

2012년 국가교통조사 및 DB구축사업

교통비용, TSI 산정, 온실가스 DB 구축 및  
네트워크 모니터링 분석

8





# 목 차

## 요 약

<b>제1장 교통비용</b> .....	<b>1</b>
제1절 총교통비용의 정의 및 분류 / 3	
제2절 총교통비용 산정방법론 / 8	
제3절 총교통비용 산정 / 41	
<b>제2장 TSI 산정</b> .....	<b>77</b>
제1절 지수산정 및 제공 / 79	
제2절 교통산업서비스지수 산정 결과 / 90	
제3절 향후 연구방향 / 108	
<b>제3장 온실가스 DB구축</b> .....	<b>113</b>
제1절 온실가스 배출 현황 / 115	
제2절 에너지 사용 현황 / 131	
제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정 / 153	
<b>제4장 네트워크 모니터링 분석</b> .....	<b>183</b>
제1절 네트워크 모니터링 분석 개요 / 185	
제2절 교통자료의 현황 및 활용 가능성 / 188	
제3절 자동차 주행거리 (VKT) 산정 / 191	
제4절 기타 교통자료 활용 / 222	
제5절 결론 및 향후 과제 / 233	



## 표 목 차

〈표 1- 1〉 교통비용의 분류(EC) .....	3
〈표 1- 2〉 교통비용의 범위 및 성격 .....	4
〈표 1- 3〉 교통비용분류(Transport Canada) .....	5
〈표 1- 4〉 내부비용의 분류 .....	6
〈표 1- 5〉 외부비용의 분류 .....	7
〈표 1- 6〉 모집단 특성항목 .....	10
〈표 1- 7〉 가구 교통비용 산정 세부항목 및 분류표 .....	11
〈표 1- 8〉 미국 교통부문 세부 조사항목 .....	13
〈표 1- 9〉 영국 교통부문 세부 조사항목 .....	17
〈표 1-10〉 국가물류비의 기능별 구성요소 .....	19
〈표 1-11〉 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외) .....	20
〈표 1-12〉 국가물류비 구성요소 및 관련 통계자료 .....	21
〈표 1-13〉 대기오염물질이 인체에 미치는 영향 .....	33
〈표 1-14〉 도로이동부문 대기오염물질 배출량 .....	34
〈표 1-15〉 대기오염물질 배출량 산정방법 .....	34
〈표 1-16〉 도로의 대기오염물질 배출계수 .....	35
〈표 1-17〉 디젤 기관차 및 디젤동차의 배출계수 .....	35
〈표 1-18〉 대기오염물질의 단위 사회적 비용(천원/톤) .....	35
〈표 1-19〉 사용연료종류별 용도 .....	37
〈표 1-20〉 소음환경기준 .....	38
〈표 1-21〉 우리나라와 각국의 소음환경기준 비교 .....	38
〈표 1-22〉 교통소음의 한도(도로) .....	39
〈표 1-23〉 교통소음의 한도(철도) .....	39
〈표 1-24〉 교통수단별 소음 원단위 및 소음가치(2009년 기준) .....	40
〈표 1-25〉 연도별 SOC 투자 현황 .....	41
〈표 1-26〉 도로부문 자원별 투자실적 .....	42
〈표 1-27〉 도로부문 도로종류별 투자실적 .....	43
〈표 1-28〉 도로부문 건설비와 운영비 .....	43

〈표 1-29〉 연도별 도로유지보수 투자금액 .....	44
〈표 1-30〉 철도부문별 투자실적 .....	45
〈표 1-31〉 항만부문 건설비와 운영비 .....	46
〈표 1-32〉 항만부문 부문별 투자실적 .....	47
〈표 1-33〉 항공부문 투자금액 .....	47
〈표 1-34〉 항공부문 건설비와 운영비 구분 .....	48
〈표 1-35〉 물류시설부문 정부 투자실적 .....	48
〈표 1-36〉 교통부문 정부비용 .....	49
〈표 1-37〉 교통비용 건설비와 운영비 .....	50
〈표 1-38〉 연도별 월평균 가계소비지출 비중 .....	51
〈표 1-39〉 교통부문 월평균 가계소비지출 .....	52
〈표 1-40〉 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준) .....	53
〈표 1-41〉 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준) .....	54
〈표 1-42〉 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외) .....	55
〈표 1-43〉 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용 .....	56
〈표 1-44〉 GDP 대비 전국 교통혼잡비용 추이 분석 .....	57
〈표 1-45〉 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용(2009년) .....	58
〈표 1-46〉 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용 추이 .....	58
〈표 1-47〉 2009년 도시부 도로의 수단별 교통혼잡비용 .....	59
〈표 1-48〉 도시부 도로의 교통혼잡비용 추이 .....	59
〈표 1-49〉 2010년 도로교통사고비용 .....	60
〈표 1-50〉 2010년 철도사고비용 .....	60
〈표 1-51〉 2010년 해양사고비용 .....	61
〈표 1-52〉 2010년 항공사고비용 .....	61
〈표 1-53〉 2010년도 수단별 사고비용 .....	62
〈표 1-54〉 도로부문 대기오염물질 총배출량 .....	63
〈표 1-55〉 도로부문 대기오염비용 .....	65
〈표 1-56〉 철도부문 대기오염물질 총배출량 .....	67
〈표 1-57〉 철도부문 대기오염비용 .....	68
〈표 1-58〉 2011년도 대기오염물질 총배출량 .....	69
〈표 1-59〉 2011년도 대기오염비용 .....	70
〈표 1-60〉 국내 교통부문 에너지 사용량 .....	71

〈표 1-61〉 교통수단별 · 16개 광역시도별 온실가스 총 배출량 .....	73
〈표 1-62〉 2011년도 온실가스비용 .....	74
〈표 1-63〉 교통부문 소음비용 .....	75
〈표 2- 1〉 수송실적자료 관련기관 및 수집자료내역(여객분야) .....	82
〈표 2- 2〉 수송실적자료 관련기관 및 수집자료내역(화물분야) .....	82
〈표 2- 3〉 '12년 1/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) .....	90
〈표 2- 4〉 '12년 1/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도2000년) .....	93
〈표 2- 5〉 '12년 1/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도2000년) .....	94
〈표 2- 6〉 '12년 2/4분기 교통산업서비스 지수변화(기준년도2000년) .....	94
〈표 2- 7〉 '12년 2/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도2000년) .....	97
〈표 2- 8〉 '12년 2/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년) .....	98
〈표 2- 9〉 '12년 3/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) .....	98
〈표 2-10〉 '12년 3/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년) .....	101
〈표 2-11〉 '12년 3/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년) .....	102
〈표 2-12〉 '12년 4/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) .....	102
〈표 2-13〉 '12년 4/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년) .....	105
〈표 2-14〉 '12년 4/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년) .....	106
〈표 2-15〉 '12년 부문별 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년) .....	107
〈표 3- 1〉 온실가스별 지구온난화지수(GWP) .....	115
〈표 3- 2〉 온실가스의 특성 .....	116
〈표 3- 3〉 주요국가 온실가스 배출량 .....	117
〈표 3- 4〉 주요 국가별 1인당 CO <sub>2</sub> 배출현황 .....	117
〈표 3- 5〉 2010년 주요 국가별 교통부문 CO <sub>2</sub> 배출현황 .....	118
〈표 3- 6〉 2010년 주요 국가별 교통부문 1인당 CO <sub>2</sub> 배출현황 .....	119
〈표 3- 7〉 우리나라 온실가스 배출 관련 주요지표 .....	120
〈표 3- 8〉 온실가스별 배출추이 .....	121
〈표 3- 9〉 우리나라 온실가스 배출량 .....	121
〈표 3-10〉 에너지부문 온실가스 배출량 .....	122
〈표 3-11〉 에너지부문 산업별 온실가스 배출량 .....	123
〈표 3-12〉 교토의정서의 주요 내용 .....	125
〈표 3-13〉 주요 선진국의 기후변화협약 관련 대책 .....	126
〈표 3-14〉 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책 .....	127

〈표 3-15〉 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책 .....	129
〈표 3-16〉 전체 에너지 소비량 .....	131
〈표 3-17〉 부문별 최종에너지 소비 .....	133
〈표 3-18〉 전체 에너지 소비 및 교통부문 소비량 추이 .....	134
〈표 3-19〉 교통부문 총 에너지 소비량 .....	135
〈표 3-20〉 교통부문 수단별 에너지 소비량 .....	135
〈표 3-21〉 육상운수부문 에너지 소비량 .....	136
〈표 3-22〉 철도운수부문 에너지 소비량 .....	137
〈표 3-23〉 해운운수부문 에너지 소비량 .....	138
〈표 3-24〉 항공운수부문 에너지 소비량 .....	139
〈표 3-25〉 해외 주요 국가별 1차 에너지 사용량 .....	140
〈표 3-26〉 OECD국가의 GDP당 1차 에너지 소비량 .....	140
〈표 3-27〉 주요 국가별 교통부문 에너지 소비 .....	141
〈표 3-28〉 교통부문 제품별·수단별 소비 .....	146
〈표 3-29〉 2011년도 교통수단별 16개광역시별 에너지 사용량 .....	147
〈표 3-30〉 2011년 16개 광역시별 교통부문 에너지소비 .....	148
〈표 3-31〉 지역간 철도 전력 사용량 .....	149
〈표 3-32〉 지하철 전력 사용량 .....	150
〈표 3-33〉 CNG부문 연료소모량 .....	151
〈표 3-34〉 최근 6년간 국제병커링 에너지 사용량 .....	152
〈표 3-35〉 IPCC 가이드라인의 수송부문 분류 체계기준 .....	157
〈표 3-36〉 도로부문 각 방법론에 따른 자료요구사항 .....	159
〈표 3-37〉 도로 온실가스 배출량 산정방법 .....	162
〈표 3-38〉 철도부문 각 방법론에 따른 자료요구사항 .....	162
〈표 3-39〉 철도 온실가스 배출량 산정방법 정리 .....	164
〈표 3-40〉 항공부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항 .....	164
〈표 3-41〉 항공부문 온실가스 배출량 산정방법 정리 .....	166
〈표 3-42〉 해운부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항 .....	166
〈표 3-43〉 해운 온실가스 배출량 산정방법 정리 .....	167
〈표 3-44〉 IPCC 탄소배출계수 .....	168
〈표 3-45〉 총발열량 기준 에너지 열량환산기준 .....	169
〈표 3-46〉 순발열량 기준 에너지 열량환산기준 .....	170

〈표 3-47〉 최근 4년간 교통부문 온실가스 증감량 .....	172
〈표 3-48〉 2011년 교통수단별 · 16개 광역시도별 온실가스 총 배출량 .....	173
〈표 3-49〉 2011년 철도 전환부문 CO <sub>2</sub> (이산화탄소) 배출량 .....	175
〈표 3-50〉 CNG부문 온실가스 배출량 .....	178
〈표 3-51〉 국제빙커링 수급현황 .....	180
〈표 3-52〉 국제빙커링 부문 온실가스 배출량 .....	181
〈표 4- 1〉 자동차주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종 .....	192
〈표 4- 2〉 교통안전공단 정기검사 적용 기준 .....	192
〈표 4- 3〉 미국 도로 기능 구분(Functional Classification) .....	197
〈표 4- 4〉 AADT 범위에 따른 Volume Group .....	198
〈표 4- 5〉 국가교통정보센터 교통정보의 수집 항목 .....	201
〈표 4- 6〉 차량검지기 수집 자료의 오류 발생 유형과 원인 .....	203
〈표 4- 7〉 국토관리청 오류 판단 기준 .....	204
〈표 4- 8〉 한국도로공사 고속도로 교통자료의 오류 판단 기준 .....	205
〈표 4- 9〉 서울도시고속도로 교통자료의 오류 판단 기준 .....	205
〈표 4-10〉 서울도시고속도로 교통자료의 오류 판단 기준 .....	206
〈표 4-11〉 버지니아주 ADMS의 오류 판단 기준 .....	206
〈표 4-12〉 텍사스 오스틴의 오류 판단 기준 .....	207
〈표 4-13〉 본 연구의 오류 판단 기준 .....	208
〈표 4-14〉 링크당 데이터수 분설 결과 .....	209
〈표 4-15〉 비정상 데이터 예시 .....	210
〈표 4-16〉 링크별 교통량 자료 유형 분석 결과 .....	210
〈표 4-17〉 오류 처리 단계별 데이터수 변화 .....	212
〈표 4-18〉 ITS 표준노드링크와 주제도(도로망도) 도로등급별 매칭 결과 .....	214
〈표 4-19〉 ITS 표준노드링크와 주제도(도로망도) 차로수별 매칭 결과 .....	215
〈표 4-20〉 국가교통정보센터 자료의 교통량 및 링크 특성 .....	216
〈표 4-21〉 도로 등급별 주행거리 집계 결과 .....	217
〈표 4-22〉 도로 등급별 주행거리 추정 결과 .....	218
〈표 4-23〉 교통량통계연보의 주행거리 추정결과 .....	218
〈표 4-24〉 주행거리 실태분석(2011) 상의 주행거리 추정결과 .....	218
〈표 4-25〉 주행거리 실태분석 추정결과와 본 연구 결과의 비교 .....	219
〈표 4-26〉 교통량통계연보 추정결과와 본 연구 결과의 비교 .....	219

〈표 4-27〉 서울 택시의 탑승 지역 빈도 순위 .....	224
〈표 4-28〉 서울 택시의 하차 지역 빈도 순위 .....	225
〈표 4-29〉 트윗 검색 결과의 기능적 분류 .....	230
〈표 4-30〉 트윗 검색 결과의 내용적 분류 .....	230
〈표 4-31〉 협력체계 구축 결과 .....	233
〈표 4-32〉 협력체계 세부구축 결과 .....	233

## 그림 목 차

〈그림 1- 1〉 교통혼잡으로 인한 자중손실 .....	23
〈그림 1- 2〉 내부화된 혼잡비용 .....	25
〈그림 1- 3〉 교통혼잡비용의 구성요소 .....	26
〈그림 1- 4〉 교통부문의 외부 비용이 발생할 경우의 균형 .....	31
〈그림 1- 5〉 도로부문 자원별 투자실적 .....	43
〈그림 1- 6〉 철도부문 투자추이 (단위: 억원) .....	45
〈그림 1- 7〉 항만부문 건설비와 운영비 증가추이 (단위: 억원) .....	46
〈그림 1- 8〉 2011년도 부문별 정부비용 투자비율 .....	49
〈그림 1- 9〉 2011년 월별 가계소비지출 항목 비중 .....	52
〈그림 1-10〉 2011년 교통부문 가계소비지출 항목 비중 .....	52
〈그림 1-11〉 연도별 가구교통비용 (단위: 억원) .....	53
〈그림 1-12〉 기능별 국가물류비 추이 (국제화물수송비 제외) .....	55
〈그림 1-13〉 연도별 도로부문 교통혼잡비용 추이 .....	57
〈그림 1-14〉 수단별 사고비용 비중 .....	62
〈그림 1-15〉 도로부문 대기오염물질별 배출량 구성비 .....	64
〈그림 1-16〉 도로부문 차종별 대기오염물질 배출량 구성비 .....	64
〈그림 1-17〉 도로부문 유종별 대기오염물질 배출량 구성비 .....	64
〈그림 1-18〉 도로부문 오염물질별 대기오염비용 구성비 .....	66
〈그림 1-19〉 도로부문 차종별 대기오염비용 구성비 .....	66
〈그림 1-20〉 도로부문 유종별 대기오염비용 구성비 .....	66
〈그림 1-21〉 철도부문 유종별, 수송별 대기오염물질 배출량 구성비 .....	67
〈그림 1-22〉 철도부문 유종별, 수종별 대기오염비용 구성비 .....	68
〈그림 1-23〉 교통수단별 에너지 사용량 (단위: %) .....	72
〈그림 1-24〉 2011년도 수단별 온실가스비용 구성비 .....	74
〈그림 1-25〉 교통수단별 소음비용 추세 (단위: 억원) .....	75
〈그림 2- 1〉 교통산업서비스지수 산정과정 .....	80
〈그림 2- 2〉 BOK-X-12-ARIMA 초기화면 .....	86
〈그림 2- 3〉 SPEC 파일 작성 및 X-12-ARIMA 수행화면 .....	86

〈그림 2- 4〉 '12년 1/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	91
〈그림 2- 5〉 '12년 1/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	91
〈그림 2- 6〉 '12년 2/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	95
〈그림 2- 7〉 '12년 2/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	95
〈그림 2- 8〉 '12년 3/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	99
〈그림 2- 9〉 '12년 2/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	99
〈그림 2-10〉 '12년 4/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	103
〈그림 2-11〉 '12년 4/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수 .....	103
〈그림 2-12〉 '12년 교통산업서비스지수 산정 결과(종합) .....	107
〈그림 2-13〉 국내 및 국제부문 월별 지수 추이 .....	109
〈그림 3- 1〉 주요 국가별 1인당 CO <sub>2</sub> 배출현황 .....	118
〈그림 3- 2〉 온실가스 총배출량 및 증가율 추이 .....	122
〈그림 3- 3〉 주요국가별 온실가스 감축 목표량 .....	125
〈그림 3- 4〉 전체 에너지 소비량 추이 .....	132
〈그림 3- 5〉 부문별 최종 에너지 소비 추이 .....	133
〈그림 3- 6〉 총 에너지 소비량과 교통부문 소비량 .....	134
〈그림 3- 7〉 한국석유공사 자료 취합 경로 .....	143
〈그림 3- 8〉 국내 석유수급 흐름도 .....	144
〈그림 3- 9〉 2011년 제품별 수단별 소비비중 .....	146
〈그림 3-10〉 노선별 철도전력 사용량 .....	149
〈그림 3-11〉 철도공사별 지하철 전력사용량 .....	150
〈그림 3-12〉 지역별 CNG부문 사용량 .....	151
〈그림 3-13〉 유종별 국제빙커링 에너지 사용량(단위: 천bbl) .....	152
〈그림 3-14〉 CO <sub>2</sub> (이산화탄소) 배출량 산정 방법 결정 과정 .....	154
〈그림 3-15〉 도로부문 연료연소로부터 CO <sub>2</sub> (이산화탄소) 배출량 산정 과정 .....	155
〈그림 3-16〉 도로부문 연소로부터 CH <sub>4</sub> 및 N <sub>2</sub> O 배출량 산정 과정 .....	156
〈그림 3-17〉 2011년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 비율 .....	174
〈그림 3-18〉 2010년 대비 2011년의 지역별 온실가스 배출량 증감량 .....	174
〈그림 3-19〉 철도전환부문 철도노선별 온실가스 배출량 비중 .....	176
〈그림 3-20〉 철도전환부문 지하철 지역별 온실가스 배출량 비중 .....	176
〈그림 3-21〉 CNG부문 지역별 온실가스 배출량 비중 .....	178
〈그림 3-22〉 국제 빙커링 석유수급 현황 (단위: 천bbl) .....	180

〈그림 3-23〉 2011년 국제빙커링 온실가스 배출량 유종별 비중 .....	181
〈그림 4- 1〉 자동차주행거리 (VMT) 산정 절차 .....	197
〈그림 4- 2〉 자동차 주행거리 산정 절차 .....	200
〈그림 4- 3〉 링크별 데이터수 .....	209
〈그림 4- 4〉 오류 처리 단계별 데이터수 감소 .....	213
〈그림 4- 5〉 하루 시간대별 택시 총 탑승 횟수 분포 .....	223
〈그림 4- 6〉 일평균 택시 승객 탑승 빈도수 .....	223
〈그림 4- 7〉 1일 기준 시간대별 택시 속도 .....	225
〈그림 4- 8〉 서울 택시의 하루 시간대별 거리 실차율 .....	227
〈그림 4- 9〉 강남구의 하루 시간대별 택시 총량 및 탑승 현황 .....	228
〈그림 4-10〉 도봉구의 하루 시간대별 택시 총량 및 탑승 현황 .....	229
〈그림 4-11〉 서울시 하루 시간대별 택시 탑승율 .....	229



제1절 교통비용

제2절 TSI 산정

제3절 온실가스 DB구축

제4절 네트워크 모니터링 분석



## 요 약

### 제1절 교통비용

#### 1. 총교통비용의 정의

- 총교통비용(full costs of transport)은 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송을 위한 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함
- 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함
- 외부비용은 여객이나 화물 수송으로 인해 발생하는 환경오염 및 교통혼잡 등을 실제로 금전적으로 지불하지는 않았음에도 불구하고 이를 비용으로 환산한 것임

#### 2. 총교통비용의 분류

##### 가. 정부비용

- 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체(민간)를 포함한 교통관련 지출비용
- 교통시설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

##### 나. 내부(민간)비용

- 개념
  - 내부비용(internal/private costs)이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용
  - 내부(민간)비용은 개인과 기업비용으로 구분함
- 개인비용
  - 개인비용 : 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용

- 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음
- 본 연구에서는 개인비용 항목을 가구가 교통부문에 지출한 비용으로 대체함
- 기업이 교통부문에 지출한 비용
  - 화물에 대한 물류비 항목 중 수송비에 대한 비용
  - 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외하고 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

#### 다. 외부비용

- 혼잡비용
  - 교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화
- 교통사고비용
  - 교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것
- 교통환경비용
  - 교통으로 인하여 환경에 미친 사회적 비용을 계량화

### 3. 교통비용 산정

#### 가. 정부비용

- 2011년도 우리나라 총 정부비용은 24조 1,282억원이었으며, 도로부문의 정부지출금액이 약 68.8%로 가장 많았고, 다음으로 철도 24.3%, 항만 6.1%순으로 투자되었음
- 우리나라에서 정부가 교통 부문에 지출한 재정규모는 GDP 대비 약 1.9% 규모에 달함

<표 1> 교통부문 정부비용

단위: 억원

구분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	GDP 대비(%)
도로	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204	1.34%
철도	46,260	55,904	59,317	70,966	53,512	58,746	0.47%
항만	17,962	19,296	19,497	19,765	16,926	14,780	0.12%
항공	3,919	3,334	2,115	545	666	679	0.01%
물류시설	0	0	1,897	2,020	1,057	873	0.01%
합계	226,036	256,619	276,919	322,285	264,613	241,282	1.95%

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨

## 나. 내부비용

### 1) 가구교통비용

- 2011년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 58조 4,354억원으로 분석됨  
- 이는 2010년도 가구교통비 지출액 대비 3.5% 증가한 수치임
- 2011 우리나라 총가구가 지출한 자동차 구입관련 교통비 지출액은 16조 2,352억원으로 분석되어  
2010년 대비 17.5% 증가함

<표 2> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

	2007	2008	2009	2010	2011
총 교통비용	546,405	534,118	570,505	564,719	584,354
자동차구입	116,670	113,292	155,217	138,230	162,352
기타운송기구구입	2,533	2,632	2,787	2,708	2,201
운송기구유지및수리	34,003	31,832	32,302	34,532	35,999
운송기구연료비	255,551	247,833	246,396	245,123	242,170
기타개인교통서비스	17,322	15,801	19,736	27,701	27,299
철도운송	12,123	12,751	11,840	11,640	11,238
육상운송	54,069	54,877	49,489	45,097	41,625
기타운송	47,836	46,122	48,494	54,161	54,059
기타교통관련서비스	7,091	6,206	5,476	5,529	6,983

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) 가구수는 연도별 장래추계가구의 자료 사용

## 2) 기업비용(화물수송 물류비)

- 2010년 기업비용(화물 수송비)는 95조 6,040억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음
- 기업비용은 연평균 5.66% 증가하였으나, 2009년 대비 5.7% 증가하였음

<표 3> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

구 분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보 관리비	물류비 총계
<b>2002</b>	61,565	17,390	1,821	1,348	2,808	84,931
<b>2003</b>	69,696	14,830	2,017	1,257	2,315	90,114
<b>2004</b>	66,691	15,056	2,028	1,686	2,428	87,889
<b>2005</b>	72,269	16,332	2,081	1,809	3,301	95,792
<b>2006</b>	75,308	17,479	2,141	1,974	3,614	100,515
<b>2007</b>	79,183	20,609	2,298	1,991	3,398	107,479
<b>2008</b>	83,206	28,104	2,444	2,519	3,989	120,262
<b>2009</b>	84,836	25,857	2,529	2,169	394	115,785
<b>2010</b>	95,604	29,184	2,888	2,579	439	130,694
<b>연평균 증감률</b>	5.66	5.52	5.76	9.50	-22.87	5.08
<b>전년대비 증감률</b>	12.69	12.87	14.23	18.90	11.46	12.88

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, 2010년 국가물류비 산정 및 추이 분석, 2012

## 다. 외부비용

### 1) 도로혼잡비용

- 한국교통연구원이 추정한 2009년도 도로부문 교통혼잡비용은 27조 7,454억 원이었으며, 이중 17조 6,412억 원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음
- 또한, 2009년 도로부문 시간비용만을 고려한 교통혼잡비용은 21조 9,348억 원으로 분석됨

&lt;표 4&gt; 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분		유류비용	시간비용	고정비용	합 계
지역 간 도로	고속국도	1,491	20,664	6,785	28,940
	일반국도	2,363	36,432	12,729	51,524
	지방도	4,040	13,053	3,485	20,578
	소계	7,894	70,149	22,999	101,042
도시부 도로	서울	1,631	62,729	10,224	74,584
	부산	1,058	31,196	5,666	37,920
	대구	426	12,335	1,442	14,203
	인천	725	21,115	2,649	24,489
	광주	238	7,959	1,309	9,506
	대전	282	9,869	721	10,872
	울산	135	3,996	707	4,838
	소계	4,496	149,199	22,718	176,412
총 계		12,389 (4.5)	219,348 (79.1)	45,717 (16.5)	277,454 (100.0)

주: 1) 교통혼잡비용은 현재 2010년도 자료가 나오지 않음

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

## 2) 사고비용

- 2010년 교통사고비용은 11조 5,851억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 약 11조 4,332억원으로 대부분을 차지하는 것으로 분석되었음
- 교통수단별로 살펴보면, 해양사고가 약 932억원, 철도사고가 465억원, 항공사고가 약 92억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 5&gt; 2010년도 수단별 사고비용

단위: 억원

항 목	도로교통사고	철도사고	해양사고	항공사고	총합
계	114,332.1	495.1	932.4	91.6	115,851
비중(%)	98.7%	0.4%	0.6%	0.3%	100.0%

## 3) 환경비용

## ○ 대기오염비용

- 2011년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 429억원 산정되었으며 GDP의 1.14% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 우리나라 대기오염비용 중 도로부문이 98.8%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 총 대기오염비용은 2010년도 14조 9,839억원 대비 6.7% 감소한 것으로 분석되었음

&lt;표 6&gt; 2011년도 대기오염비용

단위: 억원/년

구 분		CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	합 계	
도 로 부 문	승용차	휘발유	6,136	891	2,076	0	86	9,190
		경유	2,651	469	2,947	1,019	0	7,085
		LPG	7,236	704	2,150	0	39	10,129
	승합차	휘발유	4	1	1	0	0	5
		경유	3,778	1,277	10,251	968	111	16,384
		LPG	484	41	132	0	31	688
	화물차	휘발유	4	8	1	0	1	14
		경유	17,626	6,293	58,294	7,785	48	90,046
		LPG	376	32	102	0	0	511
	특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	937	335	3,099	414	20	4,805
		LPG	1	0	0	0	0	1
소 계		39,232	10,051	79,054	10,186	336	138,859	
철 도 부 문	여객	189	89	559	120	16	974	
	화물	117	55	343	72	10	597	
	소 계	306	144	901	193	26	1,570	
합 계		39,538	10,195	79,955	10,379	362	140,429	

## ○ 온실가스비용

- 2011년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 13조 5,289억원으로 산정되었으며 교통 시설 투자평가지침(2011. 11 4차개정)의 원단위를 반영한 값임
- 우리나라 온실가스비용 중 도로부문이 94.7%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 해운, 항공, 철도 순인 것으로 분석되었음

&lt;표 7&gt; 2011년도 온실가스비용

구분	합 계	도 로	철 도	해 운	항 공
비용	135,289	128,103	854	3,867	2,466

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011. 11월 4차 개정안)

## ○ 소음비용

- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 3조 2,972억원으로 산정되었으며 GDP의 0.27% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용은 2010년도 3조 1,597억원 대비 4.35% 증가하였으며, 2010년도 교통부문 소음비용은 2009년도 3조 475억원 대비 3.7% 증가한 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용 구성비를 살펴보면 도로부문이 96.7%, 철도부문이 3.3%로 도로부문 소음비용이 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 8&gt; 교통부문 소음비용

구분	2008년			2009년			2010년		
	도로	철도	합계	도로	철도	합계	도로	철도	합계
비용	29,502	973	30,475	30,542	1,055	31,597	31,847	1,097	32,972

주: 1) 금번 과업에서는 소음비용 원단위를 도로:1,410원, 철도:1,445원을 물가지수를 이용하여 연도별로 재산정

#### 4. 총교통비용의 산정

- 본 과업에서 산정한 2011년도 총교통비용을 살펴보면 아래와 같음

<표 9> 총 교통비용

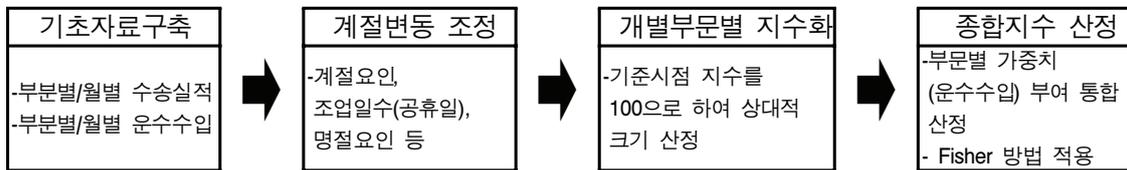
구분	항목	세부항목	금액	GDP 대비(%)
정부비용 <sup>1)</sup>	정부비용	도로부문	166,204	1.95%
		철도부문	58,746	
		항만부문	14,780	
		항공부문	679	
		물류시설부문	873	
		소 계	241,282	
내부비용	민간비용	가구 비용		3.80%
		기업비용	화물수송비 <sup>3)</sup>	95,604
외부비용	교통혼잡비용	도로혼잡 <sup>2)3)</sup>		1.77%
	교통사고비용 <sup>3)</sup>	도 로	114,332	0.94%
		철 도	495	
		해 운	932	
		항 공	92	
		소 계	115,851	
	교통환경비용	대기오염	140,429	2.36%
		온실가스 <sup>4)</sup>	118,586	
		소 음	32,972	
		소 계	308,690	

- 주: 1) 정부비용은 정부기관의 교통부문 투자 및 지출(expenditure)이기 때문에 다른 비용과는 성격이 다름  
 2) 교통혼잡비용은 시간가치비용과 차량운행비용으로 구성되는데 본 과업에서는 차량운행비를 제외한 시간가치만을 적용하였음  
 3) 화물수송비 및 교통사고비용, 도로혼잡비용은 2009년 추정액임  
 4) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2009.12월 3차 개정안)  
 5) 개인교통비용의 ()안은 가계지출소비를 명목가격 기준으로 산정한 금액임

## 제2절 TSI 산정

### 1. 지수산정방법 개요

- 매분기 진행되는 교통산업서비스지수의 산정은 <그림 1>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 1> 교통산업서비스지수 산정과정

#### 가. 2012년 계절변동계수 계산 결과

- 2012년 계산 결과 각 항목별 입력 변수는 아래와 같음

<표 10> 계절변동계수 산정결과

구 분	요일효과	공휴일	선거일	지속기간				검정	Q	AIC	
				설전	설후	추석전	추석후				
국내 여객	지하철	효과없음	1	1	1	2	2	3	안정	0.32	7819
	철도	tdnolpyear	1	1	1	3	2	3	안정	0.35	7869
	항공	tdnolpyear	1	0	1	1	1	3	안정	0.46	7588
	해운	tdlcoef	1	1	1	1	1	2	재조정	0.36	6916
	고속버스	tdstock	0	0	1	2	2	3	안정	0.8	7581
국내 화물	철도	tdnolpyear	1	0	2	2	1	3	안정	0.51	5573
	항공	tdnolpyear	1	1	2	3	1	1	안정	0.43	3546
	해운	tdnolpyear	1	1	1	2	1	2	안정	0.63	6030
국제 여객	항공	tdstock	1	1	0	2	1	1	안정	0.45	8510
	해운	tdstock	1	1	1	2	3	3	안정	0.40	66453
국제 화물	항공	tdlcoef	1	1	1	1	2	1	안정	0.27	4118
	해운	tdlcoef	0	0	2	2	0	0	안정	0.66	6537

주: 공휴일과 선거일에서 1은 항목 선택, 0은 항목 비선택을 의미함

○ 2012년 4/4분기 BOK-X-12-ARIMA 항목 설정 값 통계량

<표 11> 4/4분기 BOK-X-12-ARIMA 항목 설정 값 통계량

구 분	공휴일	선거일	지속기간				Outliers	
			설전	설후	추석전	추석후		
국내 여객	지하철	-6.87	-2.43	-4.05	-0.30	-1.25	-0.96	1998.1, 2007.9
	철도	0.69	-1.13	2.83	0.79	0.86	3.99	1996.7, 1996.1, 2006.3
	항공	0.42	-	1.45	0.13	-0.26	0.39	1997.12, 2005.12
	해운	0.39	-0.42	2.02	-0.02	0.40	0.15	-
	고속버스	-	-	3.30	0.45	0.83	1.23	2003.8, 2003.10, 2012.1, 2012.2
국내 화물	철도	-0.65	-	-2.07	-2.64	-2.50	-0.21	2009.11
	항공	2.09	-3.17	-0.82	1.60	-2.79	2.15	1998.2, 2005.2, 2005.12 2008.8, 2011.3
	해운	-1.15	-2.43	1.59	-2.33	-1.59	0.82	1998.1, 2004.3, 2004.8, 2005.3
국제 여객	항공	-0.20	-0.96	0.89	-	3.79	-4.20	1997.12, 1998.1, 2000.2 2000.9, 2001.10, 2003.3 2003.4, 2003.5, 2007.2
	해운	0.23	-1.15	-1.10	-0.85	-0.16	-1.51	2002.1, 2002.12, 2003.4, 2005.11
국제 화물	항공	-0.96	-2.21	-1.77	-0.50	-1.17	0.64	1998.1, 2008.12, 2010.7, 2010.10
	해운	-	-	-1.51	1.44	-	-	2008.12

주: 각각의 숫자는 t 값을 의미함

○ 2012년 계절변동조정계수 결과

- 산출된 계절변동조정계수를 이용하여 전체 교통산업서비스 지수를 재산정함

<표 12> 2012년 계절변동계수 결과

월	국내여객					국내화물			국제여객		국제화물	
	지하철	철도	항공	해운	고속 버스	철도	항공	해운	항공	해운	항공	해운
2012년1월	0.95	1.04	0.88	0.60	0.97	0.80	1.01	0.96	1.06	1.05	0.93	1.03
2012년2월	0.91	0.96	0.84	0.57	0.96	0.84	1.01	0.87	0.93	0.86	0.94	0.95
2012년3월	1.07	0.95	0.92	0.72	0.95	1.06	1.09	1.01	0.93	0.97	1.06	1.06
2012년4월	1.04	0.99	1.12	1.15	0.97	1.07	1.02	1.07	0.93	0.95	0.99	1.00
2012년5월	1.08	1.05	1.15	1.57	1.07	1.11	0.95	1.10	0.98	1.00	0.98	1.03
2012년6월	0.99	0.96	1.01	1.15	0.96	1.08	0.85	1.02	0.98	0.95	1.00	0.98
2012년7월	0.96	0.98	1.01	1.18	1.00	0.99	0.89	1.02	1.11	1.18	1.04	1.02
2012년8월	0.94	1.10	1.15	1.67	1.15	0.93	1.03	0.92	1.13	1.28	1.01	0.98
2012년9월	0.99	0.92	0.93	0.89	0.96	0.99	0.99	0.96	1.01	0.99	1.02	0.97
2012년10월	1.05	1.03	1.13	1.22	1.01	1.08	1.10	1.07	1.02	0.97	1.04	1.01
2012년11월	1.01	1.00	1.01	0.76	0.98	1.07	1.02	1.01	0.92	0.88	1.01	0.97
2012년12월	1.01	1.05	0.86	0.53	1.01	0.98	1.03	1.01	0.97	0.90	1.01	1.02

## 1. 교통산업서비스지수 산정 결과

### 가. '12년 1/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '12년의 1/4분기 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음

<표 13> '12년 1/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 1/4분기	'11년 4/4분기	전분기 대비	'11년 1/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	120.1	121.3	-1.0%	113.3	6.0%
		백만인·km	19,546	20,752	-5.8%	18,737	4.3%
	화물	지수	89.6	81.7	9.7%	84.1	6.6%
		천톤	37,604	43,082	-12.7%	37,274	0.9%
국제	여객	지수	200.0	197.3	1.4%	176.9	13.1%
		백만인·km	36,956	35,810	3.2%	31,225	18.4%
	화물	지수	185.7	190.8	-2.7%	183.3	1.3%
		천톤	766,209	799,430	-4.3%	791,144	-3.2%

### 나. '12년 2/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '12년의 2/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음

<표 14> '12년 2/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	119.2	120.1	1%	119.2	0%
		백만인·km	21,149.0	19,546.0	-8%	20,434.0	3%
	화물	지수	88.3	89.6	1%	89.2	-1%
		천톤	772.0	766.0	-1%	782.0	-1%
국제	여객	지수	206.4	200.0	-3%	183.7	12%
		백만인·km	37,699.0	36,956.0	-2%	33,696.0	12%
	화물	지수	190.3	185.7	-2%	183.3	4%
		천톤	277,407.0	277,035.0	0%	265,552.0	4%

#### 다. '12년 3/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '12년의 3/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음

<표 15> '12년 2/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	119.9	119.2	1%	119.3	0.4%
		백만인·km	20,146	21,149.0	-5%	20,067.0	0.4%
	화물	지수	89.1	88.2	1%	87.9	1.4%
		천톤	37,008.0	41,902.0	-12%	37,976.0	-2.5%
국제	여객	지수	207.9	206.4	1%	191.9	8.3%
		백만인·km	37,693.0	37,699.0	0%	38,745.0	-2.7%
	화물	지수	190.6	190.3	0%	186.2	2.4%
		천톤	274,211.0	277,407.0	-1%	267,016.0	2.7%

#### 라. '12년 4/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

- '12년의 4/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음

<표 16> '12년 2/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	121.3	119.6	1.4%	113.1	7.3%
		백만인·km	20,752	20,067	3.4%	19,472	6.6%
	화물	지수	81.7	80.7	1.2%	88.9	-8.1%
		천톤	38,860	35,710	6.6%	42,033	7.5%
국제	여객	지수	197.3	197.1	0.1%	179.1	10.2%
		백만인·km	35,810	38,745	-7.6%	32,687	9.6%
	화물	지수	190.8	185.8	2.7%	176.1	8.3%
		천톤	276,084	266,620	3.5%	251,426	9.8%

다. 지수산정 종합결과

- '12년 1/4분기의 경우, 국내 및 국제부문 여객지수는 전 분기 대비 상승하였으며 국내 화물과 국제화물지수는 상승 또는 하락하는 추세를 보임
  - 경기회복과 환율하락 등으로 인한 국내 및 해외 여행수요의 증가가 원인으로 파악되며 화물부문 물동량의 증가로 국내 화물을 제외한 전 부문 지수가 상승함
- '12년 2/4분기는 국제 여객 및 화물 실적이 전년 대비 각 17.2%, 1.8%씩 증가하였음
  - 여행객 증가에 따른 여객부문 지수 상승과 경기 호조로 인한 화물 물동량이 증가함

<표 17> '12년 부문별 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

분기별 지수 변화				
구분	국내여객	국내화물	국제여객	국제화물
'12년 1/4분기	120.07	89.64	200.03	185.71
'12년 2/4분기	119.21	88.20	206.37	190.28
'12년 3/4분기	119.87	89.10	207.87	190.60
'12년 4/4분기	121.23	90.36	195.42	191.51

전 분기 대비 증감율				
구분	국내여객	국내화물	국제여객	국제화물
'12년 1/4분기	-1.0%	9.8%	1.4%	-2.7%
'12년 2/4분기	-0.7%	-1.6%	3.2%	2.5%
'12년 3/4분기	0.6%	1.0%	0.7%	0.2%
'12년 4/4분기	1.1%	1.4%	-6.0%	0.5%

주: '12년 1/4분기의 전 분기 대비 증감율은 '11년 4/4분기의 지수(국내여객 121.28, 국내화물 81.65, 국제여객 197.25, 국제화물 190.82) 대비를 나타냄

2. 향후 연구방향

가. 월별 지수 분석 및 발표 예정

1) 주요 내용

- 교통산업서비스지수의 경우 분기별 지수를 중심으로 정산하고 발표하였음. 이는 수송 실적자료의 입수 시점이 분기별로 제한되기 때문임

- 하지만 2010년부터 전문가의 의견을 반영하여 교통산업서비스지수에 월별 지수를 산정하고 그 내용을 분석하기 시작함
- 월별 교통산업서비스 지수는 경기상황과의 상호 연관성 및 특성을 보다 명확히 보여줌

#### 나. 주5일 근무에 대한 지수 반영

##### 2) 주요 내용

- 여객 지수 특히 국내 여객의 경우 영업일수/통화일수가 지수 산정에 큰 영향을 주고 있음
- 현재 국내에서는 주5일 근무제가 1단계인 공기업·금융업·보험업 및 1,000인 이상 사업장은 2004년 7월부터 시행되었음. 2단계인 300인 이상 사업장은 2005년 7월부터, 3단계인 100인 이상 사업장은 2006년 7월부터 시행됨. 4단계인 50인 이상 사업장은 2007년 7월부터, 5단계인 20인 이상 사업장은 2008년 7월부터 시행됨. 마지막 6단계인 20인 미만 사업장은 2011년 7월1일부터 시행될 예정임
- 하지만 교통산업서비스지수는 주 평균 근무 일수를 5일로 산정하고 있는 실정임. 이를 2011년에는 현실에 맞게 주5일로 수정할 필요가 있음

#### 다. 지수산정 체계 재구축

##### 3) 기존의 지수산정 체계

- 기존의 교통산업 서비스지수 산정 체계는 한국은행에서 1998년 제시한 계절조정방법을 사용하고 있음. 이는 시계열모형은 ARIMA 모형을 사용하여 계절변동조정모형을 정립하고 이에 따라 지수를 계산하는 방식임

### 제3절 온실가스 배출량 DB구축

#### 1. Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량

- Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량은 교통수단별·지역별로 구분하여 전체유종에 대해 국제 병커링을 제외한 후 산정하였음

<표 18> 2011년 교통수단별·16개 광역 시도별 온실가스 총 배출량(전체유종)

단위: tCO<sub>2</sub>

	철도	도로	해운	항공	계
합계	518,826	77,852,009	2,349,820	1,498,945	82,219,599
	0.6%	94.7%	2.9%	1.8%	100.0%
1.서울	144,440	8,445,009	146,853	364,738	9,101,040
	27.8%	10.8%	6.2%	24.3%	11.1%
2.부산	79,589	4,378,869	727,024	69,588	5,255,071
	15.3%	5.6%	30.9%	4.6%	6.4%
3.대구	27,793	3,181,626	0	400	3,209,819
	5.4%	4.1%	0.0%	0.0%	3.9%
4.인천	0	4,006,869	346,397	809,862	5,163,128
	0.0%	5.1%	14.7%	54.0%	6.3%
5.광주	12,633	2,147,063	0	0	2,159,697
	2.4%	2.8%	0.0%	0.0%	2.6%
6.대전	18,129	2,041,621	0	0	2,059,749
	3.5%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
7.울산	0	1,984,647	119,070	2,000	2,105,717
	0.0%	2.5%	5.1%	0.1%	2.6%
8.경기도	50,112	20,030,572	81,352	3,199	20,165,236
	9.7%	25.7%	3.5%	0.2%	24.5%
9.강원도	8,843	3,056,748	49,821	800	3,116,212
	1.7%	3.9%	2.1%	0.1%	3.8%
10.충북	26,951	3,551,882	421	35,594	3,614,848
	5.2%	4.6%	0.0%	2.4%	4.4%
11.충남	12,212	4,998,296	110,734	0	5,121,241
	2.4%	6.4%	4.7%	0.0%	6.2%
12.전북	32,425	3,525,806	64,033	0	3,622,265
	6.2%	4.5%	2.7%	0.0%	4.4%
13.전남	52,217	3,458,097	288,153	0	3,798,468
	10.1%	4.4%	12.3%	0.0%	4.6%
14.경북	43,795	5,927,617	10,862	0	5,982,274
	8.4%	7.6%	0.5%	0.0%	7.3%
15.경남	9,685	6,053,815	379,442	9,598	6,452,541
	1.9%	7.8%	16.1%	0.6%	7.8%
16.제주	0	1,063,472	25,658	203,165	1,292,295
	0.0%	1.4%	1.1%	13.6%	1.6%

- 주: 1) 연료 소모량은 2010년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정  
 2) 도로와 철도부분은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임  
 3) 항공과 해운부분은 국제병커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

## 2. 철도 전환부문 이산화탄소 배출량

- 철도의 전력 사용에 따른 온실가스 배출량은 교통부문이 아닌 에너지부문 중 전환부문에 해당함
  - 철도의 전환부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 철도공사 및 철도시설관리공단과 관련된 자료는 『철도통계연보(2011)』에서, 지하철 및 도시철도와 관련된 전력사용량 자료는 해당 운영기관에서 집계한 자료를 활용하였음
- 철도전환부문도 Tier 1의 방법으로 사용하였으며 전력에 대한 공식적인 탄소배출계수는 전력거래소에서 발표한 자료를 사용함
- 전력거래소의 배출계수를 사용한 이산화탄소 배출량은 1,534,767tCO<sub>2</sub>으로 산정되었음

<표 19> 2011년 철도 전환부문 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

철도	배출량(tCO <sub>2</sub> )
수도권 <sup>1)</sup>	464,218
경부고속선	340,867
경부선	65,217
호남선	48,504
중앙선	33,226
태백선	8,198
영동선	36,074
충북선	7,436
합계	1,003,741
지하철	배출량(tCO <sub>2</sub> )
서울메트로	238,316
서울도시철도	129,110
부산도시철도	86,787
대전도시철도	8,105
대구도시철도	33,235
광주도시철도	8,347
인천도시철도	27,125
합계	531,026
<b>총계</b>	<b>1,534,767</b>

주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임

2) 전력배출계수는 전력거래소에서 제시한 2011년 전력배출계수 0.4598tco<sub>2</sub>e/Mwh로 변경하여 적용

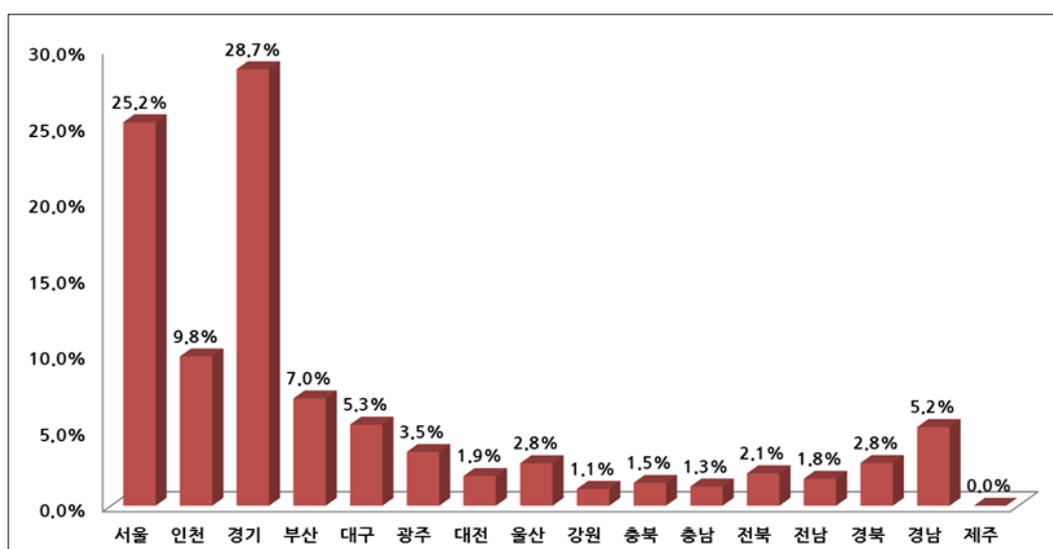
### 3. CNG부문 온실가스 배출량

- CNG부문 온실가스 배출량은 경기도가 705.6천tCO<sub>2</sub>로 가장 많은 배출량을 보였으며, 그 다음으로 서울, 인천 각각 619.8천tCO<sub>2</sub>, 241.4천tCO<sub>2</sub> 이 뒤를 이어 수도권의 배출량이 전체의 63.6%를 차지함

<표 20> CNG부문 온실가스 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

지역	2011년		2010년 배출량	전년대비증가율(%)
	배출량	비중(%)		
서울	619,764	25.2%	611,841	1.3%
인천	241,369	9.8%	238,625	1.1%
경기	705,580	28.7%	652,751	8.1%
수도권계	1,566,713	63.6%	1,503,216	4.2%
부산	173,374	7.0%	144,242	20.2%
대구	131,203	5.3%	127,656	2.8%
광주	87,009	3.5%	85,624	1.6%
대전	48,010	1.9%	47,568	0.9%
울산	68,711	2.8%	64,642	6.3%
강원	27,272	1.1%	23,911	14.1%
충북	36,983	1.5%	35,374	4.5%
충남	31,093	1.3%	30,460	2.1%
전북	52,356	2.1%	54,292	-3.6%
전남	43,594	1.8%	38,182	14.2%
경북	69,096	2.8%	63,058	9.6%
경남	127,265	5.2%	113,241	12.4%
제주	-	0.0%	-	0.0%
지방계	895,967	36.4%	828,251	8.2%
전국계	2,462,680	100.0%	2,331,468	5.6%



<그림 2> CNG부문 지역별 온실가스 배출량 비중

#### 4. 국제빙커링부문 온실가스 배출량

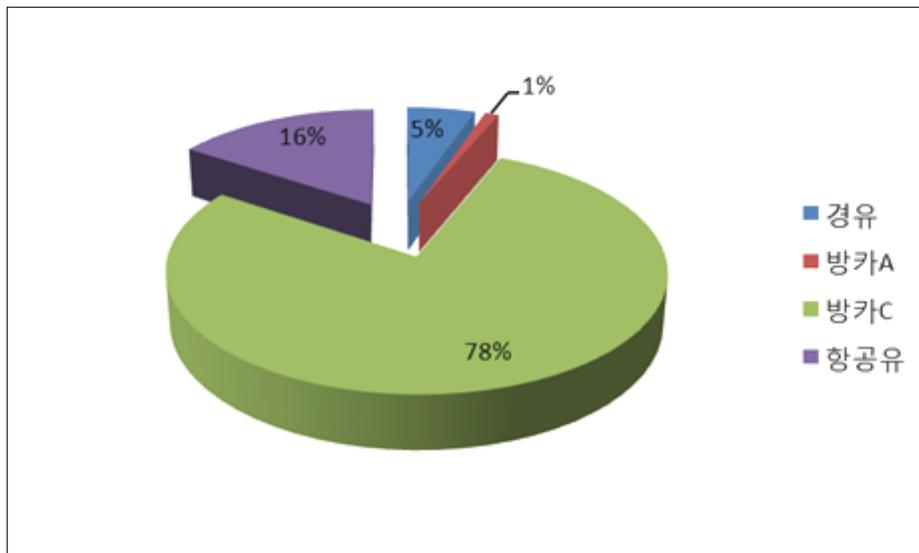
- 2011년 국제빙커링 부문 온실가스 배출량은 2010년보다 0.8% 감소한 22.6백만tCO<sub>2</sub>임
- 유종별 비중을 살펴보면 항만부문에서 주로 사용되는 방카C유가 가장 높은 배출량을 보였으며 항공부문에서 사용되는 항공유도 약 14% 수준에서 사용량을 보임

<표 21> 국제빙커링 부문 온실가스 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

배출량(tCO <sub>2</sub> )	경유	경질중유	방카C유	항공유	합계
2006년	2,071,486	164,629	19,666,925	2,979,225	24,882,265
	8.33%	0.66%	79.04%	11.97%	100.00%
2007년	1,779,236	191,597	17,996,200	3,290,707	23,257,741
	7.65%	0.82%	77.38%	14.15%	100.00%
2008년	1,641,414	211,297	18,207,331	3,258,552	23,318,593
	7.04%	0.91%	78.08%	13.97%	100.00%
2009년	1,392,337	163,088	16,875,475	2,613,118	21,044,018
	6.62%	0.77%	80.19%	12.42%	100.00%
2010년	1,450,040	229,846	18,028,497	3,073,367	22,781,750
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%
2011년	1,187,680	241,495	17,633,712	3,544,077	22,606,964
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%

주: %는 각 유종별로 해당 연도별 온실가스 배출량에서 차지하는 비중임



<그림 3> 2011년 국제빙커링 온실가스 배출량 유종별 비중

## 5. 결론

- 배출량 산정의 정확도 향상에 필요한 통계체계 구축
  - 교통부문의 에너지 사용량은 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하며 이 자료는 도로, 항공, 철도, 해운부문으로만 구분되어 있음
  - 또한 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유 경유 LPG의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표관리제에서 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
- 방법론상의 문제
  - 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 항공부문의 경우 운항정보와 관련된 자료가 일부 필요하기 때문에 민간회사의 경영과도 연관되어 있는 민감한 자료가 존재함
  - 현재는 Tier 1 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
  - 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있어, IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 사용하고 있으나, 이는 국가 고유의 실정을 반영하지 못하는 원단위임
  - 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있는 실정을 감안할 때 배출량 산정에 관한 신뢰성 확보가 필요함

## 제4절 네트워크 모니터링 분석

### 1. 분석의 배경

- 교통혼잡으로 인한 경제적 손실이 매년 증가하고 있는 상황에서 시설 투자를 통한 교통문제 해결에는 한계가 발생하고 있으며 교통관리를 통한 비용 절감 필수적인 상황이 되었음
- 교통관리를 위해서는 교통상황에 대한 평가가 선행되어야 하지만 부족한 평가지표로 인해 교통상황에 대한 적절한 평가가 이루어지지 못하고 있으며 정성적인 기준을 통한 평가와 전반적인 교통상황을 아우르지 못한 국지적인 평가를 통해 교통관리 및 통행체계 개선이 주로 시행되고 있음
- 교통체계에 대한 평가는 나타난 문제점을 통해 원인을 분석하고 원인에 대한 근본적인 해결책이 제시되어야 하며 이를 위해서는 다양한 데이터를 통한 다각적인 관점의 원인 분석이 선행되어야 함
- 교통혼잡비용 절감을 위한 해결책의 일환으로 집행되었던 교통정보에 대한 투자와 IT 기술의 교통 분야 접목을 통해 다양한 기관에서 필수적인 교통정보들이 수집되고 있으나 수집된 정보가 기관별로 분산되어 저장, 활용되고 있어 데이터베이스에 대한 접근성이 떨어지고 융합분석을 통한 각 데이터 간의 분석 활용도의 증대가 이루어지고 있지 못하고 있음
- 수집되고 있는 데이터베이스의 규모와 수집 속도 또한 기하급수적으로 증가하고 있으며 방대해진 데이터베이스를 분석하는 것은 단일한 기관에서 개별적으로 수행하기 어려운 상황이 도래하여 관리 비용의 한계로 인해 활용되지 못한 데이터들의 소실이 발생함
- 국가적인 비용을 투입하여 수집된 교통 데이터베이스의 활용도를 높이는 것은 국가적인 시책이 되었으며 「빅데이터를 활용한 스마트 정부 구현(안)」(2011. 11. 2)을 통해 빅데이터 시대에 대한 준비가 필요함을 인식하고 있음

## 2. 분석의 목적

- 데이터의 가치는 수집 및 저장에 있는 것이 아닌 이를 분석해서 얻어 낸 내재된 정보에 있는만큼 분석의 중요도가 높아져가고 있으며 데이터의 규모가 방대해 짐에 따라 분석의 난이도 역시 기존의 분석과 비교하여 어려워지고 있음
- KTDB에서는 여객기종점통행량 조사를 통해 구축되던 기종점 통행량 자료에 대한 신뢰도 증진에 노력해 왔으며 이러한 노력의 일환으로 구축된 기종점 통행량 데이터에 대한 다양한 검증방안을 모색하였음
- 이러한 검증 방안의 일환으로 교통카드(SmartCard) 사용실적 자료, 고속도로 요금정산 시스템(TCS)의 실적 자료 등은 추정치인 기종점 통행량 데이터의 모집단에 대한 정보를 정확히 제공해 줄 수 있다는 측면에서 활용도를 평가해 볼 필요성이 있음
- 교통관련 데이터들은 조사 특성에 따라 다양한 자료들(예 : 속도, 차량/통행인수, 통행시간 등)이 수집되고 있으나 1차적인 통계정보 제공의 목적을 달성한 이후 통행의 특성을 파악하거나 현상에 대한 원인 고찰 등의 심도 깊은 추가 연구가 이루어지지 못하고 있음
- 기 입수 교통데이터 및 신규 입수 교통데이터들을 활용하여 교통데이터를 활용한 새로운 활용 방안과 평가지표, 교통통계를 생산해 내는 것은 많은 비용을 투입하여 생산한 교통데이터의 활용도를 증진시키고 교통분야에서의 빅데이터 활용 기술 향상에 기여를 할 수 있을 것으로 판단됨
- 네트워크 모니터링 분석은 기본적으로 교통정보를 수집하기 위한 추가적인 조사를 수행하지 않고 기존의 수집 자료를 활용하여 도심 내부 혹은 지역 간의 교통상황에 대한 통계자료, 평가지표를 생산하는 것을 기본 목표로 함

## 3. 분석의 범위

- 시간적 범위 : 2012년에 수집 가능한 과거 자료를 포함한 교통 데이터베이스
- 공간적 범위 : 교통데이터의 수집 및 활용이 가능한 전국
  - 전국의 범위 내에서 각 데이터베이스별로 설정된 자료 범위
- 내용적 범위
  - 교통 데이터베이스의 활용을 위한 시스템의 구축과 활용

- 수집, 정제, 분석, 평가의 과정을 통해 교통 데이터베이스의 활용도 증대
- 다양한 교통 데이터베이스의 활용 가능성 평가를 통한 분석 가능 자원의 확보

#### 4. 분석의 내용

- 네트워크 모니터링 분석의 단기적인 목적은 교통 분야에서의 수집되고 있는 빅데이터 자료의 유효성과 활용 가능성을 평가하여 2차 생산물의 생산 가능성을 제시하고 향후 빅데이터의 특성을 지닌 교통데이터의 적극적인 활용을 위한 기술적 활용 기반을 다지는데 있음
- 장기적으로는 KTDB에서 교통 관련 데이터의 조사, 수집 및 분석 기능을 확대하여, 교통데이터의 가공, 통계 및 활용 기능을 극대화하기 위한 기반을 조성하여 국가교통 조사사업의 효율화와 첨단화를 모색하는 것이 본 연구의 목적임
- 이와 같은 연구의 일환으로 아래와 같은 연구를 진행하고 있음
  - 2012년부터 4개년의 계획으로 차량 주행거리(VKT)를 산정
  - 다양한 교통 자료들 (택시 GPS 데이터, 인터넷 트위터 등)을 시의성 있게 분석
  - 국토교통부의 요청에 따른 전국 교통권역 분석 등 지원

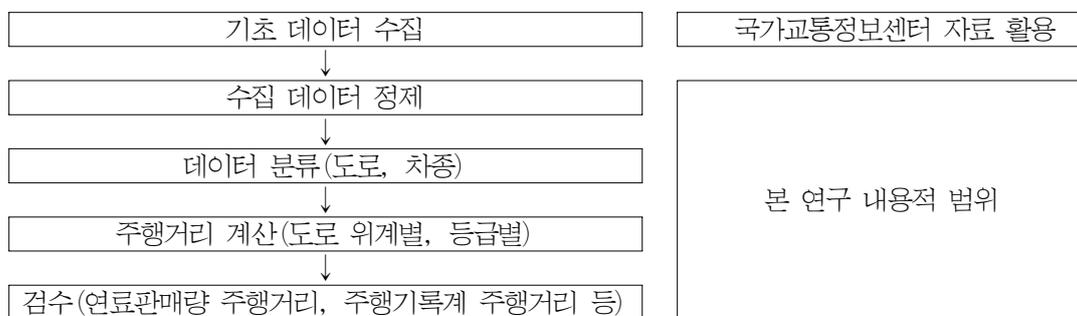
#### 5. 자동차주행거리 산정 방법

- 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 자동차주행거리를 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 산정을 시도할 것이며, 금년 연구에서는 자동차 주행거리 추정을 위한 분석 체계를 수립하는 것을 기본 목표로 함

## 6. 자동차주행거리 산정 체계

- 일반적으로 차량 주행 거리는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 정제/가공한 후 통계화를 위한 데이터 분류 및 정리 과정을 거친 자료를 활용하여 총주행거리를 산정하는 과정을 적용함
- 자료의 수집은 조사대상 지역에서 수집된 원시자료(Raw Data)의 수집을 의미하며, 이 과정에서 대부분의 기계적인 이상으로 인한 오류 데이터는 수집 대상 자료에서 제외함
- 본 연구는 기 수집된 자료를 활용하여 유용한 2차 자료를 생성하는데 그 목적이 있으며, 활용되는 자료는 국가교통정보센터에서 수집과정을 거쳐 저장된 자료를 활용하기 때문에 원시자료는 기본적인 기계 오류를 제거한 상태로 가정함
- 자동차주행거리 산정을 위한 진행 단계는 아래와 같음



<그림 4> 자동차 주행거리 산정 절차

- 본 연구의 목표는 교통정보센터의 교통량, 속도 등의 정보를 활용하여 교통특성을 확인할 수 있도록 가공된 2차 교통정보를 생성하는데 있음
- 수집된 Raw 데이터를 가공하여 교통정보를 생성하기 위해서는 1차적으로 Raw 데이터의 신뢰성이 확보되어야 하며 추가적으로 가공에 용이하도록 데이터의 구성과 포함된 내용에 일관성을 부여하여 활용성을 확보할 필요가 있음

- 오류 판단 기준 설정
  - 동일자료 연속 여부에 대한 판단 근거 마련 필요
  - 국가교통정보센터의 자료는 여러 종류 기관의 자료가 취합되어 있는 자료로 기관별 오류 판단 기준의 최대치를 활용하여 데이터를 정제할 필요가 있음
  - 본 연구에서의 데이터 품질관리 기준은 신뢰성 확보의 측면과 함께 교통량 및 속도 분석에 대한 목적성에 맞게 이루어져야 함.

<표 22> 본 연구의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준	비고
공통		링크별 총 데이터 수가 5,256개/년 미만일 경우 부적합처리	
		교통량 데이터가 모두 0 또는 -1로 구성될 경우 부적합처리	
		모든 필드의 데이터 값 혹은 Generatedate 기준의 데이터 값이 중복일 경우 부적합처리	
원시 자료 임계치 평가	교통량	교통량이 음수일 경우 부적합처리	교통량 상한 임계치 기준 추가 필요
	점유율	점유율이 음수 혹은 100% 이상이면 부적합처리	
	속도	속도가 음수 혹은 180Km/hr 보다 크면 부적합처리	
원시 자료 관계 평가	논리 검사	(교통량 $\diamond$ 0 & 속도 = 0) 또는 (교통량 = 0 & 속도 $\diamond$ 0)에 해당하는 경우 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리	

## 7. 총차량 주행거리 예비 산정

### 가. 총차량 주행거리 산정 개요

- 총차량 주행거리를 개략적으로 산정해 봄으로써 자료의 활용성을 평가하고 자료 활용 시의 문제점을 도출함
- 본 연구에서 추정된 결과는 개략적으로 산정된 결과이므로 구체적인 의미를 가지기는 힘들지만 기존의 연구결과와 비교하여 산정 방법의 문제점을 도출하고 산정결과의 정확도 제고를 위한 참고자료로 활용하도록 함
- 총차량 주행거리의 산정을 위해 미국 FHWA의 기준을 활용하여 총차량 주행거리산정 방법론을 적용

- FHWA 기준의 총차량 주행거리의 산정을 위해서는 정제된 데이터에 대한 도로 등급, 지역 등의 추가적인 속성정보가 요구되며 이를 통해 교통량 데이터를 속성별로 구분하여 총차량 주행거리 산정에 활용함

## 8. 기타자료 분석 사례

### 가. 택시 이동계적(GPS Tracking) 자료 분석

- 분석 대상
  - 서울시 택시 데이터 중 브랜드 콜택시의 경우 호출 서비스를 위해 지속적으로 전송되는 택시의 위치 데이터
  - 대상 택시 : S-택시 사 택시 4,875대의 택시 데이터 중 자료의 수집 빈도가 일정한 1,000대의 택시 데이터
  - 대상 시간 : 2010년 11월 10(수)~16일(화) 까지의 일주일
  - 대상 데이터 : 460여만개의 택시 GPS 자료(1,000대의 자료)

### 나. 서울시 택시 이용실적 데이터 분석

- 분석 대상
  - 한국스마트카드사 제공 택시 자료 기준으로 서울시 택시 자료 중 브랜드 콜택시로부터 호출 서비스를 위해 지속적으로 전송되는 택시의 위치 자료
  - 대상 택시 : 한국스마트카드사에서 수집하는 16,600여대의 택시 자료 중 자료 수집 빈도가 일정한 8,676대의 택시 자료
  - 대상 기간 : 2012년 3월 12일(목)
  - 대상 자료 : 총 8,676대 택시의 5,920여만개 GPS 데이터

### 다. 교통관련 SNS(Social Network Service) 게시 자료 분석

- 분석 대상
  - 국내에서 이용되고 있는 SNS 중 트위터 내에서 소통되고 있는 교통관련 이슈

## 라. 기종점 통행량을 활용한 교통권역 분석

- 분석 개요
  - 도시교통정비지역의 교통권역은 교통정비구역으로 선정된 도시의 영향권을 설정하여 선정 도시의 교통계획 수립 시 영향권 지역과의 연계성 있는 교통계획 수립을 유도하기 위하여 설정하는 법정 정비 구역임
  - 교통권역의 설정은 도시교통정비지역 대상 도시로의 총목적/통근·통학 통행량의 유출 통행량 비중이 전체 총목적/통근·통학 통행량의 5% 이상인 지역을 선택하는 방법을 적용

## 9. 결론 및 향후 과제

- 네트워크 모니터링 분석은 기존에 수집되고 있는 자료를 활용하여 의미있는 교통 정보를 도출하기 위해 시도되는 분석 연구임
- 이번 본 연구에서는 분석을 위한 기초적인 시스템의 구축과 더불어 간단한 융합 분석을 시도하였으나 향후 이러한 분석 방법론을 좀더 발전시켜 다양한 부문에 확대하여 적용할 필요가 있을 것으로 판단됨
- 2012년에 구축된 교통자료들을 근간으로 교통 자료들을 지속적으로 입수하여 교통 데이터베이스를 구축하고, 기존 분석 업무들을 개선하고 새로운 분석 업무를 추가할 필요가 있음
- 차량주행거리 산정 과제의 지속적 추진
  - 2012년도에 본 과제에서 진행한 지역간 차량 주행거리 산정 과제를 지속적으로 발전
  - 국토교통부 수탁과제로 진행된 지역내 차량 주행거리 산정 과제(과천시 대상)를 이어받아 확대(부천시 대상) 발전시킴
- 도시 이동성 연구 (Urban Mobility Report)
  - 도시내 차량 주행거리 산정 결과를 근간으로 2013년에는 도시 내 모빌리티 리포트 작성 (부천시 대상)

○ 대중교통 성능 평가

- 새로 입수하게 된 수도권 대중교통 이용현황을 기반으로 대중교통의 성능 지표 및 분석을 시도



## 제1장 교통비용

---

제1절 총교통비용의 정의 및 분류

제2절 총교통비용 산정방법론

제3절 총교통비용 산정



## 제1장 교통비용

### 제1절 총교통비용의 정의 및 분류

#### 1. 총교통비용의 정의

- 총교통비용(full costs of transport)은 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송을 위한 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함
- 총교통비용은 분류기준에 따라 내부비용/외부비용, 고정비용/변동비용, 시장/비시장 비용 등 다양하게 분류할 수 있으나, 본 연구에서는 정부비용/내부비용/외부비용으로 구분함
- 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함
- 내부비용은 다시 개인이 지불한 비용과 기업이 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
- 아래의 표는 교통부문의 비용을 내부비용과 외부비용으로 분류한 것임(EC, 1996)

<표 1-1> 교통비용의 분류(EC)

비용항목	내부(사적)비용	외부비용
차량운행	유류비, 차량비, 통행료	다른 사람이 부담하는 비용
교통시설	도로이용료, 차량세, 유류세	회수되지 않은 시설비용
교통사고	보험료, 교통사고비용	다른 사람이 부담하는 정신적 육체적 고통 등
환경오염	환경악화에 의한 불편	소음, 대기오염으로 인한 인체피해, 재산피해 등
교통혼잡	시간비용	다른 사람에게 전가하는 교통정체비용

자료: EC(1996)

- <표 1-2>는 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 1-2> 교통비용의 범위 및 성격

비 용	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.

- Transport Canada에서는 <표 1-3>과 같이 교통비용의 분류를 크게 외부비용과 내부비용으로 구분함
  - 외부비용은 생태비용과 혼잡비용, 사고비용, 공간사용비용, 인프라비용으로 구성됨
  - 내부비용은 개인비용으로서 연료, 유지 및 보수, 보험 및 차량 양도와 관련한 비용임
  - 캐나다는 본 연구의 산정항목과 달리 생태비용에서도 동식물과 에너지, 토지이용 효과와 차량에 의한 진동효과까지 세분화함

&lt;표 1-3&gt; 교통비용분류(Transport Canada)

FULL COSTS	EXTERNAL COSTS	ECOLOGY COSTS	FAUNA & FLORAEFFECTS
			ENERGY
			NOISE
			AIR, WATER, LAND, POLLUTION
			LANDSCAPE EFFECTS
			VIBRATION
	CONGESTION		
	ACCIDENTS		
	USE OF SPACE		
	INFRASTRUCTURE COSTS		
	INTERNAL COST	PRIVATE COSTS	FUEL
			MAINTENANCE
			REPAIRS
			INSURANCE TAX
VEHICLE AMORTIZATION			

자료: Litman (2002), Transportation Cost Analysis.

