 종로구 종로5,6가동 | 96.49 | 마포구 상암동 | 189.37 |
| 3 | 송파구 방이1동 | 96.75 | 양천구 신월2동 | 179.64 |
| 4 | 성북구 보문동 | 97.82 | 마포구 공덕동 | 175.27 |
| 5 | 송파구 송파2동 | 97.96 | 양천구 신월4동 | 173.15 |
| 6 | 송파구 거여1동 | 98.00 | 광진구 군자동 | 173.03 |
| 7 | 중구 소공동 | 98.19 | 마포구 아현동 | 166.96 |
| 8 | 종로구 창신제3동 | 98.38 | 양천구 신월1동 | 162.66 |
| 9 | 강북구 미아동 | 100.20 | 강서구 가양2동 | 162.52 |
| 10 | 서대문구 천연동 | 100.27 | 양천구 신월7동 | 162.37 |

<표 36> 서울 구별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 중랑구 | 성북구 | |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 (%) | 123.86 | 116.60 | 121.88 | 123.20 | 125.37 | 117.83 | 125.14 | 130.33 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 (%) | 123.44 | 124.58 | 129.56 | 135.23 | 134.44 | 141.43 | 137.01 | 135.47 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 (%) | 118.95 | 122.65 | 118.58 | 135.08 | 117.45 | 129.87 | 122.96 | 109.89 | 124.56 |

<표 37> 서울 생활권별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 121.47 | 125.82 | 137.63 | 127.43 | 120.68 |

차. 시설별 교통접근성 산정결과: 승용차 대비 대중교통 접근성 차이

- 승용차와 대중교통의 접근성 차이 분석을 위해 각 시설 중 KTX역을 대상으로 일평균 대중교통 평균통행시간과 새벽·혼잡시간(출근시간) 승용차 평균통행시간을 산출한 후, 승용차 통

행시간 대비 대중교통 통행시간 비율을 산출하였음

- 서울 전체적으로는 승용차 대비 대중교통 통행시간은 혼잡시간 103.88%, 새벽시간 177.10%로 혼잡시간의 경우 승용차 통행시간과 거의 유사한 것으로 나타남
- 혼잡시간대의 경우 서대문구 남가좌1동(45.26%), 용산구 남영동(51.63%), 중구 회현동(52.39%) 순으로 대중교통의 경쟁력이 높은 것으로 나타났으며, 관악구 삼성동(262.81%), 관악구 난향동(256.83%), 관악구 난곡동(253.86%) 순으로 KTX역 접근시 대중교통이 더 오래 걸리는 것으로 산출되었음
- 새벽시간대의 경우 용산구 남영동(69.54%), 중구 회현동(73.79%), 서대문구 남가좌1동(82.44%) 순으로 대중교통의 경쟁력이 높은 것으로 나타났으며, 관악구 삼성동(331.78%), 관악구 난향동(324.23%), 관악구 난곡동(323.15%) 순으로 KTX역 접근시 대중교통이 더 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 38> 서울 행정동별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 상·하위 10개 지역

| 구분 | 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----------|----|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| | | 행정동명 | 승용차 대비 대중교통 평균통행시간 비율(%) | 행정동명 | 승용차 대비 대중교통 평균통행시간 비율(%) |
| 혼잡 시간 | 1 | 서대문구 남가좌1동 | 45.26 | 관악구 삼성동 | 262.81 |
| | 2 | 용산구 남영동 | 51.63 | 관악구 난향동 | 256.83 |
| | 3 | 중구 회현동 | 52.39 | 관악구 난곡동 | 253.86 |
| | 4 | 강북구 수유3동 | 52.95 | 관악구 대학동 | 242.46 |
| | 5 | 강북구 미아동 | 53.14 | 관악구 서림동 | 211.85 |
| | 6 | 은평구 증산동 | 56.03 | 금천구 시흥2동 | 204.27 |
| | 7 | 강북구 번1동 | 56.57 | 관악구 미성동 | 190.33 |
| | 8 | 도봉구 쌍문3동 | 56.73 | 서초구 서초2동 | 176.41 |
| | 9 | 동작구 노량진2동 | 57.01 | 서초구 내곡동 | 173.85 |
| | 10 | 마포구 성산2동 | 57.65 | 구로구 고척1동 | 163.63 |
| 새벽 시간 | 1 | 용산구 남영동 | 69.54 | 관악구 삼성동 | 331.78 |
| | 2 | 중구 회현동 | 73.79 | 관악구 난향동 | 324.23 |
| | 3 | 서대문구 남가좌1동 | 82.44 | 관악구 난곡동 | 323.15 |
| | 4 | 중구 중림동 | 87.83 | 관악구 대학동 | 301.22 |
| | 5 | 종로구 창신제2동 | 90.64 | 동대문구 장안2동 | 277.45 |
| | 6 | 종로구 종로5.6가동 | 93.85 | 송파구 가락1동 | 276.46 |
| | 7 | 종로구 송인제2동 | 94.00 | 서초구 내곡동 | 273.38 |
| | 8 | 종로구 창신제1동 | 94.42 | 관악구 서림동 | 271.22 |
| | 9 | 강북구 수유3동 | 96.44 | 구로구 고척1동 | 266.26 |
| | 10 | 강북구 미아동 | 97.33 | 동대문구 장안1동 | 265.66 |

- 위의 결과를 시군구별로 살펴보면 아래와 같음
 - 도봉구의 경우 혼잡시간 70.38%로 승용차보다 대중교통의 경쟁력이 강한 것으로 나타났으며, 새벽시간대에는 125.93%로 대중교통이 승용차보다 오랜 시간이 소요되나, 25개 자치구 중 대중교통 소요시간 비율이 가장 낮은 것으로 나타남
 - 혼잡시간 금천구(145.48%), 새벽시간 송파구(225.63%)의 경우 KTX역 접근 시 승용차보다 대중교통의 경쟁력이 가장 낮은 것으로 분석되었음

<표 39> 서울 구별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율

| 시군구 | 혼잡시간 대비(%) | 새벽시간 대비(%) |
|------|------------|------------|
| 종로구 | 83.15 | 130.39 |
| 중구 | 84.59 | 126.77 |
| 용산구 | 111.19 | 151.25 |
| 성동구 | 100.60 | 160.95 |
| 광진구 | 125.74 | 219.62 |
| 동대문구 | 91.90 | 160.59 |
| 종랑구 | 93.89 | 170.01 |
| 성북구 | 88.87 | 142.80 |
| 강북구 | 72.50 | 134.74 |
| 도봉구 | 70.38 | 125.93 |
| 노원구 | 79.95 | 138.84 |
| 은평구 | 88.82 | 166.51 |
| 서대문구 | 91.00 | 163.98 |
| 마포구 | 79.22 | 150.08 |
| 양천구 | 106.45 | 203.57 |
| 강서구 | 105.83 | 197.42 |
| 구로구 | 126.47 | 199.16 |
| 금천구 | 145.48 | 199.34 |
| 영등포구 | 108.34 | 188.66 |
| 동작구 | 100.62 | 165.37 |
| 관악구 | 144.08 | 216.61 |
| 서초구 | 133.85 | 202.78 |
| 강남구 | 124.33 | 191.19 |
| 송파구 | 134.11 | 225.63 |
| 강동구 | 136.55 | 219.46 |

- 생활권별로 집계한 결과 혼잡시간 동북생활권(86.79%)과 새벽시간 도심생활권(135.87%)이 KTX역 접근시 대중교통 경쟁력이 가장 높은 것으로, 동남생활권(혼잡시간 132.30%, 새벽시간 212.06%)이 KTX역 접근시 대중교통 경쟁력이 가장 낮은 것으로 나타남

<표 40> 서울 생활권별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 혼잡시간 대비(%) | 91.60 | 86.79 | 86.96 | 116.78 | 132.30 |
| 새벽시간 대비(%) | 135.87 | 151.39 | 161.88 | 198.24 | 212.06 |

5. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅲ: 통행시간 신뢰성)

가. 연구의 개요

1) 연구의 범위

○ 공간적 범위

- 인천광역시: 인주대로(주간선도로), 앵고개로(보조간선도로)
- 대전광역시: 한밭대로(주간선도로), 대덕대로(보조간선도로)

○ 시간적 범위

- 인천광역시: 2014년 7월~2014년 12월
- 대전광역시: 2014년 1월~2014년 12월

2) 분석자료

- 수집방법: 지자체 ITS교통정보센터
- 수집자료: 대상링크의 5분단위 검지기 속도자료

나. 기존문헌 고찰

1) 통행시간 신뢰성 주요산정 지표

- 통행시간의 신뢰성을 나타내는 지표는 교통망의 성능을 평가할 수 있는 지표 중 한가지로 주로 국외에서 다양한 지수들을 개발하여 사용되고 있음
- 통행시간 신뢰성 지수는 크게 통계적인 범위, 완충시간, 지각통행, 확률적인 방법론으로 구분할 수 있음

① 통계적인 범위

- 표준편차(Standard Deviation), 통행시간 지수(Travel Time Index) 등으로 설명될 수 있으며 연구의 이론적인 모형에 적용하기 용이함
- 예: 어떠한 통행의 통행시간이 정규분포(normal distribution)를 따른다고 가정하고 평균을 기준으로 좌우 $\pm 2\sigma$ 영역 외의 통행시간을 갖는다면, 그 통행시간에 대해서는 95% 수준에서 신뢰할 수 없다고 간주함

② 완충시간(Buffer Time)

- 통행에서 정시도착을 위해 필요한 추가시간(여유시간)을 의미하며 평균 통행시간에서 상위 95%의 통행시간과의 차이를 보는 완충지수(Buffer Time Index)와 95%의 통행시간과 자유류상태일 때 통행시간의 상대적인 크기를 나타내는 통행계획시간지수(Planning Time Index) 등이 있음
- 예: 평균통행시간이 30분일 때 Buffer index가 30%이라는 것은 9분의 여유시간을 가져야 정시에 도착할 수 있음을 의미함

③ 통행계획시간지수(Planning time index)

- 이용자가 정시에 도착하기 위해 필요한 총 통행시간을 말함. 이 지수는 완충지수 산정시 적용한 평균 통행시간에 대한 여유시간이 아닌 교통량이 적을 때(자유류속도)를 기준으로 필요한 총 통행시간을 제시하고 있음

④ 지각통행 지표(Tardy Trip)

- 전체 통행량 중 용인할 수 없이 늦은 통행규모를 측정함. Misery Index의 경우 이상적인(자유류) 통행시간과 일정수준 이상 늦은 통행시간(약 97.5%)과의 차이로 나타남

<표 41> 통행시간 신뢰성의 주요 측정 지표

| 구 분 | 지표 | 설명 | Formula |
|-----------|-----------------------------------|--|--|
| 통계적 범위 | 표준편차 (Standard Deviation) | - 평균에 대한 분산정도 | - |
| | 표준편차 (Percent Variation) | - 다양한 데이터의 분산의 정도를 비교하는데 유용함 | $PV = \frac{SD}{\mu} \times 100\%$ μ : 평균 통행시간 |
| | 통행시간지수 (Travel Time Index) | - 평균통행시간이 이상적인 교통상황(자유교통류 상태) 대비 얼마나 더 오래 걸리는지에 대한 상대적 크기 | $TTI = \bar{T} / TT_{FreeFlow}$ |
| | Skew Statistic | - 왜도는 40퍼센타일의 통행시간 중앙값 범위와 관련된 통계 지표임. 왜도의 방향성과 레벨을 보일 수 있음 | $\lambda^{skew} = \frac{TT_{90th} - TT_{50th}}{TT_{50th} - TT_{10th}}$ |
| | Width Statistic | - | $\lambda^{var} = \frac{TT_{90th} - TT_{10th}}{TT_{50th}}$ |
| 완충 시간 | 완충지수 (Buffer Index) | - 완충시간: 통행에서 통행시간의 불확실성 때문에 정시도착을 위해 필요한 추가시간 또는 여유시간 - 정시도착을 위한 시간비율 의미 ※ 완충지수 50% : 평균 통행시간이 30분인 경우 정시에 도착 하기 위해서는 15분의 완충시간필요 | $BI = \frac{TT_{95th} - \mu}{\mu}$ |
| | 통행계획시간지수 (Planning Time Index) | - 정시도착을 보장하기 위해서 필요한 총 통행시간이 이상적인 교통상황(자유교통류 상태) 대비 얼마나 더 오래 걸리는 지에 대한 상대적 크기 ※ 통행계획시간지수는 1.5 : 자유류에서 30분이 걸리면 정시에 도착을 위해 45분이 필요함을 의미 | $PTI = \frac{TT_{95th}}{TT_{FreeFlow}}$ |
| 지각 통행 | 지각통행지수 (Misery Index) | - 지각통행: 전체 통행의 이상적인 통행시간(또는 중앙값)과 일정수준 이상 늦은 통행시간 간의 차이 | $MI = \frac{TT_{i(97.5th)}}{TT_{freeflow}}$ |
| 확률적 | 정시율 (On-Time Arrival) | - 전체 통행량 중 통행시간이 평균 또는 중앙값의 일정 수준을 초과하지 않는 통행량의 비율(%) ※ 평균 50분, 정시도착 기준을 평균통행시간의 110% (55분)일 때 정시율이 90%라면 10번 중 9번의 통행은 55분 이내에 도착할 수 있다는 것을 의미 | $P(TT_i \leq 1.1 \times TT_{50})$ |

출처: Yanru Zhang, How Data Affect Travel Time Reliability Measures-Empirical Study, 2015
 Analytical Procedures for Determining the Impacts of Reliability Mitigation Strategies, 2013

2) 국내

① 교통시설투자평가지침(제3차 개정) (국토해양부, 2009)

- 통행시간 신뢰성에 대한 평가방법 내용은 예비타당성조사 지침 이전에 교통시설투자평가지침에서 제시되어 있음
- 교통시설투자평가지침에서 통행시간 신뢰성 지표는 계획 통행시간과 실제 통행시간의 차이, 즉 통행시간의 불확실성으로 정의하여 산정하였음
 - 실제 통행시간은 각 통행분포의 평균값으로 정의하며, 계획 통행시간은 각 실제 통행시간 분포의 평균들의 평균값으로 정의함
- 그러나, 도로부문의 경우 계획 통행시간의 산정이 어렵고 철도와 달리 편성 시간표 통행시간이 존재하지 않기 때문에 실제 통행시간 신뢰성 지표를 산정하는데 반영이 어려움이 있어 개정된 교통시설투자평가지침에는 도로부문의 통행시간 신뢰성 지표에 대한 내용이 제외되어 있음

$$R^r = t_a - t_p = t_a - t_s = t_d$$

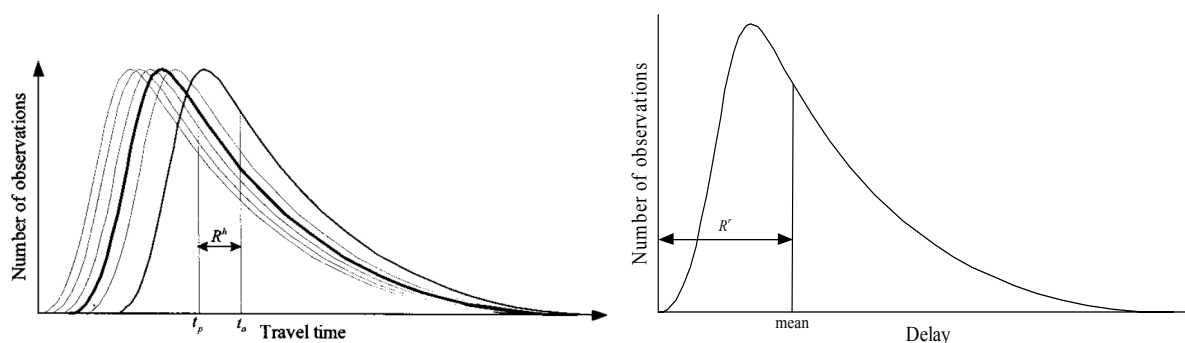
$$s.t. t_d \geq 0$$

여기서, R^r : 통행시간 신뢰성 지표

t_a : 기종점 간 실제 통행시간(Real travel time)

t_s : 기종점 간 편성시간표 통행시간(scheduled travel time)

t_d : 지연시간



<그림 13> 도로(왼쪽)부문과 철도(오른쪽)부문의 통행시간 신뢰성 지표 산정 개념도

② 도로교통망의 이동성 분석지표 개발(이청원, 2003)

- 본 연구는 이동성평가지표에 대해 적절한 방향 및 개념을 정립하고 서울시에 적합한 지표를 제시하고 분석을 하였음

- FHWA의 Traffic Control Systems Handbook(1996)를 참고하여 지표를 선정하기 위한 6가지 조건(명료성, 정량성, 측정가능성, 적용가능성 등)을 제시하고 적절한 이동성지표를 선정하였음
- 통행시간에 대한 지표는 통계학적인 지표 중 통행시간지수(Travel Time Index)를 선정하여 자유류 통행시간에 대한 첨두 통행시간(peak hour time)의 비로 분석하였음

③ 고속도로 통행시간 가치 산정 개선 연구(한국도로공사, 2013)

- 연속류의 특성상 일반도로에 비해 높을 것으로 기대되는 고속도로의 통행시간 신뢰성을 반영하기 위한 교통시설 투자평가의 평가방법 및 편익항목 개발을 목적으로 한 연구임
- 통행시간 신뢰성 지표들을 여러 문헌을 통해 조사하고 이를 위한 설문조사, 전문가회의 등을 통해 지표조건에 부합하는 완충시간(Buffer Time)을 지표로 산정하였음
- 고속도로(경부축, 서해안축, 영동축) 및 경쟁관계의 6개 국도노선을 대상으로 서비스 수준과 완충시간 지표를 함께 제시하여 비교 분석하였음
- 고속도로의 경우 서비스 수준이 A일 때 완충시간(Buffer time)이 4.04초/km이며 일반도로의 완충시간은 8.04초/km로 두 배정도 차이가 나는 것으로 분석되었으며 서비스 수준 E,F의 경우 고속도로의 완충시간은 17.3초/km, 일반도로는 24.6초/km로 1.4배정도 차이가 나타남

3) 국외

① Strategic Highway Research Program 2(FHWA)

- 미국 FHWA에서는 도로안전 및 교통시설 개선 등의 혼잡완화를 위해 약 220억원 수준으로 2007~2015년에 걸쳐 통행시간에 대한 연구가 진행 중임
- Traffic Control Systems Handbook(1996)에서는 지표산정을 위한 조건을 제시하였으며, Establishing Monitoring Programs for Travel Time Reliability(2013)에서는 교통관리센터에서 통행시간 신뢰도를 모니터링 할 수 있는 체계에 대해 연구하였음
- 본 연구에서는 <표 15-42>에서와 같이 측정 지표를 이용하고 있으며 프루브 차량의 데이터를 이용하여 통행시간을 특정하고 있음
- 그 중 완충시간(Buffer Time)을 중심으로 신뢰성 산정 연구와 모니터링 시스템을 구축했으며, 이를 이용하여 통행시간 측정, 데이터의 특성분석(첨두, 이벤트발생 여부 등), 신뢰도 변동요인 파악, 신뢰도 변동요인 영향 파악을 어떻게 해야 하는지에 대한 설명이 제시되어 있음⁴⁾

- 또한 통행목적이나 신뢰도의 중요성에 따라 어떤 지표가 적절한지 제안하고 있음. (<표 42> 참조)

<표 42> 통행목적별 적합한 지표(안)

| 빈도 | 제약 | 목적 | 신뢰도 중요성 | Primary User Information Need | 지표(안) |
|----|-----|----|---------|-------------------------------|--------|
| 매일 | 제약 | 업무 | 높음 | 가장 혼잡할때의 지체 | 통행계획지수 |
| | | 배웅 | 높음 | | |
| | 비제약 | 쇼핑 | 낮음 | 대체적으로 정시에 도착하기 위해 필요한 추가시간 | 완충지수 |
| | | 귀가 | 높음~중간 | | |
| 가끔 | 제약 | 약속 | 높음 | 첨두시간과 비첨두시간의 통행시간 | 통행시간지수 |
| | | 여가 | 중간~낮음 | | |
| | 비제약 | 여가 | 낮음 | 대체적으로 정시에 도착하기 위해 필요한 추가시간 | 완충지수 |

출처: Adapted from SHRP 2 Project L11 Technical Memorandum 1, Exhibits 2 and 4
(<http://www.trb.org/Main/Blurbs/168142.aspx>)

② Urban Mobility Report(Texas A&M)

- Texas A&M에서 매년 발간하고 있는 연구로서 이동성 및 혼잡에 대한 교통정보를 분석하고 이동성 향상을 위해서 다양한 개선기법을 사용하여 혼잡항목들을 분석하였음
- 도로시설의 확충만이 도로의 이동성을 향상시킬 수 없음을 언급하면서 이에 대해 통행시간 지표(Travel Time Index)를 이용하여 75개 도시로부터 수집된 자료로 신뢰성을 산정함

③ 유럽(EU)

- Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO, 2006)에서는 『Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment』에서 통행시간 신뢰도의 지표로서 표준편차 (Standard Deviation), 통행시간 분포의 비율차이, 선호시간보다 빠르거나 느린 시간단위의 개념들을 제시하였음
- 대부분의 유럽국가에서는 모델링과 이론적인 추정이 용이한 표준편차를 이용함

4) SHRP2 L02(2013), 『Establishing Monitoring Programs for Travel Time Reliability』

④ 영국

- 영국의 교통분석지침(Transport Appraisal Guidance, TAG)에서는 신뢰도를 운전자가 예상하지 못하는 통행시간의 변동으로 정의하고, 승용차 통행의 경우 신뢰도 지표는 표준편차를 채택하였음⁵⁾

⑤ 네덜란드

- 『The Value of Reliability in Transport-Provisional Values for the Netherlands Based on Expert Opinion』 (Netherlands Ministry of Transport, 2005)을 통해 신뢰도 가치를 제시함
- 그 중 통행시간 신뢰성은 평균에 대한 표준편차(Standard Deviation)를 채택하였음
- <표 43>은 국가별 통행시간 신뢰도를 나타내기 위해 어떤 지표들을 반영하고 있는지 보여주고 있음

<표 43> 국가별 교통시설 투자평가지침의 통행시간 신뢰도 지표 비교

| 국가 | | 지표 | 비고 |
|----------|-------------|--------------------|--------------------------|
| 한국 | | 통행시간불확실성(Rh) | 철도이용자들의 시간가치 편익산정 |
| EU 국가 | 네덜란드 | Standard Deviation | 자료 구축 및 표준편차 예측모형의 개발 용이 |
| | 영국 | | 네덜란드 연구인용 |
| | EU 표준지침 | | 네덜란드/영국 연구인용 |
| | 스웨덴 | | EU표준지침(HEATCO) 인용 |
| | 독일, 프랑스 등 | (미반영) | - |
| 미국 | FHWA | Buffer Time/Index | - |
| | SHRP2 | | - |
| | Georgia주 | | - |
| | Florida주 | | - |
| | California주 | | - |
| | Washington주 | Zth percentile | - |
| 뉴질랜드, 호주 | | Standard Deviation | 영국 연구인용 |

출처: 고속도로 통행시간가치 산정 개선 연구(한국도로공사, 2013)

5) TAG Unit 3.5.7: The Reliability Sub-Objective, UK Department for Transport, 2013.

다. 통행시간 신뢰성 지수 산정

1) 신뢰성의 정의⁶⁾

- 신뢰성이란 공학적인 측면으로는 구성요소, 기술 또는 시스템이 주어진 규정아래에서 의도된 기간동안 성공적으로 만족스럽게 수행(degree of satisfaction)될 확률을 뜻함
- 통계학적으로는 같은 사물을 어떤 변수에 의해 반복적으로 측정할 경우 나타나는 정확성 또는 정밀성을 뜻함

2) 통행시간 신뢰성

- 국내에서는 통행시간의 신뢰성에 대해 정의가 정립되어 있지 않고 아래와 같이 몇몇 연구에서 통행시간의 의미와 정의를 설명하고 있음
 - 통행시간 신뢰성은 교통 서비스의 주요 척도로 인식되어 왔지만 특히 개인 교통수단의 통행시간에 대해서는 신뢰성이라는 용어로 불확실성이나 변동성 등으로 혼합하여 설명하고 있음⁷⁾⁸⁾
 - 즉, 신뢰성을 실제 통행시간과 예측통행 시간과의 차이로 정의함
- 국외에서의 통행시간 신뢰성은 아래와 같이 정의됨
 - The F-SHRP Reliability Research Program에서는 시간대별, 요일별 등과 같이 지연되는 통행시간의 변동성으로 정의함(Cambridge Systematics, Inc. et al. 2003)
 - SHRP 2 Project L03, “Analytical Procedures for Determining the Impacts of Reliability Mitigation Strategies,”에서는 추가적으로 발생하는 통행시간의 분포를 설명하기 위한 일관성 수준으로 정의됨
 - FHWA에서는 “The consistency or dependability in travel times, as measured from day-to-day and/or across different times of the day”로 정의됨
- 본 과업에서는 결론적으로, 통행시간의 신뢰성은 계획 혹은 예상 통행시간 분포에서 추가(지연)되는 시간의 일관성 정도라고 정의하고 연구를 수행하였음
 - 예를 들면, 통행시간 신뢰성 지표가 95%라는 의미는 전체 20번의 통행 중 19번 정도는 일관성 있게 예상 혹은 계획 통행시간 내에 도착할 수 있음을 나타냄

6) Parker, S.P. (ed.). McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms. McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 2003. Accessed via Answers.com, <http://www.answers.com/topic/reliability-1>, August 21, 2013.

7) 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구, 장수은 외, 2008, 대한교통학회지

8) 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구, 대한교통학회, 장수은외, 2008, 제 26권

3) 통행시간 신뢰성 지수 산정을 위한 대상구간 선정

① 대상 지역 및 구간 선정

- 분석대상 지역은 전국 17개시·도 중에서 주간선 도로와 보조간선 도로의 역할을 하면서 도로구간에 지점 검지기가 설치되어 있는 지역을 기준으로 함
 - 대상구간을 선정하고 검지기 속도를 분석하기 위해서는 검지기가 설치된 간격이 적절해야 하며 전체구간길이가 일정 부분 확보되어야함
 - 그 결과 인천광역시의 인주대로(주간선도로)와 앵고개로(보조간선도로), 대전광역시의 한밭대로(주간선도로)와 대덕대로(보조간선도로)가 선정되었음
- 도로등급도로의 등급 고속도로를 제외하며 도시의 통행특성을 보여 줄 수 있는 단속류 도로를 기준으로 함

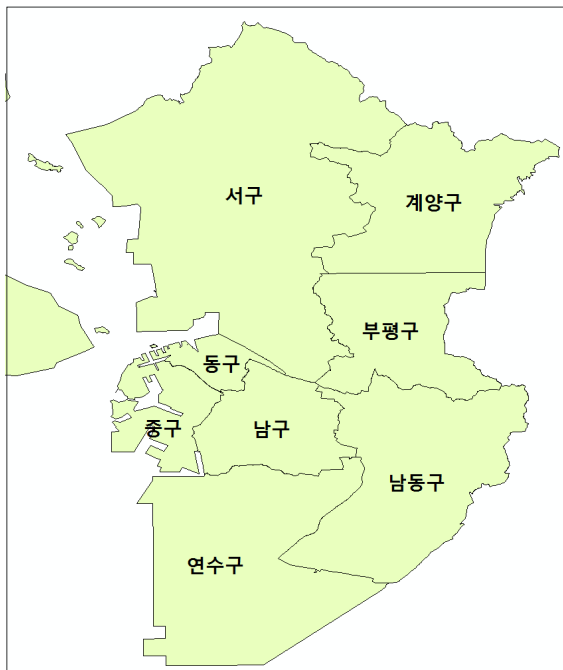
② 대상지역의 사회경제지표 현황

- 선정된 인천광역시 및 대전광역시의 사회경제지표는 아래 표와 같음

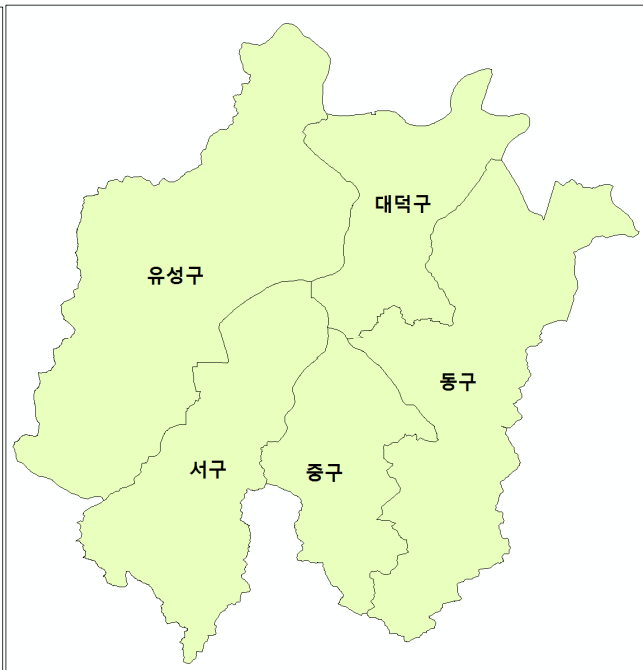
<표 44> 대상지역 사회경제지표(2015년 기준)

| 구분 | 인천광역시 | 대전광역시 |
|-----|--------------------------|----------------------|
| 인구 | 2,966,216 명 | 1,551,931 명 |
| 자치구 | 8개구 | 5개구 |
| 면적 | 1,040.88 km ² | 540.1km ² |
| 세대수 | 1,181,209 | 591,975 |

출처 :각 시별 홈페이지



<그림 14> 인천시 행정구역



<그림 15> 대전시 행정구역

③ 대상구간의 도로 현황

- 두 지역은 격자형의 도로망을 비슷하게 형성하고 있으며 이중 도시부의 주요 기능을 하는 간선도로망을 기준으로 대상구간을 선정하였음
- 또한 지점속도자료와 개별차량속도자료를 비교분석하기 위하여 도로구간 중 검지기 설치가 되어있는 구간을 기준으로 아래 <표 45>와 같이 총 4개 구간을 선정하였음
 - 인천광역시의 경우 남구와 남동구를 동서축으로 잇는 5.88km의 인주대로와 연수구와 남동구를 잇는 2.64km 구간의 앵고개로를 인천시의 대상구간으로 선정하였음
 - 인주대로는 교통량이 많은 인천시 중심부의 주간선도로의 역할을 하고 있으며 앵고개로는 남동쪽에 위치한 보조간선도로로서 주변지역이 남동산업공단이 위치하고 있음
 - 대전광역시는 유성구와 서구를 잇는 8.23km 구간의 한밭대로와 남북축의 대덕대로를 대상구간으로 선정하였음
 - 한밭대로는 대전정부청사, 대전고등검찰청 등 주요 기관들이 위치한 중심축도로이며 대덕대로 또한 한밭대로와 교차하며 대전 중심을 지나가는 보조간선도로의 역할을 하고 있음
- 두 도시 모두 지능형 교통시스템 구축사업으로 용도별 ITS시설물이 설치되어 있으며 인천시의 경우 레이더 검지기를 이용하고 있어 양방향의 통행속도 측정이 가능함

<표 45> 대상구간 도로현황

| 구분 | 인천광역시 | | 대전광역시 | |
|------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| 도로기능 | 주간선 | 보조간선 | 주간선 | 보조간선 |
| 도로명 | 인주대로 (용일사거리~남동구청 사거리) | 앵고개로 (동춘사거리~논고개길 삼거리) | 한밭대로 (월드컵사거리~한밭대 로사거리) | 대덕대로 (도룡삼거리~큰마을네 거리) |
| 구간길이 | 5.88km | 2.64km | 8.23km | 4.74km |
| 차로수 | 편도 3차로 | 편도 3차로 | 편도 3차로 | 편도 3차로 |

4) 대상구간 통행속도 자료현황

- 통행시간의 기본적인 특성분석 및 지수산정을 하기 위해 대상구간의 통행속도 자료를 수집하는 절차가 필요함

① 인천광역시

- 인천시의 경우에는 레이더 검지기를 이용하여 양방향의 통행속도를 한 개의 검지기를 이용해 수집할 수 있음
 - 자료보존기간이 길지 않고 수집시기가 이르지 못해 2014년 7월부터 2014년 12월까지 자료만을 수집함

<표 46> 대상구간 자료 수집현황

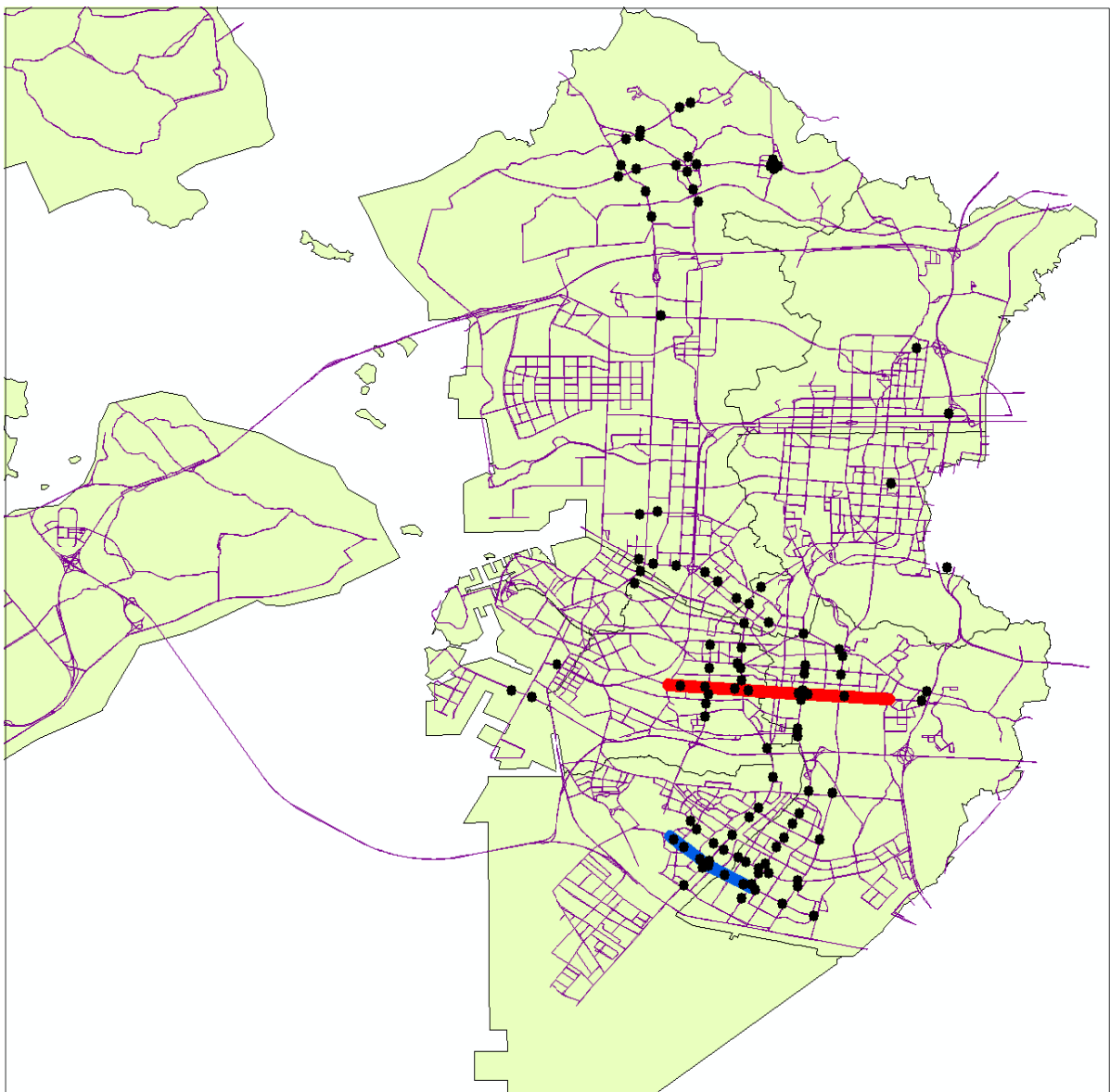
| 구분 | | 인천광역시 |
|-----|------|-----------------|
| 검지기 | 수집방법 | 레이더 검지기(지자체) |
| | 수집내용 | 해당링크별 통행속도 |
| | 수집기간 | 2014.07~2014.12 |
| | 수집단위 | 일방향 차로별 5분단위 |
| | 설치개수 | 17개(총 108개) |

- 인천시의 경우에는 UTIS(Urban Traffic Information System)를 적용하고 있으며 아래의 <표 47>과 같이 지점 검지기, DSRC, UTIS 등의 ITS시설물이 설치되어있음
 - 이 시설물을 이용하여 인천시의 속도자료 및 교통량정보를 수집하고 있음
 - 설치현황으로는 UTIS를 이용하여 172개소가 인천시 전반적으로 설치되어 있으며 지점 검지기의 경우 레이더 방식으로 108개소가 설치되어 남동구와 중구에 집중되어 수집되어 있음

- 특히 보조간선도로의 검지기 설치위치는 남동구쪽에 집중되어 있었으며 그 중 앵고개로를 선정하였으며, 주간선도로의 경우 도심부를 지나는 도로를 대상으로 인주대로를 선정하였음

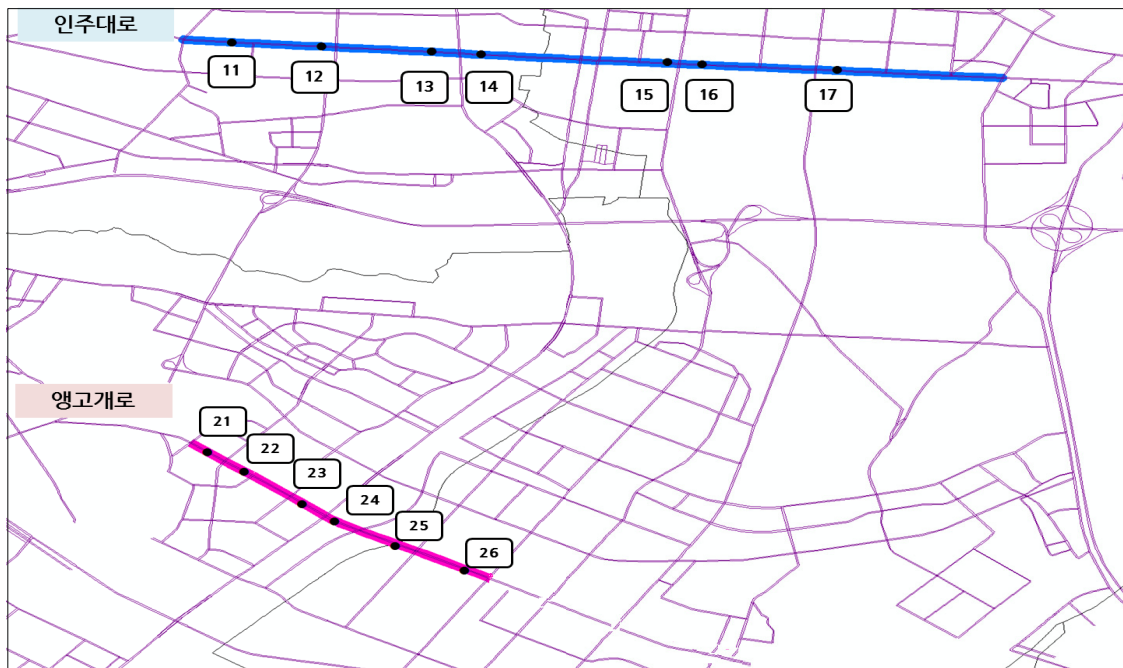
<표 47> 인천시 ITS시설물 현황

| 구분 | 설치개수 |
|------|-------|
| UTIS | 172개소 |
| VDS | 108개소 |
| DSRC | 30개소 |
| 총계 | 310개소 |



<그림 16> 인천시 지점검지기(VDS) 설치현황(인주대로(위)와 앵고개로(아래))

- ITS표준노드링크 기준으로 인천시 인주대로의 링크수는 단방향기준 총 28개이며 앵고개로는 총 16개의 링크가 포함되어 있음
- 이 중 인주대로는 7개, 앵고개로는 6개의 레이더형태의 검지기가 설치 되어있어 차로별 양 방향의 속도자료 수집이 가능함



<그림 17> 인천시 대상구간 지점검지기 설치현황

<표 48> 인천시 주간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 링크ID | | 길이 (m) |
|--------|------|-------------------------|------------|------------|--------|
| | | | 서→동 | 동→서 | |
| 11 | 인주대로 | 남구 주안3동 722-1대 월드당구재료 앞 | 1630027500 | 1630027600 | 502 |
| 12 | | 남구 주안7동 1484도 프린팅파트너 앞 | 1630027100 | 1630027200 | 593 |
| 13 | | 남구 주안4동 1484도 KCC글라스 앞 | 1630025700 | 1630025800 | 408 |
| 14 | | 남구 주안4동 1484도 광성LED 앞 | 1650012100 | 1650012200 | 874 |
| 15 | | 남동구 구월1동 1335-5도 용진빌딩 앞 | 1650057100 | 1650057200 | 288 |
| 16 | | 남동구 구월1동 1328도 덕수동물병원 앞 | 1650056700 | 1650056800 | 576 |
| 17 | | 남동구 구월4동 1327도 전기온돌판넬 앞 | 1650056100 | 1650056200 | 296 |

<표 49> 인천시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 링크ID | | 길이 (m) |
|--------|------|-----------------------|------------|------------|--------|
| | | | 서→동 | 동→서 | |
| 21 | 앵고개로 | 연수구 동춘1동 957도 101동 앞 | 1640014900 | 1640015000 | 321 |
| 22 | | 연수구 동춘3동 957도 본죽 맞은편 | 1640013900 | 1640014000 | 257 |
| 23 | | 연수구 동춘3동 957도 삼환아파트 | 1640011900 | 1640012000 | 336 |
| 24 | | 연수구 동춘3동 954도 대우아파트 | 1640011700 | 1640011800 | 146 |
| 25 | | 남동구 고잔동 782도 제2공장 앞 | 1650028500 | 1650028600 | 472 |
| 26 | | 남동구 고잔동 782도 유천엔바이로 앞 | 1650027100 | 1650027200 | 604 |

② 대전광역시

- 대전시의 경우 영상검지기를 설치하여 통행속도 정보를 저장하고 있음
 - 검지기를 관리하는 지자체마다 수집간격이 다양하고 실시간 자료 전송으로 인한 정보 누락 등을 고려하여 평균 5분 간격으로 수집된 자료를 이용하였음
- 대상지역의 검지기의 설치현황은 아래 <표 50>과 같음

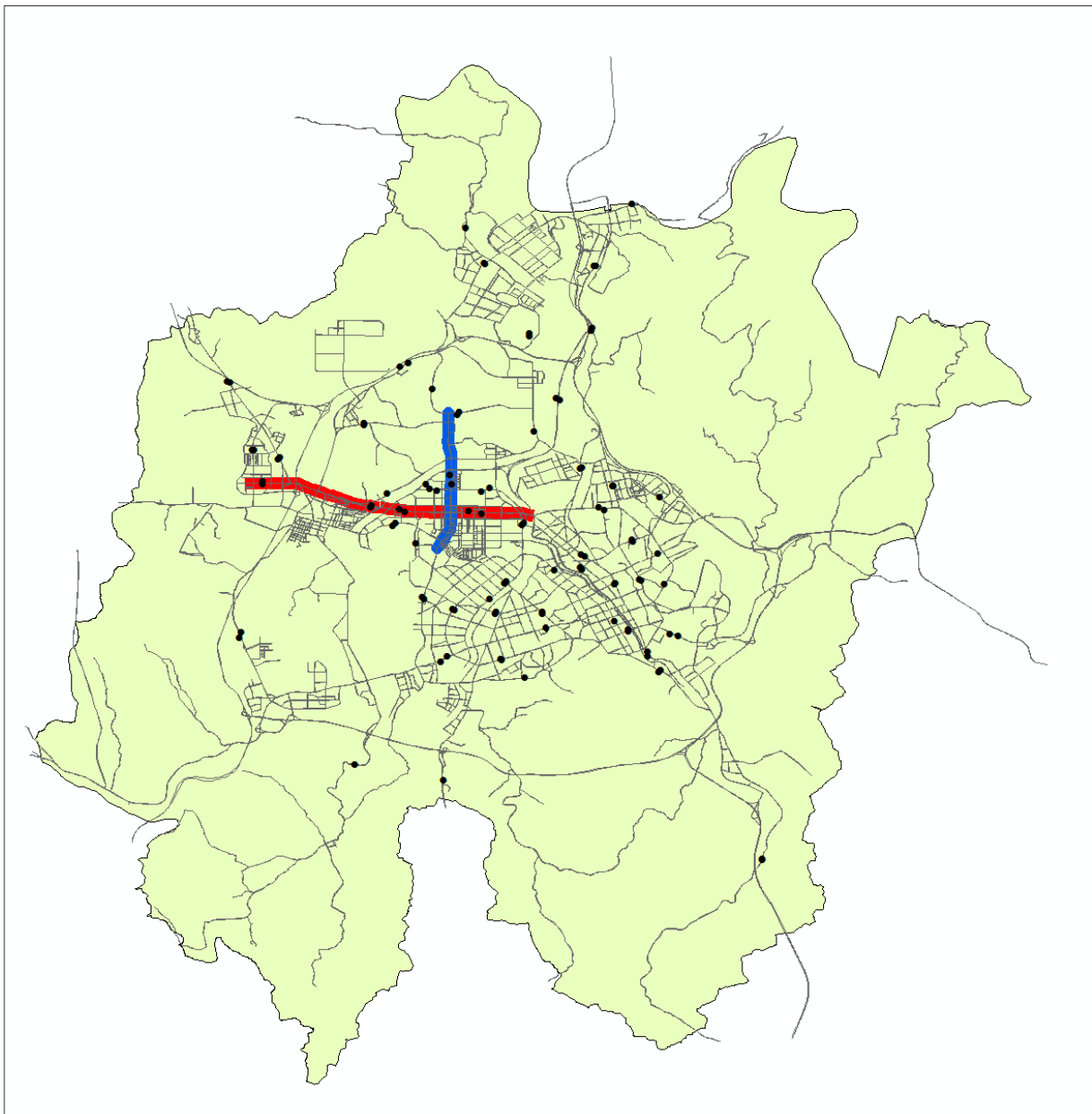
<표 50> 대상구간 자료 수집현황

| 구분 | | 대전광역시 |
|-----|------|-----------------|
| 검지기 | 수집방법 | 영상 검지기(지자체) |
| | 수집내용 | 해당링크별 통행속도 |
| | 수집기간 | 2014.01~2014.12 |
| | 수집단위 | 일방향별 5분단위 |
| | 설치개수 | 10개(총 100개) |

- 인천시와 마찬가지로 대전시 역시 아래의 <표 51>과 같이 영상검지기, DSRC, VMS 등의 ITS시설물이 설치되어 있음
 - ITS 시설물을 이용하여 인천시의 속도자료 및 교통량정보를 수집하고 있음
 - DSRC를 이용하여 377개소가 설치되어 있으며 검지기의 경우 영상검지기 방식으로 100개소가 설치되어 대전시 전반적으로 설치되어 있음
 - 대전시는 기본적으로 프루브차량으로 속도 및 교통량자료를 수집하는 방식을 이용하고 있기 때문에 VDS의 수집비율은 낮지만 주요 도심부 도로에 설치된 곳을 대상으로 한발대로와 대덕대로를 대상구간으로 선정하였음

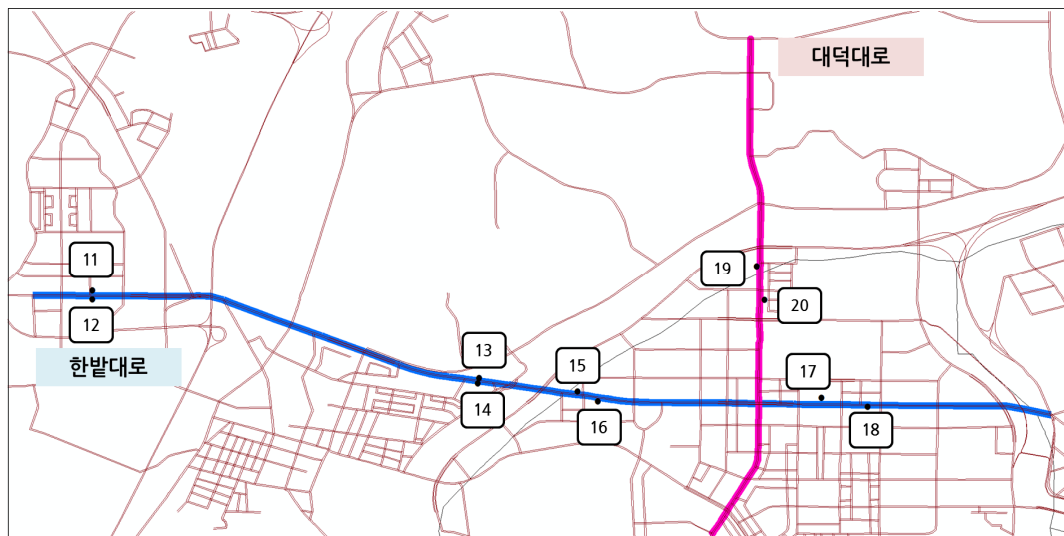
<표 51> 대전시 ITS시설물 현황

| 구분 | 설치개수 |
|------|-------|
| DSRC | 377개소 |
| VDS | 100개소 |
| VMS | 40개소 |
| 총계 | 517개소 |



<그림 18> 대전시 지점검지기 설치현황(한밭대로(동서축)와 대덕대로(남북축))

- ITS표준노드링크 기준으로 대전시 한밭대로의 링크수는 단방향기준 총 80개이며 대덕대로는 총 6개의 링크가 포함되어 있음
 - 이 중 한밭대로는 8개, 대덕대로는 2개의 검지기만 설치 되어있어 분석시에는 검지기가 설치되지 않은 다른 링크를 포함하여 통행시간을 산출할 방법론이 필요함
 - 한밭대로의 경우 둔산지하차로와 유성지하차로가 존재하지만 ITS표준노드링크상에서 링크가 대상구간에 연결되어 있지 않고 실제로 속도 측정이 어렵기 때문에 제외함



<그림 19> 대전시 대상구간 지점검지기 설치현황

<표 52> 대전시 주간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 방향 | 링크ID | 길이(m) |
|--------|------|--------------------------|-----|------------|-------|
| 11 | 한밭대로 | 유성구 노은동 534-15번지(노은교회 앞) | 동→서 | 1860085200 | 262 |
| 12 | | 유성구 노은동 566번지(노은수산시장 앞) | 서→동 | 1860085100 | 262 |
| 13 | | 유성구 봉명동 15-2(홈플러스) | 동→서 | 1860070700 | 225 |
| 14 | | 유성구 봉명동 670(홈플러스) | 서→동 | 1860070800 | 225 |
| 15 | | 서구 월평동 진달래아파트 313 | 동→서 | 1850134200 | 168 |
| 16 | | 서구 월평동 617(누리아파트) | 서→동 | 1850133900 | 408 |
| 17 | | 서구 둔산동 1544-1(정부청사광장) | 동→서 | 1850130100 | 340 |
| 18 | | 서구 둔산동 지방정부청사공원 930 | 서→동 | 1850129200 | 161 |

<표 53> 대전시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 방향 | 링크ID | 길이(m) |
|--------|------|--------------|-----|------------|-------|
| 19 | 대덕대로 | 서구 만년동 107번지 | 북→남 | 1850012501 | 265 |
| 20 | 대로 | 서구 만년동 292번지 | 남→북 | 1850012300 | 275 |

5) 통행속도 자료의 구성

- 지자체에서 수집된 통행속도 자료 및 내비게이션의 자료들의 구성항목이 각각 다르기 때문에 이를 분석하기 위해 통합할 필요가 있음
- 해당 구간의 링크는 국가교통정보센터에서 제공하고 있는 ITS표준노드링크 체계를 이용하였으며 5분단위로 수집되는 통행속도자료를 기준으로 분석하였음
- 지역마다 다른 형태가 다른 검지기 ID는 본 연구의 분석을 위해 일련번호를 부여하였으며 지점 통행속도의 자료와 ITS표준노드링크 체계의 링크구간 길이정보를 이용하여 통행시간을 산출하도록 함

<표 54> 통행속도 자료구성(통합 후)

| 수집항목 | 내용 | 형태 | 비고 |
|-----------------|------------|---------|---------------------|
| [LINK_ID] | 수집대상 링크 ID | varchar | ITS 표준노드링크 기준 |
| [STATMIDATE] | 자료 수집 시간 | varchar | YYYY-MM-DD HH:MM:SS |
| [VDSID] | 검지기 ID | varchar | - |
| [SPEEDRATE_5MN] | 지점 통행속도 | numeric | 단위: km/h |

| statmidate | ROUTE_IDH | VDS_SECTION_ID | vdsid | speed | linkid |
|------------|--------------|----------------|--------------|---------|--------|
| 1 | 201401011240 | 3502 | VL1850000029 | VDS0026 | 57 |
| 2 | 201401011040 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 52 |
| 3 | 201401011335 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 42 |
| 4 | 201401010210 | 3502 | VL1850000029 | VDS0026 | 67 |
| 5 | 201401012155 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 47 |
| 6 | 201401012130 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 45 |
| 7 | 201401012100 | 3501 | VL1850000028 | VDS0025 | 48 |
| 8 | 201401012120 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 51 |
| 9 | 201401012125 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 57 |
| 10 | 201401011020 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 59 |
| 11 | 201401011735 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 46 |
| 12 | 201401010300 | 3501 | VL1850000028 | VDS0025 | 55 |
| 13 | 201401011835 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 48 |
| 14 | 201401011900 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 48 |
| 15 | 201401010110 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 46 |
| 16 | 201401011120 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 55 |
| 17 | 201401021240 | 3502 | VL1850000029 | VDS0026 | 56 |
| 18 | 201401011055 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 50 |
| 19 | 201401010815 | 3502 | VL1850000017 | VDS0015 | 58 |
| 20 | 201401010730 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 60 |
| 21 | 201401011830 | 3501 | VL1850000030 | VDS0027 | 56 |
| 22 | 201401020710 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 48 |
| 23 | 201401021830 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 47 |
| 24 | 201401020700 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 46 |
| 25 | 201401020420 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 55 |
| 26 | 201401020015 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 59 |
| 27 | 201401022145 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 45 |
| 28 | 201401011635 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 59 |
| 29 | 201401011435 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 40 |
| 30 | 201401021335 | 3502 | VL1850000017 | VDS0015 | 53 |
| 31 | 201401011140 | 3501 | VL1850000030 | VDS0027 | 57 |
| 32 | 201401010545 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 55 |

| vdsid | statmidate | linkid | laneno | volume | speed | occu |
|-------|------------|--------------|------------|--------|-------|------|
| 1 | VDR0806 | 201407010035 | 1650027200 | 3 | 3 | 61 |
| 2 | VDR0803 | 201407010035 | 1640012000 | 3 | 18 | 51 |
| 3 | VDR0803 | 201407010035 | 1640011900 | 1 | 12 | 52 |
| 4 | VDR0803 | 201407010035 | 1640011900 | 2 | 18 | 59 |
| 5 | VDR0206 | 201407010035 | 1650057200 | 3 | 42 | 48 |
| 6 | VDR0304 | 201407010035 | 1630027600 | 3 | 30 | 45 |
| 7 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025800 | 4 | 12 | 49 |
| 8 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025800 | 3 | 51 | 54 |
| 9 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025700 | 4 | 63 | 62 |
| 10 | VDR0306 | 201407010035 | 1650012100 | 1 | 27 | 56 |
| 11 | VDR0306 | 201407010035 | 1650012100 | 4 | 3 | 43 |
| 12 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 2 | 33 | 61 |
| 13 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 3 | 33 | 53 |
| 14 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025700 | 2 | 39 | 78 |
| 15 | VDR0803 | 201407010035 | 1640012000 | 1 | 12 | 50 |
| 16 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 4 | 3 | 10 |
| 17 | VDR0805 | 201407010035 | 1650028500 | 1 | 3 | 47 |
| 18 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056800 | 3 | 45 | 50 |
| 19 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056800 | 2 | 30 | 65 |
| 20 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056700 | 4 | 45 | 64 |
| 21 | VDR0304 | 201407010035 | 1630027500 | 3 | 33 | 49 |
| 22 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 5 | 6 | 50 |
| 23 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 3 | 36 | 53 |
| 24 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 2 | 45 | 65 |
| 25 | VDR0805 | 201407010050 | 1650028600 | 1 | 27 | 78 |
| 26 | VDR0803 | 201407010050 | 1640012000 | 3 | 27 | 45 |
| 27 | VDR0307 | 201407010050 | 1630025700 | 4 | 48 | 65 |
| 28 | VDR0308 | 201407010050 | 1630027100 | 2 | 21 | 62 |
| 29 | VDR0306 | 201407010050 | 1650012200 | 3 | 45 | 55 |
| 30 | VDR0306 | 201407010050 | 1650012200 | 1 | 15 | 63 |
| 31 | VDR0606 | 201407010050 | 1640014900 | 3 | 15 | 58 |
| 32 | VDR0803 | 201407010050 | 1640012000 | 1 | 15 | 53 |

| linkid | statmidate | vdsid | speed |
|--------|------------|--------------|------------|
| 1 | 1850130100 | 201401011240 | VDS0026 57 |
| 2 | 1860095200 | 201401011040 | VDS0100 52 |
| 3 | 1850134200 | 201401011335 | VDS0024 42 |
| 4 | 1850130100 | 201401010210 | VDS0026 67 |
| 5 | 1850134200 | 201401012155 | VDS0024 47 |
| 6 | 1850134200 | 201401012130 | VDS0024 45 |
| 7 | 1850129200 | 201401010100 | VDS0025 48 |
| 8 | 1850012300 | 201401012120 | VDS0016 51 |
| 9 | 1860070700 | 201401012125 | VDS0022 57 |
| 10 | 1860095200 | 201401011020 | VDS0100 59 |
| 11 | 1850012300 | 201401011735 | VDS0016 46 |
| 12 | 1850129200 | 201401010300 | VDS0025 55 |
| 13 | 1860070800 | 201401011835 | VDS0099 48 |
| 14 | 1850012300 | 201401011900 | VDS0016 48 |
| 15 | 1850134200 | 201401010110 | VDS0024 46 |
| 16 | 1860070800 | 201401011120 | VDS0099 55 |
| 17 | 1850130100 | 201401021240 | VDS0026 56 |
| 18 | 1850012300 | 201401011055 | VDS0016 50 |
| 19 | 1860095100 | 201401010815 | VDS0015 58 |
| 20 | 1860070700 | 201401010730 | VDS0022 60 |
| 21 | 1850012501 | 201401011830 | VDS0027 56 |
| 22 | 1860070800 | 201401020710 | VDS0099 48 |
| 23 | 1860070800 | 201401021830 | VDS0099 47 |
| 24 | 1860070800 | 201401020700 | VDS0099 46 |
| 25 | 1860095200 | 201401020420 | VDS0100 55 |
| 26 | 1850012300 | 201401020015 | VDS0016 59 |
| 27 | 1860095200 | 201401022145 | VDS0100 45 |
| 28 | 1860070700 | 201401011635 | VDS0022 59 |
| 29 | 1850134200 | 201401011435 | VDS0015 53 |
| 30 | 1860095100 | 201401021335 | VDS0015 53 |
| 31 | 1850012501 | 201401011140 | VDS0027 57 |
| 32 | 1850010545 | 201401010545 | VDS0024 55 |

<대전광역시>

<인천광역시>

<자료 통합 후>

<그림 20> 지자체별 통행속도자료의 통합

6) 통행속도 자료의 전처리

- 원시데이터(Raw data)의 자료 정확성이 자료수집단계에서부터 높다면 분석에서의 신뢰성이 나 가공절차가 용이할 수 있음
- 그러나 실시간 정보를 수집하는 교통정보자료의 경우 자료 수집을 담당하는 서버문제 또는 정보통신으로 인한 자료 누락 등 정확성이 낮은 자료가 존재할 수 있음
- 이를 위해 자료를 분석하기 전에 아래 <표 55>와 같이 이상치를 구분하고 제거하는 전처리 과정이 필요함

<표 55> 데이터 전처리 과정

| 구분 | 오류 판단 기준 | 세부내용 |
|--------|---------------|--|
| Step 1 | 자료 데이터의 존재 여부 | 수집 데이터에서 속도>0 인데 교통량 0인 데이터 제외 |
| Step 2 | 연속 중복 데이터 | 해당링크 속도자료를 기준으로 날짜 또는 시간의 중복이 되는 경우 삭제 |
| Step 3 | 논리적인 오류 | 속도가 음수 혹은 100Km/hr 보다 크면 부적합처리 |
| Step 4 | 검지기 속도 반영 | 링크구간을 통합하여 통행시간을 산정 |

- Step1 : 자료 데이터의 존재여부

- 본 연구에서는 통행시간 분포를 이용하여 지표를 산정하는 것이 목표이기 때문에 원시 데이터인 통행속도를 통행시간으로 변환하는 작업이 필요함
- 이를 위해 통행속도와 구간길이를 이용하여 통행시간을 산정하기 때문에 속도자료가 0 인 경우 산출이 불가능하므로 수집 데이터에서 속도가 0으로 구성된 경우 해당 데이터 제외하였음
- 또한 속도는 0이지만 교통량이 0이 아닌 경우는 잘못된 자료로 판단 제거함

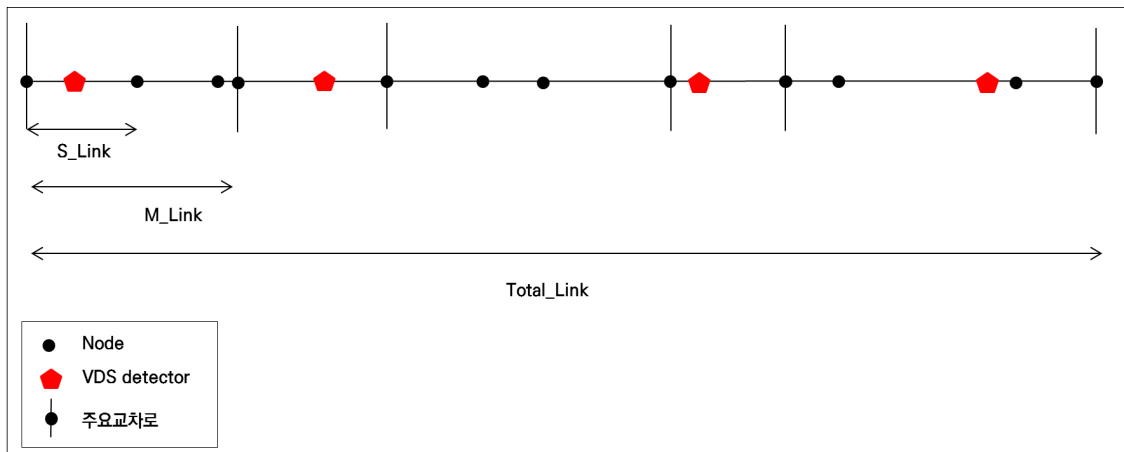
- Step2 : 연속 중복 데이터

- 실시간으로 교통정보가 수집되기 때문에 검지기 경우에는 오작동 또는 서버의 오류가 발생할 수 있고 이로 인해 교통정보가 수집되지 않는 경우가 생김
- 그 외에도 속도를 기준으로 생성날짜나 시간이 중복으로 일어나는 경우 이를 삭제하도록 함

- Step3 : 논리적인 오류

- 도로등급을 고려하여 일반적인 속도를 넘어가는 극단치의 경우 기준을 정하여 제외하는 것이 필요
- 도시부의 주간선도로의 경우 제한속도가 70km/h이지만 자료의 변동성을 고려하여 100km/h를 넘어가는 속도에 대해서는 제외토록 함

- Step4 : 검지기 속도 주변링크에 반영
 - 검지기 자료의 경우 검지기 위치가 있는 링크ID만 속도자료가 존재하기 때문에 검지기가 없는 링크구간을 통합하여 통행시간을 산정하는 절차가 필요함
 - 대상구간을 크게 도로의 등급 및 주요 간선도로의 교차로를 중심으로 구분하되 최소 1개 이상의 검지기가 포함 되도록 함
 - 검지기가 없는 링크의 경우 해당 구간의 검지기 속도를 가정으로 적용하여 통행 속도를 반영함
 - ITS표준링크 기준의 링크들(S_link)을 위의 기준에 따라 M_Link로 통합하여 동일한 검지기 속도 적용함



<그림 21> 링크구간의 통합절차

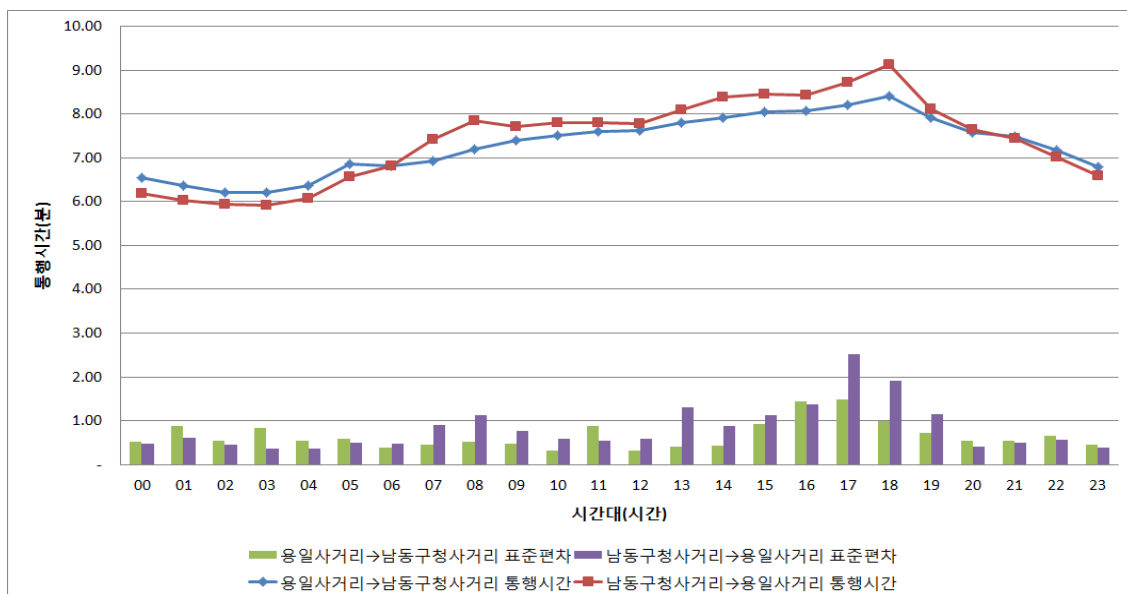
다. 기초 분석 결과

1) VDS 속도자료 특성

① 인천광역시

○ 연간 시간대별 통행시간 분포(인주대로)

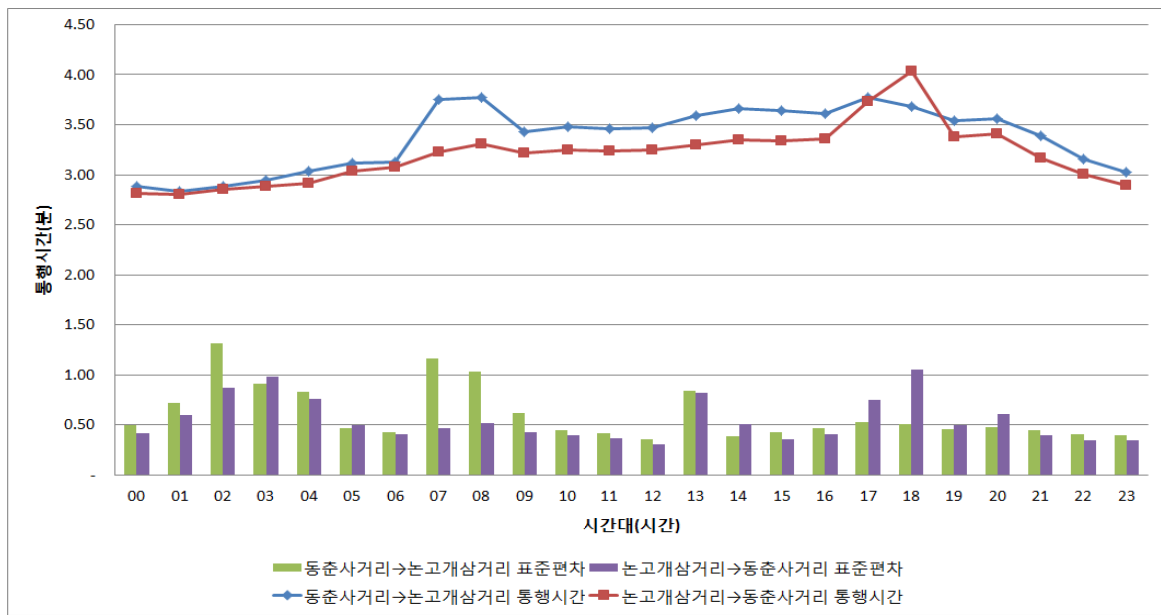
- 인천시의 인주대로를 기준으로 연간 통행시간을 산출한 결과 용일사거리→남동구청사거리의 통행시간은 평균 7.29분, 남동구청사거리→용일사거리의 통행시간은 7.41분으로 나타났음
- 방향별로 보았을 때 평균적으로 남동구청사거리→용일사거리 방향의 통행시간이 좀 더 높게 나타났으며 대전시의 주간선도로인 한밭대로보다는 오전/오후 첨두양상이 크게 보이지는 않은 것으로 분석됨
- 평균에 따른 통행시간의 표준편차의 경우 남동구청사거리→용일사거리 방향이 0.83로 용일사거리→남동구청사거리 방향의 표준편차 0.66보다 높게 나타났으며 대전시와 비슷하게 17~19시 사이의 표준편차의 차이가 큰 것으로 분석되었음



<그림 22> 인주대로 연간 통행시간 및 표준편차

○ 연간 시간대별 통행시간 분포(앵고개로)

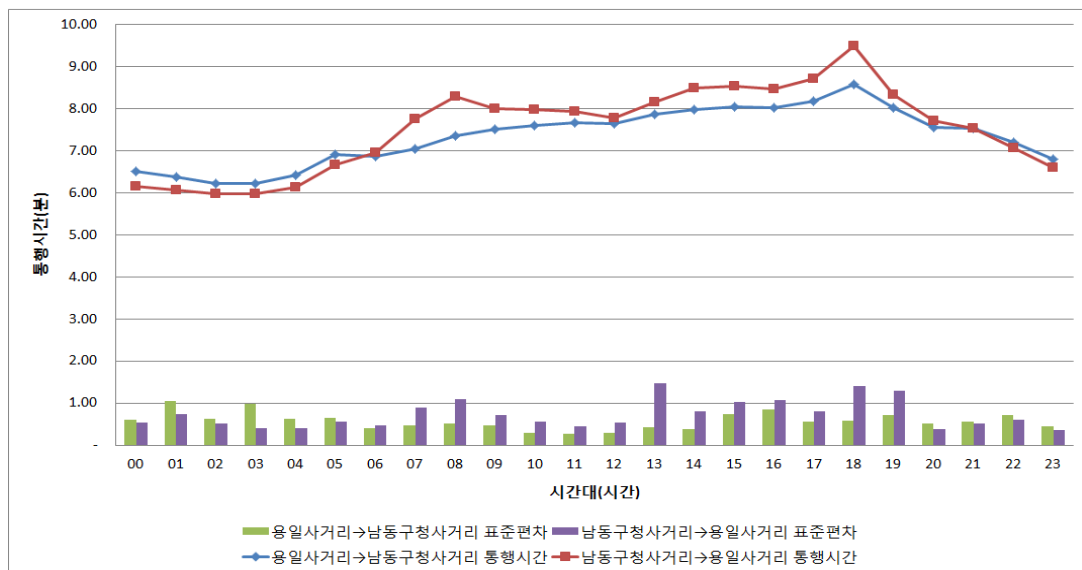
- 인천시 보조간선도로인 앵고개로의 경우 연간 통행시간을 산출한 결과 동춘사거리→논고개삼거리의 통행시간은 평균 3.37분, 논고개삼거리→동춘사거리의 통행시간은 3.20분으로 나타났음



<그림 23> 앵고개로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

○ 주중/주말시간대별 통행시간 분포(인주대로)

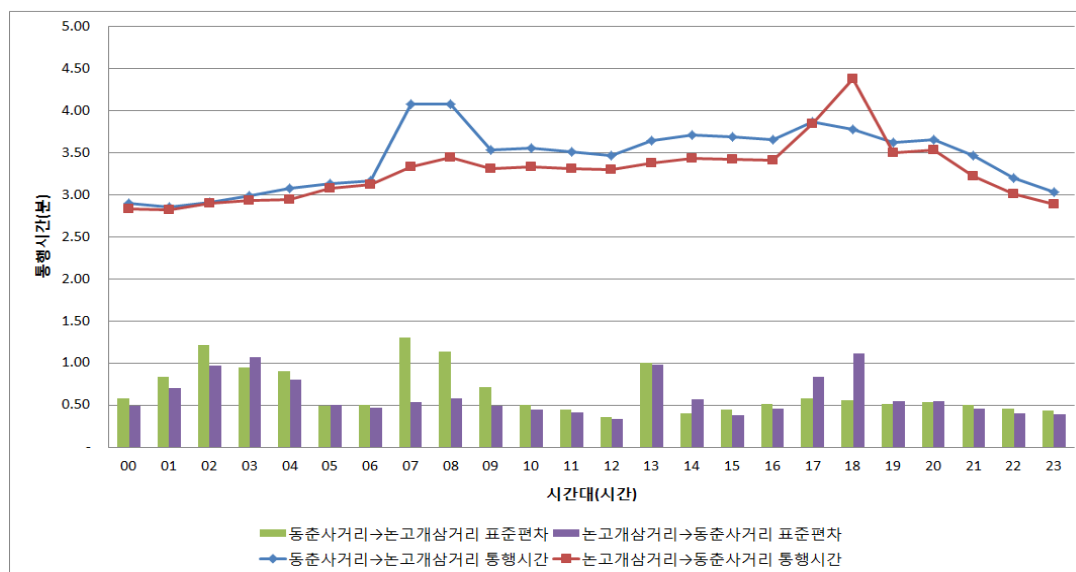
- 주중 통행시간을 산출한 결과 용일사거리→남동구청사거리 방향은 7.34분, 남동구청사거리→용일사거리 방향은 7.53분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 용일사거리→남동구청사거리 방향은 7.19분, 남동구청사거리→용일사거리 방향은 7.17분으로 비슷하게 분석됨
- 표준편차의 경우 주중보다는 주말이, 남동구청사거리→용일사거리 방향이 0.79로 높게 나타났으며 주말 17시에는 4.30으로 가장 높게 편차가 분석됨



<그림 24> 인주대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포

○ 주중/주말시간대별 통행시간 분포(앵고개로)

- 인천시의 앵고개로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 동춘사거리→논고개삼거리 방향은 3.44분, 논고개삼거리→동춘사거리 방향은 3.28분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 동춘사거리→논고개삼거리 방향은 3.21분, 논고개삼거리→동춘사거리 방향은 3.04분으로 비슷하게 분석됨



<그림 25> 앵고개로 주중 통행시간 및 표준편차 분포

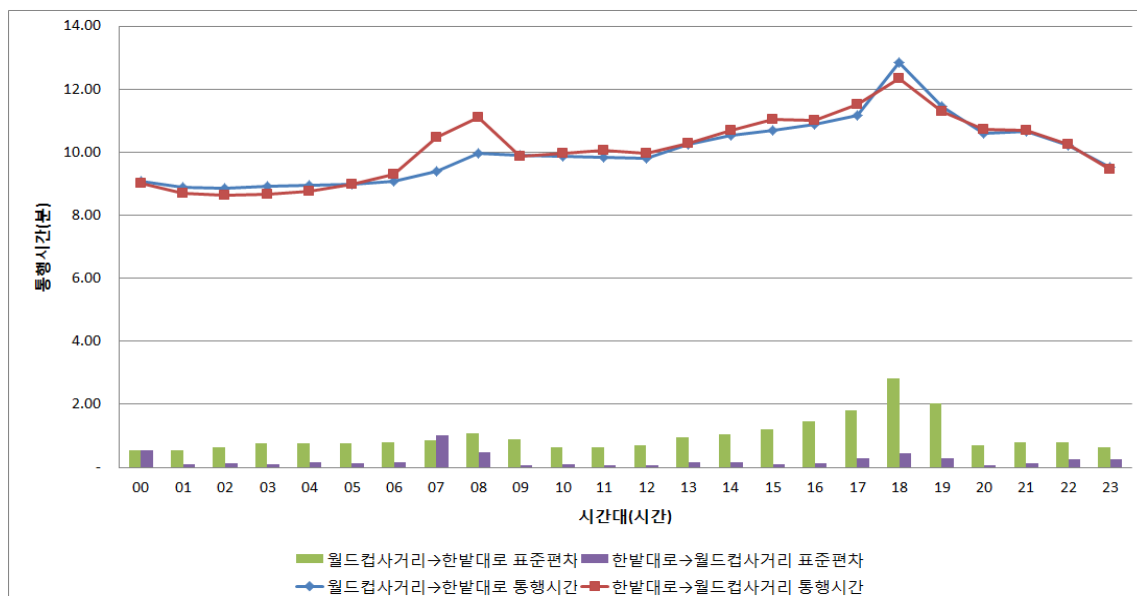
○ 오전첨두/오후첨두/비첨두 시간대별 통행시간 분포

- 인천시의 오전 첨두시간 분포를 분석한 결과 통행시간을 산출한 결과 인주대로와 앵고개로 크게 시간의 변화가 보이지 않음. 이는 전체적으로 인천시의 대상구간의 통행시간 분포변화가 크지 않기 때문인 것으로 판단됨
- 인주대로의 경우 오전 첨두시간대의 평균 통행시간은 7.06분(용일사거리→남동구청사거리), 7.63분(남동구청사거리→용일사거리)으로 나타났으며 오후에는 8.17분(용일사거리→남동구청사거리), 8.62분(남동구청사거리→용일사거리)으로 분석되었음
- 앵고개로의 경우 오전 첨두시간대의 평균 통행시간은 3.76분(동춘사거리→논고개삼거리), 3.27분(논고개삼거리→동춘사거리)으로 나타났으며 오후에는 3.61분(동춘사거리→논고개삼거리), 3.17분(논고개삼거리→동춘사거리)으로 분석되었음
- 비첨두시간대는 낮시간대인 9시~17시가 높게 나타났으며 각 방향별 차이가 크게 나타나지 않았음

② 대전광역시

○ 연간 시간대별 통행시간 분포(한밭대로)

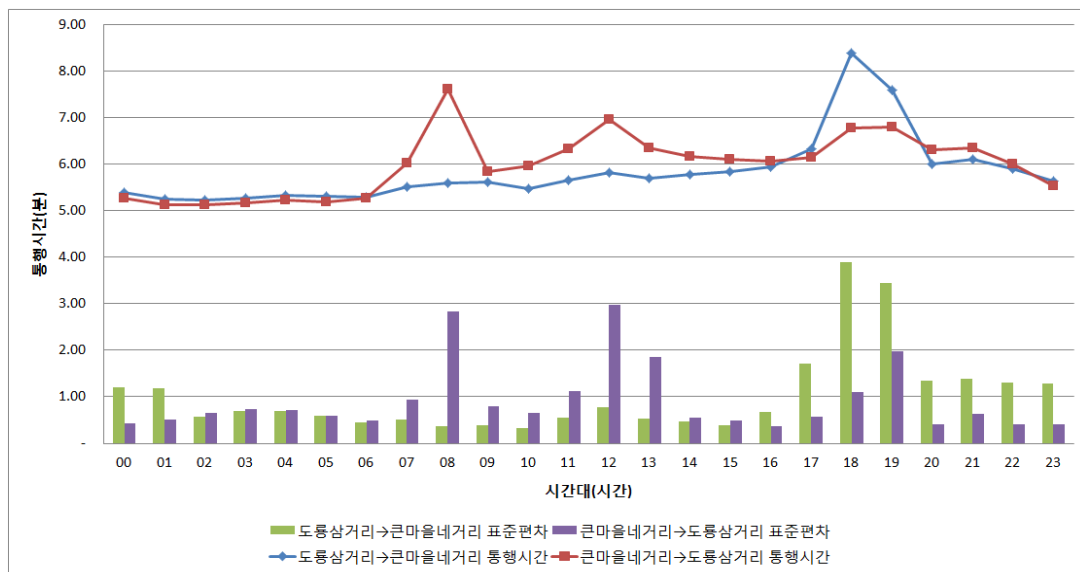
- 대전시의 한밭대로를 기준으로 연간 통행시간을 산출한 결과 월드컵사거리→한밭대로의 통행시간은 평균 10.03분, 한밭대로→월드컵사거리의 통행시간은 10.13분으로 나타났음
- 통행시간이 가장 긴 시간대는 양방향 모두 오전/오후 첨두시간 양상이 뚜렷이 보이며 오전 8시와 오후 6시에 가장 긴 통행시간을 가지는 것으로 분석되었음
- 평균에 따른 통행시간의 표준편차의 경우 월드컵사거리→한밭대로 방향이 0.99로 한밭대로→월드컵사거리방향의 표준편차 0.22보다 높게 나타났으며 특히 17~19시 사이의 표준편차의 차이가 큰 것으로 분석되었음



<그림 26> 한밭대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

○ 연간 시간대별 통행시간 분포(대덕대로)

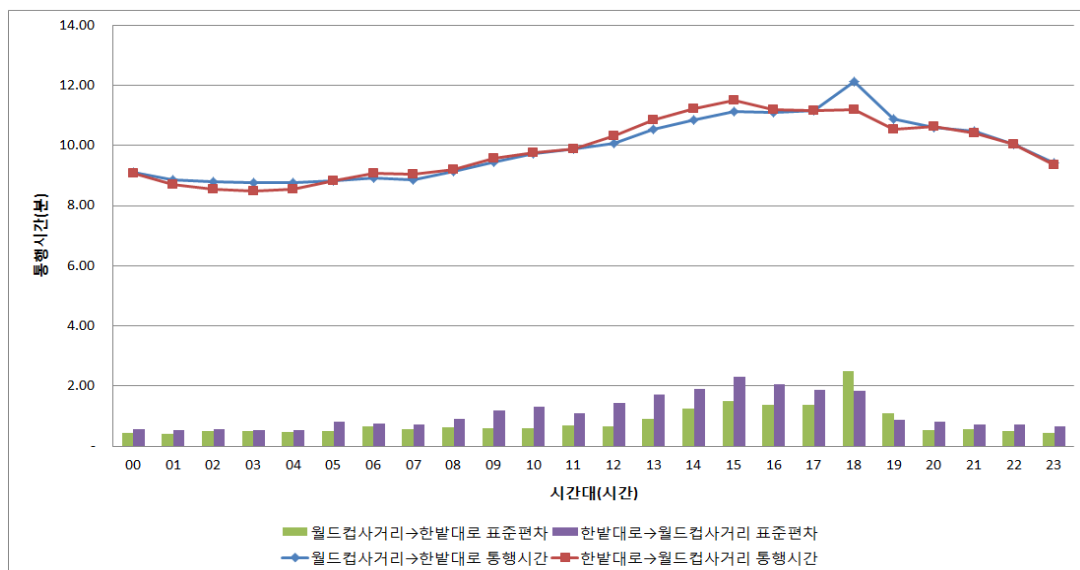
- 대전시의 대덕대로의 경우 연간 통행시간을 산출한 결과 도룡삼거리→큰마을네거리의 통행시간은 평균 5.83분, 큰마을네거리→도룡삼거리의 통행시간은 5.99분으로 나타났음



<그림 27> 대덕대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

○ 주중/주말시간대별 통행시간 분포(한발대로)

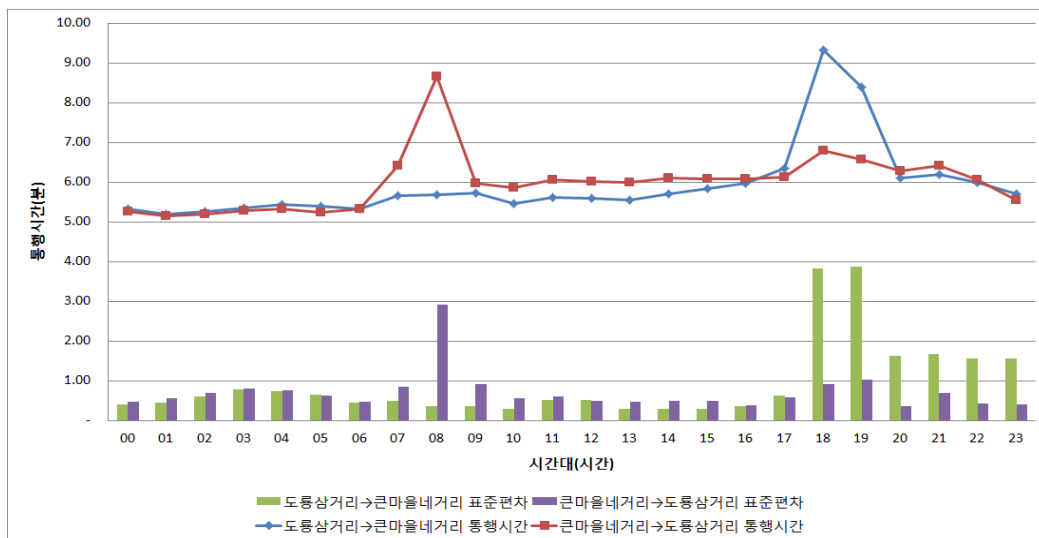
- 대전시의 한발대로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 월드컵사거리→한발대로사거리 방향은 10.09분, 한발대로→월드컵사거리방향은 10.25분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 월드컵사거리→한발대로사거리 방향은 9.90분, 한발대로→월드컵사거리방향은 9.89분으로 비슷하게 분석됨
- 주말보다는 주중의 통행시간이 출퇴근시간대에 증가하는 것으로 나타났으며 주말의 경우 오전보다는 오후시간대에 통행시간이 높게 분석됨



<그림 28> 한발대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포

○ 주중/주말시간대별 통행시간 분포(대덕대로)

- 대전시의 대덕대로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 도룡삼거리→큰마을네거리 방향은 5.92분, 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 5.99분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 도룡삼거리→큰마을네거리 방향은 5.64분, 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 5.97분으로 비슷하게 분석됨
- 대덕대로는 대전시의 도심부를 교차하면서 남북으로 이어지는 도로이기 때문에 지역간 통행이나 특히 출퇴근시간에 영향이 눈에 띄게 나타나는 것으로 판단됨



<그림 29> 대덕대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포

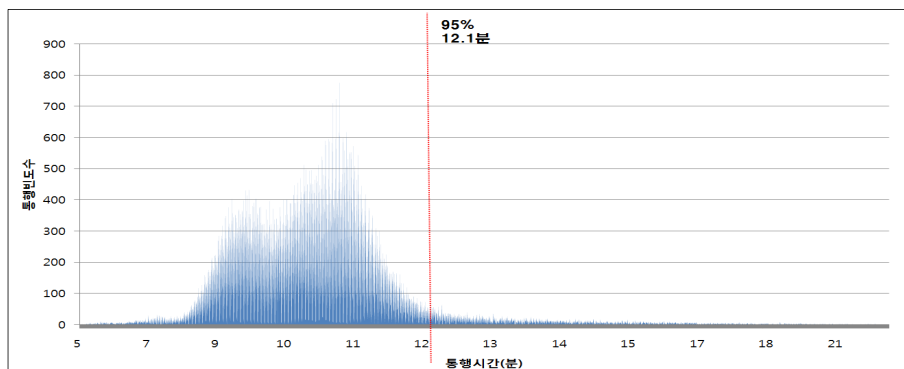
○ 오전첨두/오후첨두/비첨두 시간대별 통행시간 분포

- 대전시의 한밭대로를 기준으로 통행시간을 산출한 결과 오후(18시~19시) 첨두시간대 보다 오전(07~08시)첨두시간대에 통행시간이 집중되어 있는 것으로 나타남
- 한밭대로 오전 첨두시간대의 통행시간은 방향별로 각각 10.8분(월드컵사거리→한밭대로사거리), 9.6분(한밭대로사거리→월드컵사거리)으로 나타났으며 오후에는 11.8분(월드컵사거리→한밭대로사거리), 12.1분(한밭대로사거리→월드컵사거리)으로 분석되었음
- 대덕대로의 경우 평균 통행시간은 오전첨두시간은 5.56분(도룡삼거리→큰마을네거리), 6.81분(큰마을네거리→도룡삼거리)으로 분석되었으며 오전 8시 35분의 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 9.01분으로 가장 높은 통행시간이 걸리는 것으로 나타났음
- 오후 첨두시간에는 반대로 도룡삼거리→큰마을네거리방향이 높게 나타나 평균 7.99분으로 나타났음
- 비첨두시간대는 새벽시간대인 00시~06시, 낮시간대인 9시~17시, 저녁시간대인 20~23시로 구분될 수 있으며 통행시간을 분석한 결과 한밭대로는 평균 9.85분(월드컵사거리→한밭대

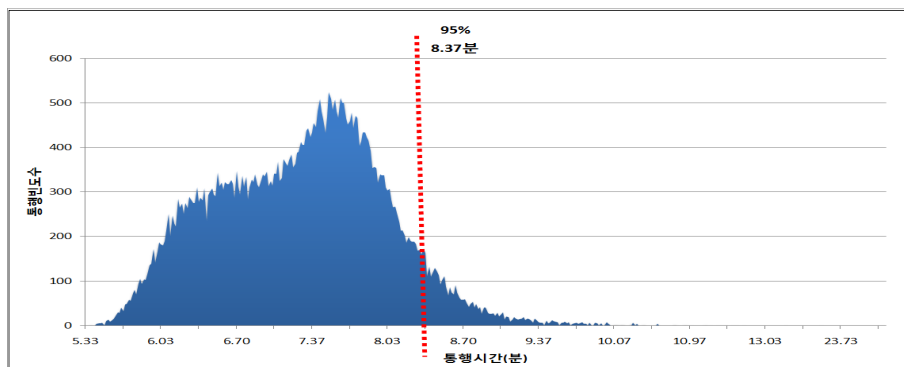
로사거리), 9.89분(한밭대로사거리→월드컵사거리)로 나타났고 대덕대로는 평균 5.64분(도룡삼거리→큰마을네거리), 5.82분(큰마을네거리→도룡삼거리)으로 분석되었음

③ 통행시간별 빈도분포

- 대전시의 월드컵사거리→한밭대로를 기준으로 통행시간대별로 빈도분포를 아래와 같이 나타낸 결과 왼쪽으로 치우쳐진 분포가 나타났음
 - 통행시간은 10분~11분대 통행이 가장 많이 나타났으며, 95%기준의 통행시간은 각각 12.1분(월드컵사거리→한밭대로)으로 나타났음
- 인천시 용일사거리→남동구청사거리 기준으로 통행시간 빈도분포를 아래와 같이 나타낸 결과 한밭대로와 비슷하게 왼쪽으로 치우쳐진 분포가 나타났음
 - 통행시간은 7분~8분대 통행이 가장 많이 나타났으며, 95%기준의 통행시간은 각각 8.37분으로 나타났음
- 아래와 같은 방향별 통행시간과 빈도분석들을 통해 중위수, 평균 통행시간, 95%시간 등을 분석할 수 있으며 이러한 자료들을 이용하여 신뢰성 지표산정을 산출할 수 있음



<그림 30> 대전 월드컵사거리~한밭대로사거리 통행시간대별 빈도분포



<그림 31> 인천 용일사거리→남동구청사거리 통행시간대별 빈도분포

2) 내비게이션 속도 자료 특성

- 본 절에서는 현재 국가교통DB센터와 ‘현대엠엔소프트사’와의 업무협약에 의해 협조된 내비게이션 속도자료를 이용하여 통행시간 신뢰성 지표를 산정하는데 어떠한 자료가 더 적합한지를 파악하기 위해 검지기자료와의 통행시간의 분포와 특성을 추가로 비교분석 하였음
- 본 자료의 개별차량 속도자료를 기준으로 인천시와 대전시의 대상구간을 지나가는 기본적인 자료 특성을 살펴보았으며 현황은 아래 <표 56>과 같음
- 속도자료들을 요청하여 받은 결과 2014년을 기준으로 약 16,896,822개의 자료가 추출되었으며 차량은 총 134,023대가 통행한 것으로 나타났음
- 검지기 자료와의 비교분석을 위해 우선 내비게이션 자료의 전처리과정을 수행하였으며 다음과 같은 특성이 나타남
 - 대전 한밭대로의 경우 9개의 링크에 대해 차량 속도 자료가 존재 하지 않음
 - 자료가 수집되어 올라오는 시간이 중복 되는 경우가 존재함
 - 특정 시간대에 자료가 부재한 경우가 다수 존재

<표 56> 대상구간 자료 수집현황

| 구분 | | 자료 내용 | |
|-----------|-----|--------------------------|---|
| 수집방법 | | 개별차량에 장착된 내비게이션 주행이력자료 | |
| 수집내용 | | 해당링크를 통행한 차량의 통행속도 | |
| 수집기간 | | 2014.01~2014.12 | |
| 수집단위 | | GPS를 통해 수집(4초~10초사이의 간격) | |
| 수집 자료수 | 자료수 | 인천 | 4,008,234개(인주대로: 3,306,419개, 앵고개로: 701,815개) |
| | | 대전 | 12,888,588개(한밭대로: 8,229,251개, 대덕대로: 4,659,337개) |
| | 차량수 | 인천 | 83,589대(인주대로: 58,019대, 앵고개로: 25,570대) |
| | | 대전 | 110,915대(한밭대로: 65,898대, 대덕대로: 45,017대) |
| | 링크수 | 인천 | 44개(인주대로: 28개, 앵고개로: 16개) |
| | | 대전 | 117개(한밭대로: 71대, 대덕대로: 46대) |

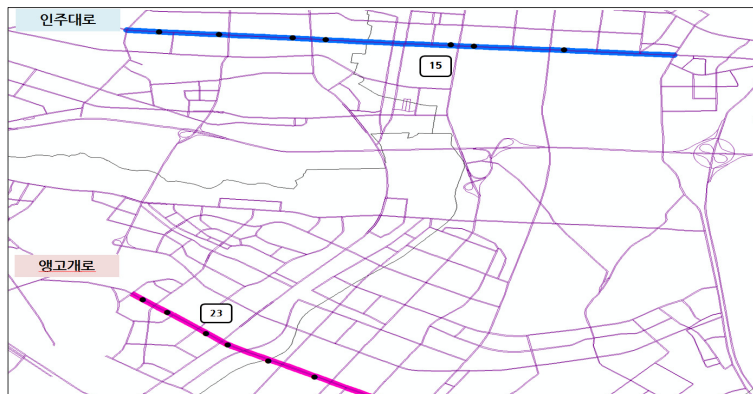
3) VDS 속도자료와 내비게이션 속도자료의 비교분석

① 대상링크 선정

- 내비게이션 자료의 경우 시간대별로 특정 링크의 자료가 존재하지 않는 경우가 있어 대상구간 전체의 통행시간 분포에 대한 분석이 어려워 단일링크를 대상으로 통행시간 분포를 비교 분석하였음

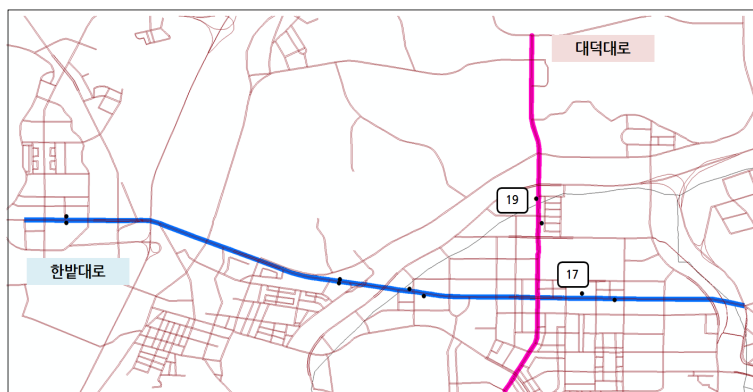
- 단일링크는 ITS 표준노드 링크기준으로 각 대상구간에서 지점 검지기가 설치 된 링크와 내비게이션 속도자료가 동시에 존재하는 링크를 선정하였음
- 선정된 단일링크는 아래 <표 57> 및 <표 58>과 같음

<표 57> 인천시의 비교대상 분석링크 및 속성



| | | |
|----------|------------|------------|
| 링크ID | 1650057100 | 1640012000 |
| 도로 | 인주대로 | 앵고개로 |
| 방향 | 서→동 | 동→서 |
| 링크길이 (m) | 288 | 336 |

<표 58> 대전시의 비교대상 분석링크 및 속성



| | | |
|----------|------------|------------|
| 링크ID | 1850130100 | 1850012501 |
| 도로 | 한밭대로 | 대덕대로 |
| 방향 | 동→서 | 북→남 |
| 링크길이 (m) | 340 | 265 |

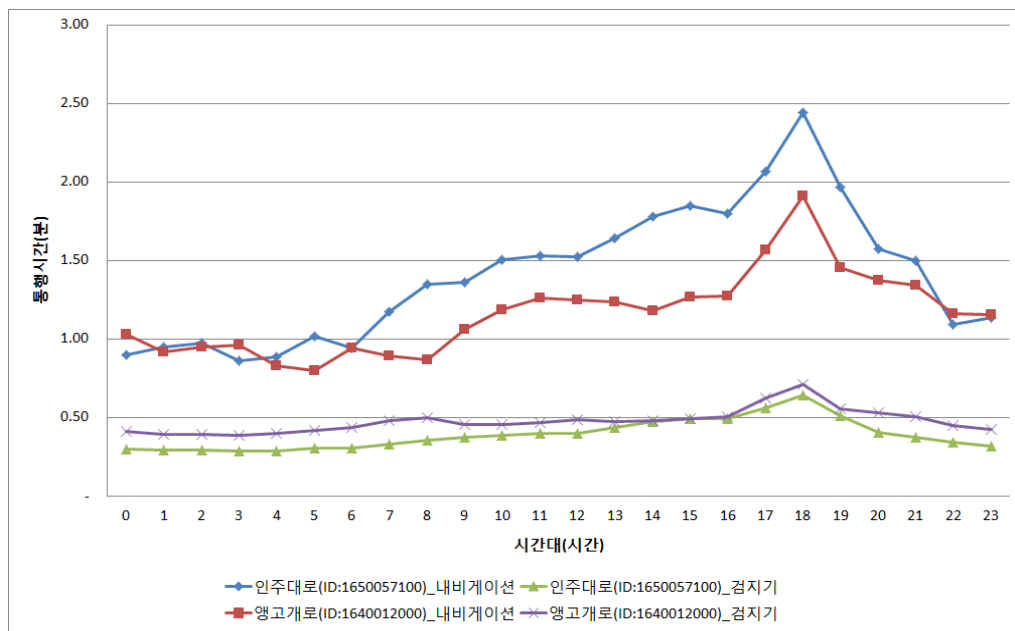
② 연간 통행시간 비교

- 통행속도 자료를 내비게이션 자료와 검지기 자료로 구분하여 시간대별 연간 통행시간을 아래와 같이 비교하였음
- 검지기자료의 통행시간은 단일링크로 구간길이가 짧지만 두 지역 모두 위의 ‘VDS속도자료 특성’에서 분석된 것과 비슷한 추이를 보이고 있음
- 내비게이션 자료를 이용한 통행시간의 경우 전체적인 도로구간에서 검지기 수집 통행시간보다 높게 분석되었으며 특히 인천시의 평균 시간대별 통행시간은 대전시보다 큰 차이를 보이는 것으로 나타남

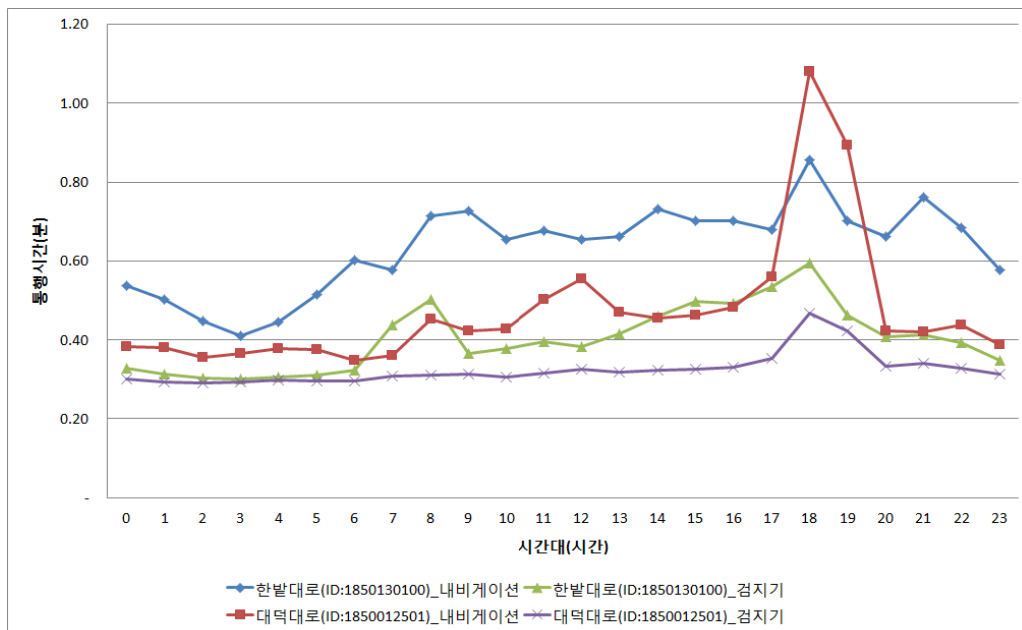
- 시간대별로 보았을 때 새벽시간대는 내비게이션 자료와 검지기 속도자료의 차이가 없이 비슷하였지만 실제 통행량이 많은 오전 시간대부터 크게 차이가 발생함. 검지기의 경우 시간대별 변동성이 크지 않은 반면 내비게이션 속도자료는 변동성이 큼

<표 59> 대상지역 링크별 연간 통행시간 (단위:분)

| 시간 | 인천_인주대로 (ID: 1650057100) | | 인천_앵고개로 (ID: 1640012000) | | 대전_한밭대로 (ID: 1850130100) | | 대전_대덕대로 (ID: 1850012501) | |
|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 |
| 00 | 0.90 | 0.30 | 1.03 | 0.41 | 0.54 | 0.33 | 0.38 | 0.30 |
| 01 | 0.95 | 0.30 | 0.92 | 0.40 | 0.50 | 0.31 | 0.38 | 0.29 |
| 02 | 0.97 | 0.29 | 0.95 | 0.39 | 0.45 | 0.30 | 0.36 | 0.29 |
| 03 | 0.87 | 0.29 | 0.96 | 0.39 | 0.41 | 0.30 | 0.37 | 0.29 |
| 04 | 0.89 | 0.29 | 0.83 | 0.40 | 0.44 | 0.30 | 0.38 | 0.30 |
| 05 | 1.02 | 0.31 | 0.80 | 0.42 | 0.52 | 0.31 | 0.38 | 0.30 |
| 06 | 0.94 | 0.31 | 0.94 | 0.44 | 0.60 | 0.32 | 0.35 | 0.29 |
| 07 | 1.18 | 0.33 | 0.89 | 0.48 | 0.58 | 0.44 | 0.36 | 0.31 |
| 08 | 1.35 | 0.36 | 0.87 | 0.50 | 0.71 | 0.50 | 0.45 | 0.31 |
| 09 | 1.37 | 0.37 | 1.06 | 0.46 | 0.73 | 0.36 | 0.42 | 0.31 |
| 10 | 1.51 | 0.39 | 1.19 | 0.45 | 0.65 | 0.38 | 0.43 | 0.31 |
| 11 | 1.53 | 0.40 | 1.26 | 0.47 | 0.68 | 0.40 | 0.50 | 0.32 |
| 12 | 1.53 | 0.40 | 1.25 | 0.49 | 0.65 | 0.38 | 0.56 | 0.32 |
| 13 | 1.64 | 0.44 | 1.24 | 0.48 | 0.66 | 0.42 | 0.47 | 0.32 |
| 14 | 1.78 | 0.47 | 1.18 | 0.48 | 0.73 | 0.46 | 0.45 | 0.32 |
| 15 | 1.85 | 0.49 | 1.27 | 0.50 | 0.70 | 0.50 | 0.46 | 0.32 |
| 16 | 1.80 | 0.49 | 1.27 | 0.51 | 0.70 | 0.49 | 0.48 | 0.33 |
| 17 | 2.07 | 0.56 | 1.57 | 0.63 | 0.68 | 0.54 | 0.56 | 0.35 |
| 18 | 2.44 | 0.64 | 1.91 | 0.72 | 0.86 | 0.59 | 1.08 | 0.47 |
| 19 | 1.97 | 0.51 | 1.46 | 0.56 | 0.70 | 0.46 | 0.89 | 0.42 |
| 20 | 1.57 | 0.41 | 1.38 | 0.53 | 0.66 | 0.41 | 0.42 | 0.33 |
| 21 | 1.50 | 0.38 | 1.35 | 0.50 | 0.76 | 0.41 | 0.42 | 0.34 |
| 22 | 1.10 | 0.34 | 1.17 | 0.45 | 0.69 | 0.39 | 0.44 | 0.33 |
| 23 | 1.14 | 0.32 | 1.16 | 0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.39 | 0.31 |
| 평균 | 1.41 | 0.39 | 1.16 | 0.48 | 0.63 | 0.40 | 0.47 | 0.32 |
| 표준편차 | 0.42 | 0.09 | 0.26 | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.17 | 0.04 |



<그림 32> 인천시 대상링크의 통행시간

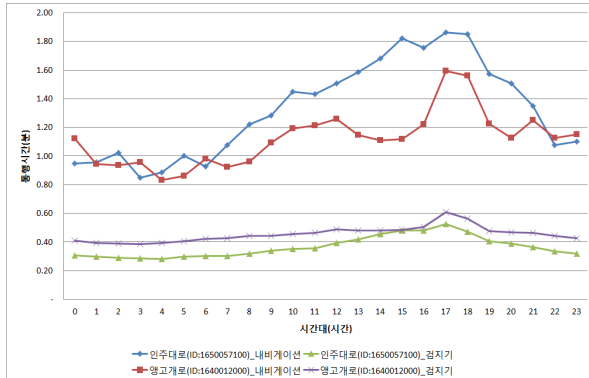


<그림 33> 대전시 대상링크의 통행시간

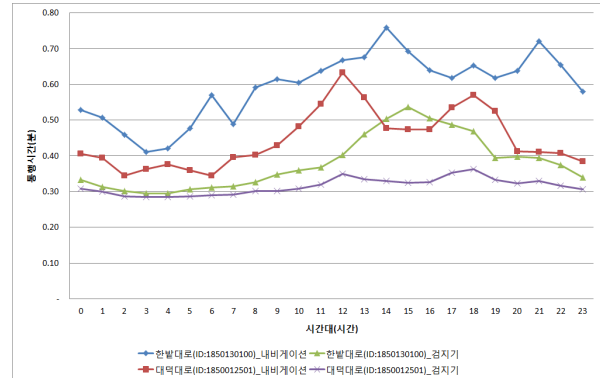
③ 주중/주말 통행시간 비교

- 자료형태에 따른 주중/주말의 통행시간은 아래 표와 같이 나타내었음
- 주중 및 주말의 경우에도 검지기 자료보다 내비게이션 자료의 변동성이 크게 나타나며 특히 대전시의 내비게이션 주말자료의 경우 시간특성에 따른 일관성이 적음

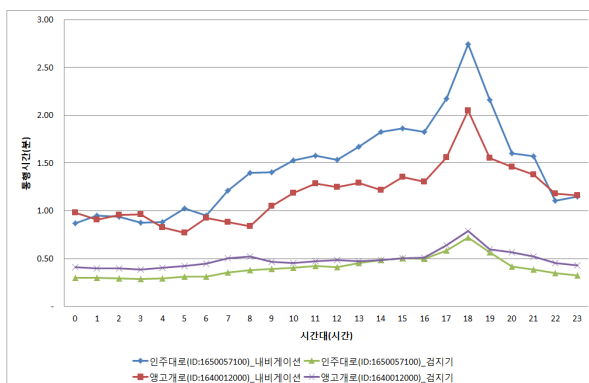
- 주말 및 주중 통행시간 또한 내비게이션 속도자료가 높게 분석되었으며 인천시의 자료수집 별 통행시간 차이가 큰 것으로 나타났음



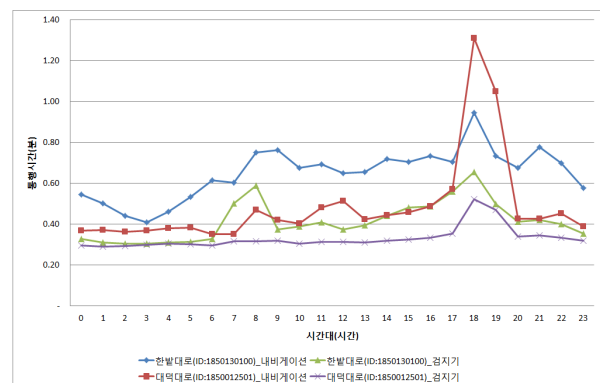
<그림 34> 인천시 주말 통행시간 비교



<그림 35> 대전시 주말 통행시간 비교



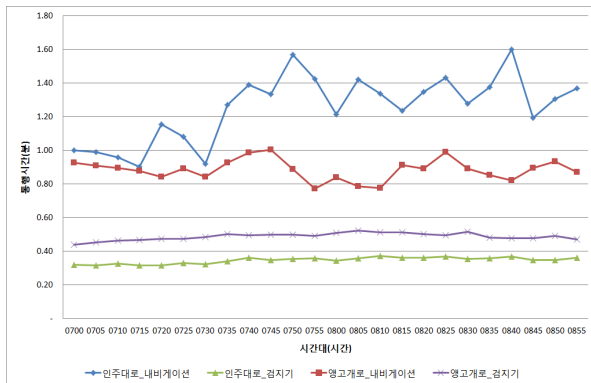
<그림 36> 인천시 주중 통행시간 비교



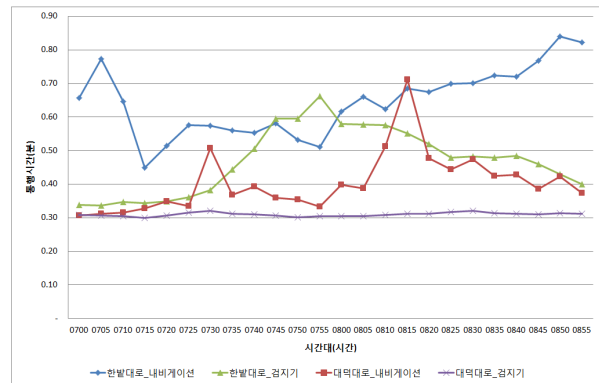
<그림 37> 대전시 주중 통행시간 비교

④ 첨두/비첨두 통행시간 비교

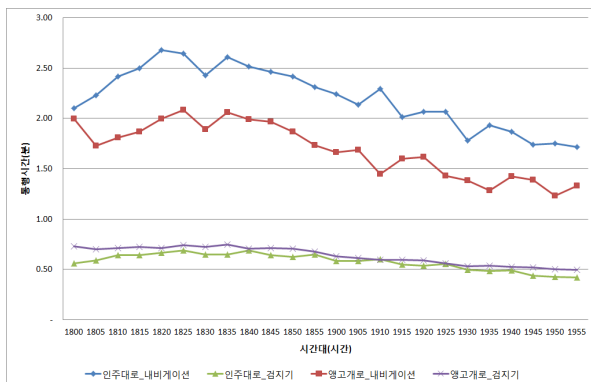
- 자료형태에 따른 첨두/비첨두 시간별 통행시간은 아래 표와 같이 나타내었음
- 오전첨두(7~9시)의 경우 인천시는 내비게이션의 통행시간이 검지기자료보다 높고 변동폭이 크게 나타났지만 대전시의 경우 검지기와 내비게이션 자료의 통행분포 추이가 다르게 분석되었음
- 오후첨두(18~20시)사이에는 좀더 완만한 통행시간 분포를 보이는 것으로 나타났고 비첨두시간의 경우 새벽/오후/밤의 경계가 되는 시간을 기준으로 통행시간의 변화를 보여주고 있음



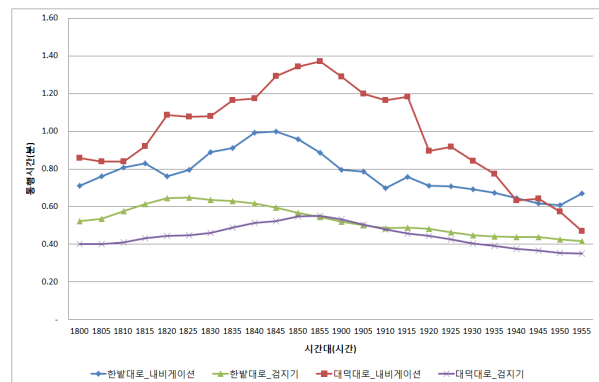
<그림 38> 인천시 오전첨두 통행시간 비교



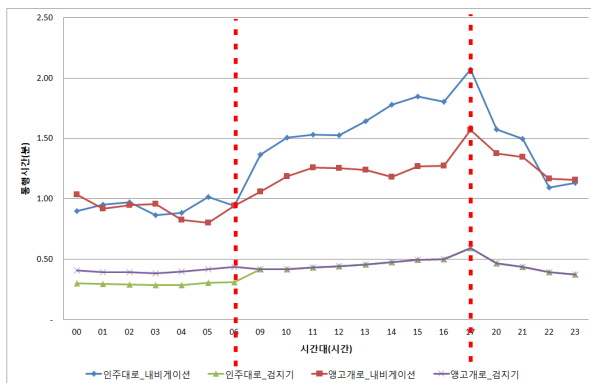
<그림 39> 대전시 오전첨두 통행시간 비교



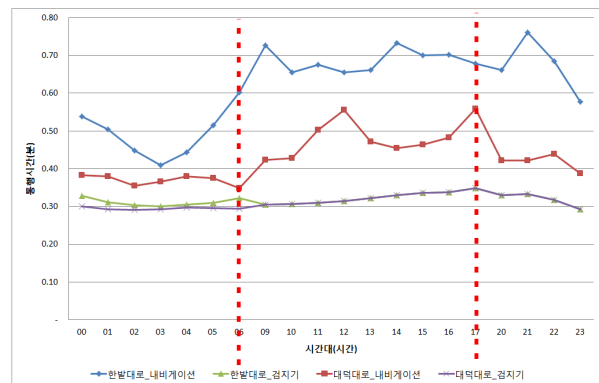
<그림 40> 인천시 오후첨두 통행시간 비교



<그림 41> 대전시 오후첨두 통행시간 비교



<그림 42> 인천시 비첨두 통행시간 비교



<그림 43> 대전시 비첨두 통행시간 비교

⑤ 소결

- 내비게이션자료와 검지기자료의 시간대별 통행시간을 분석한 결과 내비게이션으로 수집된 통행시간이 검지기의 통행시간보다 높게 나타났음

- 이처럼 동일 구간에서 동일 시간대의 통행시간에 차이가 발생하는 이유는 속도자료를 수집하는 방법이 다르기 때문에 나타나는 현상으로 보임. 즉, 내비게이션의 경우 개별차량이 해당 링크에 진출 및 진입시간을 기준으로 통행속도를 산정하고 있으나, 지점 검지기의 경우 특정지점을 지나가는 차량의 속도를 활용하여 통행속도를 수집하고 있음. 또한 해당 구간내에 신호 및 대기차량이 존재하기 때문에 지점속도를 수집하는 검지기보다는 구간속도로 수집되는 내비게이션의 통행속도를 저하시키는 영향을 끼치는 것으로 판단됨
- 본 연구에서 분석된 내비게이션 자료는 검지기자료와의 비교를 위하여 짧은수집기간과 대상 구간으로 분석에 일부 제한적인 부분이 존재함. 그렇기 때문에 표본율이 높지 않으며 완전한 개별 차량의 이동궤적을 추적하기에는 본 연구에서 무리가 있음
- 시간대별 표준편차의 결과 지점 검지기자료보다 내비게이션의 자료가 약간 높은 것으로 판단됨
 - 내비게이션 자료의 통행특성(예: 특정 시간대(새벽)의 통행시간이 높게 분석되는 등)에 대해 추가적인 검토가 필요할 것으로 보임
- 본 연구에서는 교통분야에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 검지기 자료를 활용하여 통행시간을 산정하고자 하며 두 자료의 비교결과 검지기 자료를 이용하여 통행시간 신뢰성 분석을 하는 것이 적합한 것으로 판단됨

4) 통행시간 신뢰성 지수산정

- 위와 같이 산출된 각 구간의 통행시간을 기준으로 통행시간 신뢰성 지수를 아래와 같이 산정하였음
- 신뢰성 지수산출을 위해 필요한 속도자료는 평균속도, 95% 속도, 이상속도 등 각 신뢰성 지수를 산정하는 방법마다 다르며 산정식에 대한 내용은 <표 15-41>을 참고하였으며 왜도 및 첨도 산출은 통계분석프로그램인 SPSS Statistics 22를 사용하였음

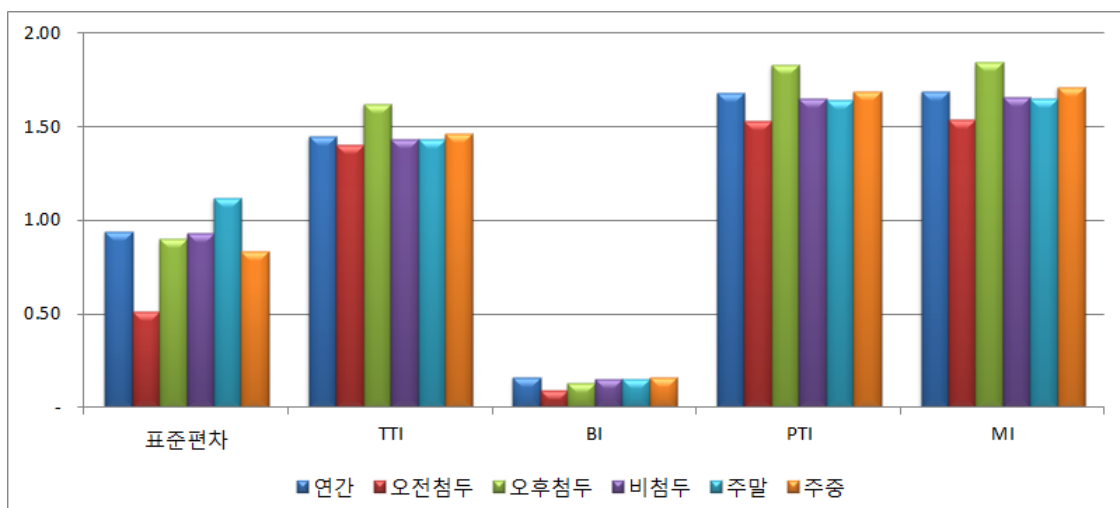
① 인천시 통행시간 신뢰성 산정

- 인주대로: 용일사거리→남동구청사거리(서→동 방향)
 - 인천시의 인주대로를 기준으로 방향별 신뢰성 지수는 아래 <표 60>과 <표 61>과 같음
 - 용일사거리→남동구청사거리 방향의 경우 연간 평균 통행시간이 7.29분이며 특히 오후첨두시(18시~20시)가 8.17분으로 가장 시간이 많이 걸리는 것으로 분석되었음

- 주말/주중의 경우 주중은 7.34분으로 주말의 7.19분보다 0.15분 높게 나타났으며 첨두 시간대로 구분된 결과보다 신뢰성지수의 차이가 크지 않은 것으로 분석되었음
- 정시도착을 위해 평균통행시간 대비 완충시간의 비율을 알려주는 완충지수(BI)의 경우 연간평균 0.16으로 나타났는데 예를 들어, 정시도착을 위해서는 평균 통행시간 대비 16%의 여유시간을 추가하는 의미로 분석될 수 있음
- 완충지수와 달리 총 통행시간을 보여주는 PTI와 MI의 경우 오후첨두시간이 각 1.83, 1.84로 가장 높게 나타났음
- PTI와 MI의 경우 산정식은 같고 산정변수(95th, 97.5th 통행시간)만 다르기 때문에 두 지수의 값이 비슷하게 산정된 것으로 보임

