

2021년 「국가교통조사」 최종보고서

# 전국여객 O/D 조사

2편. 현행화

2

# 제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 「2021년도 국가교통조사」 최종보고서로 제출합니다.

2021년 12월

한국교통연구원

원장 오 재 학

**본 『2021년도 국가교통조사』는 다음 연구진에 의해  
수행되었습니다.**

## **참 여 연 구 진**

<b>&lt;한국교통연구원&gt;</b>	
연구책임자	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 김주영 연구위원</li> </ul>
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 최정민, 조종석, 천승훈, 조범철 연구위원</li> <li>◦ 박용일, 황순연, 장동익, 원민수 부연구위원</li> <li>◦ 김동호, 신영권 책임전문원</li> <li>◦ 김규진, 김정은 주임전문원</li> <li>◦ 강국수, 곽명신, 김관용, 김성민, 김운태, 김은미, 김 현, 박미란, 박준호, 백현진, 오연선, 이선아, 이슬기, 이채영, 이해선, 조은아 채정표, 홍성표 연구원</li> <li>◦ 강아라 연구조원</li> </ul>
<b>&lt;한국해양수산개발원&gt;</b>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 이호춘 부연구위원, 최건우, 황수진 전문연구원, 박일란 선임사무관</li> <li>◦ 류희영 연구원</li> </ul>
<b>&lt;한국항공협회&gt;</b>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 성인영 실장</li> <li>◦ 최인영 과장, 김창욱 대리</li> </ul>

## 『2021년도 국가교통조사』

### 보고서 구성 및 담당연구진

번 호	과 제 명	연 구 진
제 1권	요약보고서	최정민, 신영권, 박준호
제 2권	전국여객O/D 조사	조종석, 조범철, 최정민, 강국수, 박미란 채정표, 이슬기, 이선아, 백현진
제 3권	항공여객O/D 조사	한국항공협회
제 4권	전국 화물O/D보완갱신	김주영, 김정은, 오연선, 김운태
제 5권	전국 화물O/D조사 예비조사	김주영, 김정은, 오연선, 김운태
제 6권	해상화물O/D 보완갱신	한국해양수산개발원
제 7권	KTDB 플랫폼 기반지도 구축	김동호, 김관용
제 8권	차량 GPS 빅데이터 구축 및 활용	천승훈, 김성민, 이채영
제 9권	모바일 교통빅데이터 구축 및 활용	원민수, 조은아
제10권	국가교통통계DB구축	박용일, 곽명신
제11권	특별교통대책기간 통행실태조사	유한솔, 김은미, 우왕희
제12권	교통유발원단위 상세분석	황순연, 김현
제13권	국가교통물류경쟁력지표 조사연구	장동익, 홍성표

**『2021년도 국가교통조사』**  
**과제별 공동참여·위탁용역 사업자**

【공동사업 참여기관】
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전국 여객O/D 현행화 공동사업 (수도권 부문)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 경기연구원, 인천연구원, 서울연구원</li> </ul> </li> <li>• 전국 여객O/D 현행화 공동사업 (대구광역시권 부문)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 대구경북연구원</li> </ul> </li> <li>• 항공O/D 및 특성 조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (사)한국항공협회</li> </ul> </li> </ul>
【위탁용역 사업자】
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 개인통행실태조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)컨슈머인사이트</li> </ul> </li> <li>• 여객교통시설물 이용실태조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)서던포스트</li> </ul> </li> <li>• 교통량조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)코리아데이터네트워크</li> </ul> </li> <li>• 고속도로 휴게소 조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)동해엔지니어링</li> </ul> </li> <li>• 전세버스 조사               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)서던포스트</li> </ul> </li> <li>• 도로 및 철도 교통분석용 네트워크 보완갱신               <ul style="list-style-type: none"> <li>- (주)올포랜드, (주)엔토포스</li> </ul> </li> </ul>

### 【위탁용역 사업자】

- 영업용 화물차 운행기록계 자료를 이용한 화물 기종점통행량 및 운행특성 분석
  - ㈜노트스퀘어
- 전국화물O/D조사 예비조사
  - ㈜코리아데이터네트워크
- 모빌리티 빅데이터 DB구축 및 온라인 서비스 유지보수
  - ㈜엔제로, ㈜큐빅웨어
- 모바일통신 원천 DB제공 및 구축
  - ㈜오픈메이트
- 모바일통신 데이터 가공 알고리즘 최적화 및 시스템 연결
  - ㈜오픈메이트온
- 특별교통통행실태조사 및 만족도 조사
  - ㈜리서치랩
- 빅데이터 관련 위탁용역 감리
  - ㈜약티보
- 국가교통조사 효율성 및 활용도 제고 방안 연구
  - 홍익대학교 산학협력단

## **최종보고서 목차**

- 제 1권 요약보고서**
- 제 2권 전국여객 O/D조사**
- 제 3권 항공여객 O/D 조사**
- 제 4권 전국화물 O/D 보완갱신**
- 제 5권 전국화물 O/D조사 예비조사**
- 제 6권 해상화물 O/D 보완갱신**
- 제 7권 KTDB 플랫폼 기반지도 구축**
- 제 8권 차량GPS 빅데이터 구축 및 활용**
- 제 9권 모바일 교통빅데이터 구축 및 활용**
- 제 10권 국가교통통계 DB구축**
- 제 11권 특별교통대책기간 통행실태조사**
- 제 12권 교통유발원단위 상세분석**
- 제 13권 국가교통물류경쟁력지표 조사연구**

# 목 차

## 요 약

제1장 전국 여객O/D 보완갱신 .....	3
제1절 과업의 개요 .....	3
제2절 지역간 여객 O/D 현행화 .....	6
제3절 6대 권역 여객O/D 현행화 .....	22
제4절 여객 O/D 구축 결과 및 분석 .....	28
제2장 빅데이터를 활용한 O/D 전수화 방안 수립 .....	39
제1절 연구의 개요 .....	39
제2절 통신자료를 활용한 KTDB O/D 전수화 방안 .....	43
제3절 결론 및 한계점 .....	51
제3장 교통분석용 네트워크 구축 .....	55
제1절 과업의 개요 .....	55
제2절 기초자료 수집 .....	58
제3절 교통망 GIS DB 구축 .....	62
제4절 교통분석용 네트워크 구축 .....	69



## 표 목 차

〈표 1- 1〉 6대 권역별 공간적 범위 .....	4
〈표 1- 2〉 교통존 설정 .....	6
〈표 1- 3〉 스크린라인 보정 전/후 지역간 승용차 O/D .....	19
〈표 1- 4〉 스크린라인 보정 전/후 지역간 버스 O/D .....	20
〈표 1- 5〉 점검 대상지역 .....	21
〈표 1- 6〉 목적통행 현행화 반영자료 변경 내용 .....	23
〈표 1- 7〉 수송실적 보정 방법 .....	24
〈표 1- 8〉 지역간O/D(162개 사·군 기준)의 수단별 통행량(2020년) .....	28
〈표 1- 9〉 지역간O/D(162개 사·군 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교 .....	29
〈표 1-10〉 지역간O/D(162개 사·군 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교 .....	30
〈표 1-11〉 지역간O/D(250개 사·군·구 기준)의 수단별 통행량(2020년) .....	30
〈표 1-12〉 지역간O/D(250개 사·군·구 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교 .....	31
〈표 1-13〉 지역간O/D(250개 사·군·구 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교 .....	32
〈표 1-14〉 6대 권역 수단 통행량 및 분담비 .....	33
〈표 1-15〉 수도권 수단통행량 및 분담비 비교 .....	34
〈표 1-16〉 부산울산권 수단통행량 및 분담비 비교 .....	34
〈표 1-17〉 대구광역시권 수단통행량 및 분담비 비교 .....	35
〈표 1-18〉 광주광역시권 수단통행량 및 분담비 비교 .....	35
〈표 1-19〉 대전세종충청권 수단통행량 및 분담비 비교 .....	36
〈표 2- 1〉 주체류지역 및 잠재체류지역 구분 .....	41
〈표 2- 2〉 통행목적 구분 .....	42
〈표 2- 3〉 통신자료 기반 광역권 O/D 전수화 방안 .....	44
〈표 2- 4〉 통신자료 및 KTDB O/D 의 제로셀 비교 .....	45
〈표 2- 5〉 지역 간 O/D 전수화 활용자료 .....	50
〈표 3- 1〉 교통분석용 네트워크 구축 내용 .....	57
〈표 3- 2〉 기초자료 수집 목록 .....	58
〈표 3- 3〉 수집기관별 준공 도로망 자료수집 현황(2020년) .....	60
〈표 3- 4〉 기준연도 철도 개통 내역(2020년) .....	61
〈표 3- 5〉 준공도로 리스트 검토기준 .....	62