## 2. 총교통비용의 분류

### 가. 정부비용

- 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체 (민간) 를 포함한 교통관련 지출비용
- 교통시설 건설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

### 나. 내부(민간)비용

- 개념
  - 내부비용 (internal/private costs) 이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용
  - 내부(민간)비용은 개인과 기업비용으로 구분함
- 개인비용
  - 개인비용 : 개인이 차량을 구입하고, 운영 (주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등) 하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용
  - 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음
- 기업이 교통부문에 지출한 비용
  - 화물에 대한 물류비 항목 중 수송비에 대한 비용
  - 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외한 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

<표 1-4> 내부비용의 분류

구 분	세부항목
정부비용	도로
	철도
	항공
	해운
	물류시설
내부(민간)비용	개인비용
	기업비용 (화물 수송비)

## 다. 외부비용

### ○ 개념

- 외부비용(external costs)이란 외부성(externality)<sup>1)</sup>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 1-5> 외부비용의 분류

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

## 제2절 총교통비용 산정방법론

### 1. 정부비용

#### 가. 개요

- 정부가 지출한 비용을 계량화
  - 도로, 철도, 항공, 항만 등 교통시설에의 투자(Delucchi, 2007)
  - 주차 등 행정단속, 안전에의 투자
  - Anderson(2000)의 경우 정부비용의 특성을 고려하여, 내부비용에 포함시키지 않고 따로 고려하였음
- 엄밀한 의미에서 교통시설에 대한 투자는 비용(costs)으로 구분할 수 없지만, 본 연구에서는 정부입장에서 지출(expenses)한 비용을 파악하기 위해 정부비용으로 규정함
  - 교통시설 건설시 일반적으로 일정 기간의 내구연한(30년 혹은 50년)을 갖기 때문에 이에 대한 감가상각비 및 유지관리비가 비용개념에 더 적합함
  - 향후 교통비용 연구에서는 주체별 지출(expenses)/수입(revenues) 분류방식과 비용(costs)/편익(benefits) 분류방식에 대한 방법론 및 활용방안에 대한 논의가 필요함

#### 나. 방법론

- 특정 방법론 및 모델을 적용하기 보다는 중앙정부에서 투자 및 지출한 각 수단별, 항목별 금액을 집계 및 결과 정리

### 2. 내부(민간)비용

#### 가. 개인비용

##### 1) 개요

- 개인비용은 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용임

- 개인(가계)이 지출한 비용을 계량화
  - 차량을 소유하고 운행함으로써 차량 소유 및 유지·관리 등에 따른 비용, 대중교통을 이용하는 비용 등을 계량화
  - 본 연구에서는 교통부문의 개인비용을 통계청 자료를 이용한 가구지출 비용으로 산정함

## 2) 방법론

- 가구가 지출한 비용을 계량화
  - 통계청에서 가구가 지출한 교통비용을 조사한 결과 집계<sup>2)</sup>
    - 정식 명칭은 가계동향 조사로서 가구에 대한 가계수지 실태를 파악하여 국민의 소득과 소비 수준변화의 측정 및 분석 등에 필요한 자료를 제공
    - 통계청은 전국에 거주하는 약 9천가구에 대한 가계부기장에 의한 방식으로 가계지출의 12항목 중 가구가 지출한 교통비용을 조사함
  - 본 과업에서는 통계청 방식을 적용하였으며, 가구당 소비지출액은 실질가격을 기준으로, 가구수는 연도별 장래추계인구의 자료를 사용하였음
- 산정방법론(통계청)
  - 표본집단을 대상으로 조사를 실시한 후 전수화하는 방식으로 직접 방문회수 및 전자가계부 기입
  - 모집단 : 인구주택총조사 결과<sup>3)</sup>
    - 2005년 인구주택총조사의 아파트조사구와 보통조사구내 가구 및 가구원을 조사 모집단(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

2) 자료: 통계청 통계설명자료 ([www.kosis.kr](http://www.kosis.kr))

3) 가장 최근 실시된 인구주택총조사는 2005년에 실시되었으며 다음 조사는 2010년 11월에 시행될 예정임

- 모집단 특성 항목

<표 1-6> 모집단 특성항목

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)
경활사항(6개)	- 경활상태 (취업자, 실업자, 비경인구) - 산업별 취업자(농림어업, 광공업, 서비스업)

자료: 통계청

○ 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 조사구요도 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 불

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 1-7> 가구 교통비용 산정 세부항목 및 분류표

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

### 3) 해외사례

#### ① 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 소비자기출 조사체계에 따라 산정
- 조사표
  - 미국의 개인비용 소비 조사표는 우리나라 통계청의 도시가계조사 조사표와 비슷하며, 가계의 지출내역을 무작위로 기입하는 방식
  - 일주일 동안 작성할 수 있는 조사시트가 주어지며, 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, 개인경비행기 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

&lt;표 1-8&gt; 미국 교통부문 세부 조사항목

Transportation		
Vehicle Purchase	Cars and trucks, new	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cars</li> <li>· Trucks</li> </ul>
	Cars and trucks, used	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Cars</li> <li>· Trucks</li> </ul>
	Other vehicles	<ul style="list-style-type: none"> <li>· New motorcycles</li> <li>· New aircraft</li> <li>· Used motorcycles</li> <li>· Used aircraft</li> </ul>
Gasoline and motor oil	Gasoline	
	Diesel fuel	
	Gasoline on out-of-town trips	
	Gasohol	
	Motor oil	
	Motor oil on out-of-town trips	
Other vehicle expense	Vehicle finance charge	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Automobiles</li> <li>· Trucks</li> <li>· Motorcycles and planes</li> <li>· Other vehicle finance charges</li> </ul>
	Maintenance and repairs	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Coolant, additives, brake, transmission fluids</li> <li>· Tires-Purchased, replaced, installed</li> <li>· Parts/equipment, /accessories</li> <li>· Vehicle audio equipment</li> <li>· Vehicle products and cleaning services</li> <li>· Vehicle video equipment</li> <li>· Misc. auto repair/servicing</li> <li>· Body work and painting</li> <li>· Clutch, transmission repair</li> <li>· Drive shaft and rear-end repair</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brake work, including adjustments</li> <li>• Repair to steering or front-end</li> <li>• Cooling system repair</li> <li>• Motor tune-up</li> <li>• Lube, oil change, and oil filters</li> <li>• Front end alignment, wheel balance</li> <li>• Shock absorber replacement</li> <li>• Gas tank repair, replacement</li> <li>• Repair tires and other repair work</li> <li>• Vehicle air conditioning repair</li> <li>• Exhaust system repair</li> <li>• Electrical system repair</li> <li>• Motor repair/replacement</li> <li>• Auto repair service policy</li> </ul>
	Vehicle insurance	
	Vehicle rental, licenses, other charges	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leased and licenses, other charges</li> <li>• Vehicle registration state</li> <li>• Vehicle registration local</li> <li>• Driver's license</li> <li>• Vehicle inspection</li> <li>• Parking fees</li> <li>• Tolls or electronic toll passes</li> <li>• Tolls on out-of-town trips</li> <li>• Towing charges</li> <li>• Global positioning services</li> <li>• Automobile service clubs</li> </ul>
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 .....							
Food .....	\$46,409	\$26,773	\$54,483	\$48,492	\$55,096	\$62,215	\$62,618
Food at home .....	5,931	3,073	7,085	5,851	7,088	8,622	9,078
Cereals and bakery products .....	3,297	1,638	3,965	3,142	3,925	4,846	5,583
Meats, poultry, fish, and eggs .....	445	227	533	411	513	666	793
Dairy products .....	764	332	938	738	941	1,140	1,332
Fruits and vegetables .....	378	193	453	350	448	556	668
Other food at home .....	552	290	657	543	645	780	889
Food away from home .....	1,158	597	1,384	1,100	1,378	1,704	1,901
Alcoholic beverages .....	2,634	1,435	3,120	2,709	3,163	3,776	3,495
Housing .....	426	327	466	507	485	412	377
Shelter .....	15,167	9,835	17,366	15,273	17,466	20,076	20,342
Owned dwellings .....	8,805	6,179	9,891	8,704	10,006	11,333	11,626
Rented dwellings .....	5,958	3,055	7,159	6,052	7,086	8,702	8,795
Other lodging .....	2,345	2,889	2,120	1,966	2,341	2,066	2,344
Utilities, fuels, and public services .....	502	235	612	686	579	566	487
Household operations .....	3,183	2,024	3,663	3,270	3,725	4,059	4,313
Housekeeping supplies .....	801	383	973	675	1,064	1,434	1,169
Household furnishings and equipment .....	611	321	728	673	682	843	824
Apparel and services .....	1,767	928	2,111	1,951	1,988	2,406	2,410
Transportation .....	1,886	980	2,253	1,657	2,441	2,850	3,123
Vehicle purchases (net outlay) .....	8,344	4,030	10,128	9,124	10,438	11,553	10,963
Gasoline and motor oil .....	3,544	1,395	4,433	4,043	4,639	5,044	4,536
Other vehicle expenses .....	2,013	1,032	2,419	2,043	2,524	2,802	2,964
Public transportation .....	2,339	1,336	2,753	2,489	2,796	3,160	2,992
Healthcare .....	448	267	523	549	479	548	471
Entertainment .....	2,664	1,750	3,042	3,359	2,815	2,786	2,718
Personal care products and services .....	2,388	1,335	2,822	2,622	2,615	3,152	3,364
Reading .....	541	328	628	583	626	732	631
Education .....	126	103	136	149	123	136	117
Tobacco products and smoking supplies .....	940	500	1,122	766	1,265	1,491	1,559
Miscellaneous .....	319	227	357	338	391	361	361
Cash contributions .....	808	563	909	947	852	887	908
Personal insurance and pensions .....	1,663	1,313	1,808	1,900	1,683	1,648	1,932
Life and other personal insurance .....	5,204	2,409	6,360	5,418	6,809	7,510	7,145
Pensions and Social Security .....	381	162	472	407	452	515	657
Total .....	4,823	2,247	5,888	5,010	6,358	6,995	6,488

자료: U.S Bureau of labor statistics

## ② 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 가계예산을 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

&lt;표 1-9&gt; 영국 교통부문 세부 조사항목

Purchase of vehicles	Purchase of new cars and vans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Outright purchases</li> <li>• Loan/Hire Purchase of new car/van</li> </ul>
	Purchase of second hand cars or vans	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Outright purchases</li> <li>• Loan/Hire Purchase of new car/van</li> </ul>
	Purchase of motorcycles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Outright purchases of new or second hand motorcycles</li> <li>• Loan/Hire Purchase of new or second hand motorcycles</li> <li>• Purchase of bicycles and other vehicles</li> </ul>
Operation of personal transport	Spares and accessories	<ul style="list-style-type: none"> <li>• car/van accessories and fittings</li> <li>• Car/van spare parts</li> <li>• Motorcycle accessories and spare parts</li> <li>• Bicycle accessories, repairs and other costs</li> </ul>
	Petrol, diesel and other motor oils	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Petrol</li> <li>• Diesel oil</li> <li>• Other mothers oils</li> </ul>
	Repairs and servicing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Car or van repairs, servicing and other work</li> <li>• Motorcycle repairs and servicing</li> </ul>
	Other motoring costs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motoring organisation subscription (e.g. AA and RAC)</li> <li>• Garage rent, other costs (excluding fines), car washing etc.</li> <li>• Parking fees, tolls, and permits (excluding motoring fines)</li> <li>• Driving lessons</li> <li>• Anti-freeze, battery water, cleaning materials</li> </ul>
Transport services	Rail and tube fares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Season tickets</li> <li>• Other than season tickets</li> </ul>
	Bus and coach fares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Season tickets</li> <li>• Other than season tickets</li> </ul>
	Combined fares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combined fares other than season tickets</li> <li>• Combined fares season tickets</li> </ul>
	Other travel and transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air fares (within UK)</li> <li>• Air fares (international)</li> <li>• School travel</li> <li>• Taxis and hired cars with drivers</li> <li>• Other personal travel and transport services</li> <li>• Hire of self-drive cars, vans, bicycles</li> <li>• Car leasing</li> <li>• Water travel, ferries and season tickets</li> </ul>

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) <sup>1</sup>	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	
<b>(a) Motoring and bicycle costs</b>										
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	
<b>All motoring and bicycle costs</b>	<b>40.90</b>	<b>45.20</b>	<b>45.70</b>	<b>47.20</b>	<b>49.40</b>	<b>50.70</b>	<b>51.90</b>	<b>51.40</b>	<b>51.80</b>	
<b>(b) Transport services</b>										
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 <sup>2</sup>	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	
<b>All transport services</b>	<b>7.10</b>	<b>7.60</b>	<b>8.10</b>	<b>8.60</b>	<b>8.40</b>	<b>8.50</b>	<b>8.80</b>	<b>8.10</b>	<b>9.90</b>	
<b>All transport</b> (excluding motor vehicle insurance and taxation and boat purchase and repairs - see below)	<b>48.00</b>	<b>52.70</b>	<b>53.80</b>	<b>55.90</b>	<b>57.80</b>	<b>59.20</b>	<b>60.70</b>	<b>59.60</b>	<b>61.70</b>	
<b>All household expenditure</b>	<b>328.80</b>	<b>352.20</b>	<b>359.40</b>	<b>385.70</b>	<b>398.30</b>	<b>406.20</b>	<b>418.10</b>	<b>434.40</b>	<b>443.40</b>	
<b>Percentage of household expenditure on transport</b>	<b>14.6</b>	<b>15.0</b>	<b>15.0</b>	<b>14.5</b>	<b>14.5</b>	<b>14.6</b>	<b>14.5</b>	<b>13.7</b>	<b>13.9</b>	
<b>(ii) Old FES categories</b>										
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	
<b>Key transport expenditure totals:</b>										
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	
<b>All transport and travel</b>	<b>54.80</b>	<b>60.00</b>	<b>61.70</b>	<b>64.50</b>	<b>68.00</b>	<b>71.40</b>	<b>72.00</b>	<b>72.10</b>	<b>74.90</b>	
<b>Adjusted for general inflation: 2005/06 prices</b>										
Motoring costs <sup>3</sup>	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	
<b>All transport and travel</b>	<b>68.00</b>	<b>70.80</b>	<b>71.60</b>	<b>72.80</b>	<b>74.60</b>	<b>77.70</b>	<b>76.20</b>	<b>74.00</b>	<b>74.90</b>	

자료: 영국 통계청 (www.statistics.gov.uk)

## 나. 기업비용(화물 수송비)

### 1) 개요

- 국가물류비는 수송, 보관·창고, 하역, 포장, 물류정보 및 일반관리 부문에서 국가자원의 투입을 비용으로 산정한 것으로 정의
  - 국가물류비는 거시경제 관점에서 물류부문의 활성화 수준을 평가하고, 물류효율화 정책을 수립하는데 있어서 매우 중요한 자료로 활용됨
  - 국가물류비는 물류산업의 규모적 성격과 물류활동에 따른 비용적 성격을 동시에 내포하고 있어 중간비용과 부가가치로 구분
  - 이중 부가가치 부분은 자기물류 활동으로 인한 가치 증가와 물류산업을 통해 창출되는 가치 증가로 구성되며 국내총생산(GDP)의 주요한 구성요소 중 하나임
- 본 연구에서는 국가물류비 중 철도, 도로, 수상, 항공화물의 수송비를 기업비용으로 함

<표 1-10> 국가물류비의 기능별 구성요소

구성요소	세부항목
수송비	철도화물수송비, 도로화물수송비, 수상화물수송비, 항공화물수송비
재고유지관리비	보관비, 재고유지비, 재고위험비
포장비	골판지포장비, 팔레트포장비
하역비	육상하역비, 항공화물하역비, 수상화물하역비
물류정보비	-
일반관리비	-
국제물류비	국제화물수송

&lt;표 1-11&gt; 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억 원, %

구분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보 관리비	총계
2001	58,241	17,996	1,744	1,140	4,543	83,663
2002	61,565	17,390	1,821	1,348	2,808	84,931
2003	69,696	14,830	2,017	1,257	2,315	90,114
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	25,857	2,529	2,169	394	115,785
2010	95,604	29,184	2,888	2,579	439	130,694
연평균 증감률	5.66	5.52	5.76	9.50	-22.87	5.08
전년 대비 증감률	12.69	12.87	14.23	18.90	11.46	12.88

주: 1) 연평균 증감률과 전년 대비 증감률은 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수 적용하여 산정

2) 물류정보비와 일반관리비는 물류정보관리비로 합산됨

자료: 『2010 국가물류비 산정 및 추이분석』, 한국교통연구원, 2012

- 국가물류비 중 수송비 항목을 교통비용에 포함하기 위해서는 개념정의 및 범위에 대한 보다 폭넓은 연구가 필요함
  - 현재 국가물류비 구성요소 중 수송비는 운수업체의 수입(매출)을 기준으로 산출되고 있음
  - 영업용 수송비에는 고정비를 비롯한 제반 경비와 함께 인건비 및 업체의 이윤을 반영한 부분까지 포함되어 있음
  - 비영업용 도로화물수송비에도 연료비 뿐 만 아니라 인건비, 경비, 간접비용 등이 포함되어 있어, 개인비용과 마찬가지로 중복계산의 문제가 존재함

## 2) 방법론

- 국가물류비를 기능별로 수송비, 재고유지관리비, 포장비, 하역비, 물류정보비, 물류 관련 일반관리비로 나누어 산정
  - 철도화물수송비는 수입이 원가보다 적어 적자이므로 수입 대신 원가를 기준으로 수송비를 산출함
  - 영업용 도로화물수송비는 『운수업통계조사보고서』의 도로화물 운송업의 수입 기준으로 산출
  - 비영업용 도로화물수송비는 비용요소를 재료비, 인건비, 경비, 간접비용으로 구분하여 산출
  - 항공 및 수상화물수송비 역시 운송수입을 기준으로 산출

&lt;표 1-12&gt; 국가물류비 구성요소 및 관련 통계자료

항목	대분류	중분류	소분류	통 계 자 료	산출근거 및 기준
수송비	철도화물 수송비	차급화물/수소화물		국토해양통계누리	- 화물운송과 관련된 원가를 기준으로 산출
	도로화물 수송비	영업용	일반화물	운수업통계조사보고서	- 도로화물 운송업의 수입을 기준으로 산출 - 일반화물, 택배화물, 용달화물, 개별화물, 용달화물, 파이프라인 자동차 운송업
			개별화물		
			용달화물		
	비영업용	파이프라인운송	대한송유관공사	- 재무제표	
		운행비용	직접 산출	- 재료비, 인건비, 경비, 간접비용 구분	
	수상화물 수송비	국 내	내항화물	운수업통계조사보고서 한국국제해운대리점협회 한국선주협회	- 통계조사보고서의 운수수입 및 내륙수상 화물운송업의 운수수입으로 파악 - 통계조사보고서의 외항화물운송업의 운 수수입으로 파악
			내륙수상화물		
		외 항	국적선사 외국적선사		
	항공화물 수송비	국 제	국내	국적항공사 한국공항공사	- 국적항공사의 결산보고서와 한국항공사의 내부자료를 통한 항공화물수송비 파악
외국적항공사					
화물운송 대행료	화물운송대행료		운수업통계조사보고서	- 복합운송주선업과 화물자동차운송주선업의 수입	
재 고 유 지 관리비	보 관 비	영 업 창 고	보통·냉장·위험물·농산물	운수업통계조사보고서	- 영업창고 보관 및 창고업 수입으로 파악
		자가창고		직접 산출	- 기업물류비실태조사 자가·위탁비용
	재고유지비			기업경영분석	-
	재고위험비			대한상공회의소	-
포장비	골판지포장비		한국골판지협동조합		- '2009년도 골판지포장 시장 진단 및 경영 예측' 및 조합홈페이지 참조
	파렛트포장비		한국파렛트폴협회		-
하역비	육상 및 항공화물하역비		운수업통계 조사보고서		- 해당 업종의 수입 이용하여 산출
	수상화물하역비				
물 류 정보비			한국무역협회 한국은행		- 산업별 매출액 대비 물류정보 및 관리비 용을 곱하여 산출
일 반 관리비			한국무역협회 한국은행		- 일반관리비율과 물류정보 및 관리비를 곱하여 산출

자료: 『2007 국가물류비 산정 및 추이분석』, 한국교통연구원, 2009

### 3. 외부비용

#### 가. 도로 혼잡(지체)비용

##### 1) 개념 및 구성요소

- 경제학적인 의미에서 볼 때 교통혼잡비용은 어느 한 차량의 도로 진입으로 인한 교통 혼잡이 그 도로를 이용하는 제3자 모두에게 발생하지만 이에 대한 책임을 지지 않기 때문에 발생하는 사회적 비용(social costs)
- “교통혼잡에 따른 자중 손실(External Cost or Deadweight Loss)”과 운전자가 혼잡으로 인한 책임이 본인에게 있다고 생각하지는 않지만 교통혼잡으로 인한 지체를 감내하는 ‘내부화된 혼잡비용(Internalized Congestion Cost)의 크기’의 두 가지로 정의됨
- 교통혼잡에 따른 자중손실
  - 도로연장의 총 길이를  $h$  km, 모든 차량의 운행거리를  $x$  km, 1km운행하는 드는 비용을  $c(x)$ 라 하면 자동차의 밀도는  $x/h$ 이고 모든 차량의 통행비용은  $x \cdot c(x)$ 가 됨. 도로에서의 운행길이가 길어지면 자동차의 밀도는 증가하고 운행속도는 감소하여 운행비용  $c(x)$ 는 증가하게 됨. 각 운전자는 단위 km당 운행비용  $c(x)$ 를 이미 알고 있어 자동차 운행이  $c(x)$ 보다 가치가 있다고 평가될 때 도로에 진입함. 그러나 추가적인 자동차의 진입은 기존의 모든 차량의 속도를 감소시켜 모든 다른 도로 사용자의 비용을 증대 시킴. 따라서 추가적 운행의 한계비용은 특정 운전자의 개별비용 뿐만 아니라 다른 모든 운전자에게 미치는 추가적 비용을 포함함

$$\frac{dc}{dx} = c + x \frac{dc}{dx} \quad (1)$$

단,  $c$  : 개인의 사적 한계비용(Private Marginal Cost, PMC)

$x \frac{dc}{dx}$  : 다른 모든 도로사용자의 비용증가분을 나타내는 한계외부비용  
(Marginal Externl Cost, MEC)

$$PMC = c(x) < c(x) + cdc/dx = PMC + MEC = SMC \quad (2)$$

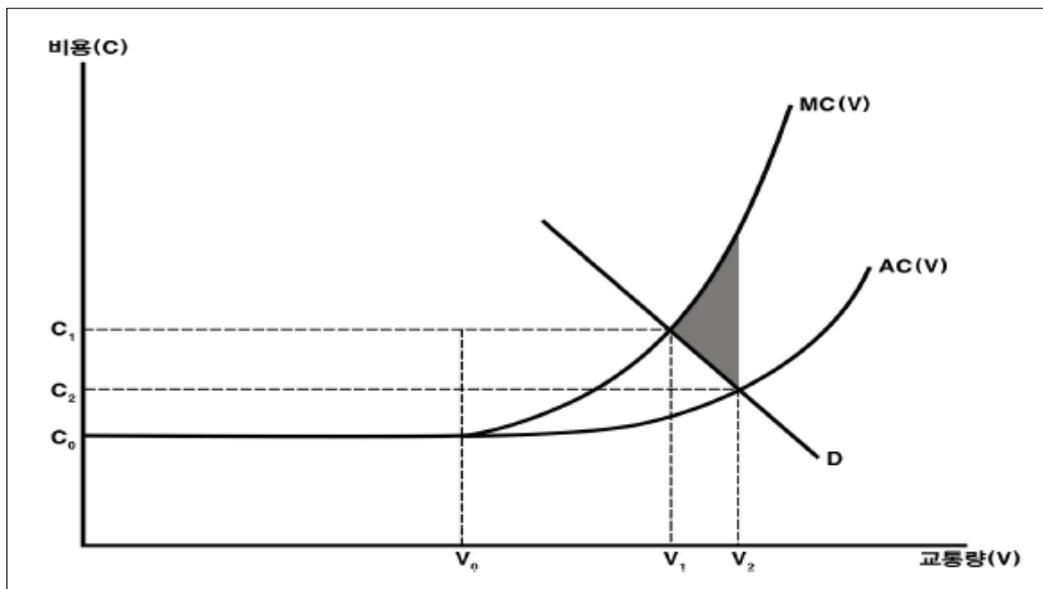
- 도로사용자는 자신의 한계편익(Marginal Benefit, MB)이 한계비용과 일치될 때까지 도로를 사용하게 되는데, 이때의 한계편익은 그의 사적한계편익(PMB)인 동시에 사

회적 한계편익(SMB)이기도 함. 그 결과 결국 사회적 한계비용이 사회적 한계편익보다 크기에 자원배분이 비효율성이 초래되어 시장의 실패가 발생함<sup>4)</sup>

$$SMC = PMB = PMC < SMC \quad (3)$$

- <그림 1-1>에서 현실에서 발생하는 교통량은 수요곡선에 의해서 산출된 지불의사비용(Willingness to Pay) 곡선 D와 평균비용곡선(AC)이 만나는 지점에서 결정됨. 평균의사비용곡선은 특정구간을 통과하는 교통량이 증가함에 따라 증가하는 곡선으로 다음의 식과 같이 도로용량(K)과 교통량(v)의 함수로 정의됨

$$AV = F(V,K) \quad (4)$$



<그림 1-1> 교통혼잡으로 인한 지중손실<sup>5)</sup>

- 한편 혼잡이 발생하는 시점에서 새로운 차량 한 대가 추가적으로 도로에 진입했을 때 현재 도로상 운행하고 있는 전체 차량의 운행속도를 저하시킴으로써 전체 차량의

4) 주학중 외, 『무질서의 경제적 비용에 관한 연구』, 한국개발연구원, 1995.

5) 자료: 한국교통연구원, 『2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석』, 조한선·이동민

운행비용을 추가적으로 증가시키게 됨. 이러한 추가운행비용을 한계비용 (Marginal Cost)이라 하며 이는 다음의 식과 같이 정의됨

$$MC = \frac{\delta AC(V)V}{\delta V} \quad (5)$$

- 한계비용은 차량운행비용과 같이 일정 교통량에 도달하게 될 때까지는 차량의 통행 수요보다 적으나 교통량이 증가함에 따라 점차 증가하는 곡선 형태를 나타냄. 경제학적 의미의 혼잡비용은 한계비용이 한계편익(수요곡선)보다 많은 지점에서부터 발생하며, 현재의 교통수요까지 추가로 지불하는 비용의 합계를 의미하는데 후생손실이 발생한다고 하여 자증손실이라 불림. 혼잡비용(CC)은 <그림 1-2>의 음영부분과 같이 한계편익을 나타내는 지불의사비용(D)과 교통량의 변화에 따른 평균비용함수(AC), 이에 따른 한계비용함수(MC)가 만드는 곡선에 의하여 결정되며 이는 다음과 같은 식으로 계산되며, 교통혼잡에 따른 자증손실의 크기는 <그림 1-2>의 음영부분의 면적과 같음

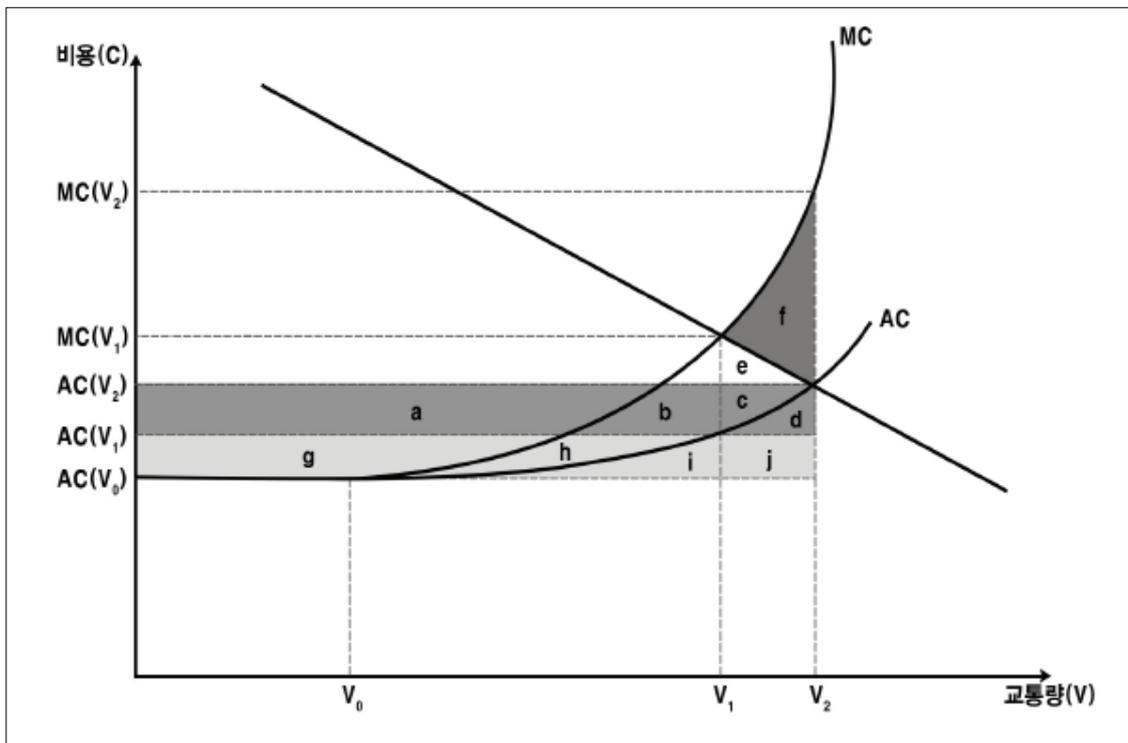
$$\begin{aligned} CC &= \int_{V_1}^{V_2} [MC(V) - D(V)]dV \quad (6) \\ &= V_2AC(V_2) - V_1AC(V_1) - \int_{V_1}^{V_2} D(V)dV \end{aligned}$$

#### ○ 내부화된 혼잡비용

- 외부효과는 자신의 경제활동과정에서 다른 경제 주체의 효용이나 생산에 의도하지 않은 영향을 미치는 현상을 말하며, 교통혼잡으로 인해서 발생하는 외부효과는 외부 불경제에 해당함
- 교통혼잡비용을 '관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 내부화된 외부효과'의 크기라고 한다면 도로상을 주행하는 차량이 설정된 기준속도 이하로 운행하게 될 때 혼잡이 발생하는 것으로 간주하되 이에 따른 추가 비용은 운전자들이 감내하는 것으로 이해됨. 이러한 차원에서 교통의 외부효과는 일부분 내부화되기 때문에 환경이나 소음 등에 의한 외부효과와는 차이가 있음<sup>6)</sup>

6) Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada, Canada Department of Transportation, 2006

- 교통 혼잡으로 인한 내부화된 외부효과의 크기는 <그림 1-2>와 같이 시장균형 교통량인  $V_2$ 가 관찰시점의 속도로 운행할 때 소요되는 총비용과 기준속도로 교통량  $V_0$ , 즉 혼잡이 발생하지 않을 때의 운행속도로 설정하면 외부비용의 크기는  $a+b+c+d+g+h+i+j$ 의 면적이 됨. 이와 달리 기준속도를  $V_1$ 비용에서의 속도로 설정하면 외부비용의 크기는  $a+b+c+d$ 의 면적이 됨.<sup>7)</sup> 그림에서  $a+b+c+d$ 의 면적이 내부화된 외부비용이라면  $f$ 는 순수한 외부비용이라 할 수 있음



<그림 1-2> 내부화된 혼잡비용<sup>8)</sup>

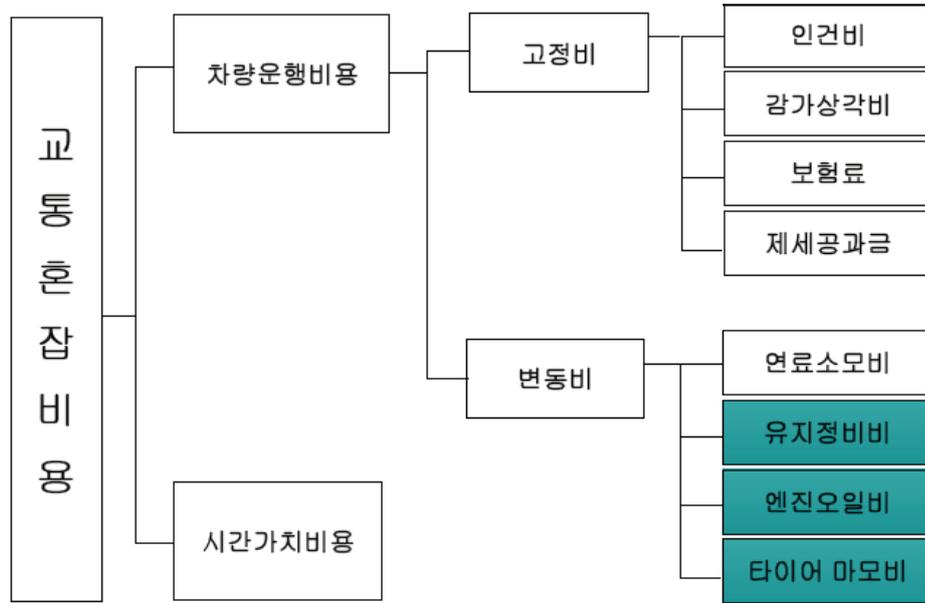
- 따라서, 교통혼잡비용은 도로상에서 발생하고 있는 교통혼잡으로 인하여 추가적으로 발생하는 사회적 한계비용(social marginal costs)의 합으로서 교통량이 도로용량 한계를 넘는 도로에 추가적으로 진입하는 한 대의 자동차가 여타 차량에 미치는 운행 비용 및 시간비용의 한계적 증가분을 의미함
  - 우리나라의 경우 혼잡으로 인해 발생하는 비용을 크게 차량운행비용과 시간가치비용 두 가지의 구성요소를 고려하여 집계
  - 차량운행비는 고정비+변동비(유류비)의 합으로 구성

7) 김성수, "교통혼잡비용의 이론적 정립과 사용방안에 대한 소견", 『월간교통』, 1998

8) 자료: 한국교통연구원, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」, 조한선·이동민

- 시간가치비용은 교통혼잡으로 인하여 발생된 손실시간분의 비용(혹은 가치)
- 본 연구에서는 혼잡비용 중 운행비(유류비용+고정비용) 관련 부분은 개인비용에서 이미 반영되었기 때문에 시간가치비용만을 대상으로 함

○ 도로의 교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화



주: ■ 부분은 실제 혼잡비용 계산에서 제외되는 항목임.

<그림 1-3> 교통혼잡비용의 구성요소9)

2) 방법론

- 미국 : Texas Transportation Institute에서 매년 Urban Mobility Report를 발간하는데, 여기에서 미국의 85개 주요도시별로 교통혼잡비용을 추정
  - 혼잡비용을 산정하기 위한 기본 데이터는 각 주의 DOT와 US DOT로부터 협조를 받고 있으며, 통행 및 도로 현황은 컴퓨터 모델과 지속적인 연구의 결과로부터 개발된 일정한 절차에 의해 분석
  - Urban Mobility Report에서 제시하는 다양한 통계치를 계산하기 위하여 상수, 통행지체, 통행률 지표, 통행시간지표, 연료소모, 연료낭비, 교통혼잡비용, 혼잡통행비율, 도로혼잡지표 등 9가지 세부 항목으로 나뉘어서 진행

9) 자료: 한국교통연구원, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」, 조한선·이동민

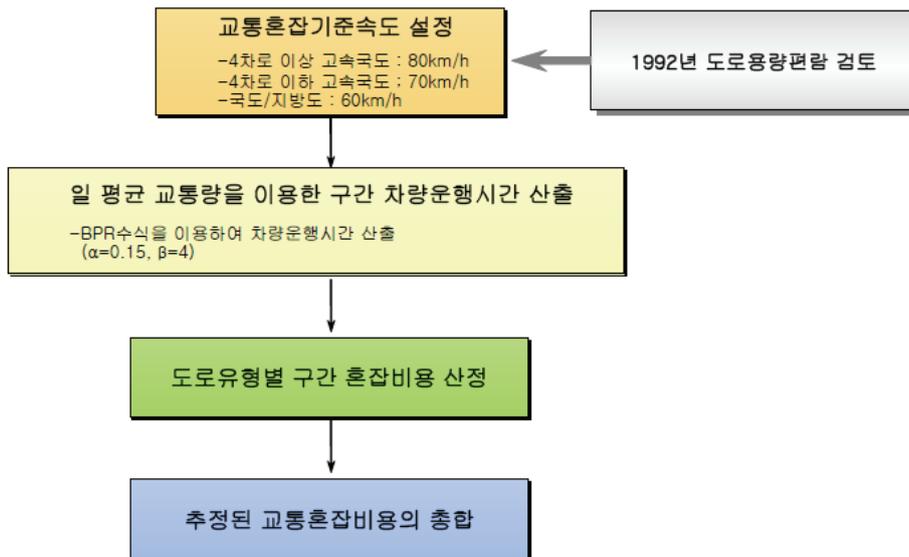
- 교통혼잡비용은 지체비용과 연료비용 두 개의 요인으로 나누어지고, 이 값들은 직접적으로 주행속도 계산과 연관됨. 지체비용은 승용차의 손실시간 추정치와 혼잡시의 상업용 차량의 증가된 운영비용의 추정치이며, 승용차의 혼잡으로 인한 연료비용은 첨두시 혼잡통행속도, 평균 연료소모량 및 차량의 지체시간에 의해 산정
- 유럽 : 1996년 ECMT 보고서에서 계산한바 있으나 최근에는 별도로 산정하지 않은 경우도 있음
- 우리나라 : 교통혼잡비용의 구성요소로 차량운행비용과 시간가치비용 고려
  - 차량운행비용은 고정비와 변동비로 구성
    - 고정비 : 인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금
    - 변동비 : 연료소모비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등
  - 서울을 포함한 7대 도시에 대해 교통량과 속도 및 차종관련 자료를 수집하여 산정함
    - 현재는 교통량, 속도, 주행거리를 개략적으로 추정하여 활용하고 있으며, 교통량을 위해 자동차 등록대수를 사용하였고, 통행거리를 위해 차종별 1일 평균주행거리를 이용하고 있음
  - 세부사항
    - 차량등록대수 : 도로별, 시간대별, 방향별 교통량 이용
    - 1년 평균 양방향 통행속도 : 도로별, 시간대별, 방향별 속도 이용
    - 등록차량 1일 평균주행거리 : 도로연장
    - 일반도로 및 자동차 전용도로 구분
  - 교통혼잡비용의 산정 기준
    - 지역간 도로의 혼잡비용을 추정하기 위한 혼잡기준속도는 설계 서비스수준을 기반으로 하여 적정서비스 수준을 결정하고 이에 해당하는 통행속도를 찾아 교통혼잡기준 속도로 설정하여 사용
    - 고속도로의 서비스 수준: C(4차로 이상, 80km/h, 2차로 이상 70km/h)
    - 일반국도 및 지방도의 서비스 수준: D(60km/h)
  - 도시부 도로의 혼잡비용을 추정하기 위해, 차종별 차량대수는 교통안전공단에서 2년 마다 발표하고 있는 차종별 1대당 1일 운행거리를 활용함

- 혼잡기준속도: 서비스 수준D 적용 (도시 고속화 도로: 60km/h, 도심 지역 25km/h, 도시 외곽 지역: 30km/h), 27km/h를 도시부 혼잡기준속도로 설정
- 교통혼잡 시간대: 오전 Peak 07:30~09:00, 생활시간대 09:00~18:00, 오후 Peak: 18:00~20:00

### 1일 혼잡비용

$$= \sum_i \sum_j \text{구간별 교통량}_{ij} \times [\text{차종별 유류비}_j \times (\text{운행속도 연료소모량}_j - \text{기준속도 연료소모량}_j) + (\text{시간당 운행비}_j + \text{재차인원}_j \times \text{평균시간가치비용}_j) \times (\text{운행시간}_i - \text{기준운행시간}_i)] \times 0.6$$

여기서  $i$ : 구간,  $j$ : 차종



## 나. 교통사고비용<sup>10)</sup>

### 1) 개요

- 교통사고비용은 교통사고로 발생한 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것을 의미
- 교통사고비용은 크게 의료비용, 교통사고피해자의 생산손실, 물질적 피해, 행정비용, 심리적 비용 등으로 구성
  - 의료비용: 교통사고 피해자에게 제공되는 치료와 재활은 만약 교통사고를 피할 수 있다면 다른 환자들의 치료 등과 같이 다른 목적으로 쓰일 수 있음
  - 교통사고 피해자의 생산손실: 교통사고로 인해 생산활동에서 제외되어 발생하는 비용을 의미
  - 물질적 피해: 차량수리비 및 도로시설물 보수비 등과 같이 자본재가 상하거나 파괴되었을 때 그들의 생산 서비스가 중단되어 발생하는 추가적 복지 손실
  - 행정비용: 교통사고가 일어나지 않았다면 다른 목적이나 이익을 위하여 사용될 수 있는 여러 가지 행정비용이 소모됨
  - 심리적 비용: 교통사고로 인해 사고 당사자는 물론 가족들이 느끼는 정신적 고통, 슬픔이나 압박정도를 비용으로 환산한 것

### 2) 방법론

- 교통사고비용의 가장 대표적인 방식은 인적 자본법(Human Capital Approach)의 하나인 총생산손실법(Gross Outer Method)과 개인선호성법(Willingness to Pay Method)임
  - 총생산손실법은 그 나라의 총 생산을 극대화하기 위한 방법이고 개인선호성법은 사회복지 측면에서의 접근 방법임
  - 일반적으로 교통사고비용을 산출할 경우에는 실행하기 용이하고 이해하기 쉬우며 추정된 비용이 다소 보수적인 총생산손실법을 이용함
- 총생산손실법은 교통사고로 인한 직·간접비용을 명확한 방법에 의해 산출하는데 반해 개인선호성법은 복잡한 설문 조사가 필요하며 설문조사 또한 개인적으로 차이가 많음

10) 한국교통연구원, 『2007년 교통사고비용 추정』, 심재익·유정복, 2009

- 우리나라의 경우 개인선호방법을 채택하더라도 총생산손실법이 선행되어야 하는데 그 이유는 개인선호성방법에서의 교통사고의 직접비용 부분은 총생산손실법에 의한 방법으로 산출되기 때문임
- 우리나라의 교통사고비용산정은 총생산손실계산법과 지불의사액산출법을 결합하여 사용
  - 인적 자본법 (Human Capital Approach)에 속하는 총생산손실계산과 지불의사액을 이용해 산정
  - 총생산손실계산법은 그 나라의 총생산을 극대화하기 위한 방법이고 지불의사액산출법은 사회복지 측면에서의 접근 방법
  - 교통사고비용 = 손실생산비용+차량손실비용+의료비용+행정비용+교통 (PGS)비용의 합으로 정의

#### 다. 교통환경비용

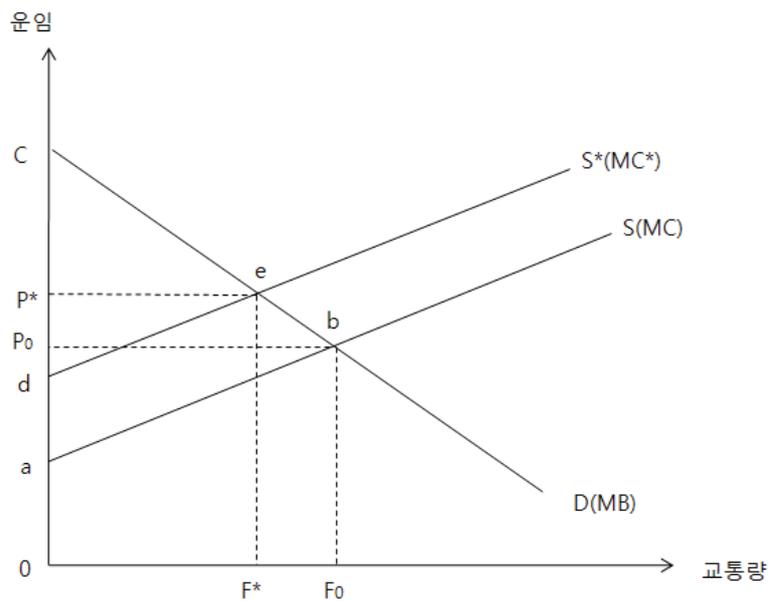
##### 1) 개요

- 교통비용을 구성하는 항목 중 교통환경비용은 외부비용의 다른 항목과 마찬가지로 교통 서비스를 이용하는 과정에서 발생하는 비용을 다른 사람에게 부담시키는 비용으로서 대기오염, 소음, 생태계 파괴, 재산피해 등을 포함함<sup>11)</sup>
  - 예를 들어, 대기오염물질을 배출하는 제조업체는 제품의 생산에 필요한 장비, 원자재, 인건비 등을 제품생산비용으로 간주하지만, 사회적으로는 배출된 오염물질이 산성비를 통해 산림이나 토양을 척박하게 하고 지역주민에게 호흡기질환 등을 유발하기 때문에 사회적 비용에 포함시켜야함
  - 그러므로 교통부문의 외부비용을 내부화(internalising)하기 위한 교통환경비용의 산정이 필요함
- 본 연구에서는 교통환경부문 중 대기오염, 소음, 온실가스로 인한 사회적 비용을 계량화 함
  - 수질오염, 진동, 지반침하, 경관변화 등에 관한 비용은 피해범위의 정의, 추정방법론 등에 따라 비용금액이 크게 차이나고, 원단위 비용에 대한 견해가 일치되어 있지 않기 때문에 포함시키지 않음

11) 교통환경 관련 사회적 비용의 계량화(2단계), 김강수, 한국교통연구원, 2001

2) 환경비용 내부화의 경제적 의미<sup>12)</sup>

- 수요공급곡선에서 D는 이용자의 한계편익(Marginal Benefit)이며 장기적으로 이용자의 교통수요에 해당됨. 또한 S는 개별공급자의 한계비용(Marginal Cost)으로 장기적으로는 교통의 공급임
- $S^*(=MC^*)$ 는 사회적으로 야기되는 비용으로서 사회적으로 바람직한 운임과 공급량은 사회적 비용과 수요가 교차하는 e( $P^*$ ,  $F^*$ )점이지만, 개별 기업이 느끼는 사적비용은 사회적인 비용보다 낮은 수준에 위치하므로 사회적으로 바람직한 가격  $P^*$ 보다 더 낮은  $P_0$ 의 운임으로 사회적으로 바람직한 공급량  $F^*$ 보다 더 많은  $F_0$ 을 공급하게 됨. 즉, 사적 비용에 의한 균형점은 b점에서 결정됨
- 이 경우 소비자와 생산자 잉여를 합한 산업의 총잉여는 사회적으로 바람직한 총 잉여  $\triangle dec$ 보다 증가한  $\triangle abc$ 가 되지만 증가분  $\square abed$ 는 산업 전반의 효율성 저하와 환경 자원의 착취를 통해 이루어짐



<그림 1-4> 교통부문의 외부 비용이 발생할 경우의 균형

- 따라서 정부가 조세나 기타 경제적 유인정책으로 운송서비스의 공급곡선을  $S^*$ 으로 이 전시켜 외부 비용을 내부화(internalize)시킬 경우 산업내의 총 잉여는  $\triangle abc$ 에서  $\triangle dec$ 로 줄어들지만  $\square abed$ 만큼 산업 전반의 효율성이 개선되고 환경자원의 착취 및 비용발생이 감소됨

12) 운송수단별 환경비용 추정과 시사점, 신승식, 한국해양수산개발원, 2001

### 3) 환경비용 계량화 방법론

- 환경비용의 경제적 가치는 사용자치(User value)와 본질가치(Intrinsic value)로 나눌 수 있음<sup>13)</sup>
  - 사용자치는 우리가 환경을 이용함으로써 얻게 되는 편익을 지칭
  - 본질가치는 자연 또는 환경이 실제사용이나 앞으로의 사용 가능성과 상관없이 가지는 본질적인 가치를 말함
- 환경의 가치를 평가하는 방법은 크게 간접적 계량화 방법과 직접적 계량화 방법이 있음
  - 직접적 방법론은 환경피해 또는 편익을 직접적인 금전적 가치로 환산하고자 하는 방법론임
  - 간접적 방법론은 환경피해 또는 편익의 추정에 있어서 직접적으로 현시된 환경의 금전적 가치를 추정하는 것이 아니라 대신 환경피해가 인간의 건강이나 농작물, 건축물 등에 끼치는 피해를 상품이나 시장 활동에 묻어 있는 환경적 가치를 추출하는 방법임
- 직접적 방법론의 대표적 방법론은 조건부 가치추정법(Contingent Valuation Method, CVM)임
  - 조건부 가치추정법은 설문조사 등을 이용하여 환경에 대한 선호정도를 지불의사액(Willingness to Pay)이나 수취의사액(Willingness to Accept)을 통해 금전적으로 환산하여 추정하는 방법임
  - 사용자치 뿐만 아니라 비사용가치를 모두 측정할 수 있기 때문에 다양한 대상에 사용할 수 있는 장점이 있지만 응답자의 의사능력에 크게 의존하며 환경과 같은 무형 재화가 팔리는 시장구조를 잘 묘사하는 것이 중요함
- 간접적 방법론의 종류는 다음과 같음
  - 여행비용평가법(Travel Cost Method)은 비시장재화의 가치를 그 재화와 관련되어 있는 시장에서의 소비행위와 연관시켜서 간접 측정하는 방법으로 환경시설을 이용하기 위하여 도달하는데 소요된 시간과 비용에 관한 정보를 이용함

13) 교통환경관련 사회적 비용의 계량화(1단계), 이성원 외, 교통개발연구원, 2000  
 물의 가치추정을 위한 경제학적 기법, 류문현, 물과미래, 2009

- 회피비용접근법(Averting Behavior Method)은 환경오염의 피해를 줄이거나 회피하기 위해 지불된 비용을 환경의 가치로 간주하는 방법임
- 헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method)은 시장에서 거래되는 상품의 가격에 환경의 가치가 포함되어 있는 경우 이를 이용하여 환경의 잠재적인 가치를 추정해 내는 방법으로 주택가격에 포함되어 있는 환경의 가치가 대표적 예임
- 본 연구에서는 유지비용법(Maintenance Cost Method)을 통해 환경비용을 추정함
  - 유지비용법은 오염물질을 저감시키는데 필요한 추가적 저감기술 사용의 장차 및 유지비용을 환경비용으로 계상하는 방법임
  - 한국 환경정책평가연구원(2002)에서 산정한 원단위법 적용사례를 이용함
    - 교통수단별 차종별 대기오염물질 배출량 산정(톤/년)
    - 대기오염물질의 단위 사회적 비용(원/톤)을 적용하여 교통환경비용을 계량화
  - 본 과업에서는 한국환경정책·평가연구원(2002)에서 산정한 방법을 기초로 2009, 2010년 기준 획득 가능한 자료를 개선하여 환경비용을 산정함
    - 자료 취득의 어려움 등으로 인해 육상교통수단(도로 및 철도)에 대해서만 환경비용을 추정함

### ① 대기오염

- 아황산가스, 질소산화물, 일산화탄소, 오존, 먼지(입자상물질) 등 자동차에서 배출되는 오염물질은 주로 인간에게 호흡기 계통의 질환과 폐기능에 장애를 주어 식물에게는 주로 잎의 고사, 이상낙엽, 개화장애 등의 피해 줌(한국환경정책평가연구원, 2002). 이외에도 인체에 독성, 발암잠재성 및 생체축적 등을 일으켜 낮은 농도에서도 건강에 악영향을 초래할 뿐만 아니라 오존층 파괴와 광화학적 스모그현상 등을 일으킴

<표 1-13> 대기오염물질이 인체에 미치는 영향

항 목	피 해
아황산가스	- 인체 호흡기 질환, 식물의 성장피해
미세먼지	- 아황산가스와 결합하여 호흡기질환 유발
일산화탄소	- 혈중의 헤모글로빈과 결합하여 산소공급 저해, 두통, 현기증 유발
질소산화물	- 코와 인후 자극, 호흡기 장애, HC와 함께 광학적 스모그 생성
탄화수소	- NO <sub>2</sub> 와 혼합될 경우 강력한 햇빛에 의하여 광화학 스모그 생성
오존	- 눈자극, 농작물 피해

자료: 환경부, 2001. 『환경통계연감』

- 도로이동부문에서 대기오염물질 배출량은 2004년 이후 감소추세를 보임

<표 1-14> 도로이동부문 대기오염물질 배출량

단위: 톤/년

	SOx	NOx	TSP	PM10	CO	VOC	NH3
2000	6,441	365,242	21,749	21,749	727,548	119,616	10,144
2001	7,209	437,341	26,795	26,795	677,180	120,845	10,304
2002	6,309	462,108	27,225	27,225	647,091	116,732	10,566
2003	6,654	472,245	27,903	27,903	625,812	111,474	10,673
2004	6,600	490,481	28,898	28,898	636,938	112,435	11,332
2005	5,190	455,217	25,312	25,312	584,485	102,198	10,946
2006	1,213	450,080	23,911	23,911	610,762	101,973	10,985
2007	856	495,084	22,694	22,694	546,493	95,404	10,348
2008	690	428,204	17,937	17,937	483,446	91,089	8,449
2009	855	389,134	15,397	16,543	583,723	83,830	9,725
2010	798	382,226	15,255	15,255	520,386	74,785	9,290

자료: 환경부, 2012. 『환경통계연감』

- 도로 및 철도에 대해 CO, HC, NOx, PM, SO2 등의 주요 대기오염물질에 대한 비용을 계량화
  - 자동차 등록대수와 연평균 주행거리에 배출계수를 곱하여 차종별·연료별로 구분된 배출량을 산출함
  - 계산된 대기오염물질 총배출량을 이용해 오염물질별로 단위 사회적 비용(천원/톤)을 산정하여 총비용을 산정함
- 도로의 2008년 배출계수는 국립환경과학원(2007)의 배출계수식을 이용하여 속도를 대입하여 구하였으며, 자료획득이 가능하지 않은 것은 2000년 자료를 활용
  - 속도는 2005년 서울시 평균속도 22.9km/h를 적용함
  - 철도의 배출계수는 자료의 미비로 인해 2000년 값을 수정하지 않고 적용함
- 대기오염물질별 단위 사회적 비용을 산정하기 위한 오염물질별 원단위는 한국환경정책평가연구원(2002)의 값에 2010년 평균환율(매매기준율) \$1 = 1156.05원을 적용

<표 1-15> 대기오염물질 배출량 산정방법

수송수단	배출량 산정 방법
도 로	배출량(톤/년) = 자동차등록대수(대/년) × 차종별 연평균 주행거리(km/대·년) × 배출계수(g/km) × 10 <sup>-6</sup> (톤/kg)
철 도	배출량(톤/년) = 배출계수(kg/kl) × 연간 연료소비량(kl/년) × 10 <sup>-3</sup> (톤/kg)

자료: 건설교통부, 2001. 『교통분야 온실가스 감축관련: 온실가스 감축대책 등 교통환경관련규제의 거시경제효과 분석』(도로 부문). 철도청, 1997. 『디젤기관의 배출가스 대기오염 현황 및 저감방안에 관한 연구』(철도부문)

&lt;표 1-16&gt; 도로의 대기오염물질 배출계수

구분	등록대수 <sup>1)</sup> (대)	주행거리 <sup>1)</sup> (km/대·년)	도로 배출계수(g/km)					
			CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub> <sup>2)</sup>	
승용차	휘발유	8,192,339	11,438.0	0.96	0.12	0.27	0.00	0.01
	경유	2,454,315	17,440.8	0.92	0.14	0.85	0.09	0.00
	LPG	1,721,157	32,568.7	2.51	0.21	0.62	0	0.01
승합차	휘발유	9,412	10,320.1	0.95	0.12	0.28	0	0.00
	경유	733,034	29,075.3	3.68	1.07	8.3	0.24	0.08
	LPG	345,150	16,464.9	1.9	0.14	0.43	0	0.09
화물차	휘발유	13,460	9,528.6	0.95	1.7	0.28	0	0.09
	경유	2,905,779	19,053.9	4.98	1.53	13.69	0.56	0.01
	LPG	203,266	15,664.2	1.9	0.14	0.43	0	0.00
특수차	휘발유	25	2,353.4	0.95	1.7	0.28	0	0.07
	경유	51,813	55,849.2	4.98	1.53	13.69	0.56	0.08
	LPG	422	18,503.3	1.9	0.14	0.43	0	0

주: 1) 교통안전공단, 2011년도 자동차 주행거리 실태조사 보고서

2) SO<sub>2</sub>의 배출계수는 한국환경정책평가연구원(2002) 자료에서 재인용 함

자료: 환경부·국립환경연구원, 2000, 대기오염물질배출량('99)

&lt;표 1-17&gt; 디젤 기관차 및 디젤동차의 배출계수

구분	단위: kg/kℓ				
	CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>
디젤기관차	26.36	10.66	64.36	4.16	1.64
디젤동차	15.07	6.2	37.75	2.68	1.08

자료: 철도청, 1997. 『디젤기관의 배출가스 대기오염 현황 및 저감방안에 관한 연구』

&lt;표 1-18&gt; 대기오염물질의 단위 사회적 비용(천원/톤)

구분	일산화탄소	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>
단위외부비용	6,517.0	7,573.9	7,840.7	25,599.0	8,806.6

주: 1) 환경정책평가연구원(2002)을 이용하여 재작성

## ② 온실가스

- “온실가스”라 함은 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스상 물질로서 이산화탄소(Tier), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs) 또는 육불화황(SF<sub>6</sub>)을 말함

- 온실가스는 현재 규제되고 있는 대기오염물질인 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 미세먼지(PM10), 오존(O<sub>3</sub>), 이산화질소(NO<sub>2</sub>), 일산화탄소(CO), 납(Pb) 과는 구별되나 지구온난화 문제는 현재 세계적인 이슈로서 온실가스에 대한 규제의 목소리가 높아지고 있음
- 기후변화 협약 등 대외여건이 급변하고 있는 상황에서 2005년 발효된 교토의정서에 의해 국가별 온실가스 감축이 시행되고 있으며 현재는 OECD 국가 중에서 한국과 멕시코를 제외한 모든 나라가 1990년 대비 온실가스 배출량을 평균 5.2% 감축하는 것을 의무로 하고 있음
- 따라서, 기후변화 협약 및 교토의정서에 의한 온실가스 감축 의무 대비를 위해 온실가스 배출량 산정이 필요하며, 국가차원 또는 지자체 차원의 제반 교통계획수립 및 운영전략 구축에 있어서 온실가스 배출량에 대한 분석, 관리, 감축방안 수립에 대한 필요성이 점차 높아지고 있는 실정임
- 우리나라의 도로부문 온실가스 배출통계는 기본적으로 IPCC guideline에서 제시된 방법론을 사용하여 구축되고 있음(Tier 1 방법)
  - 전체 연료별 에너지소비량을 기초하여 수송수단별 연료 소비량을 통해 각 수단별 온실가스 배출량을 구축
  - Tier 1 방법을 사용하며 도로, 철도, 항공, 해운 수단별로 사용되는 주요 유종의 에너지 사용량을 바탕으로 산정함

$$CO_2 = \sum_{i=0}^N \text{연료소비량}_i \times \text{배출계수}_i \times \text{산화율}_i \times \text{탄소물입량}_i \times \frac{44}{12}$$

연료별 총 연료 소비량 조사

수송수단별 각 연료 소비량 조사

연료 배출계수를 이용한 배출량 산정

○ 사용연료별 분류

<표 1-19> 사용연료종류별 용도

연료종류	내 용
경유	디젤엔진 장착 승합차, 버스, 화물차에서 사용
휘발유	가솔린엔진을 장착한 승용차 등 소형차에서 사용
LPG	택시에서 주로사용, 일부 승용차에서 사용
제트유	일반적으로 불리는 항공유로 항공기에서 사용

③ 소음

○ 개념 및 정의

- 일반적으로 시끄러운 소리, 듣기 싫은 소리를 뜻하며 『소음·진동규제법 제 2조』에 의하면 “소음”이라함은 『기계·기수·시설 기타물체의 사용으로 인하여 발생하는 강한 소리』를 말함
- 소음을 계량하는 단위는 데시벨 (dB)이며, 일상생활에서 보통 30~40dB로부터 최고 80~90dB까지의 소음에 노출되는 것으로 보고되고 있음
- 소음이 인체에 미치는 영향은 다양한 형태로 나타나는데 일상적인 소음이 지속될 경우 짜증유발, 행동변화, 스트레스 등의 영향이 있을 수 있음
- 85dB 이상의 높은 소음에 지속적으로 노출될 경우 심각한 청각장애나 신경계장애가 발생할 수 있으며 혈압증가 등의 심혈관계 장애나 호르몬 분비 이상 등의 문제를 발생시킴<sup>14)</sup>
- 소음으로 인한 피해기준은 보통 60dBA 이하이며, 소음이 60dBA 이상일 때는 생리적 변화로 인한 피로감의 가중, 심장 박동수의 변화, 혈압의 증가, 호르몬 분비의 변화와 같은 신경계통과 관련된 스트레스를 받으며 순환기계통의 질병을 유발할 수 있고, 85dBA 이상일 경우에는 청각장애를 일으킬 수 있음(INFRA/IWW, 2000)
- Babisch (1993) 등은 65dB 이상의 교통소음에 노출될 경우 심장질환의 발병 가능성이 20% 증가하는 것으로 분석한 바가 있으며, Babisch (1994) 등은 심장계 질환의 발병 가능성이 교통소음의 수준이 높아짐에 따라 동반 상승하는 관계를 밝혀냈음

○ 소음환경기준

- 환경기준은 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 보전하기 위한 국가목표로서의 기준으로 환경정책·목표지침으로서의 의미를 갖는 것으로 규제기준을 정하는 기초가 됨

14) Berücksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritte im Umweltschutz für die Bundesverkehrswegeplanung, Planco 1995, p117.

- 우리나라 소음환경기준은 국제표준화기구(ISO)의 주거환경과 작업능률 및 기타 사회 활동에서 가장 적합한 소음권고기준을 근거하여 『환경정책기본법』에 규정
- 전국을 『국토이용관리법(도시지역은 도시계획법)』의 지역구분에 따라 4개지역으로 구분하여 시간대별 차등 설정

<표 1-20> 소음환경기준

단위: Leq dB (A)

지역구분	적용대상지역	기준	
		낮(06:00~22:00)	밤(22:00~06:00)
일반지역	“가” 지역 <sup>1)</sup>	50	40
	“나” 지역 <sup>2)</sup>	55	45
	“다” 지역 <sup>3)</sup>	65	55
	“라” 지역 <sup>4)</sup>	70	65
도로변지역 <sup>5)</sup>	“가” 및 “나” 지역	65	55
	“다” 지역	70	60
	“라” 지역	75	70

- 주: 1) “가”지역: 녹지, 전용주거, 자연환경보전지역 및 학교, 병원주변 50m 이내 지역  
 2) “나”지역: 일반주거, 준주거지역, 준도시지역 중 시설용지외의 지구  
 3) “다”지역: 상업, 준공업 지역  
 4) “라”지역: 일반공업, 전용공업지역, 도시지역 및 준도시지역 중 시설용지 지구  
 5) 도로변지역: 도로변지역이라함은 도로단에서 차선수\*10m이며 고속도로나 자동차전용도로의 경우 도로 단으로부터 150m까지가 도로변지역임

자료: 환경정책기본법 제10조

<표 1-21> 우리나라와 각국의 소음환경기준 비교

단위: Leq dB (A)

구 분	한 국		일 본		독 일		영 국		미 국	
	낮	밤	낮	밤	낮	밤	낮	밤	시카고	
일 반 지 역	전용주거지역	50	40	55	45	45	35	50	40	-
	일반주거지역	55	45	55	45	50~55	35~40	55~60	45~50	55
	상업, 준공업 지역	65	55	60	50	60~65	45~50	65	55	61
	공업 지역	70	65	60	50	70	70	70	60	-
도 로 변 지 역	주거 지역	65	55	60~65	55~60	65	55	-	-	-
	상업, 준공업 지역	70	60	65	60	70	60	-	-	-
	공업 지역	75	70	65	60	75	65	-	-	-

- 주: 1) 낮(06:00~22:00), 밤(22:00~06:00)  
 2) 일본은 전국을 3개 지역유형으로 분류하여 시간대별로 차등설정하고 있음  
 - 일반지역 구분: 학교·병원·도서관(낮 50dB, 밤 40dB), 전용·일반주거지역, 상업·공업지역  
 - 도로변지역 구분: 전용주거지역, 일반주거지역, 상업·공업지역  
 3) 미국은 지방자치단체별로 지역실정에 맞게 기준을 설정  
 4) 우리나라의 환경기준은 영국과 대체로 유사하고 일본, 독일(주거지역)보다 완화되어 있음

자료: 환경정책기본법 제10조

## ○ 교통소음의 한도

- 교통소음문제가 날로 심각해짐에 따라 효율적으로 규제하기 위하여 도로와 철도 등의 소음·진동으로 피해를 받는 자에게 대책이 필요하다고 판단되는 수준을 정한 것이며, 한도 초과 시 방음시설을 설치하거나 원인자에게 대책수립을 요청할 수 있음

## - 도로

&lt;표 1-22&gt; 교통소음의 한도(도로)

대상지역	구분	한도	
		주간 (06:00 ~ 22:00)	야간 (22:00 ~ 06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양 개발진흥지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A))	68	58
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구, 미고시지역	소음 (LeqdB(A))	73	63

주: 1) 대상 지역의 구분은 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』에 따름

2) 대상 지역은 교통소음의 영향을 받는 지역을 말함

자료: 소음·진동규제법 시행규칙 제27조

## - 철도

&lt;표 1-23&gt; 교통소음의 한도(철도)

대상지역	구분	한도			
		2000년 1월 1일~ 2009년 12월 31일		2010년 1월 1일부터	
		주간 (06:00~ 22:00)	야간 (22:00~ 06:00)	주간 (06:00~ 22:00)	야간 (22:00~ 06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A))	70	65	70	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구, 미고시지역	소음 (LeqdB(A))	75	70	75	65

주: 1) 대상 지역의 구분은 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』에 따름

2) 정거장은 적용하지 아니하며, 철교는 2010년 1월 1일부터 적용함

3) 총리령 제474호 소음·진동규제법시행규칙중개정령의 시행일(1994년 11월 21일) 이후 준공되는 철도에 대하여는 2010년 1월 1일부터의 한도를 적용함

4) 대상 지역은 교통소음의 영향을 받는 지역을 말함

자료: 소음·진동규제법 시행규칙 제27조

○ 산정 방법론

- 세계적으로 교통소음에 대한 연구는 아직 매우 부족한 실정이며, 아직까지 소음의 피해를 측정하는데 어려움이 큰 실정이며, 비록 소음을 화폐적 가치로 표현하는 것이 아직은 그 신빙성이 입증되지는 않았지만 가장 일반적으로 사용되는 방법으로는 시장가격 측정과 피해예방을 위해 드는 비용(방지비용법) 그리고 피해복구를 위한 비용 또는 건강피해 치료비용 등이 있음
- 본 연구에서는 명시선호법, 방지비용법, 자산가치손실 방법 중 방지비용법을 활용하여 교통부문에서 발생하는 소음비용을 산정함
  - 자료의 수집가능성과 방법론에 따라 수단별 소음비용 산정은 도로 및 철도에 한정하여 산정하였음
- 본 분석에서는 「육상교통 수단의 환경성 비교분석」에 따라 소음 비용을 도로 및 철도의 연장과 단위 방음벽 설치비를 내구연한으로 균등화한 연 평균비용의 곱으로 산출함
  - 유료 소음피해율 및 평균소음은 상기 언급한 「육상교통 수단의 환경성 비교분석」에서 제시하고 있는 16.5%와 기준 소음수준은 55dB(A)를 적용하며, 평균 소음 70dB(A)에서 15dB(A)를 감소시키는 방식으로 계산
  - 방음벽의 높이에 따라 수음점에서의 소음의 크기는 상이하며 방음벽의 높이가 3m일 때 수음점에서 소음은 평균 10dBA이 감소함
- 소음비용 산정에 이용되는 도로 및 철도의 연장자료는 「국가교통·SOC」의 자료를 참고하였으며 소음가치의 원단위를 살펴보면 다음과 같음
  - 도로 및 철도 등 교통부문에서 발생하는 소음은 동질적(homogeneous)인 것으로 간주하고 교통소음가치를 일반화하여 적용함

<표 1-24> 교통수단별 소음 원단위 및 소음가치(2009년 기준)

단위: 원/db·년·m			
구분	도시부	지방부	평균
소음가치의 평균원단위	4,023	1,737	2,048

자료: 국토해양부, 『교통시설투자평가지침(4차개정)』, 2011. 11

### 제3절 총교통비용 산정

#### 1. 정부비용

##### 가. 정부비용

- 우리나라의 중앙정부 예산은 일반회계와 19개의 특별회계(기업특별회계 4, 기타특별회계 15) 등 총 20개의 회계로 구성<sup>15)</sup>
  - 교통부문 예산 회계는 일반회계와 교통시설 특별회계, 국가균형발전특별회계로 이루어져 있음
  - 교통시설특별회계는 '90년대 초반 들어 교통혼잡 증가와 그에 따른 물류비용 증대 등 국가경쟁력 약화라는 사회적 문제에서 발생하여 도로·철도·공항 및 항만의 원활한 확충과 효율적인 관리·운영을 위하여 휘발유·경유 특별소비세를 교통세로 전환하고, 교통세를 주요세원으로 하여 설치함<sup>16)</sup>
- 국가 교통 및 물류 부문 사회간접자본시설의 투자비는 증가하고 있는 추세임
  - 도로부문 비중은 점점 줄어들고 있으며 철도부문은 증가 추세임

<표 1-25> 연도별 SOC 투자 현황

단위 : 억원

구 분	2009		2010		2011	
	금액	%	금액	%	금액	%
SOC 계	251,390	100.0%	240,066	100.0%	230,271	95.9%
(증가율)	24%		-4.5%		-4.1%	
도 로	95,197	37.9%	77,577	32.3%	65,123	27.1%
철 도	47,402	18.9%	42,017	17.5%	43,996	18.3%
도시철도	15,873	6.3%	11,488	4.8%	9,670	4.0%
해운항만	20,090	8.0%	18,369	7.7%	15,693	6.5%
항공및공항	586	0.2%	639	0.3%	603	0.3%
물류등기타	21,427	8.5%	20,846	8.7%	21,426	8.9%
수 자 원	29,381	11.7%	48,068	20.0%	48,692	20.3%
지역및도시	13,249	5.3%	12,393	5.2%	15,973	6.7%
산업단지	8,184	3.3%	8,669	3.6%	9,094	3.8%

자료 : 기획재정부, 2011 회계연도 국가결산보고서

15) 2005년말 기준

16) 자료: 국토해양부 교통정책실 홈페이지

## 1) 도로부문

- 도로부문 주요 재원별 투자를 보면 교통시설 특별회계(도로계정), 국가균형발전특별회계, 지방교부세, 지방비, 한국도로공사 조달액, 민자부담금 등으로 구성됨
  - 교통시설 특별회계의 세입은 교통·에너지·환경세(휘발유 및 경유특소세), 승용차 특별소비세, 수입자동차 관세 일부, 고속도로건설용자 원금 이자수입, 도로점용료, 각 교통시설 사용료, 일반회계추가전입금, 균특회계 등으로 구성
  - 도로계정 세출항목은 고속도로건설, 국도건설, 도로관리, 지지체도로건설지원, 민자 도로건설 및 관리, 교특회계지원, 국도유지보수, 도로차관상환 등으로 편성

&lt;표 1-26&gt; 도로부문 재원별 투자실적

단위: 억원

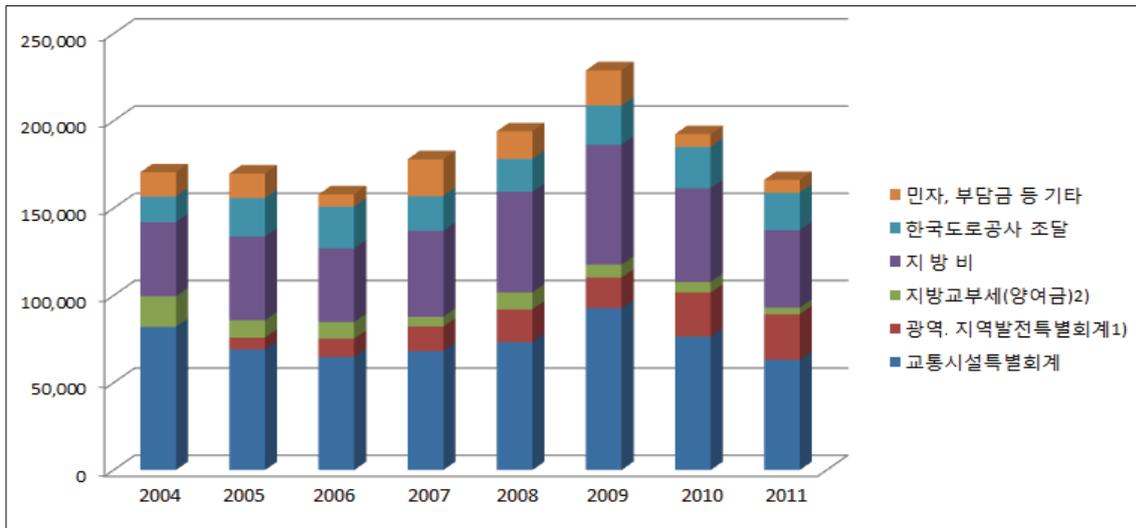
구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
계	170,598	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204
교통시설특별회계	82,143	69,164	64,818	68,121	73,354	92,868	76,477	63,188
광역·지역발전특별회계 <sup>1)</sup>	-	6,754	10,423	14,108	18,709	17,413	25,211	26,105
지방교부세(양여금) <sup>2)</sup>	17,342	9,941	9,562	5,557	9,668	7,345	6,124	3,783
지 방 비	42,574	47,880	42,196	49,238	57,656	68,811	53,648	44,300
한국도로공사 조달	14,732	22,119	23,978	19,957	18,795	22,312	23,776	21,565
민자, 부담금 등 기타	13,807	14,038	6,918	21,104	15,911	20,240	7,215	7,263

주: 1) '05년 신설된 국가균형발전특별회계는 09년부터 광역·지역발전특별회계로 명변경

2) 지방양여금 : '04.1 폐지, '05년부터 지방교부세로 흡수

자료: 도로업무편람 2012, 국토해양부

- 2011년 기준 도로부문 교통비용을 산정한 결과 총 16조 6,204억원이었으며, 2004년 이후 감소 추세였다가 2007년 이후 다시 증가하는 것으로 분석되었음