<표 60> 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 7.29 | 0.94 | 1.45 | 0.16 | 1.68 | 1.69 | 7.07 | 160.67 |
| 오전첨두 | 7.06 | 0.51 | 1.40 | 0.09 | 1.53 | 1.54 | 2.60 | 12.94 |
| 오후첨두 | 8.17 | 0.90 | 1.62 | 0.13 | 1.83 | 1.84 | 6.65 | 88.20 |
| 비첨두 | 7.23 | 0.93 | 1.43 | 0.15 | 1.65 | 1.66 | 7.97 | 192.22 |
| 주말 | 7.19 | 1.12 | 1.43 | 0.15 | 1.64 | 1.65 | 10.18 | 190.92 |
| 주중 | 7.34 | 0.83 | 1.46 | 0.16 | 1.69 | 1.71 | 3.33 | 90.30 |

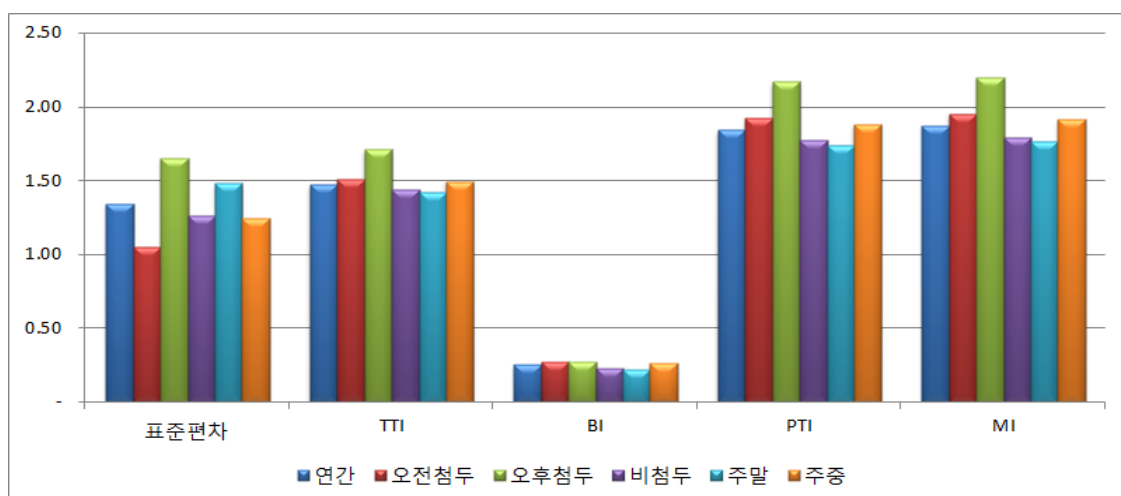


<그림 44> 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과

- 인주대로: 남동구청사거리→용일사거리(동→서 방향)
 - 남동구청사거리→용일사거리 방향은 연간 7.41분의 통행시간이 소요되는 것으로 분석되었으며 오전보다는 오후첨두시간이 8.62분으로 통행시간이 높았음
 - 주중/주말은 서→동방향과 마찬가지로 주말보다는 주중의 통행시간이 0.37분 높게 분석되었음
 - 완충지수의 경우 연간 통행시간 신뢰성지수는 0.25로 평균 통행시간 대비 25%의 추가시간이 필요하다고 분석되었으며 오전첨두와 오후첨두는 모두 0.27로 나타났음
 - 통행계획시간지수(PTI)와 지각통행지수(MI)의 경우 오후첨두는 각각 2.17과 2.20으로 높은 값을 나타냈는데 이는 자유교통류에서의 통행시간과 일정수준 이상의 통행시간(95th 또는 97.5th)의 상대적인 크기가 다른 시간대보다 높다는 것으로 분석됨
 - 즉, 오후첨두의 신뢰성지수가 높은 것은 그 시간대의 자유교통류의 통행시간 대비 변동성이 크다는 것을 의미함

<표 61> 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 7.41 | 1.34 | 1.47 | 0.25 | 1.84 | 1.87 | 8.48 | 300.63 |
| 오전첨두 | 7.63 | 1.05 | 1.51 | 0.27 | 1.92 | 1.95 | 2.14 | 7.29 |
| 오후첨두 | 8.62 | 1.65 | 1.71 | 0.27 | 2.17 | 2.20 | 8.13 | 125.62 |
| 비첨두 | 7.27 | 1.26 | 1.44 | 0.23 | 1.77 | 1.79 | 9.89 | 415.14 |
| 주말 | 7.16 | 1.48 | 1.42 | 0.22 | 1.74 | 1.76 | 14.42 | 493.65 |
| 주중 | 7.53 | 1.24 | 1.49 | 0.26 | 1.88 | 1.91 | 4.06 | 126.39 |

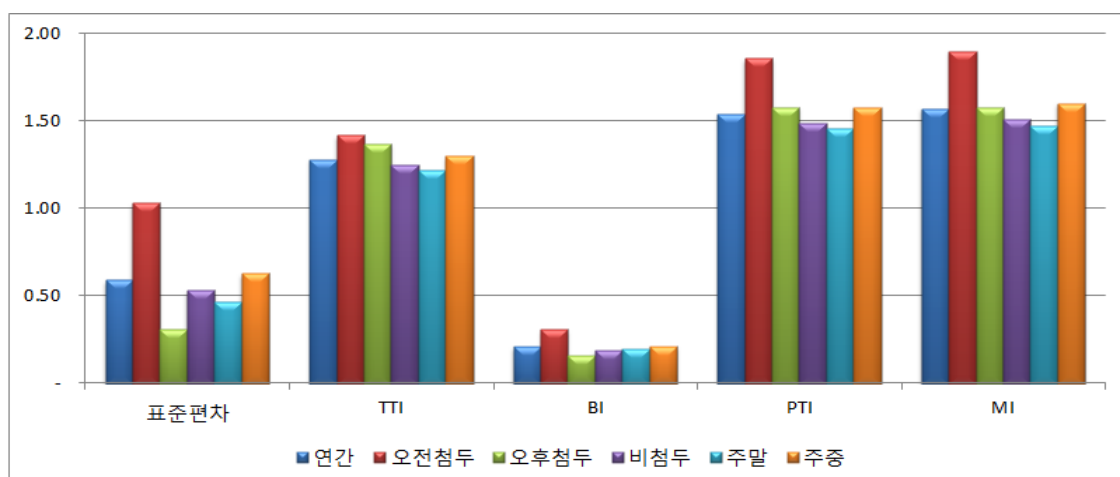


<그림 45> 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

- 앵고개로: 동춘사거리→논고개삼거리(서→동 방향)
 - 인천시의 보조간선도로 역할을 하고 있는 앵고개를 기준으로 통행시간 신뢰성 지수를 산정한 결과는 아래 <표 62>와 <표 63>과 같음
 - 방향별 기준으로 동춘사거리→논고개삼거리 방향은 연간 3.37분의 통행시간이 소요되며 오전첨두는 3.76분으로 오후첨두보다 0.15분 길게 분석되었음
 - 연간, 오전/오후/비첨두, 주중/주말을 구분하였을 때 오전첨두가 신뢰성지수가 모든 지수에서 높게 나타났으며 완충지수(BI)의 경우 0.31로 약 오후첨두보다 2배의 신뢰성지수로 높게 나타남. 즉 이 방향으로 오전에 통행을 하게 된다면 평균 통행시간 3.76분보다 31% 증가된 4.9분이 소요되는 것으로 해석됨
 - 요일로 보았을 때 주말의 평균 통행시간은 3.22분으로 완충시간 또는 총 통행시간을 기준으로 통행시간을 산정해도 주중보다 적게 소요되는 것으로 분석되었음

<표 62> 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 3.37 | 0.59 | 1.28 | 0.21 | 1.54 | 1.57 | 18.33 | 965.32 |
| 오전첨두 | 3.76 | 1.03 | 1.42 | 0.31 | 1.86 | 1.90 | 12.26 | 354.46 |
| 오후첨두 | 3.61 | 0.31 | 1.37 | 0.16 | 1.58 | 1.58 | 0.48 | 0.66 |
| 비첨두 | 3.31 | 0.53 | 1.25 | 0.19 | 1.49 | 1.51 | 21.21 | 1,289.97 |
| 주말 | 3.22 | 0.47 | 1.22 | 0.20 | 1.46 | 1.47 | 26.08 | 1,917.21 |
| 주중 | 3.45 | 0.63 | 1.30 | 0.21 | 1.58 | 1.60 | 17.24 | 830.19 |



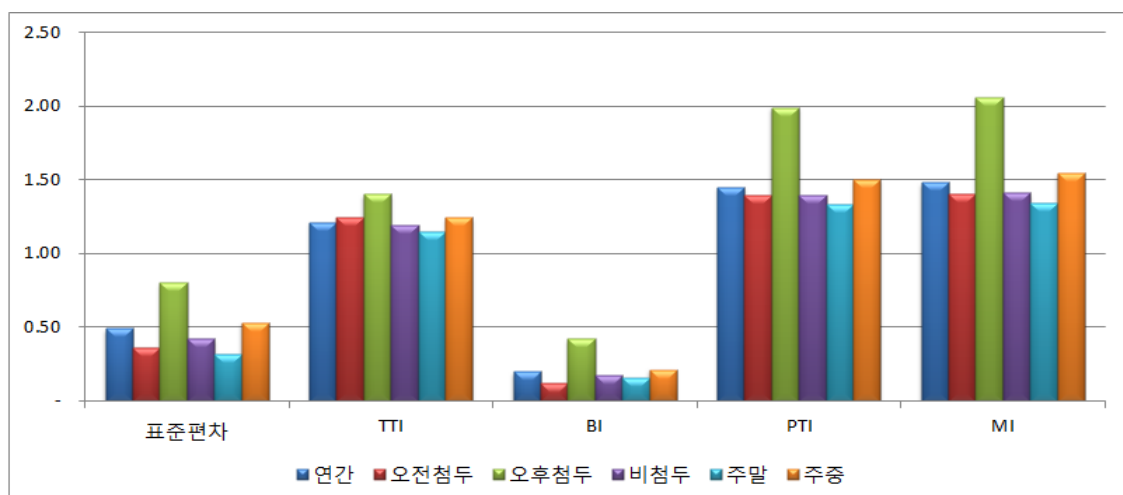
<그림 46> 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

○ 앵고개로: 논고개삼거리→동춘사거리(동→서 방향)

- 앵고개로의 동→서 방향을 기준으로 신뢰성지수를 산정한 결과 연간 통행시간은 3.20분으로 분석되었으며 완충지수는 0.2, 통행계획지수는 1.45, 지각통행지수는 1.48로 산정되었음
- 첨두시간으로 구분해 보면 앵고개로의 서→동방향과 반대로 오후첨두시간에 3.71분으로 오전첨두의 3.27분보다 통행시간이 더 높게 분석되었음
- 이러한 이유는 앵고개로 주변에 위치한 남동산업단지로 인하여 오전첨두시의 출근통행과 오후첨두시의 퇴근통행이 다른 주요도로보다 뚜렷이 나타나는 것으로 보임
- 오후첨두시의 완충지수는 0.42로 다른 첨두시 및 요일구분의 지수보다 높게 분석되었으며 통행계획지수와 지각통행지수 역시 높게 나타나 서→동 방향과 달리 퇴근시간대에 통행시간에 대한 변동성이 매우 높게 나타났음

<표 63> 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 3.20 | 0.49 | 1.21 | 0.20 | 1.45 | 1.48 | 11.77 | 627.56 |
| 오전첨두 | 3.27 | 0.36 | 1.24 | 0.12 | 1.39 | 1.40 | 3.51 | 23.97 |
| 오후첨두 | 3.71 | 0.80 | 1.40 | 0.42 | 1.99 | 2.06 | 2.68 | 10.09 |
| 비첨두 | 3.15 | 0.42 | 1.19 | 0.17 | 1.39 | 1.41 | 18.64 | 1,326.47 |
| 주말 | 3.04 | 0.32 | 1.15 | 0.16 | 1.33 | 1.34 | 10.43 | 500.64 |
| 주중 | 3.28 | 0.53 | 1.24 | 0.21 | 1.50 | 1.54 | 12.00 | 614.95 |



<그림 47> 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

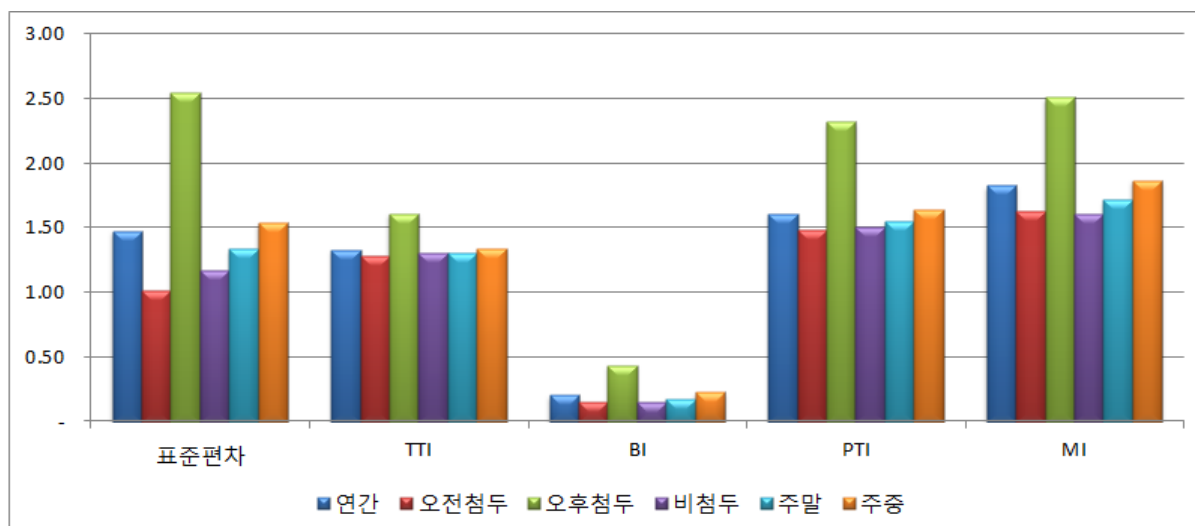
② 대전시 통행시간 신뢰성 산정

○ 한밭대로: 월드컵사거리→한밭대로(서→동 방향)

- 한밭대로 서→동 방향의 통행시간신뢰성 지수는 아래 <표 64>와 같음
- 구간길이 8.23km를 기준으로 연간 평균 통행시간은 10.03분으로 나타났으며 표준편차는 1.48로 분석되었음
- 완충지수(BI)는 평균0.21로 나타났으며 완충시간이 가장 많이 필요한 시간은 오후첨두시로 완충지수가 0.44로 나타나 오전첨두의 약 2.75배 높게 산정되었음
- 통행계획지수와 지각통행지수는 각각 연간평균 1.61과 1.83으로 산정되었으며 가장 높은 요일별, 시간별은 오후첨두시로 각 2.32와 2.51로 가장 높게 분석되었음

<표 64> 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 10.03 | 1.48 | 1.33 | 0.21 | 1.61 | 1.83 | 3.05 | 19.92 |
| 오전첨두 | 9.70 | 1.02 | 1.29 | 0.16 | 1.49 | 1.63 | 2.21 | 12.58 |
| 오후첨두 | 12.15 | 2.55 | 1.61 | 0.44 | 2.32 | 2.51 | 1.76 | 4.15 |
| 비첨두 | 9.85 | 1.17 | 1.31 | 0.15 | 1.51 | 1.61 | 2.73 | 27.64 |
| 주말 | 9.90 | 1.34 | 1.31 | 0.18 | 1.55 | 1.72 | 2.68 | 15.45 |
| 주중 | 10.09 | 1.54 | 1.34 | 0.23 | 1.64 | 1.87 | 3.14 | 20.75 |

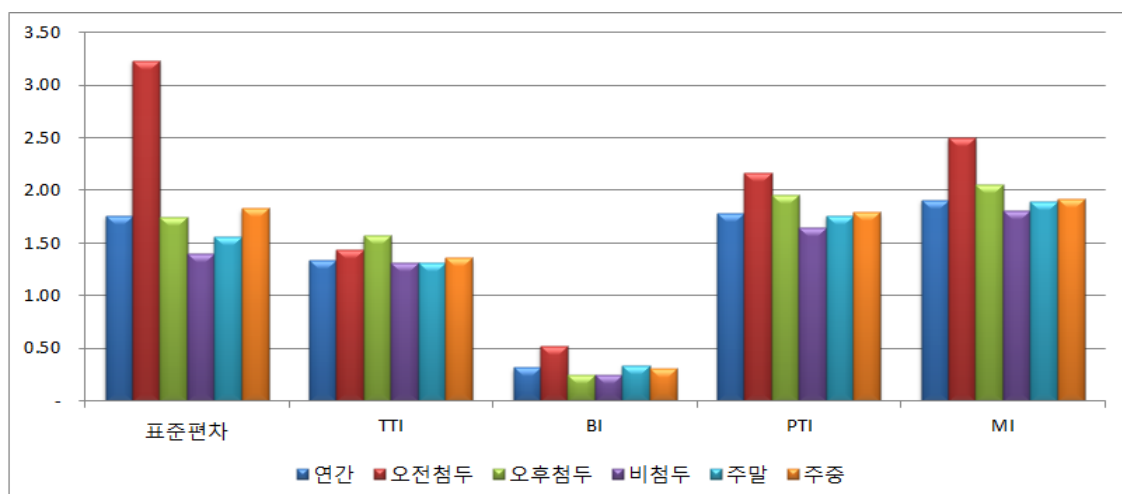


<그림 48> 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

- 한발대로: 한발대로→월드컵사거리(동→서 방향)
 - 한발대로→월드컵사거리 방향을 기준으로 보았을 때 연간 평균통행시간은 10.13분으로 반대 방향도로와 비슷하였음
 - 오전첨두의 경우 표준편차가 3.23으로 가장 높게 나타났으며 완충지수 또한 0.52로 가장 높게 나왔는데 이는 오전 07시~ 09시에 통행시간에 대한 변동성이 높다는 것으로 나타남
 - 한발대로의 경우 대전시에서 주요 공공기관, 상업지역 등이 밀집해 있는 중심부의 동서방향으로 위치해 있음
 - 인천시와 비교하여 완충지수 또는 통행계획지수가 평균적으로는 차이가 크지 않지만 첨두시의 경우 인천시보다 오전/오후첨두시의 지수 값이 명확하게 차이나는 것을 알 수 있음

<표 65> 한발대로→월드컵사거리(한발대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|-----------|------|-------------------------|-------------------|---------------------------|-------------------|---------------|---------------|
| 연간 | 10.13 | 1.76 | 1.34 | 0.32 | 1.78 | 1.91 | 4.86 | 94.41 |
| 오전첨두 | 10.80 | 3.23 | 1.43 | 0.52 | 2.17 | 2.50 | 5.81 | 76.71 |
| 오후첨두 | 11.82 | 1.75 | 1.57 | 0.25 | 1.96 | 2.06 | 1.69 | 10.00 |
| 비첨두 | 9.89 | 1.40 | 1.31 | 0.25 | 1.64 | 1.81 | 3.03 | 41.25 |
| 주말 | 9.89 | 1.56 | 1.31 | 0.34 | 1.76 | 1.89 | 2.21 | 9.95 |
| 주중 | 10.25 | 1.83 | 1.36 | 0.31 | 1.79 | 1.92 | 5.67 | 115.41 |

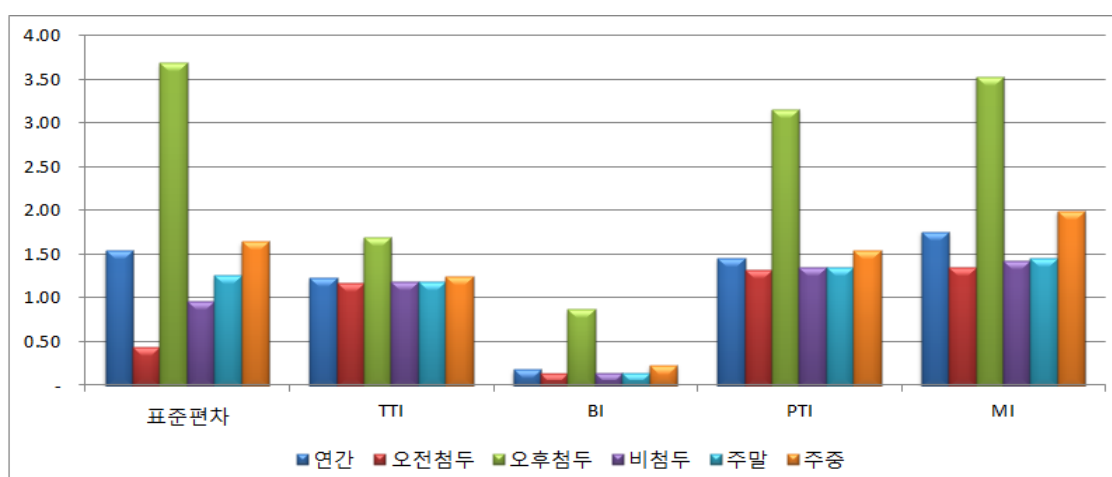


<그림 49> 한발대로→월드컵사거리(한발대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

- 대덕대로: 도룡삼거리→큰마을네거리(북→남 방향)
 - 대전시의 남북을 잇는 도로 중 도심부 중앙을 교차하는 대덕대로의 통행시간 신뢰성지수결과는 아래 <표 66>, <표 67>과 같이 분석되었음
 - 한밭도로와 마찬가지로 대덕대로 역시 첨두시의 특성이 명확히 보이는 것으로 분석되었음. 북→남 방향의 경우 오후첨두가 연간 7.99분으로 오전첨두의 5.56분보다 2.43분이나 오래 소요되는 것으로 나타났음
 - 통행시간 신뢰성 지수 분석결과 오후첨두의 표준편차 및 지수값이 매우 높게 나타났는데 완충지수는 0.87로 모든 대상구간 중에 가장 높게 산정되었음
 - 오후첨두시에 통행시간 신뢰성지수가 높다는 것은 변동성이 크다는 의미이며 북쪽에서 대전 중심부인 남쪽으로 통행하는 퇴근통행이 많기 때문인 것으로 분석됨

<표 66> 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 5.83 | 1.54 | 1.23 | 0.19 | 1.46 | 1.76 | 10.16 | 163.33 |
| 오전첨두 | 5.56 | 0.44 | 1.17 | 0.14 | 1.33 | 1.36 | 1.25 | 4.49 |
| 오후첨두 | 7.99 | 3.69 | 1.69 | 0.87 | 3.16 | 3.53 | 3.84 | 24.20 |
| 비첨두 | 5.64 | 0.97 | 1.19 | 0.15 | 1.36 | 1.43 | 17.13 | 463.10 |
| 주말 | 5.64 | 1.26 | 1.19 | 0.15 | 1.36 | 1.46 | 17.37 | 419.89 |
| 주중 | 5.92 | 1.65 | 1.25 | 0.23 | 1.54 | 2.00 | 8.40 | 113.33 |



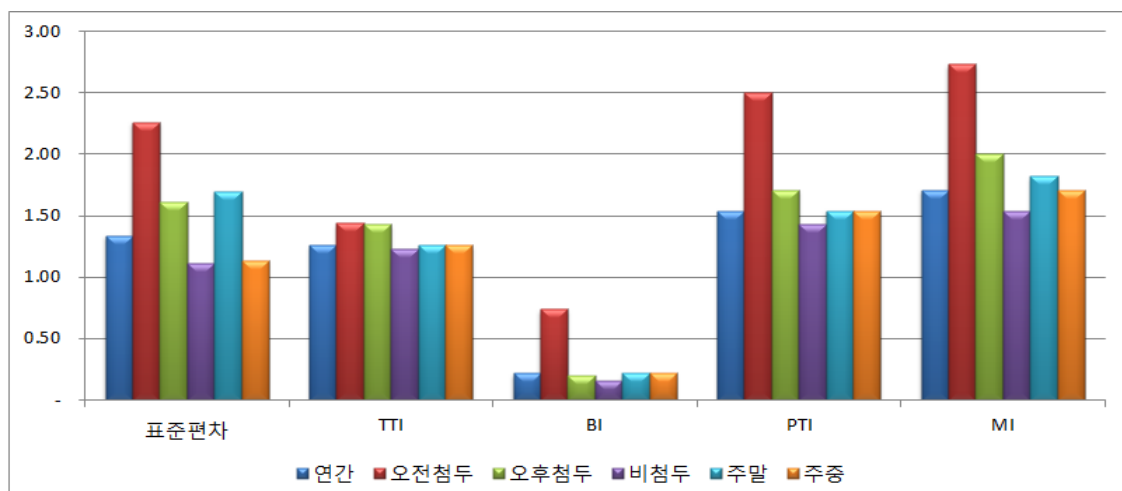
<그림 50> 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

○ 대덕대로: 큰마을네거리→도룡삼거리(남→북 방향)

- 대덕대로의 남북방향의 경우에는 남북방향과는 반대로 오전첨두시의통행시간의 변동성이 높은 것으로 나타났음
- 오후첨두시 경우 연간평균 6.78분이며 오전첨두시는 6.81분으로 통행시간의 차이는 크게 나타나지 않았지만 완충지수의 경우 오전첨두시가 3.7배 높게 산정되었음
- 이러한 부분은 평균통행시간으로 알 수 없는 통행시간의 특성별 차이, 즉 변동성을 신뢰성 지수에서 보여주고 있다는 것을 의미함
- 평균 통행시간이나 신뢰성 지수로 보았을 때 본 대상구간은 출근통행이 많고 통행시간의 변동성이 높다는 것을 의미하는데 실제로 대전시의 북쪽으로 대덕테크노밸리, 대전벤처협동단지 등의 연구기관과 학교들이 많아 통근통학 관련 통행의 영향을 크게 받는 것을 알 수 있음

<표 67> 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 5.99 | 1.34 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.71 | 6.31 | 71.14 |
| 오전첨두 | 6.81 | 2.26 | 1.44 | 0.74 | 2.50 | 2.73 | 2.88 | 13.32 |
| 오후첨두 | 6.78 | 1.61 | 1.43 | 0.20 | 1.71 | 2.00 | 8.35 | 109.01 |
| 비첨두 | 5.82 | 1.11 | 1.23 | 0.16 | 1.43 | 1.54 | 7.40 | 97.15 |
| 주말 | 5.97 | 1.70 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.82 | 6.59 | 64.82 |
| 주중 | 5.99 | 1.13 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.71 | 4.84 | 48.21 |



<그림 51> 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

마. 결론

1) 기초분석

- 본 과업은 인천시와 대전시의 주요 간선도로를 대상으로 통행속도를 활용하여 통행시간 분포 특성 및 신뢰성 지수를 산정하였음. 또한 이를 통해 도로 시스템 운영자와 이용자들에게 서비스 수준 및 정보 제공을 위하여 적합한 지수를 평가하고자 하였음
- 자료는 대상도시의 지자체에서 수집되는 차량검지기(VDS)의 속도자료를 이용하였으며 시간적 범위는 2014년을 기준으로 하였음
- 통행시간 분석결과 연간 평균통행시간을 기준으로 보면 두 도시 모두 오전첨두와 오후첨두 양상을 보였으며 인천시보다는 대전시가 더 뚜렷하게 나타났음. 이는 선정된 도로구간의 주변 토지이용과 관련된 것으로 보임
- 외곽이나 산업단지 등이 위치한 경우 방향별로 첨두양상이 뚜렷했는데 이는 출퇴근 통행의 영향 때문인 것으로 분석됨
- 대전시 대덕대로의 경우 오전에는 대덕테크노밸리, 기타 연구소들이 위치한 큰마을네거리→도룡삼거리방향(남→북)의 통행시간이 증가했으며 오후 첨두시간에는 반대방향의 통행시간이 증가하였음
- 주중과 주말로 구분하여 통행시간 분포를 분석한 결과 평균통행시간은 비슷하였으나 주중 통행시간이 주말 통행시간보다 출퇴근통행으로 인해 첨두분포가 뚜렷히 나타남

2) 통행시간 신뢰성지수

- 본 연구에서는 지자체의 검지기 속도자료를 이용하여 기초분석 후 연간, 첨두별, 요일별로 통행시간 신뢰성 지수를 산정하였음
- 이는 특정상황별로 통행시간의 변동성이 어떻게 달라지는지 분석하고 각 통행시간 신뢰성 지수에 따라서 어떤 특성을 나타내는지 파악하고자 함
- 주요 통행시간 신뢰성 지수 중 통행계획시간지수(PTI)와 완충지수(BI), 지각통행지수(MI)를 대상으로 분석을 하였음
- PTI의 경우 값이 1과 가까운 경우 이상적인 교통류의 통행시간과 비슷하다는 의미로 그보다 클수록 이상적인 상황에서 멀어진다는 것을 의미함
- 통행계획시간지수(PTI)와 지각통행지수(MI)의 차이는 자유류교통류 상태의 통행시간과 95%th, 97.5%th 통행시간과의 상대적인 크기로 나타낼 수 있음

- 통행계획시간지수(PTI)는 이상적인 교통류 상황을 기준으로 통행시간의 변동성을 고려할 수 있는 것을 특징이라고 할 수 있으며 좀 더 포괄적으로 이용자들에게 통행시간 신뢰성 정보를 제공할 수 있음
- 완충지수(BI)의 경우에는 평균 통행시간과 95%의 통행시간간의 상대적인 크기에 대해 변동성을 확인할 수 있음
 - 통행계획지수(PTI)는 자유 교통류에 대한 통행시간이 기준이기 때문에 넓은 범위의 신뢰성 정보를 제공한다고 볼 수 있지만, 완충지수(BI)의 경우 다른 신뢰성지수와 달리 평균통행시간을 기준으로 현실적으로 비슷한 통행시간기준의 정보를 제공가능 하다고 볼 수 있음
- 본 연구의 대상구간인 인천시와 대전시의 통행시간 신뢰성 지수 중 완충지수를 기준으로 분석한 결과 대체적으로 통행시간이 긴 경우에는 통행시간 신뢰성 지수도 크게 나타났음
 - 이는 통행시 필요한 여유시간의 크기로 볼 수 있으며 이런 높은 지수값은 혼잡이 크고 교통상황이 복잡한 오후첨두와 주중에 두드러지게 보임
- 연속류가 아닌 신호가 존재하는 도시부 경우 시간대 및 요일에 따라 통행패턴이 다양하게 나타나며 이용자들에게 신속하고 신뢰성 있는 정보를 이용자들에게 제공 할 수 있어야 함
 - 도로를 이용하는 이용자의 입장에서 보았을 때는 출발 전에 목적지에 늦지 않고 도착할 수 있는 통행시간을 제공 받는 것이 적합할 수 있으며 이러한 경우 평균 통행시간을 기준으로 정보를 제공받을 수 있는 완충지수(BI)가 적합하다고 판단됨

3) 향후 추진방향

- 통행시간 신뢰성 지표가 도로의 혼잡서비스를 측정하는 데 중요한 도로성능평가지표로 활용될 수 있지만 국내 실정에 맞는 통행시간 신뢰성 지표에 대한 연구는 현재까지 미흡한 실정임. 이를 위해서는 다음과 같은 사항들을 정립할 수 있는 기초연구가 필요한 것으로 판단됨
 - 본 연구에서는 국외에서 개발된 신뢰성 지수를 국내에서 수집된 데이터를 가지고 산정해 보았으나, 통행시간 자체가 가지는 변동성에 대한 특성에 초점을 맞추어 국내 실정에 맞게 통행시간 신뢰성 지수를 정의하고, 이를 이용자 및 운영자 측면에서 활용 가능하도록 develop할 필요가 있음
 - 통행시간 신뢰성 지수를 산정하기 위해 사용할 수 있는 데이터 자체의 품질 향상 및 이력자료 양(크기)을 늘릴 필요가 있음. 즉, 신뢰성 지수 산정시 활용한 내비게이션 자료는 데이터 수가 많지 않아 특정 패턴을 파악할 수 없었고, 지점검지기 자료는 품질 자체를 검증하지 않고 지자체에서 받은 자료를 사용하였기 때문에 산정된 결과에 대한 신뢰성이 떨어짐

6. 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축

가. 교통비용

1) 교통비용의 정의

- 교통비용(full costs of transport)이란 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라, 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송과 관련된 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함
- 교통비용은 분류기준에 따라 내부비용/외부비용, 고정비용/변동비용, 시장/비시장 비용 등 다양하게 분류할 수 있음
- 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함
- 내부비용은 지불 주체에 따라 개인, 기업, 정부 등으로 구분할 수 있으며, 이들 주체가 지불한 비용을 합한 것으로 정의할 수 있음
- 외부비용은 여객이나 화물 수송으로 인해 발생하는 환경오염 및 교통혼잡 등을 실제로 금전적으로 지불하지는 않았음에도 불구하고, 이를 비용으로 환산한 것임
- 또한, 이러한 비용이 시장의 거래를 통한 이루어지는지에 따라 시장 및 비시장 비용으로 나눌 수 있음

2) 교통비용의 분류

① 내부비용

- 내부비용(internal/private costs)이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용으로 정부비용 및 민간비용으로 구분할 수 있으며, 민간 비용은 다시 개인과 기업비용으로 구분할 수 있음
- 정부비용은 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체(민간)를 포함한 교통관련 지출비용으로, 교통시설 건설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

- 민간비용은 개인 비용과 기업 비용으로 구분되며, 개인비용은 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용을 의미하고 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음
- 기업 비용은 기업이 교통부분에서 사용한 비용으로 화물 수송비가 해당되며, 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외한 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

<표 68> 내부비용의 분류표

| 구 분 | 세부항목 |
|------|--------------|
| 정부비용 | 도로 |
| | 철도 |
| | 항공 |
| | 해운 |
| | 물류시설 |
| 민간비용 | 개인비용 |
| | 기업비용(화물 수송비) |

② 외부비용

- 개념
 - 외부비용(external costs)이란 외부성(externality)⁹⁾을 화폐화한 것으로, 한 사람의 사회적 혹은 경제적 활동으로 인하여 타인에게 영향을 미치지만 첫 번째 사람으로부터 충분히 지불되지 않을 때 발생함(EC, 2003)
 - 교통의 외부비용은 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용, 토지이용에 따른 추가적 비용 등 여러 가지가 있으나, 본 과업에서는 자료의 수집 및 산정방식이 상대적으로 잘 확립된 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용에 대해 고찰함
- 혼잡비용
 - 도로교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화
 - 도로 외 수단의 경우
- 교통사고비용

9) 외부성(externalities)이란 어떤 한 사람의 행동이 제3자에게 의도되지 않은 이득이나 손해를 가져다 주는데도 이에 대한 대가를 받지도 지불하지 않을 때 발생하며, 시장의 테두리 밖에 존재하는 현상으로 보기 때문에 외부성이란 이름이 붙여졌음(이준구, 2002). 마찬가지로 교통부문에서 혼잡, 대기오염과 같이 외부성이 존재함으로써 시간손실, 대기오염으로 인한 피해와 같은 추가적 손실이 발생하는 것을 화폐화한 것을 외부비용이라고 할 수 있음

- 교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것
- 교통환경비용
 - 교통으로 인하여 환경에 미치는 사회적 비용을 계량화

<표 69> 외부비용의 분류표

| 구 분 | 주요 항목 | 세부항목 |
|------|----------|------|
| 외부비용 | 혼잡(지체)비용 | 도 로 |
| | | 철 도 |
| | | 항 공 |
| | | 항 만 |
| | 사고비용 | 수단별 |
| | 환경비용 | 대기오염 |
| | | 온실가스 |
| | | 소 음 |

3) 교통비용 산정

① 내부비용

- 정부비용
 - 2014년도 우리나라 총 정부비용은 약 18조 687억원이며, 도로부문의 정부지출금액이 8조 3,912억원, 철도부문은 6조 1,800억원, 해운·항만 1조 5,052억원, 물류등 기타 1조 2,683억원, 항공 1,008억원 순으로 집계됨

<표 70> 교통부문 정부비용

단위: 억원

| 구분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 도로 | 77,281 | 72,032 | 75,675 | 89,344 | 83,912 |
| 철도 | 42,020 | 44,338 | 50,876 | 61,380 | 61,800 |
| 도시철도 | 11,492 | 9,717 | 10,265 | 7,761 | 6,232 |
| 해운항만 | 18,617 | 16,333 | 16,358 | 15,291 | 15,052 |
| 항공 및 공항 | 666 | 679 | 698 | 830 | 1,008 |
| 물류 등 기타 | 18,619 | 19,820 | 17,577 | 12,159 | 12,683 |
| 합계 | 168,695 | 162,919 | 171,449 | 186,765 | 180,687 |

○ 가구교통비용

- 2014년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 68조 4,276억원으로 분석됨
- 이는 2013년도 가구교통비 지출액 대비 11.9% 증가함

<표 71> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

| 구분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 총 교통비용 | 564,719 | 584,354 | 588,120 | 611,543 | 684,276 |
| 자동차구입 | 138,230 | 162,352 | 162,745 | 166,501 | 219,445 |
| 기타운송기구구입 | 2,708 | 2,201 | 3,447 | 3,072 | 4,660 |
| 운송기구유지및수리 | 34,532 | 35,999 | 37,162 | 40,407 | 41,120 |
| 운송기구연료비 | 245,123 | 242,170 | 246,491 | 264,675 | 279,356 |
| 기타개인교통서비스 | 27,701 | 27,299 | 25,315 | 23,215 | 25,323 |
| 철도운송 | 11,640 | 11,238 | 10,225 | 9,869 | 10,304 |
| 육상운송 | 45,097 | 41,625 | 40,081 | 39,138 | 36,985 |
| 기타운송 | 54,161 | 54,059 | 58,457 | 62,779 | 69,881 |
| 기타교통관련서비스 | 5,529 | 6,983 | 6,572 | 6,130 | 7,114 |

○ 기업비용(화물수송비)

- 2013년 기업비용(화물 수송비)는 100조 9,860억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음
- 기업비용은 연평균 4.69% 증가하였으나, 2013년 대비 6.14% 감소하였음

<표 72> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

| 구 분 | 수송비 | 재고유지 관리비 | 포장비 | 하역비 | 물류정보 관리비 | 물류비 총계 |
|------------|---------|-------------|-------|-------|-------------|---------|
| 2008 | 83,206 | 28,104 | 2,444 | 2,519 | 3,989 | 120,262 |
| 2009 | 84,836 | 26,311 | 2,529 | 2,169 | 394 | 116,238 |
| 2010 | 95,604 | 29,732 | 2,888 | 2,579 | 439 | 131,242 |
| 2011 | 104,033 | 33,898 | 3,203 | 2,910 | 5,611 | 149,654 |
| 2012 | 107,587 | 32,407 | 3,304 | 2,837 | 5,846 | 151,980 |
| 2013 | 100,986 | 32,633 | 3,452 | 2,885 | 5,856 | 145,812 |
| 연평균증감률(%) | 4.69 | 5.09 | 5.85 | 8.05 | 2.14 | 4.74 |
| 전년대비증감률(%) | -6.14 | 0.70 | 4.48 | 1.71 | 0.17 | -4.06 |

② 외부비용

○ 교통혼잡비용

- 2014년도 도로부문 교통혼잡비용은 32조 3,846억원이었으며, 이중 20조 6,473억원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음

<표 73> 2014년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

| 구 분 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------|------|---------|---------|---------|---------|
| 지역 간 도 로 | 고속국도 | 30,687 | 31,601 | 33,925 | 35,268 |
| | 일반국도 | 53,113 | 54,350 | 54,816 | 55,607 |
| | 지방도 | 23,619 | 25,345 | 25,440 | 26,498 |
| | 소계 | 107,419 | 111,296 | 114,181 | 117,373 |
| 도시부 도 로 | 서울 | 80,147 | 84,144 | 88,000 | 91,177 |
| | 부산 | 35,720 | 39,041 | 39,146 | 39,882 |
| | 대구 | 15,284 | 15,555 | 16,456 | 17,069 |
| | 인천 | 25,279 | 25,375 | 27,846 | 28,951 |
| | 광주 | 9,634 | 9,655 | 10,179 | 10,408 |
| | 대전 | 11,861 | 11,901 | 12,220 | 12,544 |
| | 울산 | 5,626 | 6,178 | 6,170 | 6,442 |
| | 소계 | 183,550 | 191,850 | 200,018 | 206,473 |
| 총 계 | | 290,969 | 303,146 | 314,199 | 323,846 |

주: 1) 2013·2014년도 교통혼잡비용은 한국교통연구원이 2014년도에 발표한 보도자료 내 예측치를 사용함

○ 교통사고비용

- 2012년 교통사고비용은 41조 9,650억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 99.5%로 대부분의 비중을 차지하고 있음
- 교통수단별로 살펴보면, 도로교통사고 41조 7,604억원, 해양사고가 약 1,416억원, 철도사고가 457억원, 항공사고가 약 171억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

<표 74> 2012년도 수단별 사고비용(PGS; 심리적 비용 포함)

단위: 억원

| 항 목 | 도로교통사고 | 철도사고 | 해양사고 | 항공사고 | 총합 |
|-------|---------|------|-------|------|---------|
| 계 | 417,604 | 457 | 1,416 | 171 | 419,650 |
| 비중(%) | 99.5% | 0.1% | 0.3% | 0.1% | 100.0 |

주: 1) 2012년 교통사고비용에서는 물적피해비용에 '심리적비용'을 포함시켜 재산정함

○ 환경비용

- 대기오염비용

- 2013년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 2,474억원으로 산정되었으며, 대기오염비용 중 도로부문이 99%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 75> 2013년도 대기오염비용

단위: 억원/년

| 구 분 | | | CO | HC | NOx | PM | SO2 | 합 계 |
|------------------|-------------|-----|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| 도로 부 문 | 승 용 차 | 휘발유 | 6,249 | 908 | 2,114 | 0 | 88 | 9,359 |
| | | 경유 | 2,927 | 518 | 3,253 | 1,125 | 0 | 7,822 |
| | | LPG | 7,267 | 707 | 2,160 | 0 | 39 | 10,172 |
| | 승 합 차 | 휘발유 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| | | 경유 | 3,507 | 1,185 | 9,517 | 898 | 103 | 15,211 |
| | | LPG | 392 | 34 | 107 | 0 | 25 | 557 |
| | 화 물 차 | 휘발유 | 4 | 8 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| | | 경유 | 18,080 | 6,456 | 59,797 | 7,986 | 49 | 92,369 |
| | | LPG | 326 | 28 | 89 | 0 | 0 | 443 |
| | 특 수 차 | 휘발유 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 경유 | 1,002 | 358 | 3,312 | 442 | 22 | 5,136 |
| | | LPG | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 소 계 | | 39,758 | 10,200 | 80,353 | 10,452 | 326 | 141,089 |
| 철 도 부 문 | 여 객 | | 140 | 66 | 413 | 89 | 12 | 720 |
| | 화 물 | | 86 | 41 | 253 | 53 | 7 | 441 |
| | 소 계 | | 226 | 106 | 666 | 143 | 19 | 1,161 |
| | 합 계 | | 39,984 | 10,306 | 81,019 | 10,595 | 345 | 142,250 |

- 온실가스 비용

- 2014년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 15조 2,186억원으로 산정되었으며, 도로부문이 96.8%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 항공, 해운, 철도 순인 것으로 분석되었음

<표 76> 온실가스비용(2014년)

| 단위: 억원 | | | | | |
|--------|---------|-----|-------|-------|---------|
| 구분 | 도 로 | 철 도 | 항 공 | 해 운 | 합 계 |
| 비용 | 147,361 | 647 | 2,436 | 1,741 | 152,186 |

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(172,800원/ton) 활용하여 산정한 값(2013.11월 5차 개정안)

- 소음비용

- 2014년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 4조 1,209억원으로 산정되었으며, 2013년도 3조 9,657억원 대비 4.1% 증가하였음

<표 77> 교통부문 소음비용(2014년)

| 단위: 억원 | | | | | | | | | |
|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| 구분 | 2012년 | | | 2013년 | | | 2014년 | | |
| | 도로 | 철도 | 합계 | 도로 | 철도 | 합계 | 도로 | 철도 | 합계 |
| 비용 | 36,277 | 1,226 | 37,503 | 38,276 | 1,291 | 39,567 | 39,833 | 1,375 | 41,209 |

4) 2014년 총 교통비용

- 앞에서 산정된 2014년도의 총교통비용은 약 172조로 각 항목별로 구분하여 세부적으로 살펴 보면 <표 78>과 같음

<표 78> 2014년도 총 교통비용

단위: 억원

| 구분 | 항목 | 세부항목 | | 금액 | |
|------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|-----------|
| 내부비용 | 정부비용 ¹⁾ | 도로부문 | | 83,912 | |
| | | 철도부문 | | 61,800 | |
| | | 도시철도 부문 | | 6,232 | |
| | | 항만부문 | | 15,052 | |
| | | 항공부문 | | 1,008 | |
| | | 물류시설부문 | | 12,683 | |
| | | 소 계 | | 180,687 | |
| | 민간비용 | 가구교통비용 | 명목 | (739,700) ⁶⁾ | |
| | | | 실질 | 684,276 | |
| | | 기업비용 ³⁾ | 화물수송비 ³⁾ | 100,986 | |
| 소 계 | | 785,262 | | | |
| 외부비용 | 교통혼잡비용 | 도로혼잡 ²⁾ | | 323,846 | |
| | 교통사고비용 ³⁾ | 도 로 | | 417,604 | |
| | | 철 도 | | 457 | |
| | | 해 운 | | 1,416 | |
| | | 항 공 | | 171 | |
| | | 소 계 | | 419,650 | |
| | 교통환경비용 | 대기오염 ⁴⁾ | | 142,250 | |
| | | 온실가스 ⁵⁾ | | 152,186 | |
| | | 소 음 | | 41,209 | |
| | | 소 계 | | 335,645 | |
| | 총 교통비용 | | | | 1,721,244 |

주: 1) 정부비용은 정부기관의 교통부문 SOC투자액으로 환산

2) '2013-2014년 교통혼잡비용'은 한국교통연구원 보도자료 내 잠정치

3) 교통사고비용은 교통사고 피해자 및 가족이 겪는 심리적, 육체적 교통비용(PGS; Pain, Grief & Suffering)을 포함하여 산정함

4) 대기오염비용은 2014년도 자동차주행거리분석 자료의 미발행으로 2013년도 값을 사용함

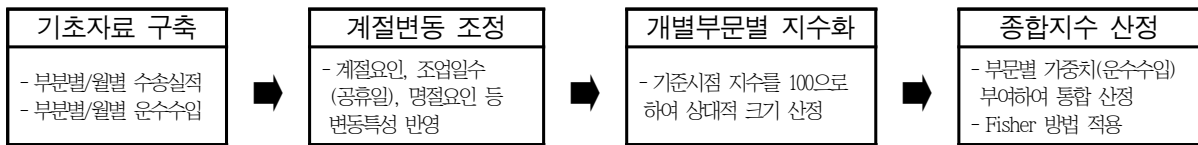
5) 교통시설 투자평가지침의 원단위(172,800원/ton) 활용하여 산정한 값(2013. 11월 5차 개정안)

6) 가구교통비용의 ()안은 가계지출소비를 명목가격 기준으로 산정한 금액임

나. TSI 산정

1) 지수산정방법 개요

- 매분기 진행되는 교통산업서비스지수의 산정은 <그림 52>에서 보는 바와 같이 분석의 기초자료를 구축, 구축된 기초자료에 대한 계절조정, 조정된 실적을 활용하여 개별 교통 부문별 지수화, 부문별 지수에 가중치를 적용하여 종합지수 산정으로 나눌 수 있음
- 매 분기 익월(+1M)에 해당 분기에 포함되는 3개월의 기간에 대한 자료를 수집하고, 자료수집 익월(+2M)에 월별지수와 분기별 지수를 산정하여 공표



<그림 52> 교통산업서비스지수 산정과정

2) 교통산업서비스지수 산정 결과

<표 79> '14년 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 2/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 3/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 4/4분기 | 전분기 대비(%) |
|-----|----|----------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 국내 | 여객 | 지수 | 125.0 | -0.6% | 120.8 | -4.2% | 122.5 | 1.7% | 123.4 | 0.9% |
| | | 백만인 · km | 21,257 | 0.5% | 21,041 | -1.0% | 22,003 | 4.6% | 21,879 | -0.6% |
| | 화물 | 지수 | 89.6 | 3.7% | 86.5 | -3.1% | 87.2 | 0.7% | 87.0 | -0.2% |
| | | 천톤 | 40,475 | 4.5% | 39,020 | -3.6% | 40,474 | 3.7% | 39,156 | -3.3% |
| 국제 | 여객 | 지수 | 226.6 | 5.7% | 232.0 | 5.4% | 210.5 | -21.5% | 238.7 | 28.2% |
| | | 백만인 · km | 42,980 | 2.4% | 44,101 | 2.6% | 40,001 | -9.3% | 45,335 | 13.3% |
| | 화물 | 지수 | 205.2 | 6.9% | 205.4 | 0.2% | 209.2 | 3.8% | 211.7 | 2.5% |
| | | 천톤 | 296,089 | 2.6% | 292,775 | -1.1% | 297,358 | 1.6% | 300,911 | 1.2% |

- 국내 여객 및 화물, 국제 여객 및 화물의 수송실적 및 교통산업서비스지수 변화에 대해 살펴본 결과 다음과 같음
 - 국내여객, 국제여객은 각각 1/4분기는 동계방학 등으로 지역 간 이동이 많아지면서 수송실적이 소폭 상승하였으며, 지수또한 각각 1.2%, 5.7% 상승함. 2/4분기에는 국내여객은 감소한 반면, 국제 여객은 수송실적이 전분기 대비 상승하였음. 이는 항공사 및 호텔의 저가화인 등으로 인하여 해외여행을 즐기는 사람들이 많아졌기 때문으로 보임. 그러나, 3/4분기에는 국제 여객의 수송실적 및 지수가 감소한 반면에, 국내 여객은 행락철의 영향을 받아 소

폭 상승하였음. 4/4분기에는 국제여객 수송실적 및 지수가 다시 회복하는 추이를 보임. 국내여객은 추위 등으로 인하여 수송실적이 소폭 감소한 것으로 보임

<표 80> '14년 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 2/4분기 | 전분기 대비(%) | 14년 3/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 4/4분기 | 전분기 대비(%) |
|-----|------|----------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| 여객 | 지하철 | 지수 | 150.2 | -0.2% | 151.0 | 0.8% | 154.5 | 3.5% | 153.9 | -0.6% |
| | | 백만인 · km | 10,797 | -0.1% | 10,854 | 0.5% | 11,105 | 2.3% | 11,063 | -0.4% |
| | 철도 | 지수 | 118.1 | -3.8% | 121.2 | 3.1% | 126.0 | 4.8% | 124.4 | -1.6% |
| | | 백만인 · km | 5,558 | -3.1% | 5,704 | 2.6% | 5,932 | 4.0% | 5,856 | -1.3% |
| | 고속버스 | 지수 | 86.2 | 1.1% | 86.7 | 0.5% | 88.9 | 2.2% | 86.9 | -2.0% |
| | | 백만인 · km | 2,051 | 1.6% | 2,482 | 21.0% | 2,493 | 0.4% | 2,465 | -1.1% |
| | 항공 | 지수 | 116.6 | -0.1% | 111.9 | -4.7% | 121.5 | 9.6% | 122.3 | 0.8% |
| | | 백만인 · km | 2,583 | 10.3% | 2,092 | -19.0% | 2,306 | 10.2% | 2,313 | 0.3% |
| | 해운 | 지수 | 162.9 | 11.7% | 109.7 | -53.2% | 100.9 | -8.8% | 110.3 | 9.4% |
| | | 백만인 · km | 269 | 8.0% | 181 | -32.7% | 166 | -8.3% | 182 | 9.6% |
| 화물 | 철도 | 지수 | 84.0 | 5.4% | 80.6 | -3.4% | 81.9 | 1.3% | 80.7 | -1.2% |
| | | 천톤 | 9,611.6 | 6.9% | 9,228 | -4.0% | 9,370 | 1.5% | 9,234 | -1.5% |
| | 항공 | 지수 | 60.5 | 1.2% | 62.2 | 1.7% | 70.0 | 7.8% | 69.4 | -0.6% |
| | | 천톤 | 66 | 3.1% | 67.5 | 2.9% | 75.9 | 12.4% | 75.3 | -0.8% |
| | 해운 | 지수 | 91.6 | 3.3% | 88.4 | -3.2% | 88.6 | 0.2% | 88.8 | 0.2% |
| | | 천톤 | 30,797 | 3.7% | 29,724 | -3.5% | 29,790 | 0.2% | 29,846 | 0.2% |

- 국내 여객 및 화물의 지수 및 수송실적 내용을 구체적으로 살펴보면 다음과 같음
 - 국내 여객의 지하철 및 철도는 1/4분기, 4/4분기에 전분기 대비 수송실적 및 지수가 소폭 하락하였음. 고속버스의 경우, 2/4분기에 수송실적이 상승하였으며, 특히 지수가 18.2%로 대폭 상승하였음
 - 국내 여객의 항공의 경우, 2/4분기에 수송실적 및 지수가 감소하였다가, 다시 증가하는 추이를 보임
 - 국내여객의 해운은 2/4분기, 3/4분기 수송실적이 전분기 대비 지속적으로 감소하다가, 4/4분기에 다시 회복하는 추이를 보임
 - 국내화물의 철도를 살펴보면, 1/4분기, 4/4분기, 항공 부문은 4/4분기, 해운부문은 2/4분기에 수송실적 및 지수가 소폭감소하는 경향을 보였음

<표 81> '14년 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 2/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 3/4분기 | 전분기 대비(%) | '14년 4/4분기 | 전분기 대비(%) |
|-----|----|----------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| 여객 | 항공 | 지수 | 224.9 | 5.3% | 230.4 | 5.5% | 207.6 | -22.8% | 236.7 | 29.1% |
| | | 백만인 · km | 42,718 | 2.4% | 43,635 | 2.1% | 39,511 | -9.5% | 39,765 | 0.6% |
| | 해운 | 지수 | 260.1 | 6.3% | 256.9 | -3.2% | 236.0 | -20.9% | 282.2 | 46.2% |
| | | 백만인 · km | 261,611 | 2.5% | 258,404 | -1.2% | 237,340 | -8.2% | 283,795 | 19.6% |
| 화물 | 항공 | 지수 | 181.7 | 15.6% | 168.9 | -12.8% | 154.5 | -14.4% | 182.3 | 27.8% |
| | | 천톤 | 887 | 9.5% | 824 | -7.1% | 754 | -8.5% | 784 | 4.0% |
| | 해운 | 지수 | 205.2 | 5.3% | 201.2 | -4.0% | 201.8 | 0.6% | 208.9 | 7.1% |
| | | 천톤 | 295,203 | 2.6% | 291,951 | -1.1% | 297,358 | 1.9% | 295,469 | -0.6% |

- ' 14년 국제 여객 및 화물지수 변화를 살펴보면 다음과 같음
 - 국제 여객 항공은 3/4분기에 전분기 대비 수송실적 및 지수가 전분기 대비 감소하였다가, 4/4분기에 동계방학, 연말 휴가 이용자 등으로 인하여 가장 높은 수송실적 및 지수를 보임
 - 국제 여객 해운은 2/4분기 수송실적 및 지수가 전분기 대비 하락하였으며, 3/4분기에는 수송실적이 증가하였음에도 지수가 크게 하락하는 경향을 보임
 - 국제 화물 항공은 2사분기에 수송실적 및 지수가 전분기 대비 하락하였고, 3/4분기부터 회복하여 4/4분기에 전분기 대비 가장 높은 실적 및 지수 상승률을 보임
 - 국제 화물 해운은 2/4분기~4/4분기까지 연속으로 수송실적이 하락하는 추이를 보임

3) 결론 및 향후 개선방향

- 기존의 교통산업 서비스지수 산정 체계는 한국은행에서 1998년 제시한 계절조정방법을 사용하고 있음. 이는 시계열모형은 ARIMA 모형을 사용하여 계절변동조정모형을 정립하고 이에 따라 지수를 계산하는 방식임
- 과거 교통부문 경기동향을 살피기 위한 선행지수로서 분기별로 발표하여, 경기지표 역할을 수행하였으나, 최근 그 역할과 범위가 축소되고 있음.
 - 따라서, 시계열자료를 통해 교통경제동향을 파악할 수 있는 자료로서 지수의 활용가치를 증대시킬 필요가 있음

다. 온실가스 DB구축

1) 교통부문 온실가스 DB구축 개요

- 지구 온난화 현상을 유발시키는 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등을 일컫음
 - 이산화탄소(CO₂)는 주로 에너지사용 및 산업공정에서 발생하며, 메탄(CH₄)은 주로 폐기물, 농업 및 축산활동에서, 아산화질소(N₂O)는 주로 비료사용에서, 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등은 냉매 및 세척용으로 사용됨
- 지구온난화지수(GWP: Global Warming Potential)는 이산화탄소가 지구 온난화에 미치는 영향을 기준으로 각각의 온실가스가 지구온난화에 기여하는 정도를 수치로 나타낸 것으로 온실가스 배출량 산정시 배출원의 기준을 만들어주는 역할을 함
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 제시한 지구온난화에 기여하는 정도를 나타내는 지구온난화지수(GWP)는 온실가스별로 다르게 나타남
 - 지구온난화지수는 이산화탄소(CO₂)를 1로 보았을 때, 각 가스별 기여정도를 명시한 것임

<표 82> 온실가스별 지구온난화지수(GWP)

| 온실가스 | 지구온난화지수(GWP) |
|--------|--------------|
| 이산화탄소 | 1 |
| 메탄 | 21 |
| 아산화질소 | 310 |
| 수소불화탄소 | 150~11,700 |
| 과불화탄소 | 6,500~9,200 |
| 육불화황 | 23,900 |

자료: IPCC 제 2차 평가보고서(1995)

- 최근까지 교통부문 온실가스 배출량 통계는 교통수단별·지역별로 구분되어 있지 않아서 국가 및 지자체 수준의 관리 및 감축방안에 관한 제반 정책 수립시 필요한 효과측정에 한계가 있었음. 이를 위해 국가교통DB센터에서는 「2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」 이후 2007년 기준으로 교통부문 온실가스 배출량을 산정하여 매년 발표하고 있으며, 교통부문 온실가스 배출량 산정에 관한 통계구축 및 관리 업무를 계속사업으로 수행하고 있음
- 하지만, 2013년부터는 교통안전공단에서 산출하는 석유 사용량 및 온실가스 배출량을 이용하여 보고서를 작성하였음

- 교통안전공단에서 발간되고 있는 「국가 온실가스 통계 산정보고 검증지침」에 따르면 에너지, 산업공정, 농업, 토지이용 분야 등으로 구분하여 온실가스 통계를 산정하고 있음
- 본 보고서는 위의 에너지 분야 중 수송부문의 온실가스 배출원 및 방법론에 따른 배출량을 산정하고 나타내었음

<표 83> 각 온실가스의 특성

| 구 분 | 이산화탄소 (CO ₂) | 메탄 (CH ₄) | 이산화질소 (N ₂ O) | 염화불화탄소 (HFCs, PFCs, SF ₆) |
|---------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|--|
| 대기체류기간 | 50~200년 | 20년 | 120년 | 65~130년 |
| 배출원 | - 화석연료 연소 - 산림벌채 | - 쌀경작 - 가축사육 - Biomass연소 - 채광 - 천연가스 이용 | - 농지경작 | - 냉매, 세척제 이용 |
| '90년 수준의 농도유지 조건 | 60~80% 감축 | 15~20% 감축 | 70~80% 감축 | - |
| 산업혁명 이전 농도 | 280ppmv | 0.8ppmv | 288ppmv | 0 |
| 1990년 농도 (증가율) | 353ppmv (26%) | 1.72ppmv (115%) | 310ppbv (8%) | 280pptv(CFC-11) 484pptv(CFC-12) |
| 연평균 증가율 | 0.4(1.5ppm) | 1.1 | 0.2 ~ 0.3 | - |

자료: 『자동차의 온실가스 배출량 조사』, 국립환경연구원, 2001.

2) 교통부문 에너지 사용량

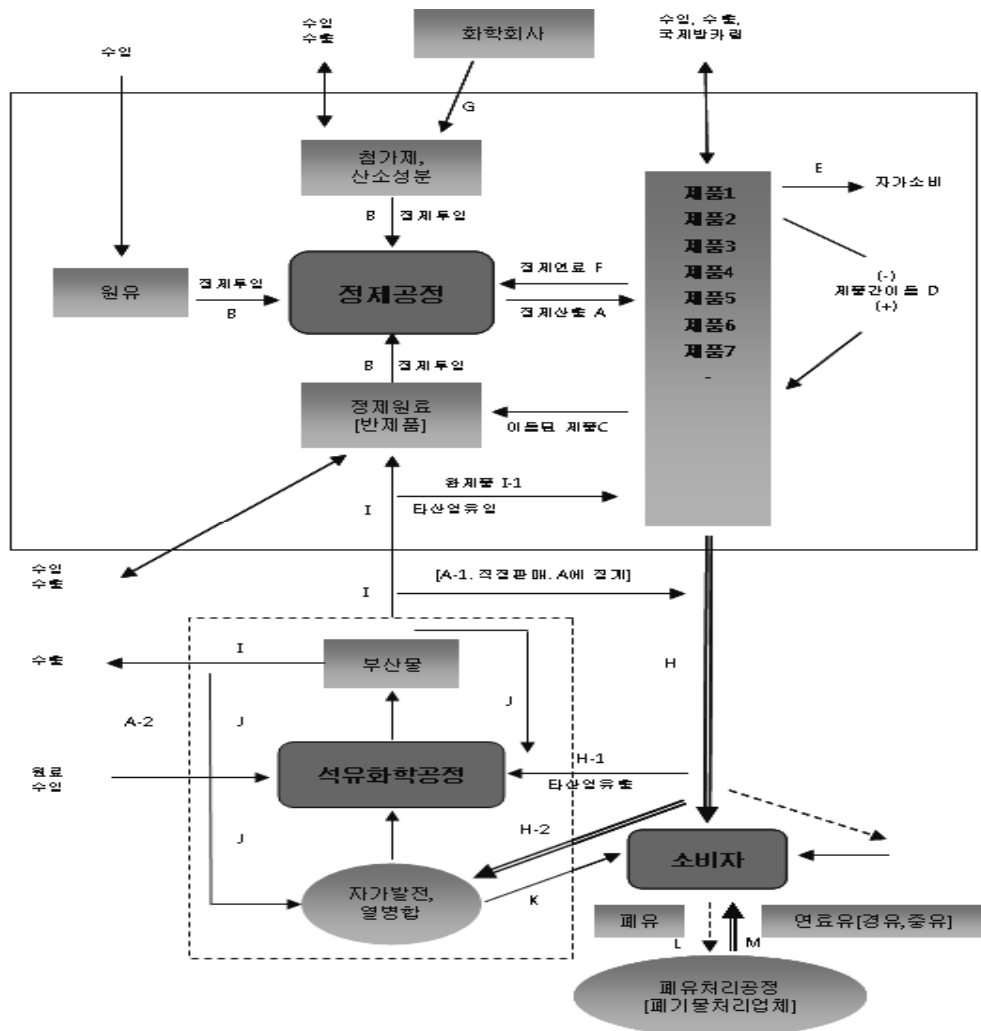
① 조사개요

- 교통부문의 에너지 사용량은 온실가스 배출량 산정의 기초 자료로 활용됨
 - 에너지 사용량 산정을 통해 수단별로 배출되는 온실가스 배출량의 규모를 파악할 수 있음
- 교통수단별 에너지 사용량은 석유류에 기반하므로 이를 통합적으로 파악해야 함
 - 각 교통수단별로 판매된 에너지량을 통해 에너지 사용량을 산정하였음

② 조사 자료

- 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 한국석유공사에서 매년 발간하는 『석유류 수급통계』 자료를 이용함

- 『석유류 수급통계』는 석유 및 석유대체연료 사업법¹⁰⁾에 의거하여 한국석유공사에 수집된 각 정유사, 석유제품 수입사 및 석유유통업체의 거래상황 기록부를 기초로 작성된 통계연보로서 국내 석유류 수급에 대한 종합적 정보를 제공하고 있음
- 교통안전공단에서 산정된 자료도 석유류 수급통계의 ‘수단별·유종별·지역별 판매현황’ 과 ‘시군(구)별·유종별 판매현황’ 등 을 참고하였음
 - 판매현황을 통해 교통부문의 연료 소비량을 산정하였고 온실가스 배출량 산정 방법중 Tier 1 방법에 입력자료로 활용되었음
 - 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소비량을 산정할 수 있음



<그림 53> 국내 석유수급 흐름도

10) 조사근거는 석유및석유대체연료사업법 제 38조, 제 43조, 석유및석유대체연료사업법 시행령 제45조, 석유 및석유대체연료사업법 시행규칙 제 45조, 액화석유가스의안전관리및사업법 제38조, 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 제55조에 의거함

③ 조사 결과

- 2014년 교통부문의 석유에너지 사용량은 전년도의 267,364천bbl와 비교하여 268,775천bbl로 0.5%가 증가된 것으로 나타났다

<표 84> 2014년도 교통수단별 17개광역시별 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

| 구분 | 철도 | 도로 | 해운 | 항공 | 기타 | 계 |
|---------------|-------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 합계 | 910 | 223,229 | 2,324 | 3,775 | 1,252 | 231,491 |
| | 0.4% | 96.4% | 1.0% | 1.6% | 0.5% | 100.0% |
| 1.서울 | 134 | 22,985 | 790 | 1,404 | 257 | 25,570 |
| | 0.5% | 89.9% | 3.1% | 5.5% | 1.0% | 100.0% |
| 2.부산 | 84 | 12,223 | 345 | 368 | 124 | 13,145 |
| | 0.6% | 93.0% | 2.6% | 2.8% | 0.9% | 100.0% |
| 3.대구 | 88 | 9,567 | - | 87 | 20 | 9,763 |
| | 0.9% | 98.0% | 0.0% | 0.9% | 0.2% | 100.0% |
| 4.인천 | - | 11,666 | 121 | 72 | 196 | 12,055 |
| | 0.0% | 96.8% | 1.0% | 0.6% | 1.6% | 100.0% |
| 5.광주 | 29 | 6,941 | 1 | 83 | 9 | 7,063 |
| | 0.4% | 98.3% | 0.0% | 1.2% | 0.1% | 100.0% |
| 6.대전 | 124 | 6,094 | 0 | 11 | 21 | 6,250 |
| | 2.0% | 97.5% | 0.0% | 0.2% | 0.3% | 100.0% |
| 7.울산 | - | 5,713 | 246 | 42 | 21 | 6,021 |
| | 0.0% | 94.9% | 4.1% | 0.7% | 0.4% | 100.0% |
| 8.세종 | - | 770 | - | - | 0 | 770 |
| | 0.0% | 100.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 9.경기도 | 31 | 58,068 | 27 | 8 | 252 | 58,386 |
| | 0.1% | 99.5% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 100.0% |
| 10.강원도 | 13 | 8,821 | 144 | 13 | 16 | 9,007 |
| | 0.1% | 97.9% | 1.6% | 0.1% | 0.2% | 100.0% |
| 11.충북 | 33 | 9,966 | 1 | 85 | 17 | 10,102 |
| | 0.3% | 98.7% | 0.0% | 0.8% | 0.2% | 100.0% |
| 12.충남 | 36 | 13,102 | 128 | 10 | 19 | 13,295 |
| | 0.3% | 98.6% | 1.0% | 0.1% | 0.1% | 100.0% |
| 13.전북 | 59 | 10,202 | 42 | 34 | 68 | 10,405 |
| | 0.6% | 98.1% | 0.4% | 0.3% | 0.7% | 100.0% |
| 14.전남 | 89 | 9,470 | 217 | 52 | 114 | 9,942 |
| | 0.9% | 95.3% | 2.2% | 0.5% | 1.1% | 100.0% |
| 15.경북 | 150 | 17,078 | 30 | 13 | 53 | 17,325 |
| | 0.9% | 98.6% | 0.2% | 0.1% | 0.3% | 100.0% |
| 16.경남 | 41 | 17,354 | 218 | 16 | 56 | 17,685 |
| | 0.2% | 98.1% | 1.2% | 0.1% | 0.3% | 100.0% |
| 17.제주 | - | 3,210 | 14 | 1,478 | 8 | 4,710 |
| | 0.0% | 68.1% | 0.3% | 31.4% | 0.2% | 100.0% |

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음

2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158,988L, 프로판 1bbl = 80,775kg, 아스팔트 1bbl = 16,155kg, 부탄 1bbl = 80,775kg

3) () 안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임

4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임

자료: 교통안전공단(2015), 2014년 석유소비량자료

3) 교통부문 온실가스 배출량 산정

① 석유에너지 사용부문 온실가스 배출량산정

○ 배출원

- 에너지 분야는 크게 연료연소와 탈루에 의한 온실가스 배출량이 산정되고 있으며, 연료연소 중 수송부문의 온실가스 배출량을 이용하였음
- 연료연소 배출원에 따른 온실가스 종류는 <표 85>와 같이 구분하고 있음

<표 85> 연료연소 배출원 및 발생 온실가스 종류

| 구분 | 배출원 | 온실가스 |
|------|-----------|--|
| 연료연소 | 에너지산업 | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| | 제조업 및 건설업 | |
| | 수송 | |
| | 기타 | |
| 탈루 | 고체연료 | CH ₄ |
| | 석유 및 천연가스 | |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

- 수송부문에서의 배출원은 수송활동을 통해 연소되는 온실가스를 산정하였고 교통수단별로 도로, 항공, 철도, 해운, 기타수송 등으로 구분하였음
- 국제 수송에 사용된 연료 사용 배출량은 국가 배출량에 포함하지 않고 국제 병커링으로 구분하여 공표하였음

<표 86> 수송부문 온실가스 배출원

| 구분 | 배출원 |
|------|---|
| 민간항공 | - 민간항공기의 이·착륙 과정 및 순행과정의 배출량을 포함 - 공항 내 지상수송은 민간항공이 아닌 기타수송에 포함 |
| 도로수송 | - 도로 운송수단(포장도로를 이용하는 농업 운송수단 포함) |
| 철도 | - 철로를 이용하는 화물용, 승객용, 유지보수용 등 모두 포함 |
| 해운 | - 연료 추진체를 이용하는 수상 운송수단 |
| 기타수송 | - 분류되지 않은 수송 - 파이프라인 수송, 공항 및 항구의 지상 운송수단, 다른 부문에 포함되지 않는 비도로 수송 |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

○ 배출량 산정 절차

- 세계 각국의 온실가스 배출통계 중 이산화탄소 배출량은 기본적으로 IPCC guideline 에서 제시된 방법론을 사용하여 구축함
- IPCC는 1996년에 『Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories』 보고서를 발표하고 부문별 이산화탄소 배출량 산출을 위한 기본적인 방법론과 이에 사용되는 배출계수 및 활동도 자료 등을 제시함
- IPCC Guideline에서 제시하고 있는 이산화탄소 배출량 산정 방법은 Tier1,2,3 방법으로 각 국가별로 보유하고 있는 배출계수와 같은 기초자료의 종류와 형태 등을 고려하여 적절한 것을 사용하도록 권고하고 있음
- 도로부문의 온실가스 배출량 산정 방법은 아래의 <표 87>과 같음

<표 87> 도로부문 온실가스 배출량 산정방법 비교

| ROAD | Tier 1 | Tier 2 | Tier 3 |
|---|---|--|---|
| CO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 가이드라인 배출계수 | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - 국가고유 배출계수 | - (의미없음) |
| Non-CO ₂ (CH ₄ , N ₂ O) | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 가이드라인 배출계수 | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - 차종별 연료 소비량 - 배출제어기술 (제어장치 미장착, 촉매 변환장치 등) | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 차량주행거리 - 차종별 차량주행거리 - 배출제어기술에 따른 차량주행거리 (제어장치 미장착, 촉매변환장치 등) - 운전조건에 따른 차량주행거리 (cold start) |

- 온실가스 배출량 산정 및 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 『에너지 기본법 시행령 제15조제1항』 규정에 따름
- 총발열량 기준은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 기준으로 환산하는 방법이며 순발열량 기준은 총발열량에서 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
- 교통부문의 에너지 발열량 환산은 “순발열량/총발열량”비를 적용하였으며 환산계수는 아래 <표 88>과 같음

<표 88> 총발열량 기준 에너지 열량환산기준

| | 에너지원 | 단위 | 총발열량 | | 순발열량 | |
|----|------------|-----------------|--------|-------|--------|------|
| | | | kcal | MJ환산 | kcal | MJ환산 |
| 석유 | 원유 | kg | 10,730 | 44.9 | 10,080 | 42.2 |
| | 휘발유 | ℓ | 7,780 | 32.6 | 7,230 | 30.3 |
| | 등유 | ℓ | 8,790 | 36.8 | 8,200 | 34.3 |
| | 경유 | ℓ | 9,010 | 37.7 | 8,420 | 35.3 |
| | B-A유 | ℓ | 9,290 | 38.9 | 8,700 | 36.4 |
| | B-B유 | ℓ | 9,670 | 40.5 | 9,080 | 38 |
| | B-C유 | ℓ | 9,950 | 41.6 | 9,360 | 39.2 |
| | 프로판 | kg | 12,050 | 50.4 | 11,050 | 46.3 |
| | 부탄 | kg | 11,850 | 49.6 | 10,900 | 45.6 |
| | 납사 | ℓ | 7,710 | 32.3 | 7,160 | 30 |
| | 항공유 | JA-1 | ℓ | 8,730 | 8,140 | 34.1 |
| | | JP-4 | ℓ | 8,730 | 8,140 | 34.1 |
| | | AVI-G | ℓ | 7,780 | 7,230 | 30.3 |
| | 아스팔트 | kg | 9,910 | 41.5 | 9,360 | 39.2 |
| | 윤활유 | ℓ | 9,500 | 39.8 | 8,830 | 37 |
| | 석유코크스 | kg | 8,000 | 33.5 | 7,550 | 31.6 |
| | 부생연료유 1호 | ℓ | 8,800 | 36.9 | 8,200 | 34.3 |
| | 부생연료유 2호 | ℓ | 9,550 | 40.0 | 9,050 | 37.9 |
| 가스 | 천연가스(LNG) | kg | 13,040 | 54.6 | 11,780 | 49.3 |
| | 도시가스(LNG) | Nm ³ | 10,430 | 43.6 | 9,420 | 39.4 |
| | 도시가스(LPG) | Nm ³ | 15,000 | 62.8 | 13,780 | 57.7 |
| 석탄 | 국내무연탄 | kg | 4,500 | 18.9 | 4,450 | 18.6 |
| | 수입무연탄(연료용) | kg | 5,020 | 21.0 | 4,920 | 20.6 |
| | 수입무연탄(원료용) | kg | 5,900 | 24.7 | 5,820 | 24.4 |
| | 유연탄(연료용) | kg | 6,160 | 25.8 | 5,890 | 24.7 |
| | 유연탄(원료용) | kg | 7,000 | 29.3 | 6,740 | 28.2 |
| | 아역청탄 | kg | 5,420 | 22.7 | 5,100 | 21.4 |
| | 코크스 | kg | 6,960 | 29.1 | 6,900 | 28.9 |
| 기타 | 신탄 | kg | 4,500 | 18.8 | - | - |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1. 원별 실측결과는 50kcal로 반올림

2. 석탄의 발열량은 인수식 기준

3. 1cal=4.1868J

4. Nm³:0℃,1기압 상태의 체적

5. 제시되지 않은 석유류의 배출계수는 부생연료유1호의 값을 준용

6. 2012년에는 2011년 에너지기본법에 고시된 발열량 기준으로 전환계수를 반영함

○ 탄소배출계수

- 탄소 배출계수는 우선 국가고유 배출계수를 적용하였고 고유 배출계수가 없을 경우 IPCC 1996 배출계수를 반영하였음
- 교통부문에 주로 사용되는 연료에 대한 탄소배출계수는 아래의 <표 89>와 같음

<표 89> 탄소배출계수

단위: t C/TJ

| | 연료 | 1996 IPCC | 국가고유 ('07~'11) | 국가고유 ('12) | | 연료 | 1996 IPCC | 국가고유 ('07~'11) | 국가고유 ('12) |
|----|---------------------------|-----------|----------------|------------|-------|--------------------|-----------|----------------|------------|
| 석유 | 원유 | 20.0 | - | - | 석유 | 정제가스 ³⁾ | 15.7 | - | - |
| | 오리먼전 | 22.0 | - | - | | 기타석유 | 20 | - | - |
| | 액상천연가스(NGL) ¹⁾ | 17.2 | - | - | 석탄 | 국내 무연탄 | 26.8 | 29.7 | 30.5 |
| | 휘발유 | 18.9 | 19.7 | 20 | | 수입무연탄(연료탄) | 26.8 | 26.8 | 28.6 |
| | 항공유 ²⁾ | 19.5 | 19.6 | 19.8 | | 수입무연탄(원료탄) | 26.8 | 26.8 | 29.2 |
| | 보일러등유 | 19.6 | 19.5 | 19.6 | | 유연탄(원료탄) | 25.8 | - | 26.2 |
| | 실내등류 | 19.6 | 19.5 | 19.6 | | 유연탄(연료탄) | 25.8 | 25.9 | 26 |
| | Shale Oil | 20.0 | - | - | | 아역청탄 | 26.2 | 29.3 | 26.2 |
| | 경유 | 20.2 | 20 | 20.2 | | 갈탄 | 27.6 | - | - |
| | 경질중유(B-A) | 20.8 | 20.2 | 20.4 | | Oil shale | 29.1 | - | - |
| | 중유(B-B) | 20.8 | 20.6 | 20.5 | | 토탄 | 28.9 | - | - |
| | 중질중유(B-C) | 20.8 | 20.8 | 20.6 | | BKE & Paten Fuel | 29.5 | - | - |
| | 부생연료 1호 | - | - | 19.7 | 가스 | Coke Oven/Gas Coke | 29.5 | - | - |
| | 부생연료 2호 | - | - | 21 | | Coke Oven Gas | 13 | - | - |
| | 프로판 | 17.2 | 17.6 | 17.6 | | Blast Furnace Gas | 66 | - | - |
| | 부탄 | 17.2 | 18.1 | 18.1 | | 천연가스(LNG) | 15.3 | 15.4 | 15.3 |
| | 에탄올 | 16.8 | - | - | | 도시가스(LNG) | 15.3 | 15.4 | 15.3 |
| | 납사 | 20.0 | 18.6 | 192 | | 도시가스(LPG) | 17.2 | 17.6 | 17.6 |
| | 아스팔트 | 22.0 | 21.5 | 21.6 | 바이오매스 | 고체바이오매스 | 29.9 | - | - |
| | 윤활유 | 20.0 | 19.7 | 19.9 | | 액체바이오매스 | 20 | - | - |
| | 석유코크 | 27.5 | 27.2 | 27.2 | | 기체바이오매스 | 30.6 | - | - |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1) 국가고유 배출계수는 2007년 이후 배출량부터 사용 가능하며 그 이전에는 1996 IPCC GL 기본값을 적용

2) 액상천연가스(NGL)은 컨덴세이트를 포함

3) 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 계수 적용

4) 정제가스는 2006 IPCC GL값을 참조

5) 제시되지 않은 석유류의 배출계수는 기타 석유류의 값을 준용

6) 석유코크는 '12년 발열량 기준의 국가고유 계수가 없으므로 '06년 발열량 기준의 국가고유 계수 준용

4) 온실가스 배출량 산정결과

- 2014년 석유소비량을 이용한 온실가스 배출량을 교통수단별·지역별로 구분하였음
 - 전체 유종에 대한 국제 벙커링은 제외함
- 교통안전공단에서 산정한 2014년 기준 교통부문 총 배출량은 88.5백만tCO₂로 2013년 대비 5.1% 증가하였음
- 도로부문이 96.3%로 가장 많이 차지하고 있으며 항공 1.6%, 해운 1.1%, 기타 0.5%, 철도 0.4%의 순으로 나타났음
 - 기타부문은 분류되지 않은 수송으로 파이프라인 수송, 공항 및 항구의 지상 운송수단, 다른 부문에 포함되지 않는 비도로 수송이 해당됨
- 최근 5년간 온실가스 배출량이 조금씩 증가하다 2014년에는 5.1%로 다소 크게 증가하였으며 올해부터는 세종특별자치시가 충청남도과 구분되어 산정되며 이로 인해 충남은 작년대비 1.8%가 감소하였음

<표 90> 최근 5년간 교통부문 온실가스 증감량

단위: tCO₂

| 구 분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | | | 배출량 | 전년도 대비비율 |
| 합계 | 82,206,573 | 82,219,599 | 83,316,584 | 84,218,332 | 88,541,994 | 5.1% |
| 서울 | 9,301,457 | 9,101,040 | 9,519,715 | 9,790,480 | 9,717,669 | -0.7% |
| 부산 | 5,431,388 | 5,255,071 | 5,209,248 | 4,690,977 | 5,090,504 | 8.5% |
| 대구 | 3,112,591 | 3,209,819 | 3,222,047 | 4,657,860 | 3,733,991 | -19.8% |
| 인천 | 5,031,334 | 5,163,128 | 5,363,567 | 3,581,786 | 4,715,809 | 31.7% |
| 광주 | 2,121,429 | 2,159,697 | 2,315,127 | 2,459,814 | 2,680,238 | 9.0% |
| 대전 | 2,057,628 | 2,059,749 | 2,076,741 | 2,304,241 | 2,348,563 | 1.9% |
| 울산 | 2,130,161 | 2,105,717 | 2,147,521 | 2,217,145 | 2,347,194 | 5.9% |
| 세종 | - | - | - | - | 293,414 | - |
| 경기 | 20,171,929 | 20,165,236 | 20,306,955 | 20,650,129 | 22,470,682 | 8.8% |
| 강원 | 3,200,353 | 3,116,212 | 3,178,801 | 3,267,646 | 3,412,269 | 4.4% |
| 충북 | 3,590,510 | 3,614,848 | 3,760,656 | 3,789,339 | 3,851,665 | 1.6% |
| 충남 | 5,080,861 | 5,121,241 | 5,084,931 | 5,133,315 | 5,042,918 | -1.8% |
| 전북 | 3,560,077 | 3,622,265 | 3,599,738 | 3,733,558 | 3,950,516 | 5.8% |
| 전남 | 3,738,887 | 3,798,468 | 3,770,780 | 3,724,792 | 3,821,550 | 2.6% |
| 경북 | 6,040,328 | 5,982,274 | 6,001,727 | 6,245,055 | 6,583,775 | 5.4% |
| 경남 | 6,457,991 | 6,452,541 | 6,432,977 | 6,637,206 | 6,780,516 | 2.2% |
| 제주 | 1,179,648 | 1,292,295 | 1,326,052 | 1,334,987 | 1,700,722 | 27.4% |

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 2010~2012년 자료는 국가교통DB센터에서 석유류수급통계를 이용하여 산정한 값이며 2013년부터는 교통안전공단에서 산정된 자료를 받아서 작성되었음

- 도로부문에서는 경기와 서울, 경상도 등과 같은 대도시에서 배출량이 많았고 해운의 경우 서울, 대구, 전남 등에서 많은 비율을 차지하였음
- 작년과 달리 항공부문은 제주가 520,466tCO₂로 서울의 498,585tCO₂보다 온실가스를 많이 배출한 것으로 나타남

<표 91> 2014년 교통수단별 · 17개 광역시도별 온실가스 총 배출량

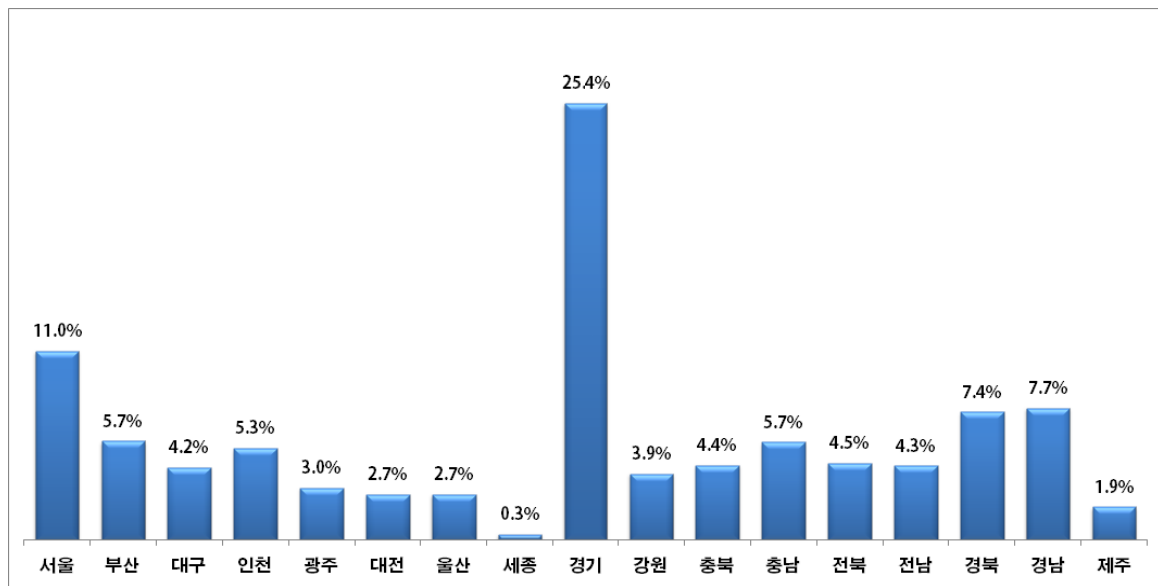
단위: tCO₂

| 구분 | 철도 | 도로 | 해운 | 항공 | 기타 | 계 |
|---------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| 합계 | 374,521 0.4% | 85,278,367 96.3% | 1,007,642 1.1% | 1,409,958 1.6% | 471,506 0.5% | 88,541,994 100.0% |
| 1.서울 | 55,074 0.6% | 8,731,964 89.9% | 334,021 3.4% | 498,585 5.1% | 98,025 1.0% | 9,717,669 100.0% |
| 2.부산 | 34,759 0.7% | 4,697,495 92.3% | 150,059 2.9% | 160,187 3.1% | 48,004 0.9% | 5,090,504 100.0% |
| 3.대구 | 36,449 1.0% | 3,653,114 97.8% | - 0.0% | 37,452 1.0% | 6,977 0.2% | 3,733,991 100.0% |
| 4.인천 | - 0.0% | 4,561,329 96.7% | 53,692 1.1% | 29,619 0.6% | 71,169 1.5% | 4,715,809 100.0% |
| 5.광주 | 12,128 0.5% | 2,620,579 97.8% | 209 0.0% | 43,989 1.6% | 3,332 0.1% | 2,680,238 100.0% |
| 6.대전 | 50,519 2.2% | 2,285,793 97.3% | 168 0.0% | 4,469 0.2% | 7,613 0.3% | 2,348,563 100.0% |
| 7.울산 | - 0.0% | 2,209,858 94.1% | 109,922 4.7% | 19,585 0.8% | 7,829 0.3% | 2,347,194 100.0% |
| 8.세종 | - 0.0% | 293,336 100.0% | - 0.0% | - 0.0% | 78 0.0% | 293,414 100.0% |
| 9.경기도 | 12,625 0.1% | 22,347,060 99.4% | 11,672 0.1% | 2,939 0.0% | 96,387 0.4% | 22,470,682 100.0% |
| 10.강원도 | 5,202 0.2% | 3,332,384 97.7% | 64,258 1.9% | 4,114 0.1% | 6,311 0.2% | 3,412,269 100.0% |
| 11.충북 | 13,716 0.4% | 3,798,136 98.6% | 601 0.0% | 32,898 0.9% | 6,314 0.2% | 3,851,665 100.0% |
| 12.충남 | 14,634 0.3% | 4,960,320 98.4% | 56,889 1.1% | 3,722 0.1% | 7,353 0.1% | 5,042,918 100.0% |
| 13.전북 | 24,171 0.6% | 3,869,768 98.0% | 17,533 0.4% | 14,182 0.4% | 24,862 0.6% | 3,950,516 100.0% |
| 14.전남 | 36,466 1.0% | 3,622,996 94.8% | 94,945 2.5% | 24,126 0.6% | 43,017 1.1% | 3,821,550 100.0% |
| 15.경북 | 61,917 0.9% | 6,481,750 98.5% | 13,300 0.2% | 6,420 0.1% | 20,386 0.3% | 6,583,775 100.0% |
| 16.경남 | 16,859 0.2% | 6,641,472 97.9% | 94,360 1.4% | 7,205 0.1% | 20,620 0.3% | 6,780,516 100.0% |
| 17.제주 | - 0.0% | 1,171,013 68.9% | 6,013 0.4% | 520,466 30.6% | 3,230 0.2% | 1,700,722 100.0% |

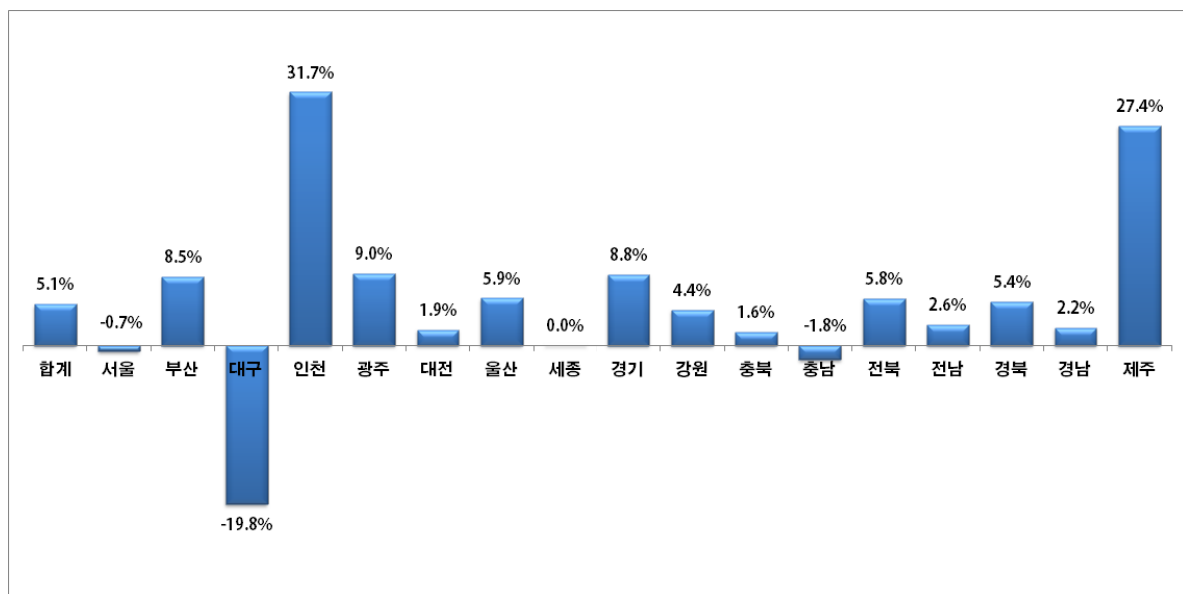
주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 연료 소모량은 2014년을 기준으로 산정함

- 17개 지역별로 살펴보면 경기도가 25.4%로 가장 많은 배출량을 보였고 서울이 7.7%,경북과 경남이 각각 7.4%, 7.7%로 뒤를 이음
- 전년도에 비해 인천지역은 31.7%가 증가하였으며 제주 또한 27.4%가 증가하였음. 제주의 경우 항공부문의 배출량이 크게 증가한 영향으로 보임
- 대구의 경우 작년과 비교하여 19.8%가 감소하였으며 전체적으로 2014년에는 배출량이 증가하거나 비슷한 것으로 집계되었음



<그림 54> 2014년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 비율



<그림 55> 2013년 대비 2014년의 지역별 온실가스 배출량 증감률

5) 결론 및 한계점

- 온실가스 배출량 산정의 신뢰도 향상에 필요한 통계체계 구축
 - 현재 교통안전공단에서의 산정방식은 석유류수급통계의 연료사용량과 국가고유배출계수를 이용하여 Tier 2방법으로 온실가스 배출량을 추정하고 있음
 - 실제로 지역별 도로에 통행하는 통행량과는 관계없이 연료 사용량만으로 집계를 하였기 때문에 도로부문에서는 차량의 이동특성이 반영되지 않는 한계점이 발생함
 - 또한, 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유, 경유, LPG 등의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표 관리제에서 산업부문의 업종별로 파악되는 이동연료에 대한 자료를 파악하여 이를 보완하는 방안이 필요함
- 온실가스 배출량 조사 및 산정방법론상 일관되지 않은 부분이 존재함
 - 차종 및 기종(해운, 항공기, 철도)별로 구분된 연료 소비량 자료는 제공되지 않기 때문에 Tier 3 이상 단계의 방법론 적용은 한계가 있음
 - 철도 및 해운, 항공의 기종별 연료 사용량의 자료 구축이 어려운 실정임. 특히 항공 부문의 경우 운항정보와 관련된 자료가 일부 필요하기 때문에 민간회사의 경영과도 연관되어 있는 민감한 자료가 존재함
 - 현재는 Tier 2 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책적 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
 - 연료소비량을 기준으로 온실가스 배출량을 산정할 경우 이동배출원(mobile source) 특성을 지닌 교통부문의 성격을 제대로 반영하지 못하게 되기 때문에 실제 도로를 운행하며 배출하는 동태적인 온실가스 배출량이 아닌 연료구입 지역에 따른 배출량을 산정하기 때문에 운행특성 및 지역적인 세부분석에 한계가 존재함
- 기존의 온실가스 배출량 산정방법론을 개선하기 위해서는 도로부문을 중심으로 Tier 3 방법을 적용하여 세분화된 차종(이륜차, 건설기계 등)까지 배출량을 산정할 수 있는 연구가 필요할 것으로 보임

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제3절 과업의 성과 및 기대효과

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 최근 세계화로 인해 국가 간 경쟁이 심화됨에 따라 국가의 경쟁력 부문이 중요시 되고 있으며, 세계 각국은 경쟁력을 제고시키기 위해 끊임없이 노력하고 있음. 이러한 중요성 때문에 IMD(International Institute for Management Development)와 WEF(World Economy Forum) 등과 같은 국제기구에서는 국가경쟁력지수를 매년 발표하고 있음
- IMD에서 정의하는 국가경쟁력이란 ‘기업하기 좋은 환경을 조성하여 경제성장 및 삶의 질을 제고시키는 국가의 능력’을 의미하며, 이를 나타낼 수 있는 지수를 산정하기 위한 요소 중 하나로 교통·물류분야를 포함하고 있음
- 하지만 현재 우리나라의 경우, 교통물류경쟁력의 강·약점을 자체적으로 파악하려는 시도가 이루어지지 못하고 있으며, IMD 및 WEF 등 국제기구에서 발표하는 경쟁력 순위에 의존하고 있음
- 국제기구(IMD, WEF)에서 발표하고 있는 지수는 국가간 교통·물류 분야에 특화된 객관적 지표라기보다는 설문조사에 의한 주관적인 지표가 더 많이 포함되어 있음. 이미 정부에서는 『국가통합교통체계효율화법』 제10조 및 제11조를 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지수를 개발하고, 이를 정기적으로 조사·평가할 것을 명시하였음
- 이에 한국교통연구원 국가교통DB센터에서는 국가교통조사사업을 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지표 개발 및 지수를 산정함. 이를 통해, 현 대한민국의 국가교통물류경쟁력 지수를 다른 나라들과 비교 및 진단하여 우리나라의 강·약점을 파악하는 데 활용하고자 함
- 도로의 교통상황이 복잡해지고 교통량이 점차 증가하면서 도로위의 원활한 교통흐름이 중요한 부분으로 차지하고 있음. 특히 도로 이용자의 경우 출발지에서 목적지까지 이동 전 혹은 중에 제공되는 교통 정보의 정확성을 요구하고 있음
- 과거 자료의 한계로 인해 다소 추상적인 개념으로 인식되었던 교통 접근성 연구가 최근 다양한 자료들이 이용 가능해짐에 따라 이론적 한계를 극복하고 새로운 교통계획을 위한 도구

로 정착되고 있음. 이에 따라 해외 여러 나라들에서 교통접근성 개발현황과 교통계획에 활용을 검토하고 있음

- 도로의 서비스 수준을 나타내는 다양한 교통정보 중 통행시간은 이용자 및 도로 운영자에게 중요한 통행지표가 되며 최근 들어서는 보다 정확한 통행시간 정보를 요구하고 있음. 하지만 현재 국내에서는 통행시간 신뢰성과 관련된 연구 및 조사의 진행이 부족한 실정임

2. 과업의 목적

- 육상, 해상, 항공 등 교통분야 여객과 화물의 원활한 이동성과 접근성 확보, 최적교통시설확보, 교통망 애로 및 개선지점 모색 등을 위한 정책적 기준이 되는 각종 지표 개발
- 이동성, 접근성, 신뢰성을 세 가지 축으로 하는 교통물류경쟁력지표의 개발 및 설정을 위한 조사연구
- 만족도와 같은 설문조사 기반의 불확실한 지표 산출에서 탈피하여 BIS자료, 교통카드 자료, 교통량 자료, 자동차 내비게이션 자료와 같은 대용량 자료를 기반으로 객관적이고 정량적인 지표 개발

제2절 과업의 범위 및 내용

1. 과업의 범위

가. 거시적 국가교통물류경쟁력지표 설정

- 기존 교통물류경쟁력지표 검토 및 개선
- 국가간 물류경쟁력지표의 산출에 국가교통통계의 활용 검토
- 지표별 산정방법론 검토

나. 미시적 국가교통물류경쟁력지표 설정

- 교통량과 속도 자료를 활용한 대한민국 교통 네트워크의 성능을 평가
- 이동성, 접근성, 신뢰성 기반의 지역별 국가물류경쟁력 지표의 개발
- 국가교통DB 통합관리 방안과 연계하여 교통망 성능평가 및 이동성, 접근성, 신뢰성 지표 평가를 위한 자료수집 및 DB 구축
- 수집 자료를 기반으로 각각 지표별 지수 산정과 전체 물류 경쟁력 평가 방법론 개발

2. 과업의 내용

가. 국가교통물류경쟁력 지표 산정

- 국가간 SOC 투자 현황 비교
 - 국가물류경쟁력지표 관련 기존 연구 검토
 - 국가간 SOC 투자현황 비교
 - 국가교통통계를 활용한 국가물류경쟁력지표 산정

나. 교통망 성능평가를 통한 이동성 분석

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

- 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량 주행거리의 산정

다. 교통 접근성 산정

- 기존 교통접근성 관련 국내외 연구동향과 사례 분석
 - 우리나라 이동성·접근도 변화 연구 및 한계점 분석
 - 영국, 미국, 벨기에, 뉴질랜드 등에서 진행된 Census block group의 공간단위의 이동성과 접근성 연구 사례와 실용화 사례 검토
- 국가교통DB 통합관리방안과 연계하여 전국을 대상으로 다양한 교통정보의 수집
 - 전국단위의 다양한 교통정보를 입수하고 가공
 - 동적 정보: 승용차 이용정보 및 대중교통 운영 정보 등
 - 정적 정보: 전국 POI 정보 등
- 한국형 교통이동성·접근성 평가방법론 정립
 - 우리나라에 분석 가능한 공간분석 단위, 공간 단위간 승용차 통행시간, 대중교통통행시간 산출 방법 검토
 - 본 연구에 필요한 POI 정보의 추출방법
 - POI 정보를 분류하고 시나리오 설정과 주요 결과의 GIS mapping
 - 서울 수도권 지역을 대상으로 하는 접근성 분석
 - 본 연구의 결과를 표출하는 방안 연구
- 대한민국 접근성 평가의 활용가능성 평가, 확대 가능성 평가 및 정책적 기대효과 분석

라. 교통 신뢰성 산정

- 교통 네트워크의 신뢰성 관련 국내외 연구동향과 사례 분석 통행시간의 신뢰성 관련 국내·외 연구동향과 사례 분석
 - 통행시간의 신뢰성 정의 및 활용사례 관련 문헌 고찰
 - 통행시간의 신뢰성 관련 유사 개념(미국의 TTI, 국내 혼잡강도 등) 정리

- 통행시간의 신뢰성 평가를 위한 개념 정립 및 방법론 제시
 - 국내 실정에 맞는 통행시간의 신뢰성 개념 정립
 - 통행시간의 신뢰성 산정을 위한 국내 자료 수집 현황 파악 및 사례분석
 - 통행시간 신뢰성 평가 기준 수립 및 도시간 비교를 위한 방법론 정립
 - 대상지역을 선정하여 실제 수집된 속도자료 기반으로 지수를 산정하여 각 지수의 의미 및 활용방안 검토

마. 교통비용 및 TSI DB 구축

- 교통비용 및 TSI DB 구축
 - 정부·민간·외부(혼잡, 사고, 환경) 비용 산정
 - 교통산업서비스지수(TSI) 산정 및 온실가스 DB 구축

제3절 과업의 성과 및 기대효과

가. 과업의 성과

- 국내 교통비용, 교통산업서비스 지수, 차량주행거리, 교통망 성능평가, 이동성·접근성·신뢰성 기반의 국가교통물류경쟁력 관련 각종 지표 산정 결과 및 평가 결과

나. 과업의 기대효과

- 국가 교통시설운영과 정책집행에 따른 현황을 파악하고, 부문별 지표를 검토, 비교 평가하여 개선부문을 모색

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 (거시지표)

제1절 연구 개요

제2절 국내외 국가경쟁력지수 산정 연구

제3절 국가교통물류경쟁력 정의

제4절 국가교통물류경쟁력지표 선정 및
평가방법

제5절 국가교통물류경쟁력 가중치 조사 및
산정

제6절 국가교통물류경쟁력지수 산정

제7절 결론 및 향후 연구과제

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 (거시지표)

제1절 연구 개요

1. 연구의 배경 및 목적

가. 배경 및 목적

- 최근 세계화로 인해 국가 간 경쟁이 심화됨에 따라 국가의 경쟁력 부문이 중요시 되고 있으며, 세계 각국은 경쟁력을 제고시키기 위해 끊임없이 노력하고 있음. 이러한 중요성 때문에 IMD(International Institute for Management Development)와 WEF(World Economy Forum) 등과 같은 국제기구에서는 ‘국가경쟁력’에 관련한 지수를 매년 발표하고 있음
- IMD에서 정의하는 국가경쟁력이란 ‘기업하기 좋은 환경을 조성하여 경제성장 및 삶의 질을 제고시키는 국가의 능력’을 의미하며, 이를 나타낼 수 있는 지수를 산정하기 위한 요소 중 하나로 교통·물류분야 지표를 포함하고 있음
- 하지만, 이러한 국제기구(IMD, WEF)에서 발표하고 있는 지수는 국가간 교통·물류 분야에 특화된 객관적 지표라기보다는 설문조사에 의한 주관적인 지표가 더 많이 포함되어 있음
- 이미 정부에서는 『국가통합교통체계효율화법』 제10조 및 제11조를 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지수를 개발하고, 이를 정기적으로 조사·평가할 것을 명시하였음에도 불구하고, IMD 및 WEF 등 국제기구에서 발표하는 경쟁력 순위에 의존하고 있음
- 이에 한국교통연구원 국가교통DB센터에서는 국가교통조사사업을 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지표 개발 및 지수를 산정하고 이를 통해 현 대한민국의 국가교통물류경쟁력 지수를 다른 나라들과 비교 및 진단하여 우리나라의 강·약점을 파악하는 데 활용하고자 함

나. 연구의 범위 및 방법

1) 연구의 범위

- 연구의 시간적 범위는 국가교통물류경쟁력 조사를 위해 현시점에서 구득이 가능한 가장 최신의 자료인 2013년도 기준으로 설정하였고, 공간적 범위로 국가간 경제적 수준이 유사한 OECD 가입국(34개)을 대상으로 함

2) 연구 수행절차

- 본 연구에서 국가교통물류경쟁력 지수를 도출하여, 국제사회(OECD 34개국) 속에서 우리나라 현황을 파악하기 위한 연구 수행절차는 다음과 같음
 - 국가교통물류경쟁력의 정의에 부합하는 지표들 및 상관분석을 통해 최종 지표 선정
 - 최종 선정된 지표들 관련 국제통계치를 수집하여 표준화 수행
 - 각 지표에 가중치 부여를 위한 교통·물류전문가를 대상으로 AHP 조사를 수행하고, 이를 이용하여 가중치를 산정
 - 산정된 가중치를 이용하여 표준화 값에 적용하여 이를 총괄하는 종합지수를 도출하고, 이를 기반으로 경제협력개발기구(OECD) 34개 국가들 중 우리나라의 교통물류경쟁력 현황을 파악



<그림 2- 1> 국가교통물류경쟁력 지수산정 과정

제2절 국내외 국가경쟁력지수 산정 연구

1. 해외 연구

가. 국제경영개발원(IMD) 국가경쟁력 지수

1) 개요

- 국제경영개발원(International Institute for Management Development, 이하 IMD)에서는 1989년 이래 매년 세계경쟁력 연감(The World Competitiveness Yearbook)을 통해 세계 주요국들의 국가경쟁력을 비교하여 발표하고 있음

2) 평가지표

- 국제경영개발원(IMD)는 국가경쟁력을 평가하기 위한 지표를 경제적 성과, 정부 효율성, 기업경영 효율성, 인프라 4개의 분야로 구분하고 각 분야별로 5개의 하위분야를 두어 총 20개의 세부분야로 구분함
- 국가경쟁력 평가를 위한 지표들은 131개의 경성(硬性)자료와 115개의 설문자료로 측정되어짐

3) 평가방법

- 국제경영개발원(IMD)는 평가지표들의 측정 단위가 상이하므로 전체 지표들을 비교 가능한 표준단위로 만드는 표준화방법을 사용함
- 이 과정에서 경성자료에는 가중치 1을, 설문자료에는 가중치 0.55를 부여하며, 이는 국제경영개발원(IMD)에서 임의로 정한 수치임

4) 국가교통물류경쟁력 평가

- 국가경쟁력 측정 요소 중 교통물류경쟁력과 관련된 평가 요소는 인프라분야의 기본인프라에 속한 7개 항목이며, 평가항목은 <표 2-1>과 같음

<표 2- 1> IMD 교통물류경쟁력지표 평가항목

| 구분 | 평가지표 |
|------|---|
| 통계지수 | 도로밀도 - 도로총연장(km) / 국토면적(km ²) |
| | 철도밀도 - 철도연장(km) / 국토면적(km ²) |
| | 항공탑승객수 - 해당 국가 주요 항공사 탑승객수 |
| 설문지수 | 항공이용 만족도 |
| | 유통인프라 효율성 |
| | 해운인프라 기업요구수준 만족도 |
| | 인프라 유지·개발에 관한 계획·재원 적절성 |

5) 문제점

- 자료조사의 객관성 문제로 평가지표 중 47%가 설문조사에 의한 지표로 구성되는 등 설문조사 의존도가 높아서 경쟁력 순위를 왜곡 시킬 수 있음
- 자의적·획일적인 가중치를 부여함. 통계자료는 가중치 1을, 설문자료는 가중치 0.55를 일괄적으로 부여함. 이는 가중치의 합리성이 낮고, 개별국가의 경제구조나 발전단계를 고려하지 않았으므로 ‘평가의 신뢰성’을 저하시킬 수 있음
- 설문조사 응답자의 대표성이 약하고, 응답 회수율이 낮음. 예를 들어, 응답자 1인이 기업, 정부, 인프라 등 국가경쟁력에 관한 모든 설문에 응답하도록 되어 있고, 응답 회수율도 낮음

나. WEF 국가경쟁력 지수

1) 개요

- 세계경제포럼(World Economic Forum, 이하 WEF)은 1979년부터 국가별 경쟁력을 측정해 오다가 1987년부터는 IMD와 함께 세계경쟁력 보고서를 발표해 왔으나, 다시 1996년 부터는 IMD와 별도로 세계경쟁력 보고서(The Global Competitiveness Report : GCR)를 매년 발간하고 있음

2) 평가지표

- WEF는 국가경쟁력을 평가하기 위한 지표를 기본요인, 효율성 증진, 기업혁신 및 성숙도 3개 부문으로 나누고 이를 12개 세부분야와 111개 지표로 구분함
- 국가경쟁력 평가를 위한 지표들은 31개의 경성(硬性)자료와 80개의 설문자료로 측정되어짐

3) 평가방법

- WEF는 글로벌경쟁력지수(the Global Competitiveness Index : GCI)를 적용하여 각국의 국가 경쟁력을 측정하고 있음. GCI는 5년 정도의 기간 동안에 기대되는 중기 성장잠재력을 측정하기 위한 지수로 기본요인, 효율성 증진, 기업혁신 및 성숙도 3개 요소군에 대한 평가를 바탕으로 산출
- 국가크기, 지표 및 변수의 적용범위 등을 고려하여 조사대상 국가로 139개국을 선정하고 1인당 GDP 기준으로 기존요건주도형(factor-driven; < \$2,000), 효율성주도형(efficiency-driven; \$3,000~\$9,000), 혁신주도형(innovation-driven; >\$17,000)의 경제체제로 분류하여 단계별로 측정지표에 가중치를 차별화하여 산정하고 있음

4) 국가교통물류경쟁력 평가

- WEF의 국가경쟁력 평가요소 중 교통물류경쟁력과 관련된 평가 요소는 인프라분야의 6개 항목으로 <표 2-2>와 같음

<표 2- 2> WEF 교통물류경쟁력지표 평가항목

| 구분 | 평가지표 |
|-----------------|-------------|
| 기본요인의 인프라 부문 | 전체 인프라의 질 |
| | 도로 인프라의 질 |
| | 철도 인프라의 질 |
| | 여객기 운송 능력 |
| | 항공운송 인프라의 질 |
| | 항만운송 인프라의 질 |

5) 문제점

- 설문조사 의존도가 높아서 경쟁력 순위를 왜곡시킬 수 있으며, 평가항목의 구성이 기업에 편중되고, 삶의 질 측면은 취약하고 자의적인 가중치 변화에 의해 순위가 등락함
- 국가경쟁력 평가 항목의 구성에 있어 72%가 설문자료에 의하고 있어 응답자의 주관적 판단에 평가 결과가 좌우될 가능성이 매우 높으며, 설문조사 대상자 또한 기업 경영자들이 주를 이뤄 응답자의 대표성이 약함
- WEF의 GCI는 국가발전단계별로 경쟁력이 다를 수 있다는 논거로 단계별 가중치를 다르게 적용하고 있으나 국가발전단계의 구분기준이 비합리적인

다. IPS 국가경쟁력 지수

1) 개요

- 우리나라의 민간연구소인 산업정책연구원(The Institute for Industrial Policy Studies: IPS)과 국제경쟁력연구원은 2001년부터 2013년까지 ‘선진국 중심의 관점에서 탈피하여 세계 모든 나라에 적용 가능한 경쟁력 평가’를 목표로 IPS 국가경쟁력연구를 산정하였음

2) 평가지표

- IPS는 국가경쟁력 평가를 위한 지표는 9-팩터 모델을 통해 9개 부문과 23개의 하위분야, 202개의 지표로 구분됨
- 국가경쟁력 평가를 위한 지표들은 100개의 통계자료와 102개의 설문자료로 측정됨

3) 평가방법

- IPS는 포터(Michael E. Potter)의 다이아몬드 모델에서 확장된 9-팩터 모델을 통해 지표를 구성하고 67개 평가대상국을 규모(대·중·소)와 경쟁력(강·중·약)의 정도에 따라 9개의 국가 그룹으로 분류함
- 종합지수 산정을 위해 원 자료를 표준화하고 군집분석을 통해 그룹화를 실시한 후 비용전략과 차별화 전략별로 가중치를 적용하여 전략적 시뮬레이션 결과를 제시함

4) 교통물류경쟁력 평가

- IPS의 국가경쟁력 평가 중 교통물류경쟁력과 관련된 평가 요소는 관련 산업부문의 교통·물류 분야의 9개 항목으로 <표 2-3>과 같음

<표 2- 3> IPS 교통물류경쟁력 평가지표

| 구 분 | 평가 지표 |
|--------------------|--------------------|
| 관련 산업부문 교통/물류분야 | 도로포장율 |
| | 자동차등록대수 |
| | 철도여객수송량 |
| | 철도화물수송량 |
| | 항공여객수송량 |
| | 항공화물수송량 |
| | 항만 컨테이너 물동량 |
| | 외국인 관광객 수 |
| | 국제교통시스템 이용편리성 및 발달 |

5) 문제점

- 설문조사의 의존도가 높고(약 50%), IMD 및 WEF의 경쟁력 평가에서와 같은 문제점을 가지고 있음

2. 국내 연구

가. 도로 교통부문의 국가경쟁력 강화방안

1) 개요

- 새로운 지표와 방법에 의해 OECD 30개국을 대상으로 각 국가 별 도로교통경쟁력 현황을 분석하여 우리나라의 도로교통부문 경쟁력 강화방안을 제시하는 것을 목적으로 한국교통연구원 (2005)에서 일시적으로 수행하였음

2) 평가지표

- 도로교통 경쟁력 지수를 인프라, 이동수단, 비용, 교통안전 4개 분야로 구분하고 각 부문별 총 14개 지표를 <표 2-4>와 같이 구성하여, 도로교통 경쟁력을 평가함

<표 2- 4> 도로교통 경쟁력 평가지표

| 부 문 | 평가 지표 |
|------|------------------------------------|
| 인프라 | 국토면적당 도로연장 (km/km ²) |
| | 국토면적당 고속도로연장 (km/km ²) |
| | 인구당 도로연장 (km/천인) |
| | 자동차당 도로연장 (km/천대) |
| | 도로 포장률 (%) |
| 이동수단 | 인구당 자동차 보유대수(대/천인) |
| | 인구당 승용차 보유대수(대/천인) |
| | 인구당 대중교통 버스대수(대/천인) |
| 비용 | 1인당 GDP 대비 휘발유 가격(리터/1인당 GDP) |
| | 1인당 GDP 대비 경유가격(리터/1인당 GDP) |
| | 1인당 GDP 대비 시내버스 기본요금(리터/1인당 GDP) |
| | 1인당 GDP 대비 택시 기본요금(리터/1인당 GDP) |
| 교통안전 | 교통사고 사망자수(인/10만인) |
| | 자동차 1만대당 교통사고건수(건/1만대) |

3) 평가방법

- OECD 국가들의 각 지표값을 통계자료를 통해 구축하고 각 부문별 지수와 종합지수를 산정
- 국내 교통분야 전문가 130명을 대상으로 설문조사를 실시하여 각 지표별 가중치를 산출하고 각 지표 값에 이 가중치를 적용하여 부문별 지수를 산정
- 종합지수는 산출된 부문지수에 설문결과로 계산된 부문별 가중치를 적용하여 산정

나. 교통부문 녹색성장 평가지표 개발 및 DB구축

1) 개요

- 교통부문의 녹색성장을 모니터링하는 평가지표를 개발하고 개발된 평가지표를 적용하여 국내외 녹색성장 수준을 분석하며, 평가지표로 도출된 자료를 시계열적·공간적 분석이 가능하도록 데이터베이스 구축 및 관리방안을 제시하는 것을 목적으로 한국교통연구원(2009)에서 일시적으로 수행함

2) 평가지표

- 교통부문 녹색성장 평가지표로 저탄소·친환경성, 에너지효율성, 경제활동성 3개부문으로 구분하여, <표 2-5>와 같이 총 14개 지표를 선정함

<표 2- 5> 교통부문 지속가능성 평가지표

| 부문 | 세부항목 | 지표 |
|----------|--------|-------------------|
| 저탄소·친환경성 | 기후변화 | 온실가스 배출량/인 |
| | | 온실가스 배출량/GDP |
| | 교통안전 | 교통사고수/대 |
| | | 총부상자 및 사망자수/인 |
| 에너지효율성 | 총에너지 | 교통부문 총에너지 소비량/인 |
| | | 화물 수송 단위당 에너지 소비량 |
| | 화석에너지 | 화석에너지 소비량/인 |
| | 친환경에너지 | 친환경에너지소비량/인 |
| 경제활동성 | 경제성 | 가구지출 중 교통소비액 비중 |
| | 생산성 | 인-km/인 |
| | | 인-km/GDP |
| | | 톤-km/인 |
| | | 톤-km/GDP |
| | | 대중교통 승객-km/인 |

3) 평가방법

- 평가항목별로 서로 다른 단위를 통일시키기 위해 개별평가항목별로 평균과 표준편차를 구한 후 정규화지수를 산정하여 100점 척도로 환산함
- 위에서 환산된 점수에 세부평가 항목별로 AHP 설문조사를 통해 산정된 가중치를 부여하여 종합평점을 부여함

다. OECD 국가의 교통부문 녹색 경쟁력 비교 분석

1) 개요

- 국내를 포함한 주요 OECD 국가들을 대상으로 에너지소비량, 온실가스 배출량, 대기오염물질 배출량 등 다년간의 교통부문별 녹색 경쟁력 지표 자료를 이용하여 녹색 경쟁력 분석하고, 이를 통해 정책적 시사점을 제시하고자 함

2) 평가지표

- 교통부문별 특성을 반영하기 위해 사전적으로 수집된 예비 개별지표들을 대상으로 전문가 설문조사를 통해 <표 2-6>과 같이 교통부문별 최종 개별지표를 선정

<표 2- 6> 교통부문별 계층구조 및 개별지표

| 부문 | 세부항목 | 지표 |
|---------|------|---------------------------|
| 경제성 지표군 | 경제성 | GDP당 교통부문별 기반시설 투자 및 유지비용 |
| | | 교통부문별 기반시설 투자 비율 |
| | 생산성 | 인구 백만명당 교통부문별 에너지 소비량 |
| | | GDP당 교통부문별 에너지 소비량 |
| | | 인구 백만명당 교통부문별 여객수송실적 |
| | | 인구 백만명당 교통부문별 화물수송실적 |
| 형평성 지표군 | 접근성 | 인구 백만명당 교통부문별 온실가스 배출량 |
| | | 면적당 도로연장 |
| | 안전성 | 인구 백만명당 총 도로교통사고 건수 |
| | | 자동차 천대당 총 도로교통사고 건수 |
| | | 인구 백만명당 총 교통사고 건수 |
| | | 인구 백만명당 총 교통사고 건수 |
| 환경성 지표군 | 기후변화 | 인구 백만명당 교통부문별 온실가스 배출량 |
| | | GDP당 교통부문별 온실가스 배출량 |
| | 대기오염 | 인구 백만명당 교통부문별 대기오염물질 배출량 |
| | | GDP당 교통부문별 대기오염물질 배출량 |

3) 평가방법

- 대상국가의 각 지표값들을 상대 변수화하고, 1차 전문가 조사를 통해 지표값을 비교 가능한 수치로 표준화함
- 산·학·연·관 40명의 전문가를 대상으로 2차 설문조사 자료를 이용하여 AHP분석을 수행하여 표준화 값에 지표별 가중치를 부여하여 지수를 산정

라. 교통서비스 지표 개발 및 활용방안 연구

1) 개요

- 도로 등 교통시설의 특성을 반영한 교통서비스 지표를 개발하고, 이용자 만족도를 반영한 교통서비스 지표 개발을 통해 향후 교통시설 투자정책 방향 도출 및 시설계획 수립 등 SOC 정책에 활용방안을 제시하는데 있음

2) 평가지표

- 교통시설 서비스 지수로 이동성, 편리성, 쾌적성 안전성, 교통정보제공 5개부문으로 구분하고 총 11개 지표를 선정하였으며, 평가지표는 <표 2-7>과 같음

<표 2- 7> 교통서비스 평가지표

| 부문 | 평가지표 |
|-----|---------------------------------|
| 이동성 | 교통투자비율 (private교통시설/public교통시설) |
| | 상대지체율 |
| 편리성 | 도로 평균주행속도 (km/kr) |
| | 연동화 교차로 개수 (개/km) |
| 쾌적성 | 버스 배차간격 |
| | 대중교통 차내 청소상태 |
| | 주행속도 편차 |
| 안전성 | 사고발생건수 |
| | 적정 설계속도 |
| 비 용 | 교통표지판 신뢰도 |
| | 교통정보의 오차율 |

3) 평가방법

- 기 수행된 분야별 각종 지표, 지표별 산출방법론 등 기초자료를 수집·분석하고, IMD, OECD 등 외국의 지표개발 현황 및 지표산출 방법 등에 대한 자료 수집은 인터넷 검색을 통해 수집함
- 총 44개의 교통서비스 지표 가운데 교통서비스 항목을 대표할 수 있는 지표선정을 위해 전문가 설문조사를 실시함
- 수도권권을 비롯한 76개 시급도시를 대상으로 군집분석을 시행하여, 수도권 3개 도시(안산, 광명, 이천)를 조사대상 도시로 선정하고 일반 시민을 대상으로 이용자에 대한 만족도 조사를 실시함

- 지표선정 과정에서 기초통계분석과 요인분석을 활용하였고, 교통서비스지표에 대한 이용자의 서비스 만족도 조사결과를 효용으로 전환하기 위한 분석기법으로 순서화 로짓(Ordered logit) 모형을 활용함