〈표 3- 6〉 도로망 GIS DB 구성 .....	63
〈표 3- 7〉 도로망 GIS DB 기준연도 구축결과(양방향) .....	64
〈표 3- 8〉 철도망 GIS DB 구성 .....	67
〈표 3- 9〉 기준연도 교차점 및 중심선 구축결과 .....	68
〈표 3-10〉 도로 네트워크 노드 데이터 자료 구조 .....	70
〈표 3-11〉 네트워크 통합노드ID 체계 .....	70
〈표 3-12〉 노드 데이터의 User Data 입력 내용 .....	71
〈표 3-13〉 도로 네트워크 링크 데이터 자료 구조 .....	71
〈표 3-14〉 도로 등급 구분 .....	71
〈표 3-15〉 도로 링크 데이터의 User Data 입력 내용 .....	72
〈표 3-16〉 노드 및 링크 간략화 기준 .....	72
〈표 3-17〉 철도 네트워크 노드 데이터 자료 구조 .....	74
〈표 3-18〉 분석용 네트워크 통합노드ID 체계 .....	74
〈표 3-19〉 노드 User data 입력 내용 .....	74
〈표 3-20〉 User data1 : 철도역 유형별 구분코드 .....	75
〈표 3-21〉 User data3 : 권역코드 .....	75
〈표 3-22〉 철도 네트워크 링크 데이터 자료 구조 .....	76
〈표 3-23〉 링크 데이터 Mode 입력기준 .....	76
〈표 3-24〉 기준연도 링크 데이터 노선구분 코드 .....	77
〈표 3-25〉 표정속도에 따른 VDF 설정 .....	79
〈표 3-26〉 철도 링크 데이터의 User data 입력 내용 .....	79
〈표 3-27〉 User data2 : 철도망 신설 및 확장정보 코드 .....	79
〈표 3-28〉 철도 네트워크 노선 데이터 자료 구조 .....	80
〈표 3-29〉 철도 노선번호의 구성 .....	80
〈표 3-30〉 출발, 도착지에 대한 16개 시도 구분 코드 .....	80
〈표 3-31〉 열차유형 구분코드 .....	81
〈표 3-32〉 기준연도 열차시각표 기준 노선 구분코드 .....	82
〈표 3-33〉 통행비용함수 파라미터( $\alpha$ , $\beta$ ), 자유통행속도, 용량 .....	85
〈표 3-34〉 통행비용함수 자유통행속도 및 용량 범위 .....	86
〈표 3-35〉 기준연도 전국 지역간 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향) .....	89
〈표 3-36〉 기준연도 대도시권 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향) .....	91

〈표 3-37〉 기준연도(2020년) 철도 노선별 구축결과(양방향) .....	93
---	----

## 그 림 목 차

〈그림 1- 1〉 6대 권역 O/D와 전국 지역간 O/D 합치 .....	12
〈그림 1- 2〉 전국 지역간 승용차 여객 기종점통행량(O/D) 구축 과정 .....	12
〈그림 1- 3〉 전국 지역간 버스 여객 기종점통행량(O/D) 구축 과정 .....	14
〈그림 1- 4〉 철도 현행화 O/D 구축 과정 .....	16
〈그림 1- 5〉 Screen Line 설정 구분도 .....	18
〈그림 1- 6〉 현행화 과정도 .....	22
〈그림 1- 7〉 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 분포비(2020년) .....	28
〈그림 1- 8〉 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교 .....	29
〈그림 1- 9〉 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 분포비(2020년) .....	31
〈그림 1-10〉 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교 .....	32
〈그림 2- 1〉 모바일 데이터와 가구통행실태조사 기반 O/D 추정 과정 비교 .....	40
〈그림 2- 2〉 Handover 유형 .....	41
〈그림 2- 3〉 통신자료를 활용한 광역권 O/D 제로셀 보정 방안 .....	45
〈그림 2- 4〉 통신자료를 활용한 광역권 목적O/D 구축 방안 .....	47
〈그림 2- 5〉 통신자료를 활용한 광역권 수단O/D 구축 방안 .....	48
〈그림 3- 1〉 대도시권 교통분석용 네트워크 구축 범위 .....	56
〈그림 3- 2〉 내비게이션 수치지도 예시 .....	59
〈그림 3- 3〉 준공도로 위치도 Georeferencing .....	62
〈그림 3- 4〉 기준연도 GIS DB 구축 결과 .....	65
〈그림 3- 5〉 철도 신규개통 노선 .....	66
〈그림 3- 6〉 철도 속성갱신 대상 .....	66
〈그림 3- 7〉 기준연도 철도 중심선/교차점 DB 구축 결과 .....	68
〈그림 3- 8〉 교통분석용 네트워크 구축 과정 .....	69
〈그림 3- 9〉 도로 유형별 통행비용함수 구축 방법 .....	83
〈그림 3-10〉 폐쇄식 요금 반영 .....	88
〈그림 3-11〉 개방식 요금 반영 .....	88
〈그림 3-12〉 전국 지역간 교통분석용 네트워크 구축 결과 .....	90
〈그림 3-13〉 대도시권 교통분석용 네트워크 구축 결과 .....	92
〈그림 3-14〉 철도 교통분석용 네트워크 구축 결과 .....	93



요약





## 요 약

### 1. 전국 여객 O/D 보완갱신

#### 가. 과업의 개요

##### 1) 과업의 배경 및 목적

- 전국 여객O/D 보완갱신(현행화)란 전년도 구축된 O/D를 사회경제지표, 수송실적, 교통량 등의 제반 자료를 활용하여 연도보정 함으로써 변화된 사회경제 여건과 교통 여건을 반영하는 현실화된 O/D를 구축하는 과정임
- KTDB에서는 전국 여객O/D 보완갱신을 통하여 기준연도 및 장래연도 O/D를 배포하였으나, 본 사업에서는 기준연도 O/D만 보완갱신하여 수송분담비 및 통행-km 등의 여객 통계지표를 산출함<sup>1)</sup>

##### 2) 과업의 범위 및 내용

- 시간적 범위 : 2020년
- 공간적 범위
  - 전국 지역간 : 전국 250개 시군구
  - 6대 권역 : 수도권, 부산울산권, 대전세종충청권, 대구광역권, 광주광역권, 제주권

---

1) 장래연도 O/D의 경우 코로나 19 이후 통행패턴의 전망이 필요한 바, 이는 금년 수행되는 전국 여객O/D 조사 결과를 활용하여 차년도 사업에서 수행 예정임



&lt;표 1&gt; 6대 권역별 공간적 범위

구분	내부존 내역	
	특별시/광역시	인접도시
수도권 (33개 시·군)	서울특별시 인천광역시	수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 평택시, 동두천시, 안산시, 고양시, 과천시, 구리시, 남양주시, 오산시, 시흥시, 군포시, 의왕시, 하남시, 용인시, 파주시, 이천시, 안성시, 김포시, 화성시, 광주시, 양주시, 포천시, 여주시, 연천군, 가평군, 양평군(31)
부산·울산권 (8개 시)	부산광역시 울산광역시	양산시, 김해시, 창원시, 밀양시, 경주시, 포항시(6)
대구광역권 (12개 시·군)	대구광역시	포항시, 경주시, 구미시, 영천시, 경산군, 군위군, 청도군, 고령군, 성주군, 칠곡군, 창녕군(11)
광주광역권 (7개 시·군)	광주광역시	나주시, 화순군, 담양군, 장성군, 함평군, 곡성군(6)
대전충청권 (28개 시·군)	대전광역시 세종시	청주시, 충주시, 제천시, 보은군, 옥천군, 영동군, 증평군, 진천군, 괴산군, 음성군, 단양군, 천안시, 공주시, 보령시, 아산시, 서산시, 논산시, 계룡시, 금산군, 부여군, 서천군, 청양군, 홍성군, 예산군, 태안군, 당진시(26)
제주권 (2개 시·군)	-	제주시, 서귀포시(2)

주: 1. 포항시, 경주시의 경우 부산·울산권, 대구광역권에 중복됨

### 3) 과업의 주요내용

#### ① 기초 통계자료 수집

- 사회경제지표 : 통계청 인구 및 가구자료, 추계인구자료, 취업자수 및 종사자수 등
- 수송실적자료 : 지하철/경전철 및 철도(KTX, SRT, 무궁화, 새마을, ITX-청춘 등) 수송실적, 버스(고속/시외, 기타, 시내/마을/광역 버스) 및 택시 수송실적, 대중교통카드, 고속도로 TCS 자료, 여객 터미널 및 항만 수송실적 자료 등

#### ② 전국 여객 기종점통행량(O/D) 보완갱신

- 전국 지역간 및 6대 권역 교통존 체계 설정
- 수단별 여객 O/D 보완갱신
  - 교통량 및 수송실적 자료를 활용한 수단 O/D 보완갱신 수행
  - 코든 및 스크린라인 교통량 자료를 활용한 수단 O/D 보정