&lt;그림 1-5&gt; 도로부문 자원별 투자실적

&lt;표 1-27&gt; 도로부문 도로종류별 투자실적

단위: 억원

구 분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
계	170,598	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204
고속도로	44,441	50,295	44,328	55,010	50,706	55,729	42,382	37,675
일반 국도	소 계	56,212	51,349	43,716	45,786	46,378	61,643	50,081
	시 구간	5,892	4,886	3,712	4,825	4,055	3,912	2,200
	시외구간	50,320	46,463	40,004	40,961	42,323	57,731	47,881
특별시도	6,983	6,875	5,706	7,169	7,847	13,644	9,179	5,221
광역시도	13,050	11,260	15,335	12,536	9,700	17,659	21,834	12,751
지방도	소 계	18,950	22,062	21,710	25,674	30,954	21,764	20,591
	국가지원	9,454	10,392	10,302	13,493	15,712	10,108	7,507
	일 반	9,496	11,670	11,408	12,181	15,242	16,793	13,084
시 도	13,864	13,464	12,402	17,767	28,067	26,709	18,243	23,748
군도·구도	11,140	10,167	10,435	9,751	14,190	14,507	10,750	11,530
농어촌도로	5,958	4,424	4,263	4,392	6,251	6,543	4,892	4,607

자료: 도로업무편람 2012, 국토해양부

&lt;표 1-28&gt; 도로부문 건설비와 운영비

단위: 억원

구 분	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합 계	165,436	175,524	170,598	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204
건설	148,411	153,117	154,267	152,668	136,510	158,671	168,894	204,147	170,328	143,097
운영	17,025	22,407	16,331	17,228	21,385	19,414	25,199	24,842	22,124	23,107

자료: 도로업무편람 2012, '도로유지보수 실적', 국토해양부

&lt;표 1-29&gt; 연도별 도로유지보수 투자금액

단위: 억원

구 분	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
계	17,025	22,407	16,331	17,228	21,385	19,414	25,200	24,842	22,124	23,310
보수비	소 계	16,337	19,461	15,377	16,126	21,385	19,414	25,200	24,842	23,310
	고속국도	1,134	1,316	1,423	1,893	2,679	2,519	2,495	3,322	3,022
	일반국도	8,472	9,954	6,957	6,871	7,989	7,470	7,086	10,002	7,966
	특별광역시도	2,639	1,836	2,384	2,185	3,310	3,164	3,717	3,727	3,871
	지방도	953	1,914	1,367	1,746	2,482	2,448	7,237	2,864	2,853
	시 도	1,634	1,695	1,684	2,051	2,738	2,059	2,687	2,709	2,560
	군 도	1,505	2,746	1,562	1,379	2,186	1,754	1,977	2,218	1,852
행정지원비	소 계	688	2,946	954	1,102	-	-	-	-	-
	접도구역관리비	6.4	39.58	9.85	11.43	-	-	-	-	-
	도로보수원(인건비)	682	2,907	944	1,090	-	-	-	-	-

주: 1) 2006년부터는 보수비에 행정지원비가 포함됨  
 자료: 국토해양부, 도로업무편람(2012)

## 2) 철도부문

- 철도부문 부문별 투자실적은 2004년도를 제외하고 계속 증가하고 있으며 도시철도 경영진지원 부문을 제외한 모든 부문에서 투자금액이 증가하고 있음
- 2010년 기준 철도부문 교통비용을 산정한 결과 5조 3,512억원으로 산정되었음
  - 철도 전 부분의 비용이 증가추세이며 특히 광역철도는 지속적으로 증가하고 있음
- 철도부문 투자실적을 건설과 운용부문으로 나누어 살펴보면 2009년 기준 건설부문이 전체의 75.1%, 운용부문이 24.9%로 건설부문이 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 1-30&gt; 철도부문별 투자실적

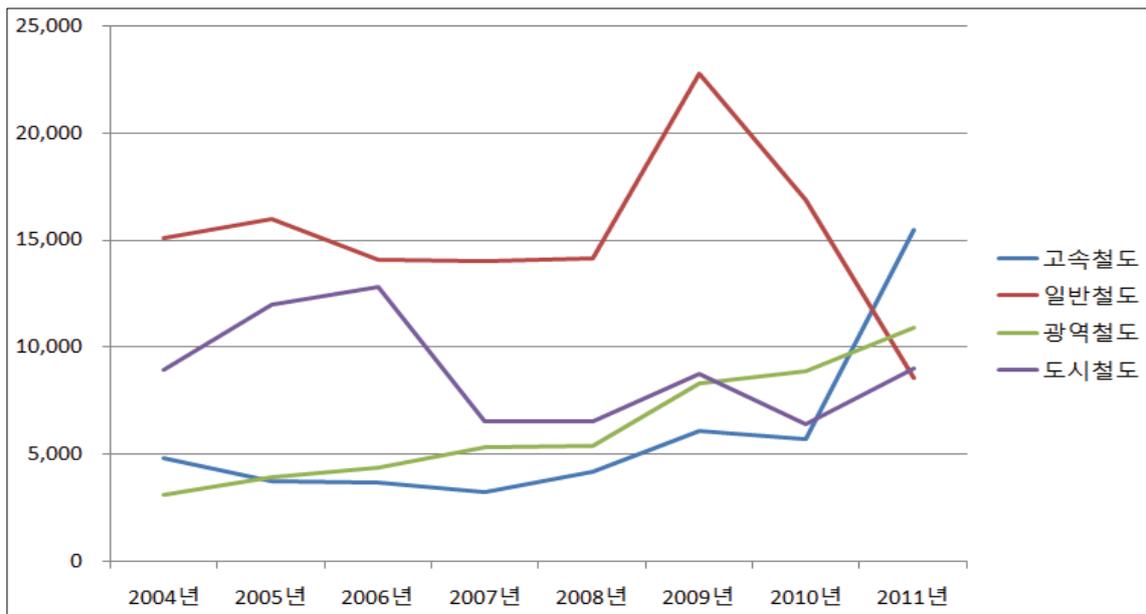
단위: 억원

구 분	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
합 계	45,877	48,427	50,538	63,552	53,512	58,746	
건설	고속철도	3,700	3,211	4,209	6,085	5,700	15,485
	일반철도	14,056	14,006	14,178	22,772	16,886	8,559
	광역철도	4,401	5,303	5,424	8,288	8,896	10,934
	도시철도	12,843	6,516	6,523	8,729	6,439	9,000
	소계	35,000	29,036	30,334	45,874	42,974	43,978
운영	도시철도 경영지원	805	383	6,707	6,895	7,169	5,053
	철도안전 및 운영	9,370	10,494	12,684	13,309	10,509	10,538
	소계	10,877	19,391	20,204	17,678	15,591	14,768

주: 1) 도시철도 및 철도 운영부문 예산 수치임

2) 도시철도 예산 중 건설부문 제외한 수치임

자료: 국토해양부 2012년 예산 개요



&lt;그림 1-6&gt; 철도부문 투자추이 (단위: 억원)

## 3) 항만부문

- 신항만 개발 사업이 착수된 1996년 이후부터 항만개발 투자비는 지속적으로 증가하고 있음
- 2011년 기준 민자부문을 제외한 항만부문 교통비용을 산정한 결과 1조 4,780억원으로 분석되었음

- 또한, 항만부문은 최근 동북아 물류중심국가 건설이라는 정책 목표를 달성하기 위해 예산이 집중 배정되고 있음
- 낮은 항만시설 확보율, 시설부족으로 인한 체선·체화 등의 문제점을 해결하기 위해 항만에 대한 투자가 확대되고 있음

<표 1-31> 항만부문 건설비와 운영비

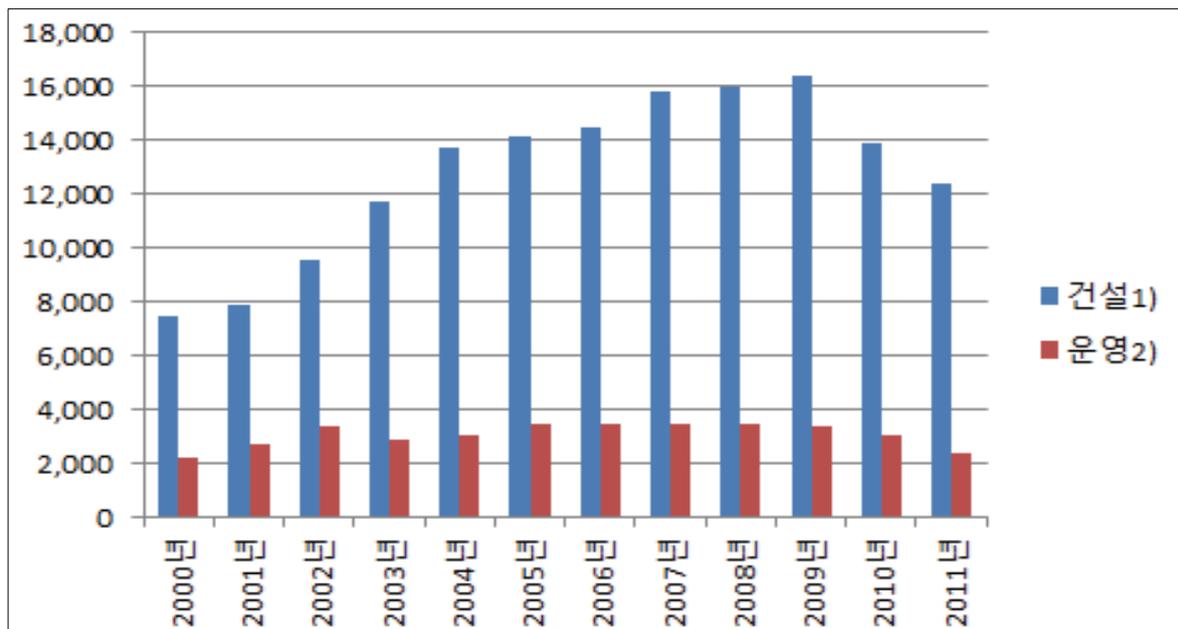
단위: 억원

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	14,602	16,757	17,630	17,962	19,296	19,497	19,765	16,926	14,780
건설 <sup>1)</sup>	11,721	13,692	14,148	14,465	15,826	16,017	16,389	13,910	12,391
운영 <sup>2)</sup>	2,881	3,065	3,482	3,497	3,470	3,480	3,376	3,016	2,389

주: 1) 건설비 : 신항만 개발, 주요항 건설, 일반항 건설, 항만재개발

2) 운영비 : 유지보수, 표지시설, 컨부두 재개발지원 등, 차관 원리금 상환(운영비에서 제외)

자료: 항만업무편람 자료 재구성



<그림 1-7> 항만부문 건설비와 운영비 증가추이 (단위: 억원)

- 항만부문 부문별 투자실적을 살펴보면 신항만 개발 보다는 주요항 및 일반항 건설 사업, 항만 재개발 사업에 투자를 늘려나감

&lt;표 1-32&gt; 항만부문 부문별 투자실적

단위: 억원

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	10,700	13,059	14,687	16,797	17,636	17,968	19,301	19,502	19,770	16,926	14,780
신항만 개발	4,327	5,400	7,431	9,433	9,838	10,402	12,251	11,968	10,942	8,355	7,217
주요항 건설	2,376	2,758	2,965	2,702	2,633	2,398	1,948	2,018	2,404	2,393	2,262
일반항 건설	1,206	1,423	1,325	1,557	1,677	1,665	1,627	1,931	2,774	2,981	2,595
유지보수	1,200	1,225	1,400	1,400	1,413	1,407	1,538	1,433	1,986	1,531	1,297
항만 재개발	-	-	-	-	-	-	-	100	269	181	317
표지시설	297	407	548	646	698	708	732	709	596	548	531
차관 원리금 상환	77	98	85	40	6	6	5	5	5	0	0
컨부두 개발지원등	1,217	1,748	933	1,019	1,371	1,382	1,200	1,338	794	937	561

자료: 국토해양부 항만업무편람(2011)

## 4) 항공부문

- 항공부문은 기능에 따라 중추·거점·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
- 2010년 기준 항공부문 교통비용을 산정한 결과 666억원이었으며 항공부문 투자실적을 건설과 운용부문으로 나누어 살펴보면 2010년 기준 건설부문이 전체의 2%, 운용 및 관리부문이 98%로 운용부문이 처음으로 건설부문보다 압도적으로 많아짐

&lt;표 1-33&gt; 항공부문 투자금액

단위: 억원

구분	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
계	3,617	4,005	3,919	3,334	2,115	592	666	679
인천공항	1,623	2,458	3,071	2,000	1,300	0	0	0
일반공항	1,995	1,547	848	1,334	815	592	666	679

자료: 국토해양부, '2012년도 예산개요' 세출예산자료

&lt;표 1-34&gt; 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
2005년도	4,005	3,734	2,458	1,276	271	82	189	-
2006년도	3,919	3,557	3,071	486	362	39	262	61
2007년도	3,334	2,978	2,000	978	356	17	279	60
2008년도	2,115	1,771	1,300	471	344	14	272	58
2009년도	592	10	0 <sup>2)</sup>	10	582	13	446	123
2010년도	666	50	0	50	616	21	521	74
2011년도	679	0	0	0	679	44	567	68

주: 1) 항공안전본부운영항목은 일반회계자료이며, 이를 제외한 나머지 항목은 교특회계자료임

2) 2010년도 인천국제공항 정부투자비용은 없으며 인천국제공항공사에 의한 투자임

자료: 국토해양부 세출예산자료

#### 5) 물류시설부문

- 2011년 기준 물류시설부문 정부 투자비용을 산정한 결과 약 63억원이었으며, GDP대 비 약 0.07% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2010년에 비하면 약 17% 감소한 수치임
- 건설비 항목은 중부권 및 영남권, 수도권 복합물류터미널 건설 비용이며 운영비는 화물자동차분야와 물류산업분야지원 항목임

&lt;표 1-35&gt; 물류시설부문 정부 투자실적

단위: 억원

		2009	2010	2011
물류정책		2,019.2	1,052	873
건설비	중부권복합물류터미널건설	185.2	-	0
	영남권복합물류터미널건설	272.3	-	0
	수도권복합물류터미널건설	704.0	936	782
운영비	화물자동차지원	24.2	49	28
	물류산업지원	833.5	67	63

주: 1) 정부부문의 물류부문 예산 자료를 재가공 하였음

자료: 국토부 세출예산자료

## 6) 종합

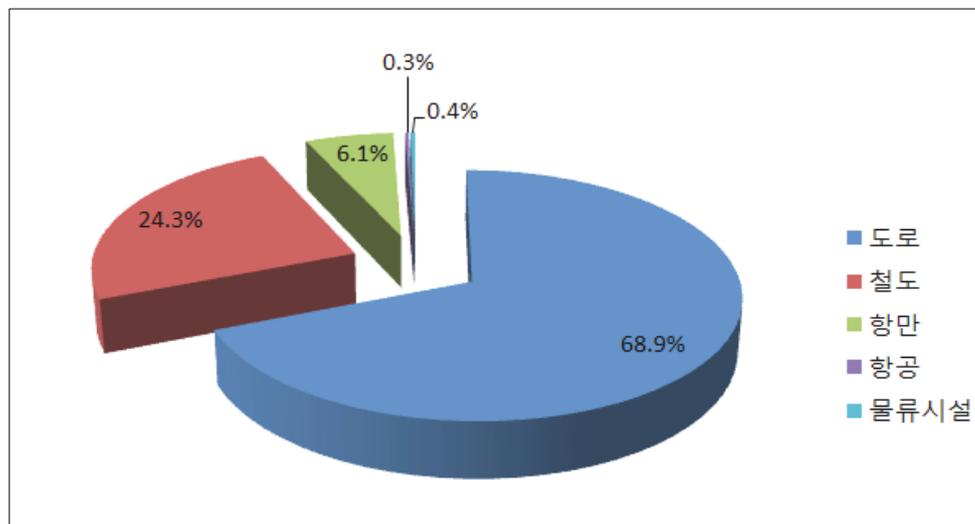
- 2011년도 우리나라 총 정부비용은 24조 1,282억원이었으며, 도로부문의 정부지출금액이 약 68.8%로 가장 많았고, 다음으로 철도 24.3%, 항만 6.1%순으로 투자되었음
- 우리나라에서 정부가 교통 부문에 지출한 재정규모는 GDP 대비 약 2.3% 규모에 달함
- 2011년도 정부비용은 2010년도 26조 4,608억원 대비 8.8%감소한 것으로 분석되었음

&lt;표 1-36&gt; 교통부문 정부비용

단위: 억원

구분	2007	2008	2009	2010	2011	GDP 대비(%)
도로	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204	1.64%
철도	55,904	59,317	70,966	53,512	58,746	0.46%
항만	19,296	19,497	19,765	16,926	14,780	0.14%
항공	3,334	2,115	545	666	679	0.01%
물류시설	0	1,897	2,020	1,052	873	0.01%
합계	256,619	276,919	322,285	264,608	241,282	2.26%

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨



&lt;그림 1-8&gt; 2011년도 부문별 정부비용 투자비율

○ 산정된 정부비용을 건설비와 운영비로 구분하여 살펴보면 다음과 같음

<표 1-37> 교통비용 건설비와 운영비

단위: 억원

구 분		2006	2007	2008	2009	2010	2011
도로부문	합 계	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	166,204
	건 설	136,510	158,671	168,884	204,147	170,328	143,097
	운 영	21,385	19,414	25,199	24,842	22,124	23,107
철도부문	합 계	46,260	55,904	59,317	70,966	53,512	58,746
	건 설	35,383	37,210	40,248	53,288	37,921	43,978
	운 영	10,877	18,694	19,069	17,678	15,591	14,768
항만부문	합 계	17,962	19,296	19,497	19,765	16,926	14,780
	건 설	14,465	15,826	16,017	16,389	13,910	12,391
	운 영	3,497	3,470	3,480	3,376	3,016	2,389
항공부문	합 계	3,919	3,334	2,115	545	666	679
	건 설	3,557	2,978	1,771	10	50	0
	운 영	362	356	344	535	616	679
물류시설 <sup>2)</sup>	합 계	-	-	1,897	2,020	1,057	873
	건 설	-	-	825	1,162	937	782
	운 영	-	-	1,072	858	120	91
정 부 <sup>1)</sup>	합 계	226,036	256,619	276,919	322,285	264,613	241,282
	건 설	189,915	214,685	227,745	274,996	223,146	200,248
	운 영	36,121	41,934	49,164	47,289	41,467	40,134

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨

2) 물류시설의 경우 집계항목의 변동으로 2008부터 산정함

## 2. 내부(민간)비용

### 가. 가구비용

- 가구의 교통비 지출을 자동차 구입, 기타운송기구 구입, 운송기구 유지 및 수기, 운송기구 연료비, 타개인교통서비스, 철도·육상·기타 운송 및 기타교통관련서비스로 구분하여 지출액을 조사함
- 2009년부터 통계청의 가계동향조사의 항목분류체계 개정으로 교통비용의 항목도 개정됨
  - 국민개정체계 및 COICOP(Classification of Individual Consumption by Purpose)로 개정
- 2011년 대중교통 및 개인교통지출을 포함한 가구의 교통비 지출은 월평균 275,322원으로 가구당 소비지출의 약 11.9%를 차지하여 식료품·비주류음료(13.9%), 교육(13.0%), 음식·숙박(12.7%), 에 이어 4번째로 높은 지출비중을 차지하였음<sup>17)</sup>
  - 교통항목별로 살펴보면, 가구당 운송기구연료비가 월평균 92,538원으로서 가장 많은 비중(40.3%)을 차지하였고 그 뒤를 자동차구입비가 61,852원으로 29.7%를 차지하였음

<표 1-38> 연도별 월평균 가계소비지출 비중

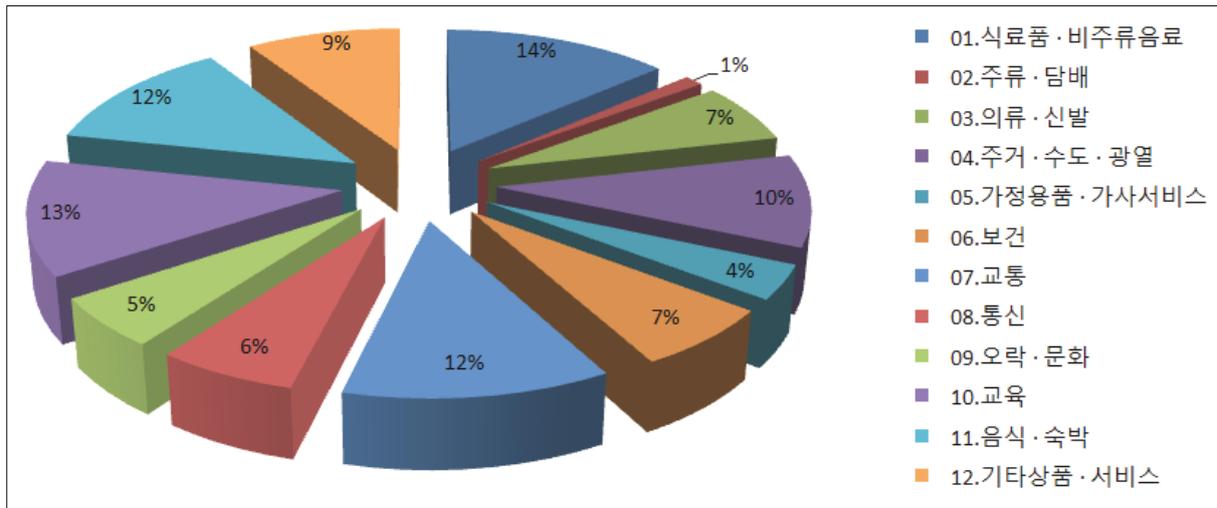
단위 : 원

실질 기준	2008	2009	2010	2011	비중	10년대비 11년증가율
소비지출(원)	2,236,722	2,212,711	2,286,874	2,300,640	100.0%	0.6%
1. 식료품·비주류음료(원)	341,472	316,739	316,936	313,942	13.9%	-0.9%
2. 주류·담배(원)	28,786	26,829	27,522	27,629	1.2%	0.4%
3. 의류·신발(원)	142,074	135,445	145,964	151,701	6.4%	3.9%
4. 주거·수도·광열(원)	212,708	215,851	230,212	232,364	10.1%	0.9%
5. 가정용품·가사서비스(원)	76,949	76,819	86,139	86,673	3.8%	0.6%
6. 보건(원)	135,594	143,206	152,150	153,602	6.7%	1.0%
7. 교통(원)	265,079	278,804	271,093	275,322	11.9%	1.6%
8. 통신(원)	132,474	131,191	138,646	145,233	6.3%	4.8%
9. 오락·문화(원)	112,390	113,237	126,568	126,915	5.5%	0.3%
10. 교육(원)	284,177	296,358	296,801	289,822	13.0%	-2.4%
11. 음식·숙박(원)	304,707	286,008	290,922	286,783	12.7%	-1.4%
12. 기타상품·서비스(원)	203,605	191,736	203,920	212,556	8.9%	4.2%

주: 1) 전국 가구당 월평균 가계수지(실질, 2인 이상, 2010년 기준)

자료: 통계청 월별 가계소비지출 (2인 이상 가구, 실질)

17) 통계청 '가구당 월평균 가계수지 항목'의 2인 이상 실질가격을 기준으로 하였음



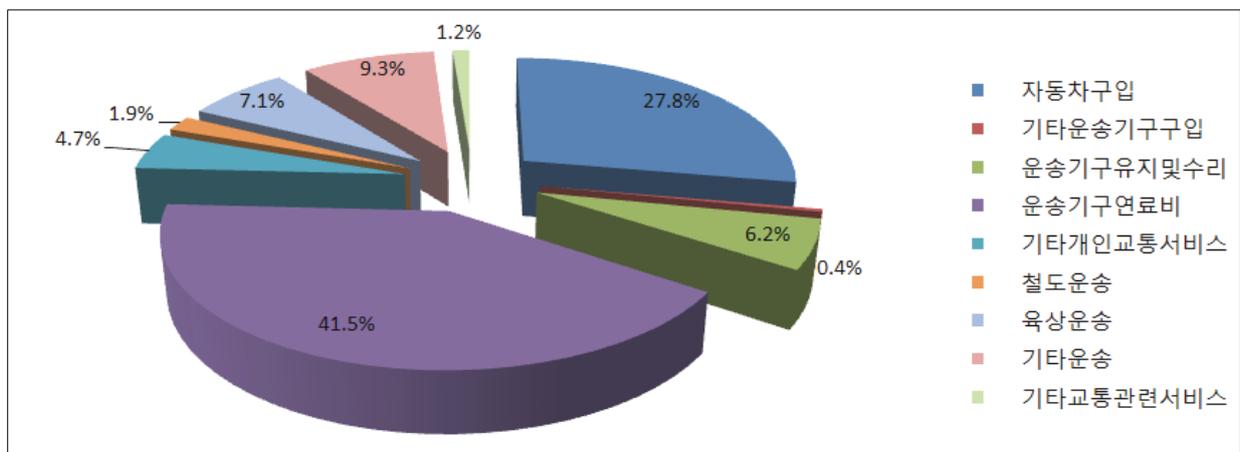
<그림 1-9> 2011년 월별 가계소비지출 항목 비중

<표 1-39> 교통부문 월평균 가계소비지출

단위 : 원

	2007	2008	2009	2010	2011	비중
전체 교통(원)	275,250	265,079	278,804	271,093	275,322	100%
자동차구입(원)	58,772	56,226	75,854	66,357	76,493	27.8%
기타운송기구구입(원)	1,276	1,306	1,362	1,300	1,037	0.4%
운송기구유지및수리(원)	17,129	15,798	15,786	16,577	16,961	6.2%
운송기구연료비(원)	128,733	122,998	120,413	117,671	114,100	41.4%
기타개인교통서비스(원)	8,726	7,842	9,645	13,298	12,862	4.7%
철도운송(원)	6,107	6,328	5,786	5,588	5,295	1.9%
육상운송(원)	27,237	27,235	24,185	21,649	19,612	7.1%
기타운송(원)	24,097	22,890	23,699	26,000	25,470	9.3%
기타교통관련서비스(원)	3,572	3,080	2,676	2,654	3,290	1.2%

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 1-10> 2011년 교통부문 가계소비지출 항목 비중

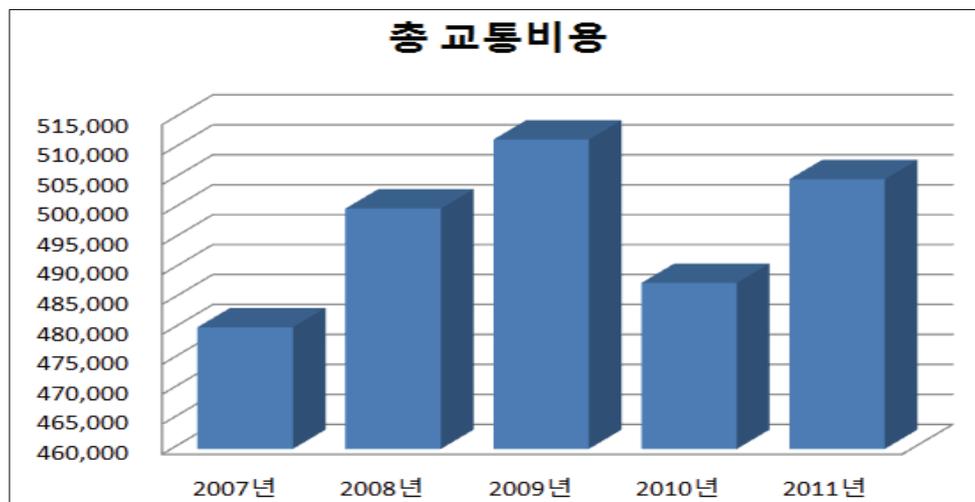
- 우리나라 가구당 월평균 소비지출(실질가격 기준) 중 교통비용 항목을 통해 연간 가구 교통비용을 산정함
  - 산정과정에서의 가구수 자료는 통계청의 연도별 장래 추계가구수의 자료를 사용함
- 2011년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 58조 4,354억원으로 분석됨
  - 이는 2010년도 가구교통비 지출액 대비 3.5% 증가한 수치임
- 2011 우리나라 총가구가 지출한 자동차 구입관련 교통비 지출액은 16조 2,352억원으로 분석되어 2010년 대비 17.5% 증가함

&lt;표 1-40&gt; 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

	2007	2008	2009	2010	2011
총 교통비용	546,405	534,118	570,505	564,719	584,354
자동차구입	116,670	113,292	155,217	138,230	162,352
기타운송기구구입	2,533	2,632	2,787	2,708	2,201
운송기구유지및수리	34,003	31,832	32,302	34,532	35,999
운송기구연료비	255,551	247,833	246,396	245,123	242,170
기타개인교통서비스	17,322	15,801	19,736	27,701	27,299
철도운송	12,123	12,751	11,840	11,640	11,238
육상운송	54,069	54,877	49,489	45,097	41,625
기타운송	47,836	46,122	48,494	54,161	54,059
기타교통관련서비스	7,091	6,206	5,476	5,529	6,983

- 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) 가구수는 연도별 장래추계가구의 자료 사용



&lt;그림 1-11&gt; 연도별 가구교통비용 (단위: 억원)

- 한편, 우리나라 가구당 월평균 소비지출의 명목가격을 기준으로 하여 교통비용을 산정함

<표 1-41> 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준)

단위: 억원

	2007	2008	2009	2010	2011
총 교통비용	496,255	527,777	543,767	564,719	625,258
자동차구입	112,745	110,485	152,479	138,230	163,487
기타운송기구구입	2,448	2,565	2,738	2,708	2,216
운송기구유지및수리	30,388	30,236	31,778	34,532	37,293
운송기구연료비	220,446	250,741	226,275	245,123	273,895
기타개인교통서비스	16,727	15,710	19,660	27,701	27,407
철도운송	11,863	12,751	11,840	11,640	11,283
육상운송	50,607	52,128	48,627	45,097	42,833
기타운송	44,129	47,083	44,962	54,161	59,356
기타교통관련서비스	6,898	6,079	5,404	5,529	7,486

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) 가구수는 연도별 장래추계가구의 자료 사용

- 명목가격 기준으로 산정한 결과, 2011년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 62조 5,258억원으로 분석됨
  - 2010년 총교통비용에 비하여 10.7% 증가한 수치임

#### 나. 기업비용(화물수송비)

- 2010년 기업비용(화물 수송비)는 95조 6,040억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음
  - 기업비용은 연평균 5.66% 증가하였으나, 2009년 대비 5.7% 증가하였음
- 본 과업에서는 자료 수집상의 한계로 화물수송비 및 사고비용, 도로혼잡비용은 2009년 자료를 활용함

&lt;표 1-42&gt; 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

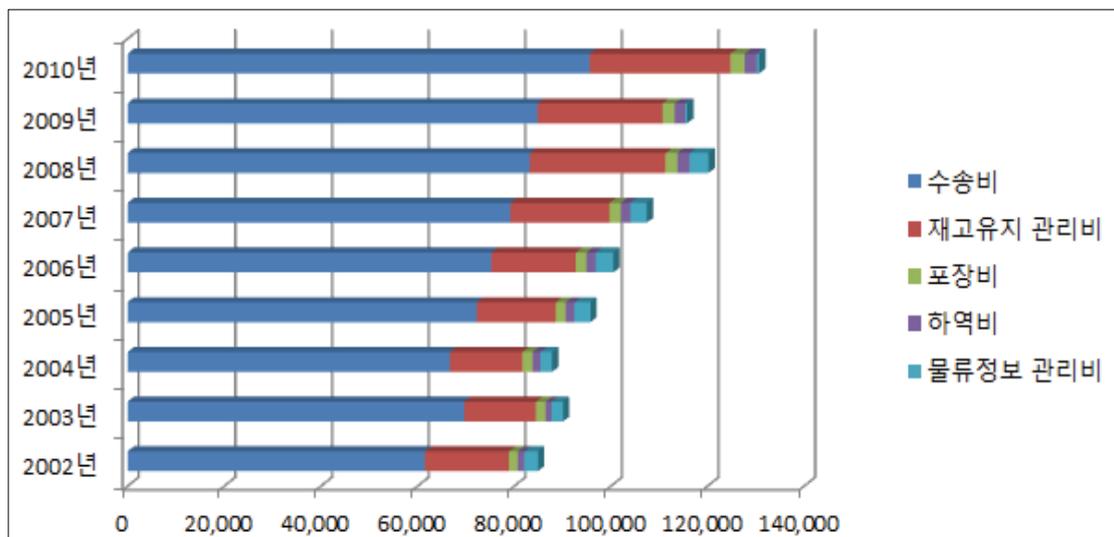
구 분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보 관리비	물류비 총계
2002	61,565	17,390	1,821	1,348	2,808	84,931
2003	69,696	14,830	2,017	1,257	2,315	90,114
2004	66,691	15,056	2,028	1,686	2,428	87,889
2005	72,269	16,332	2,081	1,809	3,301	95,792
2006	75,308	17,479	2,141	1,974	3,614	100,515
2007	79,183	20,609	2,298	1,991	3,398	107,479
2008	83,206	28,104	2,444	2,519	3,989	120,262
2009	84,836	25,857	2,529	2,169	394	115,785
2010	95,604	29,184	2,888	2,579	439	130,694
연평균 증감률	5.66	5.52	5.76	9.50	-22.87	5.08
전년대비 증감률	12.69	12.87	14.23	18.90	11.46	12.88

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, 2010년 국가물류비 산정 및 추이 분석, 2012



&lt;그림 1-12&gt; 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외)

### 3. 외부비용

#### 가. 도로 혼잡비용

- 본 과업에서 자료 수집상의 한계로 도로교통혼잡비용은 2009년 자료를 활용함
- 한국교통연구원이 추정한 2009년도 도로부문 교통혼잡비용은 27조 7,454억원이었으며, 이중 17조 6,412억원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음
- 또한, 2009년 도로부문 시간비용만을 고려한 교통혼잡비용은 21조 9,348억원으로 분석되었음

<표 1-43> 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분		유류비용	시간비용	고정비용	합 계
지역 간 도 로	고속국도	1,491	20,664	6,785	28,940
	일반국도	2,363	36,432	12,729	51,524
	지방도	4,040	13,053	3,485	20,578
	소계	7,894	70,149	22,999	101,042
도시부 도 로	서울	1,631	62,729	10,224	74,584
	부산	1,058	31,196	5,666	37,920
	대구	426	12,335	1,442	14,203
	인천	725	21,115	2,649	24,489
	광주	238	7,959	1,309	9,506
	대전	282	9,869	721	10,872
	울산	135	3,996	707	4,838
	소계	4,496	149,199	22,718	176,412
총 계		12,389 (4.5)	219,348 (79.1)	45,717 (16.5)	277,454 (100.0)

주 : 1) 본원에서 수행한 과제인 '2010년도 교통혼잡비용'은 아직 산정되지 아니하여, 2009년도 자료를 기재함  
 자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

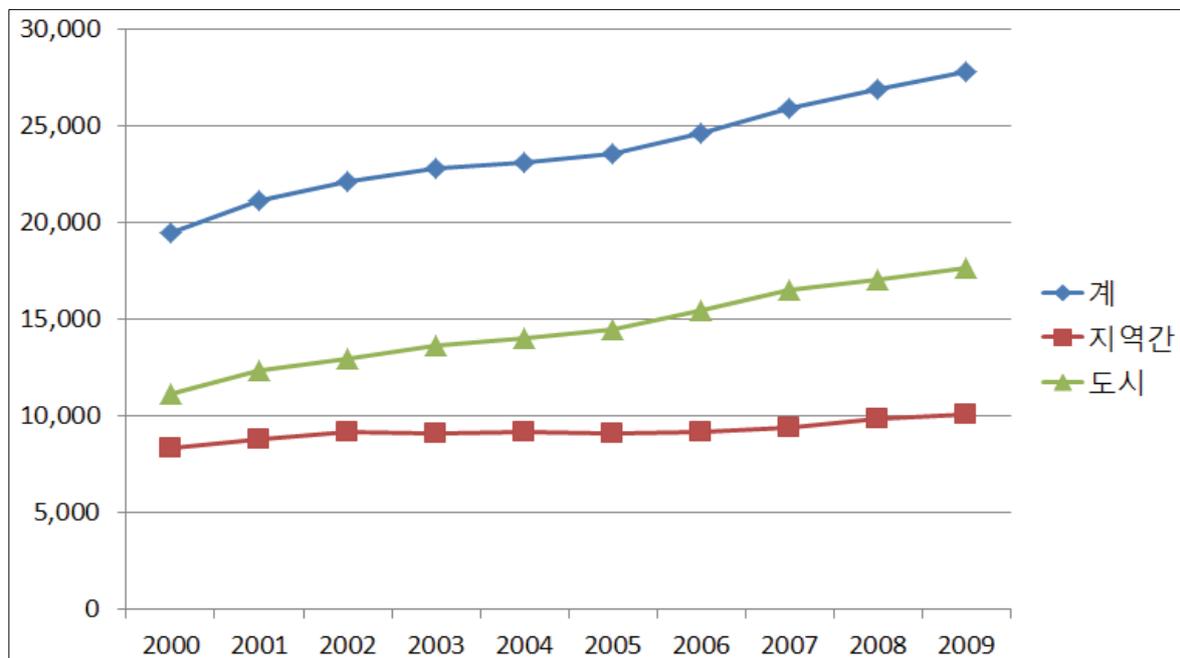
- 2009년도 전국의 지역 간 도로와 7대 도시의 교통혼잡비용은 총 27조 7,745억원으로 GDP의 2.61% 규모에 달하는 것으로 추정되었으며, 지역 간 도로보다는 7대 도시 내 교통혼잡비용이 약 1.74배 정도 큰 것으로 분석되었음
- 또한, 지난 10년간 도로부문 교통혼잡비용 추이를 살펴본 결과 지역간, 도시부 모두 지속적으로 증가하고 있는 것으로 분석됨

&lt;표 1-44&gt; GDP 대비 전국 교통혼잡비용 추이 분석

단위: 십억원

구분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
전국 교통 혼잡비용 (십억 원)	계(A)	19,448	21,108	22,135	22,769	23,116	23,540	24,621	25,862	26,903	27,745
	지역 간	8,299	8,788	9,151	9,113	9,131	9,094	9,180	9,373	9,881	10,104
	도시	11,149	12,320	12,984	13,656	13,985	14,446	15,441	16,489	17,022	17,641
GDP(B, 조 원)		578.7	622.1	684.3	724.7	778.4	806.6	847.9	901.1	1,027	1,065
GDP대비 비중 (A/B, %)		3.36	3.39	3.23	3.14	2.97	2.94	2.90	2.87	2.62	2.61

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석



&lt;그림 1-13&gt; 연도별 도로부문 교통혼잡비용 추이

&lt;표 1-45&gt; 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용(2009년)

단위: 억원/년

구 분	승용차	버 스	화물차	계
고속국도	15,810 (15,810)	6,094 (5,375)	7,036 (970)	28,940 (22,155)
일반국도	27,872 (29,447)	10,564 (9,322)	13,088 (1,601)	51,524 (38,794)
지 방 도	7,824 (9,684)	8,034 (7,306)	4,719 (1,963)	20,578 (17,093)
계	51,506 (51,506)	24,692 (22,003)	24,843 (4,534)	101,042 (78,043)

주: 1) ( )의 수치는 고정비를 제외한 금액임

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

&lt;표 1-46&gt; 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용 추이

단위: 억원

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	연평균 증가율 (%)	
도 로 별	고속국도	21,509	19,845	20,651	20,126	20,591	23,055	24,131	28,188	28,315	28,940	3.01
	일반국도	51,381	56,073	57,350	55,980	54,660	50,247	49,204	50,591	50,967	51,524	0.03
	지방도	10,101	11,966	13,512	15,025	16,053	17,635	18,468	18,059	19,528	20,578	7.38
	계	82,991	87,885	91,513	91,130	91,305	90,937	91,802	96,383	98,811	101,042	1.99
차 종 별	승용차	35,547	38,862	39,793	45,574	44,837	33,969	44,656	54,072	54,640	51,506	3.78
	버 스	24,860	25,294	26,823	25,868	26,432	33,961	26,342	19,058	22,465	24,692	-0.07
	화물차	22,584	23,728	24,897	19,689	20,035	23,007	20,804	23,707	21,705	24,843	0.96
	계	82,991	87,885	91,513	91,130	91,305	90,937	91,802	96,838	98,811	101,042	1.99

주: 1) 고정비 포함 금액

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

&lt;표 1-47&gt; 2009년 도시부 도로의 수단별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분	승용차	버스	화물차	합 계	비율(%)
서울	41,203 (41,203)	26,009 (22,886)	7,372 (272)	74,584 (64,361)	42.3 (36.5)
부산	23,079 (23,079)	10,177 (8,956)	4,665 (219)	37,920 (32,254)	21.5 (18.3)
대구	9,641 (9,641)	3,498 (3,078)	1,064 (42)	14,203 (12,761)	8.1 (7.2)
인천	15,486 (15,486)	7,131 (6,275)	1,872 (79)	24,489 (21,840)	13.9 (12.4)
광주	5,131 (5,131)	3,434 (3,022)	941 (44)	9,506 (8,197)	5.4 (4.6)
대전	7,141 (7,141)	3,402 (2,994)	328 (16)	10,872 (10,151)	6.2 (5.8)
울산	2,923 (2,923)	1,342 (1,181)	572 (27)	4,838 (4,131)	2.7 (2.3)
합 계	104,604 (104,604)	54,993 (48,392)	16,814 (698)	176,412 (153,694)	100.0 (100.0)

주: 1) ( )의 수치는 고정비를 제외한 금액임

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

&lt;표 1-48&gt; 도시부 도로의 교통혼잡비용 추이

단위: 억원

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
서울	47,141	50,868	53,100	56,403	57,237	61,014	67,355	71,037	72,315	74,584
부산	26,610	29,732	30,476	31,031	33,846	32,167	32,897	34,803	36,496	37,920
대구	7,790	8,535	9,252	10,247	10,856	11,396	12,012	13,166	13,371	14,203
인천	13,052	14,820	16,024	16,377	16,537	19,735	19,702	21,618	23,487	24,489
광주	7,111	8,050	8,769	9,287	8,005	7,883	8,414	9,205	9,473	9,506
대전	6,992	7,978	8,740	9,378	9,482	8,918	9,739	10,383	10,505	10,872
울산	2,795	3,229	3,483	3,838	3,891	3,346	4,292	4,672	4,569	4,838
합 계	111,491	123,212	129,844	136,561	139,851	144,459	154,412	164,885	170,217	176,412

주: 1) 고정비 포함 금액

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

## 나. 사고비용

- 본 과업에서 자료 수집상의 한계로 교통사고비용 은 2010년 자료를 활용함
- 도로교통사고비용
  - 2010년 도로교통사고비용의 추정은 인적 피해비용, 물적피해비용, 사회기관비용의 합으로 산정되며 심리적 비용은 제외함
  - 도로교통비용은 물적 피해가 약 8조 2천억원, 인적피해가 약 3조 3천억원, 사회기관비용이 약 1조 679억 원으로 나타났으며 총 도로교통사고비용은 약 12.6조원으로 추정됨

<표 1-49> 2010년 도로교통사고비용

		건수, 인원	금액(억원)	비율(%)
물적피해	차량	4,486,278	46,867	34.3%
	대물	2,817,047	35,475	25.9%
	소계	7,303,325	82,342	60.3%
인적피해	사망	5,505	21,825	20.6%
	부상	352,458	11,420	10.4%
	소계	357,963	33,244	31.1%
사회기관비용	교통경찰	-	2,777	2.5%
	보험행정	-	7,901	6.2%
	소계	-	10,679	8.7%
총비용		-	126,265	100.0%

자료: 2010년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2012

- 철도사고비용
  - 2010년 철도사고비용의 추정은 손실생산비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용의 합으로 산정함
  - 항목별 철도사고비용을 종합하면, 2010년에 발생한 철도사고로 인한 사회적 피해비용은 약 4,951억원으로 추정되었음

<표 1-50> 2010년 철도사고비용

항목	비용	비율
손실생산비용	4,477	90.5%
의료비용	209	4.2%
물적 피해비용	65	1.2%
행정비용	200	4.0%
계	4,951	100.0%

자료: 2010년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2012

## ○ 해양사고비용

- 해양사고비용의 추정은 생산손실비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용의 합으로 산정함
- 2010년에 발생한 해양사고로 인한 사회적 피해비용은 약 932.4억원으로 추정되며 손실생산비용이 약 469.2억원, 물적 피해비용이 약 430.2억원으로 이들 두 가지 비용이 대다수를 차지함

&lt;표 1-51&gt; 2010년 해양사고비용

항목	비용(억원)	비율(%)
손실생산비용	469.2	62.8%
의료비용	16.1	2.3%
물적 피해비용	430.2	33.3%
행정비용	16.9	1.6%
계	932.4	100.0%

자료: 2010년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2012

## ○ 항공사고비용

- 항공사고비용의 추정은 기체손실비용, 사고수습비용, 사고원인분석비용, 의료비용, 생산손실비용, 그리고 영업 및 이미지손실비용의 합으로 산정함
- 2010년 항공사고비용은 기체손실비 약 71억원, 사고수습비 약 2억원, 사고원인분석비 약 9억원, 영업 및 이미지 손실비용 약 10억원으로 각각 나타나 총 항공사고비용은 약 92억원으로 추정되었음

&lt;표 1-52&gt; 2010년 항공사고비용

비용항목	비용(억원)	비율(%)
손실생산비용	1.5	1.6%
의료비용	0.01	0.0%
기체손실비용	71	77.5%
사고수습비용	0.1	0.1%
사고원인분석비용	9	9.8%
영업/이미지 손실비용	10	11%
계	91.6	100.0

자료: 2010년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2012

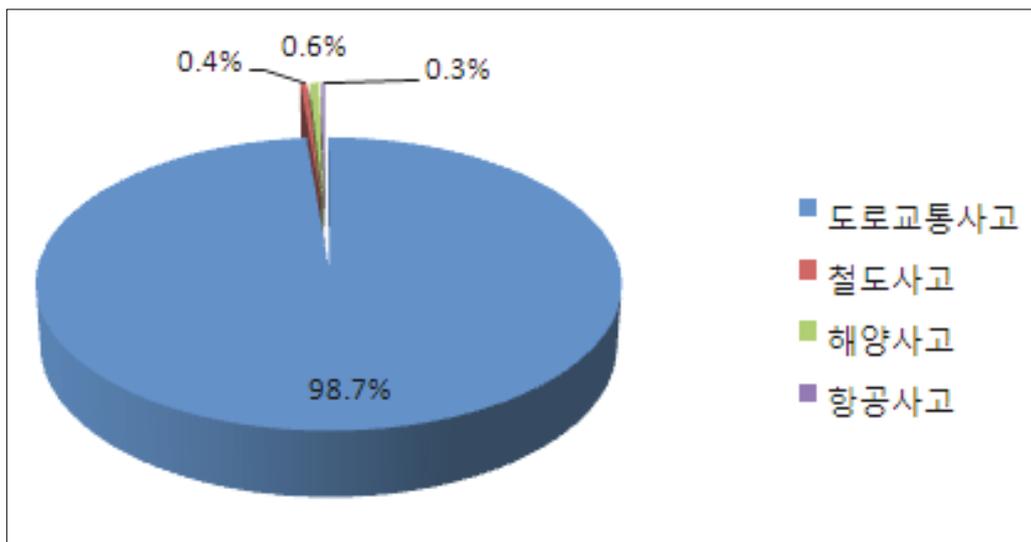
## ○ 종합

- 2010년 교통사고비용은 11조 5,851억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 약 11조 4,332억원으로 대부분을 차지하는 것으로 분석되었음
- 교통수단별로 살펴보면, 해양사고가 약 932억원, 철도사고가 465억원, 항공사고가 약 92억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 1-53&gt; 2010년도 수단별 사고비용

단위: 억원

항 목	도로교통사고	철도사고	해양사고	항공사고	총합
계	114,332.1	495.1	932.4	91.6	115,851
비중(%)	98.7%	0.4%	0.6%	0.3%	100.0%



&lt;그림 1-14&gt; 수단별 사고비용 비중

## 다. 환경비용

### 1) 대기오염물질

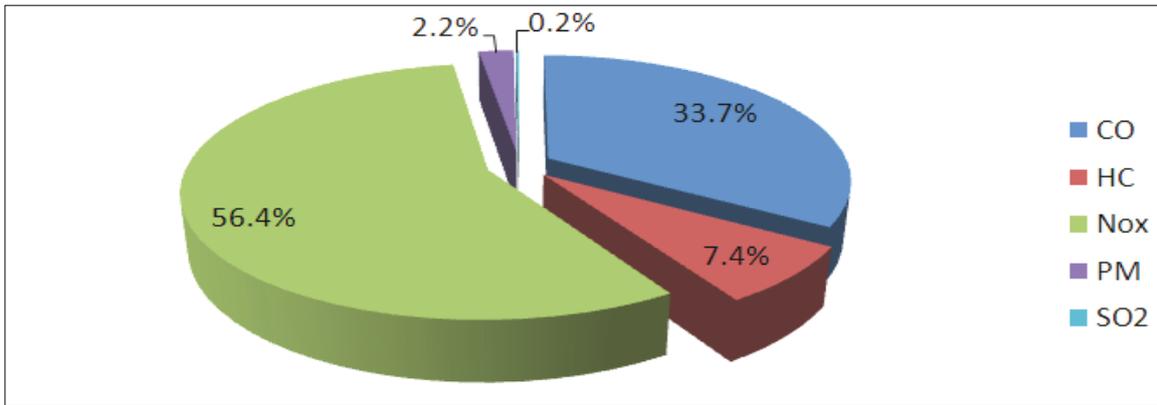
#### ① 도로부문

- 2011년 도로부문 대기오염물질 배출량은 총 1,786,560톤이었으며, NO<sub>x</sub>가 연 1,008,259톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO, HC 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음
- 차종별로는 화물차가 연 1,135,681톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 승용차가 369,999톤을 배출하였음
- 유종별로는 경유가 1,487,180톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음

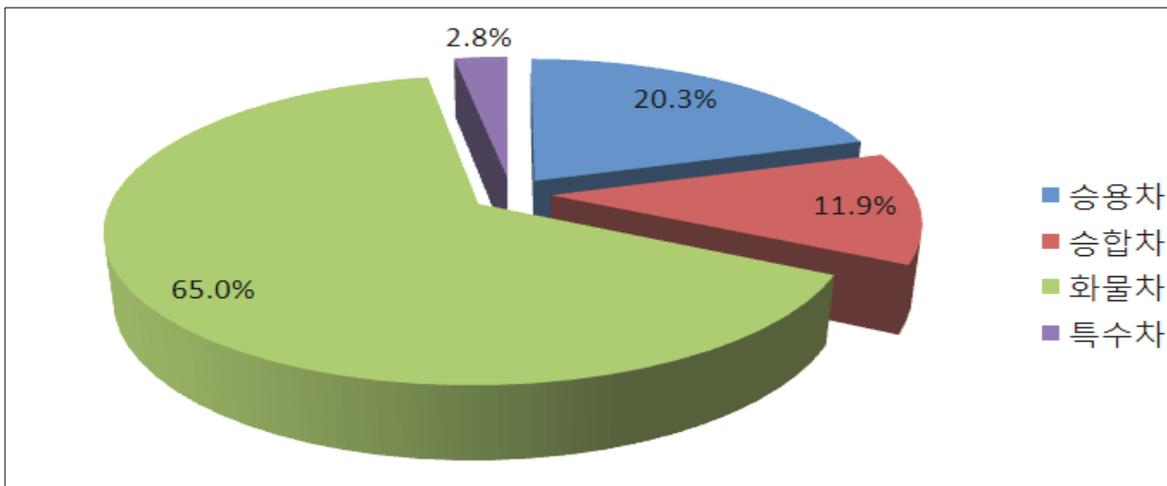
<표 1-54> 도로부문 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

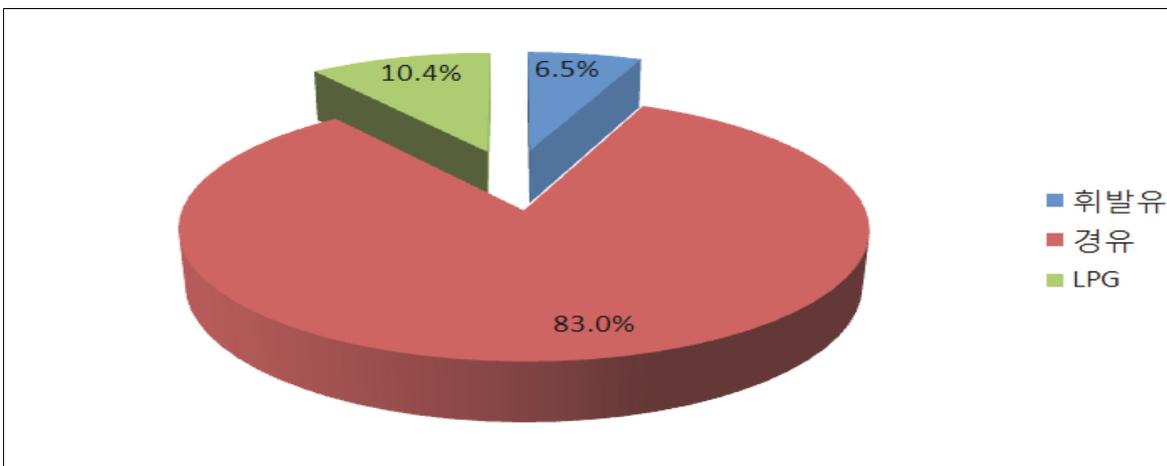
배출량	구분	CO	HC	NO <sub>x</sub>	PM	SO <sub>2</sub>	합계
승용차	휘발유	94,155	11,769	26,481	0	981	133,386
	경유	40,676	6,190	37,581	3,979	0	88,427
	LPG	111,029	9,289	27,426	0	442	148,186
승합차	휘발유	55	7	16	0	0	78
	경유	57,968	16,855	130,742	3,780	1,260	210,605
	LPG	7,428	547	1,681	0	352	10,008
화물차	휘발유	62	111	18	0	6	198
	경유	270,454	83,091	743,476	30,412	543	1,127,976
	LPG	5,775	426	1,307	0	0	7,507
특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
	경유	14,379	4,418	39,528	1,617	231	60,172
	LPG	12	1	3	0	0	16
합 계		601,993	132,704	1,008,259	39,789	3,815	1,786,560



<그림 1-15> 도로부문 대기오염물질별 배출량 구성비



<그림 1-16> 도로부문 차종별 대기오염물질 배출량 구성비



<그림 1-17> 도로부문 유종별 대기오염물질 배출량 구성비

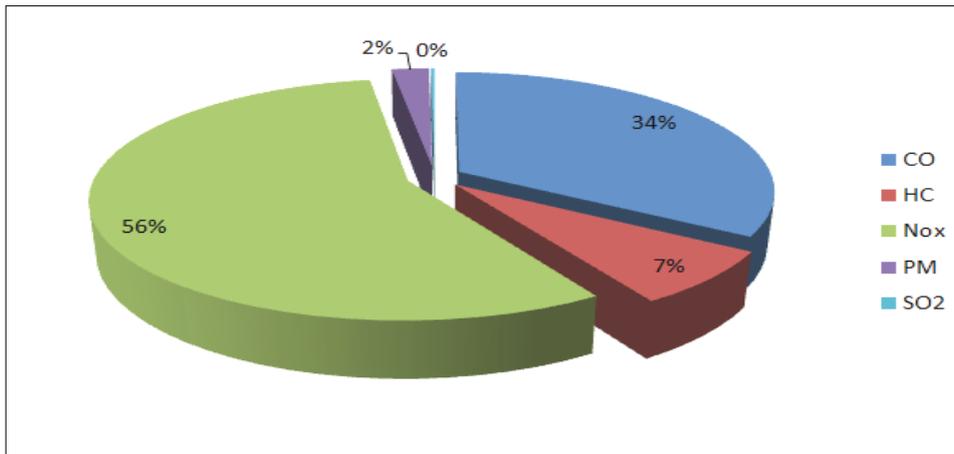
## ○ 대기오염 비용

- 2011년도 우리나라 도로부문 대기오염비용은 13조 8,859억원으로 산정되었으며 GDP의 1.3% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 도로부문 대기오염은 2010년 14조 8,114억원 대비 6.7% 감소한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO<sub>x</sub>가 7조 9,054억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO, PM 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 차종별로는 화물차가 9조 571억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 승용차, 승합차 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 유종별로는 경유가 11조 8,320억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

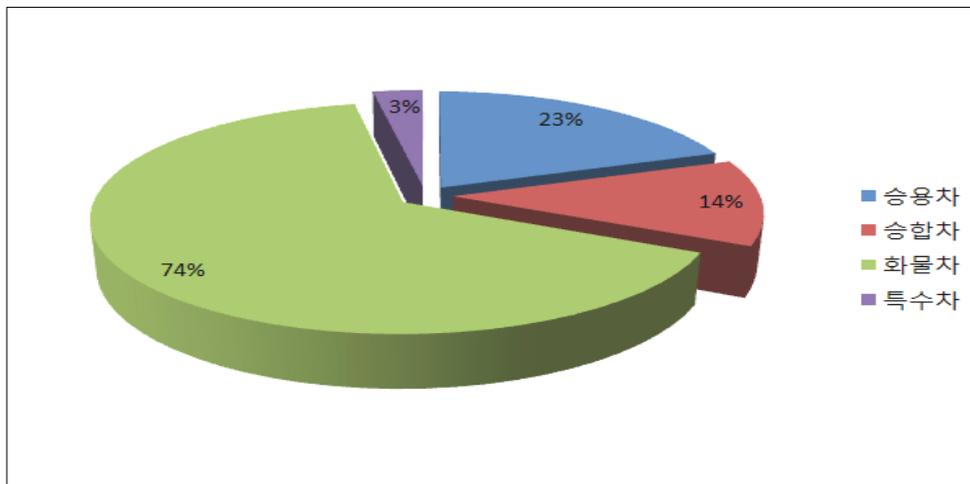
&lt;표 1-55&gt; 도로부문 대기오염비용

단위: 억원/년

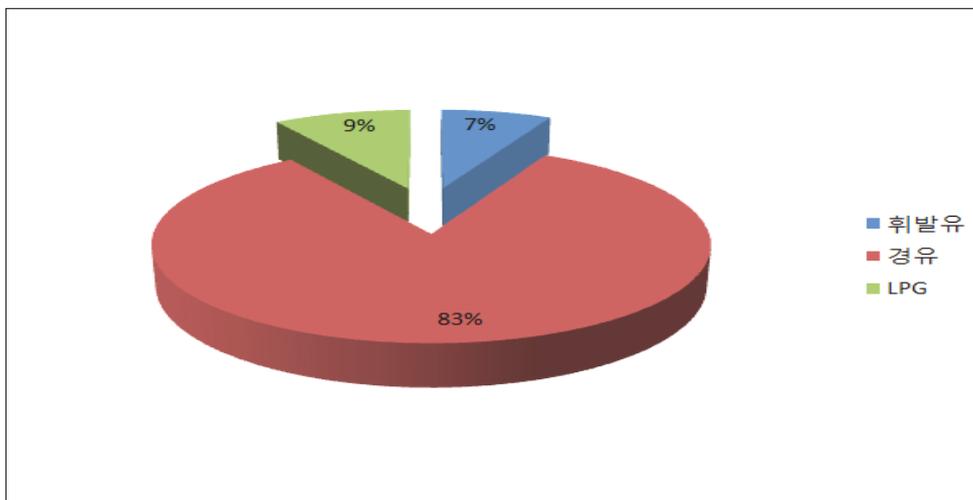
비용	구분	CO	HC	Nox	PM	SO <sub>2</sub>	합계
승용차	휘발유	6,136	891	2,076	0	86	9,190
	경유	2,651	469	2,947	1,019	0	7,085
	LPG	7,236	704	2,150	0	39	10,129
승합차	휘발유	4	1	1	0	0	5
	경유	3,778	1,277	10,251	968	111	16,384
	LPG	484	41	132	0	31	688
화물차	휘발유	4	8	1	0	1	14
	경유	17,626	6,293	58,294	7,785	48	90,046
	LPG	376	32	102	0	0	511
특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
	경유	937	335	3,099	414	20	4,805
	LPG	1	0	0	0	0	1
합 계		39,232	10,051	79,054	10,186	336	138,859



<그림 1-18> 도로부문 오염물질별 대기오염비용 구성비



<그림 1-19> 도로부문 차종별 대기오염비용 구성비



<그림 1-20> 도로부문 유종별 대기오염비용 구성비

## ② 철도부문

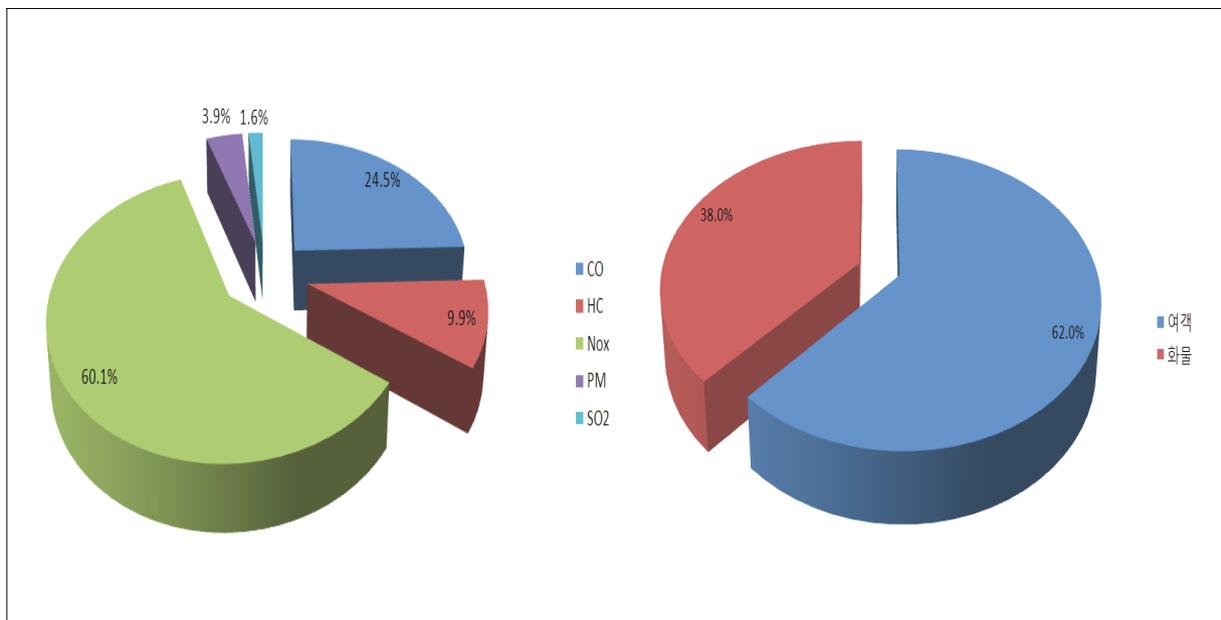
## ○ 배출량

- 2011 도 철도부문 대기오염물질은 총 19,143톤을 배출하는 것으로 산정되었음
- 대기오염물질별 배출량을 살펴보면 NO<sub>x</sub>가 연 11,497톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO, HC 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 배출량을 살펴보면, 여객이 11,860톤으로 화물보다 오염물질을 많이 배출하는 것으로 분석되었음

&lt;표 1-56&gt; 철도부문 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

구분	CO	HC	Nox	PM	SO <sub>2</sub>	합계
여객	2,902	1,178	7,124	470	186	11,860
화물	1,791	724	4,373	283	111	7,282
합계	4,693	1,902	11,497	753	298	19,143



&lt;그림 1-21&gt; 철도부문 유종별, 수송별 대기오염물질 배출량 구성비

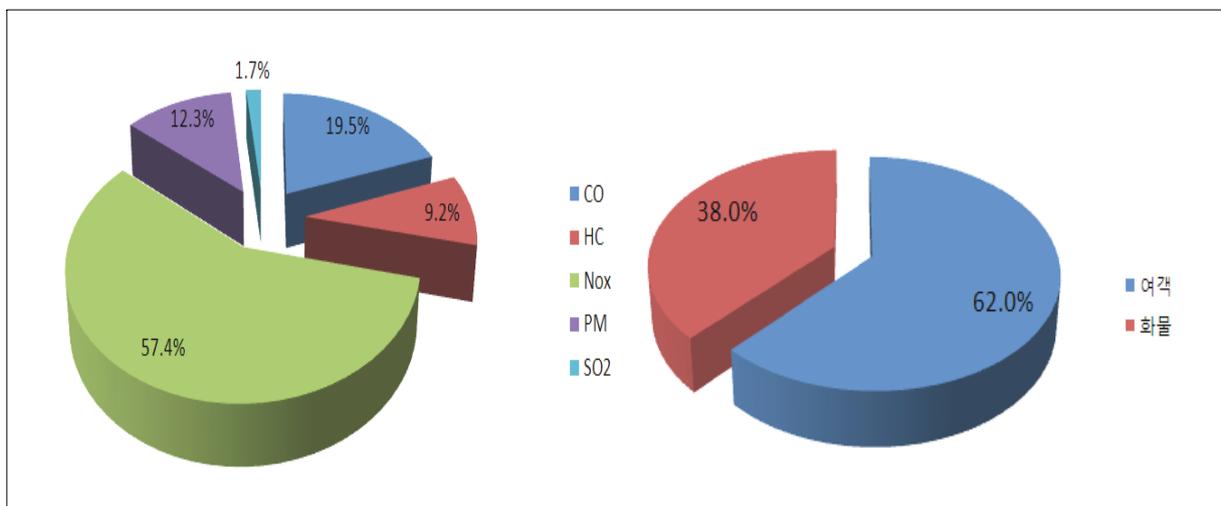
○ 대기오염비용

- 2011년도 우리나라 철도부문 대기오염비용은 1,570억원으로 산정되었으며 GDP의 0.013% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 철도부문 대기오염비용은 2010년도 1,725억원 대비 9% 감소한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO<sub>x</sub>가 901억원 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO, PM 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 대기오염비용을 살펴보면 여객이 974억원으로 화물보다 많은 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

<표 1-57> 철도부문 대기오염비용

단위: 억원/년

구분	CO	HC	Nox	PM	SO <sub>2</sub>	합계
여객	189	89	559	120	16	974
화물	117	55	343	72	10	597
합계	306	144	901	193	26	1,570



<그림 1-22> 철도부문 유종별, 수종별 대기오염비용 구성비

## ③ 종합

- 2011년도 우리나라 교통부문 대기오염물질은 총 1,927,177톤을 배출하는 것으로 산정되었음
- 우리나라 교통부문 대기오염물질 배출량 중 도로부문이 98.9%로 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 1-58&gt; 2011년도 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

구 분		CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	합 계	
도 로 부 문	승 용 차	휘발유	94,155	11,769	26,481	0	981	133,386
		경유	40,676	6,190	37,581	3,979	0	88,427
		LPG	111,029	9,289	27,426	0	442	148,186
	승 합 차	휘발유	55	7	16	0	0	78
		경유	57,968	16,855	130,742	3,780	1,260	210,605
		LPG	7,428	547	1,681	0	352	10,008
	화 물 차	휘발유	62	111	18	0	6	198
		경유	270,454	83,091	743,476	30,412	543	1,127,976
		LPG	5,775	426	1,307	0	0	7,507
	특 수 차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	14,379	4,418	39,528	1,617	231	60,172
		LPG	12	1	3	0	0	16
소계		601,993	132,704	1,008,259	39,789	3,815	1,786,560	
철 도 부 문	여객	2,902	1,178	7,124	470	186	11,860	
	화물	1,791	724	4,373	283	111	7,282	
	소계	4,693	1,902	11,497	753	298	19,143	
합 계		606,686	134,606	1,019,756	40,542	4,113	1,805,703	

- 2011년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 429억원 산정되었으며 GDP의 1.14% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 우리나라 대기오염비용 중 도로부분이 98.8%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 총 대기오염비용은 2010년도 14조 9,839억원 대비 6.7% 감소한 것으로 분석되었음

&lt;표 1-59&gt; 2011년도 대기오염비용

단위: 억원/년

구 분		CO	HC	NOx	PM	SO <sub>2</sub>	합 계	
도 로 부 분	승 용 차	휘발유	6,136	891	2,076	0	86	9,190
		경유	2,651	469	2,947	1,019	0	7,085
		LPG	7,236	704	2,150	0	39	10,129
	승 합 차	휘발유	4	1	1	0	0	5
		경유	3,778	1,277	10,251	968	111	16,384
		LPG	484	41	132	0	31	688
	화 물 차	휘발유	4	8	1	0	1	14
		경유	17,626	6,293	58,294	7,785	48	90,046
		LPG	376	32	102	0	0	511
	특 수 차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	937	335	3,099	414	20	4,805
		LPG	1	0	0	0	0	1
	소 계		39,232	10,051	79,054	10,186	336	138,859
	비 도 로 부 분	여 객	189	89	559	120	16	974
		화 물	117	55	343	72	10	597
소 계		306	144	901	193	26	1,570	
합 계		39,538	10,195	79,955	10,379	362	140,429	

## 2) 온실가스

## ① 배출량

- 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 통계 연보로 발행하고 있는 석유류 수급 통계자료를 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 다음과 같음

&lt;표 1-60&gt; 국내 교통부문 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

	철도	도로	해운	항공	계
1.서울	518,826	77,852,009	2,349,820	1,501,345	82,222,000
	0.6%	94.7%	2.9%	1.8%	100.0%
2.부산	144,440	8,445,009	146,853	364,738	9,101,040
	27.8%	10.8%	6.2%	24.3%	11.1%
3.대구	79,589	4,378,869	727,024	69,588	5,255,071
	15.3%	5.6%	30.9%	4.6%	6.4%
4.인천	27,793	3,181,626	0	400	3,209,819
	5.4%	4.1%	0.0%	0.0%	3.9%
5.광주	0	4,006,869	346,397	809,863	5,163,129
	0.0%	5.1%	14.7%	53.9%	6.3%
6.대전	12,633	2,147,063	0	0	2,159,697
	2.4%	2.8%	0.0%	0.0%	2.6%
7.울산	18,129	2,041,621	0	0	2,059,749
	3.5%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
8.경기도	0	1,984,647	119,070	2,000	2,105,717
	0.0%	2.5%	5.1%	0.1%	2.6%
9.강원도	50,112	20,030,572	81,352	3,199	20,165,236
	9.7%	25.7%	3.5%	0.2%	24.5%
10.충북	8,843	3,056,748	49,821	3,199	3,118,612
	1.7%	3.9%	2.1%	0.2%	3.8%
11.충남	26,951	3,551,882	421	35,594	3,614,848
	5.2%	4.6%	0.0%	2.4%	4.4%

&lt;표 1-60&gt; 국내 교통부문 에너지 사용량(계속)

	철도	도로	해운	항공	계
12.전북	32,425	3,525,806	64,033	0	3,622,265
	6.2%	4.5%	2.7%	0.0%	4.4%
14.경북	52,217	3,458,097	288,153	0	3,798,468
	10.1%	4.4%	12.3%	0.0%	4.6%
15.경남	43,795	5,927,617	10,862	0	5,982,274
	8.4%	7.6%	0.5%	0.0%	7.3%
16.제주	9,685	6,053,815	379,442	9,303	6,452,245
	1.9%	7.8%	16.1%	0.6%	7.8%
합계	0	1,063,472	25,658	203,166	1,292,295
	0.0%	1.4%	1.1%	13.5%	1.6%

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, 2010년도 석유류수급통계 2011

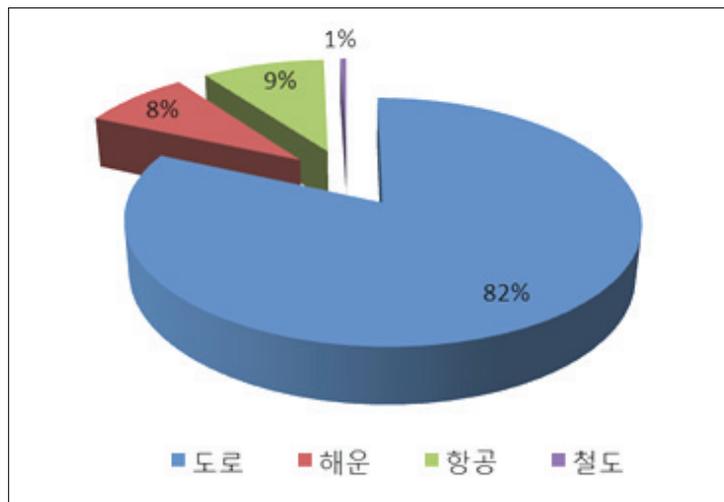
주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음

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: 2011년도 석유류수급통계, 한국석유공사, 2012



&lt;그림 1-23&gt; 교통수단별 에너지 사용량 (단위: %)

&lt;표 1-61&gt; 교통수단별 · 16개 광역시도별 온실가스 총 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