3. 기존 연구와 차별성

① 교통물류경쟁력 전문 지표

- IMD, WEF의 국가경쟁력 지표 중 교통물류 관련지표는 IMD 7개, WEF 6개에 불과하여, 국가별 교통물류경쟁력을 대표하기 어려우나, 본 연구에서는 각 ‘국가교통물류경쟁력 지표’는 대표성을 지닌 16개 지표를 선정

② 지표 객관성 확보

- 본 연구에서 제시한 국가물류경쟁력 지표는 모두 통계자료(정량적)기반으로 하였으며, 공신력 있는 국제기관에서 생성한 자료 이용
- 교통물류관련 현직 종사자들을 대상으로 설문하여, AHP 분석을 수행하였으며, 일관성비율(CR)이 0.1이하인 설문은 제거하여 객관성 있는 가중치 부여

③ 신뢰성 확보

- 응답자의 자의적인 가중치 부여가 아닌 AHP 분석기법을 이용하여 각 항목별 가중치 부여
- 자료 구득이 어려워 통계치 누락된 부분과 실제 수치가 ‘0’인 것을 명확히 구분하였으며, 누락 부분에 대해서 현실성을 반영하여 평균 대체를 수행하지 않고, 재표준화 방법을 이용하여 지수를 산정

제3절 국가교통물류경쟁력 정의

1. 국가별 국가경쟁력 정의

- 경쟁력(競爭力)의 사전적 의미는 ‘국가가 주어진 시장에서 재화와 서비스를 판매하거나 공급하는 능력’을 의미하며, 국가경쟁력은 ‘한 국가가 국제 경제 환경에서 다른 국가와 경쟁할 만한 능력’을 의미함
- 이는 국가가 경쟁력을 바라보는 관점에 따라 국가경쟁력에 대한 판단이 상이해질 수 있어서 하나의 보편적 정의로 사용이 어려움을 의미함. 이 때문에, ‘경쟁력’이란 용어에 관한 국제 사회의 사회적 합의 및 정의가 없으며, 영향력을 미치는 요소들에 대해서 그 합의점에 대해 논의 중에 있음
- 각 기관 및 국가별로 국가경쟁력의 정의를 다음과 같이 하고 있음
 - 기획재정부: 경제, 사회, 환경을 포함하는 광의의 개념으로 해석, 광범위한 통계를 바탕으로 지속가능발전의 실현 여부 측정
 - 산업정책연구원(IPS): 한 국가가 다른 국가들과 경제적 측면에서 경쟁하여 이길 수 있는 능력
 - OECD : 자유롭고 공정한 시장조건 하에서, 한 국가가 세계시장의 요구에 맞는 재화와 용역을 생산 가능케 함으로써, 장기간에 걸쳐 자국민의 실질 소득을 유지하고 확대해 가는 수준
 - IMD(The World Competitiveness Yearbook) : 국가 내에서 활동 중인 기업들이 국내적·세계적 경쟁력을 유지할 수 있는 환경을 제공하는 국가의 능력
 - WEF(The Global Competitiveness Report) : 높은 수준의 1인당 GDP 성장률을 유지하도록 하는 국가의 능력으로, 중기적으로 높은 경제성장률을 지지해 주는 제도 및 정책
 - U.S.A(U.S Competitiveness, 2001) : 세계시장의 요구에 맞춰 고부가가치 상품과 서비스를 생산하여, 모든 미국인들의 실질 소득을 증가시킬 수 있는 국가의 능력
 - EU(Competitiveness Advisory Group, 1999) : 경쟁력은 생산성, 효율성, 수익성의 요소를 의미하며 삶의 질을 제고하고 사회적 후생을 증가시키는데 강력한 수단이라고 정의(유럽형 정의)
 - U.K(Competitiveness White Paper, 2000) : 기업을 지원하고 혁신을 자극하는 능력, 기업이 경쟁우위를 갖도록 하는 협력, 경쟁촉진

2. 국가교통물류경쟁력의 정의

- 각 기관 및 국가에서 정의하는 국가경쟁력은 경제성장 및 삶의 질 제고 측면에 중점을 두고 있음
 - 각 기관의 국가경쟁력 평가에서 교통물류 부문은 국가경쟁력을 결정하는 구성요소임
 - 국제경영개발원(IMD) 등에서는 국가경쟁력을 구성하는 주요 요인을 경제적 성과, 정부의 효율성, 기업활동의 효율성, 사회기반시설, 사회간접자본 등으로 구분하고 있으며, 교통물류 부문은 사회간접자본 및 기반시설과 직접적인 연관이 있고, SOC 투자는 정부의 효율성, 교통물류 산업은 기업활동의 효율성에도 간접적인 영향을 미치므로 교통물류 부문은 국가경쟁력 결정하는 데 중요한 요소임을 알 수 있음
- 국가의 사회경제활동을 직접적으로 지원하는 교통·물류분야의 경쟁력 향상이 전체 국가경쟁력 향상을 위해서는 경제적 성장이나 삶의 질 제고에 중점을 둔 정의가 필요함
- 따라서 본 연구에서는 국가교통물류경쟁력을 “국민과 기업의 사회경제활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 여객 및 화물의 원활하고 편리한 이동을 가능하게 하는 교통물류 환경을 제공하는 국가의 능력”으로 정의함

3. 국가교통물류경쟁력 결정요인

- “국민과 기업의 사회경제활동을 효율적으로 지원할 수 있도록 여객 및 화물의 원활하고 편리한 이동을 가능하게 하는 교통물류 환경을 제공하는 국가의 능력”이라는 국가교통물류경쟁력의 정의에 부합하는 국가교통물류경쟁력 결정요인은 4가지로 구분할 수 있으며, 의미는 다음과 같음
 - 이동 및 접근성 : 여객 및 화물을 원활하게 수송하고 있는지를 평가
 - 수송규모 : 여객 및 화물을 얼마나 많이 처리할 수 있는지 평가
 - 녹색교통 : 교통·물류 행위를 통한 이산화탄소(CO₂)배출은 합리적인 수준인지를 평가
 - 안전성 : 교통·물류 행위에서 발생하는 사고 수준 평가

제4절 국가교통물류경쟁력지표 선정 및 평가방법

1. 지표 선정 기준

가. 법적 측면

- 『국가통합교통체계효율화법(제10조)』에 따르면, 국토교통부장관은 육상·해상·항공 교통 분야의 여객과 화물의 원활한 이동성 및 접근성 확보와 사회경제활동의 지원에 필요한 최적 교통시설 확보 등을 위하여 국가교통물류 경쟁력에 관한 지표(이하 “국가교통물류경쟁력지표”라 한다)를 설정하여 고시하여야 함
- 국토교통부장관은 국가교통물류경쟁력지표를 설정할 때에는 다음 각 호의 사항을 고려해야 함
 - 교통물류시설의 효율적인 개발 및 관리
 - 여객 및 화물의 신속한 처리 및 이동성 보장
 - 여객 및 화물의 접근성 및 편리성 보장
 - 교통물류산업의 경쟁력 향상

나. 기술적 측면

- 국가교통물류경쟁력 지표선정 기준은 <표 2-8>과 같이 ‘자료의 취득 가능성, 정량성, 객관성, 대표성’ 등을 고려함
- 설문조사에 의한 지표는 설문자의 자의적 판단에 따라 경쟁력이 좌우되고, 설문자가 국가를 대표할 수 있는지에 대한 문제점이 있기 때문에 정성적 지표는 제외하고, 계량화가 가능한 통계 자료를 사용함
- 각 지표가 공신력 있는 국제기관에서 통계자료로서 지속적으로 통계가 구축이 되고 있는지, 통계자료로서 구축이 가능한지에 대한 판단
- 선정한 지표가 과연 국가교통물류경쟁력을 대표할 만한 요소인지에 대한 판단

<표 2- 8> 국가교통물류 경쟁력지표 선정기준(기술적 측면)

| 지표 선정 기준 | 세부내용 |
|----------|-------------------------------|
| 취득가능성 | 자료의 취득이 용이하고 가능한지? |
| 정량성 | 계량화가 가능하고, 정기적 측정이 가능한지? |
| 객관성 | 신뢰할 만한 국제기관의 통계에 의해 자료구축이 가능? |
| 대표성 | 국가교통물류 경쟁력을 나타낼 수 있는지? |

2. 지표 개발 및 선정

가. 지표 개발

- 분야별 관련 지표 종합
 - IMD, WEF, IPS 등 국내외에 관련 연구 및 보고서에서 제시된 교통물류경쟁력 관련 지표들을 종합
 - 국가교통물류경쟁력 정의 및 결정요인에 부합하는 성격을 가진 지표를 개발하여 분야별(도로, 철도, 항공, 해운) 국가교통물류경쟁력 지표들을 종합
- 국가교통물류경쟁력 지표 부합여부 검토
 - 종합된 지표를 대상으로, 전문가 자문회의·연구진 회의를 통해 ‘국가물류경쟁력의 의의’에 부합하는 지표인지 검토
 - 1차적으로 선정된 지표를 대상으로 원내 전문가들을 대상으로 예비조사를 수행하여, 응답자들의 일관성을 검토하였고, 대상자들로부터 ‘설문 구성의 적절성’, ‘지표의 타당성’ 등에 대한 의견을 수렴함
 - 2차적으로 ‘전문가 자문회의’를 수행하여, 1차 조사 지표들에 대한 전문가들의 의견을 반영하여 수정·보완함
 - 최종적으로 조사를 위한 각 항목별·분야별 지표를 최종적으로 선정하였음
- 지표별 상관성 분석을 수행하여, 상관성이 0.6이상인 변수를 제외하거나 재검토
- 지표 최종선정
 - 현재시점에서 취득가능성·정량성·객관성·대표성과 같은 지표선정 기준에 부합하는 지표들을 최종적으로 선정

나. 최종 지표 선정

- 앞에서 설정한 ‘국가교통물류경쟁력 정의’ 및 ‘선정 기준’에 의해 최종 선정된 지표는 각 부문별 ‘이동 및 접근성, 수송규모, 녹색교통, 안전성’의 4가지 분야, 16가지 평가지표로 <표 2-9>와 같음

<표 2- 9> 국가교통물류경쟁력 최종 선정 지표

| 분야 | 수단 | 분야별 평가지표(16개) |
|-------------|----|---|
| 1. 이동 및 접근성 | 도로 | 국토계수 ¹⁾ 당 유효도로연장 ²⁾ (단위:km/국토계수) |
| | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 ³⁾ (단위:km/국토계수) |
| | 항공 | 공항 수 당 운항횟수 (단위:회/개) |
| | 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index) ⁴⁾ |
| 2. 수송규모 | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적(단위:톤-km/국토계수 ⁵⁾) |
| | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) |
| | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) |
| | 해운 | 컨테이너처리실적 (단위: 천TEU) |
| 3. 녹색교통 | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) |
| | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤) |
| 4. 안전성 | 도로 | 주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) |
| | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) |
| | 항공 | 항공 사고건수 (단위:건) |
| | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) |

1) 국토계수 : 일본 Fusita교수가 제안한 이론으로 국토면적과 인구를 동시에 고려할 경우 사용할 수 있는 기준
(국토계수 = $\sqrt{\text{인구} \times \text{국토면적}}$)

2) 유효도로연장: 국가별 ‘도로등급별 제한속도 자료’를 이용하여 가중치를 산정함
- 유효도로연장 = 지방도 $\times 1$ + 국도 $\times 1.8$ + 고속도로 $\times 2.4$

3) 유효 철도연장: 한국교통연구원 (2004)은 수송능력에 근거하여, 각 연장의 가중치를 고려한 지표로 비전철 1, 전철 1.25, 고속철도 4로 분석함
- 유효철도연장 = 비전철 $\times 1$ + 전철 $\times 1.25$ + 고속철도 $\times 4$

4) LSCI(Logistic Shipping Connectivity Index)는 국제 해상운송 네트워크가 얼마나 잘 연결되어 있는지를 나타내는 지수임. UNCTAD의 UN 컨퍼런스에 의해 산정되며, 선박의 수, 컨테이너 적재능력, 선박크기, 운항횟수, 항구에 화물선 배치가능한 회사의 수의 5가지 요소를 기반으로 생산됨

5) ‘여객+화물’의 수송실적은 $10\text{인}\cdot\text{km} \rightarrow 1\text{톤}\cdot\text{km}$ 로 환산하여 계산함

다. 통계자료 수집 및 가공

- 앞에서 선정된 지표를 대상으로 국가통계를 수집하였으며, 출처는 <표 2-10>과 같음
- 수집된 통계자료의 수치 오류, 수치가 없는 지표와 0인 수치를 구분, 2013년 값이 아닌 값들은 최근 3개연도 연평균 증가율 적용하는 등의 데이터를 가공함
- 가공된 지표 값들의 표준편차와 평균을 이용하여, 각 국가별 상대비교가 가능하도록 표준화를 수행함

<표 2-10> 통계 자료 수집

| 부 문 | 분야별 평가지표(16개) | 자료 출처 |
|-----|--|---|
| 도로 | 국토계수 ¹⁾ 당 유효도로연장 ²⁾ (단위:km/국토계수) | <ul style="list-style-type: none"> - 통계청 국제통계 · 도로총연장(2012), 고속도로연장(2012), 국도연장(2012), 지방도 연장(2012) · 총인구(2013) · 국토면적(2012) - IRF(2014); 통계청 자료 누락부분 보완 · 도로총연장(2012), 고속도로연장(2012), 국도연장(2012), 지방도 연장(2012) - 기타 연장: 각 국가별 통계청 홈페이지 |
| | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | <ul style="list-style-type: none"> - OECD Statistics(2013) · 여객, 화물 수송실적 |
| | 총 수송량 당 CO2 배출량 (단위:CO2/톤-km) | <ul style="list-style-type: none"> - CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS(2014) · 수송부문 CO₂ 배출량 - 에너지통계연보(2014) · 국가별 최종에너지 소비 - Euro Transport in Figures(2014): 기타 누락자료 보완 |
| | 주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) | <ul style="list-style-type: none"> - Road Annual Safety Report(2015) · 도로교통사고 사망자 수 · 국가별 차량 주행거리 |
| 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 ³⁾ (단위:km/국토계수) | <ul style="list-style-type: none"> - UIC세계철도연보자료(2013) · 철도총연장(2012) · 전철연장(2012) · 비전철연장(2012) - UIC High Speed Lines In the World(2014) · 고속철도연장(2013) |
| | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | <ul style="list-style-type: none"> - ITF Transport Statistics(2015) · 여객, 화물 수송실적 |
| | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | <ul style="list-style-type: none"> - CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS(2014) · 수송부문 CO₂ 배출량 - 에너지통계연보(2014) · 국가별 최종에너지 소비 |
| | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) | <ul style="list-style-type: none"> - Eurostat(2014), 국토교통통계연보 · 철도교통사고 사망자 수 |
| 항공 | 공항 수 당 운항횟수 (단위:회/개) | <ul style="list-style-type: none"> - 한국항공진흥협회 항공통계(2014) · 항공기 운항횟수 · 공항 수 |
| | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) | <ul style="list-style-type: none"> - 한국항공진흥협회 항공통계(2014) · 항공기 여객, 화물수송실적 |
| | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | <ul style="list-style-type: none"> - CO2 EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS(2014) · 수송부문 CO₂ 배출량 - 에너지통계연보(2014) · 국가별 최종에너지 소비 - Euro Transport in Figures(2014): 기타 누락자료 보완 |
| | 항공 사고건수 (단위:건) | <ul style="list-style-type: none"> - ICAO(2013), Safety Report Final · 항공 사고 건수 |

| 부 문 | 분야별 평가지표(16개) | 자료 출처 |
|-----|---|---|
| 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index) ⁴⁾ | - UNCTAD (2014) · 해운물류접근성지수 |
| | 컨테이너처리실적 (단위: 천TEU) | - 해운통계요람(2014) · 국가별 컨테이너 처리실적 |
| | 총 수송량 당 CO ₂ 배출량 (단위: CO ₂ / 톤) | - CO ₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION HIGHLIGHTS (2014) · 수송부문 CO ₂ 배출량 - 에너지통계연보(2014) · 국가별 최종에너지 소비 |
| | 해운 사고건수 | - IHS fairplay(2013), World Casualty Statistics · 해운 사고 건수 |

주 : 1) 아이슬란드는 철도가 없는 국가로 해안선을 따라 간선도로 위주로 형성됨

2) 내륙국가: 스위스, 오스트리아, 체코, 룩셈부르크, 폴란드, 슬로바키아, 헝가리

3) 수송실적: 2013년도 없는 국가들은 과거 5개연도 연평균 성장률 이용하여 2013년 추정 값 사용

4) 수송부문 온실가스 배출량: 국가의 전체 수송부문 배출량과 에너지 소비량 비율을 이용하여 수송부문 CO₂배출량을 추정

라. 지수 산정 및 평가

- 수집된 통계지표들이 갖는 중요도가 상이하므로, 이를 보완하기 위해 전문가 조사를 실시하고, 조사 결과를 기반으로 AHP 분석을 수행
- AHP분석을 통해 도출된 가중치를 이용하여, 각 국가의 교통물류경쟁력 종합·부문별 지수를 산정함
 - 종합지수 산정 시, 특정 수단이 없는 국가(예: 아이슬란드, 룩셈부르크, 스위스 등)는 해당 지표 값을 제외한 나머지 값들의 가중치 합을 1로 변환. 예를 들면 아이슬란드는 철도가 존재하지 않는 국가로 <표 2-9>의 ‘이동 및 접근성’ 평가항목에서 ‘국토계수당 유효철도’ 지표의 가중치를 제외하고, 나머지 3개 지표의 가중치 합이 1로 변환하여 평가함

제5절 국가교통물류경쟁력 가중치 조사 및 산정

1. AHP분석을 위한 가중치 조사

가. 조사 대상

- 정부(중앙부처 및 지자체), 연구기관, 대학의 교통·물류관련 전문가(공무원, 교수, 연구원 등)를 대상으로 선정하였고, 항목별 유효샘플은 <표 2-11>과 같음
- 교통물류관련 전문가(중앙공무원, 교수, 연구원) 120명을 대상으로 함
- 이 중 각 항목별 CR(Consistency Ratio)이 0.1 이하인 표본에 대해서만 가중치 산정시 반영하였음 (항목당 유효표본 약 60명 이상)

<표 2-11> 항목별 유효 샘플 수

| 상위 항목 | 유효표본 | 분야 | 분야별 평가지표(16개) | 유효표본 |
|-------------|------|----|--|------|
| 1. 이동 및 접근성 | 59 | 도로 | 국토계수 당 유효도로연장 (단위:km/국토계수) | 68 |
| | | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 (단위:km/국토계수) | |
| | | 항공 | 항공기보유대수 당 운항횟수 (단위:회/대) | |
| | | 해운 | 해운 물류접근성지수 (Liner Shipping Connectivity Index) | |
| 2. 수송규모 | | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | 76 |
| | | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | |
| | | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) | |
| | | 해운 | 컨테이너처리실적 (단위: 천TEU) (단위: 톤/천TEU) | |
| 3. 녹색교통 | | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 71 |
| | | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | |
| | | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | |
| | | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/ 톤) | |
| 4. 안전성 | | 도로 | 주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) | 73 |
| | | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) | |
| | | 항공 | 운항횟수 당 항공 교통사고건수 (단위:건) | |
| | | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) | |

주) CR반영 : 일관성 비율(CR)이 0.1이하인 전문가의 의견만 반영

나. 조사방법

- 정부(중앙부처 및 지자체), 연구기관, 대학의 교통·물류관련 전문가(공무원, 교수, 연구원 등)를 전공 분야별로 구분하여 리스트를 추출함
- 조사는 추출된 대상자에게 전화를 걸어 ‘참여여부’ 의사를 묻고, 의사가 있다고 응답한 경우에만 ‘E-mail’로 온라인 참여 시스템 URL을 발송하고, 응답자가 참여하는 자기기입식 형태로 진행함

다. 조사내용

- 국가교통물류경쟁력 지표를 선정하기 위해 기능별로 4개, 수단별로 16개의 평가지표로 구분함
- 각 평가 지표의 타당성·적절성을 분석하기 위한 문항과 중요도를 파악하기 위한 문항으로 내용을 구성하였으며, 7점척도 기준으로 쌍대비교 형식으로 조사
 - 평가기준 가중치는 측정은 각 계층 수준별로 존재하는 평가요소간의 상대적 중요도를 결정하는 것임
 - 계층구조의 각 수준별로 평가항목간 ‘상대적 중요도(가중치)’를 결정하는 단계로서, 동일한 수준, 동일한 군집에 속하는 두 평가항목의 모든 쌍에 대해 평가자들에게 평가항목간 상대적 중요도를 비교하는 질문을 반복하여 수행함
 - AHP 기법에서는 심리학자 1956년 밀러(Miller)의 심리학 실험에서 “인간의 단기 정보처리 능력이 7 ± 2 개이다”라는 연구결과에 기초하여 <표 2-12>와 같이 '7점 척도'를 기본형으로 구성함
 - ‘상대적 중요도(가중치)’를 산출하기 위해, 평가요소를 계층화하여 쌍대비교 할 수 있는 형식으로 구성하였고, 쌍대비교를 위한 척도는 Satty(1980)의 7점 척도의 측정결과를 종합하여 요소들 간의 상대적 가중치를 추정하도록 함

<표 2-12> 쌍대비교시 중요도의 척도

| 언어적 판단 | 계량적 점수부여 |
|--------|----------------------------|
| 1 | A와 B가 동일한 중요도 (Equal) |
| 3 | A가 B보다 약간 중요 (Moderate) |
| 5 | A가 B보다 상당히 더 중요 (Strong) |
| 7 | A가 B보다 매우 중요 (Very Strong) |

주: Saaty and Vargas, 1982

2. 가중치 산정 방법 및 결과

가. 가중치 산정

- 지표 중요도를 산출하는 방식은 기하평균법, 산술평균법이 있으며, 본 연구에서는 기하평균법을 이용하여 중요도를 산출함
- 4개 항목에 대한 중요도를 w_1, w_2, w_3, w_4 로 가정하고 w_1, w_2, w_3, w_4 의 중요도는 구하는 방식은 <표 2-13>과 같음

<표 2-13> 중요도 산정 매트릭스

| 구분 | F1 | F2 | F3 | F4 |
|----|----------|----------|----------|----------|
| F1 | F_{11} | F_{12} | F_{13} | F_{14} |
| F2 | F_{21} | F_{22} | F_{23} | F_{24} |
| F3 | F_{31} | F_{32} | F_{33} | F_{34} |
| F4 | F_{41} | F_{42} | F_{43} | F_{44} |

$$w_i = \frac{\sqrt[n]{f_{i(n-3)} \times f_{i(n-2)} \times f_{i(n-1)} \times f_{in}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{f_{i(n-3)} \times f_{i(n-2)} \times f_{i(n-1)} \times f_{in}}} \quad \text{여기서, } n=4 \quad (\text{식 1})$$

나. 지표의 가중치(Weight) 및 산출

- 본 조사에서는 비교 분야와 분야별 지표를 4개 항목으로 구성하였으며, 4개 항목 간 중요도를 아래와 같이 응답한 경우 중요도 산출방법은 다음과 같음
 - F_1 과 F_2 쌍대비교 응답결과를 F_{12} 에 기입
 - F_2 와 F_3 쌍대비교 응답결과는 F_{23} 에 역수로 기입
 - F_{12} 부터 F_{34} 까지의 행렬이 구성되면, 음영부분 $1/F_{12}$ 부터 $1/F_{34}$ 의 행렬은 역수로 자동계산

<표 2-14> 7점 척도 설문

| 왼쪽 항목 | 왼쪽 항목이 더 중요 | | | | | | 중요도 같음 | 오른쪽 항목이 더 중요 | | | | | | 오른쪽 항목 |
|----------------|-------------|---|---|---|---|---|-----------|--------------|---|---|---|---|---|----------------|
| | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| F ₁ | √ | | | | | | | | | | | | | F ₂ |
| F ₁ | | | | | √ | | | | | | | | | F ₃ |
| F ₁ | | | √ | | | | | | | | | | | F ₄ |
| F ₂ | | | | | | | | | | | | | √ | F ₃ |
| F ₂ | | | | | | | | | | | √ | | | F ₄ |
| F ₃ | | √ | | | | | | | | | | | | F ₄ |

<표 2-15> 가중치 산정을 위한 행렬구성

| 구분 | ①행렬구성 | | | | ②행렬구성(예시) | | | |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ |
| F ₁ | 1 | F ₁₂ | F ₁₃ | F ₁₄ | 1 | 7 | 3 | 5 |
| F ₂ | 1/F ₁₂ | 1 | F ₂₃ | F ₂₄ | 1/7 | 1 | 1/7 | 1/5 |
| F ₃ | 1/F ₁₃ | 1/F ₂₃ | 1 | F ₃₄ | 1/3 | 7 | 1 | 6 |
| F ₄ | 1/F ₁₄ | 1/F ₂₄ | 1/F ₃₄ | 1 | 1/5 | 5 | 1/6 | 1 |

- 본 연구에서는 분야별로 「②행렬구성(예시)」을 구성하였고 F₁부터 F₄의 중요도는 기하평균법을 이용하여 산출하였음. 기하평균법은 행별 기하평균을 구한 후 행별 기하평균의 합에서 각 행의 기하평균이 차지하는 비중을 구하는 방법임

<표 2-16> 가중치 산정

| 구분 | ②행렬구성(예시) | | | | 기하평균 | 중요도 |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|
| | F ₁ | F ₂ | F ₃ | F ₄ | | |
| F ₁ | 1 | 7 | 3 | 5 | 3.20109 | 0.53111 |
| F ₂ | 1/7 | 1 | 1/7 | 1/5 | 0.25276 | 0.04194 |
| F ₃ | 1/3 | 7 | 1 | 6 | 1.93434 | 0.32094 |
| F ₄ | 1/5 | 5 | 1/6 | 1 | 0.63894 | 0.10601 |

- 예를 들어 F₁의 중요도는 다음과 같이 산출됨

$$0.53111 = \frac{3.20109}{(3.20109 + 0.25276 + 1.93434 + 0.63894)}$$

다. 일관성 비율(Consistency Ratio) 산출

- AHP조사에서는 응답자가 얼마나 일관성을 가지고 결과를 응답하였는지를 판단하는 지표로 일관성 지수(Consistency Index, CI)산출하여 0에 가까울수록 응답자의 일관성이 높아서 그 결과의 신뢰성이 높다고 판단함. 경험적으로 결과가 0.10 이하의 CI를 보이면 응답 값의 일관성을 신뢰할 수 있음
- CI를 경험적 자료로 얻어진 평균 무작위 지수(Random Index, RI)로 나눈 일관성 비율(Consistency Ratio, RI)이 0.1이내인 경우만 서수적 순위에 무리가 없는 신뢰할 수 있는 결과로 판단하고 있으며, CI와 CR을 산출하는 식은 (식 2)와 같음(Saaty, 1982)

$$CI = \frac{(\lambda - n)}{(n - 1)} \quad (\text{식 2})$$

$$\text{여기서, } \lambda = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{f_{ij} w_j}{w_i}}{n}$$

(n = 행렬의 크기, f_{ij} = i 행과 j 열의 행렬값, w_i = F_i 의 중요도)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----|---|---|------|-----|------|------|------|------|------|------|
| RI | 0 | 0 | 0.58 | 0.9 | 1.12 | 1.24 | 1.32 | 1.41 | 1.45 | 1.47 |

T. L. Saaty & Vargas, The logic of Priorities, Kluwer-Nijhoff Publishing, 1982

- 「②행렬구성(예시)」의 값을 활용하여 CR을 구하는 순서는 아래와 같음
- 우선, 아래와 같이 「중요도 행렬」을 구성함. 「중요도 행렬」은 F_1 부터 F_4 의 중요도에 행렬값을 곱하여 산출함
 - F_1 의 행에 해당하는 1, 7, 3, 5의 중요도 행렬값은
 - ① $0.53111 = 1(\text{행렬값}) \times 0.53111(\text{중요도})$
 - ② $0.29356 = 7(\text{행렬값}) \times 0.04194(\text{중요도})$
 - ③ $0.96282 = 3(\text{행렬값}) \times 0.32094(\text{중요도})$
 - ④ $0.53006 = 5(\text{행렬값}) \times 0.10601(\text{중요도})$

- 산출된 F_1 부터 F_4 의 행의 중요도 행렬값을 합하여 ‘중요도 행렬값 합’을 산출함. 예를 들어, F_1 중요도 행렬의 합계는
 - $2.31754 = ① 0.53111 + ② 0.29356 + ③ 0.96282 + ④ 0.53006$
- F_1 중요도 행렬값 합을 F_1 의 중요도로 나누어 λ_1 을 계산하고, F_2 부터 F_4 중요도 행렬값 합을 F_2 부터 F_4 의 중요도로 나누어 λ_i 를 구하면, 최종 λ 는 아래와 같이 산출됨
 - $\lambda_1 = 2.31754 / 0.53111 = 4.36356$
 - $\lambda = (4.36356 + 4.40806 + 4.44821 + 4.48452) / 4 = 4.42609$
- 최종적으로 CI와 CR은 아래와 산출됨
 - $CI = (4.42609 - 4) / (4 - 1) = 0.14203$
 - $CR = 0.14203 / 0.9 = 0.1578$ (여기서 0.9는 항목 4개일 경우의 RI 값임)

라. 지표별 평가 가중치 산정결과

- 국가교통물류경쟁력 선정지표
 - 상위항목 간 중요도 분석결과, 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘이동 및 접근성(0.346)’ 분야임. 다음으로는 ‘안전성’ > ‘수송규모’ > ‘녹색교통’ 순임
- 이동 및 접근성 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘국토계수 당 유효도로연장(0.403)’ 분야임. 다음으로는 ‘국토계수 당 유효철도연장’ > ‘해운 물류 접근성지수’ > ‘공항 수 당 운항횟수’ 순임
- 수송규모 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘국토계수 당 도로여객·화물수송실적(0.381)’ 분야임. 다음으로는 ‘국토계수 당 철도여객·화물수송실적’ > ‘컨테이너처리실적’ > ‘항공운항횟수 당 여객·화물수송실적’ 순임
- 녹색교통 평가지표
 - 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘총 수송량 당 도로부문 CO2배출량(0.434)’ 분야임. 다음으로는 ‘총 수송량 당 철도부문 CO2배출량’ > ‘총 수송량 당 항공부문 CO2배출량’ > ‘총 수송량 당 해운부문 CO2배출량’ 순임

○ 안전성 평가지표

- 항목 간 중요도 분석결과, 4가지 분야 중 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘인구만 명 당 도로교통사고 사망자 수(0.517)’ 분야임. 다음으로는 ‘인구만명 당 철도교통사고 사망자 수’ > ‘운항횟수 당 항공교통사고건수’ > ‘해운 교통사고건수’ 순임

○ 상위항목의 중요도(A)와 평가지표의 중요도(B)는 AHP분석을 통해 나온 결과이며, 개별가중치는 상위항목 중요도와 평가지표 중요도의 곱으로 산정된 값이며, 결과는 <표 2-17>과 같음

- 각 상위항목의 중요도(A)에 종속된 분야별 ‘4개 지표’의 중요도(B)의 합은 ‘1’이 됨
- 개별가중치는 각 지표들 간의 비교를 위한 값으로 상위항목 중요도(A)×평가지표 중요도(B)의 값이며, 모든 지표 가중치의 합이 ‘1’이며, 개별 가중치의 크기는 주행거리 당 교통사고 사망자 수, 국토계수 당 유효도로연장 등의 순으로 나타나고 있음

<표 2-17> AHP분석을 통한 중요도 산출

| 상위 항목 | 중요도 (A) | 분야 | 분야별 평가지표(16개) | 중요도 (B) | 개별 가중치 (A×B) |
|----------------|------------|----|---|------------|--------------------|
| 1. 이동 및 접근성 | 0.346 | 도로 | 국토계수 당 유효도로연장 (단위:km/국토계수) | 0.403 | 0.141 |
| | | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 (단위:km/국토계수) | 0.300 | 0.105 |
| | | 항공 | 항공기보유대수 당 운항횟수 (단위:회/대) | 0.132 | 0.047 |
| | | 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index) | 0.166 | 0.061 |
| 2. 수송규모 | 0.173 | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | 0.381 | 0.070 |
| | | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | 0.309 | 0.057 |
| | | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) | 0.153 | 0.029 |
| | | 해운 | 선박보유대수 당 해운 여객·화물수송실적 (단위: 톤/대) | 0.156 | 0.032 |
| 3. 녹색교통 | 0.137 | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.434 | 0.061 |
| | | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.241 | 0.032 |
| | | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | 0.176 | 0.029 |
| | | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/ 톤) | 0.149 | 0.025 |
| 4. 안전성 | 0.343 | 도로 | 주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) | 0.517 | 0.156 |
| | | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) | 0.199 | 0.058 |
| | | 항공 | 운항횟수 당 항공 교통사고건수 (단위:건) | 0.154 | 0.051 |
| | | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) | 0.131 | 0.045 |
| 합계 | | | | | 1.000 |

주) CR반영 : 일관성 비율(CR)이 0.1이하인 전문가의 의견만 반영

제6절 국가교통물류경쟁력지수 산정

1. 산정 절차

- 첫째, 조사대상국가의 각 지표값에 맞는 통계자료를 수집하여 정리함
- 둘째, 수집된 통계자료를 이용하여 지표간 상관관계 분석하여 지표조정
- 셋째, 각 지표값들을 표준화하여 비교 가능한 수치로 만들

$$VS_{ki} = \frac{VE_{ki} - AVE_i}{SD_i} \dots\dots\dots (1)$$

VS_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 표준화 값

VE_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 관측 값

AVE_i : 평가지표 i 의 평균

SD_i : 평가지표 i 의 표준편차

$$VS_{ki} \times 10 + 100 \dots\dots\dots (2)$$

VS_{ki} : 분석대상 국가 k 의 평가지표 i 의 표준화 값

- 넷째, AHP 분석을 통해 지표에 적용될 가중치를 산출함
- 다섯째, 산출한 가중치를 적용하여 국가교통물류경쟁력지수를 산정

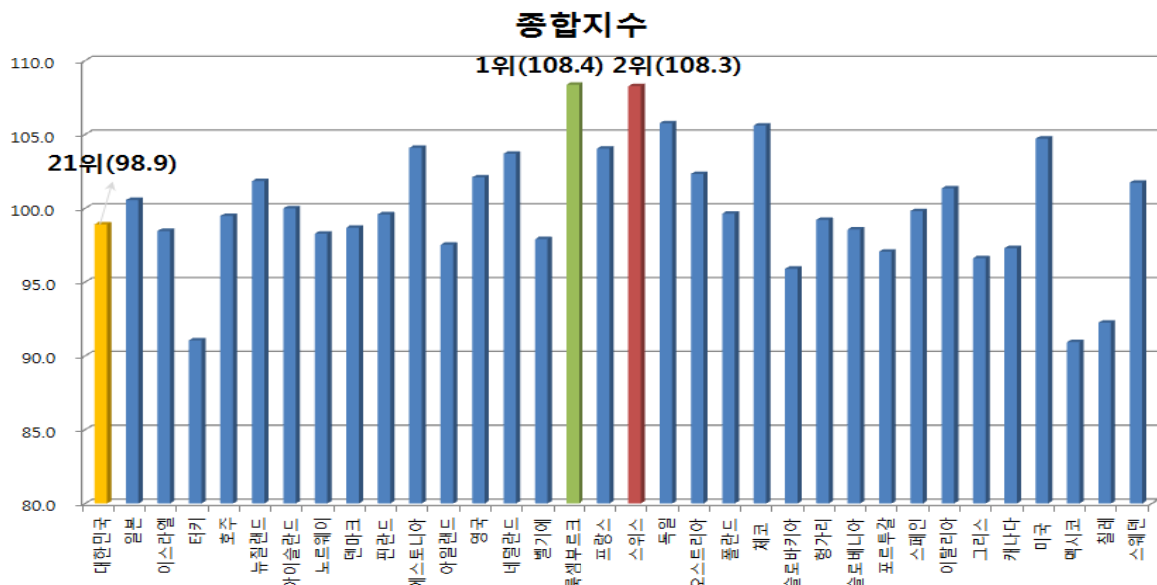
2. 산정 결과

가. 종합지수

- 종합지수 산정결과는 <표 2-18>와 같으며, OECD 34개 국가 중 룩셈부르크(1위), 스위스(2위), 독일(3위) 순으로 나타났으며, 유럽 국가들이 종합지수 순위에서 대체적으로 높게 나타남
- 한국은 종합지수 98.9로 OECD 34개국 중 21위 수준
 - 상위 항목별로는 이동 및 접근성은 22위, 수송규모는 7위, 녹색교통은 21위, 안전성은 26위 수준임
 - 4개 부문 중 안전성 분야가 가장 취약한 것으로 나타났으며, 이는 도로부문(0.517) 사고건수가 높을 뿐만 아니라, 가중치 역시 높게 산정되었기 때문임

<표 2-18> 종합지수 산정결과

| 국가 | 이동 및 접근성 | | 수송규모 | | 녹색교통 | | 안전성 | | 종합 | |
|-------|----------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 97.75 | 22 | 104.0 | 7 | 99.7 | 21 | 96.8 | 26 | 98.9 | 21 |
| 일본 | 97.79 | 20 | 104.4 | 6 | 97.2 | 25 | 103.0 | 17 | 100.6 | 14 |
| 이스라엘 | 93.84 | 29 | 93.8 | 29 | 101.4 | 17 | 105.2 | 8 | 98.5 | 24 |
| 터키 | 91.07 | 32 | 97.9 | 18 | 106.2 | 3 | 79.8 | 34 | 91.1 | 33 |
| 호주 | 92.50 | 31 | 101.4 | 11 | 104.2 | 8 | 104.1 | 10 | 99.5 | 19 |
| 뉴질랜드 | 104.64 | 9 | 94.1 | 27 | 100.6 | 18 | 104.0 | 11 | 101.8 | 11 |
| 아이슬란드 | 97.78 | 21 | 91.8 | 34 | 104.1 | 9 | 105.6 | 3 | 100.0 | 15 |
| 노르웨이 | 95.57 | 25 | 94.0 | 28 | 94.4 | 31 | 105.8 | 1 | 98.3 | 25 |
| 덴마크 | 96.98 | 23 | 95.4 | 26 | 92.8 | 32 | 105.4 | 5 | 98.7 | 22 |
| 핀란드 | 94.51 | 28 | 95.7 | 24 | 104.5 | 6 | 105.5 | 4 | 99.6 | 18 |
| 에스토니아 | 100.29 | 14 | 110.9 | 3 | 106.7 | 1 | 103.0 | 16 | 104.1 | 6 |
| 아일랜드 | 95.67 | 24 | 93.8 | 30 | 89.5 | 34 | 105.8 | 2 | 97.5 | 27 |
| 영국 | 103.92 | 10 | 100.5 | 12 | 97.4 | 23 | 103.2 | 15 | 102.1 | 10 |
| 네덜란드 | 100.89 | 13 | 105.7 | 5 | 104.4 | 7 | 105.4 | 6 | 103.7 | 8 |
| 벨기에 | 99.69 | 16 | 97.6 | 21 | 104.6 | 5 | 93.0 | 29 | 97.9 | 26 |
| 룩셈부르크 | 116.33 | 2 | 113.7 | 2 | 97.3 | 24 | 101.3 | 20 | 108.4 | 1 |
| 프랑스 | 106.68 | 6 | 100.1 | 14 | 101.4 | 16 | 104.7 | 9 | 104.0 | 7 |
| 스위스 | 124.08 | 1 | 99.8 | 15 | 94.7 | 30 | 101.8 | 18 | 108.3 | 2 |
| 독일 | 108.29 | 4 | 106.9 | 4 | 102.8 | 12 | 103.6 | 13 | 105.8 | 3 |
| 오스트리아 | 106.80 | 5 | 100.2 | 13 | 97.1 | 26 | 101.0 | 23 | 102.3 | 9 |
| 폴란드 | 98.18 | 18 | 103.7 | 8 | 105.9 | 4 | 95.9 | 27 | 99.6 | 17 |
| 체코 | 112.23 | 3 | 102.5 | 10 | 106.3 | 2 | 99.7 | 25 | 105.6 | 4 |
| 슬로바키아 | 97.99 | 19 | 102.6 | 9 | 97.5 | 22 | 88.7 | 32 | 95.9 | 31 |
| 헝가리 | 106.64 | 7 | 97.6 | 20 | 103.2 | 10 | 89.9 | 30 | 99.2 | 20 |
| 슬로베니아 | 98.58 | 17 | 98.3 | 17 | 92.3 | 33 | 101.7 | 19 | 98.6 | 23 |
| 포르투갈 | 93.80 | 30 | 93.6 | 31 | 96.2 | 27 | 103.3 | 14 | 97.1 | 29 |
| 스페인 | 100.07 | 15 | 98.6 | 16 | 99.8 | 20 | 100.3 | 24 | 99.8 | 16 |
| 이탈리아 | 101.33 | 11 | 97.8 | 19 | 100.3 | 19 | 104.0 | 12 | 101.3 | 13 |
| 그리스 | 94.63 | 26 | 93.5 | 32 | 96.1 | 28 | 101.1 | 22 | 96.6 | 30 |
| 캐나다 | 94.60 | 27 | 97.4 | 22 | 95.5 | 29 | 101.2 | 21 | 97.3 | 28 |
| 미국 | 105.10 | 8 | 124.5 | 1 | 102.6 | 13 | 93.2 | 28 | 104.7 | 5 |
| 멕시코 | 90.54 | 34 | 95.5 | 25 | 101.4 | 15 | 83.7 | 33 | 90.9 | 34 |
| 칠레 | 90.58 | 33 | 93.1 | 33 | 101.9 | 14 | 89.1 | 31 | 92.2 | 32 |
| 스웨덴 | 101.12 | 12 | 96.2 | 23 | 102.9 | 11 | 105.3 | 7 | 101.7 | 12 |



<그림 2- 2> 종합지수 결과

나. 부문별 지수

1) 이동 및 접근성 지수

- ‘이동 및 접근성 지수’는 국토계수당 유효도로연장, 국토계수당 유효철도연장, 공항수 당 운항횟수, 해운물류접근성지수(LSCI)의 합을 의미하며, 각 항목별 지수를 살펴보면 다음<표 2-19>와 같음
- 전체적으로 보면, ‘이동 및 접근성’, LSCI 값이 가장 높은데 반해, 국토계수당 유효도로연장은 중하위권에 위치되어 두 값이 상쇄된 결과로 보임
- 우리나라의 유효도로연장은 중위권(18위)에 위치해 있으나, 국토계수 원단위 적용 시에는 25위로 하락함. 이는 우리나라에 비해 유럽 국가들이 ‘인구, 국토면적’ 규모가 상대적으로 작으면서 도로 인프라가 잘 구비되어졌기 때문으로 보임(ex. 룩셈부르크, 스위스, 에스토니아, 오스트리아 등)

<표 2-19> ‘이동 및 접근성’ 지수

| 국가 | 국토계수당 유효도로연장 | | 국토계수당 유효철도연장 | | 공항수 당 운항횟수 | | LSCI | | 종합 | |
|-------|--------------|----|--------------|----|------------|----|------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 36.9 | 25 | 27.5 | 25 | 12.9 | 16 | 20.4 | 1 | 97.8 | 16 |
| 일본 | 37.7 | 22 | 29.6 | 15 | 12.1 | 28 | 18.4 | 10 | 97.8 | 15 |
| 이스라엘 | 37.7 | 21 | 27.2 | 27 | 12.5 | 22 | 16.5 | 20 | 93.8 | 24 |
| 터키 | 35.4 | 32 | 25.8 | 32 | 12.2 | 26 | 17.6 | 11 | 91.1 | 28 |
| 호주 | 38.3 | 20 | 24.0 | 33 | 13.9 | 12 | 16.3 | 21 | 92.5 | 27 |
| 뉴질랜드 | 46.3 | 3 | 28.5 | 21 | 14.1 | 10 | 15.7 | 23 | 104.6 | 4 |
| 아이슬란드 | 41.7 | 7 | - | 34 | 12.2 | 27 | 14.8 | 28 | 68.7 | 34 |
| 노르웨이 | 40.4 | 12 | 28.3 | 22 | 11.9 | 32 | 14.9 | 27 | 95.6 | 20 |
| 덴마크 | 35.9 | 31 | 29.4 | 17 | 14.9 | 4 | 16.8 | 16 | 97.0 | 17 |
| 핀란드 | 37.7 | 23 | 29.8 | 14 | 12.0 | 30 | 15.1 | 25 | 94.5 | 23 |
| 에스토니아 | 44.8 | 4 | 27.9 | 23 | 12.7 | 18 | 14.9 | 26 | 100.3 | 10 |
| 아일랜드 | 38.9 | 18 | 27.9 | 24 | 13.5 | 13 | 15.3 | 24 | 95.7 | 19 |
| 영국 | 41.3 | 8 | 29.4 | 18 | 13.3 | 15 | 20.0 | 2 | 103.9 | 5 |
| 네덜란드 | 36.8 | 27 | 29.4 | 16 | 15.0 | 3 | 19.7 | 5 | 100.9 | 9 |
| 벨기에 | 37.1 | 24 | 28.9 | 19 | 14.3 | 8 | 19.4 | 6 | 99.7 | 12 |
| 룩셈부르크 | 47.2 | 2 | 34.7 | 2 | 14.2 | 9 | - | 29 | 96.1 | 18 |
| 프랑스 | 43.2 | 5 | 31.9 | 8 | 12.7 | 19 | 18.9 | 7 | 106.7 | 2 |
| 스위스 | 54.0 | 1 | 33.1 | 5 | 15.4 | 2 | - | 29 | 102.5 | 6 |
| 독일 | 40.6 | 11 | 33.2 | 4 | 14.7 | 5 | 19.7 | 4 | 108.3 | 1 |
| 오스트리아 | 41.1 | 9 | 33.1 | 6 | 14.0 | 11 | - | 29 | 88.2 | 31 |
| 폴란드 | 36.2 | 29 | 31.6 | 9 | 13.5 | 14 | 16.8 | 18 | 98.2 | 14 |
| 체코 | 42.7 | 6 | 37.1 | 1 | 12.9 | 17 | - | 29 | 92.7 | 26 |
| 슬로바키아 | 36.6 | 28 | 33.0 | 7 | 11.3 | 34 | - | 29 | 81.0 | 33 |
| 헝가리 | 39.2 | 16 | 34.5 | 3 | 14.4 | 7 | - | 29 | 88.1 | 32 |
| 슬로베니아 | 39.3 | 15 | 31.6 | 10 | 11.9 | 31 | 15.8 | 22 | 98.6 | 13 |
| 포르투갈 | 36.8 | 26 | 27.4 | 26 | 12.4 | 24 | 17.3 | 13 | 93.8 | 25 |
| 스페인 | 38.9 | 17 | 29.9 | 13 | 12.6 | 21 | 18.7 | 8 | 100.1 | 11 |
| 이탈리아 | 40.1 | 13 | 30.2 | 12 | 12.5 | 23 | 18.5 | 9 | 101.3 | 7 |
| 그리스 | 39.3 | 14 | 26.5 | 29 | 11.6 | 33 | 17.2 | 14 | 94.6 | 21 |
| 캐나다 | 36.0 | 30 | 27.1 | 28 | 14.7 | 6 | 16.8 | 17 | 94.6 | 22 |
| 미국 | 38.9 | 19 | 28.9 | 20 | 17.4 | 1 | 20.0 | 2 | 105.1 | 3 |
| 멕시코 | 35.3 | 33 | 25.9 | 31 | 12.3 | 25 | 17.0 | 15 | 90.5 | 30 |
| 칠레 | 35.1 | 34 | 26.4 | 30 | 12.6 | 20 | 16.5 | 19 | 90.6 | 29 |
| 스웨덴 | 40.9 | 10 | 30.7 | 11 | 12.0 | 29 | 17.5 | 17 | 101.1 | 8 |

2) 수송규모

- 우리나라의 ‘수송규모’ 지수는 국토계수 당 총 수송량(도로·철도), 운항횟수 당 총 수송량, 컨테이너 처리실적 지표의 가중합으로 산정되며, 각 항목별 지수를 살펴보면 다음(표 2-20)과 같음
- 우리나라는 국토계수 당 철도 총 수송량이 28.9(22위)으로 중하위권에 위치해 있으나, 기타 지수들이 높게 나타나 ‘수송규모’ 지수가 상위권으로 평가된 것으로 보임
- 룩셈부르크는 국가가 하나의 도시정도 크기로 ‘인구, 국토면적’이 OECD국가 중 가장 작은 규모이며, 에스토니아 등의 경우도 ‘인구, 국토면적’이 작아 국토계수의 영향을 크게 받은 것으로 보임

<표 2-20> ‘수송규모’ 지수

| 국가 | 국토계수당 도로여객 화물수송실적 | | 국토계수당 철도여객 화물수송실적 | | 항공운항횟수당 항공여객화물수송실적 | | 컨테이너처리실적 | | 종합 | |
|-------|----------------------|----|----------------------|----|-----------------------|----|----------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 38.33 | 7 | 28.9 | 22 | 17.3 | 6 | 19.6 | 2 | 104.0 | 7 |
| 일본 | 36.5 | 13 | 28.4 | 24 | 20.4 | 2 | 19.1 | 3 | 104.4 | 6 |
| 이스라엘 | - | 33 | 28.1 | 27 | 14.9 | 19 | 16.0 | 18 | 93.8 | 29 |
| 터키 | 35.7 | 18 | 27.8 | 30 | 17.5 | 5 | 16.8 | 11 | 97.9 | 18 |
| 호주 | 34.5 | 29 | 34.2 | 3 | 15.8 | 9 | 16.9 | 10 | 101.4 | 11 |
| 뉴질랜드 | 34.6 | 27 | 28.6 | 23 | 14.7 | 24 | 16.1 | 17 | 94.1 | 27 |
| 아이슬란드 | 33.7 | 32 | - | 34 | 14.6 | 27 | 15.6 | 28 | 91.8 | 34 |
| 노르웨이 | 34.7 | 26 | 28.1 | 26 | 15.5 | 12 | 15.6 | 27 | 94.0 | 28 |
| 덴마크 | 36.2 | 17 | 28.9 | 20 | 14.6 | 28 | 15.7 | 23 | 95.4 | 26 |
| 핀란드 | 35.0 | 24 | 29.5 | 15 | 15.4 | 14 | 15.8 | 21 | 95.7 | 24 |
| 에스토니아 | 47.4 | 2 | 33.5 | 6 | 14.4 | 34 | 15.6 | 29 | 110.9 | 3 |
| 아일랜드 | 35.2 | 21 | 27.3 | 33 | 15.6 | 11 | 15.7 | 24 | 93.8 | 30 |
| 영국 | 36.3 | 15 | 29.2 | 17 | 17.8 | 4 | 17.2 | 9 | 100.5 | 12 |
| 네덜란드 | 43.1 | 3 | 29.7 | 14 | 15.3 | 15 | 17.7 | 7 | 105.7 | 5 |
| 벨기에 | 36.3 | 16 | 29.2 | 16 | 14.7 | 25 | 17.5 | 8 | 97.6 | 21 |
| 룩셈부르크 | 50.6 | 1 | 29.2 | 18 | 14.8 | 21 | - | 31 | 113.7 | 2 |
| 프랑스 | 36.5 | 14 | 29.1 | 19 | 17.9 | 3 | 16.7 | 12 | 100.1 | 14 |
| 스위스 | 35.6 | 19 | 33.9 | 5 | 14.7 | 22 | 15.6 | 30 | 99.8 | 15 |
| 독일 | 37.8 | 9 | 34.0 | 4 | 16.2 | 7 | 19.0 | 4 | 106.9 | 4 |
| 오스트리아 | 35.4 | 20 | 34.6 | 2 | 14.6 | 26 | 15.6 | 26 | 100.2 | 13 |
| 폴란드 | 39.8 | 4 | 32.0 | 10 | 14.5 | 31 | - | 31 | 103.7 | 8 |
| 체코 | 38.6 | 6 | 32.2 | 9 | 14.5 | 30 | - | 31 | 102.5 | 10 |
| 슬로바키아 | 38.3 | 8 | 32.5 | 8 | 14.5 | 32 | - | 31 | 102.6 | 9 |
| 헝가리 | 36.7 | 11 | 30.5 | 12 | 14.5 | 29 | 15.9 | 20 | 97.6 | 20 |
| 슬로베니아 | 35.0 | 23 | 33.2 | 7 | 14.5 | 33 | 15.7 | 25 | 98.3 | 17 |
| 포르투갈 | 34.5 | 30 | 28.0 | 28 | 15.1 | 18 | 16.0 | 19 | 93.6 | 31 |
| 스페인 | 36.9 | 10 | 27.8 | 29 | 15.9 | 8 | 18.1 | 5 | 98.6 | 16 |
| 이탈리아 | 36.6 | 12 | 28.3 | 25 | 15.2 | 16 | 17.7 | 6 | 97.8 | 19 |
| 그리스 | 35.1 | 22 | 27.3 | 32 | 14.8 | 20 | 16.2 | 16 | 93.5 | 32 |
| 캐나다 | 33.9 | 31 | 31.4 | 11 | 15.5 | 13 | 16.5 | 13 | 97.4 | 22 |
| 미국 | 38.8 | 5 | 41.7 | 1 | 20.5 | 1 | 23.5 | 1 | 124.5 | 1 |
| 멕시코 | 34.5 | 28 | 28.9 | 21 | 15.6 | 10 | 16.4 | 14 | 95.5 | 25 |
| 칠레 | - | 33 | 27.6 | 31 | 14.7 | 23 | 16.2 | 15 | 93.1 | 33 |
| 스웨덴 | 34.7 | 25 | 30.5 | 13 | 15.1 | 17 | 15.8 | 22 | 96.2 | 23 |

주: ‘-’은 통계 값을 찾지 못하거나, 국가의 지형적 특성상(내륙국가: 해운관련 자료 부재, 아이슬란드 철도 없음) 수단이 존재하지 않음을 의미함

3) 녹색교통

- ‘녹색교통 지수’는 총 도로·철도·항공·해운 수송량당 CO₂배출량 지표의 가중합을 의미하며, 각 항목별 지수를 살펴보면 다음 <표 2-21>과 같음
- 전체적으로 보면, 컨테이너처리실적 당 CO₂ 배출량이 상위권(2위)을 차지하고 있으나, 총 수송량 당 도로·철도의 CO₂ 배출량이 하위권(23위)에 있어서 녹색교통의 평가가 중하위권(21위)으로 평가된 것으로 보임
- 체코, 오스트리아, 폴란드 등 컨테이너처리실적 당 CO₂ 배출량이 1위인 국가들은 내륙국가로 값이 존재하지 않으므로 ‘녹색교통’ 평가 시 이를 제외하고 가중 평균하여 산정

<표 2-21> 녹색교통 산정결과

| 국가 | 총도로 수송량당 CO ₂ 배출량 | | 총철도 수송량당 CO ₂ 배출량 | | 총항공 수송량당 CO ₂ 배출량 | | 총컨테이너처리실적당 CO ₂ 배출량 | | 종합 | |
|-------|---------------------------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|-----------------------------------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 39.9 | 23 | 22.2 | 23 | 20.2 | 13 | 17.4 | 2 | 99.7 | 21 |
| 일본 | 39.0 | 25 | 21.6 | 28 | 19.8 | 21 | 16.8 | 24 | 97.2 | 25 |
| 이스라엘 | 43.0 | 15 | 22.1 | 25 | 19.1 | 31 | 17.2 | 12 | 101.4 | 17 |
| 터키 | 46.2 | 5 | 22.6 | 19 | 20.2 | 9 | 17.1 | 13 | 106.2 | 3 |
| 호주 | 43.9 | 12 | 23.4 | 6 | 19.8 | 22 | 17.0 | 19 | 104.2 | 8 |
| 뉴질랜드 | 40.3 | 22 | 22.9 | 14 | 20.1 | 16 | 17.3 | 6 | 100.6 | 18 |
| 아이슬란드 | 44.3 | 10 | - | 34 | 20.0 | 17 | 16.8 | 23 | 104.1 | 9 |
| 노르웨이 | 43.6 | 13 | 22.6 | 20 | 19.9 | 18 | 8.3 | 30 | 94.4 | 31 |
| 덴마크 | 36.1 | 30 | 20.0 | 30 | 20.3 | 5 | 16.5 | 26 | 92.8 | 32 |
| 핀란드 | 44.0 | 11 | 23.1 | 10 | 20.3 | 8 | 17.1 | 18 | 104.5 | 6 |
| 에스토니아 | 49.4 | 2 | 23.4 | 7 | 19.4 | 29 | 14.6 | 29 | 106.7 | 1 |
| 아일랜드 | 39.0 | 24 | 12.7 | 33 | 20.4 | 1 | 17.3 | 5 | 89.5 | 34 |
| 영국 | 38.6 | 26 | 21.2 | 29 | 20.3 | 7 | 17.3 | 7 | 97.4 | 23 |
| 네덜란드 | 44.6 | 9 | 22.1 | 26 | 20.4 | 3 | 17.4 | 4 | 104.4 | 7 |
| 벨기에 | 45.2 | 7 | 23.6 | 1 | 19.6 | 25 | 16.2 | 27 | 104.6 | 5 |
| 룩셈부르크 | 37.9 | 27 | 23.1 | 11 | 20.1 | 15 | - | 31 | 97.3 | 24 |
| 프랑스 | 41.9 | 19 | 22.1 | 24 | 20.2 | 12 | 17.1 | 15 | 101.4 | 16 |
| 스위스 | 35.0 | 32 | 22.3 | 22 | 20.3 | 4 | 17.1 | 16 | 94.7 | 30 |
| 독일 | 42.2 | 18 | 22.9 | 15 | 20.3 | 6 | 17.4 | 3 | 102.8 | 12 |
| 오스트리아 | 36.9 | 28 | 23.6 | 2 | 19.4 | 28 | 17.2 | 10 | 97.1 | 26 |
| 폴란드 | 47.0 | 3 | 23.6 | 3 | 17.7 | 32 | - | 31 | 105.9 | 4 |
| 체코 | 45.5 | 6 | 22.8 | 16 | 20.2 | 10 | - | 31 | 106.3 | 2 |
| 슬로바키아 | 47.0 | 4 | 23.6 | 4 | 10.7 | 34 | - | 31 | 97.5 | 22 |
| 헝가리 | 49.4 | 1 | 22.6 | 18 | 13.7 | 33 | 17.4 | 1 | 103.2 | 10 |
| 슬로베니아 | 32.0 | 33 | 23.5 | 5 | 19.7 | 23 | 17.1 | 17 | 92.3 | 33 |
| 포르투갈 | 36.0 | 31 | 22.7 | 17 | 20.2 | 11 | 17.2 | 9 | 96.2 | 27 |
| 스페인 | 44.7 | 8 | 18.3 | 31 | 19.7 | 24 | 17.2 | 11 | 99.8 | 20 |
| 이탈리아 | 41.4 | 20 | 22.0 | 27 | 19.8 | 20 | 17.1 | 14 | 100.3 | 19 |
| 그리스 | 42.6 | 16 | 17.2 | 32 | 19.5 | 27 | 16.9 | 21 | 96.1 | 28 |
| 캐나다 | 36.7 | 29 | 23.1 | 12 | 19.6 | 26 | 16.2 | 28 | 95.5 | 29 |
| 미국 | 43.4 | 14 | 23.4 | 8 | 19.3 | 30 | 16.5 | 25 | 102.6 | 13 |
| 멕시코 | 41.2 | 21 | 23.1 | 9 | 20.4 | 2 | 16.8 | 22 | 101.4 | 15 |
| 칠레 | - | 34 | 22.3 | 21 | 19.9 | 19 | 17.0 | 20 | 101.9 | 14 |
| 스웨덴 | 42.4 | 17 | 23.1 | 13 | 20.1 | 14 | 17.3 | 8 | 102.9 | 11 |

주: ‘-’는 통계 값을 찾지 못하거나, 국가의 지형적 특성상(내륙국가: 해운관련 자료 부재, 아이슬란드 철도 없음) 수단이 존재하지 않음을 의미함

4) 안전성

- ‘이동 및 접근성 지수’는 도로·철도교통사고 사망자수, 운항횟수 당 사고건수(항공) 지표의 가중합을 의미하며, 각 항목별 지수를 살펴보면 다음 <표 2-22>와 같음
- 전체적으로 보면, 중요도가 가장 높은 ‘주행거리당 도로교통사고 사망자 수’에서 최하 위권(29위)이기 때문에, ‘안전성’ 지수의 전체 평가가 중하위권인 것으로 보임
- 우리나라의 도로총연장은 중위권(20위)에 위치해 있으나, 국토계수 원단위 적용 시에는 25위로 하락함. 이는 우리나라에 비해 유럽 국가들이 ‘인구, 국토면적’ 규모가 상대적으로 작으면서 도로 인프라가 잘 구비되어졌기 때문으로 보임(ex. 룩셈부르크, 스위스, 에스토니아, 오스트리아 등)

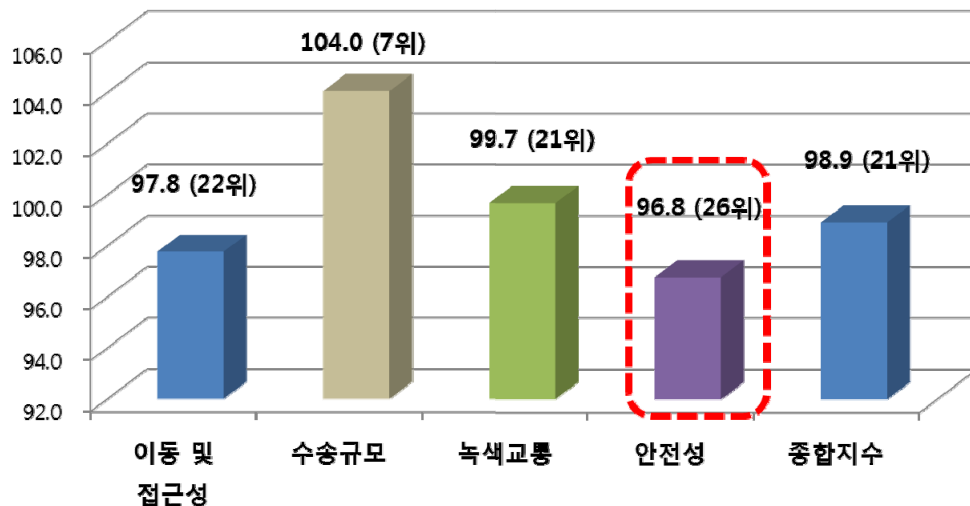
<표 2-22> 안전성 산정결과

| 국가 | 주행거리 당 도로 교통사고 사망자 수 | | 인구만명당철도 교통사고 사망자 수 | | 항공 운항횟수당 사고건수 | | 해운 사고건수 | | 종합 | |
|-------|-------------------------|----|-----------------------|----|------------------|----|------------|----|-------|----|
| | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 | 지수 | 순위 |
| 대한민국 | 47.2 | 29 | 19.8 | 10 | 15.6 | 30 | - | 15 | 96.8 | 26 |
| 일본 | 52.1 | 19 | 19.6 | 14 | 17.1 | 1 | 14.2 | 8 | 103.0 | 17 |
| 이스라엘 | 53.0 | 11 | - | 30 | 17.1 | 1 | - | 15 | 105.2 | 8 |
| 터키 | 31.0 | 34 | 20.1 | 7 | 17.1 | 1 | 11.6 | 14 | 79.8 | 34 |
| 호주 | 53.0 | 12 | - | 30 | 16.4 | 24 | - | 15 | 104.1 | 10 |
| 뉴질랜드 | 52.4 | 17 | 19.4 | 16 | 17.1 | 1 | 16.1 | 1 | 104.0 | 11 |
| 아이슬란드 | 53.1 | 10 | - | 30 | 17.1 | 1 | 15.5 | 5 | 105.6 | 3 |
| 노르웨이 | 53.4 | 5 | 19.9 | 8 | 17.1 | 1 | - | 15 | 105.8 | 1 |
| 덴마크 | 53.6 | 3 | 19.4 | 15 | 17.1 | 1 | - | 15 | 105.4 | 5 |
| 핀란드 | 53.1 | 9 | 19.9 | 9 | 17.1 | 1 | - | 15 | 105.5 | 4 |
| 에스토니아 | 51.4 | 23 | 18.4 | 21 | 17.1 | 1 | 16.1 | 1 | 103.0 | 16 |
| 아일랜드 | 53.5 | 4 | 20.5 | 1 | 16.4 | 24 | - | 15 | 105.8 | 2 |
| 영국 | 53.8 | 2 | 20.4 | 2 | 14.9 | 32 | 14.2 | 8 | 103.2 | 15 |
| 네덜란드 | 53.4 | 6 | 20.1 | 6 | 17.1 | 1 | 14.8 | 7 | 105.4 | 6 |
| 벨기에 | 42.0 | 32 | 20.3 | 3 | 17.1 | 1 | - | 15 | 93.0 | 29 |
| 룩셈부르크 | 51.1 | 24 | 18.3 | 22 | 17.1 | 1 | - | 15 | 101.3 | 20 |
| 프랑스 | 52.7 | 14 | 19.7 | 13 | 17.1 | 1 | - | 15 | 104.7 | 9 |
| 스위스 | 53.3 | 7 | 17.3 | 26 | 16.4 | 24 | - | 15 | 101.8 | 18 |
| 독일 | 53.2 | 8 | 19.2 | 17 | 17.1 | 1 | 14.2 | 8 | 103.6 | 13 |
| 오스트리아 | 52.6 | 15 | 16.6 | 27 | 17.1 | 1 | - | 15 | 101.0 | 23 |
| 폴란드 | 47.5 | 28 | 17.4 | 25 | 17.1 | 1 | - | 15 | 95.9 | 27 |
| 체코 | 48.7 | 26 | 17.8 | 23 | 17.1 | 1 | 16.1 | 1 | 99.7 | 25 |
| 슬로바키아 | 44.9 | 30 | 13.8 | 28 | 17.1 | 1 | - | 15 | 88.7 | 32 |
| 헝가리 | 48.0 | 27 | 12.5 | 29 | 16.4 | 24 | - | 15 | 89.9 | 30 |
| 슬로베니아 | 52.1 | 21 | 17.7 | 24 | 17.1 | 1 | - | 15 | 101.7 | 19 |
| 포르투갈 | 52.2 | 18 | 19.0 | 19 | 17.1 | 1 | - | 15 | 103.3 | 14 |
| 스페인 | 52.1 | 22 | 19.0 | 20 | 16.4 | 24 | 12.9 | 12 | 100.3 | 24 |
| 이탈리아 | 52.4 | 16 | 19.8 | 11 | 15.6 | 30 | 16.1 | 1 | 104.0 | 12 |
| 그리스 | 50.3 | 25 | 20.1 | 5 | 17.1 | 1 | 13.5 | 11 | 101.1 | 22 |
| 캐나다 | 52.7 | 13 | 20.2 | 4 | 12.8 | 33 | 15.5 | 5 | 101.2 | 21 |
| 미국 | 52.1 | 20 | 19.7 | 12 | 8.5 | 34 | 12.9 | 12 | 93.2 | 28 |
| 멕시코 | 39.4 | 33 | - | 30 | 16.4 | 24 | - | 15 | 83.7 | 33 |
| 칠레 | 42.3 | 31 | - | 30 | 17.1 | 1 | - | 15 | 89.1 | 31 |
| 스웨덴 | 53.8 | 1 | 19.1 | 18 | 17.1 | 1 | - | 15 | 105.3 | 7 |

주: ‘해운사고건수’는 ‘해운통계요람·IHS Fairplay, World Casualty Statistics 2013’ 기준으로 하였는데, 국가별 해운사고건수에 우리나라 데이터는 누락되어 있음. 이에 우리나라의 해운사고 데이터를 찾아보았으나, 우리나라의 해운사고 데이터가 타국가에 비해 수십배 크게 잡힘. 이는 해운사고건수 집계 기준이 국가별로 상이하기 때문으로, 이에 우리나라의 해운사고 데이터는 강제 누락시킴

5) 국가교통물류경쟁력지수 종합결과

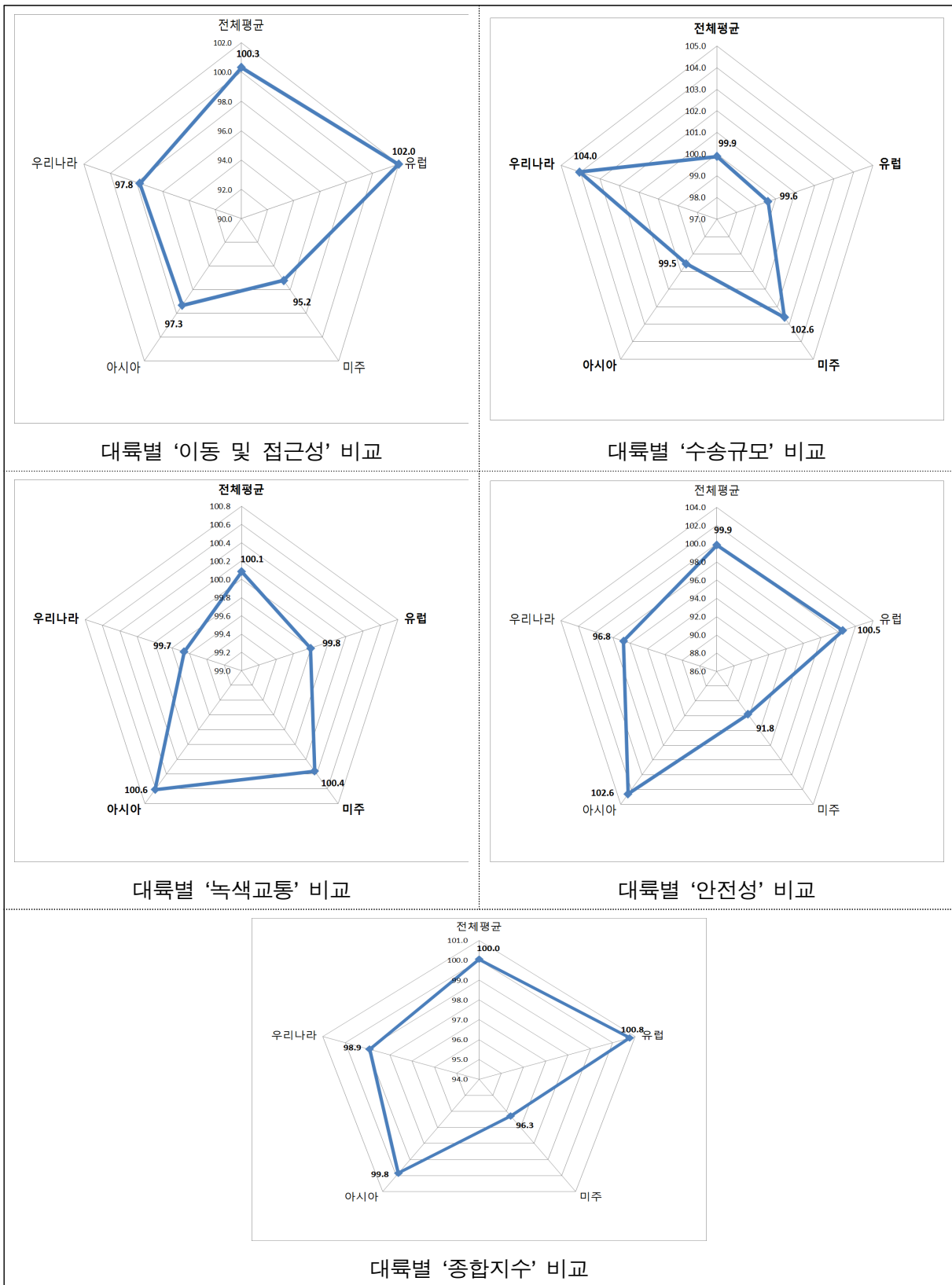
- 본 연구에서 산정한 지수를 살펴보면 <그림 2-3>과 같으며, 우리나라의 국가교통물류경쟁력 종합지수는 경제협력개발기구(OECD) 34개 국가 중 21위 수준에 있음
- 구체적으로는 우리나라 내에서 ‘수송규모 지수(7위)’가 가장 경쟁력을 나타낸 반면에, 안전성 지수(26위)는 최하위권에 위치하고 있음. ‘이동 및 접근성 지수’와 ‘녹색교통 지수’는 중하위권에 위치하고 있음
- 앞장에서 산정된 가중치를 살펴보면, ‘이동 및 접근성(0.346)’, ‘안전성(0.343)’ 순으로 가중치가 높게 도출된 반면, 지수는 가장 낮은 순위로 나타나, 두 부문에 대한 집중적 개선이 필요해 보임



<그림 2- 3> 대한민국 부문별 지수

3. 대륙별 교통물류경쟁력지수 비교

- OECD국가 교통물류경쟁력을 보다 상세하게 살펴보기 위해, 이를 대륙별로 구분하여 부문별 경쟁력 지수를 살펴보면 <그림 2-4>와 같음
 - 이동 및 접근성 : 대륙별로 살펴보면 ‘유럽-아시아-미주’ 순으로 나타났으며, 유럽국가만이 전체 평균에 비해 높은 것으로 나타났고, 우리나라의 경우에는 ‘아시아’, ‘미주’ 대륙 평균보다 높게 나타났으나 ‘유럽’ 및 ‘전체 평균’에는 미치지 못하는 것으로 나타남
 - 수송규모: 대륙별로 살펴보면, ‘미주-유럽-아시아’ 순으로 나타났으며, ‘미주’만이 대륙별 평균에 비해 높게 나타남. 우리나라는 ‘전체 및 아시아 평균’ 대비 가장 높은 지수를 보이고 있음
 - 녹색교통: 대륙별로 살펴보면 ‘아시아-미주-유럽’ 순으로 나타났으며, 유럽을 제외한 나머지 대륙들이 전체평균에 비해 높게 나타남. 우리나라는 ‘전체 및 아시아 평균’ 대비해서도 낮은 지수를 보임
 - 안전성: 대륙별로 살펴보면 ‘아시아-유럽-미주’ 순으로 나타났으며, 미주가 나머지 대륙들에 비해 낮게 나타남. 우리나라는 ‘전체 및 아시아 평균’ 대비해서도 낮은 지수를 보임
 - 종합지수 : 대륙별로 살펴보면 ‘유럽-아시아-미주’ 순으로 나타났으며, 유럽과 아시아만 전체 평균에 비해 높게 나타남. 우리나라는 ‘전체 및 아시아 평균’ 대비해서도 낮은 지수를 보임

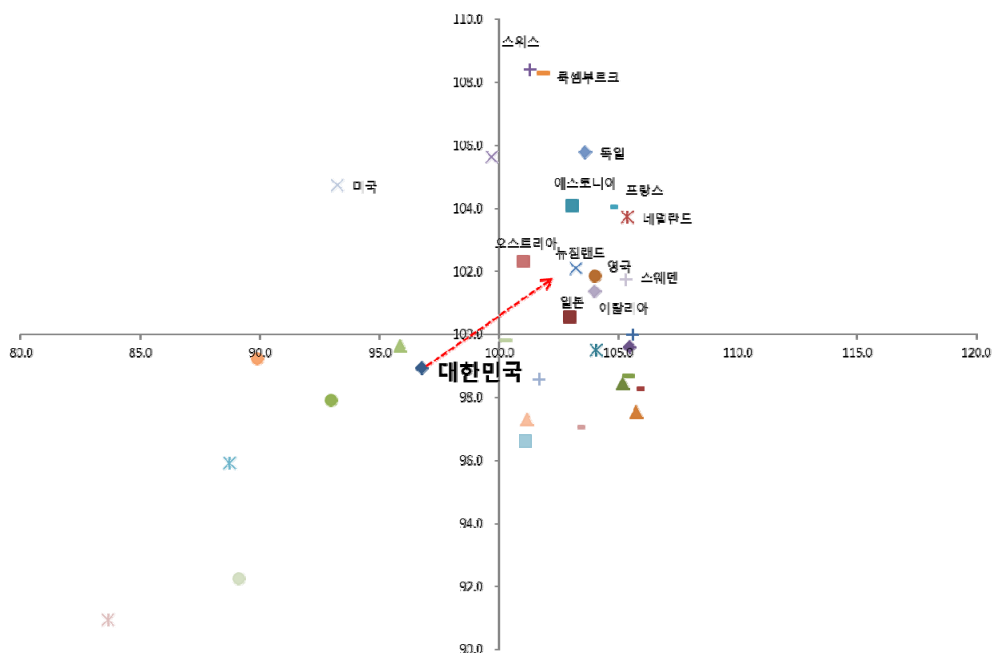


<그림 2- 4> 교통물류경쟁력지수 현황

4. 상위항목별 국가교통물류경쟁력 유형화

가. 이동 및 접근성 현황

- 우리나라의 국가교통물류경쟁력 현황을 보다 상세히 살펴보기 위해, 종합지수 대비 안전성 지수를 이용하여 사분면상에 유형화 함. 사분면의 X축과 Y축은 지수 평균인 100을 기준으로 하였으며, 유형화한 값은 <표 2-23>과 같고, 유형화한 형태는 <그림 2-5>와 같음
- 이동 및 접근성 대비 종합지수를 이용해 유형을 살펴본 결과, 1사분면에는 미국, 뉴질랜드를 제외하면 유럽 국가들이 대부분을 이루고 있으며, 이들은 종합지수 및 이동 및 접근성 지수도 우수하게 분류된 국가들임
- 2사 분면의 대표적인 국가는 일본으로 ‘이동 및 접근성 지수’가 OECD국가 평균 대비 다소 취약하나, 다른 부문 지수가 우수하여 종합지수는 평균 이상을 보이고 있음. 반면, 4사 분면의 국가는 헝가리, 스페인으로 일본과는 반대의 성향을 보임
- 우리나라는 현재 3사 분면에 위치하고 있으며, 여기에 위치한 국가들은 ‘이동 및 접근성 지수’, ‘종합지수’ 모두 취약한 국가들로 볼 수 있음. 특히, 앞에서 산정된 가중치를 살펴 보았을 때, ‘이동 및 접근성(0.346)’으로 가장 높은 것을 고려해보면, 이동 및 접근성 부문의 지수를 제고시킬 수 있는 방안이 가장 중요하며, 이 부문의 제고를 통해 ‘1사 분면(우수 지역)’으로 진입할 수 있도록 할 필요가 있음



<그림 2- 5> '이동 및 접근성 지수' 유형화

<표 2-23> 국가별 ‘이동 및 접근성 지수’ 유형화

| 사분면 | 국가 | 이동 및 접근성 | 종합지수 |
|-------------------------------|-------|----------|-------|
| 1사 분면 (이동 및 접근성 +, 종합지수 +) | 뉴질랜드 | 104.64 | 101.8 |
| | 에스토니아 | 100.29 | 104.1 |
| | 영국 | 103.92 | 102.1 |
| | 네덜란드 | 100.89 | 103.7 |
| | 룩셈부르크 | 116.33 | 108.4 |
| | 프랑스 | 106.68 | 104.0 |
| | 스위스 | 124.08 | 108.3 |
| | 독일 | 108.29 | 105.8 |
| | 오스트리아 | 106.80 | 102.3 |
| | 체코 | 112.23 | 105.6 |
| | 이탈리아 | 101.33 | 101.3 |
| | 미국 | 105.10 | 104.7 |
| | 스웨덴 | 101.12 | 101.7 |
| 2사 분면 (이동 및 접근성, 종합지수 +) | 일본 | 97.79 | 100.6 |
| 3사 분면 (이동 및 접근성 -, 종합지수 -) | 대한민국 | 97.75 | 98.9 |
| | 이스라엘 | 93.84 | 98.5 |
| | 터키 | 91.07 | 91.1 |
| | 호주 | 92.50 | 99.5 |
| | 아이슬란드 | 97.78 | 100.0 |
| | 노르웨이 | 95.57 | 98.3 |
| | 덴마크 | 96.98 | 98.7 |
| | 핀란드 | 94.51 | 99.6 |
| | 아일랜드 | 95.67 | 97.5 |
| | 벨기에 | 99.69 | 97.9 |
| | 폴란드 | 98.18 | 99.6 |
| | 슬로바키아 | 97.99 | 95.9 |
| | 슬로베니아 | 98.58 | 98.6 |
| | 포르투갈 | 93.80 | 97.1 |
| | 그리스 | 94.63 | 96.6 |
| | 캐나다 | 94.60 | 97.3 |
| | 멕시코 | 90.54 | 90.9 |
| | 칠레 | 90.58 | 92.2 |
| 4사분면 (이동 및 접근성 +, 종합지수 -) | 헝가리 | 106.64 | 99.2 |
| | 스페인 | 100.07 | 99.8 |

나. 수송규모 현황

- 우리나라의 국가교통물류경쟁력 현황을 보다 상세히 살펴보기 위해, 종합지수 대비 안전성 지수를 이용하여 사분면상에 유형화 함. 사분면의 X축과 Y축은 지수 평균인 100을 기준으로 하였으며, 유형화한 값은 <표 2-24>와 같고, 유형화한 형태는 <그림 2-6>과 같음
- 수송규모 대비 종합지수를 이용해 유형을 살펴본 결과, 1사분면은 일본, 미국을 제외하고는 에스토니아, 영국 등 유럽 국가들이 대부분을 차지하고 있으며, 이들은 종합지수 및 수송규모 지수가 우수하게 분류된 국가들임
- 2사분면의 대표적인 국가는 이탈리아, 뉴질랜드, 스위스, 스웨덴으로 ‘수송규모 지수’가 OECD국가 평균 대비 다소 취약하나, 다른 부문 지수가 우수하여 종합지수는 평균 이상을 보이고 있음
- 우리나라는 현재 4사분면에 위치하고 있으며, 여기에 위치한 국가들은 ‘수송규모’는 OECD국가 평균에 비해 우수함에 반해, ‘종합지수’가 취약한 국가들로 볼 수 있음



<그림 2- 6> 수송규모 지수 유형화

<표 2-24> 국가별 '수송규모 지수' 유형화

| 사분면 | 국가 | 수송규모 | 종합지수 |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| 1사 분면 (수송규모 +, 종합지수 +) | 일본 | 104.4 | 100.6 |
| | 에스토니아 | 110.9 | 104.1 |
| | 영국 | 100.5 | 102.1 |
| | 네덜란드 | 105.7 | 103.7 |
| | 룩셈부르크 | 113.7 | 108.4 |
| | 프랑스 | 100.1 | 104.0 |
| | 독일 | 106.9 | 105.8 |
| | 오스트리아 | 100.2 | 102.3 |
| | 체코 | 102.5 | 105.6 |
| | 미국 | 124.5 | 104.7 |
| 2사 분면 (수송규모, 종합지수 +) | 뉴질랜드 | 94.1 | 101.8 |
| | 스위스 | 99.8 | 108.3 |
| | 이탈리아 | 97.8 | 101.3 |
| | 스웨덴 | 96.2 | 101.7 |
| 3사 분면 (수송규모 -, 종합지수 -) | 이스라엘 | 93.8 | 98.5 |
| | 터키 | 97.9 | 91.1 |
| | 아이슬란드 | 91.8 | 100.0 |
| | 노르웨이 | 94.0 | 98.3 |
| | 덴마크 | 95.4 | 98.7 |
| | 핀란드 | 95.7 | 99.6 |
| | 아일랜드 | 93.8 | 97.5 |
| | 벨기에 | 97.6 | 97.9 |
| | 헝가리 | 97.6 | 99.2 |
| | 슬로베니아 | 98.3 | 98.6 |
| | 포르투갈 | 93.6 | 97.1 |
| | 스페인 | 98.6 | 99.8 |
| | 그리스 | 93.5 | 96.6 |
| | 캐나다 | 97.4 | 97.3 |
| | 멕시코 | 95.5 | 90.9 |
| | 칠레 | 93.1 | 92.2 |
| 4사분면 (수송규모 +, 종합지수 -) | 대한민국 | 104.0 | 98.9 |
| | 호주 | 101.4 | 99.5 |
| | 폴란드 | 103.7 | 99.6 |
| | 슬로바키아 | 102.6 | 95.9 |

다. 녹색교통

- 우리나라의 국가교통물류경쟁력 현황을 보다 상세히 살펴보기 위해, 종합지수 대비 안전성 지수를 이용하여 사분면상에 유형화 함. 사분면의 X축과 Y축은 지수 평균인 100을 기준으로 하였으며, 유형화한 값은 <표 2-25>와 같고, 유형화한 형태는 <그림 2-7>과 같음
- 녹색교통 대비 종합지수를 이용해 유형을 살펴본 결과, 1사분면은 미국을 제외하고는 에스토니아, 네덜란드 등 유럽 국가들이 대부분을 차지하고 있으며, 이들은 종합지수 및 수송규모 지수가 우수하게 분류된 국가들임
- 2사 분면의 대표적인 국가는 일본, 영국 등으로 ‘녹색교통 지수’가 OECD국가 평균 대비 다소 취약하나, 다른 부문 지수가 우수하여 종합지수는 평균 이상을 보이고 있음
- 우리나라는 현재 3사 분면에 위치하고 있으며, 여기에 위치한 국가들은 ‘종합지수’ 및 ‘녹색교통’ 지수가 OECD국가 평균에 비해 취약함. 1사분면과 같이 녹색교통(교통환경)이 상대적으로 우수한 국가로 성장하기 위해서는 친환경 수단 도입 및 탄소배출관련 적정 규제 등을 통해 종합지수를 제고할 필요가 있음



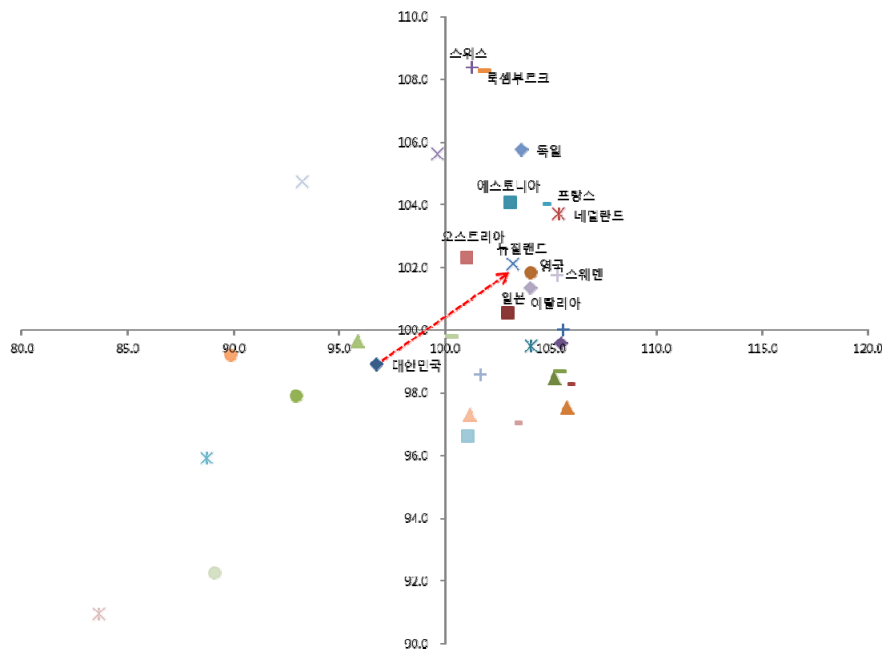
<그림 2- 7> 녹색교통지수 유형화

<표 2-25> 국가별 '녹색교통 지수' 유형화

| 사분면 | 국가 | 녹색교통 | 종합지수 |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| 1사 분면 (녹색교통 +, 종합지수 +) | 뉴질랜드 | 100.6 | 101.8 |
| | 에스토니아 | 106.7 | 104.1 |
| | 네덜란드 | 104.4 | 103.7 |
| | 프랑스 | 101.4 | 104.0 |
| | 독일 | 102.8 | 105.8 |
| | 체코 | 106.3 | 105.6 |
| | 이탈리아 | 100.3 | 101.3 |
| | 미국 | 102.6 | 104.7 |
| | 스웨덴 | 102.9 | 101.7 |
| 2사 분면 (녹색교통, 종합지수 +) | 일본 | 97.2 | 100.6 |
| | 영국 | 97.4 | 102.1 |
| | 룩셈부르크 | 97.3 | 108.4 |
| | 스위스 | 94.7 | 108.3 |
| | 오스트리아 | 97.1 | 102.3 |
| 3사 분면 (녹색교통 -, 종합지수 -) | 대한민국 | 99.7 | 98.9 |
| | 노르웨이 | 94.4 | 98.3 |
| | 덴마크 | 92.8 | 98.7 |
| | 아일랜드 | 89.5 | 97.5 |
| | 슬로바키아 | 97.5 | 95.9 |
| | 슬로베니아 | 92.3 | 98.6 |
| | 포르투갈 | 96.2 | 97.1 |
| | 스페인 | 99.8 | 99.8 |
| | 그리스 | 96.1 | 96.6 |
| | 캐나다 | 95.5 | 97.3 |
| 4사분면 (녹색교통 +, 종합지수 -) | 이스라엘 | 101.4 | 98.5 |
| | 터키 | 106.2 | 91.1 |
| | 호주 | 104.2 | 99.5 |
| | 아이슬란드 | 104.1 | 100.0 |
| | 핀란드 | 104.5 | 99.6 |
| | 벨기에 | 104.6 | 97.9 |
| | 폴란드 | 105.9 | 99.6 |
| | 헝가리 | 103.2 | 99.2 |
| | 멕시코 | 101.4 | 90.9 |
| | 칠레 | 101.9 | 92.2 |

라. 안전성

- 우리나라의 국가교통물류경쟁력 현황을 보다 상세히 살펴보기 위해, 종합지수 대비 안전성 지수를 이용하여 사분면상에 유형화 함. 사분면의 X축과 Y축은 지수 평균인 100을 기준으로 하였으며, 유형화한 값은 <표 2-26>과 같고, 유형화한 형태는 <그림 2-8>과 같음
- 안전성 대비 종합지수를 이용해 유형을 살펴본 결과, 1사분면은 일본, 뉴질랜드를 제외하고는 에스토니아, 영국 등 유럽 국가들이 대부분을 차지하고 있으며, 네덜란드는 안전성 지수가 가장 높게 나타남. 이들은 종합지수 및 수송규모 지수가 우수하게 분류된 국가들임
- 2사 분면의 대표적인국가는 체코, 미국으로 안전성 지수가 OECD국가 평균 대비 다소 취약하나, 다른 부문 지수가 우수하여 종합지수는 평균 이상을 보이고 있음
- 우리나라는 현재 3사 분면에 위치하고 있으며, 여기에 위치한 국가들은 안전성 지수 및 종합지수가 OECD국가 평균에 비해 취약함. 특히 도로부문의 가중치가 높는데, 도로부문의 교통사고 사망자 수가 상대적으로 많음. 이를 개선하기 위한 교통안전 정책 및 차량 안전기술 개발 등을 통해 ‘교통사고’를 줄여 국제사회에서 ‘안전성 지수’를 제고 시킬 필요가 있음



<그림 2- 8> 안전성 지수 유형화

<표 2-26> 국가별 ‘안전성 지수’ 유형화

| 시분면 | 국가 | 안전성 | 종합지수 |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| 1사 분면 (안전성 +, 종합지수 +) | 일본 | 103.0 | 100.6 |
| | 뉴질랜드 | 104.0 | 101.8 |
| | 에스토니아 | 103.0 | 104.1 |
| | 영국 | 103.2 | 102.1 |
| | 네덜란드 | 105.4 | 103.7 |
| | 룩셈부르크 | 101.3 | 108.4 |
| | 프랑스 | 104.7 | 104.0 |
| | 스위스 | 101.8 | 108.3 |
| | 독일 | 103.6 | 105.8 |
| | 오스트리아 | 101.0 | 102.3 |
| | 이탈리아 | 104.0 | 101.3 |
| | 스웨덴 | 105.3 | 101.7 |
| 2사 분면 (안전성 -, 종합지수 +) | 체코 | 99.7 | 105.6 |
| | 미국 | 93.2 | 104.7 |
| 3사 분면 (안전성 -, 종합지수 -) | 대한민국 | 96.8 | 98.9 |
| | 터키 | 79.8 | 91.1 |
| | 벨기에 | 93.0 | 97.9 |
| | 폴란드 | 95.9 | 99.6 |
| | 슬로바키아 | 88.7 | 95.9 |
| | 헝가리 | 89.9 | 99.2 |
| | 멕시코 | 83.7 | 90.9 |
| 4사분면 (안전성 +, 종합지수 -) | 칠레 | 89.1 | 92.2 |
| | 이스라엘 | 105.2 | 98.5 |
| | 호주 | 104.1 | 99.5 |
| | 아이슬란드 | 105.6 | 100.0 |
| | 노르웨이 | 105.8 | 98.3 |
| | 덴마크 | 105.4 | 98.7 |
| | 핀란드 | 105.5 | 99.6 |
| | 아일랜드 | 105.8 | 97.5 |
| | 슬로베니아 | 101.7 | 98.6 |
| | 포르투갈 | 103.3 | 97.1 |
| | 스페인 | 100.3 | 99.8 |
| | 그리스 | 101.1 | 96.6 |
| | 캐나다 | 101.2 | 97.3 |

제7절 결론 및 향후 연구과제

1. 결론 및 문제점

가. 결론

- 본 연구는 우리나라의 ‘국가교통물류경쟁력’ 지표 개발 및 지수를 산정하여 경제협력개발기구(OECD) 선진국가들과 비교 및 진단해 보기 위해 아래의 절차를 수행하였음
 - 관련 선행연구 및 교통물류경쟁력의 정의 및 결정요인을 통해 교통물류경쟁력관련 지표를 이동 및 접근성, 수송규모, 녹색교통, 안전성의 4개의 상위항목으로 구성하고, 16개의 하부지표를 구성함
 - 관련 지표를 국제통계자료를 이용하여 수집 및 가공하였고, 이를 상대비교 가능하게 위하여 표준화 및 재표준화를 수행함
 - 표준화된 자료에 객관적 가중치를 부여하기 위해 현 교통·물류관련 직종에 종사하는 이들을 대상으로 국가교통물류경쟁력조사를 수행하였고, 조사결과 중 AHP분석 기법을 이용하기 위해 CR(일관성 비율)이 0.1미만인 설문은 제외하여 가중치를 산정
 - 산정된 가중치를 이용하여 각 부문별·종합지수를 산정하여 비교함
- 가중치를 산정하기 위해 국가교통물류경쟁력 조사를 수행한 결과, 중요도(가중치)는 다음과 같이 산정됨
 - 상위항목 간 중요도 분석결과, 상대적으로 중요도가 높게 나온 분야는 ‘이동 및 접근성 (0.346)’ 분야임. 다음으로는 ‘안전성’ > ‘수송규모’ > ‘녹색교통’ 순임
- 종합지수 산정결과, OECD 34개 국가 중 룩셈부르크(1위), 독일(2위), 네덜란드(3위) 순으로 나타났으며, 유럽 국가들이 종합지수 순위에서 대체적으로 높게 나타남
 - 한국은 종합지수 98.22로 OECD 34개국 중 21위 수준
 - 상위 항목별로는 이동 및 접근성은 22위, 수송규모는 7위, 녹색교통은 21위, 안전성은 26위 수준임
 - 4개 부문 중 안전성 분야가 가장 취약한 것으로 나타났으며, 이는 도로부문(0.517) 사고건수가 높을 뿐만 아니라, 가중치 역시 높게 산정되었기 때문임
- 국가교통물류경쟁력 지수를 유형화하여 살펴 본 결과는 다음과 같음

나. 문제점

- 본 연구를 통해 국가교통물류경쟁력지수를 산정하는 과정 및 결과에 의해 도출된 문제는 다음과 같음
 - 도로 및 철도 연장관련 지표 산출시 국토계수라는 원단위를 사용하였는데, 우리나라에 비해 유럽국가들이 상대적으로 ‘인구, 국토면적’과 같은 규모가 작아서, 유럽국가들이 좋은 평가를 받는 경우가 있음
 - 분야별 가중치 결과를 살펴보면, ‘도로 분야’에 해당되는 지표들의 가중치의 영향력이 상대적으로 높게 나타나고 있음
 - 일부 국가들의 경우 2013년 기준의 일관된 ‘국제 교통 통계’ 구득이 어려워, 이를 과거 5개 연도 연평균 증가율을 이용하여 추정치를 사용한 국가들이 존재함
 - 국가별 특성에 따라 ‘특정 수단’이 존재하지 않는 국가가 존재함. 예를 들면, 아이슬란드는 철도가 없는 국가이며, 스위스-룩셈부르크 등은 내륙국가로 해운 인프라가 없음. 이러한 국가들의 경쟁력 지수 평가시 각 국가들의 우수 또는 취약한 부문만 집중 반영될 수 있음
 - 철도부분에서 이동 및 접근성, 수송규모 분야에 적용된 ‘유효철도’ 원단위는 철도기능별(전철, 비전철, 고속철도) 가중치에 따라 지수가 변동할 수 있으므로 이에 대한 검토가 필요함. 본 연구에서는 신회철 외(2004)의 철도(고속철도: 4, 전철:1.25, 비전철:1) 가중치를 적용하였으며, 고속철도의 가중치가 상대적으로 높게 산정되어 고속철도 보유국의 지수가 과대 평가될 우려가 있음

2. 향후 연구 과제

- 본 연구에서는 2013년도 기준에 한해서 국가물류경쟁력 지수 현황을 살펴보았으나, 향후 교통물류 경쟁력관련 정책 결정을 위한 방향을 설정하기 위해서는 과거 10년 자료를 이용하여 시계열적으로 변화과정을 분석해 볼 필요가 있음
- 국가교통물류경쟁력을 대표할 수 있는 지표 중, 안전성 지표 통계치 개선에 대한 면밀한 검토가 필요
 - 해운 사고 관련 통계치는 부정확하거나 구득이 어려운 실정임. 이에 실제 사고가 일어나지 않은 것인지, 값이 없는 것인지에 대한 판단이 어려움
 - 항공 사고건수의 경우, 단순히 총량적인 부분의 접근이 아닌 ‘사고의 경미함’, ‘운항횟수규모’ 정도를 파악하여 적용하여야 할 필요가 있음. 이를 위해서는 정확한 통계치가 뒷받침되어야 함

- 각 지표에 해당하는 원단위가 국가교통물류경쟁력을 적정하게 평가하고 있는지 고찰이 필요함
 - 본 연구에서는 국토계수 및 유효도로·철도와 같은 원단위를 적용하였는데, 특정 국가에서 과대 또는 과소 평가 되는 경우가 있음. 이러한 부분을 방지하기 위하여, 원단위 개선에 대한 고찰을 할 필요가 있음
- 국가교통물류경쟁력지수를 다양한 측면에서 분석할 필요가 있음
 - 본 연구에서는 1차적으로 경쟁력 지수 유형화, 민감도 분석에 그쳤으나, 더 나아가서는 유형화 된 국가들에 대한 구체적 분석 및 우리나라의 국가교통물류경쟁력지수 제고를 위한 시뮬레이션 및 정책적 방안을 강구할 필요가 있음
 - 국가교통물류경쟁력지수가 상위에 속한 국가들 가운데, 우리와 경제수준·국토면적 및 인구 규모·국가교통물류경쟁력 수준 등 유사한 수준의 국가를 벤치마킹하여 개선에 대한 목표를 구체화 할 필요가 있음

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 I: 이동성]

제1절 연구의 범위

제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰

제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

제4절 차량 주행거리 산정을 위한 분석
Map 구축

제5절 차량 주행거리의 산정

제6절 결론 및 향후 연구계획

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 I: 이동성]

제1절 연구의 범위

1. 공간적 범위

- 6대 광역시(부산, 대구, 대전, 인천, 광주, 울산)

2. 시간적 범위

- 2014년

3. 내용적 범위

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
- 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량 주행거리의 산정

제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰

- AADT 추정 관련 선행연구는 수시조사 교통량의 AADT 추정에 통상적으로 이용되고 있는 보정계수(Seasonal factor) 적용방법에서부터 첨단기법까지 다양한 연구들이 진행되어 왔음
- 이러한 연구들은 <표 3-1>과 같이 ①상시조사 지점의 결측교통량 보정, ②수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ③미관측 도로구간의 AADT 추정, ④장래 AADT 예측의 형태로 크게 4가지로 분류할 수 있음

<표 3- 1> AADT 추정관련 선행연구 분류

| 구분 | 적용방법 |
|------------------------|---|
| 결측 교통량 보정 | ① 상시조사 지점의 시간대별 결측값 보정기법 등 ② 상시조사 지점의 보정계수(Seasonal factor) 분석 등 |
| 수시조사 교통량 기반 AADT 추정 | ① 통상적인 방법 - 인접 상시조사 구간의 보정계수(Seasonal factor) 적용 - 선형 기반의 추정 기법 ② 비선형 기반 추정 모형 - 베이지안 분석(Bayesian analysis) - 클러스터링(Clurstring) - 뉴럴 네트워크(Neural network) ③ 항공사진 방법 |
| 미관측 도로구간의 AADT 추정 | ① 공간통계 모형 - OLS(Ordinary least squares) 기법 - WLS(Weighted least squares) 기법 - GWR(Geographically weighted regression) 기법 - 크리깅(Kriging) 모형 ② 타 모형과의 결합 - Travel demand models(TDMs) - Origin-destination centrality(ODC) |
| 장래 AADT 예측 | ① SVR(Support vector regression) 모형 ② OLS(Ordinary least squares) 기법 ③ ES(Exponential smoothing) 기법 |

1. 결측 교통량 보정

- 상시조사 지점의 교통량 조사는 VDS, AVC, TCS 등과 같은 고정식 기계조사장비를 이용하여 통과 교통량 데이터를 수집하기 때문에 수집시간대별로 불가피하게 차량검지기 통신장애, 기계조사장비의 오류 등으로 인한 일부 결측 데이터(Missing data)가 발생됨
- 이렇게 발생하는 결측 데이터는 적절한 데이터 보정기법을 적용하여 해당 수집시간대의 결측 데이터를 보정해야 하며(Chang et al. 2012), 과거 결측 데이터 보정과 관련된 많은 연구들이 수행되어 왔으나, AADT 추정과 관련된 결측 데이터 보정기법에 관한 연구들은 극히 제한적임
- Zhong et al.(2004)은 보정된 데이터에 대한 정확도를 개선하기 위하여 회귀모형(Regression model)과 유전자 알고리즘(Genetic algorithm)이 결합된 RG모형, 계절형 ARIMA (Seasonal autoregressive integrated moving average, 이하 SARIMA)모형, 유전자 알고리즘과 뉴럴 네트워크(Neural network)가 결합된 모형을 제안하였음
- Chang et al. (2012)은 실제 현장의 원시데이터(Raw Data)를 이용하여 비 모수 회귀 (Non-parametric regression, 이하 NPR) 모형 기반의 데이터 보정기법을 제안하였으며, 데이터 보정 값의 변동성과 안정성을 고려할 경우, 비 모수 기법의 하나인 NPR모형이 모수 기반의 통계모형인 SARIMA모형 보다 더 우수한 것으로 나타났음

2. 수시조사 교통량 기반 AADT 추정

- 수시조사 지점의 경우, 인력에 의하여 연 3~5회에 걸쳐 교통량을 조사하기 때문에 직접적으로 AADT를 추정할 수가 없고 대상구간과 인접한 상시조사 지점의 교통량 자료를 이용하여 간접적으로 AADT를 추정해야 함
- 통상적으로 적용되고 있는 방법은 미국 FHWA(2013)에서 발간한 Traffic Monitoring Guide(이하 TMG)에서 제시하고 있는 수시조사 지점의 교통량에 변동계수를 적용하는 방법이며, 우리나라의 도로교통량 조사지침(국토해양부 예규 제2012-252호)에서도 TMG에서 제시하는 방법을 토대로 하여 상시조사 지점의 그룹핑을 이용한 수시조사 지점의 AADT를 산출하는 방법을 제시하고 있음
- 즉, 그룹핑을 통하여 각 수시조사 지점과 유사한 특성을 지닌 상시조사 지점의 군집을 구축하여 해당 상시조사 군집의 변동계수를 수시조사 지점에 적용하는 방법으로 AADT를 산출함. 여기서, 소구간으로 구성되어 있는 수시조사 지점과 유사한 교통 패턴의 상시조사 지점

을 군집화하여 대구간으로 설정하는 것을 그룹핑이라 정의하고 아래와 같이 크게 2단계 걸쳐 수행함

- 1단계 : 지방도 이상의 도로와 교차하여 교통류의 변화가 생기는 구간을 소구간으로 설정한 후 수시조사 지점을 선정한다(단, 교통량이 많은 시군도 포함)
- 2단계 : 교통류의 변화가 크게 일어나는 일반국도, 고속국도와의 교차로 인한 교통 패턴 구간내의 소구간들을 병합하여 대구간으로 선정하여 그룹핑 한다(단, 교통량이 많은 지방도 포함, 도시부를 통과할 경우 도시부 내의 구간은 제외)

- 위의 그룹핑 방법을 통하여 구축된 상시조사 지점의 군집을 각 수시조사 지점과의 교통특성 별로 연결한 후, 각 군집의 교통 특성을 나타내는 변동계수를 구함. 여기서, 변동계수 월 변동계수(M_i)와 일 변동계수(W_{ij})로 구분하며, 각 산출 식은 다음과 같음

- 월 변동계수(M_i) : AADT에 대한 월 평균 일교통량의 비율

$$\text{월변동계수}(M_i) = \frac{i\text{월의 평균 일교통량}(ADT_i)}{\text{연 평균 일교통량}(AADT)}, (i = 1, 2, \dots, 12)$$

- 요일 변동계수(W_{ij}) : i 월 평균 일교통량에 대한 j 요일 평균 일교통량의 비율

$$\text{요일변동계수}(W_{i,j}) = \frac{i\text{월 } j\text{요일의 평균 일교통량}(ADT_{i,j})}{i\text{월의 평균 일교통량}(ADT_i)} \\ (i = 1, 2, \dots, 7)$$

- 그리고 각 상시조사 지점의 군집에 소속되는 수시조사 지점을 결정한 후, 각 군집의 변동계수를 해당 수시조사 교통량에 적용하여 $AADT(\hat{q})$ 를 추정하며, 각 수시조사 지점의 AADT를 추정하는 방법은 다음과 같음

$$\hat{q} = Vol \times \frac{1}{M_i} \times \frac{1}{W_{i,j}} = \frac{Vol}{M_i \times W_{i,j}}$$

여기서, Vol = 수시조사 지점에서 조사된 24시간 교통량(대/일)

M_i = 해당 상시조사 군집에서 i 월의 월 변동계수

$W_{i,j}$ = 해당 상시조사 군집에서 i 월의 j 요일에 대한 월 변동계수

- 기존의 통상적인 보정계수 적용방법에서 벗어나 크게 3가지 종류의 AADT 추정방법들을 다음과 같은 선행연구들에서 적용하였음

- 첫째, 다중회귀(Multiple regression) 분석을 이용한 AADT추정(Faghri and Hua 1994; Lingras and Adamo 1996),

- 둘째, 클러스터링 기법을 이용한 AADT추정(Faghri and Hua 1994; Sharma and Werner 1981; Sharma et al. 1986; Flaherty 1993; Rossi et al. 2014; Lingras 1995; Li and Friker 2008; Gecchele et al. 2012; Rossi et al. 2012; Gastaldi et al. 2013),
 - 셋째, 신경망 모형을 이용한 AADT추정(Faghri and Hua 1994; Lingras 1995; Lingras and Adamo 1996; Sharma et al. 1999; Sharma et al. 2000; Sharma et al. 2001)
- 먼저, 다중회귀 분석의 경우는 이항 더미변수 또는 시간대별 교통량을 변수로 하는 AADT를 추정하는 연구가 수행되어 왔음(Lingras and Adamo 1996, Lingras and Adamo 1996)
 - 클러스터링 기법의 경우는 세부적으로 계층적 군집 방법(Hierarchical cluster procedures) 중 $N \times N$ 거리행렬이 주어진 경우 가까운 개체들끼리 묶어감으로써 군집을 만들어 가는 ① 병합적(Agglomerative) 방법(Sharma and Werner 1981; Sharma et al. 1986; Lingras 1995), ②최단 요소 연결법(Element linkage)과 중심연결법(Centroid linkage)(Faghri and Hua 1994), 비계층적 군집 방법(Non-hierarchical cluster procedures) 중 가장 보편적으로 적용되고 있는 ③*k-means* 군집화 기법(Flaherty 1993), ④모형 기반(Model-based) 군집화 기법(Flaherty 1993, Rossi et al. 2014), ⑤k개의 최근린 이웃(KNN) 기법(Li and Friker 2008), ⑥퍼지(Fuzzy) 기법(Gecchele et al. 2012; Rossi et al. 2012; Gastaldi et al. 2013)과 ⑦유전자 알고리즘(Lingras 2001)을 적용한 연구들로 수행되어 왔음
 - 마지막으로 신경망 모형의 경우는 그룹핑과 할당을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있어 최근 연구들에서 많이 적용되고 있으며, 신경망 모형을 포함하여 다중회귀모형, 클러스터링 기법 등을 적용하여 AADT를 추정한 결과는 전체적으로 기존의 통상적인 방법 보다 추정 오차의 정확도가 높은 것으로 나타났음
 - 이어서 항공사진(Aerial photography)을 이용한 원거리감지기술(Remote sensing technology)과 전년도 수시교통량 데이터를 융합하여 AADT를 추정한 결과, 10% 이내의 추정 오차 범위에 포함되는 것으로 분석되어 추정 오차의 정확도가 가장 높은 것으로 분석되었음(McCord et al. 2003; Jiang et al. 2006)

3. 미관측 도로구간의 AADT 추정

- 앞서 수시조사 교통량의 AADT 추정 관련 연구들은 상시와 수시조사 지점을 제외한 나머지 미관측 조사구간의 AADT 추정에 적용하기에는 한계가 있음
- 따라서 주어진 입력 자료의 공간적 분포 특성을 파악하고, 미지의 값을 예측하기 위한 데이터들의 공간적 상호관계와 연속성의 정도를 파악할 수 있는 공간통계모형(Spatial statistics model)을 적용한 연구들이 진행되었음
- 일반적으로 공간통계모형에서 사용되는 공간자료는 특정 위치 또는 특정 지역에서의 관측 값이나 측정값으로 구성되며, 지리통계자료, 격자자료, 공간패턴자료와 같은 3가지의 유형으로 분류할 수 있음. 즉, 미 관측 조사구간의 AADT 추정을 위하여 대표적인 공간통계모형은 ①회귀 분석, ②공간가중 회귀모형, ③크리깅 모형 등이 있음
- 먼저, 회귀분석은 연속형 관측 자료를 이용하여 독립변수와 종속변수 사이의 인과관계에 따른 선형관계식을 구하고, 해당 독립변수의 관측 값을 대입하여 종속변수 값을 추정하는 방법으로 선형관계식을 구축하기 위한 최적화 방법으로 최소자승법(Ordinary least squares, 이하 OLS)과 가중최소자승법(Weighted least squares, 이하 WLS)이 이용되고 있음 (Mohamad et al. 1998; Anderson et al. 2006).
- 둘째, GWR 모형은 공간에서의 모든 점의 국부 선형회귀(Local linear regression)를 구하기 위해서 대상구간과 인접한 관측 지점과의 거리를 가중치로 이용하는 방법으로 기존의 다중회귀분석 보다 우수한 추정력 나타내고 있음(Zhao and Chung 2001; Zhao and Park 2004; Selby and Kockelman 2013)
- 마지막으로 크리깅은 확률변수의 공간적 변화량을 설명하는 베리오그램(Variogram)에 따라 선택된 가중치와 자료 간의 선형결합 형태로 임의의 공간상 위치에서의 값을 추정하는 선형 추정 방법이며, 여기서 적용되는 가중치는 모형의 평균오차라는 가정 하에 오차의 분산이 최소가 되도록 모형을 구축함(Eom et al. 2006; Wang and Kockelman, 2009; Selby and Kockelman 2013; Shamo et al. 2014).
- 그 이외의 적용방법으로는 교통 분야의 타 모형과의 결합된 TDMs(Travel demand models) 방법(Zhong and Hanson 2009), ODC(Origin-destination centrality)방법(Lowry 2014)이 있으며, 보통 인접 관측교통량 조사자료, 일반적인 운전자의 특성, 도로 특성, 사회경제적 지표와 같은 4개의 그룹에 해당하는 독립변수를 이용하였음

4. 장래 AADT 예측

- 앞서 살펴본 수시조사 교통량의 AADT 추정과 미 관측 조사구간의 AADT 추정 관련 연구들은 장래가 아닌 모두 현재 또는 과거의 어느 시점 기준의 AADT를 추정하는 방법들이며, 만약 추정하고자 하는 대상구간에 대한 시계열적인 AADT 자료가 주어진다면, 장래의 AADT를 예측할 수가 있는 대안이 될 수 있음
- 이와 관련된 선행 연구들은 많지 않으며, 현재 기준년도의 사회경제지표를 독립변수로 이용하고 다중회귀분석을 적용하여 장래 AADT를 예측하는 연구가 진행되었음(AI-Masaeid et al, 1998)
- 그 다음으로 많이 적용되고 있는 방법으로는 데이터 기반의 파라미터를 적용하는 서포터 벡터 회귀(Support vector regression, 이하 SVR) 기법이 있으며(Castro-Neto et al, 2009), SVR모형은 장래 예측의 불확실성에 대하여 기존의 최소자승법과 지수평활법(Holt-winters exponential smoothing) 보다 더 우수한 결과를 나타내고 것으로 분석되었음

5. 선행연구의 한계 및 시사점

- 앞서 AADT 추정 관련 선행연구를 고찰한 결과, <표 3-3>과 같이 ①수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ②미관측 도로구간의 AADT 추정, ③장래 AADT 예측으로 크게 3가지로 요약할 수 있음
- 먼저 수시조사 교통량의 AADT 추정에 관한 연구에서는 연 3~5회 교통량 조사가 이루어지는 수시 교통량조사 지점에 대한 간접적인 AADT 추정방법들을 적용하고 있음. 하지만 전체 도로구간 중 상시 또는 수시 교통량 조사가 이루어지는 지점은 극히 일부이며, 나머지 대부분의 도로구간은 미 관측 상태임. 따라서 상시 또는 수시조사 지점을 제외한 나머지 미 관측 도로구간에 대한 AADT 추정에 어려움이 발생함
- 둘째, 미 관측 도로구간의 AADT 추정에 관한 연구에서는 대표적으로 회귀분석, 공간가중회귀 모형, 크리깅 모형 등과 같은 공간통계모형과 TDMs, ODC 등과 같은 교통 분야의 타 모형과 결합된 추정모형이 적용되고 있음
 - 추정모형은 대부분 복잡하고, 해당 분석가의 역량에 따라 AADT의 추정력이 다르게 나타남
 - 공간적 대상범위가 고속도로, 국도, 대도시, 소도시 등과 같이 상이함
 - 공간통계 모형의 경우 사회경제 지표가 개별 도로구간 단위로 세분화되어 있지 않아 향후 GIS 기반의 첨단자료관리시스템에 탑재하기 위한 입력 자료의 구축 문제가 발생함

- 다수의 연구들에서는 AADT 추정오차가 수용할 수준에 도달하지 못하고 통계기반 모형의 특성상 교통량 추정을 위한 많은 관측조사 지점이 필요한 한계가 있음
- 빅 데이터의 활용이라는 측면에서 GPS기반의 개별 차량 이동궤적 자료를 이용한 미관측 도로구간의 AADT 추정에 관련 연구도 전무한 실정임
- 마지막으로 장래 AADT 예측의 경우는 시계열 AADT 자료를 이용하여 현재 또는 장래의 AADT를 예측할 수가 있어 대안이 될 수 있으나, 이와 관련된 선행연구는 미미한 실정임
- 그리고 국내의 상시, 수시 교통량 조사지점은 전국 도로망 대비 상당히 부족하나, 그렇다고 전체 도로구간에 대하여 상시 교통량 조사 시스템을 설치하여 전수화 조사를 수행하기에는 현실적으로 불가능하며, 현재 소수 상시조사 지점의 수준에서 미관측 도로구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 합리적인 방법론을 개발하는 것이 합리적일 것으로 판단됨
- 최근 기존의 고정식 지점검지체계에서 차량용 내비게이션 등과 같이 개별 차량의 이동궤적 데이터를 알 수 있는 이동식검지체계로 변화하고 있음. 즉, 데이터의 양과 질이 급속히 발전하고 시·공간적 범위도 전국의 모든 도로망으로 확대되면서 그야말로 빅 데이터 시대에 진입하였으며, 이는 과거 도로의 특성, 사회경제적 지표 등과 같은 통상적인 자료를 이용한 교통량 추정방법에서 벗어나 개별 차량의 이동궤적 데이터 등과 같은 빅 데이터를 활용한 교통량 추정방법으로 진화해야 함
- 따라서 본 연구에서는 빅 데이터 활용이라는 측면에서 GPS기반 개별 차량의 이동궤적 자료를 이용하여 미관측 도로구간에 대한 AADT 추정 방법론을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템에 탑재하기 위한 단순하고 일반화된 모형으로 개발해야 하며, 모형개발의 위한 방향설정은 다음과 같음
 - 첫째, 모든 도로구간에 적용할 수 있어야 하며, 모형은 단순하고 파라미터 최적화가 자동으로 이루어져야 함
 - 둘째, 빅 데이터의 활용 측면에서 Data기반의 모형으로 개발해야 하며, 수용 가능한 추정 오차 수준 확보해야 함
 - 셋째, 소수의 상시조사 교통량 자료를 이용해야 하므로 AADT 추정하기 위한 강력한 설명 변수 필요하며, 도로별 구간별 수요특성을 반영해야 함
 - 넷째, 전국 도로망 대상으로 하는 System 지향적 모형으로 개발해야 하며, 다양한 인접지역 교통량 조사 자료의 활용이 가능해야 함
 - 다섯째, 현장 조건의 변화와 수집 자료의 추가 등으로 입력 자료가 변경될 경우 개발모형의 구조변경에 대한 용이성도 확보되어야 함

<표 3- 2> AADT 추정관련 연구고찰

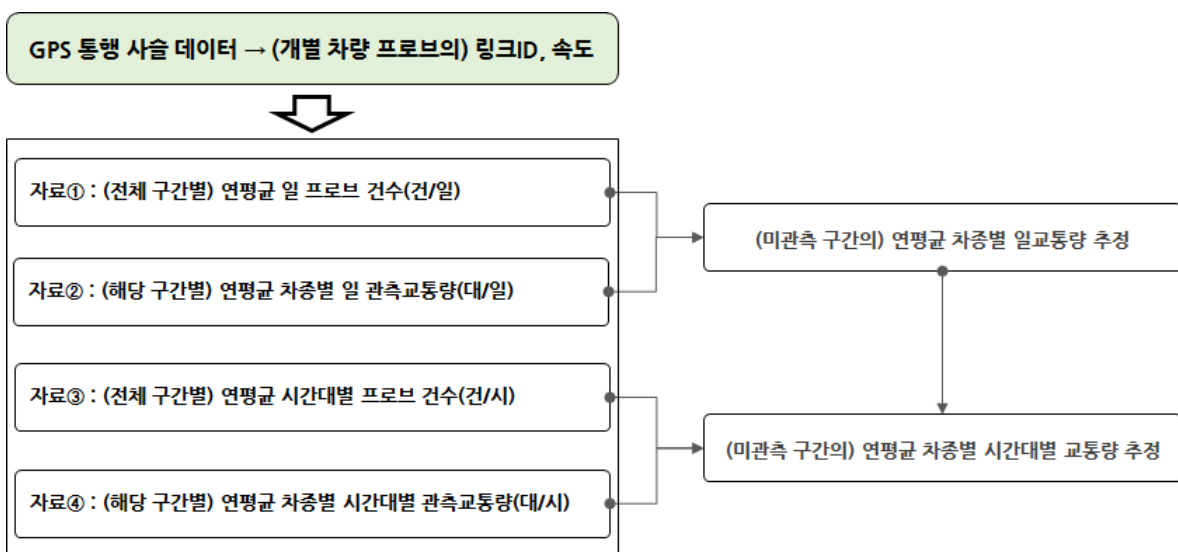
| 구분 | 방법론 | 관련연구 |
|---------------------------|---|--|
| 결측 교통량 보정 | 회귀모형, 유전자알고리즘, SARIMA | Zhong (2004) |
| | NPR 모형 | Chang (2012) |
| 수시조사 교통량 기반 AADT 추정 | 다항회귀모형 | Faghri (1994), Lingras (1996) |
| | 군집분석 (Clustering) | Faghri (1994), Sharma (1986), Flaherty (1993), Rossi (2014), Lingras (1995), Li (2008), Gecchele (2012), Rossi (2012), Gastaldi (2013) |
| | NN (Neural network) | Faghri (1994), Lingras (1995), Lingras (1996), Sharma (1999), Sharma (2000), Sharma (2001) |
| | k-means | Flaherty (1993) |
| | KNN | Li (2008) |
| | Fuzzy C-means | Gecchele (2012), Rossi (2012), Gastaldi (2013) |
| | 유전자알고리즘 | Lingras (2001) |
| 미관측 도로구간의 AADT 추정 | OLS (Ordinary least squares) | Mohamad (1998), Anderson (2006), |
| | 공간회귀 (GWR) 모형 | Zhao (2001), Zhao (2004), Selby (2013) |
| | 크리깅 (Kriging) | Eom (2006), Wang (2009), Selby (2013), Shamo (2014) |
| | SCAD (Smoothly clipped absolute deviation) | Yang (2014) |
| | TDMs (Travel demand models) | Zhong (2009) |
| | ODC (Origin-destination centrality) | Lowry (2014) |
| 장래 AADT 예측 | 다중회귀모형 | AI-Masaeid (1998) |
| | SVR (Support vector regression) | Castro-Neto (2009) |