### ③ 현행화 O/D의 보정 및 검증

- 첨단교통자료(통신자료, 교통카드, TCS자료, Navigation 자료 등)을 활용한 O/D 보정

### ④ 현행화 O/D 통행특성 분석

- 수단별 통행량 및 수송분담비 분석
- 수단별 통행-km 분석

## 나. 지역간 여객 O/D 현행화

### 1) 교통존의 설정

- 2020년에 전국 시군구 기준으로 합쳐지거나 분리된 행정구역은 없음
  - 2020년 기준의 교통존은 대존 17개 시도, 중존 162개 시군, 소존 250개 시군구로 전년대 동 일함

### 2) 승용차 O/D 현행화

#### ① 기타도로의 발생/도착량 산정

- 한국건설기술연구원 및 광역지자체 교통량자료 활용
  - 시외유출입지점 중 한국건설기술연구원 및 광역지자체 교통량조사지점과 일치하는 지점은 한국건설기술연구원 및 광역지자체의 방향별, 차종별 교통량을 활용함
- KTDB 교통량조사 자료 활용
  - 2014년 시외유출입교통량조사, 2016년 전국 여객기종점(O/D)통행량조사 중 교통량조사 자료를 연도보정 하여 시외유출입지점에 대한 방향별, 차종별 교통량을 산출함
  - 광역지자체의 경우는 광역지자체 교통량 자료를 나머지 권역은 한국건설기술연구원의 일반 국도 상시지점 교통량을 이용하여 시군별 연보정계수를 산출하여 적용함
- 최신 교통량 조사자료가 없는 지점에 대한 보정
  - 한국건설기술연구원, 광역지자체, KTDB 교통량조사 지점에 포함되지 않은 일부 지점에 대해 과거에 조사된 교통량을 현시성 있게 보정함

- 보정방법은 도로환경이 유사하다고 판단(지점이 위치한 존, 도로 위계, 차로수 등)되는 인접 조사지점을 사용하여 연도 보정하고, 인접 조사지점이 없는 경우에는 유/출입 지점 중 도로위계, 차선수 등이 동일한 노선의 평균을 이용하여 연도 보정함
- 통과교통비율을 적용하여 통과교통량이 배제된 시군별 유입/유출량을 산출함

## ② 고속도로의 발생/도착량 산정

### i) 한국도로공사 비연계 민자고속도로 추가반영

- 한국도로공사 TCS 자료에는 도로공사와 연계된 민자고속도로에 대한 요금소간 통행량을 제공하고 있으나, 연계되지 않은 민자고속도로는 누락되어 있음
- 한국도로공사와 연계되지 않은 광주원주선, 상주영천선, 수원광명선에 대해 추가적으로 반영하여 승용차 신뢰도를 제고함
- 2020년 현행과 과업에서는 고속도로 TCS Rawdata를 분석하여 광주원주선, 상주영천선, 수원광명선 통행량을 추출하였으며, 승용차 통행량 구축시 추가함

### ii) 민자고속도로 TCS 자료 보정

- 민자고속도로는 도로공사와 요금체계가 달라 목적지까지 이동시 도로공사 구간과 민자고속도로 구간을 이용한 경우 TCS자료에서 통행체인이 끊어짐
- 이와 같이 통행체인이 끊어진 TCS자료를 이어주는 보정작업을 수행함

### iii) TCS O/D 구축(2차 전수화 O/D)

- 한국도로공사의 TCS 자료(요금소간 교통량)와 고속도로 요금소 우편조사 자료를 활용하여 출발/도착지간 통행량 산출
- 고속도로 요금소 우편조사자료를 이용하여 출발/도착지, 목적, 접근수단 비율 산출
  - 고속도로 요금소(시군) 기준의 출/도착지 비율 산출  
(고속도로 요금소 조사의 경우 표본수가 적어 요금소의 출/도착지 비율을 합쳐서 출/도착지 비율 산정)
  - 출발요금소(시군)-도착요금소(시군) 간의 목적 비율 산출
- 최초출발지-최종도착지 통행량, 목적통행량산정 방법은 “시외/고속버스 전수화 방법”과 동일함

## iv) 고속도로의 준별 발생/도착량 산출(출/도착지 기준)

- TCS O/D, 민자고속도로 교통량 등을 이용하여 해당 준별 발생/도착량을 산출함

## ③ 통과교통비율 및 재차인원

- 2017년 전수화 및 장래교통수요예측 과업에서 구축한 승용차 통과교통비율 및 재차인원 자료를 사용하여 기타도로의 순 발생/도착량 산정시 활용
- 통과교통비율 및 재차인원의 상세한 내용은 2017년 전수화 보고서 참고

## ④ 1차 현행화 O/D 구축

- 2017년 전수화 및 장래교통수요예측 과업에서 구축한 전수화된 가구통행실태조사 자료 및 장거리통행실태조사자료의 분포(표본분포)와 통과교통량이 배제된 2020년 기준 준별 발생량/도착량을 2중제약 프라타 모형에 적용하여 2020년 기준 승용차O/D를 구축함
- 2017년 표본분포는 내비게이션 자료를 활용한 제로셀 보정을 수행한 자료임

## ⑤ 3차 전수화 O/D 구축(1차 전수화 O/D와 2차 전수화 TCS O/D 결합)

- 3차 전수화 O/D 구축방법은 5단계로 구분할 수 있음
- Step 1) 기종점별 1차 전수화 O/D와 2차 전수화 O/D를 비교하여 큰 값을 취함
- Step 2) 기종점별 큰 값에서 TCS O/D를 제외
- Step 3) 기타도로의 발생/도착량 산출(승용차 총 발생량 - TCS 발생량)
- Step 4) 기종점별 큰 값에서 TCS O/D량을 제외한 통행량을 기타도로의 발생/도착량에 맞추는 작업 수행
- Step 5) “Step 4”의 통행량과 TCS O/D 합치(3차 전수화 O/D)

## ⑥ 250개존 O/D 구축

- 수도권, 광역권, 기타권역, 전국 지역간 각각의 O/D를 250개존 체계로 결합함
  - A지역의 수도권, 광역권, 기타권역 : 권역 내부통행(수도권↔수도권, 광역권↔광역권, 기타권역↔기타권역)은 각 권역에서 구축한 O/D를 수용함
  - B지역의 외부 지역간 통행(광역권↔수도권, 광역권↔기타권역, 수도권↔기타권역)은 전국 지역간에서 구축한 O/D를 수용함
  - A지역과 B지역을 합치하여 250개존 전국 지역간 O/D를 구축함

## 3) 버스 O/D 현행화

### ① 고속/시외버스

- 전산집계가 되지 않는 터미널의 수송실적 보정을 위해 양방향 보정을 수행하고, “출발 터미널-도착터미널” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구성하여 고속/시외버스 O/D를 현행화 함

### ② 기타버스

- 2020년 현행화 과업에서 구축한 2019년 기타버스 통행량과 2019년, 2020년 전세버스 수송실적 증감율을 이용하여 기타버스 O/D를 구축함
  - 2019년 기타버스 통행량의 출발지와 도착지의 평균 증감율(시도 기준)을 적용하여 2020년 기준 기타버스 통행량 구축함

## 4) 철도 O/D 현행화

- “출발역-도착역” 형태의 수송실적(모집단)을 철도 수단별로 시군구 존체계로 재 구성하여 철도O/D를 현행화 함

## 5) 항공, 해운, 지하철 O/D 현행화 방법

### ① 항공/해운 현행화 방법

- 항공의 경우 “출발공항-도착공항” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구

성하여 항공O/D를 현행화 함

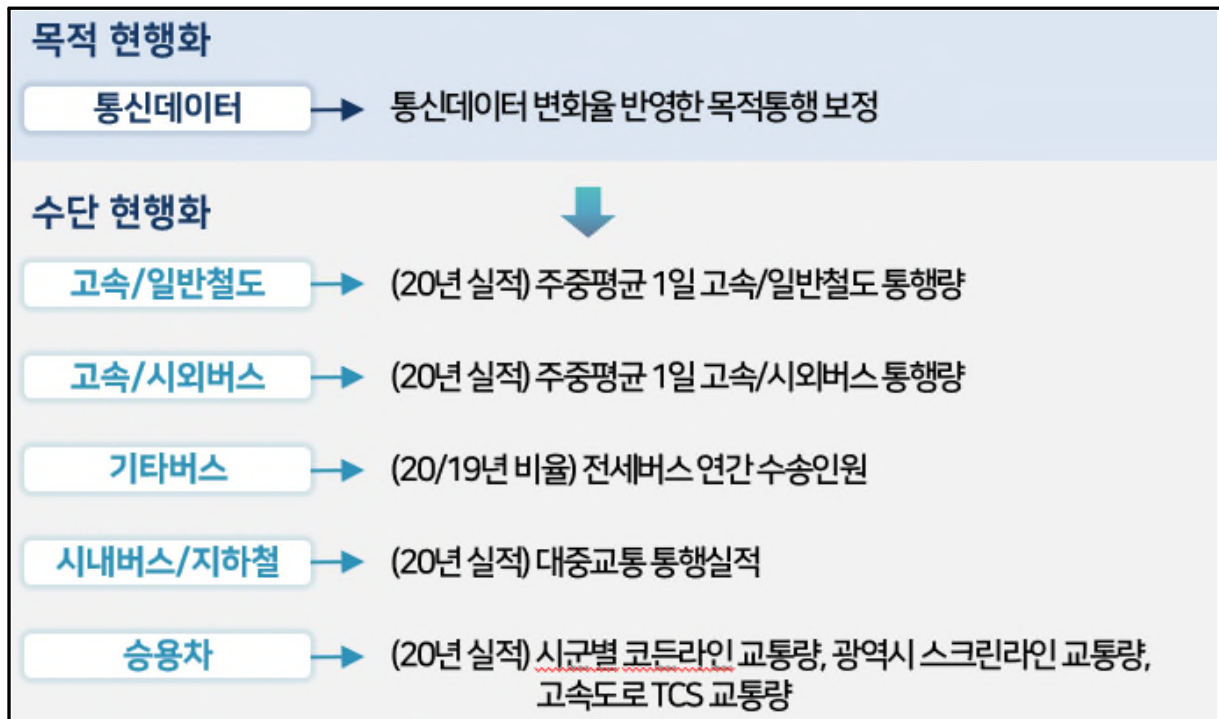
- 해운의 경우 “출발 여객선터미널-도착 여객선터미널” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구성하여 해운O/D를 현행화 함