	철도	도로	해운	항공	계
합계	518,826	77,852,009	2,349,820	1,498,945	82,219,599
	0.6%	94.7%	2.9%	1.8%	100.0%
1.서울	144,440	8,445,009	146,853	364,738	9,101,040
	27.8%	10.8%	6.2%	24.3%	11.1%
2.부산	79,589	4,378,869	727,024	69,588	5,255,071
	15.3%	5.6%	30.9%	4.6%	6.4%
3.대구	27,793	3,181,626	0	400	3,209,819
	5.4%	4.1%	0.0%	0.0%	3.9%
4.인천	0	4,006,869	346,397	809,862	5,163,128
	0.0%	5.1%	14.7%	54.0%	6.3%
5.광주	12,633	2,147,063	0	0	2,159,697
	2.4%	2.8%	0.0%	0.0%	2.6%
6.대전	18,129	2,041,621	0	0	2,059,749
	3.5%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
7.울산	0	1,984,647	119,070	2,000	2,105,717
	0.0%	2.5%	5.1%	0.1%	2.6%
8.경기도	50,112	20,030,572	81,352	3,199	20,165,236
	9.7%	25.7%	3.5%	0.2%	24.5%
9.강원도	8,843	3,056,748	49,821	800	3,116,212
	1.7%	3.9%	2.1%	0.1%	3.8%
10.충북	26,951	3,551,882	421	35,594	3,614,848
	5.2%	4.6%	0.0%	2.4%	4.4%
11.충남	12,212	4,998,296	110,734	0	5,121,241
	2.4%	6.4%	4.7%	0.0%	6.2%
12.전북	32,425	3,525,806	64,033	0	3,622,265
	6.2%	4.5%	2.7%	0.0%	4.4%
13.전남	52,217	3,458,097	288,153	0	3,798,468
	10.1%	4.4%	12.3%	0.0%	4.6%
14.경북	43,795	5,927,617	10,862	0	5,982,274
	8.4%	7.6%	0.5%	0.0%	7.3%
15.경남	9,685	6,053,815	379,442	9,598	6,452,541
	1.9%	7.8%	16.1%	0.6%	7.8%
16.제주	0	1,063,472	25,658	203,165	1,292,295
	0.0%	1.4%	1.1%	13.6%	1.6%

- 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  
 4) 항공과 해운부문은 국제빙커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

## ② 비용

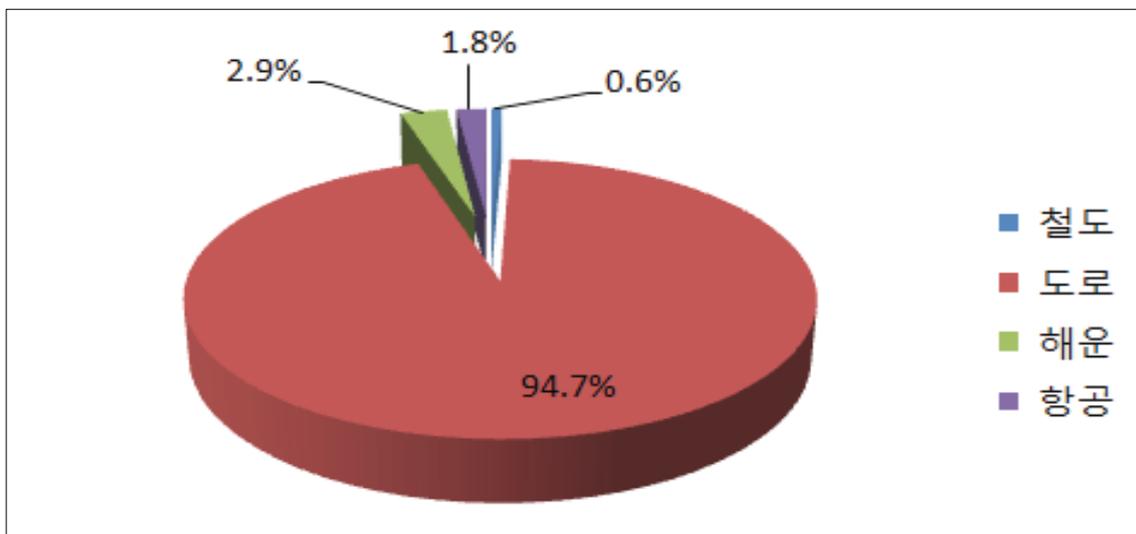
- 2011년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 11조 8,568억원으로 산정되었으며 교통 시설 투자평가지침(2011. 11 4차개정)의 원단위를 반영한 값임
- 우리나라 온실가스비용 중 도로부분이 94.7%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 해운, 항공, 철도 순인 것으로 분석되었음
- 현재 탄소배출권 거래금액이 지속적으로 증가함에 따라 향후 온실가스비용도 지속적으로 증가할 것으로 분석됨

<표 1-62> 2011년도 온실가스비용

단위: 억원

구분	합 계	도 로	철 도	해 운	항 공
비용	118,586	112,287	748	3,389	2,466

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011. 11월 4차 개정안)



<그림 1-24> 2011년도 수단별 온실가스비용 구성비

## 3) 소음비용

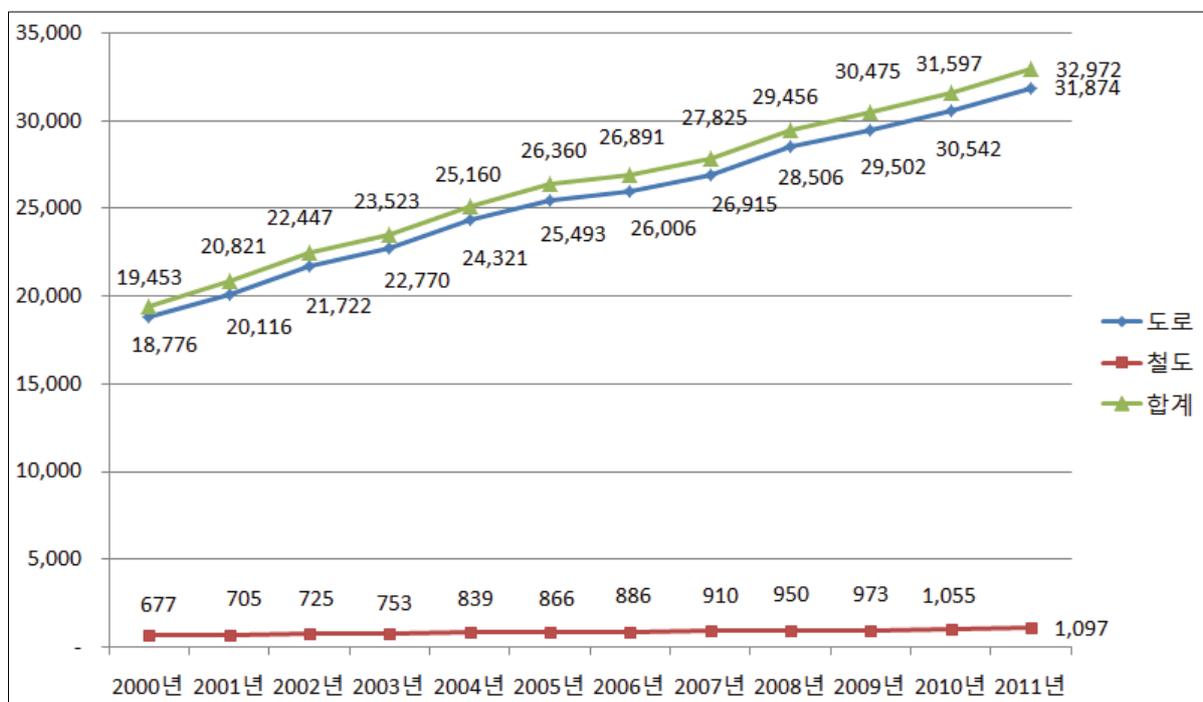
- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 3조 2,972억원으로 산정되었으며 GDP의 0.27% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용은 2010년도 3조 1,597억원 대비 4.35% 증가하였으며, 2010년도 교통부문 소음비용은 2009년도 3조 475억원 대비 3.7% 증가한 것으로 분석되었음
- 2011년도 우리나라 교통부문 소음비용 구성비를 살펴보면 도로부문이 96.7%, 철도부문이 3.3%로 도로부문 소음비용이 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

&lt;표 1-63&gt; 교통부문 소음비용

단위: 억원

구분	2009년			2010년			2011년		
	도로	철도	합계	도로	철도	합계	도로	철도	합계
비용	29,502	973	30,475	30,542	1,055	31,597	31,847	1,097	32,972

주: 1) 금번 과업에서는 소음비용 원단위를 도로:1,410원, 철도:1,445원을 물가지수를 이용하여 연도별로 재산정



&lt;그림 1-25&gt; 교통수단별 소음비용 추세 (단위: 억원)



## 제2장 TSI 산정

---

제1절 지수산정 및 제공

제2절 교통산업서비스지수 산정 결과

제3절 향후 연구방향



## 제2장 TSI 산정

### 제1절 지수산정 및 제공

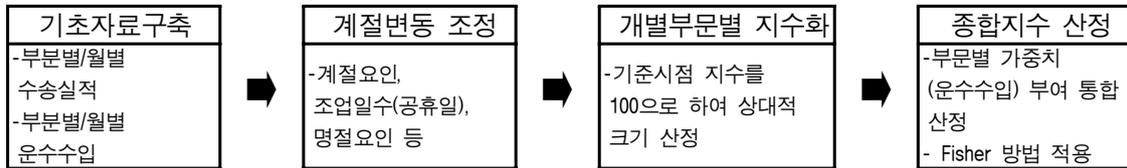
#### 1. 지수산정 개요

- 교통산업서비스지수(Transport Service Index, TSI)는 2005년 본원 교통사업 서비스 지수 개발을 위한 연구를 기반으로 교통시설의 공급목표와 투자 기본방향 등을 설정하고 국가차원의 교통계획 수립에 있어서 정책목표 설정 및 정책효과진단 등의 기준 지표로 사용하고자 개발되었음
- 이에 본 과업에서는 운임을 받고 수송서비스를 제공하는 국내 및 국제 수송부문(여객 및 화물부문)을 대상으로 분기별로 교통산업서비스지수(TSI)를 산정하고, 산정된 결과를 검토하며 교통산업서비스지수 산정시 개선방안을 도출하는데 그 목적이 있음
- 이에 따라 국내 및 국제 여객 및 화물 분야에 대하여, 매년 3월 계절변동 반영한 지수 공표
  - 대상 분야: 국내 여객분야(철도, 지하철, 항공, 해운, 고속버스)
  - 국내 화물분야(철도, 항공, 해운)
  - 국제 여객분야(항공, 해운)
  - 국제 화물분야(항공, 해운)
- 각 분기별 발표하는 보도자료 작성을 위해 아래와 같은 업무가 진행됨
  - 관련 운영기관의 협조를 통해 지수산정을 위한 수송실적 관련 기초자료 구축
  - 구축된 부문별 수송실적자료에 대해 계절변동조정을 수행한 후, 계절변동조정실적을 기반으로 2000년 월평균 실적 및 2000년 분기평균 실적을 100으로 하는 월별 지수와 분기별 지수를 산정
  - 산정된 월별 지수 및 분기별 지수를 가지고 운수수입을 가중치로 하여 여객지수와 화물지수를 산정하고, 산정된 여객지수, 화물지수, 부문별 지수를 전기 및 전년 동기의 지수와 비교·분석

- 매년 4/4분기에는 공식통계자료에 수록된 수송실적 및 운수수입 자료 등을 이용하여 해당분기 및 다음 년도 1/4, 2/4, 3/4분기에 이용될 계절조정계수를 계산

## 2. 지수산정방법 개요

- 매분기 진행되는 교통산업서비스지수의 산정은 <그림 2-1>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 2-1> 교통산업서비스지수 산정과정

### 1) 기초자료 구축

- 분기별 수송실적자료 구축
  - 지수산정의 대상이 되는 각각의 교통수단별로 산정대상 분기에 해당하는 3개월의 월별 수송실적자료를 수집하여 월별자료와 분기별 자료를 구축
- 운수수입 자료의 구축
  - 4/4분기 자료 수집시 각 교통부문의 가중치의 기초자료로 활용할 운수수입자료에 대해서도 『운수업통계조사보고서』에 수록된 운수수입 자료와 『철도통계연보』와 『항공사 영업보고서』, 『국토해양통계연보』 등의 관련 자료를 수집·구축

### 2) 계절변동조정

- 1/4, 2/4, 3/4분기의 계절변동조정
  - 해당분기에 신규 추가된 자료에 대해서 전년도 4/4분기에 산정된 조정 계수를 이용하여 조정을 실시
- 4/4분기의 계절변동조정

- 한국은행에서 배포한 BOK-X-12-ARIMA 프로그램과 통계 프로그램 SAS를 이용하여 월별 수송실적에 대하여 월별 근무/등교일수, 공휴일 및 선거일수, 주식 연휴와 설 연휴의 영향을 고려한 계절변동 지수를 산정함

### 3) 개별교통부문별 지수화

- 계절변동조정에 따라 교통부문별 수송실적 자료를 지수화 함. 각 교통부문 별로 과거 특정 기준 시점(2000년)의 실적을 기준(100)으로 상대 크기를 지수로 사용

### 4) 종합지수산정

- 개별교통부문별 지수에 대해 가중평균 방법을 적용하여 여객지수, 화물지수 등을 산정함. 가중평균방법으로는 기준연도와 비교 대상연도의 가중치를 모두 고려하는 피셔(Fisher) 방법을 사용

&lt;표 2-1&gt; 수송실적자료 관련기관 및 수집자료내역(여객분야)

기관별		자료 내역	비 고
철도	한국철도공사 (정보기술단, 영업정보처)	- 여객수송실적 : 역간여객수송실적자료 - 여객수송실적 : 월별 수송인 및 인-km 집계자료 - 열차종별 코드, 역코드	
지하철	한국철도공사 (정보기술단, 영업정보처)	- 수도권전철실적 : 광역전철OD - 수도권전철실적 : 광역전철 선별 수송 인km 총괄표 - 역코드 매칭 테이블	수도권 도시철도포함
	부산교통공사 (경영본부, 영업팀)	- 여객수송실적 : 승차역에 대한 하차현황(인) - 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) - 노선운영현황 : 노선별 역간 운행거리(km) 및 역번호	
	대구도시철도공사 (지원관리처, 고객지원본부)	- 여객수송실적 : 승차역별 강차인원(인) - 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) - 노선운영현황 : 노선별 역간 운행거리(km)	
	광주도시철도공사 (경영본부, 역무운영팀)	- 여객수송실적 : 착역기준 승차역별 강차인원(인) - 여객수송실적 : 역별, 월별 수송실적 - 노선운영현황 : 노선별 역간 운행거리(km)	
	대전도시철도공사 (영업처, 운수사업팀)	- 여객수송실적 : 착역기준 승차역별 강차인원(인) - 여객수송실적 : 월별 수송실적(인, 인-km) - 노선운영현황 : 노선별 역간 운행거리(km)	
항공	한국공항공사 (경영관리실, 정보관리팀)	- 국내선 노선별 월별 수송실적(운항, 여객) - 국제선 월별 수송실적(운항, 여객)	
	인천국제공항공사	- 국내선 월별 수송실적(운항, 여객) - 국제선 월별 수송실적(운항, 여객)	한국공항공사 일괄집계
해운	국토해양부 (해운정책과)	- 국제해운 여객수송실적(인, 인-km) : 항만, 노선별 실적	
	한국해운조합 (안전본부, 안전운항실, 안전운항팀)	- 국내 연안해운 여객수송실적 : 연안해운 여객선 여객수송실적(인, 인-km)	

&lt;표 2-2&gt; 수송실적자료 관련기관 및 수집자료내역(화물분야)

기관별		자료 내역	비 고
철도	한국철도공사 (물류관리팀)	- 화물수송실적 : 역간화물수송실적자료 - 화물수송실적 : 월별 수송톤 및 수송톤키로 집계자료 - 역코드, 품목코드 매칭테이블	
항공	한국공항공사 (경영관리실정보관리팀)	- 국내선 노선별 월별 수송실적 - 국제선 월별 수송실적	
	인천국제공항공사	- 국내선 월별 수송실적 - 국제선 월별 수송실적	한국공항공사 일괄집계
해운	국토해양부 (해운항만물류정보센터)	- 국내 해운화물 수송실적 : 연안화물 수송실적(톤) - 국제 해운화물 수송실적 : 외항화물 수송실적(톤)	

### 3. 계절변동조정 방법

- 매년 4/4분기에는 해당 연도의 수송실적을 바탕으로 계절변동계수를 산정. 1/4~3/4분기에는 이전년도에 작성한 계절변동계수를 이용하여 지수를 추정하다가, 4/4분기에는 해당 연도의 계절변동계수를 계산하고, 이를 이용하여 전체 분기의 연간 지수를 재산정함. 이 계수는 또한 다음 년도 1/4~3/4분기의 지수 산정시 사용

#### 1) 계절변동계수 산정

- BOK-X-12-ARIMA 프로그램 개요 (베타버전 1.2)
  - 한국은행에서 배포한 BOK-X-12-ARIMA 프로그램은 미국의 교통산업서비스지수 산정시 이용하는 X-12-ARIMA를 한국형 계절변동조정 프로그램을 재구성한 것이며 통계 프로그램 SAS<sup>1)</sup>를 기반으로 실행됨
  - 첫 번째 단계인 사전조정 부분에서는 시계열 모형인 RegARIMA 모형을 이용하여 명절변동, 특이항 등을 추정하여 원통계에 대한 사전조정과 예측을 실시함
  - 두 번째 단계인 이동평균 부분에서는 사전조정 된 통계에 대해 반복적으로 중심화 이동평균을 실시하여 계절변동지수를 산출함
  - 세 번째 단계인 사후진단 부분에서는 계절변동조정에 대하여 스펙트럼 분석 및 Sliding-Span 분석 등을 실시하여 계절변동성분의 잔존여부, 계절변동조정통계의 안정성 등에 대한 종합적인 사후 진단을 실시함
- BOK-X-12-ARIMA 프로그램 활용
  - 실제 BOK-X-12-ARIMA 프로그램을 활용하며 국내외 수송 실적 자료 및 휴일 수가 입력 자료로 사용됨. 이들 항목들에 대한 세부 리스트는 아래와 같음
  - 각 부문별 수송실적 데이터
    - 국내 여객(지하철, 철도, 항공, 해운, 고속버스), 국내 화물(철도, 항공, 해운), 국제 여객(항공, 해운), 국제 화물(항공, 해운)의 각각 파일 작성
    - 1995년부터 해당 연 4/4분기까지 월별 수송실적 입력
  - 휴일계수
    - 매년 설과 추석, 휴일과 선거일 수를 각 고정된 이름의 파일들에 추가 입력함<sup>2)</sup>

1) SAS ver. 8에서 실행됨

2) BOK-X-12-ARIMA에는 설연휴(Sul99.dat), 추석연휴(Chu99.dat), 공휴일연휴(Gong99.dat) 파일 이름으로

- 휴일 계수는 요일변동과 공휴일수 변화를 반영하기 위한 것으로, 특정월의 휴일 수에서 월별 평균휴일수를 뺀 숫자로 계산함. 휴일 수는 해당 월에 공휴일의 숫자와 일요일의 숫자를 합친 숫자이며, 공휴일과 일요일이 겹칠 경우에는 하나의 휴일로 취급함. 현재 토요일은 근무일로 간주하고 있음 (주6일 근무제로 계산)
- 수송실적 및 휴일계수를 입력으로 BOK-X-12-ARIMA를 실행하면 설, 추석, 공휴일 데이터 정보를 통합한 Ghl.dat 파일이 자동적으로 생성됨

○ BOK-X-12-ARIMA 실행 및 작성

- 메인화면에서 SPEC 파일 작성 및 X-12-ARIMA 수행화면 선택(그림 2-2 참조)
- 각 항목별 선택 내용
  - 자료 처리 항목

해당 항목	선택 내역
자료 이름	전체 프로젝트 이름 입력. 출력 파일 이름으로 사용됨
자료 주기	월
파일 명	해당부문의 수송실적 파일 선택
시작시점	1995년 선택
자료 변환	log 선택

· Regarima 모형

해당 항목	선택 내역
파급 형태	0
요일효과	효과없음/td/tdstock[31]/tdlcoef/tdnolpyear/td1nolpyear 중 선택
공휴일수	체크박스로 선택 또는 비선택 중 택1
선거일	체크박스로 선택 또는 비선택 중 택1
A1C 검정	선택
설 전/설 후/추석 전/추석 후	파급 일 수 입력

· 요일효과의 종류

	요일 효과	요일 변수
효과없음	없음	없음
td	있음	월-금, 토/일
tdstock[31]	있음	월-금, 토/일 or 주중/주말
tdlcoef	있음	주중/주말
tdnolpyear	있음	월-금, 토/일
td1nolpyear	있음	주중/주말

입력되어 있음. 파일명은 프로그램 내에 고정되어 있으므로 변경하지 않아야함

## · Arima 모형 및 특이항 처리

해당 항목	선택 항목
자동 모형	Extend 1
예측 기간	12
지정 모형	빈 칸
특이항 선택	all
식별	all
특이항 임계치	빈 칸

- X-11, 사후 검증 및 Hiostory 항목은 기본값을 유지하고 “작업수행”을 실시

## ○ 진단결과 및 출력 결과

- 작업수행 뒤 SPEC 파일이 생성되고, X-12-ARIMA 수행화면에서 출력결과 확인

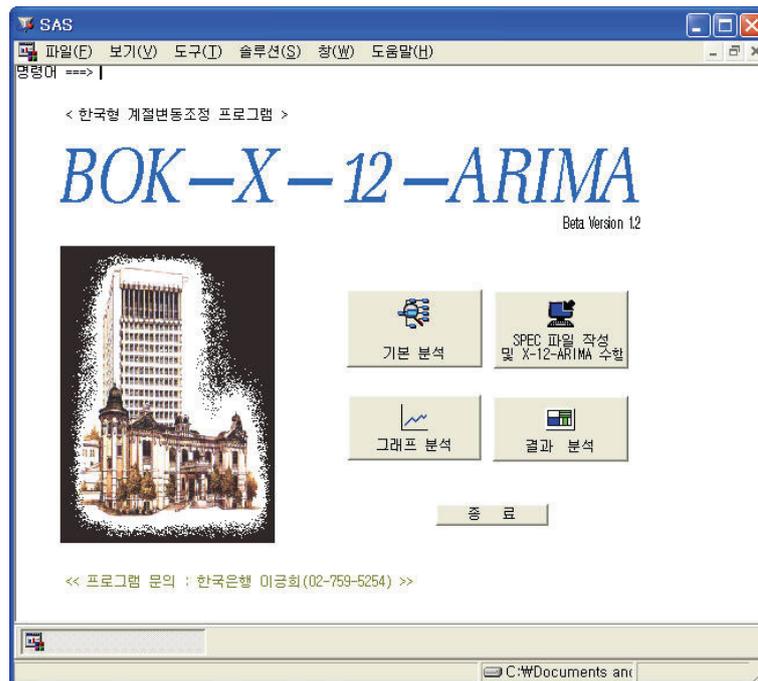
- 진단결과 탭에서 적정 계절조정 여부를 판단함
- 검정결과가 안정으로 나와야 적정 결과로 판단함
- Q 통계량은 1보다 작아야 하며, 작으면 작을수록 바람직함
- 이상값(Outliers)로 표시된 시점이 상식적으로 적절하게 존재해야 함. 예를 들면 국내 철도 분석을 진행할 때, 철도 파업이 발생한 달에 이상값이 발생하여도 납득할만함

- C:\bokx12\spec 폴더에 각 부문별 출력 데이터 생성

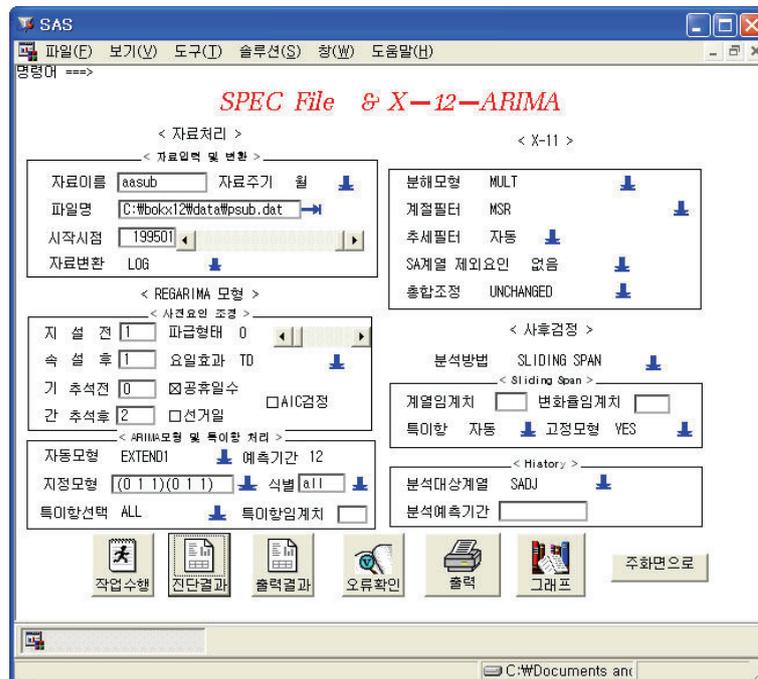
- \*.out 파일에서 t 통계량을 확인하여  $|t| > 1$ 의 값이 유효하며 t 값이 크도록 입력 변수들을 조정함

- 입력 데이터 조정이 끝난뒤 계절조정 지수 산정

- .d16 파일에서 조정계수를 부문별로 가져옴
- .d11 파일에서 조정실적을 확인할 수 있음
- 부문별로 조정계수를 이용하여 계절 조정 후 지수 산정



<그림 2-2> BOK-X-12-ARIMA 초기화면



<그림 2-3> SPEC 파일 작성 및 X-12-ARIMA 수행화면

- 매년 4/4분기 지수 산정 시 당해년도에 공식통계자료에 수록된 수출실적 및 운수수입 자료 등을 이용하여 해당년도 계절조정지수를 계산 및 확정

- 『국토해양통계연보』에 수록된 월별 수송실적자료와, 『운수업통계조사보고서』, 『철도 통계연보』, 『항공사 영업보고서』, 『국토해양통계연보』 등에 수록된 운수수입을 기반으로 계절조정지수를 계산
- 당해년도 기산정한 1/4, 2/4, 3/4분기 지수들에 대해 계절변동조정을 다시 적용하여 지수들을 재산정함
- 계산된 계절조정지수는 차년도 1/4, 2/4, 3/4분기 지수산정에 임시로 사용

## 2) 2012년 계절변동계수 계산 결과

○ 2012년 계산 결과 각 항목별 입력 변수는 아래와 같음

구 분	요일효과	공휴일	선거일	지속기간				검정	Q	AIC	
				설전	설후	추석전	추석후				
국내 여객	지하철	효과없음	1	1	1	2	2	3	안정	0.32	7819
	철도	tdnolpyear	1	1	1	3	2	3	안정	0.35	7869
	항공	tdnolpyear	1	0	1	1	1	3	안정	0.46	7588
	해운	tdlcoef	1	1	1	1	1	2	재조정	0.36	6916
	고속버스	tdstock	0	0	1	2	2	3	안정	0.8	7581
국내 화물	철도	tdnolpyear	1	0	2	2	1	3	안정	0.51	5573
	항공	tdnolpyear	1	1	2	3	1	1	안정	0.43	3546
	해운	tdnolpyear	1	1	1	2	1	2	안정	0.63	6030
국제 여객	항공	tdstock	1	1	0	2	1	1	안정	0.45	8510
	해운	tdstock	1	1	1	2	3	3	안정	0.40	66453
국제 화물	항공	tdlcoef	1	1	1	1	2	1	안정	0.27	4118
	해운	tdlcoef	0	0	2	2	0	0	안정	0.66	6537

주: 공휴일과 선거일에서 1은 항목 선택, 0은 항목 비선택을 의미함

○ 2012년 4/4분기 BOK-X-12-ARIMA 항목 설정 값 통계량

구 분	공휴일	선거일	지속기간				Outliers	
			설전	설후	추석전	추석후		
국내 여객	지하철	-6.87	-2.43	-4.05	-0.30	-1.25	-0.96	1998.1, 2007.9
	철도	0.69	-1.13	2.83	0.79	0.86	3.99	1996.7, 1996.1, 2006.3
	항공	0.42	-	1.45	0.13	-0.26	0.39	1997.12, 2005.12
	해운	0.39	-0.42	2.02	-0.02	0.40	0.15	-
	고속버스	-	-	3.30	0.45	0.83	1.23	2003.8, 2003.10, 2012.1, 2012.2
국내 화물	철도	-0.65	-	-2.07	-2.64	-2.50	-0.21	2009.11
	항공	2.09	-3.17	-0.82	1.60	-2.79	2.15	1998.2, 2005.2, 2005.12 2008.8, 2011.3
	해운	-1.15	-2.43	1.59	-2.33	-1.59	0.82	1998.1, 2004.3, 2004.8, 2005.3
국제 여객	항공	-0.20	-0.96	0.89	-	3.79	-4.20	1997.12, 1998.1, 2000.2 2000.9, 2001.10, 2003.3 2003.4, 2003.5, 2007.2
	해운	0.23	-1.15	-1.10	-0.85	-0.16	-1.51	2002.1, 2002.12, 2003.4, 2005.11
국제 화물	항공	-0.96	-2.21	-1.77	-0.50	-1.17	0.64	1998.1, 2008.12, 2010.7, 2010.10
	해운	-	-	-1.51	1.44	-	-	2008.12

주: 각각의 숫자는 t 값을 의미함

○ 2012년 계절변동조정계수 결과

- 산출된 계절변동조정계수를 이용하여 전체 교통산업서비스 지수를 재산정함

월	국내여객					국내화물			국제여객		국제화물	
	지하철	철도	항공	해운	고속 버스	철도	항공	해운	항공	해운	항공	해운
2012년1월	0.95	1.04	0.88	0.60	0.97	0.80	1.01	0.96	1.06	1.05	0.93	1.03
2012년2월	0.91	0.96	0.84	0.57	0.96	0.84	1.01	0.87	0.93	0.86	0.94	0.95
2012년3월	1.07	0.95	0.92	0.72	0.95	1.06	1.09	1.01	0.93	0.97	1.06	1.06
2012년4월	1.04	0.99	1.12	1.15	0.97	1.07	1.02	1.07	0.93	0.95	0.99	1.00
2012년5월	1.08	1.05	1.15	1.57	1.07	1.11	0.95	1.10	0.98	1.00	0.98	1.03
2012년6월	0.99	0.96	1.01	1.15	0.96	1.08	0.85	1.02	0.98	0.95	1.00	0.98
2012년7월	0.96	0.98	1.01	1.18	1.00	0.99	0.89	1.02	1.11	1.18	1.04	1.02
2012년8월	0.94	1.10	1.15	1.67	1.15	0.93	1.03	0.92	1.13	1.28	1.01	0.98
2012년9월	0.99	0.92	0.93	0.89	0.96	0.99	0.99	0.96	1.01	0.99	1.02	0.97
2012년10월	1.05	1.03	1.13	1.22	1.01	1.08	1.10	1.07	1.02	0.97	1.04	1.01
2012년11월	1.01	1.00	1.01	0.76	0.98	1.07	1.02	1.01	0.92	0.88	1.01	0.97
2012년12월	1.01	1.05	0.86	0.53	1.01	0.98	1.03	1.01	0.97	0.90	1.01	1.02

#### 4. 지수의 공표 및 제공

- 분기별 교통산업서비스지수는 다음과 같이 공표·제공됨
  - 보도자료 : 한국교통연구원의 보도자료로 배포되어 언론에 보도됨
  - 국가교통DB의 통계자료로 구축·제공 : 교통통계 → 종합교통지표 → 교통산업서비스  
지수

## 제2절 교통산업서비스지수 산정 결과

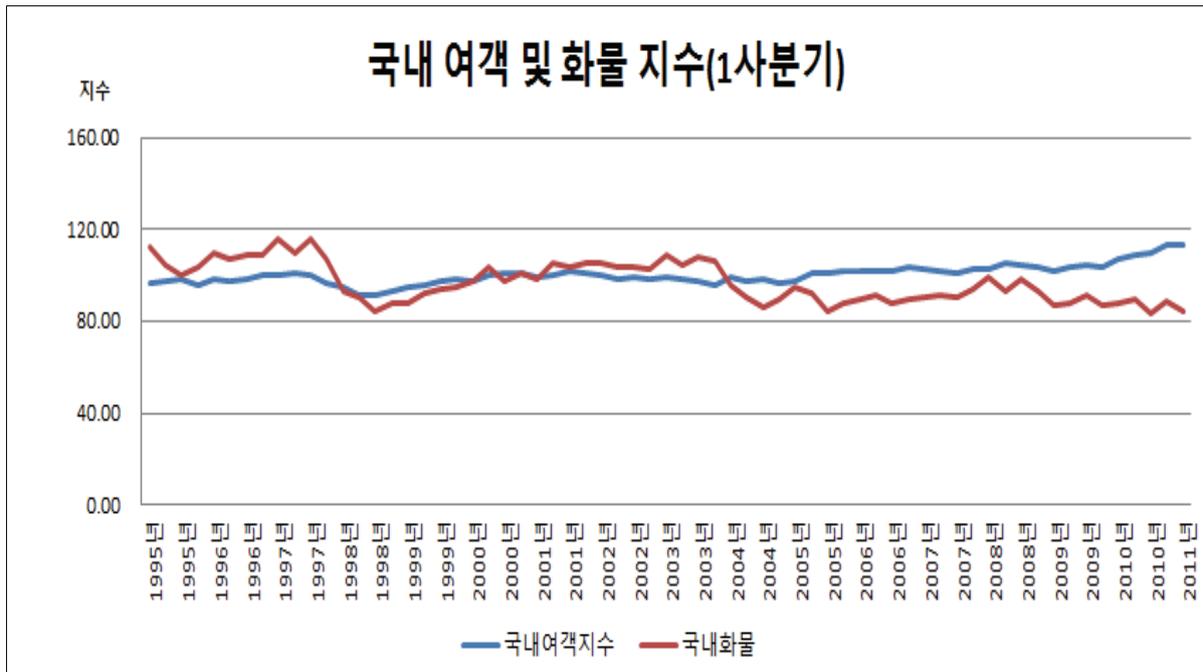
- 본 과업에서는 2012년 분기별 국내 여객·화물 및 국제 여객·화물분야에 대하여 지수를 산정·발표함
  - 국내 부문 교통수단 : [여객] 지하철/철도/고속버스/항공/해운, [화물] 철도/항공/해운
  - 국제 부문 교통수단 : [여객 및 화물] 항공/해운
  - 분기별 지수산정 시기 : '13년 1/4, 2/4분기, 3/4분기 값은 2012년 자료를 이용하여 잠정치 사용

### 1. '12년 1/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

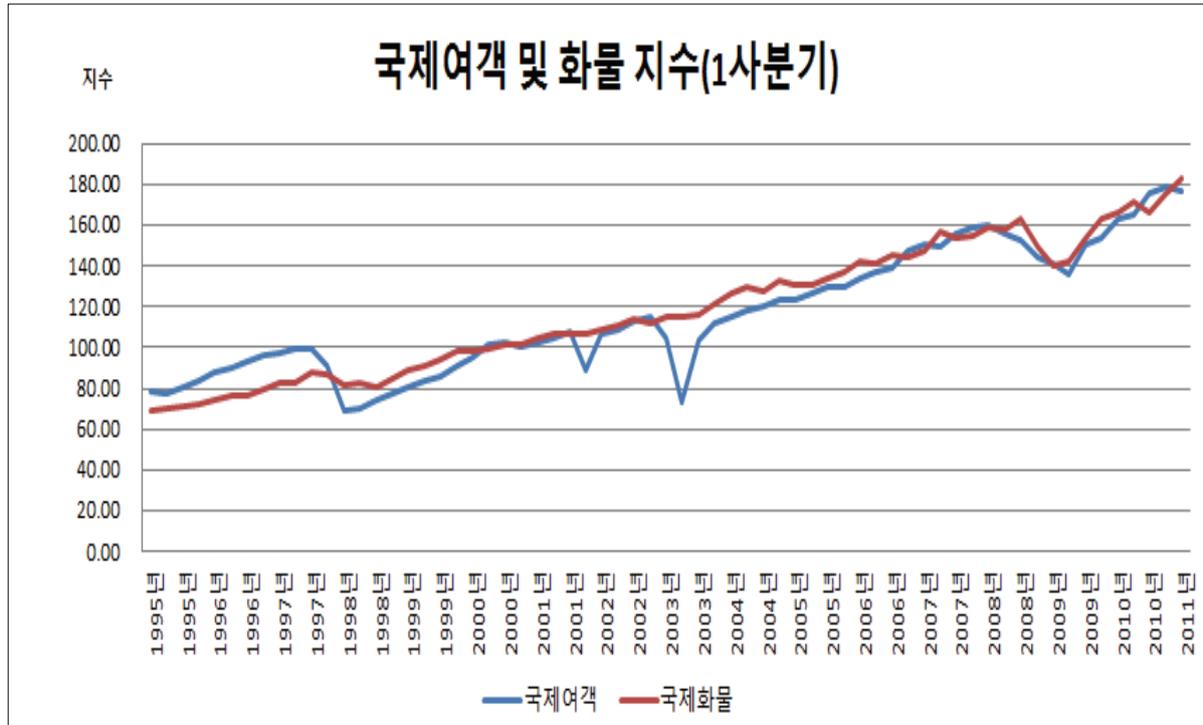
- '12년의 1/4분기 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
  - 국내 여객지수(공로제외, 고속버스 포함)는 '11년 4/4분기 대비 1.2% 하락한 반면, 국내 화물지수(공로제외)는 전 분기에 비해 7.9% 상승함. 전년 동 분기에 비해 국내 여객지수는 6.8% 상승하였으며, 국내 화물지수도 5.5% 상승한 모습을 보임
  - 국제 여객지수는 전 분기 대비 2.7% 증가하여 3분기 연속 증가세가 이어졌고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 5.1% 하락한 것으로 나타남. 전년 동 분기에 비해 국제 여객 및 화물지수는 각각 23.1%, 2.4% 상승함

<표 2-3> '12년 1/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 1/4분기	'11년 4/4분기	전분기 대비	'11년 1/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	120.1	121.3	-1.2%	113.3	6.8%
		백만인-km	19,546	20,752	-5.8%	18,737	4.3%
	화물	지수	89.6	81.7	7.9%	84.1	5.5%
		천톤	37,604	43,082	-12.7%	37,274	0.9%
국제	여객	지수	200.0	197.3	2.7%	176.9	23.1%
		백만인-km	36,956	35,810	3.2%	31,225	18.4%
	화물	지수	185.7	190.8	-5.1%	183.3	2.4%
		천톤	766,209	799,430	-4.3%	791,144	-3.2%



<그림 2-4> '12년 1/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수기준년도 2000년)



<그림 2-5> '12년 1/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수기준년도 2000년)

- 국내 여객분야는 동계방학 등의 영향으로 수송실적이 전 분기 대비 5.8% 감소하였으며, 설 연휴 등에 따른 계절 변동에 의해 지수도 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 다소 감소하는 경향을 보여 계절변동을 고려한 지수는 전 분기 대비 1.4% 감소함
  - 철도 부문의 경우, 수송실적은 3.0% 감소함
  - 항공 부문은 계절적 요인으로 전 분기 대비 9.9% 감소함
  - 해운 부문의 경우, 계절적인 영향으로 다른 분기에 비해 이용객이 크게 감소(30.5%)하였으며 계절적 변동을 고려한 지수는 8.5% 감소함
  - 고속버스 부문은 방학을 이용한 해외 연수 등으로 인해 국내 여행객이 감소하여 고속버스 수송실적이 다소 감소하였으며, 설 연휴 등의 영향으로 계절적 변동을 고려한 지수는 1.2% 감소함
  
- 국내 화물분야는 해운의 주 수송품목인 모래, 시멘트, 철재의 수송실적 감소로 지수가 전분기 대비 7.9% 증가하였음
  - 철도화물 전체 철도화물의 수송실적이 13.8% 감소하였으나 계절적 변동을 고려한 지수는 1.2% 상승함
  - 국내 항공부문 화물지수는 지난 분기에 비해 1.3% 감소하였음
  - 국내 해운부문 화물지수는 전분기 대비 4.3% 하락하였는데 이는 주 수송품목인 모래, 시멘트, 철재의 수송실적 감소가 원인인 것으로 판단됨

&lt;표 2-4&gt; '12년 1/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도2000년)

구분		'12년 1/4분기	'11년 4/4분기	전분기 대비	'11년 1/4분기	전년동기 대비	
여객	지하철	지수	142.9	144.3	-1.4%	138.9	4.0%
		백만인·km	10,055	10,699	-6.0%	9,650	4.2%
	철도	지수	116.5	114.9	1.6%	110.5	6.0%
		백만인·km	5,372	5,539	-3.0%	5,200	3.3%
	고속버스	지수	88.7	89.9	-1.2%	83.5	5.2%
		백만인·km	2,008	2,123	-5.4%	1,995	0.7%
	항공	지수	111.6	105.8	5.8%	87.0	28%
		백만인·km	1,963	2,179	-9.9%	1,745	12.5%
	해운	지수	141.7	150.2	-8.5%	133.7	6%
		백만인·km	146	210	-30.5%	145	0.7%
화물	철도	지수	89.6	88.4	1.2%	90.5	-0.9%
		천톤	9,227	10,707	-13.8%	8,712	5.9%
	항공	지수	65.9	67.2	-1.3%	90.5	-24.6%
		천톤	74	68	8.8%	67	10.4%
	해운	지수	88.6	92.9	-4.3%	90.5	-1.9%
		천톤	28,302	30,737	-7.9%	28,494	-0.7%

- 한편 국제 여객분야는 해외 경기가 불안정한 가운데도 해외 여행수요가 증가하면서 항공은 전 분기 대비 3.3% 증가하였지만 해운은 25.5%정도 크게 감소하였음
  - 국제 항공부문 여객지수는 전 분기 대비 5.8% 증가함
  - 국제 해운부문 여객지수는 전 분기 대비 48.3% 증가함
- 국제 화물분야는 계절적 요인으로 항공분야 및 해운부문의 수송실적이 감소하였음
  - 국제 항공부문 화물지수는 지난 분기 대비 0.3% 약간 증가하였으며, 이는 반도체와 LCD를 주요품목으로 하는 IT제품의 수출 감소에 따른 결과인 것으로 분석됨
  - 국제 해운부문 화물지수는 전년 동기 대비 11.2% 증가하였음

&lt;표 2-5&gt; '12년 1/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수변화(기준년도2000년)

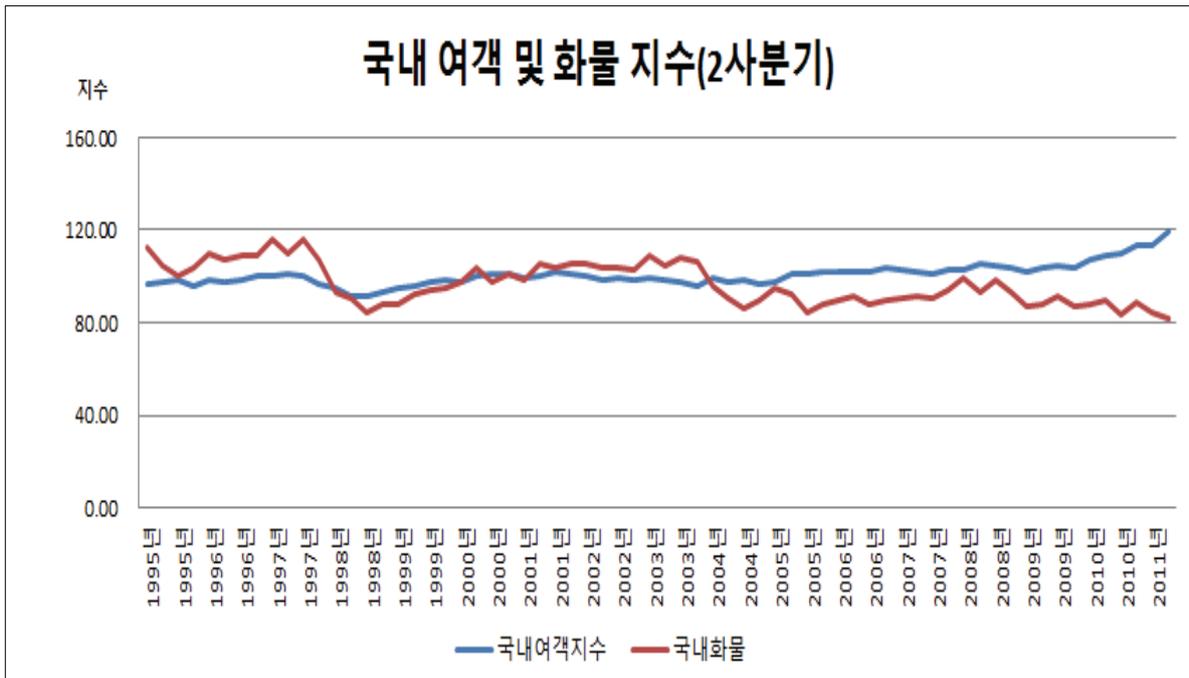
구분		'12년 1/4분기	'11년 4/4분기	전분기 대비	'11년 1/4분기	전년동기 대비	
여객	항공	지수	203.7	197.9	5.8%	172.9	30.8%
		백만인·km	36,704	35,494	3.3%	32,675	12.3%
	해운	지수	325.3	277.0	48.3%	240.8	84.5%
		백만인·km	251	315	-25.5%	249	0.8%
화물	항공	지수	160.8	160.5	0.3%	162.4	-1.6%
		천톤	766	799	-4.3%	791	-25.0%
	해운	지수	193.8	188.5	5.3%	182.6	11.2%
		천톤	276,268	278,283	-0.7%	259,944	6.3%

## 2. '12년 2/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

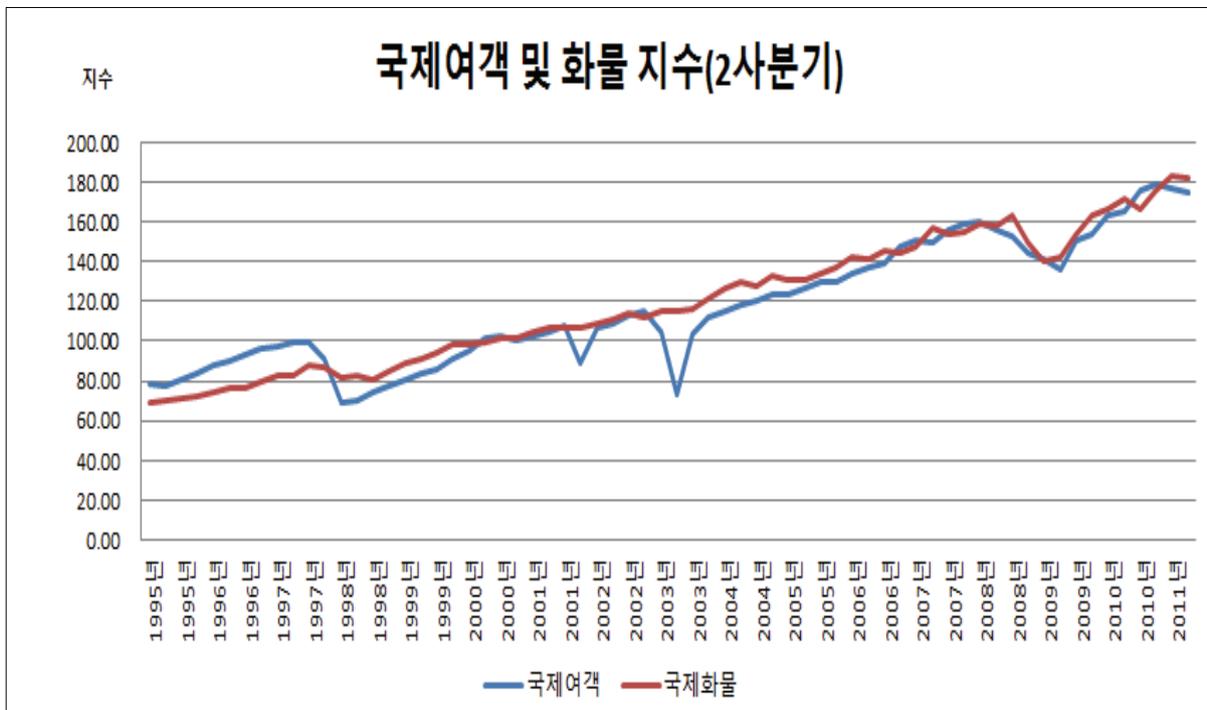
- '12년의 2/4분기의 교통산업서비스지수 산정결과를 국내 및 국제 지수로 나누어 전체적으로 살펴보면 다음과 같음
  - 국내 여객지수(공로제외, 고속버스 포함)는 '12년 1/4분기 대비 0.9% 감소하였고, 국내 화물지수(공로제외)도 전 분기에 비해 1.3% 감소함. 전년 동 분기에 비해 국내 여객 지수와 동일하며, 국내 화물지수는 0.9% 감소한 모습을 보임
  - 국제 여객지수는 전 분기 대비 6.3% 증가하였고, 국제 화물지수도 전 분기 대비 4.6% 상승한 것으로 나타남
  - 전년 동 분기에 비해 국제 여객 및 화물지수는 각각 22.7%, 7.0% 상승한 것으로 나타남

&lt;표 2-6&gt; '12년 2/4분기 교통산업서비스 지수변화(기준년도2000년)

구분		'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비	
국내	여객	지수	119.2	120.1	-0.9%	119.2	0.0%
		백만인·km	21,149	19,546	8.2%	20,434	3.5%
	화물	지수	88.3	89.6	-1.3%	89.2	-0.9%
		천톤	772	766	0.8%	782	-1.3%
국제	여객	지수	206.4	200.0	6.3%	183.7	22.7%
		백만인·km	37,699	36,956	2.0%	33,696	11.9%
	화물	지수	190.3	185.7	4.6%	183.3	7.0%
		천톤	277,407	277,035	0.1%	265,552	4.5%



<그림 2-6> '12년 2/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수(기준년도 2000년)



<그림 2-7> '12년 2/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수(기준년도 2000년)

- 국내 여객분야는 분기내 연휴와 봄철 여행객 증가로 수송실적이 전 분기 대비 8.2% 증가하였음
  - 국내 지하철부문 여객지수는 전 분기 대비 0.5%, 지난 해 동 분기 대비 2.8% 상승한 것으로 나타남. 이는 학교 통학으로 인해 수도권(서울, 인천, 경기) 및 5대 광역시(울산 제외)의 모든 지하철 수송실적이 전 분기에 비해 상승하였고 유가 상승에 따라 전국 지하철 수송실적이 전 분기 대비 6.6% 증가하였으며 전년 동기 대비 실적도 2.5% 증가한 요인에 기인하는 것으로 나타남
  - 국내 철도부문 여객지수는 전 분기 대비 0.3% 약간 감소하였고, 지난 해 동 분기 대비 1.6% 상승한 것으로 나타남
  - 국내 고속버스부문 여객지수는 전 분기에 비해 5.0% 감소하였고, 전년 동기 대비해서는 3.6% 하락함
  - 국내 항공부문 여객지수는 전 분기 대비 1.7% 감소하였으며 전년 동기 대비 3.0% 하락함
  - 국내 해운부문 여객지수는 전 분기 대비 2.0% 감소하였으며 전년 동기 대비 13.8% 하락함
  
- 국내 화물분야는 철도 및 항공, 해운부문 모두 지수가 감소하였음
  - 국내 철도부문의 화물지수는 0.5% 감소하였으나 전년 동기 대비해서는 1.2% 상승하였음
  - 항공부문 화물지수는 전 분기 대비 1.3% 감소하였으며, 전년 동 분기에 비해서도 2.3% 감소하였음
  - 국내 해운부문 화물지수는 전 분기 대비 1.9% 감소하였으며 전년 동기 대비해서는 3.0% 감소하였음

&lt;표 2-7&gt; '12년 2/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수변화(기준년도2000년)

구분		'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비	
여객	지하철	지수	143.4	142.9	0.5%	140.6	2.8%
		백만인·km	10,714	10,055	6.6%	10,455	2.5%
	철도	지수	116.2	116.5	-0.3%	114.6	1.6%
		백만인·km	5,573	5,372	3.7%	5,363	3.9%
	고속버스	지수	83.7	88.7	-5.0%	87.3	-3.6%
		백만인·km	2,120	2,008	5.6%	2,039	4.0%
	항공	지수	109.9	111.6	-1.7%	113.0	-3.0%
		백만인·km	2,435	1,963	24.0%	2,257	7.9%
	해운	지수	139.7	141.7	-2.0%	153.5	-13.8%
		백만인·km	305	146	108.9%	318	-4.1%
화물	철도	지수	89.1	89.6	-0.5%	87.9	1.2%
		천톤	11,096	9,227	20.3%	10,978	1.1%
	항공	지수	64.6	65.9	-1.3%	66.9	-2.3%
		천톤	68.0	74	-8.1%	67	1.5%
	해운	지수	86.7	88.6	-1.9%	89.7	-3.0%
		천톤	30,737	28,302	8.6%	31,957	-3.8%

- 국제 여객분야는 해외 여행수요의 증가로 항공 및 해운 각각 전 분기 대비 5.8%, 48.3% 증가함
  - 항공 부분의 경우, 여행객이 전 분기에 비해 증가하여 수송실적이 1.9% 증가함
  - 국제 해운부문 여객지수는 수송실적 증가에 따라 수송실적이 전 분기 대비 22.3% 증가하여 4분기 연속 상승세를 이어감
- 국제 화물분야는 항공부문에서 IT제품의 수출 호조로 전 분기 대비 0.3% 상승하였으며, 해운부문도 전 분기에 비해 5.3%의 지수 상승을 보임
  - 항공 부분의 수송실적은 지난 분기 대비 0.8% 상승함. 이는 반도체와 LCD를 주요 품목으로 하는 IT제품의 수출 증가에 따른 결과인 것으로 분석됨
  - 해운 부문은 전 분기 대비 0.1% 상승하였으며, 전년 동 분기 대비 4.5% 상승함

&lt;표 2-8&gt; '12년 2/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년)

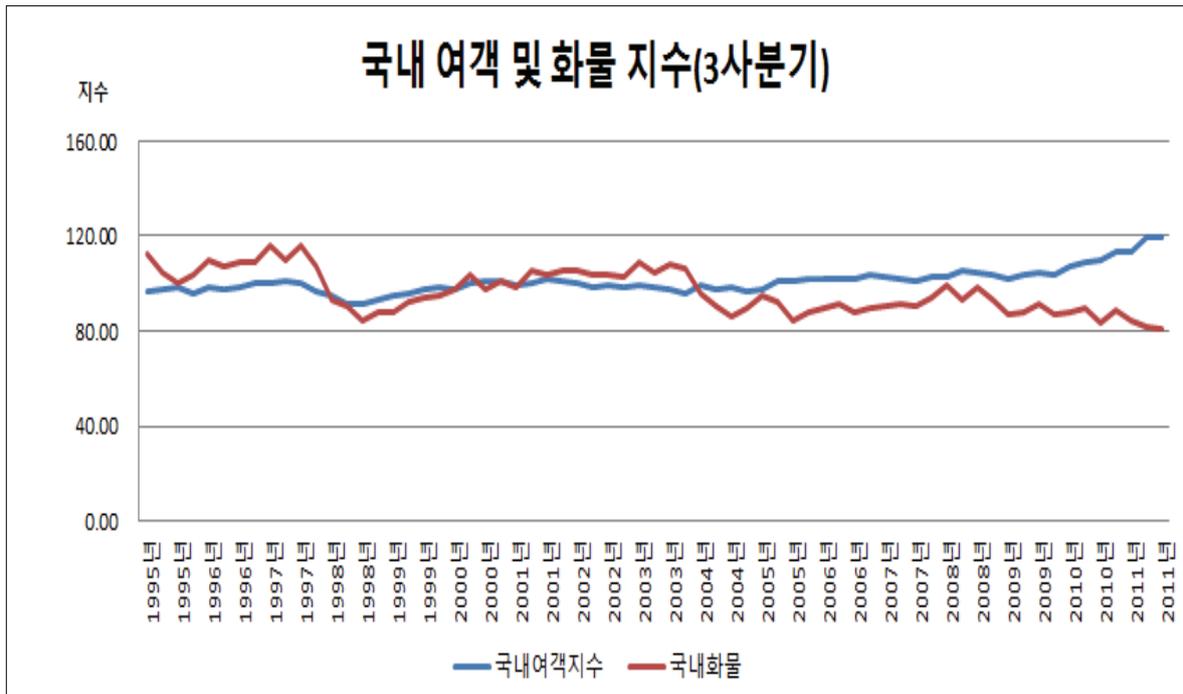
구 분			'12년 2/4분기	'12년 1/4분기	전분기 대비	'11년 2/4분기	전년동기 대비
여객	항공	지수	203.7	197.9	5.8%	181.7	22.1%
		백만인·km	37,392	36,704	1.9%	33,440	11.8%
	해운	지수	325.3	277.1	48.3%	264.7	60.7%
		백만인·km	307	251	22.3%	256	19.9%
화물	항공	지수	160.8	160.5	0.3%	162.9	-2.0%
		천톤	772	766	0.8%	782	-1.3%
	해운	지수	193.8	188.5	5.3%	185.2	8.6%
		천톤	276,635	276,268	0.1%	264,769	4.5%

### 3. '12년 3/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

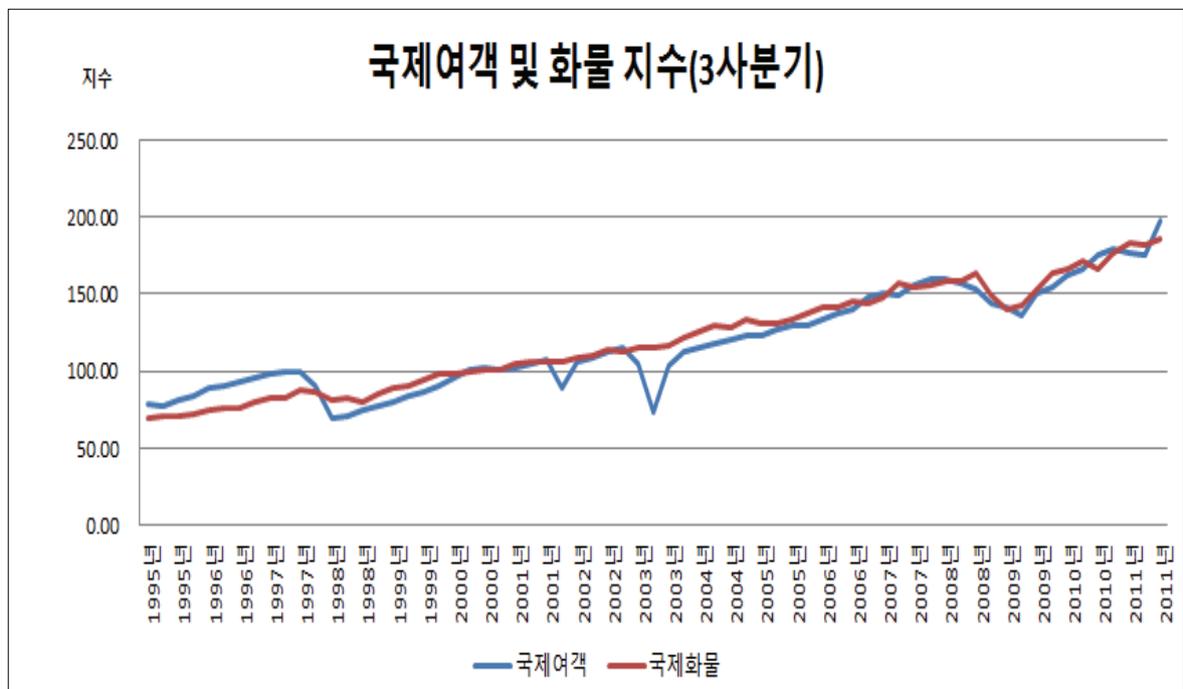
- '12년 3/4분기 국내 여객지수(공로제외, 고속버스 포함)는 '12년 2/4분기 대비 0.7% 상승하였고, 국내 화물지수(공로제외)도 전 분기에 비해 0.9% 상승함
  - 전년 동 분기에 비해 국내 여객지수는 0.5% 상승하였으나, 국내 화물지수는 1.2% 상승하였음
- 국제 여객지수는 전 분기 대비 1.5% 상승하여 6분기 연속 상승세가 이어졌고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 0.3% 상승한 것으로 나타남
  - 전년 동 분기에 비해 국제 여객 및 화물지수는 각각 16.0%, 4.4%로 상승하여 연속 상승세를 이어감

&lt;표 2-9&gt; '12년 3/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분			'12년 3/4분기	'12년 2/4분기	전분기 대비	'11년 3/4분기	전년동기 대비
국내	여객	지수	119.9	119.2	0.7%	119.3	0.5%
		백만인·km	20,146	21,149	-4.7%	20,067	0.4%
	화물	지수	89.1	88.2	0.9%	87.9	1.2%
		천톤	37,008	41,902	-11.7%	37,976	-2.5%
국제	여객	지수	207.9	206.4	1.5%	191.9	16.0%
		백만인·km	37,693	37,699	0%	38,745	-2.7%
	화물	지수	190.6	190.3	0.3%	186.2	4.4%
		천톤	274,211	277,407	-1.2%	267,016	2.7%



<그림 2-8> '12년 3/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수기준년도 2000년)



<그림 2-9> '12년 3/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수기준년도 2000년)

- 국내 여객분야는 고속버스(6.3%)의 수송실적 증가함에 따라 국내 여객 전 분야의 지수도 0.7% 상승함
  - 국내 지하철부문 여객지수는 수송실적이 전 분기에 비해 7.3% 감소하였으며, 지난해 동 분기 대비는 0.4% 상승한 것으로 나타남
  - 철도 부문은 하계휴가와 추석연휴에도 불구하고 일반철도와 KTX의 수송실적이 전 분기에 비해 감소하였음. 여객지수는 전 분기 대비 약간 감소(0.2%)하였고, 전년 동 분기 대비 1.1% 상승한 것으로 나타남
  - 고속버스 부문의 경우, 하계 휴가철과 추석연휴로 인해 수송실적이 증가하여 여객지수는 전 분기 대비 3.5% 상승함
  - 항공 부문의 지수는 전 분기 대비 1.4% 감소하였지만, 전년 동 분기 대비해서는 0.5% 증가함
  - 해운 부문의 지수는 전 분기대비 지수가 3.2% 상승함
  
- 국내 화물분야는 해운 부문의 실적이 12.9% 감소하였으나, 국내 화물 지수는 0.9% 상승함
  - 철도 부문의 경우, 전체 철도화물의 수송실적이 전 분기 대비 13.2% 감소하여 화물 지수는 0.5% 감소함
  - 항공 부문의 지수는 3/4분기 수송실적은 감소하였으며 작년 동기에 10.1% 감소하였음
  - 해운 부문은 해운화물 중 모래·시멘트의 수송실적이 12.9%의 큰 폭으로 감소하였으며, 지수도 전 분기 대비 1.9% 감소함

&lt;표 2-10&gt; '12년 3/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 3/4분기	'12년 2/4분기	전분기 대비	'11년 3/4분기	전년동기 대비	
여객	지하철	지수	142.7	143.4	-0.7%	144.02	-1.3%
		백만인·km	9933	10,714	-7.3%	9,890	0.43%
	철도	지수	117.0	116.2	0.8%	114.75	2.3%
		백만인·km	5560	5,573	-0.2%	5,499	1.11%
	고속버스	지수	89.9	83.6	6.3%	86.94	3.0%
		백만인·km	2194	2,120	3.5%	2,008	9.3%
	항공	지수	108.5	109.9	-1.4%	107.99	0.5%
		백만인·km	2188	2,435	-10.1%	2,179	0.4%
	해운	지수	142.8	139.6	3.2%	145.1	-2.3%
		백만인·km	269	305	-11.8%	306	-12.1%
화물	철도	지수	88.6	89.1	-0.5%	89.4	-0.8%
		천톤	9637	11,097	-13.2%	9,612	0.3%
	항공	지수	65.7	64.6	1.1%	65.7	0.0%
		천톤	62	68	-8.8%	69	-10.1%
	해운	지수	84.8	86.7	-1.9%	87.4	-2.6%
		천톤	27	31	-12.9%	28	-3.6%

- 국제 여객분야는 항공부문 지수는 2.5% 상승한 반면, 해운부문 지수는 65.6% 감소함
  - 항공 부문의 지수는 관광객이 증가하여 수송실적이 전 분기 대비 3.4% 증가함
  - 국제 여객부문 해운 수송실적은 전 분기 대비 1.6% 감소함
- 국제 화물분야는 항공부문 지수 0.9%가 감소하였으며, 해운부문 지수가 0.6%의 소폭 상승으로 전체 지수는 0.3% 상승함
  - 항공 부문의 지수는 무선통신기기 등의 수출실적 증가에 따른 것으로 분석되어 지난 분기 대비 1.1%로 소폭 상승하였음
  - 해운 부문의 경우, 가장 큰 비중을 차지하는 목재·철재·기계류·철광석의 수송실적이 전 분기 대비 1.4% 감소하였음

&lt;표 2-11&gt; '12년 3/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년)

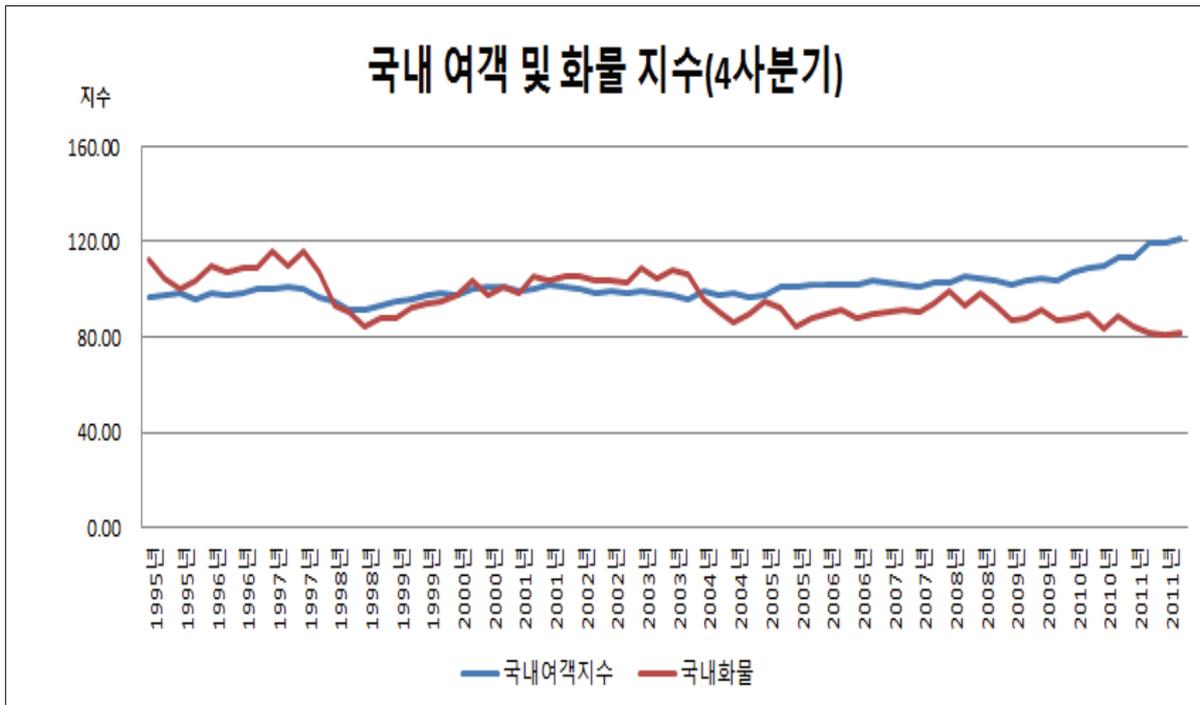
구 분			'12년 3/4분기	'12년 2/4분기	전분기 대비	'11년 3/4분기	전년동기 대비
여객	항공	지수	206.2	203.7	2.5%	189.2	-17.0%
		백만인·km	36,705	35,494	3.4%	38,379	-4.4%
	해운	지수	259.7	325.3	-65.6%	320.7	-61.0%
		백만인·km	302	307	-1.6%	366	-17.5%
화물	항공	지수	159.94	160.8	-0.9%	162.53	-2.6%
		천톤	800	772	3.6%	800	0.0%
	해운	지수	194.38	193.82	0.6%	188.68	5.7%
		천톤	273	277	-1.4%	266	2.6%

#### 4. '12년 4/4분기 교통산업서비스지수 산정 결과

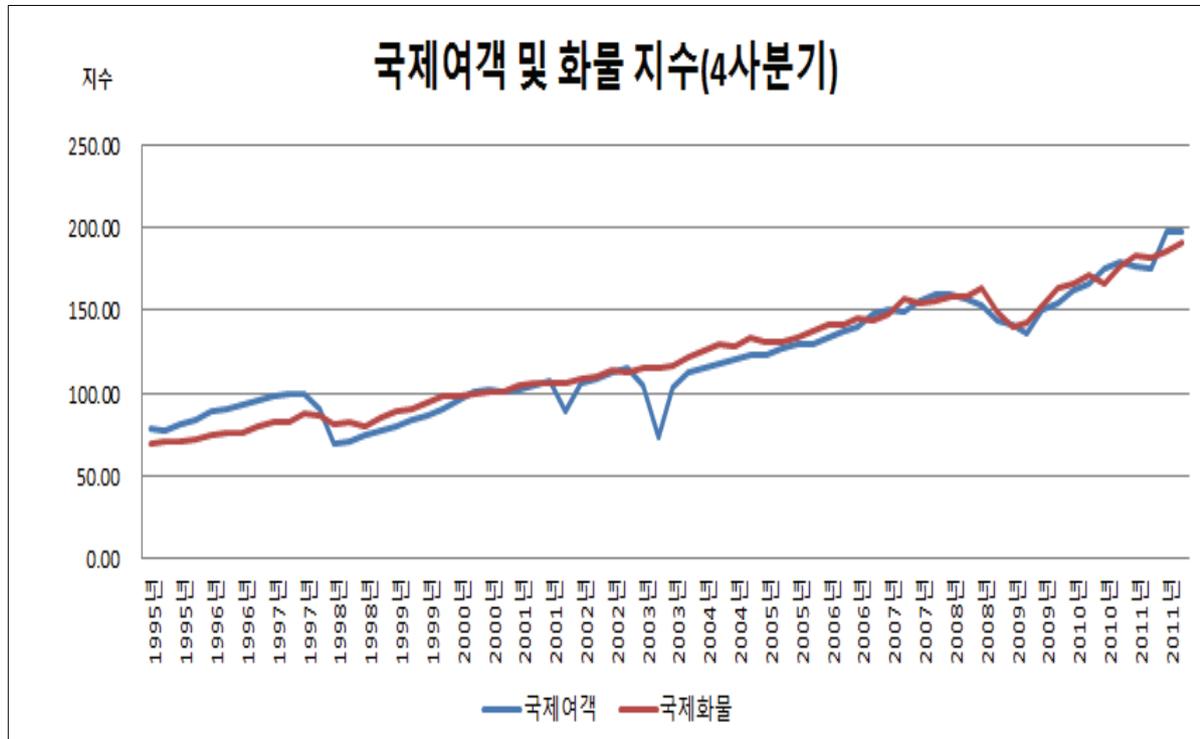
- '12년 4/4분기 국내 여객지수(공로제외, 고속버스 포함)는 '12년 3/4분기 대비 1.4% 상승하였고 국내 화물지수(공로제외)도 전 분기에 비해 1.3% 상승함
  - 전년 동 분기에 비해 국내 여객지수는 1.5% 상승하였고 국내 화물지수는 1.3% 하락한 모습을 보임
- 국제 여객지수는 전 분기 대비 12.5% 감소하였고, 국제 화물지수는 전 분기 대비 0.9% 상승한 것으로 나타남
  - 전년 동 분기에 비해 국제 여객 및 화물지수는 각각 1.0%, 2.3% 상승하여 연속 상승세를 이어감

&lt;표 2-12&gt; '12년 4/4분기 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

구 분			'12년 4/4분기	'12년 3/4분기	전분기 대비	'11년 4/4분기	전년동기 대비
국내	여객	지수	121.2	119.87	1.4%	119.7	1.5%
		백만인·km	21,099	20,146	4.7%	20,752	1.7%
	화물	지수	90.4	89.1	1.3%	91.7	-1.3%
		천톤	10,351	9,637	7.4%	10,708	-3.3%
국제	여객	지수	195.4	207.9	-12.5%	194.4	1.0%
		백만인·km	38,890	41577	-6.5%	35,810	8.6%
	화물	지수	191.5	190.6	0.9%	189.2	2.3%
		천톤	278,886	274,211	1.7%	279,083	-0.1%