- 기존 미관측 도로구간의 AADT 추정모형들에 대하여 본 연구의 적용가능성을 검토한 결과는 <표2-5>와 같으며, GIS기반 개별 링크 단위로의 입력자료 구축문제와 적용모형의 추정오차 신뢰도 문제로 인하여 기존 추정모형들을 적용하는 데에는 한계가 있음
- 따라서, 개별 프로브 차량의 이동궤적자료를 활용한 새로운 AADT추정 모형을 개발해야 함

제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

1. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발의 개요

- 교통량은 속도, 밀도와 더불어 교통 연구 분야에서 거시적인 교통류 변수로 이용되고 있으며, 특히 연평균 일AADT의 경우는 장래 교통수요 예측, 계획도로의 차로 수 결정, 교통시설의 규모 결정 등 다양한 교통관련 분야의 의사결정을 위한 핵심적인 변수로 이용되고 있음
- 도로교통량 조사는 크게 상시조사와 수시조사로 구분되며, 전국적으로 교통량을 알 수 있는 교통량 조사 지점은 KOTI Level 6 네트워크의 전체 링크구간 기준으로 약 1.9% 수준에 해당 됨. 즉, 관측 링크 구간을 제외한 나머지 98.1%의 미관측 구간에 대한 현황 교통량 자료는 알 수가 없음
- 또한, 교통량 조사 지점을 제외한 나머지 98.1%의 링크 구간에 대한 현황 교통량을 파악하기 위하여 대규모 교통량 조사장비와 인력을 투입하는 것은 범국가적인 차원에서 예산 낭비이므로 기존의 설치된 교통량 조사 지점의 교통량 조사 자료를 이용하여 나머지 미 관측 구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 더 효율적이라고 판단됨
- 따라서, 본 연구에서는 현재 설치되어 있는 기관별 도로교통량 조사지점의 교통량 자료와 차량용 내비게이션 프로브 자료를 이용하여 미관측 구간의 교통량을 추정할 수 있는 모형을 개발하고자 함. 여기서, 교통량을 추정하기 위한 입력 자료는 (일 또는 시간대별)프로브 건수와 관측교통량 자료가 필요하며, 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도는 <그림 3-1>과 같음



<그림 3- 1> 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도

2. 미관측 도로구간의 일교통량 추정 방법론 개발

- 현재 전국 도로망 기준으로 볼 때 도로 교통량 조사지점은 상당히 부족한 실정이며, 즉 교통량 조사지점을 제외한 나머지 미관측 구간에 대한 현황 교통량 조사 자료는 알 수가 없음
- 이러한 미관측 도로구간의 현황 교통량을 조사하기 위하여 대규모 교통량 조사장비와 인력을 투입하는 것은 범국가적인 차원에서 예산 낭비이므로 현재 설치되어 있는 교통량 조사 지점의 자료를 최대한 활용하여 미관측 도로구간의 교통량을 추정할 수 있는 합리적인 방법론을 개발하는 것이 더 효율적이라 판단됨
- 따라서, 본 연구에서는 차량용 내비게이션 프로브 자료와 각 기관별 도로교통량 조사 자료를 이용하여 미관측 도로구간의 (일 또는 시간대별)교통량을 추정하기 위한 모형을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템의 탑재를 위하여 단순하고 일반화된 모형으로 개발해야 함

3. 추정문제의 정의

가. 입/출력 데이터 정의

- 본 연구의 개발모형은 k 개의 최근린 이웃(k -nearest neighbor)기법과 국부 선형회귀(Locally linear regression)모형이 결합한 형태의 AADT 추정모형임
- 개발모형의 입력 데이터는 주어진 대상구간(t)과 인접한 k 개의 이웃에 대하여 ①연평균 일프로브통행량(AADP, p_t), ②연평균 일교통량(AADT, q_t), ③대상구간과 인접한 k 개 관측구간의 KNN 집합으로 정의함. 여기서, KNN 집합은 AADP 집합 $p_{t,i}$, AADT 집합 $q_{t,i}$, 최단경로거리(km) 집합 $d_{t,i}$, $i \in k$ 로 다음과 같이 정의함

$$p_{t,i} = [p_1, p_2, \dots, p_k]$$

$$q_{t,i} = [q_1, q_2, \dots, q_k]$$

$$d_{t,i} = [d_1, d_2, \dots, d_k]$$

- 개발모형의 출력 값은 주어진 대상구간(t)의 추정교통량(\hat{q}_t)으로 정의함

나. 교통량 추정모형 식 설정

- 본 연구의 교통량 추정모형은 앞서 3장에서 설명한 AADP(건/일)와 AADT(대/일)의 상관관계가 양의 방향으로 강한 선형관계를 가진다는 조건과 AADP 자료가 전체 통과차량 중 특정 내비게이션을 이용하는 표본 차량에 해당되므로 이면교통량(Background Volume)을 고려해야 함
- 따라서, 본 연구의 추정모형 형태는 $y = ax + b$ 형태가 되어야 하며, 추정모형 식은 다음과 같이 설정함

: 주어진 대상구간(t)에 대하여

$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 연평균 일프로브통행량(AADP, 건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 이면교통량(Background Volume)

다. 추정모형 식의 목적함수 설정

- 본 연구의 AADT 추정 문제는 주어진 대상구간(t)과 인접한 k 개의 관측구간에 대하여 추정모형 식으로 추정된 i 개($i \in k$)의 추정교통량($\hat{q}_{t,i}$)과 관측교통량($q_{t,i}$)의 추정오차를 최소화시키는 문제라 할 수 있으며, 본 연구의 목적함수($f'n(\varepsilon_t)$)는 다음과 같이 설정함

: 주어진 대상구간(t)의 $p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k$ 에 대하여

$$\text{minimize } f'n(\varepsilon_t) = \sum_{i=1}^k \left(\frac{|\hat{q}_{t,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \times w_{t,i} \right)$$

$$\text{subject to } 0 < \hat{q}_{t,b}, 0 < \hat{e}_t, 0 < \hat{q}_{t,b} \leq \hat{q}_{t,\max}, \hat{e}_{t,\min} < \hat{e}_t < \hat{e}_{t,\max}$$

$$w_{t,i} = \frac{1/(1+d_{t,i})}{\sum_{i=1}^k (1/(1+d_{t,i}))}, \quad 0 < d_{t,k}$$

여기서, $q_{t,i}$ = i 번째 멤버의 관측교통량(대/일)

$\hat{q}_{t,i}$ = i 번째 멤버의 추정교통량(대/일)

$w_{t,i}$ = i 번째 멤버의 가중치(0~1.0)

4. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

- 미관측 도로구간의 AADT를 추정하는 과정은 ①(관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t) 구축, ②(미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^0 값 산출, ③미관측 대상구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정으로 총 3단계에 걸쳐 수행함

- Step 1: (관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t)값 구축

- STEP 1에서는 관측구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)의 입력자료($p_t, q_t, p_{t,k}, q_{t,k}, d_{t,k}, k \in k_{\max}$)를 이용하여 최단경로거리($d_{t,k}$)의 순서대로 구축된 전체 멤버를 k_{\min} 부터 k_{\max} 까지 k 값별로 추정모형 식을 구축하고, k 값별로 추정된 추정교통량($\hat{q}_{t,k}$)과 대상구간의 관측교통량(q_t)을 이용하여 다음과 같이 오차곡선($EC_{t,k}$)값을 산출함

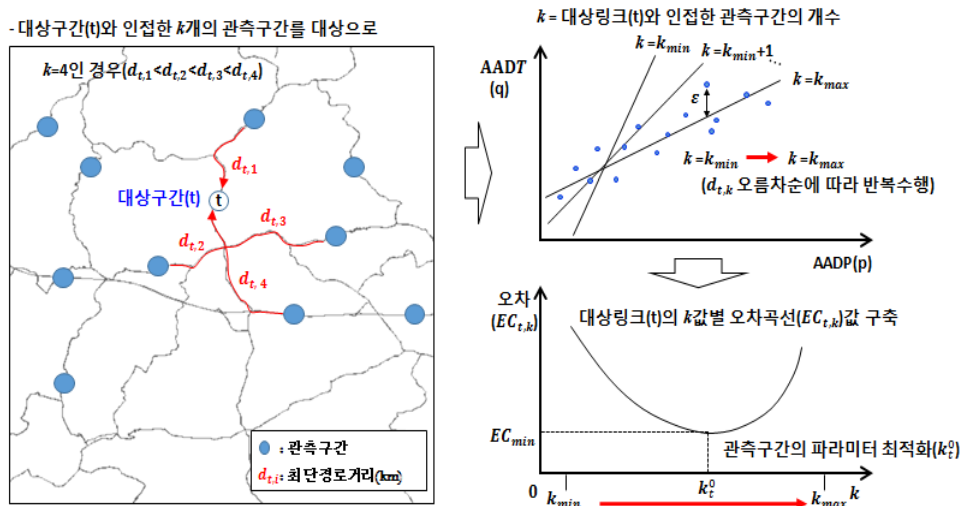
: 주어진 대상구간(t)과 인접한 관측구간 k 값에 대하여

$$EC_{t,k} = f'n(k) = \frac{|\hat{q}_{t,k} - q_t|}{q_t} \times 100, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $EC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 오차곡선 값

$\hat{q}_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 추정교통량(대/일)

q_t = 대상구간(t)의 관측교통량(대/일)



<그림 3- 2> 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1)

- Step 2: (미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출
 - STEP 2에서는 미관측 구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)과 인접한 n 개($n \in k_{\max}$) 관측구간의 오차곡선($EC_{t,n}$)값에 대하여 k 값별로 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값을 구축함
: 주어진 n 개의 오차곡선 값을 평균한 각 k 값에 대하여

$$MEC_{t,k} = f'n(k) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{q}_{t,k,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \right)}{n}, 0 < n, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

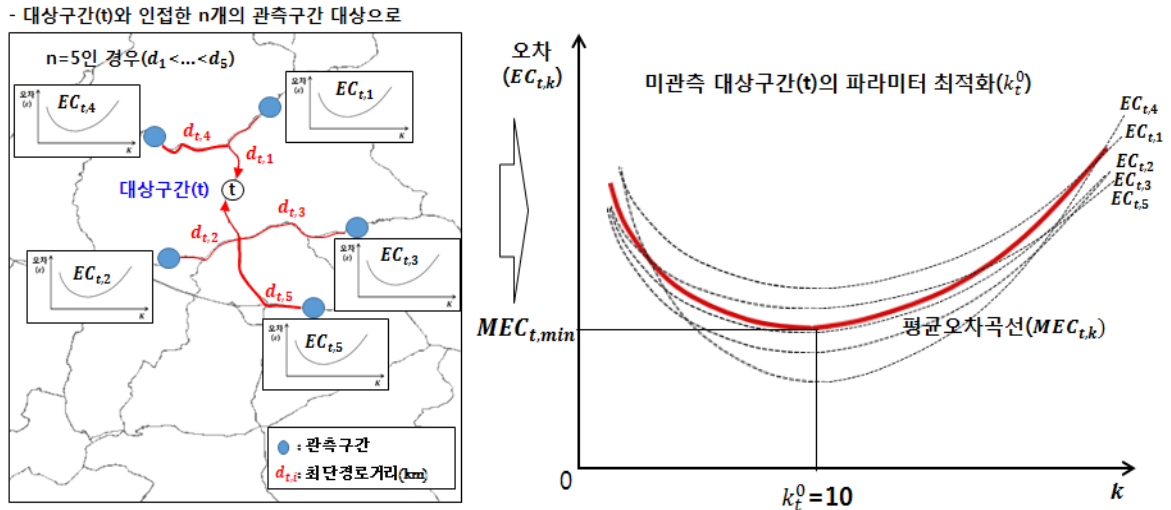
여기서, $MEC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 평균오차곡선 값

$\hat{q}_{t,i,k}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 k 값별 추정교통량(대/일)

$q_{t,i}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 관측교통량(대/일)

- 위에서 산출한 대상구간(t)의 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값에서 k 값별로 오차가 최소화되는 최적 k_t^o 값을 산출하며, 최적 k_t^o 값의 산출 식은 다음과 같음

$$k_t^o = \operatorname{argmin} f'n(k), k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$



<그림 3- 3> 미관측 대상구간의 k 값 파라미터 최적화(Step 2)

- Step 3: 미관측 대상구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정

- STEP 3에서는 이전 단계에서 산출한 대상구간(t)의 최적 k_t^o 의 입력자료($p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k_t^o$)를 이용하여 최종모형 식을 구축하고, 이 식에 대상구간(t)의 p_t 를 적용하여 \hat{q}_t 를 추정함

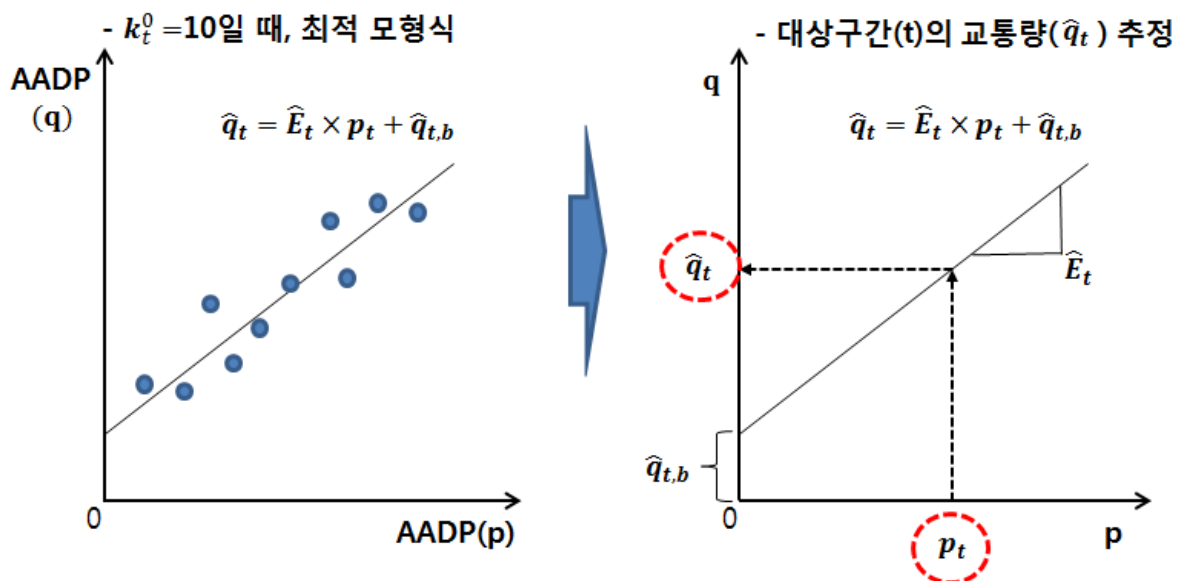
$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 미관측 대상구간(t)의 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 미관측 대상구간(t)의 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 미관측 대상구간(t)의 AADP(건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 미관측 대상구간(t)의 이면교통량(Background Volume)



<그림 3- 4> 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3)

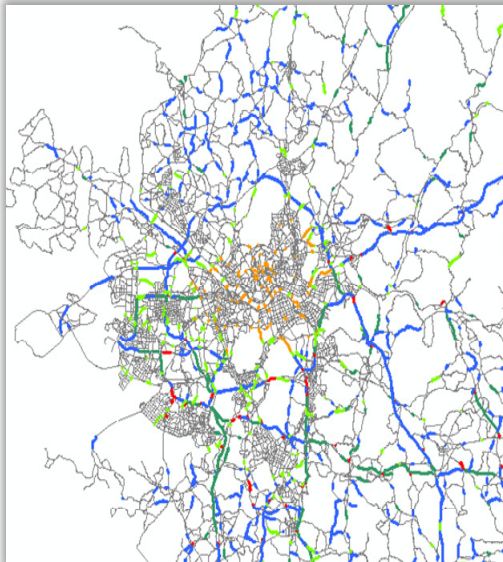
5. 도로구간별 추정 교통량 DB 구축

- 일 추정교통량(대/일)은 개별 구간 단위의 차종별로 추정교통량 DB를 구축하며, 이 중 관측 조사지점에 해당하는 구간은 해당 구간의 관측교통량을 그대로 이용함
- 구간별 차종별 추정교통량(대/일)의 DB구축 형태는 <표 3-1>과 같음

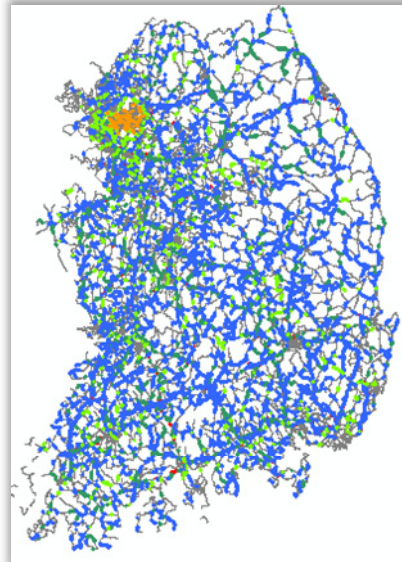
<표 3- 3> 구간별 차종별 일 추정교통량의 DB구축 형태

| 구분 | 일 추정교통량(대/일) | | | |
|--------|--------------|-----|-------|--------|
| | 승용차 | 버스 | 트럭 | 계 |
| 구간 1 | 613 | 19 | 226 | 858 |
| 구간 2 | 1,974 | 69 | 564 | 2,607 |
| 구간 3 | 2,166 | 66 | 612 | 2,844 |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 구간 n-2 | 8,398 | 724 | 2,023 | 11,145 |
| 구간 n-1 | 8,408 | 736 | 2,003 | 11,147 |
| 구간 n | 9,546 | 739 | 1,394 | 11,679 |

▶ 수도권 관측지점 분포



▶ 전국 관측지점 분포



- : 한국도로공사
- : 상시 교통량
- : 수시 교통량
- : KOTI-코드라인
- : 서울시 교통량

<그림 3- 5> 수도권 및 전국 관측지점 분포도

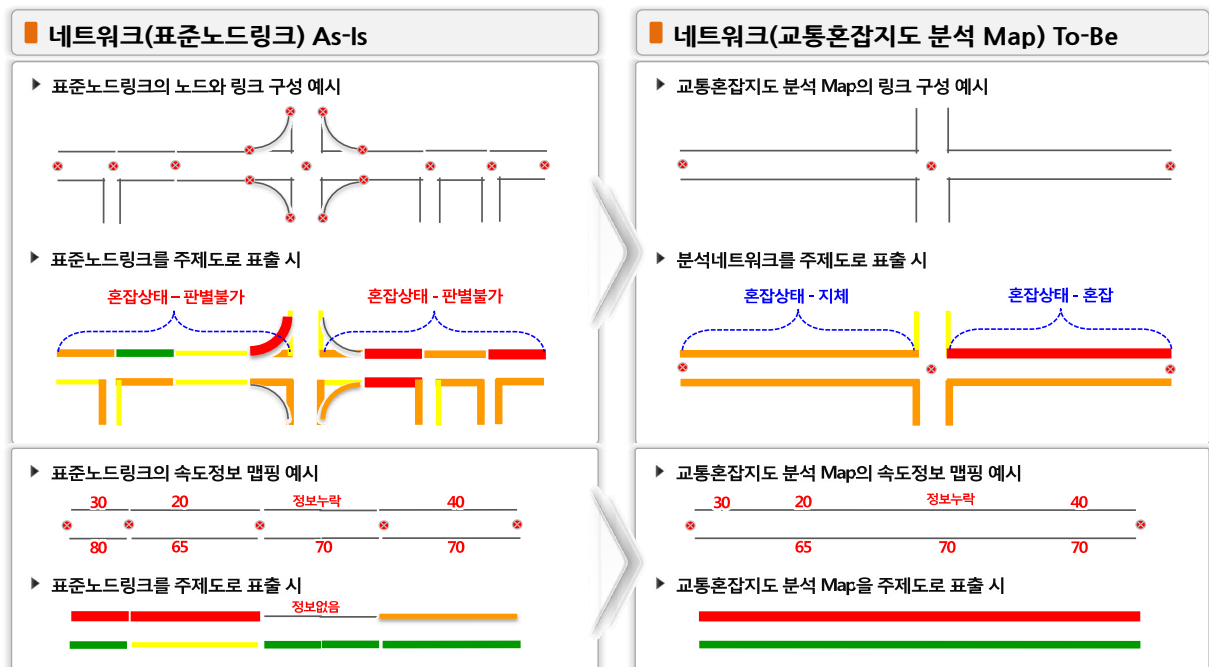
제4절 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축

1. 분석 Map 개요

- 분석 Map이란 표준노드링크가 가지고 있는 분석용 네트워크로서의 문제점 보완과 분석 및 활용성의 극대화를 위하여 구축한 Map을 분석 Map이라 함

가. 분석 Map의 필요성

- 표준노드링크는 동일도로구간이 교차로, 속성변환지점(속도, 차선수 등), 행정경계등으로 인하여 링크가 상세하게 분할되어 있음
- 동일도로구간에 링크가 여러 개로 분할되어 있고, 해당 링크의 혼잡지표의 값이 각기 차이가 발생하기 때문에 단위 구간에 대한 판별이 어려움
- 주요도로의 등급이 별도로 구분되지 않아 주요구간 위주의 분석이 힘들



<그림 3- 6> 표준노드링크 및 분석 Map 비교

나. 구축 범위

- 공간적 범위
 - 대상범위 : 전국권
 - 좌표 계 : TM 중부원점 (타원체 GRS80)



<그림 3- 7> 구축 범위

다. 분석 Map 구축

1) 분석Map 구축 기준

- 분석 Map은 표준노드링크와 동일한 도로등급으로 구분하며, 도로유형과 연결로 코드도 표준 노드링크와 동일하게 적용하여 구축
- 지방도로 이상의 도로등급에 대해서 연결성이 없는 도로를 제외하고는 모두 분석맵을 생성 하였으며, 특별 광역시도와 시군도로는 인터넷 지도의 주요도로 및 새주소의 '대로', '로' 이상의 주소정보를 참조하여 분석 Map을 생성

2) 분석Map 구축을 위한 표준노드링크 오류 수정

- 분석 Map 관리시스템에서 개발한 표준노드링크 오류 검증 기능을 이용하여 다음과 같이 표준노드링크 오류 수정

<표 3- 4> 표준노드링크 오류 수정 내역

| 오류 항목 | 오류 건수 | 처리 건수 | 기타 오류 체크 현황 |
|--|-------|-------|--|
| 노드 위치 중복 검수 (설정: 반경 2m이내) | 34 | 34 | - 링크와 연결이 없는 노드 체크 → 283건 발생 (삭제하지 않음) |
| 링크속성의 From/To 노드 관계 체크 (위치오류, 노드유무) | 1270 | 1270 | - 링크 분할 여부 체크 → 1504건 중 49건 수정 → IC 및 고가도로/지하차도가 대부분으로 분석맵 생성도로만 검수 및 수정 함 |
| 링크속성의 From/To 노드 일치 | 13 | 13 | |
| 링크의 방향성 체크 | 469 | 469 | |

○ 고속도로 IC/JC/TG 의 형상 및 연결성 체크 및 수정

<표 3- 5> 고속도로 오류 수정 내역

| 오류 항목 | 전체 개수 | 생성 건수 | 수정 건수 | 비고 |
|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|
| IC | 378 | 19 | 70 | - 고속도로와 연결성을 위하여 12지역 주변도로 생성 |
| JC | 73 | 1 | 8 | |
| 톨게이트 | 332 | 27 | 48 | |

- 고속도로의 오류유형은 IC의 램프 누락, 톨게이트 형상 누락이 가장 많았으며, 속성정보 오류, IC부근의 주요도로 누락도 다수 발생하여 모두 처리 완료



<그림 3- 8> 고속도로 형상 수정 결과 화면

3) 분석 Map 구축결과

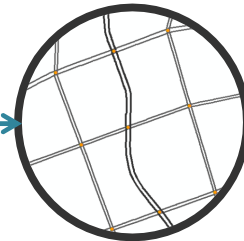
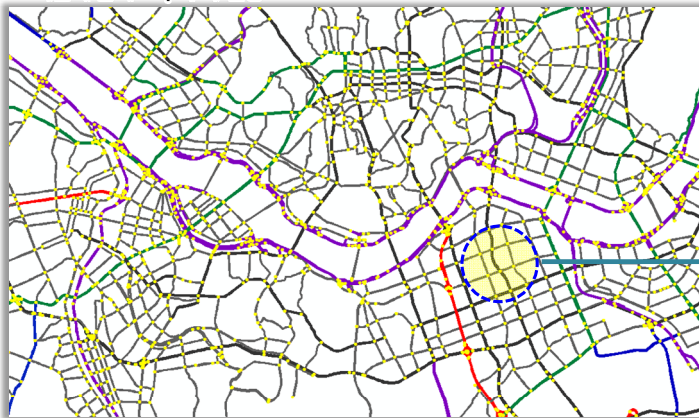
○ 전국 분석 Map 구축 및 검수 결과

<표 3- 6> 분석 Map 도로등급 별 구축 현황

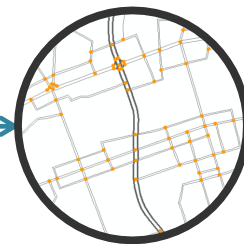
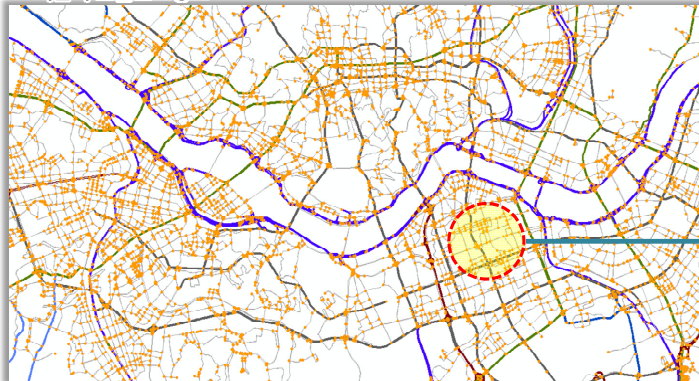
| 도로 등급 | 표준노드링크 개수 (전체 : 254,896개) | 분석 Map 개수 (전체 : 53,541개) | 비고 |
|---------|------------------------------|-----------------------------|--|
| 고속국도 | 6,296개 | 5,564개 | 표준노드링크의 기타도로 (108)은 단지내 도로로 생성하지 않음) |
| 도시 고속국도 | 2,203개 | 1,375개 | |
| 일반국도 | 44,665개 | 12,563개 | |
| 국가지원지방도 | 9,963개 | 2,762개 | |
| 지방도 | 31,231개 | 6,315개 | |
| 특별·광역시도 | 35,548개 | 6,961개 | |
| 시·군도 | 122,422개 | 1,8001개 | |

- 분석 Map 구축 결과

▶ 서울시 분석 Map 구축 현황

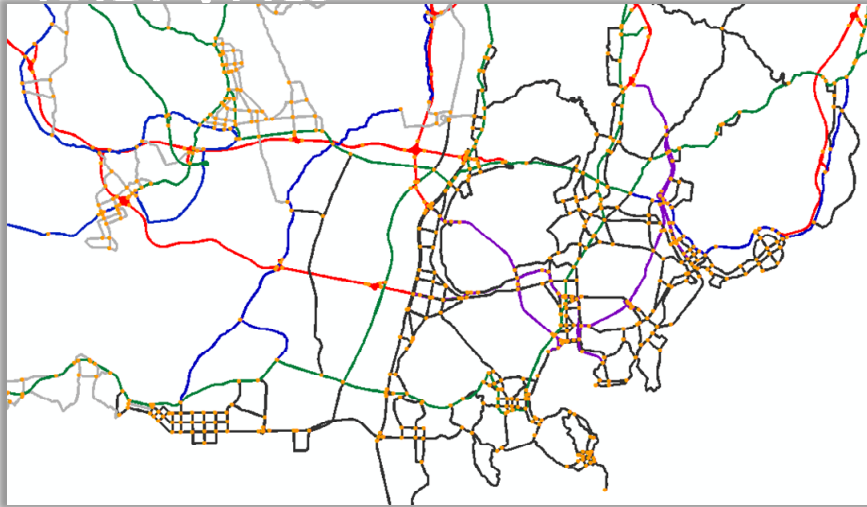


▶ 서울시 표준노드링크

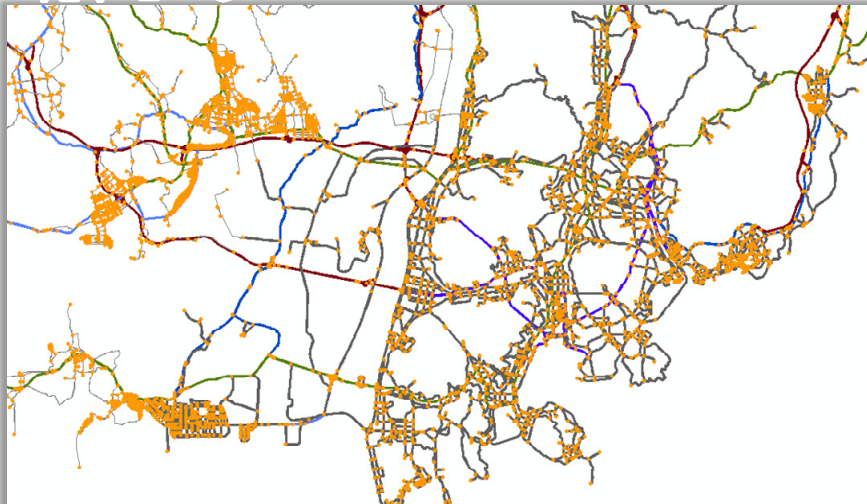


<그림 3- 9> 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

▶ 부산시 분석 Map 구축 현황



▶ 부산시 표준노드링크



<그림 3-10> 부산시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

제5절 차량 주행거리의 산정

1. 차량 주행거리 산정 개요

가. 차량 주행거리 산정 관련 기존 연구

1) 자동차 주행거리 추정 방법론

- 자동차주행거리(VKT : Vehicle Kilometer Traveled)는 도로를 이용하는 모든 차량들이 이동한 거리의 단위시간에 대한 합으로 도로시스템에 대한 성능을 평가하고 자동차 배기가스 배출량 산정, 대기질 분석, 에너지 소비량 계산, 교통영향평가 등에 광범위하게 사용될 수 있는 지표임
- 우리나라의 경우, 교통안전공단에서 매년 차량의 정기검사 시 수검자동차를 대상으로 자동차 주행거리를 산출하고 있으나, 차량 등록지 기준으로 산정되어 차량 등록지와 운행지역이 다를 경우 실제 차량의 주행거리와 차이가 있을 수 있고, 승용차 기준으로 볼 때 출고 후 4년 이상 된 차량만 표본에 포함되어 신차는 통계 작성 시 누락되는 단점이 있음
- 자동차주행거리를 산정하는 방법으로는 교통량 자료(Traffic Counts)를 기반으로 산출하는 방법과 비교통량자료(Non-traffic Counts, 예 : 유류소비량, 가구크기, 가구수입, 운전면허 소지자 수 등)를 기반으로 산출하는 방법으로 구분되며, 일반적으로 교통량 자료 기반으로 자동차주행거리를 산정하는 것이 더 정확하다고 알려져 있음
- 본 연구에서는 교통량 자료를 기반으로 한 자동차 주행거리 추정을 시도할 것이며, 금년 연구에서는 자동차 주행거리 추정을 위한 분석 체계를 수립하는 것을 기본 목표로 함

2) 기존 자동차 주행거리 산정 사례

- 교통안전공단 자동차주행거리 실태분석 연구
 - 목적 : 우리나라에서 운행하는 자동차의 용도별·차종별·연료별 주행거리 현황을 분석하여 교통사고통계, 국가간 교통사고율 산정 등 자동차 관련 교통정책 등을 위한 기초통계로 활용
 - 대상지역 및 차종 : 16개 광역시·도를 대상지역으로 자동차관리법 및 자동차검사통합시스템(VIMS, Vehicle Inspection Management System)의 기준에 따라 차종을 다음과 같이 구분함

<표 3- 7> 자동차주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종

| 구분 | | 세부차종 |
|-------------|-------|--------------------------------------|
| 용도별 | | - 관용자동차, 자가용자동차, 사업용자동차 |
| 차 종 별 | 승용자동차 | - 사업용 |
| | | - 관용·자가용 : 일반형, 다목적형, 기타형 (승용겸화물 포함) |
| | 승합자동차 | - 사업용 |
| | | - 관용·자가용 : 소형, 중형, 대형, 특수형 |
| | 화물자동차 | - 일반형, 덤프형, 밴형, 특수용도형 |
| 연료별 | | - 휘발유, 경유, LPG, 기타연료 |

- 조사방법 : 교통안전공단의 전국 56개 자동차 검사소, 58개 출장검사장 및 1,745개 지정정비사업체로 총 1,859개 검사장소에서 조사기간 내 정기검사를 받은 모든 자동차의 주행거리 조사
- 조사 대상 자동차

<표 3- 8> 교통안전공단 정기검사 적용 기준

| 구분 | | 적용차량 |
|--------------------|------|----------------|
| 승용자동차 | 비사업용 | 차량 4년이 초과된 자동차 |
| | 사업용 | 차량 2년이 초과된 자동차 |
| 경형·소형의 승합 및 화물 자동차 | 비사업용 | 차량 3년이 초과된 자동차 |
| | 사업용 | 차량 2년이 초과된 자동차 |
| 사업용 대형 화물 자동차 | 사업용 | 차량 2년이 초과된 자동차 |
| 그 밖의 자동차 | 비사업용 | 차량 3년이 초과된 자동차 |
| | 사업용 | 차량 2년이 초과된 자동차 |

- 주행일수 계산
 - 개별 자동차의 주행일수 계산
- 1일 평균 주행거리 산출
 - 조사된 개별표본의 총 주행거리를 주행일수로 나눈 값을 합산하여 표본수로 나눔
- 연평균 주행거리
 - 연평균 주행거리는 1일 평균 주행거리에 연간일수(365일)를 곱하는 방식으로 산정되며, 월평균 주행거리는 연평균 주행거리를 월수(12개월)로 나누어 산정

나. 고속도로 교통량 통계(한국도로공사)

- 목적
 - 고속도로 유지보수 계획, 교통사고 분석, 인·물적자원 이동 분석 및 영업시설 개선자료 등으로 활용
- 대상노선 및 영업소
 - 한국도로공사에서 운영하는 31개 노선 3,579km(비운영 민자노선 280km 포함시 32개 노선 3,859km)
 - 한국도로공사에서 운영하는 313개 영업소와 비운영 민자노선 17개 영업소
- 대상차종
 - 차량의 종류는 요금징수기계화설비(TCS : Toll Collection System) 전면 도입('94. 8. 16) 이후인 '95년부터 차종분류 기준에 따라 소형차(1종), 중형차(2종), 대형차(3, 4, 5종)로 구분
- 산정 방법
 - 한국도로공사가 운영하는 영업소 313개 영업소와 비운영 민자노선 17개 영업소를 통행하는 모든 차량을 대상으로 이용자가 출발지에서 목적지까지 최단거리 노선을 이용하였다는 전제로 주행거리 계수
 - 총 이용차량은 영업소 출구대수를 기준으로 계수하고, 2개 이상 노선을 운행 시 각각의 운행 노선별로 1대씩의 개별차량이 운행한 것으로 가정

다. 도로교통량통계연보(국토해양부 · 한국건설기술연구원)

- 목적
 - 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도의 교통량을 조사하여 도로의 계획과 건설, 유지관리 및 도로행정에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초자료 제공
- 조사지점 수
 - '11년 현재 고속국도 483지점, 일반국도 1,587지점(상시조사 484지점, 수시조사 1,103지점), 국가지원지방도 339지점, 지방도 1,144지점

- 대상차종
 - 승용차, 버스, 화물차로 구분
 - 세부적으로는 다음과 같이 12개 차종으로 구분하고 있으나, 자동차주행거리 통계는 3종으로 구분하여 제시
- 주행거리 산출 방법
 - 구간 선정
 - 지방도 이상의 도로와 교차하여 교통류의 변화가 생기는 구간을 소구간(segment)으로 설정한 후, 교통류의 변화가 크게 일어나는 고속국도, 일반국도와의 교차로 인하여 교통류의 변화가 크게 일어나는 두 분기점 사이의 소구간들을 병합하여 대구간(section)으로 설정
 - 산정 방법
 - 도로등급별 주행거리 = $\sum(\text{도로등급별 해당구간의 평균 일 교통량} \times \text{해당구간 연장})$

$$\text{여기서, 구간의 평균 일 교통량(ADT)} = \frac{\text{해당구간의 총 교통량}}{\text{해당구간의 총 조사일수}}$$

2. 차량 주행거리 산정 결과

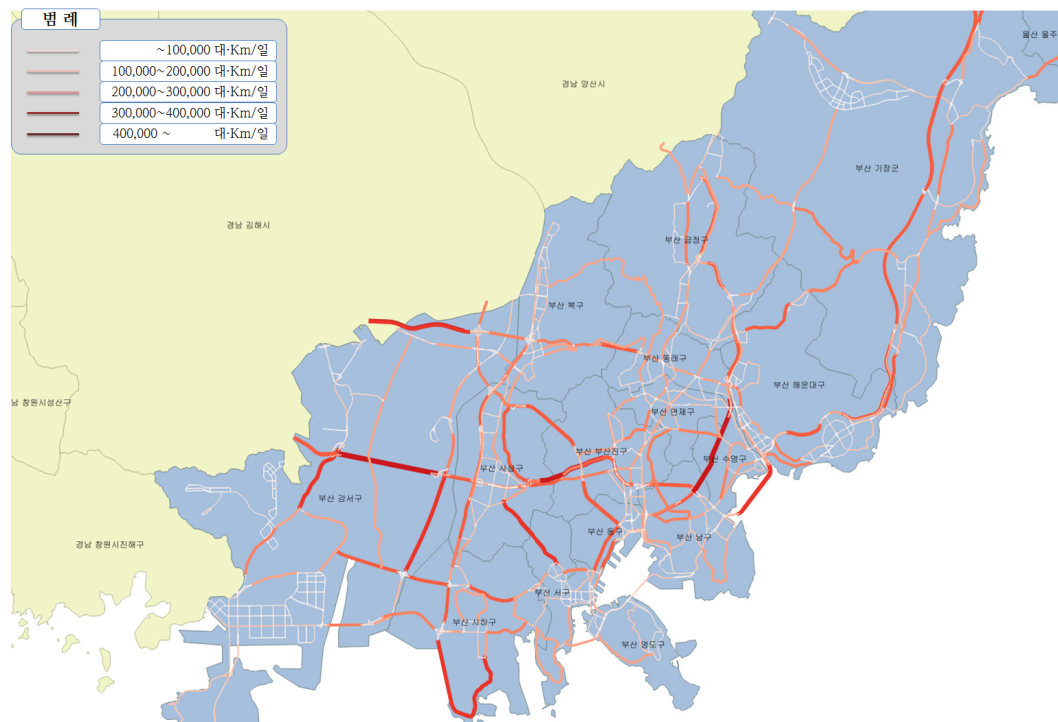
- 과거의 차량 주행 거리 산정 절차는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 지역별, 도로 특성별, 도로 등급별로 정제/가공한 후 통계화 과정을 통해 모수를 추정하는 방법을 적용하거나, 차량이 실제로 운행한 주행거리를 통계적으로 분석하여 전체 차량 주행거리를 추정하는 방법을 적용하였음
- 본 연구에서는 앞서 제시된 각 도로 구간별 연평균 평일 일교통량과 교통량이 해당하는 구간의 연장을 연산하여 연평균 평일 차량 주행거리(이하 차량 주행거리)를 산정하고자 함
- 차량 주행거리의 추정은 아래의 식을 적용

$$\text{연평균 평일 차량 주행거리} = \sum_i AA WDT_i \times L_i$$

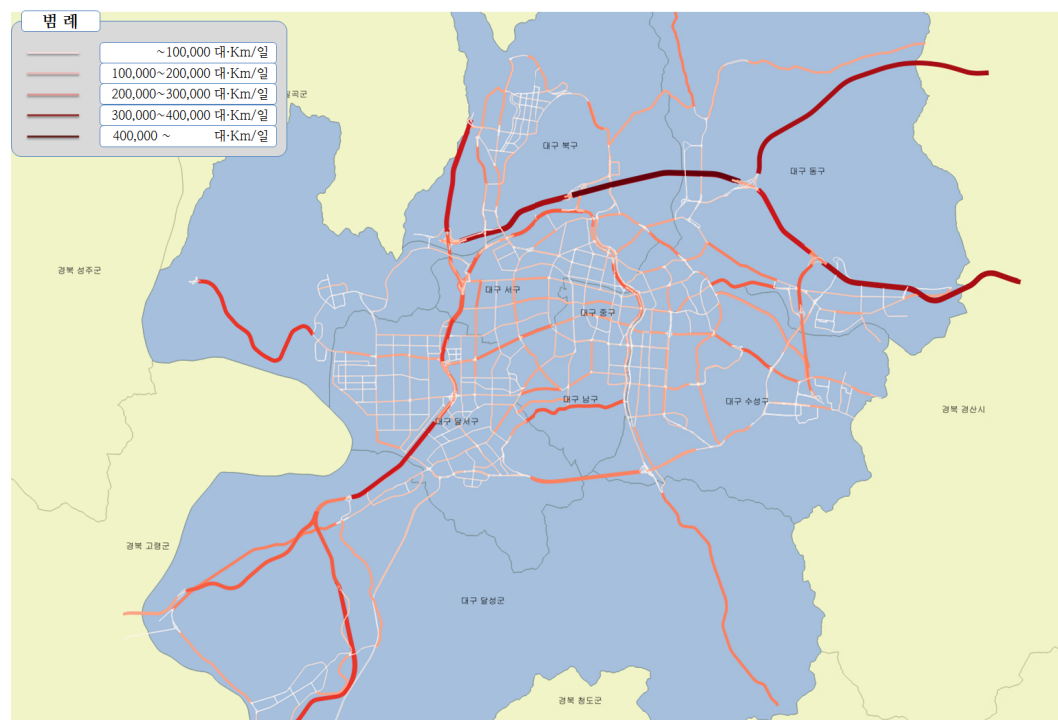
$AA WDT_i$: i구간의 연평균 평일 일교통량

L_i : i구간의 연장

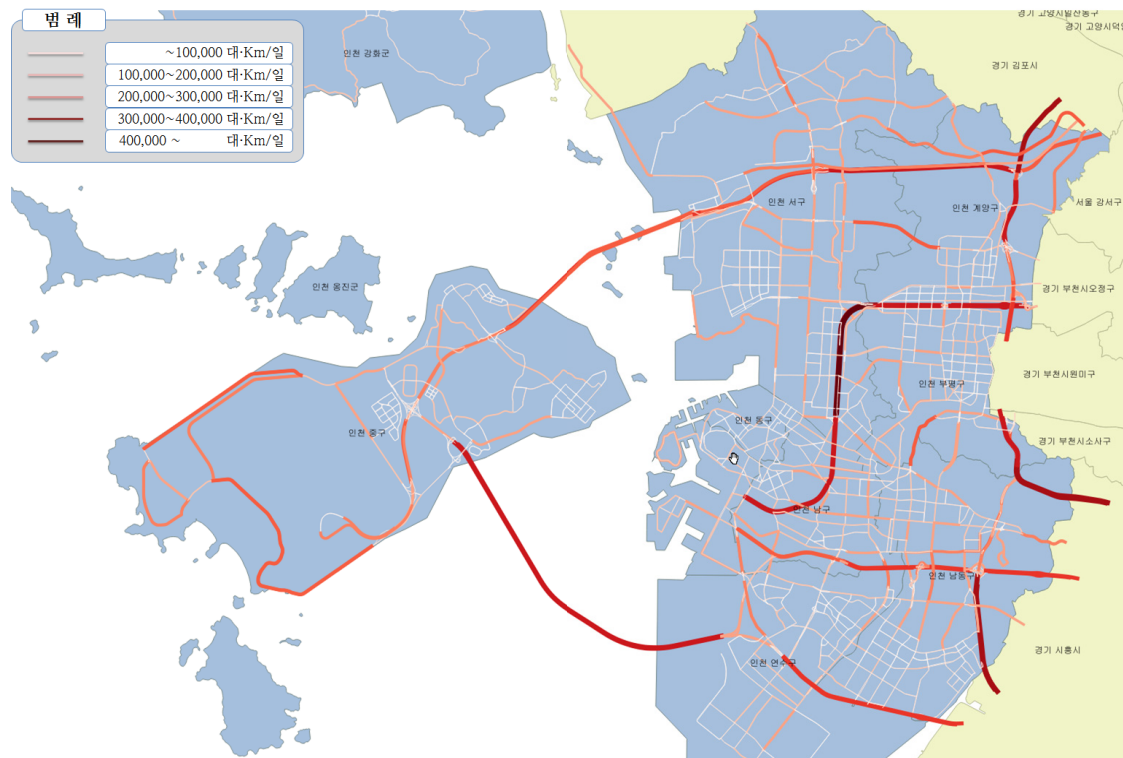
- 본 연구에서는 추정된 연평균 일교통량의 평일 교통량을 적용하여 차량 주행거리를 산정하였으며, 산정된 6대 광역시의 차량 주행거리는 다음과 같음



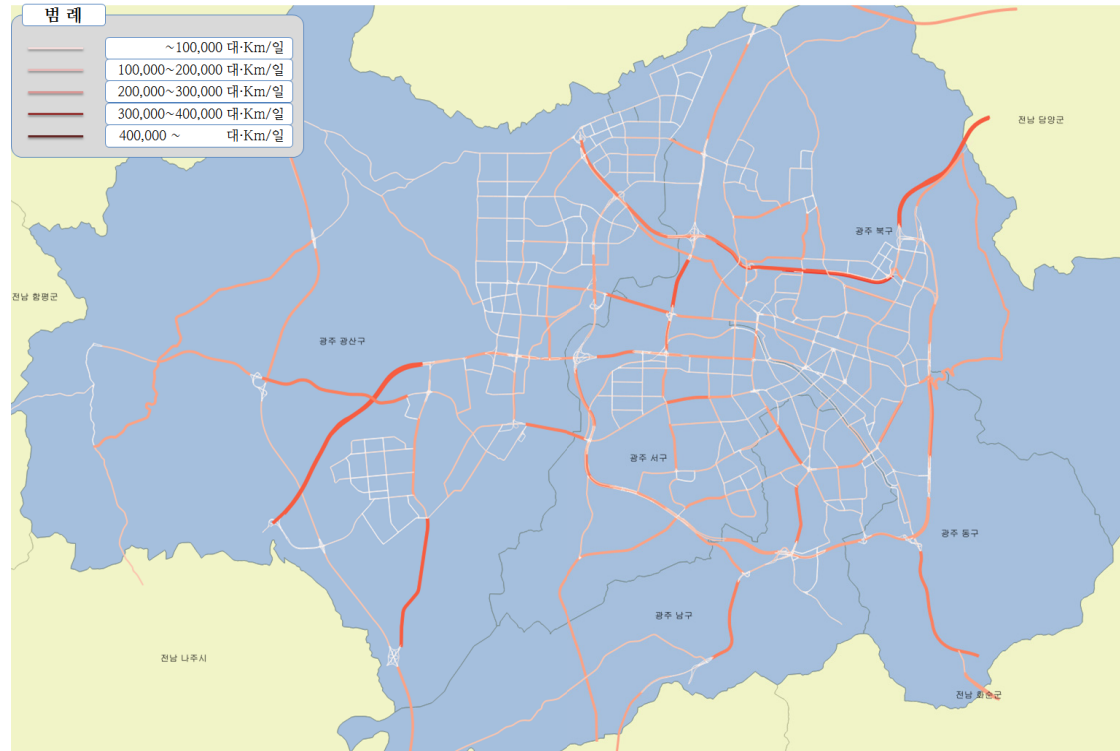
<그림 3-11> 부산광역시 차량 주행거리 산정



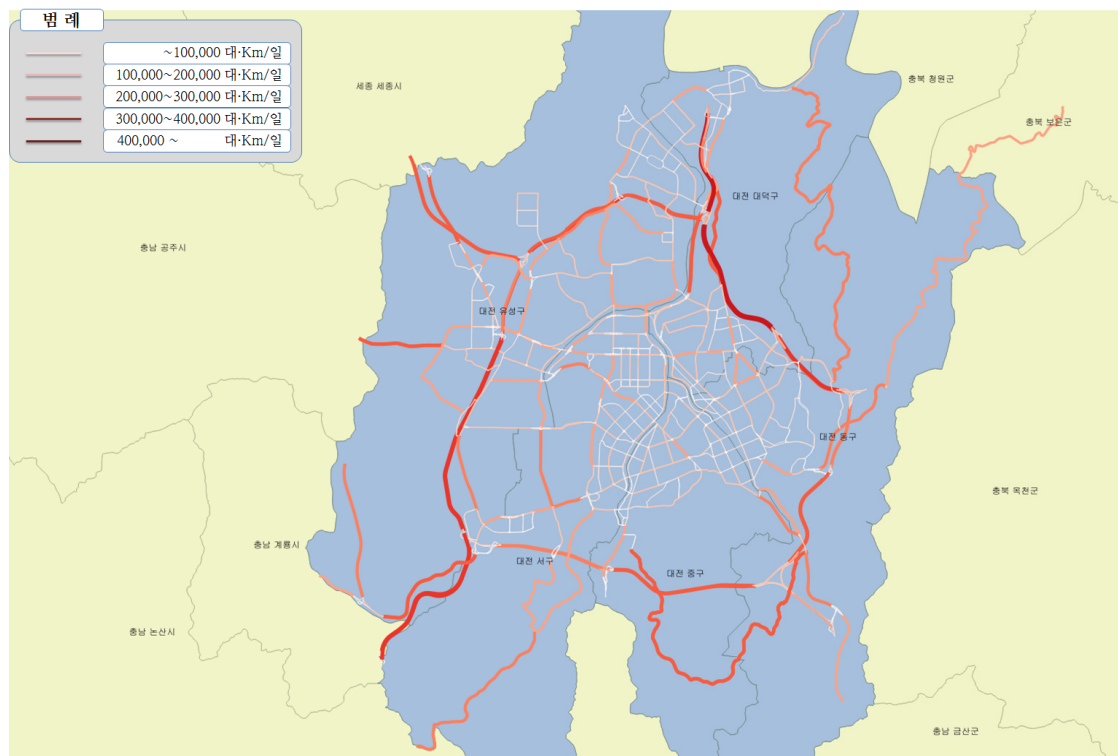
<그림 3-12> 대구광역시 차량 주행거리 산정



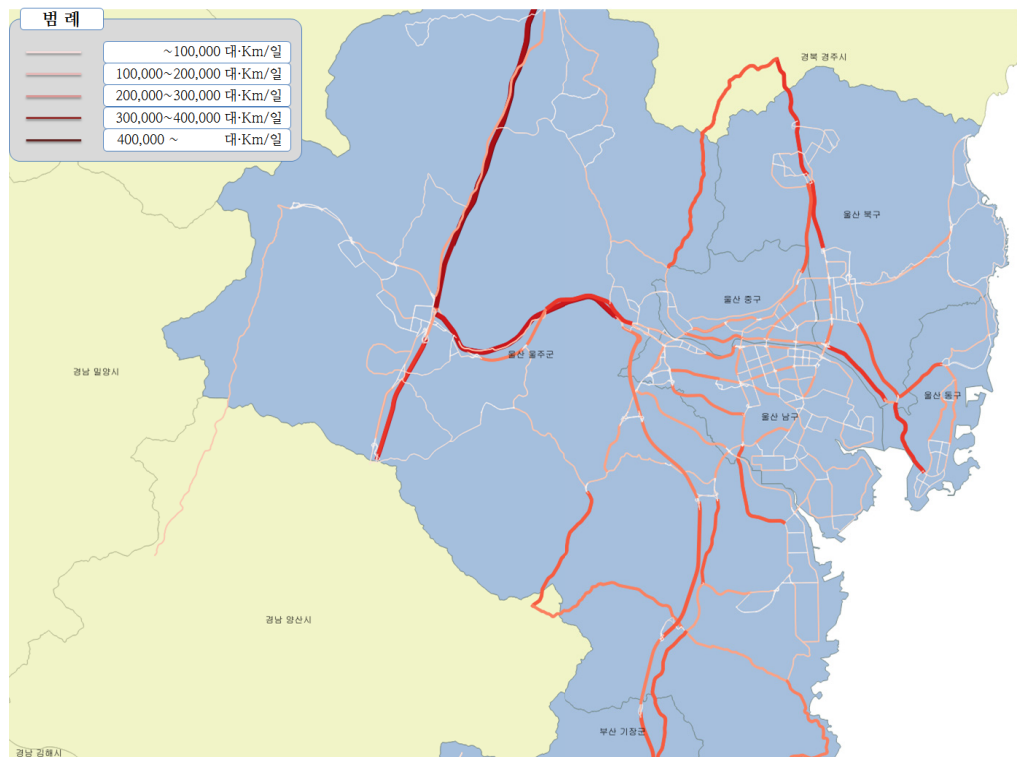
<그림 3-13> 인천광역시 차량 주행거리 산정



<그림 3-14> 광주광역시 차량 주행거리 산정



<그림 3-15> 대전광역시 차량 주행거리 산정



<그림 3-16> 울산광역시 차량 주행거리 산정

제6절 결론 및 향후 연구계획

1. 결론

- 본 연구에서는 기존의 차량 주행거리 산정 방법에서 얻은 교훈을 바탕으로 새로운 차량 주행거리 산정 방법을 시도해보았음
- 국내의 기존 차량 주행거리 산정은 크게 다음과 같은 3가지 방법론에 의해 추정되었음
 - 교통안전공단 자동차 주행거리실태조사 : 자동차 성능검사를 통한 주행거리기록계 조사의 샘플 조사를 통한 산정 방법
 - 한국도로공사의 교통량 조사 : 자동화 된 요금징수시스템을 활용한 출발지-도착지간의 주행거리 통계를 집계하는 방법
 - 한국건설기술연구원 도로교통량통계연보 : 교통량 조사지점의 관측 교통량을 기반으로 각 도로 등급별 차량 주행거리를 모수화 하여 추정하는 방법
- 지금까지 시도되었던 차량 주행거리 산정 방법론은 수집 자료의 한계로 인해 도로별, 지역별의 구분된 차량 주행거리를 제시하지 못하거나, 차량 주행거리 산정의 공간적 범위에 제한을 받을 수밖에 없는 산정 방식이었음
- 이와 같은 한계점을 극복하고자 본 연구에서는 내비게이션 장치를 통해 수집된 개별 차량의 이동궤적 자료를 활용하여 각 도로 구간별 교통량을 추정하여 차량 주행거리를 산정함
- 도로 구간별로 산정된 차량 주행거리는 시각적으로 표현이 가능하도록 GIS 기반의 분석맵을 기준으로 작성되었으며, 분석맵 기반 시각화가 원활히 가능함을 확인할 수 있었음
- 산정된 차량 주행거리는 전국 6대 광역시의 차량 주행거리이며 각 산정결과에서 지역별 도로별로 차량 주행거리 발생이 집중되는 지역 및 도로를 원활하게 식별할 수 있는 것으로 분석되었음

2. 향후 연구계획

- 본 연구에서 산정한 차량 주행거리는 다음과 같은 개선이 필요함
 - 평일 기준 차량 주행거리의 확대
 - 본 연구에서 제시하고 있는 교통량 추정치는 연평균 평일 교통량(AAWDT, Annual Average Weekday Daily Traffic)으로 공휴일과 주말을 제외한 연평균 교통량임
 - 본 연구에서 적용하고 있는 모든 도로 링크에 대한 교통량 추정은 기본적으로 관측 교통량에 기반하고 있으나 공휴일 및 주말의 경우 관측 교통량으로 적용할 수 있는 지점의 수가 교통량 추정에 적용하기에 적합한 표본수가 확보되지 못하며, 이로 인해 차량 주행거리도 평일에 대한 차량 주행거리 산정으로 제한됨
 - 따라서 차량 주행거리 산정의 시간적 범위 제한을 극복하기 위해서는 주말 및 공휴일에 대한 교통량 조사가 추가적으로 이루어 질 필요가 있음
 - 차량 주행거리 산정의 지역적 범위 확대
 - 본 연구에서 제시하고 있는 차량 주행거리는 6대 광역시를 지역적 범위로 하고 있음
 - 6대 광역시의 차량 주행거리 산정 연구를 기초로 하여 전국적인 범위로 차량 주행거리 산정의 확대가 필요함
 - 관측 교통량의 신뢰도 제고
 - 본 연구에서 활용되고 있는 차량 주행거리 산정 방법론은 현황에서 관측된 조사 교통량이 주요한 기초자료임
 - 연구 수행과정에서 확인된 바에 따르면 관측 교통량 중 일부 조사 교통량의 경우 교통량 조사 결과 간의 관계가 비상식적으로 형성되는 경우가 확인되었으며, 이는 일부 조사 교통량 자료의 오류의 가능성이 존재함을 의미함
 - 현황에서 파악된 교통량의 오류에 대한 검토 방법론은 기존에 연구된 바가 없으며, 따라서 우선 현황 교통량에 대한 신뢰도 평가의 수행을 통해 적합한 관측 교통량을 선별하는 과정이 필요할 것이며 단계적으로 오류를 포함한 관측 교통량에 대한 신뢰도 개선 작업이 병행 되어야 할 것임
 - 교통량 조사가 여러 기관에 의해 산발적으로 수행되고 있는 측면에 의해 관측 교통량에 대한 오류 검토와 수정보완은 기관간 협의와 조정을 거쳐 단계적으로 시행될 필요가 있을 것으로 판단됨

제4장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 II: 교통접근성)

제1절 국내외 연구동향 및 교통접근성
산정방법론 검토

제2절 교통접근성 산정방법론 정립

제3절 시설별 교통접근성 산정결과

제4장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 II: 교통접근성]

제1절 국내외 연구동향 및 교통접근성 산정방법론 검토

1. 국내외 연구동향 및 사례 분석¹⁾

가. 국내외 연구동향

- 대표적으로 아래와 같은 6개의 연구에서 접근성 지표를 산출하고 비교분석을 수행함
 - 국내에서는 시군 단위의 광역적인 접근성을 산출하였으나, 좀 더 미시적인 스케일에서의 접근에는 한계가 있음
 - 따라서 본 연구에서는 교통접근성의 정의와 함께 좀 더 세밀화된 수준에서 접근성을 산출하여 지역간 비교 등을 수행

<표 4- 1> 교통접근성 관련 국내외 선행연구

| 선행 연구 | 연구 목적 | 연구방법 | 주요연구내용 |
|-------|---|---|---|
| #1 | - 고속철도 개통에 따른 국토공간 구조의 변화전망을 분석하고 이에 대한 대응방안을 제시함 | 어떤 지점에 도달하기 용이한 정도(접근도지수)를 전국시군(167개) 단위의 지리적 크기로 과거 및 장래년도의 값을 추정하고 도상화(Mapping) | - 고속철도 전과 후의 교통망 조사와 분석 - 고속철도 개통전후의 교통접근성 계산 |
| #2 | - 활동기반 모형과 4단계모형의 비교분석 | - 행복도시 및 국가기간교통망 구축 전후의 접근도 지수를 전국 시군구(247개) 단위의 지리적 크기로 과거 및 장래년도 값을 추정하고, GINI 계수로 형평성 변화를 비교 | - 행복도시 및 국가기간교통망 계획 전후의 교통망 및 인구/고용자료 분석 - 교통계획 SW를 이용하여 시군구간 도로와 철도의 통행시간 산정 및 접근도 추정 - 현재년도 및 장래년도를 고려한 접근도 시나리오 구축하고 지니계수 추정후 형평성 평가 |
| #3 | - 미국 미네소타 지역을 대상으로 1990년대와 2000년대의 접근성 변화를 시각화 | - 미국 미네소타 지역을 대상으로 Census block 단위로 어떤 지점에 도달하기 용이한 정도를 1990년대 vs. 2000년대 비교 - GIS를 이용하여 접근성 변화를 도상화 | - 접근도의 개념과 연구동향 - 미네소타 대도시에 적합한 접근도 개념과 자료 - 접근도 산출과 GIS를 이용한 도상화 |

1) 장동익 외(2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원의 내용을 재인용하였음

<표 4- 1> 교통접근성 관련 국내외 선행연구(계속)

| 선행 연구 | 연구 목적 | 연구방법 | 주요연구내용 |
|-------|--|---|--|
| #4 | - 유럽연합 국가들이 개발한 접근성 분석툴과 계획가들간의 활용성 인터뷰보고서 | - 유럽연합 17개 나라에서 개발된 접근도 산정 SW들의 소개 - 17개 나라별로 전문가그룹 (Planning 전문가) 과 접근도 SW의 사용법과 활용법 소개 후 유용성을 인터뷰 - 유럽연합에서 예산지원한 프로젝트 | - 17개 나라별로 해당 지역 전문가들과 접근도 SW 소개 - 17개 Working Group별로 유명성 인터뷰 - 17개 사례연구결과들을 종합토의 하고 유럽 연합국가들의 접근성 SW의 평가 |
| #5 | - 유럽연합 국가들이 개발한 접근성 SW들의 사례연구 | - 접근성 지표의 개념 (문헌연구) - 유럽연합국가들 중 17개 국가들의 접근성 사례연구 (사용되는 자료, 분석방법론, 활용법 등)를 사례별로 정리 - 유럽연합에서 예산지원한 프로젝트 | - 접근성 지표의 역사적 개념 및 산정환경변화 - 접근성이 교통계획에서 실제 어느 정도 이용되고 있나? - 17개 나라들의 접근성 지표 개발 환경, 사용되는 자료, GIS 도상화 정도, planning에서 활용사례 조사 |
| #6 | - 뉴질랜드의 거시적 미시적 교통접근성 분석방법개발연구 | - 뉴질랜드에서 국가차원과 지방정부차원에서 접근성지표를 산정하는 방법론과 계획에 어떻게 활용할것인지에 대한 종합정리 - 미시적 (인구 300명정도) 규모로 공간분할 가능한 뉴질랜드 소도시 대상으로 사례연구 | - 접근도 개념과 세계 각국에서 planning에 어떻게 활용하는지 문헌조사 - 뉴질랜드에 적합한 자료와 분석방법 개발 - 관련된 자료와 계산과정의 상세소개 |

자료: 장동의 외 (2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, pp.7-8에서 재인용.

주: #1 - 조남건, 2003, 「고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화전망 및 대응방안 연구」, 국토연구원.

#2 - 김찬성 · 황상규, 2006, 「국가 균형발전을 위한 교통접근성 제고방안-형평성 분석을 중심으로」, 한국교통연구원.

#3 - Levinson, D. (2013), "Access Across America", *Report 13, Access to Destinations Study*, Center for Transportation at the University of Minnesota.

#4 - Bommelstroet, M., Silva, C., and Bertolini, L. (2014), "Methodological Considerations", In *the COST Action TU1002 -Assessing Usability of Accessibility Instruments*, Brömmelstroet et al. eds., Amsterdam, Netherlands: European Cooperation in Science and Technology (COST), pp. 9-26.

#5 - Hull, S. eds. (2012), *Accessibility Instruments for Planning Practice*, European Cooperation in Science and Technology (COST).

#6 - Abley, S., and Halden, D. (2013), *The New Zealand Accessibility Analysis*, New Zealand, NZ Transport Agency.

나. 국외 교통접근성 적용 사례

- 영국에서는 매년 'Accessibility'(주요시설까지의 접근성)와 'Connectivity'(교통시설까지의 접근성)를 통계집 형태로 공표하고 있으며, 이를 통해 각 지방정부의 접근성 제고전략을 위한 기초지표를 제시하고 있음
- 프랑스에서는 도시교통계획(PDU, Urban Mobility Plans)에 교통약자를 위한 접근성 검토 결과가 포함되어야 함을 법으로 명시하고 있음
- 독일의 'Guidelines for Integrated Network Design'(RIN)에는 교통접근성 개념이 잘 반영되어 있음

Ex) 독일 국민의 x%는 매일 이용하는 지역 중심에 승용차로는 20분, 대중교통으로는 40분 이내에 도달해야 함

- 이용빈도나 서비스 종류에 따라 접근성 기준을 차등화하고 있음
- 네덜란드의 ABC Location 정책은 토지이용과 교통체계의 배치를 대중교통과 승용차의 접근성 개념을 적용하여 수립한 사례로 자동차와 대중교통 접근성을 기반으로 지역별 접근성을 분류하고 산업종류별 입지와 주차면수를 달리하여 적용중에 있음
- ☞ 주요 선진국의 경우 교통 및 도시관련 정책에 있어 주요 계획지표 및 성과지표로 교통접근성을 활용중에 있음

2. 국외 교통접근성 산정방법론

- 국외 주요국가 중 매년 교통접근성에 관한 통계를 공표중에 있는 영국의 교통접근성지표 산정방법론을 종합정리하였음

가. Accessibility Statistics²⁾

1) 연혁

- 2007년부터 접근성지표 공표를 시작하였으며, 대상 서비스 추가 등 산정방법론 개선을 통하여 산출결과의 질을 제고하고 있음

²⁾ UK Department for Transport(2014d), 「Accessibility Statistics 2013」에서 재정리하였음.

<표 4- 2> 영국 ‘Accessibility Statistics’ 연혁

| 기준년도 | 내용 |
|-------|--|
| 2007년 | - Accessibility Statistics 산출 및 공포 · 대상 서비스 : 직장, 식료품점, 초등학교, 중·고등학교, 기타 교육기관, 의원, 병원 · 교통수단 : 대중교통/도보, 자전거, 승용차 |
| 2009년 | - 대상 서비스 추가(도시 중심지) |
| 2010년 | - 자가용차량 속도 인용출처 변경 · Car statistics 내 속도 통계 → Probe 차량의 속도를 기반으로 생산된 속도) · 목적 : 도로의 혼잡 등을 고려하여 현실성 있는 통행시간 산출 - 각 대상 서비스의 인용출처 변경 |
| 2013년 | - 대중교통/도보 최소 통행시간 변경 · 10분 → 5분 |

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

2) 접근성(Accessibility)의 정의 및 통계 수록 범위

- 정의 : 개인 또는 가구가 일상의 서비스에 접근할 수 있는 범위
- 목적 : 지방 정부들에게 그들의 접근성 전략을 위한 기초지표 제시
- 지표 : 크게 통행시간 지표(Travel time indicators), 도착지 지표(Destination indicators), 출발지 지표(Origin indicators)로 구분됨

<표 4- 3> 각 지표별 정의

| 지표 | 설명 |
|---------|--|
| 통행시간 지표 | - 구역별 각 서비스로 도달하기 위한 최단 소요시간의 평균값으로 교통수단별 가장 가까운 서비스로의 최단 소요시간을 측정 ※ 구역별 가장 가까운 초등학교에 접근하기 위한 시간 |
| 도착지 지표 | - 구역별 특정시간 내 각 서비스로 도달할 수 있는 이용자의 비율로 구역 내 전체 이용자 중 특정시간 이내에 서비스로 접근가능한 이용자 수의 비율로 산출 ※ 구역별 초등학교로 20분 이내 접근할 수 있는 초등학교생의 비율 |
| 출발지 지표 | - 각 구역에서 특정시간 내 도달할 수 있는 각 서비스의 수 등으로 산출 ※ 구역별 20분 이내에 접근할 수 있는 초등학교의 수 |

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

- 포함된 서비스 : 아래와 같이 5개의 그룹으로 서비스를 정의하였음
 - 직장(Employment)
 - 교육(Education) : 초등학교(Primary schools), 중·고등학교(Secondary schools), 기타 교육기관(Further Education institutions)

- 진료(Health) : 의원(GPs), 병원(Hospitals)
- 식료품점(Food stores)
- 도시 중심지(Town Centers)
- 포함된 교통수단 : 대중교통/도보, 자전거, 승용차의 3개로 구분됨
 - 대중교통³⁾/도보(Public Transport/Walking)
 - 자전거(Cycle)
 - 승용차(Car) : 모든 이용자(Users)와 제한된 이용자⁴⁾('at risk' Users)로 구분
 - 대중교통/도보/자전거에 기반한 복합수단⁵⁾

3) 지표별 세부구분 및 통계 산출방법

- 도착지 지표에서의 이용자&제한된 이용자(Users & 'At risk' users)
 - 이용자(Users) : 해당 목적과 관련이 있거나, 해당 시설을 가장 많이 이용할 것으로 예상되는 주거 인구
 - 제한된 이용자('At risk' users) : 제외될 위험성이 있는 특별한 사회적 그룹

<표 4- 4> 각 서비스별 이용자 & 제한된 이용자

| 서비스 | 이용자 | 제한된 이용자 |
|---------|---------------------|----------------------------------|
| 직장 | - 각 구역별 16~74세 인구수 | - 각 구역별 구직자 수당을 받는 인구수 |
| 식료품점 | - 각 구역별 가구수 | - 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수 |
| 초등학교 | - 각 구역별 5~10세 학생 수 | - 각 구역별 무료 급식의 자격이 있는 5~10세 인구수 |
| 중·고등학교 | - 각 구역별 11~15세 학생 수 | - 각 구역별 무료 급식의 자격이 있는 11~15세 인구수 |
| 기타 교육기관 | - 각 구역별 16~19세 인구수 | - |
| 의원 | - 각 구역별 가구수 | - 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수 |
| 병원 | - 각 구역별 가구수 | - 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수 |
| 도시 중심지 | - 각 구역별 가구수 | - 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수 |

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

3) 적용수단 : 버스, 철도, 도시철도, 해운

4) 자가용을 보유하고 있지 않은 가구 내 가구원수이며, 의원, 병원, 식료품점 접근성지표를 산출할 때 적용

5) 도착지 지표에서만 계산하며 초등학교, 의원, 병원 서비스에서는 적용하지 않음

○ 도착지&출발지 지표의 두가지 유형

- 한계값 지표 : 시간 상 한계를 정해놓은 후 해당 한계점 안의 이용자수, 시설수 등을 계산하며, 한계값은 ‘National Travel Survey’ 자료에서 산출함
- 최저 한계값 : 해당 통행목적별 통행시간의 중간값
- 최대 한계값 : 해당 통행목적별 통행시간의 80~90% 값

<표 4- 5> 영국 Accessibility statistics의 서비스별 통행시간 한계값

| 한계값 (분) | 직장 | 초등학교 | 중·고등학교 | 기타 교육기관 | 의원 | 병원 | 식료품점 | 도시 중심지 |
|------------|----|------|--------|------------|----|----|------|-----------|
| 최저 | 20 | 15 | 20 | 30 | 15 | 30 | 15 | 15 |
| 최대 | 40 | 30 | 40 | 60 | 30 | 60 | 30 | 30 |

자료: UK Department for Transport (2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

- 계속적 지표 : 각 서비스로 통행시간/거리/비용 등의 민감도를 기준으로 하여 측정

$$(\exp(-\beta \cdot t))$$

☞ 특정 서비스로 이동하기 위한 시간이 더 소요될수록 더 적은 사람이 이동할 것으로 가정

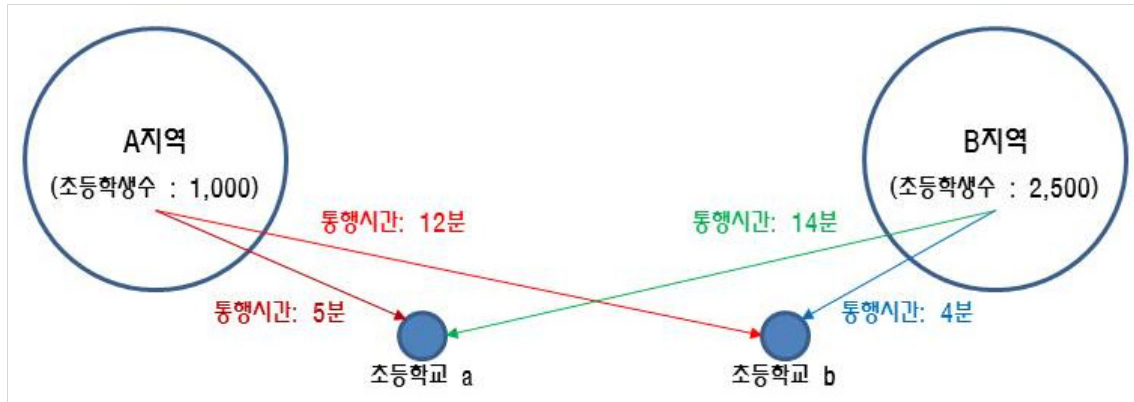
<표 4- 6> 한계값/계속적 지표의 유형별 예시

| 지표 | 한계값 지표 (Reach 접근성과 유사) | 계속적 지표 (Gravity 접근성과 유사) |
|--------|---|---|
| 도착지 지표 | - 특정구역 내 도보 또는 대중교통을 이용하여 15분 이내에 초등학교에 접근 가능한 5~10세 인구의 비율 | - 도보 또는 대중교통을 이용하여 가장 가까운 학교에 접근가능한 5~10세 인구수를 주어진 시간별 통행 가능성에 의해 가중하여 산출 |
| 출발지 지표 | - 특정구역에서 도보 또는 대중교통을 통해 15분 이내에 접근 가능한 초등학교 수 | - 특정 구역에서 도보 또는 대중교통을 통해 접근 가능한 시설수를 통행의 접근 가능성을 가중하여 산출 |

자료: UK Department for Transport (2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

※ 한계값 & 계속적 지표 계산 예

① 조건



② 도착지 지표 : 지역별 15분 이내에 초등학교에 접근가능한 초등학생 인구수 비율

| 지표 | A지역 | B지역 |
|--------|---|--|
| 한계값 지표 | - 100% | - 100% |
| 계속적 지표 | - $1,000\text{명} \times \exp(-0.107 \times 5\text{분}) = 585.67\text{명}$ ☞ $585.67 \div 1,000 = 58.6\%$ | - $2,500\text{명} \times \exp(-0.107 \times 4\text{분}) = 1,629.53\text{명}$ ☞ $1,629.53 \div 2,500 = 65.18\%$ |

② 출발지 지표 : 지역별 15분 이내에 접근가능한 초등학교 수

| 지표 | A지역 | B지역 |
|--------|---|---|
| 한계값 지표 | - 2개 | - 2개 |
| 계속적 지표 | - 0.86개 ☞ $1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 5\text{분}) + 1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 12\text{분})$ | - 0.88개 ☞ $1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 4\text{분}) + 1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 14\text{분})$ |

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

<그림 4-1> 한계값 & 계속적 지표 계산 예

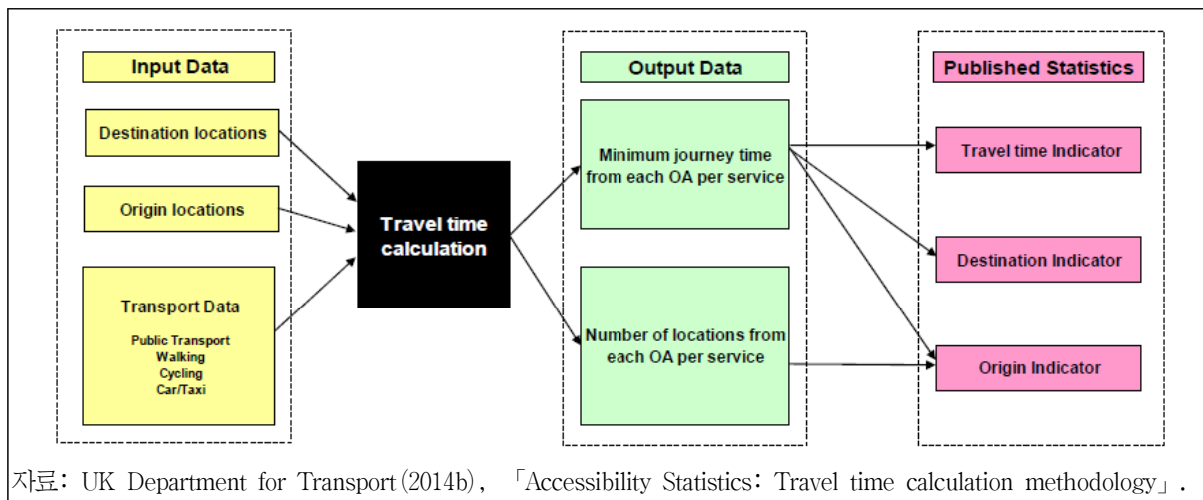
· 해당 지표를 계산할때의 교통수단별·서비스유형별 감쇄함수 파라미터값은 아래와 같음

<표 4-7> 계속적 지표에서의 감쇄함수($\exp(-\beta \cdot t)$) 파라미터(β)

| 이용수단 | 직장 | 초등학교 | 중·고등학교 | 기타 교육기관 | 의원 | 병원 | 식료품점 | 도시 중심지 |
|---------|-------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|--------|
| 대중교통/도보 | 0.022 | 0.107 | 0.056 | 0.032 | 0.055 | 0.055 | 0.080 | 0.080 |
| 자전거 | 0.091 | 0.101 | 0.101 | 0.095 | 0.095 | 0.095 | 0.094 | 0.094 |
| 승용차 | 0.022 | 0.107 | 0.056 | 0.032 | 0.055 | 0.055 | 0.080 | 0.080 |

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

4) 통행시간 산출방법



<그림 4- 2> 영국 Accessibility statistics의 통행시간 산출과정

○ 입력자료

- 출발지(Origins) : 각 구역별 중심으로 가정한 후 각 지점을 도로 및 도보 네트워크 등 교통네트워크와 연결
- 도착지(Destinations) : 직장의 경우 각 구역별 중심점을 산출한 후 사업체 수 등을 가중하여 입력하였으며, 그 외 서비스의 경우 위치 좌표값을 입력
- 교통 자료
 - 대중교통 : 각 대중교통 시각표와 대중교통 정류장 등의 데이터 적용
 - ※ 영국 National Public Transport Data Repository 사용
 - 도보 : 도로와 보행로로 구분된 Integrated Transport Naework 데이터
 - 자전거 : 자전거도로 등이 포함된 Integrated Transport Naework 데이터
 - 승용차 : Integrated Transport Naework 데이터

○ 통행시간 계산

- 대중교통 : 대중교통 통행시간 + 대중교통 접근시간
- 승용차 : 출발지에서 도착지까지의 소요시간(승용차 통행이 가능한 도로만 고려)
- 자전거/도보 : 출발지에서 도착지까지의 소요시간(자동차전용도로 제외)

<표 4- 8> 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항

| 교통수단 | 구분 | | 가정사항 |
|------|---------------------|---|---------------|
| 대중교통 | 대중교통 탑승 최소 통행시간 | | 5분 |
| | 출발지로부터 정류장까지의 최대 거리 | | 1. 25mile |
| | 대중교통 최대 대기시간 | | 20분 |
| | 최대 환승횟수 | | 3회 |
| | 최대 환승시간 | | 10분 |
| 도보 | 대중교통 정류장까지의 최대 도보거리 | | 1. 25mile |
| | 대중교통 정류장에서의 최대 도보거리 | | 1. 25mile |
| | 도보 통행속도 | | 3mile/hour |
| 자전거 | 최소 통행시간 | | 5분 |
| | 통행 속도 | A · B road, Minor road, Local street, Private road(public access) | 10mile/hour |
| | | Private road(restricted access), Pedestrian street, Alley | 3mile/hour |
| | 교차로 지체시간 | | - |
| | 주차시간 | | - |
| 승용차 | 최소 통행시간 | | 5분 |
| | 통행속도 | | 네트워크별 통행속도 |
| | 교차로 지체시간 | | - |
| | 주차시간 | | - |

자료: UK Department for Transport (2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

○ 통행시간 조정(대중교통, 승용차 대상)

- 사유 : 도로의 혼잡 등으로 인해 시간대별 통행시간이 다르게 산출됨에 따라 해당 수단의 일평균 통행시간 산출 시 이를 보정하여야 함
- 보정방법 : 시간대별 각 목적통행량을 가중하여 일평균 통행시간 산출

나. Connectivity Statistics⁶⁾

1) 개요

○ 연계성(Connectivity)의 정의 및 통계 수록 범위

- 연계성은 개인 또는 가구가 교통거점에 접근할 수 있는 범위로 주요 서비스를 대상으로 하는 'Accessibility Statistics'와는 차이가 있음

⁶⁾ UK Department for Transport (2014e), 「Connectivity Statistics」.

<표 4- 9> Accessibility와 Connectivity의 차이점

| Accessibility statistics | Connectivity statistics |
|---|--|
| - 지역적 또는 사회적으로 의미가 있는 도착지로의 통행시간 등을 산출 | - 공항, 철도역 등과 같이 국가적으로 중요하고 장거리 통행이 요구되는 도착지로의 통행시간 등을 산출 |
| - 대상 서비스가 상대적으로 많으며, 2시간 이내의 단거리 통행만을 포함 | - 대상 서비스가 상대적으로 적으며, 각 출발지로부터 모든 도착지까지의 통행시간이 계산됨 |
| - 각 서비스별 한정된 이용자 그룹만을 대상으로 함 ※ 초등학교 : 각 구역별 5-10세 학생 수 | - 각 서비스에 대하여 전체 인구를 고려 |

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

- 지표 : 평균통행시간 지표 등 5개의 지표를 연계성지표로 설정하였음

<표 4-10> 각 지표별 정의

| 지표 | 설명 |
|-------------------------|--|
| 평균통행시간 지표 | - 각 구역에서 가장 가까운 서비스시설까지 통행시간의 평균값 |
| 주변 범위 지표 (도착지 기준) | - 각 도착지별 주어진 시간 이내에 접근할 수 있는 인구수 및 특정 거리 내 인구 중 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분 |
| 주변 범위 지표 (출발지 기준) | - 각 구역별 전체 인구수 중 특정 도착지로 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분 |
| 가중된 연계성 지표 | - 각 구역별 도착지(서비스시설)의 중요성(규모 등)을 가중하여 산출된 값 $\cdot \sum_j \frac{W_j}{T_{ij}} : i\text{-각 구역, } j\text{-각 서비스시설, } T\text{-통행시간, } W\text{-가중치}$ |
| 도달가능한 도착지 수 지표 | - 각 구역별 특정 시간 내 도달 가능한 서비스시설 수 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분 |

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

- 포함된 교통시설 및 가중치
 - 공항(Airport) : 전체 공항을 대상으로 하며, 공항별 도착지 수를 가중치로 적용
 - 철도역(Rail station) : 'C1' 등급 이상의 역을 대상으로 하며, 승강장 수를 가중치로 적용
 - 도로 교차점(Road junction) : 주요 간선도로와 연결된 교차로를 대상으로 하며, 교차로별 연계지점 수를 가중치로 적용

- 포함된 교통수단 : 대중교통/도보와 승용차로 구분하였으며, 도로교차점의 경우 승용차에 의한 연계성지표만을 산출하였음

2) 통행시간 산출방법

- 'Accessibility statistics'의 방법론과 유사하게 산출하였으며, 최대 통행시간은 6시간으로 가정하였음
- 그 외 교통수단별 가정사항은 아래와 같음

<표 4-11> 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항

| 교통수단 | 구분 | 가정사항 |
|---------|---------------------|------------|
| 대중교통/도보 | 대중교통 탑승 최소 통행시간 | 5분 |
| | 대중교통 최대 대기시간 | 20분 |
| | 최대 환승횟수 | 3회 |
| | 최대 환승시간 | 10분 |
| | 속도 | 네트워크별 통행속도 |
| | 대중교통 정류장까지의 최대 도보거리 | 1.25mile |
| | 대중교통 정류장에서의 최대 도보거리 | 1.25mile |
| | 도보 통행속도 | 3mile/hour |
| 승용차 | 최소 통행시간 | 5분 |
| | 통행속도 | 네트워크별 통행속도 |
| | 교차로 지체시간 | - |
| | 주차시간 | - |

자료: UK Department for Transport (2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」에서 재정리.

- 30분 간격으로 통행시간을 산출한 후 각 간격별 통행시간의 평균값을 최종 통행시간으로 적용하였음

제2절 교통접근성 산정방법론 정립⁷⁾

1. 접근성 산정범위 설정 및 관련 DB 구축

가. 분석대상 시설·교통수단 및 접근성 지표 설정

1) 분석대상 시설 설정

- 영국의 사례를 기반으로 하여 접근성 분석대상 시설을 아래와 같이 선정하였음
 - 응급의료시설
 - 지역간 교통시설 : KTX역
 - 교육시설 : 초등학교, 중학교, 고등학교
 - 도시교통시설 : 지하철역, 버스정류장
 - 판매시설 : 백화점, 대형마트

2) 시설별 분석대상 교통수단 설정

- 응급의료시설
 - 응급 상황 시 긴급자동차 등으로 신속하게 이동한다는 가정하에 승용차를 대상으로 하였으며, 가장 신속하게 이동이 가능한 새벽시간대로 설정하였음
 - 혼잡에 따른 영향을 판단하기 위해 출근시간대의 승용차에 대한 접근성을 보조지표로 산출
- 지역간 교통시설
 - 사람들이 KTX역 등 타 교통수단을 이용하는데 승용차보다는 대중교통을 이용할 경우가 높다는 가정하에 버스·지하철 등 대중교통을 대상으로 접근성을 산정함
 - 대중교통의 경쟁력을 파악하기 위해 새벽·혼잡시간대 승용차 접근성을 보조지표로 산출
- 교육시설 및 도시교통시설
 - 중·고등학교의 경우 대중교통으로 이동하는 경우도 발생하지만, 사람들이 도보를 더 선호한다는 가정하에 도보를 대상으로 접근성 산정

⁷⁾ 장동익 외(2015)에서 제시된 방법론을 적용하되, 본 과제에서는 수도권을 대상으로 산정하였음.

○ 판매시설

- 사람들이 각 판매시설에서 물건을 구매한 후, 자가용을 이용하여 집을 운반하는 것을 더 선호한다는 가정하에 승용차를 대상으로 접근성을 산정하였으며, 쇼핑의 경우 특정 시간대를 선정하기 어렵기 때문에 일평균으로 접근성을 산정하였음

3) 접근성 지표 설정

- 영국의 접근성 지표 중 각 시설로의 최단 통행시간을 대표적인 접근성 지표로 설정하였으며, 산출방법은 아래와 같음

- 각 집계구별 각 시설까지의 최단 통행시간을 산출한 후, 시설별 이용가능 인구를 가중치로 하여 행정동, 시군구 등 지역별로 접근성 지표(평균통행시간)를 산정하였으며, 이 때 산출식은 아래와 같음

$$T_{ik} = \frac{\sum_{j(\in i)} (T_{jk} \times User_{jk})}{User_i}$$

여기서, T = 통행시간, $User$ = 이용자, i = 각 지역(행정동, 시군구 등),
 j = 각 지역별 소속 집계구, k = 각 시설

- 이 때 각 시설별 이용가능 인구는 아래와 같이 설정하였음
 - 응급의료시설·지역간 교통시설·도시교통시설·판매시설 : 전체 인구
 - 교육시설 중 초등학교 : 각 집계구별 7~12세 인구수
 - 교육시설 중 중학교 : 각 집계구별 13~15세 인구수
 - 교육시설 중 고등학교 : 각 집계구별 16~18세 인구수
- 교육시설·도시교통시설·판매시설의 경우 각 하위시설의 접근성지표를 종합화하여 시설별 대표지표를 산출하였음
 - 교육시설의 경우 지역별 초·중·고등학교 인구수를 기반으로 하여 가중평균함
 - 도시교통시설의 경우 지역별 주수단기준 버스(버스통행량+(버스+지하철통행량))통행량과 지하철(지하철통행량+(버스+지하철통행량))통행량을 기반으로 하여 가중평균함
 - 판매시설의 경우 백화점과 대형마트 중 통행시간이 더 적게 걸리는 시설을 대표지표로 설정하였음

나. 관련 DB 구축

1) 행정경계DB 및 사회경제지표 자료

- 접근성 산출은 보다 미시적인 공간단위에서 분석이 필요하므로, 통계청에서 제공하는 가장 작은 공간단위인 집계구를 접근성 산출을 위한 구역단위로 설정하였음
- 2012년 집계구 경계자료와 각 속성자료를 기반으로 한 83,431개(도서지역 제외시 83,107개)의 집계구 공간DB를 구축하였음

2) 시설 DB

- 각 시설별 POI DB를 아래와 같이 구축하였음

<표 4-12> 시설 POI 구축 현황

| 시설구분 | | 자료출처 | 기준년도 | 대상 항목수 (도서지역을 제외한 항목수) ²⁾ |
|--------------------|-------|-----------------------|-----------|---|
| 응급의료시설 | | 건강보험심사평가원 | 2015년 6월 | - 421개 (419개) |
| 지역간 교통시설 | | 국가교통DB센터 | 2013년 12월 | - KTX정차역 42개 (42개) |
| 교육시설 ¹⁾ | | 교육부 교육통계서비스 | 2014년 12월 | - 초등학교 : 6,187 (6,065) - 중학교 : 3,216 (3,173) - 고등학교 : 2,326 (2,311) |
| 도시교통 시설 | 지하철역 | 직접입력(수도권) | 2014년 12월 | - 수도권전철 606개역 (단일 개찰구로 형성되어 있는 통합환승역을 제외한 환승역은 각 호선별로 분리하였음) |
| | 버스정류장 | 국가교통DB센터 | 2013년 12월 | - 수도권 버스정류장 47,055개 |
| 판매시설 | | 한국콘텐츠미디어 (유통업체주소록) | 2014년 | - 백화점 : 61개 - 대형마트 : 2,277개 |

자료: 응급의료시설 - 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).

지역간 교통시설/버스정류장 - 국가교통DB센터(2014), "2013년도 대중교통 GIS DB"(2015. 11. 30).

교육시설 - 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2015. 11. 30).

판매시설 - 한국콘텐츠미디어(2014), 「유통업체 주소록」.

주: 1) 휴교 또는 폐교 제외

2) 제주도 본섬, 울릉도를 제외하고 도로로 연결되어 있지 않은 도서지역은 제외함

3) 도로네트워크 및 속도 DB

- 도로망자료의 경우 국가교통DB센터에서 내부적으로 구축한 2014년 기준 전국 도로망 네트워크를 사용하였음

- 총 54만개 링크(방향별 분리시 99만개 링크)로 구성되어 있으며, 총연장 11만3천km임



자료: 장동익 외(2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, p. 58에서 재인용.

<그림 4-3> 도로망 GIS 네트워크 구축

- 속도자료의 경우 2014년 10월 20일 ~ 10월 24일(평일 5일) 기준 내비게이션 및 국가교통정보센터의 분석시간대 및 ITS 표준링크ID별로 집계된 속도DB를 수집하였음
- 분석시간대는 오전첨두(07~09시), 낮시간(12~14시), 저녁첨두(18~20시), 야간(22~06시), 1일전체로 설정하였으며, 각 시간대별 표본수 10개 이상인 자료를 향후 분석에 사용

<표 4-13> 속도자료 수집현황

| 자료 | (단위: 개) | | | | |
|-------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|--------|
| | 오전첨두 (07~09시) | 낮시간 (12~14시) | 저녁첨두 (18~20시) | 야간시간 (22~06시) | 1일 전체 |
| 내비게이션 자료 | 102,289 | 100,711 | 102,080 | 94,780 | 82,430 |
| 국가교통정보센터 자료 | 78,588 | 78,890 | 79,552 | 76,170 | 75,744 |

자료: 장동익 외(2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, p. 59.

주: 1) 각 시간대별 표본수 10 미만 제외

2) 전일 자료의 경우 각 시간대(24시)별 1시간이라도 속도자료가 누락되어 있을 경우 제외

2. 통행시간 산정방법론

가. 승용차

1) 링크별 자유속도 추정

- 2014년 기준 전국 도로망 네트워크 자료 내 각 링크별 자유속도 추정을 위하여 네트워크 국가교통DB센터에서 배포중인 교통네트워크의 도로속성별 권장속도값을 적용
- 각 링크를 <표 4-14>와 같은 도로속성별로 구분한 다음 속성별 초기속도값을 입력하였으며, 링크가 신호교차로에 접한 경우 초기속도의 80% 값을 자유속도로 가정하였음

<표 4-14> VDF별 도로속성 및 초기속도(권장속도)

| VDF | 도로속성 | | | | 초기속도(V_0) (km/h) |
|-----|--------|--------------------|--------|---------|-------------------------|
| | 도로유형 | 교차로밀도(개/km) | 차로수 | 도시부/지방부 | |
| 1 | 고속도로 | 연속류 (교차로밀도 = 0) | 2차로 이하 | 도시부 | 100.7 |
| 2 | | | | 지방부 | 95.2 |
| 3 | | | 3차로 이상 | 도시부 | 115.1 |
| 4 | | | | 지방부 | 108.2 |
| 5 | 도시고속도로 | | 2차로 이하 | 도시부 | 95.5 |
| 7 | | | 3차로 이상 | | |
| 9 | 다차로도로 | ≤ 0.3 | 1차로 | 도시부 | 66.5 |
| 10 | | | | 지방부 | 67.5 |
| 11 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 80.7 |
| 12 | | | | 지방부 | 82.3 |
| 13 | | ≤ 0.7 | 1차로 | 도시부 | 63.9 |
| 14 | | | | 지방부 | 65.0 |
| 15 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 79.2 |
| 16 | | | | 지방부 | 80.7 |
| 17 | | ≤ 1.0 | 1차로 | 도시부 | 55.7 |
| 18 | | | | 지방부 | 62.8 |
| 19 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 71.0 |
| 20 | | | | 지방부 | 72.2 |
| 21 | | ≤ 2.0 | 1차로 | 도시부 | 51.0 |
| 22 | | | | 지방부 | 58.1 |
| 23 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 69.6 |
| 24 | | | | 지방부 | 70.0 |
| 25 | | ≤ 4.0 | 1차로 | 도시부 | 44.1 |
| 26 | | | | 지방부 | 54.4 |
| 27 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 62.4 |
| 28 | | | | 지방부 | 69.3 |
| 29 | | > 4.0 | 1차로 | 도시부 | 38.3 |
| 30 | | | | 지방부 | 44.2 |
| 31 | | | 2차로 이상 | 도시부 | 57.0 |
| 32 | | | | 지방부 | 60.0 |
| 33 | 램프 | 연결램프 | - | - | 50.0 |
| 34 | | 요금소 | - | - | 50.0 |

자료: 한국교통연구원, 「교통수요 분석 기초자료 배포 설명자료」, 2015, p.55에서 재편집

2) 도로네트워크별 속도자료 입력

- 위에서 구축된 도로네트워크에 기 수집된 속도자료 중 국가교통정보센터 자료를 입력
- 속도가 존재하는 링크의 경우 해당 속도를 분석에 사용하였으며, 시간대별 자유속도 대비 실제 통행속도의 비율을 산출함

<표 4-15> 도로링크별 속도자료 입력결과

(단위: 개)

| 자료 | 오전첨두 (07~09시) | 낮시간 (12~14시) | 저녁첨두 (18~20시) | 야간시간 (22~06시) | 1일 전체 |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 국가교통정보센터 자료 | 173,446 (17.6%) | 173,763 (17.6%) | 174,112 (17.6%) | 168,030 (17.0%) | 167,403 (16.9%) |

자료: 장동익 외(2015), 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원, p. 65.

주: 비율은 전체링크수 대비 속도자료 존재 링크수 비율임 (전체링크수 = 987,944개)

3) 속도 미존재 링크의 속도 추정방법

- 속도가 존재하지 않는 링크의 경우, 속도가 존재하는 링크 중 해당 링크와 가장 인접한 링크의 자유속도 대비 실제 통행속도 비율을 입력한 후, 이 값과 자유속도 값을 적용하여 각 링크별 실제 통행속도 추정값을 산출하였음

4) 구역단위 및 각 시설별 도로네트워크 연결방법론

- 집계구 경계자료의 경우 중심점을 단순 면적중심으로 설정할 수도 있지만, 읍면지역 등 비도시지역의 경우 읍내 등 실제 중심지가 아닌 곳에 위치할 확률이 크기 때문에, 아래와 같은 방법론을 적용하여 중심점 좌표값을 산출하였음
 - 도로명주소 전자지도(출처: 행정자치부) 내 건물DB별 연면적(바닥면적 × 층수)를 산정한 후, 집계구 경계와 매칭시키는 방법으로 각 건물DB별 소속 집계구를 입력
 - 집계구 정보가 입력된 건물DB를 대상으로 ArcGIS 내 'Median Center⁸⁾' 모듈을 이용하여 각 집계구별 중심좌표를 산출
- 집계구 외 POI 자료의 경우 Point 형태로 되어있는 바 각 Point의 좌표값을 그대로 활용
- 이후 위에서 도출된 각 지점에서 자동차전용도로를 제외한 일반도로 중 가장 가까운 도로로 연결하는 방법을 채택하였음

8) 각 지역 내 위치한 점들간 $\sum(\text{거리} \times \text{가중치})$ 값이 최소가 되는 지점을 탐색

5) 통행시간 산정 및 보정방법론

- 통행시간 산정을 위한 최단거리 산정 로직은 다익스트라 알고리즘(Dijkstra's algorithm)을 활용하여 산정하였음
- 위에서 산출한 집계구에서 각 시설까지의 최단통행시간 산출결과에 대하여 '다음지도'의 '길찾기'에서 산출된 통행시간 자료를 이용하여 통행시간을 보정하였음

나. 대중교통 및 도보

- 집계구별 각 시설까지의 대중교통 최단통행시간은 '다음지도'의 '길찾기'에서 도출된 결과를 활용
- 도보의 경우 집계구별 각 시설까지의 직선거리를 산출한 후 보행속도(1.2m/s)를 적용하여 도보 통행시간을 산출함

제3절 시설별 교통접근성 산정결과

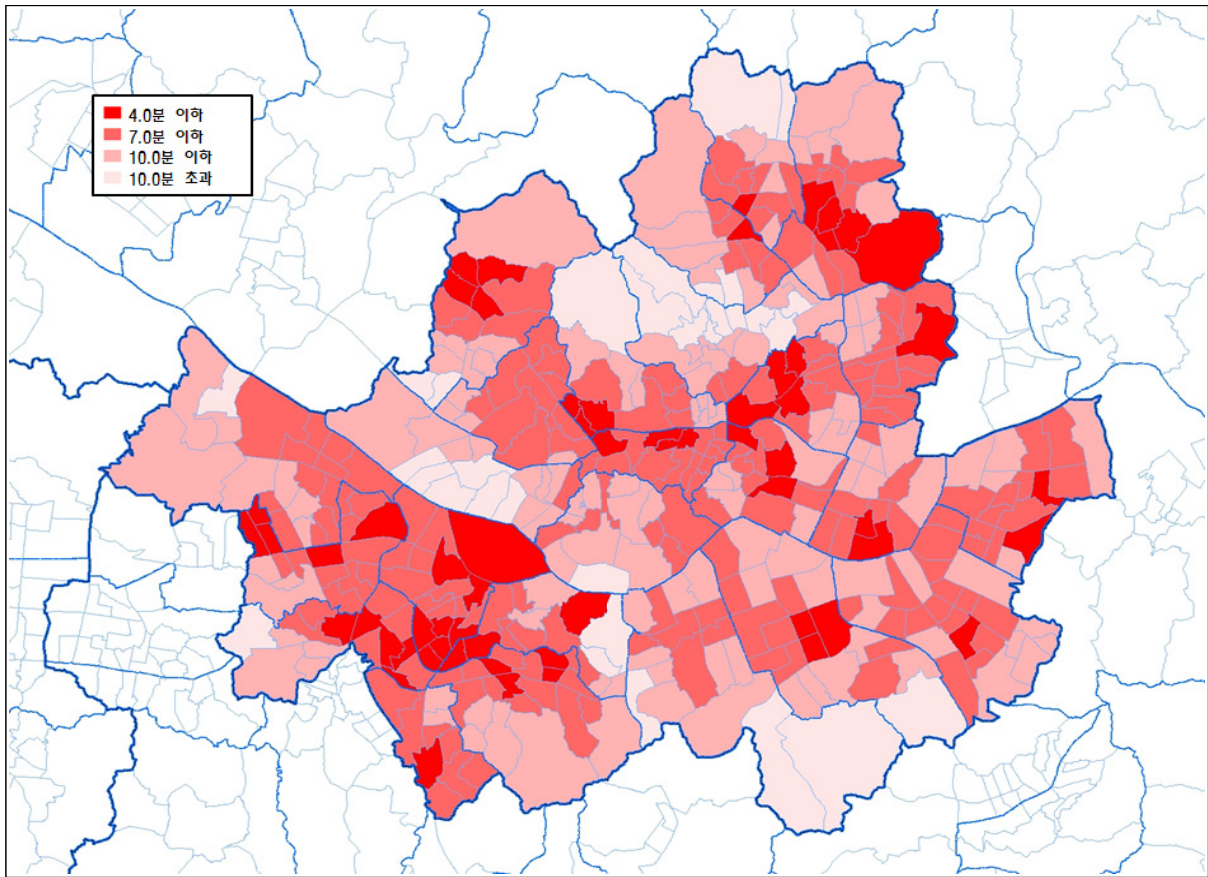
1. 응급의료시설(승용차, 새벽시간 기준)

가. 행정동별 접근성

- 새벽시간 기준 승용차로 가장 인접한 응급의료시설까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.55분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 영등포구 대림1동(2.18분), 종로구 무악동(2.48분), 광진구 자양1동(2.57분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(14.08분), 성북구 정릉4동(13.10분), 도봉구 도봉1동(12.99분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-16> 서울 행정동별 응급의료시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 영등포구 대림1동 | 2.18 | 서초구 내곡동 | 14.08 |
| 2 | 종로구 무악동 | 2.48 | 성북구 정릉4동 | 13.10 |
| 3 | 광진구 자양1동 | 2.57 | 도봉구 도봉1동 | 12.99 |
| 4 | 노원구 상계6.7동 | 2.64 | 강북구 삼각산동 | 12.84 |
| 5 | 중구 을지로동 | 2.79 | 성북구 정릉3동 | 12.70 |
| 6 | 양천구 신월5동 | 2.85 | 마포구 망원1동 | 12.03 |
| 7 | 구로구 구로2동 | 2.88 | 성북구 길음1동 | 11.90 |
| 8 | 성동구 사근동 | 2.99 | 강남구 세곡동 | 11.87 |
| 9 | 양천구 신월1동 | 3.02 | 성북구 길음2동 | 11.83 |
| 10 | 종로구 교남동 | 3.02 | 도봉구 도봉2동 | 11.67 |



<그림 4-4> 서울 행정동별 응급의료시설 평균통행시간 분포

나. 시군구·생활권별 접근성

- 서울 내 25개 구 중 영등포구의 응급의료시설 평균통행시간이 4.53분으로 가장 적게 나타났으며, 성북구의 경우 9.73분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 4-17> 서울 구별 응급의료시설 평균통행시간

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 중랑구 | 성북구 | |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 평균통행시간 (분) | 6.83 | 5.57 | 7.97 | 6.13 | 6.27 | 5.91 | 5.71 | 9.73 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 평균통행시간 (분) | 7.80 | 7.62 | 5.82 | 6.38 | 6.04 | 9.25 | 5.30 | 6.58 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 평균통행시간 (분) | 6.08 | 5.84 | 4.53 | 6.50 | 5.83 | 7.48 | 6.42 | 6.53 | 6.02 |

- 5개 생활권으로 구분하여 응급의료시설 평균통행시간을 분석하였을 때, 서남생활권이 5.84분으로 가장 쉽게 도달 가능하며, 서북생활권의 경우 7.22분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 나타남

<표 4-18> 서울 생활권별 응급의료시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간 (분) | 7.04 | 6.88 | 7.22 | 5.84 | 6.57 |

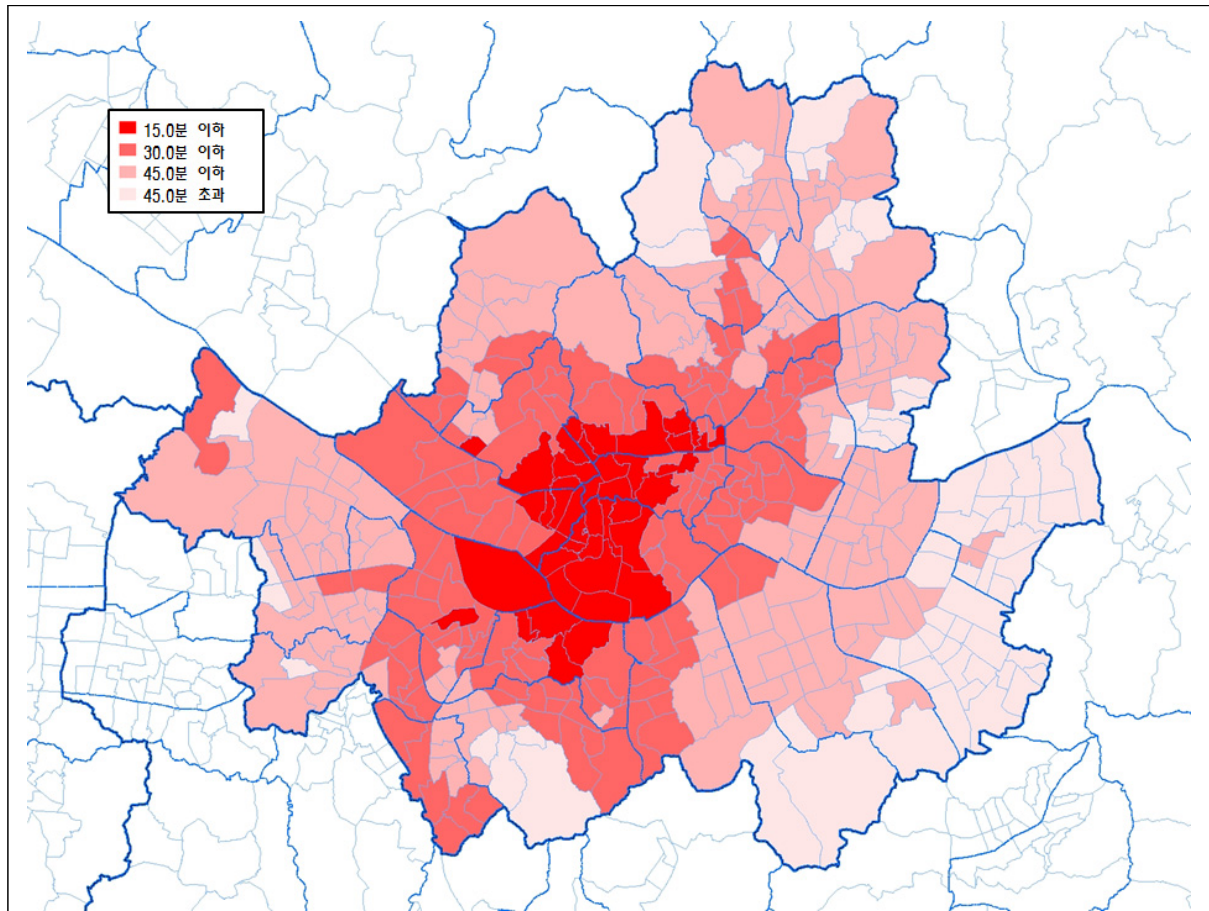
2. 지역간 교통시설(KTX역)(대중교통)

가. 행정동별 접근성

- 대중교통으로 가장 인접한 KTX역까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 33.77분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 용산구 남영동(4.05분), 용산구 한강로동(5.60분), 중구 종림동(5.66분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 강동구 강일동(67.48분), 서초구 내곡동(62.11분), 송파구 장지동(62.01분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-19> 서울 행정동별 KTX역 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 용산구 남영동 | 4.05 | 강동구 강일동 | 67.48 |
| 2 | 용산구 한강로동 | 5.60 | 서초구 내곡동 | 62.11 |
| 3 | 중구 종림동 | 5.66 | 송파구 장지동 | 62.01 |
| 4 | 용산구 청파동 | 5.85 | 송파구 마천2동 | 60.73 |
| 5 | 중구 회현동 | 6.38 | 강동구 상일동 | 59.49 |
| 6 | 용산구 후암동 | 6.61 | 송파구 문정1동 | 58.49 |
| 7 | 용산구 원효로1동 | 7.72 | 송파구 마천1동 | 58.15 |
| 8 | 중구 소공동 | 8.07 | 강남구 세곡동 | 57.75 |
| 9 | 용산구 이촌2동 | 9.01 | 송파구 가락2동 | 56.49 |
| 10 | 용산구 용문동 | 9.11 | 송파구 거여2동 | 56.45 |



<그림 4-5> 서울 행정동별 KTX역 평균통행시간 분포

나. 시군구·생활권별 접근성

- 서울 내 25개 구 중 용산구의 KTX역 평균통행시간이 11.35분으로 가장 적게 나타났으며, 강동구의 경우 50.78분으로 응급의료시설까지 도달하는데 가장 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 4-20> 서울 구별 KTX역 평균통행시간

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 중랑구 | 성북구 | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간 (분) | 18.11 | 16.20 | 11.38 | 25.15 | 39.43 | 31.91 | 41.60 | 30.54 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 평균통행시간 (분) | 34.84 | 39.89 | 42.51 | 33.13 | 23.18 | 17.61 | 35.81 | 36.94 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 평균통행시간 (분) | 33.09 | 27.91 | 22.52 | 19.11 | 33.70 | 29.55 | 38.76 | 50.44 | 50.78 |

- 5개 생활권으로 구분하여 KTX역 평균통행시간을 분석하였을 때, 도심생활권이 14.64분으로 가장 쉽게 도달 가능하며, 동남생활권의 경우 43.46분으로 KTX역까지 도달하는 데 가장 오래 걸리는 것으로 나타남

<표 4-21> 서울 생활권별 KTX역 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 평균통행시간(분) | 14.64 | 36.40 | 25.35 | 30.71 | 43.46 |

3. 교육시설(도보)

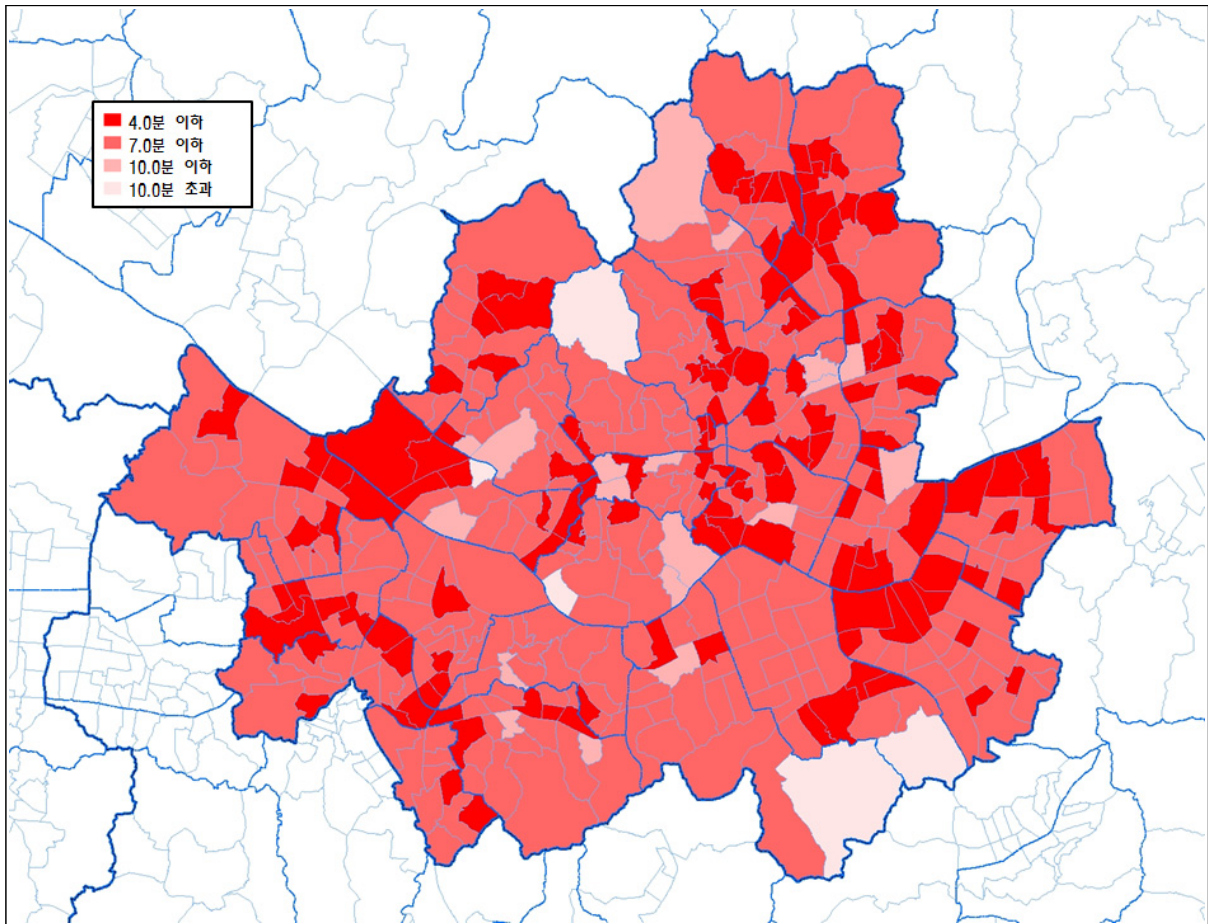
가. 행정동별 접근성

1) 초등학교

- 도보로 가장 인접한 초등학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 4.56분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 중랑구 중화1동(2.45분), 강서구 등촌3동(2.56분), 중랑구 신내2동(2.59분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(18.97분), 종로구 평창동(12.29분), 용산구 이촌2동(10.89분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-22> 서울 행정동별 초등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 중랑구 중화1동 | 2.45 | 서초구 내곡동 | 18.97 |
| 2 | 강서구 등촌3동 | 2.56 | 종로구 평창동 | 12.29 |
| 3 | 중랑구 신내2동 | 2.59 | 용산구 이촌2동 | 10.89 |
| 4 | 도봉구 창5동 | 2.63 | 마포구 연남동 | 10.19 |
| 5 | 성동구 금호4가동 | 2.67 | 강남구 세곡동 | 10.11 |
| 6 | 노원구 상계9동 | 2.77 | 동대문구 휘경1동 | 9.43 |
| 7 | 강서구 가양3동 | 2.79 | 서대문구 연희동 | 8.87 |
| 8 | 성북구 돈암2동 | 2.84 | 중구 을지로동 | 8.63 |
| 9 | 송파구 잠실3동 | 2.87 | 성동구 성수1가2동 | 8.54 |
| 10 | 종로구 창신제3동 | 2.89 | 용산구 한남동 | 8.46 |



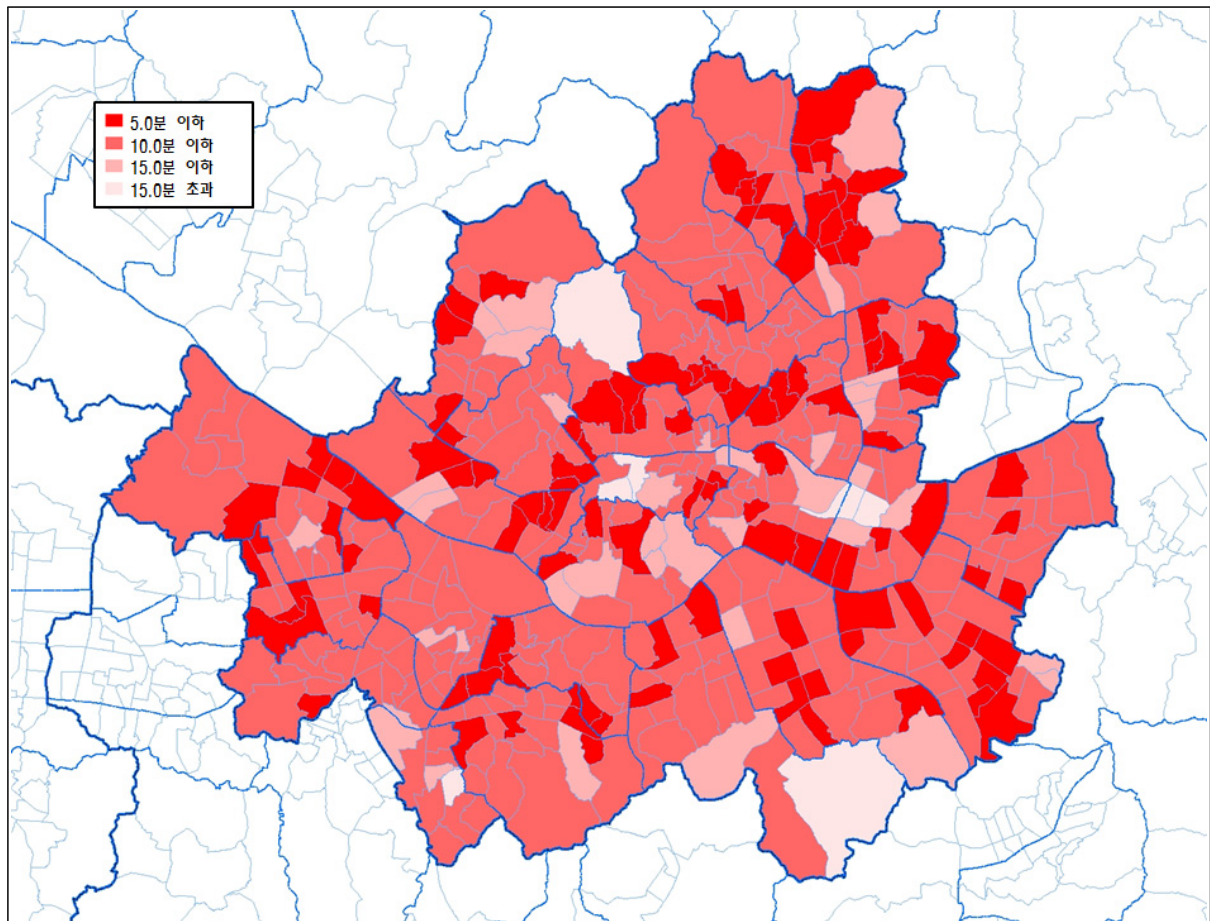
<그림 4- 6> 서울 행정동별 초등학교 평균통행시간 분포

2) 중학교

- 도보로 가장 인접한 중학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.47분이 소요됨
 - 행정동별로 살펴보면 종로구 교남동(2.91분), 중랑구 상봉1동(3.18분), 용산구 용산2가동(3.18분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
 - 서초구 내곡동(28.41분), 중구 명동(18.11분), 성동구 송정동(17.70분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-23> 서울 행정동별 중학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 교남동 | 2.91 | 서초구 내곡동 | 28.41 |
| 2 | 중랑구 상봉1동 | 3.18 | 중구 명동 | 18.11 |
| 3 | 용산구 용산2가동 | 3.18 | 성동구 송정동 | 17.70 |
| 4 | 광진구 구의1동 | 3.19 | 중구 회현동 | 16.89 |
| 5 | 송파구 잠실7동 | 3.20 | 광진구 군자동 | 16.61 |
| 6 | 송파구 송파2동 | 3.27 | 광진구 능동 | 15.33 |
| 7 | 노원구 중계1동 | 3.30 | 종로구 평창동 | 15.29 |
| 8 | 은평구 불광2동 | 3.32 | 금천구 시흥4동 | 15.25 |
| 9 | 관악구 행운동 | 3.38 | 송파구 마천1동 | 14.92 |
| 10 | 강남구 대치1동 | 3.41 | 강남구 세곡동 | 14.66 |