## ② 지하철 현행화 방법

- 본 과업에서는 2017년 전수화 과업에서 구축한 지하철 목적비율과 2020년 교통카드 데이터의 지역간 지하철 수송실적을 이용하여 지하철 통행량을 구축함

## 다. 6대 권역 여객O/D 현행화

- 6대 권역 여객O/D 현행화는 수도권 및 지방권역 내 통행을 현실성 있게 구축하는 과정으로써 사회경제지표를 활용하는 목적 O/D 현행화와 수단별 수송실적 및 교통량 자료를 활용하는 수단 O/D 현행화 과정으로 구성됨
- 본 과업에서는 목적통행 현행화시 통신자료를 활용한 목적통행 현행화를 수행함
  - 기존에는 사회경제지표 변화를 반영하였으나, 2020년 기준의 O/D는 코로나19의 영향으로 사회경제지표 변화로 인한 통행량 변화를 반영할 수 없음
- 현행화 과정 흐름도는 아래 그림과 같음



<그림 1> 현행화 과정도

#### 1) 목적통행 현행화

- 기존 사회경제지표는 큰 변화가 없으나 코로나19로 통행량은 크게 감소함
- 이를 반영하기 위하여 목적통행 현행화는 2019년 대비 변화된 2020년 SK텔레콤 기지국 통신자료를 이용하여 변화된 통행량을 반영함

<표 2> 목적통행 현행화 반영자료 변경 내용

구분	기존 반영자료	2020년 기준 OD 반영자료
목적 현행화	사회경제지표 변화율 (인구, 종사자, 학생수)	통신데이터 통행량 변화율

- 통신자료를 활용한 통행량 보정 방법은 다음과 같음
  - 시군구 O/D 기준 통신자료 변화율 적용
  - 2020년 사업(기준연도 2019년) 시군구간 O/D × 통신자료의 2019년~2020년 시군구간 통행량 증가율 (단, 천통행 미만 셀은 시도 O/D 기준의 변화율을 적용함)

## 2) 수단통행 현행화

- 수단통행 보정 시 순서는 철도(KTX, 일반철도), 시외/고속버스, 기타버스, 시내/마을버스/지하철(경전철 포함), 승용차 보정 순으로 수행함
- 수송실적 자료가 존재하는 수단에 대해서는 실적에 맞춰 보정을 하였으며, 수송실적 자료가 존재하지 않는 수단에 대해서는 통신자료의 증감율을 적용하였음

<표 3> 수송실적 보정 방법

구분	보정계수 산정방법	활용자료
철도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 역간 통행량(일반철도, 고속철도)</li> <li>- 종류 : 일반철도, 고속철도</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 철도 중존간 통행량 /목적통행 보정후 철도 통행량</li> </ul>	역간 2020년 수송실적 (한국철도공사, SR)
고속 시외 버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 터미널간 이용객수</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 고속시외버스 중존간 통행량 /목적통행 보정후 고속시외버스 통행량</li> </ul>	2020년 터미널간 이용객수 (전국고속버스운송조합, 교통안전공단)
기타 버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 전국전세버스운송사업조합 연합회의 2019년/2020년 수송실적</li> <li>- 보정기준 : 중존별 발생량기준 총량보정</li> <li>- 2020년 기타버스 통행량 = 2019년 기타버스 통행량 × 수송실적 변화율</li> <li>- 보정계수 : 2020 기타버스 통행량 /목적통행 보정후 기타버스 통행량</li> </ul>	16개 시도별 전세버스 수송실적 변화율 (전국전세버스운송사업조합연합회)
도시 철도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 역간 통행량</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 도시철도 중존간 통행량 /목적통행 보정후 도시철도 통행량</li> </ul>	역간 2020년 수송실적 (각 지자체 도시철도공사)



&lt;표 계속&gt; 수송실적 보정 방법

구분	보정계수 산정방법	구축자료
시내/ 마을 버스	- 자료 : 시군별 시내버스 수송실적 - 보정기준 : 시군별 발생량기준 총량보정 - 보정계수 = 2020 수송실적 /목적통행 보정후 시내마을버스 통행량	시군별 시내버스 수송실적 (전국버스운송사업조합연합회)
택시	- 기준 : 택시 운송조합의 도시별 면허대수 변화율 적용 - 변경 : 통신데이터 통행량 증가율 적용	SK텔레콤 시군간 기지국 통신 자료 활용(2019년, 2020년)
이륜차	- 기준 : 국토교통부 통계 이륜차 등록대수 - 변경 : 통신데이터 통행량 증가율 적용	

## 라. 여객 O/D 구축 결과 및 분석

## 1) 전국 지역간 O/D 구축 결과

## ① 지역간O/D(162개 시·군 기준) 통행량(내부통행 제외)

- 2020년 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 1일 총 수단통행량은 19,812천통행/일로 나타남
- 승용차 통행은 1일 14,345천통행/일로 전체 수단통행량의 72.4%, 버스는 2,741천통행/일로 13.8%, 일반철도/지하철은 2,490천통행/일로 12.6%를 분담하는 것으로 나타남

&lt;표 4&gt; 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량(2020년)

구분	승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	합계
통행/일	14,345,778	2,741,988	2,490,368	154,977	67,690	11,230	19,812,031
분담비(%)	72.4	13.8	12.6	0.8	0.3	0.1	100.0

주: 1) 버스=시내/마을/광역버스+시외/고속버스+기타버스

2) 지하철/철도 통행량은 지하철/철도내의 환승통행량(지하철/철도 ↔ 지하철/철도 간의 환승통행)은 고려하지 않은 통행량으로써, 본장의 수단통행관련 표에서 제공하는 지하철/철도 통행량은 모두 동일한 기준으로 적용됨

- 162개준 기준의 2020년 총 수단통행량은 2019년에 비해 2,894천통행/일 감소함
- 수단별로는 2019년 대비 가장 크게 감소한 수단은 버스로 1,552천통행/일 감소하였으며, 승용차의 경우는 588천통행/일 감소함

&lt;표 5&gt; 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

단위: 통행/일, %

구분	2019년		2020년		차이	
	통행량	분담비	통행량	분담비	통행량	분담비
승용차	14,934,558	65.8	14,345,778	72.4	-588,779	6.6
버스	4,294,562	18.9	2,741,988	13.8	-1,552,574	-5.1
일반철도/지하철	3,125,604	13.8	2,490,368	12.6	-635,236	-1.2
고속철도	244,026	1.1	154,977	0.8	-89,049	-0.3
항공	90,242	0.4	67,690	0.3	-22,553	-0.1
해운	17,115	0.1	11,230	0.1	-5,885	0.0
계	22,706,107	100	19,812,031	100	-2,894,076	0.0

- 162개준 시·군간(지역간) 통행거리를 고려한 수단별 통행량을 살펴보면, 2020년의 통행·km는 826,839천통행·km로 나타남
- 도로(승용차+버스)의 경우 695,221천통행·km로 가장 높은 분담비(83.2%)를 보였으며, 그 다음 순으로 철도(일반철도/지하철+고속철도)가 114,541천통행·km로 13.7%를 차지함
- 2019년과 비교하면, 코로나 19의 영향으로 모든 수단의 통행·km가 감소하였으며, 그 중 버스가 가장 많이 감소(86,880천통행·km 감소)하는 것으로 분석됨

&lt;표 6&gt; 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교

구분		승용차	버스	일반철도/지하철	고속철도	항공	해운	계
2020	통행·km	568,898,488	126,322,589	77,253,141	37,288,384	25,514,336	825,311	836,102,249
	분담비(%)	68.0	15.1	9.2	4.5	3.1	0.1	100.0
2019	통행·km	585,411,426	213,203,244	101,441,043	59,312,896	34,094,651	1,492,789	994,956,049
	분담비(%)	58.8	21.4	10.2	6.0	3.4	0.2	100.0
차이	통행·km	-16,512,938	-86,880,655	-24,187,902	-22,024,512	-8,580,315	-667,478	-158,853,800
	분담비(%)	9.2	-6.3	-1.0	-1.5	-0.3	-0.1	0.0