<그림 2-10> '12년 4/4분기 국내 여객 및 화물 교통산업서비스지수(기준년도 2000년)



<그림 2-11> '12년 4/4분기 국제 여객 및 화물 교통산업서비스지수(기준년도 2000년)

- 국내 여객지수는 지하철과 항공의 수송실적 증가로 국내 여객 전 분야의 지수는 1.4% 상승함
  - 국내 지하철부문 여객지수는 추석 등이 존재한 3분기에 비해 4분기에는 근무일수 증가에 따른 수송실적 증가가 수도권 및 광역시 전 노선에 걸쳐 나타남. 이에 따라 계절지수를 보정한 지수는 전 분기 대비 0.8% 증가
  - 철도 부문은 일반철도의 수송실적은 소폭(5.6%) 증가하였으며, 지수도 2.1% 상승함
  - 고속버스 부문의 경우, 수송실적에서 큰 비중을 차지하는 경부선 수송실적이 18.3% 하락하였으며 이에 따라 계절 조정을 수행한 지수는 전 분기 대비 1.2% 하락함
  - 항공 부문의 지수는 계절요인에 따라 전 분기 대비 수송실적이 감소하였으며 지수도 31.5% 감소
  - 해운 부문은 겨울철 기상으로 인한 항로 이용의 어려움으로 여객수가 10월 대비 크게 감소하였으나 지수는 2.7% 상승
  
- 국내 화물분야는 철도부문의 실적 증가에 따라, 국내 화물 전체 지수도 1.3% 상승을 기록함
  - 철도 부문의 경우, 화물지수는 전 분기 대비 1.1% 상승함
  - 항공 부문의 4/4분기 수송실적은 전 분기에 비해 상승하였으며, 계절조정 후 지수는 2.3% 상승함
  - 해운 부문은 해운화물 중 주 수송품목인 유류·모래·시멘트·철재의 수송실적 약간감소하였음

&lt;표 2-13&gt; '12년 4/4분기 부문별 국내 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 4/4분기	'12년 3/4분기	전분기 대비	'11년 4/4분기	전년동기 대비	
여객	지하철	지수	143.5	142.7	0.8%	144.39	-0.9%
		백만인·km	10,736	9,933	8.1%	10,699	0.3%
	철도	지수	119.1	117.01	2.1%	114.9	4.2%
		백만인·km	5,872	5,560	5.6%	5,540	6.0%
	고속버스	지수	90.2	108.5	-18.3%	89.9	0.3%
		백만인·km	2,168	2,195	-1.2%	2,123	2.1%
	항공	지수	111.3	142.8	-31.5%	105.79	5.5%
		백만인·km	2,122	2,188	-3.0%	2,180	-2.7%
	해운	지수	144.0	89.9	54.1%	150.21	-6.2%
		백만인·km	201	269	-25.3%	211	-4.7%
화물	철도	지수	89	88.6	0.4%	88.4	0.6%
		천톤	10,351	9,637	7.4%	10,708	-3.3%
	항공	지수	66.8	65.7	1.1%	67.2	-0.4%
		천톤	60	63	-4.8%	77	-22.1%
	해운	지수	85.8	84.8	1.0%	92.9	-7.1%
		천톤	27,285	27,308	-0.1%	32,297	-15.5%

- 국제 여객분야는 계절적 요인에 의해 항공 및 해운의 수송실적 하락함
  - 항공 부문의 4/4분기 수송실적은 6.4% 하락함
  - 국제 해운부문 여객 수송실적은 계절적 요인으로 14.5% 하락함
- 국제 화물분야의 화물수송지수는 항공부문(3.9%)과 해운부문(0.3%)의 상승으로 전체 화물지수도 0.9% 상승함
  - 항공 부문의 지수는 4분기 수송실적은 전 분기에 비해 약간 증가하였음
  - 해운 부문의 경우, 가장 큰 비중을 차지하는 철광석·철재·기계류·목재의 수송실적이 증가하여 전 분기 대비 지수가 0.3% 상승

&lt;표 2-14&gt; '12년 4/4분기 부문별 국제 여객 및 화물 지수 변화(기준년도 2000년)

구 분		'12년 4/4분기	'12년 3/4분기	전분기 대비	'11년 4/4분기	전년동기 대비	
여객	항공	지수	193.4	206.2	-12.8%	191.5	1.9%
		백만인·km	38,632	41,275	-6.4%	35,494	8.8%
	해운	지수	274.2	259.7	14.5%	335.1	-60.9%
		백만인·km	258	302	-14.6%	316	-18.4%
화물	항공	지수	163.9	160.0	3.9%	160.5	3.4%
		천톤	801	800	0.1%	799	0.3%
	해운	지수	194.7	194.4	0.3%	192.6	2.1%
		천톤	278	273	1.8%	278	0.0%

## 5. 지수산정 종합결과

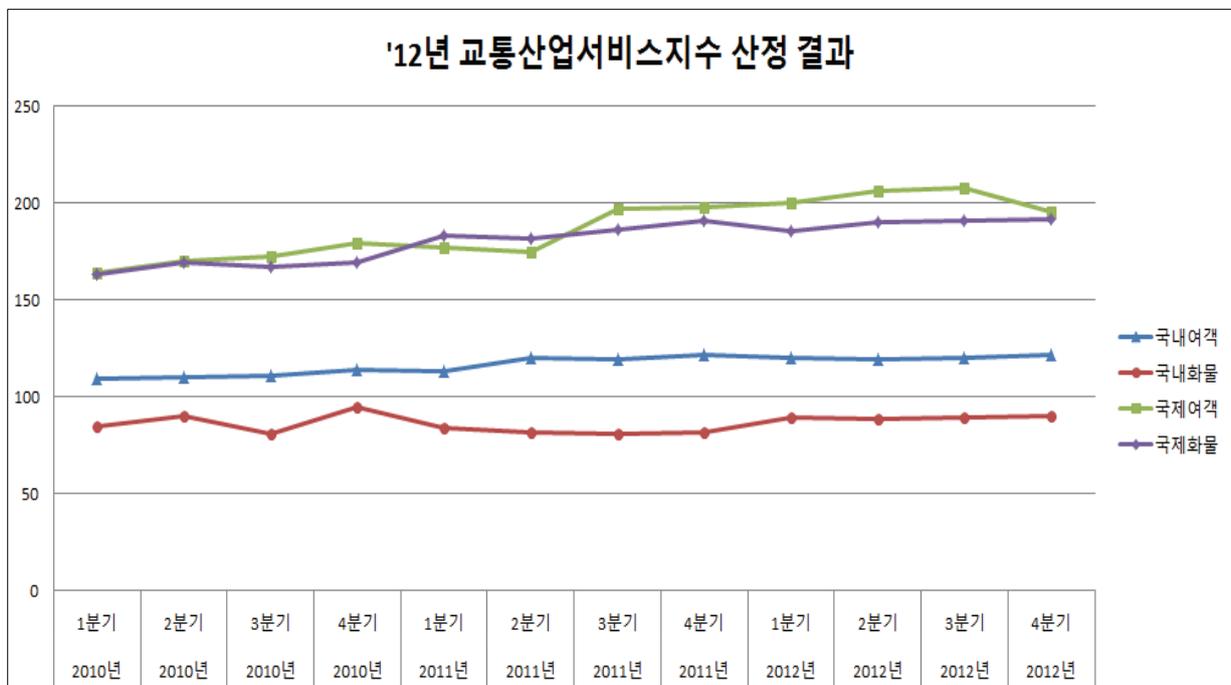
- '12년 1/4분기의 경우, 국내 여객지수와 국제 화물지수는 전 분기 대비 감소하였으며 국내화물과 국제여객지수는 상승하였음
  - 국제여객지수의 상승은 경기회복으로 인한 해외 여행수요의 증가가 원인으로 파악되며, 국내화물 역시 경기회복의 영향으로 화물부문 물동량의 증가가 지수상승의 원인으로 파악됨
- '12년 2/4분기는 국제 여객 및 화물 실적이 전년 대비 각 6.3%, 4.6%씩 증가하였음
  - 여행객 증가에 따른 여객부문 지수 상승과 경기 호조로 인한 화물 물동량이 증가함
- '12년 3/4분기의 경우, 국내 부문의 여객 및 화물은 지수가 상승하였고, 국제부문의 여객과 화물부문의 지수도 상승함
  - 특히, 국내부문의 여객 및 화물의 경우 경기회복으로 인한 수송실적 증가가 지수 상승으로 이어진 것으로 파악됨
- '12년 4/4분기의 경우, 국제 여객을 제외하고 나머지 지수들은 모두 상승세를 보임
  - 특히, 국내 여객지수의 경우 지하철 이용객의 증가함에 따라 지수 상승으로 나타났으며, 국제항공화물도 수출증가로 인하여 지수가 상승함

&lt;표 2-15&gt; '12년 부문별 교통산업서비스지수 변화(기준년도 2000년)

분기별 지수 변화				
구분	국내여객	국내화물	국제여객	국제화물
'12년 1/4분기	120.07	89.64	200.03	185.71
'12년 2/4분기	119.21	88.20	206.37	190.28
'12년 3/4분기	119.87	89.10	207.87	190.60
'12년 4/4분기	121.23	90.36	195.42	191.51

전 분기 대비 증감율				
구분	국내여객	국내화물	국제여객	국제화물
'12년 1/4분기	-1.0%	9.8%	1.4%	-2.7%
'12년 2/4분기	-0.7%	-1.6%	3.2%	2.5%
'12년 3/4분기	0.6%	1.0%	0.7%	0.2%
'12년 4/4분기	1.1%	1.4%	-6.0%	0.5%

주: '12년 1/4분기의 전 분기 대비 증감율은 '11년 4/4분기의 지수(국내여객 121.28, 국내화물 81.65, 국제여객 197.25, 국제화물 190.82) 대비를 나타냄



&lt;그림 2-12&gt; '12년 교통산업서비스지수 산정 결과(종합)

## 제3절 향후 연구방향

### 1. 개요

- 교통산업서비스지수의 산정과 관련하여 지수산정 시 월별지수를 분석하고 이를 발표할 예정이며, 주5일 근무에 대한 지수 반영 계획과 지수산정 체계 재구축에 대한 방향을 분석하고 제시함

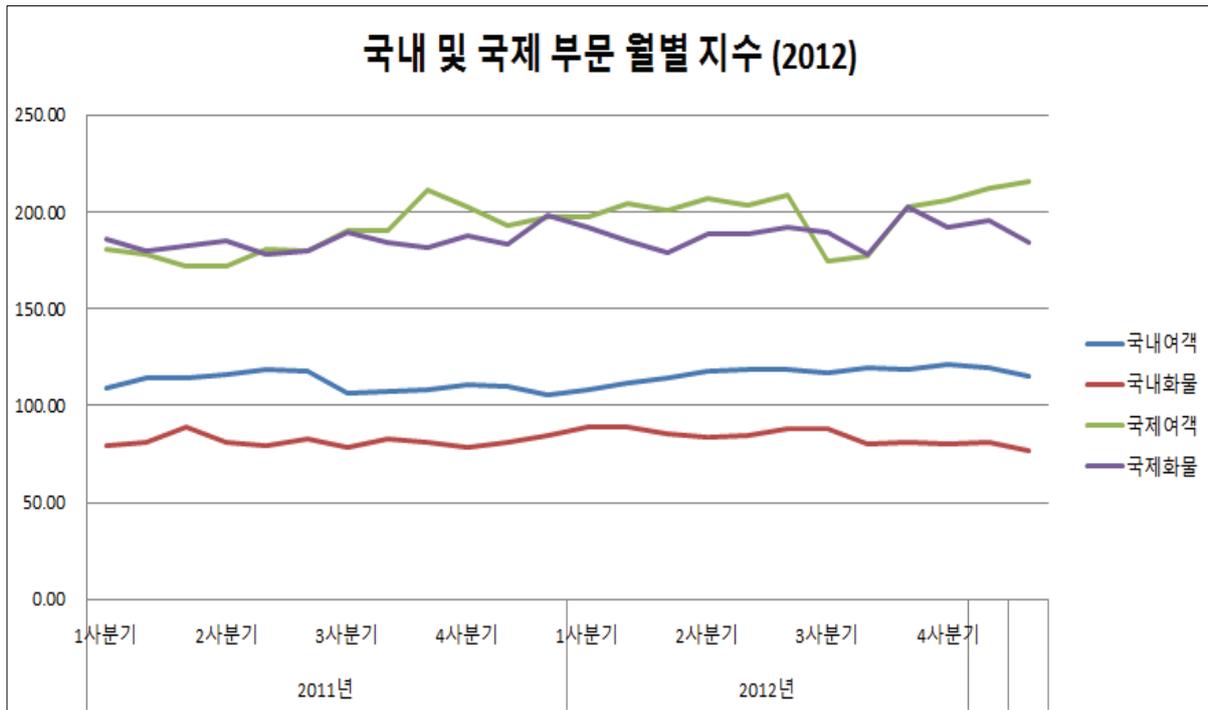
### 2. 월별 지수 분석 및 발표 예정

#### 가. 주요 내용

- 교통산업서비스지수의 경우 분기별 지수를 중심으로 정산하고 발표하였음. 이는 수송 실적자료의 입수 시점이 분기별로 제한되기 때문임
- 하지만 2010년부터 전문가의 의견을 반영하여 교통산업서비스지수에 월별 지수를 산정하고 그 내용을 분석하기 시작함
- 월별 교통산업서비스 지수는 경기상황과의 상호 연관성 및 특성을 보다 명확히 보여줌

#### 나 분석 결과

- 아래 그래프는 월별 교통산업서비스지수와 분기별 교통산업서비스지수를 비교하였음. 상대적으로 변화가 적은 분기별 지수에 비하여 월별 지수는 각 시점마다 변화하는 서비스 지수의 추이를 분기별 지수보다 조금 더 명확히 보여주고 있음



<그림 2-13> 국내 및 국제부문 월별 지수 추이

### 3. 주5일 근무에 대한 지수 반영

#### 가. 주요 내용

- 여객 지수 특히 국내 여객의 경우 영업일수/통화일수가 지수 산정에 큰 영향을 주고 있음
- 현재 국내에서는 주5일 근무제가 1단계인 공기업·금융업·보험업 및 1,000인 이상 사업장은 2004년 7월부터 시행되었음. 2단계인 300인 이상 사업장은 2005년 7월부터, 3단계인 100인 이상 사업장은 2006년 7월부터 시행됨. 4단계인 50인 이상 사업장은 2007년 7월부터, 5단계인 20인 이상 사업장은 2008년 7월부터 시행됨. 마지막 6단계인 20인 미만 사업장은 2011년 7월1일부터 시행될 예정임
- 하지만 교통산업서비스지수는 주 평균 근무 일수를 5일로 산정하고 있는 실정임. 이를 2011년에는 현실에 맞게 주5일로 수정할 필요가 있음

#### 나. 계절변동조정모형의 구축 시 고려사항

- 해마다 계절변동조정모형을 구축할 때 1970년 1월부터 공휴일 수를 계산하여 입력 데이터로 사용하였음. 모든 자료에 대해 일요일과 법정 공휴일만 공휴일로 계산
- 동일 수송실적에 대해 공휴일 수가 증가하게 되면 교통 지수가 증가할 것으로 예측됨. 이에 따른 적절한 보정이 필요한 상황임
- 이를 위해 2011년에 개발될 새로운 계절변동조정모형은 단지 2011년 7월 이후의 공휴일 수를 토요일, 일요일 및 법정 공휴일로 놓을 것이 아니라 이전 연도부터 수치에 적절하게 반영할 필요가 있음
- 또는 경기종합지수와 유사하게 기준년도를 기존의 2000년에서 2005년으로 변경하고 새로운 기준 하에서 지수를 재산정하는 것도 고려해 볼 필요가 있음

### 4. 지수산정 체계 재구축

#### 가. 기존의 지수산정 체계

- 기존의 교통산업 서비스지수 산정 체계는 한국은행에서 1998년 제시한 계절조정방법을 사용하고 있음. 이는 시계열모형은 ARIMA 모형을 사용하여 계절변동조정모형을 정립하고 이에 따라 지수를 계산하는 방식임
- 하지만 기존 모형에서 사용하는 BOK-X-12-ARIMA 프로그램의 경우 여러가지 문제점을 내포하고 있음. 그 문제점을 정리하면 아래와 같음
  - 매년 4/4분기마다 계절변동조정모형을 정립하고 이에 따라 그해 지수를 재정산하고, 이를 기반으로 다음년도 지수를 계산하고 있음
  - 하지만 그 계산 방식이 체계화되어 있지 못하고, 제한된 범위에서 재정산함에 따라 그 해당 시계열에 계절조정방법 적용이 유의미한지 근본적인 확인이 필요한 상황
  - 또한 그 산출과정이 명확하기 기술되어 있지 않고, 연구수행자의 변경에 따른 해마다 동일한 문제에서 동일한 시행착오를 반복하는 경향이 있음
  - BOK-X-12-ARIMA 프로그램의 버전이 업데이트되지 못한 관계로 특정 프로그램(SAS)의 특정 버전(8.0 이하)에서만 종속적으로 동작함

#### 나. 계절변동조정모형의 구축

- 기존의 계절변동조정방식을 보다 체계화하고 새로운 버전의 통계 소프트웨어에 맞게 업데이트 할 필요성이 있음
- 정산방법을 통계적으로나 경험적으로 합당한 결과가 나올 수 있도록 세밀화할 필요가 있음
- 한국의 시계열의 공식적인 계절조정방법이 미국/캐나다 통계당국이 개발한 X-12-ARIMA 에 의해 주로 이루어지고 있는 상황에서, 비교적 최근에 유럽에서 개발된 새로운 계절조정방법으로 알려진 TRAMO-SEATS 계절조정방법을 검토해 보는 것도 대안이 될 수 있음
- 월별 교통산업서비스 지수는 그 특성에 대한 분석을 추가 진행하여 2012년 보도자료 부터 그 내용을 추가할 예정임



## 제3장 온실가스 DB구축

---

제1절 온실가스 배출 현황

제2절 에너지 사용 현황

제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정



## 제3장 온실가스 DB구축

### 제1절 온실가스 배출 현황

#### 1. 온실가스 개요

- 지구온난화 현상을 유발시키는 온실가스는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>), 메탄(CH<sub>4</sub>), 아산화질소(N<sub>2</sub>O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF<sub>6</sub>) 등을 일컫음
  - 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)는 주로 에너지사용 및 산업공정에서 발생하며, 메탄(CH<sub>4</sub>)은 주로 폐기물, 농업 및 축산활동에서, 아산화질소(N<sub>2</sub>O)는 주로 비료사용에서, 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF<sub>6</sub>) 등은 냉매 및 세척용으로 사용됨
- IPCC가 제시한 지구온난화에 기여하는 정도를 나타내는 지구온난화지수(Global Warming Potential; GWP)는 가스별로 다르게 나타남
  - 지구온난화지수는 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 1로 보았을 때, 각 가스별 기여정도를 명시한 것임

<표 3-1> 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)

- 온실가스별 지구온난화 기여율을 보면 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 60.1%, 메탄(CH<sub>4</sub>) 19.8%, 아산화질소(N<sub>2</sub>O) 6.2%, 기타(HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub> 등) 0.4% 정도임(IPCC 제3차 평가 보고서, 2001)

- 이는 석유 및 석탄 등 화석연료의 연소 등에 의해 배출된 이산화탄소가 지구온난화의 최대원인이라 할 수 있음
- 이산화탄소의 농도는 1950년에 280ppm에서 1998년에 365ppm으로 31% 증가하였으며, 현재의 농도는 최고 수준임
- 2100년에는 산업혁명 전보다 3배 이상인 540~970ppm 정도 증가할 것으로 예상되며, 그 결과 21세기 중반까지 전지구상의 평균기온이 5℃ 정도 상승할 것으로 예측되고 있음

<표 3-2> 온실가스의 특성

구 분	이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	메탄 (CH <sub>4</sub> )	이산화질소 (N <sub>2</sub> O)	염화불화탄소 (HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> )
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. 온실가스 현황

- <표 3-3>에서 보는 바와 같이 OECD 주요 국가별 온실가스 배출 현황을 살펴보면 국가마다 다소 차이가 있으나 2009년 대비 2010년 배출량이 대부분 지속적으로 증가하고 있음

&lt;표 3-3&gt; 주요국가 온실가스 배출량

단위: 백만톤 of CO<sub>2</sub>

국가	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	
							배출량	전년도 대비 증가율
미국	4,868.7	5,138.7	5,698.1	5,771.7	5,586.8	5,184.8	5,368.6	3.5%
중국	2,244.1	3,022.1	3,077.2	5,103.1	6,549.0	6,846.3	7,258.5	6.0%
러시아	2,178.8	1,574.5	1,505.5	1,516.2	1,593.4	1,520.4	1,581.4	4.0%
인도	582.3	776.6	972.5	1,164.8	1,438.5	1,564.0	1,625.8	4.0%
일본	1,064.4	1,147.9	1,184.0	1,220.7	1,154.3	1,095.7	1,143.1	4.3%
독일	949.7	867.8	825.0	809.0	800.1	747.1	761.6	1.9%
캐나다	432.9	465.8	533.3	559.4	550.5	525.5	536.6	2.1%
영국	549.3	516.6	524.3	533.0	512.8	465.5	483.5	3.9%
한국	229.3	358.6	437.7	469.1	501.7	515.5	563.1	9.2%
이탈리아	397.4	409.4	426.0	460.8	435.1	389.4	398.5	2.3%
World	20,973.9	21,843.8	23,509.1	27,187.4	29,483.0	28,946.7	30,276.1	4.6%

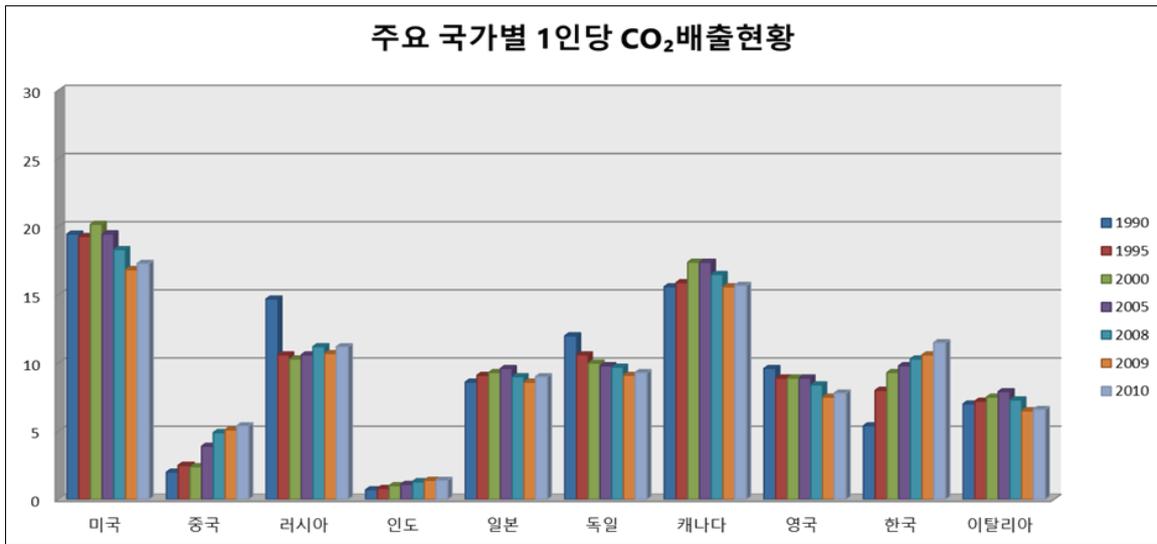
자료: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Combustion 2012

- 국가별 1인당 이산화탄소 배출현황은 아래의 <표 3-4>와 같고 2010년 한국은 11.5톤 CO<sub>2</sub> 으로 작년에 비해 8.5%가 증가하였음
- 미국, 캐나다, 독일과 같은 국가들은 배출량이 감소하는 반면 우리나라와 중국 등은 배출량이 증가하는 것으로 나타남

<표 3-4> 주요 국가별 1인당 CO<sub>2</sub> 배출현황단위: 톤 CO<sub>2</sub> / capita

국가	1990	1995	2000	2005	2008	2009	2010	
							배출량	전년도 대비 증가율
미국	19.46	19.28	20.18	19.48	18.33	16.86	17.31	2.7%
중국	2.0	2.5	2.4	3.9	4.9	5.1	5.4	5.9%
러시아	14.7	10.6	10.3	10.6	11.2	10.7	11.2	4.7%
인도	0.7	0.8	1.0	1.1	1.3	1.4	1.4	0.0%
일본	8.6	9.1	9.3	9.6	9.0	8.6	9.0	4.7%
독일	12.0	10.6	10.0	9.8	9.7	9.1	9.3	2.2%
캐나다	15.6	15.9	17.4	17.4	16.5	15.6	15.7	0.6%
영국	9.6	8.9	8.9	8.9	8.4	7.5	7.8	4.0%
한국	5.4	8.0	9.3	9.8	10.3	10.6	11.5	8.5%
이탈리아	7.0	7.2	7.5	7.9	7.3	6.5	6.6	1.5%
World	4.0	3.9	3.9	4.2	4.4	4.3	4.4	2.3%

자료: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Combustion 2012



<그림 3-1> 주요 국가별 1인당 CO<sub>2</sub> 배출현황

- 우리나라의 교통부문 이산화탄소 배출량은 2010년 약 86.8백만톤(CO<sub>2</sub>)이며 미국이나 일본 등 선진국에 비하면 낮은 수치임

<표 3-5> 2010년 주요 국가별 교통부문 CO<sub>2</sub> 배출현황

단위: 백만톤 of CO<sub>2</sub>

국가	2010년	국가	2010년
미국	1,621.7	독일	145.5
중국	513.6	캐나다	169.7
러시아	242.0	영국	119.3
인도	161.5	한국	86.8
일본	222.7	이탈리아	108.1

자료: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Combustion 2012

- 교통부문 1인당 온실가스 배출량도 독일 및 일본과 비슷한 수치로 1인당 1,775kg임
- 이산화탄소 배출량이 크지만 인구수가 많은 중국이나 인도의 경우 1인당 이산화탄소 배출량이 상대적으로 낮게 나타났으며 캐나다와 우리나라의 경우는 인구에 비해 이산화탄소를 많이 배출하는 것으로 예측할 수 있음

<표 3-6> 2010년 주요 국가별 교통부문 1인당 CO<sub>2</sub> 배출현황단위: kg CO<sub>2</sub>/인

국가	2010년	국가	2010년
미국	5,229	독일	1,780
중국	382	캐나다	4,975
러시아	1,707	영국	1,919
인도	138	한국	1,775
일본	1,748	이탈리아	1,787

자료: IEA, CO<sub>2</sub> Emissions from Combustion 2012

- 1998년에는 경제위기로 인하여 1인당 온실가스 배출량 15.2%가 감소하였음
- GDP백만원당 온실가스 배출량에서 2010년은 0.57tCO<sub>2</sub>eq./백만원으로 1991년 대비 58.7%가 감소하였는데 이유는 1인당 GDP가 급속하게 증가로 인하여 상대적으로 감소하는 것으로 나타남
- 다음 <표 3-7>은 우리나라의 배출관련 주요지표를 나타낸 것으로 2010년 기준으로 1인당 온실가스 배출량은 130.54tCO<sub>2</sub>eq./인으로 나타남
- GDP와 온실가스 배출량이 꾸준히 증가하면서 1인당 온실가스 배출량도 매년 증가하는 추세를 보이고 있음

&lt;표 3-7&gt; 우리나라 온실가스 배출 관련 주요지표

	온실가스 배출량 (백만tCO <sub>2</sub> eq.)	인구 (백만명)	GDP (10억원, 2000년 기준)	1인당 온실가스 배출량 (tCO <sub>2</sub> eq./인)	온실가스 배출량/GDP (tCO <sub>2</sub> eq./백만원)
1991	318.9	43.3	231,428	7.36	1.38
1992	345.1	43.7	263,993	7.90	1.31
1993	387.2	44.2	298,762	8.76	1.30
1994	409.7	44.6	349,973	9.19	1.17
1995	445.9	45.1	409,654	9.89	1.09
1996	489.0	45.5	460,953	10.75	1.06
1997	512.9	46.0	506,314	11.15	1.01
1998	437.4	46.3	501,027	9.45	0.87
1999	478.9	46.6	549,005	10.28	0.87
2000	512.0	47.0	603,236	10.89	0.85
2001	530.4	47.4	651,415	11.19	0.81
2002	548.4	47.6	720,539	11.52	0.76
2003	559.5	47.9	767,114	11.68	0.73
2004	566.9	48.0	826,893	11.81	0.69
2005	568.8	48.1	865,241	11.83	0.66
2006	575.4	48.4	908,744	11.89	0.63
2007	590.3	48.6	975,013	12.15	0.61
2008	604.1	48.9	1,026,452	12.35	0.59
2009	609.1	49.2	1,065,037	12.38	0.57
2010	668.8	49.4	1,173,275	13.54	0.57

자료: 온실가스종합정보센터(GIR), 통계청(e-나라지표)

- 교통부문에서 배출되는 온실가스 종류는 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs가 있으며 연료연소에 의한 배출은 CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O이고 이 중 이산화탄소가 99%정도로 대부분을 차지하고 있음

&lt;표 3-8&gt; 온실가스별 배출추이

단위: 백만tCO<sub>2</sub>eq

	CO <sub>2</sub> 배출량	CH <sub>4</sub> 배출량	N <sub>2</sub> O 배출량	HFCs 배출량	PFCs 배출량	SF6 배출량	총배출량
1990	254.90	30.00	11.34	0.98	0	0	296.13
1995	387.53	27.86	15.95	5.18	2.37	7.14	445.92
2000	443.12	27.35	19.61	8.44	2.24	11.33	512.01
2006	500.59	27.13	22.64	6.10	2.92	16.05	575.42
2007	522.11	26.98	13.77	7.36	3.13	16.90	590.26
2008	536.09	27.03	13.82	6.90	2.92	17.37	604.10
2009	541.74	26.79	13.82	5.88	2.28	18.56	609.07
2010	595.90	28.05	14.35	8.16	2.67	19.70	668.82

자료: 온실가스종합정보센터([www.gir.go.kr](http://www.gir.go.kr)), 온실가스통계

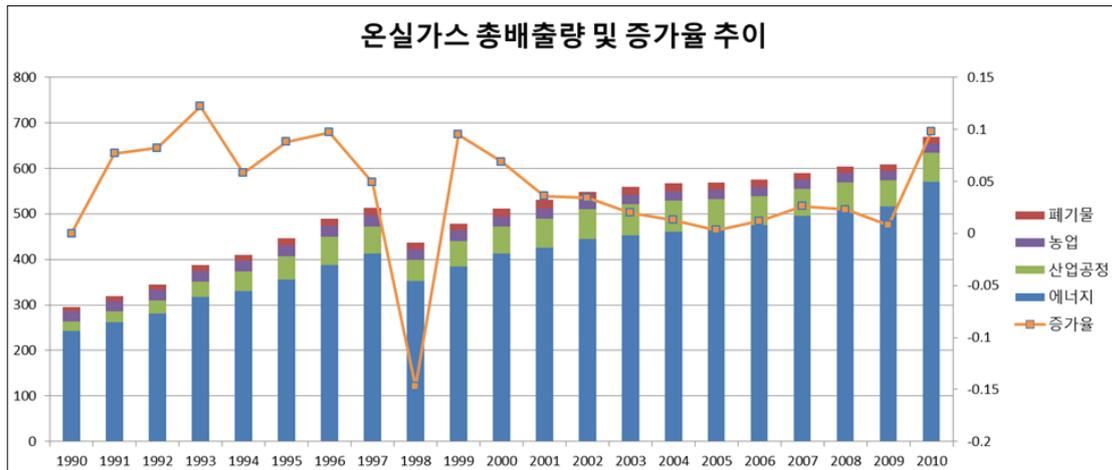
- 우리나라의 2010년 온실가스 배출량은 668.8백만tCO<sub>2</sub>로 2009년 609.0백만tCO<sub>2</sub>에 비해 약 5.97백만tCO<sub>2</sub>, 1.0%가 증가하였음
- 이 중 교통부문이 포함되어 있는 에너지 부문의 경우 2009년 대비 10.6% 증가하였으며, 총 배출량의 85.3%를 차지하였음. 우리나라 온실가스 배출량을 부문별로 살펴보면 다음 <표 3-9>과 같음

&lt;표 3-9&gt; 우리나라 온실가스 배출량

단위: 백만 tCO<sub>2</sub>, %

부 문	'90	'95	'00	'06	'07	'08	'09	'10	'90~'10 증가율
에너지	242.59	356.25	413	474.71	495.46	509.27	516.05	570.7	135.3%
비율	81.9%	79.9%	80.7%	82.5%	83.9%	84.3%	84.7%	85.3%	
산업공정	20.19	50.91	58.62	64.1	59.46	59.59	57.45	62.67	210.4%
비율	6.8%	11.4%	11.4%	11.1%	10.1%	9.9%	9.4%	9.4%	
농업	23.48	24.08	22.75	20.73	20.77	20.8	21.17	21.26	-9.5%
비율	7.9%	5.4%	4.4%	3.6%	3.5%	3.4%	3.5%	3.2%	
폐기물	9.86	14.67	17.64	15.89	14.57	14.44	14.4	14.18	43.8%
비율	3.3%	3.3%	3.4%	2.8%	2.5%	2.4%	2.4%	2.1%	
총배출량	296.13	445.92	512.01	575.42	590.26	604.1	609.07	668.82	125.9%

자료: 온실가스종합정보센터, 국가 온실가스 배출량 공표(1990년~2010년) 자료



<그림 3-2> 온실가스 총배출량 및 증가율 추이

- 교통부문의 온실가스 배출량은 2009년도 기준으로 에너지 부문에서 16.0%를 차지하고 있으며 90년도와 대비해서 133.3%만큼 증가하였음
- 현재 산정되고 있는 에너지 부문의 온실가스 배출량을 살펴보면 <표 3-10>과 같음
- 에너지 총부문은 2008년도 대비해서 2009년에 1.2% 증가하여 515.8백만 tCO<sub>2</sub> 배출되었음
- 정부의 여러 가지 에너지 감축정책 시행으로 인해서 교통 및 산업분야의 증가율이 감소하고 있음

<표 3-10> 에너지부문 온실가스 배출량

단위: 백만 tCO<sub>2</sub>, %

부 문	'90	'95	'00	'06	'07	'08	'09	'90~'09 증가율
전환	48.8	95.8	137	187.2	198.2	211.1	228.4	368.0%
비율	20.1%	26.7%	33.0%	39.3%	40.0%	41.4%	44.3%	
산업	77	115.2	129.6	136	144.6	150	140.8	82.9%
비율	31.7%	32.1%	31.2%	28.5%	29.2%	29.4%	27.3%	
교통	35.4	66.5	70.4	82.7	84	81.8	82.6	133.3%
비율	14.6%	18.5%	17.0%	17.4%	16.9%	16.1%	16.0%	
가정상업 및 공공기타	76.5	78.6	73.4	64.4	62.3	59.9	57.6	-24.7%
비율	31.5%	21.9%	17.7%	13.5%	12.6%	11.8%	11.2%	
탈루성	5.4	3.2	4.4	6.2	6.7	6.8	6.4	18.5%
비율	2.2%	0.9%	1.1%	1.3%	1.4%	1.3%	1.2%	
총배출량	243.1	359.3	414.8	476.5	495.8	509.6	515.8	112.2%

자료: 국가에너지통계종합정보시스템 (www. kesis. net)

- <표 3-11>는 에너지 부문에서 산업별로 구분하여 온실가스 배출량을 구분하였는데 2009년에 전환은 50.5%, 산업은 31.1%이고 교통부문은 18.3%로 나타났음
- 에너지 부문에서 교통부문은 1990년 35.4백만톤 CO<sub>2</sub> eq. 대비해서 2009년에는 82.6백만톤 CO<sub>2</sub> eq. 으로 53.6%가 증가하였음

&lt;표 3-11&gt; 에너지부문 산업별 온실가스 배출량

단위: 백만톤 CO<sub>2</sub> eq.

연도	소계	전환		산업		교통		가정상업 공공기타		탈루성	
		배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)	배출량	비중 (%)
1990	243.1	48.8	20.1	77.0	31.7	35.4	14.6	76.5	31.5	5.4	2.2
1991	184.2	56.0	30.4	89.5	48.6	38.7	21.0	73.3	39.8	4.9	2.7
1992	205.9	64.4	31.3	97.3	47.3	44.2	21.5	71.8	34.9	4.2	2.0
1993	234.7	72.2	30.8	106.8	45.5	55.7	23.7	73.7	31.4	3.7	1.6
1994	255.2	86.2	33.8	111.3	43.6	58.5	22.9	72.4	28.4	3.5	1.4
1995	275.9	95.8	34.7	115.2	41.8	66.5	24.1	78.6	28.5	3.2	1.2
1996	303.3	111.6	36.8	122.8	40.5	68.9	22.7	82.7	27.3	3.5	1.2
1997	327.0	124.5	38.1	128.2	39.2	74.3	22.7	84.2	25.7	3.9	1.2
1998	285.3	108.1	37.9	119.2	41.8	58.0	20.3	66.1	23.2	3.6	1.3
1999	305.5	117.9	38.6	124.9	40.9	62.7	20.5	76.3	25.0	4.1	1.3
2000	336.6	137.0	40.7	129.6	38.5	70.4	20.9	73.4	21.8	4.4	1.3
2001	350.5	147.3	42.0	130.0	37.1	73.2	20.9	72.6	20.7	4.6	1.3
2002	369.5	155.7	42.1	135.6	36.7	78.2	21.2	72.3	19.6	4.8	1.3
2003	378.9	160.1	42.3	137.8	36.4	81.3	21.5	70.7	18.7	5.0	1.3
2004	390.1	173.7	44.5	135.3	34.7	81.1	20.8	67.0	17.2	5.7	1.5
2005	394.0	177.5	45.1	134.6	34.2	82.2	20.9	69.6	17.7	5.9	1.5
2006	405.8	187.2	46.1	136	33.5	82.7	20.4	64.4	15.9	6.2	1.5
2007	426.8	198.2	46.4	144.6	33.9	84.0	19.7	62.3	14.6	6.7	1.6
2008	442.9	211.1	47.7	150.0	33.9	81.8	18.5	59.9	13.5	6.8	1.5
2009	452.1	228.4	50.5	140.8	31.1	82.6	18.3	57.6	12.7	6.4	1.4

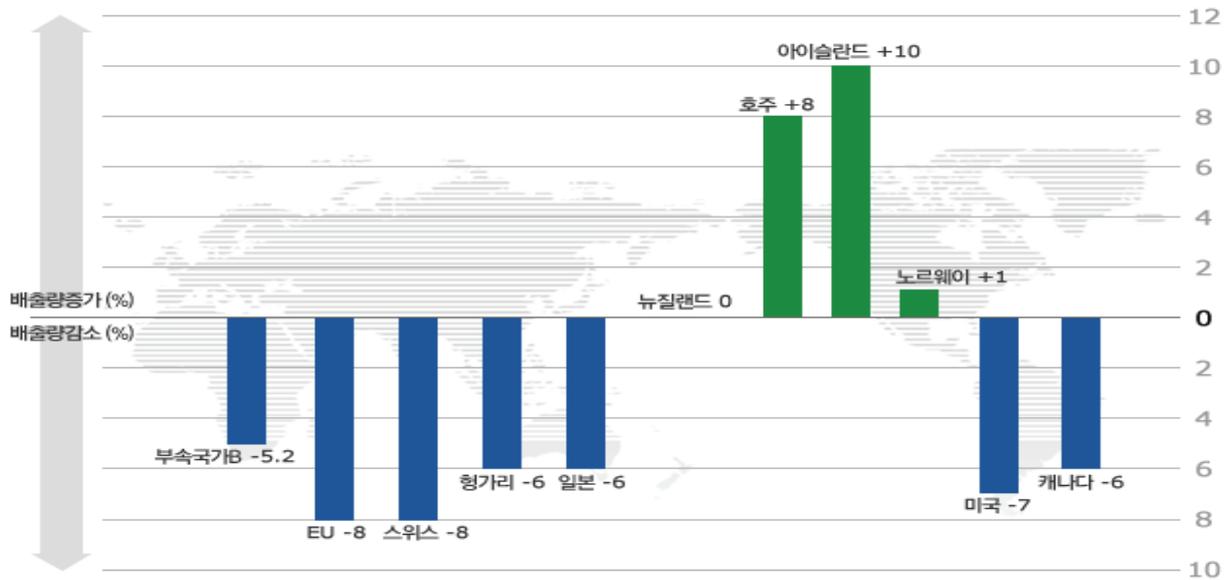
자료: 국가에너지통계종합정보시스템, 에너지부문 온실가스 배출추이

### 3. 온실가스 관련 동향

#### 가. 국제 동향

- 기후변화협약(UNFCCC)<sup>1)</sup>
  - 지구온난화에 따른 기후변화에 적극 대처하기 위해 국제사회는 1988년 UN총회 결의에 따라 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 ‘기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)’를 설치하였고, 1992년 유엔환경개발회의(UNCED)에서 기후변화협약(UNFCCC)를 채택하였음
  - 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입함
  - 지구온난화 방지를 위하여 모든 당사국이 참여하되, 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국은 차별화된 책임을 지도록 협의함
  - 모든 당사국은 지구온난화 방지를 위한 정책 및 조치, 국가 온실가스 배출통계가 수록된 국가보고서를 UN에 제출해야함
- 기후변화협약에 관한 감축 구속력을 강화하기 위하여 1990년도 배출량 대비 평균 5.2%를 감축하는 교토의정서가 2005년 2월 공식발효 됨
  - 공동이행제도(Joint Implementation)란 선진국이 다른 선진국에 투자하여 얻은 온실가스 감축분을 감축실적으로 인정하는 제도임
  - 청정개발체제(Clean Development Mechanism)란 선진국이 개도국에 투자하여 얻은 감축분을 선진국의 감축실적으로 인정하는 제도임
  - 배출권거래제도(Emission Trade)는 온실가스 감축의무가 있는 국가들에 배출쿼터를 부여한 후 동 국가간 배출쿼터의 거래를 허용하는 제도임
- <그림 3-3>은 교토의정서의 주요 내용과 각 국가별 감축목표를 보여주고 있음
  - 목표량은 국가마다 다르며 유럽연합은 8%, 미국은 7%, 일본과 캐나다는 6%를 줄여야함. 호주는 8%, 아이슬란드는 10%이상 증가해서는 안 됨
  - 단, 유럽연합은 15개 회원국이 공동으로 목표량을 달성하되 회원국간의 분담내용은 따로 정하게 됨(EU Bubble)
  - 러시아의 경우는 1990년도 배출량 수준을 유지하면 되나 대부분의 국가가 온실가스 배출량이 해마다 늘어나므로 약 20년 전 수준 이하로 하기 위해서는 실제 배출량에서 20-30%를 감축해야하는 실정임

1) 자료: 기후변화홍보포털(www.gihoo.or.kr)



주: 교토의정서에 명시된 주요 국가의 제1차 공약기간 감축목표임 (1990년 배출량 대비)  
 자료: 기후변화홍보포털 (www.gihoo.or.kr)

<그림 3-3> 주요국가별 온실가스 감축 목표량

- <표 3-12>는 선진국들의 주요 전략 및 세부내용에 대해 보여주고 있음

<표 3-12> 교토의정서의 주요 내용

목표 년도(3조)	2008년~2012년	
감축대상 온실가스	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , NO <sub>2</sub> : 1990년 기준	
기준 년도(3조)	HFCs, PFCs, SF <sub>6</sub> : 1990년 또는 1995년 기준	
온실가스 감축목표	-8%	유럽연합, 동유럽, 스위스
	-7%	미국
	-6%	일본, 캐나다, 헝가리, 폴란드
	-5%	크로아티아
	0%	뉴질랜드, 러시아, 우크라이나
	1%	노르웨이
	8%	호주
	10%	아이슬란드
흡수원(3조)	1990년 이후의 조림, 재조림, 벌채 등에 의한 흡수원 (sink)의 변화 인정	
공동달성(4조)	복수의 국가가 감축목표를 공동 달성하는 것을 허용 (EU버블)	
공동이행(6조)	부속서 I 국가 간의 공동 프로젝트 실시로 감축분 획득	
청정개발체제(12조)	부속서 I 국가와 비부속서 I 국가의 공동프로젝트 실시로 감축분 획득	
국제배출권거래(17조)	선진국 간에 감축 할당량의 거래	
발효조건(25조)	① 55개국 이상이 비준	
	② 비준국들이 90년도 부속서 I 국가의 온실가스 배출총량의 55% 차지	
	③ 비준이 끝난 시점에서 90일 이후에 발표	

자료: 에너지경제연구원, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략 수립에 관한 연구(제2차년도)-기후변화협약 대응을 위한 교토 메카니즘 기반구축과 정책 및 조치』, 2005. 8.

&lt;표 3-13&gt; 주요 선진국의 기후변화협약 관련 대책

국가	기후변화방지대책
EU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교토의정서에 의한 1차 공약기간 이전부터 온실가스 감축을 위한 노력 지속</li> <li>· 2005-2007년까지 EU내에서 배출권거래제도 시행 후 2단계 배출권거래제 시행중</li> <li>- EU "Energy and Climate package" 발표(2008)</li> <li>· 2020년까지 1990년 기준 배출량 20% 감축, 신재생에너지 비율 20% 확대 및 에너지 효율 개선 촉진</li> <li>· EU 집행위는 '20년까지 EU의 온실가스 배출량을 '90년 대비 최소 20%, 여타 선진국 동참 시 30%까지 감축하겠다는 정책 기조 설정</li> <li>· 2050년까지 60-80%감축(전 지구적으로 50%감축)</li> </ul>
영국	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2020년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 80% 감축 설정(2007. 11)</li> <li>· UK climate Change Bill 상원통과(2008. 3)</li> </ul>
미국	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 2012년까지 온실가스배출집약도(온실가스 배출량/GDP)를 18%까지 낮춘다는 자체 목표 수립 시행</li> <li>- 동북부(RGGI)와 서부(WCI)의 주를 중심으로 배출권거래제 시행 준비 중</li> <li>- 2025년까지 배출량 증가억제를 목표로 설정</li> <li>- Lieberman-Warner's Act 상원 환경위 통과(2007. 12)</li> <li>· 2050년까지 2005년 대비 70% 감축, Cap &amp; Trade 도입 등</li> <li>- 2017년까지 휘발유 소비량 20% 감축을 위한 대체에너지 비중 확대(3%→15%) 등 대책 발표(2007. 1)</li> <li>· 캘리포니아주는 온실가스 배출을 2020년까지 25% 감축하는 법안 제정(2006년) 그 밖에 버몬트, 뉴욕 등 29개 주에서 온실가스 감축 목표 수립</li> </ul>
일본	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 본지구 온난화 대책의 추진에 관한 법률 제정(1998) 및 개정(2006)</li> <li>· 내각총리를 본부장으로 하는 「지구온난화대책 추진본부」운영 중</li> <li>· 2050년까지 현재수준에서 60-80%의 온실가스 배출량 감축을 설정</li> <li>· 2008년 말까지 국내 배출권거래제 시범사업 도입을 공표(2008. 06)</li> </ul>
중국	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 『National Climate Change Programme』 발표(2007. 6)</li> <li>· 2010년까지 2005년 대비 GDP당 에너지 소비량 20% 감축, 2020년까지 30% 추가 감축 신재생에너지 10% 확대 목표 설정</li> </ul>
멕시코	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 『National Climate Change Programme』 발표(2007. 5)</li> <li>· 주요 산업별로 2007년~2014년까지 약 1억CO<sub>2</sub> 톤 감축잠재량 제시</li> </ul>

자료: 기후변화홍보포털-기후변화대책 (www. gihoo. or. kr)

## 나. 우리나라 동향

- 우리나라는 비의무감축국이나, 국제사회에서의 온실가스 배출량 감축의무가 요구되고 있어 2009년 11월에 2020년 BAU 대비 30%를 자발적으로 감축하는 계획을 국제사회에 선언하였음
  - 이를 달성하기 위해 에너지 및 온실가스 목표관리제를 실시하고, 2010년 6월 말까지는 부문별 및 업종별 감축량을 확정하여 고시할 예정임
- 현재까지 추진되고 있는 우리나라 온실가스 감축 전략 및 종합대책 세부 내용은 <표 3-14>에 정리되어 있으며 <표 3-15>은 교통부문에 대해 요약이 되어있음

<표 3-14> 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책

대분류	중분류	세분류
협약 이행기반 구축사업	협상기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 적정 의무부담 참여방식 및 협상 대응논리 개발</li> <li>· 의무부담협상에 대비 국제 공조 강화</li> <li>· 기후변화관련 국제기구에 전문가 진출지원 강화</li> </ul>
	온실가스 관련 통계·분석 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국가 온실가스 배출통계 체계 구축</li> <li>· 업종별·기기별 배출통계 DB 구축</li> <li>· 온실가스 저감 잠재량 분석 평가</li> <li>· 온실가스 감축실적 등록 및 관리</li> </ul>
	온실가스 감축관련 연구개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 중대형 에너지절약 기술개발</li> <li>· 고효율 수소에너지 제조·저장·이용기술 개발</li> <li>· 신재생 에너지 기술 개발</li> <li>· 조력, 조류, 파력 등 해양에너지 기술개발</li> <li>· 고연비 저공해 자동차 개발</li> <li>· 제4세대 원자력 개발</li> <li>· 차세대 초전도 응용기술 개발</li> <li>· 이산화탄소 저감 및 처리기술 개발</li> <li>· 축산분뇨 자원화 연구</li> <li>· 음식물 쓰레기 퇴비화 연구</li> <li>· 기후변화대응 차세대 환경기술 개발</li> <li>· CO<sub>2</sub> 해양처리기술 개발사업</li> <li>· 온실가스 분리이용 상용화 기술 등 개발</li> </ul>

&lt;표 3-14&gt; 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책(계속)

대분류	중분류	세분류
협약 이행기반 구축사업	기후변화협약 대응 관련 교육·홍보	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일반국민 및 산업계 대상 교육·홍보 강화</li> <li>· 초·중·고 교육과정에 관련내용 반영 및 교육 강화</li> <li>· 기후변화협약 특성화 대학원 지원</li> <li>· 업종별 대책반 운영 및 자체 감축계획 수립·추진 지원</li> <li>· 산업계 조기감축활동 인정</li> <li>· 지자체 기후변화대책 추진지원</li> </ul>
	교토메커니즘 활용기반 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 청정개발사업 적극적 활용 및 기후변화 협약 전문기업 육성</li> <li>· 흡수원 활용기반 구축</li> <li>· 온실가스 배출권거래제 도입 방안 수립</li> </ul>
부문별 온실가스 감축사업	통합형 에너지 수요 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 자발적 협약의 지속적 확대</li> <li>· 에너지관리 진단·지도 강화</li> <li>· 에너지절약전문기업(ESCO) 사업 확대</li> <li>· 에너지절약시설 투자 지원 확대</li> <li>· E-Top 프로그램 추진</li> <li>· 공공기관 에너지소비 총량제 실시</li> <li>· 산업공정상 온실가스 감축지원</li> </ul>
	교통·교통부문 에너지 관리	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공차율 저감시스템 구축(화물자동차 운송기행사업 제도)</li> <li>· 통행료 전자지불시스템(ETCS) 구축</li> <li>· 첨단도로교통체계(ITS) 구축</li> <li>· 간선급행버스(BRT) 도입</li> <li>· 자동차 공회전 규제 강화</li> <li>· 하이브리드 등 무저공해자동차 보급 확대</li> <li>· 경차보급 확대</li> </ul>

&lt;표 3-15&gt; 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책

구 분	저감 대책
1차 (1999년-2001년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 연비개선 자동차 보급               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 자동차 CO<sub>2</sub> 배출기준(안) 마련</li> </ul> </li> <li>- 경차보급을 확대하고 대체연료 자동차개발을 가속화</li> <li>- 내항 해운 및 철도교통 분담율을 제고하고 종합물류 정보망을 구축함으로써 교통 부문에서의 효율제고</li> <li>- 대중교통대책</li> <li>- 교통원활화를 위하여 교통수요관리(TDM)시책을 강화하고 지능형 교통시스템(ITS) 도입을 추진</li> <li>- 환경보전형 교통정책 및 국토·도시계획의 수립 추진</li> </ul>
2차 (2002년-2004년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가기간 교통망 및 교통수요의 효율적 관리               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 교통분담구조의 개선</li> <li>· 교통혼잡구간의 정비</li> <li>· 지하철, 경전철 등 도시철도망 확충</li> <li>· 교통수요관리 종합대책의 강력한 시행</li> <li>· 사업용 차량의 공회전 규제 도입</li> <li>· 승용차 자율운행제도 실시 검토</li> </ul> </li> <li>- CNG 차량 및 경차 보급 촉진               <ul style="list-style-type: none"> <li>· CNG 버스 운행확대</li> <li>· 경차보급 확대</li> <li>· 디젤승용차의 개발 지원</li> </ul> </li> <li>- 종합물류정보망 구축 및 물류장비 표준화               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 종합물류정보망 구축</li> <li>· 물류 표준화 추진계획 수립</li> </ul> </li> </ul>
3차 (2005년-2007년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 화물운송의 직거래와 공동 운송을 유도하는 화물자동차 운송가맹사업제도 운영</li> <li>- 무정차 상태에서 자동정수하는 고속도로 통행료 전자지불시스템(ETCS)을 구축하고, 실시간으로 교통 정보를 제공하는 첨단도로교통체계(ITS) 구축</li> <li>- 대중교통 이용률 확대를 위하여 간선급행버스를 도입하고, 전용차로와 지능형 교통체계(ITS) 등을 확대</li> <li>- 하이브리드 차량 등 무·저공해 자동차와 경차보급 확대를 위한 각종세제 감면 등 지원</li> <li>- 자동차공회전 규제 강화</li> </ul>
4차 (2008년-2012년)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자동차 에너지효율 개선 및 대중교통체계 개편(교통·물류)               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 첨단도로교통체계(ITS)의 도입·확충에 따른 효율적 교통운영으로 지정체(遲停滯)에 따른 배기가스 감축</li> <li>· 자동차 온실가스 저감을 통해 2012년까지 0.6백만 CO<sub>2</sub>톤 감축</li> <li>· 자동차·항공기 온실가스 배출규제 검토(EU 등 국제수준 고려)</li> <li>· 청정연료를 사용하는 친환경자동차 보급(2012년까지 하이브리드자동차 7,920대, 연료전지자동차 1,750대, 천연가스 버스 및 청소차를 각각 13,080대·1,122대 보급)</li> </ul> </li> <li>- 친환경·고효율 그린카(Green Car)를 신성장동력으로 집중 육성               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 그린카 보급 확대를 위한 사회 기반시설 구축 및 실증사업 지원</li> </ul> </li> <li>- 철도·자전거 등 친환경교통수단 확대와 간선급행체계 등 新대중교통체계 도입을 통한 대중교통 이용 활성화               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 저탄소친화형 교통수단인 철도 우선의 교통정책 추진</li> <li>· 철도교통분담율을 2019년까지 2배 수준으로 제고</li> <li>· 철도의 복선화와 전철화 지속적 추진 및 고속화를 통한 철도 경쟁력 강화</li> <li>· 연계교통네트워크 구축과 물류시설과 장비 등 철도물류 취급시설 확충 및 접근성 제고</li> <li>· KTX 고속특송, EDI(Electronic data interchange) 연계 운송정보 제공 시스템 등 고품격 철도물류 서비스 개발</li> </ul> </li> <li>- 지속가능 물류 정책 추진을 위한 법적·제도적 장치 마련</li> <li>- 탄소시장 활성화 추진               <ul style="list-style-type: none"> <li>· 배출권거래제 도입</li> </ul> </li> </ul>

#### 4. 온실가스 산정의 문제점

- 현재 수행되고 있는 온실가스 배출량 산정은 산업부문에서 중분류까지 구분되어 있고 소분류 업종으로는 산정이 되지 않기 때문에 정부의 구체적인 정책시행 및 온실가스 계획을 수립하는 데 있어 수단별 업종을 세분화하여 산정할 필요가 있음
- 향후에 온실가스 배출량 감축을 위하여 정책시행 및 세부적인 지침을 제공하기 위하여 지역별·연도별·교통수단별 등의 기초적인 시계열 자료가 필요하고 구체적인 온실가스 배출에 대한 통제가 용이하지 않음<sup>2)</sup>
- 본 연구의 온실가스 배출량 산정방법론은 Tier 1방법을 활용하여 온실가스를 산정하고 있기 때문에 보다 정확한 산정을 위한 방법론의 적용이 필요함
  - Tier 1방법론은 유종별 연료사용량과 유종별 배출계수를 활용하여 온실가스 배출량을 산정하기 때문에, 보다 정확한 산정을 위해서는 다양한 특성자료들이 필요하며 이와 관련된 자료에 대한 DB를 구축하는 것이 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
- 한편 Tier 1보다 높은 단계(Tier 2, Tier3)의 온실가스 배출량 산정방법론을 적용하기 위해서는 국가고유배출계수 혹은 차량의 운행조건 등과 같은 다양한 활동자료(activity data)를 구축해야 함
  - 통행량, 속도, 연비 등과 같은 교통관련 활동자료에 대한 DB 구축은 많은 비용과 시간이 필요함
  - 또한 국내의 경우 Tier 3에 대한 온실가스 배출량 산정방법론 적용에 대한 기존방법과의 차별성에 관한 연구 역시 부족한 실정이기 때문에 이 부분에 대한 추가적 노력이 필요함

2) 국가교통DB센터에는 2007년 이후 지역별·수단별 온실가스 배출량 자료를 구축하여 매년 발표하고 있었지만 2007년 이전의 자료는 구축되어 있지 않음

## 제2절 에너지 사용 현황

### 1. 에너지 사용 현황

#### 가. 국내 에너지 사용 현황

- 국내 에너지 사용 현황은 국가에너지 수급통계 의한 에너지공급 기준으로 작성된 2012년도 에너지통계연보(에너지경제연구원, 2013년) 및 국내 석유수급 및 유통과 관련된 주요정보를 수록한 2011년도 석유류 수급통계(한국석유공사, 2012년) 등의 기초자료를 활용하여 국내 에너지사용 동향 및 현황을 파악하였음

#### 1) 전체에너지 사용량

- 전체 에너지 소비에서 1차 에너지<sup>3)</sup>와 최종 에너지<sup>4)</sup>를 살펴보면 2011년 1차 에너지 275.7백만TOE<sup>5)</sup>, 최종에너지는 205.9백만TOE로 나타나 전년도 대비 각각 4.5%, 5.3% 증가하였음.

<표 3-16> 전체 에너지 소비량

단위: 천TOE

구 분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
에너지 소비량	1차 에너지	181,363	192,887	198,409	208,636	215,067	220,238	228,622	233,372	236,454	240,752	243,311	263,805	275,688
	전년대비 증가율	9.3%	6.4%	2.9%	5.2%	3.1%	2.4%	3.8%	2.1%	1.3%	1.8%	1.1%	8.4%	4.5%
	최종 에너지	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,099	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	195,587	205,864
	전년대비 증가율	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.3%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	7.4%	5.3%

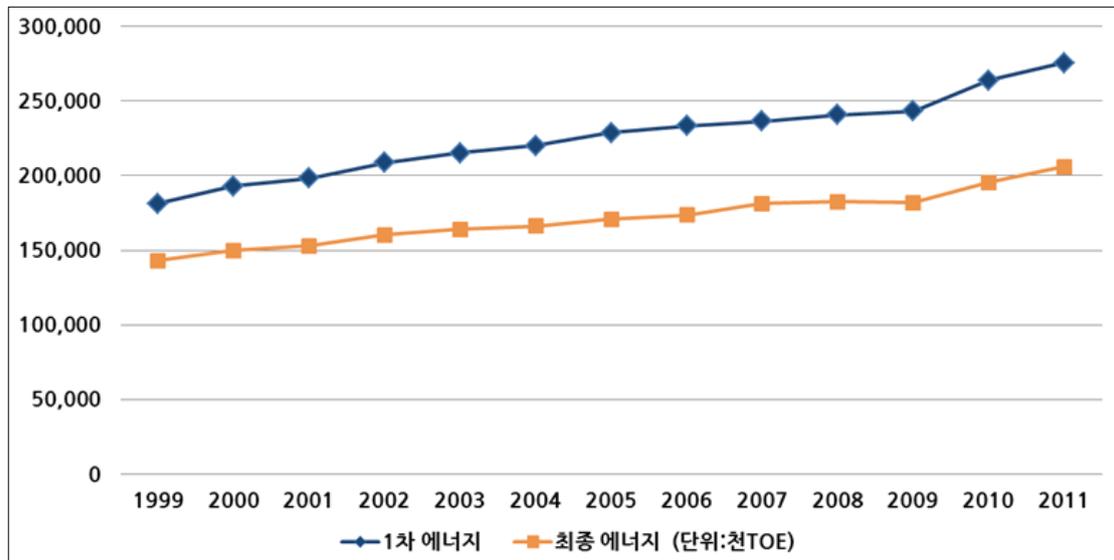
자료: 지식경제부, 에너지통계연보 2012

3) 1차에너지 : 에너지원 중 천연자원 상태에서 공급되는 에너지로 석유, 석탄, 천연가스등이 있음

4) 최종에너지: 최종 소비부문의 에너지 이용설비에 알맞은 형태로 사용되는 에너지로서, 1차에너지 중 일정한 전환과정을 거쳐서 다른 형태의 에너지로 전환된 것으로 전력, 도시가스, 석유제품 등 이 있음

5) TOE( Ton of Oil Equivalent ): 석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지임

- 1차 에너지, 최종에너지 소비 추이를 보면 1999년 이후 꾸준한 증가 추이를 보이며, 1999년 이후 각각의 연평균 증가율은 1차 에너지 3.6%, 최종에너지 3.1%의 증가율을 보임



<그림 3-4> 전체 에너지 소비량 추이

## 2) 부문별 최종에너지 사용량

- 2011년 부문별 최종에너지 소비를 보면 산업부문 126.9백만TOE(61.6%), 교통부문 36.9백만TOE(17.9%), 가정/상업부문 37.5백만TOE(18.2%)의 순으로 나타남
- 전체 에너지 소비의 61.6%(2011년)을 차지한 산업부문의 에너지 소비 추이를 보면 1998년 이후 연평균 4.0%의 증가율을 나타냄
- 교통부문의 에너지 소비는 전체 에너지 소비량에 17.9%(2011년)을 차지하였고, 1998년 이후 연평균 2.7%의 증가율을 보임
- 에너지 소비의 가장 큰 증가율을 보인 2010년에는 전년 대비하여 산업부문은 116,910천 TOE로 10.1%의 증가율을 보였고 최종에너지는 195,587천TOE로 7.4%의 증가추세를 보임

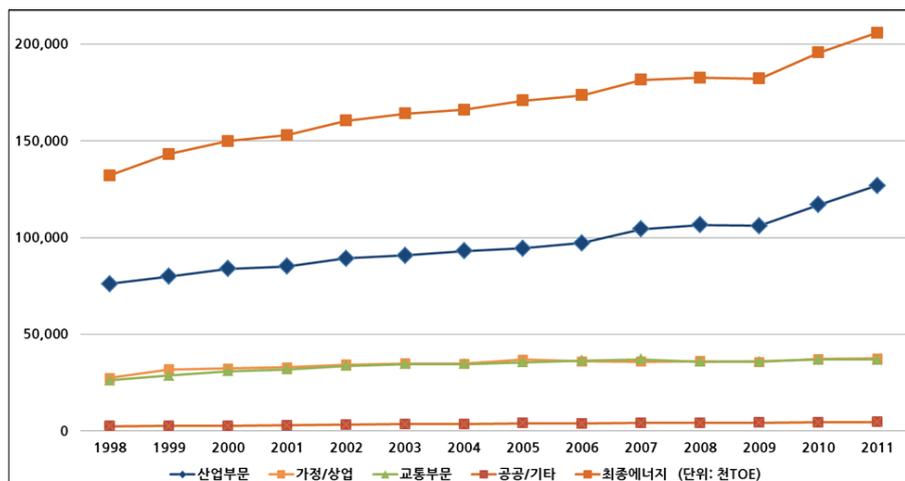
&lt;표 3-17&gt; 부문별 최종에너지 소비

단위: 천TOE

구분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
산업부문	76,039	79,858	83,912	85,158	89,197	90,805	92,992	94,366	97,235	104,327	106,458	106,119	116,910	126,886
전년대비 증가율	-2.4%	5.0%	5.1%	1.5%	4.7%	1.8%	2.4%	1.5%	3.0%	7.3%	2.0%	-0.3%	10.1%	8.5%
가정/상업 부문	27,418	31,929	32,370	32,893	34,299	34,965	34,807	36,861	35,986	35,916	36,225	35,722	37,256	37,542
전년대비 증가율	-17.1%	16.5%	1.4%	1.6%	4.3%	1.9%	-0.5%	5.9%	-2.4%	-0.2%	0.9%	-1.4%	4.2%	0.7%
교통부문	26,184	28,625	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875
전년대비 증가율	-14.8%	9.3%	8.1%	3.1%	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.8%	-0.2%
공공기타 부문	2,487	2,648	2,625	2,989	3,191	3,593	3,595	4,068	3,836	4,144	4,100	4,295	4,483	4,560
전년대비 증가율	-8.4%	6.5%	-0.9%	13.9%	6.8%	12.6%	0.1%	13.2%	-5.7%	8.0%	-1.1%	4.8%	4.3%	1.7%
최종에너지 소비 합계	132,128	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,009	170,854	173,548	181,455	182,576	182,066	195,587	205,864
전년대비 증가율	-8.5%	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.2%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	7.4%	5.2%

자료: 지식경제부, 에너지통계연보 2012

- 산업부문의 부문별 최종에너지 추이는 2010년에 10.1%의 가장 큰 증가율을 보였으며 1998년 이후에 대부분 증가추세를 보임
- 연평균 증가율은 공공/기타부문이 4.8%로 가장 높았으며 산업부문은 4.0%, 가정/상업부문은 2.7%, 교통부문은 연평균 2.7%의 증가율을 보임
- 부문별 최종에너지 추이를 보면 가정/상업부문과 교통부문의 최종에너지 소비량은 유사한 패턴을 보임



&lt;그림 3-5&gt; 부문별 최종 에너지 소비 추이

나. 국내 교통부문 에너지 사용량 현황

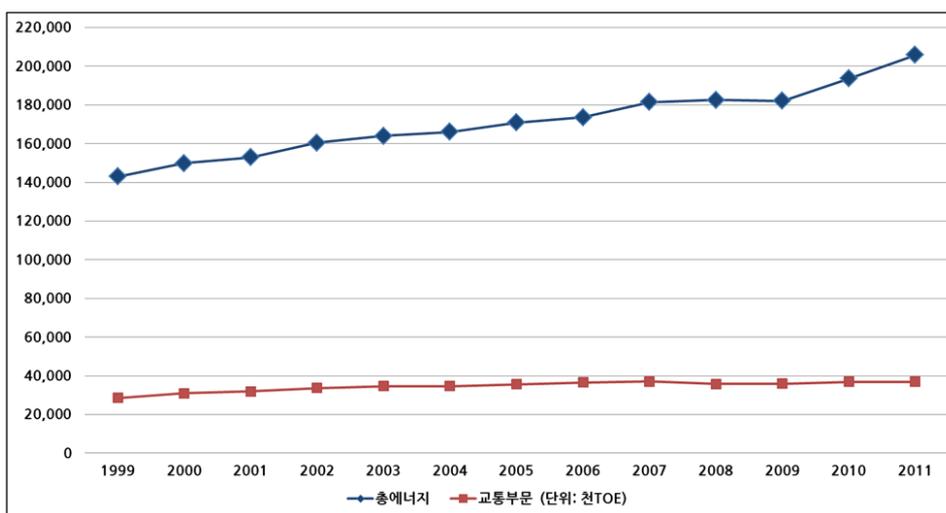
- <표 3-18>는 전체 에너지 소비량과 교통부문 소비량 추이에 대한 내용을 나타내고 있음
- 총 에너지 소비량 대비 교통부문의 에너지 소비량은 2000년 이후 21.12%의 비중을 차지하고 있음
- 1999년 이후 총에너지 소비량은 연평균 증가율이 3.1%로 꾸준히 증가하여 2011년 205,864천TOE였으며 교통부문의 에너지 소비량은 2011년 36,875천TOE로 소비량은 증가하였지만 증가율은 감소하면서 연평균 증가율은 2.1%를 나타내었음

<표 3-18> 전체 에너지 소비 및 교통부문 소비량 추이

단위: 천TOE

구분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
총에너지 소비량	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,099	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,587	205,864
전년대비 증가율	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.3%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	6.3%	6.3%
교통부문 소비량	28,625	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875
전년대비 증가율	9.3%	8.1%	3.1%	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.81%	-0.17%
교통부문 비중	20.01%	20.65%	20.86%	21.04%	21.12%	20.84%	20.81%	21.04%	20.43%	19.6%	19.7%	19.1%	17.9%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템<에너지통계>에너지통계연보>부문별 최종에너지소비



<그림 3-6> 총 에너지 소비량과 교통부문 소비량

## 1) 교통부문 총 에너지 소비량

- 2011년 교통부문의 에너지 사용은 36.9백만TOE이며 2010년 대비 0.2% 감소
- <표 3-19> 교통부문의 총 에너지 소비량에 대한 내용을 나타내고 있음

&lt;표 3-19&gt; 교통부문 총 에너지 소비량

단위: 천TOE

구분	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계 소비량	28,625	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875
증가율	-	8.1%	3.1%	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.8%	-0.2%
석유제품 소비량	28,476	30,770	31,708	33,488	34,286	34,160	34,983	35,780	36,149	34,642	34,529	35,282	35,172
증가율	-	8.1%	3.0%	5.6%	2.4%	-0.4%	2.4%	2.3%	1.0%	-4.2%	-0.3%	2.2%	-0.3%
전력 소비량	-	-	7	80	146	237	339	475	615	777	960	1,112	1,174
증가율	-	-	-	1042.9%	82.5%	62.3%	43.0%	40.1%	29.5%	26.3%	23.6%	15.8%	5.6%
도시가스 소비량	149	175	194	195	200	213	224	218	209	196	187	188	193
증가율	-	17.4%	10.9%	0.5%	2.6%	6.5%	5.2%	-2.7%	-4.1%	-6.2%	-4.6%	0.5%	2.7%
기타 소비량	-	-	-	-	-	5	13	54	95	178	254	357	336
증가율	-	-	-	-	-	-	160.0%	315.4%	75.9%	87.4%	42.7%	40.6%	-5.9%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템(에너지통계)에너지통계연보) 부문별 최종에너지소비&gt;수송

- <표 3-20>은 교통부문(육상, 철도, 해운, 항공)의 수단별 에너지 소비량을 나타내고 있으며, 2001년부터 1.8%의 연평균 증가율을 보이고 있음. 2011년 도로의 경우 교통 부문의 80.5%로 29,672천TOE를 차지하고 있음

&lt;표 3-20&gt; 교통부문 수단별 에너지 소비량

단위: 천TOE, %

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	31,909	33,763	34,633	34,616	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938	36,875
증가율	-	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.8%	-0.2%
도로	24,841	26,485	27,419	27,685	28,144	28,588	29,195	28,532	29,030	29,820	29,672
증가율	-	6.6%	3.5%	1.0%	1.7%	1.6%	2.1%	-2.3%	1.7%	2.7%	-0.5%
철도	535	536	549	511	505	474	441	424	388	383	371
증가율	-	0.2%	2.4%	-6.9%	-1.2%	-6.1%	-7.0%	-3.9%	-8.5%	-1.3%	-3.1%
해운	4,317	4,434	4,477	4,120	4,092	4,437	4,235	3,762	3,321	3,282	3,366
증가율	-	2.7%	1.0%	-8.0%	-0.7%	8.4%	-4.6%	-11.2%	-11.7%	-1.2%	2.6%
항공	2,216	2,309	2,188	2,300	2,819	3,028	3,197	3,074	3,191	3,453	3,467
증가율	-	-	-	-	22.6%	7.4%	5.6%	-3.8%	3.8%	8.2%	0.4%

자료: 국가에너지통계종합정보시스템(www.kesis.net) 에너지수급밸런스

## 2) 교통부문 수단별 에너지 소비량

- <표 3-21>~<표 3-24>은 교통수단별 에너지 소비량에 대해 배럴(BBL)단위로 유종별 및 부문별로 구분하여 보다 상세하게 나타내고 있음

## ① 육상부문

- 육상부문은 2011년 주요 에너지 소비는 전체 214.8백만bbl로서 2010년 대비 19.0%로 감소 추이를 나타냄
  - 육상부문에서 주요 유종으로는 경유 100.8백만bbl(47%) 휘발유 67.4백만bbl (31.4%), LPG 46.2백만bbl(21.5%)로 순으로 소비되어 경유가 가장 많은 양이 소비되고 있음