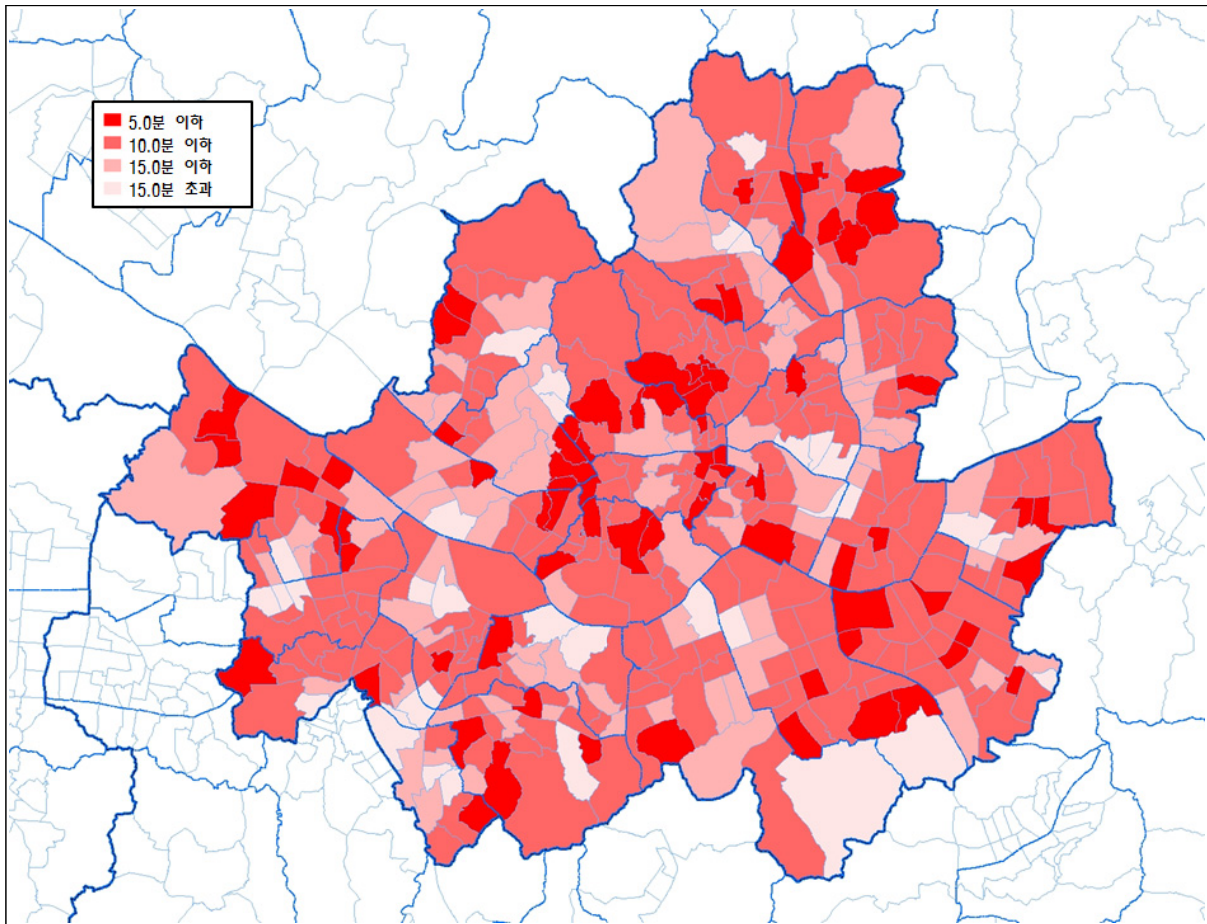
<그림 4-7> 서울 행정동별 중학교 평균통행시간 분포

3) 고등학교

- 도보로 가장 인접한 고등학교까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 8.32분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 가회동(2.02분), 종로구 창신제3동(2.73분), 중구 중림동(3.08분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(30.48분), 강남구 세곡동(22.57분), 동작구 흑석동(21.53분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-24> 서울 행정동별 고등학교 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 가회동 | 2.02 | 서초구 내곡동 | 30.48 |
| 2 | 종로구 창신제3동 | 2.73 | 강남구 세곡동 | 22.57 |
| 3 | 중구 중림동 | 3.08 | 동작구 흑석동 | 21.53 |
| 4 | 중구 신당제5동 | 3.11 | 구로구 가리봉동 | 21.20 |
| 5 | 송파구 잠실2동 | 3.18 | 성동구 송정동 | 20.42 |
| 6 | 용산구 용산2가동 | 3.27 | 금천구 독산2동 | 19.70 |
| 7 | 동대문구 회기동 | 3.40 | 금천구 가산동 | 19.39 |
| 8 | 노원구 상계10동 | 3.44 | 서대문구 홍제3동 | 19.10 |
| 9 | 용산구 이태원2동 | 3.50 | 동대문구 장안1동 | 18.83 |
| 10 | 종로구 교남동 | 3.51 | 양천구 신월7동 | 18.50 |



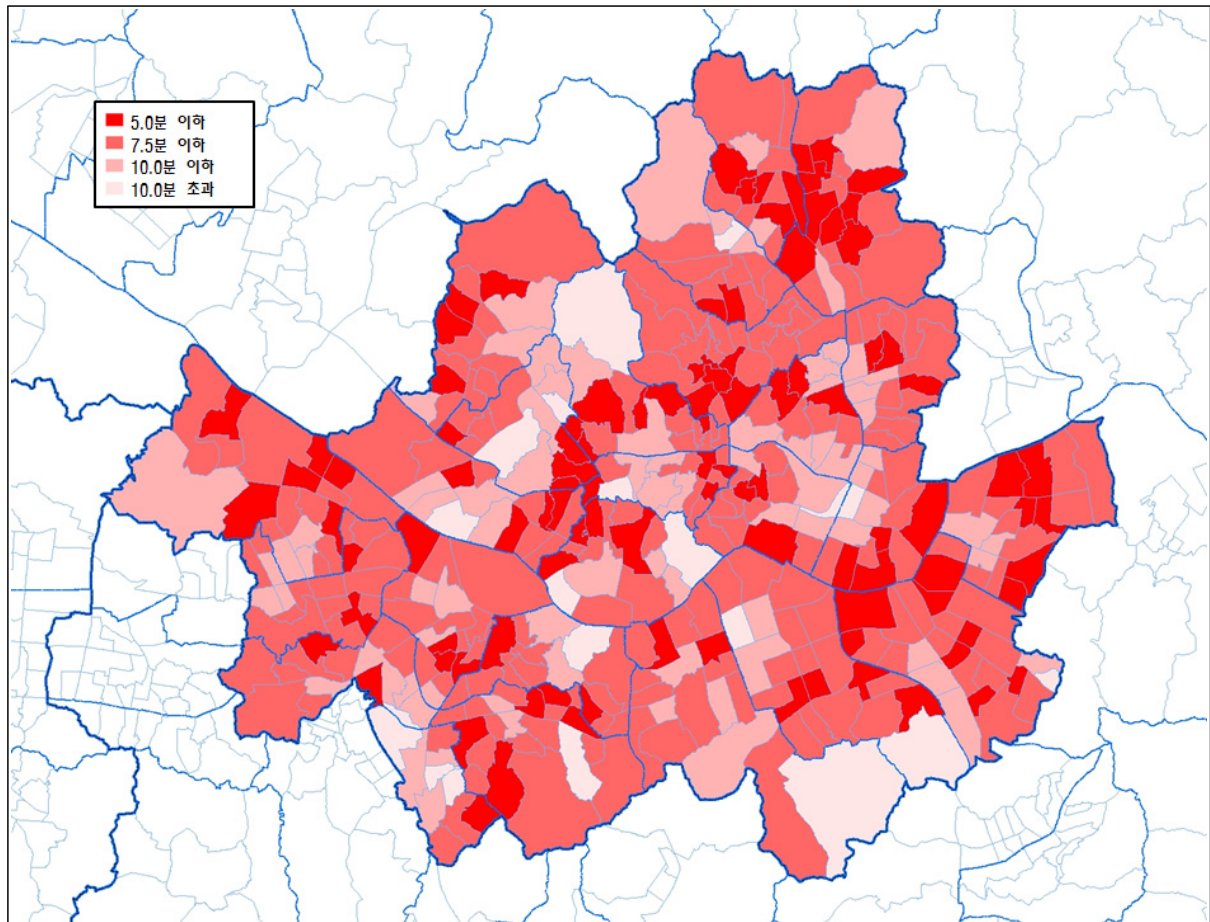
<그림 4- 8> 서울 행정동별 고등학교 평균통행시간 분포

4) 종합

- 초·중·고등학교까지의 평균통행시간을 종합화하여 교육시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 6.16분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 강서구 등촌3동(3.37분), 종로구 교남동(3.38분), 중구 신당제4동(3.38분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 서초구 내곡동(25.06분), 강남구 세곡동(15.25분), 성동구 송정동(12.82분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-25> 서울 행정동별 교육시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 강서구 등촌3동 | 3.37 | 서초구 내곡동 | 25.06 |
| 2 | 종로구 교남동 | 3.38 | 강남구 세곡동 | 15.25 |
| 3 | 중구 신당제4동 | 3.38 | 성동구 송정동 | 12.82 |
| 4 | 종로구 창신제3동 | 3.45 | 금천구 가산동 | 12.05 |
| 5 | 송파구 잠실2동 | 3.53 | 강남구 논현1동 | 12.04 |
| 6 | 종로구 가회동 | 3.53 | 광진구 군자동 | 11.68 |
| 7 | 노원구 중계2.3동 | 3.53 | 용산구 이촌2동 | 11.63 |
| 8 | 강서구 가양3동 | 3.59 | 구로구 가리봉동 | 11.62 |
| 9 | 성북구 돈암2동 | 3.62 | 종로구 평창동 | 11.53 |
| 10 | 노원구 상계9동 | 3.64 | 관악구 낙성대동 | 11.52 |



<그림 4-9> 서울 행정동별 교육시설 평균통행시간 분포

나. 시군구·생활권별 접근성

- 시군구별로 교육시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 초등학교 접근시간의 경우 노원구가 3.91분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 5.53분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 중학교 접근시간의 경우 강동구가 5.49분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 8.60분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 고등학교 접근시간의 경우 중구가 5.25분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 11.61분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 초·중·고등학교 평균통행시간을 종합화하였을 때, 노원구가 5.28분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 7.64분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-26> 서울 구별 교육시설 평균통행시간

| 시군구 | 초등학교(분) | 중학교(분) | 고등학교(분) | 교육시설 종합(분) |
|------|---------|--------|---------|------------|
| 종로구 | 5.53 | 7.34 | 5.81 | 6.11 |
| 중구 | 4.80 | 6.74 | 5.25 | 5.45 |
| 용산구 | 5.53 | 7.13 | 6.64 | 6.26 |
| 성동구 | 4.38 | 7.11 | 8.74 | 6.33 |
| 광진구 | 4.48 | 7.16 | 7.88 | 6.23 |
| 동대문구 | 5.04 | 7.09 | 10.27 | 7.13 |
| 종랑구 | 4.42 | 6.72 | 8.65 | 6.28 |
| 성북구 | 4.31 | 6.69 | 7.34 | 5.78 |
| 강북구 | 4.96 | 5.93 | 8.78 | 6.31 |
| 도봉구 | 4.32 | 5.74 | 8.29 | 5.84 |
| 노원구 | 3.91 | 5.73 | 6.96 | 5.28 |
| 은평구 | 4.37 | 7.36 | 8.13 | 6.20 |
| 서대문구 | 5.48 | 6.37 | 10.49 | 7.26 |
| 마포구 | 4.58 | 6.82 | 8.97 | 6.36 |
| 양천구 | 4.29 | 5.65 | 8.41 | 5.83 |
| 강서구 | 4.28 | 6.33 | 8.35 | 5.98 |
| 구로구 | 4.59 | 7.01 | 9.34 | 6.52 |
| 금천구 | 4.39 | 8.60 | 11.61 | 7.64 |
| 영등포구 | 4.47 | 6.68 | 8.66 | 6.21 |
| 동작구 | 4.81 | 5.78 | 10.51 | 6.74 |
| 관악구 | 4.82 | 6.51 | 7.42 | 6.04 |
| 서초구 | 5.13 | 6.56 | 9.34 | 6.70 |
| 강남구 | 5.00 | 6.21 | 7.17 | 6.02 |
| 송파구 | 4.29 | 6.50 | 7.62 | 5.81 |
| 강동구 | 4.42 | 5.49 | 8.00 | 5.76 |

- 생활권별로 교육시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 초등학교 접근시간의 경우 동북생활권이 4.39분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 5.36분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 중학교 접근시간의 경우 동남생활권이 6.21분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 7.12분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 고등학교 접근시간의 경우 도심생활권이 6.02분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 9.08분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 초·중·고등학교 평균통행시간을 종합화하였을 때, 도심·동북·동남생활권이 6.02분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 6.54분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-27> 서울 생활권별 교육시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 초등학교(분) | 5.36 | 4.39 | 4.72 | 4.50 | 4.66 |
| 중학교(분) | 7.12 | 6.42 | 6.92 | 6.45 | 6.21 |
| 고등학교(분) | 6.02 | 8.15 | 9.08 | 8.92 | 7.89 |
| 교육시설 종합(분) | 6.02 | 6.02 | 6.54 | 6.28 | 6.02 |

4. 도시교통시설(도보)

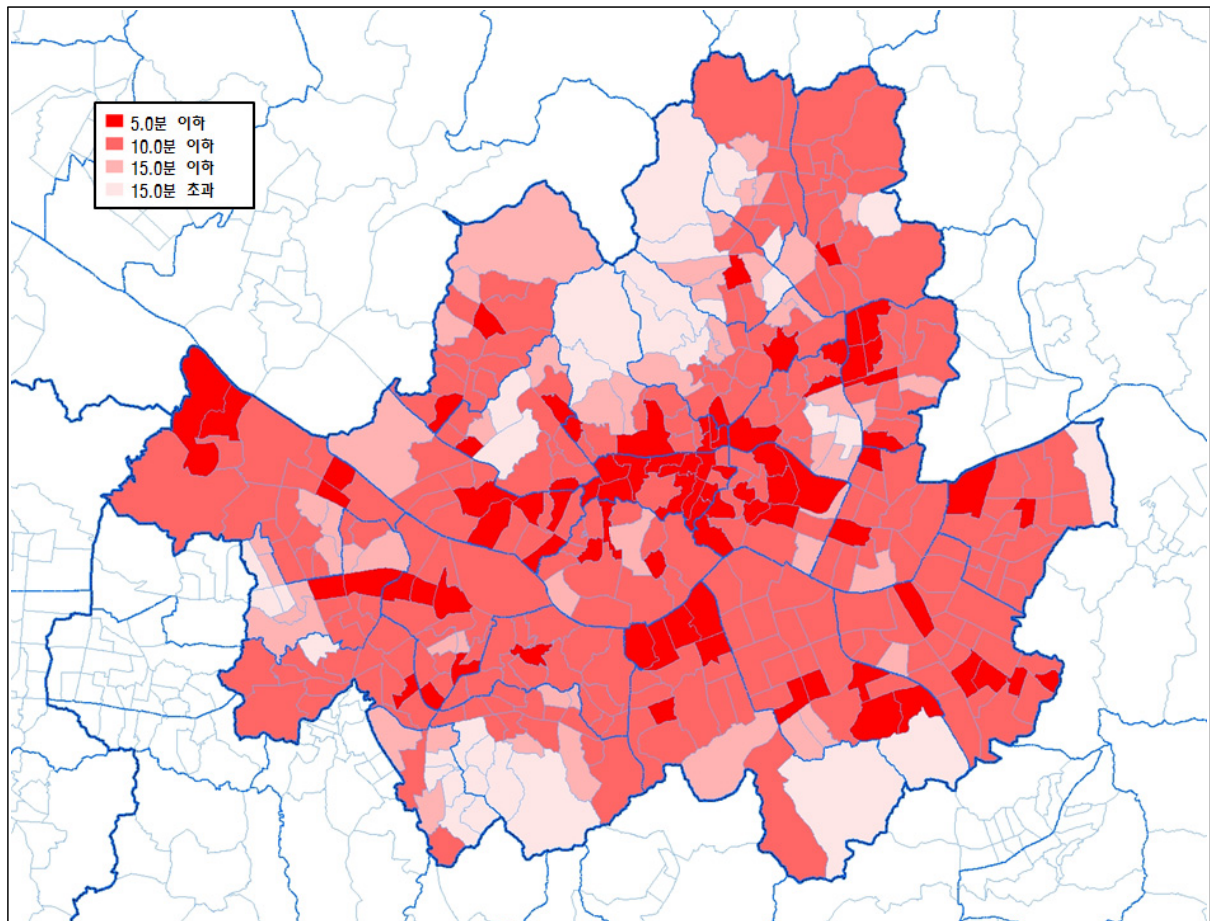
가. 행정동별 접근성

1) 지하철역

- 도보로 가장 인접한 지하철역까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 8.38분이 소요됨
 - 행정동별로 살펴보면 종로구 송인제1동(2.42분), 종로구 창신제1동(2.84분), 종로구 종로1.2.3.4가동(3.27분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
 - 종로구 평창동(38.55분), 관악구 난향동(32.20분), 관악구 삼성동(28.46분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-28> 서울 행정동별 지하철역 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|--------------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 송인제1동 | 2.42 | 종로구 평창동 | 38.55 |
| 2 | 종로구 창신제1동 | 2.84 | 관악구 난향동 | 32.20 |
| 3 | 종로구 종로1, 2, 3, 4가동 | 3.27 | 관악구 삼성동 | 28.46 |
| 4 | 중구 명동 | 3.31 | 금천구 시흥2동 | 28.20 |
| 5 | 용산구 남영동 | 3.43 | 강북구 우이동 | 27.95 |
| 6 | 중구 을지로동 | 3.43 | 성북구 정릉3동 | 27.56 |
| 7 | 중구 광희동 | 3.45 | 종로구 부암동 | 27.32 |
| 8 | 중구 신당제1동 | 3.58 | 성북구 정릉4동 | 26.58 |
| 9 | 종로구 창신제3동 | 3.61 | 관악구 대학동 | 24.22 |
| 10 | 종로구 무악동 | 3.62 | 강남구 세곡동 | 24.10 |



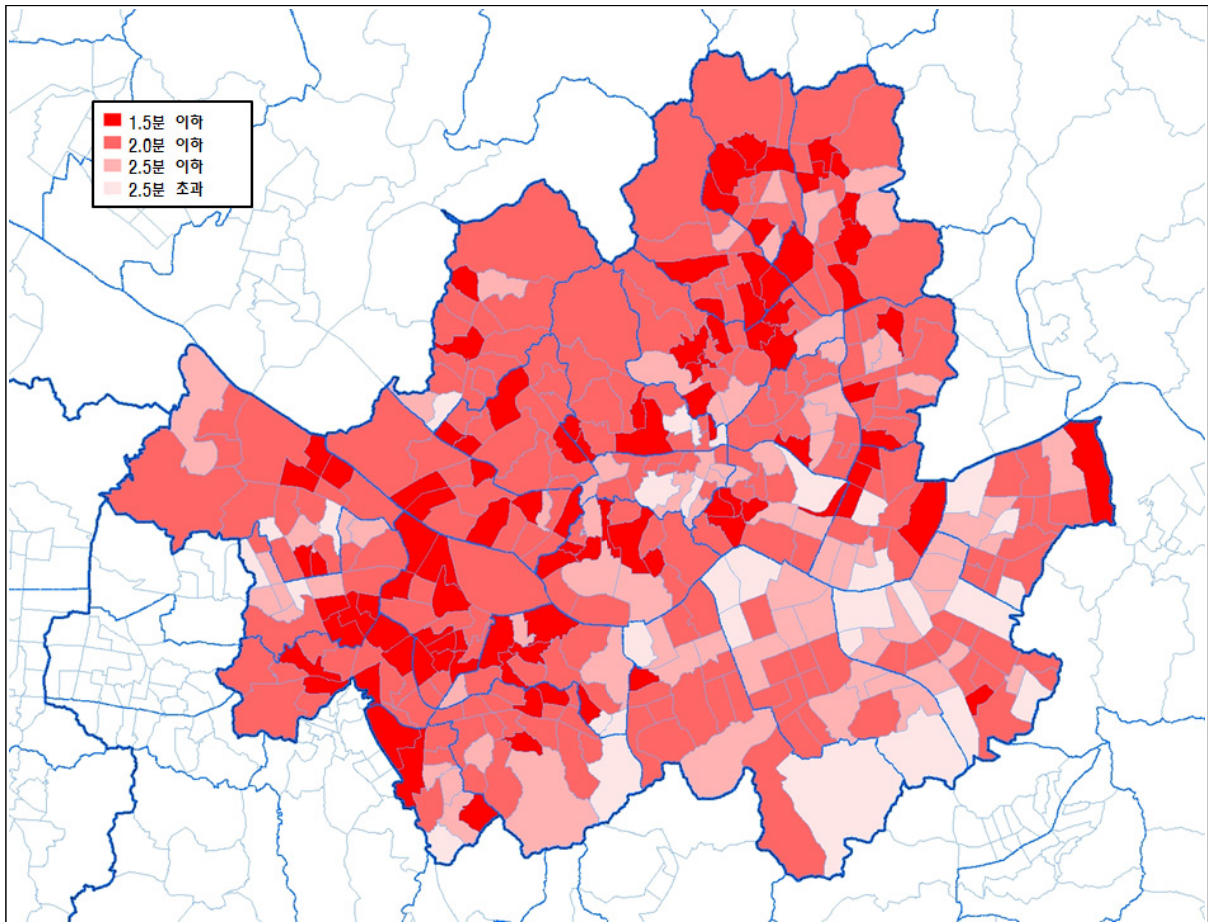
<그림 4-10> 서울 행정동별 지하철역 평균통행시간 분포

2) 버스정류장

- 도보로 가장 인접한 버스정류장까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 1.80분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성동구 금호1가동(0.76분), 강서구 화곡2동(0.96분), 서대문구 남가좌1동(0.98분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 강남구 세곡동(4.69분), 중구 필동(4.68분), 종로구 창신제2동(3.82분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-29> 서울 행정동별 버스정류장 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성동구 금호1가동 | 0.76 | 강남구 세곡동 | 4.69 |
| 2 | 강서구 화곡2동 | 0.96 | 중구 필동 | 4.68 |
| 3 | 서대문구 남가좌1동 | 0.98 | 종로구 창신제2동 | 3.82 |
| 4 | 종로구 교남동 | 1.00 | 동작구 사당4동 | 3.73 |
| 5 | 영등포구 신길4동 | 1.01 | 송파구 잠실7동 | 3.68 |
| 6 | 강서구 등촌3동 | 1.03 | 강남구 압구정동 | 3.61 |
| 7 | 성동구 금호4가동 | 1.03 | 서초구 내곡동 | 3.56 |
| 8 | 마포구 서강동 | 1.04 | 송파구 오륜동 | 3.46 |
| 9 | 종로구 숭인제1동 | 1.07 | 관악구 남현동 | 3.41 |
| 10 | 성동구 응봉동 | 1.07 | 서초구 반포본동 | 3.41 |



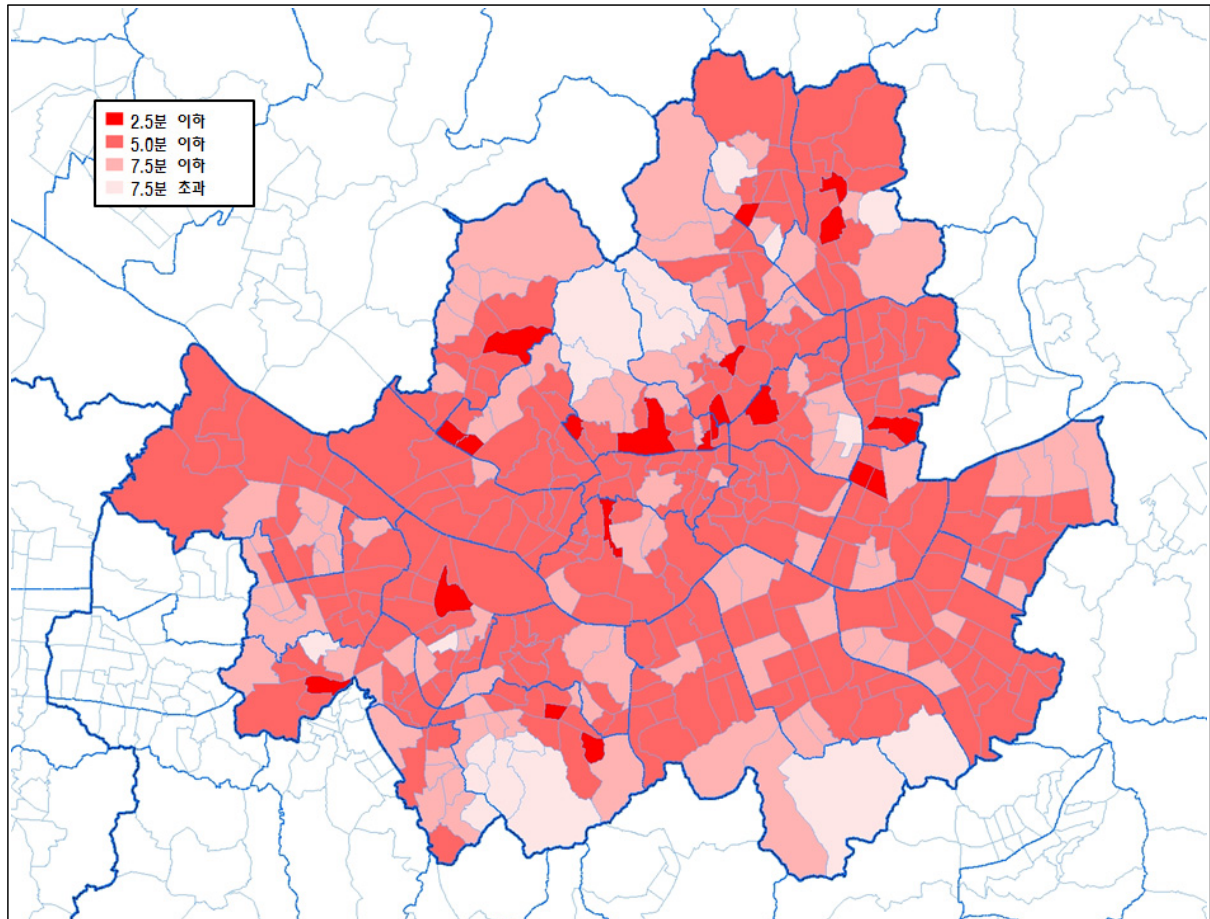
<그림 4-11> 서울 행정동별 버스정류장 평균통행시간 분포

3) 종합

- 지하철역·버스정류장까지의 평균통행시간을 종합화하여 도시교통시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 4.49분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 종로구 송인제1동(1.62분), 서대문구 남가좌1동(1.67분), 노원구 중계 2.3동(1.69분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 성북구 정릉3동(14.27분), 관악구 난향동(13.33분), 종로구 부암동(12.45분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-30> 서울 행정동별 도시교통시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 종로구 숭인제1동 | 1.62 | 성북구 정릉3동 | 14.27 |
| 2 | 서대문구 남가좌1동 | 1.67 | 관악구 난향동 | 13.33 |
| 3 | 노원구 중계2.3동 | 1.69 | 종로구 부암동 | 12.45 |
| 4 | 종로구 무악동 | 1.80 | 강남구 세곡동 | 11.58 |
| 5 | 서대문구 북가좌1동 | 1.97 | 성북구 정릉4동 | 11.54 |
| 6 | 노원구 상계2동 | 2.09 | 노원구 중계본동 | 11.40 |
| 7 | 성북구 돈암1동 | 2.11 | 종로구 평창동 | 10.81 |
| 8 | 종로구 창신제1동 | 2.16 | 관악구 대학동 | 10.40 |
| 9 | 성북구 보문동 | 2.16 | 금천구 시흥2동 | 10.00 |
| 10 | 구로구 개봉2동 | 2.21 | 구로구 고척2동 | 9.54 |



<그림 4-12> 서울 행정동별 도시교통시설 평균통행시간 분포

나. 시군구·생활권별 접근성

- 시군구별로 도시교통시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 지하철역 접근시간의 경우 중구가 4.43분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 15.63분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 버스정류장 접근시간의 경우 영등포구가 1.49분으로 가장 접근이 용이하고, 송파구가 2.20분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 지하철역·버스정류장 평균통행시간을 종합화하였을 때, 중구가 3.63분으로 가장 접근이 용이하고, 금천구가 5.82분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-31> 서울 구별 도시교통시설 평균통행시간

| 시군구 | 지하철역(분) | 버스정류장(분) | 도시교통시설 종합(분) |
|------|---------|----------|--------------|
| 종로구 | 11.61 | 1.81 | 5.44 |
| 중구 | 4.43 | 2.15 | 3.63 |
| 용산구 | 7.37 | 1.72 | 3.92 |
| 성동구 | 5.63 | 1.71 | 3.88 |
| 광진구 | 6.85 | 1.89 | 4.25 |
| 동대문구 | 9.09 | 1.81 | 4.75 |
| 중랑구 | 6.72 | 1.68 | 3.82 |
| 성북구 | 10.26 | 1.62 | 5.07 |
| 강북구 | 12.79 | 1.61 | 5.03 |
| 도봉구 | 10.14 | 1.58 | 4.92 |
| 노원구 | 7.50 | 1.65 | 4.42 |
| 은평구 | 7.88 | 1.82 | 4.64 |
| 서대문구 | 9.99 | 1.64 | 4.31 |
| 마포구 | 6.11 | 1.55 | 3.87 |
| 양천구 | 10.68 | 1.88 | 4.54 |
| 강서구 | 7.32 | 1.77 | 4.33 |
| 구로구 | 8.19 | 1.62 | 4.60 |
| 금천구 | 15.63 | 1.79 | 5.82 |
| 영등포구 | 6.61 | 1.49 | 3.88 |
| 동작구 | 6.77 | 1.81 | 4.46 |
| 관악구 | 12.44 | 1.79 | 5.49 |
| 서초구 | 6.77 | 1.86 | 4.19 |
| 강남구 | 6.83 | 2.17 | 4.43 |
| 송파구 | 7.07 | 2.20 | 4.23 |
| 강동구 | 7.33 | 2.03 | 4.39 |

- 생활권별로 도시교통시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 지하철역 접근시간의 경우 동남생활권이 7.01분으로 가장 접근이 용이하고, 서남생활권이 7.88분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 버스정류장 접근시간의 경우 동북·서북생활권이 1.69분으로 가장 접근이 용이하고, 동남생활권이 2.09분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 지하철역·버스정류장 평균통행시간을 종합화하였을 때, 서북생활권이 4.30분으로 가장 접근이 용이하고, 서남생활권이 4.48분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-32> 서울 생활권별 도시교통시설 평균통행시간

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 지하철역(분) | 7.98 | 8.58 | 7.88 | 9.37 | 7.01 |
| 버스정류장(분) | 1.85 | 1.69 | 1.69 | 1.74 | 2.09 |
| 도시교통시설 종합(분) | 4.32 | 4.52 | 4.30 | 4.68 | 4.31 |

5. 판매시설(승용차)

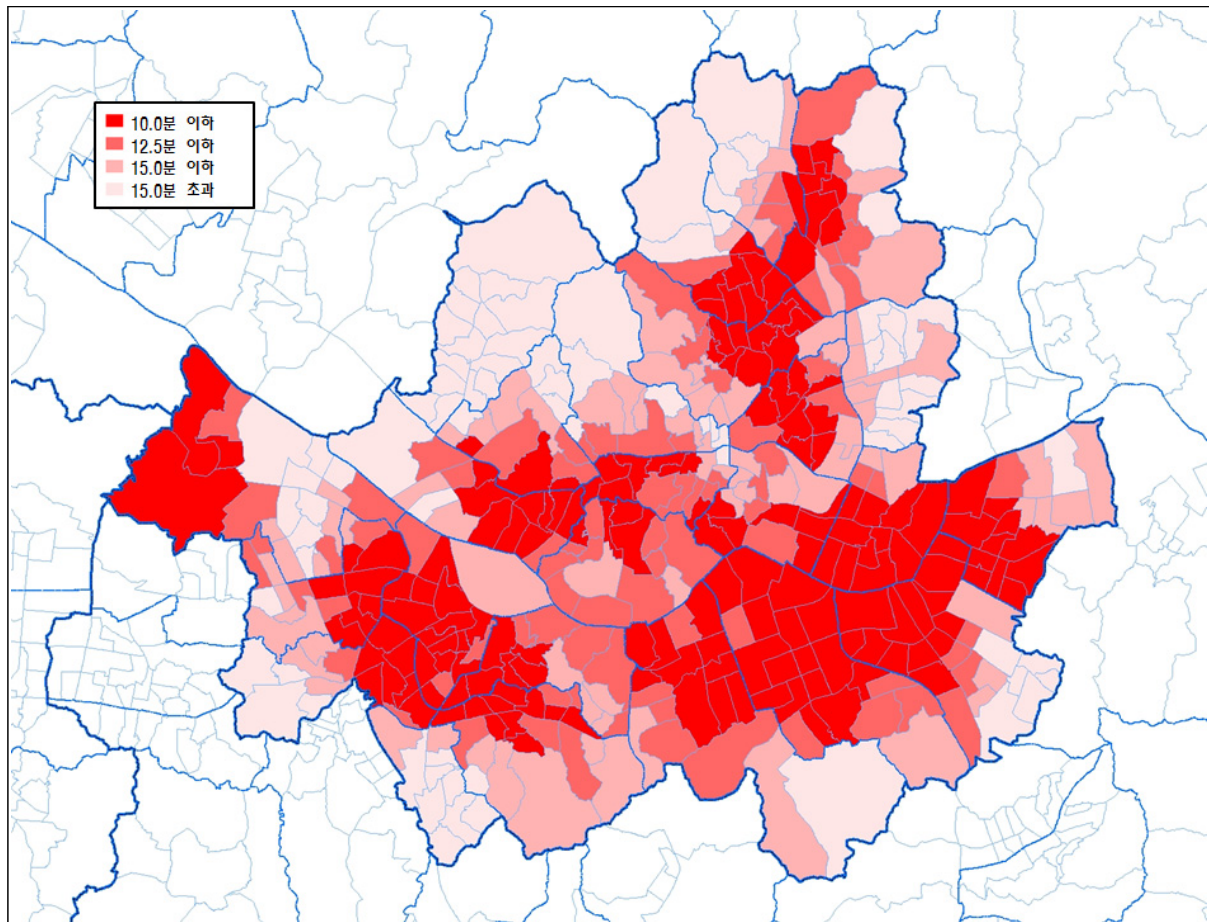
가. 행정동별 접근성

1) 백화점

- 승용차로 가장 인접한 백화점까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 11.67분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성북구 길음2동(3.42분), 강북구 송중동(3.59분), 관악구 보라매동(3.93분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 은평구 갈현1동(28.87분), 은평구 진관동(28.72분), 은평구 불광2동(28.34분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-33> 서울 행정동별 백화점 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성북구 길음2동 | 3.42 | 은평구 갈현1동 | 28.87 |
| 2 | 강북구 송중동 | 3.59 | 은평구 진관동 | 28.72 |
| 3 | 관악구 보라매동 | 3.93 | 은평구 불광2동 | 28.34 |
| 4 | 관악구 신림동 | 4.23 | 은평구 구산동 | 26.60 |
| 5 | 강북구 송천동 | 4.62 | 은평구 갈현2동 | 26.03 |
| 6 | 강남구 대치4동 | 4.68 | 은평구 대조동 | 25.91 |
| 7 | 광진구 자양3동 | 4.70 | 은평구 불광1동 | 25.21 |
| 8 | 광진구 화양동 | 4.73 | 은평구 역촌동 | 24.61 |
| 9 | 강동구 성내2동 | 4.73 | 은평구 신사1동 | 22.07 |
| 10 | 성북구 월곡1동 | 4.76 | 은평구 응암1동 | 21.70 |



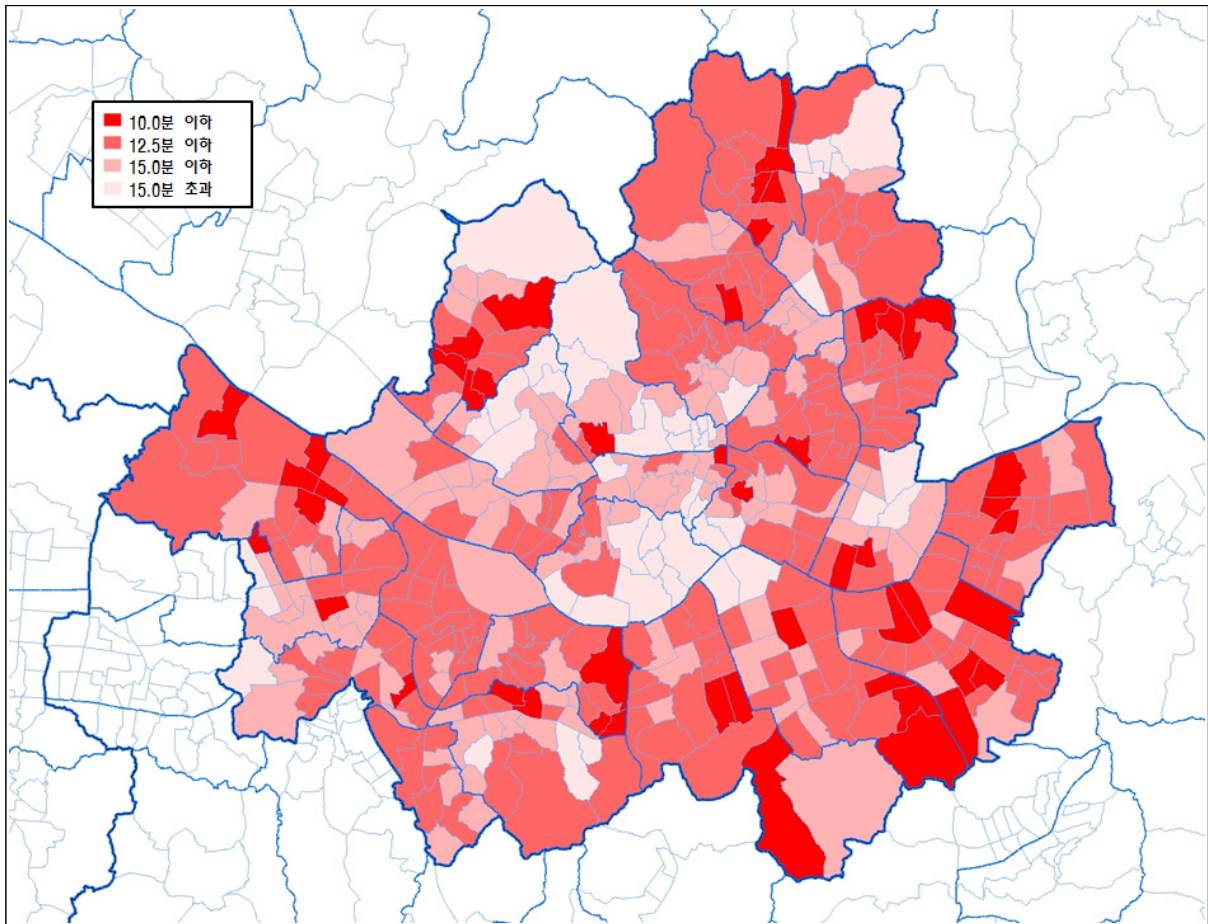
<그림 4-13> 서울 행정동별 백화점 평균통행시간 분포

2) 대형마트

- 승용차로 가장 인접한 대형마트까지의 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 12.35분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 동작구 사당2동(8.51분), 서초구 서초2동(8.68분), 강남구 일원1동(8.91분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 용산구 이태원2동(30.33분), 용산구 보광동(29.02분), 용산구 이태원1동(28.90분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-34> 서울 행정동별 대형마트 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|-------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 동작구 사당4동 | 8.51 | 용산구 이태원2동 | 30.33 |
| 2 | 서초구 서초2동 | 8.68 | 용산구 보광동 | 29.02 |
| 3 | 강남구 일원1동 | 8.91 | 용산구 이태원1동 | 28.90 |
| 4 | 강서구 등촌1동 | 9.00 | 종로구 창신제2동 | 27.08 |
| 5 | 도봉구 창2동 | 9.12 | 종로구 종로5.6가동 | 25.76 |
| 6 | 동작구 사당2동 | 9.16 | 종로구 부암동 | 25.73 |
| 7 | 송파구 문정2동 | 9.17 | 강남구 압구정동 | 24.02 |
| 8 | 송파구 가락본동 | 9.19 | 노원구 상계3.4동 | 23.87 |
| 9 | 광진구 자양3동 | 9.23 | 종로구 창신제3동 | 23.76 |
| 10 | 강서구 등촌3동 | 9.36 | 용산구 서빙고동 | 23.74 |



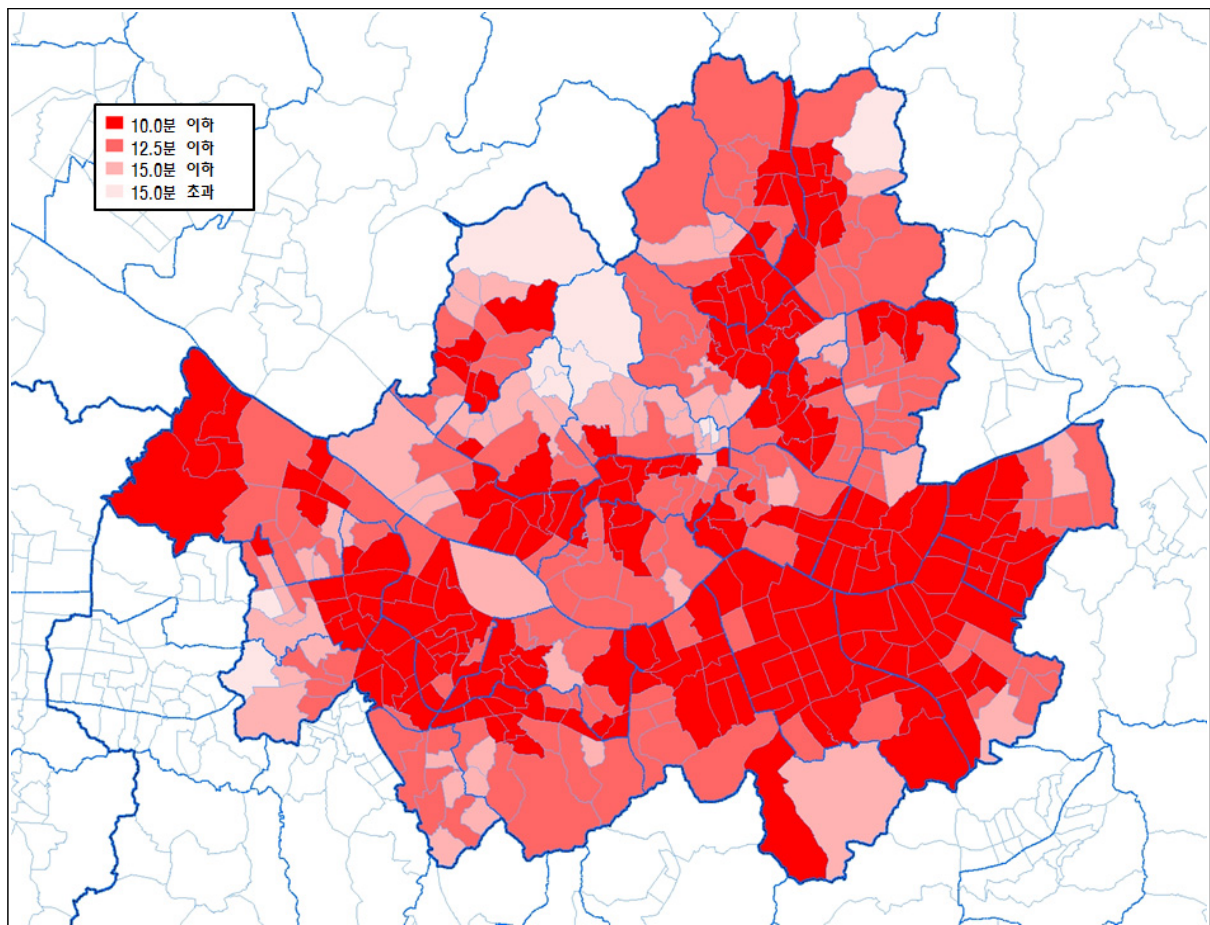
<그림 4-14> 서울 행정동별 대형마트 평균통행시간 분포

3) 종합

- 백화점·대형마트까지의 평균통행시간을 종합화하여 판매시설에 대한 평균통행시간을 산출한 결과 서울 전체적으로는 9.99분이 소요됨
- 행정동별로 살펴보면 성북구 길음2동(3.42분), 강북구 송중동(3.59분), 관악구 보라매동(3.93분) 순으로 접근성이 용이한 것으로 나타나며,
- 종로구 평창동(19.38분), 종로구 부암동(18.94분), 서대문구 홍은1동(18.62분) 순으로 접근하기 어려운 것으로 분석되었음

<표 4-35> 서울 행정동별 판매시설 평균통행시간 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|------------|-----------|------------|-----------|
| | 행정동명 | 평균통행시간(분) | 행정동명 | 평균통행시간(분) |
| 1 | 성북구 길음2동 | 3.42 | 종로구 평창동 | 19.38 |
| 2 | 강북구 송중동 | 3.59 | 종로구 부암동 | 18.94 |
| 3 | 관악구 보라매동 | 3.93 | 서대문구 홍은1동 | 18.62 |
| 4 | 관악구 신림동 | 4.23 | 서대문구 홍제3동 | 17.44 |
| 5 | 강북구 송천동 | 4.62 | 은평구 진관동 | 16.77 |
| 6 | 강남구 대치4동 | 4.68 | 종로구 창신제3동 | 16.58 |
| 7 | 광진구 자양3동 | 4.70 | 노원구 상계3.4동 | 16.52 |
| 8 | 광진구 화양동 | 4.73 | 구로구 수궁동 | 16.19 |
| 9 | 강동구 성내2동 | 4.73 | 종로구 송인제1동 | 15.65 |
| 10 | 성북구 월곡1동 | 4.76 | 양천구 신월7동 | 15.49 |



<그림 4-15> 서울 행정동별 판매시설 평균통행시간 분포

나. 시군구·생활권별 접근성

- 시군구별로 판매시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 백화점 접근시간의 경우 강남구가 7.81분으로 가장 접근이 용이하고, 은평구가 23.84분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 대형마트 접근시간의 경우 도봉구가 10.76분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 18.36분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 백화점·대형마트 평균통행시간을 종합화하였을 때, 강남가 7.68분으로 가장 접근이 용이하고, 종로구가 14.52분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-36> 서울 구별 판매시설 평균통행시간

| 시군구 | 백화점(분) | 대형마트(분) | 판매시설 종합(분) |
|------|--------|---------|------------|
| 종로구 | 15.28 | 18.36 | 14.52 |
| 중구 | 10.93 | 15.28 | 10.19 |
| 용산구 | 10.85 | 17.09 | 10.78 |
| 성동구 | 10.85 | 12.88 | 10.16 |
| 광진구 | 8.41 | 13.34 | 8.31 |
| 동대문구 | 10.10 | 11.59 | 9.54 |
| 종랑구 | 15.79 | 10.92 | 10.92 |
| 성북구 | 9.62 | 12.55 | 9.33 |
| 강북구 | 9.95 | 11.87 | 9.16 |
| 도봉구 | 13.40 | 10.76 | 10.44 |
| 노원구 | 11.31 | 13.56 | 10.44 |
| 은평구 | 23.84 | 11.76 | 11.76 |
| 서대문구 | 13.38 | 15.47 | 12.84 |
| 마포구 | 10.53 | 12.20 | 9.74 |
| 양천구 | 10.87 | 12.41 | 10.69 |
| 강서구 | 13.52 | 11.33 | 10.60 |
| 구로구 | 11.53 | 12.14 | 10.24 |
| 금천구 | 16.44 | 12.25 | 12.25 |
| 영등포구 | 9.25 | 11.52 | 9.04 |
| 동작구 | 10.64 | 11.12 | 9.79 |
| 관악구 | 10.29 | 12.91 | 9.72 |
| 서초구 | 9.66 | 11.44 | 9.13 |
| 강남구 | 7.81 | 12.43 | 7.68 |
| 송파구 | 11.20 | 11.39 | 9.26 |
| 강동구 | 9.46 | 10.90 | 8.62 |

- 생활권별로 판매시설 평균통행시간을 정리한 결과는 아래와 같음
 - 백화점 접근시간의 경우 동남생활권이 9.63분으로 가장 접근이 용이하고, 서북생활권이 16.64분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 대형마트 접근시간의 경우 동남생활권이 11.56분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 17.05분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남
 - 백화점대형마트 평균통행시간을 종합화하였을 때, 동남생활권이 8.68분으로 가장 접근이 용이하고, 도심생활권이 11.80분으로 접근하는데 가장 오랜 시간이 걸리는 것으로 나타남

<표 4-37> 서울 생활권별 판매시설 평균통행시간

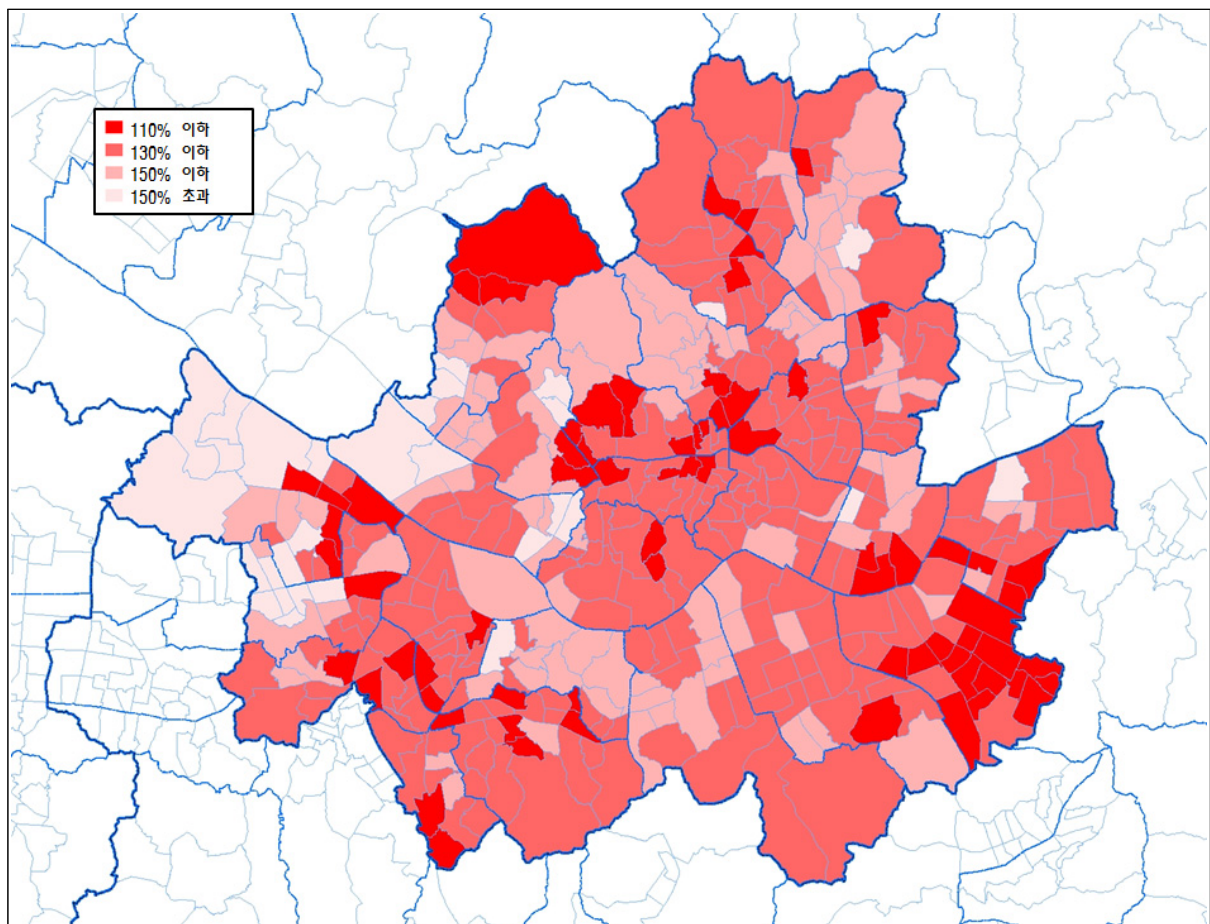
| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 백화점(분) | 12.24 | 11.22 | 16.64 | 11.55 | 9.63 |
| 대형마트(분) | 17.05 | 12.27 | 12.92 | 11.96 | 11.56 |
| 판매시설 종합(분) | 11.80 | 9.83 | 11.40 | 10.23 | 8.68 |

6. 교통혼잡에 따른 접근성 차이

- 교통혼잡에 따른 접근성 차이 분석을 위해 각 시설 중 응급의료시설을 대상으로 새벽시간과 혼잡시간(출근시간) 승용차 평균통행시간을 산출한 후, 새벽시간 대비 혼잡시간의 통행시간 비율을 산출하였으며, 서울 전체적으로 새벽시간보다 혼잡시간 응급의료시설 통행시간이 1.26배 더 높은 것으로 나타남
 - 행정동별로 살펴보면 용산구 이태원1동(91.96%), 종로구 종로5.6가동(96.49%), 송파구 방이1동(96.75%) 순으로 혼잡의 영향이 덜하며,
 - 양천구 신월3동(189.78%), 마포구 상암동(189.37%), 양천구 신월2동(179.64%) 순으로 교통 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 강하게 나타남

<표 4-38> 서울 행정동별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 상·하위 10개 지역

| 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| | 행정동명 | 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 행정동명 | 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) |
| 1 | 용산구 이태원1동 | 91.96 | 양천구 신월3동 | 189.78 |
| 2 | 종로구 종로5.6가동 | 96.49 | 마포구 상암동 | 189.37 |
| 3 | 송파구 방이1동 | 96.75 | 양천구 신월2동 | 179.64 |
| 4 | 성북구 보문동 | 97.82 | 마포구 공덕동 | 175.27 |
| 5 | 송파구 송파2동 | 97.96 | 양천구 신월4동 | 173.15 |
| 6 | 송파구 거여1동 | 98.00 | 광진구 군자동 | 173.03 |
| 7 | 중구 소공동 | 98.19 | 마포구 아현동 | 166.96 |
| 8 | 종로구 창신제3동 | 98.38 | 양천구 신월1동 | 162.66 |
| 9 | 강북구 미아동 | 100.20 | 강서구 가양2동 | 162.52 |
| 10 | 서대문구 천연동 | 100.27 | 양천구 신월7동 | 162.37 |



<그림 4-16> 서울 행정동별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율 분포

- 이를 구별로 정리한 결과 송파구가 109.89%로 혼잡의 영향이 가장 적게, 마포구가 141.43%로 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 가장 크게 나타남
- 생활권별로 정리하면 동남생활권이 120.68%로 혼잡의 영향이 가장 적게, 서북생활권이 137.63%로 혼잡에 따른 통행시간 증가 영향이 가장 크게 나타남

<표 4-39> 서울 구별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율

| 시군구 | 종로구 | 중구 | 용산구 | 성동구 | 광진구 | 동대문구 | 중랑구 | 성북구 | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 123.86 | 116.60 | 121.88 | 123.20 | 125.37 | 117.83 | 125.14 | 130.33 | |
| 시군구 | 강북구 | 도봉구 | 노원구 | 은평구 | 서대문구 | 마포구 | 양천구 | 강서구 | |
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 123.44 | 124.58 | 129.56 | 135.23 | 134.44 | 141.43 | 137.01 | 135.47 | |
| 시군구 | 구로구 | 금천구 | 영등포구 | 동작구 | 관악구 | 서초구 | 강남구 | 송파구 | 강동구 |
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 118.95 | 122.65 | 118.58 | 135.08 | 117.45 | 129.87 | 122.96 | 109.89 | 124.56 |

<표 4-40> 서울 생활권별 응급의료시설 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 새벽 대비 혼잡시간대 평균통행시간 비율(%) | 121.47 | 125.82 | 137.63 | 127.43 | 120.68 |

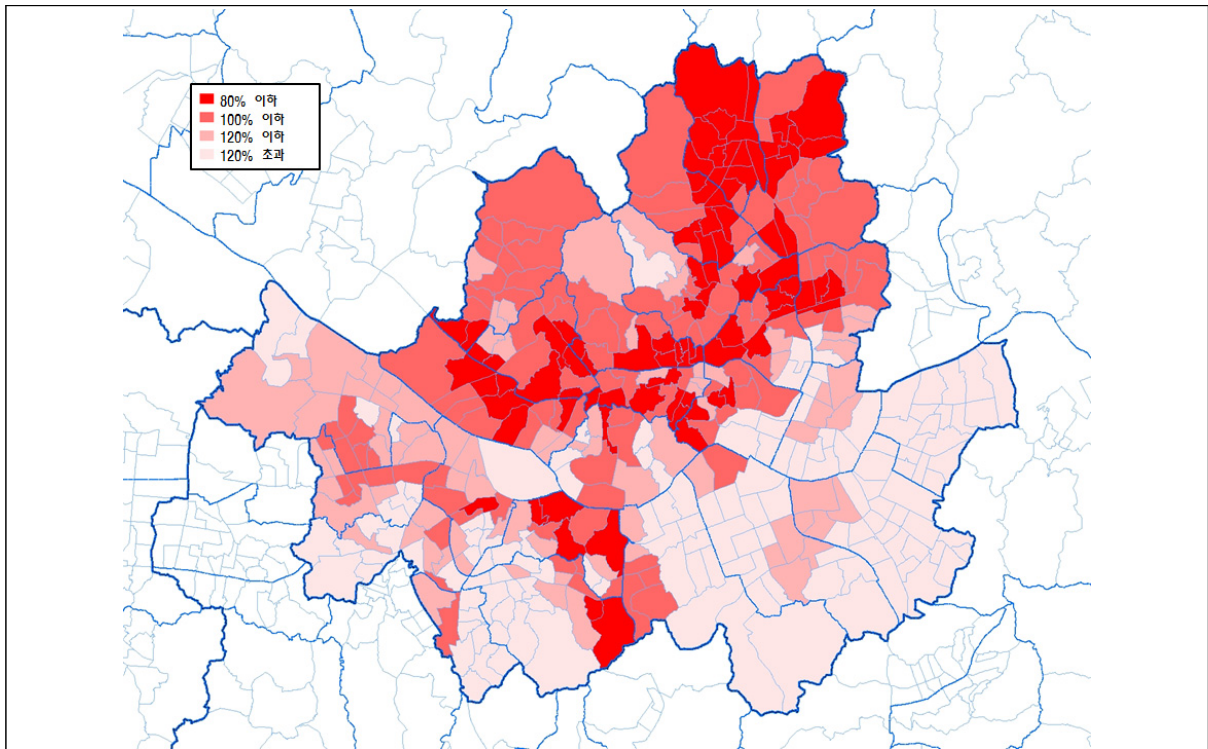
7. 승용차 대비 대중교통 접근성 차이

- 승용차와 대중교통의 접근성 차이 분석을 위해 각 시설 중 KTX역을 대상으로 일평균 대중교통 평균통행시간과 새벽·혼잡시간(출근시간) 승용차 평균통행시간을 산출한 후, 승용차 통행시간 대비 대중교통 통행시간 비율을 산출하였음
- 서울 전체적으로는 승용차 대비 대중교통 통행시간은 혼잡시간 103.88%, 새벽시간 177.10%로 혼잡시간의 경우 승용차 통행시간과 거의 유사한 것으로 나타남
- 혼잡시간대의 경우 서대문구 남가좌1동(45.26%), 용산구 남영동(51.63%), 중구 회현동(52.39%) 순으로 대중교통의 경쟁력이 높은 것으로 나타났으며, 관악구 삼성동(262.81%), 관악구 난향동(256.83%), 관악구 난곡동(253.86%) 순으로 KTX역 접근시 대중교통이 더 오래 걸리는 것으로 산출되었음

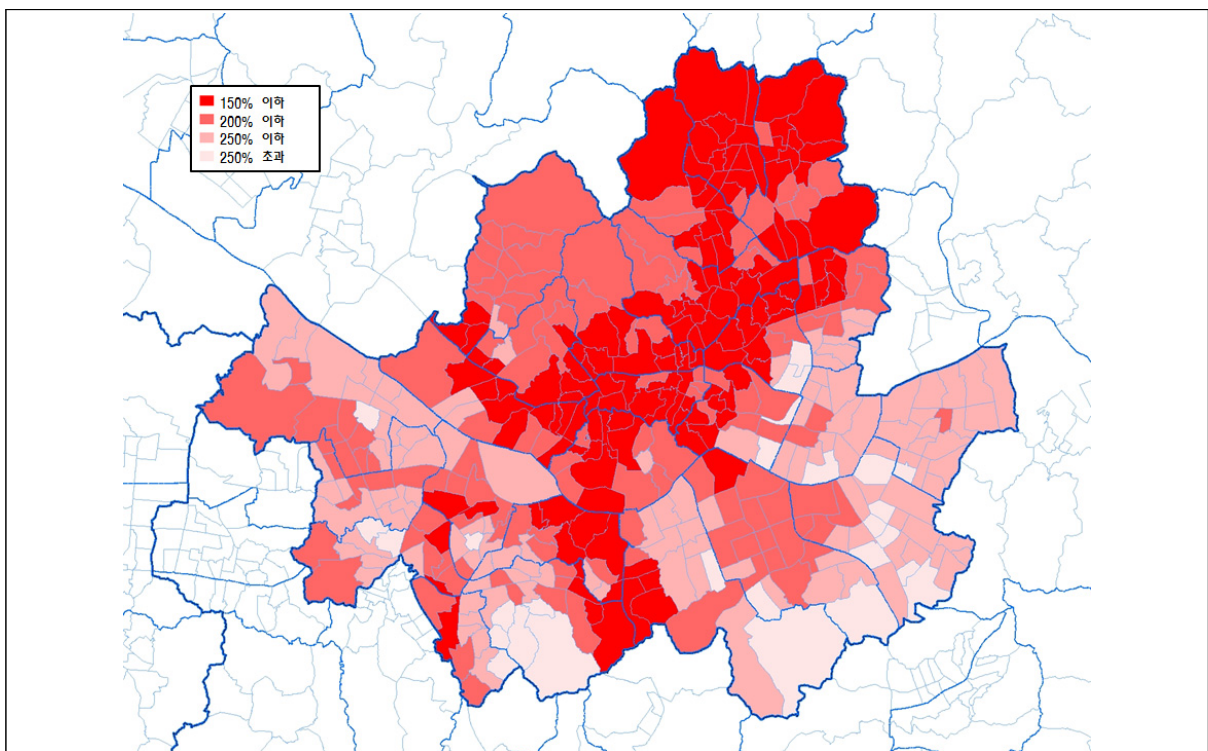
- 새벽시간대의 경우 용산구 남영동(69.54%), 중구 회현동(73.79%), 서대문구 남가좌1동(82.44%) 순으로 대중교통의 경쟁력이 높은 것으로 나타났으며, 관악구 삼성동(331.78%), 관악구 난향동(324.23%), 관악구 난곡동(323.15%) 순으로 KTX역 접근시 대중교통이 더 오래 걸리는 것으로 분석되었음

<표 4-41> 서울 행정동별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 상·하위 10개 지역

| 구분 | 순위 | 상위 10개 행정동 | | 하위 10개 행정동 | |
|----------|----|-------------|-----------------------------|------------|-----------------------------|
| | | 행정동명 | 승용차 대비 대중교통 평균통행시간 비율(%) | 행정동명 | 승용차 대비 대중교통 평균통행시간 비율(%) |
| 혼잡 시간 | 1 | 서대문구 남가좌1동 | 45.26 | 관악구 삼성동 | 262.81 |
| | 2 | 용산구 남영동 | 51.63 | 관악구 난향동 | 256.83 |
| | 3 | 중구 회현동 | 52.39 | 관악구 난곡동 | 253.86 |
| | 4 | 강북구 수유3동 | 52.95 | 관악구 대학동 | 242.46 |
| | 5 | 강북구 미아동 | 53.14 | 관악구 서림동 | 211.85 |
| | 6 | 은평구 증산동 | 56.03 | 금천구 시흥2동 | 204.27 |
| | 7 | 강북구 번1동 | 56.57 | 관악구 미성동 | 190.33 |
| | 8 | 도봉구 쌍문3동 | 56.73 | 서초구 서초2동 | 176.41 |
| | 9 | 동작구 노량진2동 | 57.01 | 서초구 내곡동 | 173.85 |
| | 10 | 마포구 성산2동 | 57.65 | 구로구 고척1동 | 163.63 |
| 새벽 시간 | 1 | 용산구 남영동 | 69.54 | 관악구 삼성동 | 331.78 |
| | 2 | 중구 회현동 | 73.79 | 관악구 난향동 | 324.23 |
| | 3 | 서대문구 남가좌1동 | 82.44 | 관악구 난곡동 | 323.15 |
| | 4 | 중구 중림동 | 87.83 | 관악구 대학동 | 301.22 |
| | 5 | 종로구 창신제2동 | 90.64 | 동대문구 장안2동 | 277.45 |
| | 6 | 종로구 종로5.6가동 | 93.85 | 송파구 가락1동 | 276.46 |
| | 7 | 종로구 숭인제2동 | 94.00 | 서초구 내곡동 | 273.38 |
| | 8 | 종로구 창신제1동 | 94.42 | 관악구 서림동 | 271.22 |
| | 9 | 강북구 수유3동 | 96.44 | 구로구 고척1동 | 266.26 |
| | 10 | 강북구 미아동 | 97.33 | 동대문구 장안1동 | 265.66 |



<그림 4-17> 서울 행정동별 KTX역 혼잡시간 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 분포



<그림 4-18> 서울 행정동별 KTX역 새벽시간 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율 분포

- 위의 결과를 시군구별로 살펴보면 아래와 같음
 - 도봉구의 경우 혼잡시간 70.38%로 승용차보다 대중교통의 경쟁력이 강한 것으로 나타났으며, 새벽시간대에는 125.93%로 대중교통이 승용차보다 오랜 시간이 소요되나, 25개 자치구 중 대중교통 소요시간 비율이 가장 낮은 것으로 나타남
 - 혼잡시간 금천구(145.48%), 새벽시간 송파구(225.63%)의 경우 KTX역 접근 시 승용차보다 대중교통의 경쟁력이 가장 낮은 것으로 분석되었음

<표 4-42> 서울 구별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율

| 시군구 | 혼잡시간 대비(%) | 새벽시간 대비(%) |
|------|------------|------------|
| 종로구 | 83.15 | 130.39 |
| 중구 | 84.59 | 126.77 |
| 용산구 | 111.19 | 151.25 |
| 성동구 | 100.60 | 160.95 |
| 광진구 | 125.74 | 219.62 |
| 동대문구 | 91.90 | 160.59 |
| 중랑구 | 93.89 | 170.01 |
| 성북구 | 88.87 | 142.80 |
| 강북구 | 72.50 | 134.74 |
| 도봉구 | 70.38 | 125.93 |
| 노원구 | 79.95 | 138.84 |
| 은평구 | 88.82 | 166.51 |
| 서대문구 | 91.00 | 163.98 |
| 마포구 | 79.22 | 150.08 |
| 양천구 | 106.45 | 203.57 |
| 강서구 | 105.83 | 197.42 |
| 구로구 | 126.47 | 199.16 |
| 금천구 | 145.48 | 199.34 |
| 영등포구 | 108.34 | 188.66 |
| 동작구 | 100.62 | 165.37 |
| 관악구 | 144.08 | 216.61 |
| 서초구 | 133.85 | 202.78 |
| 강남구 | 124.33 | 191.19 |
| 송파구 | 134.11 | 225.63 |
| 강동구 | 136.55 | 219.46 |

- 생활권별로 집계한 결과 혼잡시간 동북생활권(86.79%)과 새벽시간 도심생활권(135.87%)이 KTX역 접근시 대중교통 경쟁력이 가장 높은 것으로, 동남생활권(혼잡시간 132.30%, 새벽시간 212.06%)이 KTX역 접근시 대중교통 경쟁력이 가장 낮은 것으로 나타남

<표 4-43> 서울 생활권별 KTX역 승용차 대비 대중교통 통행시간 비율

| 생활권 | 도심생활권 | 동북생활권 | 서북생활권 | 서남생활권 | 동남생활권 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 혼잡시간 대비(%) | 91.60 | 86.79 | 86.96 | 116.78 | 132.30 |
| 새벽시간 대비(%) | 135.87 | 151.39 | 161.88 | 198.24 | 212.06 |

제5장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅲ: 통행시간 신뢰성)

제1절 연구의 개요

제2절 기존문헌 고찰

제3절 통행시간 신뢰성 지수 산정

제4절 기초 분석 결과

제5절 결론 및 향후 추진방향

제5장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅲ: 통행시간 신뢰성)

제1절 연구의 개요

1. 연구의 배경 및 목적

- 도로가 복잡해지고 교통량도 점차 증가하면서 최근 들어서 도로 이용자들은 통행선택시 교통흐름이 얼마나 원활한지뿐만 아니라, 교통흐름 관련해서 제공되는 정보가 어느 정도 신뢰성을 가지고 있는지 알고 싶어 함
- 교통흐름을 나타내주는 교통관련 지표 중 통행시간은 이용자 및 운영자가 도로의 서비스 수준을 파악할 수 있는 대표적인 통행지표로 최근 들어서는 교통정보의 수집 및 가공처리 기술이 발전에 힘입어 좀 더 믿을만한 통행시간 정보를 요구하고 있음
- 하지만 국내에서는 통행시간 산정의 정확성을 높이려는 시도는 많았지만, 통행시간 자체가 가지고 있는 변동성(variability)을 고려한 지표를 개발하려는 시도는 없었음
- 반면, 미국에서는 이미 통행시간이 가지는 이러한 특성을 “통행시간의 신뢰성(reliability)”이라 정의하고 이를 반영할 수 있는 통행시간관련 지표를 개발하여 활용하고 있음
- 이에 본 연구에서는 지자체 ITS 시스템을 통해 수집된 속도자료를 이용하여 해외에서 개발한 통행시간 신뢰성 지표를 국내에 적용가능한지를 파악하고자 함

2. 연구의 방법

- 본 연구에서는 먼저 통행시간의 신뢰성에 대한 정의 및 각종 문헌자료를 통해 통행시간 신뢰성을 나타내는 지수들을 검토한 후, 대상지역을 선정하여 실제 수집된 속도자료 기반으로 통행시간 신뢰성 지수를 산정하고, 각 지수별 활용방안에 대해 살펴볼 예정임

3. 연구의 범위

가. 공간적 범위

- 인천광역시: 인주대로(주간선도로), 앵고개로(보조간선도로)
- 대전광역시: 한밭대로(주간선도로), 대덕대로(보조간선도로)

나. 시간적 범위

- 인천광역시: 2014년 7월 ~ 2014년 12월
- 대전광역시: 2014년 1월 ~ 2014년 12월

다. 분석자료

- 수집방법: 지자체 ITS교통정보센터
- 수집자료: 대상링크의 5분단위 검지기 속도자료

제2절 기존문헌 고찰

1. 통행시간 신뢰성 주요산정 지표

- 통행시간의 신뢰성을 나타내는 지표는 교통망의 성능을 평가할 수 있는 지표 중 한가지로 주로 국외에서 다양한 지수들을 개발하여 사용되고 있음
- 통행시간 신뢰성 지수는 크게 통계적인 범위, 완충시간, 지각통행, 확률적인 방법론으로 구분할 수 있음

가. 통계적인 범위

- 표준편차(Standard Deviation), 통행시간 지수(Travel Time Index) 등으로 설명될 수 있으며 연구의 이론적인 모형에 적용하기 용이함

Ex) 어떠한 통행의 통행시간이 정규분포(normal distribution)를 따른다고 가정하고 평균을 기준으로 좌우 $\pm 2\sigma$ 영역 외의 통행시간을 갖는다면, 그 통행시간에 대해서는 95% 수준에서 신뢰할 수 없다고 간주함

나. 완충시간(Buffer Time Index)

- 통행에서 정시도착을 위해 필요한 추가시간(여유시간)을 의미하며 평균 통행시간에서 상위 95%의 통행시간과의 차이를 보는 완충지수(Buffer Time Index)와 95%의 통행시간과 자유류상태일 때 통행시간의 상대적인 크기를 나타내는 통행계획시간지수(Planning Time Index) 등이 있음

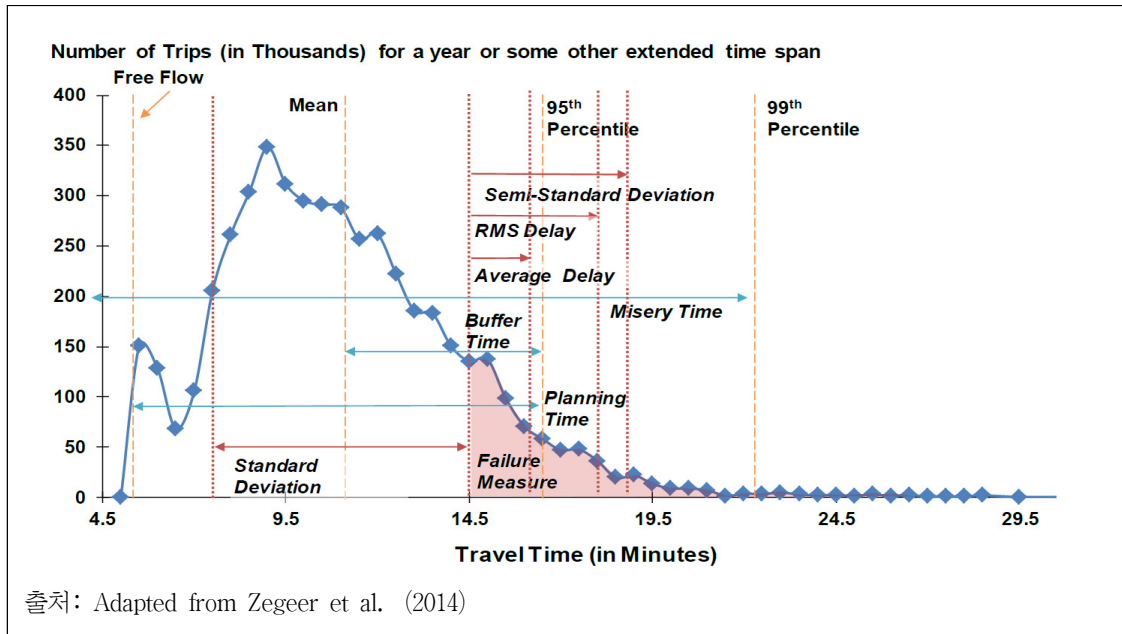
Ex) 평균통행시간이 30분일 때 Buffer Time Index가 30%이라는 것은 9분의 여유시간을 가져야 정시에 도착할 수 있음을 의미함

다. 통행계획시간지수(Planning Time Index)

- 이용자가 정시에 도착하기 위해 필요한 총 통행시간을 말함. 이 지수는 완충지수 산정시 적용한 평균 통행시간에 대한 여유시간이 아닌 교통량이 적을 때(자유류속도)를 기준으로 필요한 총 통행시간을 제시하고 있음

라. 지각통행 지표(Tardy Trip)

- 전체 통행량 중 용인할 수 없이 늦은 통행규모를 측정함. Misery Index의 경우 이상적인 (자유류) 통행시간과 일정수준 이상 늦은 통행시간(약 97.5%)과의 차이로 나타남



<그림 5- 1> 통행시간 신뢰성 지표개념

<표 5- 1> 통행시간 신뢰성의 주요 측정 지표

| 구 분 | 지표 | 설명 | Formula |
|-----------|---------------------------------------|---|--|
| 통계적 범위 | 표준편차 (Standard Deviation) | - 평균에 대한 분산정도 | - |
| | 표준편차 (Percent Variation) | - 다양한 데이터의 분산의 정도를 비교하는데 유용함 | $PV = \frac{SD}{\mu} \times 100\%$ μ: 평균 통행시간 |
| | 통행시간지수 (Travel Time Index) | - 평균통행시간이 이상적인 교통상황(자유교통류 상태) 대비 얼마나 더 오래 걸리는지에 대한 상대적 크기 | $TTI = \bar{T} / TT_{Free Flow}$ |
| | Skew Statistic | - 왜도는 40퍼센타일의 통행시간 중앙값 범위와 관련된 통계지표임. 왜도의 방향성과 레벨을 보일 수 있음 | $\lambda^{skew} = \frac{TT_{90th} - TT_{50th}}{TT_{50th} - TT_{10th}}$ |
| | Width Statistic | - | $\lambda^{var} = \frac{TT_{90th} - TT_{10th}}{TT_{50th}}$ |
| 완충 시간 | 완충지수 (Buffer Index) | - 완충시간: 통행에서 통행시간의 불확실성 때문에 정시도착을 위해 필요한 추가시간 또는 여유시간 - 정시도착을 위한 시간비율 의미 ※ 완충지수 50% : 평균 통행시간이 30분인 경우 정시에 도착하기 위해서는 15분의 완충시간필요 | $BI = \frac{TT_{95th} - \mu}{\mu}$ |
| | 통행계획시간 지수 (Planning Time Index) | - 정시도착을 보장하기 위해서 필요한 총 통행시간이 이상적인 교통상황(자유교통류 상태) 대비 얼마나 더 오래 걸리는지에 대한 상대적 크기 ※ 통행계획시간지수는 1.5 : 자유류에서 30분이 걸리면 정시에 도착을 위해 45분이 필요함을 의미 | $PTI = \frac{TT_{95th}}{TT_{Free Flow}}$ |
| 지각 통행 | 지각통행지수 (Misery Index) | - 지각통행: 전체 통행의 이상적인 통행시간(또는 중앙값)과 일정수준 이상 늦은 통행시간 간의 차이 | $MI = \frac{TT_{i(97.5th)}}{TT_{free flow}}$ |
| 확률적 | 정시율 (On-Time Arrival) | - 전체 통행량 중 통행시간이 평균 또는 중앙값의 일정 수준을 초과하지 않는 통행량의 비율(%) ※ 평균 50분, 정시도착 기준을 평균통행시간의 110% (55분)일대 정시율이 90%라면 10번 중 9번의 통행은 55분 이내에 도착할 수 있다는 것을 의미 | $P(TT_i \leq 1.1 \times TT_{50})$ |

출처: Yanru Zhang, How Data Affect Travel Time Reliability Measures-Empirical Study, 2015

Analytical Procedures for Determining the Impacts of Reliability Mitigation Strategies, 2013

2. 국내

가. 교통시설투자평가지침(제3차 개정) (국토해양부, 2009)

- 통행시간 신뢰성에 대한 평가방법 내용은 예비타당성조사 지침 이전에 교통시설투자평가지침에서 제시되어 있음
- 교통시설투자평가지침에서 통행시간 신뢰성 지표는 계획 통행시간과 실제 통행시간의 차이, 즉, 통행시간의 불확실성으로 정의하여 산정하였음
 - 실제 통행시간은 각 통행분포의 평균값으로 정의하며, 계획 통행시간은 각 실제 통행시간 분포의 평균들의 평균값으로 정의함
- 그러나, 도로부문의 경우 계획 통행시간의 산정이 어렵고 철도와 달리 편성 시간표 통행시간이 존재하지 않기 때문에 실제 통행시간 신뢰성 지표를 산정하는데 반영이 어려움이 있어 개정된 교통시설투자평가지침에는 도로부문의 통행시간 신뢰성 지표에 대한 내용이 제외되어 있음

$$R^r = t_a - t_p = t_a - t_s = t_d$$

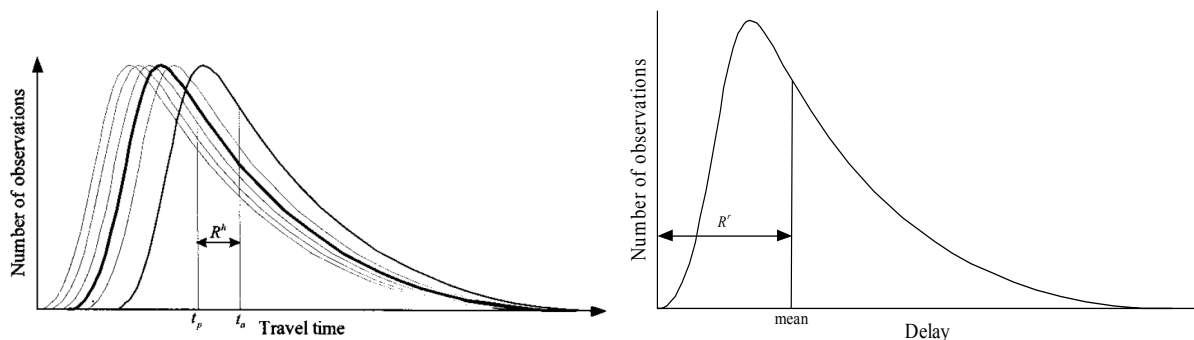
$$s.t. t_d \geq 0$$

여기서, R^r : 통행시간 신뢰성 지표

t_a : 기종점 간 실제 통행시간(Real travel time)

t_s : 기종점 간 편성시간표 통행시간(scheduled travel time)

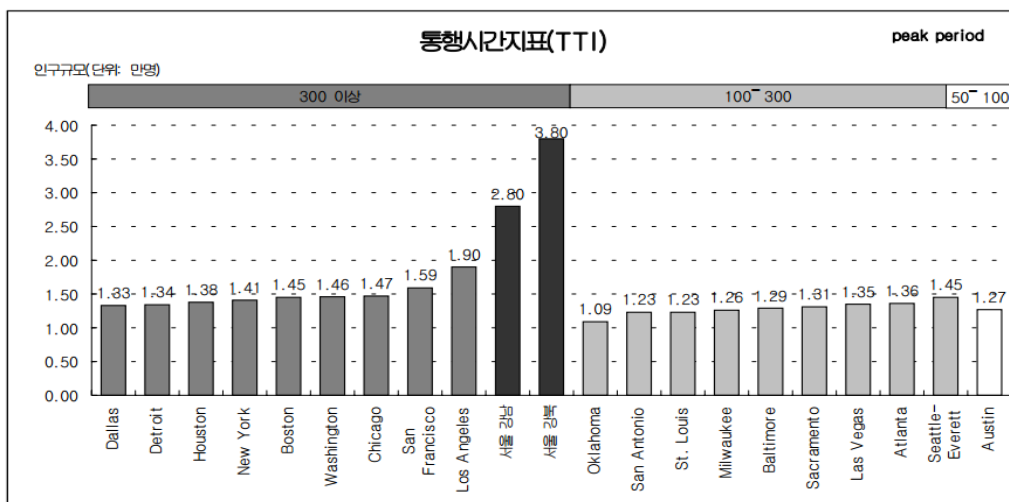
t_d : 지연시간



<그림 5- 2> 도로(왼쪽)부문과 철도(오른쪽)부문의 통행시간 신뢰성 지표 산정 개념도

나. 도로교통망의 이동성 분석지표 개발(이청원, 2003)

- 본 연구는 이동성평가지표에 대해 적절한 방향 및 개념을 정립하고 서울시에 적합한 지표를 제시하고 분석을 하였음
- FHWA의 Traffic Control Systems Handbook(1996)를 참고하여 지표를 선정하기 위한 6가지 조건(명료성, 정량성, 측정가능성, 적용가능성 등)을 제시하고 적절한 이동성지표를 선정하였음
- 통행시간에 대한 지표는 통계학적인 지표 중 통행시간지수(Travel Time Index)를 선정하여 자유류 통행시간에 대한 첨두 통행시간(peak hour time)의 비로 분석하였음



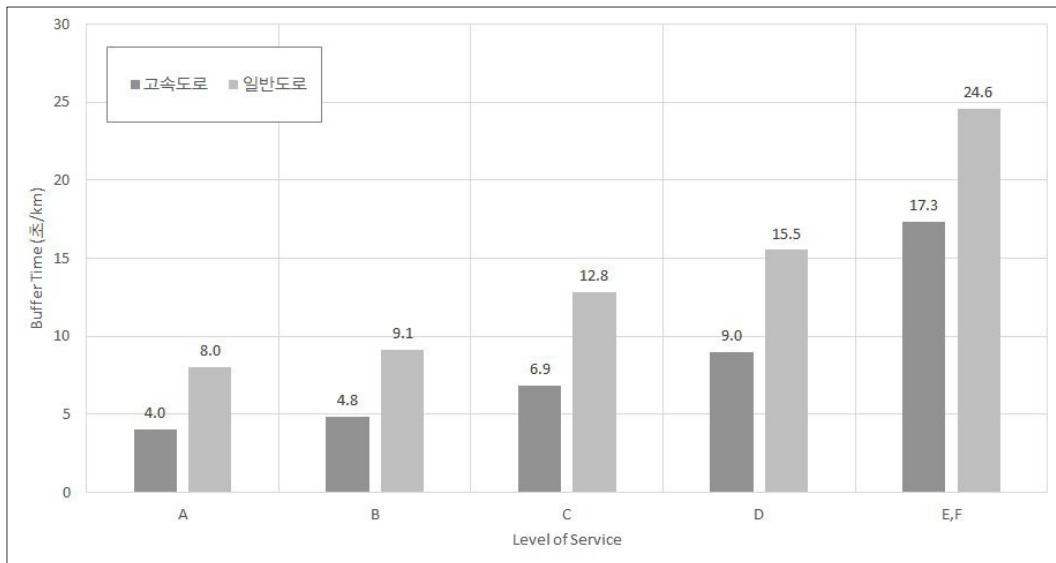
자료: TTI, Texas A&M, The 2002 Urban Mobility Report, Mobility Data, 2002

<그림 5- 3> 서울시와 미국 주요도시의 통행시간지표(TTI)값 비교

다. 고속도로 통행시간 가치 산정 개선 연구(한국도로공사, 2013)

- 연속류의 특성상 일반도로에 비해 높을 것으로 기대되는 고속도로의 통행시간 신뢰성을 반영하기 위한 교통시설 투자평가의 평가방법 및 편익항목 개발을 목적으로 한 연구임
- 통행시간 신뢰성 지표들을 여러 문헌을 통해 조사하고 이를 위한 설문조사, 전문가회의 등을 통해 지표조건에 부합하는 완충시간(Buffer Time)을 지표로 산정하였음
- 고속도로(경부축, 서해안축, 영동축) 및 경쟁관계의 6개 국도노선을 대상으로 서비스 수준과 완충시간 지표를 함께 제시하여 비교 분석하였음

- 고속도로의 경우 서비스 수준이 A일 때 완충시간(Buffer Time)이 4.04초/km이며 일반도로의 완충시간은 8.04초/km로 두 배정도 차이가 나는 것으로 분석되었으며 서비스 수준 E,F의 경우 고속도로의 완충시간은 17.3초/km, 일반도로는 24.6초/km로 1.4배정도 차이가 나타남
- 아래 <그림 5-4>에서처럼 서비스 수준이 낮아질수록 즉, 혼잡이 증가할수록 고속도로와 일반도로 모두 완충시간은 증가하는 것으로 나타남. 그러나 서비스 수준이 낮아질수록 고속도로와 일반도로의 완충시간 차이비율은 좁아지는 것으로 분석됨



<그림 5- 4> 서비스 수준별, 도로등급별 통행시간 신뢰도 지표 원단위

3. 국외

가. Strategic Highway Research Program 2(FHWA)

- 미국 FHWA에서는 도로안전 및 교통시설 개선 등의 혼잡완화를 위해 약 220억원 수준으로 2007~2015년에 걸쳐 통행시간에 대한 연구가 진행 중임
- Traffic Control Systems Handbook(1996)에서는 지표산정을 위한 조건을 제시하였으며, Establishing Monitoring Programs for Travel Time Reliability(2013)에서는 교통관리센터에서 통행시간 신뢰도를 모니터링 할 수 있는 체계에 대해 연구하였음
- 본 연구에서는 <표 5-2>에서와 같이 측정 지표를 이용하고 있으며 프루브 차량의 데이터를 이용하여 통행시간을 특정하고 있음

- 그 중 완충시간(Buffer Time)을 중심으로 신뢰성 산정 연구와 모니터링 시스템을 구축했으며, 이를 이용하여 통행시간 측정, 데이터의 특성분석(첨두, 이벤트발생 여부 등), 신뢰도 변동요인 파악, 신뢰도 변동요인 영향 파악을 어떻게 해야 하는지에 대한 설명이 제시되어 있음¹⁾
- 또한 통행목적이나 신뢰도의 중요성에 따라 어떤 지표가 적절한지 제안하고 있음(<표 5-2> 참조)

<표 5- 2> 통행목적별 적합한 지표(안)

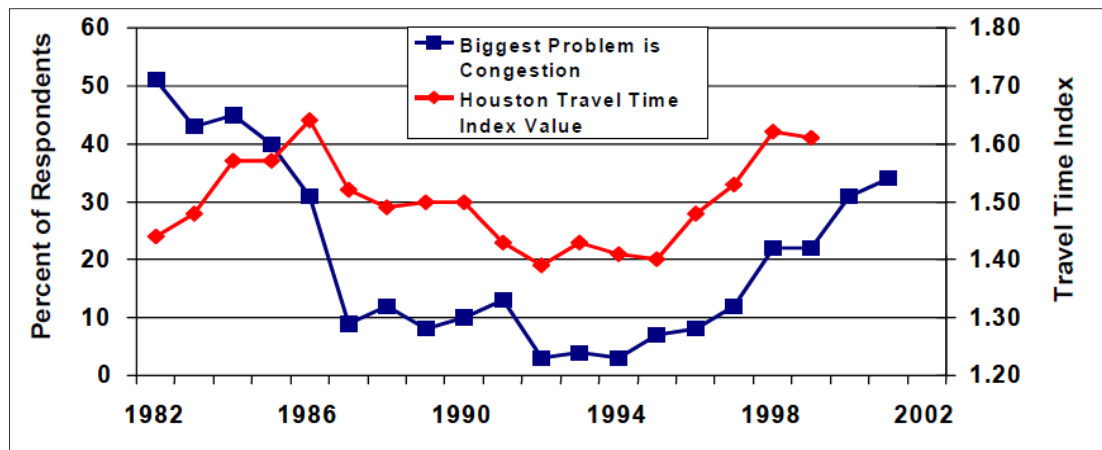
| 빈도 | 제약 | 목적 | 신뢰도 중요성 | Primary User Information Need | 지표(안) |
|----|-----|----|---------|-------------------------------|--------|
| 매일 | 제약 | 업무 | 높음 | 가장 혼잡할때의 지체 | 통행계획지수 |
| | | 배웅 | 높음 | | |
| | 비제약 | 쇼핑 | 낮음 | 대체적으로 정시에 도착하기 위해 필요한 추가시간 | 완충지수 |
| | | 귀가 | 높음-중간 | | |
| 가끔 | 제약 | 약속 | 높음 | 첨두시간과 비첨두시간의 통행시간 | 통행시간지수 |
| | | 여가 | 중간-낮음 | | |
| | 비제약 | 여가 | 낮음 | 대체적으로 정시에 도착하기 위해 필요한 추가시간 | 완충지수 |

출처: Adapted from SHRP 2 Project L11 Technical Memorandum 1, Exhibits 2 and 4
(<http://www.trb.org/Main/Blurbs/168142.aspx>)

나. Urban Mobility Report(Texas A&M)

- Texas A&M에서 매년 발간하고 있는 연구로서 이동성 및 혼잡에 대한 교통정보를 분석하고 이동성 향상을 위해서 다양한 개선기법을 사용하여 혼잡항목들을 분석하였음
- 도로시설의 확충만이 도로의 이동성을 향상시킬 수 없음을 언급하면서 이에 대해 통행시간 지표(Travel Time Index)를 이용하여 75개 도시로부터 수집된 자료로 신뢰성을 산정함

1) SHRP2 L02(2013), 『Establishing Monitoring Programs for Travel Time Reliability』



<그림 5- 5> Stephen Klineberg (Rice University) 조사 결과

다. 유럽(EU)

- Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment (HEATCO, 2006)에서는 『Developing Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment』에서 통행시간 신뢰도의 지표로서 표준편차 (Standard Deviation), 통행시간 분포의 비율차이, 선호시간보다 빠르거나 느린 시간단위의 개념들을 제시하였음
- 대부분의 유럽국가에서는 모델링과 이론적인 추정이 용이한 표준편차를 이용함

라. 영국

- 영국의 교통분석지침(Transport Appraisal Guidance, TAG)에서는 신뢰도를 운전자가 예상하지 못하는 통행시간의 변동으로 정의하고, 승용차 통행의 경우 신뢰도 지표는 표준편차를 채택하였음²⁾

마. 네덜란드

- 『The Value of Reliability in Transport-Provisional Values for the Netherlands Based on Expert Opinion』 (Netherlands Ministry of Transport, 2005)을 통해 신뢰도 가치를 제시함

²⁾ TAG Unit 3.5.7: The Reliability Sub-Objective, UK Department for Transport, 2013.

- 그 중 통행시간 신뢰성은 평균에 대한 표준편차(Standard Deviation)를 채택하였음
- 아래 <표 5-3>은 국가별 통행시간 신뢰도를 나타내기 위해 어떤 지표들을 반영하고 있는지 보여주고 있음

<표 5- 3> 국가별 교통시설 투자평가지침의 통행시간 신뢰도 지표 비교

| 국가 | | 지표 | 비고 |
|----------|-------------|--------------------|--------------------------|
| 한국 | | 통행시간불확실성 (Rh) | 철도이용자들의 시간가치 편익산정 |
| EU 국가 | 네덜란드 | Standard Deviation | 자료 구축 및 표준편차 예측모형의 개발 용이 |
| | 영국 | | 네덜란드 연구인용 |
| | EU 표준지침 | | 네덜란드/영국 연구인용 |
| | 스웨덴 | | EU표준지침 (HEATCO) 인용 |
| | 독일, 프랑스 등 | (미반영) | - |
| 미국 | FHWA | Buffer Time/Index | - |
| | SHRP2 | | - |
| | Georgia주 | | - |
| | Florida주 | | - |
| | California주 | | - |
| | Washington주 | Zth percentile | - |
| 뉴질랜드, 호주 | | Standard Deviation | 영국 연구인용 |

출처: 고속도로 통행시간가치 산정 개선 연구(한국도로공사, 2013)

제3절 통행시간 신뢰성 지수 산정

1. 신뢰성의 정의³⁾

- 신뢰성이란 공학적인 측면으로는 구성요소, 기술 또는 시스템이 주어진 규정아래에서 의도된 기간 동안 성공적으로 만족스럽게 수행(degree of satisfaction)될 확률을 뜻함
- 통계학적으로는 같은 사물을 어떤 변수에 의해 반복적으로 측정할 경우 나타나는 정확성 또는 정밀성을 뜻함

2. 통행시간 신뢰성

- 국내에서는 통행시간의 신뢰성에 대해 정의가 정립되어 있지 않고 아래와 같이 몇몇 연구에서 통행시간의 의미와 정의를 설명하고 있음
 - 통행시간 신뢰성은 교통 서비스의 주요 척도로 인식되어 왔지만 특히 개인 교통수단의 통행시간에 대해서는 신뢰성이라는 용어로 불확실성이나 변동성 등으로 혼합하여 설명하고 있음⁴⁾⁵⁾
 - 즉, 많은 연구에서 통행시간의 신뢰성은 실제 통행시간과 예측통행 시간과의 차이로 정의하여 사용함
- 국외에서의 통행시간 신뢰성은 아래와 같이 정의됨
 - The F-SHRP Reliability Research Program에서는 시간대별, 요일별 등과 같이 지연되는 통행시간의 변동성으로 정의함(Cambridge Systematics, Inc. et al. 2003)
 - SHRP 2 Project L03, “Analytical Procedures for Determining the Impacts of Reliability Mitigation Strategies,”에서는 추가적으로 발생하는 통행시간의 분포를 설명하기 위한 일관성 수준으로 정의됨
 - FHWA에서는 “The consistency or dependability in travel times, as measured from day-to-day and/or across different times of the day”로 정의됨

³⁾ Parker, S.P. (ed.). McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms. McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 2003. Accessed via Answers.com, <http://www.answers.com/topic/reliability-1>, August 21, 2013.

⁴⁾ 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구, 장수은 외, 2008, 대한교통학회지

⁵⁾ 통행시간 신뢰성 지표 개발 및 산정에 관한 연구, 대한교통학회, 장수은외, 2008, 제 26권

- 본 과업에서는 결론적으로, 통행시간의 신뢰성은 계획 혹은 예상 통행시간 분포에서 추가(지연)되는 시간의 일관성 정도라고 정의하고 연구를 수행하였음
- 예를 들면, 통행시간 신뢰성 지표가 95%라는 의미는 전체 20번의 통행 중 19번 정도는 일관성 있게 예상 혹은 계획 통행시간 내에 도착할 수 있음을 나타냄

3. 통행시간 신뢰성 지수 산정을 위한 대상구간 선정

가. 대상 지역 및 구간 선정

- 분석대상 지역은 전국 17개시·도 중에서 주간선 도로와 보조간선 도로의 역할을 하면서 도로구간에 지점 검지기가 설치되어 있는 지역을 기준으로 함
- 대상구간을 선정하고 검지기 속도를 분석하기 위해서는 검지기가 설치된 간격이 적절해야 하며 전체구간길이가 일정 부분 확보되어야함
- 그 결과 인천광역시의 인주대로(주간선도로)와 앵고개로(보조간선도로), 대전광역시의 한밭대로(주간선도로)와 대덕대로(보조간선도로)가 선정되었음
- 도로등급도로의 등급 고속도로를 제외하며 도시의 통행특성을 보여 줄 수 있는 단속류 도로를 기준으로 함

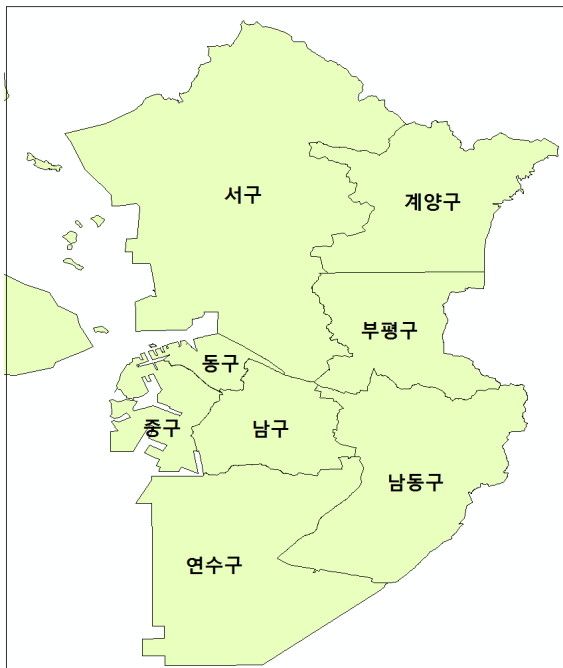
나. 대상지역의 사회경제지표 현황

- 선정된 인천광역시 및 대전광역시의 사회경제지표는 아래 표와 같음

<표 5- 4> 대상지역 사회경제지표(2015년 기준)

| 구분 | 인천광역시 | 대전광역시 |
|-----|--------------------------|----------------------|
| 인구 | 2,966,216 명 | 1,551,931 명 |
| 자치구 | 8개구 | 5개구 |
| 면적 | 1,040.88 km ² | 540.1km ² |
| 세대수 | 1,181,209 | 591,975 |

출처 : 각 시별 홈페이지



<그림 5- 6> 인천시 행정구역



<그림 5- 7> 대전시 행정구역

다. 대상구간의 도로 현황

- 두 지역은 격자형의 도로망을 비슷하게 형성하고 있으며 이중 도시부의 주요 기능을 하는 간선도로망을 기준으로 대상구간을 선정하였음
- 또한, 지점속도자료와 개별차량속도자료를 비교분석하기 위하여 도로구간 중 검지기 설치가 되어있는 구간을 기준으로 아래 <표 5-5>와 같이 총 4개 구간을 선정하였음

1) 인천광역시

- 인천광역시의 경우 남구와 남동구를 동서축으로 잇는 5.88km의 인주대로와 연수구와 남동구를 잇는 2.64km 구간의 앵고개로를 인천시의 대상구간으로 선정하였음
- 인주대로는 교통량이 많은 인천시 중심부의 주간선도로의 역할을 하고 있으며 앵고개로는 남동쪽에 위치한 보조간선도로로서 주변지역이 남동산업공단이 위치하고 있음

2) 대전광역시

- 대전광역시는 유성구와 서구를 잇는 8.23km 구간의 한밭대로와 남북축의 대덕대로를 대상구간으로 선정하였음

- 한밭대로는 대전정부청사, 대전고등검찰청 등 주요 기관들이 위치한 중심축도로이며 대덕대로 또한 한밭대로와 교차하며 대전 중심을 지나가는 보조간선도로의 역할을 하고 있음
- 두 도시 모두 지능형 교통시스템 구축사업으로 용도별 ITS시설물이 설치되어 있으며 인천시의 경우 레이더 검지기를 이용하고 있어 양방향의 통행속도 측정이 가능함

<표 5- 5> 대상구간 도로현황

| 구분 | 인천광역시 | | 대전광역시 | |
|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|
| 도로기능 | 주간선 | 보조간선 | 주간선 | 보조간선 |
| 도로명 | 인주대로 (용일사거리~남동구청 사거리) | 앵고개로 (동춘사거리~논고개길 삼거리) | 한밭대로 (월드컵사거리~한밭대로사거리) | 대덕대로 (도룡삼거리~큰마을네거리) |
| 구간길이 | 5.88km | 2.64km | 8.23km | 4.74km |
| 차로수 | 편도 3차로 | 편도 3차로 | 편도 3차로 | 편도 3차로 |

4. 대상구간 통행속도 자료현황

- 통행시간의 기본적인 특성분석 및 지수산정을 하기 위해 대상구간의 통행속도 자료를 수집하는 절차가 필요함

가. 인천광역시

- 인천시의 경우에는 레이더 검지기를 이용하여 양방향의 통행속도를 한 개의 검지기를 이용해 수집할 수 있음
 - 자료보존기간이 길지 않고 수집시기가 이르지 못해 2014년 7월부터 2014년 12월까지 자료만을 수집함

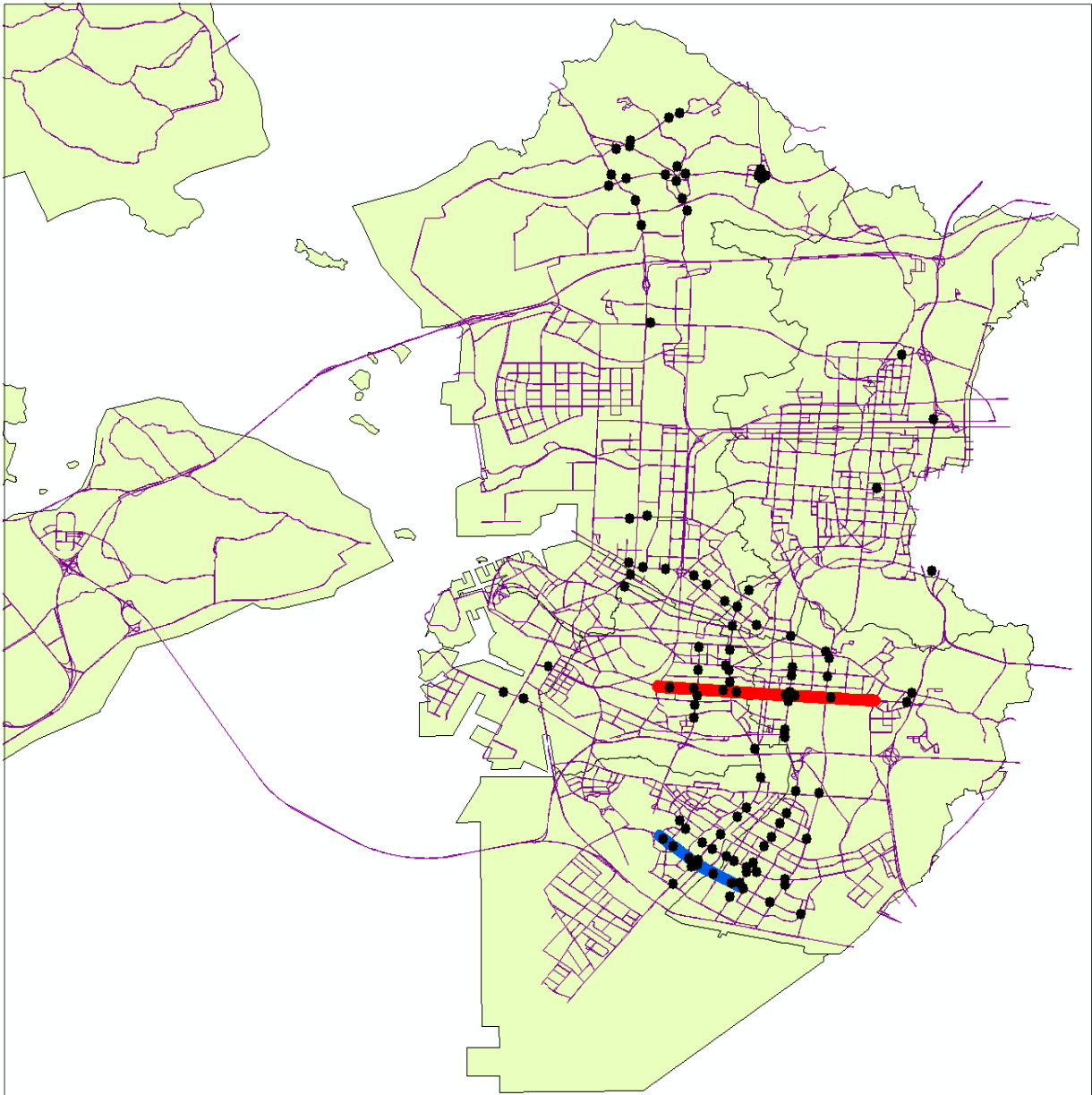
<표 5- 6> 대상구간 자료 수집현황

| 구분 | | 인천광역시 |
|-----|------|-------------------|
| 검지기 | 수집방법 | 레이더 검지기 (지자체) |
| | 수집내용 | 해당링크별 통행속도 |
| | 수집기간 | 2014. 07~2014. 12 |
| | 수집단위 | 일방향 차로별 5분단위 |
| | 설치개수 | 17개 (총 108개) |

- 인천시의 경우에는 UTIS(Urban Traffic Information System)를 적용하고 있으며 아래의 <표 5-7>과 같이 지점 검지기, DSRC, UTIS 등의 ITS시설물이 설치되어있음
 - 이 시설물을 이용하여 인천시의 속도자료 및 교통량정보를 수집하고 있음
 - 설치현황으로는 UTIS를 이용하여 172개소가 인천시 전반적으로 설치되어 있으며 지점 검지기의 경우 레이더 방식으로 108개소가 설치되어 남동구와 중구에 집중되어 수집되어 있음
 - 특히 보조간선도로의 검지기 설치위치는 남동구쪽에 집중되어 있었으며 그 중 앵고개로를 선정하였으며, 주간선도로의 경우 도심부를 지나는 도로를 대상으로 인주대로를 선정하였음

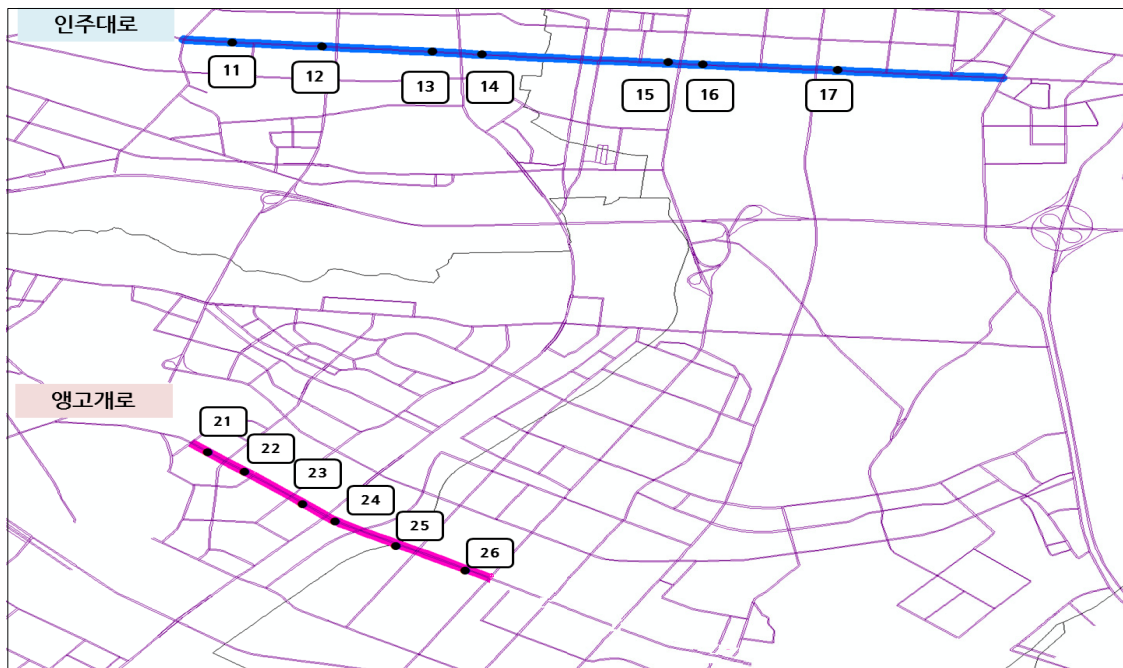
<표 5- 7> 인천시 ITS시설물 현황

| 구분 | 설치개수 |
|------|-------|
| UTIS | 172개소 |
| VDS | 108개소 |
| DSRC | 30개소 |
| 총계 | 310개소 |



<그림 5- 8> 인천시 지점검지기(VDS) 설치현황(인주대로(위)와 앵고개로(아래))

- ITS표준노드링크 기준으로 인천시 인주대로의 링크수는 단방향기준 총 28개이며 앵고개로는 총 16개의 링크가 포함되어 있음
- 이 중 인주대로는 7개, 앵고개로는 6개의 레이더형태의 검지기가 설치 되어있어 차로별 양 방향의 속도자료 수집이 가능함



<그림 5- 9> 인천시 대상구간 지점검지기 설치현황

<표 5- 8> 인천시 주간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 링크ID | | 길이 (m) |
|--------|------|-------------------------|------------|------------|--------|
| | | | 서→동 | 동→서 | |
| 11 | 인주대로 | 남구 주안3동 722-1대 월드당구재료 앞 | 1630027500 | 1630027600 | 502 |
| 12 | | 남구 주안7동 1484도 프린팅파트너 앞 | 1630027100 | 1630027200 | 593 |
| 13 | | 남구 주안4동 1484도 KCC글라스 앞 | 1630025700 | 1630025800 | 408 |
| 14 | | 남구 주안4동 1484도 광성LED 앞 | 1650012100 | 1650012200 | 874 |
| 15 | | 남동구 구월1동 1335-5도 용진빌딩 앞 | 1650057100 | 1650057200 | 288 |
| 16 | | 남동구 구월1동 1328도 덕수동물병원 앞 | 1650056700 | 1650056800 | 576 |
| 17 | | 남동구 구월4동 1327도 전기온돌판넬 앞 | 1650056100 | 1650056200 | 296 |

<표 5- 9> 인천시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 링크ID | | 길이 (m) |
|--------|------|-----------------------|------------|------------|--------|
| | | | 서→동 | 동→서 | |
| 21 | 앵고개로 | 연수구 동춘1동 957도 101동 앞 | 1640014900 | 1640015000 | 321 |
| 22 | | 연수구 동춘3동 957도 본죽 맞은편 | 1640013900 | 1640014000 | 257 |
| 23 | | 연수구 동춘3동 957도 삼환아파트 | 1640011900 | 1640012000 | 336 |
| 24 | | 연수구 동춘3동 954도 대우아파트 | 1640011700 | 1640011800 | 146 |
| 25 | | 남동구 고잔동 782도 제2공장 앞 | 1650028500 | 1650028600 | 472 |
| 26 | | 남동구 고잔동 782도 유천엔바이로 앞 | 1650027100 | 1650027200 | 604 |

나. 대전광역시

- 대전시의 경우 영상검지기를 설치하여 통행속도 정보를 저장하고 있음
 - 검지기를 관리하는 지자체마다 수집간격이 다양하고 실시간 자료 전송으로 인한 정보 누락 등을 고려하여 평균 5분 간격으로 수집된 자료를 이용하였음
- 대상지역의 검지기의 설치현황은 아래 <표 5-10>과 같음

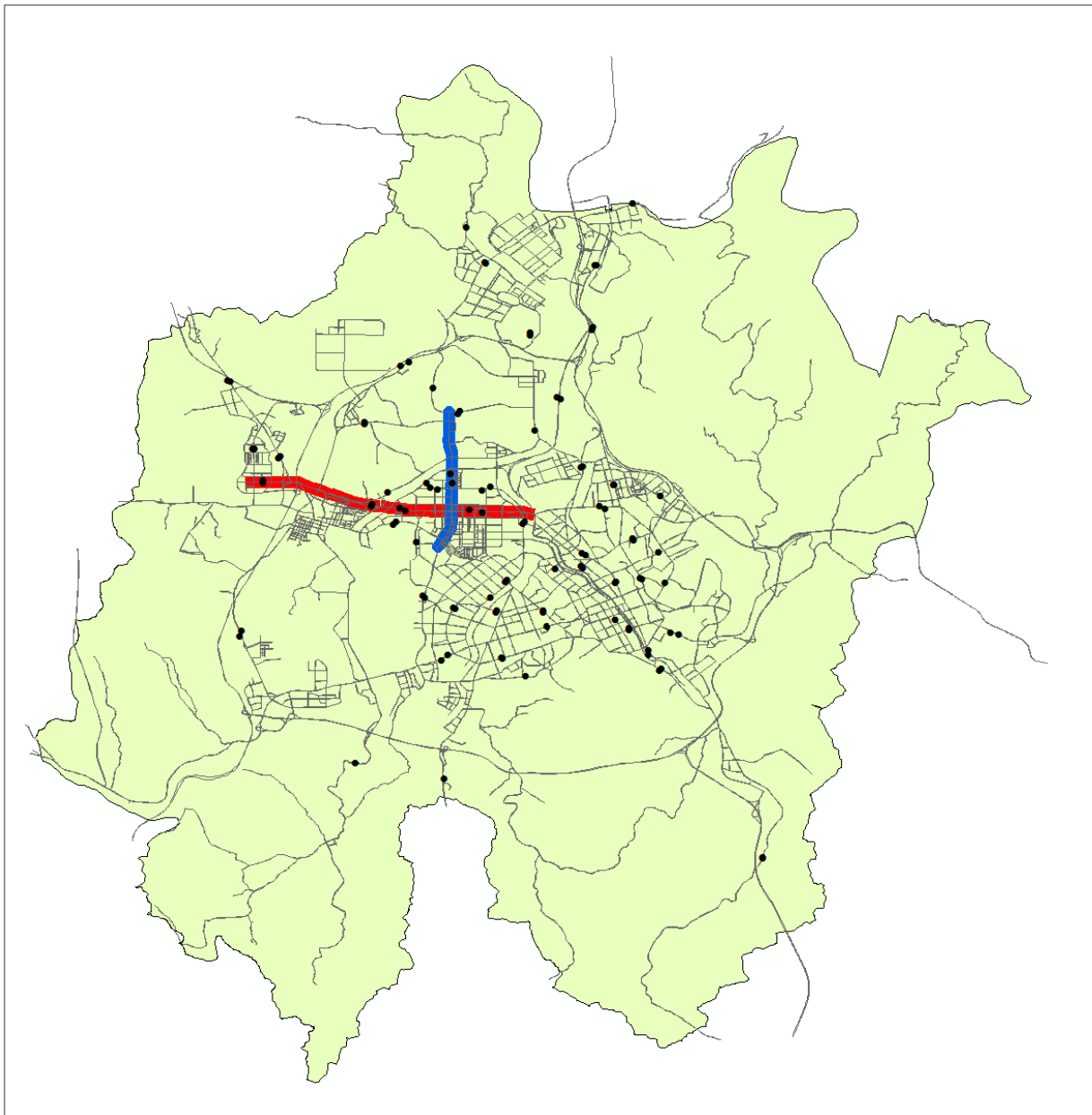
<표 5-10> 대상구간 자료 수집현황

| 구분 | | 대전광역시 |
|-----|------|-------------------|
| 검지기 | 수집방법 | 영상 검지기 (지자체) |
| | 수집내용 | 해당링크별 통행속도 |
| | 수집기간 | 2014. 01~2014. 12 |
| | 수집단위 | 일방향별 5분단위 |
| | 설치개수 | 10개 (총 100개) |

- 인천시와 마찬가지로 대전시 역시 아래의 <표 5-11>과 같이 영상검지기, DSRC, VMS 등의 ITS시설물이 설치되어 있음
 - ITS 시설물을 이용하여 인천시의 속도자료 및 교통량정보를 수집하고 있음
 - DSRC를 이용하여 377개소가 설치되어 있으며 검지기의 경우 영상검지기 방식으로 100개소가 설치되어 대전시 전반적으로 설치되어 있음
 - 대전시는 기본적으로 프루브차량으로 속도 및 교통량자료를 수집하는 방식을 이용하고 있기 때문에 VDS의 수집비율은 낮지만 주요 도심부 도로에 설치된 곳을 대상으로 한발대로와 대덕대로를 대상구간으로 선정하였음

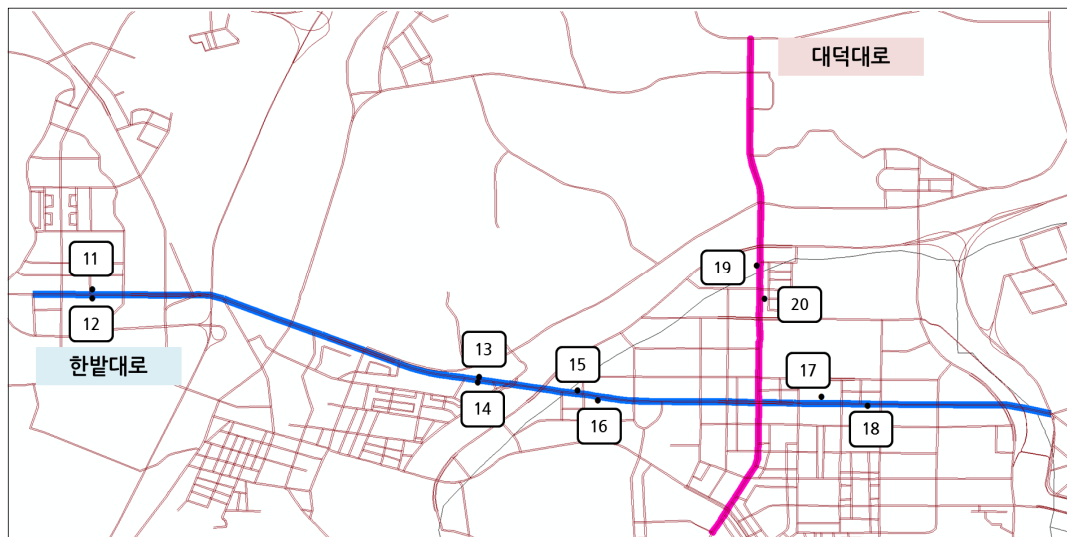
<표 5-11> 대전시 ITS시설물 현황

| 구분 | 설치개수 |
|------|-------|
| DSRC | 377개소 |
| VDS | 100개소 |
| VMS | 40개소 |
| 총계 | 517개소 |



<그림 5-10> 대전시 지점검지기 설치현황(한밭대로(동서축)와 대덕대로(남북축))

- ITS표준노드링크 기준으로 대전시 한밭대로의 링크수는 단방향기준 총 80개이며 대덕대로는 총 6개의 링크가 포함되어 있음
 - 이 중 한밭대로는 8개, 대덕대로는 2개의 검지기만 설치 되어있어 분석시에는 검지기가 설치되지 않은 다른 링크를 포함하여 통행시간을 산출할 방법론이 필요함
 - 한밭대로의 경우 둔산지하차로와 유성지하차로가 존재하지만 ITS표준노드링크상에서 링크가 대상구간에 연결되어 있지 않고 실제로 속도 측정이 어렵기 때문에 제외함



<그림 5-11> 대전시 대상구간 지점검지기 설치현황

<표 5-12> 대전시 주간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 방향 | 링크ID | 길이(m) |
|--------|------|--------------------------|-----|------------|-------|
| 11 | 한밭대로 | 유성구 노은동 534-15번지(노은교회 앞) | 동→서 | 1860085200 | 262 |
| 12 | | 유성구 노은동 566번지(노은수산물시장 앞) | 서→동 | 1860085100 | 262 |
| 13 | | 유성구 봉명동 15-2(홈플러스) | 동→서 | 1860070700 | 225 |
| 14 | | 유성구 봉명동 670(홈플러스) | 서→동 | 1860070800 | 225 |
| 15 | | 서구 월평동 진달래아파트 313 | 동→서 | 1850134200 | 168 |
| 16 | | 서구 월평동 617(누리아파트) | 서→동 | 1850133900 | 408 |
| 17 | | 서구 둔산동 1544-1(정부청사광장) | 동→서 | 1850130100 | 340 |
| 18 | | 서구 둔산동 지방정부청사공원 930 | 서→동 | 1850129200 | 161 |