② 지역간O/D(250개 시·군·구 기준) 통행량(내부통행 포함)

- 2020년 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 1일 총 수단 통행량은 84,719천통행/일임
- 승용차의 경우 58,657천통행/일로 총 수단통행량의 69.2%, 버스는 17,137천통행/일로 20.2%, 일반철도/지하철은 8,673천통행/일로 10.2%를 분담하는 것으로 나타남

<표 7> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량(2020년)

구분	승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	합계
통행/일	58,657,251	17,137,247	8,673,012	155,029	67,690	29,409	84,719,638
분담비(%)	69.2	20.2	10.2	0.2	0.1	0.0	100.0

주: 버스= 시내/마을/광역버스+시외/고속버스+기타버스

- 250개준 기준의 2020년 총 수단통행량은 84,719천통행/일로 2019년에 비해 13,209천통행/일 감소하였으며, 버스가 7,278천통행/일 감소하여 가장 많이 감소하였으며, 승용차는 3,246천통행/일 감소한 것으로 나타남

<표 8> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

단위: 통행/일, %

구분	2019년		2020년		차이	
	통행량	분담비	통행량	분담비	통행량	분담비
승용차	61,903,465	63.2	58,657,251	69.2	-3,246,215	6.0
버스	24,415,881	24.9	17,137,247	20.2	-7,278,634	-4.7
일반철도/지하철	11,236,297	11.5	8,673,012	10.2	-2,563,285	-1.2
고속철도	244,083	0.2	155,029	0.2	-89,054	-0.1
항공	90,242	0.1	67,690	0.1	-22,553	0.0
해운	38,985	0.0	29,409	0.0	-9,576	0.0
계	97,928,955	100	84,719,638	100	-13,209,316	0.0

- 250개준 시·군간(지역간) 통행거리를 고려한 수단별 통행량을 살펴보면, 2020년의 통행·km는 1,100,913천통행·km로 나타남
- 도로(승용차+버스)의 경우 930,237천통행·km로 가장 높은 분담비(84.5%)를 보였으며, 그 다음 순으로 철도(일반철도/지하철+고속철도)가 143,340천통행·km로 13.0%를 차지함
- 2019년과 비교하면, 코로나 19의 영향으로 모든 수단의 통행·km가 감소하였으며, 그 중 버스가 가장 많이 감소(103,584천통행·km 감소)하는 것으로 분석됨

<표 9> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교

구분		승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	계
2020	통행·km	762,979,549	167,258,361	107,269,665	36,070,677	25,514,336	1,820,685	1,100,913,273
	분담비(%)	69.3	15.2	9.7	3.3	2.3	0.2	100.0
2019	통행·km	792,052,192	270,842,388	141,472,634	57,442,517	34,094,651	2,793,037	1,298,697,418
	분담비(%)	61	20.9	10.9	4.4	2.6	0.2	100
차이	통행·km	-29,072,643	-103,584,027	-34,202,969	-21,371,840	-8,580,315	-972,352	-197,784,145
	분담비(%)	8.3	-5.7	-1.2	-1.1	-0.3	0.0	0.0

## 2) 6대 권역 O/D 구축 결과

- 권역별 총 통행량은 수도권, 부산울산권, 대전세종충청권, 대구광역시권, 광주광역시권, 제주권 순으로 높게 나타남
- 수도권은 승용차가 29.4%의 분담율을 나타내며, 철도(27.3%), 도보(21.8%), 버스(14.5%) 순으로 나타나 타 권역보다 대중교통 분담비가 높음
- 승용차는 제주권이 62.8%로 가장 높은 비율이며, 광주광역시권(55.9%), 대전세종충청권(51.5%), 대구광역시권(49.6%)순으로 대중교통이 발달하지 않은 지역 순으로 나타남

&lt;표 10&gt; 6대 권역 수단 통행량 및 분담비

단위:통행/일

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	합계
통행/일	수도권	21,052,087	10,369,115	19,570,466	15,573,557	4,992,131	71,557,356
	부산울산권	7,559,216	2,414,786	794,504	5,215,405	711,680	16,695,592
	대구광역시권	5,026,884	958,655	336,269	2,991,540	828,170	10,141,518
	광주광역시권	2,579,626	489,614	40,720	1,324,416	183,681	4,618,057
	대전세종충청권	7,991,195	1,288,660	116,507	5,390,769	723,406	15,510,538
	제주권	1,330,305	254,587	-	421,201	112,629	2,118,722
구분		승용차	버스	철도	도보	기타	합계
분담율 (%)	수도권	29.4	14.5	27.3	21.8	7.0	100
	부산울산권	45.3	14.5	4.8	31.2	4.3	100
	대구광역시권	49.6	9.5	3.3	29.5	8.2	100
	광주광역시권	55.9	10.6	0.9	28.7	4.0	100
	대전세종충청권	51.5	8.3	0.8	34.8	4.7	100
	제주권	62.8	12.0	0.0	19.9	5.3	100

## 2. 빅데이터를 활용한 O/D 전수화 방안 수립

### 가. 과업의 배경 및 목적

- 코로나19 확산으로 인한 비대면 조사 필요성의 증대로 향후 대면 기반 조사 중 일부 조사는 빅데이터 기반 방식으로 단계적, 장기적인 전환이 필요
  - 특히, 특정 장소에서 불특정 다수 대상의 임의 조사가 필요한 휴게소 면접조사, 고속도로 출구조사, 시설물 방문 조사 등은 빅데이터 기반 DB 구축방식으로 전환 시급
- 정보통신기술 발달에 따라 개인별 통행을 정확하게 파악할 수 있는 다양한 빅데이터가 수집되고 있으며, 특히 통신데이터는 개인별 위치정보를 수집하여 통행파악 가능
- 기존 국가교통조사 기반 여객 OD는 모든 국민의 통행특성을 반영하기에 한계가 있으며, 교통 빅데이터를 기반으로 한 기존 OD 구축체계의 보완대체가 필요
  - 기존의 OD조사방식은 표본수가 적다는 한계점이 있으며, 국민의 대부분이 사용하는 휴대폰 단말기를 통해 수집되는 모바일 데이터를 활용하여 개인별 위치정보 파악 및 OD 추정을 수행할 필요 있음
- 국민의 90%이상이 보유하고, 매일 준 실시간으로 수집되는 모바일 단말기 기반 데이터를 바탕으로 여객 O/D를 추정할 필요성이 높아지고 있음
  - 가구통행실태조사의 한계점 중 하나인 적은 표본을 극복할 수 있는 방안
  - 현재 통신자료에서의 Pingpong 에러 등 기지국 수신 보정기술의 발전과 이동/체류 통행 구분 추출기술 발전으로 점차 통신자료 가공기술이 발달하고 있음
  - 개인별 시공간 이동경로와 실제 통행정보를 활용한 빅데이터 기반 O/D 추정 방안의 가능성이 높아지고 있음
- 따라서, 내년도 전수화에 앞서 최근 활발히 사용되는 통신자료를 이용하는 방안을 강구하고자 함
  - 지난해에 연구된 통신자료 OD 구축 알고리즘을 기반으로 통신자료의 O/D 전수화 방안 마련

## 나. 통신자료를 활용한 KTDB O/D 전수화 방안

- 통신자료를 활용한 KTDB O/D 전수화 방안은 현재 배포되고 있는 KTDB의 광역권 OD와 지역간 OD로 구분하여 제시하고자함
- 이는 현재 배포되는 광역권과 지역간 OD에서 구축하는 교통수단이 차이가 있으며, 구축되는 공간적 범위에 따라 통신자료의 정확도도 차이가 나기 때문임

### 1) 광역권 O/D 전수화

- 광역권 O/D 전수화는 지역 간 전수화와 달리 고려해야 할 교통수단이 매우 다양하며 교통존 체계가 더 세밀함(읍면동 단위)
  - 도보/자전거/승용차/택시/전세버스/시내마을광역버스/시외고속버스/도시철도/일반고속철도/기타(수도권은 버스-지하철 추가)
  - 수단선택모형 구분 : 승용차/시내마을광역버스/도시철도/기타
- 하루 중 목적사슬(출근→업무→귀가→쇼핑→귀가)이 빈번하고 복잡하며, 이를 고려하여 전수화를 수행해야 하는 어려움 존재
  - 통행목적 : 출근/등교/쇼핑/학원/업무/여가/기타/귀가
  - 통행발생모형 구분
    - 가정기반 : 가정기반출퇴근/등하교/학원/쇼핑/기타
    - 비가정기반 : 비가정기반업무/쇼핑/기타
- 지역간 O/D와는 달리 소존별(읍면동 단위)로 O/D를 구축하므로 조사 자료의 제로셀이 많이 존재함
- 본 연구에서는 광역권O/D의 전수화 방안을 3가지로 제시하여 검토함
- 통신 O/D가 목적 O/D 까지만 구축이 가능하다는 전제로 O/D 전수화 방안 검토
- 통신자료 목적 O/D : 가정기반 출퇴근/가정기반 등하교/가정기반 기타/비가정기반기타