&lt;표 3-21&gt; 육상운수부문 에너지 소비량

단위: 천bbl

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	184,995	196,517	202,658	203,950	206,559	208,999	216,526	210,309	212,608	265,199	214,780
증가율	-	6.2%	3.1%	0.6%	1.3%	1.2%	3.6%	-2.9%	1.1%	24.7%	-19.0%
휘발유	59,467	60,333	57,842	55,587	56,928	57,396	60,432	60,896	63,729	66,815	67,447
증가율	-	1.5%	-4.1%	-3.9%	2.4%	0.8%	5.3%	0.8%	4.7%	4.8%	0.9%
등유	107	185	166	87	71	56	38	47	45	72	80
증가율	-	73.4%	-10.3%	-47.8%	-18.3%	-20.6%	-32.5%	23.4%	-4.1%	58.9%	11.2%
경유	88,798	96,816	103,875	106,125	106,229	106,793	108,482	101,623	99,727	100,913	100,846
증가율	-	9.0%	7.3%	2.2%	0.1%	0.5%	1.6%	-6.3%	-1.9%	1.2%	-0.1%
경질중유	25	20	17	7	34	15	14	13	28	33	40
증가율	-	-17.9%	-15.3%	-60.2%	402.9%	-56.4%	-6.0%	-5.7%	113.6%	16.3%	21.0%
중유	0	1.6	4.7	4.3	2.3	0.8	1	1.4	2.2	14.1	7.9
증가율	-		193.8%	-8.5%	-46.5%	-65.2%	25.0%	40.0%	57.1%	540.9%	-44.0%
B-C유	220	163	42	35	141	70	57	83	107	135	58
증가율	-	-25.9%	-74.0%	-16.7%	298.6%	-50.2%	-18.7%	45.3%	28.6%	26.8%	-57.0%
항공유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LPG	계	36,377	38,983	40,706	42,101	43,149	44,663	47,499	47,641	48,950	46,226
	증가율	-	7.2%	4.4%	3.4%	2.5%	3.5%	6.4%	0.3%	2.7%	-4.9%
	프로판	20.4	94.0	87.1	77.8	1.4	2.7	1.0	3.1	3.2	1.8
	증가율	-	360.8%	-7.3%	-10.7%	-98.2%	92.9%	-63.0%	210.0%	3.2%	-43.8%
	부탄	36,356	38,890	40,619	42,024	43,148	44,660	47,498	47,638	48,947	46,223
증가율	-	7.0%	4.4%	3.5%	2.7%	3.5%	6.4%	0.3%	2.7%	-4.9%	
기타제품	1.4	13.3	3.4	2.8	4.1	4.7	3.0	3.9	15.4	16.9	72.9
증가율	-	850.0%	-74.4%	-17.6%	46.4%	14.6%	-36.2%	30.0%	294.9%	9.7%	331.4%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템&lt;에너지통계연보&gt;석유·가스&gt;부문별 석유제품 소비

## ② 철도부문

- 철도부문의 2011년 주요 에너지 소비는 1.2백만bb이며 2010년과 대비하여 9%가 감소하였음
- 철도부문의 주요 사용연료는 경유로서 전체 비중에서 99.9% 대부분을 차지함
- 2011년의 경유 소비량은 1,231천TOE로 2010년의 1,352천TOE에 비해서 8.9%가 감소하였는데 이는 2003년 이후 철도노선의 전철화로 인해 철도부문의 경유 소비량은 점점 줄어드는 추세임
- 철도부문의 전력 사용량은 철도 전환부문으로 포함되어 있음

&lt;표 3-22&gt; 철도운수부문 에너지 소비량

단위: 천bbi

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	2,329	2,329	2,382	2,037	1,922	1,751	1,607	1,583	1,396	1,355	1,232
증가율	-	0.0%	2.3%	-14.5%	-5.6%	-8.9%	-8.2%	-1.5%	-11.8%	-3.0%	-9.0%
휘발유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
등유	1.6	1.3	1.9	2.6	1.4	1.5	2	1	0.5	0.2	0.2
증가율	-	-18.8%	46.2%	36.8%	-46.2%	7.1%	33.3%	-50.0%	-50.0%	-60.0%	0.0%
경유	2,320	2,321	2,374	2,029	1,913	1,744	1,603	1,577	1,392	1,352	1,231
증가율	-	0.0%	2.3%	-14.5%	-5.7%	-8.8%	-8.1%	-1.6%	-11.7%	-2.9%	-8.9%
경질중유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
중유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B-C유	7.2	5.9	5	4.6	7.7	5.2	2	2.5	0	0	0
증가율	-	-18.1%	-15.3%	-8.0%	67.4%	-32.5%	-61.5%	25.0%	-100.0%	-	-
항공유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LPG	계	0.6	1	0.9	0.8	-	-	-	-	-	-
	증가율	-	66.7%	-10.0%	-11.1%	-100.0%	-	-	-	-	-
	프로판	0.6	0.6	0.6	0.5	-	-	-	-	-	-
	증가율	-	-	0.0%	-16.7%	-100.0%	-	-	-	-	-
	부탄	-	0.3	0.3	0.3	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-0.0%	-0.0%	-100.0%	-	-	-	-	-	
기타제품	-	-	-	-	-	0.4	1	3.1	3.3	2.5	1.1
증가율	-	-	-	-	-	-	150.0%	210.0%	6.5%	-24.2%	-56.0%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템&lt;에너지통계연보&gt;석유·가스&gt;부문별 석유제품 소비

## ③ 해운부문

- 해운부문의 2011년 에너지 소비는 전체 21.7백만bbi로서 2010년 대비 2.4% 증가한 수치임
  - 중유는 보일러, 선박용 디젤기관, 가스터빈 등에 사용되는 산업용 연료로써 성상에 따라 경질중유(벙커A유), 중유(벙커B유), 중질중유(B-C유)로 나누어짐<sup>6)</sup>
  - 경유 12.5%, 경질중유 5.5%, B-C유 82%로 나타나 경유와 B-C유가 주요 에너지원으로 사용됨
  - B-C유의 경우 2011년 17,591천bbi로 전년대비 3.6%가 증가하였지만 꾸준히 감소하고 있는 추세임

&lt;표 3-23&gt; 해운운수부문 에너지 소비량

단위: 천 bbi

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	27,749	28,506	28,767	26,497	26,278	28,497	27,331	24,288	21,419	21,178	21,692
증가율	-	2.7%	0.9%	-7.9%	-0.8%	8.4%	-4.1%	-11.1%	-11.8%	-1.1%	2.4%
휘발유	8.9	1.2	7.5	1	0	2.3	1	0.4	0	0	0
증가율	-	-86.5%	525.0%	-86.7%	-100.0%	-	-56.5%	-60.0%	-100.0%	-	-
등유	12.2	35.2	9.4	9.5	3.7	0.6	0	0.3	0.2	0.1	1.7
증가율	-	188.5%	-73.3%	1.1%	-61.1%	-83.8%	-100.0%	-	-33.3%	-50.0%	1600.0%
경유	3,821	3,984	3,830	3,844	3,270	3,506	4,027	3,622	2,914	2,885	2,676
증가율	-	4.3%	-3.9%	0.4%	-14.9%	7.2%	14.9%	-10.0%	-19.6%	-1.0%	-7.2%
경질중유	748	704	722	755	832	1,072	1,115	926	996	1,043	1,179
증가율	-	-5.8%	2.6%	4.6%	10.2%	28.9%	4.0%	-16.9%	7.6%	4.6%	13.1%
중유	187	228	229	207	231	238	254	247	242	260	240
증가율	-	21.8%	0.4%	-9.4%	11.7%	2.9%	6.8%	-2.6%	-2.3%	7.3%	-7.4%
B-C유	22,960	23,525	23,955	21,671	21,936	23,673	21,928	19,457	17,262	16,982	17,591
증가율	-	2.5%	1.8%	-9.5%	1.2%	7.9%	-7.4%	-11.3%	-11.3%	-1.6%	3.6%
항공유	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LPG	계	0.6	1	0.9	0.8	0	0	0	0	4.3	3.5
	증가율	-	66.7%	-10.0%	-11.1%	-100.0%	-	-	-	-	-18.6%
	프로판	0.6	0.6	0.6	0.5	0	0	0	0	4.3	3.5
	증가율	-	0.0%	0.0%	-16.7%	-100.0%	-	-	-	-	-18.6%
	부탄	0	0.3	0.3	0.3	0	0	0	0	0	0
증가율	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
기타제품	0	0	0	0	0	0.4	1	3.1	3.3	0	0
증가율	-	-	-	-	-	-	150.0%	210.0%	6.5%	-100.0%	-

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템(에너지통계연보)석유·가스>부문별 석유제품 소비

6) 석유류수급통계(2010), 한국석유공사

## ④ 항공부문

- 항공부문의 2011년 에너지 소비는 24.9백만bbi로 2010년 대비 0.4% 상승함
  - 항공부문의 경우 항공유가 전체 에너지 소비의 99%를 차지하여 대부분의 에너지원으로 사용되고 있음

&lt;표 3-24&gt; 항공운수부문 에너지 소비량

단위: 천 bbi

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
합계	16,023.8	16,693.5	15,818.7	16,625.3	20,380.3	21,892.4	22,981.0	22,098.1	22,932.4	24,820.4	24,917.0
증가율	-	4.2%	-5.2%	5.1%	22.6%	7.4%	5.0%	-3.8%	3.8%	8.2%	0.4%
휘발유	-	-	-	-	-	0.1	-	-	0.1	0.2	0.2
증가율	-	-	-	-	-	-	-100.0%	-	-	100.0%	0.0%
등유	11.4	5.9	11.7	10.8	10.4	7.6	7.0	2.4	5.9	6.6	2.9
증가율	-	-48.2%	98.3%	-7.7%	-3.7%	-26.9%	-7.9%	-65.7%	145.8%	11.9%	-56.1%
경유	36.9	44.2	39.8	51.4	41.3	34.4	36.0	38.1	55.3	38.2	54.9
증가율	-	19.8%	-10.0%	29.1%	-19.6%	-16.7%	4.7%	5.8%	45.1%	-30.9%	43.7%
경질중유	-	-	3.8	3.1	2.5	0.1	4.0	2.2	4.3	1.1	7.0
증가율	-	-	-	-18.4%	-19.4%	-96.0%	3900.0%	-45.0%	95.5%	-74.4%	536.4%
중유	-	-	0.2	-	2.7	3.8	3.0	5.7	4.9	4.9	11.3
증가율	-	-	-	-100.0%	-	40.7%	-21.1%	90.0%	-14.0%	0.0%	130.6%
B-C유	1.2	0.7	-	-	-	0.1	-	4.0	41.8	37.8	40.0
증가율	-	-41.7%	-100.0%	-	-	-	-100.0%	-	945.0%	-9.6%	5.8%
항공유	15,968.1	16,639.8	15,750.8	16,556.4	20,319.0	21,841.7	22,926.0	22,040.7	22,815.1	24,716.5	24,791.8
증가율	-	4.2%	-5.3%	5.1%	22.7%	7.5%	5.0%	-3.9%	3.5%	8.3%	0.3%
LPG	계	5.2	2.7	2.6	2.3	0.2	0.3	-	0.4	1.7	5.5
	증가율	-	-48.1%	-3.7%	-11.5%	-91.3%	50.0%	-100.0%	-	325.0%	223.5%
	프로판	5.0	2.6	2.5	2.2	0.2	0.3	-	0.4	1.7	5.5
	증가율	-	-48.0%	-3.8%	-12.0%	-90.9%	50.0%	-100.0%	-	325.0%	223.5%
	부탄	0.1	0.1	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-
증가율	-	0.0%	0.0%	0.0%	-100.0%	-	-	-	-	-	
기타제품	-	0.1	9.9	1.2	4.2	4.4	5.0	4.6	3.1	4.1	3.5
증가율	-	-	9800.0%	-87.9%	250.0%	4.8%	13.6%	-8.0%	-32.6%	32.3%	-14.6%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템<에너지통계연보>석유·가스>부문별 석유제품 소비

## 다. 해외 주요국 교통부문 에너지 사용량 현황

- 주요국의 에너지 사용량은 다음과 같으며 대부분 교통수단별·연료별 에너지 사용량을 구분하여 산정함
- 에너지 사용량 현황은 각 국의 전체 에너지 소비량과 교통부문의 소비량을 살펴봄

## 1) 전체 에너지 사용량

- 국가별 1차 에너지 사용량은 아래의 <표 3-25>과 같은데 2011년 전체 평균사용량은 12,274백만TOE로 연평균 증가율은 2.7% 증가하는 것으로 나타났음
- 우리나라는 2011년 263백만TOE로 2.9%의 에너지 증가율을 보이고 있고 미국, 일본, 독일 등의 선진국에서 에너지 소비를 감소하고 있는 경향으로 나타남

&lt;표 3-25&gt; 해외 주요 국가별 1차 에너지 사용량

단위: 백만TOE

국가	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	연평균 증가율
미국	2,302.3	2,348.8	2,351.2	2,332.7	2,372.7	2,320.2	2,205.9	2,277.9	2,269.3	-0.2%
중국	1,277.3	1,512.5	1,659	1,831.9	19,51	2,041.7	2,210.3	2,402.9	2,613.2	9.4%
러시아	644.9	651.4	650.7	670.3	673.8	679.3	644.4	668.7	685.6	0.8%
인도	317.4	345.8	364.5	382.1	415.5	445.9	487.6	520.5	559.1	7.3%
일본	511	522.4	527.1	527.6	522.9	515.3	474	503	477.6	-0.8%
독일	337.1	337.3	333.2	339.5	324.4	326.7	307.5	322.4	306.4	-1.2%
캐나다	305.9	313.8	326.8	321.7	327.5	327.7	314	315.7	330.3	1.0%
영국	225.4	227.3	228.2	225.5	218.3	214.8	203.7	209	198.2	-1.6%
한국	209.8	213.8	220.8	222.9	231.9	236.4	237.4	255.6	263	2.9%
이탈리아	181	184.6	185.1	184.6	181.8	180.4	168.1	173.1	168.5	-0.9%
World	9,950.2	10,449.6	10,754.5	11,048.4	11,347.6	11,492.8	11,391.3	11,977.8	12,274.6	2.7%

자료: 에너지경제연구원, 에너지통계연보 2012

- OECD국가의 GDP당 1차 에너지 사용량은 아래의 <표 3-26>과 같음. 2011년 기준 캐나다는 0.21로 OECD 국가에서는 가장 높았고 우리나라는 2011년 기준 0.19로 GDP에 비해 에너지 소비량이 큰 것으로 나타났음

&lt;표 3-26&gt; OECD국가의 GDP당 1차 에너지 소비량

단위: Ton per GDP

국가	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
캐나다	0.24	0.24	0.25	0.24	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.21	0.21
독일	0.14	0.13	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
이탈리아	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
일본	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12
한국	0.21	0.2	0.2	0.2	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
영국	0.13	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.1	0.1	0.1	0.1	0.09
미국	0.2	0.2	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17
EU	0.17	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	-
OECD 평균	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14

자료: OECD Factbook 2012: Economic, Environmental and Social Statistics, Energy supply per capita

## 2) 교통부문 에너지 사용량

- 2010년 해외 주요 국가별 교통부문 에너지 소비량을 살펴보면 미국의 경우 583.4백만 TOE로 가장 많은 사용량을 보임
- 한국의 교통부문 에너지 소비량은 2010년 29.91백만TOE로 나타나 전년대비 16.4%가 감소했으며 일본 보다 약2.6배 낮은 수준으로 나타남

&lt;표 3-27&gt; 주요 국가별 교통부문 에너지 소비

국 가	2009년	2010년	단위 : 백만TOE
			전년대비 증가율
미 국	601.6	583.44	-3.0%
중 국	156.33	182.36	16.7%
러 시 아	97.24	96.49	-0.8%
인 도	45.32	55.49	22.4%
일 본	78.80	76.95	-2.3%
독 일	54.45	53.05	-2.6%
캐 나 다	56.88	59.49	4.6%
영 국	43.41	41.26	-5.0%
한 국	35.79	29.91	-16.4%
이 탈 리 아	40.92	38.51	-5.9%
World	2,304.47	2,370	2.8%

자료 : IEA, Key World Energy Statistics 2012, Energy Balances of OECD Countries 2012

## 2. 교통부문 에너지 사용 조사

### 가. 조사개요

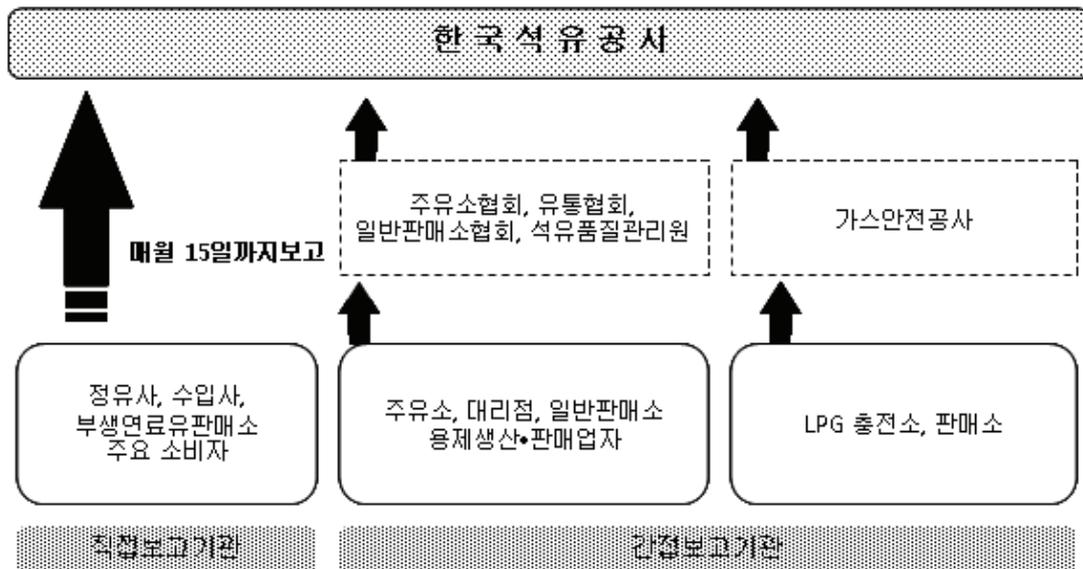
- 교통부문의 에너지 사용량은 온실가스 배출량 산정의 기초 자료로 활용됨
  - 에너지 사용량 산정을 통해 수단별로 배출되는 온실가스 배출량의 규모를 파악할 수 있음
- 교통수단별 에너지는 석유류에 기반하므로 이를 통합적으로 파악할 필요가 있음
  - 각 교통수단별로 판매된 에너지량을 통해 사용량을 산정하였음

### 나. 조사 자료

- 한국석유공사에서 매년 발간하는 『석유류 수급통계』를 통해 자료를 취합함
- 『석유류 수급통계』는 석유 및 석유대체연료 사업법<sup>7)</sup>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 통계집
  - 『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
  - 수출입사 : SK가스, E1, 한전, 석유화학사 등
  - 조사내용
    - 판매업자 : 석유대리점, 주유소, 일반판매소, 부생연료유판매소, 용제판매업체, LPG판매업체
    - 원유수입 : 항차별, 유종별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 원유수입상황
    - 정제투입 및 제품생산 : 정제투입량, 제품생산량

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

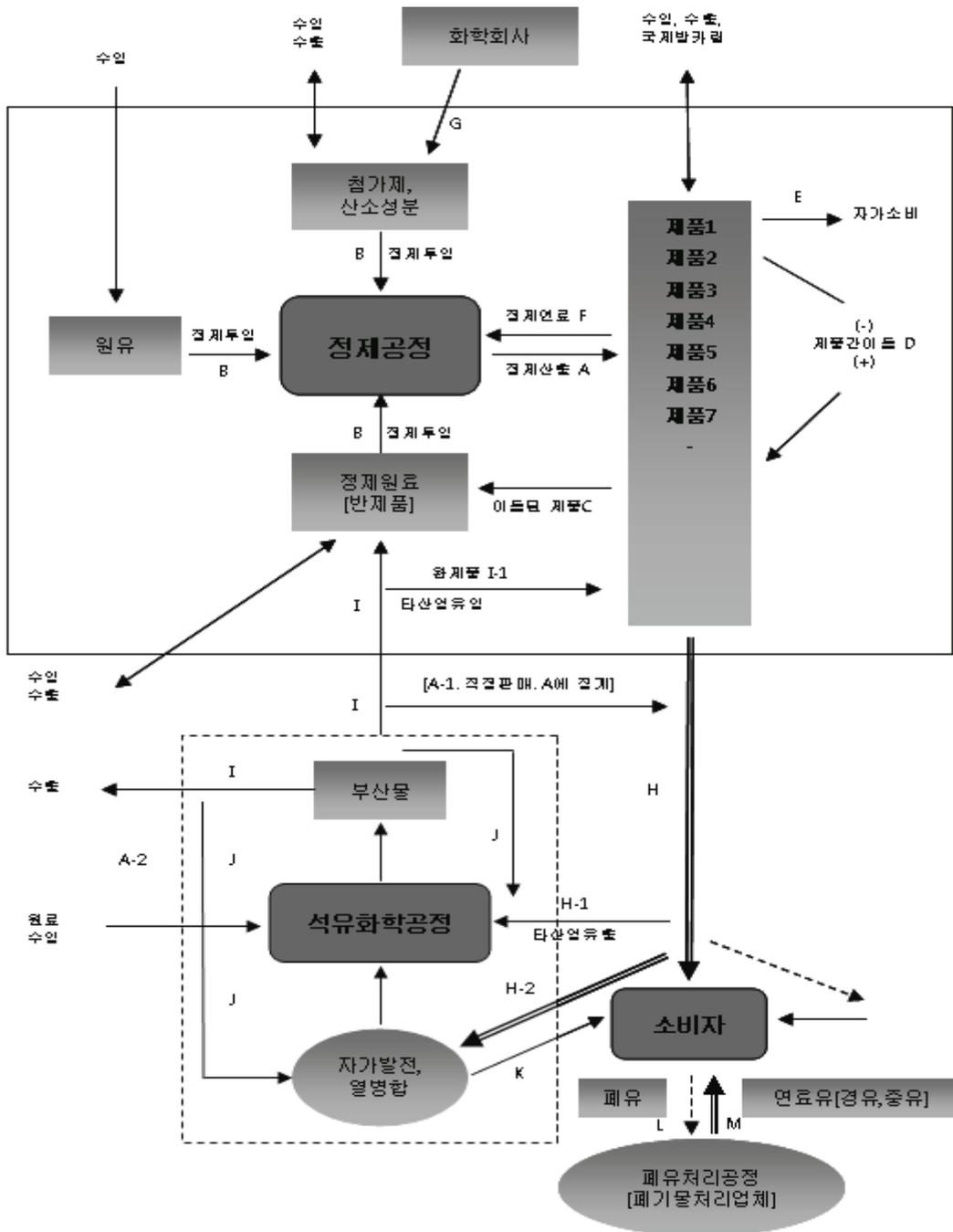
- 제품수출입 : 항차별, 제품별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 제품수출입상황
  - 제품판매 : 거래처별, 제품별, 지역별, 산업분류별 판매물량 등 거래상황
  - 재 고 : 원유, 기타원료, 석유제품의 초재고 및 말재고
  - 기 타 : 타사입출하, 타산업유출입, 정제연료, 자가소비
- 조사주기 및 방법은 월간 또는 분기자료를 익월 15일(25일) 또는 익분기(20일)까지 인터넷, 우편, 팩스 등을 통하여 보고받아 통계자료 생성 및 제공함
  - 집계 방식은 1차적으로 주유소, 대리점, 일반판매소 및 용제생산·판매업자가 주유소 협회, 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 3-7> 한국석유공사 자료 취합 경로

- 본 연구에서는 석유류 수급통계의 ‘수단별·유종별·지역별 판매현황’ 과 ‘시군(구)별·유종별 판매현황’ 등 을 참고하였음
- 판매현황을 통해 교통부문의 연료 소비량을 산정하였고 온실가스 배출량 산정의 Tier 1 방법에서 활용하였음

- 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소비량을 산정할 수 있음
- 본 통계자료의 집계량은 각 부문별 판매량을 모두 사용하였다는 가정 하에 에너지 사용량으로 간주함



<그림 3-8> 국내 석유수급 흐름도

## 다. 조사 결과

### 1) 교통부문 에너지 사용량<sup>8)</sup>

- 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 통계 연보로 발행하고 있는 석유류 수급 통계자료를 활용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적을 교통부문 에너지 소모량으로 산정함
- 교통부문은 2010년과 거의 비슷한 261,621천bbl로 전체 에너지부문 중 32.8%를 차지 하면서 2011년에는 작년대비 0.5%의 감소를 보임
  - 석유제품, 석유화학제품, 반도체, 자동차 등의 수출 물동량 증가에도 불구하고 고유가에 따른 소비위축으로 감소
- 수송수단별로는 도로부문은 전년대비 0.8% 감소하고, 항공 및 해운부문은 각각 0.4%, 2.4% 증가
  - 도로 즉 자동차용 연료가 수송부문에서 차지하는 비중은 무려 81.8%에 해당되며, 도로에서의 소비 감소가 수송부문 전체 소비 감소로 나타남
  - 항공 및 해운의 소비량 증가는 석유제품, 자동차, 반도체 등 수출 물동량 증가에 기인하는 것으로 나타남
- 자동차등록대수 증가에도 불구하고 고유가로 도로부문 소비량감소
  - 2011년 말 기준우리나라의 자동차등록대수는 1,844만대로 전년대비 2.8% 증가하였으나, 고유가의 장기화로 자동차 연료 소비량은 감소
- 도로부문 자동차연료의 경유 휘발유는 증가하고, 경유 및 부탄은 감소함
  - 휘발유 소비량 증가는 잇따른 신차 출시로 자동차등록대수가 늘어난 것이 주요 원인
  - 경유 소비량 감소는 자동차등록대수의 증가 및 수출 물동량 증가로 연료사용량 증가 요인은 충분하였으나, 상대적으로 가격 상승폭이 크게 나타나 사업용 차량이 영향을 크게 받은 것으로 나타남

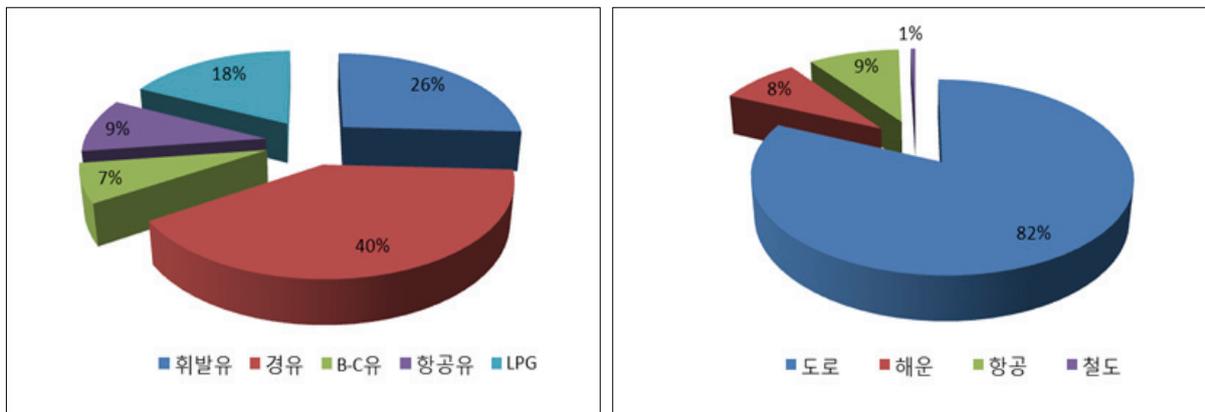
8) 2011년도 석유류 수급통계(2012년 석유류수급통계 자료는 총괄편과 정유사편이 제외됨), 한국석유공사, 2012

<표 3-28> 교통부문 제품별·수단별 소비

단위: 천bbi

구분	2008년			2009년			2010년			2011년			
	소비량	구성비	증감율										
제품별	휘발유	60,897	23.6	0.8	63,729	24.7	4.7	66,815	25.3	4.8	67,448	25.8	0.9
	경유	106,860	41.4	-6.4	104,088	40.3	-2.6	105,188	39.9	1.1	104,808	40.2	-0.4
	B-C유	19,546	7.6	-11.1	17,410	6.7	-10.9	17,155	6.5	-1.5	17,689	6.8	3.1
	항공유	22,041	8.5	-3.9	22,815	8.8	3.5	24,716	9.4	8.3	24,792	9.5	0.3
	LPG	47,663	18.5	0.3	48,956	18.9	2.7	48,610	18.4	-0.7	46,235	17.7	-4.9
수단별	도로	210,309	81.4	-2.9	212,608	82.3	1.1	216,601	82.1	1.9	214,780	81.8	-0.8
	해운	24,288	9.4	-11.1	21,419	8.3	-11.8	21,174	8.0	-1.1	21,692	8.3	2.4
	항공	22,098	8.6	-3.8	22,932	8.9	3.8	24,815	9.4	8.2	24,917	9.5	0.4
	철도	1,583	0.6	-1.5	1,396	0.5	11.8	1,355	0.5	-2.9	1,232	0.5	-9.1
합계	258,279	100	-3.8	258,356	100.0	0.0	263,945	100	2.2	262,621	100.0	-1.1	

자료: 한국석유공사, 2011년 석유류수급통계, 2012



<그림 3-9> 2011년 제품별 수단별 소비비중

- 한국석유공사에서 매년 발간하는 ‘석유류 수급통계’를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 제품별(휘발유, 경유, B-C유, 항공유, LPG)로 구분하였고 최근 4년간 석유 소비량을 위의 표<표 3-28>같이 나타내었음
- 2011년에 경유(40%)가 104,808천bbi로 가장 많이 소비하였으며 그 다음은 휘발유(26%)가 67,448천bbi로 소비되었음
- 수단별로는 도로가 81.8%로 차지하는 비율이 가장 크고 214,780천bbi을 소비해서 전년과 대비하여 0.8%가 감소된 것으로 나타났음

&lt;표 3-29&gt; 2011년도 교통수단별 16개광역시별 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

	철도	도로	해운	항공	계
합계	1,232	214,778	21,693	24,911	262,614
	0.5%	81.8%	8.3%	9.5%	100.0%
1.서울	343	24,890	448	6,863	32,544
	27.8%	11.6%	2.1%	27.6%	12.4%
2.부산	189	12,234	4,737	434	17,594
	15.3%	5.7%	21.8%	1.7%	6.7%
3.대구	66	8,961	0	26	9,053
	5.4%	4.2%	0.0%	0.1%	3.4%
4.인천	0	11,055	3,422	16,574	31,051
	0.0%	5.1%	15.8%	66.5%	11.8%
5.광주	30	6,072	0	0	6,102
	2.4%	2.8%	0.0%	0.0%	2.3%
6.대전	43	5,768	0	0	5,811
	3.5%	2.7%	0.0%	0.0%	2.2%
7.울산	0	5,355	5,145	5	10,505
	0.0%	2.5%	23.7%	0.0%	4.0%
8.경기도	119	55,188	1,368	9	56,684
	9.7%	25.7%	6.3%	0.0%	21.6%
9.강원도	21	8,289	251	2	8,563
	1.7%	3.9%	1.2%	0.0%	3.3%
10.충북	64	9,495	1	154	9,714
	5.2%	4.4%	0.0%	0.6%	3.7%
11.충남	29	13,322	1,654	0	15,005
	2.4%	6.2%	7.6%	0.0%	5.7%
12.전북	77	9,565	194	0	9,836
	6.3%	4.5%	0.9%	0.0%	3.7%
13.전남	124	9,272	2,534	5	11,935
	10.1%	4.3%	11.7%	0.0%	4.5%
14.경북	104	15,910	223	0	16,237
	8.4%	7.4%	1.0%	0.0%	6.2%
15.경남	23	16,356	1,659	26	18,064
	1.9%	7.6%	7.6%	0.1%	6.9%
16.제주	0	3,046	57	813	3,916
	0.0%	1.4%	0.3%	3.3%	1.5%

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, 2011년도 석유류수급통계 2012

- 석유류뿐만 아니라 16개 광역시도별 교통부문 에너지소비를 정리한 내용은 다음과 같음
  - 경기도가 가장 많은 에너지를 사용하였으며, 경기도와 서울 및 인천을 포함한 수도권이 17,009천TOE로 전체 에너지의 46.1%를 차지하였음

<표 3-30> 2011년 16개 광역시별 교통부문 에너지소비

단위: 천TOE

	석유제품	도시가스	전력	신생 및 기타	합계	비율(%)
서울	4,186	295	126	23	4,631	12.6%
부산	2,399	82	3	18	2,503	6.8%
대구	1,166	62	15	12	1,256	3.4%
인천	4,277	115	9	18	4,419	12.0%
광주	788	41	5	8	842	2.3%
대전	752	23	4	8	786	2.1%
울산	1,514	33	-	9	1,556	4.2%
경기	7,525	337	11	86	7,959	21.6%
강원	1,138	13	2	14	1,166	3.2%
충북	1,298	18	1	18	1,335	3.6%
충남	2,057	15	2	25	2,098	5.7%
전북	1,326	25	-	17	1,368	3.7%
전남	1,651	21	1	17	1,690	4.6%
경북	2,161	33	2	30	2,225	6.0%
경남	2,446	61	13	29	2,548	6.9%
제주	489	-	-	4	493	1.3%
합계	35,172	1,174	193	336	36,875	100.0%

자료: 에너지경제연구원, 2012년 지역에너지통계연보 2012

## 2) 철도전환부문 에너지 사용량

○ 최근 3년간 지역간 전철전력 사용량은 <표 3-31>와 같음

- 2011년의 총 전철전력 사용량은 2,183백만kwh이며 수도권 지역의 전력 사용량이 1,010백만kwh로 가장 많은 사용량을 보임
- 다른 노선은 전력사용량이 감소하고 있지만 경부고속선의 경우 꾸준히 증가하여 2011년에는 직전대비 32.7%이상을 소비하였음

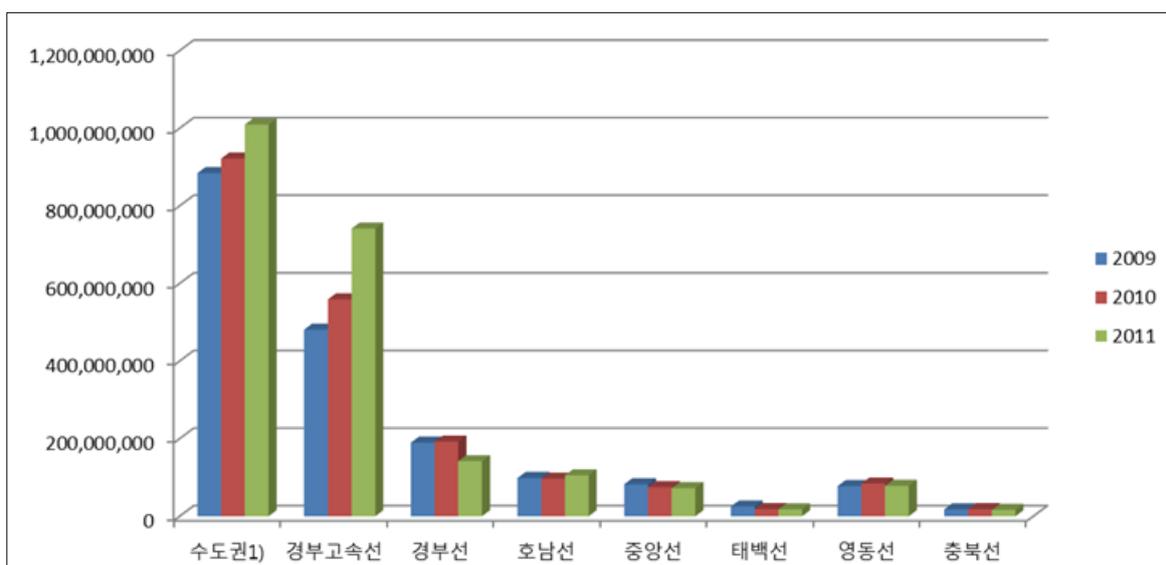
<표 3-31> 지역간 철도 전력 사용량

단위: kwh

노선	2009년		2010년		2011년	
	사용량	비율	사용량	비율	사용량	비율
수도권 <sup>1)</sup>	884,260,999	47.6%	921,781,782	46.9%	1,009,608,983	46.2%
경부고속선	481,028,706	25.9%	558,808,165	28.4%	741,337,434	34.0%
경부선	189,528,890	10.2%	192,141,254	9.8%	141,838,191	6.5%
호남선	98,614,320	5.3%	96,711,556	4.9%	105,490,355	4.8%
중앙선	82,265,635	4.4%	74,868,477	3.8%	72,262,129	3.3%
태백선	25,271,697	1.4%	18,516,480	0.9%	17,830,560	0.8%
영동선	77,651,406	4.2%	84,026,028	4.3%	78,454,804	3.6%
충북선	17,901,282	1.0%	18,357,863	0.9%	16,172,240	0.7%
합계	1,856,522,935	100.0%	1,965,211,605	100.0%	2,182,994,696	100.0%

주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임

자료: 2011년 전철전력 사용량 현황, 철도통계연보 2012



<그림 3-10> 노선별 철도전력 사용량

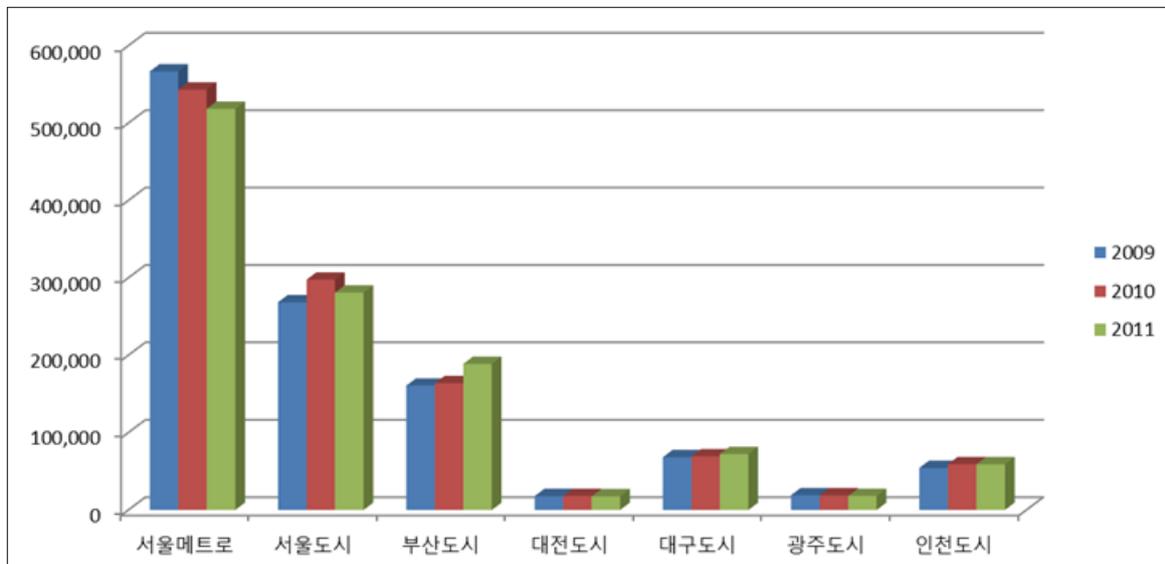
- 최근 3년간 지하철 전력 사용량은 <표 3-32>과 같음
  - 총 지하철 전력 사용량은 1,154천Mwh이며 서울메트로의 전력 사용량이 44.9%의 비율로 518천Mwh의 가장 많은 전력사용량을 보임

<표 3-32> 지하철 전력 사용량

단위: Mwh

노선	2009년		2010년		2011년	
	사용량	비율	사용량	비율	사용량	비율
서울메트로	566,662	49.0%	543,280	46.4%	518,305	44.9%
서울도시	268,400	23.2%	297,580	25.4%	280,797	24.3%
부산도시	160,675	13.9%	163,728	14.0%	188,750	16.3%
대전도시	17,895	1.5%	18,161	1.6%	17,628	1.5%
대구도시	68,142	5.9%	69,399	5.9%	72,282	6.3%
광주도시	19,178	1.7%	18,905	1.6%	18,153	1.6%
인천도시	54,418	4.7%	59,143	5.1%	58,993	5.1%
합계	1,155,371	100.0%	1,170,196	100.0%	1,154,907	100.0%

자료: 지역별 철도공사 내부자료



<그림 3-11> 철도공사별 지하철 전력사용량

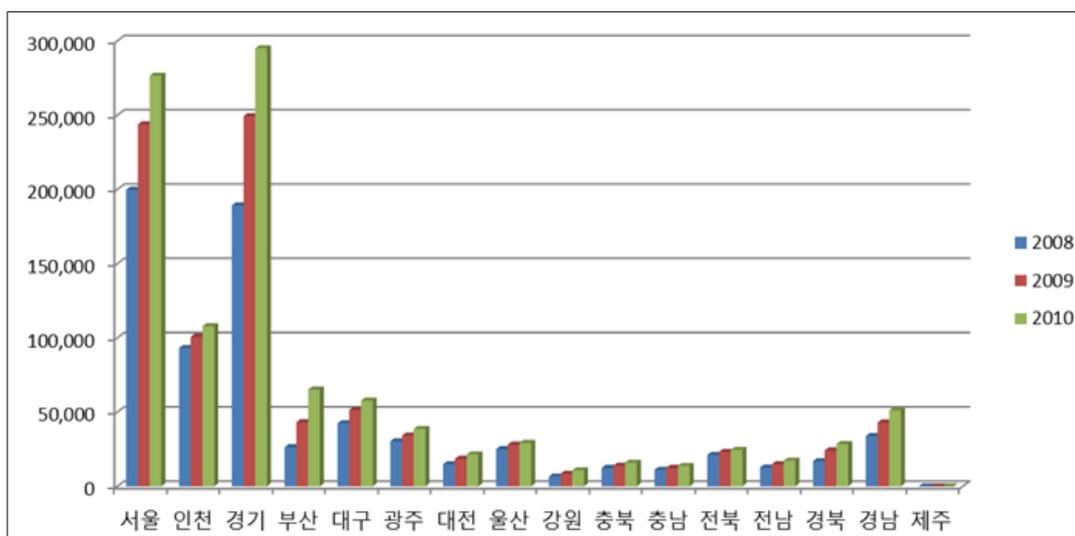
## 3) CNG부문 에너지 사용량

- CNG부문 연료소모량은 한국도시가스협회의 2011년 용도별 수요가수 및 공급량 자료를 활용하였음

&lt;표 3-33&gt; CNG부문 연료소모량

				단위: Nm <sup>3</sup>
지역	2008년	2009년	2010년	2009년 대비 증가율
서울	199,721	243,824	276,530	13.4%
인천	93,187	100,759	107,850	7.0%
경기	189,250	249,328	295,020	18.3%
수도권 계	482,158	593,911	679,400	14.4%
부산	26,366	43,266	65,192	50.7%
대구	42,500	51,524	57,696	12.0%
광주	30,364	34,219	38,699	13.1%
대전	14,943	18,550	21,499	15.9%
울산	24,994	28,082	29,216	4.0%
강원	6,607	8,522	10,807	26.8%
충북	12,460	13,870	15,988	15.3%
충남	11,151	12,456	13,767	10.5%
전북	21,124	23,252	24,538	5.5%
전남	12,744	14,949	17,257	15.4%
경북	17,002	24,210	28,500	17.7%
경남	33,889	42,983	51,181	19.1%
제주	0	0	0	-
지방 계	254,144	315,883	374,340	18.5%
전국 계	736,302	909,794	1,053,740	15.8%

자료: 한국도시가스협회, 2011년 수요가수 및 공급량(www.citygas.or.kr)



&lt;그림 3-12&gt; 지역별 CNG부문 사용량

## 4) 국제빙커링부문 에너지 사용량

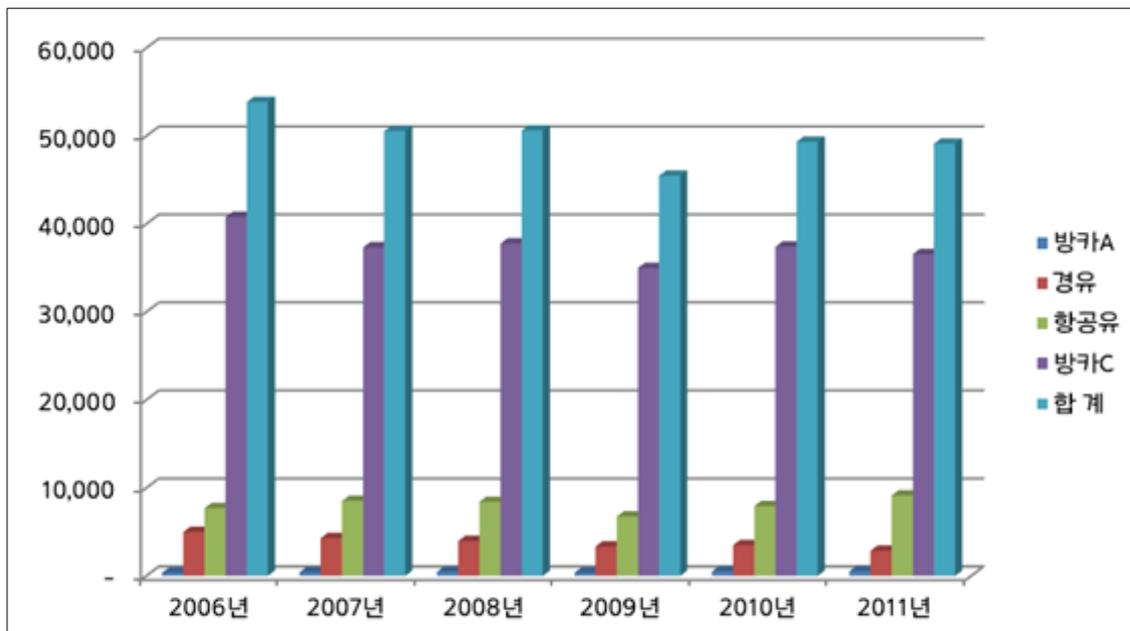
- 2011년 국제빙커링의 사용량은 49,131천bbi로 2010년에 비해 209천bbi이 감소하였음
- 방카A는 2010년에 급속하게 40.9%가 증가하였고 경유는 2011년 직년에 비해 18.1%가 감소한 것으로 나타났음
- 빙커링의 유종 중에서는 방카C유가 주요 유종으로 2011년에 36,582천bbi이 사용되어 전체의 74.5%를 차지하고 있음

&lt;표 3-34&gt; 최근 6년간 국제빙커링 에너지 사용량

단위: 천bbi

년도	경유		방카A		방카C		항공유		합 계	
	사용량	증가율	사용량	증가율	사용량	증가율	사용량	증가율	사용량	증가율
2006년	4,990	-	367	-	40,800	-	7,691	-	53,849	-
2007년	4,287	-14.1%	428	16.6%	37,333	-8.5%	8,495	10.5%	50,543	-6.1%
2008년	3,955	-7.7%	472	10.3%	37,771	1.2%	8,412	-1.0%	50,610	0.1%
2009년	3,354	-15.2%	364	-22.9%	35,009	-7.3%	6,745	-19.8%	45,472	-10.2%
2010년	3,493	4.1%	513	40.9%	37,401	6.8%	7,933	17.6%	49,340	8.5%
2011년	2,861	-18.1%	539	5.1%	36,582	-2.2%	9,148	15.3%	49,131	-0.4%

자료: 한국석유공사 석유정보망(www.petronet.co.kr)



&lt;그림 3-13&gt; 유종별 국제빙커링 에너지 사용량(단위: 천bbi)

### 제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정

#### 1. 개요

- 최근까지 교통부문 온실가스 배출량 통계는 교통수단별·지역별로 구분되어 있지 않아서 국가 및 지자체 수준의 관리 및 감축방안에 관한 제반 정책 수립시 필요한 효과 측정에 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
- 따라서 본 절에서는 2011년 기준 교통부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 연료소비량을 기초로 산정하고자 함. 이를 위해 UNFCCC의 IPCC Guideline에서 제시하는 방법론(Tier 1) 및 배출계수를 활용하여 온실가스 배출량을 산정할 것임
  - 본 연구에서는 앞에서 규정된 CO<sub>2</sub>(이산화탄소), CH<sub>4</sub>(메탄), N<sub>2</sub>O(아산화질소), HFCs(수소불화탄소), PFCs(과불화탄소), SF<sub>6</sub>(육불화황) 등 6가지 온실가스 중 교통부문 주요 온실가스인 CO<sub>2</sub>(이산화탄소), CH<sub>4</sub>(메탄), N<sub>2</sub>O(아산화질소)를 대상으로 산정하기로 함
- 2011년 사업에서는 교통수단별·16개 광역시(廣域市) 및 도(道) 온실가스 배출량 산정 이외에 교통부문 정책에 필요한 기초자료를 구축하기 위해 세부부문별 온실가스 배출량을 산정하였음
  - 철도전환부문 온실가스 배출량 산정
  - CNG 연료부문 온실가스 배출량 산정
  - 국제 병커링부문 온실가스 배출량 산정

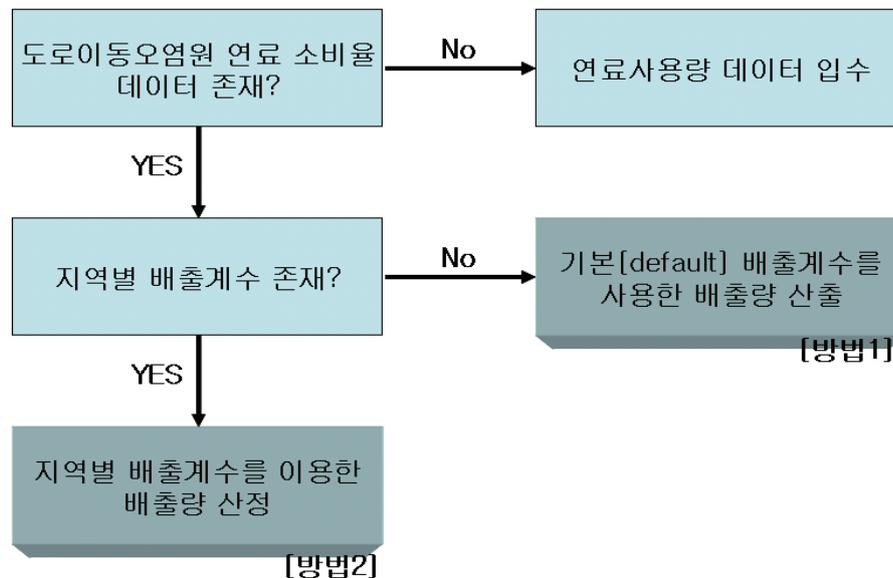
## 2. 산정절차 및 산정방법론

### 가. 배출량 산정

#### 1) CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량 산정 절차

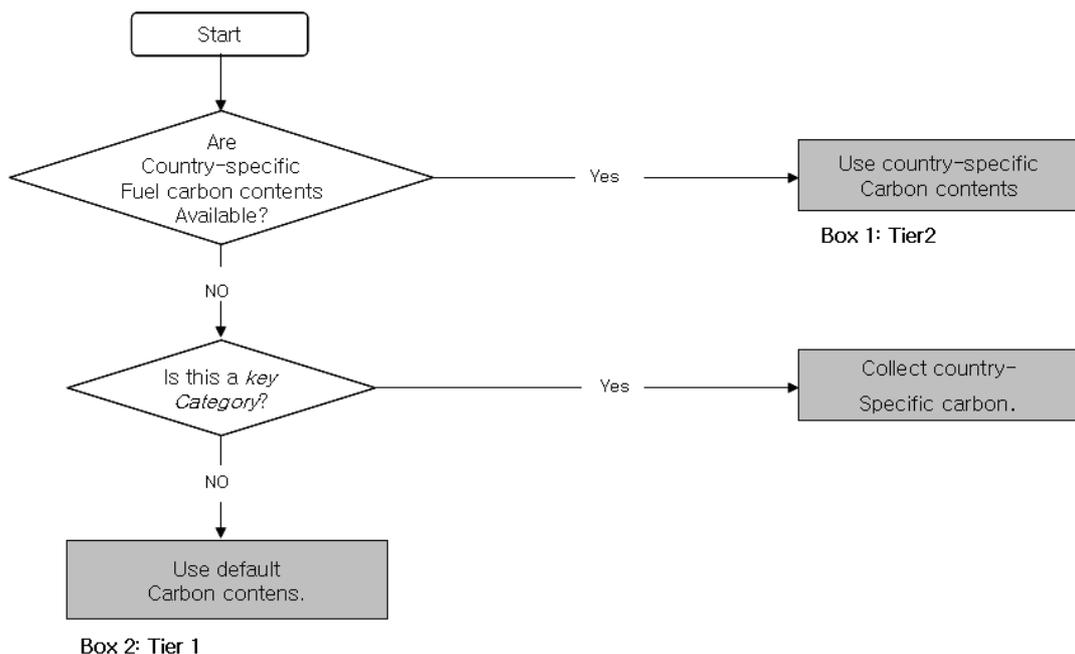
- 세계 각국의 온실가스 배출통계중 이산화탄소 배출량은 기본적으로 IPCC guideline 에서 제시된 방법론을 사용하여 구축함
  - IPCC는 1996년에 『Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories』 보고서를 발표하고 부문별 이산화탄소 배출량 산출을 위한 기본적인 방법론과 이에 사용되는 배출계수 및 활동도 자료 등을 제시함
  - 2006년에도 산정지침을 발표하였으나 교통부문의 산출량 방법론은 기존 1996년의 산정지침과 일부 상이함
- 개발된 배출계수식으로 배출량을 산출 시는 아래의 <그림 3-14>과 같은 수용도 (decision tree)를 통하여 배출량 산정방법을 결정하게 됨

#### IPCC Good Practice Guidance 1. Decision Tree for CO<sub>2</sub>



<그림 3-14> CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량 산정 방법 결정 과정

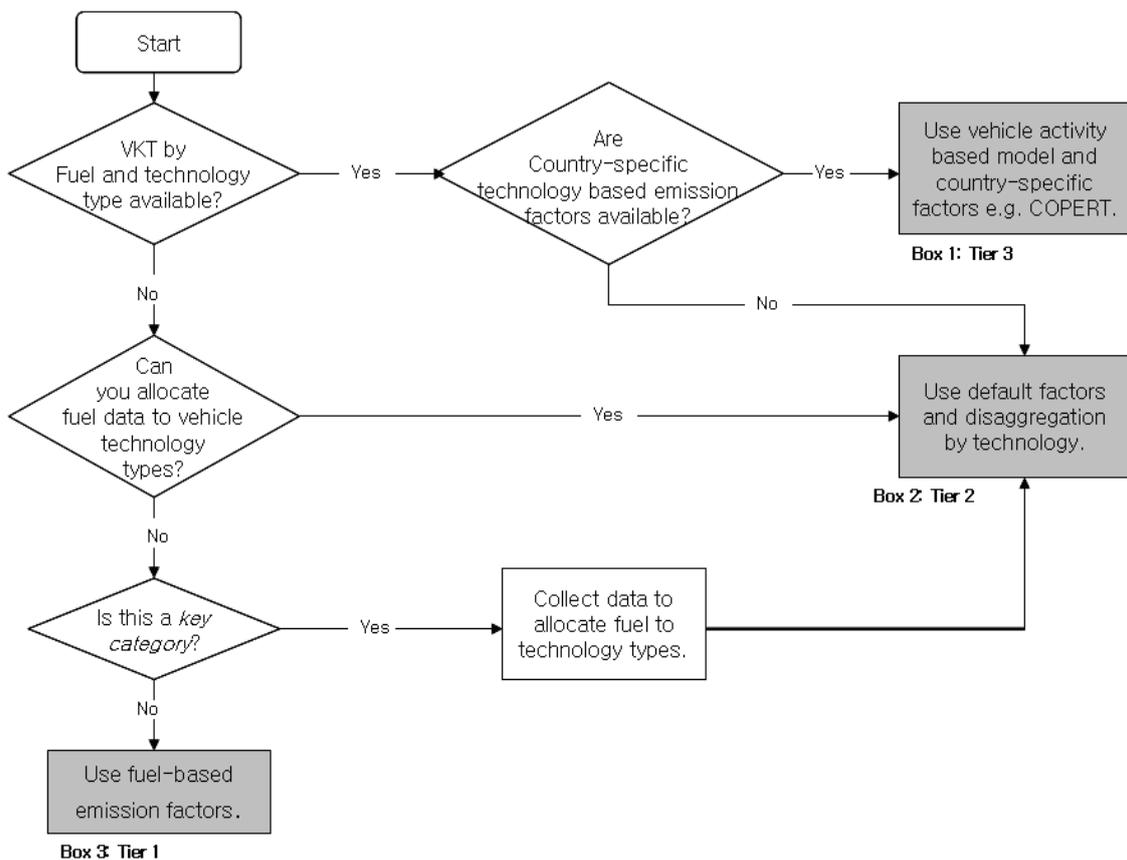
- 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있으나, 국내 온실가스 배출원 특성에 맞는 배출계수가 마련될 경우에는 이를 최대한 활용되고 있으며, 그렇지 못한 경우에는 IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 적용하고 있음
- 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며, 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있음
- IPCC Guideline에서 제시하고 있는 이산화탄소 배출량 산정 방법은 Tier1, 2, 3 방법으로 각 국가별로 보유하고 있는 배출계수와 같은 기초자료의 종류와 형태 등을 고려하여 적절한 것을 사용하도록 권고하고 있음
- 일반적으로 활용되는 자동차 온실가스 배출량(CO<sub>2</sub>) 산정방법(Tier 1)은 아래의 <그림 3-15>와 같은 절차를 따름



<그림 3-15> 도로부문 연료연소로부터 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량 산정 과정

## 2) Non-CO<sub>2</sub>(非 이산화탄소) 배출량 산정 절차

- Non-CO<sub>2</sub>(非 이산화탄소) 온실가스인 CH<sub>4</sub>(메탄) 와 N<sub>2</sub>O(아산화질소)에 대해 IPCC에서 제시하는 Tier 1방법에 의한 배출량 산정방법은 사용연료의 종류와 해당 온실가스의 배출계수를 고려하여 배출량을 산정함
- 아래의 식에서 사용되는 배출계수 역시 IPCC에서 제시하고 있으며 연료사용량을 에너지량으로 환산한 값과의 곱으로 계산됨
- 일반적으로 활용되는 자동차 온실가스 배출량(CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) 산정방법은 아래의 <그림 3-16>과 같은 절차를 따름



<그림 3-16> 도로부문 연료로부터 CH<sub>4</sub>(메탄) 및 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량 산정 과정

#### 나. 교통부문 배출량 산정방법론)

- 기후변화협약 가입국은 국가보고서를 제출하게 되어 있으며, 이때 자국의 온실가스 배출 및 흡수에 대한 통계자료를 제시해야 함
  - IPCC는 온실가스 통계 작성 지침인 「IPCC 가이드라인 1996년 개정판」을 통해 방법론을 제시하고 있으며, 통계 작성의 정밀도 및 난이도를 고려하여 Tier 1/2/3의 방법론을 제시하고 있음
- IPCC의 수송부문 배출량 산정지침의 내용은 다음과 같이 정리함

<표 3-35> IPCC 가이드라인의 수송부문 분류 체계기준<sup>9)</sup>

코드 및 이름		설명	
1A3		수송(Transport)	부문(sector)에 관계없이, 아래의 하위 카테고리에 명시되어 있는 모든 수송활동(군사적 수송 제외)에 대한 연료의 연소와 증발에 의한 배출을 말함 국제수송(1A3ai와 1A3i)을 담당하는 항공이나 수상운수에서 소비된 연료로부터의 배출은 이 카테고리의 총계 및 소계로부터 가능한 제외시케 따로 분리하여 보고해야 됨
	a	민간항공 (Civil Aviation)	이·착륙을 포함하는 국제 및 국내 민간항공 운항으로부터 민간항공은 여객 및 화물용 정기·전세항공, 출퇴근용 항공(air taxiing), 일반항공(general aviation)을 포함하는 민간 상업용 항공기 이용을 말함. 국제/국내항공의 구분은 항공기의 국적이 아닌 각 비행단계의 출·도착지점으로 구분되어야 함. 1A3e 기타수송(other transport)에 보고된 공항에서의 육상운송 연료사용은 제외됨. 또한 공항에서의 고정연소용 연료함.
	i	국제항공(international Aviation) (국제빙커-International Bunkers)	한 나라에서 출발하여 다른 나라에 도착하는 항공기로부터의 배출, 이·착륙 과정도 포함. 국제 군사항공의 경우 국제항공에 대한 명확한 구분이 적용될 수 있고 국제항공의 정의를 뒷받침할 수 있는 자료가 있다면, 국제 군사항공으로부터의 배출을 국제항공의 하위카테고리로 포함시킬 수 있음

9) 『수송부문 온실가스 배출통계체계 구축 및 관리방안』, 조준행 외 2, 한국교통연구원, 2008

10) 수송부문의 배출량 산정에 대한 내용은 IPCC 지침의 “제 2권: 에너지” 중 “제 3장: 이동연소원”부문에서 다루어짐

- 이산화탄소, 메탄, 아산화질소와 같은 직접적인 온실가스 측정방법을 다룸
- 도로, 항공, 철도, 해운과 같은 주요 교통수단별로 배출량이 산정됨

코드 및 이름		설명
	ii	국내항공(Domestic Aviation) 이·착륙 장소가 같은 나라 내일 경우의 국내 민간 여객기 및 화물수송기(상업용, 개인용, 농업용 등)로부터의 배출을 말하며, 이·착륙을 포함함. 동일 국가 내의 상당히 멀리 떨어진 두 공항 사이의 비행도 포함됨
	도로수송(Road Transportation) 포장도로에서 농업용자동차의 사용을 포함한, 도로차량의 연료사용으로부터 발생한 모든 연소배출 및 증발배출	
	i	승용차(Car) 주로 12인승 이하의 승객운송용으로 차량등록국가에서 그렇게 지정된 자동차로부터의 배출
	i	1 삼원촉매장치 장착 승용차 삼원촉매장치가 장착된 승용차로부터의 배출
	i	2 삼원촉매장치 미장착 승용차 삼원촉매장치가 없는 승용차로부터의 배출
	ii	소형트럭(light duty trucks) 주로 소형화물이나 비도로 운행을 위한 4륜 구동장치와 같은 특별한 장치를 장착한 차량으로 차량등록국가에 그렇게 지정된 차량으로부터의 배출. 차량 총중량은 3500-3900kg 이하
b	iii	1 삼원촉매장치 장착 소형트럭 삼원촉매장치가 장착된 소형트럭으로부터의 배출
	iii	2 삼원촉매장치 미장착 소형트럭 삼원촉매장치가 없는 소형트럭으로부터의 배출
	iii	중형트럭과 버스(Heavy duty trucks and buses) 차량등록국가에서 중형트럭이나 버스라고 지정된 차량으로부터의 배출. 대개 차량 총중량은 3500-3900kg 이상으로, 대형트럭과 12인승 이상 버스
	iv	오토바이(Motocycle) 중량 680kg이하이면서 지면과 닿는 바퀴가 3개 이하인 오토바이로부터의 배출
	v	자동차로부터의 증발배출(Evaporative emissions from vehicles) 차량으로부터의 증발 배출(예. 'hot soak', 'running losses' 등) 연료주입시 배출은 제외함
	vi	요소촉매장치(urea-based catalysts) 촉매변환장치의 요소첨가제 사용으로 인한 CO <sub>2</sub> 배출(비연소성 배출)
c	철도(railways) 여객 및 화물운행노선의 철도수송으로부터의 배출	
d	수상운수(water-borne navigation) 어선을 제외하고 호버크래프트와 수중익선을 포함한 해운의 추진으로 부터의 발생. 국제/국내 수상운수는 해운의 국적이 아닌 출라항과 도착항을 기준으로 구분함	
	i	국제수상운수(International water-borne navigation) (국제병커- <i>international bunkers</i> ) 국제 수상운수에 사용된 모든 국적해운에 사용되는 연료로부터의 배출. 국제 수상운수는 바다, 내륙호수와 수로, 연안 해역에서 일어날 수 있으며 출발과 도착이 다른 나라일 경우의 수상운수에 의한 배출을 말함. 어선은 제외됨 국제 군사 수상운수의 경우 국제 수상운수에 대한 명확한 구분이 적용될 수 있고, 국제 수상운수의 정의를 뒷받침 할 수 있는 자료가 있다면, 국제 수상운수의 독립된 하위카테고리에 포함시킬 수 있음
	ii	국내수상운수(Domestic water-borne navigation) 같은 국가 내에서 출항하고 입항하는 모든 국적의 해운에 사용되는 연료로부터의 배출. 동일 국가내의 상당히 멀리 떨어진 두 항만 사이의 수상운수도 포함(예. san francisco에서 honolulu까지)

자료: 국가 온실가스 인벤토리 작성을 위한 2006 IPCC 가이드라인 제 2권, 환경부

## 1) 도로부문 온실가스 배출량 산정방법

- 도로부문은 승용차, 소형트럭과 같은 소형차량, 트랙터 트레일러, 버스와 같은 중형차량과 오토바이를 포함함
- 온실가스 배출량은 연료소비량 또는 차량주행거리를 이용하여 측정할 수 있음
  - 연료소비량은 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량 산정에 적합
  - 차종별, 도로종류별 주행거리는 CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량 산정에 적합
- 온실가스 배출량 산정방법에 필요한 자료는 다음과 같음

&lt;표 3-36&gt; 도로부문 각 방법론에 따른 자료요구사항

자료	CO <sub>2</sub>		요소축매의 CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> 와 N <sub>2</sub> O		
	Tier 1	Tier 2		Tier 1	Tier 2	Tier 3
연료 종류별 연료소비량	○	○		○	○	
연료 종류별 국가고유 탄소함유량		○				
축매변환기에 사용한 요소첨가제의 양			○			
요소첨가제 내 요소의 질량 비율			○			
차종별 연료 소비량					○	
배출제어장치에 따른 연료 소비량					○	
연료 종류별 차량주행거리						○
차종별 차량주행거리						○
배출제어기술에 따른 차량주행거리						○
운전조건에 따른 차량주행거리						○

① CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량

- CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량은 연소된 연료의 종류 및 양(연료 판매량)과 탄소함유량을 기준으로 계산하는 것이 가장 정확함
  - 방법론은 Tier 1과 Tier 2 두 단계가 있으며 국가고유의 연료 탄소함유량 자료가 확보되었을 경우 Tier 2를, 그렇지 않을 경우 탄소함유량의 기본값을 활용한 Tier 1을 활용함

## ○ Tier 1

- Tier 1에서는 식 (1) 과 같이 연료판매량에 CO<sub>2</sub> 배출계수의 기본값을 곱하여 CO<sub>2</sub> 배출량을 산정함

$$\text{식 (1) } Emission = \sum_a^E [Fuel_a \times EF_a]$$

$Emission = CO_2$  배출량 (kg)

$Fuel_a =$  연료  $a$ 의 판매량 (TJ)

$EF_a =$  배출계수 (kg/TJ). (= 연료  $a$ 의 탄소함유량 \* 44/12)

$a =$  연료의 종류 (휘발유, 디젤, 천연가스, LPG 등)

## ○ Tier 2

- Tier 2는 연료의 국가고유 탄소함유량을 사용하는 것을 제외하면 Tier 1과 같음
- 즉, 식(1)이 동일하게 적용되지만, 인벤토리 산정년도에 해당 국가에서 판매된 연료의 실제 탄소함유량을 기준으로 한 배출계수를 이용하게 됨
- 따라서 Tier 1 방법으로는 배출량의 국가 특성을 반영할 수 없고, Tier 2에서는 Non-CO<sub>2</sub>(非 이산화탄소) 가스로 배출되는 탄소를 고려하여 배출계수가 조정될 수 있음
- 현재 Tier 2보다 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량을 정확하게 산정하는 것은 불가능하기 때문에 Tier 3은 존재하지 않음

② Non-CO<sub>2</sub>(非 이산화탄소) 배출량

- 도로 차량에서 CH<sub>4</sub>(메탄) 과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량 산정을 위해 Tier 1/2/3 방법이 사용될 수 있는 데 Tier 3은 차량주행거리(VKT : Vehicle Kilometers Travelled)를 기준으로 하고 다른 두 가지는 연료판매량을 기준으로 함
- Tier 3 방법은 차량의 하위 카테고리에 따른 활동도를 기준으로 한 배출계수를 생성하기 위해 세부적인 국가고유의 자료를 필요로 함
  - 각 하위 카테고리 및 가능한 도로유형에 따른 차량 활동도 수준(VKT)을 근거로 배출량을 산정하며 차량 하위 카테고리는 차종, 차량, 배출 제어기술을 기준으로 구분됨
- Tier 2 방법은 차량 하위 카테고리별 세부적인 연료 기반(Fuel-based) 배출계수를 사용

- 차종에 따른 연료소비량 자료를 사용할 수 없을 경우 연료 기반 배출계수를 사용하는 Tier 1 방식을 적용함

- Tier 1

- CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 산정을 위한 Tier 1은 다음 식(2)와 같음
- 연료 종류별 소비량은 국가 자료, 또는 IEA, UN의 국제적인 자료를 이용하여 산정하며, 모든 값은 테라주울(terajoules)로 기록함

$$\text{식 (3)} \quad Emission = \sum_z [Fuel_a \times EF_a]$$

$Emission$  = 배출량 (kg)  
 $EF_z$  = 배출계수 (kg/TJ)  
 $Fuel_a$  = 연료 소비량 (연료 판매량) (TJ)  
 $a$  = 연료의 종류 (디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)

- Tier 2

- CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량 산정을 위한 Tier 2는 다음 식 (3)과 같음
- 차종은 승용차, 경량 또는 중량 차량, 오토바이로 구분함

$$\text{식 (3)} \quad Emission = \sum_{z,b,c} [Fuel_{a,b,c} \times EF_{a,b,c}]$$

$Emission$  = 배출량 (kg)  
 $EF_{z,b,c}$  = 배출계수 (kg/TJ)  
 $Fuel_{a,b,c}$  = 주어진 수송수단의 활동에 대한 연료 소비량 (연료 판매량) (TJ)  
 $a$  = 연료의 종류 (디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)  
 $b$  = 차량의 종류  
 $c$  = 배출제어기술 (제어장치 부재, 촉매변환장치 등)

- Tier 3

- CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량 산정을 위한 Tier 3은 다음 식 (4)와 같음

식(4)

$$Emission = \sum_{z,b,c,d} [Distance_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

$Emission$  = 메탄 또는 아산화질소 배출량 (kg)  
 $EF_{z,b,c,d}$  = 배출계수 (kg/km)  
 $Distance$  = 주어진 수송수단의 활동에서 열적으로 안정된 엔진 작동 단계의 주행거리 (VKT) (km)  
 $C_{a,b,c,d}$  = 예열단계에서의 배출량

- a = 연료의 종류
- b = 차량의 종류
- c = 배출제어기술
- d = 작동조건(도시 또는 교외의 도로 유형, 기후, 그 외 환경요소 등)

<표 3-37> 도로 온실가스 배출량 산정방법

ROAD	Tier 1	Tier 2	Tier 3
CO <sub>2</sub>	-연료 종류별 연료소비량 -IPCC 가이드라인 배출계수	- 연료 종류별 연료소비량 - 국가고유 배출계수	- (의미없음)
Non-CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	-연료 종류별 연료소비량 -IPCC 가이드라인 배출계수	-연료 종류별 연료소비량 -차종별 연료 소비량 -배출제어기술 (제어장치 미장착, 촉매변환장치 등)	-연료 종류별 차량주행거리 -차종별 차량주행거리 -배출제어기술에 따른 차량주행거리 (제어장치 미장착, 촉매변환장치 등) -운전조건에 따른 차량주행거리 (cold start)

2) 철도부문 온실가스 배출량 산정방법

- 철도기관차는 일반적으로 디젤, 전기, 증기 세 가지가 있으며 각 방법론에 따른 자료 요구사항은 다음과 같음

<표 3-38> 철도부문 각 방법론에 따른 자료요구사항

자료	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub> 와 N <sub>2</sub> O		
	Tier 1	Tier 2	Tier 1	Tier 2	Tier 3
연료 종류별 연료소비량	○	○	○		
연료 종류별 국가고유 탄소함유량		○			
기관차 종류별 연료소비량				○	○
운영유형 및 기관차 종류별 이동거리에 따른 연료소비량					○

- 철도 차량으로부터의 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량은 연료의 총 탄소함량을 기준으로 산정함
  - 연료탄소함유량에 대한 국가고유의 자료가 확보 가능하면 Tier 2를, 그렇지 않을 경우 배출계수의 기본값을 이용하는 Tier 1을 사용함

- CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 산정에는 기관차 고유 활동도 자료의 배출계수를 사용할 수 있는 경우 Tier 3, 기관차 종류별 연료 통계자료가 사용 가능할 경우 Tier 2, 이러한 자료들을 사용할 수 없는 경우 Tier 1을 사용함
- Tier 1
  - Tier 1에서 배출량은 연료별 배출계수 기본 값을 사용하여 산정함. 단, 각 연료별 모든 연료는 단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정함

$$\text{식 (5)} \quad Emission = \sum_j (Fuel_j \times EF_j)$$

$EF_j$  = 연료  $j$ 의 배출계수 ( $kg/TJ$ )  
 $Fuel_j$  = 연료  $j$ 의 소비량(연료판매량)( $TJ$ )  
 $j$  = 연료의 종류

- Tier 2
  - CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량에 대한 Tier 2는 연료의 탄소 함유량에 대한 국가고유의 자료를 적용하여 산정함
  - CH<sub>4</sub>(메탄)과 N<sub>2</sub>O(아산화질소) 배출량에 관한 Tier 2는 국가고유 및 연료고유 배출계수를 사용하여 산정함

$$\text{식 (6)} \quad Emission = \sum_i (Fuel_i \times EF_i)$$

$EF_i$  = 기관차  $i$ 의 배출계수 ( $kg/TJ$ )  
 $Fuel_i$  = 기관차  $i$ 의 소비량(연료판매량)( $TJ$ )  
 $i$  = 기관차 기종

- Tier 3
  - Tier 3에서는 부하량에 따라 배출계수가 달라져 배출량에 영향을 미칠 수 있는 엔진과 기관차 종류별 연료 사용량에 대한 세부적 모형을 사용
  - 필요 자료로는 운행 유형과 기차 종류별 이동 거리에 따라 심층 분류되는 연료 소비량이 포함됨
  - 다음 식(7)은 Tier 3의 한 예로 여기서 사용된 입력변수 H, P LF, EF는 하위개념으로 세분될 수 있음 (예) 변수 H의 사용패턴은 연령별로 다름

$$\text{식 (7) 배출량} = \sum_i (N_i \times H_i \times P_i \times LF_i \times EF_i)$$

$N_i$  = 기관차  $i$ 의 수  
 $H_i$  = 기관차  $i$ 의 연간사용 시간( $h$ )  
 $P_i$  = 기관차  $i$ 의 평균 정격동력( $kW$ )  
 $LF_i$  = 기관차  $i$ 의 일반적 부하계수 (0과 1사이의 소수)

<표 3-39> 철도 온실가스 배출량 산정방법 정리

RAIL	Tier 1	Tier 2	Tier 3
CO <sub>2</sub>	-연료 종류별 연료 소비량 (단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정)	-연료 종류별 연료 소비량 -국가고유 탄소배출계수	-
Non-CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	-연료 종류별 연료 소비량 (단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정)	-기관차 종류별 연료소비량	-기관차 종류별 연료소 비량 -운영유형 및 기관차 종 류별 이동거리에 따른 연료소비량 -기관차 고유 배출계수

3) 항공부문 온실가스 배출량 산정방법

- 항공부문은 민간 및 일반항공을 포함하여 모든 민간 상업용 항공기로부터의 배출을 다룸
  - 배출 인벤토리를 위해 국내와 국제 항공으로 구분되며, 단, 국제 항공병커나 UN헌 장에 입각한 다국적 작전에 사용된 연료에 의한 배출은 국가 총합에서 제외됨
- Tier 1과 Tier 2는 연료 종류별 소비량 자료를 사용하며, Tier 3은 각 비행편별 이동 자료를 사용함

<표 3-40> 항공부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항

국내/국제 자료	Tier 1	Tier 2	Tier 3 A	Tier 3 B
항공용 휘발유 소비량	○			
제트 연료 소비량	○	○		
총 이착륙				
항공기 기종별 이착륙		○		
기종별 출발/도착지			○	
항공기와 엔진자료를 포함한 총 비행이동자료				○

## ○ Tier 1

- Tier 1은 평균 배출계수에 항공 연료소비량 자료를 곱한 값의 양적 합산으로 산정
- CH<sub>4</sub>(메탄)의 배출계수는 이차륙 단계에서 연료의 10%가 사용된다는 가정 하에 총 비행 단계의 평균이 산출됨
- Tier 1은 항공부문 연료 소비량의 1% 이하를 차지하는 항공 휘발유를 사용하는 소형 항공기 등의 배출량을 산정하는데 사용되며, 항공기의 운행 자료를 사용할 수 없는 경우 제트 연료에 의한 비행에도 사용됨

$$\text{식 (9) 배출량} = \text{연료소비량} * \text{배출계수}$$

## ○ Tier 2

- Tier 2는 제트 항공기 엔진에서 제트 연료를 사용하는 경우에만 적합하며, 국내 및 국제 비행의 이차륙 횟수를 알아야함
- 또한 914m(3000피트) 이상과 이하를 구분하여, 이차륙 단계와 순항 단계에서 발생하는 배출량을 산정함
- 1단계 : 국내 및 국제 비행의 총 연료 소비량 산정
- 2단계 : 국내 및 국제 비행의 이차륙 단계의 연료 소비량 산정
- 3단계 : 국내 및 국제 비행의 순항단계의 연료 소비량 산정
- 4단계 : 국내 및 국제 비행의 이차륙과 순항 단계의 배출량 산정

$$\text{식 (10) 총배출량} = \text{이차륙 단계의 배출량} + \text{순항 단계의 배출량}$$

$$(11) \text{ 이차륙 단계의 배출량} = \text{이차륙 횟수} * \text{이차륙 단계의 배출계수}$$

$$(12) \text{ 이차륙 단계의 연료 소비량} = \text{이차륙 횟수} * (\text{연료소비량} / \text{이차륙}) \text{순항단계의 배출량}$$

$$(13) \text{ 순항 단계의 배출량} = (\text{총 연료소비량} - \text{이차륙 단계의 연료소비량}) * \text{순항단계의 배출계수}$$

## ○ Tier 3

- Tier 3은 실질적인 비행이동자료를 근거로 함
- Tier 3A : 출발지 및 도착지 자료
- Tier 3B : 총 비행항로 정보

- Tier 3A를 사용하기 위해서는 국내/국제 출발 및 도착 공항과 기종에 대한 세부자료가 필요하며 EMEP/CORINAIR 인벤토리 지침서(EEA)에서는 Tier 3A의 방법론 사례가 제시되어 있음
- Tier 3B는 항공기와 엔진 특유의 공기역학적 성능 정보를 이용한, 각 비행 구획의 총 궤도에 걸친 배출량과 연료 연소 계산에 의해 Tier 3A와 구분되며 Tier 3B를 사용하기 위해서는 장비, 성능, 궤도 변수와 대상연도 모든 비행에 대한 계산을 지정하기 위한 복잡한 컴퓨터 모형이 필요함

<표 3-41> 항공부문 온실가스 배출량 산정방법 정리

AIR	Tier 1	Tier 2	Tier 3A	Tier 3B
CO <sub>2</sub> , Non-CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	-항공용 휘발유 소비량 (제트 연료 소비량) -CO <sub>2</sub> : IPCC 배출계수 -Non-CO <sub>2</sub> : IPCC Non-CO <sub>2</sub> 배출계수	-제트 연료 소비량 -항공기 기종별 이착륙 (LTOs) 횟수와 연료사 용량	-기종별 출발/도착지	-항공기와 엔진자 료를 포함한 총 비행이동자료

4) 해운부문 온실가스 배출량 산정 방법

- 해운부문의 온실가스 배출량 산정 방법에는 Tier 1과 Tier 2의 두 가지가 있으며 이 두 가지 방법론에서는 연료 소비 활동도 자료에 대한 배출계수를 적용함

<표 3-42> 해운부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항

자료	이산화탄소, 메탄, 아산화질소	
	Tier 1	Tier 2
연료 종류별 연료소비량	○	○
해운 종류별 연료소비량		○
엔진 종류별 연료소비량		○

- Tier 1
  - 가장 단순한 방법으로 배출량의 기본수치 또는 국가 특성 수치로 사용
  - 소비된 연료의 양에 연료마다, 온실가스 마다 다른 배출계수를 적용하여 산출

$$\text{식 (14) } Emission = \sum [\text{연료소비량}_{a,b} \times \text{배출량계수}_{a,b}]$$

$a$  = 연료의 종류 (디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)  
 $b$  = 수상 항해의 유형

○ Tier 2

- Tier 2에 의한 배출량의 산정에는 Tier 1에서 사용한 연료의 종류별 배출계수 외에도 해상운송 해운 혹은 엔진의 종류별 배출계수가 필요함
- Tier 2 방식을 이용하여 산정할 경우 해운에 의한 온실가스 배출량에 대한 측정 지침과 엔진 및 선종에 근거한 해운별 배출계수 및 해운이동거리 산정 방법론이 필요함

<표 3-43> 해운 온실가스 배출량 산정방법 정리

SEA	Tier 1	Tier 2
CO <sub>2</sub> Non-CO <sub>2</sub> (CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O)	- 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 배출계수	- 연료 종류별 연료소비량 - 해운 종류별 연료소비량 - 엔진 종류별 연료소비량 - 국가별 배출계수

#### 다. 탄소배출계수

- 연료소비량을 이용하여 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량을 산정시에는 탄소배출계수를 사용함
- 현재 우리나라 고유의 탄소배출계수가 없기 때문에 1996년의 IPCC Guideline에서 제시한 탄소배출계수를 현재에도 사용하고 있음
  - 교통부문에 주로 사용되는 연료에 대한 탄소배출계수는 아래의 <표 3-44>와 같음

<표 3-44> IPCC 탄소배출계수

연료구분			탄소 배출 계수	
			C Kg/Gj	C Ton/TOE <sup>1)</sup>
액체화석연료	1차연료	원유	20	0.829
		천연액화가스	17.2	0.63
	2차연료	휘발유	18.9	0.783
		Avi-Gas	18.9	0.783
		등유	19.6	0.812
		항공유	19.5	0.808
		경유	20.2	0.837
		중유	21.1	0.875
		L P G	17.2	0.713
		납사	20	0.829
		Bitumen	22	0.912
		윤활유	20	0.829
		Petroleum Coke	27.5	1.14
		Refinery Feedstock	20	0.829
		기체화석연료	LNG	15.3

주: 1) 에너지원별 IPCC Guideline에서 제시하고 있는 용도별 연소율 적용

2) 임산연료 및 기타(바이오매스) 에너지원의 연소로 인한 CO<sub>2</sub> 배출량은 국가CO<sub>2</sub>배출 통계에서 제외

- 온실가스 배출량 산정 및 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 『에너지기본법 시행령 제15조제1항』 규정에 따름
  - 에너지 열량환산기준은 총발열량 기준과 순발열량 기준 방법이 있음
  - 총발열량 기준은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
  - 순발열량 기준은 총발열량에서 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
  - 리터 단위의 에너지 소비량을 탄소배출계수 단위로 맞추려면 리터를 열량으로 환산하여 산정해야하므로 에너지 열량환산기준이 필요함

- 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 총발열량 및 순발열량 기준으로 나뉘며, 이에 대한 내용은 다음 표를 참고함

&lt;표 3-45&gt; 총발열량 기준 에너지 열량환산기준

에너지원	단위	총발열량		석유환산계수
		kcal	MJ환산	
원유	kg	10,730	44.9	1.073
휘발유	l	7,780	32.6	0.778
등유	l	8,790	36.8	0.879
경유	l	9,010	37.7	0.901
B-A유	l	9,290	38.9	0.929
B-B유	l	9,670	40.5	0.967
B-C유	l	9,950	41.6	0.995
프로판	kg	12,050	50.4	1.205
부탄	kg	11,850	49.6	1.185
나프타	l	7,710	32.3	0.771
용제	l	7,950	33.3	0.795
항공유	l	8,730	36.5	0.873
아스팔트	kg	9,910	41.5	0.991
윤활유	l	9,500	39.8	0.950
석유코크스	kg	8,000	33.5	0.800
부생연료유1호	l	8,800	36.9	0.880
부생연료유2호	l	9,550	40.0	0.955
천연가스(LNG)	kg	13,040	54.6	1.304
도시가스(LNG)	Nm <sup>3</sup>	10,430	43.6	1.043
도시가스(LPG)	Nm <sup>3</sup>	15,000	62.8	1.500
국내무연탄	kg	4,500	18.9	0.450
연료용 수입무연탄	kg	5,020	21.0	0.502
원료용 수입무연탄	kg	5,900	24.7	0.590
연료용 유연탄(역청탄)	kg	6,160	25.8	0.616
원료용 유연탄(역청탄)	kg	7,000	29.3	0.700
아역청탄	kg	5,420	22.7	0.542
코크스	kg	6,960	29.1	0.696
전기(발전기준)	kWh	2,110	8.8	0.211
전기(소비기준)	kWh	2,300	9.6	0.230
신탄	kg	4,500	18.8	0.450

자료: 2011년 에너지법 시행규칙, 산업자원부·에너지관리공단, 2011.12월 개정.

주: 1) “총발열량”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함

2) “석유환산계수”라 함은 에너지원별 열량을 석유환산톤(TOE: Ton of Oil Equivalent)으로 환산하기 위한 계수이며, TOE는 원유 1톤에 해당하는 열량으로 약 107kcal를 말함 (1kg = 10,000kcal)

3) 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh = 860kcal를 적용함

4) 에너지원별 실측결과는 50kcal에서 반올림함

5) 석탄의 발열량은 인수식 기준을 적용하여 측정함

6) 1cal = 4.1868J로 함

7) MJ = 106J로 함

8) Nm<sup>3</sup> = 0℃, 1기압 상태의 체적을 의미함

&lt;표 3-46&gt; 순발열량 기준 에너지 열량환산기준

에너지원	단위	순발열량		석유환산계수
		kcal	MJ환산	
원유	kg	10,080	42.2	1.008
휘발유	L	7,230	30.3	0.723
등유	L	8,200	34.3	0.820
경유	L	8,420	35.3	0.842
B-A유	L	8,700	36.4	0.870
B-B유	L	9,080	38.0	0.908
B-C유	L	9,360	39.2	0.936
프로판	L	11,050	46.3	1.105
부탄	kg	10,900	45.6	1.090
나프타	kg	7,160	30.0	0.716
용제	L	7,410	31.0	0.741
항공유	L	8,140	34.1	0.814
아스팔트	L	9,360	39.2	0.936
윤활유	kg	8,830	37.0	0.883
석유코크스	L	7,550	31.6	0.755
부생연료유1호	kg	8,200	34.3	0.820
부생연료유2호	L	9,050	37.9	0.905
천연가스(LNG)	L	11,780	49.3	1.178
도시가스(LNG)	kg	9,420	39.4	0.942
도시가스(LPG)	Nm <sup>3</sup>	13,780	57.7	1.378
국내무연탄	Nm <sup>3</sup>	4,450	18.6	0.445
연료용 수입무연탄	kg	4,920	20.6	0.492
원료용 수입무연탄	kg	5,820	24.4	0.582
연료용 유연탄(역청탄)	kg	5,890	24.7	0.589
원료용 유연탄(역청탄)	kg	6,740	28.2	0.674
아역청탄	kg	5,100	21.4	0.510
코크스	kg	6,900	28.9	0.690
전기(발전기준)	kWh	2,110	8.80	0.211
전기(소비기준)	kg	2,300	9.60	0.230
신탄	kg	-	-	-

자료: 2011년 에너지법 시행규칙, 산업자원부·에너지관리공단, 2011.12월 개정

주: 1) “총발열량”이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함

2) “석유환산계수”라 함은 에너지원별 열량을 석유환산톤(TOE: Ton of Oil Equivalent)으로 환산하기 위한 계수이며, TOE는 원유 1톤에 해당하는 열량으로 약 107kcal를 말함 (1kg = 10,000kcal)

3) 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh = 860kcal를 적용함

4) 에너지원별 실측결과는 50kcal에서 반올림함

5) 석탄의 발열량은 인수식 기준을 적용하여 측정함

6) 1cal = 4.1868J로 함

7) MJ = 106J로 함

8) Nm<sup>3</sup> = 0℃, 1기압 상태의 체적을 의미함

### 3. Tier 1 방법론에 따른 관련 자료

- Tier 1 방법론으로 온실가스 배출량을 사용하기 위해서는 에너지 사용량 자료가 필요함
- 교통수단별·지역별 온실가스 배출량 산정에 이용된 자료는 한국석유공사에서 발간한 『2012년도 석유류수급통계』를 이용
- 지역별로 사용된 연료를 기초로 지역별 온실가스 배출량을 산정함
  - 16개시도 지역을 대상으로 수단별 온실가스 배출량을 산정
- 지역별로 사용된 연료를 기초로 지역별 온실가스 배출량을 산정한 것과 마찬가지로 수단별로 사용된 연료를 기초로 교통부문의 온실가스 배출량을 산정함
  - 도로부문 연료소비량 : 자동차별(승용차, 승합차, 개인화물차)의 연료사용량(휘발유, 경유, LPG)
  - 철도부문 연료소비량 : 차종별(KTX, 새마을호, 무궁화호)의 연료사용량(경유)
  - 해운부문 연료소비량 : 국내 및 국제 연료소비 총량
  - 항공부문 연료소비량 : 국내 및 국제 연료소비 총량

#### 4. 온실가스 배출량 산정

##### 가. 온실가스 배출량 산정결과

- Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량은 교통수단별·지역별로 구분하여 전체유종에 대해 국제 벙커링을 제외한 후 산정하였음
- 본 연구에서 산정된 2011년 기준 교통부문 총 배출량은 82.2백만tCO<sub>2</sub>로 2010년 대비 0.02%의 다소 증가하였음
- 도로부문이 94.7%로 가장 많이 차지하고 있으며 해운 2.9%, 항공 1.8%, 철도 0.6%의 순으로 나타났음
- 2010년 대비 2011년의 온실가스 배출량은 전체 13,026tCO<sub>2</sub>의 증가치를 보이고 있으며 도로부문이 전년대비 345,786천tCO<sub>2</sub>으로 0.4% 감소하였음
- 최근 4년간 온실가스 배출량이 조금씩 증가하고 있으며 서울, 부산, 강원도의 경우 2010년도에 대비하여 평균 2.7% 감소하였고 대구, 인천지역은 평균 2.8%가 증가하는 추세를 보였음

<표 3-47> 최근 4년간 교통부문 온실가스 증감량

단위: tCO<sub>2</sub>

구 분	2008	2009	2010	2011	
				배출량	전년도 대비비율
합계	80,495,050	81,255,877	82,206,573	82,219,599	0.02%
1.서울	9,754,741	9,698,414	9,301,457	9,101,040	-2.15%
2.부산	6,022,910	5,379,004	5,431,388	5,255,071	-3.25%
3.대구	3,022,629	3,016,574	3,112,591	3,209,819	3.12%
4.인천	5,269,535	5,093,094	5,031,334	5,163,128	2.62%
5.광주	1,910,298	1,988,391	2,121,429	2,159,697	1.80%
6.대전	2,038,357	2,049,885	2,057,628	2,059,749	0.10%
7.울산	2,118,225	2,070,119	2,130,161	2,105,717	-1.15%
8.경기도	19,361,214	19,613,945	20,171,929	20,165,236	-0.03%
9.강원도	3,128,807	3,279,629	3,200,353	3,116,212	-2.63%
10.충북	3,449,861	3,584,558	3,590,510	3,614,848	0.68%
11.충남	4,890,133	5,031,832	5,080,861	5,121,241	0.79%
12.전북	3,414,523	3,362,820	3,560,077	3,622,265	1.75%
13.전남	3,579,568	3,670,710	3,738,887	3,798,468	1.59%
14.경북	5,906,187	6,060,183	6,040,328	5,982,274	-0.96%
15.경남	5,903,916	6,267,491	6,457,991	6,452,541	-0.08%
16.제주	724,145	1,089,228	1,179,648	1,292,295	9.55%

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

- 도로부문에서는 경기와 서울, 부산등과 같은 대도시에서 배출량이 많았고 해운의 경우 항만과 밀접한 부산, 경남, 인천지역에서 많은 비율을 차지하였음
- 항공부문은 인천공항이 위치하고 있는 인천이 809,862tCO<sub>2</sub> 이므로 전국의 54%를 차지하였고 그다음으로 김포공항이 위치한 서울이 24.3%를 차지하였음

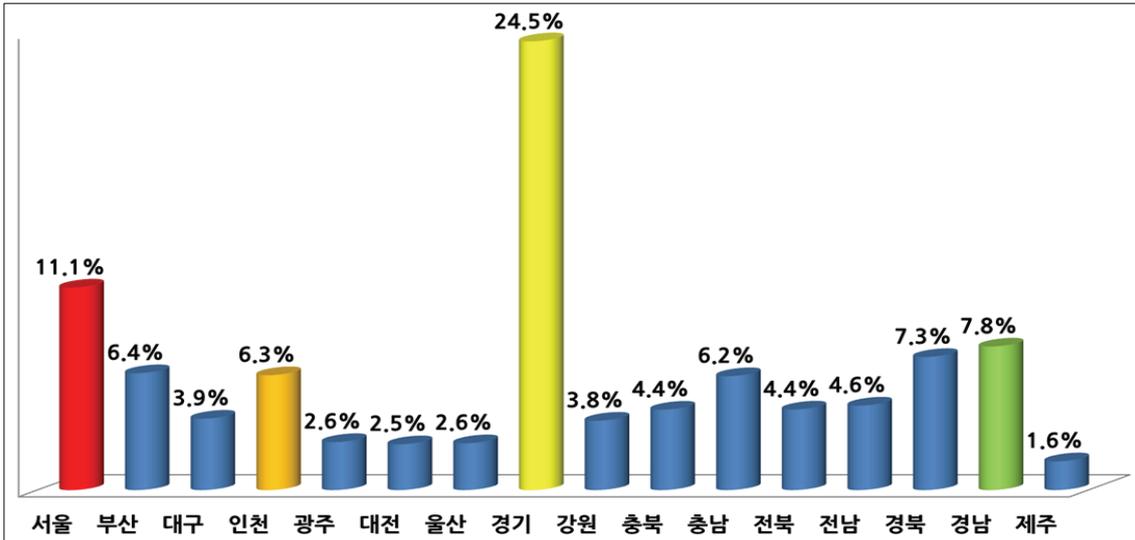
&lt;표 3-48&gt; 2011년 교통수단별·16개 광역시도별 온실가스 총 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

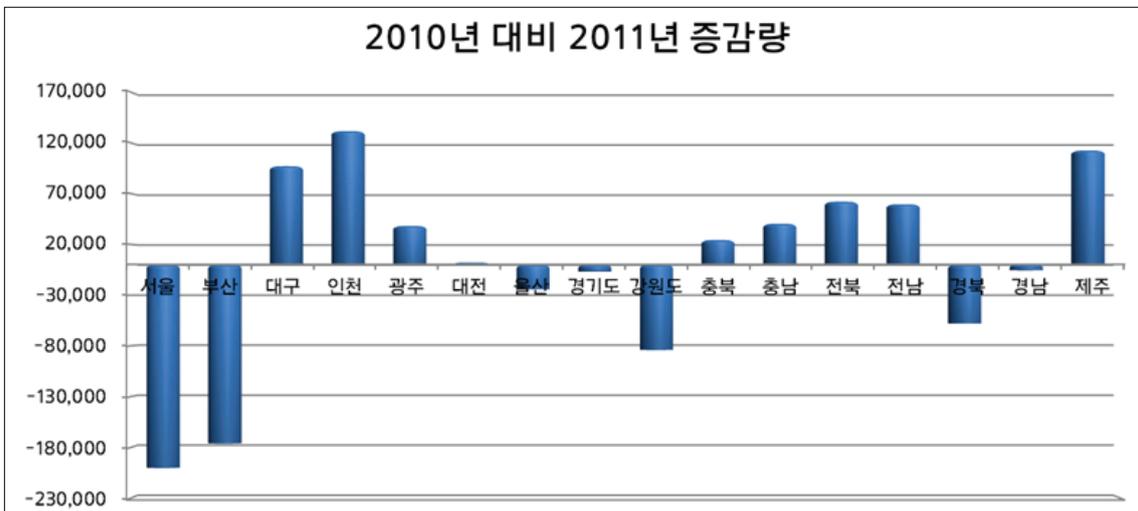
	철도	도로	해운	항공	계
합계	518,826	77,852,009	2,349,820	1,498,945	82,219,599
	0.6%	94.7%	2.9%	1.8%	100.0%
1.서울	144,440	8,445,009	146,853	364,738	9,101,040
	27.8%	10.8%	6.2%	24.3%	11.1%
2.부산	79,589	4,378,869	727,024	69,588	5,255,071
	15.3%	5.6%	30.9%	4.6%	6.4%
3.대구	27,793	3,181,626	0	400	3,209,819
	5.4%	4.1%	0.0%	0.0%	3.9%
4.인천	0	4,006,869	346,397	809,862	5,163,128
	0.0%	5.1%	14.7%	54.0%	6.3%
5.광주	12,633	2,147,063	0	0	2,159,697
	2.4%	2.8%	0.0%	0.0%	2.6%
6.대전	18,129	2,041,621	0	0	2,059,749
	3.5%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
7.울산	0	1,984,647	119,070	2,000	2,105,717
	0.0%	2.5%	5.1%	0.1%	2.6%
8.경기도	50,112	20,030,572	81,352	3,199	20,165,236
	9.7%	25.7%	3.5%	0.2%	24.5%
9.강원도	8,843	3,056,748	49,821	800	3,116,212
	1.7%	3.9%	2.1%	0.1%	3.8%
10.충북	26,951	3,551,882	421	35,594	3,614,848
	5.2%	4.6%	0.0%	2.4%	4.4%
11.충남	12,212	4,998,296	110,734	0	5,121,241
	2.4%	6.4%	4.7%	0.0%	6.2%
12.전북	32,425	3,525,806	64,033	0	3,622,265
	6.2%	4.5%	2.7%	0.0%	4.4%
13.전남	52,217	3,458,097	288,153	0	3,798,468
	10.1%	4.4%	12.3%	0.0%	4.6%
14.경북	43,795	5,927,617	10,862	0	5,982,274
	8.4%	7.6%	0.5%	0.0%	7.3%
15.경남	9,685	6,053,815	379,442	9,598	6,452,541
	1.9%	7.8%	16.1%	0.6%	7.8%
16.제주	0	1,063,472	25,658	203,165	1,292,295
	0.0%	1.4%	1.1%	13.6%	1.6%

- 주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임  
 2) 연료 소모량은 2011년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정  
 3) 도로와 철도부문은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임  
 4) 항공과 해운부문은 국제빙커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

- 16개 지역별로 살펴보면 경기도가 24.5%로 가장 많은 배출량을 보였고 서울과 경남이 각각 11.1%, 7.8%로 뒤를 이음
- 전년도에 비해 제주지역은 항공부문에서 작년대비 75,987tCO<sub>2</sub> 증가하였고 부산의 경우에는 모든 수단별 배출량이 감소하여 서울과 함께 감소한것으로 나타났음



<그림 3-17> 2011년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 비율



<그림 3-18> 2010년 대비 2011년의 지역별 온실가스 배출량 증감량

#### 나. 철도 전환부문 온실가스 배출량

- 철도의 전력 사용에 따른 온실가스 배출량은 교통부문이 아닌 에너지부문 중 전환부문에 해당함
  - 철도의 전환부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 철도공사 및 철도시설관리공단과 관련된 자료는 『철도통계연보(2011)』에서, 지하철 및 도시철도와 관련된 전력사용량 자료는 해당 운영기관에서 집계한 자료를 활용하였음
- 철도전환부문도 Tier 1의 방법으로 사용하였으며 전력에 대한 공식적인 탄소배출계수는 전력거래소에서 발표한 자료를 사용함
- 전력거래소의 배출계수를 사용한 이산화탄소 배출량은 1,534,767tCO<sub>2</sub>으로 산정되었음

<표 3-49> 2011년 철도 전환부문 CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출량

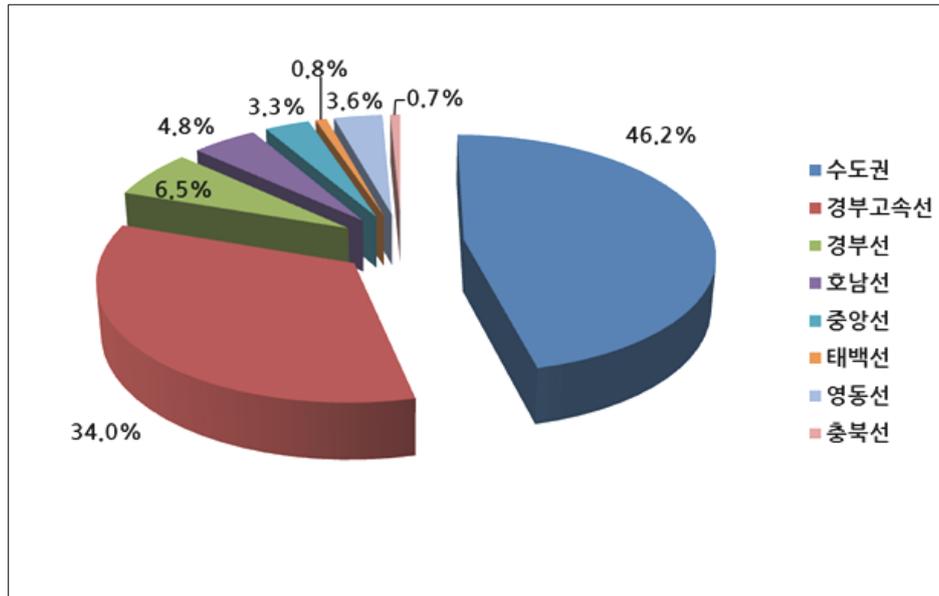
단위: tCO<sub>2</sub>

철도	배출량(tCO <sub>2</sub> )
수도권 <sup>1)</sup>	464,218
경부고속선	340,867
경부선	65,217
호남선	48,504
중앙선	33,226
태백선	8,198
영동선	36,074
충북선	7,436
합계	1,003,741
지하철	배출량(tCO <sub>2</sub> )
서울메트로	238,316
서울도시철도	129,110
부산도시철도	86,787
대전도시철도	8,105
대구도시철도	33,235
광주도시철도	8,347
인천도시철도	27,125
합계	531,026
<b>총계</b>	<b>1,534,767</b>

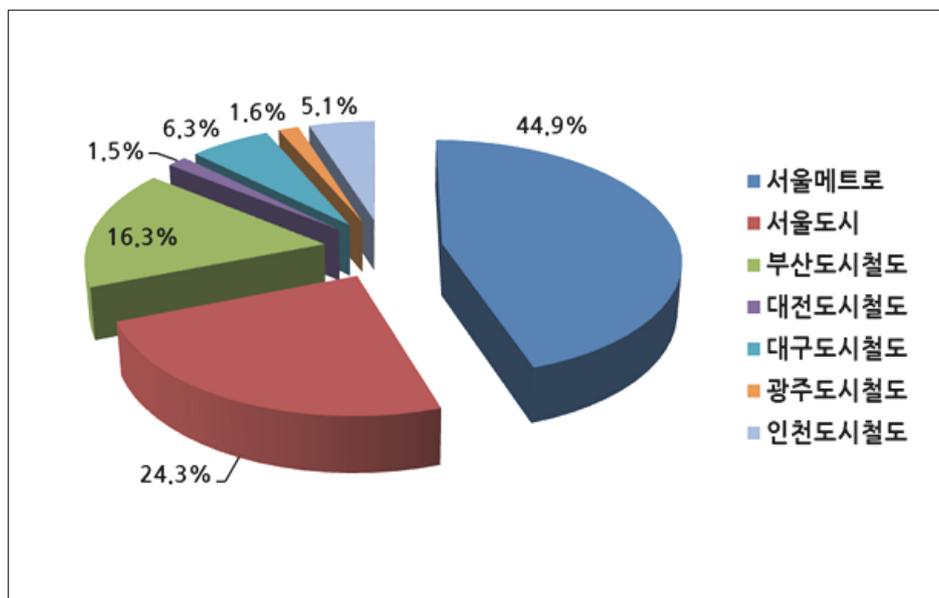
주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임

2) 전력배출계수는 전력거래소에서 제시한 2011년 전력배출계수 0.4598tCO<sub>2</sub>e/Mwh로 변경하여 적용

- 노선별 비중으로 살펴보면, 수도권이 전체 철도 전환부문의 온실가스 배출량의 46.2%를 차지하였고 경부고속선이 34.0%로 그 다음을 차지함



<그림 3-19> 철도전환부문 철도노선별 온실가스 배출량 비중



<그림 3-20> 철도전환부문 지하철 지역별 온실가스 배출량 비중

- 지하철부문은 서울메트로가 약 44.9%를 차지하였고 서울도시철도가 약 24.3% 순으로 나타났으며, 2010년 대비 CO<sub>2</sub>배출량은 3.7% 감소

#### 다. CNG부문 온실가스 배출량

- 최근 정부는 대중교통수단인 시내버스를 천연가스버스로 대체하도록 근거조항을 신설하는 등 천연가스버스보급사업의 제도적 장치를 마련하여 운영하고 있으며, 그 보급을 점차 확대하고 있음
  - 2011년 천연가스(CNG)자동차 보급현황에 따르면 총 2만8827대가 누적 보급돼 시내버스 면허대수 3만359대 중 95%를 보급 달성하였음
  - 서울시, 부산시, 대구시, 인천시, 광주시, 대전시, 울산시 등 7대 광역시는 보급률 100%을 넘었음
  - 천연가스 청소차는 지난 2004년부터 2011년까지 총 1019대가 보급되었음
  - 서울시는 479대, 부산시 46대, 대구시 81대, 인천시 15대, 광주시 5대, 대전시 18대, 울산시 7대가 보급됐으며 경기도 81대, 강원도 18대, 충청북도 24대, 충청남도 5대, 전라북도 70대, 전라남도 59대, 경상북도 49대, 경상남도 62대가 보급되었음
- CNG란 Compressed Natural Gas의 약자로서 천연가스를 200~300bar의 고압으로 압축하여 연료용기에 저장하여 사용하며 현재 대부분의 천연가스자동차가 사용하는 방식임
  - 천연가스를 연료로 사용하는 천연가스버스는 기존의 경유버스보다 70% 이상까지 배출가스를 저감시킬 수 있으며, 특히 시민들이 체감하는 매연은 전혀 배출되지 않고 오존영향물질도 70%이상까지 저감시킬 수 있음
  - 천연가스를 연료로 사용할 경우 가솔린 자동차와 비슷한 연비를 유지할 수 있으며 디젤 엔진에 비해 소음, 진동이 상당히 감소하고 기체 연료를 사용하므로 저온에서의 시동성이 우수함
- CNG부문 온실가스 배출량은 경기가 705.6천tCO<sub>2</sub>로 가장 많은 배출량을 보였으며, 그 다음으로 서울, 인천 각각 619.8천tCO<sub>2</sub>, 241.4천tCO<sub>2</sub> 이 뒤를 이어 수도권외의 배출량이 전체의 63.6%를 차지함

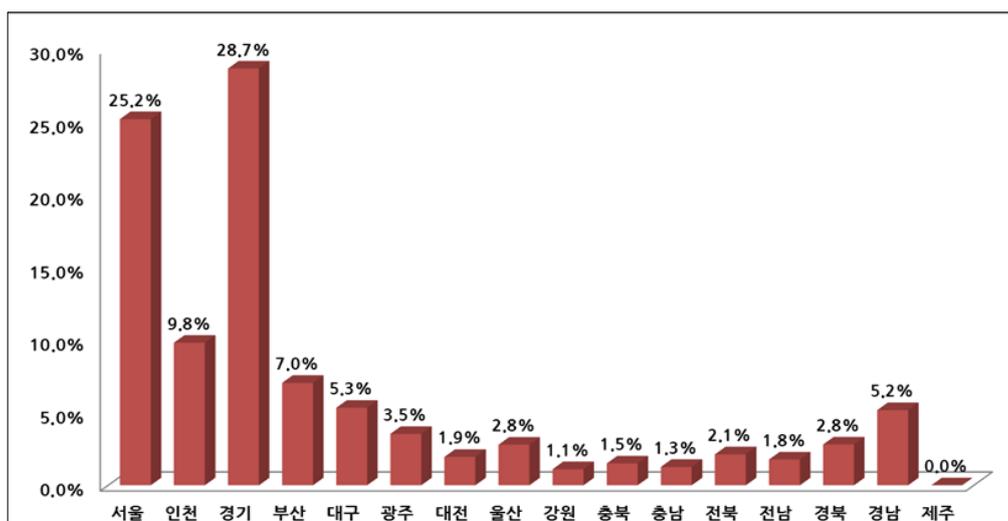
## &lt;표 3-50&gt; CNG부문 온실가스 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

지역	2011년		2010년 배출량	전년대비증가율%)
	배출량	비중(%)		
서울	619,764	25.2%	611,841	1.3%
인천	241,369	9.8%	238,625	1.1%
경기	705,580	28.7%	652,751	8.1%
수도권계	1,566,713	63.6%	1,503,216	4.2%
부산	173,374	7.0%	144,242	20.2%
대구	131,203	5.3%	127,656	2.8%
광주	87,009	3.5%	85,624	1.6%
대전	48,010	1.9%	47,568	0.9%
울산	68,711	2.8%	64,642	6.3%
강원	27,272	1.1%	23,911	14.1%
충북	36,983	1.5%	35,374	4.5%
충남	31,093	1.3%	30,460	2.1%
전북	52,356	2.1%	54,292	-3.6%
전남	43,594	1.8%	38,182	14.2%
경북	69,096	2.8%	63,058	9.6%
경남	127,265	5.2%	113,241	12.4%
제주	-	0.0%	-	0.0%
지방계	895,967	36.4%	828,251	8.2%
전국계	2,462,680	100.0%	2,331,468	5.6%

주: CNG부문의 배출계수와 순발열량 적용은 천연가스(LNG)의 것을 이용하였음

- 비중별로 살펴보면 서울이 전체 배출량의 약 25.2%를, 경기와 인천이 각각 28.7%, 9.8%를 차지함. 비수도권으로는 부산이 7.0%로 그 다음 순위를 이음



&lt;그림 3-21&gt; CNG부문 지역별 온실가스 배출량 비중

## 라. 국제빙커링부문 온실가스 배출량

- IPCC가 정한 국제빙커링 개념은 민간항공 또는 해상해운이 국제운송을 위해 사용한 연료로써 연료를 판매한 국가에서 국제빙커링으로 처리하도록 정리하고 있음<sup>11)</sup>
  - 전세계적으로 국제빙커링에서의 온실가스 배출이 급격히 늘어나고 있는 추세
  - 우리나라는 석유소비량이나 에너지 소비규모를 고려할 때 국제빙커링이 비교적 많은 국가로써 지정학적인 위치에 의한 영향이 큼. 또한 우리나라는 내수 위주가 아닌 수출 지향적 국가로 해운의 입출항이 빈번하게 일어나 해상 빙커링 수요가 많은 편임
- 국제빙커링 부문은 국가 총배출량에 포함되지 않는 반면 전세계적으로 국제빙커링에서의 온실가스 배출이 급격히 늘어나고 있어 국제빙커링은 기후변화협약에서 새로운 이슈로 부각되고 있음
- 우리나라의 빙커링 현황을 보면 우리나라는 에너지 소비통계 작성시 국제빙커링을 별도 구분하여 처리함
  - 이 경우 국제빙커링은 국적에 근거한 것으로 외국 국적의 항공기나 해운이 국내에서 연료를 구매할 경우 그 양을 국제빙커링으로 구분하여 처리함
  - 빙커링의 기준에 대해서는 국가, 국제기구별로 약간 차이가 있는데, 현재 국제 에너지기구(International Energy Agency, IEA)에서는 해운에 의한 소비만을 포함
  - 따라서 국내 에너지통계 기준에 의하면 외국 국적의 항공기나 해운에 대한 국내 급유량을 국제빙커링으로 분류하고 있으며, 국내 총에너지소비에서 제외하고 있음

11) 자료: 『교통분야 온실가스감축관련: 온실가스 감축 대책 등 교통환경 관련규제의 거시경제효과분석』, 한국건설기술연구원, 2001

『항공교통 부문 온실가스 배출규모 추정 및 관리방안』, 김민정 외 1, 한국교통연구원, 2008

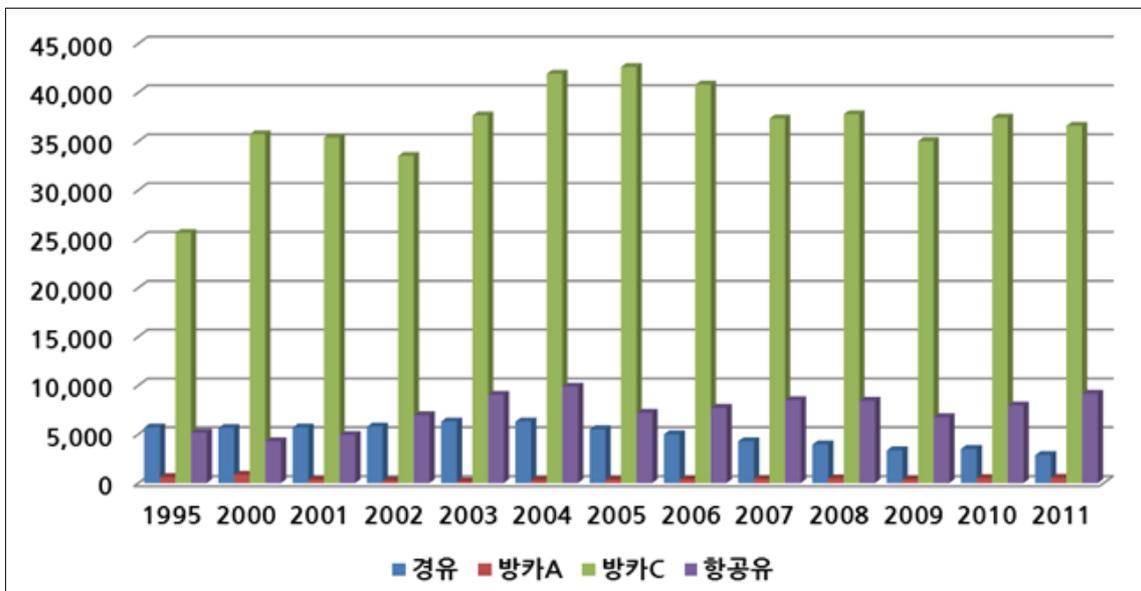
&lt;표 3-51&gt; 국제빙커링 수급현황

단위: 천bbi, 만\$

	경유		방카A		방카C		항공유		합 계	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액
1995년	5,691	14,142	605	1,328	25,610	39,113	5,164	13,363	37,070	67,945
2000년	5,638	19,974	843	2,664	35,714	88,386	4,273	16,772	46,468	127,796
2001년	5,701	17,631	327	959	35,379	75,234	4,923	16,838	46,330	110,662
2002년	5,775	17,598	243	726	33,499	82,934	6,950	22,831	46,466	124,089
2003년	6,307	21,693	146	482	37,644	105,883	9,042	33,356	53,139	161,414
2004년	6,303	28,101	295	1,137	41,911	133,156	9,878	54,049	58,387	216,444
2005년	5,501	33,076	325	1,673	42,612	180,815	7,196	51,485	55,632	267,048
2006년	4,990	37,618	367	2,317	40,800	210,242	7,691	65,649	53,849	315,826
2007년	4,287	36,544	428	3,326	37,333	224,692	8,495	76,613	50,543	341,176
2008년	3,955	51,381	472	5,023	37,771	322,415	8,412	109,795	50,610	488,614
2009년	3,354	25,748	364	2,863	35,009	211,025	6,745	48,940	45,473	288,576
2010년	3,493	33,016	513	4,833	37,401	279,570	7,933	74,130	49,341	391,548
2011년	2,861	37,353	539	6,889	36,582	379,898	9,148	117,712	49,131	541,852

자료: 한국석유공사 국내동향분석 (www.petronet.co.kr)

- 국제빙커링 수급현황은 2011년 49,131천bbi를 기록하였으며 2010년에 비해 0.8% 감소하였음



&lt;그림 3-22&gt; 국제 빙커링 석유수급 현황(단위: 천bbi)

- 국제빙커링부문 에너지 사용량에 근거한 Tier1 방법의 온실가스 배출량은 다음과 같음

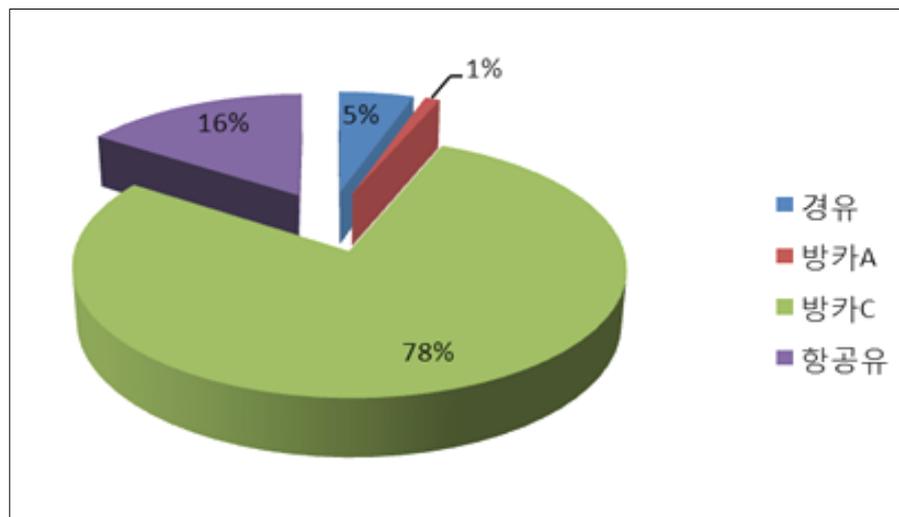
<표 3-52> 국제빙커링 부문 온실가스 배출량

단위: tCO<sub>2</sub>

배출량(tCO <sub>2</sub> )	경유	경질중유	방카C유	항공유	합계
2006년	2,071,486	164,629	19,666,925	2,979,225	24,882,265
	8.33%	0.66%	79.04%	11.97%	100.00%
2007년	1,779,236	191,597	17,996,200	3,290,707	23,257,741
	7.65%	0.82%	77.38%	14.15%	100.00%
2008년	1,641,414	211,297	18,207,331	3,258,552	23,318,593
	7.04%	0.91%	78.08%	13.97%	100.00%
2009년	1,392,337	163,088	16,875,475	2,613,118	21,044,018
	6.62%	0.77%	80.19%	12.42%	100.00%
2010년	1,450,040	229,846	18,028,497	3,073,367	22,781,750
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%
2011년	1,187,680	241,495	17,633,712	3,544,077	22,606,964
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%

주: %는 각 유종별로 해당 년도별 온실가스 배출량에서 차지하는 비중임

- 2011년 국제빙커링 부문 온실가스 배출량은 2010년보다 0.8% 감소한 22.6백만tCO<sub>2</sub>임
- 유종별 비중을 살펴보면 항만부문에서 주로 사용되는 방카C유가 가장 높은 배출량을 보였으며 항공부문에서 사용되는 항공유도 약 14% 수준에서 사용량을 보임



<그림 3-23> 2011년 국제빙커링 온실가스 배출량 유종별 비중

## 마. 결론 및 한계점

- 배출량 산정의 정확도 향상에 필요한 통계체계 구축
  - 교통부문의 에너지 사용량은 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하며 이 자료는 도로, 항공, 철도, 해운부문으로만 구분되어 있음
  - 또한 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유 경유 LPG의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표관리제에서 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
- 방법론상의 문제
  - 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 항공부문의 경우 운항정보와 관련된 자료가 일부 필요하기 때문에 민간회사의 경영과도 연관되어 있는 민감한 자료가 존재함
  - 현재는 Tier 1 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
  - 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있어, IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 사용하고 있으나, 이는 국가 고유의 실정을 반영하지 못하는 원단위임
  - 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있는 실정을 감안할 때 배출량 산정에 관한 신뢰성 확보가 필요함

## 제4장 네트워크 모니터링 분석

---

제1절 네트워크 모니터링 분석 개요

제2절 교통자료의 현황 및 활용 가능성

제3절 자동차 주행거리(VKT) 산정

제4절 기타 교통자료 활용

제5절 결론 및 향후 과제



## 제4장 네트워크 모니터링 분석

### 제1절 네트워크 모니터링 분석 개요

#### 1. 분석의 배경

- 교통혼잡으로 인한 경제적 손실이 매년 증가하고 있는 상황에서 시설 투자를 통한 교통문제 해결에는 한계가 발생하고 있으며 교통관리를 통한 비용 절감 필수적인 상황이 되었음
- 교통관리를 위해서는 교통상황에 대한 평가가 선행되어야 하지만 부족한 평가지표로 인해 교통상황에 대한 적절한 평가가 이루어지지 못하고 있으며 정성적인 기준을 통한 평가와 전반적인 교통상황을 아우르지 못한 국지적인 평가를 통해 교통관리 및 통행체계 개선이 주로 시행되고 있음
- 교통체계에 대한 평가는 나타난 문제점을 통해 원인을 분석하고 원인에 대한 근본적인 해결책이 제시되어야 하며 이를 위해서는 다양한 데이터를 통한 다각적인 관점의 원인 분석이 선행되어야 함
- 교통혼잡비용 절감을 위한 해결책의 일환으로 집행되었던 교통정보에 대한 투자와 IT 기술의 교통 분야 접목을 통해 다양한 기관에서 필수적인 교통정보들이 수집되고 있으나 수집된 정보가 기관별로 분산되어 저장, 활용되고 있어 데이터베이스에 대한 접근성이 떨어지고 융합분석을 통한 각 데이터 간의 분석 활용도의 증대가 이루어지고 있지 못하고 있음
- 수집되고 있는 데이터베이스의 규모와 수집 속도 또한 기하급수적으로 증가하고 있으며 방대해진 데이터베이스를 분석하는 것은 단일한 기관에서 개별적으로 수행하기 어려운 상황이 도래하여 관리 비용의 한계로 인해 활용되지 못한 데이터들의 소실이 발생함
- 국가적인 비용을 투입하여 수집된 교통 데이터베이스의 활용도를 높이는 것은 국가적인 시책이 되었으며 「빅데이터를 활용한 스마트 정부 구현(안)」(2011. 11.2)을 통해 빅데이터 시대에 대한 준비가 필요함을 인식하고 있음

## 2. 분석의 목적

- 데이터의 가치는 수집 및 저장에 있는 것이 아닌 이를 분석해서 얻어 낸 내재된 정보에 있는만큼 분석의 중요도가 높아져가고 있으며 데이터의 규모가 방대해 짐에 따라 분석의 난이도 역시 기존의 분석과 비교하여 어려워지고 있음
- KTDB에서는 여객기종점통행량 조사를 통해 구축되던 기종점 통행량 자료에 대한 신뢰도 증진에 노력해 왔으며 이러한 노력의 일환으로 구축된 기종점 통행량 데이터에 대한 다양한 검증방안을 모색하였음
- 이러한 검증 방안의 일환으로 교통카드(SmartCard) 사용실적 자료, 고속도로 요금정산 시스템(TCS)의 실적 자료 등은 추정치인 기종점 통행량 데이터의 모집단에 대한 정보를 정확히 제공해 줄 수 있다는 측면에서 활용도를 평가해 볼 필요성이 있음
- 교통관련 데이터들은 조사 특성에 따라 다양한 자료들(예 : 속도, 차량/통행인수, 통행시간 등)이 수집되고 있으나 1차적인 통계정보 제공의 목적을 달성한 이후 통행의 특성을 파악하거나 현상에 대한 원인 고찰 등의 심도 깊은 추가 연구가 이루어지지 못하고 있음
- 기 입수 교통데이터 및 신규 입수 교통데이터들을 활용하여 교통데이터를 활용한 새로운 활용 방안과 평가지표, 교통통계를 생산해 내는 것은 많은 비용을 투입하여 생산한 교통데이터의 활용도를 증진시키고 교통분야에서의 빅데이터 활용 기술 향상에 기여를 할 수 있을 것으로 판단됨
- 네트워크 모니터링 분석은 기본적으로 교통정보를 수집하기 위한 추가적인 조사를 수행하지 않고 기존의 수집 자료를 활용하여 도심 내부 혹은 지역 간의 교통상황에 대한 통계자료, 평가지표를 생산하는 것을 기본 목표로 함

### 3. 분석의 범위

- 시간적 범위 : 2012년에 수집 가능한 과거 자료를 포함한 교통 데이터베이스
- 공간적 범위 : 교통데이터의 수집 및 활용이 가능한 전국
  - 전국의 범위 내에서 각 데이터베이스별로 설정된 자료 범위
- 내용적 범위
  - 교통 데이터베이스의 활용을 위한 시스템의 구축과 활용
  - 수집, 정제, 분석, 평가의 과정을 통해 교통 데이터베이스의 활용도 증대
  - 다양한 교통 데이터베이스의 활용 가능성 평가를 통한 분석 가능 자원의 확보

### 4. 분석의 내용

- 네트워크 모니터링 분석의 단기적인 목적은 교통 분야에서의 수집되고 있는 빅데이터 자료의 유효성과 활용 가능성을 평가하여 2차 생산물의 생산 가능성을 제시하고 향후 빅데이터의 특성을 지닌 교통데이터의 적극적인 활용을 위한 기술적 활용 기반을 다지는데 있음
- 장기적으로는 KTDB에서 교통 관련 데이터의 조사, 수집 및 분석 기능을 확대하여, 교통데이터의 가공, 통계 및 활용 기능을 극대화하기 위한 기반을 조성하여 국가교통 조사사업의 효율화와 첨단화를 모색하는 것이 본 연구의 목적임
- 이와 같은 연구의 일환으로 아래와 같은 연구를 진행하고 있음
  - 2012년부터 4개년의 계획으로 차량 주행거리(VKT)를 산정
  - 다양한 교통 자료들 (택시 GPS 데이터, 인터넷 트위터 등)을 시의성 있게 분석
  - 국토교통부의 요청에 따른 전국 교통권역 분석 등 지원

## 제2절 교통자료의 현황 및 활용 가능성

### 1. 교통 관련 자료 현황

- 기존의 교통 정보 시스템은 각 도로마다 관리 목적에 따라 도로상에 차량 검지기, 영상 검지기 등을 설치하여 교통량, 속도 및 점유율, 영상 정보, 도로 입출입 등을 실시간으로 수집하고 있음
- 현재 다양한 GPS 기반의 첨단기기가 보급·확산되고, 통신 기반시설이 확충됨에 따라 교통과 연계된 다양한 종류의 GPS 데이터가 수집되고 있음
- 예를 들면 GPS 기능이 내장된 휴대폰, 차량용 네비게이션 기기, 버스의 위치정보 시스템, 택시의 카드단말기 등이 무선 네트워크에 접속되어 실시간으로 다양한 위치 및 교통 정보를 생성하고 있음

### 2. 교통 자료 수집 체계

- 기존의 교통 정보는 각 지역별 도로별 ITS를 통해 주기적이고 체계적으로 데이터를 수집, 가공, 저장하고 있음
- 첨단 교통 관련 자료들은 그 자료의 다양성만큼 자료의 수집 체계나 통합 시스템이 다양함
- 예를 들면 휴대폰에 기반을 둔 위치 및 이동 정보는 이동통신사에, 차량용 네비게이션 기기의 이동 경로는 네비게이션 업체에, 버스의 위치정보는 해당 버스 BMS에 다수의 단말기로부터 동시에 수집이 가능하므로 동일 시간 내에 광범위한 지역에서 대용량의 자료가 수집되는 특성을 보여주고 있음

### 3. 교통 자료 활용 사례

- 기존의 교통 정보의 경우 시스템 구축 단계부터 일관되게 설정된 목적에 따라 시스템이 구축되어 활용되고 있음
- 고속도로 ITS의 경우 도로 소통 정보를 수집하여 도로 이용자에게 소통정보를 제공하고, 도로 운영을 위한 기초 통계 등을 생성하고 있음

- 첨단 교통자료의 활용 사례
  - SK M&C의 경우 택시·버스·상용차에서 수집한 정보를 가공하여 실시간으로 교통정보를 생성하여 T맵 사용자에게 제공하고 있음
  - 대전광역시 등에서는 DSRC 장비를 활용하여 주요 도로 통과 차량들의 속도 정보를 수집하고 있다. 이를 기반으로 주요 도심의 실시간 교통정보를 생성하여 제공하고 있음
  - 부천시에서는 CCTV 영상을 입력으로 주요 교차로의 12방향 교통량을 계수하는 시스템을 구축하였다. 이 자료를 기반으로 주요 교차로의 통행 패턴 및 교통 연계를 제공하고 있음

#### 4. 교통자료의 활용 시 제한사항

- 개인정보의 보호
  - 교통 자료를 활용하여 융합 분석을 시도할 시 개별 통행에 대해 가장 영향도가 크며 융합이 용이한 자료는 개별 통행자의 사회경제적 특성 자료임
  - 개별 통행자의 성별, 연령, 직업, 소득 수준 등 개인정보 영역에 해당하는 정보는 각 단위 통행과 결합하여 통행이 발생한 원인과 그에 따른 경로, 수단, 통행시간 등의 통행 특성 결과 사이의 인과관계를 도출하는데 결정적인 역할을 할 수 있음
  - 그러나 국내법 상 연구 목적을 위한 활용일지라도 개인정보의 공개 여부는 매우 제한적으로 이루어지고 있으며 개인의 동의를 구한 후 습득한 개인정보의 경우라도 그 관리에는 특별한 주의가 요구됨
  - 특히 개인정보와 결합한 교통 자료 융합 연구의 초기 단계인 현 시점에서 개인정보 취급과 관련하여 발생할 수 있는 모든 문제점은 향후 진행될 후속 연구에 큰 영향을 끼칠 수 있으므로 개인정보에 대한 접근과 습득, 관리, 처리, 폐기 등과 관련하여 강한 관리 정책과 기술적 관리 장치, 보안 장치에 대한 충분한 고려가 필요함
- 기관별로 상이한 수집 내용
  - 교통 자료는 활용 목적이 구체적인 경우가 대부분이며 명확한 활용 목표에 따라 다양한 기관에서 독자적으로 수집하고 있는 경우가 많음
  - 즉, 표준화 되어 있지 않은 자료 수집 체계로 인해 이를 통합적으로 관리하거나 분석하기 위해서는 많은 비용이 소모됨

- 정부에서는 국가 ITS 아키텍처의 수립을 통해 논리, 물리, 사업적 관점 시스템의 기본 구조를 제시하고 있으나 이는 지방자치단체 등의 국가기관에 주로 적용되고 있는 개념이며 민간기관에서 수집하고 있는 교통 자료의 경우 독자적인 구조를 지니고 있는 경우가 대부분임
  - 시스템의 상호 운영성, 호환성 확보의 기반이 제공되어 있는 시점에서 자료의 통합 관리 및 융합 분석이 원활히 이루어질 수 있을 것이며 구축, 운영 측면에서의 표준화가 진행되고 있는 시점에서 활용도를 제고하기 위한 분석적 측면에서의 표준화 노력이 뒤따라야 할 것임
- 활용 가능한 교통정보의 생성
- 교통 자료의 활용에서 가장 중요한 점은 빅데이터를 활용하여 생성된 정보의 활용가능성이 투자한 비용에 대비하여 충분히 이득일 것인가임
  - 여기서 발생하는 문제점은 많은 비용을 소모하여 분석한 결과가 기존의 단순한 자료를 활용하여 분석한 결과에 비해 신뢰도나 유의미한 정도가 유사하거나 오히려 낮은 수준이 결과일 경우일 경우 기회비용의 측면에서 분석 자체가 무의미할 수 있다는 점임
  - 분석 가능한 자료로써 통계적으로 유의한 결과가 도출된다 할지라도 도출된 결과의 활용도가 적절한 자료인가에 대해서는 별도의 평가가 필요함
  - 따라서 규모가 큰 교통 자료의 분석은 실제 수행이 이루어지기 전에 충분한 검토를 거쳐 분석하려는 목표와 그에 따른 구체적인 계획, 실제 수행하는데 소요되는 비용에 대한 상세한 추정이 있어야 하며 분석의 실현 가능성에 대해서도 냉정한 평가가 따라야 함
  - 빅데이터에 대한 관심도가 높아짐에 따라 빅데이터가 만능일 것이라는 근거없는 인식이 조장되는 것을 경계해야 할 것이며 빅데이터를 분석하기 위해 투자한 노력과 비용이 활용도가 낮을 경우를 배제하기 위해 분석 결과 도출 이후 활용 계획에 대해서도 명확하게 설정해 놓은 상태에서 분석을 시도해야 할 것임

## 제3절 자동차 주행거리(VKT) 산정

### 1. 자동차주행거리 산정 방법

- 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 자동차주행거리를 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 산정을 시도할 것이며, 금년 연구에서는 자동차 주행거리 추정을 위한 분석 체계를 수립하는 것을 기본 목표로 함

### 2. 자동차주행거리 산정 기존 사례

#### 가. 자동차주행거리 실태분석 연구(교통안전공단)

- 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 4-1> 자동차주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종

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

○ 주행거리 산출 방법

- 조사방법 : 교통안전공단 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 4-2> 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 곱하면 되고, 월평균 주행거리는 연평균 주행거리를 월수(12개월)로 나눔
- 장점
  - 실제 자동차의 운행기록 자료를 기반으로 산출한 것이기 때문에 전국적인 범위의 거시적인 수치는 의미가 있음
- 단점
  - 차량 등록지와 실제 운행지가 다를 경우, 지역별 자동차주행거리는 실제와 차이가 남
  - 출고 후 4년 미만의 신차는 통계 작성 시 누락됨
  - 표본 추출 시 조사자의 편의성만을 고려하였기 때문에 도출된 값을 일반화하기 어려움
  - 도로별 자동차주행거리 산정 불가(즉, 차량 등록지와 실제 운행지가 같을지라도, 어느 도로를 이용하여 통행이 이루어지는지 알 수 없음)

#### 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 운행노선별로 1대씩의 개별차량이 운행한 것으로 가정

○ 장점

- 자동화된 요금징수시스템을 사용하기 때문에 출발지-도착지간 주행거리 통계를 자동으로 집계 가능

○ 단점

- 동일 출발지-목적지간에도 경로선택이 다를 수 있으나, 이 경우를 고려할 수 없음 (예 : 서울-대전 이동시 경부고속도로 외에 천안-아산 고속도로를 이용할 수 있으나, 현재 방법으로는 경부고속도로를 이용하는 것으로 집계)

#### 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 =  $\sum(\text{도로등급별 해당구간의 평균 일 교통량} \times \text{해당구간 연장})$

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

##### ○ 장점

- 교통량 조사 자료 및 조사 지점간 거리 자료를 바탕으로 주행거리를 산출하므로 비용 효과적일 뿐만 아니라, 계산도 용이함

##### ○ 단점

- 도시부에 해당되는 자동차주행거리 통계 산출 불가
- 지방도의 교통량 조사는 수시조사 지점이 대부분일 뿐만 아니라, 교통량 수집 구간간 거리도 길어 교통량 수집 지점간 교통량 변화가 없다고 가정하기 어려움

- 도로관리체계 기준으로 주행거리를 산정하기 때문에 도로의 기능을 고려한 자동차주행거리 산정이 어려움

#### 라. 미국 FHWA 자동차주행거리 추정

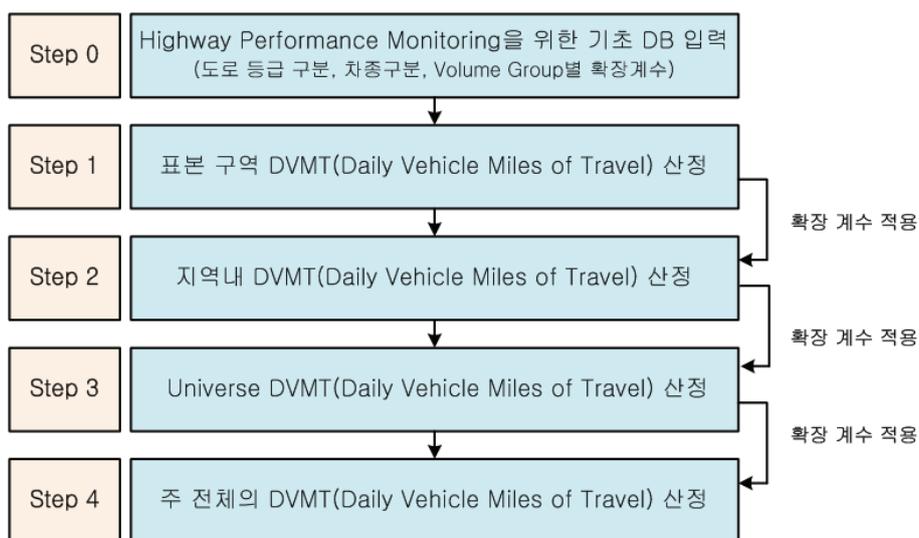
- 차량주행거리 (Vehicle Kilometers Traveled : VKT)의 정확한 산정을 위해서는 모든 운전자의 도로 주행거리를 파악하여 합산하여야 하나 현실적으로 불가능
- 이러한 연유로 불가피하게 차량주행거리는 통계적인 기법을 활용한 추정이 적용되었으며 이러한 추정 방법은 교통량의 활용을 기준으로 교통량 활용 추정법과 교통량 비 활용 추정법의 두 가지로 구분할 수 있음
- 교통량을 바탕으로 추정하는 방법 중 연방도로국(Federal Highway Administration : FHWA)의 HPMS(Highway Performance Measurement System)에서 활용하는 주행거리 추정 방식이 가장 선호되고 있음
- HPMS의 차량 주행거리 추정법은 평균 일일 교통량(Annual Average Daily Traffic : AADT)을 활용하며, 샘플 지역으로 설정된 지역 내에서 표본 추출 방식을 통해 수집됨
- 표본 추출된 구간의 차량 주행거리는 그 구간의 년 평균 일일 교통량에 도로 구간의 길이를 곱하여 계산하며, 계산된 표본 차량주행거리에 확장 계수(Expansion Factors)를 적용하여 지역 및 전체 차량주행거리 추정치를 도출
- 도로구간 표본 추출의 효율성은 도로의 기능구분 결과가 얼마나 균질적인지 (Homogeneous)에 따라 영향을 받으며, 이를 위한 표준 도로 기능 구분은 다음과 같음

&lt;표 4-3&gt; 미국 도로 기능 구분(Functional Classification)

Area Type	Code	Road Type
Rural	01	Principal Arterial, Interstate
	02	Other Principal Arterial
	06	Minor Arterial
	07	Major Collector
	08	Minor Collector
	09	Local
Urban	11	Principal Arterial Interstate
	12	Principal Arterial - Other Freeways or Expressways
	14	Other Principal Arterial
	16	Minor Arterial
	17	Collector
	19	Local

○ FHWA의 자동차주행거리 추정방법

- FHWA의 자동차주행거리 추정은 설정된 샘플 지역에서 수집된 표본 도로구간의 차량의 평균 일일 통행량을 활용하여 SELSUMT라는 소프트웨어를 통해 자동으로 처리
- FHWA의 자동차주행거리 추정은 표본 구역에서의 기초 자료 수집을 통해 표본 구역 DVMT(Daily Vehicle Miles of Travel) 산정하고 지역 내 DVMT와 주 전체 DVMT로 확장하는 방법을 적용



&lt;그림 4-1&gt; 자동차주행거리(VMT) 산정 절차

- 지역 차량주행거리의 추정을 위해서는 확장 계수가 이용되는데 이 계수는 차량주행거리 추정치를 지역 차량주행거리로 외삽을 통하여 그 지역을 대표하는 추정치로 변환하는 역할을 하며 다음의 공식에 의해 계산

$$EF = \frac{TMVG}{TMSSVG}$$

- EF  
(Expansion Factor) : 도로 기능 구분 내의 표본 추출된 그룹의 Expansion Factor(전수 조사된 도로의 경우 확장 계수는 1.0)
- TMVG  
(Total Mileage in Volume Group) : 도로 기능 구분 내의 표본 추출된 교통량 그룹의 총 도로 연장
- TMSSVG  
(Total Mileage in Sample Sections in Volume Group) : 교통량 그룹 내의 표본 도로구간의 총 도로 연장

- 차량주행거리 산정을 위한 표본은 단위 표본 구간(Table of Potential Samples : TOPS)이라는 표본 추출 기준을 적용하며 TOPS는 AADT, 도로기능 분류, 도시화 분류, 직진 차로수, Facility Type의 5가지의 분류 기준을 가지며 각 세부 분류기준은 아래와 같음
- 도로 기능 분류 : Interstate, Principal Arterial - Other Freeways and Expressways, Principal Arterial - Other, Minor Arterial, Major Collector, Minor Collector, Local
  - 도시화 분류 : urbanized areas, small urban, rural areas.
  - Facility Type : One-Way Roadway, Two-Way Roadway, Couplet, Ramp, Non Mainline, Non Inventory Direction, Planned/Unbuilt
  - AADT

<표 4-4> AADT 범위에 따른 Volume Group

Volume Group	AADT Ranges	Volume Group	AADT Ranges
1	500 이하	7	35,000-54,999
2	500-1,999	8	55,000-84,999
3	2,000-4,999	9	85,000-124,999
4	5,000-9,999	10	125,000-174,999
5	10,000-19,999	11	175,000-249,999
6	20,000-34,999	12	250,000 이상

- HPMS의 지역 차량주행거리 추정은 다음 공식을 사용하여 계산됨

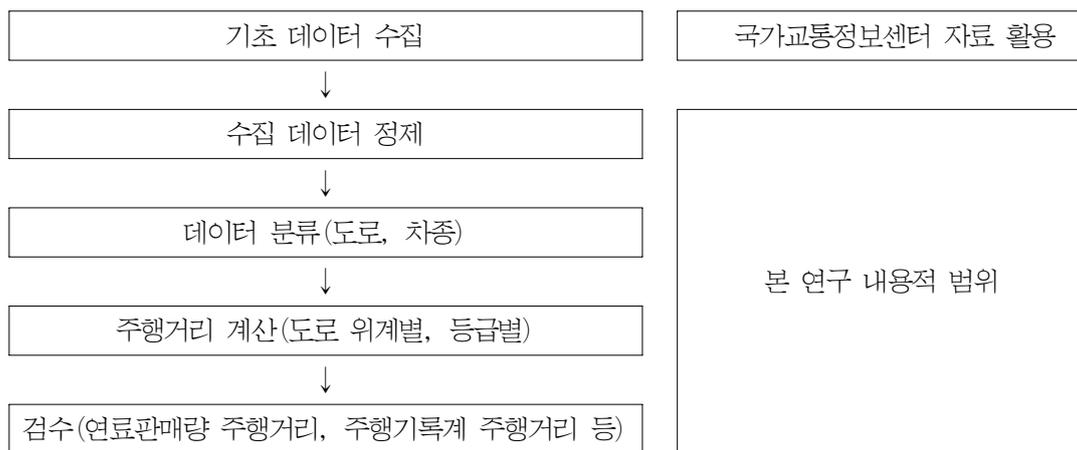
$$DVMT_S = \sum_i \sum_j \sum_k DVMT_{ijk} \times EF_{ij}$$

$i$	:	도로기능구분
$j$	:	지역 그룹
$k$	:	표본 구간
$DVMT_S$	:	도로기능구분 $j$ 의 지역 차량 주행거리 추정치
$DVMT_{ijk}$	:	도로기능구분 $j$ 의 지역 그룹 $i$ 내의 표본 구간 $k$ 의 차량주행거리
$EF_{ij}$	:	도로 기능구분 $j$ 의 지역 그룹 $i$ 의 확장 계수

- 이 때  $DVMT_S$ 는 비도시 지역, 소규모 도시지역, 지방지역의 도시지역분류와 도로기능 구분에 따라 각각 별도로 계산
- 장점
  - 실제 차량 통행 자료와 도로구간 길이를 바탕으로 계산되며, 해당 지역의 유출입 교통량과 지역 비거주자의 차량주행거리 분포에 관한 문제점들이 해소
  - HPMS는 FHWA의 교통조사(Traffic Monitoring Guide) 프로그램을 사용하여 자동차 주행거리 산정에 비용이 적게 들뿐만 아니라, HPMS 메뉴얼에서 제시된 표준화된 과정과 통계적인 원리에 따른 설계에 기초함
- 단점
  - 자동차주행거리(VMT) 추정을 위한 HPMS 입력데이터 한계
    - 자동차주행거리(VMT) 추정을 위한 HPMS 입력데이터에는 교통량 자료와 주(state) 내부에 모든 도로에 대한 중심선 주행거리를 포함하고 있으나, 교통량 자료는 도로 종류별로(예 : 주 내부에 있는 도로망 중에서 지선도로) 모두 이용 가능 한 것은 아님
  - HPMS는 사실상 지선도로(Local Road)에 대한 고려 없이 설계되어 지선도로에 대한 자동차주행거리(VMT)는 다른 합리적인 방법론에 따라 계산되어야 함