<표 5-13> 대전시 보조간선도로 대상구간 검지기 현황

| 검지기 ID | 구간명 | 주소 | 방향 | 링크ID | 길이(m) |
|--------|-----|--------------|-----|------------|-------|
| 19 | 대덕 | 서구 만년동 107번지 | 북→남 | 1850012501 | 265 |
| 20 | 대로 | 서구 만년동 292번지 | 남→북 | 1850012300 | 275 |

5. 통행속도 자료의 구성

- 지자체에서 수집된 통행속도 자료 및 내비게이션의 자료들의 구성항목이 각각 다르기 때문에 이를 분석하기 위해 통합할 필요가 있음
- 해당 구간의 링크는 국가교통정보센터에서 제공하고 있는 ITS표준노드링크 체계를 이용하였으며 5분단위로 수집되는 통행속도자료를 기준으로 분석하였음
- 지역마다 다른 형태가 다른 검지기 ID는 본 연구의 분석을 위해 일련번호를 부여하였으며 지점 통행속도의 자료와 ITS표준노드링크 체계의 링크구간 길이정보를 이용하여 통행시간을 산출하도록 함

<표 5-14> 통행속도 자료구성(통합 후)

| 수집항목 | 내용 | 형태 | 비고 |
|-----------------|------------|---------|---------------------|
| [LINK_ID] | 수집대상 링크 ID | varchar | ITS 표준노드링크 기준 |
| [STATMIDATE] | 자료 수집 시간 | varchar | YYYY-MM-DD HH:MM:SS |
| [VDSID] | 검지기 ID | varchar | - |
| [SPEEDRATE_5MN] | 지점 통행속도 | numeric | 단위: km/h |

| statmidate | ROUTE_IDR | VDS_SECTN_ID | vdsid | speed | linkid |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------|--------|
| 1 | 201401011240 | 3502 | VL185000029 | VDS0026 | 57 |
| 2 | 201401011040 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 52 |
| 3 | 201401011335 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 42 |
| 4 | 201401010210 | 3502 | VL1850000029 | VDS0026 | 67 |
| 5 | 201401012155 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 47 |
| 6 | 201401012130 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 45 |
| 7 | 201401010100 | 3501 | VL1850000028 | VDS0025 | 48 |
| 8 | 201401012120 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 51 |
| 9 | 201401012125 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 57 |
| 10 | 201401011020 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 59 |
| 11 | 201401011735 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 46 |
| 12 | 201401010300 | 3501 | VL1850000029 | VDS0025 | 55 |
| 13 | 201401011835 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 48 |
| 14 | 201401011900 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 48 |
| 15 | 201401010110 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 46 |
| 16 | 201401011120 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 55 |
| 17 | 201401021240 | 3502 | VL1850000029 | VDS0026 | 56 |
| 18 | 201401011055 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 50 |
| 19 | 201401010815 | 3502 | VL1850000017 | VDS0015 | 58 |
| 20 | 201401010730 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 60 |
| 21 | 201401011830 | 3501 | VL1850000030 | VDS0027 | 56 |
| 22 | 201401020710 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 48 |
| 23 | 201401021830 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 47 |
| 24 | 201401020700 | 3501 | VL1880000114 | VDS0099 | 46 |
| 25 | 201401020420 | 3502 | VL1880000115 | VDS0100 | 55 |
| 26 | 20140102015 | 3501 | VL1850000018 | VDS0016 | 59 |
| 27 | 201401022145 | 3502 | VL1860000025 | VDS0022 | 59 |
| 28 | 201401011635 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 40 |
| 29 | 201401011435 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 53 |
| 30 | 201401021335 | 3502 | VL1850000017 | VDS0015 | 53 |
| 31 | 201401011140 | 3501 | VL1850000030 | VDS0027 | 57 |
| 32 | 201401010545 | 3502 | VL1850000027 | VDS0024 | 55 |

| vdsid | statmidate | linkid | laneno | volume | speed | occu |
|-------|------------|--------------|------------|--------|-------|------|
| 1 | VDR0806 | 201407010035 | 1650027200 | 3 | 3 | 61 |
| 2 | VDR0803 | 201407010035 | 1640012000 | 3 | 18 | 51 |
| 3 | VDR0803 | 201407010035 | 1640011900 | 1 | 12 | 52 |
| 4 | VDR0803 | 201407010035 | 1640011900 | 2 | 18 | 59 |
| 5 | VDR0206 | 201407010035 | 1650057200 | 3 | 42 | 48 |
| 6 | VDR0304 | 201407010035 | 1630027600 | 3 | 30 | 45 |
| 7 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025800 | 4 | 12 | 49 |
| 8 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025800 | 3 | 51 | 54 |
| 9 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025700 | 4 | 63 | 62 |
| 10 | VDR0306 | 201407010035 | 1650012100 | 1 | 27 | 56 |
| 11 | VDR0306 | 201407010035 | 1650012100 | 4 | 3 | 43 |
| 12 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 2 | 33 | 61 |
| 13 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 3 | 33 | 53 |
| 14 | VDR0307 | 201407010035 | 1630025700 | 2 | 39 | 78 |
| 15 | VDR0803 | 201407010035 | 1640012000 | 1 | 12 | 50 |
| 16 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 4 | 3 | 10 |
| 17 | VDR0805 | 201407010035 | 1650028500 | 1 | 3 | 47 |
| 18 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056800 | 3 | 45 | 50 |
| 19 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056800 | 2 | 30 | 65 |
| 20 | VDR0102 | 201407010035 | 1650056700 | 4 | 45 | 64 |
| 21 | VDR0304 | 201407010035 | 1630027500 | 3 | 33 | 49 |
| 22 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 5 | 6 | 50 |
| 23 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027100 | 3 | 36 | 53 |
| 24 | VDR0308 | 201407010035 | 1630027200 | 2 | 45 | 65 |
| 25 | VDR0805 | 201407010050 | 1650028600 | 1 | 27 | 78 |
| 26 | VDR0803 | 201407010050 | 1640012000 | 3 | 27 | 45 |
| 27 | VDR0307 | 201407010050 | 1630025700 | 4 | 48 | 65 |
| 28 | VDR0308 | 201407010050 | 1630027100 | 2 | 21 | 62 |
| 29 | VDR0306 | 201407010050 | 1650012200 | 3 | 45 | 55 |
| 30 | VDR0306 | 201407010050 | 1650012200 | 1 | 15 | 63 |
| 31 | VDR0606 | 201407010050 | 1640014900 | 3 | 15 | 58 |
| 32 | VDR0803 | 201407010050 | 1640012000 | 1 | 15 | 53 |

| linkid | statmidate | vdsid | speed |
|--------|------------|--------------|---------|
| 1 | 1850130100 | 201401011240 | VDS0026 |
| 2 | 1860085200 | 201401011040 | VDS0100 |
| 3 | 1850134200 | 201401011335 | VDS0024 |
| 4 | 1850130100 | 201401010210 | VDS0026 |
| 5 | 1850134200 | 201401012155 | VDS0024 |
| 6 | 1850134200 | 201401012130 | VDS0024 |
| 7 | 1850129200 | 201401010100 | VDS0025 |
| 8 | 1850012300 | 201401012120 | VDS0016 |
| 9 | 1860070700 | 201401012125 | VDS0022 |
| 10 | 1860085200 | 201401011020 | VDS0100 |
| 11 | 1850012300 | 201401011735 | VDS0016 |
| 12 | 1850129200 | 201401010300 | VDS0025 |
| 13 | 1860070800 | 201401011835 | VDS0099 |
| 14 | 1850012300 | 201401011900 | VDS0016 |
| 15 | 1850134200 | 201401010110 | VDS0024 |
| 16 | 1860070800 | 201401011120 | VDS0099 |
| 17 | 1850130100 | 201401021240 | VDS0026 |
| 18 | 1850012300 | 201401011055 | VDS0016 |
| 19 | 1860085100 | 201401010815 | VDS0015 |
| 20 | 1860070700 | 201401010730 | VDS0022 |
| 21 | 1850012501 | 201401011830 | VDS0027 |
| 22 | 1860070800 | 201401020710 | VDS0099 |
| 23 | 1860070800 | 201401021830 | VDS0099 |
| 24 | 1860070800 | 201401020700 | VDS0099 |
| 25 | 1860085200 | 201401020420 | VDS0100 |
| 26 | 1850012300 | 20140102015 | VDS0016 |
| 27 | 1860085200 | 201401022145 | VDS0100 |
| 28 | 1860070700 | 201401011635 | VDS0022 |
| 29 | 1850134200 | 201401011435 | VDS0024 |
| 30 | 1860085100 | 201401021335 | VDS0015 |
| 31 | 1850012501 | 201401011140 | VDS0027 |

<대전광역시>

<인천광역시>

<자료 통합 후>

<그림 5-12> 지자체별 통행속도자료의 통합

6. 통행속도 자료의 전처리

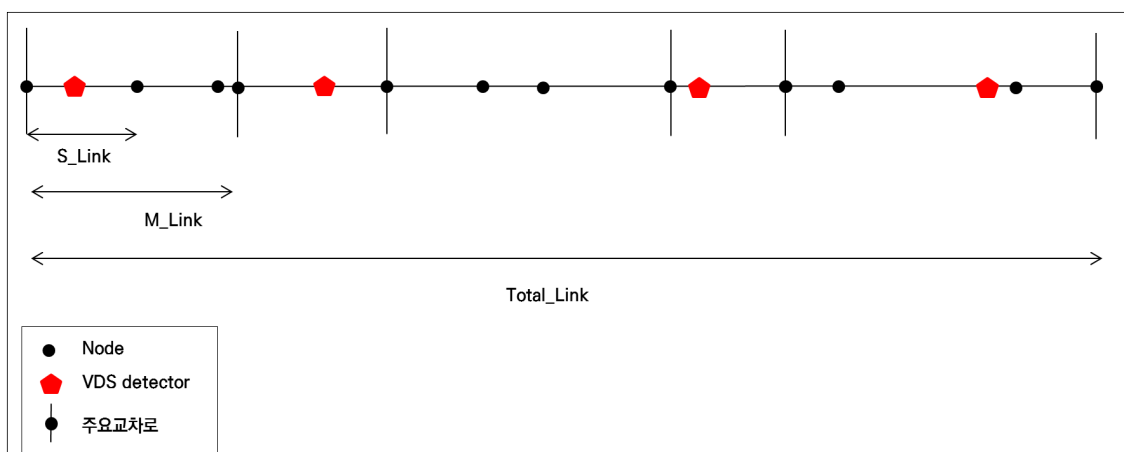
- 원시데이터(Raw data)의 자료 정확성이 자료수집단계에서부터 높다면 분석에서의 신뢰성이 나 가공절차가 용이할 수 있음
- 그러나 실시간 정보를 수집하는 교통정보자료의 경우 자료 수집을 담당하는 서버문제 또는 정보통신으로 인한 자료 누락 등 정확성이 낮은 자료가 존재할 수 있음
- 이를 위해 자료를 분석하기 전에 아래 <표 5-15>와 같이 이상치를 구분하고 제거하는 전처리 과정이 필요함

<표 5-15> 데이터 전처리 과정

| 구분 | 오류 판단 기준 | 세부내용 |
|--------|---------------|--|
| Step 1 | 자료 데이터의 존재 여부 | 수집 데이터에서 속도>0 인데 교통량 0인 데이터 제외 |
| Step 2 | 연속 중복 데이터 | 해당링크 속도자료를 기준으로 날짜 또는 시간의 중복이 되는 경우 삭제 |
| Step 3 | 논리적인 오류 | 속도가 음수 혹은 100Km/hr 보다 크면 부적합처리 |
| Step 4 | 검지기 속도 반영 | 링크구간을 통합하여 통행시간을 산정 |

- Step1 : 자료 데이터의 존재여부
 - 본 연구에서는 통행시간 분포를 이용하여 지표를 산정하는 것이 목표이기 때문에 원시데이터인 통행속도를 통행시간으로 변환하는 작업이 필요함
 - 이를 위해 통행속도와 구간길이를 이용하여 통행시간을 산정하기 때문에 속도자료가 0인 경우 산출이 불가능하므로 수집 데이터에서 속도가 0으로 구성된 경우 해당 데이터 제외하였음
 - 또한 속도는 0이지만 교통량이 0이 아닌 경우는 잘못된 자료로 판단 제거함
- Step2 : 연속 중복 데이터
 - 실시간으로 교통정보가 수집되기 때문에 검지기 경우에는 오작동 또는 서버의 오류가 발생할 수 있고 이로 인해 교통정보가 수집되지 않는 경우가 생김
 - 그 외에도 속도를 기준으로 생성날짜나 시간이 중복으로 일어나는 경우 이를 삭제하도록 함
- Step3 : 논리적인 오류
 - 도로등급을 고려하여 일반적인 속도를 넘어가는 극단치의 경우 기준을 정하여 제외하는 것이 필요

- 도시부 주간선도로의 경우 제한속도가 70km/h이지만 자료의 변동성을 고려하여 100km/h를 넘어가는 속도에 대해서는 제외토록 함
- Step4 : 검지기 속도 주변링크에 반영
 - 검지기 자료의 경우 검지기 위치가 있는 링크ID만 속도자료가 존재하기 때문에 검지기가 없는 링크구간을 통합하여 통행시간을 산정하는 절차가 필요함
 - 대상구간을 크게 도로의 등급 및 주요 간선도로의 교차로를 중심으로 구분하되 최소 1개 이상의 검지기가 포함 되도록 함
 - 검지기가 없는 링크의 경우 해당 구간의 검지기 속도를 가정으로 적용하여 통행 속도를 반영함
 - ITS표준링크 기준의 링크들(S_link)을 위의 기준에 따라 M_Link로 통합하여 동일한 검지기 속도 적용함



<그림 5-13> 링크구간의 통합절차

제4절 기초 분석 결과

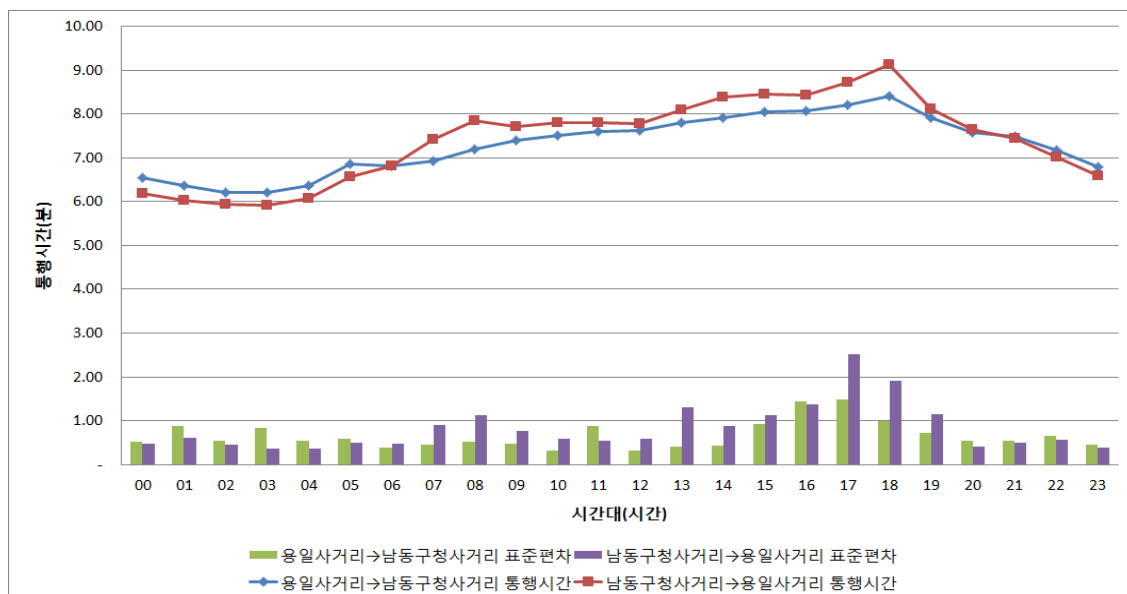
1. VDS 속도자료 특성

가. 인천광역시

1) 연간 시간대별 통행시간 분포

① 인주대로

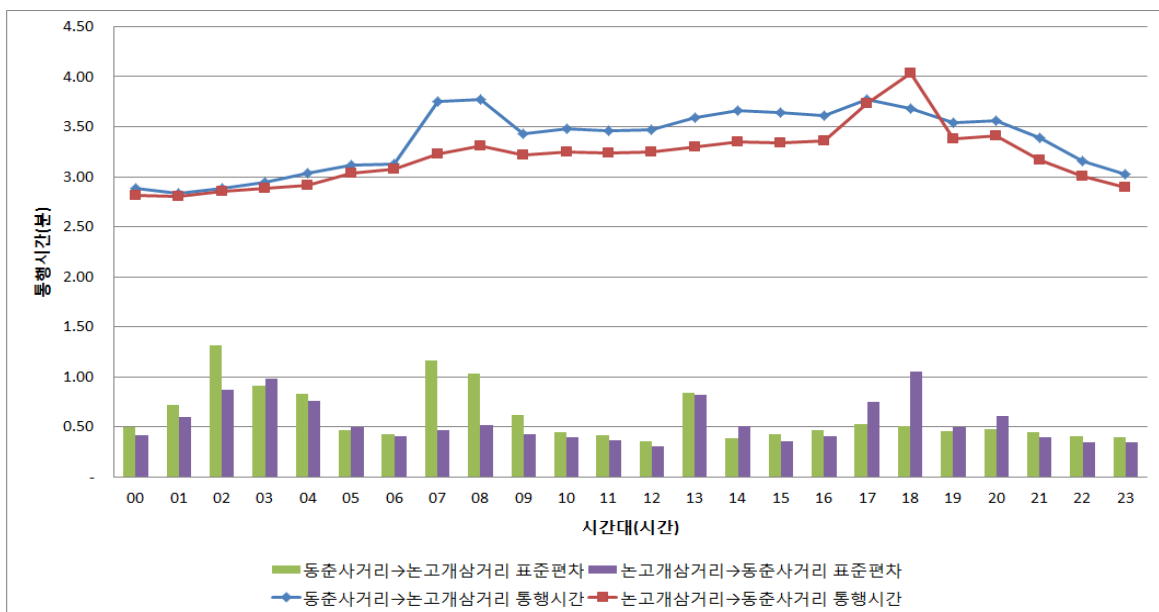
- 인천시의 인주대로를 기준으로 연간 통행시간을 산출한 결과 용일사거리→남동구청사거리의 통행시간은 평균 7.29분, 남동구청사거리→용일사거리의 통행시간은 7.41분으로 나타났음
- 방향별로 보았을 때 평균적으로 남동구청사거리→용일사거리 방향의 통행시간이 좀 더 높게 나타났으며 대전시의 주간선도로인 한밭대로보다는 오전/오후 첨두양상이 크게 보이지는 않은 것으로 분석됨
- 평균에 따른 통행시간의 표준편차의 경우 남동구청사거리→용일사거리 방향이 0.83로 용일사거리→남동구청사거리 방향의 표준편차 0.66보다 높게 나타났으며 대전시와 비슷하게 17~19시 사이의 표준편차의 차이가 큰 것으로 분석되었음



<그림 5-14> 인주대로 연간 통행시간 및 표준편차

② 앵고개로

- 인천시 보조간선도로인 앵고개로의 경우 연간 통행시간을 산출한 결과 동춘사거리→논고개삼거리의 통행시간은 평균 3.37분, 논고개삼거리→동춘사거리의 통행시간은 3.20분으로 나타났음
- 앵고개로의 경우 방향별로 보았을 때 오전 7~8시에는 동춘사거리→논고개삼거리방향의 통행시간이 3.77분까지 증가하는 반면, 오후 6시에는 논고개삼거리→동춘사거리 방향의 통행시간이 4.03분으로 높게 나타남
- 통행시간의 표준편차의 경우 동춘사거리→논고개삼거리 방향이 0.61, 논고개삼거리→동춘사거리 방향의 표준편차 0.55로 나타났음

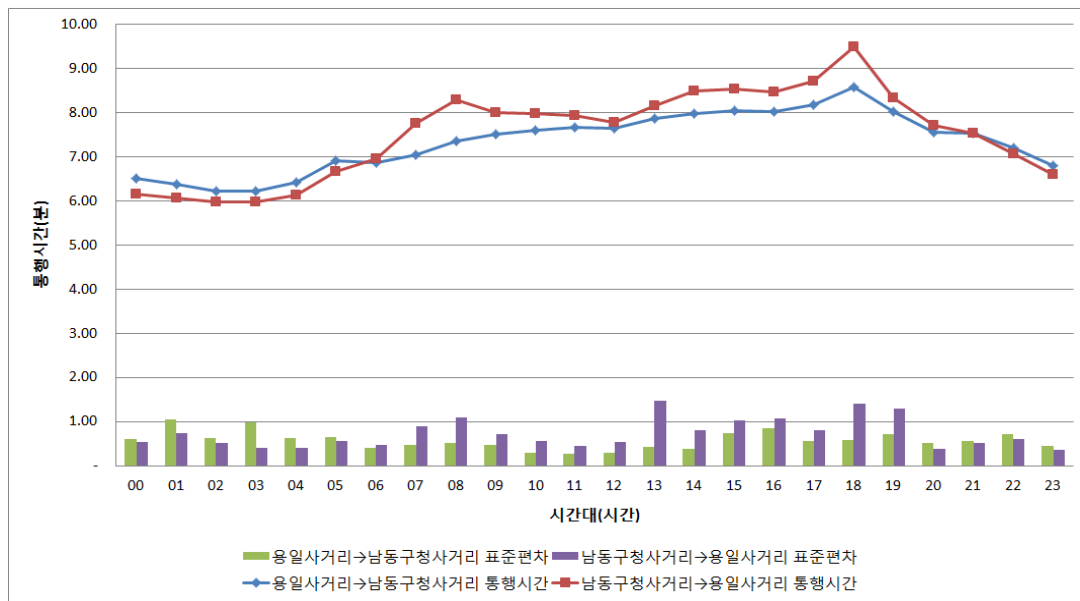


<그림 5-15> 앵고개로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

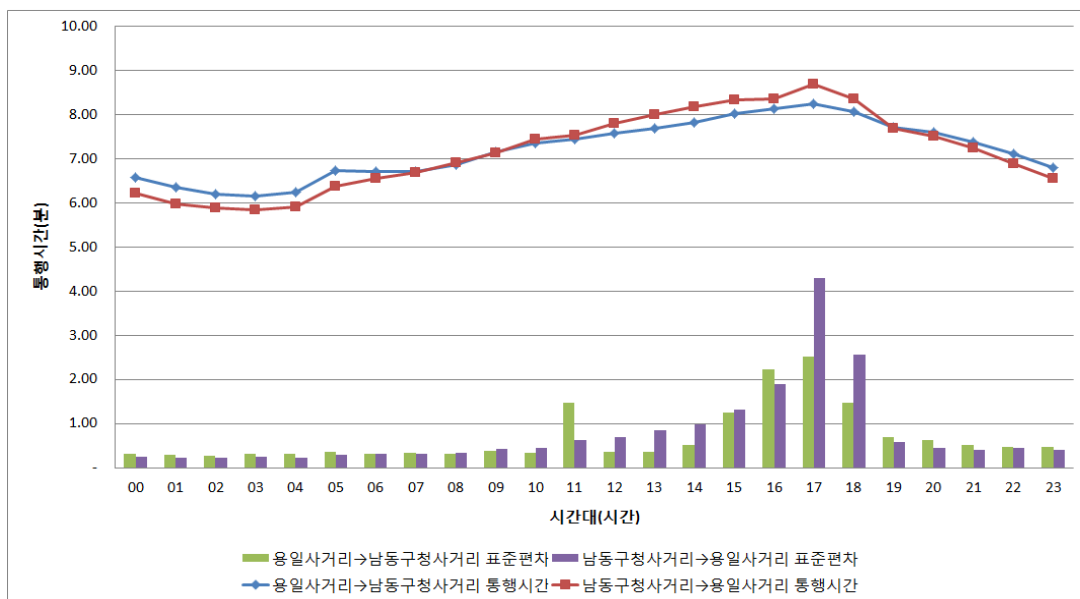
2) 주중/주말시간대별 통행시간 분포

① 인주대로

- 주중 통행시간을 산출한 결과 용일사거리→남동구청사거리 방향은 7.34분, 남동구청사거리→용일사거리 방향은 7.53분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 용일사거리→남동구청사거리 방향은 7.19분, 남동구청사거리→용일사거리 방향은 7.17분으로 비슷하게 분석됨
- 표준편차의 경우 주중보다는 주말이, 남동구청사거리→용일사거리 방향이 0.79로 높게 나타났으며 주말 17시에는 4.30으로 가장 높게 편차가 분석됨



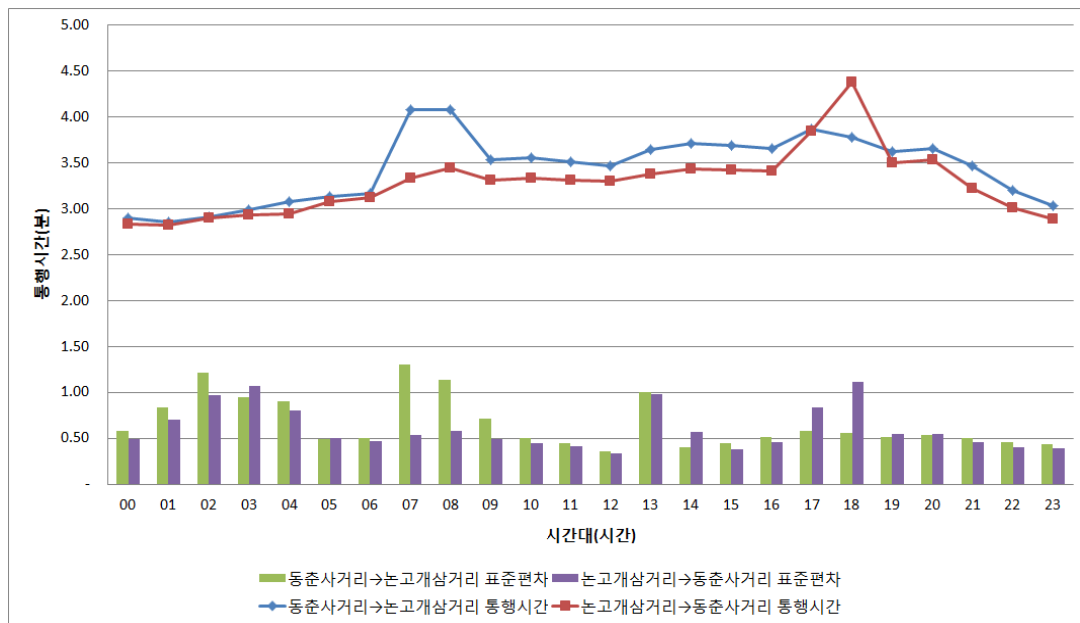
<그림 5-16> 인주대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포



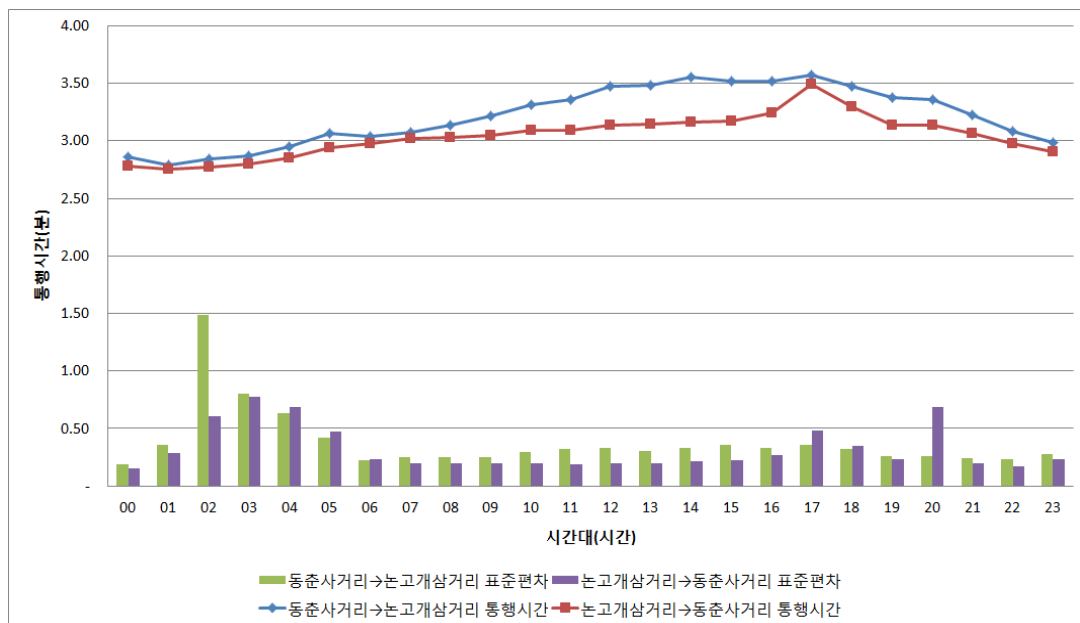
<그림 5-17> 인주대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포

② 앵고개로

- 인천시의 앵고개로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 동춘사거리→논고개삼거리 방향은 3.44분, 논고개삼거리→동춘사거리 방향은 3.28분으로 나타났음
- 앵고개로의 경우 남동공단이 주변에 위치하고 있기 때문에 다른 도로보다 통행시간의 특이성을 보임. 오전첨두가 7시부터 시작되어 다른 곳 보다 이른 시간대인 것으로 분석됨



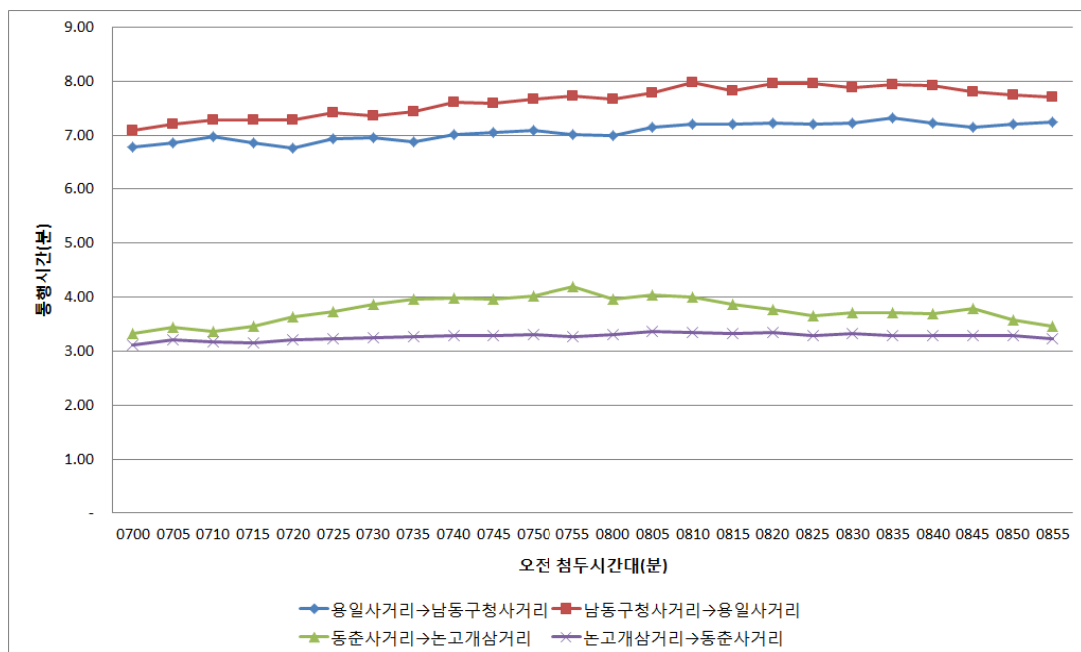
<그림 5-18> 앵고개로 주중 통행시간 및 표준편차 분포



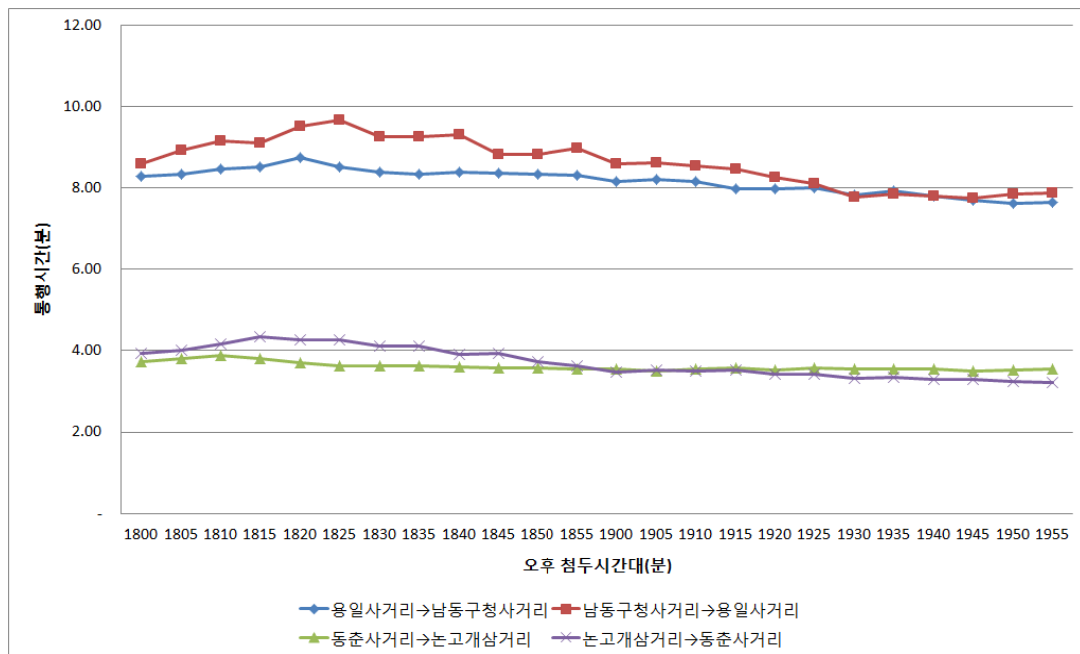
<그림 5-19> 앵고개로 주말 통행시간 및 표준편차 분포

3) 오전첨두/오후첨두/비첨두 시간대별 통행시간 분포

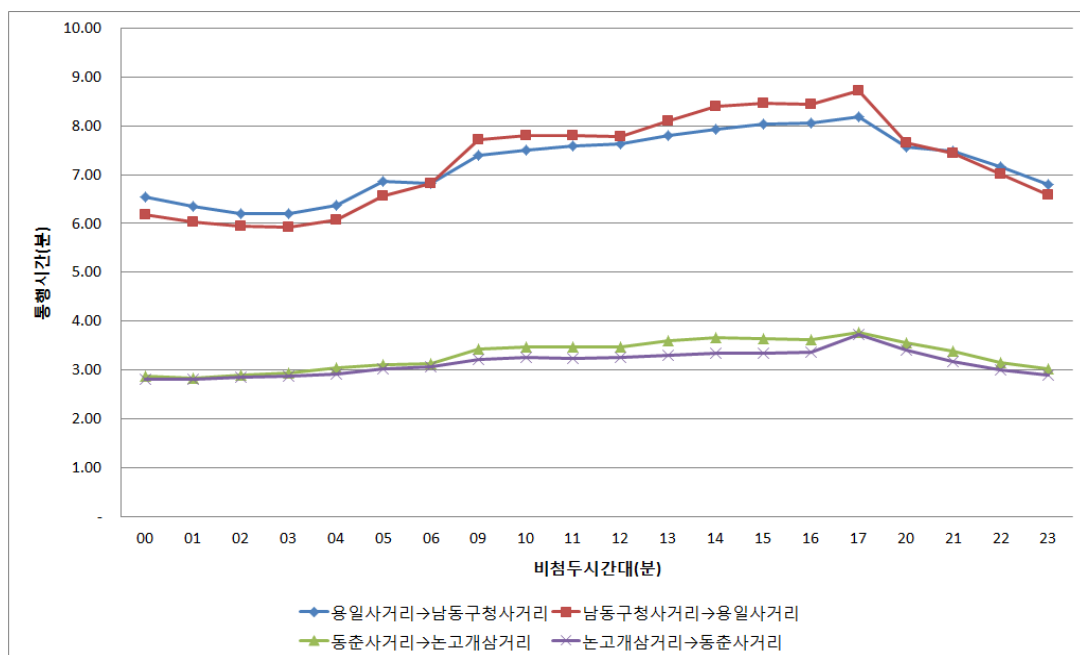
- 인천시의 오전 첨두시간 분포를 분석한 결과 통행시간을 산출한 결과 인주대로와 앵고개로 크게 시간의 변화가 보이지 않음.
 - 이는 전체적으로 인천시의 대상구간의 통행시간 분포변화가 크지 않기 때문인 것으로 판단됨
- 인주대로의 경우 오전 첨두시간대의 평균 통행시간은 7.06분(용일사거리→남동구청사거리), 7.63분(남동구청사거리→용일사거리)으로 나타났으며 오후에는 8.17분(용일사거리→남동구청사거리), 8.62분(남동구청사거리→용일사거리)으로 분석되었음
- 앵고개로의 경우 오전 첨두시간대(07시~09시)의 평균 통행시간은 3.76분(동춘사거리→논고개삼거리), 3.27분(논고개삼거리→동춘사거리)이 소요되는 것으로 나타남
 - 오후첨두시간대(18시~20시)에는 3.61분(동춘사거리→논고개삼거리), 3.17분(논고개삼거리→동춘사거리)으로 분석되었음
- 비첨두시간대는 낮시간대인 9시~17시가 높게 나타났으며 각 방향별 차이가 크게 나타나지 않았음



<그림 5-20> 인천시 오전첨두 통행시간 분포



<그림 5-21> 인천시 오후첨두 통행시간 분포



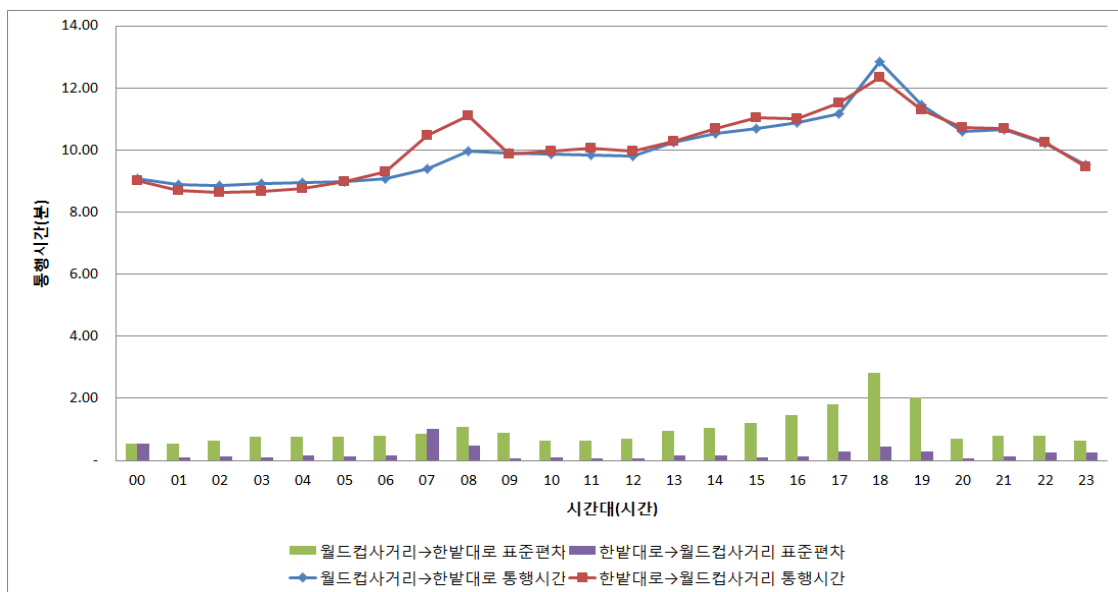
<그림 5-22> 인천시 비첨두 통행시간 분포

나. 대전광역시

1) 연간 시간대별 통행시간 분포

① 한밭대로

- 대전시의 한밭대로를 기준으로 연간 통행시간을 산출한 결과 월드컵사거리→한밭대로의 통행시간은 평균 10.03분, 한밭대로→월드컵사거리의 통행시간은 10.13분으로 나타났음
- 통행시간이 가장 긴 시간대는 양방향 모두 오전/오후 첨두시간 양상이 뚜렷이 보이며 오전 8시와 오후 6시에 가장 긴 통행시간을 가지는 것으로 분석되었음
- 평균에 따른 통행시간의 표준편차의 경우 월드컵사거리→한밭대로 방향이 0.99로 한밭대로→월드컵사거리방향의 표준편차 0.22보다 높게 나타났으며 특히 17~19시 사이의 표준편차의 차이가 큰 것으로 분석되었음

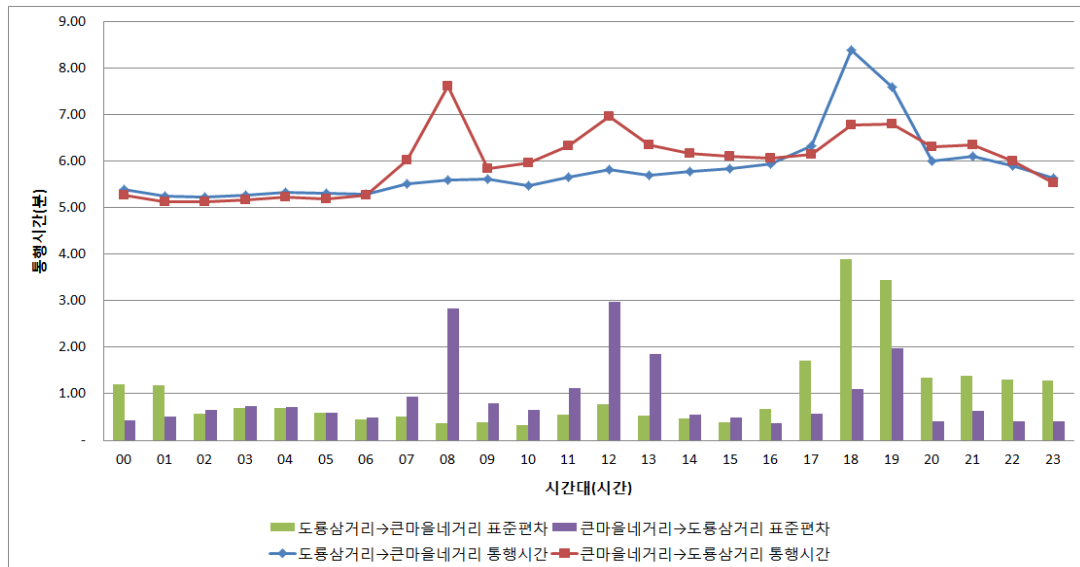


<그림 5-23> 한밭대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

② 대덕대로

- 대전시의 대덕대로의 경우 연간 통행시간을 산출한 결과 도룡삼거리→큰마을네거리의 통행시간은 평균 5.83분, 큰마을네거리→도룡삼거리의 통행시간은 5.99분으로 나타났음
- 대덕대로의 경우 첨두양상이 방향별로 나타났는데 오전 8시에는 큰마을네거리→도룡삼거리방향의 통행시간이 7.61분까지 증가하는 반면, 오후첨두 시간에는 도룡삼거리→큰마을네거리 통행시간이 8.398분으로 높게 나타남

- 평균에 따른 통행시간의 표준편차의 경우 도룡삼거리→큰마을네거리 방향이 1.03로 큰마을네거리→도룡삼거리방향의 표준편차 0.93보다 높게 나타났음

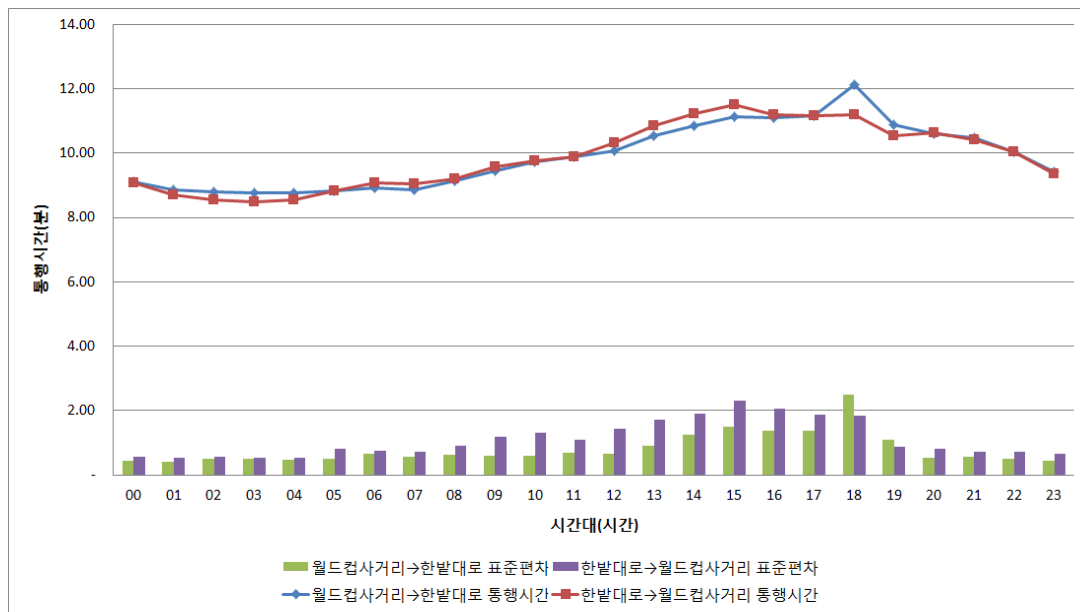


<그림 5-24> 대덕대로 연간 통행시간 및 표준편차 분포

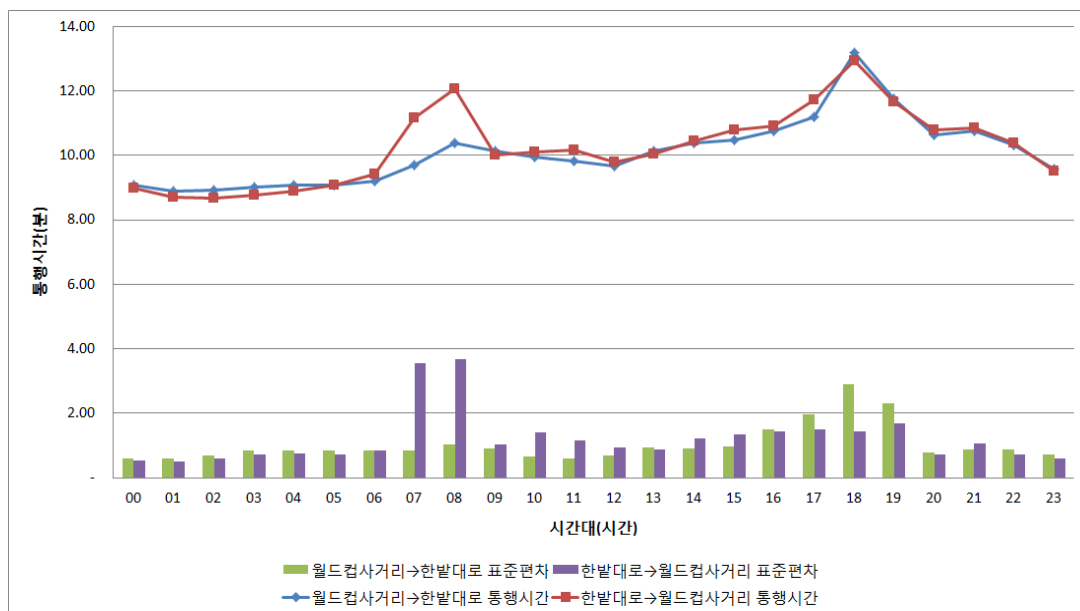
2) 주중/주말시간대별 통행시간 분포

① 한밭대로

- 대전시의 한밭대로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 월드컵사거리→한밭대로사거리 방향은 10.09분, 한밭대로→월드컵사거리방향은 10.25분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 월드컵사거리→한밭대로사거리 방향은 9.90분, 한밭대로→월드컵사거리방향은 9.89분으로 비슷하게 분석됨
- 주말보다는 주중의 통행시간이 출퇴근시간대에 증가하는 것으로 나타났으며 주말의 경우 오전보다는 오후시간대에 통행시간이 높게 분석됨



<그림 5-25> 한밭대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포

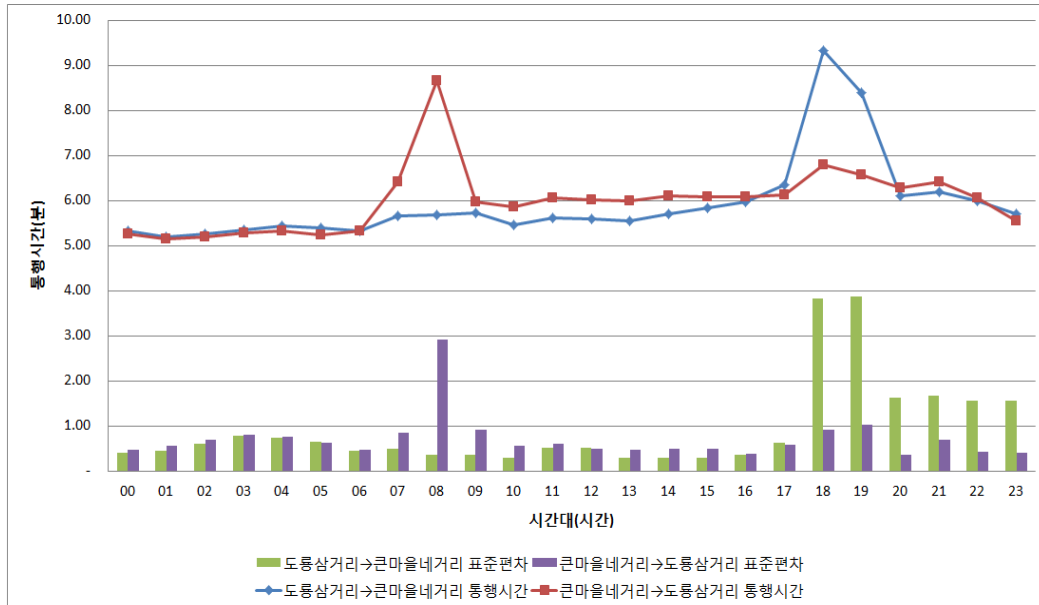


<그림 5-26> 한밭대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포

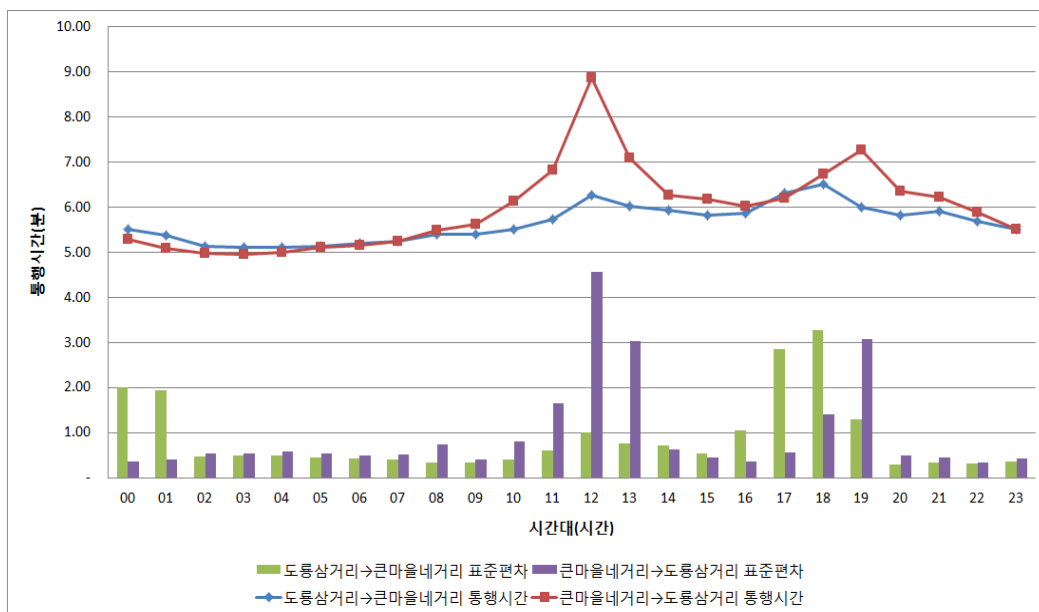
② 대덕대로

- 대전시의 대덕대로를 기준으로 주중 통행시간을 산출한 결과 도룡삼거리→큰마을네거리 방향은 5.92분, 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 5.99분으로 나타났으며, 주말의 통행시간은 도룡삼거리→큰마을네거리 방향은 5.64분, 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 5.97분으로 비슷하게 분석됨

- 대덕대로는 대전시의 도심부를 교차하면서 남북으로 이어지는 도로이기 때문에 지역간 통행이나 특히 출퇴근시간에 영향이 눈에 띄게 나타나는 것으로 판단됨



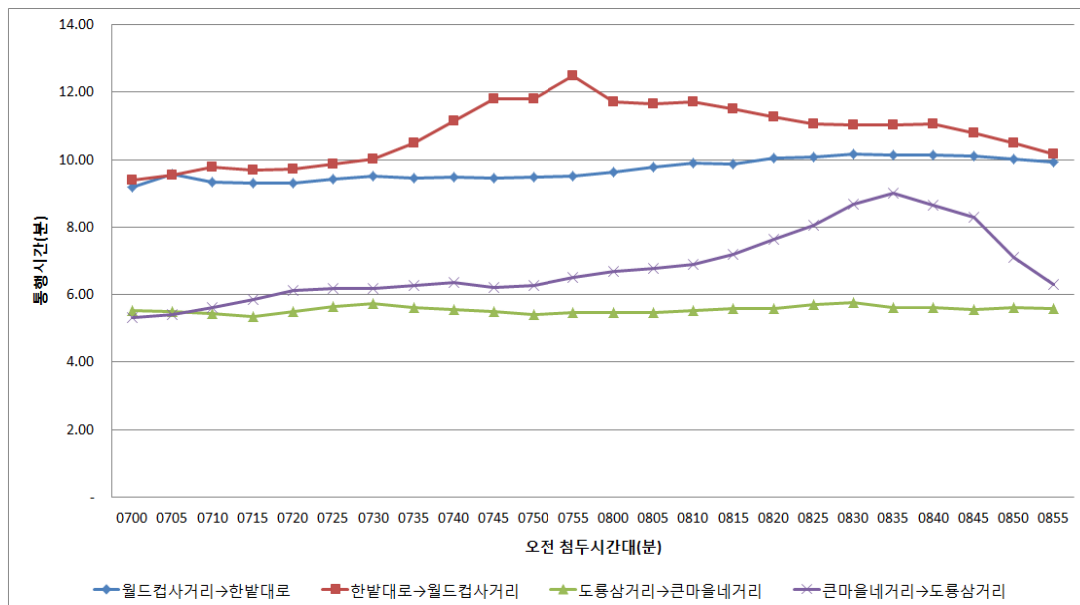
<그림 5-27> 대덕대로 주중 통행시간 및 표준편차 분포



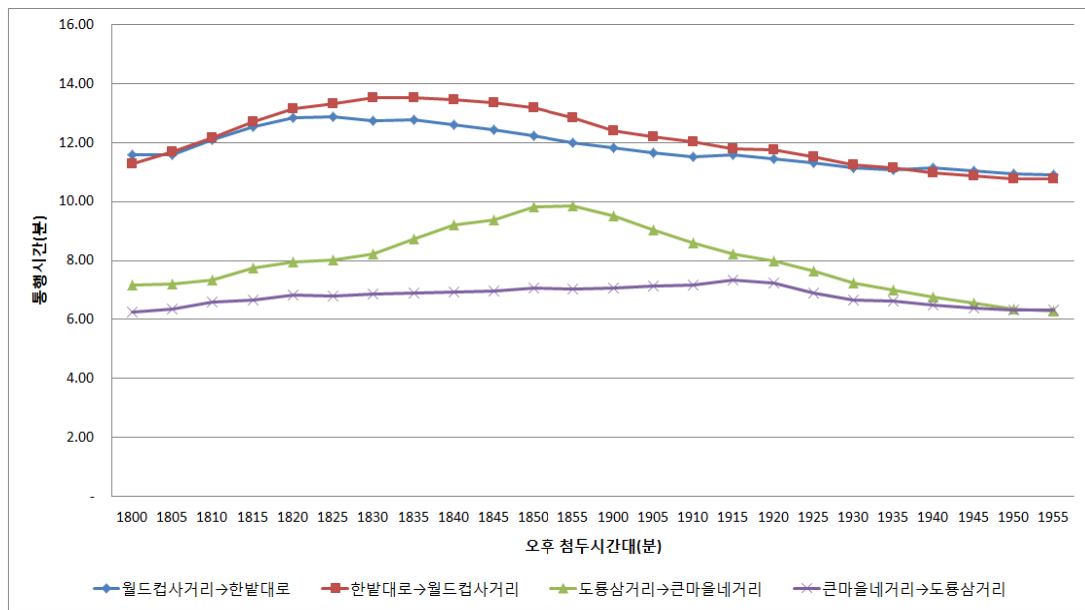
<그림 5-28> 대덕대로 주말 통행시간 및 표준편차 분포

3) 오전첨두/오후첨두/비첨두 시간대별 통행시간 분포

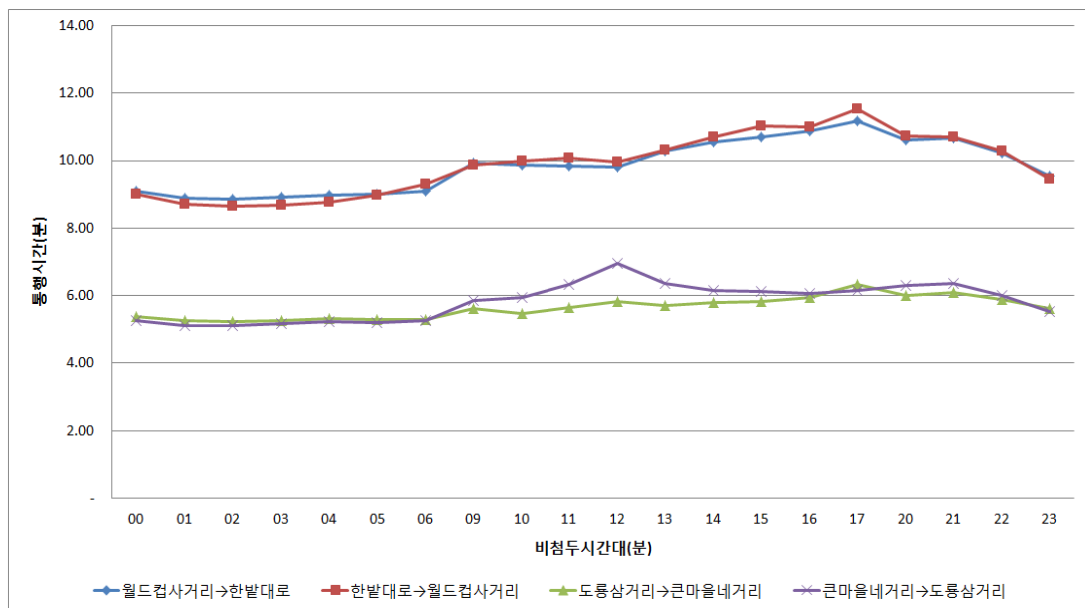
- 대전시의 한발대로를 기준으로 통행시간을 산출한 결과 오후(18시~20시) 첨두시간대 보다 오전(07시~09시)첨두시간대에 통행시간이 집중되어 있는 것으로 나타남
- 한발대로 오전 첨두시간대의 통행시간은 방향별로 각각 10.8분(월드컵사거리→한발대로사거리), 9.6분(한발대로사거리→월드컵사거리)으로 나타났으며 오후에는 11.8분(월드컵사거리→한발대로사거리), 12.1분(한발대로사거리→월드컵사거리)으로 분석되었음
- 대덕대로의 경우 평균 통행시간은 오전첨두시간은 5.56분(도룡삼거리→큰마을네거리), 6.81분(큰마을네거리→도룡삼거리)으로 분석되었으며 오전 8시 35분의 큰마을네거리→도룡삼거리방향은 9.01분으로 가장 높은 통행시간이 걸리는 것으로 나타났음
- 오후 첨두시간에는 반대로 도룡삼거리→큰마을네거리방향이 높게 나타나 평균 7.99분으로 나타났음
- 비첨두시간대는 새벽시간대인 00시~06시, 낮시간대인 9시~17시, 저녁시간대인 20~23시로 구분될 수 있으며 통행시간을 분석한 결과 한발대로는 평균 9.85분(월드컵사거리→한발대로사거리), 9.89분(한발대로사거리→월드컵사거리)로 나타났고 대덕대로는 평균 5.64분(도룡삼거리→큰마을네거리), 5.82분(큰마을네거리→도룡삼거리)으로 분석되었음



<그림 5-29> 대전시 오전첨두 통행시간 분포



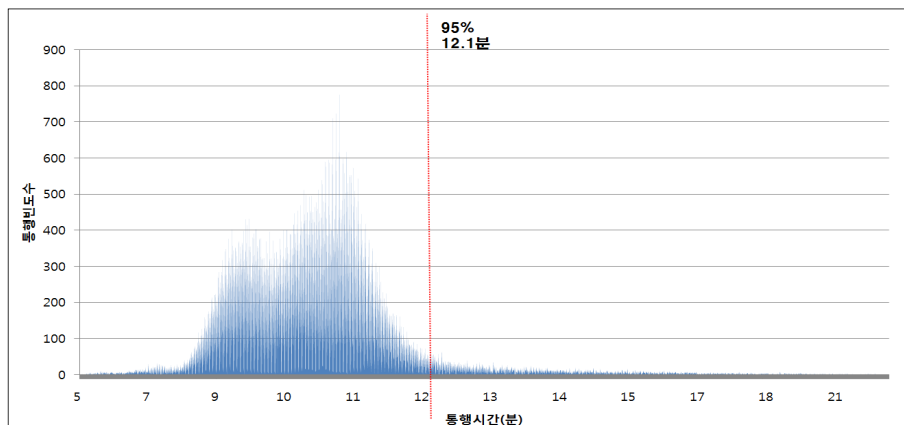
<그림 5-30> 대전시 오후첨두 통행시간 분포



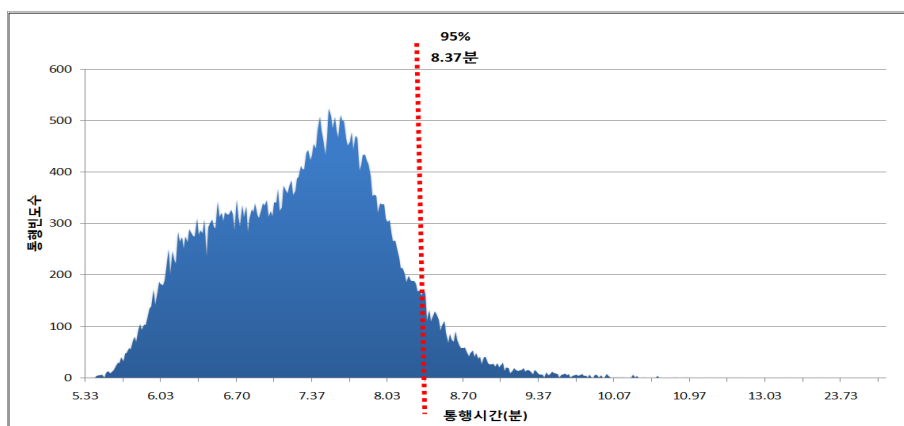
<그림 5-31> 대전시 비첨두 통행시간 분포

다. 통행시간별 빈도분포

- 대전시의 월드컵사거리→한밭대로를 기준으로 통행시간대별로 빈도분포를 아래와 같이 나타낸 결과 왼쪽으로 치우쳐진 분포가 나타났음
 - 통행시간은 10분~11분대 통행이 가장 많이 나타났으며, 95%기준의 통행시간은 각각 12.1분 (월드컵사거리→한밭대로)으로 나타났음
- 인천시 용일사거리→남동구청사거리 기준으로 통행시간 빈도분포를 아래와 같이 나타낸 결과 한밭대로와 비슷하게 왼쪽으로 치우쳐진 분포가 나타났음
 - 통행시간은 7분~8분대 통행이 가장 많이 나타났으며, 95%기준의 통행시간은 각각 8.37분으로 나타났음
- 아래와 같은 방향별 통행시간과 빈도분석들을 통해 중위수, 평균 통행시간, 95%시간 등을 분석할 수 있으며 이러한 자료들을 이용하여 신뢰성 지표산정을 산출할 수 있음



<그림 5-32> 대전 월드컵사거리~한밭대로사거리 통행시간대별 빈도분포



<그림 5-33> 인천 용일사거리→남동구청사거리 통행시간대별 빈도분포

2. 내비게이션 속도 자료 특성

- 본 절에서는 현재 국가교통DB센터와 ‘현대엠엔소프트사’와의 업무협약에 의해 협조된 내비게이션 속도자료를 이용하여 통행시간 신뢰성 지표를 산정하는데 어떠한 자료가 더 적합한지를 파악하기 위해 검지기자료와의 통행시간의 분포와 특성을 추가로 비교분석 하였음
- 본 자료의 개별차량 속도자료를 기준으로 인천시와 대전시의 대상구간을 지나가는 기본적인 자료 특성을 살펴보았으며 현황은 아래 <표 5-16>과 같음
- 속도자료들을 요청하여 받은 결과 2014년을 기준으로 약 16,896,822개의 자료가 추출되었으며 차량은 총 134,023대가 통행한 것으로 나타났음
- 검지기 자료와의 비교분석을 위해 우선 내비게이션 자료의 전처리과정을 수행하였으며 다음과 같은 특성이 나타남
 - 대전 한밭대로의 경우 9개의 링크에 대해 차량 속도 자료가 존재 하지 않음
 - 자료가 수집되어 올라오는 시간이 중복 되는 경우가 존재함
 - 특정 시간대에 자료가 부재한 경우가 다수 존재

<표 5-16> 대상구간 자료 수집현황

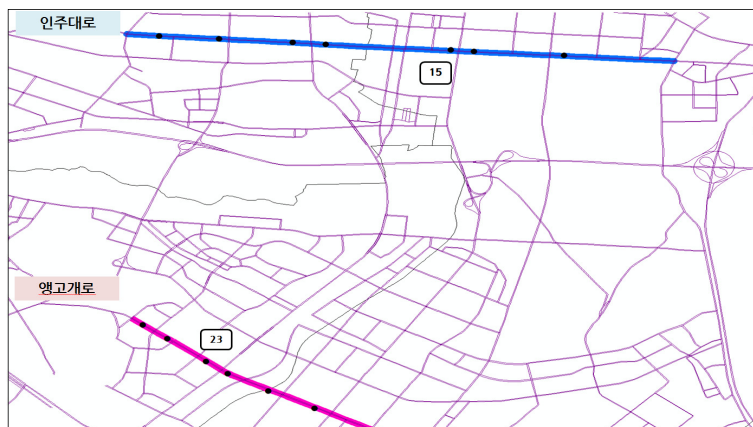
| 구분 | | 자료 내용 | |
|-----------|-----|---------------------------|--|
| 수집방법 | | 개별차량에 장착된 내비게이션 주행이력자료 | |
| 수집내용 | | 해당링크를 통행한 차량의 통행속도 | |
| 수집기간 | | 2014. 01~2014. 12 | |
| 수집단위 | | GPS를 통해 수집 (4초~10초사이의 간격) | |
| 수집 자료수 | 자료수 | 인천 | 4,008,234개 (인주대로: 3,306,419개, 앵고개로: 701,815개) |
| | | 대전 | 12,888,588개 (한밭대로: 8,229,251개, 대덕대로: 4,659,337개) |
| | 차량수 | 인천 | 83,589대 (인주대로: 58,019대, 앵고개로: 25,570대) |
| | | 대전 | 110,915대 (한밭대로: 65,898대, 대덕대로: 45,017대) |
| | 링크수 | 인천 | 44개 (인주대로: 28개, 앵고개로: 16개) |
| | | 대전 | 117개 (한밭대로: 71대, 대덕대로: 46대) |

3. VDS 속도자료와 내비게이션 속도자료의 비교분석

가. 대상링크 선정

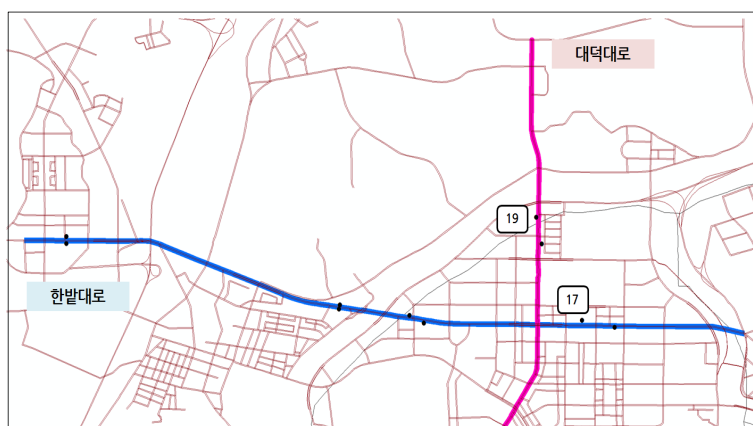
- 내비게이션 자료의 경우 시간대별로 특정 링크의 자료가 존재하지 않는 경우가 있어 대상구간 전체의 통행시간 분포에 대한 분석이 어려워 단일링크를 대상으로 통행시간 분포를 비교 분석하였음
- 단일링크는 ITS 표준노드 링크기준으로 각 대상구간에서 지점 검지기가 설치된 링크와 내비게이션 속도자료가 동시에 존재하는 링크를 선정하였음
- 선정된 단일링크는 아래 <표 5-17> 및 <표 5-18>과 같음

<표 5-17> 인천시의 비교대상 분석링크 및 속성



| | | |
|-------------|------------|------------|
| 링크ID | 1650057100 | 1640012000 |
| 도로 | 인주대로 | 앵고개로 |
| 방향 | 서→동 | 동→서 |
| 링크길이 (m) | 288 | 336 |

<표 5-18> 대전시의 비교대상 분석링크 및 속성



| | | |
|-------------|------------|------------|
| 링크ID | 1850130100 | 1850012501 |
| 도로 | 한밭대로 | 대덕대로 |
| 방향 | 동→서 | 북→남 |
| 링크길이 (m) | 340 | 265 |

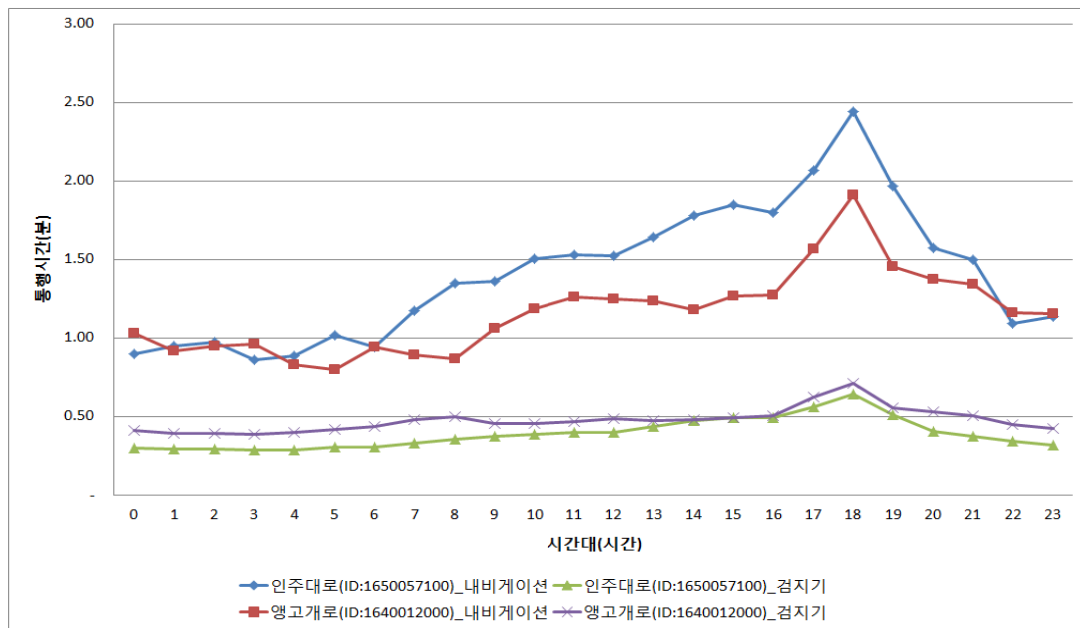
나. 연간 통행시간 비교

- 통행속도 자료를 내비게이션 자료와 검지기 자료로 구분하여 시간대별 연간 통행시간을 아래와 같이 비교하였음
- 검지기자료의 통행시간은 단일링크로 구간길이가 짧지만 두 지역 모두 위의 ‘VDS속도자료 특성’에서 분석된 것과 비슷한 추이를 보이고 있음
- 내비게이션 자료를 이용한 통행시간의 경우 전체적인 도로구간에서 검지기 수집 통행시간보다 높게 분석되었으며 특히 인천시의 평균 시간대별 통행시간은 대전시보다 큰 차이를 보이는 것으로 나타남
- 시간대별로 보았을 때 새벽시간대는 내비게이션 자료와 검지기 속도자료의 차이가 없이 비슷하였지만 실제 통행량이 많은 오전 시간대부터 크게 차이가 발생함. 검지기의 경우 시간대별 변동성이 크지 않은 반면 내비게이션 속도자료는 변동성이 큼

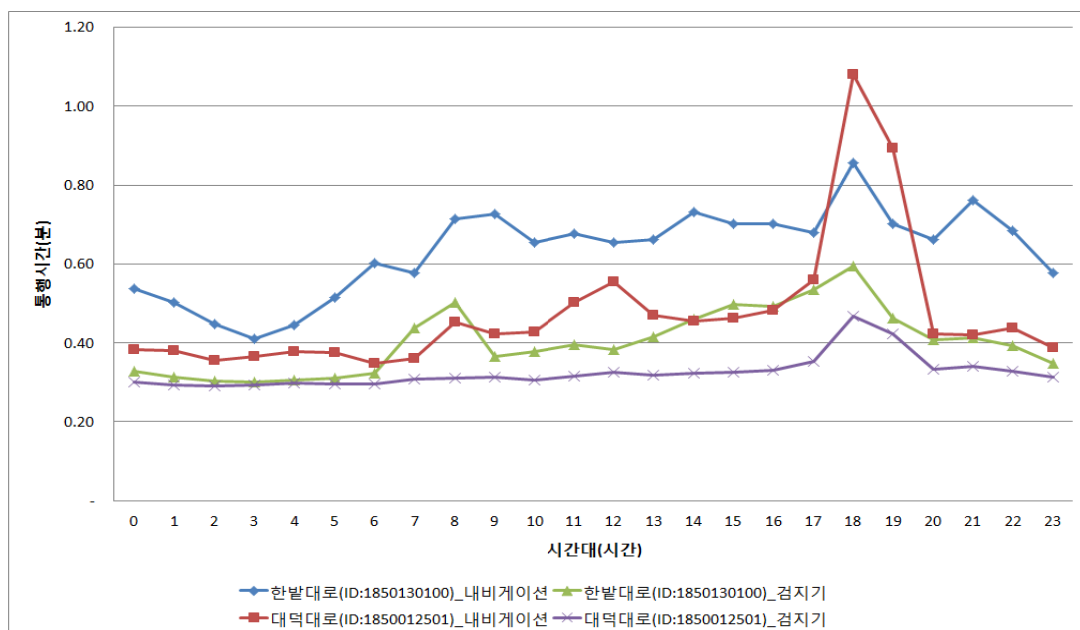
<표 5-19> 대상지역 링크별 연간 통행시간

(단위:분)

| 시간 | 인천_인주대로 (ID: 1650057100) | | 인천_앵고개로 (ID: 1640012000) | | 대전_한밭대로 (ID: 1850130100) | | 대전_대덕대로 (ID: 1850012501) | |
|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|-----------------------------|------|
| | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 | 내비게이션 | 검지기 |
| 00 | 0.90 | 0.30 | 1.03 | 0.41 | 0.54 | 0.33 | 0.38 | 0.30 |
| 01 | 0.95 | 0.30 | 0.92 | 0.40 | 0.50 | 0.31 | 0.38 | 0.29 |
| 02 | 0.97 | 0.29 | 0.95 | 0.39 | 0.45 | 0.30 | 0.36 | 0.29 |
| 03 | 0.87 | 0.29 | 0.96 | 0.39 | 0.41 | 0.30 | 0.37 | 0.29 |
| 04 | 0.89 | 0.29 | 0.83 | 0.40 | 0.44 | 0.30 | 0.38 | 0.30 |
| 05 | 1.02 | 0.31 | 0.80 | 0.42 | 0.52 | 0.31 | 0.38 | 0.30 |
| 06 | 0.94 | 0.31 | 0.94 | 0.44 | 0.60 | 0.32 | 0.35 | 0.29 |
| 07 | 1.18 | 0.33 | 0.89 | 0.48 | 0.58 | 0.44 | 0.36 | 0.31 |
| 08 | 1.35 | 0.36 | 0.87 | 0.50 | 0.71 | 0.50 | 0.45 | 0.31 |
| 09 | 1.37 | 0.37 | 1.06 | 0.46 | 0.73 | 0.36 | 0.42 | 0.31 |
| 10 | 1.51 | 0.39 | 1.19 | 0.45 | 0.65 | 0.38 | 0.43 | 0.31 |
| 11 | 1.53 | 0.40 | 1.26 | 0.47 | 0.68 | 0.40 | 0.50 | 0.32 |
| 12 | 1.53 | 0.40 | 1.25 | 0.49 | 0.65 | 0.38 | 0.56 | 0.32 |
| 13 | 1.64 | 0.44 | 1.24 | 0.48 | 0.66 | 0.42 | 0.47 | 0.32 |
| 14 | 1.78 | 0.47 | 1.18 | 0.48 | 0.73 | 0.46 | 0.45 | 0.32 |
| 15 | 1.85 | 0.49 | 1.27 | 0.50 | 0.70 | 0.50 | 0.46 | 0.32 |
| 16 | 1.80 | 0.49 | 1.27 | 0.51 | 0.70 | 0.49 | 0.48 | 0.33 |
| 17 | 2.07 | 0.56 | 1.57 | 0.63 | 0.68 | 0.54 | 0.56 | 0.35 |
| 18 | 2.44 | 0.64 | 1.91 | 0.72 | 0.86 | 0.59 | 1.08 | 0.47 |
| 19 | 1.97 | 0.51 | 1.46 | 0.56 | 0.70 | 0.46 | 0.89 | 0.42 |
| 20 | 1.57 | 0.41 | 1.38 | 0.53 | 0.66 | 0.41 | 0.42 | 0.33 |
| 21 | 1.50 | 0.38 | 1.35 | 0.50 | 0.76 | 0.41 | 0.42 | 0.34 |
| 22 | 1.10 | 0.34 | 1.17 | 0.45 | 0.69 | 0.39 | 0.44 | 0.33 |
| 23 | 1.14 | 0.32 | 1.16 | 0.43 | 0.58 | 0.35 | 0.39 | 0.31 |
| 평균 | 1.41 | 0.39 | 1.16 | 0.48 | 0.63 | 0.40 | 0.47 | 0.32 |
| 표준편차 | 0.42 | 0.09 | 0.26 | 0.08 | 0.11 | 0.08 | 0.17 | 0.04 |



<그림 5-34> 인천시 대상링크의 통행시간

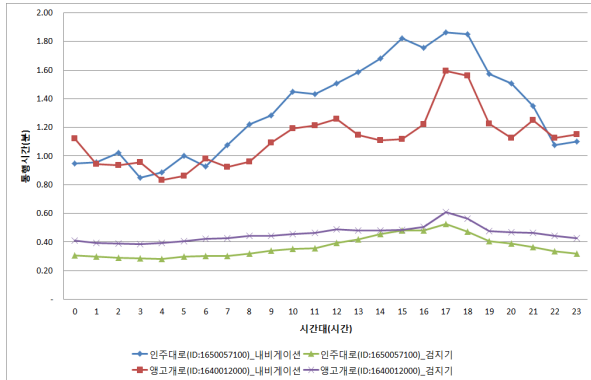


<그림 5-35> 대전시 대상링크의 통행시간

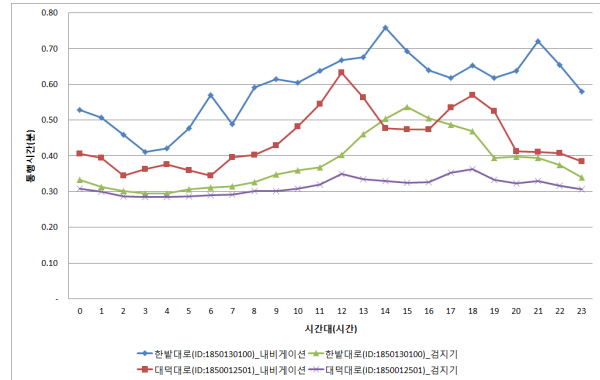
다. 주중/주말 통행시간 비교

- 자료형태에 따른 주중/주말의 통행시간은 아래 표와 같이 나타내었음
- 주중 및 주말의 경우에도 검지기 자료보다 내비게이션 자료의 변동성이 크게 나타나며 특히 대전시의 내비게이션 주말자료의 경우 시간특성에 따른 일관성이 적음

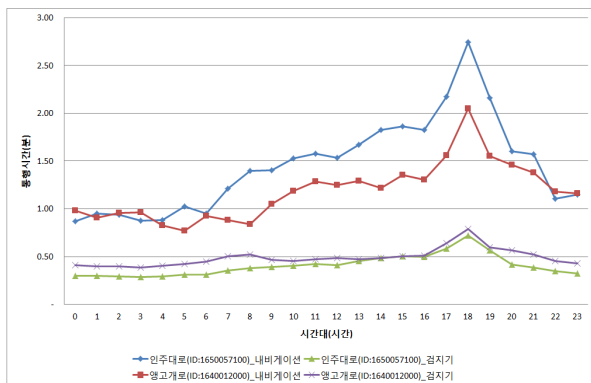
- 주말 및 주중 통행시간 또한 내비게이션 속도자료가 높게 분석되었으며 인천시의 자료수집 별 통행시간 차이가 큰 것으로 나타났음



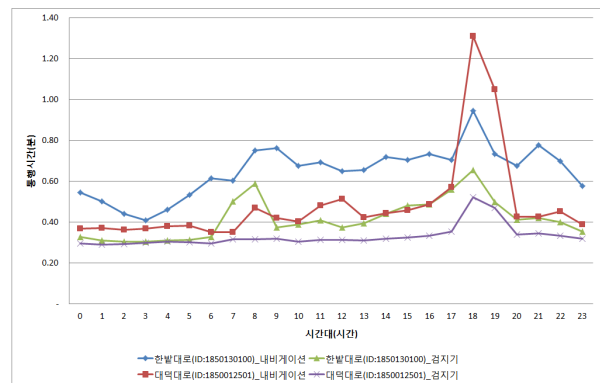
<그림 5-36> 인천시 주말 통행시간 비교



<그림 5-37> 대전시 주말 통행시간 비교



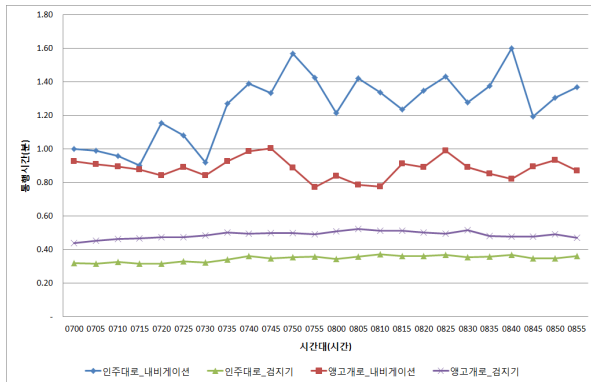
<그림 5-38> 인천시 주중 통행시간 비교



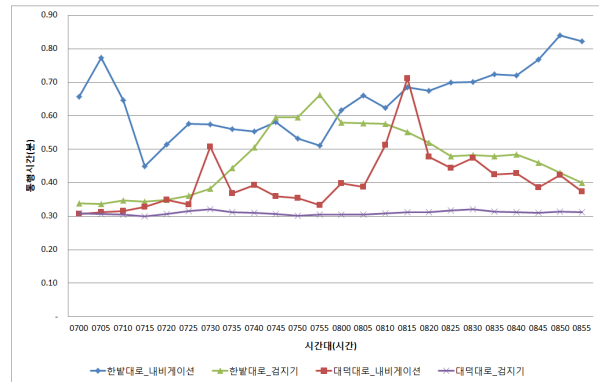
<그림 5-39> 대전시 주중 통행시간 비교

라. 첨두/비첨두 통행시간 비교

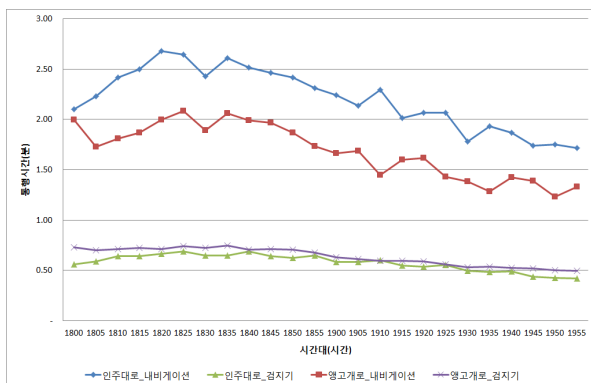
- 자료형태에 따른 첨두/비첨두 시간별 통행시간은 아래 표와 같이 나타내었음
- 오전첨두(7~9시)의 경우 인천시는 내비게이션의 통행시간이 검지기자료보다 높고 변동폭이 크게 나타났지만 대전시의 경우 검지기과 내비게이션 자료의 통행분포 추이가 다르게 분석되었음
- 오후첨두(18~20시)사이에는 좀 더 완만한 통행시간 분포를 보이는 것으로 나타났고 비첨두시간의 경우 새벽/오후/밤의 경계가 되는 시간을 기준으로 통행시간의 변화를 보여주고 있음



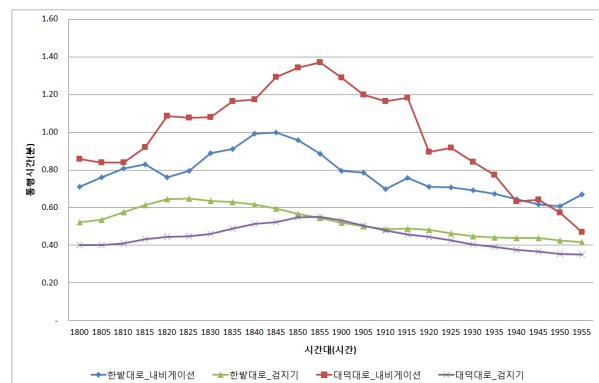
<그림 5-40> 인천시 오전첨두 통행시간 비교



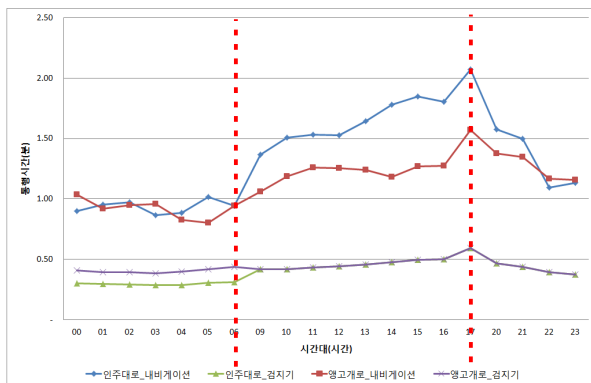
<그림 5-41> 대전시 오전첨두 통행시간 비교



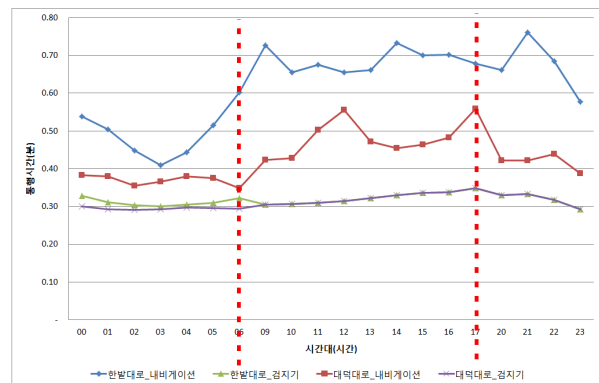
<그림 5-42> 인천시 오후첨두 통행시간 비교



<그림 5-43> 대전시 오후첨두 통행시간 비교



<그림 5-44> 인천시 비첨두 통행시간 비교



<그림 5-45> 대전시 비첨두 통행시간 비교

마. 소결

- 내비게이션자료와 검지기자료의 시간대별 통행시간을 분석한 결과 내비게이션으로 수집된 통행시간이 검지기의 통행시간보다 높게 나타났음
- 이처럼 동일 구간에서 동일 시간대의 통행시간에 차이가 발생하는 이유는 속도자료를 수집하는 방법이 다르기 때문에 나타나는 현상으로 보임. 즉, 내비게이션의 경우 개별차량이 해

당 링크에 진출 및 진입시간을 기준으로 통행속도를 산정하고 있으나, 지점 검지기의 경우 특정지점을 지나가는 차량의 속도를 활용하여 통행속도를 수집하고 있음. 또한 해당 구간내에 신호 및 대기차량이 존재하기 때문에 지점속도를 수집하는 검지기보다는 구간속도로 수집되는 내비게이션의 통행속도를 저하시키는 영향을 끼치는 것으로 판단됨

- 본 연구에서 분석된 내비게이션 자료는 검지기자료와의 비교를 위하여 짧은수집기간과 대상 구간으로 분석에 일부 제한적인 부분이 존재함. 그렇기 때문에 표본율이 높지 않으며 완전한 개별 차량의 이동궤적을 추적하기에는 본 연구에서 무리가 있음
- 시간대별 표준편차의 결과 지점 검지기자료보다 내비게이션의 자료가 약간 높은 것으로 판단됨
 - 내비게이션 자료의 통행특성(예: 특정 시간대(새벽)의 통행시간이 높게 분석되는 등)에 대해 추가적인 검토가 필요할 것으로 보임
- 본 연구에서는 교통분야에서 일반적으로 많이 사용되고 있는 검지기 자료를 활용하여 통행시간을 산정하고자 하며 두 자료의 비교결과 검지기 자료를 이용하여 통행시간 신뢰성 분석을 하는 것이 적합한 것으로 판단됨

4. 통행시간 신뢰성 지수산정

- 위와 같이 산출된 각 구간의 통행시간을 기준으로 통행시간 신뢰성 지수를 아래와 같이 산정하였음
- 신뢰성 지수산출을 위해 필요한 속도자료는 평균속도, 95% 속도, 이상속도 등 각 신뢰성 지수를 산정하는 방법마다 다르며 산정식에 대한 내용은 <표 5-1>을 참고하였으며 왜도 및 첨도 산출은 통계분석프로그램인 SPSS Statistics 22를 사용하였음

가. 인천시 통행시간 신뢰성 산정

1) 인주대로

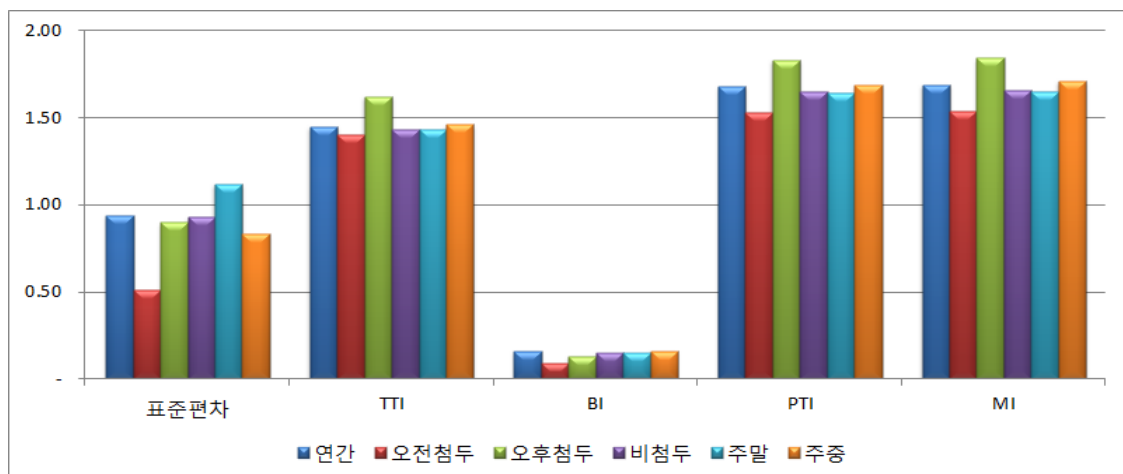
① 용일사거리→남동구청사거리(서→동 방향)

- 인천시의 인주대로를 기준으로 방향별 신뢰성 지수는 아래 <표 5-20>과 <표 5-21>과 같음
- 용일사거리→남동구청사거리 방향의 경우 연간 평균 통행시간이 7.29분이며 특히 오후첨두시(18시~20시)가 8.17분으로 가장 시간이 많이 걸리는 것으로 분석되었음

- 주말/주중의 경우 주중은 7.34분으로 주말의 7.19분보다 0.15분 높게 나타났으며 첨두 시간대로 구분된 결과보다 신뢰성지수의 차이가 크지 않은 것으로 분석되었음
- 정시도착을 위해 평균통행시간 대비 완충시간의 비율을 알려주는 완충지수(BI)의 경우 연간 평균 0.16으로 나타났는데 예를 들어, 정시도착을 위해서는 평균 통행시간 대비 16%의 여유 시간을 추가하는 의미로 분석될 수 있음
- 완충지수와 달리 총 통행시간을 보여주는 PTI와 MI의 경우 오후첨두시간이 각 1.83, 1.84로 가장 높게 나타났음
 - PTI와 MI의 경우 산정식은 같고 산정변수(95th, 97.5th 통행시간)만 다르기 때문에 두 지수의 값이 비슷하게 산정된 것으로 보임

<표 5-20> 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 7.29 | 0.94 | 1.45 | 0.16 | 1.68 | 1.69 | 7.07 | 160.67 |
| 오전첨두 | 7.06 | 0.51 | 1.40 | 0.09 | 1.53 | 1.54 | 2.60 | 12.94 |
| 오후첨두 | 8.17 | 0.90 | 1.62 | 0.13 | 1.83 | 1.84 | 6.65 | 88.20 |
| 비첨두 | 7.23 | 0.93 | 1.43 | 0.15 | 1.65 | 1.66 | 7.97 | 192.22 |
| 주말 | 7.19 | 1.12 | 1.43 | 0.15 | 1.64 | 1.65 | 10.18 | 190.92 |
| 주중 | 7.34 | 0.83 | 1.46 | 0.16 | 1.69 | 1.71 | 3.33 | 90.30 |



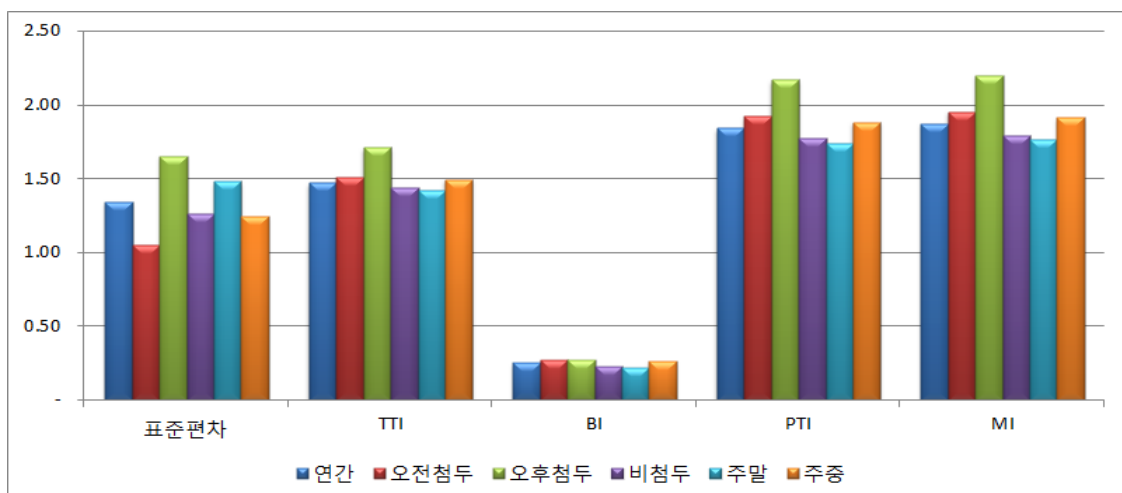
<그림 5-46> 용일사거리→남동구청사거리 통행시간 신뢰성 지수결과

② 남동구청사거리→용일사거리(동→서 방향)

- 남동구청사거리→용일사거리 방향은 연간 7.41분의 통행시간이 소요되는 것으로 분석되었으며 오전보다는 오후첨두시간이 8.62분으로 통행시간이 높았음
 - 주중/주말은 서→동방향과 마찬가지로 주말보다는 주중의 통행시간이 0.37분 높게 분석되었음
- 완충지수의 경우 연간 통행시간 신뢰성지수는 0.25로 평균 통행시간 대비 25%의 추가시간이 필요하다고 분석되었으며 오전첨두와 오후첨두는 모두 0.27로 나타났음
- 통행계획시간지수(PTI)와 지각통행지수(MI)의 경우 오후첨두는 각각 2.17과 2.20으로 높은 값을 나타냈는데 이는 자유교통류에서의 통행시간과 일정수준 이상의 통행시간(95th 또는 97.5th)의 상대적인 크기가 다른 시간대보다 높다는 것으로 분석됨
 - 즉, 오후첨두의 신뢰성지수가 높은 것은 그 시간대의 자유교통류의 통행시간 대비 변동성이 크다는 것을 의미함

<표 5-21> 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 7.41 | 1.34 | 1.47 | 0.25 | 1.84 | 1.87 | 8.48 | 300.63 |
| 오전첨두 | 7.63 | 1.05 | 1.51 | 0.27 | 1.92 | 1.95 | 2.14 | 7.29 |
| 오후첨두 | 8.62 | 1.65 | 1.71 | 0.27 | 2.17 | 2.20 | 8.13 | 125.62 |
| 비첨두 | 7.27 | 1.26 | 1.44 | 0.23 | 1.77 | 1.79 | 9.89 | 415.14 |
| 주말 | 7.16 | 1.48 | 1.42 | 0.22 | 1.74 | 1.76 | 14.42 | 493.65 |
| 주중 | 7.53 | 1.24 | 1.49 | 0.26 | 1.88 | 1.91 | 4.06 | 126.39 |



<그림 5-47> 남동구청사거리→용일사거리(인주대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

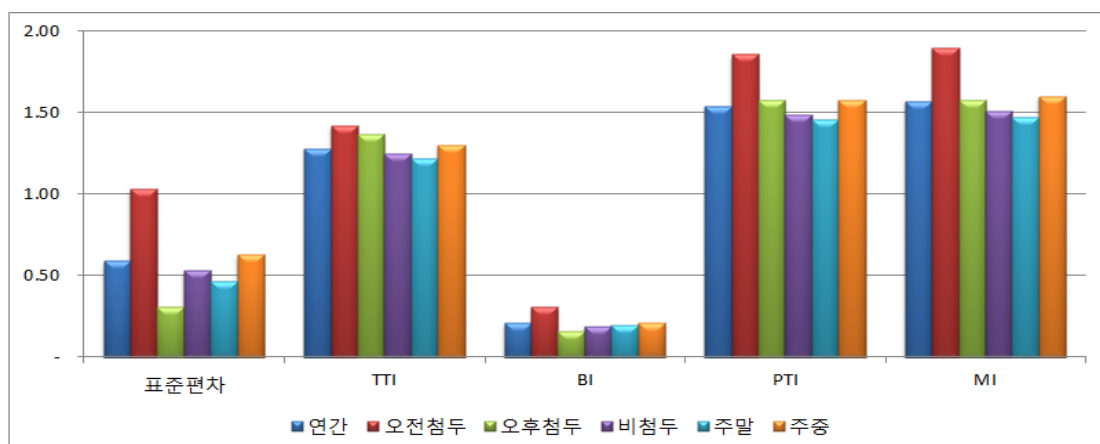
2) 앵고개로

① 동춘사거리→논고개삼거리(서→동 방향)

- 인천시의 보조간선도로 역할을 하고 있는 앵고개로를 기준으로 통행시간 신뢰성 지수를 산정한 결과는 아래 <표 5-22>와 <표 5-23>과 같음
- 방향별 기준으로 동춘사거리→논고개삼거리 방향은 연간 3.37분의 통행시간이 소요되며 오전첨두는 3.76분으로 오후첨두보다 0.15분 길게 분석되었음
- 연간, 오전/오후/비첨두, 주중/주말을 구분하였을 때 오전첨두가 신뢰성지수가 모든 지수에서 높게 나타났으며 완충지수(BI)의 경우 0.31로 약 오후첨두보다 2배의 신뢰성지수로 높게 나타남. 즉 이 방향으로 오전에 통행을 하게 된다면 평균 통행시간 3.76분보다 31% 증가된 4.9분이 소요되는 것으로 해석됨
- 요일로 보았을 때 주말의 평균 통행시간은 3.22분으로 완충시간 또는 총 통행시간을 기준으로 통행시간을 산정해도 주중보다 적게 소요되는 것으로 분석되었음

<표 5-22> 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 3.37 | 0.59 | 1.28 | 0.21 | 1.54 | 1.57 | 18.33 | 965.32 |
| 오전첨두 | 3.76 | 1.03 | 1.42 | 0.31 | 1.86 | 1.90 | 12.26 | 354.46 |
| 오후첨두 | 3.61 | 0.31 | 1.37 | 0.16 | 1.58 | 1.58 | 0.48 | 0.66 |
| 비첨두 | 3.31 | 0.53 | 1.25 | 0.19 | 1.49 | 1.51 | 21.21 | 1,289.97 |
| 주말 | 3.22 | 0.47 | 1.22 | 0.20 | 1.46 | 1.47 | 26.08 | 1,917.21 |
| 주중 | 3.45 | 0.63 | 1.30 | 0.21 | 1.58 | 1.60 | 17.24 | 830.19 |



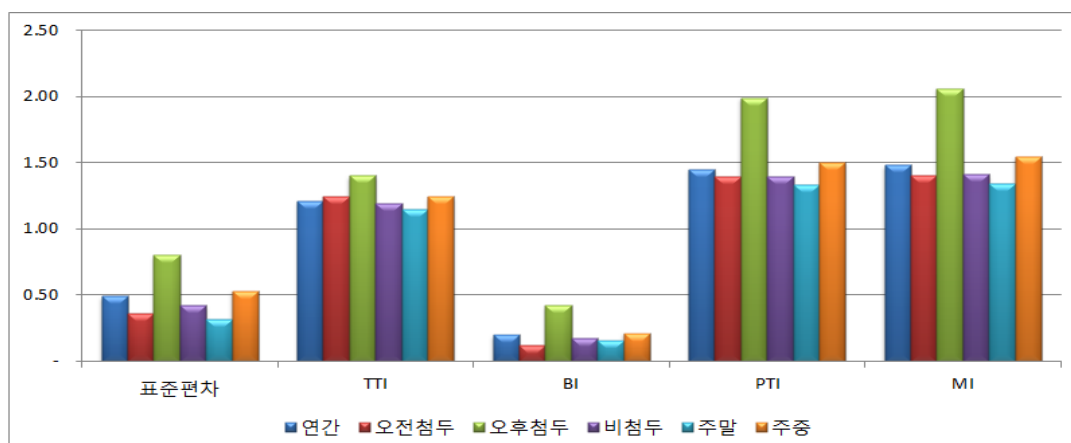
<그림 5-48> 동춘사거리→논고개삼거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

② 논고개삼거리→동춘사거리(동→서 방향)

- 앵고개로의 동→서 방향을 기준으로 신뢰성지수를 산정한 결과 연간 통행시간은 3.20분으로 분석되었으며 완충지수는 0.2, 통행계획지수는 1.45, 지각통행지수는 1.48로 산정되었음
- 첨두시간으로 구분해 보면 앵고개로의 서→동방향과 반대로 오후첨두시간에 3.71분으로 오전 첨두의 3.27분보다 통행시간이 더 높게 분석되었음
 - 이러한 이유는 앵고개로 주변에 위치한 남동산업단지로 인하여 오전첨두시의 출근통행과 오후첨두시의 퇴근통행이 다른 주요도로보다 뚜렷이 나타나는 것으로 보임
 - 오후첨두시의 완충지수는 0.42로 다른 첨두시 및 요일구분의 지수보다 높게 분석되었으며 통행계획지수와 지각통행지수 역시 높게 나타나 서→동 방향과 달리 퇴근시간대에 통행시간에 대한 변동성이 매우 높게 나타났음

<표 5-23> 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 3.20 | 0.49 | 1.21 | 0.20 | 1.45 | 1.48 | 11.77 | 627.56 |
| 오전첨두 | 3.27 | 0.36 | 1.24 | 0.12 | 1.39 | 1.40 | 3.51 | 23.97 |
| 오후첨두 | 3.71 | 0.80 | 1.40 | 0.42 | 1.99 | 2.06 | 2.68 | 10.09 |
| 비첨두 | 3.15 | 0.42 | 1.19 | 0.17 | 1.39 | 1.41 | 18.64 | 1,326.47 |
| 주말 | 3.04 | 0.32 | 1.15 | 0.16 | 1.33 | 1.34 | 10.43 | 500.64 |
| 주중 | 3.28 | 0.53 | 1.24 | 0.21 | 1.50 | 1.54 | 12.00 | 614.95 |



<그림 5-49> 논고개삼거리→동춘사거리(앵고개로) 통행시간 신뢰성 지수결과

나. 대전시 통행시간 신뢰성 산정

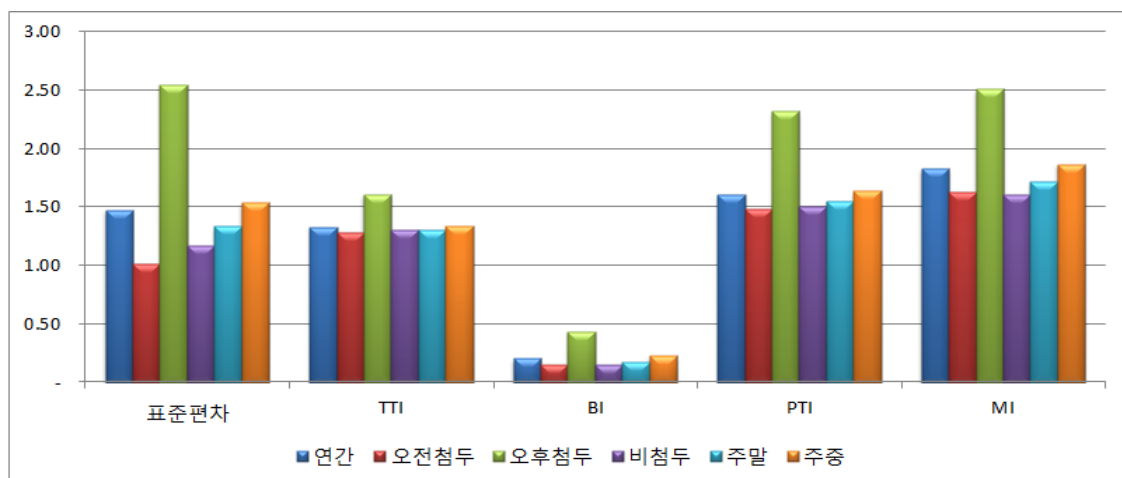
1) 한밭대로

① 월드컵사거리→한밭대로(서→동 방향)

- 한밭대로 서→동 방향의 통행시간신뢰성 지수는 아래 <표 5-24>와 같음
 - 구간길이 8.23km를 기준으로 연간 평균 통행시간은 10.03분으로 나타났으며 표준편차는 1.48로 분석되었음
 - 완충지수(BI)는 평균0.21로 나타났으며 완충시간이 가장 많이 필요한 시간은 오후첨두시로 완충지수가 0.44로 나타나 오전첨두의 약 2.75배 높게 산정되었음
- 통행계획지수와 지각통행지수는 각각 연간평균 1.61과 1.83으로 산정되었으며 가장 높은 요일별, 시간별은 오후첨두시로 각 2.32와 2.51로 가장 높게 분석되었음

<표 5-24> 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 10.03 | 1.48 | 1.33 | 0.21 | 1.61 | 1.83 | 3.05 | 19.92 |
| 오전첨두 | 9.70 | 1.02 | 1.29 | 0.16 | 1.49 | 1.63 | 2.21 | 12.58 |
| 오후첨두 | 12.15 | 2.55 | 1.61 | 0.44 | 2.32 | 2.51 | 1.76 | 4.15 |
| 비첨두 | 9.85 | 1.17 | 1.31 | 0.15 | 1.51 | 1.61 | 2.73 | 27.64 |
| 주말 | 9.90 | 1.34 | 1.31 | 0.18 | 1.55 | 1.72 | 2.68 | 15.45 |
| 주중 | 10.09 | 1.54 | 1.34 | 0.23 | 1.64 | 1.87 | 3.14 | 20.75 |



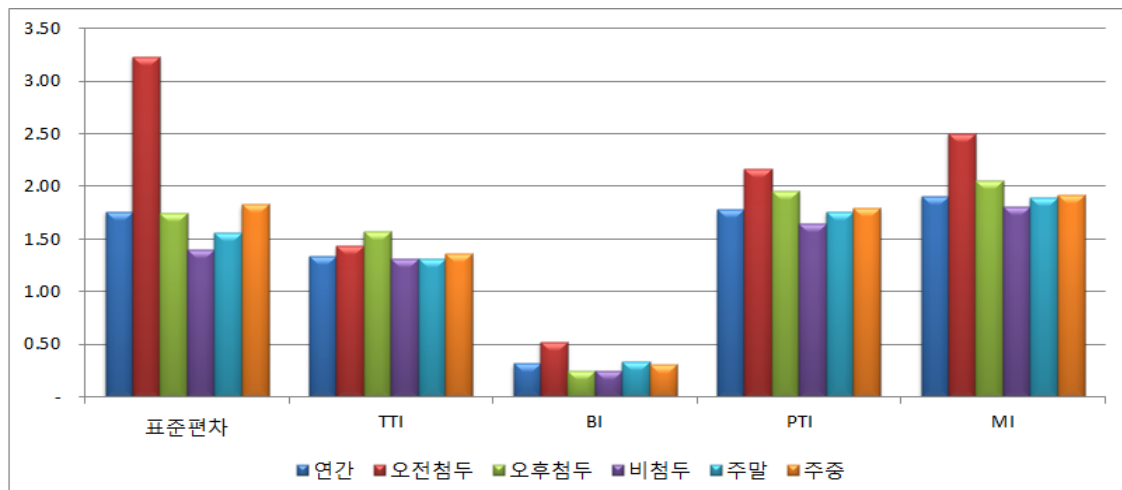
<그림 5-50> 월드컵사거리→한밭대로(한밭대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

② 한발대로→월드컵사거리(동→서 방향)

- 한발대로→월드컵사거리 방향을 기준으로 보았을 때 연간 평균통행시간은 10.13분으로 반대 방향도로와 비슷하였음
- 오전첨두의 경우 표준편차가 3.23으로 가장 높게 나타났으며 완충지수 또한 0.52로 가장 높게 나왔는데 이는 오전 07시~ 09시에 통행시간에 대한 변동성이 높다는 것으로 나타남
- 한발대로의 경우 대전시에서 주요 공공기관, 상업지역 등이 밀집해 있는 중심부의 동서방향으로 위치해 있음
 - 인천시와 비교하여 완충지수 또는 통행계획지수가 평균적으로는 차이가 크지 않지만 첨두시의 경우 인천시보다 오전/오후첨두시의 지수 값이 명확하게 차이나는 것을 알 수 있음

<표 5-25> 한발대로→월드컵사거리(한발대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 10.13 | 1.76 | 1.34 | 0.32 | 1.78 | 1.91 | 4.86 | 94.41 |
| 오전첨두 | 10.80 | 3.23 | 1.43 | 0.52 | 2.17 | 2.50 | 5.81 | 76.71 |
| 오후첨두 | 11.82 | 1.75 | 1.57 | 0.25 | 1.96 | 2.06 | 1.69 | 10.00 |
| 비첨두 | 9.89 | 1.40 | 1.31 | 0.25 | 1.64 | 1.81 | 3.03 | 41.25 |
| 주말 | 9.89 | 1.56 | 1.31 | 0.34 | 1.76 | 1.89 | 2.21 | 9.95 |
| 주중 | 10.25 | 1.83 | 1.36 | 0.31 | 1.79 | 1.92 | 5.67 | 115.41 |



<그림 5-51> 한발대로→월드컵사거리(한발대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

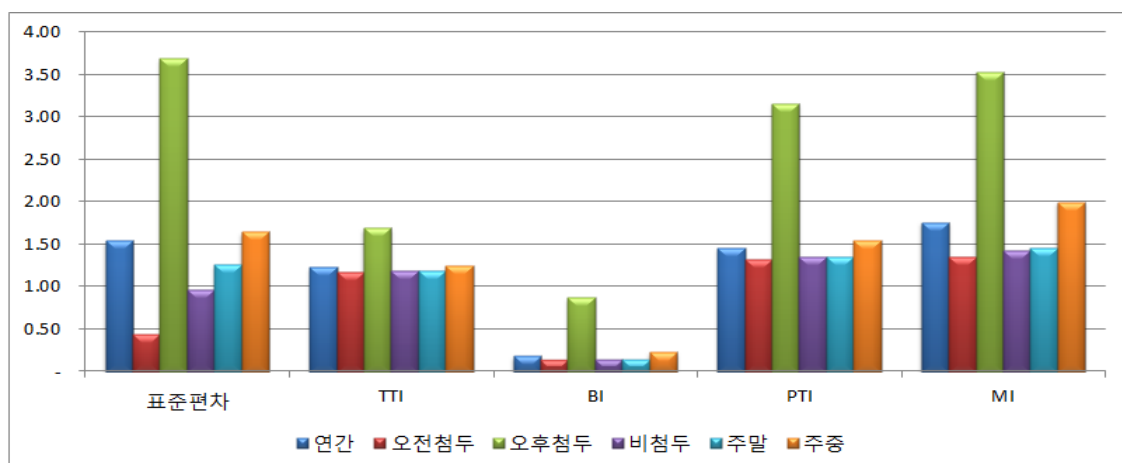
2) 대덕대로

① 도룡삼거리→큰마을네거리(북→남 방향)

- 대전시의 남북을 잇는 도로 중 도심부 중앙을 교차하는 대덕대로의 통행시간 신뢰성지수결과
과는 아래 <표 5-26>, <표 5-27>과 같이 분석되었음
- 한밭도로와 마찬가지로 대덕대로 역시 첨두시의 특성이 명확히 보이는 것으로 분석되었음.
북→남 방향의 경우 오후첨두가 연간 7.99분으로 오전첨두의 5.56분보다 2.43분이나 오래 소요되는 것으로 나타났음
- 통행시간 신뢰성 지수 분석결과 오후첨두의 표준편차 및 지수값이 매우 높게 나타났는데 완충지수는 0.87로 모든 대상구간 중에 가장 높게 산정되었음
 - 오후첨두시에 통행시간 신뢰성지수가 높다는 것은 변동성이 크다는 의미이며 북쪽에서 대전 중심부인 남쪽으로 통행하는 퇴근통행이 많기 때문인 것으로 분석됨

<표 5-26> 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 5.83 | 1.54 | 1.23 | 0.19 | 1.46 | 1.76 | 10.16 | 163.33 |
| 오전첨두 | 5.56 | 0.44 | 1.17 | 0.14 | 1.33 | 1.36 | 1.25 | 4.49 |
| 오후첨두 | 7.99 | 3.69 | 1.69 | 0.87 | 3.16 | 3.53 | 3.84 | 24.20 |
| 비첨두 | 5.64 | 0.97 | 1.19 | 0.15 | 1.36 | 1.43 | 17.13 | 463.10 |
| 주말 | 5.64 | 1.26 | 1.19 | 0.15 | 1.36 | 1.46 | 17.37 | 419.89 |
| 주중 | 5.92 | 1.65 | 1.25 | 0.23 | 1.54 | 2.00 | 8.40 | 113.33 |



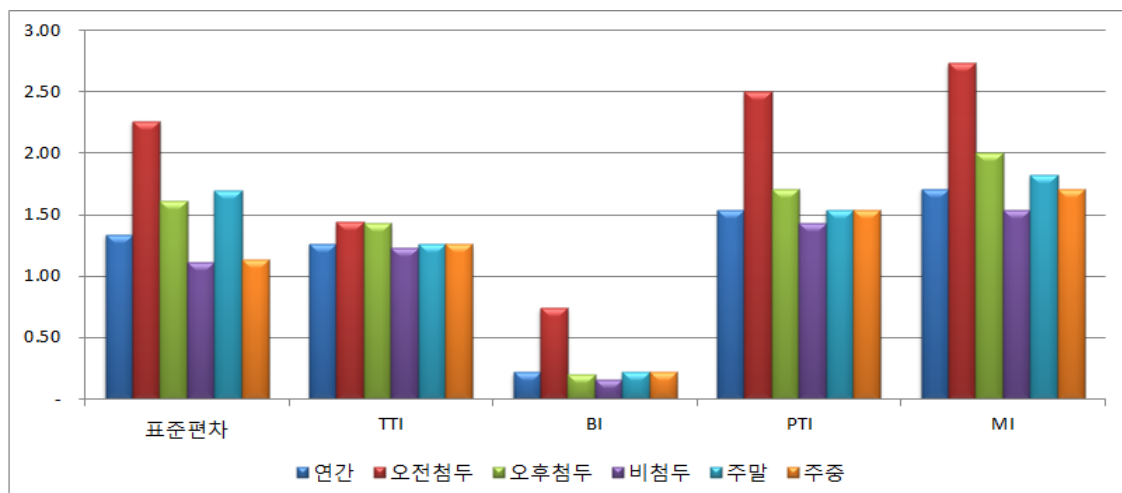
<그림 5-52> 도룡삼거리→큰마을네거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

② 큰마을네거리→도룡삼거리(남→북 방향)

- 대덕대로의 남북방향의 경우에는 남북방향과는 반대로 오전첨두시의통행시간의 변동성이 높은 것으로 나타났음
 - 오후첨두시 경우 연간평균 6.78분이며 오전첨두시는 6.81분으로 통행시간의 차이는 크게 나타나지 않았지만 완충지수의 경우 오전첨두시가 3.7배 높게 산정되었음
 - 이러한 부분은 평균통행시간으로 알 수 없는 통행시간의 특성별 차이, 즉 변동성을 신뢰성 지수에서 보여주고 있다는 것을 의미함
- 평균 통행시간이나 신뢰성 지수로 보았을 때 본 대상구간은 출근통행이 많고 통행시간의 변동성이 높다는 것을 의미하는데 실제로 대전시의 북쪽으로 대덕테크노밸리, 대전벤처협동단지 등의 연구기관과 학교들이 많아 통근통학 관련 통행의 영향을 크게 받는 것을 알 수 있음

<표 5-27> 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

| 구분 | Avg (min) | S.D | TTI (Travel Time Index) | BI (Buffer Index) | PTI (Planning Time Index) | MI (Misery Index) | Skewness (왜도) | Kurtosis (첨도) |
|------|--------------|------|-------------------------------|----------------------|---------------------------------|----------------------|------------------|------------------|
| 연간 | 5.99 | 1.34 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.71 | 6.31 | 71.14 |
| 오전첨두 | 6.81 | 2.26 | 1.44 | 0.74 | 2.50 | 2.73 | 2.88 | 13.32 |
| 오후첨두 | 6.78 | 1.61 | 1.43 | 0.20 | 1.71 | 2.00 | 8.35 | 109.01 |
| 비첨두 | 5.82 | 1.11 | 1.23 | 0.16 | 1.43 | 1.54 | 7.40 | 97.15 |
| 주말 | 5.97 | 1.70 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.82 | 6.59 | 64.82 |
| 주중 | 5.99 | 1.13 | 1.26 | 0.22 | 1.54 | 1.71 | 4.84 | 48.21 |