&lt;표 11&gt; 통신자료 기반 광역권 O/D 전수화 방안

구분	전수화 방안	통신O/D 활용범위
1안	제로셀보정 활용 방안	통행조사자료 기반 OD의 제로셀 보정에만 활용
2안	목적 통행분포(O/D) 구축에의 활용 방안	목적 O/D 구축에 통행조사자료와 통신 O/D 활용
3안	수단 통행분포(OD) 구축에의 활용 방안	목적 O/D 구축에 통신 O/D만 활용

## 2) 지역 간 O/D 전수화

- 지역 간 O/D 전수화 시 통신자료, 개인통행조사, 내비게이션자료 등 여러 가지 자료를 바탕으로 전수화를 수행함
- 개인통행실태조사(전수화자료)자료의 승용차 통행분포에 대하여 내비게이션과 통신자료를 활용하여 제로셀 보완 수행
- 제로셀 보정 방안은 광역권O/D의 제로셀 보정방안(1안)과 동일

&lt;표 12&gt; 지역 간 O/D 전수화 활용자료

구분	모집단	필요자료	활용자료
승용차	고속도로	고속도로 TCS 실적(O/D)	통행목적/접근지분포 개인통행조사
	기타도로	시군별유출입통행량(O, D)	통행목적 개인통행조사
		O/D 분포 / 시군별통과교통비율	내비게이션 & 통신자료
시외/고속버스	터미널 수송실적(O/D)	통행목적/접근지 /접근수단	여객교통시설물(역, 터미널) 이용실태 조사
일반철도/고속철도	역간 수송실적(O/D)		
항공/해운	터미널 수송실적(O/D)	통행목적/OD 분포	전세버스 조사
기타버스	통근통학 여가/기타		
	통계청 통근학조사(O) 전세버스 조합실적(O)		

## 다. 결론 및 한계점

## 1) 결론

- 본 연구는 기존 전수화 방법의 한계점을 극복하기 위해 통신자료를 이용한 O/D전수화 방안을 제시하였음
- 기존 연구에서는 통신자료O/D를 구축하기 위해 통신자료의 전처리, 활동위치 및 유형, 통행목적을 추정하는 알고리즘이 개발되었음
- 통신자료O/D가 목적O/D까지 구축이 가능하다는 전제로 O/D전수화 방안 제시



- 기존 전수화 시 발생하는 한계점 중 하나인 다수의 제로셀 발생 문제를 통신자료를 이용하여 한계점을 극복하고자 하였음
  - 통신자료O/D를 constraint matrix로 활용하여 총량을 제약하고 기존 전수화 방법에서 구축된 통행분포 및 수단선택모형을 활용하여 제로셀 보정
  - 광역권O/D 및 지역간O/D 구축 시 제로셀 보정 방안으로 고려 가능하며 지역간O/D의 제로셀 보정 시 내비게이션 자료를 추가 활용하여 보완 수행 가능
- 목적O/D 구축은 통신자료O/D의 목적별 통행분포를 적용하기 때문에 제로셀의 개수가 기존 전수화방법 보다 낮음
  - 통신자료 기반 목적O/D구축은 기존 전수화 방법으로 O/D구축 후 통행/발생량을 산출하고 통신자료의 목적별 통행분포를 적용하여 목적O/D구축
- 수단O/D 구축은 모집단인 통신자료O/D를 바탕으로 수단O/D를 구분하는 Top-down 방식으로 현실 통행량 총량의 신뢰도가 높을 것으로 판단됨
  - 교통카드를 바탕으로 구축된 linked trip을 통신자료O/D에서 제외한 값은 실측 개인교통량이며 수단O/D또한 제로셀 개수가 낮을 것으로 예상됨

## 2) 한계점

- 통신자료O/D의 분포를 활용하기 때문에 제로셀 개수가 KTDB O/D보다 낮은 장점이 있으나 수단선택모형을 활용한 수단O/D 구축 시 정교한 수단선택 모형이 필요함
- 통신자료O/D를 바탕으로 수단O/D를 구분할 시 정교한 수단선택모형 또는 분류 알고리즘이 요구되며 이와 관련된 다양한 교통자료가 필요할 것으로 판단됨
  - 교통카드를 바탕으로 대중교통 통행량은 분류가 가능할 것이나 교통카드를 사용하지 않는 지역에 대해서는 다른 분류 방안이 고려됨
  - 통신자료O/D 구축 단계에서 군집/비군집에 의한 통행을 분류하여 O/D를 구축하는 방안이 고려됨
  - 개인통행량에는 승용차를 비롯한 택시, 자전거, PM, 도보, 트럭 등 다양한 수단이 혼재해 있기 때문에 이를 분류하는 정교한 알고리즘 개발이 필요하며 이와 관련된 교통자료가 필요할 것으로 보임
- 본 연구는 OD 전수화에 앞서 통신자료를 활용한 OD 구축 방안을 개략적으로 제시한 것으로써 내년 전수화 사업에서 보다 실증적 연구 수행을 통하여 OD 구축을 수행할 필요가 있음

### 3. 교통분석용 네트워크 구축

#### 가. 과업의 개요

##### 1) 과업의 배경 및 목적

- 교통분석용 네트워크는 기존점 통행량과 함께 각종 교통계획의 효과적인 수립, 시행, 평가를 위한 기초자료임
  - 교통SOC 투자평가지 교통수요 예측을 위한 기초자료로 활용되고 있음
- 정확한 교통수요 예측을 위해서는 현실적인 교통체계가 반영된 교통분석용 네트워크를 필요로 함
  - 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위해 매년 변화된 교통시설을 반영한 GIS 기반 교통망 DB를 활용하여 현실성 있는 교통분석용 네트워크를 구축함
- 교통분석용 네트워크의 활용성 및 중요성이 증대되고 있어 보다 정확하고 활용도 높은 자료 구축이 요구되고 있음
  - 신뢰성 있는 교통분석용 네트워크를 구축하기 위해 Big Data 등의 첨단자료를 활용할 필요성이 제기되고 있음
  - 다양한 교통정보와 연계하여 교통수요 예측의 신뢰성을 제고할 수 있는 자료 구축이 요구되고 있음
- 내비게이션 자료와 대중교통 운행정보 등을 이용하여 GIS 기반 교통망 DB 및 교통분석용 네트워크를 보완갱신 함으로써 결과의 신뢰도 및 활용성을 높이하고자 함
  - 첨단자료를 이용하여 정확성을 제고하고, 다양한 교통정보와 연계할 수 있는 교통네트워크를 구축하고자 함

##### 2) 과업의 범위 및 내용

- 공간적 범위 : 전국 및 6대 권역(수도권, 부산울산권, 대구광역권, 광주광역권, 대전세종충청권, 제주권)
- 시간적 범위 : 2020년(기준연도)
- 내용적 범위

- 교통분석용 네트워크 구축을 위한 관련 자료 수집 및 분석
- 교통분석용 네트워크 구축 방법론 수립
- GIS 기반 도로 및 철도망 DB 구축 및 검증
- 교통분석용 네트워크 구축 및 검증

<표 13> 교통분석용 네트워크 구축 내용

구분		구축 내용
도로	노드	X/Y 좌표, 행정구역정보
	링크	도로등급, 연장, 차선수, 초기속도, 용량, 통행비용합수
철도	노드	X/Y 좌표, 역 명칭 및 유형, 행정구역정보
	링크	연장, 열차구분(일반/고속/지하철), 노선명, 차선(복선/단선 등) 수, 링크평균속도, 통행비용합수
	노선	열차종, 노선명, 시점/종점, 기종점간 평균속도, 배차간격 등

#### 나. 기초자료 수집

- 도로 및 철도 교통 분석용 네트워크 구축을 위해 다음과 같은 기초자료 수집이 이루어짐
- 도로는 기준연도 GIS DB 및 네트워크 구축을 위한 기본 자료인 내비게이션 수치지도와 준공도로, 장래 교통시설계획 정보, ITS 표준노드링크 등을 수집함
- 철도는 기준연도 노선도 및 국토교통부 철도거리표 고시문, 노선별 운행 시각표 자료, 장래 교통시설계획 정보를 수집함
- 교통분석용 네트워크의 행정구역 코드 구축을 위해 통계청 통계지리정보서비스에서 제공하는 센서스용 행정구역경계 자료를 수집함