#### 4. 자동차주행거리 산정 체계

- 일반적으로 차량 주행 거리는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 정제/가공한 후 통계화를 위한 데이터 분류 및 정리 과정을 거친 자료를 활용하여 총주행거리를 산정하는 과정을 적용함
- 자료의 수집은 조사대상 지역에서 수집된 원시자료(Raw Data)의 수집을 의미하며, 이 과정에서 대부분의 기계적인 이상으로 인한 오류 데이터는 수집 대상 자료에서 제외함
- 본 연구는 기 수집된 자료를 활용하여 유용한 2차 자료를 생성하는데 그 목적이 있으며, 활용되는 자료는 국가교통정보센터에서 수집과정을 거쳐 저장된 자료를 활용하기 때문에 원시자료는 기본적인 기계 오류를 제거한 상태로 가정함
- 자동차주행거리 산정을 위한 진행 단계는 아래와 같음



<그림 4-2> 자동차 주행거리 산정 절차

## 5. 수집 데이터의 정제

### 가. 국가교통정보센터 교통소통자료의 개요

- 국가교통정보센터 자료 수집 체계
  - 국가교통정보센터는 총 46개 기관을 통해 정보를 수집 중이며 한국도로공사, 민자고속도로, 경찰청, 지방국토관리청, 교통 정보 수집 지방자치 단체를 포함함(2012년 5월 기준)

<표 4-5> 국가교통정보센터 교통정보의 수집 항목

필드명	내용
{LINK_ID}	링크 고유 ID
{GENERATEDATE}	자료 생성 일시(시분초)
{RECEIVEDATE}	자료 송수신 일시(시분초)
{ORGANCODE}	기관구분코드
{SPEEDRATE}	지점 속도
{VOLUMERATE}	지점 교통량
{DENSITYRATE}	지점의 밀도
{TRAVELTIME}	해당 구간 통행시간
{DELAYTIME}	해당 구간 지체시간
{VEHICLEQUEUE}	해당 구간 대기행렬길이
{OCCUPANCYPERCENT}	점유율
{INSERTDATE}	자료 입력 일시(시분초)

- 2011년 기준 수집 데이터 개요
  - 전체 링크 수 : 43,679 개
  - 총 데이터 수 : 2,696,347,794 Records
  - 링크별 평균 데이터 수 : 약 61,730개
  - 수집 기간 : 2011.1.1 ~ 2011.12.31

## 나. 기초자료의 오류 정제

### ○ 국가교통정보센터 자료의 특징

- 검지기를 통해 검지된 데이터가 현장 제어기를 통해 비교적 짧은 기간 동안 수집된 후 중앙 센터로 전송되어 기록되는 형태
- 중앙 센터는 현장 제어기에서 전송된 개별 데이터에 대한 오류 여부에 대한 판별이 가능하지 않으며 현장 검지기의 작동/미작동 여부에 대한 판별만이 가능
- 주로 5분 간격의 데이터 전송이 이루어지지만 수집기관별, 지역별, 제어기별로 데이터 전송 주기는 차이가 발생
- 국가교통정보센터 자료에는 기본적인 기계 오류에 대한 정제 이후 단계에 대해서는 신뢰성 여부가 불확실한 측면이 있으며 따라서 데이터를 신뢰하지 않는다는 가정을 적용할 필요가 있고, 적절한 가공을 통해 데이터의 활용성을 제고할 필요가 있음

### ○ 오류 정보의 개요

- 데이터의 품질 기준은 크게 유효성과 활용성으로 구분할 수 있음
- 즉, 데이터는 정보를 추출하는 기초 자료로 활용되어야 하기 때문에 신뢰할 수 있어야 하며, 데이터가 가공될 시에 손쉽게 활용할 수 있어야 함
- 우선적으로 확보되어야 하는 것은 수집 자료에 대한 신뢰도인 데이터의 유효성이며 이와 직접적으로 연관이 있는 데이터의 오류는 논리적 제약, 물리적 제약에 의해 발생할 수 있음
- 사전에 수립된 수집 계획에 의해 정상적인 절차를 따라 데이터가 정상적으로 수집되었다 하더라도 통신지연, 반복수신 등에 의해 오류 데이터의 저장이 이루어질 수 있으며, 또는 현장 설비의 물리적인 고장 혹은 통신두절 등의 원인으로 인해 데이터의 결측이 일어날 수 있음

- 차량검지기 자료의 오류 발생유형과 그 원인은 아래의 표와 같음

<표 4-6> 차량검지기 수집 자료의 오류 발생 유형과 원인

오류유형		원인 및 내용	비고
데이터 결손	데이터로 확인 가능	통신 단란으로 인해 로컬에서 센터로 전송	Raw 데이터에 지정된 프로그램 에 따라 해당 내역이 전송 예) Null
		서버 프로그램의 이상으로 전송 불가능	
		검지기 S/W의 이상으로 전송 불가능	
		현장 장비 및 기기 결함 - 실제 통과한 차량의 정보 중 특정 정보가 수집되지 않는 경우	
데이터 오류	데이터로 확인 가능	DB 세팅 오류 - 초기 파라미터 값의 설정 오류 예) 실제 4차로임에도 6차로로 입력	이 경우 5, 6차로는 빈 데이터의 형태로 전송
		현장 장비 결함 - 데이터는 수집되나 일부가 오류데이터로 전송되는 경우	전송된 교통량 속도, 점유율 중 하나가 오류
	데이터로 확인 불가능	데이터는 전송이 되나 정확하지 않은 자료 - 장비 세팅 오류 - S/W 이상 - 현장 장비 및 기기 결함	전송되나 해당 내역의 오류가 기 준에 벗어나지 않는 경우 확인 불가능

주) ITS 정보신뢰성 개선 및 평가에 대한 연구(한국건설기술연구원, 2008)

#### 다. 국내 교통소통자료 오류 판단 기준

##### ○ 국토관리청 오류 판단 기준

- 교통량은 논리적으로 0보다 크고 30초 동안의 최대 교통량보다 작음
- 점유율은 논리적으로 0%에서 100% 사이값을 가지고 쌍루프의 경우 루프간 점유율의 차이는 4% 미만
- 속도는 논리적으로 0보다 크고 링크의 최대 속도보다 작음. 단 과속 차량이 존재할 가능성이 있으므로 최대 속도를 180km로 설정
- 교통량이 0인데 속도가 0이 아니거나, 속도가 0인데 교통량이 0이 아닌 경우는 오류 데이터로 판단하며 교통량 또는 속도가 0인데 점유율이 0이 아닌 경우도 오류로 판단함

&lt;표 4-7&gt; 국토관리청 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준
원시 자료 임계치 평가	교통량	차로별 교통량이 음수 혹은 30이상이면 부적합 처리
		Paired ILD일 경우 인접 검지기와의 차가 2 이상이면 부적합처리
	점유율	점유율이 음수 혹은 100% 이상이면 부적합처리
		Paired ILD일 경우 인접 검지기와의 차가 4% 이상이면 부적합처리
	속도	속도가 음수 혹은 180Km/hr 보다 크면 부적합처리
차량길이	차량길이 음수이면 부적합처리	
원시 자료 관계 평가	논리검사	(교통량 $\diamond$ 0 & 속도 = 0) 또는 (교통량 = 0 & 속도 $\diamond$ 0)에 해당하는 경우 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리
		(교통량 $\diamond$ 0 & 점유율 = 0) 또는 (교통량 = 0 & 점유율 $\diamond$ 0)에 해당하는 경우 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리
		(속도 $\diamond$ 0 & 점유율 = 0) 또는 (속도 = 0 & 점유율 $\diamond$ 0)에 해당하는 경우 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리
		교통량과 점유율이 부적합이면 교통량, 속도, 점유율을 부적합처리
		(교통량 $\geq$ 2 & 점유율 = 100) 이면 속도, 점유율, 차량길이 부적합처리

주) ITS 정보신뢰성 개선 및 평가에 대한 연구(한국건설기술연구원, 2008)

○ 한국도로공사 고속도로 오류 판단 기준

- 검지기 자체 오류, 자료의 임계치 평가, 데이터 간의 관계 평가의 3단계의 부분으로 구분하여 오류를 판단
- 교통량은 논리적으로 0보다 크고 30초 최대 교통량보다 작음
- 점유율은 논리적으로 0-100% 사이값을 가지고, 쌍루프의 경우 루프간 점유율 차이는 4% 미만임
- 속도는 논리적으로 0보다 크고 최대 속도(180km/h) 보다 작음
- 논리검사 시 속도는 교통량과 점유율이 모두 존재하는 경우에만 존재하고, 교통량이 0인 경우 점유율은 255로 설정

&lt;표 4-8&gt; 한국도로공사 고속도로 교통자료의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준
자료 임계치 평가	교통량	교통량<0 혹은 교통량>30이면, 교통량, 속도 점유율 부적합처리 (인접 검지기와의 차)>2이면 부적합처리
	점유율	점유율<0 혹은 점유율>100이면, 교통량, 속도, 점유율 부적합처리
	속도	속도<0 혹은 속도>180이면, 교통량, 점유율, 속도를 부적합처리
자료 관계 평가	논리검사	(교통량=0이고 속도=0) 혹은 (교통량=0이고 속도=0)이면, 교통량과 점유율의 속도를 부적합처리
		(교통량=0이고 점유율=0) 혹은 (교통량=0 이고 점유율=0)이면, 교통량과 점유율, 속도를 부적합처리
		(속도=0이고 점유율=0) 혹은 (속도=0이고 점유율=0)이면, 교통량과 점유율 속도를 부적합처리

주) 고속도로 우회도로 ITS 구축 1단계 실시설계 보고서(한국도로공사, 2003)

○ 서울도시고속도로 오류 판단 기준

- 서울도시고속도로 자료의 오류 판단 과정은 데이터의 존재 여부 및 임계값 판단의 간단한 과정을 통해 이루어짐
- 기타의 오류 판단 기준은 타 기관과 유사하나, 동일자료가 연속 4회 이상 검출되었을 경우 자료를 부적격 처리하는 검지기 기능 정지(Stuck)에 대한 기준을 적용함

&lt;표 4-9&gt; 서울도시고속도로 교통자료의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준
자료 임계치 평가	공통	동일 자료가 연속 4회 이상 검출되면 교통량과 점유율, 속도를 부적합처리
		교통자료가 새벽 시간의 자료 평균값을 벗어날 경우 오류로 판단, 새벽시간을 하루 중 최소 교통량, 최소 점유율, 최대 속도로 간주하고 교통량<최소 교통량 or 점유율<최소 점유율 or 속도>최대속도이면 오류로 봄
	교통량	교통량<0 혹은 교통량 > 25 이면, 교통량과 속도, 점유율에 대하여 부적합처리
	점유율	점유율<0 혹은 점유율>99 이면, 부적합처리
	속도	속도<0 혹은 속도 >140 이면, 교통량과 속도, 점유율에 대하여 부적합처리
자료 관계 평가	논리검사	교통량 혹은 속도 혹은 점유율이 누락 자료이면, 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리

주) 검지기별 구간소통정보 산출 및 성능 평가 사업(한국건설기술연구원, 2003)

○ 천안-논산 고속도로 오류 판단 기준

- 천안-논산 고속도로의 오류 판단은 서울도시고속도로 교통관리 시스템과 유사한 기준을 적용하여 이루어짐

&lt;표 4-10&gt; 서울시고속도로 교통자료의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준
자료 입계치 평가	교통량	한시간 환산 교통량 > 2200이면, 교통량과 속도 및 점유율을 부적합처리
	점유율	교통량 < 0 혹은 점유율 > 99이면, 교통량과 속도 및 점유율을 부적합처리
	속도	속도 < 0 혹은 속도 > 140이면, 교통량과 속도 및 점유율을 부적합처리
자료 관계 평가	논리검사	교통량 혹은 속도 혹은 점유율이 누락이면, 교통량과 속도 및 점유율을 부적합처리

주) ITS 정보신뢰성 개선 및 평가에 대한 연구(한국건설기술연구원, 2008)

#### 라. 국외 교통소통자료 오류 판단 기준

##### ○ 버지니아주 ADMS 오류 판단 기준

- 버지니아주 ADMS의 경우 국내의 일반적인 기준인 5분 단위의 평균적인 자료 수집 주기보다 짧은 1분 단위로 구성된 데이터를 오류 판단 기준에 적용함
- 국내에서는 평균차량길이에 대한 항목을 적용하기 어렵지만 ADMS의 경우 평균 차량 길이를 산정하여 이에 대한 산출값을 활용하여 자료의 신뢰성 여부의 기준으로 활용

&lt;표 4-11&gt; 버지니아주 ADMS의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준	근거 및 비교
자료 입계치 평가	교통량	교통량 < 0 혹은 한시간 환산 교통량 > 3100이면 부적합처리	논리적으로 교통량은 0보다 크고 1분 단위 교통량을 1시간 단위로 환산하였을 때의 최대 교통량보다 작음
	점유율	점유율 < 0 이거나 점유율 > 95이면 부적합처리	논리적으로 점유율은 0%에서 100% 사이 값을 가지나 자료를 1분 단위로 취합·처리하면 1분간 거의 완전한 정체 상태에 있는 경우는 극히 드물게 나타나므로 95% 점유율까지 허용함
	속도	속도 < 0이면 부적합처리	논리적으로 속도는 0보다 큰 값을 가짐
자료 관계 평가	논리검사	(속도 = 0 이고 교통량 > 0)이거나 (속도 > 0 이고 교통량 = 0) 이면 부적합처리	속도가 0인데 교통량이 0이 아니거나 속도가 0이 아닌데 교통량이 0인 경우는 논리적으로 오류로 판단이 가능함
	평균 차량 길이	AEVL < 2.7 혹은 AEVL > 18이면 부적합처리	속도와 점유율 자료를 이용하여 평균 차량 길이를 구하였을 때 차량 길이가 최소 차량 길이보다 작거나 최대 차량 길이보다 길면 오류로 판단이 가능함

주)  $AEVL = (16.09 * 속도 * 점유율) / q$ ,  $q$  = 시간당 적정 교통량(대/시)

주) ITS 정보신뢰성 개선 및 평가에 대한 연구(한국건설기술연구원, 2008)

○ 텍사스 오스틴 오류 판단 기준

- 오스틴의 교통 관리 시스템 자료의 오류 판단은 교통량, 점유율, 속도의 일반적인 임계치 기준을 적용하고 있으며, 서울도시고속도로의 기준과 유사한 동일자료 연속 검출(Stuck Data)에 대한 기준을 설정하고 있음
- 동일자료 연속 검출 기준의 경우 연속 횟수가 8회를 초과할 경우 오류 데이터로 판단하고 있으며, 이는 오스틴의 원시자료 수집주기가 20초로 짧기 때문인 것으로 판단됨

<표 4-12> 텍사스 오스틴의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준	근거 및 비교
자료 임계치 평가	교통량	교통량<0이거나 교통량>15이면 부적합 처리	논리적으로 교통량은 0보다 크고 20초 간 최대 교통량보다 작음
	점유율	점유율<0이거나 점유율>95이면 부적합 처리	논리적으로 점유율은 0%에서 100% 사이 값을 가지나 거의 완전한 정체 상태에서 있는 경우는 극히 드물게 나타나므로 95% 점유율까지 허용함
	속도	속도<0이거나 속도>123이면 부적합 처리	논리적으로 속도는 0보다 크고 그 최대 값보다 작음
	동일자료 연속검출	동일자료 연속검출 횟수>8	동일한 자료가 연속해서 전송된 경우 우연의 일치보다는 통신 오류 및 검지기 오류일 가능성이 높음

마. 본 연구의 오류 정제 기준의 설정

- 본 연구의 목표는 교통정보센터의 교통량, 속도 등의 정보를 활용하여 교통특성을 확인할 수 있도록 가공된 2차 교통정보를 생성하는데 있음
- 수집된 Raw 데이터를 가공하여 교통정보를 생성하기 위해서는 1차적으로 Raw 데이터의 신뢰성이 확보되어야 하며 추가적으로 가공에 용이하도록 데이터의 구성과 포함된 내용에 일관성을 부여하여 활용성을 확보할 필요가 있음
- 오류 판단 기준 설정
  - 동일자료 연속 여부에 대한 판단 근거 마련 필요
  - 국가교통정보센터의 자료는 여러 종류 기관의 자료가 취합되어 있는 자료로 기관별 오류 판단 기준의 최대치를 활용하여 데이터를 정제할 필요가 있음

- 본 연구에서의 데이터 품질관리 기준은 신뢰성 확보의 측면과 함께 교통량 및 속도 분석에 대한 목적성에 맞게 이루어져야 함

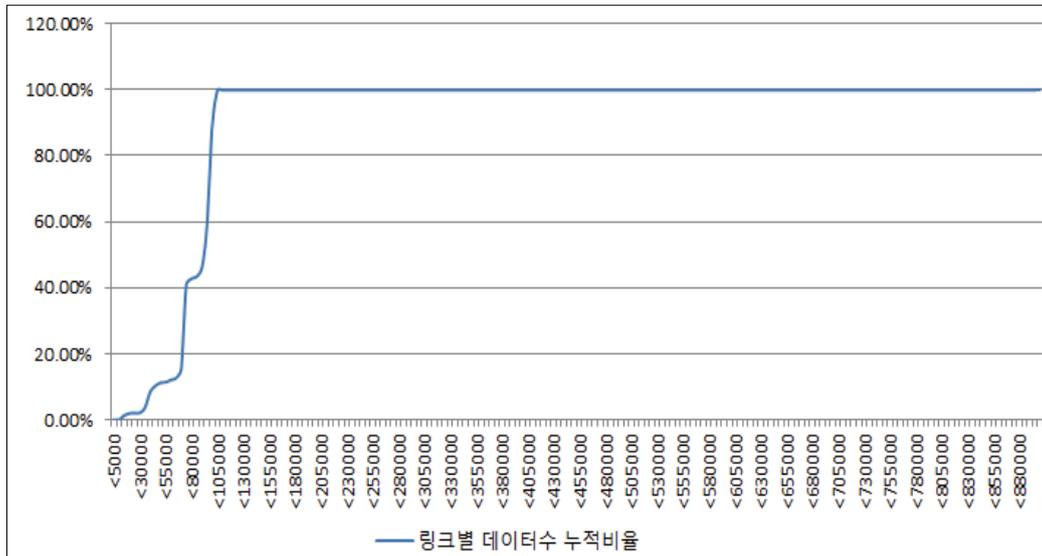
<표 4-13> 본 연구의 오류 판단 기준

구분	항목	오류 판단 기준	비고
공통		링크별 총 데이터 수가 5,256개/년 미만일 경우 부적합처리	
		교통량 데이터가 모두 0 또는 -1로 구성될 경우 부적합처리	
		모든 필드의 데이터 값 혹은 Generatedate 기준의 데이터 값이 중복일 경우 부적합처리	
원시 자료 임계치 평가	교통량	교통량이 음수일 경우 부적합처리	교통량 상한 임계치 기준 추가 필요
	점유율	점유율이 음수 혹은 100% 이상이면 부적합처리	
	속도	속도가 음수 혹은 180Km/hr 보다 크면 부적합처리	
원시 자료 관계 평가	논리 검사	(교통량 $\diamond$ 0 & 속도 = 0) 또는 (교통량 = 0 & 속도 $\diamond$ 0)에 해당하는 경우 교통량과 속도 및 점유율에 대하여 부적합처리	

#### 바. 오류 정제 기준의 적용

- step 1 : 데이터 수집량이 극소한 경우
  - 교통정보센터의 속도/교통량 자료는 평균적으로 5분 단위 수집이 이루어지고 있으며 총 1년 동안의 수집 자료로써 가정된 5분의 시간 간격을 지키며 정상적으로 자료 수집이 이루어졌을 경우 링크당 105,120개/년의 자료가 수집될 것으로 기대됨
  - 링크별 데이터의 수가 극소한 경우는 분석의 효율성도 저하되게 되며 분석된 결과에서 대표성 있는 결과치를 기대할 수 없으므로 1년 동안 수집될 것으로 기대된 데이터수의 5%인 5,256개/년 이하의 데이터수를 가진 링크는 분석 대상에서 제외함
  - 오류 데이터 판단 기준 : 총 데이터 수집 개수
  - 처리 방안 : 데이터수가 부족한 것으로 판단되는 링크의 전체 데이터 삭제
  - 기초 통계
    - 링크별 데이터 최소값 : 1개

- 링크별 데이터 최대값 : 895,646 개
- 링크별 데이터 평균값 : 61,730 개/링크



<그림 4-3> 링크별 데이터 수

<표 4-14> 링크당 데이터 수 분석 결과

구분	데이터 수	비율
링크당 데이터 수 5,256개 미만(제외대상)	2,606,575 개	0.10%
링크당 데이터 수 5,256개 이상(분석대상)	2,693,741,219 개	99.90%
전체 데이터 수	2,696,347,794 개	100.00%

○ step 2 : 비정상 데이터

- 본 연구에서 활용한 교통정보센터의 속도/교통량 자료(이하 활용자료)는 검지기를 통하여 검지된 차량 식별 신호가 현장 제어기를 통해 1차 수집과정을 거치고 이 후 교통정보센터 서버와의 통신을 통해 평균 5분 단위의 통신주기로 송수신 되어 중앙 서버에 저장되는 형태를 지니고 있음
- 검지기에서 검지되는 속도/교통량 정보는 기기에서 이상이 없이 검지된 정상치와 알 수 없는 오류로 올바른 값이 기록되지 않은 비정상치로 구분되게 되며 이 경우 중앙 서버에서는 비정상치가 검지된 기간 동안은 '-1' 값을 부여하여 정상값과 구분을 함

&lt;표 4-15&gt; 비정상 데이터 예시

LINK_ID	GENERATE DATE	RECEIVE DATE	SPEEDRATE	VOLUME RATE	DENSITY RATE	TRAVEL TIME	DELAY TIME	VEHICLE QUEUE	INSERT DATE
2280246800	2011-01-05 23:59	2011-01-05 23:59	100	-1	0	11	0	0	2011-01-06 0:01
2300027101	2011-01-05 23:59	2011-01-05 23:59	87	-1	0	262	0	0	2011-01-06 0:01
2280043100	2011-01-05 21:39	2011-01-05 21:39	80	-1	0	32	0	0	2011-01-05 21:41

- 활용자료의 교통량 결과를 모든 교통량 데이터 결과가 0인 경우, 모든 교통량 데이터 결과가 -1인 경우, 교통량 데이터 결과가 0과 -1 이외의 결과가 혼합되어 있는 경우로 구분한 프로파일 결과는 다음의 표와 같음

&lt;표 4-16&gt; 링크별 교통량 자료 유형 분석 결과

구분	데이터 수	비율
링크별 교통량이 모두 0인 경우	1,368,720,077 개	50.811%
링크별 교통량이 모두 -1인 경우	307,278 개	0.011%
링크별 교통량이 0, -1 또는 기타의 수치가 혼합되어 있는 경우	1,324,713,864 개	49.177%
전체 데이터 수	2,693,741,219 개	100.000%

- 프로파일 결과 개별 링크의 1년 간의 교통량 수집결과가 모두 0으로 집계된 경우는 전체 데이터의 50.8%를 차지하는 것으로 나타났으며 시스템 오류인 -1로 집계된 경우는 전체의 0.01%로 분석되었음
- 본 연구에서는 교통량 수집의 의미가 없는 경우인 링크별 교통량 수집결과가 모두 0 또는 -1인 링크데이터는 분석 대상 자료에서 제외함
- step 3 : 중복된 값 제거(모든 필드 중복)
  - 데이터베이스에 대한 전체 항목 중복 검토를 수행한 결과 다수의 모든 항목 중복 결과가 검토되었음
  - 이와 같은 결과는 데이터의 송수신 과정에서 동일한 전송 내역이 중복되어 송수신 되었을 가능성이 높을 것으로 판단되며 해당 데이터는 분석 대상에서 제외함

- step 4 : 동일시점의 둘 이상의 데이터 제거(Generatedate 기준)
  - 활용자료는 검지기를 통하여 검지된 차량 식별 신호가 현장 제어기를 통해 1차 수집된 자료로 각 검지기에서 1차 집계를 거친 후 집계된 데이터가 서버로 전송되는 형식으로 자료의 수집이 이루어지고 있음
  - 데이터 검수 결과 일부 데이터가 동일한 데이터 생성 시기를 보유한 상태로 상이한 자료 송수신 일시와 데이터베이스 입력 일시를 지닌 것으로 확인되었음
  - 동일한 데이터 생성시기를 가진 데이터 검토결과 해당 데이터의 교통량 및 기타 자료 항목의 결과가 동일한 것으로 확인되었으며 이를 중복으로 판단하여 분석 대상에서 제외함
  
- step 5 : 개별 오류 데이터(-1 값)의 삭제
  - 각 개별 링크별의 모든 데이터가 -1 로 기록된 경우는 step2 단계에서 모두 삭제하였으나 개별 링크의 개별 자료가 -1 값을 가지는 경우 역시 분석에 활용되지 않는 오류 값이므로 해당 값에 대한 삭제를 수행
  
- step 6 : 오류 데이터 삭제, 논리 오류 (양수 교통량&0 속도, 0교통량&양수 속도)
  - 앞선 단계의 오류 기준은 개별 데이터의 기준이 정상값을 가지지 않는 임계값에 대한 검수였지만 step6의 오류데이터 기준은 논리적인 기준을 적용하는 것으로 각 개별 링크의 개별 데이터가 논리적인 오류를 지니는 경우를 제외하는 기준임
  - 개별 데이터가 양수 교통량을 가지면서 속도값을 보유하지 않는 경우 혹은 그 반대의 경우는 정상적인 데이터 수집 과정에서는 얻어질 수 없는 결과 값이므로 해당 값을 삭제 처리
  
- step 7 : 오류 데이터 삭제, 논리 오류 (속도>180)
  - 우리나라에서 운영되고 있는 모든 도로는 제한 속도를 지니고 있으며 대부분의 차량은 제한 속도의 근접수치의 속도값을 지닌 상태에서 운행됨
  - 모든 차량이 제한속도를 준수하지는 않으며 차량의 주행 성능의 한계 상 최고 속도는 한계점이 있으며 본 연구에서는 고속도로의 최고 주행 가능 속도를 180km/h로 설정하였으며 해당 속도 이상의 수치값을 보유한 데이터에 대해 삭제 처리

○ step 8 : 연속 데이터 삭제

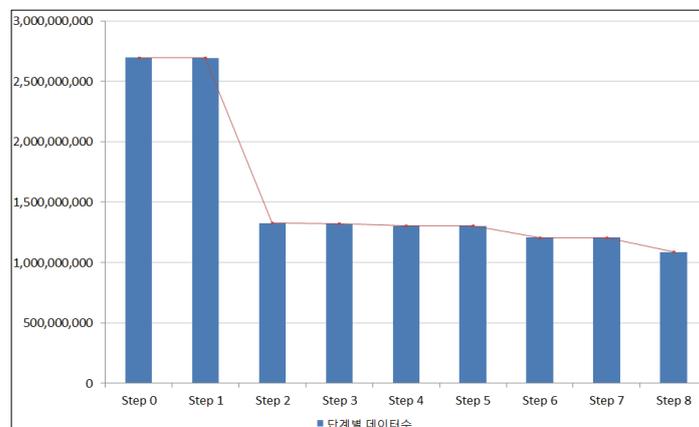
- 교통류는 시간의 흐름에 따라 다양하게 변화하는 특성을 가지며 특정한 상태가 고정적으로 장시간 지속되는 경우는 극심한 정체를 제외하고 발생하는 확률이 매우 적음
- 교통류의 특성이 특정 기간 이상 지속되는 형태의 데이터가 저장된 경우는 검지기의 이상이나 통신 오류로 인한 데이터 이상으로 판단하여 해당 데이터를 분석에서 제외

사. 오류 정제 결과

- 본 분석에서는 데이터 전반적에 대한 오류 검토 기준인 공통부분과 자료 임계치, 자료 관계에 대한 총 7가지 오류 검토 기준을 적용하였음
- 오류 데이터 처리 결과 약 27억개의 데이터를 보유하고 있던 원본 자료는 약 40% 수준인 약 11억개의 수준으로 감소하였음

<표 4-17> 오류 처리 단계별 데이터수 변화

구분	오류처리내용	기준 적용 후 데이터수	원시자료 대비 데이터비율	비고
Step 0	-	2,696,347,794	100.00%	Raw data
Step 1	데이터량이 극히 적은 링크의 삭제	2,693,741,219	99.90%	
Step 2	전체 데이터 오류 링크 삭제	1,324,713,864	49.13%	
Step 3	중복데이터 삭제(모든 항목 기준)	1,320,338,358	48.97%	
Step 4	중복데이터 삭제(데이터 생성 시간 기준)	1,304,081,827	48.36%	
Step 5	개별 오류 데이터 삭제	1,303,563,716	48.35%	
Step 6	교통량, 속도의 논리 오류 삭제	1,207,145,242	44.77%	
Step 7	속도 논리 오류 삭제	1,207,141,503	44.77%	
Step 8	연속 데이터 오류 삭제	1,087,568,924	40.33%	



<그림 4-4> 오류 처리 단계별 데이터수 감소

## 6. 총차량 주행거리 예비 산정

### 가. 총차량 주행거리 산정 개요

- 총차량 주행거리를 개략적으로 산정해 봄으로써 자료의 활용성을 평가하고 자료 활용 시의 문제점을 도출함
- 본 연구에서 추정된 결과는 개략적으로 산정된 결과이므로 구체적인 의미를 가지기는 힘들지만 기존의 연구결과와 비교하여 산정 방법의 문제점을 도출하고 산정결과의 정확도 제고를 위한 참고자료로 활용하도록 함
- 총차량 주행거리의 산정을 위해 미국 FHWA의 기준을 활용하여 총차량 주행거리산정 방법론을 적용
- FHWA 기준의 총차량 주행거리의 산정을 위해서는 정제된 데이터에 대한 도로 등급, 지역 등의 추가적인 속성정보가 요구되며 이를 통해 교통량 데이터를 속성별로 구분하여 총차량 주행거리 산정에 활용함

#### 나. 교통정보센터 교통량 데이터의 속성별 분류

- 교통정보센터의 교통정보 자료는 기본적으로 ITS 표준노드링크체계의 노드, 링크 체계를 활용하여 교통정보의 위치 및 속성 정보를 표현하고 있음
- ITS 표준노드링크는 각 개별 링크의 도로 등급, 차선수, 도로 유형, 도로명 등에 대한 정보를 보유하고 있으나 일부 정보가 누락되었거나 부정확한 정보를 포함하고 있는 것으로 확인되었으며, 해당 자료를 활용하여 도로의 속성 정보별 구분 기준을 적용하기는 곤란한 것으로 확인됨
- 이와 같은 문제를 해결하기 위해 KTDB의 교통주제도 중 도로망도와 국가교통정보센터의 ITS 표준노드링크를 공간적 위치를 기준으로 매칭하는 방식(Spatial Join)을 적용
- ITS 표준노드링크와 교통주제도 도로망도는 링크의 표현방식이 서로 상이하며, 도로의 형상이 상이한 문제점이 존재하며 이와 같은 원인으로 전체 도로 중 도로 속성 정보 부여가 누락되는 도로가 발생함
  - ITS 표준노드링크는 개별 링크의 양방향 도로를 각각 독립된 링크로 표현하는데 반해 교통주제도 도로망도는 고속도로를 제외한 양방향 도로를 단일한 링크에 양방향으로 구분된 자료 표현 양식을 가지며, 이로 인해 ITS 표준노드링크의 특정 링크가 교통주제도 도로망도에 매칭되지 않음
- 본 분석에서는 총차량 주행거리 산정 시의 문제점 도출과 개략적인 총차량 주행거리 산정이 목표이므로 도로 속성 정보 부여와 관련한 문제점은 향후 개선하는 것으로 함
- ITS 표준노드링크와 교통주제도 도로망도의 매칭을 통해 개별 링크에 도로 속성을 부여한 결과는 아래의 표와 같음

<표 4-18> ITS 표준노드링크와 주제도(도로망도) 도로등급별 매칭 결과

도로등급 구분	링크수	총연장(km)
고속국도	2,239	94.63
도시고속국도	120	8.74
일반국도	7,459	274.27
특별·광역시도	176	99.03
국가지원지방도	244	61.83
지방도	162	220.41
시·군도	1,501	310.47
매칭되지 않은 링크	2,833	-
합계	14,734	1,069.39

&lt;표 4-19&gt; ITS 표준노드링크와 주제도(도로망도) 차로수별 매칭 결과

차로수 구분	링크수	총연장(km)
1 차로	4,923	848.11
2 차로	4,524	156.27
3 차로	1,487	44.98
4 차로	689	16.29
5 차로	178	3.43
6 차로	68	0.21
7 차로	2	0.03
8 차로	21	0.06
매칭되지 않은 링크	2,833	-
합계	14,734	1,069.39

#### 다. 총차량 주행거리의 산정

- 구분된 도로 특성에 따른 교통량 및 링크 특성은 아래의 표와 같음

<표 4-20> 국가교통정보센터 자료의 교통량 및 링크 특성

구분	차로수(차로)	링크수(개)	링크당 일평균교통량 (대/일)	도로등급별 총연장(km)
고속국도	1	1,099	4,446	63.95
	2	823	3,659	23.00
	3	192	8,916	4.13
	4	122	12,298	3.49
	5	2	16,364	0.06
	6	1	3,069	0.01
도시고속국도	1	29	13,817	4.30
	2	36	13,260	2.33
	3	54	14,730	1.24
	4	1	17,933	0.87
일반국도	1	3,157	7,868	217.09
	2	3,016	8,885	43.37
	3	751	10,679	9.44
	4	362	12,281	3.25
	5	120	17,451	1.02
	6	40	10,653	0.07
	7	1	14,203	0.02
	8	11	13,859	0.01
	10	1	7,674	0.01
특별·광역시도	1	40	5,386	61.45
	2	49	10,925	21.27
	3	38	1,824	10.49
	4	37	17,595	4.43
	5	7	2,917	1.27
	6	2	1,527	0.08
	8	2	4,842	0.05
	10	1	2,122	0.01
국가지원지방도	1	82	20,258	54.85
	2	66	19,753	4.65
	3	37	19,536	1.46
	4	49	24,881	0.66
	5	9	45,090	0.21
	8	1	17,527	0.01

&lt;표 4-20&gt; 국가교통정보센터 자료의 교통량 및 링크 특성(표 계속)

구분	차로수(차로)	링크수(개)	링크당 일평균교통량 (대/일)	도로등급별 총연장(km)
지방도	1	75	11,593	208.85
	2	60	11,379	9.59
	3	19	8,079	1.72
	4	3	11,460	0.19
	5	5	5,730	0.06
시·군도	1	441	7,211	237.61
	2	474	6,561	52.07
	3	396	7,397	16.52
	4	115	8,775	3.40
	5	35	7,138	0.81
	6	25	6,414	0.05
	7	1	6,372	0.01
	8	7	12,105	0.01
	9	4	3,857	0.01
	10	3	4,381	0.01

○ 도로 등급별 집계된 차량 주행거리 합은 아래의 표와 같음

&lt;표 4-21&gt; 도로 등급별 주행거리 집계 결과

구분	차량 주행거리(천대-km)
고속국도	449
도시고속국도	124
일반국도	2,253
특별·광역시도	664
국가지원지방도	1,258
지방도	2,547
시·군도	2,213

○ 총차량 주행거리의 산정은 아래의 식을 적용

$$\text{총차량 주행거리} = \sum_i AADT_i \times EF_i$$

$AADT_i$  : 도로기능구분 i의 일평균 차량수

$EF_i$  : 도로기능구분 i의 확장 계수

- 도로기능구분의 확장 계수는 교통주제도 도로망도를 기준으로 한 전체도로의 도로등급별 연장 합에 대비한 각 도로등급별 총연장의 비율을 적용

- 총차량 주행거리의 개략 산정 결과 1일 기준 총차량 주행거리는 1,429,013,822.85 대-km/일, 연간 총차량 주행거리는 521,590,045,341.54 대-km/년으로 산정되었음

<표 4-22> 도로 등급별 주행거리 추정 결과

구분	총차량 주행거리(천대-km)
고속국도	37,128
도시고속국도	8,814
일반국도	226,779
특별·광역시도	104,847
국가지원지방도	142,038
지방도	291,302
시·군도	618,105
합계(1일 기준)	1,429,014
총차량 주행거리(1년 기준)	521,590,045

#### 라. 총차량 주행거리 결과의 비교

- 본 연구에서 추정된 차량 주행거리 결과는 예비 산정 결과로 수치의 정확도를 기대하기는 어려우며 기존의 연구결과와 비교하여 본 연구 추정 결과의 문제점을 고찰해 보았음

<표 4-23> 교통량통계연보의 주행거리 추정결과

구분	총차량 주행거리(천대-km)
고속국도	172,682
일반국도	141,203
국가지원지방도	22,094
지방도	56,782
합계	392,761

<표 4-24> 주행거리 실태분석(2011) 상의 주행거리 추정결과

구분	총차량 주행거리(천대-km/일)
관용	2,036
자가용	621,223
사업용	132,846
합계	756,105

- 본 연구에서 추정된 총차량 주행거리의 총 합을 주행거리 실태분석의 결과와 비교해 보았을 때 총량을 기준으로 주행거리 실태분석의 결과에 비해 약 1.8배가 많은 것으로 나타났음

&lt;표 4-25&gt; 주행거리 실태분석 추정결과와 본 연구 결과의 비교

본 연구 총차량 주행거리	주행거리 실태분석 총차량 주행거리	비율 (본연구/주행거리 실태분석)
1,429,014	756,105	189.0%

- 도로 등급별 분류에 따른 기준에 따라 교통량 통계연보의 주행거리 산정 결과와 비교해 보았을 때 고속국도는 본 연구의 추정 결과가 교통량 통계연보의 결과에 비해 적게 추정된 것으로 나타났으나 그 외의 도로의 경우 본 연구의 추정 결과가 높은 주행거리가 추정된 것으로 나타났음

&lt;표 4-26&gt; 교통량통계연보 추정결과와 본 연구 결과의 비교

구분	본 연구 총차량 주행거리 (천대-km)	교통량 통계연보 총차량 주행거리 (천대-km)	비율 (본 연구/통계연보)
고속국도	37,128	172,682	21.5%
일반국도	226,779	141,203	160.6%
국가지원지방도	142,038	22,094	642.9%
지방도	291,302	56,782	513.0%
합계	697,247	392,761	177.5%

- 본 연구에서 추정한 주행거리의 예비 산정 결과가 기존 연구결과와 차이가 나는 결과가 나타나는 원인은 다음과 같은 원인에 의한 것으로 추정해 볼 수 있음
  - 주행거리 실태분석의 결과는 연식이 4년 이상인 차량들에 대한 조사 결과로 4년 미만의 연식을 가진 차량에 대한 조사 결과는 누락되어 있음
  - 도로 속성별 데이터 중 고속국도와 일반국도의 경우 검지기의 설치 밀도가 높아 비교적 많은 표본을 수집할 수 있지만 국지도 및 지방도의 경우 검지기 설치 밀도가 비교적 낮아 표본율이 낮음
  - 본 연구의 주행거리 산정 시 지역별 특성과 시간적 특성을 고려하지 않아 주행거리 산정 결과가 과대/과소한 결과를 나타낼 가능성이 존재함
  - 도로 속성의 적용이 정확하게 이루어지지 못해 도로 속성이 실제 도로 속성과 상이하게 적용되었거나 도로 속성이 입력되지 못함
  - 교통량이 적은 지역의 교통량 수집결과보다 교통량이 많은 지역의 수집결과가 주행거리 산정에 더 많이 적용되었음
  - 교통량 수집 결과에 대한 정제 기준 중 교통량이 비정상적으로 과다한 경우에 대한 검수 기준이 적용되지 못해 비정상 데이터가 상존하고 있을 가능성이 있음

## 8. 결론 및 향후 계획

- 본 연구는 기존에 수집되고 있는 교통량 자료를 활용하여 2차적인 통계자료인 총차량 주행거리를 추정하기 위한 기초 단계로 수행되었으며 총차량 주행거리를 추정하기 위한 기초적인 작업 체계를 수립하는데 초점을 맞췄음
- 수집된 자료는 교통정보의 표출을 위해 수집된 자료로 재가공을 통해 부가적인 교통 정보를 생산해 내기 위해 추가적인 자료 정제 작업을 시도하였으며 이를 통해 수집된 교통자료의 활용도를 높이고 활용 결과인 총차량 주행거리의 신뢰도를 확보하기 위한 기초 작업 단계임
- 총차량 주행거리 산정결과 도로의 등급별로만 도로를 구분하여 총차량 주행거리를 산정하였을 경우 기존의 연구결과에 비해 도로의 등급별로 과대 혹은 과소한 결과를 산정한 것으로 나타나 향후 추정된 총차량 주행거리의 정확도를 제고하기 위해 기초자료 단계의 자료 정제와 기본 속성 부여 등의 작업에 정밀도를 높이는 작업이 추가로 요구될 것으로 판단됨
- 향후 진행될 총차량 주행거리 추정을 위한 산정 방법론 개선은 아래의 단계를 통해 진행될 예정임
- 1단계 : 교통량과 도로의 위계분류를 활용한 VKT 산출
  - 도로 기능 분류 적용
  - 차종 분류 적용
- 2단계 : 고속도로 VKT 개선
  - 구간별 교통량을 모두 확보할 수 있을 경우 집계한 구간별 교통량과 한국도로공사 TCS 자료의 차종 분류를 조합하여 VKT 산출하며 구간별 교통량 전수 확보가 불가능할 경우 시뮬레이션 기법을 활용하여 구간별 교통량을 추정
  - 경로선택 반영 : 첨단조사자료(DSRC 등), 시뮬레이션 기법 등을 활용한 경로 선택의 현실적 표현 강화
- 3단계 : 일반도로 VKT 개선
  - 도로의 분류 세분화 필요 : 도시부/지방부, 인구규모, 경제활성화 정도 등의 지역특성 분류 기준과 고속도로/주간선도로/보조간선도로/집산도로/국지도로의 도로의 기

능적 분류 기준, 광로/중로/소로의 도로의 규모적 분류 기준 적용 필요, 교통량 특성에 따른 구분기준 설정 필요

- 교통량 미수집 구간에 대한 교통량 추정
  
- 4단계 : 고속도로와 일반도로 통계의 통일성 확보
  - 산출된 통계의 차종 분류 일치성 확보

## 제4절 기타 교통자료 활용

### 1. 택시 이동궤적(GPS Tracking) 자료 분석

#### ○ 분석 대상

- 서울시 택시 데이터 중 브랜드 콜택시의 경우 호출 서비스를 위해 지속적으로 전송되는 택시의 위치 데이터
- 대상 택시 : S-택시 사 택시 4,875대의 택시 데이터 중 자료의 수집 빈도가 일정한 1,000대의 택시 데이터
- 대상 시간 : 2010년 11월 10(수)~16일(화) 까지의 일주일
- 대상 데이터 : 460여만개의 택시 GPS 자료(1,000대의 자료)

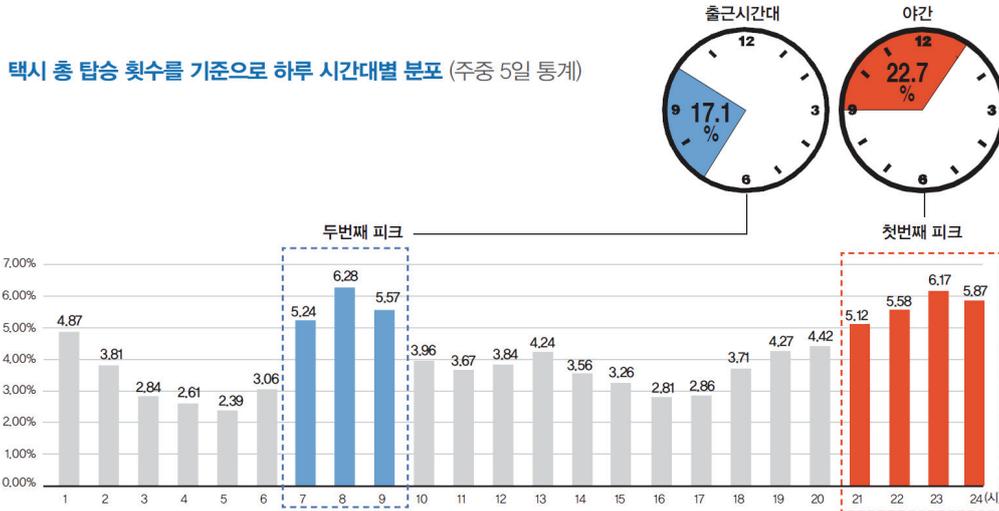
#### ○ 택시 운행 통계

- 데이터 내역
  - 택시의 위도 및 경도, 순간 속도 및 승객 탑승 여부
- 일간 운행 통계
  - 0시부터 24시까지의 일 평균 운행 통계
- 탑승 및 하차 지점에 대한 통계
  - 반경 50미터 내에 탑승 및 하차가 많은 지역 10개 선정
- 운행 속도 통계
  - 자료의 신뢰도 기준을 높이기 위해서 택시에 승객이 탑승해 있는 자료만을 기준으로 함
  - 승객이 탑승하였더라도 순간속도가 0인 자료(탑승 데이터의 40% 내외)는 제외하였으며, 이는 승객의 탑승 하차를 제외하기 위함으로 불가피하게 신호등에 의한 정차 및 교통 정체의 기록들도 제외됨

#### ○ 분석 결과

- 서울시에서는 저녁 9시 이후 택시 잡기가 힘든 것으로 분석됨
  - (저녁 9시 이후 새벽까지 가장 많이 이용) 시간대별 택시 이용 통계를 살펴보면 저녁 9시부터 새벽 1시까지 네시간 동안 가장 많은 22.7%의 승객 탑승이 이루어지고

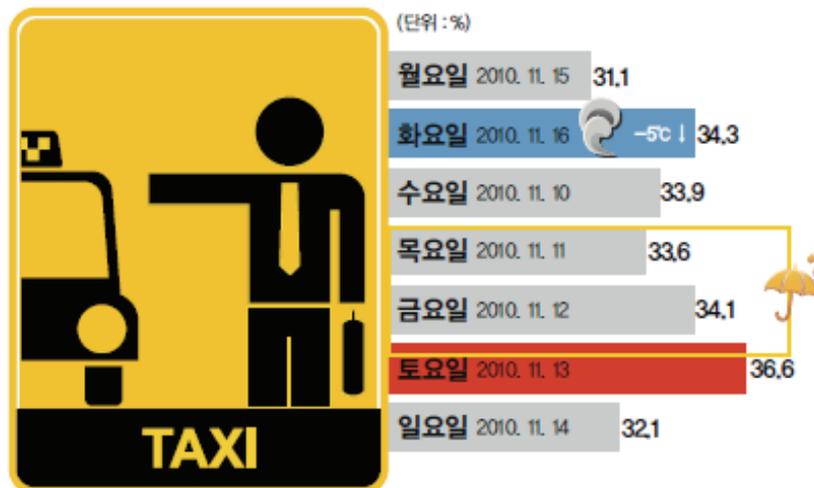
있으며 그 다음으로 아침 7시부터 10시까지 출근시간 대에 많이 이용하는 것으로 나타나 이 시간대에 택시잡기가 힘든 것으로 나타남



<그림 4-5> 하루 시간대별 택시 총 탑승 횟수 분포

- 토요일에 택시를 가장 많이 이용하는 것으로 분석됨
- (토요일 새벽, 오후 많이 탑승) 택시 한대당 승객의 이용 빈도는 하루 평균 33.7회임
- 요일별로는 토요일이 36.6회로 가장 높으며, 월요일이 가장 적은 31.1회로 나타남

택시 승객이 일평균 탑승하는 빈도수 (요일별 분포)



<그림 4-6> 일평균 택시 승객 탑승 빈도수

- 택시의 주요 탑승 장소는 철도역과 터미널
  - (고속버스, 기차로 서울에 도착하여 택시 이용) 일주일간 택시의 탑승이 많은 곳은 변화가 주변 (강남역, 신촌 및 건대 입구)과 역 및 터미널 인근 (서울역, 용산역, 서울고속버스 터미널 인근 등)이었으며,
  - 특히 강남역(뉴욕제과 부근)이 택시 탑승이 가장 많은 곳으로 나타남

<표 4-27> 서울 택시의 탑승 지역 빈도 순위

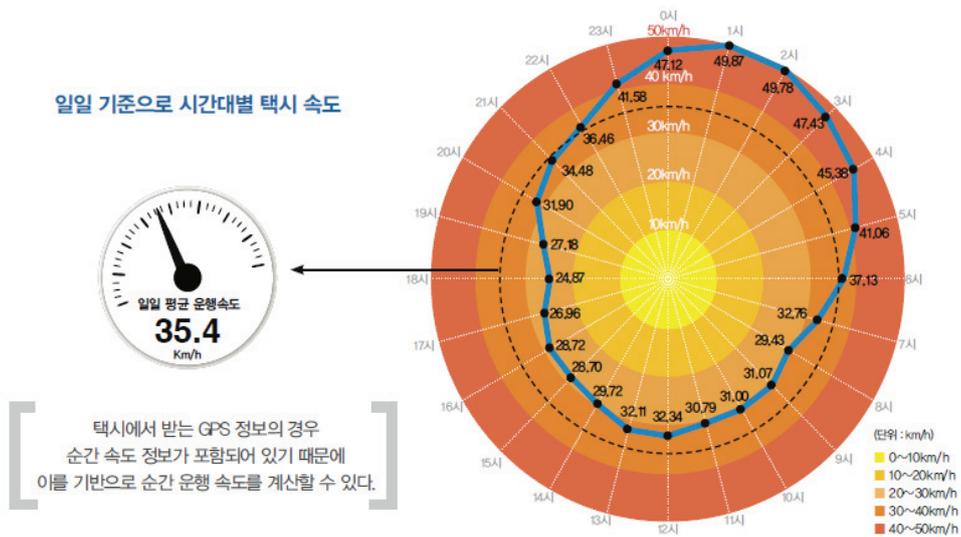
순위	장소	탑승횟수
1	강남역 (뉴욕제과 부근)	433
2	서울역 (서부역 방향)	424
3	서울역 (택시 승강장 부근)	423
4	서울 고속버스 터미널 (신반포로 터미널 건너편)	419
5	용산역	412
6	서울역(서부역 방향 길 건너편)	371
7	건대입구역 인근	368
8	강남역 (뉴욕제과 길 건너편)	357
9	신촌역 부근	349
10	서울 고속버스 터미널 (신반포로 터미널쪽)	349

- (강남으로 택시타고 이동) 일주일간 택시 하차지점이 많은 곳은 강남 중심가가 대부분 (7군데)을 차지하였으며, 강북에서는 서울역, 남대문, 건대입구 등 제한된 지역에 분포함
- 하차지점은 탑승지점에 비해 광범위하게 흩어져 분포하였으며, 서울 동북부 지역 중 유일하게 건대 입구역 인근이 선정되어 새로운 부도심으로 확인됨

<표 4-28> 서울 택시의 하차 지역 빈도 순위

순위	장소	하차횟수
1	강남역 사거리 (뉴욕제과 길건너편)	240
2	강남역 사거리 (삼성본사 방면)	212
3	강남 교보타워 사거리	210
4	회현 사거리	205
5	서울역	187
6	학동사거리	180
7	강남 차병원 사거리 (차병원 대각선 맞은편)	180
8	강남 역삼동 르네상스 호텔 사거리	180
9	건대입구역 사거리	172
10	강남 차병원 사거리 (차병원 방면)	170

- 택시의 평균 운행 속도 : 서울 시내 평균 속도 35.4 km/h
  - (오후 5시부터 7시 사이에는 거북이 택시) 일일 평균 운행속도는 35.4km/h이며
  - 낮시간 동안 택시의 평균속도는 30km/h 내외로 떨어지다가 오후 6시 부근에 가장 낮은 평균 속도(24.87km/h)를 보임



<그림 4-7> 1일 기준 시간대별 택시 속도

## 2. 서울시 택시 이용실적 데이터 분석

### ○ 분석 대상

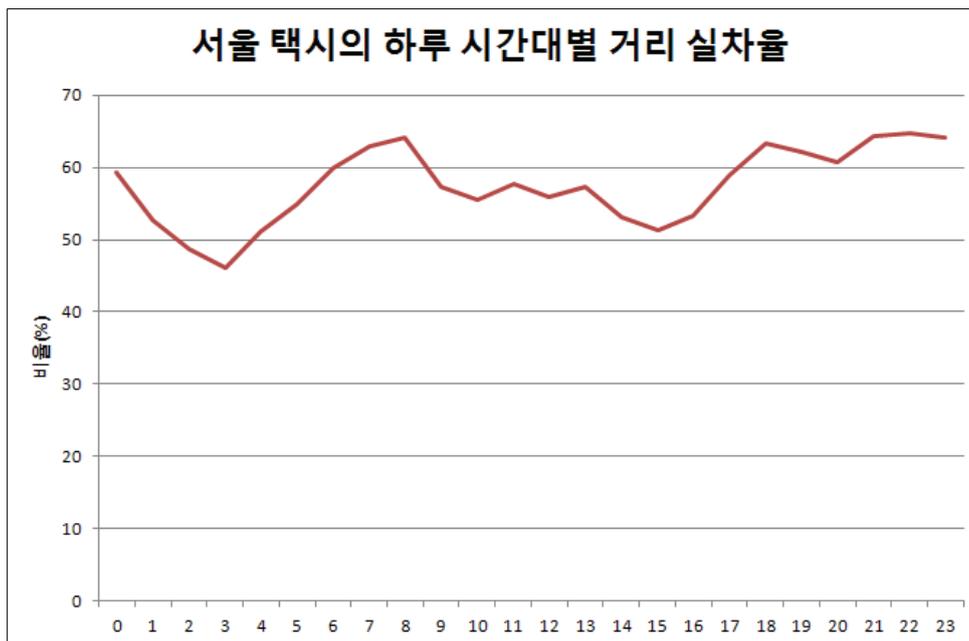
- 한국스마트카드사 제공 택시 자료 기준으로 서울시 택시 자료 중 브랜드 콜택시로부터 호출 서비스를 위해 지속적으로 전송되는 택시의 위치 자료
- 대상 택시 : 한국스마트카드사에서 수집하는 16,600여대의 택시 자료 중 자료 수집 빈도가 일정한 8,676대의 택시 자료
- 대상 기간 : 2012년 3월 12일(목)
- 대상 자료 : 총 8,676대 택시의 5,920여만개 GPS 데이터

### ○ 택시 운행 통계

- 자료 내역
  - 택시의 위도 및 경도, 순간 속도 및 승객 탑승 여부
- 일간 운행 통계
  - 0시부터 24시까지의 일 평균 운행 통계
- 이상치 제거
  - 동일 택시에서 연속적으로 전송된 택시 데이터 중 시간간격이 15분 이상 또는 거리 간격이 1km 이상인 경우, 택시가 일시 운행을 정지하였거나 GPS 오류로 추정하고 통계에서 제외함

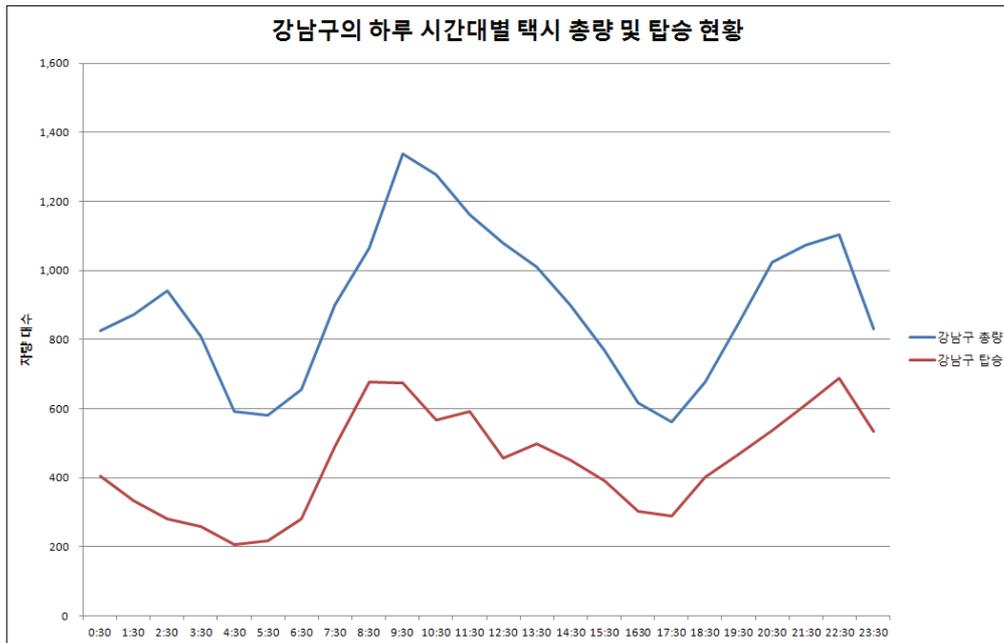
### ○ 분석 결과

- 서울 택시의 하루 평균 거리실차율은 57.6%로 분석됨
  - GPS 좌표를 기반으로 8,000여대 서울택시의 하루(2012년3월12일) 시간대별 거리실차율을 분석한 결과 하루 평균 57.6%를 나타냄
  - 시간대 별로는 저녁 6시부터 자정까지, 아침 6시부터 9시까지 60%이상을 기록하였으며, 새벽 2시부터 4시까지 50% 미만을 기록하였음



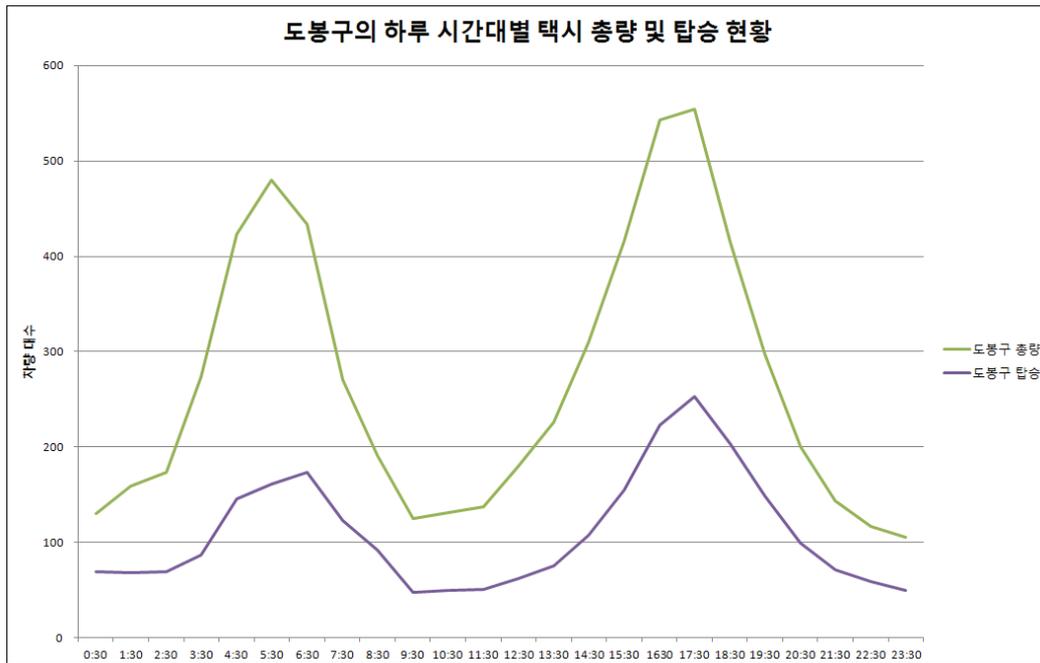
<그림 4-8> 서울 택시의 하루 시간대별 거리 실차율

- 강남구는 다른 구보다 택시 공급도 많고 수요도 높은 것으로 나타남
  - 강남구 택시 이용 현황 : 아침 출근시간대(오전 7:30~9:30)에 전체 택시의 15.4% 까지 강남구로 집중하였으면서도, 운행택시 대비 승객이 탑승한 탑승율도 60% 이상으로 증가하여 택시에 대한 공급과 수요 모두 증가한 것이 확인됨
  - 늦은 저녁시간 대에 다시 택시가 강남구로 집중하는 추세를 보이며, 이와 더불어 탑승율도 60% 이상(오후 10:30~새벽0:30)을 보여 택시의 공급과 수요가 꾸준함을 보여줌



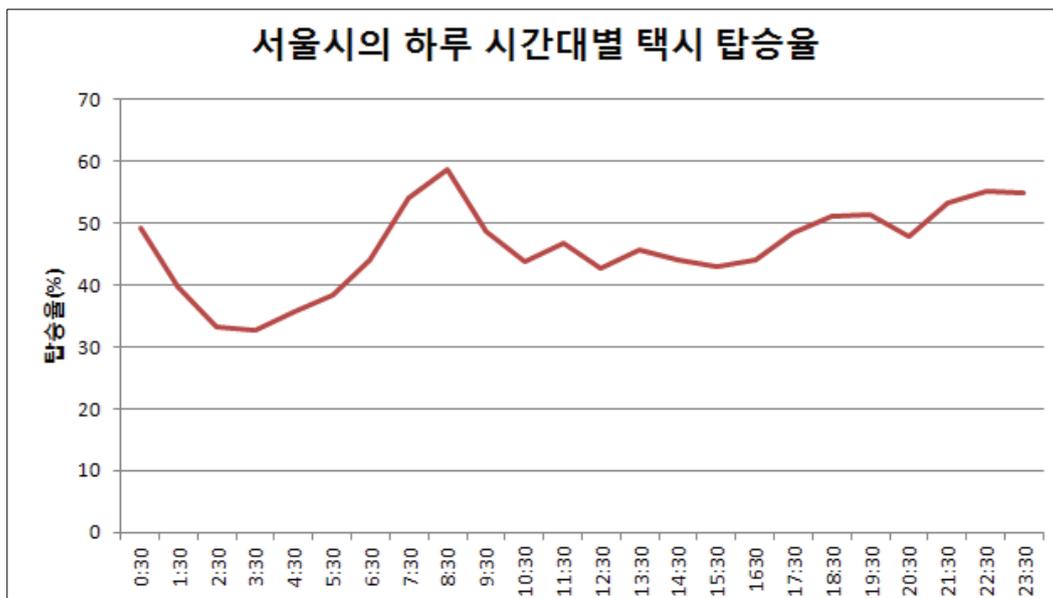
<그림 4-9> 강남구의 하루 시간대별 택시 총량 및 탑승 현황

- 도봉구 택시 이용 현황: 일반적으로 택시 이용이 많은 아침 출근시간대와 저녁 10시 이후에 도봉구의 경우 택시의 숫자가 오히려 많지 않아 공급이 제한됨을 알 수 있음
- 하지만 탑승율도 저녁 7시와 저녁 10시(50.2% 및 50.4%)를 제외하고는 50% 미만으로 낮아 수요도 높지 않음을 보여줌
- 이와 별도로 택시 교대를 위해 오전 4시 및 오후 4시에 택시가 도봉구로 모이는 것을 확인할 수 있었으며, 공급이 증가함에 따라 실제 승객이 탑승한 택시의 숫자는 증가하는 것을 확인할 수 있음



<그림 4-10> 도봉구의 하루 시간대별 택시 총량 및 탑승 현황

- 택시 탑승율은 아침 출근시간대가 가장 높은 것으로 분석됨
- 서울시 전체를 기준으로 매 시각 택시 탑승율을 비교해 본 결과 아침 출근 시간대(7~9시)와 저녁 퇴근 시간대(저녁 6시~8시) 및 늦은 저녁 시간대(저녁 9시~새벽 0시)까지 탑승율이 50%를 넘는 것으로 나타남



<그림 4-11> 서울시 하루 시간대별 택시 탑승율

### 3. 교통관련 SNS(Social Network Service) 게시 자료 분석

- 분석 대상
  - 국내에서 이용되고 있는 SNS 중 트위터 내에서 소통되고 있는 교통관련 이슈
- 분석 결과
  - 트위터를 통해 교통을 검색한 결과 총 998개의 검색결과가 도출
    - 998개의 문자열 중 교통과 무관한 68개의 문자열 제외(예 : 외교통상부)
    - 930개의 문자열 중 156개의 문자열의 경우 기관에서 제공하는 교통 정보 문자열 제외(예 : 부산 교통정보센터와 같은 지역 교통정보센터에서 제공하는 교통정보, 예 산경찰서 등과 같은 행정기관에서 제공하는 교통관련 행정정보, 교통방송에서 제공하는 교통 상황 정보 등)

<표 4-29> 트윗 검색 결과의 기능적 분류

구분	일반트윗(Tweet)	답장(Reply)	리트윗(Retweet)
결과수	417개	113개	312개

<표 4-30> 트윗 검색 결과의 내용적 분류

구분	일반 트윗	정치주장	광고 또는 홍보성	공식적인 교통정보/교통상황/ 교통기사링크
결과수	486개	109개	98개	81개

- 개인들의 일상적인 트윗들과 더불어 시사적인 문제들에 대한 정치성이 강한 주장들이 트윗들을 통해 전파되고 있음이 확인됨
- 일반적인 광고글 역시 트윗에서 큰 부분을 차지함
- 공식적으로 전달되었던 교통정보/교통상황/교통기사 등이 비공식적인 이름(아이디)를 통해 동일한 내용들이 반복적으로 다수 트윗되고 있음
- 트윗의 기능적 분류에 따른 일반 트윗들은 실시간 교통 상황에 대한 정보를 표시하기 보다는 교통사고, 교통요금에 대한 의견, 일상과 연관된 교통 이야기 등이 다양하게 표현되고 있음

- 일반 트윗의 경우 특정 사건에 대한 실시간적 반응보다는 여가시간에 해당 이벤트에 대한 생각을 전파하는 성향이 강했으며 이는 교통 정보의 특성상 개인이 실시간으로 입수한 정보를 실시간으로 전파하는데 제약이 있기 때문으로 판단됨
- 트위터는 개인들이 자유롭게 의견을 표출하는 공간으로 시작됐지만 이와 더불어 공공정보 제공, 광고 및 홍보 등이 혼재된 영역임
- 행정기관을 비롯한 공공 기관, 언론기관에서 제공한 교통정보는 공식ID를 통하여 전파되는 동시에 비공식적인 ID를 통하여 동일한 내용이 반복적으로 트윗되어 전파되고 있었으며, 상업적인 영역에서 광고 및 홍보적 성격의 트윗이 전파되고 있음
- 트윗된 내용이 리트윗되는 경우는 반복적으로 언급되고 확산되는 내용의 경우 개인적인 트윗이나 정보성 트윗, 광고 및 홍보 내용보다는 정치 주장 등 많은 사람들이 일반적으로 관심을 보이는 사항이 더 많은 것으로 확인되었음

## 6. 기종점 통행량을 활용한 교통권역 분석

### ○ 분석 개요

- 도시교통정비지역의 교통권역은 교통정비구역으로 선정된 도시의 영향권을 설정하여 선정 도시의 교통계획 수립 시 영향권 지역과의 연계성 있는 교통계획 수립을 유도하기 위하여 설정하는 법정 정비 구역임
- 교통권역의 설정은 도시교통정비지역 대상 도시로의 총목적/통근·통학 통행량의 유출 통행량 비중이 전체 총목적/통근·통학 통행량의 5% 이상인 지역을 선택하는 방법을 적용

### ○ 분석 결과

- 도시 규모가 큰 도시교통정비지역의 경우(예 : 광역시) 인접 도시의 대부분을 교통권역으로 가지는 경우가 많았으며 이는 도시규모가 클수록 도시의 서비스능력, 경제활동이 강화되어 인접 도시들을 위성도시화 하는 경향이 강하기 때문으로 판단됨
- 도시규모, 인구규모가 적은 도시의 경우 주변도시와의 부족한 도시 서비스를 공유하는 경우가 많을 것으로 예상되었으나 분석 결과 적은 도시 규모의 경우 오히려 도시 내에서 자급자족하는 유형을 보이는 경우가 많은 것으로 나타났음
- 적은 도시규모의 도시의 경우 도시의 자족 능력이 충분함이 그 원인이기 보다는 도시의 수요가 적어 인접도시로까지 파급될 수요력을 지니지 못한 것이 그 원인으로 판단됨

- 교통권역의 설정은 공간적으로 면접하지 않더라도 상관관계를 지닐수 있는 것으로 나타났으며 이는 인구규모별, 경제규모별로 연관성이 지닐 수 있는 지역끼리 상관관계가 강화되는 것을 그 원인으로 볼 수 있음

## 제5절 결론 및 향후 과제

### 1. 결론

- 2012년도에 진행된 과업 내용은 아래와 같음
  - 교통 데이터베이스 구축을 위해 협력체계 구축 및 교통자료의 입수

<표 4-31> 협력체계 구축 결과

대상	내용
국토교통부 첨단교통환경과 및 국가교통정보센터	2011년 전국 주요도로 교통정보 입수
부천시 및 부천시 교통정보센터 한국스마트카드사	MOU 체결 및 자료 공유 협력 관계 구축 및 MOU 준비
서울시 정보화 사업단	빅데이터를 활용한 교통관련 공동연구 제안 및 준비 중

<표 4-32> 협력체계 세부구축 결과

자료	제공처	시간범위	공간범위	내용
교통량 및 속도	국토해양부 ITS 국가교통정보센터	2011년 전체 2012년 2월~3월15일	전국 29,000여개 링크	5분 간격 데이터
	부천시	2012년 전체	부천시 내부	5분 간격 데이터
TCS 교통량 자료	도로공사	2011년 4월 및 10월	전국 폐쇄형 톨게이트	일별 자료
교통량	건설기술연구원	2008년~2010년	전국 상시/수시교통량조 사 지점	시간대별교통량 (365일, 차종구분가능)
수도권 도시고속도로 교통량	서울도시고속도로 교통관리센터	2012년 1월		
택시 GPS 데이터	HiCall 택시 데이터	2011년 4월6일	서울시	
	S-Taxi 데이터	2010년 11월 9일~30일, 2011년 4월6일	서울시	
	한국스마트카드사	2012년 3월 12일~18일	서울시	서울 택시 2만여대

&lt;표 4-32&gt; 협력체계 구축 결과(표 계속)

자료	제공처	시간범위	공간범위	내용
교통카드 데이터	한국스마트카드	2010년2월19일~ 25일 2009년 5월27일, 2010년 5월26일, 2011년 5월23일~30일 2012년 1월31일, 2월7일, 3월 12일~18일	서울, 경기도 및 인천 데이터	교통카드 사용 내역
	이비카드	008년 5월28일, 2009년 5월27일, 2010년 5월26일, 2011년 5월23일~29일	인천, 서울을 제외한 수도권 버스 데이터	교통카드 사용 내역
차량 등록 및 말소 정보	교통안전공단	2012년 3월20일 기준	전국	1,800만대 등록 차량 정보

- 수집한 교통자료들을 기반으로 일차 가공 및 기초 통계 생성
- : 차량 주행거리 분석을 위한 전국 교통량 및 속도자료의 품질 관리
- 다양한 교통 데이터베이스에서 입수한 정보를 기반으로 다양한 분석 시도

분석 내역	내용
차량 주행거리 분석	지역간 차량 주행거리 산정을 위한 기초 작업 실시 - 자료 품질 관리 체계 구축 - 전국 차량 주행 거리 산정을 위한 프레임워크 구축
택시 자료 분석	두차례에 걸쳐 택시 GPS 데이터를 근간으로 택시의 운행실적 분석
트위터 분석	트위터 상에서 교통이 언급되는 내용들에 대해 그 특징 및 활용방안 분석
교통권역 분석	2002년에 진행된 교통권역 분석 작업을 이어받아 2012년 전국 교통권역 분석 및 설정 작업 진행

## 2. 향후 과제

- 2012년에 구축된 교통자료들을 근간으로 교통 자료들을 지속적으로 입수하여 교통 데이터베이스를 구축하고, 기존 분석 업무들을 개선하고 새로운 분석 업무를 추가할 필요가 있음
- 차량주행거리 산정 과제의 지속적 추진
  - 2012년도에 본 과제에서 진행한 지역간 차량 주행거리 산정 과제를 지속적으로 발전
  - 국토교통부 수탁과제로 진행된 지역내 차량 주행거리 산정 과제(과천시 대상)를 이어받아 확대(부천시 대상) 발전시킴
- 도시 이동성 연구 (Urban Mobility Report)
  - 도시내 차량 주행거리 산정 결과를 근간으로 2013년에는 도시 내 모빌리티 리포트 작성 (부천시 대상)
- 대중교통 성능 평가
  - 새로 입수하게 된 수도권 대중교통 이용현황을 기반으로 대중교통의 성능 지표 및 분석을 시도