<그림 5-53> 큰마을네거리→도룡삼거리(대덕대로) 통행시간 신뢰성 지수결과

제5절 결론 및 향후 추진방향

1. 기초분석

- 본 과업은 인천시와 대전시의 주요 간선도로를 대상으로 통행속도를 활용하여 통행시간 분포 특성 및 신뢰성 지수를 산정하였음. 또한 이를 통해 도로 시스템 운영자와 이용자들에게 서비스 수준 및 정보 제공을 위하여 적합한 지수를 평가하고자 하였음
- 자료는 대상도시의 지자체에서 수집되는 차량검지기(VDS)의 속도자료를 이용하였으며 시간적 범위는 2014년을 기준으로 하였음
- 통행시간 분석결과 연간 평균통행시간을 기준으로 보면 두 도시 모두 오전첨두와 오후첨두 양상을 보였으며 인천시보다는 대전시가 더 뚜렷하게 나타났음. 이는 선정된 도로구간의 주변 토지이용과 관련된 것으로 보임
- 외곽이나 산업단지 등이 위치한 경우 방향별로 첨두양상이 뚜렷했는데 이는 출퇴근 통행의 영향 때문인 것으로 분석됨
- 대전시 대덕대로의 경우 오전에는 대덕테크노밸리, 기타 연구소들이 위치한 큰마을네거리→도룡삼거리방향(남→북)의 통행시간이 증가했으며 오후 첨두시간에는 반대방향의 통행시간이 증가하였음
- 주중과 주말로 구분하여 통행시간 분포를 분석한 결과 평균통행시간은 비슷하였으나 주중 통행시간이 주말 통행시간보다 출퇴근통행으로 인해 첨두분포가 뚜렷히 나타남

2. 통행시간 신뢰성지수

- 본 연구에서는 지자체의 검지기 속도자료를 이용하여 기초분석 후 연간, 첨두별, 요일별로 통행시간 신뢰성 지수를 산정하였음
- 이는 특정상황별로 통행시간의 변동성이 어떻게 달라지는지 분석하고 각 통행시간 신뢰성 지수에 따라서 어떤 특성을 나타내는지 파악하고자 함
- 주요 통행시간 신뢰성 지수 중 통행계획시간지수(PTI)와 완충지수(BI), 지각통행지수(MI)를 대상으로 분석을 하였음
- PTI의 경우 값이 1과 가까운 경우 이상적인 교통류의 통행시간과 비슷하다는 의미로 그보다 클수록 이상적인 상황에서 멀어진다는 것을 의미함

- 통행계획시간지수(PTI)와 지각통행지수(MI)의 차이는 자유류교통류 상태의 통행시간과 95%th, 97.5%th 통행시간과의 상대적인 크기로 나타낼 수 있음
- 통행계획시간지수(PTI)는 이상적인 교통류 상황을 기준으로 통행시간의 변동성을 고려할 수 있는 것을 특징이라고 할 수 있으며 좀 더 포괄적으로 이용자들에게 통행시간 신뢰성 정보를 제공할 수 있음
- 완충지수(BI)의 경우에는 평균 통행시간과 95%의 통행시간간의 상대적인 크기에 대해 변동성을 확인할 수 있음
 - 통행계획지수(PTI)는 자유 교통류에 대한 통행시간이 기준이기 때문에 넓은 범위의 신뢰성 정보를 제공한다고 볼 수 있지만, 완충지수(BI)의 경우 다른 신뢰성지수와 달리 평균통행시간을 기준으로 현실적으로 비슷한 통행시간기준의 정보를 제공가능 하다고 볼 수 있음
- 본 연구의 대상구간인 인천시와 대전시의 통행시간 신뢰성 지수 중 완충지수를 기준으로 분석한 결과 대체적으로 통행시간이 긴 경우에는 통행시간 신뢰성 지수도 크게 나타났음
 - 이는 통행시 필요한 여유시간의 크기로 볼 수 있으며 이런 높은 지수값은 혼잡이 크고 교통상황이 복잡한 오후첨두와 주중에 두드러지게 보임
- 연속류가 아닌 신호가 존재하는 도시부 경우 시간대 및 요일에 따라 통행패턴이 다양하게 나타나며 이용자들에게 신속하고 신뢰성 있는 정보를 이용자들에게 제공 할 수 있어야 함
 - 도로를 이용하는 이용자의 입장에서 보았을 때는 출발 전에 목적지에 늦지 않고 도착할 수 있는 통행시간을 제공 받는 것이 적합할 수 있으며 이러한 경우 평균 통행시간을 기준으로 정보를 제공받을 수 있는 완충지수(BI)가 적합하다고 판단됨

3. 향후 추진방향

- 통행시간 신뢰성 지표가 도로의 혼잡서비스를 측정하는 데 중요한 도로성능평가지표로 활용될 수 있지만 국내 실정에 맞는 통행시간 신뢰성 지표에 대한 연구는 현재까지 미흡한 실정임. 이를 위해서는 다음과 같은 사항들을 정립할 수 있는 기초연구가 필요한 것으로 판단됨
 - 본 연구에서는 국외에서 개발된 신뢰성 지수를 국내에서 수집된 데이터를 가지고 산정해 보았으나, 통행시간 자체가 가지는 변동성에 대한 특성에 초점을 맞추어 국내 실정에 맞게 통행시간 신뢰성 지수를 정의하고, 이를 이용자 및 운영자 측면에서 활용 가능하도록 develop할 필요가 있음

- 통행시간 신뢰성 지수를 산정하기 위해 사용할 수 있는 데이터 자체의 품질 향상 및 이력자료 양(크기)을 늘릴 필요가 있음. 즉, 신뢰성 지수 산정시 활용한 내비게이션 자료는 데이터 수가 많지 않아 특정 패턴을 파악할 수 없었고, 지점검지기 자료는 품질 자체를 검증하지 않고 지자체에서 받은 자료를 사용하였기 때문에 산정된 결과에 대한 신뢰성이 떨어짐

제6장 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축

제1절 교통비용

제2절 교통산업서비스지수(TSI)

제3절 온실가스 DB구축

제4절 결론 및 한계점

제6장 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축

제1절 교통비용

1. 교통비용의 정의

- 교통비용(full costs of transport)이란 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라, 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송과 관련된 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함
- 교통비용은 분류기준에 따라 내부비용/외부비용, 고정비용/변동비용, 시장/비시장 비용 등 다양하게 분류할 수 있음
- 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함
- 내부비용은 지불 주체에 따라 개인, 기업, 정부 등으로 구분할 수 있으며, 이들 주체가 지불한 비용을 합한 것으로 정의할 수 있음
- 외부비용은 여객이나 화물 수송으로 인해 발생하는 환경오염 및 교통혼잡 등을 실제로 금전적으로 지불하지는 않았음에도 불구하고, 이를 비용으로 환산한 것임
- 또한, 이러한 비용이 시장의 거래를 통한 이루어지는지에 따라 시장 및 비시장 비용으로 나눌 수 있음
- <표 6-1>은 교통비용의 종류를 내부와 외부, 고정과 변동, 시장과 비시장으로 나눈 것으로 차량의 소유와 운영, 통행시간과 내부사고, 내부 주차와 활동을 제외한 대부분의 비용이 외부비용으로 분류됨
 - 고정비용이란 차량 구입과 같이 일정하게 지출되는 비용이며 변동비용이란 교통관련 행동이 많을수록 증가하는 비용임
 - 시장과 비시장의 구분은 해당 비용이 시장가격에 반영되어 당사자가 직접 비용을 지출하는지 여부에 따른 성격임

<표 6- 1> 교통비용의 범위 및 성격

| 구 분 | 내부/외부 | 고정/변동 | 시장/비시장 |
|---------------|-------|-------|--------|
| 1. 차량 소유 | 내부 | 고정 | 시장 |
| 2. 차량 운영 | 내부 | 변동 | 시장 |
| 3. 운영보조 | 외부 | 고정 | 시장 |
| 4. 통행시간 | 내부 | 변동 | 비시장 |
| 5. 내부 사고 | 내부 | 변동 | 비시장 |
| 6. 외부 사고 | 외부 | 변동 | 혼합 |
| 7. 내부 주차 | 내부 | 고정 | 시장 |
| 8. 내부 활동 | 내부 | 변동 | 혼합 |
| 9. 외부 활동 | 외부 | 변동 | 혼합 |
| 10. 외부 주차 | 외부 | 변동 | 시장 |
| 11. 혼잡 | 외부 | 변동 | 혼합 |
| 12. 도로 시설 | 외부 | 변동 | 시장 |
| 13. 도로토지가치 | 외부 | 고정 | 시장 |
| 14. 지역서비스 | 외부 | 변동 | 시장 |
| 15. 공평 및 선택가치 | 외부 | 변동 | 비시장 |
| 16. 대기오염 | 외부 | 변동 | 비시장 |
| 17. 온실가스 | 외부 | 변동 | 혼합 |
| 18. 소음 | 외부 | 변동 | 비시장 |
| 19. 자원소비 | 외부 | 변동 | 혼합 |
| 20. 장애물 효과 | 외부 | 변동 | 비시장 |
| 21. 토지이용 효과 | 외부 | 고정 | 혼합 |
| 22. 수질 오염 | 외부 | 변동 | 비시장 |
| 23. 폐기물 | 외부 | 변동 | 비시장 |

자료: Litman(2002), Transportation Cost Analysis

주: 음영처리 부분을 기반으로 교통비용 중 내부/외부 비용을 재구성함

2. 교통비용의 분류

가. 내부비용

- 내부비용(internal/private costs)이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용으로 정부비용 및 민간비용으로 구분할 수 있으며, 민간 비용은 다시 개인과 기업비용으로 구분할 수 있음

1) 정부비용

- 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체(민간)를 포함한 교통관련 지출비용
- 교통시설 건설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

2) 민간비용

- 개인비용
 - 개인비용 : 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용
 - 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음
- 기업 비용
 - 기업이 교통부분에서 사용한 비용으로 화물 수송비가 해당됨
 - 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외한 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

<표 6- 2> 내부비용의 분류표

| 구 분 | 세부항목 |
|------|--------------|
| 정부비용 | 도로 |
| | 철도 |
| | 항공 |
| | 해운 |
| | 물류시설 |
| 민간비용 | 개인비용 |
| | 기업비용(화물 수송비) |

나. 외부비용

○ 개념

- 외부비용(external costs)이란 외부성(externality)¹⁾을 화폐화한 것으로, 한 사람의 사회적 혹은 경제적 활동으로 인하여 타인에게 영향을 미치지만 첫 번째 사람으로부터 충분히 지불되지 않을 때 발생함(EC, 2003)
- 교통의 외부비용은 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용, 토지이용에 따른 추가적 비용 등 여러 가지가 있으나, 본 과업에서는 자료의 수집 및 산정방식이 상대적으로 잘 확립된 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용에 대해 고찰함

○ 혼잡비용

- 도로교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화
- 도로 외 수단의 경우

○ 교통사고비용

- 교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것

○ 교통환경비용

- 교통으로 인하여 환경에 미치는 사회적 비용을 계량화

<표 6- 3> 외부비용의 분류표

| 구 분 | 주요 항목 | 세부항목 |
|------|----------|------|
| 외부비용 | 혼잡(지체)비용 | 도 로 |
| | | 철 도 |
| | | 항 공 |
| | | 항 만 |
| | 사고비용 | 수단별 |
| | 환경비용 | 대기오염 |
| | | 온실가스 |
| | | 소 음 |

1) 외부성(externalities)이란 어떤 한 사람의 행동이 제3자에게 의도되지 않은 이득이나 손해를 가져다 주는데도 이에 대한 대가를 받지도 지불하지 않을 때 발생하며, 시장의 테두리 밖에 존재하는 현상으로 보기 때문에 외부성이란 이름이 붙여졌음(이준구, 2002). 마찬가지로 교통부문에서 혼잡, 대기오염과 같이 외부성이 존재함으로써 시간손실, 대기오염으로 인한 피해와 같은 추가적 손실이 발생하는 것을 화폐화한 것을 외부비용이라고 할 수 있음

3. 교통비용 산정 결과

가. 내부비용

1) 정부비용

- 우리나라에서 SOC 투자를 위한 중앙정부 예산은 일반회계와 19개의 특별회계(기업특별회계 4, 기타특별회계 15) 등 총 20개의 회계로 구성²⁾
 - 교통부문 예산 회계는 일반회계와 교통시설 특별회계, 국가균형발전특별회계로 이루어져있음
 - 교통시설특별회계는 '90년대 초반 들어 교통혼잡 증가와 그에 따른 물류비용 증대 등 국가 경쟁력 약화라는 사회적 문제에서 발생하여 도로·철도·공항 및 항만의 원활한 확충과 효율적인 관리·운영을 위하여 휘발유·경유 특별소비세를 교통세로 전환하고, 교통세를 주요 세원으로 하여 설치함³⁾
- 2014년 국가 교통 및 물류 부문 사회간접자본시설의 투자비는 22조 1,485억원으로, 2013년 대비 4.6% 감소하였음
 - 특히, 철도 부문의 고속철도사업 및 항공 및 공항 투자는 증가한 반면에, 도로부문 및 도시 철도에 대한 투자액은 감소함

<표 6- 4> 연도별 SOC 투자금액

| 구 분 | | 2011 | | 2012 | | 2013 | | 2014 | |
|--------------------------|---------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| | | 금액 | % | 금액 | % | 금액 | % | 금액 | % |
| SOC 계 | | 231,486 | 100.0% | 219,600 | 100.0% | 232,235 | 100.0% | 221,485 | 100.0% |
| (전년대비 증감율) | | -2.6% | | -5.1% | | 5.8% | | -4.6% | |
| 교통 및 물류 | 도 로 | 72,032 | 31.1% | 75,675 | 34.5% | 89,344 | 38.5% | 83,912 | 37.9% |
| | 철도 | 44,338 | 19.2% | 50,876 | 23.2% | 61,380 | 26.4% | 61,800 | 27.9% |
| | 도시철도 | 9,717 | 4.2% | 10,265 | 4.7% | 7,761 | 3.3% | 6,232 | 2.8% |
| | 해운·항만 | 16,333 | 7.1% | 16,358 | 7.4% | 15,291 | 6.6% | 15,052 | 6.8% |
| | 항공 및 공항 | 679 | 0.3% | 698 | 0.3% | 830 | 0.4% | 1,008 | 0.5% |
| | 물류 등 기타 | 19,820 | 8.6% | 17,577 | 8.0% | 12,159 | 5.2% | 12,683 | 5.7% |
| 국토 및 지역개발 | 수 자 원 | 162,919 | 70.4% | 171,449 | 78.1% | 186,765 | 80.4% | 180,687 | 81.6% |
| | 지역 및 도시 | 50,182 | 21.7% | 29,020 | 13.2% | 27,694 | 11.9% | 23,830 | 10.8% |
| | 산업단지 | 8,574 | 3.7% | 8,827 | 4.0% | 8,034 | 3.5% | 7,978 | 3.6% |

자료 : 국토교통부 예산개요 세출예산, 항만업무편람(2015)

2) 2005년말 기준

3) 자료: 국토교통부 교통정책실 홈페이지

① 도로부문

- 2014년 기준 도로부문 교통비용을 산정한 결과 총 8조 3,912억원이었으며, 2009년 이후 감소 추세였다가 2013년 이후 증가하였으나, 2014년 다시 감소함
- <표 6-5>은 도로부문의 건설비와 운영비를 나타내며, <표 6-6>은 운영비의 상세내역을 나타내고 있음

<표 6- 5> 도로부문 건설비와 운영비

단위: 억원

| 구 분 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 합 계 | 93,423 | 77,281 | 72,033 | 75,675 | 89,344 | 83,912 |
| 건 설 | 68,581 | 55,157 | 48,926 | 52,428 | 65,144 | 60,891 |
| 운 영 | 24,842 | 22,124 | 23,107 | 23,247 | 24,200 | 23,021 |

주: 1) 국토교통부에서 지자체로 부터 보고받았던 투자실적의 부정확성(중복계상, 지자체별 산정방법 차이) 등으로 인해 생성 중단함

자료: 국토교통부(2015), 예산개요 세출예산 재구성

<표 6- 6> 연도별 도로유지보수 투자금액

단위: 억원

| 구 분 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 계 | 21,385 | 19,414 | 25,200 | 24,842 | 22,124 | 23,107 | 23,247 | 24,200 | 23,021 |
| 소 계 | 21,385 | 19,414 | 25,200 | 24,842 | 22,124 | 23,107 | 23,247 | 24,200 | 23,021 |
| 고속국도 | 2,679 | 2,519 | 2,495 | 3,322 | 3,022 | 3,531 | 3,931 | 3,262 | 3,234 |
| 일반국도 | 7,989 | 7,470 | 7,086 | 10,002 | 7,966 | 8,402 | 8,189 | 8,484 | 8,210 |
| 특별 광역시도 | 3,310 | 3,164 | 3,717 | 3,727 | 3,871 | 3,878 | 4,102 | 4,584 | 4,309 |
| 지방도 | 2,482 | 2,448 | 7,237 | 2,864 | 2,853 | 2,481 | 2,502 | 2,780 | 2,424 |
| 시 도 | 2,738 | 2,059 | 2,687 | 2,709 | 2,560 | 2,554 | 2,176 | 3,146 | 3,364 |
| 군 도 | 2,186 | 1,754 | 1,977 | 2,218 | 1,852 | 2,261 | 2,344 | 1,944 | 1,480 |

주: 1) 2006년부터는 보수비에 행정지원비가 포함됨

자료: 국토교통부(2015), 도로업무편람

② 철도부문

- 2014년의 철도부문 부문별 투자실적은 2013년 대비 0.9% 감소하였으나, 건설부문의 고속철도는 8% 증가하였음
- 2014년 기준 철도부문 교통비용을 산정한 결과 6조 8,032억원으로 산정되었음
 - 고속철도 및 철도안전 및 운영부문이 2013년 대비 각각 8.0%, 1.6%씩 증가하였음
- 철도부문 투자실적을 건설과 운영부문으로 나누어 살펴보면 2014년 기준 건설부문이 전체의 78.3%, 운영부문이 21.7%로 건설부문이 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 6- 7> 철도부문별 투자실적

단위: 억원

| 구 분 | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 합 계 | | 62,442 | 53,511 | 54,055 | 61,141 | 68,640 | 68,032 |
| 건설 | 고속철도 | 6,085 | 5,700 | 9,000 | 13,850 | 16,600 | 17,928 |
| | 일반철도 | 22,772 | 16,886 | 15,845 | 18,348 | 26,450 | 26,354 |
| | 광역철도 | 8,288 | 8,896 | 8,559 | 6,290 | 3,666 | 3,135 |
| | 도시철도 | 7,620 | 6,439 | 5,883 | 6,490 | 6,533 | 5,883 |
| | 소계 | 44,765 | 37,921 | 39,287 | 44,978 | 53,249 | 53,300 |
| 운영 | 도시철도경영지원 | 7,169 | 5,052 | 3,834 | 3,775 | 1,228 | 349 |
| | 철도안전및 운영 | 10,508 | 10,538 | 10,934 | 12,388 | 14,163 | 14,383 |
| | 소계 | 17,677 | 15,590 | 14,768 | 16,163 | 15,391 | 14,732 |

자료: 국토교통부(2014), 예산개요 세출예산

③ 항만부문

- 신항만 개발 사업이 착수된 1996년 이후부터 항만개발 투자비는 2009년까지는 지속적인 증가추세를 보였으나, 2011년 이후에 2014년 현재까지 지속적인 감소추세를 보임
- 2014년 기준 민자부문을 제외한 항만부문 교통비용을 산정한 결과 1조 3,379억원으로 분석되었음

<표 6- 8> 항만부문 건설비와 운영비

단위: 억원

| 구분 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 합계 | 20,622 | 20,491 | 21,298 | 18,617 | 16,333 | 16,358 | 15,291 | 15,052 |
| 건설 ¹⁾ | 15,826 | 16,017 | 16,389 | 13,910 | 12,391 | 12,162 | 10,588 | 10,128 |
| 운영 ²⁾ | 4,796 | 4,474 | 4,909 | 4,707 | 3,942 | 4,196 | 4,703 | 4,924 |

주: 1) 건설비 : 신항만 개발, 주요항 건설, 일반항 건설, 항만재개발

2) 운영비 : 유지보수, 표지시설, 컨부두 재개발지원 등, 차관 원리금 상환(운영비에서 제외)

자료: 해양수산부(2015), 항만업무편람

- 2014년 기준 항만부문 투자실적을 살펴보면, 2013년 대비 2% 감소한 1조 5,052억원으로 나타남
- 신항만 개발이 줄어들고 있는 반면에, 유지보수 비용이 지속적으로 증가하고 있음. 해운투자는 2013년 대비 2% 상승하였음

<표 6- 9> 해운·항만부문 투자실적

단위: 억원

| 구분 | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|----------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 합계 | | 21,298 | 18,617 | 16,333 | 16,358 | 15,291 | 15,052 |
| 항만 투자 | 신항만 개발 | 10,942 | 8,355 | 7,217 | 7,321 | 4,888 | 5,053 |
| | 주요항 건설 | 2,404 | 2,393 | 2,262 | 2,326 | 2,628 | 2,156 |
| | 일반항 건설 | 2,774 | 2,981 | 2,595 | 2,174 | 2,691 | 2,709 |
| | 유지보수 | 1,986 | 1,531 | 1,297 | 1,440 | 1,486 | 1,553 |
| | 항만 재개발 | 269 | 181 | 317 | 341 | 381 | 210 |
| | 표지시설 | 596 | 548 | 531 | 534 | 672 | 667 |
| | 마리나 | | | | 23 | 150 | 135 |
| | 차관 원리금 상환 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 컨부두 개발지원등 | 794 | 937 | 561 | 568 | 759 | 896 |
| 해운 투자 | | 1,528 | 1,691 | 1,553 | 1,631 | 1,636 | 1,673 |

자료: 해양수산부(2015), 항만업무편람

주: 해운 투자= 해운항만 투자액- 항만투자비

④ 항공부문

- 항공부문은 기능에 따라 중추거점·일반공항으로 위계를 분류하고 이에 맞게 공항 투자 및 국제선을 운영하고 있음
 - 교통시설 특별회계 공항계정에서 투자되고 있으며, 주로 인천공항 건설사업, 신설공항 사업, 기존공항 확장사업, 항행안전시설 및 항로관제시설 사업에 지출되었음
- 2014년 기준 항공부문 교통비용을 산정한 결과 830억원이었으며 항공부문 투자실적을 건설과 운용부문으로 나누어 살펴보면 2013년 기준 건설부문이 전체의 10.3%, 운용 및 관리부문이 89.7%로 운용부문이 처음으로 건설부문보다 압도적으로 많아짐

<표 6-10> 항공부문 투자금액

단위: 억원

| 구분 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| 계 | 3,334 | 2,115 | 592 | 666 | 679 | 698 | 830 | 1,008 |
| 인천공항 | 2,000 | 1,300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 일반공항 | 1,334 | 815 | 592 | 666 | 679 | 698 | 830 | 1,008 |

자료: 국토교통부(2014), 예산개요 세출예산 재구성

<표 6-11> 항공부문 건설비와 운영비 구분

단위: 억원

| 구분 | 합 계 | 건 설 | | | 운영 및 관리 | | | |
|--------|-------|-------|-----------------|------|---------|------------|------|--------------|
| | | 소 계 | 인천 국제공항 | 일반공항 | 소 계 | 일반공항 관리 | 항공안전 | 항공안전 본부운영 |
| 2008년도 | 2,115 | 1,771 | 1,300 | 471 | 344 | 14 | 272 | 58 |
| 2009년도 | 592 | 10 | 0 ²⁾ | 10 | 582 | 13 | 446 | 123 |
| 2010년도 | 666 | 50 | 0 | 50 | 616 | 21 | 521 | 74 |
| 2011년도 | 679 | 0 | 0 | 0 | 679 | 44 | 567 | 68 |
| 2012년도 | 698 | 72 | 0 | 72 | 626 | 35 | 464 | 127 |
| 2013년도 | 830 | 0 | 0 | 0 | 830 | 133 | 612 | 85 |
| 2014년도 | 1,008 | 35 | 0 | 35 | 973 | 88 | 762 | 123 |

주: 1) 항공안전본부운영항목은 일반회계자료이며, 이를 제외한 나머지 항목은 교통회계자료임

2) 2010년도 인천국제공항 정부투자비용은 없으며 인천국제공항공사에 의한 투자임

3) 2012년 항공안전본부운영비용은 항공발전지원비(일반)가 합산된 금액임

자료: 국토교통부(2014), 예산개요 세출예산 재구성

⑤ 물류시설부문

- 2014년 기준 물류시설부문 정부 투자비용을 산정한 결과 약 1조 2,683억원 수준에 이르며, 이는 2013년 투자실적 대비 약 4.3% 증가함
- 물류시설의 대중교통 육성부문에 대한 투자가 4.9% 증가함

<표 6-12> 물류시설부문 정부 투자실적

단위: 억원

| 구 분 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 합계 | 17,914 | 18,619 | 19,820 | 17,577 | 12,159 | 12,683 |
| 해양정책 | 2,570 | 4,095 | 4,999 | 2,161 | 0 | 0 |
| 물류정책 | 2,019 | 1,052 | 873 | 297 | 183 | 277 |
| 국토해양연구개발 | 5,629 | 5,680 | 6,091 | 6,133 | 4,014 | 4,117 |
| 국토해양정보화(국토교통정보화) | 674 | 792 | 918 | 995 | 973 | 956 |
| 대중교통육성 | 7,022 | 7,000 | 6,939 | 7,991 | 6,989 | 7,333 |

주: 1) 정부부문의 물류부문 예산 자료를 재가공 하였음

자료: 국토교통부(2014), 예산개요 세출예산 재구성

⑥ 종합

- 2014년도 우리나라 총 정부비용은 약 18조 687억원이며, 도로부문의 정부지출금액이 8조 3,912억원, 철도부문의 6조 1,800억원, 해운·항만 1조 5,052억원, 물류등 기타 1조 2,683억원, 항공 1,008억원 순으로 집계됨

<표 6-13> 교통부문 정부비용

단위: 억원

| 구분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 도로 | 77,281 | 72,032 | 75,675 | 89,344 | 83,912 |
| 철도 | 42,020 | 44,338 | 50,876 | 61,380 | 61,800 |
| 도시철도 | 11,492 | 9,717 | 10,265 | 7,761 | 6,232 |
| 해운항만 | 18,617 | 16,333 | 16,358 | 15,291 | 15,052 |
| 항공 및 공항 | 666 | 679 | 698 | 830 | 1,008 |
| 물류 등 기타 | 18,619 | 19,820 | 17,577 | 12,159 | 12,683 |
| 합계 | 168,695 | 162,919 | 171,449 | 186,765 | 180,687 |

2) 민간비용

① 가구비용

- 가구의 교통비 지출을 자동차 구입, 기타운송기구 구입, 운송기구 유지 및 수기, 운송기구 연료비, 타개인교통서비스, 철도·육상·기타 운송 및 기타교통관련서비스로 구분하여 지출액을 조사함
- 2014년 대중교통 및 개인교통지출을 포함한 가구의 교통비 지출은 월평균 309,940원으로 가구당 소비지출의 약 13.2%를 차지하여 식료품·비주류음료(13.2%)에 이어 2번째로 높은 지출 비중을 차지하였음⁴⁾
 - 교통항목별로 살펴보면, 가구당 운송기구연료비가 월평균 130,053원으로서 가장 많은 비중(41.9%)을 차지하였고 그 뒤를 자동차구입비가 96,215원으로 31.0%를 차지하였음

<표 6-14> 연도별 월평균 가계소비지출 비중(실질가격)

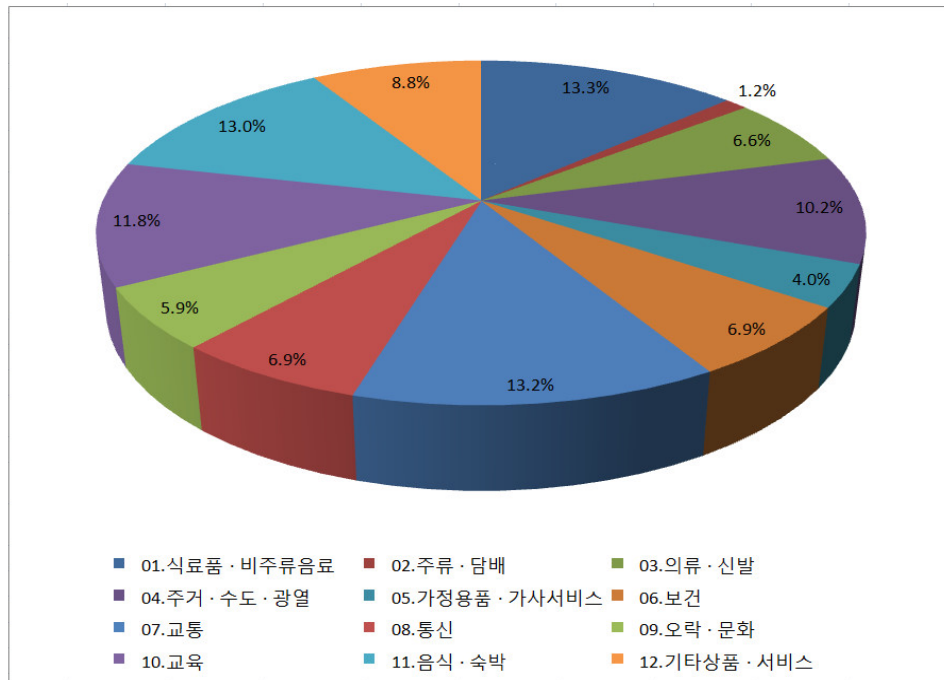
단위 : 원

| 실질 기준 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 비중 | 13년대비 14년 증가율 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|---------------------|
| 소비지출(원) | 2,300,640 | 2,311,798 | 2,304,008 | 2,339,561 | 100.0% | 1.5% |
| 1. 식료품·비주류음료(원) | 313,942 | 310,668 | 307,117 | 308,814 | 13.3% | 0.6% |
| 2. 주류·담배(원) | 27,629 | 27,498 | 26,936 | 26,789 | 1.2% | -0.5% |
| 3. 의류·신발(원) | 151,701 | 153,170 | 152,105 | 146,118 | 6.6% | -3.9% |
| 4. 주거·수도·광열(원) | 232,364 | 234,352 | 235,819 | 227,326 | 10.2% | -3.6% |
| 5. 가정용품·가사서비스(원) | 86,673 | 87,230 | 92,763 | 95,850 | 4.0% | 3.3% |
| 6. 보건(원) | 153,602 | 154,677 | 158,942 | 162,195 | 6.9% | 2.0% |
| 7. 교통(원) | 275,322 | 273,026 | 279,913 | 309,940 | 13.2% | 10.4% |
| 8. 통신(원) | 145,233 | 158,873 | 159,524 | 157,073 | 6.9% | -1.5% |
| 9. 오락·문화(원) | 126,915 | 133,292 | 135,100 | 142,097 | 5.9% | 5.2% |
| 10. 교육(원) | 289,822 | 279,596 | 271,532 | 268,694 | 11.8% | -1.0% |
| 11. 음식·숙박(원) | 286,783 | 295,333 | 298,407 | 307,990 | 13.0% | 3.2% |
| 12. 기타상품·서비스(원) | 212,556 | 216,516 | 201,693 | 207,207 | 8.8% | 2.7% |

주: 1) 전국 가구당 월평균 가계수지(실질, 2인 이상, 2010년 기준)

자료: 통계청 월별 가계소비지출 (2인 이상 가구, 실질)

4) 통계청 '가구당 월평균 가계수지 항목'의 2인 이상 실질가격을 기준으로 하였음



<그림 6- 1> 2014년 교통부문 가계소비지출 항목 비중

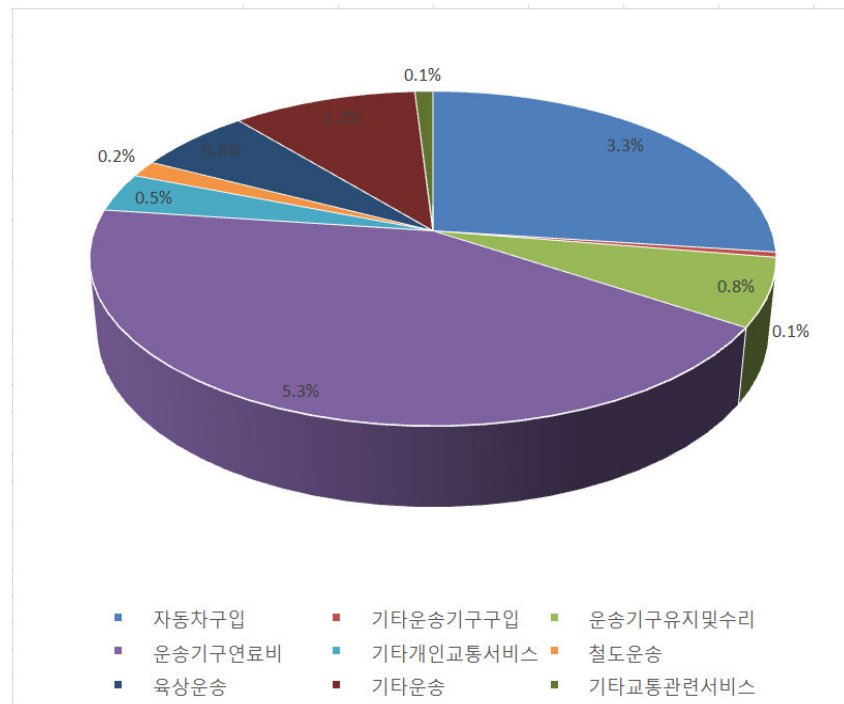
<표 6-15> 교통부문 월평균 가계소비지출(실질가격)

단위 : 원

| 구분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 비중 |
|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| 전체 교통(원) | 271,093 | 275,322 | 273,026 | 279,913 | 310,635 | 100% |
| 자동차구입(원) | 66,357 | 76,493 | 75,552 | 76,210 | 96,215 | 31.0% |
| 기타운송기구구입(원) | 1,300 | 1,037 | 1,600 | 1,406 | 1,471 | 0.5% |
| 운송기구유지및수리(원) | 16,577 | 16,961 | 17,252 | 18,495 | 19,111 | 6.2% |
| 운송기구연료비(원) | 117,671 | 114,100 | 114,430 | 121,146 | 130,053 | 41.9% |
| 기타개인교통서비스(원) | 13,298 | 12,862 | 11,752 | 10,626 | 11,434 | 3.7% |
| 철도운송(원) | 5,588 | 5,295 | 4,747 | 4,517 | 4,445 | 1.4% |
| 육상운송(원) | 21,649 | 19,612 | 18,607 | 17,914 | 16,411 | 5.3% |
| 기타운송(원) | 26,000 | 25,470 | 27,138 | 28,735 | 32,942 | 10.6% |
| 기타교통관련서비스(원) | 2,654 | 3,290 | 3,051 | 2,806 | 3,458 | 1.1% |

주: 1)소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로, 2008년 이전 자료는 2009년 연간자료 공표시 변경될 수 있음

자료: 통계청 월별 가계소비지출 (2인 이상 가구, 실질)



<그림 6- 2> 2014년 교통부문 가계소비지출 항목 비중

- 우리나라 가구당 월평균 소비지출(실질가격 기준) 중 교통비용 항목을 통해 연간 가구 교통비용을 산정함
 - 산정과정에서의 가구수 자료는 통계청의 연도별 장래 추계가구수의 자료를 사용함
- 2014년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 68조 4,276억원으로 분석됨
 - 이는 2013년도 가구교통비 지출액 대비 11.9% 증가함
- 2014년 우리나라 총가구가 지출한 자동차 구입관련 교통비 지출액은 21조 9,445억원으로 분석되어 2013년 대비 31.8% 증가함

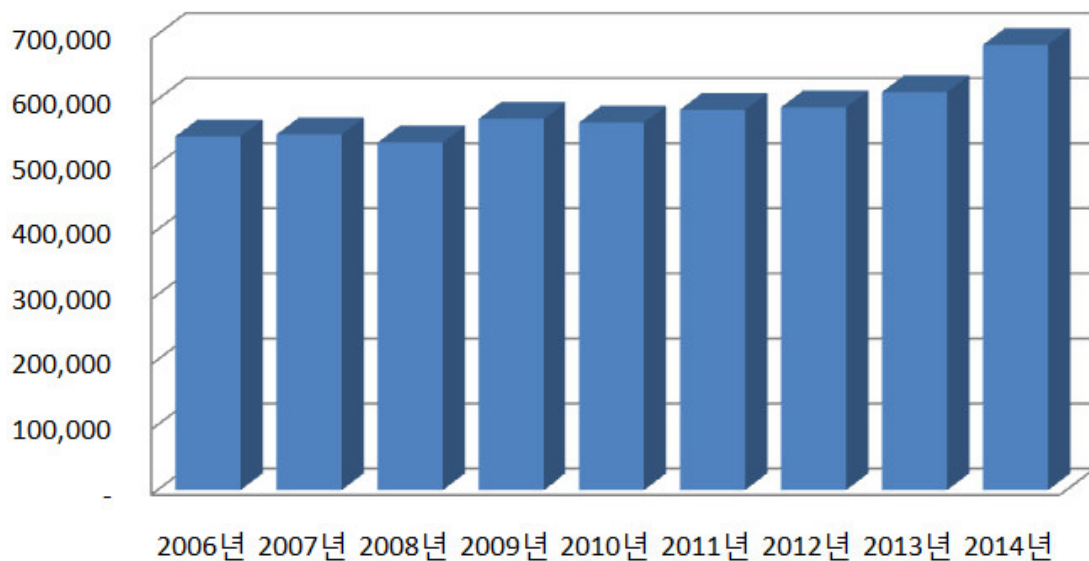
<표 6-16> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 총 교통비용 | 564,719 | 584,354 | 588,120 | 611,543 | 684,276 |
| 자동차구입 | 138,230 | 162,352 | 162,745 | 166,501 | 219,445 |
| 기타운송기구구입 | 2,708 | 2,201 | 3,447 | 3,072 | 4,660 |
| 운송기구유지및수리 | 34,532 | 35,999 | 37,162 | 40,407 | 41,120 |
| 운송기구연료비 | 245,123 | 242,170 | 246,491 | 264,675 | 279,356 |
| 기타개인교통서비스 | 27,701 | 27,299 | 25,315 | 23,215 | 25,323 |
| 철도운송 | 11,640 | 11,238 | 10,225 | 9,869 | 10,304 |
| 육상운송 | 45,097 | 41,625 | 40,081 | 39,138 | 36,985 |
| 기타운송 | 54,161 | 54,059 | 58,457 | 62,779 | 69,881 |
| 기타교통관련서비스 | 5,529 | 6,983 | 6,572 | 6,130 | 7,114 |

주: 1) 2009년 소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로 「가계동향조사(신분류)」의 2008년 이전 자료는 「가계동향조사(구분류)」의 자료와 차이가 있음 (2인 이상 가구, 실질, 2010=100)

2) 총 가구교통비용은 월평균교통비용과 추계가구자료를 이용하여 산정



<그림 6- 3> 연도별 총 가구교통비용(단위: 백만원)

- 한편, 우리나라 가구당 월평균 소비지출의 명목가격을 기준으로 하여 교통비용을 산정함

<표 6-17> 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준)

단위: 억원

| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 총 교통비용 | 564,721 | 625,256 | 649,873 | 671,901 | 739,700 |
| 자동차구입 | 138,230 | 163,487 | 163,721 | 169,498 | 222,978 |
| 기타운송기구구입 | 2,708 | 2,216 | 3,468 | 3,126 | 4,735 |
| 운송기구유지및수리 | 34,532 | 37,293 | 38,761 | 42,533 | 43,366 |
| 운송기구연료비 | 245,123 | 273,895 | 288,888 | 299,533 | 301,928 |
| 기타개인교통서비스 | 27,701 | 27,407 | 26,023 | 24,681 | 26,982 |
| 철도운송 | 11,640 | 11,283 | 11,186 | 10,941 | 11,458 |
| 육상운송 | 45,097 | 42,833 | 43,769 | 44,390 | 43,062 |
| 기타운송 | 54,161 | 59,356 | 66,701 | 69,978 | 76,357 |
| 기타교통관련서비스 | 5,529 | 7,486 | 7,356 | 7,221 | 8,833 |

주: 1) 2009년 소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로 「가계동향조사(신분류)」의 2008년 이전 자료는 「가계동향조사(구분류)」의 자료와 차이가 있음 (2인 이상 가구, 실질, 2010=100)

2) 총 가구교통비용은 월평균교통비용과 추계가구자료를 이용하여 산정

- 명목가격 기준으로 산정한 결과, 2014년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 73조 9,700억원으로 분석됨

- 2014년 총교통비용은 2013년 대비 10.1% 증가하였음

② 기업비용(화물수송비)

- 2013년 기업비용(화물 수송비)는 100조 9,860억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음

- 기업비용은 연평균 4.69% 증가하였으나, 2013년 대비 6.14% 감소하였음

<표 6-18> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

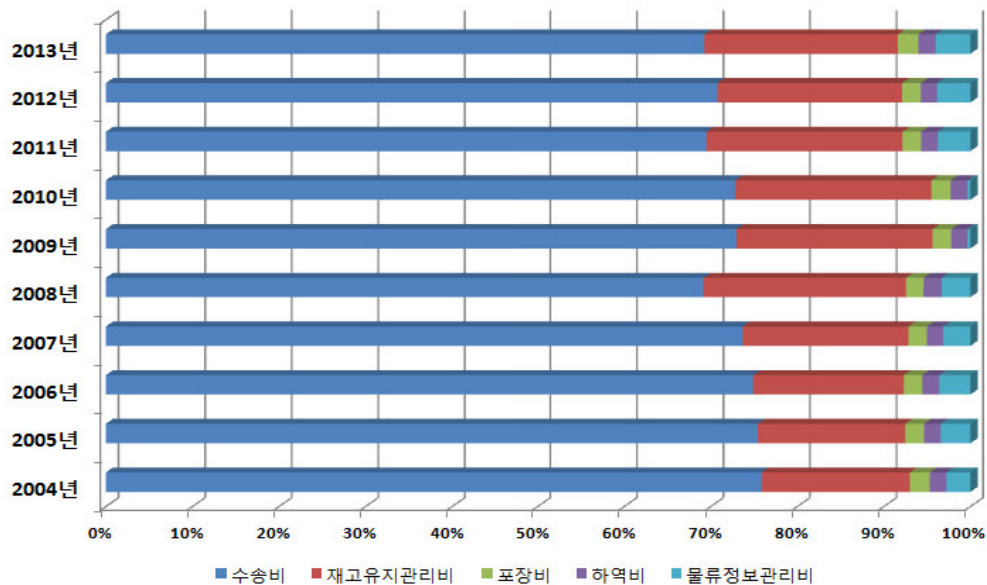
| 구 분 | 수송비 | 재고유지 관리비 | 포장비 | 하역비 | 물류정보 관리비 | 물류비 총계 |
|------------|---------|-------------|-------|-------|-------------|---------|
| 2004 | 66,691 | 15,056 | 2,028 | 1,686 | 2,428 | 87,889 |
| 2005 | 72,269 | 16,332 | 2,081 | 1,809 | 3,301 | 95,792 |
| 2006 | 75,308 | 17,479 | 2,141 | 1,974 | 3,614 | 100,515 |
| 2007 | 79,183 | 20,609 | 2,298 | 1,991 | 3,398 | 107,479 |
| 2008 | 83,206 | 28,104 | 2,444 | 2,519 | 3,989 | 120,262 |
| 2009 | 84,836 | 26,311 | 2,529 | 2,169 | 394 | 116,238 |
| 2010 | 95,604 | 29,732 | 2,888 | 2,579 | 439 | 131,242 |
| 2011 | 104,033 | 33,898 | 3,203 | 2,910 | 5,611 | 149,654 |
| 2012 | 107,587 | 32,407 | 3,304 | 2,837 | 5,846 | 151,980 |
| 2013 | 100,986 | 32,633 | 3,452 | 2,885 | 5,856 | 145,812 |
| 연평균증감률(%) | 4.69 | 5.09 | 5.85 | 8.05 | 2.14 | 4.74 |
| 전년대비증감률(%) | -6.14 | 0.70 | 4.48 | 1.71 | 0.17 | -4.06 |

주: 1) 연평균 증감률과 전년대비 증감률의 괄호 안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증감률 산정(실질 증감률)

2) 한국은행에서 신기준에 의해 2001년 이후 GDP 재산정하여 발표

3) 물류정보비와 일반관리비는 물류정보 관리비로 합산됨

자료: 한국교통연구원(2015), 2013년 국가물류비 조사 및 산정



<그림 6- 4> 기능별 국가물류비(국제화물수송비 제외)

나. 외부비용

1) 교통 혼잡비용

- 2013·2014년도 도로교통혼잡비용은 자료수집의 한계로 본원에서 발표한 예측치를 사용함
- 2014년도 도로부문 교통혼잡비용은 32조 3,846억원이었으며, 이중 20조 6,473억원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음

<표 6-19> 2014년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

| 구 분 | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-------------|------|---------|---------|---------|---------|
| 지역 간 도 로 | 고속국도 | 30,687 | 31,601 | 33,925 | 35,268 |
| | 일반국도 | 53,113 | 54,350 | 54,816 | 55,607 |
| | 지방도 | 23,619 | 25,345 | 25,440 | 26,498 |
| | 소계 | 107,419 | 111,296 | 114,181 | 117,373 |
| 도시부 도 로 | 서울 | 80,147 | 84,144 | 88,000 | 91,177 |
| | 부산 | 35,720 | 39,041 | 39,146 | 39,882 |
| | 대구 | 15,284 | 15,555 | 16,456 | 17,069 |
| | 인천 | 25,279 | 25,375 | 27,846 | 28,951 |
| | 광주 | 9,634 | 9,655 | 10,179 | 10,408 |
| | 대전 | 11,861 | 11,901 | 12,220 | 12,544 |
| | 울산 | 5,626 | 6,178 | 6,170 | 6,442 |
| | 소계 | 183,550 | 191,850 | 200,018 | 206,473 |
| 총 계 | | 290,969 | 303,146 | 314,199 | 323,846 |

주: 1) 2013년 및 2014년 교통혼잡비용은 한국교통연구원이 2014년도에 발표한 보도자료 내 잠정치 사용

2) 교통 사고비용

- 2014년 사고비용에서는 교통사고 피해자 및 가족이 겪는 심리적, 육체적 고통비용(PGS; Pain, Grief & Suffering)을 포함하여 재산정함
- 도로교통사고비용
 - 2012년 도로교통사고비용의 추정은 사망사고, 중상사고, 경상사고, 부상신고, 단순물피, PGS비용의 합으로 산정되며 심리적 비용은 제외함
 - 도로교통비용은 중상사고비용이 약 17조 5,752억원, 단순물피비용이 약 7조 1,104억원, 경상사고비용이 약 9조 7,967억원 순으로 나타났으며, 총 도로교통사고비용은 약 41조원으로 추정됨

<표 6-20> 2012년 도로교통사고비용(PGS: 심리적 비용 포함)

| 구분 | 건당 비용(천원) | 건수 | 금액(억원) | 비율(%) |
|------|-----------|-----------|---------|-------|
| 사망사고 | 731,307 | 5,165 | 37,772 | 9.0 |
| 중상사고 | 129,273 | 135,954 | 175,752 | 42.1 |
| 경상사고 | 14,470 | 677,059 | 97,967 | 23.5 |
| 부상신고 | 11,115 | 314,967 | 35,010 | 8.4 |
| 단순물피 | 1,872 | 3,799,182 | 71,104 | 17.0 |
| 총계 | 888,036 | 4,932,327 | 417,605 | 100.0 |

자료: 한국교통연구원(2015), 교통사고비용 추정 및 추이 분석

○ 철도사고비용

- 2012년 철도사고비용의 추정은 손실생산비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용, PGS 비용의 합으로 산정함
- 항목별 철도사고비용을 종합하면, 2012년에 발생한 철도사고로 인한 사회적 피해비용은 약 458억원으로 추정되었음

<표 6-21> 2012년 철도사고비용(PGS: 심리적 비용 포함)

단위 : 억원, %

| 항목 | 비 용 | 비 율(%) |
|---------|-----|--------|
| 손실생산비용 | 225 | 49.2 |
| 의료비용 | 17 | 3.7 |
| 물적 피해비용 | 8 | 1.6 |
| 행정비용 | 9 | 1.9 |
| PGS 비용 | 199 | 43.5 |
| 계 | 458 | 100.0 |

자료: 한국교통연구원(2015), 교통사고비용 추정 및 추이 분석

○ 해양사고비용

- 해양사고비용의 추정은 생산손실비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용, PGS비용의 합으로 산정함
- 2012년에 발생한 해양사고로 인한 사회적 피해비용은 약 1,416억원으로 추정되며 물적 피해비용이 약 532억원, 손실생산비용이 약 438억원으로 이들 비용이 대다수를 차지함

<표 6-22> 2012년 해양사고비용(PGS: 심리적 비용 포함)

| 항목 | 비용(억원) | 비율(%) |
|---------|--------|-------|
| 손실생산비용 | 438 | 30.9 |
| 의료비용 | 14 | 1.0 |
| 물적 피해비용 | 532 | 37.6 |
| 행정비용 | 25 | 1.8 |
| PGS 비용 | 407 | 28.8 |
| 계 | 1,416 | 100.0 |

자료: 한국교통연구원(2015), 교통사고비용 추정 및 추이 분석

○ 항공사고비용

- 항공사고비용의 추정은 기체손실비용, 사고수습비용, 사고원인분석비용, 의료비용, 생산손실비용, 그리고 영업 및 이미지손실비용의 합으로 산정함
- 2012년 항공사고비용은 기체손실비 약 60억원, 사고수습비 약 59억원, 사고조사비 약 15억원, 인명손실비 약 20억, 영업 및 이미지 손실비용 약 11억원으로 각각 나타나 총 항공사고비용은 약 166억원으로 추정되었음

<표 6-23> 2012년 항공사고비용(PGS: 심리적 비용 포함)

| 비용항목 | 비용(억원) | 비율(%) |
|---------------|--------|-------|
| 기체손실비용 | 59.9 | 34.9 |
| 사고수습비용 | 59.2 | 34.4 |
| 사고조사비용 | 15.2 | 8.8 |
| 인명손실비용 | 19.8 | 11.5 |
| 직원투자 손실비용 | 0.1 | 0.1 |
| 화물 및 수하물 손실비용 | | - |
| 항공사 이미지 손실비용 | 11.9 | 6.9 |
| PGS 비용 | 5.8 | 3.4 |
| 계 | 171.9 | 100 |

자료: 한국교통연구원(2015), 교통사고비용 추정 및 추이 분석

○ 종합

- 2012년 교통사고비용은 41조 9,650억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 99.5%로 대부분의 비중을 차지하고 있음
- 교통수단별로 살펴보면, 도로교통사고 41조 7,604억원, 해양사고가 약 1,416억원, 철도사고가 457억원, 항공사고가 약 171억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

<표 6-24> 2012년도 수단별 사고비용(PGS: 심리적 비용 포함)

단위: 억원

| 항 목 | 도로교통사고 | 철도사고 | 해양사고 | 항공사고 | 총합 |
|-------|---------|------|-------|------|---------|
| 계 | 417,604 | 457 | 1,416 | 171 | 419,650 |
| 비중(%) | 99.5% | 0.1% | 0.3% | 0.1% | 100.0 |

다. 환경비용

1) 대기오염 비용(도로·철도)

① 도로부문

○ 대기오염물질

- 2013년 도로부문 대기오염물질 배출량은 총 1,814,090톤이었으며, NOX가 연 1,024,818톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO, HC 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음
- 차종별로는 화물차가 연 1,163,757톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 승용차가 382,283톤을 배출하였음
- 유종별로는 경유가 1,514,542톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음

<표 6-25> 도로부문 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

| 배출량 | 구분 | CO | HC | NOx | PM | SO2 | 합계 |
|-----|-----|---------|---------|-----------|--------|-------|-----------|
| 승용차 | 휘발유 | 95,883 | 11,985 | 26,967 | 0 | 999 | 135,835 |
| | 경유 | 44,910 | 6,834 | 41,493 | 4,393 | 0 | 97,631 |
| | LPG | 111,503 | 9,329 | 27,542 | 0 | 444 | 148,818 |
| 승합차 | 휘발유 | 70 | 9 | 21 | 0 | 0 | 100 |
| | 경유 | 53,818 | 15,648 | 121,383 | 3,510 | 1,170 | 195,529 |
| | LPG | 6,012 | 443 | 1,361 | 0 | 285 | 8,100 |
| 화물차 | 휘발유 | 56 | 101 | 17 | 0 | 5 | 179 |
| | 경유 | 277,430 | 85,235 | 762,655 | 31,197 | 557 | 1,157,074 |
| | LPG | 5,003 | 369 | 1,132 | 0 | 0 | 6,504 |
| 특수차 | 휘발유 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 경유 | 15,367 | 4,721 | 42,245 | 1,728 | 247 | 64,309 |
| | LPG | 8 | 1 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| 합 계 | | 610,062 | 134,675 | 1,024,818 | 40,828 | 3,707 | 1,814,090 |

자료: 1) 교통안전공단 ‘자동차주행거리분석(2013)’ 내부자료

2) www.petronet.co.kr(철도 경유사용량)

주: ‘2014년 자동차주행거리분석 보고서’의 발간이 이루어지지 않아 갱신되지 않음

○ 대기오염 비용

- 2013년도 우리나라 도로부문 대기오염비용은 14조 1,089억원으로 산정되었으며 GDP의 1.3% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2013년도 도로부문 대기오염은 2012년 14조 5,510억원대비 3.1% 증가한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO_x가 8조 353억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO, PM 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 차종별로는 화물차가 9조 4,383억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 승용차, 승합차 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 유종별로는 경유가 12조 538억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

<표 6-26> 도로부문 대기오염비용 (2013년)

단위: 억원/년

| 비용 | 구분 | CO | HC | Nox | PM | SO2 | 합계 |
|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| 승용차 | 휘발유 | 6,249 | 908 | 2,114 | 0 | 88 | 9,359 |
| | 경유 | 2,927 | 518 | 3,253 | 1,125 | 0 | 7,822 |
| | LPG | 7,267 | 707 | 2,160 | 0 | 39 | 10,172 |
| 승합차 | 휘발유 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| | 경유 | 3,507 | 1,185 | 9,517 | 898 | 103 | 15,211 |
| | LPG | 392 | 34 | 107 | 0 | 25 | 557 |
| 화물차 | 휘발유 | 4 | 8 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| | 경유 | 18,080 | 6,456 | 59,797 | 7,986 | 49 | 92,369 |
| | LPG | 326 | 28 | 89 | 0 | 0 | 443 |
| 특수차 | 휘발유 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 경유 | 1,002 | 358 | 3,312 | 442 | 22 | 5,136 |
| | LPG | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 합 계 | | 39,758 | 10,200 | 80,353 | 10,452 | 326 | 141,089 |

자료 : 1) 교통안전공단(2013), 자동차주행거리분석

2) www.petronet.co.kr(철도 경유사용량)

주: '2014년 자동차주행거리분석 보고서'의 발간이 이루어지지 않아 갱신되지 않음

② 철도부문

○ 대기오염물질 배출량

- 2014년도 철도부문 대기오염물질은 총 14,151톤을 배출하는 것으로 산정되었음
- 대기오염물질별 배출량을 살펴보면 NO_x(질소산화물)가 연 8,499톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO(일산화탄소), HC(탄화수소) 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 배출량을 살펴보면, 여객이 8,768톤으로 화물보다 오염물질을 많이 배출하는 것으로 분석되었음

<표 6-27> 철도부문 대기오염물질 총배출량(2014년)

단위: 톤/년

| 구분 | CO | HC | NO _x | PM | SO ₂ | 합계 |
|----|-------|-------|-----------------|-----|-----------------|--------|
| 여객 | 2,145 | 871 | 5,266 | 348 | 138 | 8,768 |
| 화물 | 1,324 | 535 | 3,233 | 209 | 82 | 5,383 |
| 합계 | 3,469 | 1,406 | 8,499 | 557 | 220 | 14,151 |

○ 대기오염비용

- 2014년도 우리나라 철도부문 대기오염비용은 1,161억원으로 산정되었음
- 2014년도 철도부문 대기오염비용은 2013년도에 비해 약 16% 감소한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO_x가 666억원 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO(일산화탄소), PM (미세먼지)순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 대기오염비용을 살펴보면 여객이 859억원으로 화물보다 많은 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

<표 6-28> 철도부문 대기오염비용(2014년)

단위: 억원/년

| 구분 | CO | HC | NO _x | PM | SO ₂ | 합계 |
|----|-----|-----|-----------------|-----|-----------------|-------|
| 여객 | 140 | 66 | 413 | 89 | 12 | 720 |
| 화물 | 86 | 41 | 253 | 53 | 7 | 441 |
| 합계 | 226 | 106 | 666 | 143 | 19 | 1,161 |

③ 종합

- 2013년도 우리나라 교통부문 대기오염물질은 총 1,828,241톤을 배출하는 것으로 산정되었음
- 우리나라 교통부문 대기오염물질 배출량 중 도로부문이 98.9%로 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 6-29> 2013년도 대기오염물질 총배출량¹⁾

단위: 톤/년

| 구 분 | | | CO | HC | NOx | PM | SO2 | 합 계 |
|------------------|-------------|-----|---------|---------|-----------|--------|-------|-----------|
| 도 로 부 문 | 승 용 차 | 휘발유 | 95,883 | 11,985 | 26,967 | 0 | 999 | 135,835 |
| | | 경유 | 44,910 | 6,834 | 41,493 | 4,393 | 0 | 97,631 |
| | | LPG | 111,503 | 9,329 | 27,542 | 0 | 444 | 148,818 |
| | 승 합 차 | 휘발유 | 70 | 9 | 21 | 0 | 0 | 100 |
| | | 경유 | 53,818 | 15,648 | 121,383 | 3,510 | 1,170 | 195,529 |
| | | LPG | 6,012 | 443 | 1,361 | 0 | 285 | 8,100 |
| | 화 물 차 | 휘발유 | 56 | 101 | 17 | 0 | 5 | 179 |
| | | 경유 | 277,430 | 85,235 | 762,655 | 31,197 | 557 | 1,157,074 |
| | | LPG | 5,003 | 369 | 1,132 | 0 | 0 | 6,504 |
| | 특 수 차 | 휘발유 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | | 경유 | 15,367 | 4,721 | 42,245 | 1,728 | 247 | 64,309 |
| | | LPG | 8 | 1 | 2 | 0 | 0 | 11 |
| | 소계 | | 610,062 | 134,675 | 1,024,818 | 40,828 | 3,707 | 1,814,090 |
| 철 도 부 문 | 여 객 | | 2,145 | 871 | 5,266 | 348 | 138 | 8,768 |
| | 화 물 | | 1,324 | 535 | 3,233 | 209 | 82 | 5,383 |
| | 소 계 | | 3,469 | 1,406 | 8,499 | 557 | 220 | 14,151 |
| 합 계 | | | 613,531 | 136,081 | 1,033,317 | 41,385 | 3,927 | 1,828,241 |

자료 : 1) 교통안전공단(2013), 자동차주행거리분석

2) www.petronet.co.kr(철도 경유사용량)

주: 1) 철도부문은 2014년 자료로 갱신하였으나, 도로부문은 2014년 자동차주행거리분석 자료의 미발간으로 갱신이 이루어지지 않음

- 2013년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 2,474억원으로 산정되었으며, 대기오염비용 중 도로부분이 99%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음
- 2013년도 우리나라 총 대기오염비용은 2012년도 대비 6.7% 감소한 것으로 분석되었음

<표 6-30> 2013년도 대기오염비용

단위: 억원/년

| 구 분 | | | CO | HC | NOx | PM | SO2 | 합 계 |
|----------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|---------|
| 도로 부분 | 승용차 | 휘발유 | 6,249 | 908 | 2,114 | 0 | 88 | 9,359 |
| | | 경유 | 2,927 | 518 | 3,253 | 1,125 | 0 | 7,822 |
| | | LPG | 7,267 | 707 | 2,160 | 0 | 39 | 10,172 |
| | 승합차 | 휘발유 | 5 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7 |
| | | 경유 | 3,507 | 1,185 | 9,517 | 898 | 103 | 15,211 |
| | | LPG | 392 | 34 | 107 | 0 | 25 | 557 |
| | 화물차 | 휘발유 | 4 | 8 | 1 | 0 | 0 | 13 |
| | | 경유 | 18,080 | 6,456 | 59,797 | 7,986 | 49 | 92,369 |
| | | LPG | 326 | 28 | 89 | 0 | 0 | 443 |
| | 특수차 | 휘발유 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 경유 | 1,002 | 358 | 3,312 | 442 | 22 | 5,136 |
| | | LPG | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| | 소 계 | | 39,758 | 10,200 | 80,353 | 10,452 | 326 | 141,089 |
| 철도 부분 | 여객 | | 140 | 66 | 413 | 89 | 12 | 720 |
| | 화물 | | 86 | 41 | 253 | 53 | 7 | 441 |
| | 소 계 | | 226 | 106 | 666 | 143 | 19 | 1,161 |
| 합 계 | | | 39,984 | 10,306 | 81,019 | 10,595 | 345 | 142,250 |

주: 1) 철도부분은 2014년 자료로 갱신하였으나, 도로부분은 2014년 자동차주행거리분석 자료의 미발간으로 갱신이 이루어지지 않음

2) 온실가스

① 배출량

- 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 통계 연보로 발행하고 있는 석유류 수급통계자료를 활용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적을 교통부문 에너지 소모량으로 추정함
- 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소모량을 추정할 수 있음. 교통수단별·지역별 에너지 사용량은 약 2억 3천만 배럴이며, 이를 온실가스 배출량으로 환산하면, 약 8억 8천만 CO₂톤으로 추정됨

<표 6-31> 국내 교통부문 에너지 사용량

단위: 천bbl

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 계 |
|--------|---------|------|-------|-------|---------|
| 1. 서울 | 22,985 | 134 | 1,404 | 790 | 25,313 |
| 2. 부산 | 12,223 | 84 | 368 | 345 | 13,020 |
| 3. 대구 | 9,567 | 88 | 87 | 0 | 9,742 |
| 4. 인천 | 11,666 | 0 | 72 | 121 | 11,859 |
| 5. 광주 | 6,941 | 29 | 83 | 1 | 7,054 |
| 6. 대전 | 6,094 | 124 | 11 | 0 | 6,229 |
| 7. 울산 | 5,713 | 0 | 42 | 246 | 6,001 |
| 8. 세종 | 770 | 0 | 0 | 0 | 770 |
| 9. 경기 | 58,068 | 31 | 8 | 27 | 58,134 |
| 10. 강원 | 8,821 | 13 | 13 | 144 | 8,991 |
| 11. 충북 | 9,966 | 33 | 85 | 1 | 10,085 |
| 12. 충남 | 13,102 | 36 | 10 | 128 | 13,276 |
| 13. 전북 | 10,202 | 59 | 34 | 42 | 10,337 |
| 14. 전남 | 9,470 | 89 | 52 | 217 | 9,828 |
| 15. 경북 | 17,078 | 150 | 13 | 30 | 17,271 |
| 16. 경남 | 17,354 | 41 | 16 | 218 | 17,629 |
| 17. 제주 | 3,210 | 0 | 1,478 | 14 | 4,702 |
| 합 계 | 223,230 | 911 | 3,776 | 2,324 | 230,241 |
| 비 율 | 97.0% | 0.4% | 1.6% | 1.0% | 100.0% |

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음

2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158,988L, 프로판 1bbl = 80,775kg, 아스팔트 1bbl = 16,155kg
부탄 1bbl = 80,775kg

3) () 안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임

4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임

자료: 한국석유공사(2014), 2013년도 석유류수급통계

<표 6-32> 교통수단별 · 16개 광역시도별 온실가스 총 배출량

단위: tCO₂

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 계 |
|--------|------------|---------|-----------|-----------|------------|
| 1. 서울 | 8,731,964 | 55,074 | 498,585 | 334,021 | 9,619,644 |
| 2. 부산 | 4,697,495 | 34,759 | 160,187 | 150,059 | 5,042,500 |
| 3. 대구 | 3,653,114 | 36,449 | 37,452 | 0 | 3,727,015 |
| 4. 인천 | 4,561,329 | 0 | 29,619 | 53,692 | 4,644,640 |
| 5. 광주 | 2,620,579 | 12,128 | 43,989 | 209 | 2,676,906 |
| 6. 대전 | 2,285,793 | 50,519 | 4,469 | 168 | 2,340,950 |
| 7. 울산 | 2,209,858 | 0 | 19,585 | 109,922 | 2,339,365 |
| 8. 세종 | 293,336 | 0 | 0 | 0 | 293,336 |
| 9. 경기 | 22,347,060 | 12,625 | 2,939 | 11,672 | 22,374,295 |
| 10. 강원 | 3,332,384 | 5,202 | 4,114 | 64,258 | 3,405,958 |
| 11. 충북 | 3,798,136 | 13,716 | 32,898 | 601 | 3,845,351 |
| 12. 충남 | 4,960,320 | 14,634 | 3,722 | 56,889 | 5,035,566 |
| 13. 전북 | 3,869,768 | 24,171 | 14,182 | 17,533 | 3,925,654 |
| 14. 전남 | 3,622,996 | 36,466 | 24,126 | 94,945 | 3,778,532 |
| 15. 경북 | 6,481,750 | 61,917 | 6,420 | 13,300 | 6,563,388 |
| 16. 경남 | 6,641,472 | 16,859 | 7,205 | 94,360 | 6,759,897 |
| 17. 제주 | 1,171,013 | 0 | 520,466 | 6,013 | 1,697,492 |
| 합 계 | 85,278,367 | 374,521 | 1,409,958 | 1,007,642 | 88,070,488 |
| 비 율 | 97.0% | 0.4% | 1.6% | 1.0% | 100.0% |

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임
 2) 연료 소모량은 2010년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정
 3) 도로와 철도부문은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임

② 비용

- 2014년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 15조 2,186억원으로 산정되었으며 교통시설 투자평가지침(2013.11 5차개정)의 원단위를 반영한 값임
- 우리나라 온실가스비용 중 도로부문이 96.8%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 항공, 해운, 철도 순인 것으로 분석되었음
- 현재 탄소배출권 거래금액이 지속적으로 증가함에 따라 향후 온실가스비용도 지속적으로 증가할 것으로 분석됨

<표 6-33> 온실가스비용(2014년)

단위: 억원

| 구분 | 도 로 | 철 도 | 항 공 | 해 운 | 합 계 |
|----|---------|-----|-------|-------|---------|
| 비용 | 147,361 | 647 | 2,436 | 1,741 | 152,186 |

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(172,800원/ton) 활용하여 산정한 값(2013.11월 5차 개정안)

3) 소음비용

- 2014년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 4조 1,209억원으로 산정되었으며, 2013년도 3조 9,657억원 대비 4.1% 증가하였음
- 2013년도 우리나라 교통부문 소음비용 구성비를 살펴보면 도로부문이 97.3%, 철도부문이 2.7%로 도로부문 소음비용이 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 6-34> 교통부문 소음비용(2014년)

단위: 억원

| 구분 | 2012년 | | | 2013년 | | | 2014년 | | |
|----|--------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|-------|--------|
| | 도로 | 철도 | 합계 | 도로 | 철도 | 합계 | 도로 | 철도 | 합계 |
| 비용 | 36,277 | 1,226 | 37,503 | 38,276 | 1,291 | 39,567 | 39,833 | 1,375 | 41,209 |

주: 1) 금번 과업에서는 소음비용 원단위를 도로:1,410원, 철도:1,445원을 물가지수를 이용하여 연도별로 재산정

3. 소결

- 앞에서 산정된 2014년도의 총교통비용은 약 172조로 각 항목별로 구분하여 세부적으로 살펴 보면 <표 6-35>와 같음

<표 6-35> 2014년도 총 교통비용

단위: 억원

| 구분 | 항목 | 세부항목 | | 금액 |
|------|----------------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| 내부비용 | 정부비용 ¹⁾ | 도로부문 | | 83,912 |
| | | 철도부문 | | 61,800 |
| | | 도시철도 부문 | | 6,232 |
| | | 항만부문 | | 15,052 |
| | | 항공부문 | | 1,008 |
| | | 물류시설부문 | | 12,683 |
| | | 소 계 | | 180,687 |
| | 민간비용 | 가구교통비용 | 명목 | (739,700) ⁶⁾ |
| | | | 실질 | 684,276 |
| | | 기업비용 ³⁾ | 화물수송비 ³⁾ | 100,986 |
| 소 계 | | | 785,262 | |
| 외부비용 | 교통혼잡비용 | 도로혼잡 ²⁾ | | 323,846 |
| | 교통사고비용 ³⁾ | 도 로 | | 417,604 |
| | | 철 도 | | 457 |
| | | 해 운 | | 1,416 |
| | | 항 공 | | 171 |
| | | 소 계 | | 419,650 |
| | 교통환경비용 | 대기오염 ⁴⁾ | | 142,250 |
| | | 온실가스 ⁵⁾ | | 152,186 |
| | | 소 음 | | 41,209 |
| | | 소 계 | | 335,645 |
| | 총 교통비용 | | | |

주: 1) 정부비용은 정부기관의 교통부문 SOC투자액으로 환산

2) '2013-2014년 교통혼잡비용'은 한국교통연구원 보도자료 내 잠정치

3) 교통사고비용은 교통사고 피해자 및 가족이 겪는 심리적, 육체적 고통비용(PGS; Pain, Grief & Suffering)을 포함하여 산정함

4) 대기오염비용은 2014년도 자동차주행거리분석 자료의 미발행으로 2013년도 값을 사용함

5) 교통시설 투자평가지침의 원단위(172,800원/ton) 활용하여 산정한 값(2013. 11월 5차 개정안)

6) 가구교통비용의 ()안은 가계지출소비를 명목가격 기준으로 산정한 금액임

제2절 교통산업서비스지수(TSI)

1. 교통산업서비스지수(TSI: Transportation Service Index) 산정 개요

가. 교통산업서비스지수 정의 및 산정 대상범위

1) 교통산업서비스지수 정의

- 교통 분야에서 운임을 받고 수송서비스를 제공하는 국내 및 국제 교통산업부문의 수송 서비스량 변화를 나타내기 위해 수송실적을 지수화한 것
- 공로, 철도, 항공, 해운 등의 교통부문에 속한 다양한 교통수단을 이용한 여객 및 화물의 수송실적에 대해 계절변동요인을 조정하여 기준시점의 지수를 100으로 하여 상대적인 수준을 나타냄

2) 교통산업서비스지수 산정 대상범위

- 교통산업서비스지수는 운임을 받고 수송서비스를 제공하는 국내 및 국제 수송부문을 대상으로 하며, 현재 공로부문에서는 시내버스, 시외버스, 전세버스, 택시, 화물자동차 등은 대상에서 제외된 상태임

<표 6-36> 지수산정 대상범위

| 구분 | 교통부문 | 세부부문 | 지수산정 현황(2014년 현재) |
|----------|------------------|--------------------|------------------------|
| 여객 분야 | 공로 ¹⁾ | - 고속·시내·시외·전세버스·택시 | - 고속버스(2010년 추가) |
| | 철도 | - 지역간 철도/지하철(도시철도) | - 지역간 철도/지하철(도시철도) |
| | 항공 | - 국내 | - 국내 - 국제(2008년 추가) |
| | 해운 | - 국내 | - 국내 - 국제(2008년 추가) |
| 화물 분야 | 공로 ¹⁾ | - 화물자동차 | - 없음 |
| | 철도 | - 지역간 철도 | - 지역간 철도 |
| | 항공 | - 국내 | - 국내 - 국제(2008년 추가) |
| | 해운 | - 국내 | - 국내 - 국제(2008년 추가) |

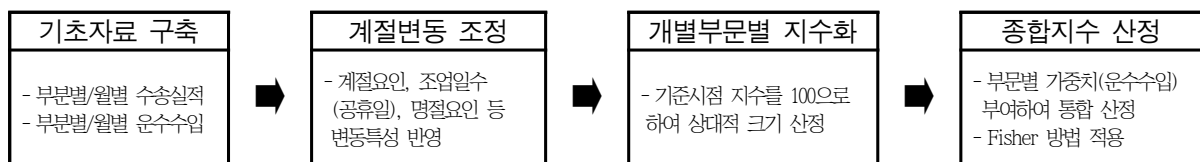
주: 1) 공로부문의 고속버스를 제외한 나머지 수단은 현재 산정 대상에 포함되지 않음

나. 교통산업서비스지수 추진경과

- 교통산업서비스지수 추진경과는 다음과 같음
 - 2006년 : 분기별 국내 여객분야 지수 산정 및 발표 시작
 - 2007년 : 화물분야 지수 추가 산정
 - 2008년 : 항공, 해운에 대한 국제 분야(여객, 화물) 지수 추가 산정
 - 2009년 : 국내여객 공로부문 중 고속버스 지수 추가 산정

다. 교통산업서비스지수 산정과정

- 교통산업서비스지수의 산정과정은 <그림 6-5>에서 보는 바와 같이 우선 분석을 위한 기초자료를 구축하고, 구축된 기초자료의 계절조정을 시행한 후 조정된 실적을 활용하여 개별교통 부문별로 지수화를 하고, 이를 부문별 가중치를 활용하여 여객지수, 화물지수 등으로 종합화함
- 매 분기 익월에 해당 분기에 포함되는 3개월의 기간에 대해 각각의 월별지수와 분기별 지수를 산정하며, 매년 4/4분기 지수 산정 시 공식통계자료에 수록된 수송실적 및 운수수입 자료 등을 반영하여 1년 주기의 종합적인 갱신을 통해 시계열 지수를 갱신함



<그림 6- 5> 교통산업서비스지수 산정과정

1) 기초자료 구축

- 분기별 수송실적자료 구축
 - 지수산정의 대상이 되는 각각의 교통수단별로 산정대상 분기에 해당하는 3개월의 월별수송 실적자료를 수집하여 월별자료와 분기별 자료를 구축
- 『국토교통통계연보』 자료의 구축
 - 4/4분기에는 지수산정 대상부문에 대해 『국토교통통계연보』에 수록된 월별 수송실적자료를 수집하여 갱신

○ 운수 수입자료의 구축

- 4/4분기 자료 수집시 각 교통부문의 가중치에 대한 기초자료로 활용할 수 있도록 운수수입 자료 수집
- 「운수업통계조사보고서」에 수록된 운수수입자료와 「철도통계연보」, 「항공영업보고서」, 「국토교통통계연보」 등 관련 자료를 수집하여 구축

2) 계절변동조정

○ 1/4, 2/4, 3/4분기의 계절변동조정

- 해당 분기에 신규 추가된 자료에 대해서 4/4분기에 산정된 조정 factor를 활용하여 조정을 실시

○ 4/4분기의 계절변동조정

- BOK-X-12-ARIMA 프로그램을 이용하여 월별 요일변동, 공휴일 수, 추석 연휴와 설 연휴의 영향을 고려하여 계절변동조정을 수행

3) 개별교통부문별 지수화

- 계절변동조정을 거친 각각의 교통부문별 수송실적 자료는 각 부문별로 과거 특정 기준시점의 자료대비 크기를 나타내도록 지수화

4) 종합지수산정

- 개별교통부문별 지수에 대해 가중평균 방법을 적용하여 여객지수, 화물지수 등을 산정하며, 가중평균방법으로는 기준연도와 비교 대상연도의 가중치를 모두 고려하는 피셔(Fisher) 방법을 사용

<표 6-37> 수송실적자료 수집 및 분석 시기

| 구분 | 1/4분기 | 2/4분기 | 3/4분기 | 4/4분기 |
|---------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 수집자료 | 1,2,3월 수송실적 | 4,5,6월 수송실적 | 7,8,9월 수송실적 | 10,11,12월 수송실적 |
| 수집 및 분석 | 4~5월 | 7~8월 | 10~11월 | 다음 해 1~2월 |

<표 6-38> 기관별 수송실적자료 내역(여객분야)

| 기관별 | | 자료내역 | 비 고 |
|-----|----------|---|----------------|
| 철도 | 한국철도공사 | <ul style="list-style-type: none"> 여객수송실적 : 역간여객수송실적자료 여객수송실적 : 월별 수송인 및 인-km 집계자료 열차종별 코드, 역코드 | |
| 지하철 | 한국철도공사 | <ul style="list-style-type: none"> 수도권전철실적 : 광역전철O/D 수도권전철실적 : 광역전철 선별 수송 인km 총괄표 역코드 매칭 테이블 | 수도권 도시철도포함 |
| | 부산교통공사 | <ul style="list-style-type: none"> 여객수송실적 : 승차역에 대한 하차현황(인) 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) 노선운행현황 : 노선별 역간 운행거리(km) 및 역번호 | |
| | 대구도시철도공사 | <ul style="list-style-type: none"> 여객수송실적 : 승차역별 강차인원(인) 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) 노선운행현황 : 노선별 역간 운행거리(km) | |
| | 광주도시철도공사 | <ul style="list-style-type: none"> 여객수송실적 : 착역기준 승차역별 강차인원(인) 여객수송실적 : 역별, 월별 수송실적 노선운행현황 : 노선별 역간 운행거리(km) | |
| | 대전도시철도공사 | <ul style="list-style-type: none"> 여객수송실적 : 착역기준 승차역별 강차인원(인) 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) 노선운행현황 : 노선별 역간 운행거리(km) | |
| 항공 | 한국공항공사 | <ul style="list-style-type: none"> 국내선 노선별 월별 수송실적(운항, 여객) 국제선 월별 수송실적(운항, 여객) | |
| | 인천국제공항공사 | <ul style="list-style-type: none"> 국내선 월별 수송실적(운항, 여객) 국제선 월별 수송실적(운항, 여객) | 한국공항공사 일괄집계 |
| 해운 | 해양수산부 | 국제해운 여객수송실적(인, 인-km) : 항만, 노선별 실적 | |
| | 한국해운조합 | 국내 연안해운 여객수송실적 : 연안해운 여객선 여객수송 실적(인, 인-km) | |

<표 6-39> 기관별 수송실적자료 내역(화물분야)

| 기관별 | | 자료내역 | 비 고 |
|-----|-----------------------|--|----------------|
| 철도 | 한국철도공사 (물류관리팀) | <ul style="list-style-type: none"> 화물수송실적 : 역간화물수송실적자료 화물수송실적 : 월별 수송톤 및 수송톤km 집계자료 역코드, 품목코드 매칭테이블 | |
| 항공 | 한국공항공사 | <ul style="list-style-type: none"> 국내선 노선별 월별 수송실적 국제선 월별 수송실적 | |
| | 인천국제공항공사 | <ul style="list-style-type: none"> 국내선 월별 수송실적 국제선 월별 수송실적 | 한국공항공사 일괄집계 |
| 해운 | 해양수산부 (해운항만물류정보센터) | <ul style="list-style-type: none"> 국내 해운화물 수송실적 : 연안화물 수송실적(톤) 국제 해운화물 수송실적 : 외항화물 수송실적(톤) | spidc.go.kr |

2. 교통산업서비스지수 산정 결과

1. 분기별 교통산업서비스지수 산정 결과

가. '14년 1/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '14년의 1/4분기 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
- 국내 여객지수(공로제외, 고속버스 포함)는 '13년 4/4분기 대비 0.6% 하락한 반면, 국내 화물지수(공로제외)는 전 분기에 비해 3.7% 상승함. 전년 동 분기에 비해 국내 여객지수는 3.0% 상승하였으며, 국내 화물지수도 3.5% 상승한 모습을 보임
- 국제 여객지수는 전 분기 대비 5.7% 상승하였고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 6.9% 증가한 것으로 나타남. 전년 동 분기에 비해 국제 여객 및 화물지수는 각각 13.7%, 11.5% 상승함

<표 6-40> '14년 1/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | '13년 4/4분기 | 전분기 대비 | '13년 1/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|--------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 국내 | 여객 | 지수 | 125.0 | 125.6 | -0.6% | 122.0 | 3.0% |
| | | 백만인-km | 21,257 | 21,160 | 0.5% | 20,970 | -1.4% |
| | 화물 | 지수 | 89.6 | 85.9 | 3.7% | 86.1 | 3.5% |
| | | 천톤 | 40,475 | 38,749 | 4.5% | 39,115 | -3.4% |
| 국제 | 여객 | 지수 | 226.6 | 220.9 | 5.7% | 212.9 | 13.7% |
| | | 백만인-km | 42,980 | 41,978 | 2.4% | 40,408 | -6.0% |
| | 화물 | 지수 | 205.2 | 198.3 | 6.9% | 193.7 | 11.5% |
| | | 천톤 | 296,089 | 288,470 | 2.6% | 282,348 | -4.6% |

- 1/4분기의 국내 여객분야는 동계방학, 구정 등 연휴의 영향으로 해외 여행에 대한 수요가 증가하여, 수송실적이 전 분기 대비 0.5% 증가하였음. 이와 반면에, 계절 변동에 의한 지수는 1.2% 감소하였음
- 지하철 부문은 학교 방학으로 인해 수도권(서울, 인천, 경기) 및 5대 광역시(울산 제외)의 모든 지하철 이용객 수가 전 분기에 비해 소폭 감소함
- 항공 부문은 저가항공사 등 도입 등으로 인해 김포-제주발 비행편이 많아지면서, 수송실적이 10.3%로 크게 증가하였으나, 지수는 0.1% 감소하였음
- 해운 부문의 경우, 계절적인 영향으로 다른 분기에 비해 이용객이 크게 감소(30.5%)하였으며 계절적 변동을 고려한 지수는 8.5% 감소함

- 고속버스는 방학 및 연휴 등으로 인해 고향방문이 많아지면서, 수송실적 및 지수가 각각 1.6%, 1.1% 상승하였음
- 국내 화물분야는 해운의 주 수송품목인 모래, 시멘트, 철재의 수송실적이 3.7% 상승하면서 전체 지수도 3.3% 상승함
- 철도화물 중 가장 큰 비중을 차지하고 있는 양회(시멘트)의 수송실적이 증가하여 전체 철도화물의 수송실적이 증가하여 지수는 5.4% 상승한 것으로 보임

<표 6-41> '14년 1/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | '13년 4/4분기 | 전분기 대비 | '13년 1/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|------|--------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 지하철 | 지수 | 150.2 | 150.4 | -0.2% | 146.5 | 3.7% |
| | | 백만인·km | 10,797 | 10,812 | -0.1% | 10,530 | -2.5% |
| | 철도 | 지수 | 118.1 | 121.9 | -3.8% | 120.5 | -2.4% |
| | | 백만인·km | 5,558 | 5,738 | -3.1% | 5,673 | 2.1% |
| | 고속버스 | 지수 | 86.2 | 85.1 | 1.1% | 89.3 | -3.1% |
| | | 백만인·km | 2,051 | 2,018 | 1.6% | 2,119 | 3.3% |
| | 항공 | 지수 | 116.6 | 116.7 | -0.1% | 107.2 | 9.4% |
| | | 백만인·km | 2,583 | 2,342 | 10.3% | 2,152 | -16.7% |
| 화물 | 해운 | 지수 | 162.9 | 151.2 | 11.7% | 137.5 | 25.4% |
| | | 백만인·km | 269 | 249 | 8.0% | 227 | -15.6% |
| | 철도 | 지수 | 84.0 | 78.6 | 5.4% | 91.5 | -7.5% |
| | | 천톤 | 9,611.6 | 8,995 | 6.9% | 10,471 | 8.9% |
| | 항공 | 지수 | 60.5 | 59.3 | 1.2% | 55.9 | 4.6% |
| | | 천톤 | 66 | 64 | 3.1% | 61 | -7.6% |
| | 해운 | 지수 | 91.6 | 88.3 | 3.3% | 85.0 | 6.6% |
| | | 천톤 | 30,797 | 29,691 | 3.7% | 28,583 | -7.2% |

- 국제 여객분야는 항공을 이용한 해외 여행수요가 지속적으로 증가하면서 항공의 수송실적이 2.4% 증가하였으며, 날씨의 영향 등으로 해운의 지수도 6.3% 증가함
- 국제 항공부문 여객지수는 경기회복으로 전 분기 대비 5.3% 증가하였으며, 국제 해운부문 여객지수도 전년 동 분기 대비 6.3% 증가함
- 국제 화물분야는 항공부문에서 IT제품의 수출증가로 수송실적이 증가하였으나, 해운부문도 수송실적이 증가함
- 국제 항공부문 화물지수는 지난 분기 대비 2.8% 증가하였으며, 이는 반도체와 LCD를 주요 품목으로 하는 IT제품의 수출 증가에 따른 결과인 것으로 분석됨
- 국제 해운부문 화물지수는 전 분기 대비 5.9% 상승하였으며, 경기회복에 따라 수출입 물동량이 크게 증가하면서 지난 해 동 분기 대비 10.1% 증가함

<표 6-42> '14년 1/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 1/4분기 | '13년 4/4분기 | 전분기 대비 | '13년 1/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|--------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 항공 | 지수 | 224.5 | 219.2 | 5.3% | 210.9 | 13.6% |
| | | 백만인·km | 42,718 | 41,723 | 2.4% | 40,129 | -6.1% |
| | 해운 | 지수 | 260.1 | 253.8 | 6.3% | 277.1 | -17.0% |
| | | 백만인·km | 261,611 | 255,248 | 2.5% | 278,641 | 6.5% |
| 화물 | 항공 | 지수 | 181.7 | 166.1 | 15.6% | 159.7 | 22.0% |
| | | 천톤 | 887 | 810 | 9.5% | 779 | -12.2% |
| | 해운 | 지수 | 207.6 | 202.3 | 5.3% | 198.1 | 9.5% |
| | | 천톤 | 295,203 | 287,660 | 2.6% | 281,569 | -4.6% |

나. '14년 2/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '14년의 2/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
- 국제 여객지수는 전 분기 대비 5.4% 상승하였고, 국제 화물지수도 전 분기 대비 0.2% 상승한 것으로 나타남
- 국내여객 지수는 2.4% 감소하였고, 국내 화물지수도 3.1% 감소한 것으로 나타남

<표 6-43> '14년 2/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 2/4분기 | '14년 1/4분기 | 전분기 대비 | '13년 2/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|--------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 국내 | 여객 | 지수 | 120.8 | 125.0 | -4.2% | 124.1 | -3.3% |
| | | 백만인·km | 21,041 | 21,257 | -1.0% | 20,647 | -1.9% |
| | 화물 | 지수 | 86.5 | 89.6 | -3.1% | 89.7 | -3.2% |
| | | 천톤 | 39,020 | 40,475 | -3.6% | 39,505 | 1.2% |
| 국제 | 여객 | 지수 | 232.0 | 226.6 | 5.4% | 211.9 | 20.1% |
| | | 백만인·km | 44,101 | 42,980 | 2.6% | 40,234 | -8.8% |
| | 화물 | 지수 | 205.4 | 205.2 | 0.2% | 190.2 | 15.2% |
| | | 천톤 | 292,775 | 296,089 | -1.1% | 275,835 | -5.8% |

- 2/4분기 국내 여객분야는 '세월호 사고'의 여파로 해운부문의 여객 수송실적이 각각 32.7% 급감하면서 국내 여객 전체 수송실적이 1% 감소하였고, 여객 지수는 4.2% 감소함
- 지하철 부문은 학교 개학으로 인해 수송실적이 0.5%, 실적지수가 0.8% 증가함
- 고속버스부문은 어린이날·어버이날·스승의 날 등 많은 행사 등으로 인해 수송실적이 21.0% 높아졌고, 실적지수는 0.5% 증가하였음

- 항공 부문도 ‘세월호 사고’의 영향으로 작년 7월 샌프란시스코 발 항공기 사고가 조명되면서, 수송실적이 19% 급감하였고, 실적지수도 4.7% 하락하였음
- 해운 부문은 ‘세월호 사고’의 여파로 실적지수가 53.2% 감소하였고, 수송실적이 32.7% 감소함
- 국내 화물분야는 철도, 해운의 지수가 하락하여 전 분기 대비 하락세를 기록하였으나, 항공 분야는 실적지수가 1.7% 상승함
- 국내 해운부문의 화물분야도 ‘세월호 사고’ 영향으로 인해, 실적 및 지수가 각각 3.5%, 3.2% 감소하였음
- 국내 철도부문의 화물지수는 수송실적 증가에 힘입어 4.8% 감소하였으며, 전년 동기 대비 10.5% 감소함

<표 6-44> '14년 2/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 2/4분기 | '14년 1/4분기 | 전분기 대비 | '13년 2/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|------|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 지하철 | 지수 | 151.0 | 150.2 | 0.8% | 148.1 | 2.9 |
| | | 백만인 · km | 10,854 | 10,797 | 0.5% | 10,649 | -1.9% |
| | 철도 | 지수 | 121.2 | 118.1 | 3.1% | 122.7 | -1.5 |
| | | 백만인 · km | 5,704 | 5,558 | 2.6% | 5,777 | 1.3% |
| | 고속버스 | 지수 | 86.7 | 86.2 | 0.5% | 85.5 | 1.2 |
| | | 백만인 · km | 2,482 | 2,051 | 21.0% | 2,028 | -18.3% |
| | 항공 | 지수 | 111.9 | 116.6 | -4.7% | 111.0 | 0.9 |
| | | 백만인 · km | 2,092 | 2,583 | -19.0% | 2,228 | 6.5% |
| 화물 | 해운 | 지수 | 109.7 | 162.9 | -53.2% | 153.6 | -43.9 |
| | | 백만인 · km | 181 | 269 | -32.7% | 253 | 39.8% |
| | 철도 | 지수 | 80.6 | 84.0 | -3.4% | 89.6 | -9.0 |
| | | 천톤 | 9,228 | 9,611.6 | -4.0% | 10,256 | 11.1% |
| | 항공 | 지수 | 62.2 | 60.5 | 1.7% | 58.2 | 4.0 |
| | | 천톤 | 67.5 | 65.6 | 2.9% | 63 | -6.7% |
| | 해운 | 지수 | 88.4 | 91.6 | -3.2% | 86.8 | 1.6 |
| | | 천톤 | 29,724 | 30,797 | -3.5% | 29,186 | -1.8% |

- 국제 여객분야는 해외 여행수요의 증가로 항공의 수송실적이 각각 전 분기 대비 2.1% 상승한 반면에, 해운분야는 ‘세월호 사고’의 영향으로 실적지수가 3.2% 감소함
- 국제 화물분야는 항공부문의 지수는 12.8% 감소하였으며, 해운부문도 전 분기에 비해 4.0%의 감소를 보임
- 해운 부문은 전 분기 대비 3.2% 감소하였으나, 전년 동 분기 대비 4.2% 상승함

<표 6-45> '14년 2/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 2/4분기 | '14년 1/4분기 | 전분기 대비 | '13년 2/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 항공 | 지수 | 230.4 | 224.9 | 5.5% | 210.0 | 20.4% |
| | | 백만인 · km | 43,635 | 42,718 | 2.1% | 39,974 | -8.4% |
| | 해운 | 지수 | 256.9 | 260.1 | -3.2% | 258.9 | -2.0% |
| | | 백만인 · km | 258,404 | 261,611 | -1.2% | 260,411 | 0.8% |
| 화물 | 항공 | 지수 | 168.9 | 181.7 | -12.8% | 162.2 | 6.7% |
| | | 천톤 | 824 | 887 | -7.1% | 791 | -4.0% |
| | 해운 | 지수 | 201.2 | 205.2 | -4.0% | 193.5 | 7.7% |
| | | 천톤 | 291,951 | 295,203 | -1.1% | 275,043 | -5.8% |

다. '14년 3/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '14년의 3/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
 - 국내여객 지수는 4.6% 상승하였고, 국내 화물지수도 0.7% 상승한 것으로 나타났으나, 전년 동기 대비 실적지수가 국내여객화물 모두 각각 3.3%, 2.5% 감소함
 - 국제 여객지수는 전 분기 대비 21.5% 감소하였고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 3.8% 증가한 것으로 나타남

<표 6-46> '14년 3/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 3/4분기 | '14년 2/4분기 | 전분기 대비 | '13년 3/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 국내 | 여객 | 지수 | 122.5 | 120.8 | 1.7% | 125.8 | -3.3% |
| | | 백만인 · km | 22,003 | 21,041 | 4.6% | 21,160 | -3.8% |
| | 화물 | 지수 | 87.2 | 86.5 | 0.7% | 89.7 | -2.5% |
| | | 천톤 | 40,474 | 39,020 | 3.7% | 40,660 | 0.5% |
| 국제 | 여객 | 지수 | 210.5 | 232.0 | -21.5% | 219.5 | -9.0% |
| | | 백만인 · km | 40,001 | 44,101 | -9.3% | 41,690 | 4.2% |
| | 화물 | 지수 | 209.2 | 205.4 | 3.8% | 192.8 | 16.4% |
| | | 천톤 | 297,358 | 292,775 | 1.6% | 280,587 | -5.6% |

- 국내 여객분야는 행락철 등으로 인한 여행객이 많아지면서, 국내 해운을 제외한 모든 부문의 수송실적 및 지수가 상승함. 해운부문은 '세월호 사고'의 영향이 지속된 것으로 보임
- 국내 화물분야는 철도, 항공은 지수가 상승하여 전 분기 대비 상승세를 기록하였으며, 해운 분야도 0.8% 증가함

- 국내 항공의 여객 및 화물의 수송실적지수는 각각 9.6%, 7.8% 증가하였는데, 이는 제주노선 여객 증가와 이에 따른 수하물 증가의 영향으로 보임

<표 6-47> '14년 3/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 3/4분기 | '14년 2/4분기 | 전분기 대비 | '13년 3/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|------|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 지하철 | 지수 | 154.5 | 151.0 | 3.5% | 146.8 | 7.7% |
| | | 백만인 · km | 11,105 | 10,854 | 2.3% | 10,550 | -5.0% |
| | 철도 | 지수 | 126.0 | 121.2 | 4.8% | 123.7 | 2.3% |
| | | 백만인 · km | 5,932 | 5,704 | 4.0% | 5,823 | -1.8% |
| | 고속버스 | 지수 | 88.9 | 86.7 | 2.2% | 84.5 | 4.4% |
| | | 백만인 · km | 2,493 | 2,482 | 0.4% | 2,003 | -19.7% |
| | 항공 | 지수 | 121.5 | 111.9 | 9.6% | 118.4 | -46.8% |
| | | 백만인 · km | 2,306 | 2,092 | 10.2% | 2,376 | 3.0% |
| 화물 | 해운 | 지수 | 100.9 | 109.7 | -8.8% | 168.3 | -17.5% |
| | | 백만인 · km | 166 | 181 | -8.3% | 278 | 67.5% |
| | 철도 | 지수 | 81.9 | 80.6 | 1.3% | 88.5 | -6.6% |
| | | 천톤 | 9,370 | 9,228 | 1.5% | 10,128 | 8.1% |
| | 항공 | 지수 | 70.0 | 62.2 | 7.8% | 59.6 | 10.4% |
| | | 천톤 | 75.9 | 67.5 | 12.4% | 64.7 | -14.8% |
| | 해운 | 지수 | 88.6 | 88.4 | 0.2% | 90.5 | -1.9% |
| | | 천톤 | 29,790 | 29,724 | 0.2% | 30,407 | 2.1% |

- 국제 여객분야는 해외 여행수요의 감소로 항공 및 해운의 수송실적이 각각 전 분기 대비 22.8%, 20.9% 감소함
- 국제 화물분야는 해외 여행수요의 감소로 항공은 14.4% 감소하였으나, 국제해운의 화물의 실적지수는 0.6% 상승함

<표 6-48> '14년 3/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 3/4분기 | '14년 2/4분기 | 전분기 대비 | '13년 3/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 항공 | 지수 | 207.6 | 230.4 | -22.8% | 215.2 | 7.6% |
| | | 백만인 · km | 39,511 | 43,635 | -9.5% | 41,420 | 4.8% |
| | 해운 | 지수 | 236.0 | 256.9 | -20.9% | 265.8 | -29.8% |
| | | 백만인 · km | 237,340 | 258,404 | -8.2% | 269,665 | 13.6% |
| 화물 | 항공 | 지수 | 154.5 | 168.9 | -14.4% | 159.5 | -5.0% |
| | | 천톤 | 754 | 824 | -8.5% | 788 | 4.5% |
| | 해운 | 지수 | 201.8 | 201.2 | 0.6% | 195.0 | 6.8% |
| | | 천톤 | 297,358 | 291,951 | 1.9% | 279,800 | -5.9% |

라. '14년 4/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '14년의 4/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
 - 국내 여객지수는 전 분기 대비 0.9% 증가하였고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 0.2% 감소하였으며, 두 지수 모두 전년 동기 대비하여 각각 2.2%, 2.6% 감소하였음
 - 국제 여객지수는 전 분기 대비 28.2% 상승하였고, 국제 화물지수도 전 분기 대비 2.5% 증가한 것으로 나타남

<표 6-49> '14년 4/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 4/4분기 | '14년 3/4분기 | 전분기 대비 | '13년 4/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 국내 | 여객 | 지수 | 123.4 | 122.5 | 0.9% | 125.6 | -2.2% |
| | | 백만인 · km | 21,879 | 22,003 | -0.6% | 21,160 | -3.3% |
| | 화물 | 지수 | 87.0 | 87.2 | -0.2% | 89.6 | -2.6% |
| | | 천톤 | 39,156 | 40,474 | -3.3% | 38,749 | -1.0% |
| 국제 | 여객 | 지수 | 238.7 | 210.5 | 28.2% | 220.9 | 17.8% |
| | | 백만인 · km | 45,335 | 40,001 | 13.3% | 41,978 | -7.4% |
| | 화물 | 지수 | 211.7 | 209.2 | 2.5% | 198.3 | 13.4% |
| | | 천톤 | 300,911 | 297,358 | 1.2% | 288,470 | -4.1% |

- 국내 여객분야는 실적지수는 국내의 해운·항공 수송실적의 증가로 전 분기 대비 0.9% 증가함
 - 국내항공 및 해운의 수송실적지수가 각각 0.8%, 9.4% 상승하여, 회복 추이를 보임
- 국내 화물분야는 철도, 항공은 지수가 감소하여 전 분기 0.2% 감소하였음
 - 국내 철도부문의 화물지수는 수송실적 증가에 힘입어 1.2% 감소하였으며, 전년 동기 대비 2.1% 상승함
 - 항공부문 화물지수는 전 분기 대비 0.6% 감소하였으며, 전년 동 분기에 비해서는 10.1% 증가하여 상승세를 보임
 - 해운부문 화물지수는 전 분기 대비 0.2% 상승하였으며, 전년 동 분기에 비해서는 0.5% 증가하여 상승세를 보임

<표 6-50> '14년 4/4분기 부문별 국내 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 4/4분기 | '14년 3/4분기 | 전분기 대비 | '13년 4/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|------|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 지하철 | 지수 | 153.9 | 154.5 | -0.6% | 150.4 | 3.5% |
| | | 백만인 · km | 11,063 | 11,105 | -0.4% | 10,812 | -2.3% |
| | 철도 | 지수 | 124.4 | 126.0 | -1.6% | 121.9 | 2.5% |
| | | 백만인 · km | 5,856 | 5,932 | -1.3% | 5,738 | -2.0% |
| | 고속버스 | 지수 | 86.9 | 88.9 | -2.0% | 116.6 | -29.7% |
| | | 백만인 · km | 2,465 | 2,493 | -1.1% | 2,018 | -18.1% |
| | 항공 | 지수 | 122.3 | 121.5 | 0.8% | 151.2 | -28.9% |
| | | 백만인 · km | 2,313 | 2,306 | 0.3% | 2,342 | 1.3% |
| 화물 | 해운 | 지수 | 110.3 | 100.9 | 9.4% | 85.1 | 25.2% |
| | | 백만인 · km | 182 | 166 | 9.6% | 249 | 36.8% |
| | 철도 | 지수 | 80.7 | 81.9 | -1.2% | 78.6 | 2.1% |
| | | 천톤 | 9,234 | 9,370 | -1.5% | 8,995 | -2.6% |
| | 항공 | 지수 | 69.4 | 70.0 | -0.6% | 59.3 | 10.1% |
| | | 천톤 | 75.3 | 75.9 | -0.8% | 64 | -15.0% |
| | 해운 | 지수 | 88.8 | 88.6 | 0.2% | 88.3 | 0.5% |
| | | 천톤 | 29,846 | 29,790 | 0.2% | 29,690 | -0.5% |

- 국제 여객분야는 해외 여행수요의 감소로 항공 및 해운의 수송실적지수가 각각 전 분기 대비 29.1%, 46.2% 증가함
 - 해운부문은 사고의 영향으로 큰 충격을 받은 해운부문이 원년 수준으로 회복한 것이지, 크게 상승했다고 보기는 어려움
- 국제 화물분야는 항공부문 및 해운부문이 각각 전 분기 대비 27.8%, 7.1% 증가하였음
 - 항공 부문의 수송실적의 경우, 항공 여행객의 증가로 인한 수하물의 증가와 해외직구의 증가 및 반도체와 LCD 등의 수출호조 때문인 것으로 보임

<표 6-51> '14년 4/4분기 부문별 국제 여객 및 화물지수 변화(기준년도 2000년)

| 구 분 | | | '14년 4/4분기 | '14년 3/4분기 | 전분기 대비 | '13년 4/4분기 | 전년동기 대비 |
|-----|----|----------|---------------|---------------|-----------|---------------|------------|
| 여객 | 항공 | 지수 | 236.7 | 207.6 | 29.1% | 219.2 | 17.5% |
| | | 백만인 · km | 39,765 | 39,511 | 0.6% | 41,722 | 4.9% |
| | 해운 | 지수 | 282.2 | 236.0 | 46.2% | 253.8 | 28.4% |
| | | 백만인 · km | 283,795 | 237,340 | 19.6% | 255,248 | -10.1% |
| 화물 | 항공 | 지수 | 182.3 | 154.5 | 27.8% | 166.1 | 16.2% |
| | | 천톤 | 784 | 754 | 4.0% | 810 | 3.3% |
| | 해운 | 지수 | 208.9 | 201.8 | 7.1% | 202.3 | 6.6% |
| | | 천톤 | 295,469 | 39,236 | -0.6% | 287,660 | -2.6% |

3. 결론 및 향후 개선방향

1) 개요

- 본 연구에서는 교통산업서비스지수의 산정과 관련하여 지수 산정시 분기별 지수를 분석 및 검증하여 값을 산정하였음. 단, '15년 수송실적 자료 구득이 이루어지지 않은 관계로 '14년의 계절변동계수 적용 값을 제시함

2) 지수의 활용성

- 과거 교통부문 경기동향을 살피기 위한 선행지수로서 분기별로 발표하여, 경기지표 역할을 수행하였으나, 최근 그 역할과 범위가 축소되고 있음.
 - 따라서, 시계열자료를 통해 교통경제동향을 파악할 수 있는 자료로서 지수의 활용가치를 증대시킬 필요가 있음

제3절 온실가스 DB구축

1. 개요

- 지구 온난화 현상을 유발시키는 온실가스는 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등을 일컫음
 - 이산화탄소(CO₂)는 주로 에너지사용 및 산업공정에서 발생하며, 메탄(CH₄)은 주로 폐기물, 농업 및 축산활동에서, 아산화질소(N₂O)는 주로 비료사용에서, 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF₆) 등은 냉매 및 세척용으로 사용됨
- 지구온난화지수(GWP: Global Warming Potential)는 이산화탄소가 지구 온난화에 미치는 영향을 기준으로 각각의 온실가스가 지구온난화에 기여하는 정도를 수치로 나타낸 것으로 온실가스 배출량 산정시 배출원의 기준을 만들어주는 역할을 함
- IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)가 제시한 지구온난화에 기여하는 정도를 나타내는 지구온난화지수(GWP)는 온실가스별로 다르게 나타남
 - 지구온난화지수는 이산화탄소(CO₂)를 1로 보았을 때, 각 가스별 기여정도를 명시한 것임

<표 6-52> 온실가스별 지구온난화지수(GWP)

| 온실가스 | 지구온난화지수(GWP) |
|--------|--------------|
| 이산화탄소 | 1 |
| 메탄 | 21 |
| 아산화질소 | 310 |
| 수소불화탄소 | 150~11,700 |
| 과불화탄소 | 6,500~9,200 |
| 육불화황 | 23,900 |

자료: IPCC 제 2차 평가보고서(1995)

- 최근까지 교통부문 온실가스 배출량 통계는 교통수단별·지역별로 구분되어 있지 않아서 국가 및 지자체 수준의 관리 및 감축방안에 관한 제반 정책 수립시 필요한 효과측정에 한계가 있었음. 이를 위해 국가교통DB센터에서는 「2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」 이후 2007년 기준으로 교통부문 온실가스 배출량을 산정하여 매년 발표하고 있으며, 교통부문 온실가스 배출량 산정에 관한 통계구축 및 관리 업무를 계속사업으로 수행하고 있음

- 하지만, 2013년부터는 교통안전공단에서 산출하는 석유 사용량 및 온실가스 배출량을 이용하여 보고서를 작성하였음
- 교통안전공단에서 발간되고 있는 「국가 온실가스 통계 산정보고 검증지침」에 따르면 에너지, 산업공정, 농업, 토지이용 분야 등으로 구분하여 온실가스 통계를 산정하고 있음
- 본 보고서는 위의 에너지 분야 중 수송부문의 온실가스 배출원 및 방법론에 따른 배출량을 산정하고 나타내었음

<표 6-53> 각 온실가스의 특성

| 구 분 | 이산화탄소 (CO ₂) | 메탄 (CH ₄) | 이산화질소 (N ₂ O) | 염화불화탄소 (HFCs, PFCs, SF ₆) |
|---------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|--|
| 대기체류기간 | 50~200년 | 20년 | 120년 | 65~130년 |
| 배출원 | - 화석연료 연소 - 산림벌채 | - 쌀경작 - 가축사육 - Biomass연소 - 채광 - 천연가스 이용 | - 농지경작 | - 냉매, 세척제 이용 |
| '90년 수준의 농도유지 조건 | 60~80% 감축 | 15~20% 감축 | 70~80% 감축 | - |
| 산업혁명 이전 농도 | 280ppmv | 0.8ppmv | 288ppmv | 0 |
| 1990년 농도 (증가율) | 353ppmv (26%) | 1.72ppmv (115%) | 310ppbv (8%) | 280pptv(CFC-11) 484pptv(CFC-12) |
| 연평균 증가율 | 0.4(1.5ppm) | 1.1 | 0.2 ~ 0.3 | - |

자료: 『자동차의 온실가스 배출량 조사』, 국립환경연구원, 2001.

2. 교통부문 에너지 사용량

가. 조사개요

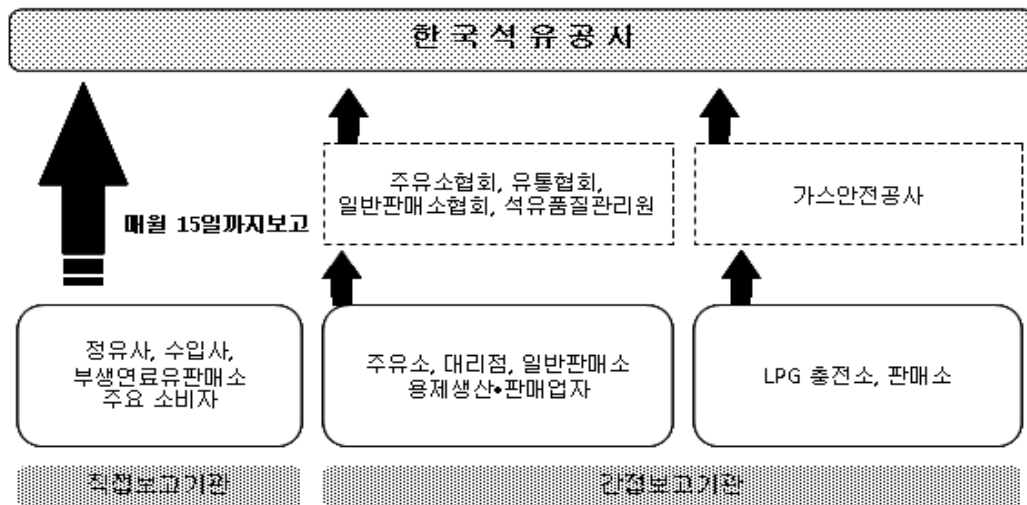
- 교통부문의 에너지 사용량은 온실가스 배출량 산정의 기초 자료로 활용됨
 - 에너지 사용량 산정을 통해 수단별로 배출되는 온실가스 배출량의 규모를 파악할 수 있음
- 교통수단별 에너지 사용량은 석유류에 기반하므로 이를 통합적으로 파악해야 함
 - 각 교통수단별로 판매된 에너지량을 통해 에너지 사용량을 산정하였음

나. 조사 자료

- 온실가스 배출량을 산정하기 위해서는 한국석유공사에서 매년 발간하는 『석유류 수급통계』 자료를 이용함
- 『석유류 수급통계』는 석유 및 석유대체연료 사업법⁵⁾에 의거하여 한국석유공사에 수집된 각 정유사, 석유제품 수입사 및 석유유통업체의 거래상황 기록부를 기초로 작성된 통계연보로서 국내 석유류 수급에 대한 종합적 정보를 제공하고 있음
 - 원유 수입에서 석유제품 생산 및 수출입, 소비 등 국내 석유수급 및 유통과 관련된 주요 정보를 수록한 정부 승인 통계집임
 - 『석유류 수급통계』 자료는 매월 모든 정유사, 석유 수출입사 및 석유유통업체를 대상으로 원유도입에서부터 원유처리, 제품생산, 제품수출입, 제품판매, 재고 등에 이르기까지 전반적인 석유 수요·공급 상황을 조사함으로써 정부의 석유산업관련 정책 입안 및 집행에 기여함
 - 정유사 : SK에너지, GS칼텍스, SK인천, S-Oil, 현대오일뱅크 등
 - 수출입사 : SK가스, E1, 한전, 석유화학사 등
 - 조사내용
 - 판매업자 : 석유대리점, 주유소, 일반판매소, 부생연료유통판매소, 용제판매업체, LPG판매업체
 - 원유수입 : 항차별, 유종별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 원유수입상황

5) 조사근거는 석유및석유대체연료사업법 제 38조, 제 43조, 석유및석유대체연료사업법 시행령 제45조, 석유 및석유대체연료사업법 시행규칙 제 45조, 액화석유가스의안전관리및사업법 제38조, 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 제55조에 의거함

- 정제투입 및 제품생산 : 정제투입량, 제품생산량
 - 제품수출입 : 항차별, 제품별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 제품수출입상황
 - 제품판매 : 거래처별, 제품별, 지역별, 산업분류별 판매물량 등 거래상황
 - 재 고 : 원유, 기타원료, 석유제품의 초재고 및 말재고
 - 기 타 : 타사입출하, 타산업유출입, 정제연료, 자가소비
- 조사주기 및 방법은 월간 또는 분기자료를 익월 15일(25일) 또는 익분기(20일)까지 인터넷, 우편, 팩스 등을 통하여 보고받아 통계자료 생성 및 제공함
 - 집계 방식은 1차적으로 주유소, 대리점, 일반판매소 및 용제생산·판매업자가 주유소협회, 유통협회, 일반판매소협회, 석유품질관리원 등 매월 15일까지 해당 협회에 보고하고 한국석유공사는 이를 매달 25일까지 보고받는 방식으로 이루어짐
 - LPG 충전소나 판매소는 가스안전공사에 매분기 15일까지 통보하며 가스안전공사에서는 이를 석유공사에 분기별 20일까지 보고함
 - 직접적으로는 정유사나 수입사, 부생연료유판매소는 매월 15일까지 한국석유공사에 보고함



<그림 6- 6> 한국석유공사 자료 취합 경로

- 교통안전공단에서 산정된 자료도 석유류 수급통계의 ‘수단별·유종별·지역별 판매현황’과 ‘시군(구)별·유종별 판매현황’ 등을 참고하였음
- 판매현황을 통해 교통부문의 연료 소비량을 산정하였고 온실가스 배출량 산정 방법중 Tier 1 방법에 입력자료로 활용되었음

다. 조사 결과⁶⁾

- 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 제공하고 있는 페트로넷(Petronet)사이트와 석유류수급통계를 이용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적 제공하고 있음
 - 이 중 교통부문의 에너지 소모량을 산정하여 교통안전공단을 통해 온실가스 배출량이 산정 됨
- 교통부문은 2013년과 거의 비슷한 268,775천bbl로 2013년 대비 0.5%의 증가추세를 보여 전체 석유소비량의 32.7%를 차지하였음
- 수송수단별로는 도로와 항공은 전년대비 각각 0.3%, 6.1% 증가하고, 해운과 철도는 각각 4.9%, 16.3%가 감소한 것으로 나타남
 - 도로 즉 자동차용 연료가 수송부문에서 차지하는 비중은 무려 83.6%에 해당되며, 도로에서의 소비 증가가 수송부문 전체 소비 증가로 나타남
 - 철도와 해운부문의 에너지소비량은 계속적으로 감소하고 있는 것으로 나타남
- 자동차연료의 경우, 휘발유는 전년도와 비슷하며 경유는 2.6%가 증가한 반면 LPG는 6.3%가 감소하였음

6) 한국석유공사 페트로넷자료(<http://www.petronet.co.kr>)

<표 6-54> 교통부문 제품별·수단별 소비

단위: 천bbl

| 구분 | | 2010년 | | 2011년 | | 2012년 | | 2013년 | | 2014년 | | |
|--------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|-------|
| | | 소비량 | 구성비 | 소비량 | 구성비 | 소비량 | 구성비 | 소비량 | 구성비 | 소비량 | 구성비 | 증감율 |
| 제품별 | 휘발유 | 66,815 | 25.5 | 67,448 | 25.8 | 69,624 | 26.3 | 71,162 | 26.7 | 71,186 | 26.6 | 0.0 |
| | 경유 | 105,188 | 40.1 | 104,809 | 40.2 | 106,908 | 40.4 | 112,396 | 42.2 | 115,269 | 43.1 | 2.6 |
| | B-C유 | 17,155 | 6.5 | 17,689 | 6.8 | 16,571 | 6.3 | 12,049 | 4.5 | 11,822 | 4.4 | -1.9 |
| | 항공유 | 24,716 | 9.4 | 24,792 | 9.5 | 26,751 | 10.1 | 26,838 | 10.1 | 28,460 | 10.6 | 6.0 |
| | LPG | 48,610 | 18.5 | 46,235 | 17.7 | 44,655 | 16.9 | 43,662 | 16.4 | 40,904 | 15.3 | -6.3 |
| 수단별 | 도로 | 216,601 | 82.1 | 214,780 | 81.7 | 217,607 | 81.8 | 223,625 | 83.6 | 224,339 | 83.5 | 0.3 |
| | 해운 | 21,174 | 8.0 | 21,692 | 8.3 | 20,254 | 7.6 | 15,696 | 5.9 | 14,923 | 5.6 | -4.9 |
| | 항공 | 24,815 | 9.4 | 24,917 | 9.5 | 26,891 | 10.1 | 26,955 | 10.1 | 28,602 | 10.6 | 6.1 |
| | 철도 | 1,355 | 0.5 | 1,232 | 0.5 | 1,231 | 0.5 | 1,087 | 0.4 | 910 | 0.3 | -16.3 |
| 합계 (수단기준) | | 263,945 | 100 | 262,621 | 100 | 265,983 | 100 | 267,364 | 100 | 268,775 | 100 | 0.5 |

자료: 한국석유공사 페트로넷자료(<http://www.petronet.co.kr>)

- 한국석유공사에서는 석유정보 사이트인 ‘페트로넷’을 통해 매년 산업별, 지역별, 제품별 등으로 구분된 석유소비에 대한 통계정보를 제공하고 있다. 이 중 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 제품별(휘발유, 경유, B-C유, 항공유, LPG)로 구분하였고 최근 5년간 석유 소비량을 위의 <표 6-54>와 같이 정리하였음
- 2014년에 교통부분에서는 경유(43.1%)가 115,269천bbl로 가장 많이 소비하였으며, 그 다음은 휘발유(26.6%)가 71,186천bbl로 소비되었음
- 2014년 교통부문의 석유에너지 사용량은 전년도의 267,364천bbl과 비교하여 268,775천bbl로 0.5%가 증가된 것으로 나타났음
- 수단별로는(모든 유종포함) 도로가 차지하는 비율이 83.5%로 224,339천bbl을 소비하였고 항공부문이 10.6%, 해운부문이 5.6% 그리고 철도부문이 0.3%를 차지하였음
 - 철도부문의 경우 다른 교통수단과 달리 매년 구성비율이 감소되고 있음
- 지역별 제품별 에너지 사용량은 아래 <표 6-55>와 같음

<표 6-55> 2014년도 교통수단별 17개광역시별 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

| 구분 | 철도 | 도로 | 해운 | 항공 | 기타 | 계 |
|--------|------|---------|-------|-------|-------|---------|
| 합계 | 910 | 223,229 | 2,324 | 3,775 | 1,252 | 231,491 |
| | 0.4% | 96.4% | 1.0% | 1.6% | 0.5% | 100.0% |
| 1.서울 | 134 | 22,985 | 790 | 1,404 | 257 | 25,570 |
| | 0.5% | 89.9% | 3.1% | 5.5% | 1.0% | 100.0% |
| 2.부산 | 84 | 12,223 | 345 | 368 | 124 | 13,145 |
| | 0.6% | 93.0% | 2.6% | 2.8% | 0.9% | 100.0% |
| 3.대구 | 88 | 9,567 | - | 87 | 20 | 9,763 |
| | 0.9% | 98.0% | 0.0% | 0.9% | 0.2% | 100.0% |
| 4.인천 | - | 11,666 | 121 | 72 | 196 | 12,055 |
| | 0.0% | 96.8% | 1.0% | 0.6% | 1.6% | 100.0% |
| 5.광주 | 29 | 6,941 | 1 | 83 | 9 | 7,063 |
| | 0.4% | 98.3% | 0.0% | 1.2% | 0.1% | 100.0% |
| 6.대전 | 124 | 6,094 | 0 | 11 | 21 | 6,250 |
| | 2.0% | 97.5% | 0.0% | 0.2% | 0.3% | 100.0% |
| 7.울산 | - | 5,713 | 246 | 42 | 21 | 6,021 |
| | 0.0% | 94.9% | 4.1% | 0.7% | 0.4% | 100.0% |
| 8.세종 | - | 770 | - | - | 0 | 770 |
| | 0.0% | 100.0% | 0.0% | 0.0% | 0.0% | 100.0% |
| 9.경기도 | 31 | 58,068 | 27 | 8 | 252 | 58,386 |
| | 0.1% | 99.5% | 0.0% | 0.0% | 0.4% | 100.0% |
| 10.강원도 | 13 | 8,821 | 144 | 13 | 16 | 9,007 |
| | 0.1% | 97.9% | 1.6% | 0.1% | 0.2% | 100.0% |
| 11.충북 | 33 | 9,966 | 1 | 85 | 17 | 10,102 |
| | 0.3% | 98.7% | 0.0% | 0.8% | 0.2% | 100.0% |
| 12.충남 | 36 | 13,102 | 128 | 10 | 19 | 13,295 |
| | 0.3% | 98.6% | 1.0% | 0.1% | 0.1% | 100.0% |
| 13.전북 | 59 | 10,202 | 42 | 34 | 68 | 10,405 |
| | 0.6% | 98.1% | 0.4% | 0.3% | 0.7% | 100.0% |
| 14.전남 | 89 | 9,470 | 217 | 52 | 114 | 9,942 |
| | 0.9% | 95.3% | 2.2% | 0.5% | 1.1% | 100.0% |
| 15.경북 | 150 | 17,078 | 30 | 13 | 53 | 17,325 |
| | 0.9% | 98.6% | 0.2% | 0.1% | 0.3% | 100.0% |
| 16.경남 | 41 | 17,354 | 218 | 16 | 56 | 17,685 |
| | 0.2% | 98.1% | 1.2% | 0.1% | 0.3% | 100.0% |
| 17.제주 | - | 3,210 | 14 | 1,478 | 8 | 4,710 |
| | 0.0% | 68.1% | 0.3% | 31.4% | 0.2% | 100.0% |

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음

2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158,988L, 프로판 1bbl = 80,775kg, 아스팔트 1bbl = 16,155kg, 부탄 1bbl = 80,775kg

3) () 안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임

4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임

자료: 교통안전공단(2015), 2014년 석유소비량자료

3. 교통부문 에너지 사용량

가. 석유에너지 사용부문 온실가스 배출량산정

- 에너지 분야는 크게 연료연소와 탈루에 의한 온실가스 배출량이 산정되고 있으며, 연료연소 중 수송부문의 온실가스 배출량을 이용하였음
- 연료연소 배출원에 따른 온실가스 종류는 <표 6-56>과 같이 구분하고 있음

<표 6-56> 연료연소 배출원 및 발생 온실가스 종류

| 구분 | 배출원 | 온실가스 |
|------|-----------|--|
| 연료연소 | 에너지산업 | CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O |
| | 제조업 및 건설업 | |
| | 수송 | |
| | 기타 | |
| 탈루 | 고체연료 | CH ₄ |
| | 석유 및 천연가스 | |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

- 수송부문에서의 배출원은 수송활동을 통해 연소되는 온실가스를 산정하였고 교통수단별로 도로, 항공, 철도, 해운, 기타수송 등으로 구분하였음
- 국제 수송에 사용된 연료 사용 배출량은 국가 배출량에 포함하지 않고 국제 병커링으로 구분하여 공표하였음

<표 6-57> 수송부문 온실가스 배출원

| 구분 | 배출원 |
|------|---|
| 민간항공 | - 민간항공기의 이·착륙 과정 및 순행과정의 배출량을 포함 - 공항 내 지상수송은 민간항공이 아닌 기타수송에 포함 |
| 도로수송 | - 도로 운송수단(포장도로를 이용하는 농업 운송수단 포함) |
| 철도 | - 철로를 이용하는 화물용, 승객용, 유지보수용 등 모두 포함 |
| 해운 | - 연료 추진체를 이용하는 수상 운송수단 |
| 기타수송 | - 분류되지 않은 수송 - 파이프라인 수송, 공항 및 항구의 지상 운송수단, 다른 부문에 포함되지 않는 비도로 수송 |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

나. 배출량 산정 절차

- 세계 각국의 온실가스 배출통계 중 이산화탄소 배출량은 기본적으로 IPCC guideline 에서 제시된 방법론을 사용하여 구축함
 - IPCC는 1996년에 『Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories』 보고서를 발표하고 부문별 이산화탄소 배출량 산출을 위한 기본적인 방법론 과 이에 사용되는 배출계수 및 활동도 자료 등을 제시함
- IPCC Guideline에서 제시하고 있는 이산화탄소 배출량 산정 방법은 Tier1,2,3 방법으로 각 국가별로 보유하고 있는 배출계수와 같은 기초자료의 종류와 형태 등을 고려하여 적절한 것 을 사용하도록 권고하고 있음
- 도로부문의 온실가스 배출량 산정 방법은 아래의 <표 6-58>와 같음

<표 6-58> 도로부문 온실가스 배출량 산정방법 비교

| ROAD | Tier 1 | Tier 2 | Tier 3 |
|---|---|---|--|
| CO ₂ | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 가이드라인 배출계수 | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - 국가고유 배출계수 | - (의미없음) |
| Non-CO ₂ (CH ₄ , N ₂ O) | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 가이드라인 배출계수 | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 연료소비량 - 차종별 연료 소비량 - 배출제어기술 (제어장치 미장착, 촉매변환장치 등) | <ul style="list-style-type: none"> - 연료 종류별 차량주행거리 - 차종별 차량주행거리 - 배출제어기술에 따른 차량주행거리(제어장치 미장착, 촉매변환장치 등) - 운전조건에 따른 차량주행거리 (cold start) |

- 온실가스 배출량 산정 및 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 『에너지기본법 시행령 제15조제1항』 규정에 따름
 - 총발열량 기준은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 기준으로 환산하는 방법이며 순발열량 기준은 총발열량에서 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
- 교통부문의 에너지 발열량 환산은 “순발열량/총발열량”비를 적용하였으며 환산계수는 아래 <표 6-59>와 같음

<표 6-59> 총발열량 기준 에너지 열량환산기준

| | 에너지원 | 단위 | 총발열량 | | 순발열량 | |
|----|------------|-----------------|--------|-------|--------|------|
| | | | kcal | MJ환산 | kcal | MJ환산 |
| 석유 | 원유 | kg | 10,730 | 44.9 | 10,080 | 42.2 |
| | 휘발유 | ℓ | 7,780 | 32.6 | 7,230 | 30.3 |
| | 등유 | ℓ | 8,790 | 36.8 | 8,200 | 34.3 |
| | 경유 | ℓ | 9,010 | 37.7 | 8,420 | 35.3 |
| | B-A유 | ℓ | 9,290 | 38.9 | 8,700 | 36.4 |
| | B-B유 | ℓ | 9,670 | 40.5 | 9,080 | 38 |
| | B-C유 | ℓ | 9,950 | 41.6 | 9,360 | 39.2 |
| | 프로판 | kg | 12,050 | 50.4 | 11,050 | 46.3 |
| | 부탄 | kg | 11,850 | 49.6 | 10,900 | 45.6 |
| | 납사 | ℓ | 7,710 | 32.3 | 7,160 | 30 |
| | 항공유 | JA-1 | ℓ | 8,730 | 8,140 | 34.1 |
| | | JP-4 | ℓ | 8,730 | 8,140 | 34.1 |
| | | AVI-G | ℓ | 7,780 | 7,230 | 30.3 |
| | 아스팔트 | kg | 9,910 | 41.5 | 9,360 | 39.2 |
| | 윤활유 | ℓ | 9,500 | 39.8 | 8,830 | 37 |
| | 석유코크스 | kg | 8,000 | 33.5 | 7,550 | 31.6 |
| | 부생연료유 1호 | ℓ | 8,800 | 36.9 | 8,200 | 34.3 |
| | 부생연료유 2호 | ℓ | 9,550 | 40.0 | 9,050 | 37.9 |
| 가스 | 천연가스(LNG) | kg | 13,040 | 54.6 | 11,780 | 49.3 |
| | 도시가스(LNG) | Nm ³ | 10,430 | 43.6 | 9,420 | 39.4 |
| | 도시가스(LPG) | Nm ³ | 15,000 | 62.8 | 13,780 | 57.7 |
| 석탄 | 국내무연탄 | kg | 4,500 | 18.9 | 4,450 | 18.6 |
| | 수입무연탄(연료용) | kg | 5,020 | 21.0 | 4,920 | 20.6 |
| | 수입무연탄(원료용) | kg | 5,900 | 24.7 | 5,820 | 24.4 |
| | 유연탄(연료용) | kg | 6,160 | 25.8 | 5,890 | 24.7 |
| | 유연탄(원료용) | kg | 7,000 | 29.3 | 6,740 | 28.2 |
| | 아역청탄 | kg | 5,420 | 22.7 | 5,100 | 21.4 |
| | 코크스 | kg | 6,960 | 29.1 | 6,900 | 28.9 |
| 기타 | 신탄 | kg | 4,500 | 18.8 | - | - |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1. 원별 실측결과는 50kcal로 반올림

2. 석탄의 발열량은 인수식 기준

3. 1cal=4.1868J

4. Nm³:0℃,1기압 상태의 체적

5. 제시되지 않은 석유류의 배출계수는 부생연료유1호의 값을 준용

6. 2012년에는 2011년 에너지기본법에 고시된 발열량 기준으로 전환계수를 반영함

- 온실가스 배출원별 산정식의 경우 도로, 철도, 해운, 기타부문은 CO₂와 CH₄, N₂O를 산정하는 방법이 상이하며 CO₂를 산정하는 방법은 아래와 같음

$$\text{식 (1)} \quad E_{ij} = \sum [(TA_{ij} - NA_{ij} \times FCS_{ij}) \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times OF_i \times 44/12]$$

E : CO₂ 배출량[Gg CO₂ eq.]