<표 14> 기초자료 수집 목록

구분		기초자료 목록	수집처
도로	기준연도	내비게이션 수치지도	현대엔지니어링
		준공도로 현황 정보	한국도로공사, 국토관리청, 지자체 기관
		ITS 표준노드링크	ITS 표준노드링크 관리시스템 ( <a href="http://nodelink.its.go.kr">http://nodelink.its.go.kr</a> )
	장래연도	장래 교통시설계획 정보	한국도로공사, 국토관리청, 지자체 기관
철도	기준연도	철도 노선도 및 시각표	한국철도공사 및 권역별 도시철도공사
		철도거리표 고시문	국토교통부 홈페이지
	장래연도	장래 교통시설계획 정보	한국철도시설공단 및 지자체 기관
행정경계		통계청 센서스용 행정구역경계	통계청 통계지리정보서비스 ( <a href="https://sgis.kostat.go.kr">https://sgis.kostat.go.kr</a> )

## 다. 교통망 GIS DB 구축

### 1) 도로망 GIS DB 구축

#### ① 도로망 GIS DB 구성

- 2020년 기준 도로망 GIS DB는 2019년 기준 도로망 GIS DB와 일관성을 유지하기 위해 노드와 링크의 구조와 속성을 유지함
  - 일관성 유지는 교통망 GIS DB를 활용하여 구축되는 교통분석용 네트워크와 이를 활용한 교통분석 결과의 일관성 유지를 위해서도 필요함
- 도로망 GIS DB의 구성요소는 노드, 링크, 회전정보로 구분되며, 각 구성요소에 포함된 속성은 다음과 같음

<표 15> 도로망 GIS DB 구성

구축대상		구축항목	구축내용
도로	노드	노드유형	도로교차점, 도로시종점, 속성변환점, IC/JC 지점 등
		시설물명	주요교통시설물명(예, 교차로명) 등
		회전유무	교차로 회전유무
	링크	차로수	방향별 차로수, 가변차로수 등
		최고제한속도	방향별 최고제한속도
		일방통행 여부	일방통행 유무 및 진행방향 조사
		도로번호	고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도 등 도로번호
		도로명칭	도로명칭
		도로등급	고속국도, 도시고속화도로, 일반국도, 특별/광역시도, 국가지원지방도, 지방도 등
		차로정보	버스전용차로 유무, 자동차전용도로 유무 등
		도로부속시설유형	교량, 터널, 지하차도, 고가차도, 요금소
	회전정보	회전 유형	좌회전 가능, 직진 가능, 우회전 가능 등

#### ② 기준연도 도로망 GIS DB 구축결과

- 기준연도 GIS DB는 2차선 이상 포장도로를 대상으로 구축하며 아래와 같은 도로는 구축에서 제외함
  - 섬지역 도로
  - 중앙선 없는 도로 (도로의 연계성 및 방향성을 확보하기 위해 1차선 도로 일부 포함)
- 2020년 기준 기준연도 GIS DB는 고속도로를 포함하여 모든 도로등급에서 연장이 증가함

&lt;표 16&gt; 도로망 GIS DB 기준연도 구축결과(양방향)

단위: km

구분	2019년 기준	2020년(기준연도) 기준	변화량(2020-2019)
고속도로	9,551	9,716	165
도시고속도로	923	941	18
국도	29,113	29,285	172
특별/광역시도	23,245	23,297	52
국가지원지방도	7,740	7,762	22
지방도	26,705	26,728	23
시/군도	128,606	129,194	588
고속도로연결램프	2,672	2,727	55

## 2) 철도망 GIS DB 구축

## ① 철도망 GIS DB 구성

- 철도 교차점, 중심선(링크) 테이블을 구축하여 철도역 위치 및 선형을 구축하고, 이를 토대로 수단의 출발·도착을 표현하는 노드 테이블과 노선 테이블, 운행정보를 나타내는 정류장리스트, 시각표 DB를 구축함

&lt;표 17&gt; 철도망 GIS DB 구성

구축대상		구축내용
철도	교차점(역)	교차점 ID, 철도역 유형, 역명, 통과노선, 개통상태, 행정구역, 교차점 위치
	중심선(링크)	중심선 ID, 시종점 역 ID, 노선명칭, 구간길이, 철도노선코드, 선로수, 철도 전철화여부, 최고속도, 행정구역
대중교통	노드	철도노드(역) ID, 정차역명, 정차역 유형, 좌표, 행정구역
	노선	철도노선 ID, 철도노선명칭, 운행유형, 시종점노드 ID, 시종점노드 행정구역, 평균통행거리, 평균통행시간, 총 운행횟수
	정류장리스트	철도노선 ID, 노선의 시점/경유지/종점 노드 ID, 정차순서
	시각표	시각표 ID, 시점노드 ID, 출발시각, 운행차수, 총 운행횟수, 노선운행요일

## ② 기준연도 철도망 GIS DB 구축결과

- 2020년 기준연도 철도 교차점/중심선 구축 결과, 철도 교차점 1,601개, 중심선 1,664개로 전년 대비 증가함
- 서울 지하철 5호선(하남선) 연장 및 수인선 개통 등 7건의 신규 노선이 반영됨

**<표 18> 기준연도 교차점 및 중심선 구축결과**

구분	2019년	2020년 (기준연도)	비고
교차점	1,580개	1,601개	기준연도 반영 사업 건수 : 7건
중심선	1,638개	1,664개	

## 라. 교통분석용 네트워크 구축

### 1) 구축 개요

- GIS 기반 교통망(도로, 철도) DB를 이용하여 2020년 12월 기준의 교통분석용 네트워크를 구축
- 전국 지역간 교통분석용 네트워크는 시군구 단위로 상세도를 설정하여 구축함
- 대도시권 교통분석용 네트워크는 대도시권 내부와 외부의 상세정도를 달리하여 구축함
  - 대도시권 내부 교통망은 GIS 기반 교통망 DB 중 Level 6 자료, 대도시권 외부 도로망은 Level 5자료를 이용하여 구축함
- 구축된 교통분석용 네트워크에 대해 물리적 현황, 속성, 통행경로 등을 검증함으로써 정확성을 제고함
- 교통수요 패키지에 따라 데이터 구조가 상이하기 때문에 본 과업에서는 국내에서 가장 많이 사용하고 있는 Emme 형식으로 데이터를 구축함

### 2) 도로 교통분석용 네트워크 구축

- 노드데이터 구조
  - 노드 데이터 자료구조는 다음과 같이 Update code, Centroid indicator, Node number, 좌표 등으로 구성함(Emme Format 기준)

&lt;표 19&gt; 도로 네트워크 노드 데이터 자료 구조

① Update code	② Centroid indicator	③ Node number	④ X 좌표	⑤ Y 좌표	⑥ User data1	⑦ User data2	⑧ User data3
a, d or m	* (센트로이드) 공백(일반노드)	1~999999 (정수)	실수	실수	실수	실수	실수

○ 링크데이터 구조

- 링크 데이터 자료구조는 다음과 같이 Update code, I, J, Length, Modes, Type, Lanes 등으로 구성함

&lt;표 20&gt; 도로 네트워크 링크 데이터 자료 구조

① Update code	② i	③ j	④ Length	⑤ Modes	⑥ Type	⑦ Lanes	⑧ VDF	⑨ User data1	⑩ User data2	⑪ User data3
a, d or m	Starting Node Number (int)	Ending Node Number (int)	Link Length (real)	List of Modes (up to 30chars)	Link Type (1 to 999)	# of Lanes (real)	VDF Number (int)	(real)	(real)	(real)

○ 전국 지역간 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과

- 전국 지역간 교통분석용 네트워크는 2019년 대비 2020년에 약 576km 증가하였음

&lt;표 21&gt; 기준연도 전국 지역간 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향)

단위 : km

구분	2019년 (a)	2020년 (b)	변화량(b-a)
고속국도	9,549	9,735	186
도시고속도로	920	938	18
일반국도	27,166	27,250	84
국지도/지방도	30,356	30,324	-32
특별/광역시도	5,616	5,653	37
시군도	15,304	15,577	273
합계	88,911	89,487	576

○ 대도시권 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과

- 대도시권 교통분석용 네트워크의 2019년과 2020년 연장을 비교해 보면, 수도권 99km, 부산 울산권 218km, 대구광역권 50km, 광주광역권 21km, 대전광역권 126km, 제주권 16km가 증가한 것으로 나타남

<표 22> 기준연도 대도시권 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향)