TA : 총연료사용량[천TOE]

NA : 비연료사용량[천TOE]

FCS : 탄소물입률

41.868 : J-TOE 단위 환산 계수 (TJ/천TOE)

CF : 전환계수[순발열량/총발열량]

EF : 배출계수[t C/TJ]

OF : 산화계수

44/12 : 탄소기준 배출량을 이산화탄소 기준으로 전환(kgCO₂/kgC)

i : 연료유형

j : 부문

- CH₄ 및 N₂O 배출계수는 1996 IPCC GL(Guideline)의 기본배출계수를 적용하였으며 정제가스와 LPG는 2006 IPCC GL 배출계수를 적용함

$$\text{식 (2)} \quad E_{ijk} = \sum [TA_{ijk} \times 41.868 \times CF_i \times EF_i \times 10^{-6}]$$

E : CO₂ 배출량[Gg CH₄, Gg N₂O]

TA : 총연료사용량[천TOE]

41.868 : J-TOE 단위 환산 계수 (TJ/천TOE)

CF : 전환계수[순발열량/총발열량]

EF : 배출계수[kg CH₄/TJ, kg N₂O/TJ]

i : 연료유형

j : 설비유형

k : 부문

- 항공부문 배출량 산정은 운항과 이착륙을 고려하여 아래와 같은 산정식을 적용하였음
 - 민간 항공기의 경우는 아래와 같으며 일반 항공기의 경우 식(1), (2)를 적용함

$$\text{식 (3)} \quad E_{ij} = \sum [(LTO_{ij} \times EF_{LTO_{ij}}) + (A_{cruise_{ij}} \times EF_{cruise_{ij}})],$$

$$A_{cruise_{ij}} = A_{total_{ij}} - (LTO_{ij} \times ALTO_{ij})$$

E : 배출량 (kg CO₂, kg CH₄, kg N₂O)

LTO : 이착륙 횟수(Landing & take-off)

EFLTO : LTO 배출계수[kg/LTO]

Acruise : 운항에 따른 연료사용량[t]

EFcruise : 운항 배출계수[kg/t]

ALTO : LTO에 소비된 연료사용량[t]

i : 가스종류[CO₂, CH₄, N₂O]

j : 기종

- 산정식에 이용되는 연료사용별 탄소물입력과 산화율은 1996 IPCC GL의 기본값을 적용하였음

<표 6-60> 탄소물입력과 산화율

| 연료 | 탄소물입력(%) | 연료 | 산화율(%) |
|--------------|----------|-----------|--------|
| 아스팔트 | 100 | 석탄 | 98.0 |
| 윤활유 | 50 | | |
| 원료탄 석탄유 및 타르 | 75 | 원유 및 석유제품 | 99.0 |
| 납사* | 75 | | |
| LPG* | 80 | 가스 | 99.5 |
| 도시가스(LNG)* | 33 | | |
| 경유* | 50 | 발전용 peat | 99.0 |
| 에탄올* | 80 | | |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1) *는 제조업 부문 중 석유화학용 원료로 사용되는 경우에만 적용함

2) 윤활유의 탄소물입력은 수송 부문에서도 적용함

다. 탄소배출계수

- 탄소 배출계수는 우선 국가고유 배출계수를 적용하였고 고유 배출계수가 없을 경우 IPCC 1996 배출계수를 반영하였음
- 교통부문에 주로 사용되는 연료에 대한 탄소배출계수는 아래의 <표 6-61>과 같음

<표 6-61> 탄소배출계수

단위: t C/TJ

| | 연료 | 1996 IPCC | 국가고유 ('07~'11) | 국가고유 ('12) | | 연료 | 1996 IPCC | 국가고유 ('07~'11) | 국가고유 ('12) |
|----|---------------------------|-----------|----------------|------------|-------|--------------------|-----------|----------------|------------|
| 석유 | 원유 | 20.0 | - | - | 석유 | 정제가스 ³⁾ | 15.7 | - | - |
| | 오리먼전 | 22.0 | - | - | | 기타석유 | 20 | - | - |
| | 액상천연가스(NGL) ¹⁾ | 17.2 | - | - | 석탄 | 국내 무연탄 | 26.8 | 29.7 | 30.5 |
| | 휘발유 | 18.9 | 19.7 | 20 | | 수입무연탄(연료탄) | 26.8 | 26.8 | 28.6 |
| | 항공유 ²⁾ | 19.5 | 19.6 | 19.8 | | 수입무연탄(원료탄) | 26.8 | 26.8 | 29.2 |
| | 보일러등유 | 19.6 | 19.5 | 19.6 | | 유연탄(원료탄) | 25.8 | - | 26.2 |
| | 실내등류 | 19.6 | 19.5 | 19.6 | | 유연탄(연료탄) | 25.8 | 25.9 | 26 |
| | Shale Oil | 20.0 | - | - | | 아역청탄 | 26.2 | 29.3 | 26.2 |
| | 경유 | 20.2 | 20 | 20.2 | | 갈탄 | 27.6 | - | - |
| | 경질중유(B-A) | 20.8 | 20.2 | 20.4 | | Oil shale | 29.1 | - | - |
| | 중유(B-B) | 20.8 | 20.6 | 20.5 | | 토탄 | 28.9 | - | - |
| | 중질중유(B-C) | 20.8 | 20.8 | 20.6 | | BKE & Paten Fuel | 29.5 | - | - |
| | 부생연료 1호 | - | - | 19.7 | 가스 | Coke Oven/Gas Coke | 29.5 | - | - |
| | 부생연료 2호 | - | - | 21 | | Coke Oven Gas | 13 | - | - |
| | 프로판 | 17.2 | 17.6 | 17.6 | | Blast Furnace Gas | 66 | - | - |
| | 부탄 | 17.2 | 18.1 | 18.1 | | 천연가스(LNG) | 15.3 | 15.4 | 15.3 |
| | 에탄올 | 16.8 | - | - | | 도시가스(LNG) | 15.3 | 15.4 | 15.3 |
| | 납사 | 20.0 | 18.6 | 192 | | 도시가스(LPG) | 17.2 | 17.6 | 17.6 |
| | 아스팔트 | 22.0 | 21.5 | 21.6 | 바이오매스 | 고체바이오매스 | 29.9 | - | - |
| | 윤활유 | 20.0 | 19.7 | 19.9 | | 액체바이오매스 | 20 | - | - |
| | 석유코크 | 27.5 | 27.2 | 27.2 | | 기체바이오매스 | 30.6 | - | - |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1) 국가고유 배출계수는 2007년 이후 배출량부터 사용 가능하며 그 이전에는 1996 IPCC GL 기본값을 적용

2) 액상천연가스(NGL)은 컨덴세이트를 포함

3) 항공유는 Jet A-1, JP-4, JP-8 등을 포함하며 항공용 휘발유(AVI-G)는 휘발유의 계수 적용

4) 정제가스는 2006 IPCC GL값을 참조

5) 제시되지 않은 석유류의 배출계수는 기타 석유류의 값을 준용

6) 석유코크는 '12년 발열량 기준의 국가고유 계수가 없으므로 '06년 발열량 기준의 국가고유 계수 준용

- CH₄, N₂O 배출계수는 아래 <표 6- 62>와 같이 1996 IPCC GL 기본 배출계수를 적용하지만 LPG의 경우 2006 IPCC GL 기본값을 적용하였음

<표 6-62> 수송부문 CH₄, N₂O 배출계수

| 연료 | 배출계수(kg/TJ) | | | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | 항공 ³⁾ | | 도로 | | 철도 | | 해운 | |
| | CH ₄ | N ₂ O | CH ₄ | N ₂ O | CH ₄ | N ₂ O | CH ₄ | N ₂ O |
| 석탄 | | | | | 10 | 1.4 | 10 | 1.4 |
| 석유 | 0.5 | 2 | 20 ¹⁾ /5 ²⁾ | 0.6 | 5 | 0.6 | 5 | 0.6 |
| 천연가스, 도시가스(LNG) | | | 50 | 0.1 | | | | |
| LPG | | | 62 | 0.2 | 62 | 0.2 | 62 | 0.2 |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1) * LPG는 2006 IPCC GL의 기본 배출계수를 적용

2) 휘발유, 경유, 일반항공기만 해당

- 항공부문의 기본 배출계수는 아래 <표 6- 63>과 같이 1996 IPCC GL를 따르고 있음

<표 6-63> 항공부문 배출계수

| 국내운항 | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|
| 구분 | 연료사용량 (kg/LTO) | 배출계수 | | | | | | |
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | NMVOC | SO ₂ |
| 평균기종 | 850 | 2,680 | 0.3 | 0.1 | 10.2 | 8.1 | 2.6 | 1.8 |
| 노후기종 | 1,000 | 3,150 | 0.4 | 0.1 | 9 | 17 | 3.7 | 1 |
| 운항(kg/t of fuel) | - | 3,150 | 0 | 0.1 | 11 | 7 | 0.7 | 1 |

| 국제운항 | | | | | | | | |
|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----|-------|-----------------|
| 구분 | 연료사용량 (kg/LTO) | 배출계수 | | | | | | |
| | | CO ₂ | CH ₄ | N ₂ O | NO _x | CO | NMVOC | SO ₂ |
| 평균기종 | 2,500 | 7,900 | 1.5 | 0.2 | 41 | 50 | 15 | 2.5 |
| 노후기종 | 2,400 | 7,560 | 7 | 0.2 | 23.6 | 101 | 66 | 2.4 |
| 운항(kg/t of fuel) | - | 3,150 | 0 | 0.1 | 17 | 5 | 2.7 | 1 |

자료: 2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침, 교통안전공단

주: 1) 평균기종과 노후기종의 대표값 설명은 1996 IPCC GL Reference Manual <table1-52> 메모에 따름

4. 온실가스 배출량 산정결과

- 2014년 석유소비량을 이용한 온실가스 배출량을 교통수단별·지역별로 구분하였음
 - 전체 유종에 대한 국제 벙커링은 제외함
- 교통안전공단에서 산정한 2014년 기준 교통부문 총 배출량은 88.5백만tCO₂로 2013년 대비 5.1% 증가하였음
- 도로부문이 96.3%로 가장 많이 차지하고 있으며 항공 1.6%, 해운 1.1%, 기타 0.5%, 철도 0.4%의 순으로 나타났음
 - 기타부문은 분류되지 않은 수송으로 파이프라인 수송, 공항 및 항구의 지상 운송수단, 다른 부문에 포함되지 않는 비도로 수송이 해당됨
- 최근 5년간 온실가스 배출량이 조금씩 증가하다 2014년에는 5.1%로 다소 크게 증가하였으며 올해부터는 세종특별자치시가 충청남도과 구분되어 산정되며 이로 인해 충남은 작년대비 1.8%가 감소하였음

<표 6-64> 최근 5년간 교통부문 온실가스 증감량

단위: tCO₂

| 구 분 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | |
|-----|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
| | | | | | 배출량 | 전년도 대비비율 |
| 합계 | 82,206,573 | 82,219,599 | 83,316,584 | 84,218,332 | 88,541,994 | 5.1% |
| 서울 | 9,301,457 | 9,101,040 | 9,519,715 | 9,790,480 | 9,717,669 | -0.7% |
| 부산 | 5,431,388 | 5,255,071 | 5,209,248 | 4,690,977 | 5,090,504 | 8.5% |
| 대구 | 3,112,591 | 3,209,819 | 3,222,047 | 4,657,860 | 3,733,991 | -19.8% |
| 인천 | 5,031,334 | 5,163,128 | 5,363,567 | 3,581,786 | 4,715,809 | 31.7% |
| 광주 | 2,121,429 | 2,159,697 | 2,315,127 | 2,459,814 | 2,680,238 | 9.0% |
| 대전 | 2,057,628 | 2,059,749 | 2,076,741 | 2,304,241 | 2,348,563 | 1.9% |
| 울산 | 2,130,161 | 2,105,717 | 2,147,521 | 2,217,145 | 2,347,194 | 5.9% |
| 세종 | - | - | - | - | 293,414 | - |
| 경기 | 20,171,929 | 20,165,236 | 20,306,955 | 20,650,129 | 22,470,682 | 8.8% |
| 강원 | 3,200,353 | 3,116,212 | 3,178,801 | 3,267,646 | 3,412,269 | 4.4% |
| 충북 | 3,590,510 | 3,614,848 | 3,760,656 | 3,789,339 | 3,851,665 | 1.6% |
| 충남 | 5,080,861 | 5,121,241 | 5,084,931 | 5,133,315 | 5,042,918 | -1.8% |
| 전북 | 3,560,077 | 3,622,265 | 3,599,738 | 3,733,558 | 3,950,516 | 5.8% |
| 전남 | 3,738,887 | 3,798,468 | 3,770,780 | 3,724,792 | 3,821,550 | 2.6% |
| 경북 | 6,040,328 | 5,982,274 | 6,001,727 | 6,245,055 | 6,583,775 | 5.4% |
| 경남 | 6,457,991 | 6,452,541 | 6,432,977 | 6,637,206 | 6,780,516 | 2.2% |
| 제주 | 1,179,648 | 1,292,295 | 1,326,052 | 1,334,987 | 1,700,722 | 27.4% |

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 2010~2012년 자료는 국가교통DB센터에서 석유류수급통계를 이용하여 산정한 값이며 2013년부터는 교통안전공단에서 산정된 자료를 받아서 작성되었음

- 도로부문에서는 경기와 서울, 경상도 등과 같은 대도시에서 배출량이 많았고 해운의 경우 서울, 대구, 전남 등에서 많은 비율을 차지하였음
- 작년과 달리 항공부문은 제주가 520,466tCO₂로 서울의 498,585tCO₂보다 온실가스를 많이 배출한 것으로 나타남

<표 6-65> 2014년 교통수단별 · 17개 광역시도별 온실가스 총 배출량

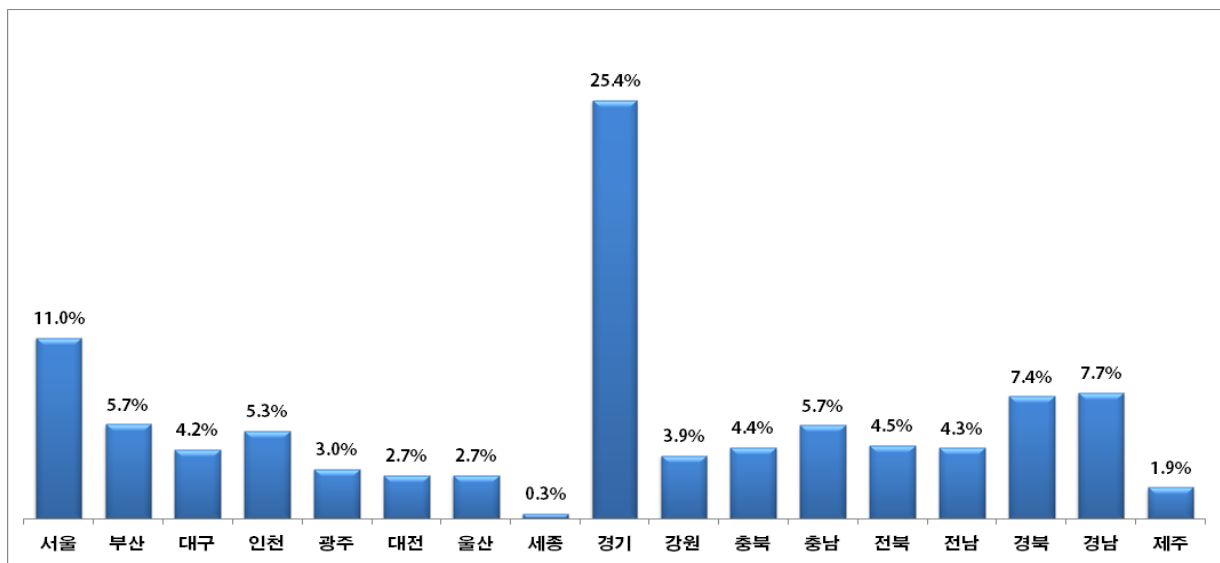
단위: tCO₂

| | 철도 | 도로 | 해운 | 항공 | 기타 | 계 |
|---------------|-----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
| 합계 | 374,521 0.4% | 85,278,367 96.3% | 1,007,642 1.1% | 1,409,958 1.6% | 471,506 0.5% | 88,541,994 100.0% |
| 1.서울 | 55,074 0.6% | 8,731,964 89.9% | 334,021 3.4% | 498,585 5.1% | 98,025 1.0% | 9,717,669 100.0% |
| 2.부산 | 34,759 0.7% | 4,697,495 92.3% | 150,059 2.9% | 160,187 3.1% | 48,004 0.9% | 5,090,504 100.0% |
| 3.대구 | 36,449 1.0% | 3,653,114 97.8% | - 0.0% | 37,452 1.0% | 6,977 0.2% | 3,733,991 100.0% |
| 4.인천 | - 0.0% | 4,561,329 96.7% | 53,692 1.1% | 29,619 0.6% | 71,169 1.5% | 4,715,809 100.0% |
| 5.광주 | 12,128 0.5% | 2,620,579 97.8% | 209 0.0% | 43,989 1.6% | 3,332 0.1% | 2,680,238 100.0% |
| 6.대전 | 50,519 2.2% | 2,285,793 97.3% | 168 0.0% | 4,469 0.2% | 7,613 0.3% | 2,348,563 100.0% |
| 7.울산 | - 0.0% | 2,209,858 94.1% | 109,922 4.7% | 19,585 0.8% | 7,829 0.3% | 2,347,194 100.0% |
| 8.세종 | - 0.0% | 293,336 100.0% | - 0.0% | - 0.0% | 78 0.0% | 293,414 100.0% |
| 9.경기도 | 12,625 0.1% | 22,347,060 99.4% | 11,672 0.1% | 2,939 0.0% | 96,387 0.4% | 22,470,682 100.0% |
| 10.강원도 | 5,202 0.2% | 3,332,384 97.7% | 64,258 1.9% | 4,114 0.1% | 6,311 0.2% | 3,412,269 100.0% |
| 11.충북 | 13,716 0.4% | 3,798,136 98.6% | 601 0.0% | 32,898 0.9% | 6,314 0.2% | 3,851,665 100.0% |
| 12.충남 | 14,634 0.3% | 4,960,320 98.4% | 56,889 1.1% | 3,722 0.1% | 7,353 0.1% | 5,042,918 100.0% |
| 13.전북 | 24,171 0.6% | 3,869,768 98.0% | 17,533 0.4% | 14,182 0.4% | 24,862 0.6% | 3,950,516 100.0% |
| 14.전남 | 36,466 1.0% | 3,622,996 94.8% | 94,945 2.5% | 24,126 0.6% | 43,017 1.1% | 3,821,550 100.0% |
| 15.경북 | 61,917 0.9% | 6,481,750 98.5% | 13,300 0.2% | 6,420 0.1% | 20,386 0.3% | 6,583,775 100.0% |
| 16.경남 | 16,859 0.2% | 6,641,472 97.9% | 94,360 1.4% | 7,205 0.1% | 20,620 0.3% | 6,780,516 100.0% |
| 17.제주 | - 0.0% | 1,171,013 68.9% | 6,013 0.4% | 520,466 30.6% | 3,230 0.2% | 1,700,722 100.0% |

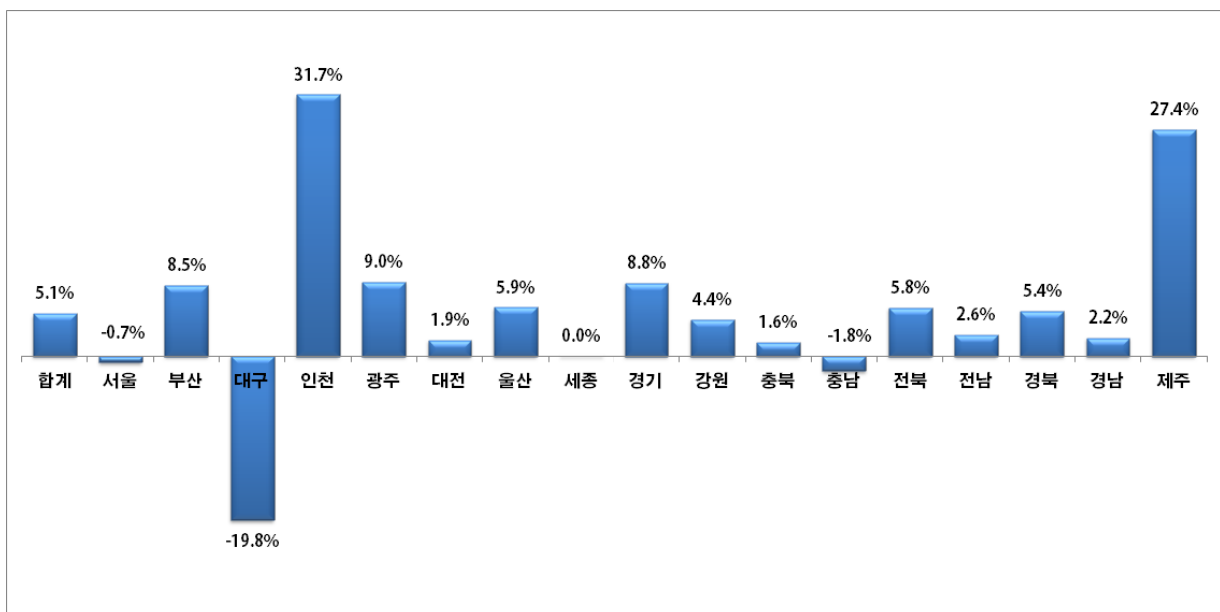
주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

2) 연료 소모량은 2014년을 기준으로 산정함

- 17개 지역별로 살펴보면 경기도가 25.4%로 가장 많은 배출량을 보였고 서울이 7.7%,경북과 경남이 각각 7.4%, 7.7%로 뒤를 이음
- 전년도에 비해 인천지역은 31.7%가 증가하였으며 제주 또한 27.4%가 증가하였음. 제주의 경우 항공부문의 배출량이 크게 증가한 영향으로 보임
- 대구의 경우 작년과 비교하여 19.8%가 감소하였으며 전체적으로 2014년에는 배출량이 증가하거나 비슷한 것으로 집계되었음



<그림 6- 8> 2014년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 비율



<그림 6- 9> 2013년 대비 2014년의 지역별 온실가스 배출량 증감률

제4절 결론 및 한계점

- 온실가스 배출량 산정의 신뢰도 향상에 필요한 통계체계 구축
 - 현재 교통안전공단에서의 산정방식은 석유류수급통계의 연료사용량과 국가고유배출계수를 이용하여 Tier 2방법으로 온실가스 배출량을 추정하고 있음
 - 실제로 지역별 도로에 통행하는 통행량과는 관계없이 연료 사용량만으로 집계를 하였기 때문에 도로부문에서는 차량의 이동특성이 반영되지 않는 한계점이 발생함
 - 또한, 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유, 경유, LPG 등의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표 관리제에서 산업부문의 업종별로 파악되는 이동연료에 대한 자료를 파악하여 이를 보완하는 방안이 필요함
 - 에너지 사용량은 각 대리점과 협회가 석유공사에 보고하여 구축되는 자료로서 판매처의 지역 기반으로 작성되기 때문에 실제 온실가스 배출 지역과 상이할 수 있으며 특히 이동연소가 주로 이뤄지는 교통수단의 경우에 더욱 한계가 있음
- 온실가스 배출량 조사 및 산정방법론상 일관되지 않은 부분이 존재함
 - 차종 및 기종(해운, 항공기, 철도)별로 구분된 연료 소비량 자료는 제공되지 않기 때문에 Tier 3 이상 단계의 방법론 적용은 한계가 있음
 - 철도 및 해운, 항공의 기종별 연료 사용량의 자료 구축이 어려운 실정임. 특히 항공 부문의 경우 운항정보와 관련된 자료가 일부 필요하기 때문에 민간회사의 경영과도 연관되어 있는 민감한 자료가 존재함
 - 현재는 Tier 2 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책적 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
 - 연료소비량을 기준으로 온실가스 배출량을 산정할 경우 이동배출원(mobile source) 특성을 지닌 교통부문의 성격을 제대로 반영하지 못하게 되기 때문에 실제 도로를 운행하며 배출하는 동태적인 온실가스 배출량이 아닌 연료구입 지역에 따른 배출량을 산정하기 때문에 운행특성 및 지역적인 세부분석에 한계가 존재함

- 기존의 온실가스 배출량 산정방법론을 개선하기 위해서는 도로부문을 중심으로 Tier 3 방법을 적용하여 세분화된 차종(이륜차, 건설기계 등)까지 배출량을 산정할 수 있는 연구가 필요할 것으로 보임
- 국내의 경우 Tier 3 방법에 대한 온실가스 배출량 산정방법론 적용에 대한 기존방법과의 차별성에 관한 연구 역시 부족한 실정이기 때문에 이 부분에 대한 추가적 노력이 필요함

부 록

- A. 국가교통물류경쟁력조사[거시지표]
- B. 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축
[국내 및 해외 가구지출 비용 계량화]
- C. 참고문헌

A. 국가교통물류경쟁력조사[거시지표]

1. 민감도 분석

가. 분석 목적

- 분석의 목적은 크게 두 가지임. 첫째, 본 연구에서 사용된 유효도로 원단위의 적절성을 검증하기 위함이며, 둘째, 도로부문 투자 결정 또는 경쟁력 제고를 위한 기초자료로 활용을 위해 민감도 분석을 수행
 - 도로를 <표 1>과 같이 3개의 도로지표로 구분해서 살펴본 이유는 다음과 같음
 - 첫째, 총도로연장은 도로부문 교통통계 지표에서 대표적으로 사용되고 있음
 - 둘째, 총도로연장은 모든 도로 연장의 총합으로써, 도로의 위계를 반영하지 못함. 따라서, 도로의 기능(속도)을 반영하여 ‘유효도로 연장’을 사용
 - 셋째, ‘도로+국도’ 연장은 도로의 기능상 가장 중요한 역할이며, 최근 국도의 경우에도 고속도로만큼 ‘로의 질’ 향상되어 둘의 합을 사용
 - 매년 3%~5%씩 우리나라의 도로연장을 증가시킬 경우, 순위변동이 거의 없고, 7~9%씩 증가시킬 경우는 민감하게 변동함
 - 국토계수 당 ‘고속도로+국도’의 경우가 가장 민감하게 반응하고 있으며, 증가율이 높아지고, 시간이 경과할수록, 나머지 두 지표와의 ‘종합 지수’ 순위 격차가 커짐
 - 국토계수 당 ‘총 도로연장’의 경우 민감도가 가장 뒤쳐져 종합지수 순위 변동이 거의 없음. 반면, 국토계수 당 ‘유효도로’의 경우는 국토계수 당 ‘고속도로+국도’만큼 민감하게 순위변동이 일어남
 - 따라서, 현재 속도 가중치를 반영한 국토계수 당 ‘유효도로’ 지표 사용은 문제가 없을 것으로 보임

<표 1> 도로연장 구분을 통한 민감도 분석

| 연도 | | 국토계수당유효도로 | | | 국토계수당총도로연장 | | | 국토계수당'고속도로+국도' | | |
|------|------|--------------|-------------|------------|--------------|-------------|------------|----------------|-------------|------------|
| | | 이동및 접근성지수 | 이동접근 성순위 | 종합지수 순위 | 이동및 접근성지수 | 이동접근 성순위 | 종합지수 순위 | 이동및 접근성지수 | 이동접근 성순위 | 종합지수 순위 |
| 3% ↑ | 2013 | 97.8 | 22 | 21 | 96.5 | 23 | 23 | 99.2 | 19 | 20 |
| | 2014 | 97.8 | 20 | 21 | 96.6 | 23 | 23 | 99.3 | 18 | 20 |
| | 2015 | 97.9 | 20 | 21 | 96.7 | 23 | 23 | 99.4 | 17 | 19 |
| | 2016 | 98.0 | 19 | 21 | 96.8 | 23 | 22 | 99.6 | 17 | 19 |
| | 2017 | 98.1 | 19 | 21 | 96.9 | 23 | 22 | 99.7 | 16 | 18 |
| | 2018 | 98.2 | 18 | 21 | 96.9 | 23 | 22 | 99.9 | 16 | 17 |
| | 2019 | 98.3 | 18 | 21 | 97.0 | 23 | 22 | 100.0 | 15 | 17 |
| | 2020 | 98.4 | 18 | 21 | 97.1 | 23 | 21 | 100.2 | 14 | 17 |
| | 2021 | 98.6 | 18 | 21 | 97.2 | 23 | 21 | 100.3 | 14 | 16 |
| | 2022 | 98.7 | 17 | 20 | 97.4 | 23 | 21 | 100.5 | 14 | 16 |
| | 2023 | 98.8 | 17 | 20 | 97.5 | 23 | 21 | 100.7 | 14 | 16 |
| 5% ↑ | 2013 | 97.8 | 22 | 21 | 96.5 | 23 | 23 | 99.2 | 19 | 20 |
| | 2014 | 97.9 | 20 | 21 | 96.6 | 23 | 23 | 99.4 | 18 | 19 |
| | 2015 | 98.1 | 19 | 21 | 96.8 | 23 | 22 | 99.6 | 17 | 19 |
| | 2016 | 98.2 | 18 | 21 | 96.9 | 23 | 22 | 99.8 | 16 | 17 |
| | 2017 | 98.4 | 18 | 21 | 97.1 | 23 | 22 | 100.1 | 14 | 17 |
| | 2018 | 98.6 | 18 | 21 | 97.3 | 23 | 21 | 100.4 | 14 | 16 |
| | 2019 | 98.8 | 17 | 20 | 97.5 | 23 | 21 | 100.7 | 14 | 16 |
| | 2020 | 99.0 | 17 | 20 | 97.6 | 22 | 21 | 100.9 | 13 | 15 |
| | 2021 | 99.2 | 17 | 20 | 97.8 | 22 | 21 | 101.3 | 12 | 15 |
| | 2022 | 99.4 | 17 | 19 | 98.1 | 22 | 21 | 101.6 | 12 | 15 |
| | 2023 | 99.6 | 17 | 19 | 98.3 | 20 | 21 | 101.9 | 12 | 15 |
| 7% ↑ | 2013 | 97.8 | 22 | 21 | 96.5 | 23 | 23 | 99.2 | 19 | 20 |
| | 2014 | 98.0 | 20 | 21 | 96.7 | 23 | 23 | 99.5 | 17 | 19 |
| | 2015 | 98.2 | 18 | 21 | 96.9 | 23 | 22 | 99.8 | 16 | 18 |
| | 2016 | 98.4 | 18 | 21 | 97.1 | 23 | 21 | 100.1 | 14 | 17 |
| | 2017 | 98.7 | 17 | 20 | 97.4 | 23 | 21 | 100.5 | 14 | 16 |
| | 2018 | 99.0 | 17 | 20 | 97.6 | 22 | 21 | 100.9 | 13 | 15 |
| | 2019 | 99.3 | 17 | 20 | 97.9 | 22 | 21 | 101.4 | 12 | 15 |
| | 2020 | 99.6 | 17 | 19 | 98.2 | 20 | 21 | 101.8 | 12 | 15 |
| | 2021 | 99.9 | 16 | 17 | 98.5 | 20 | 21 | 102.3 | 11 | 15 |
| | 2022 | 100.3 | 15 | 17 | 98.9 | 20 | 20 | 102.8 | 8 | 14 |
| | 2023 | 100.7 | 14 | 16 | 99.3 | 20 | 20 | 103.4 | 8 | 14 |
| 9% ↑ | 2013 | 97.8 | 22 | 21 | 96.5 | 23 | 23 | 99.2 | 19 | 20 |
| | 2014 | 98.0 | 19 | 21 | 96.8 | 23 | 23 | 99.6 | 17 | 19 |
| | 2015 | 98.3 | 18 | 21 | 97.0 | 23 | 22 | 100.0 | 15 | 17 |
| | 2016 | 98.6 | 17 | 21 | 97.4 | 23 | 21 | 100.5 | 14 | 16 |
| | 2017 | 99.0 | 17 | 20 | 97.7 | 22 | 21 | 101.0 | 13 | 15 |
| | 2018 | 99.4 | 17 | 20 | 98.1 | 22 | 21 | 101.5 | 12 | 15 |
| | 2019 | 99.8 | 16 | 18 | 98.5 | 20 | 21 | 102.1 | 12 | 15 |
| | 2020 | 100.2 | 15 | 17 | 98.9 | 20 | 20 | 102.8 | 8 | 14 |
| | 2021 | 100.7 | 14 | 16 | 99.4 | 20 | 19 | 103.5 | 8 | 14 |
| | 2022 | 101.3 | 12 | 15 | 99.9 | 18 | 17 | 104.3 | 8 | 14 |
| | 2023 | 101.9 | 11 | 15 | 100.5 | 17 | 16 | 105.1 | 8 | 13 |

2. 국가교통물류경쟁력 지수(수단별)

가. 재표준화

- 본 연구에서 재표준화를 수행한 이유는 데이터 누락이 발생하였기 때문임. 이를테면, 통계자료의 부재로 인해 지표 값이 누락 되면, 누락된 지표는 지수 산정에 전혀 반영되지 않아 해당 국가의 교통물류경쟁력을 과소평가할 수 있기 때문임

나. 기능별 지수와 수단별 지수 간의 불일치(재표준화 시)

- AHP분석을 통해 나온 가중치를 이용해 산출된 두 지수의 값이 동일하여야 함. 그러나, N/A 데이터로 인하여 재표준화를 수행하게 되면, 각 지표의 기존의 가중치와 다른 영향을 받게 되어 두 지수의 불일치 문제가 발생하게 됨

1) 개별중요도의 불일치

- 본 연구에서 가장 많이 누락되어 있는 해운 교통사고건수의 데이터가 누락되어 있다고 가정
을 하여 원인을 살펴보도록 함
 - 각 지표들이 갖는 개별중요도의 총합은 '1'이 되어야 하는데, 재표준화를 수행하게 되면 <그림 1>의 개별 중요도는 (항목내 중요도×상위항목 중요도)로 나타낼 수 있음. 예를 들어 국토계수당 유효도로연장의 경우, $0.397 \times 0.354 = 0.141$ (기능별 가중치), $0.328 \times 0.428 = 0.141$ (수단별 가중치)로 두 개별중요도는 동일함
 - 하지만, 해운교통사고건수가 누락이 되면, <표 2>의 안전성 항목과 <표 3>의 해운항목은 재표준화를 수행하게 되고, 누락 데이터와 같은 상위항목 내에 있는 지표들은 개별중요도 값이 변하게 됨. 예를 들어 VKT당 교통사고 사망자 수의 개별중요도를 <표 2>에서 재표준화하지만, <표 2>에서는 재표준화를 수행하지 않으므로, (식 1)과 같이 값이 불일치 하게 됨

$$\frac{0.502}{(0.502 + 0.188 + 0.164)} \times 0.310 (= 0.182) \neq 0.364 \times 0.428 (= 0.156) \quad (\text{식1})$$

- (식 1)과 같이 재표준화를 수행하게 되었을 때, 개별중요도가 불일치한 지표의 갯수는 음영 처리된 6개이며, 이들의 차이를 정리해보면 <표 4>와 같음

<표 2> 기능별 국가교통물류경쟁력 중요도(기준)

| 상위 항목 | 이동 및 접근성 | | | | 수송규모 | | | | 녹색교통 | | | | 안전성 | | | |
|-----------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|-------|----------------------------------|--|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|------------------------------|------------------------------------|----------------|----------------|
| 중요도 | 0.354 | | | | 0.189 | | | | 0.146 | | | | 0.310 | | | |
| 하위 항목 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 |
| | 국토 계수 당 유효 도로 연장 | 국토 계수당 유효 철도 연장 | 공항 수당 운항 횟수 | LSCI | 국토 계수당 총 도로 수송 실적 | 국토 계수당 총 철도 화물 수송 실적 | 공항 수 당 총 항공 수송 실적 | 컨테 이너 처리 실적 | 총 도로 수송량 당 CO2배 출량 | 총 철도 수송량 당 CO2배 출량 | 총 항공 수송량 당 CO2배 출량 | 총 컨테 이너 처리 실적 당 CO2배 출량 | VKT당 교통 사고 사망자 수 | 인구 만명 당 교통 사고 사망자 수 | 항공 사고 건수 | 해운 사고 건수 |
| 중요도 | 0.397 | 0.297 | 0.133 | 0.174 | 0.371 | 0.304 | 0.156 | 0.168 | 0.418 | 0.221 | 0.194 | 0.167 | 0.502 | 0.188 | 0.164 | 0.146 |
| 개별 지표 중요도 | 0.140 | 0.105 | 0.047 | 0.061 | 0.070 | 0.058 | 0.030 | 0.032 | 0.061 | 0.032 | 0.028 | 0.024 | 0.156 | 0.058 | 0.051 | 0.045 |

<표 3> 수단별 국가교통물류경쟁력 중요도(비교)

| 상위 항목 | 도로 | | | | 철도 | | | | 항공 | | | | 해운 | | | |
|-----------------|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------|--------------------------------|----------------|-------|------------------|--|-------------|
| 중요도 | 0.428 | | | | 0.253 | | | | 0.156 | | | | 0.163 | | | |
| 하위 항목 | 국토계 수 당 유효도 로연장 | 국토계 수당 총 도로수 송실적 | 총 도로 수송량 당 CO2 배출량 | VKT 당 교 통사고 사망자 수 | 국토계 수당 유효철 도연장 | 국토계 수당 총 철도화물 수송실적 | 총 철도 수송량 당 CO2배 출량 | 인구 만명 당 교통사 고 사망 자 수 | 공항수 당 운항 횟수 | 공항 수 당 총 항공수 송실적 | 총 항공 수송량 당 CO2배 출량 | 항공 사고건 수 | LSCI | 컨테이 너처리 실적 | 총 컨테 이너 처리 실적 당 CO2 배출량 | 해운 사 고건수 |
| 중요도 | 0.328 | 0.164 | 0.143 | 0.365 | 0.415 | 0.227 | 0.128 | 0.230 | 0.301 | 0.190 | 0.182 | 0.327 | 0.377 | 0.196 | 0.150 | 0.277 |
| 개별 지표 중요도 | 0.140 | 0.070 | 0.061 | 0.156 | 0.105 | 0.058 | 0.032 | 0.058 | 0.047 | 0.030 | 0.028 | 0.051 | 0.061 | 0.032 | 0.024 | 0.045 |

<표 4> 개별중요도의 불일치

| | LSCI | 컨테이너처리 실적 | 총 컨테이너처 리실적 당 CO2배출량 | VKT 당 교통 사고 사망자수 | 인구만명 당 교통사고 사망 자 수 | 항공 사고건수 |
|---------|--------|--------------|----------------------------|---------------------|--------------------------|---------|
| 기준(a) | 0.061 | 0.032 | 0.024 | 0.182 | 0.068 | 0.060 |
| 비교(b) | 0.085 | 0.044 | 0.034 | 0.156 | 0.058 | 0.051 |
| 차이(a-b) | -0.024 | -0.012 | -0.009 | 0.027 | 0.010 | 0.009 |

2) 불일치 문제 해결방안

- 누락된 데이터 채우기; 재표준화 작업을 할 필요가 없음
 - 재표준화하지 않기; 재표준화를 하지 않으면 값의 불일치 문제는 없음, 단 데이터가 누락된 국가들이 과소평가 받게됨
 - 불일치 부분에 대한 보정; 보정은 종합지수 산정 시에만 사용
- 본 연구에서는 가장 현실적 대안인 ‘불일치 부분에 대한 보정’ 방법을 사용함

3) 기능별 지수와 수단별 지수의 일치를 위한 보정

- 두 지수의 값을 일치시키기 위해서는, 어떤 부분에서 얼마만큼의 차이가 발생하는지를 확인해야 함. 이에, 매트릭스 형태의 표를 구성하여 차이가 발생하는 부분을 살펴보도록 함
 - 두 지수간의 차이를 살펴보기 위해 실제 대한민국의 지수 값인 <표 5>와 <표 6>을 이용했을 때, 값의 차이를 살펴보도록 함
 - 먼저, 설문에서 작성한 위계에 맞추어, 기능별 지수 값을 기준으로 설정하고, 수단별 지수를 비교값으로 설정하여 각각의 매트릭스를 구성함

<표 5> 기능별 개별지수 값(기준)

| 상위 항목 | 이동 및 접근성 | | | | 수송규모 | | | | 녹색교통 | | | | 안전성 | | | |
|-------|----------------|----------------|-------------|--------|------------------|--------------------|-----------------|-----------|------------------|------------------|------------------|----------------------|------------------|--------------------|---------|---------|
| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 |
| 하위 항목 | 국토계수 당 유효 도로연장 | 국토계수 당 유효 철도연장 | 공항수 당 운항 횟수 | LSCI | 국토계수 당 총 도로수송 실적 | 국토계수 당 총 철도화물수송 실적 | 공항수 당 총 항공수송 실적 | 컨테이너처리 실적 | 총 도로수송량 당 CO2배출량 | 총 철도수송량 당 CO2배출량 | 총 항공수송량 당 CO2배출량 | 총 컨테이너처리 실적 당 CO2배출량 | VKT 당 교통사고 사망자 수 | 인구만 명 당 교통사고 사망자 수 | 항공 사고건수 | 해운 사고건수 |
| 지수 | 93.07 | 92.52 | 97.51 | 117.58 | 103.36 | 94.86 | 110.38 | 116.25 | 95.39 | 100.36 | 104.07 | 104.32 | 93.99 | 105.50 | 95.27 | |

<표 6> 수단별 개별지수 값(비교)

| 상위 항목 | 도로 | | | | 철도 | | | | 항공 | | | | 해운 | | | |
|-------|----------------|------------------|------------------|------------------|----------------|--------------------|------------------|--------------------|-------------|-----------------|------------------|---------|--------|-----------|----------------------|---------|
| 하위 항목 | 국토계수 당 유효 도로연장 | 국토계수 당 총 도로수송 실적 | 총 도로수송량 당 CO2배출량 | VKT 당 교통사고 사망자 수 | 국토계수 당 유효 철도연장 | 국토계수 당 총 철도화물수송 실적 | 총 철도수송량 당 CO2배출량 | 인구만 명 당 교통사고 사망자 수 | 공항수 당 운항 횟수 | 공항수 당 총 항공수송 실적 | 총 항공수송량 당 CO2배출량 | 항공 사고건수 | LSCI | 컨테이너처리 실적 | 총 컨테이너처리 실적 당 CO2배출량 | 해운 사고건수 |
| 지수 | 93.07 | 103.36 | 95.39 | 93.99 | 92.52 | 94.86 | 100.36 | 105.50 | 97.51 | 110.38 | 104.07 | 95.27 | 117.58 | 116.25 | 104.32 | |

- <표 7>을 살펴보면, <표 8>의 음영부분을 제외한 ‘안전성 항목·해운 항목’이 값들이 불일치함을 알 수 있음. 두 종합지수는 <표 9>와 같이 0.8만큼의 차이가 발생함

<표 7> 기능별 종합지수 매트릭스

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 합계 |
|----------|-------|------|------|------|-------|
| 이동 및 접근성 | 13.07 | 9.73 | 4.58 | 7.23 | 34.61 |
| 수송규모 | 7.25 | 5.46 | 3.27 | 3.70 | 19.68 |
| 녹색교통 | 5.84 | 3.25 | 2.96 | 2.54 | 14.59 |
| 안전성 | 17.15 | 7.21 | 5.68 | | 30.04 |
| 합 계 | | | | | 98.92 |

<표 8> 수단별 종합지수 매트릭스

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 합계 |
|----------|-------|------|------|-------|-------|
| 이동 및 접근성 | 13.07 | 9.73 | 4.58 | 10.01 | 37.38 |
| 수송규모 | 7.25 | 5.46 | 3.27 | 5.13 | 21.10 |
| 녹색교통 | 5.84 | 3.25 | 2.96 | 3.52 | 15.57 |
| 안전성 | 14.66 | 6.16 | 4.86 | | 25.67 |
| 합 계 | | | | | 99.72 |

<표 9> 기능별 지수와 수단별 지수 간의 차이

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 | 합계 |
|----------|------|------|------|-------|--------|
| 이동 및 접근성 | 0 | 0 | 0 | -2.78 | -2.78 |
| 수송규모 | 0 | 0 | 0 | -1.42 | -1.42 |
| 녹색교통 | 0 | 0 | 0 | -0.98 | -0.98 |
| 안전성 | 2.50 | 1.05 | 0.83 | | 4.38 |
| 차 이 | | | | | - 0.80 |

- 이에 <표 9>에서 나타나듯이, 차이가 발생한 부분에 대한 보정을 위해, <표 10>과 같이 증감률을 계산하고, 증감률 만큼을 해당 지수에 곱해주면 <표 11>과 같이 기능별 종합지수와 수단별 종합지수가 일치함을 확인할 수 있음

<표 10> 기능별 지수 대비 수단별 지수의 증감률

| | 도로 | 철도 | 항공 | 해운 |
|----------|-------|-------|-------|-------|
| 이동 및 접근성 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.723 |
| 수송규모 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.723 |
| 녹색교통 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.723 |
| 안전성 | 1.170 | 1.170 | 1.170 | |

<표 11> 기능별·수단별 종합지수의 일치



| 기능별 국가교통물류경쟁력 종합지수 | | | | | | | | | | |
|--------------------|----------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|
| | 이동 및 접근성 | 순위 | 수송규모 | 순위 | 녹색교통 | 순위 | 안전성 | 순위 | 종합지수 | 순위 |
| 대한민국 | 97.8 | 22.0 | 104.0 | 7.0 | 99.7 | 21.0 | 96.8 | 26.0 | 98.9 | 21.0 |
| 수단별 국가교통물류경쟁력 종합지수 | | | | | | | | | | |
| | 도로 | 순위 | 철도 | 순위 | 항공 | 순위 | 해운 | 순위 | 종합지수 | 순위 |
| 대한민국 | 97.8 | 22.0 | 104.0 | 7.0 | 99.7 | 21.0 | 96.8 | 1.0 | 98.9 | 21.0 |

<표 12> 수단별 국가교통물류경쟁력 종합지수

| 지수 | 도로 | 순위 | 철도 | 순위 | 항공 | 순위 | 해운 | 순위 | 종합지수 | 순위 |
|-------|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|
| 대한민국 | 95.4 | 30 | 97.0 | 24 | 100.4 | 15 | 114.5 | 1 | 98.9 | 21 |
| 일본 | 98.5 | 23 | 99.1 | 21 | 104.8 | 3 | 104.2 | 10 | 100.6 | 14 |
| 이스라엘 | 101.0 | 16 | 93.0 | 29 | 98.4 | 27 | 96.6 | 23 | 98.5 | 24 |
| 터키 | 83.5 | 34 | 94.4 | 27 | 102.1 | 10 | 95.3 | 26 | 91.1 | 33 |
| 호주 | 100.4 | 18 | 94.2 | 28 | 101.8 | 11 | 97.4 | 18 | 99.5 | 19 |
| 뉴질랜드 | 105.5 | 4 | 99.6 | 18 | 102.8 | 8 | 99.0 | 15 | 101.8 | 11 |
| 아이슬란드 | 103.1 | 9 | 0.0 | 34 | 98.1 | 28 | 94.9 | 27 | 100.0 | 15 |
| 노르웨이 | 102.0 | 12 | 98.0 | 22 | 98.6 | 24 | 80.2 | 32 | 98.3 | 25 |
| 덴마크 | 96.9 | 25 | 97.7 | 23 | 104.3 | 5 | 96.3 | 25 | 98.7 | 22 |
| 핀란드 | 100.3 | 20 | 101.4 | 11 | 98.8 | 22 | 92.2 | 31 | 99.6 | 18 |
| 에스토니아 | 112.3 | 1 | 100.0 | 16 | 98.4 | 26 | 94.4 | 28 | 104.1 | 6 |
| 아일랜드 | 100.0 | 21 | 91.8 | 32 | 101.3 | 13 | 92.8 | 30 | 97.5 | 27 |
| 영국 | 102.5 | 11 | 100.0 | 17 | 100.6 | 14 | 105.9 | 8 | 102.1 | 10 |
| 네덜란드 | 103.5 | 6 | 100.7 | 14 | 105.8 | 2 | 107.1 | 5 | 103.7 | 8 |
| 벨기에 | 92.8 | 31 | 100.7 | 13 | 102.6 | 9 | 106.4 | 7 | 97.9 | 26 |
| 룩셈부르크 | 111.5 | 2 | 106.1 | 5 | 103.1 | 7 | 0.0 | 33 | 108.4 | 1 |
| 프랑스 | 104.5 | 5 | 103.2 | 8 | 103.4 | 6 | 105.1 | 9 | 104.0 | 7 |
| 스위스 | 111.1 | 3 | 105.7 | 6 | 104.5 | 4 | 96.3 | 24 | 108.3 | 2 |
| 독일 | 103.4 | 7 | 108.4 | 3 | 106.2 | 1 | 107.5 | 4 | 105.8 | 3 |
| 오스트리아 | 100.5 | 17 | 106.1 | 4 | 101.7 | 12 | 96.8 | 21 | 102.3 | 9 |
| 폴란드 | 98.1 | 24 | 102.9 | 9 | 98.9 | 21 | 96.6 | 22 | 99.6 | 17 |
| 체코 | 103.3 | 8 | 110.8 | 1 | 99.8 | 16 | 110.8 | 2 | 105.6 | 4 |
| 슬로바키아 | 95.9 | 27 | 101.0 | 12 | 87.2 | 34 | 0.0 | 33 | 95.9 | 31 |
| 헝가리 | 100.4 | 19 | 99.4 | 20 | 95.7 | 33 | 98.1 | 17 | 99.2 | 20 |
| 슬로베니아 | 96.8 | 26 | 104.2 | 7 | 97.1 | 29 | 93.9 | 29 | 98.6 | 23 |
| 포르투갈 | 95.9 | 28 | 95.6 | 26 | 99.3 | 18 | 99.1 | 14 | 97.1 | 29 |
| 스페인 | 101.6 | 14 | 96.2 | 25 | 98.9 | 20 | 101.5 | 11 | 99.8 | 16 |
| 이탈리아 | 101.6 | 15 | 100.3 | 15 | 96.6 | 31 | 106.9 | 6 | 101.3 | 13 |
| 그리스 | 99.2 | 22 | 91.9 | 31 | 96.7 | 30 | 97.1 | 19 | 96.6 | 30 |
| 캐나다 | 95.6 | 29 | 99.5 | 19 | 96.0 | 32 | 99.7 | 12 | 97.3 | 28 |
| 미국 | 102.0 | 13 | 109.1 | 2 | 99.4 | 17 | 110.0 | 3 | 104.7 | 5 |
| 멕시코 | 87.2 | 32 | 92.2 | 30 | 98.6 | 23 | 98.5 | 16 | 90.9 | 34 |
| 칠레 | 86.4 | 33 | 91.2 | 33 | 99.2 | 19 | 96.9 | 20 | 92.2 | 32 |
| 스웨덴 | 102.8 | 10 | 102.3 | 10 | 98.5 | 25 | 99.4 | 13 | 101.7 | 12 |

3. 국가교통물류경쟁력지수 조사표

| 국가교통물류경쟁력지수 조사연구를 위한 전문가 설문조사 | ID | | | |
|---|----|--|--|--|
| <p>안녕하십니까?</p> <p>저희는 한국교통연구원으로부터 「국가교통물류경쟁력지수」 조사연구를 위한 전문가 설문조사 진행을 의뢰 받은 조사전문기관 (주)메트릭스입니다.</p> <p>최근 세계화로 인해 국가 간 경쟁이 심화됨에 따라 IMD(International Institute for Management Development)와 WEF(World Economy Forum) 등과 같은 국제기구에서는 국가경쟁력을 나타낼 수 있는 지수를 발표하고 있습니다. IMD에서 정의하는 국가경쟁력이란 기업하기 좋은 환경을 조성하여 경제성장 및 삶의 질을 제고시키는 국가의 능력을 의미하며, 이를 나타낼 수 있는 지수를 산정하기 위한 요소 중 하나로 교통·물류분야를 포함하고 있습니다. 하지만, 위의 지수는 국가간 교통·물류 분야에 특화된 객관적 지표보다는 설문조사에 의한 주관적인 지표가 더 많이 포함되어 있습니다. 이미 정부에서는 『국가통합교통체계효율화법』 제10조 및 제11조를 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지수를 개발하고 이를 정기적으로 조사평가할 것을 명시하였습니다. 이에 한국교통연구원 국가교통DB센터에서는 국가교통조사사업을 통해 국가교통물류경쟁력을 나타낼 수 있는 지표 개발 및 지수를 산정하여 현 대한민국의 국가교통물류경쟁력 지수를 다른 나라들과 비교 및 진단해보고자 합니다. 본 조사는 교통·물류관련 전문가(공무원, 교수, 연구원 등)를 대상으로 기 선정된 국가교통물류경쟁력을 나타내는 지표들간 가중치 산정을 위해 ‘AHP(Analytic Hierarchy Process)기법’을 이용한 조사이며, 조사 결과는 보다 객관적인 국가교통물류경쟁력 지수 산정을 위해 사용될 예정입니다. 설문제 적극 협조하여 주시기 바랍니다.</p> <p>본 연구에 협조해주셔서 다시 한 번 감사드립니다.</p> <p style="text-align: right;">2015년 6월</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>※ 본 조사연구는 향후 공청회 및 언론보도가 아래와 같이 예정되어 있습니다</p> <p>▶ 공청회 일정 : 6월 30일(예정), 언론보도 일정 : 6월 29일(예정)</p> </div> | | | | |

| | | |
|--------|--|---|
| 주관기관 |  한국교통연구원 THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE | ☞ 담당자 : 김 홍 건 차장, 고 진 회 대리 |
| 조사대행기관 |  MetriX www.metrix.co.kr | ☞ 문의처 : (02) 6244-0783, (02) 6244-0788 ☞ 회신처 : Fax. (02) 6670-0999 E-mail. jhko@metirx.co.kr |

□ 일반현황

문1. 귀하께서 소속되어 있는 소속단체는 다음 중 어디에 해당되니까?

- ① 중앙부처 ② 대학 ③ 연구기관 ④ 기타()

문2. 귀하의 주 연구분야 하나를 선택하여 주십시오.

- ① 도로 ② 철도 ③ 물류 ④ 항공 ⑤ 해운 ⑥ 기타()

문3. 귀하께서는 현재 ‘문2.’의 담당 업무를 맡으신지 얼마나 되셨습니까?

- ① 1년 이내 ② 1년 ~ 3년 이내 ③ 3년 ~ 5년 이내 ④ 5년 ~ 7년 이내 ⑤ 7년 이상

- 본 설문에서는 국가교통물류경쟁력 지표를 선정하기 위한 평가 지표를 [표 1]과 같이 구성하여 지표 간 우선순위를 조사하고자 합니다. 평가 지표는 KOSIS, OECD UIC, IATA, IHS, UNCTAD, IRTAD 등을 참고하였고, 『4개 평가분야』와 『분야별 16개 평가지표』로 구성되어 있습니다. 내용은 아래와 같습니다.

문4부터 문10의 설문문항은 반드시 <<작성방법>>을 참고하시어 작성을 부탁드립니다.

[표 1] 국가교통물류경쟁력 선정 지표(최종)

| 분야 (4개) | | 분야별 평가지표 | | 출처 |
|---------|----------|----------|---|------------------------------|
| ① | 이동 및 접근성 | 도로 | 국토계수 당 유효도로연장 (단위:km/국토계수) | KOSIS, UIC, IATA, UNCTAD, WB |
| | | 철도 | 국토계수 당 유효철도연장 (단위:km/국토계수) | |
| | | 항공 | 공항 수 당 운항횟수 (단위:회/개) | |
| | | 해운 | 해운 물류접근성지수(Liner Shipping Connectivity Index)4) | |
| ② | 수송규모 | 도로 | 국토계수 당 여객·화물수송실적(단위:톤-km/국토계수)5) | OECD, WB, IATA, IHS |
| | | 철도 | 국토계수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/국토계수) | |
| | | 항공 | 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 (단위:톤-km/회) | |
| | | 해운 | 컨테이너처리실적 (단위: 천TEU) | |
| ③ | 녹색 교통 | 도로 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | OECD, IEA |
| | | 철도 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | |
| | | 항공 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤-km) | |
| | | 해운 | 총 수송량 당 CO2배출량 (단위:CO2/톤) | |
| ④ | 안전성 | 도로 | 차량 총주행거리 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/백만대-km) | IRTAD, OECD, IHS, ICAO |
| | | 철도 | 인구만명 당 교통사고 사망자 수 (단위:인/만명) | |
| | | 항공 | 항공 사고건수 (단위:건) | |
| | | 해운 | 해운 교통사고건수 (단위:건) | |

** 1) 국토계수 : 일본 Fusita교수가 제안한 이론으로 국토면적과 인구를 동시에 고려 가능

국토계수 수식 = $\sqrt{\text{인구} \times \text{국토면적}}$

2) 수송실적 100인·km→ 1톤·km로 환산하여 '여객+ 화물'수송실적을 계산함

3) LSCI(Logistic Shipping Connectivity Index)는 국제 해상운송 네트워크가 얼마나 잘 연결되어 있는지를 나타내는 지수임. UNCTAD의 UN 컨퍼런스에 의해 산정되며, 선박의 수, 컨테이너 적재능력, 선박크기, 운항횟수, 항구에 화물선 배치가능한 회사의 수의 5가지 요소를 기반으로 생산됨

4) 유효도로연장: 국가별 '도로등급별 제한속도 자료'를 이용하여 가중치를 산정함

- 유효도로연장 = 지방도×1 + 국도×1.8 + 고속도로×2.4

5) 유효 철도연장은 수송능력에 근거하여, 각 연장의 가중치를 고려한 지표로 한국교통연구원(2004)은 '비전철 1, 전철 1.25, 고속철도 4'로 분석함

- 유효철도연장 = 비전철×1 + 전철×1.25 + 고속철도×4

작성방법

▶ 다음은 지표 간의 우선순위를 평가하는 방법을 제시한 것입니다. 아래 표 각 행의 오른쪽과 왼쪽에 평가 지표가 나열되어 있습니다. 설문방식은 오른쪽과 왼쪽에 제시된 2개의 우선순위를 비교하여 체크하는 방식입니다

▶ 예를 들어, 1번째 행에서 '①이동 및 접근성' 과 '②수송규모' 의 지표 중요도가 같거나 동일하다면 "항목 간 중요도 같다 ①"에 √를 표시합니다.

▶ 다음으로 2번째 행에서 왼쪽 '①이동 및 접근성' 이 오른쪽 '③녹색교통' 지표에 비해 '매우 중요' 하면 "왼쪽 매우 중요 ⑦" 에 √를 표시합니다.

▶ 마지막으로 3번째 행에서 오른쪽 '④안전성' 이 왼쪽 '①이동 및 접근성' 지표에 비해 '중요' 하면 "오른쪽 중요 ③" 에 √를 표시합니다.

▶ 상기 내용처럼 응답을 표기하면 아래와 같습니다

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|---------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|----------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | — | | — | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| ① 이동 및 접근성 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | √① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ② 수송규모 |
| ① 이동 및 접근성 | √⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③ 녹색교통 |
| ① 이동 및 접근성 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | √③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④ 안전성 |

PART 1. 다음은 4개 평가분야에 대한 우선순위를 비교하기 위한 설문항목입니다.

문4. 다음은 국가교통물류경쟁력 선정지표의 4개 분야입니다. 4개 평가분야의 ‘국가교통물류경쟁력지표’ 중요도를 평가하기 위해 ①~⑦ 항목 간 우선순위를 비교하여 해당하는 칸에 체크(✓)하여 주시기 바랍니다.

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|---------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|----------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | ← | | → | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| ① 이동 및 접근성 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ② 수송규모 |
| ① 이동 및 접근성 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③ 녹색 교통 |
| ① 이동 및 접근성 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④ 안전성 |
| ② 수송규모 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③ 녹색 교통 |
| ② 수송규모 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④ 안전성 |
| ③ 녹색 교통 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④ 안전성 |

PART 2. 다음은 4개 분야별 16개 평가지표에 대한 우선순위를 비교하기 위한 설문항목입니다.

문5. 다음은 4개 평가분야 중 ‘이동 및 접근성’의 4개 평가지표입니다. 4개 평가지표 간 중요도 선정을 위해 지표 간 우선순위를 비교하여 해당하는 칸에 체크(✓)하여 주시기 바랍니다.

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|----------------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|----------------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | ← | | → | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| Ⅱ-1 국토계수 당 유효도로연장 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-2 국토계수 당 유효철도연장 |
| Ⅱ-1 국토계수 당 유효도로연장 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-3 공항 수 당 운항횟수 |
| Ⅱ-1 국토계수 당 유효도로연장 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-4 물류접근성지수 |
| Ⅱ-2 국토계수 당 유효철도연장 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-3 공항 수 당 운항횟수 |
| Ⅱ-2 국토계수 당 유효철도연장 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-4 물류접근성지수 |
| Ⅱ-3 공항 수 당 운항횟수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | Ⅱ-4 물류접근성지수 |

문6. 다음은 4개 평가분야 중 ‘수송규모’ 의 4개 평가지표입니다. 4개 평가지표 간 중요도 선정을 위해 지표 간 우선순위를 비교하여 해당하는 칸에 체크(✓)하여 주시기 바랍니다.

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|---------------------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|----------------------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | ← | | → | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| ②-1 국토계수 당 도로여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-2 국토계수 당 철도여객·화물수송실적 |
| ②-1 국토계수 당 도로여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-3 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 |
| ②-1 국토계수 당 도로여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-4 선박 보유대수 당 여객·화물수송실적 |
| ②-2 국토계수 당 철도여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-3 운항횟수 당 여객·화물수송실적 |
| ②-2 국토계수 당 철도여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-4 컨테이너처리실적 |
| ②-3 항공운항횟수 당 여객·화물수송실적 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ②-4 컨테이너처리실적 |

문7. 다음은 4개 평가분야 중 ‘녹색교통’ 의 4개 평가지표입니다. 4개 평가지표 간 중요도 선정을 위해 지표 간 우선순위를 비교하여 해당하는 칸에 체크(✓)하여 주시기 바랍니다.

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|-------------------------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|-------------------------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | ← | | → | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| ③-1 총 수송량 당 도로부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-2 총 수송량 당 철도부문 CO2배출량 |
| ③-1 총 수송량 당 도로부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-3 총 수송량 당 항공부문 CO2배출량 |
| ③-1 총 수송량 당 도로부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-4 총 수송량 당 해운부문 CO2배출량 |
| ③-2 총 수송량 당 철도부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-3 총 수송량 당 항공부문 CO2배출량 |
| ③-2 총 수송량 당 철도부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-4 총 수송량 당 해운부문 CO2배출량 |
| ③-3 총 수송량 당 항공부문 CO2배출량 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ③-4 총 수송량 당 해운부문 CO2배출량 |

문8 다음은 4개 평가분야 중 ‘안전성’ 평가지표입니다. 4개 평가지표 간 중요도 선정을 위해 지표 간 우선 순위를 비교하여 해당하는 칸에 체크(✓)하여 주시기 바랍니다.

| 평가 분야 (왼쪽) | 왼쪽 분야가 ~ | | | | | | 항목간 중요도 같다 | 오른쪽 분야가 ~ | | | | | | 평가 분야 (오른쪽) |
|-----------------------------|----------|---|----|---|----------|---|------------------|-----------|----------|---|----|---|----------|-------------------------|
| | 매우 중요 | ← | 중요 | ← | 약간 중요 | ← | | → | 약간 중요 | → | 중요 | → | 매우 중요 | |
| ④-1 차량 총주행거리 당 도로교통사고 사망자 수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-2 인구만명 당 철도교통사고 사망자 수 |
| ④-1 차량 총주행거리 당 도로교통사고 사망자 수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-3 해운 교통사고건수 |
| ④-1 차량 총주행거리 당 도로교통사고 사망자 수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-4 항공 교통사고건수 |
| ④-2 인구만명 당 철도교통사고 사망자 수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-3 해운 교통사고건수 |
| ④-2 인구만명 당 철도교통사고 사망자 수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-4 항공 교통사고건수 |
| ④-3 해운 교통사고건수 | ⑦ | ⑥ | ⑤ | ④ | ③ | ② | ① | ② | ① | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ④-4 항공 교통사고건수 |

□ 설문에 협조해 주셔서 감사드립니다.

B. 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축 (국내 및 해외 가구지출 비용 계량화)

1. 국내사례(통계청 월별 가계소비지출)

- 표본집단을 대상으로 조사를 실시한 후 전수화하는 방식으로 직접 방문회수 및 전자가계부 기입
 - 모집단 : 인구주택총조사 결과¹⁾
 - 2005년 인구주택총조사의 아파트조사구와 보통조사구내 가구 및 가구를 조사모집단 (Survey Population)으로 설정
 - 인구주택총조사 10% 표본조사구에 신축아파트조사구(2005.11.1~2006.10.31)를 추가하여 27,011개 조사구를 표본틀로 사용
 - 표본집단 : 부적격가구를 제외한 약 9,000 표본가구를 최종 표본으로 사용
 - 조사주기 : 매월조사, 분기공표
 - 모집단 특성 항목

<표 13> 모집단 특성항목표

| 분 류 | 특 성 항 목 |
|----------|--|
| 주택사항(4개) | - 주택유형 (중소형아파트, 대형아파트, 단독주택, 연립·다세대) |
| 가구사항(5개) | - 농림어가 (비농림어가, 농림어가) - 주택점유 형태 (자가, 전세, 월세) |
| 인구사항(9개) | - 성별 (남자, 여자) - 15세이상 연령그룹별 (15-19세, 20-29세, 30-59세, 60세 이상) - 교육정도 (중졸이하, 고졸, 대졸이상) |
| 경황사항(6개) | - 경황상태 (취업자, 실업자, 비경인구) - 산업별 취업자(농림어업, 광공업, 서비스업) |

자료 : 통계청

1) 가장 최근 실시된 인구주택총조사는 2005년에 실시되었으며 다음 조사는 2010년 11월에 시행될 예정임

○ 표본설계 방식

- 기초자료의 집계
 - 2005년 인구주택총조사 표본조사구에서 조사구별로 모집단 특성에 대해 기초자료 집계
- 특성항목의 선정
 - 추출된 표본과 모집단의 구조를 비교하기 위해 특성항목 사용
- 표본조사구 명부 작성
 - 어떤 특성에 치우친 표본이 추출된 가능성을 줄이기 위해 각 지역별로 분류기준에 따라 조사구 명부 정렬
- 표본조사구 추출
 - 각 층별 표본규모만큼 확률비례추출방법(Proportionate Probability Sampling)에 의해 표본조사구 추출
- 표본조사구내 구역설정 및 표본가구 선정
 - 2005년 인구주택총조사 조사구역도 및 가구명부를 현지 확인하여 재정비 후 구역설정
- 표본조사구 번호 부여
- 표본규모
 - 999개 조사구에서 부적격가구를 제외한 약 9,000가구 설정
 - 연동표본을 위해 9배수 규모와 지역별 최소조사구 50개를 유지하면서 기존 추정값의 상대표준오차(CV)를 고려하여 표본규모를 결정함. 안정적인 시계열을 볼 수 있는 근로자가구의 소비지출항목에 대한 목표CV를 서울과 경기도는 3%내외, 광역시는 5%내외, 각 도(道)는 7%내외로 설정하여 산정
- 가구 교통비용 산정 세부항목 및 분류표

<표 14> 가구 교통비용 산정 세부항목 및 분류표표

| | | |
|----|-----------------|---------------------------------------|
| 교통 | - 자동차 구입 | · 신차구입 · 중고차 구입 |
| | - 기타 운송 기구 구입 | · 오토바이 · 자전거 등 |
| | - 운송 기구 유지 및 수리 | · 부품 및 관련용품 · 유지 및 수리비 |
| | - 운송 기구 연료비 | · 휘발유 · 경유 · LPG · 기타연료 |
| | - 기타 개인 교통 서비스 | · 운전교습비 · 주차료 · 통행료 · 기타개인교통 |
| | - 철도 운송 | · 기차 · 지하철 |
| | - 육상 운송 | · 시내버스 · 시외버스 · 택시 |
| | - 기타 운송 | · 항공요금 · 교통카드 이용 · 기타여객서비스 |
| | - 기타 교통 관련 서비스 | · 화물운송 및 보관 |

자료 : 통계청

2. 해외사례

가. 미국

- 미국은 노동통계국에서 매년 개인비용을 산정하여 발표하고 있음
- 조사대상 및 범위 : 전국에 거주하는 가구(2만 6천 가구)
 - The Interview Survey(면접조사) : 1만 4천 가구
 - The Diary Survey(가계부장에 의한 자계식) : 1만 2천 가구
- 조사방법
 - 우리나라 통계청의 경우와 마찬가지로 표본집단을 대상으로 조사를 실시한 후 전수화하는 방식으로 2주에 걸쳐 진행됨
 - The Interview Survey(면접조사)
 - 규모가 큰 소비에 대한 조사(재산, 차량 구입 및 정기적으로 지출하는 세금, 보험료 납입 등)
 - 3개월마다 한 번씩 인터뷰가 진행되며, 숙련된 조사원이 70분 동안 인터뷰를 진행하고 응답표를 작성함
 - 차량 구입, 연료비 등 대부분의 교통비용 항목이 인터뷰 방식으로 조사되어짐
 - The Diary Survey(가계부장에 의한 자계식) : 일주일 동안 가계의 규모가 작은 소비(식료품, 의류, 생활용품, 교통비용 등)를 조사
- 조사시기 및 발표 : 매년
 - 2005년에 개정된 소비자지출 조사체계에 따라 산정
- 조사표
 - 미국의 개인비용 소비 조사표는 우리나라 통계청의 도시가계조사 조사표와 비슷하며, 가계의 지출내역을 무작위로 기입하는 방식
 - 일주일 동안 작성할 수 있는 조사시트가 주어져며, 조사항목은 크게 4부분으로 분류됨
 - Food and Drinks Away from Home
 - Food and Drinks for Home Consumption
 - Clothing, Shoes, Jewelry, and Accessories

- All Other Products, Services, and Expenses(교통부문 포함)
- 교통부문 세부 조사항목
 - Vehicle purchases(net outlay)
 - 차량을 구입하는데 드는 순 경비를 의미하며, 수입차뿐만이 아니라 이륜자동차, 캠핑카, 트레일러, 개인 경비행기 등 개인이 구입한 모든 교통차량이 포함됨
 - Gasoline and motor oil
 - 휘발유뿐만 아니라 디젤 등 차량을 운영하는데 필요한 모든 연료비 포함
 - Other vehicle expenses
 - 차량 보험 및 임대, 면허 등 관련 비용 포함
 - Public transportation
 - 대중교통, 버스, 택시, 통학차량, 철도 및 지하철 이용과 관련된 모든 요금 포함

<표 15> 미국 교통부문 세부 조사항목표

| Transportation | | |
|------------------------|--------------------------------|--|
| Vehicle Purchase | Cars and trucks, new | <ul style="list-style-type: none"> · Cars · Trucks |
| | Cars and trucks, used | <ul style="list-style-type: none"> · Cars · Trucks |
| | Other vehicles | <ul style="list-style-type: none"> · New motorcycles · New aircraft · Used motorcycles · Used aircraft |
| Gasoline and motor oil | Gasoline | |
| | Diesel fuel | |
| | Gasoline on out-of-town trips | |
| | Gasohol | |
| | Motor oil | |
| | Motor oil on out-of-town trips | |

<표 15> 미국 교통부문 세부 조사항목표 (계속)

| Transportation | | |
|-----------------------|---|---|
| Other vehicle expense | Vehicle finance charge | <ul style="list-style-type: none"> • Automobiles • Trucks • Motorcycles and planes • Other vehicle finance charges |
| | Maintenance and repairs | <ul style="list-style-type: none"> • Coolant, additives, brake, transmission fluids • Tires-Purchased, replaced, installed • Parts/equipment, /accessories • Vehicle audio equipment • Vehicle products and cleaning services • Vehicle video equipment • Misc. auto repair/servicing • Body work and painting • Clutch, transmission repair • Drive shaft and rear-end repair • Brake work, including adjustments • Repair to steering or front-end • Cooling system repair • Motor tune-up • Lube, oil change, and oil filters • Front end alignment, wheel balance • Shock absorber replacement • Gas tank repair, replacement • Repair tires and other repair work • Vehicle air conditioning repair • Exhaust system repair • Electrical system repair • Motor repair/replacement • Auto repair service policy |
| | Vehicle insurance | |
| | Vehicle rental, licenses, other charges | <ul style="list-style-type: none"> • Leased and licenses, other charges • Vehicle registration state • Vehicle registration local • Driver's license • Vehicle inspection • Parking fees • Tolls or electronic toll passes • Tolls on out-of-town trips • Towing charges • Global positioning services • Automobile service clubs |

<표 15> 미국 교통부문 세부 조사항목표 (계속)

| Transportation | |
|-----------------------|---|
| Public transportation | Airline fares |
| | Intercity bus fares |
| | Intercity mass transit fares |
| | Local transportation, out-of-town trips |
| | Taxi fares and limousine service on trips |
| | Taxi fares and limousine service |
| | Intercity train fares |
| | Ship fares |
| | School bus |

자료: U.S Bureau of labor statistics

○ 조사결과의 예

| Item | All consumer units | One person | Two or more persons | | | | |
|---|--------------------------|---------------|---------------------|----------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| | | | Total | Two persons | Three persons | Four persons | Five or more persons |
| Number of consumer units (in thousands) | 117,356 | 34,339 | 83,017 | 37,489 | 18,451 | 15,807 | 11,270 |
| Consumer unit characteristics: | | | | | | | |
| Income before taxes | \$58,712 | \$30,290 | \$70,468 | \$62,195 | \$74,069 | \$78,183 | \$81,275 |
| Age of reference person | 48.6 | 52.8 | 46.9 | 52.8 | 43.6 | 40.9 | 40.9 |
| Average number in consumer unit: | | | | | | | |
| Persons | 2.5 | 1.0 | 3.1 | 2.0 | 3.0 | 4.0 | 5.7 |
| Children under 18 | .6 | n.a. | .9 | .1 | .8 | 1.6 | 2.8 |
| Persons 65 and over | .3 | .3 | .3 | .5 | .2 | .1 | .1 |
| Earners | 1.3 | .6 | 1.6 | 1.3 | 1.8 | 2.0 | 2.2 |
| Vehicles | 2.0 | 1.1 | 2.3 | 2.2 | 2.4 | 2.5 | 2.5 |
| Percent homeowner | 67 | 53 | 73 | 75 | 70 | 74 | 73 |
| Average annual expenditures | \$46,409 | \$26,773 | \$54,483 | \$48,492 | \$55,096 | \$62,215 | \$62,618 |
| Food | 5,931 | 3,073 | 7,085 | 5,851 | 7,088 | 8,622 | 9,078 |
| Food at home | 3,297 | 1,638 | 3,965 | 3,142 | 3,925 | 4,846 | 5,583 |
| Cereals and bakery products | 445 | 227 | 533 | 411 | 513 | 666 | 793 |
| Meats, poultry, fish, and eggs | 764 | 332 | 938 | 738 | 941 | 1,140 | 1,332 |
| Dairy products | 378 | 193 | 453 | 350 | 448 | 556 | 668 |
| Fruits and vegetables | 552 | 290 | 657 | 543 | 645 | 780 | 889 |
| Other food at home | 1,158 | 597 | 1,384 | 1,100 | 1,378 | 1,704 | 1,901 |
| Food away from home | 2,634 | 1,435 | 3,120 | 2,709 | 3,163 | 3,776 | 3,495 |
| Alcoholic beverages | 426 | 327 | 466 | 507 | 485 | 412 | 377 |
| Housing | 15,167 | 9,835 | 17,366 | 15,273 | 17,466 | 20,076 | 20,342 |
| Shelter | 8,805 | 6,179 | 9,891 | 8,704 | 10,006 | 11,333 | 11,626 |
| Owned dwellings | 5,958 | 3,055 | 7,159 | 6,052 | 7,086 | 8,702 | 8,795 |
| Rented dwellings | 2,345 | 2,889 | 2,120 | 1,966 | 2,341 | 2,066 | 2,344 |
| Other lodging | 502 | 235 | 612 | 686 | 579 | 566 | 487 |
| Utilities, fuels, and public services | 3,183 | 2,024 | 3,663 | 3,270 | 3,725 | 4,059 | 4,313 |
| Household operations | 801 | 383 | 973 | 675 | 1,064 | 1,434 | 1,169 |
| Housekeeping supplies | 611 | 321 | 728 | 673 | 682 | 843 | 824 |
| Household furnishings and equipment | 1,767 | 928 | 2,111 | 1,951 | 1,988 | 2,406 | 2,410 |
| Apparel and services | 1,886 | 980 | 2,253 | 1,657 | 2,441 | 2,850 | 3,123 |
| Transportation | 8,344 | 4,030 | 10,128 | 9,124 | 10,438 | 11,553 | 10,963 |
| Vehicle purchases (net outlay) | 3,544 | 1,395 | 4,433 | 4,043 | 4,639 | 5,044 | 4,536 |
| Gasoline and motor oil | 2,013 | 1,032 | 2,419 | 2,043 | 2,524 | 2,802 | 2,964 |
| Other vehicle expenses | 2,339 | 1,336 | 2,753 | 2,489 | 2,796 | 3,160 | 2,992 |
| Public transportation | 448 | 267 | 523 | 549 | 479 | 548 | 471 |
| Healthcare | 2,664 | 1,750 | 3,042 | 3,359 | 2,815 | 2,786 | 2,718 |
| Entertainment | 2,388 | 1,335 | 2,822 | 2,622 | 2,615 | 3,152 | 3,364 |
| Personal care products and services | 541 | 328 | 628 | 583 | 626 | 732 | 631 |
| Reading | 126 | 103 | 136 | 149 | 123 | 136 | 117 |
| Education | 940 | 500 | 1,122 | 766 | 1,265 | 1,491 | 1,559 |
| Tobacco products and smoking supplies | 319 | 227 | 357 | 338 | 391 | 361 | 361 |
| Miscellaneous | 808 | 563 | 909 | 947 | 852 | 887 | 908 |
| Cash contributions | 1,663 | 1,313 | 1,808 | 1,900 | 1,683 | 1,648 | 1,932 |
| Personal insurance and pensions | 5,204 | 2,409 | 6,360 | 5,418 | 6,809 | 7,510 | 7,145 |
| Life and other personal insurance | 381 | 162 | 472 | 407 | 452 | 515 | 657 |
| Pensions and Social Security | 4,823 | 2,247 | 5,888 | 5,010 | 6,358 | 6,995 | 6,488 |

자료: U.S Bureau of labor statistics

나. 영국

- 영국은 National Statistics(영국통계청)에서 2001년도부터 매년 Family Expenditure Survey (가계소비지출조사)를 통해 개인비용을 산정하여 발표하고 있음
 - Family Expenditure와 National Food Surveys(FES and NFS)의 조사를 2001년부터 통합하여 진행
- 조사대상(2008년 기준)
 - 전국에 거주하는 가구(1만 1,484가구)
 - 회수율 : 51%(약 5천가구 이상)
- 조사방법 : 2주일 동안 1:1 면접방식 및 가계부에 의한 자계식
- 조사시기 및 발표 : 매년
- 조사체계 : COICOP(Classification of Individual CONsumption by purpose)
 - COICOP란 가계소비지출조사를 위해 국제적으로 통용되는 항목체계이며, 유럽연합이 가계 예산을 파악하기 위한 도구로 사용하고 있음
 - 우리나라 통계청도 2009년부터 COICOP 방식을 도입하여 가계소비지출 규모를 제공하고 있음
 - 영국 가계소비지출조사 항목(COICOP)
 - Food & non-alcoholic drinks
 - Alcoholic drinks, tobacco & narcotics
 - Clothing & footwear
 - Housing(net), fuel & power
 - Household goods & services
 - Health
 - Transport
 - Communication
 - Recreation & culture
 - Education
 - Restaurants & hotels
 - Miscellaneous goods & services

<표 16 > 영국 교통부문 세부 조사항목표

| | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| Purchase of vehicles | Purchase of new cars and vans | <ul style="list-style-type: none"> • Outright purchases • Loan/Hire Purchase of new car/van |
| | Purchase of second hand cars or vans | <ul style="list-style-type: none"> • Outright purchases • Loan/Hire Purchase of new car/van |
| | Purchase of motorcycles | <ul style="list-style-type: none"> • Outright purchases of new or second hand motorcycles • Loan/Hire Purchase of new or second hand motorcycles • Purchase of bicycles and other vehicles |
| Operation of personal transport | Spares and accessories | <ul style="list-style-type: none"> • car/van accessories and fittings • Car/van spare parts • Motorcycle accessories and spare parts • Bicycle accessories, repairs and other costs |
| | Petrol, diesel and other motor oils | <ul style="list-style-type: none"> • Petrol • Diesel oil • Other mothers oils |
| | Repairs and servicing | <ul style="list-style-type: none"> • Car or van repairs, servicing and other work • Motorcycle repairs and servicing |
| | Other motoring costs | <ul style="list-style-type: none"> • Motoring organization subscription (e.g. AA and RAC) • Garage rent, other costs (excluding fines), car washing etc. • Parking fees, tolls, and permits (excluding motoring fines) • Driving lessons • Anti-freeze, battery water, cleaning materials |
| Transport services | Rail and tube fares | <ul style="list-style-type: none"> • Season tickets • Other than season tickets |
| | Bus and coach fares | <ul style="list-style-type: none"> • Season tickets • Other than season tickets |
| | Combined fares | <ul style="list-style-type: none"> • Combined fares other than season tickets • Combined fares season tickets |
| | Other travel and transport | <ul style="list-style-type: none"> • Air fares (within UK) • Air fares (international) • School travel • Taxis and hired cars with drivers • Other personal travel and transport services • Hire of self-drive cars, vans, bicycles • Car leasing • Water travel, ferries and season tickets |

자료: 영국 통계청 (www.statistics.gov.uk)

- 활용
 - 소매물가지수 및 가구소비형태 파악
 - 국가계정에서의 가구소비지출 파악 및 평가
 - 중앙정부 및 지방정부의 정책적 활용
 - 대학교 및 연구기관에서의 활용
- 조사결과의 예

| £ Per week/percentage | | | | | | | | | |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| (i) Transport (COICOP categories) ¹ | 1997/98 | 1998/99 | 1999/00 | 2000/01 | 2001/02 | 2002/03 | 2003/04 | 2004/05 | 2005/06 |
| (a) Motoring and bicycle costs | | | | | | | | | |
| Purchase of vehicles | 20.20 | 23.90 | 23.00 | 23.20 | 25.80 | 26.60 | 28.10 | 25.10 | 23.90 |
| New cars and vans | 5.80 | 7.40 | 7.90 | 10.60 | 10.70 | 11.30 | 11.40 | 10.10 | 9.60 |
| Second-hand cars and vans | 13.40 | 15.90 | 14.30 | 11.80 | 14.40 | 14.50 | 16.00 | 14.10 | 14.00 |
| Motorcycles and scooters | 0.60 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.50 | 0.70 | 0.60 | 0.50 | .. |
| Other vehicles (mainly bicycles) | .. | .. | .. | .. | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.20 |
| Bicycle purchase | 0.40 | 0.20 | 0.30 | 0.20 | .. | .. | .. | .. | .. |
| Spares, accessories, repairs and servicing | 6.30 | 6.40 | 6.40 | 6.40 | 7.00 | 7.30 | 6.90 | 7.80 | 8.00 |
| Car or van | 5.90 | 6.10 | 6.20 | 6.00 | 6.80 | 6.90 | 6.60 | 7.50 | 7.70 |
| Motorcycle | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.20 | 0.20 | 0.10 | 0.20 |
| Bicycle | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.10 | 0.10 | 0.20 |
| Petrol, diesel and other motor oils: | 12.60 | 13.00 | 14.40 | 15.80 | 14.80 | 14.80 | 15.00 | 16.20 | 17.50 |
| Petrol | 11.30 | 11.50 | 12.80 | 14.00 | 12.70 | 12.70 | 12.40 | 13.40 | 14.30 |
| Diesel | 1.20 | 1.30 | 1.40 | 1.80 | 2.00 | 2.10 | 2.50 | 2.80 | 3.10 |
| Other motor oils | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 | 0.10 |
| Other motoring costs | 1.80 | 1.90 | 1.90 | 1.80 | 1.80 | 1.90 | 1.90 | 2.40 | 2.30 |
| All motoring and bicycle costs | 40.90 | 45.20 | 45.70 | 47.20 | 49.40 | 50.70 | 51.90 | 51.40 | 51.80 |
| (b) Transport services | | | | | | | | | |
| Rail and tube fares: | 1.40 | 1.90 | 1.80 | 2.00 | 1.90 | 1.80 | 1.90 | 2.00 | 2.10 |
| Season tickets | 0.40 | 0.70 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.70 | 0.70 | 0.70 |
| Other tickets | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.40 | 1.30 | 1.20 | 1.20 | 1.30 | 1.40 |
| Bus and coach fares: | 1.30 | 1.30 | 1.40 | 1.40 | 1.50 | 1.40 | 1.40 | 1.50 | 1.50 |
| Season tickets | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.30 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| Other tickets | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 | 1.10 |
| Combined tickets | 0.60 | 0.70 | 0.90 | 0.90 | 1.00 | 0.80 | 0.70 | 0.80 | 1.00 |
| Season tickets | 0.40 | 0.60 | 0.70 | 0.70 | 0.80 | 0.60 | 0.50 | 0.60 | 0.80 |
| Other tickets | 0.10 | 0.10 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.10 | 0.20 | 0.20 |
| Air and other travel and transport: | 3.80 | 3.70 | 4.00 | 4.30 | 4.10 | 4.50 | 4.80 | 3.80 | 5.40 |
| Air fares ² | 1.30 | 1.00 | 1.00 | 1.30 | 1.20 | 1.50 | 1.90 | 1.00 | 2.50 |
| Other transport and travel | 2.60 | 2.70 | 3.00 | 3.00 | 2.90 | 3.00 | 2.80 | 2.90 | 2.90 |
| All transport services | 7.10 | 7.60 | 8.10 | 8.60 | 8.40 | 8.50 | 8.80 | 8.10 | 9.90 |
| All transport (excluding motor vehicle insurance and taxation and boat purchase and repairs - see below) | 48.00 | 52.70 | 53.80 | 55.90 | 57.80 | 59.20 | 60.70 | 59.60 | 61.70 |
| All household expenditure | 328.80 | 352.20 | 359.40 | 385.70 | 398.30 | 406.20 | 418.10 | 434.40 | 443.40 |
| Percentage of household expenditure on transport | 14.6 | 15.0 | 15.0 | 14.5 | 14.5 | 14.6 | 14.5 | 13.7 | 13.9 |
| (ii) Old FES categories | | | | | | | | | |
| Included under transport and travel but excluded above: | | | | | | | | | |
| Motor vehicle insurance and taxation | 6.30 | 7.00 | 7.30 | 8.20 | 9.20 | 11.00 | 10.40 | 11.00 | 11.60 |
| Vehicle taxation | 2.20 | 2.40 | 2.40 | 2.50 | 2.40 | 2.40 | 2.50 | 2.60 | .. |
| Vehicle insurance | 4.10 | 4.50 | 4.90 | 5.70 | 6.80 | 8.60 | 7.90 | 8.40 | 7.40 |
| Boat purchase and repairs | 0.50 | 0.30 | 0.60 | 0.50 | 0.40 | 0.60 | 0.30 | 0.40 | 0.50 |
| Other costs not included | .. | .. | .. | .. | 0.60 | 0.60 | 0.50 | 1.10 | 1.00 |
| Key transport expenditure totals: | | | | | | | | | |
| Motoring costs | 46.60 | 51.80 | 52.60 | 55.10 | 58.50 | 61.70 | 62.40 | 62.60 | 63.80 |
| Fares and other travel costs | 8.10 | 8.30 | 9.20 | 9.50 | 9.50 | 9.70 | 9.60 | 9.50 | 11.10 |
| All transport and travel | 54.80 | 60.00 | 61.70 | 64.50 | 68.00 | 71.40 | 72.00 | 72.10 | 74.90 |
| Adjusted for general inflation: 2005/06 prices | | | | | | | | | |
| Motoring costs ³ | 57.50 | 61.00 | 61.00 | 62.10 | 64.30 | 67.10 | 66.00 | 64.30 | 63.80 |
| Fares and other travel costs | 10.50 | 9.80 | 10.60 | 10.70 | 10.40 | 10.60 | 10.20 | 9.70 | 11.10 |
| All transport and travel | 68.00 | 70.80 | 71.60 | 72.80 | 74.60 | 77.70 | 76.20 | 74.00 | 74.90 |

자료: 영국 통계청 (www.statistics.gov.uk)

C. 참고문헌

1. 국가교통물류경쟁력 조사 (거시지표)

가. 국내문헌

- 권오진 외 2인, "붓스트랩 기법을 이용한 화물의 장단기 신뢰구간 예측", 한국데이터정보과학학회지, 2010, 21(3), 493-502.
- 김동준 외 3인, "세계주요도시의 대중교통 경쟁력 비교", 대한교통학회지 제4권 제4호, 2006년 6월.
- 김자인, "지역 간 고령자 이동과 정책 방향에 관한 연구", 한양대 석사학위논문, 2011.
- 박웅원 외 2인, "도로교통부문에서 주행거리를 이용한 CO2 배출량 불확도 산정에 관한 연구: 승용차를 중심으로", 대한교통학회지, Vol32, No6, pp.694-702, December 2014.
- 박천건 외 2인, "주행거리를 이용한 연료소비량 산정방법: 몬테카를로 기법 중심으로", 한국데이터정보과학학회지, 2012, 23(2), 247-256.
- 설재훈, 신희철, 『국가경쟁력 강화를 위한 신 교통정책 구상』, 한국교통연구원, 2007.
- 설재훈 외 3인, 『도로교통 부문의 국가경쟁력 강화방안』, 한국교통연구원, 연구총서 2005-03.
- 에너지경제연구원, 에너지 통계연보, 2014.
- 이재민, 신희철, "SOC스톡의 국제비교와 목표 스톡 및 투자규모 산정", 대한교통학회지 제23권 제2호, 2005년 4월.
- 이재훈, "한국의 녹색교통 경쟁력 국제 비교", 교통연구, 2009.
- 최정민, 조종석, 박상준, 『교통부문 녹색성장 평가지표 개발 및 DB구축 방안』, 한국교통연구원, 연구총서 2009-03.
- 한국항공진흥협회, 항공통계:세계편, 2014.
- 한상용, 서영욱, "OECD국가의 교통부문 녹색 경쟁력 비교 분석", 교통연구, 2011.

나. 해외문헌

- Efron, B and Tibshirani, R.J., *An Introduction to the Bootstrap*, 1993, Chapman & Hall.
- Eurostat, *Euro Transport in Figures*, 2014.
- ICAO, *Safety Report Final*, 2013.
- IEA, *CO₂ EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION*, 2014.
- IHS fairplay, *World Casualty Statistics*, 2013.
- IMD, *IMD World Competitiveness Yearbook*, 2014.
- IRF, *Road statistics*, 2014.
- OECD, *Road Safety Annual Report*, 2014.
- Satty, T. L., *Decision Making for Leaders*, Pittsburgh, PA: RWS Publications, 1995.
- UIC, *Highspeed Lines In the World*, 2014.
- World Economic Forum(WEF), *The Global Competitiveness Report*, 2014-2015.

다. 웹사이트

- EuroStat, <http://ec.europa.eu/eurostat/> (2015. 11. 30)
- OECD, <http://www.oecd.org/> (2015. 11. 30)
- UNCTAD, <http://unctadstat.unctad.org/wds/TableView/tableView.aspx?ReportId=13321/> (2015. 11. 30)
- World Bank, www.worldbank.org/ (2015. 11. 30)

2. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 I : 이동성)

가. 국내문헌

- 강영균·김장욱·이수일·이수범, 2011, “퍼지 및 신경망이론을 이용한 도시부 신호교차로 교통사고예측모형 개발”, 『한국도로학회지』, 제13권 제1호, pp.69-77.
- 교통개발연구원, 2002, “도시교통혼잡지표의 개발 및 활용방안(1단계)”, pp.14-26.
- 김상록·배운경·정진혁·김형진, 2011, “구조방정식모형을 활용한 단속류 시설의 교통사고 유형별 유발요인 분석”, 『대한교통학회지』, 제29권 제3호, pp.93-101.

- 김선웅, 박세진, 이영신.(2003), 생리신호를 이용한 운전자 피로감 평가 방법 개발, 한국자동차공학회 춘계학술대회논문집, pp.1208~1212.
- 김주희·이수범·김다희·홍지연, 2012, “고속도로 지정차로제 위반과 교통사고 심각도와의 관계분석”, 제30권 제3호, pp.119-127.
- 문승라·이영인, 2011, “계층 이항 로지스틱모형에 의한 고속도로 교통사고 심각도 분석”, 『한국도로학회지』, 제13권 제 4호, pp.199-209.
- 문승라·이영인·이수범, 2012, “고속도로 본선에서의 교통사고 예측모형 개발”, 『대한교통학회지』, 제30권 제2호, pp.101-116.
- 박민호, 2014, “고속도로 교통사고에 대한 기하구조의 영향(한계효과)에 관한 연구”, 『대한교통학회지』, 제32권 제1호, pp.73-81.
- 박병호·양정모·김준용, 2009, “사고위치별 로지스틱 회귀 교통사고 모형”, 『사고위치별 로지스틱 회귀 교통사고 모형』, 제11권 제2호, pp.17-25.
- 박상우.(2010), 화물자동차 운전자의 운행시간에 따른 사고위험도 분석, 한국도로학회지, 12(1), pp. 21~27.
- 박준태·최병부·이수범, 2010, “지방부 도로 고령 보행자 사고 특성분석연구”, 『대한교통학회지』, 제 28권 제5호, pp.155-162.
- 백승걸, 장현호, 강정규 (2005), 교통량과 통행길이를 고려한 고속도로 교통사고 예측연구, 대한교통학회지, 23(2), pp. 95-105.
- 서울시정개발연구원, 2003, “도로교통망의 이동성 분석지표 개발”, pp.18-39.
- 성홍모, 차동익, 김선웅, 박세진, 김철중, 윤영로.(2003), HRV 분석을 이용한 운전피로도에 관한 연구, Journal of biomedical engineering research, 24(1), pp.1~8.
- 손소영·신형원, 1998, “데이터마이닝을 이용한 교통사고 심각도 분류분석”, 『대한교통학회지』, 제16권 제4호, pp. 187-194.
- 오주택·권일·황정원, 2013, “비선형 회귀분석과 구종방정식을 이용한 지방부 4지 신호교차로의 사고요인분석”, 『대한교통학회지』, 제31권 제1호, pp.65-76.
- 원민수·이겨라·오철·강경우, 2009, “교통사고 심각도 예측모형의 활용방안에 관한 연구”, 『대한교통학회지』, 제27권 제4호, pp.167-173.
- 윤일수·박성호·윤정은·최진형·한음, 2012, “유입 유출특성을 고려한 고속도로 연결로의 교통사고 심각도 예측모형”, 『한국도로학회지』, 제14권 제5호, pp.101-111.

- 이동민·김응철·성낙문·김도훈, 2008, “지방부 비신호 교차로 교통사고 심각도 예측모형 개발”, 『한국도로학회지』, 제 10권 제3호, pp.47-56.
- 이순철, 황윤숙, 오주석.(2008), 작업부하가 화물운전자의 피로에 미치는 영향, 한국심리학회지, 21, pp. 367-381.
- 이재식.(2006), 수면박탈과 운전 지속시간에 의한 피로가 운전 수행에 미치는 효과, 한국심리학회지, 12(3), pp.69~83.
- 이점호·이동민·최재성, 2000, “평면곡선부의 속도 및 교통사고 영향분석연구”, 『대한교통학회지』, 제18권 제1호, pp.35-43.
- 이주연·정진혁·손봉수, 2008, “구조방정식모형을 이용한 고속도로 교통사고 심각도 분석” 『대한교통학회지』, 제26권 제2호, pp.17-24.
- 이혜령·금기정·손승녀, 2011, “고속도로 교통사고 심각도 등급별 요인분석에 관한 연구”, 『한국도로학회지』, 제13권 제3호, pp.157-165.
- 정은비, 오철 (2011), 속도를 이용한 고속도로 구간 사고율 예측 모형, 대한교통학회지, 29(4), pp. 103-111.
- 정은비·오철, 2011, “속도를 이용한 고속도로 구간 사고율 예측 모형”, 『대한교통학회지』, 제 29권 제4호, pp.103-111.
- 최윤환·오영태·최기주·이철기·윤일수, 2012, “고속도로 연결로의 교통사고예측모형 개발”, 『한국도로학회지』, 제14권 제5호, pp.133-143.
- 최재원·김성호·조준환·김원철, 2004, “인공신경망을 적용한 신호교차로 교통사고심각도 예측에 관한 연구”, 『대한교통학회지』, 제 22권 제3호, pp. 127-135.
- 하오근·오주택·원제무·성낙문, 2005, “순서형 프로빗 모형을 이용한 사고심각도 분석”, 『대한교통학회지』, 제23권 제4호, pp. 47-55.
- 하태준·이석, 2002, “지방부2차로 안전성평가에 관한 연구”, 『대한교통학회지』, 제20권 제1호, pp.121-130.
- 한국교통연구원, 2014, “차량이동궤적 정보를 활용한 교통혼잡비용 추정방법 개선 연구”, pp.58-59.
- 한수산·박병호, 2011, “순서형 로짓모형을 이용한 사고 심각도 비교분석”, 『국토계획』, 제46권 제2호, pp.183-192.

- 황경성·최재성·김상엽·허태영·조원범·김용석, 2010, “차량속도를 이용한 도로 구간분할에 따른 고속도로 사고빈도 모형 개발 연구”, 『대한교통학회지』, 제 28권 제2호, pp.151-159.
- 황경성·최재성·김상엽·허태영·조원범·김용석, 2010, “차량속도를 이용한 도로 구간분할에 따른 고속도로 사고빈도 모형 개발 연구”, 『대한교통학회지』, 제 28권 제2호, pp.151-159.

나. 해외문헌

- Abdel-Aty M. 2003, "Analysis of driver injury severity levels at multiple locations using ordered probit models", *Journal of Safety Research*, 34, pp.597-603.
- Abdel-Aty M., Wang X. 2006, "Crash Estimation at Signalized Intersections Along Corridors", *Journal of the Transportation Research Board*, 1953, pp.98-111.
- Ali K. C., Erkan O. 2014, "A multinomial logit analysis of risk factors influencing road traffic injury severities in the Erzurum and Kars Provinces of Turkey", *Accident Analysis and Prevention*, 72, pp.66-77.
- Brown, I. D. 1994, "Driver fatigue". *Human Factors*, 36-2, pp. 298-314.
- Castro-Neto, M., Jeong, Y., Jeong, M.K., and Han, L.D. 2009. "AADT prediction using support vector regression with data-dependent parameters". *Expert Systems with Applications*, 36(2), 2979-2986.
- Chin H. C., Quddus M. A. 2003, "Applying the random effect negative binomial model to examine traffic accident occurrence at signalized intersections", *Accident Analysis and Prevention*, 35, pp.253-259.
- Cirillo J. A. 1968, "Interstate system accident research: study II, interim report II". *Public Roads*, 35(3), pp. 71-15.
- David S., Shawn T., Tim L. 1990, *Estimation of Urban Roadway Congestion*, Texas Transportation Institute.
- David S., Tim L. 1999, *The 1999 Annual Mobility Report: Information for Urban America*, Texas Transportation Institute.
- Eom, J.K., Park, M.S., Heo, T.Y., and Huntsinger, L.F. 2006. "Improving the prediction of annual average daily traffic for nonfreeway facilities by applying a spatial statistical method". *Transportation Research Record*, 1968, 20-29.

- ETSC.1995, *Reducing Traffic Injuries Resulting from Alcohol Impairment*, Brussels, European Transport Safety Council.
- Fricker, J.D., Xu, C., Li, J. 2008. "Comparison of annual average daily traffic estimates: traditional factor, statistical, artificial neural network, fuzzy basis neural network approach". *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington, DC, USA.
- Garber N. J., Gadiraju R. 1989, "Factors Affecting Speed Variance and its Influence on Accidents", *Transportation Research Record*, 1213, p. 64.
- Hartley, L. R. 2004, "Fatigue and driving". In Rothengatter, T., Huhuenin, R. D.(Eds.). *Traffic & Transport Psychology; Theory and Application*. UK: Elsevier Ltd.
- Jiang, Z., McCord, M.R., and Goel, P.K. 2006. "Improved AADT estimation by combining information in mage-and ground-based traffic data". *Journal of Transportation Engineering*, 132(7), 523-530.
- Joaquin A., Griselda L., Juan O. 2013, "Analysis of traffic accident severity using Decision Rules via Decision Trees", *Expert Systems with Applications*, 40, pp.6047-6054.
- Juan O., Griselda L., Randa M, Francisco J. C. 2013, "Analysis of traffic accidents on rural highways using Latent Class Clustering and Bayesian Networks", *Accident Analysis and Prevention*, 51, pp.1-10.
- Kockelman K. M., Kweon Y. J. 2002, "Driver injury severity: an application of ordered probit models", *Accident Analysis and Prevention*, 34, pp.313-321.
- Lee J. Y., Chung J. H., Son B. S. 2008, "Analysis of traffic accident size for Korean highway using structural equation models", *Accident Analysis and Prevention*, 40, pp.1955-1963.
- Li, J. and Friker, J.D. 2008. "Applying k-nearest neighbor algorithm for statewide annual average daily traffic estimates". *Transportation Research Board 87th Annual Meeting*, Washington,DC, USA.
- Lin, T., Jovanis, P. P., and Yang, C. 1993, "Modeling the safety of trunk driver service hours using time-dependent logistic regression", *Transportation Research Record 1407*, Transportation Research Board, Washington, D.C, pp.1~10.
- Lowry, M. (2014). "Spatial interpolation of traffic counts based on origin-destination centrality". *Journal of Transport Geography*, 36, 98-105.

-
- Martha H., Carlos C., Mario F., Rafael A., Victoria L. 2000, *Accident Analysis and Prevention*, 32, pp.703-709.
 - McCord, M., Yang, Y., Jiang, Z., Coifman, B., and Goel, P. 2003. "Estimating AADT from satellite imagery and air photographs: empirical results". *Transportation Research Record*, 1855, 136-142.
 - Mohamad, D., Sinha, K., Kuczek, T., and Scholer, C. 1998. "Annual average daily traffic prediction model for county roads". *Transportation Research Record*, 1617, 69-77.
 - Nilsson G.(1982), "The effects of speed limits on traffic crashes in sweden, Organization for Economy", In: *Proceedings of the international symposium on the effects of speed limits on traffic crashes and fuel consumption*, Dubin, Co-operation, and Development (OECD).
 - O'Donnel C. J., Connor D. H. 1996, "Predicting the severity of motor vehicle accident injuries using models of ordered multiple choice", *Accident Analysis and Prevention*, 28(6), pp.739-753.
 - Quddus M. A., Noland R. B., Chin H. C. 2002, "An analysis of motorcycle injury and vehicle damage severity using ordered probit models", *Journal of Safety Research*, 33, pp.445-462.
 - Rossi, R., Gastaldi, M., and Gecchele, G. 2014. "Comparison of clustering methods for road group identification in FHWA traffic monitoring approach: effects on AADT estimates". *Journal of Transportation Engineering*, 140(7).
 - Selby, B. and Kockelman K.M. 2013. "Spatial prediction of traffic levels in unmeasured locations: applications of universal kriging and geographically weighted regression". *Journal of Transport Geography*, 29, 24-23. >> unmeasured locations
 - Shamo, B., Aza, E., and Membah, J. 2014. "Linear spatial interpolation and analysis of annual average daily traffic data". *Journal of Computing in Civil Engineering*.
 - Sharma, S.C., Lingras, P., Liu, G.X., and Xu, F. 2000. "Estimation of annual average daily traffic on low-volume roads: factor approach versus neural networks". *Transportation Research Record*, 1719, 103-111.

- Sharma, S.C., Lingras, P., Xu, F., and Kilburn, P. 2001. "Application of neural networks to estimate AADT on low-volume roads". *Journal of Transportation Engineering*, 127(5), 426-432.
- Sharma, S.C., Lingras, P., Xu, F., and Liu, G.X. 1999. "Neural networks as alternative to traditional approach of annual average daily traffic estimation from traffic counts". *Transportation Research Record*, 1660, 24-31.
- Solomon D. 1964, "Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle", U.S. Dept. of Transportation, Federal Highway Administration.
- Tucker. 2003, "The Impact of Rest Breaks upon Accident Risk", *Fatigue and Performance : a review*, Wokr & Stress, 17(2), pp.123~137.
- U.S.DOT. 2008, *Traffic Safety Fact Sheet*, National Highway Traffic Safety Administration (<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/Pubs/811162.pdf>).
- Vatanavongs R., Sonnarong, S. 2014, "Impacts of accident severity factors and loss values of crashes on expressways in Thailand", *IATSS Research*, 37, pp.130-136.
- Venkataraman S., Fred M., Woodrow B. 1995, "Effect of roadway geometrics and environmental factors on rural freeway accident frequencies", *Accident Analysis and Prevention*, 27(3), pp.371-389.
- William, H.K. and Xu, J. 2000. "Estimation of AADT form short period counts in Hong Kong: a comparison between neural network method and regression analysis". *Journal of Advanced Transportation*, 34(2), 249-268.
- Wylie, C D., Shultz, T., Miller, J C., Mitler, M M., Mackie, R R. 1996, "Commercial Motor Vehicle Driver Fatigue and Alertness Study", *Technical Report U.S Department of Transp*, Federal Highway Administration Report, FHWA-MC-97-002.
- Xia, Q., Zhao, F., Chen, Z., Shen, L., and Ospina, D. 1999. "Estimation of annual average daily traffic for nonstate roads in a Florida county". *Transportation Research Record*, 1660, 32-40.
- Y.F., Tand, Lam, W.H.K., and Pam, L.P. 2003. "Comparison of four modeling techniques for short-term AADT forecasting in Hong Kong". *Journal of Transportation Engineering*, 129(3), 223-329.

- Yang, D., Wang, S.G., and Bao, Y. 2014. "New efficient regression method for local AADT estimation via SCAD variable selection". *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 15(6), 2726-2731.
- Zhao, F. and Chung, S. 2001. "Contributing factors of annual average daily traffic in a Florida county: exploration with geographic information system and regression models". *Transportation Research Record*, 1769, 113-122.
- Zhao, F. and Park, N. 2004. "Using geographically weighted regression models to estimate annual average daily traffic". *Transportation Research Record*, 1879, 99-107.
- Zheng Z., Ahn S., Monsere C. M. 2010, "Impact of traffic oscillations on freeway crash occurrences", *Accident Analysis and Prevention*, 42(2010), pp.626-636.
- Zhong, M. and Hanson, B.L. 2009. "GIS-based travel demand modeling for estimating traffic on low-class roads". *Transportation Planning and Technology*, 32(5), 423-439.
- Zhong, M., Lingras, P., and Sharma, S. 2004. "Estimation of missing traffic counts using factor, genetic, neural, and regression techniques". *Transportation*.

3. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅱ: 교통접근성)

가. 국내문헌

- 국가교통DB센터, 2014, "2013년도 대중교통 GIS DB"(2015. 11. 30).
- 김찬성·황상규, 2006, 「국가 균형발전을 위한 교통접근성 제고방안-형평성 분석을 중심으로」, 한국교통연구원.
- 장동익·김찬성·이석주·홍성표, 2015, 「대한민국의 교통접근성 평가 연구」, 한국교통연구원.
- 조남건, 2003, 「고속철도 개통에 따른 국토공간구조의 변화전망 및 대응방안 연구」, 국토연구원.
- 한국콘텐츠미디어(2014), 「유통업체 주소록」.

나. 해외문헌

- Abley, S., and Halden, D., 2013, *The New Zealand Accessibility Analysis*, New Zealand, NZ Transport Agency.
- Bommelstroet, M., Silva, C., and Bertolini, L. 2014, "Methodological Considerations", In *the COST Action TU1002-Assessing Usability of Accessibility Instruments*, Brömmelstroet et al. eds., Amsterdam, Netherlands: European Cooperation in Science and Technology(COST), pp. 9-26.
- Hull, S. eds., 2012, *Accessibility Instruments for Planning Practice*, European Cooperation in Science and Technology(COST).
- Levinson, D., 2013, "Access Across America", *Report 13, Access to Destinations Study*, Center for Transportation at the University of Minnesota.
- UK Department for Transport, 2014a, *Accessibility Planning Guidance: Full Guidance*.
- UK Department for Transport, 2014b, *Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology*.
- UK Department for Transport, 2014c, *Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes*.
- UK Department for Transport, 2014d, *Accessibility Statistics 2013*.
- UK Department for Transport, 2014e, *Connectivity Statistics*.

다. 웹사이트

- 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).
- 교육부, 교육통계서비스, <http://kess.kedi.re.kr/> (2015. 11. 30).

4. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅲ: 통행시간 신뢰성)

가. 국내문헌

- 국토교통부, 2009, 「교통시설투자평가지침(제3차 개정)」.
- 김성일, 2007, 「SOC 재정사업의 사후평가 모형 구축방안 연구」, 국토연구원.
- 이청원, 2003, 「도로교통망의 이동성 분석지표 개발」, 서울시정개발연구원.
- 장수은 외, 2008, “통행시간 신뢰성 가치 산정에 관한 연구”, 「대한교통학회지」, Vol. 26 No.6, pp.133~142.
- 한국도로공사, 2013, 「고속도로 통행시간가치 분석 및 효과평가 연구」.
- 한동희 외, 2014, “교통상황별 고속도로 통행시간신뢰도 지표 특성분석”, 대한교통학회 제 71 회 학술발표회.

나. 해외문헌

- FHWA, 2011, *Travel Time Reliability Measures*.
- HEATCO, 2006, *Harmonized European Approaches for Transport Costing and Project Assessment*.
- Netherlands Ministry of Transport, 2005, *The Value of Reliability in Transport-Provisional Values for the Netherlands Based on Expert Opinion*.
- SHRP2 L11, 2013, *Evaluating Alternative Operations Strategies to Improve Travel Time Reliability*.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD, 2013, *Analytical Procedures for Determining the Impacts of Reliability Mitigation Strategies*.
- Texas Transportation Institute The Texas A&M University System, 2011, *Urban mobility report 2011*.

- UK Department for Transport, 2013, *TAG Unit 3.5.7: The Reliability Sub-Objective*.
- Yanru Zhang, 2015, *How Data Affect Travel Time Reliability Measures-Empirical Study*.
- Zegeer, J., J. Bonneson et al., 2014, *SHRP 2 Report S2-L08-RW-1: Incorporating Travel Time Reliability*.

다. 웹사이트

- 인천광역시, <http://www.incheon.go.kr/index.do> (2015.11.30.)
- 대전광역시, <http://www.daejeon.go.kr/> (2015.11.30.)
- McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, <http://www.answers.com/topic/reliability-1> (2015.11.30.)

5. 교통비용, TSI 및 온실가스 DB구축

가. 국내문헌

- 교통안전공단, 2014, 「2013년 자동차주행거리분석」.
- 교통안전공단, 2014, 「2014년도 국가 온실가스 통계 산정 보고검증 지침」.
- 국토교통부, 2015, 「예산개요」.
- 한국교통연구원, 2015, 「2013년 국가물류비 조사 및 산정」.
- 한국교통연구원, 2015, 「교통사고비용 추정 및 추이 분석」.
- 한국교통연구원, 2015, 교통혼잡비용 예측 보도자료.
- 한국석유공사, 2014, 「2013년도 석유류수급통계」.
- 해양수산부, 2015, 「항만업무편람」.

나. 해외문헌

- Anderson, D. *The full cost of transportation in the Twin Cities region*, University of Minnesota, 2000

-
- Canada Department of Transportation, *Transport Canada: The coat of Congestion in Canada*, 2006
 - Delucchi, M., 2007, "Do motor-vehicle users in the US pay their way?", *Transportation Research Part A*, 982-1003
 - Department for Transport, *Transport Statistics Great Britain 2007 Edition*, 2007.
 - ECMT, *Internalizing the Social Costs Transport*, 1994.
 - ECMT, *Efficient Transport for Europe*, 1998.
 - English, G. et al. *Internalizing the social costs of the transportation sector*, Transport Canada, 2000
 - Federal Aviation Administration, *Airport Capacity and Delay*, 2005
 - Gillen D. and Levinson, D., "The Full Cost of Air Travel", *Transportation Research Record :Journal of the Transportation Research Board* 1662, 1999, pp. 1-9
 - Greene, D. et al. *The full costs and benefits of transportation*, Springer, 1997.
 - INFRAS/IWW *The way to sustainable mobility: cutting the external costs of transport*, 2000.
 - IPCC Guideline, 2006.
 - Levinson, D, Mathieu, J.M., Kanafani, A and Gillen, D., "The Full Cost of High-Speed Rail: An Engineering Approach", *Annals of Regional Science*, Vol. 31, No.2, 1997, pp. 189-215
 - Levinson, D, and Gillen, D., "The Full Cost of Intercity Highway Transportation", *Transportation Research -D* Vol. 3, No.4, 1997, pp. 207-223
 - Levinson, D, Gillen, D. and Kanafani, A., "A Comparison of the Social Costs of Air and Highway", *Transport Reviews* Vol. 18, No.3, 1998, pp. 215-240
 - Levinson, D, *Financing transportation networks*, Edward Elgar Publishing, 2002
 - Link, H., "Transport accounts-methodological concepts and empirical results", *Journal of transport geography*, 2005, pp.41-57
 - Litman, *Transportation Cost and Benefit Analysis*, Victoria Transport Policy Institute, 2009

- Money.cnn.com, "Flight Delays Cost \$41B In 2007", 2008 May 23
- USCENSUSBUREAU, *Consumer Expenditure Surveys*, 2007.

다. 웹사이트

- 통계청, <http://kosis.kr/> (2015.11.30.)
- 한국석유공사, <http://www.petronet.co.kr/> (2015.11.30.)