단위 : km

구분		2019년 (a)	2020년 (b)	변화량(b)-(a)
수도권	고속국도	1,883	1,918	35
	도시고속도로	699	699	0
	일반국도	3,533	3,549	16
	국지도/지방도	4,551	4,584	33
	특별/광역 시도	6,716	6,721	5
	시군도	15,464	15,474	10
	합계	32,846	32,945	99
부산 울산권	고속국도	910	996	86
	도시고속도로	98	98	0
	일반국도	2,363	2,387	24
	국지도/지방도	1,835	1,837	2
	특별/광역 시도	4,271	4,281	10
	시군도	7,559	7,655	96
	합계	17,036	17,254	218
대구 광역권	고속국도	1,203	1,203	0
	도시고속도로	40	40	0
	일반국도	2,648	2,675	27
	국지도/지방도	2,502	2,502	0
	특별/광역 시도	1,645	1,657	12
	시군도	5,683	5,694	11
	합계	13,722	13,772	50
광주 광역권	고속국도	415	415	0
	도시고속도로	53	53	0
	일반국도	1,250	1,250	0
	국지도/지방도	1,350	1,359	9
	특별/광역 시도	2,635	2,648	13
	시군도	4,135	4,134	-1
	합계	9,838	9,859	21
대전 광역권	고속국도	1,911	1,913	2
	도시고속도로	19	19	0
	일반국도	5,016	5,024	8
	국지도/지방도	6,723	6,757	34
	특별/광역 시도	2,196	2,196	0
	시군도	21,783	21,866	83
	합계	37,648	37,774	126
제주권	국지도/지방도	1,417	1,417	0
	시군도	4,048	4,064	16
	합계	5,465	5,481	16



### 3) 철도 교통분석용 네트워크 구축

#### ○ 노드데이터 구조

- 노드 데이터의 자료구조는 다음과 같이 Update code, Centroid indicator, Node number, 좌표 등으로 구성함

<표 23> 철도 네트워크 노드 데이터 자료 구조

① Update code	② Centroid indicator	③ Node number	④ X 좌표	⑤ Y 좌표	⑥ User data1	⑦ User data2	⑧ User data3	⑨ Optional Node Label
a, d, m	*(센트로이드) 공백(일반노드)	1~999999 (정수)	실수	실수	실수	실수	실수	xxxx (4 문자)

#### ○ 링크데이터 구조

- 링크 데이터의 자료구조는 다음과 같이 Update code, I, J, Length, Modes, Type, Lanes 등으로 구성함

<표 24> 철도 네트워크 링크 데이터 자료 구조

① Update code	② i	③ j	④ Length	⑤ Modes	⑥ Type	⑦ Lanes	⑧ VDF	⑨ User data1	⑩ User data2	⑪ User data3
a, d or m	Starting Node Number (int)	Ending Node Number (int)	Link Length (real)	List of Modes (up to 30chars)	Link Type (1 to 999)	# of Lanes (real)	VDF Number (int)	(real)	(real)	(real)

#### ○ 철도 노선 (Transit Line data) 구조

&lt;표 25&gt; 철도 네트워크 노선 데이터 자료 구조

Update code	① Line	② Mode	③ Vehicle	④ Headway	⑤ Speed	⑥ Description	⑦ Line type	⑧ User data1	⑨ User data2
a	Line Name (up to 6 chars)	Mode (1 char)	Veh (int)	Vehicle Headway (real)	Vehicle Speed (real)	Description of line (up to 20 chars)	Line type (real)	(real)	(real)
⑩ tff	⑪ dwt	⑫ <----- Line Segment ----->						⑬ Layover	
transit time function (int)	dwelling time (real)	List of node number in line						Layover (real)	

## ○ 철도 교통분석용 네트워크 구축 결과

- 수인선(한대앞~수원역) 및 서울 지하철 5호선(하남선) 연장, 인천도시철도1호선 송도연장 개통 등으로 광역/도시철도 수단의 링크 연장이 증가함
- 강릉선 KTX가 동해역까지 운행되면서 고속철도 환승역 분할로 인해 고속철도 링크의 연장도 증가함

&lt;표 26&gt; 기준연도 철도 노선별 구축결과(양방향)

단위 : km

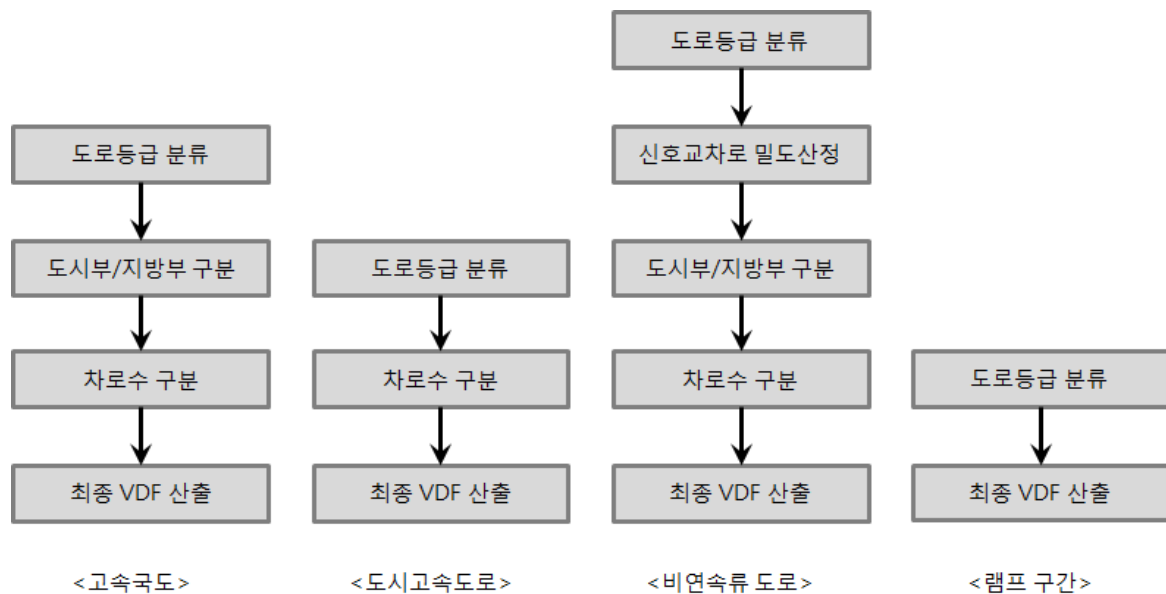
구분		2019년	2020년 (기준연도)	변화량 (2020-2019)
차선별 (Lane) 구분	단선	2,931	2,978	47
	복선	7,615	7,722	107
	2복선/3복선	418	418	-
	합계	10,964	11,118	154
수단별 (Mode) 구분	고속철도	3,517	3,600	83
	일반철도	5,898	5,893	-5
	광역철도/도시철도/경전철	2,968	3,054	86
	합계	12,383	12,547	165

주: 수단별(Mode) 연장의 경우 고속철도, 일반철도, 광역/도시철도 수단별 검용 링크(링크 데이터 중 Modes 값 : re, rse, rs 등)가 존재하기 때문에 차선별(Lane) 구분과 총계가 다르게 나타남

## 마. 통행비용함수 구축

### 1) 통행비용함수 구축

- 도로 유형별 교통특성에 맞는 통행비용함수를 구축하기 위해 크게 연속류, 비연속류, 기타도로로 구분함
  - 신호교차로의 유무에 따라 연속류 도로와 비연속류 도로로 구분하였으며, 연속류 도로는 고속도로 및 도시고속도로이며, 비연속류 도로는 일반국도, 특별광역시도, 국지도, 지방도, 시군도임
  - 연속류 도로와 비연속류 도로를 제외한 중앙고속도로 산악 통과구간, 요금소 및 연결램프, 센트로이드 커넥터의 경우 별도의 도로 유형으로 구분함
- 도로 유형에 따라 지역구분(도시부/지방부), 신호교차로 밀도, 차로수를 고려하여 통행비용함수를 구축함



<그림 2> 도로 유형별 통행비용함수 구축 방법

## 2) 유료도로 가중치 산출

- 유료도로 가중치는 고속도로와 같은 유료도로 통행비용을 시간으로 환산한 값임
  - 통행비용함수에 적용함으로써 도로이용자의 경로선택이 통행시간 뿐만 아니라 통행료에 의하여 영향을 받는 행태를 반영하기 위한 것임
  - 통행비용함수는 각 링크를 통행하는데 소요되는 비용으로 표현되며, 이는 일반화 비용(시간 비용+유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용)으로 표현됨
  - 시간비용은 파라미터( $\alpha$ ,  $\beta$ , 초기속도, 용량)에 의해 산출되며, 유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용은 유료도로 요금체계를 바탕으로 산출됨
- 따라서 유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용은 유료도로 요금 가중치를 산출하여 추가적으로 통행비용함수에 반영함



## 제1장 전국 여객 0/D 보완갱신

---

제1절 과업의 개요

제2절 지역간 0/D 현행화

제3절 6대 권역 여객 0/D 현행화

제4절 여객 0/D 구축 결과 및 분석



## 제1장 전국 여객O/D 보완갱신

### 제1절 과업의 개요

#### 1. 과업의 배경 및 목적

- 전국 여객O/D 보완갱신(현행화)란 전년도 구축된 O/D를 사회경제지표, 수송실적, 교통량 등의 제반 자료를 활용하여 연도보정 함으로써 변화된 사회경제 여건과 교통 여건을 반영하는 현실화된 O/D를 구축하는 과정임
- KTDB에서는 전국 여객O/D 보완갱신을 통하여 기준연도 및 장래연도 O/D를 배포하였으나, 본 사업에서는 기준연도 O/D만 보완갱신하여 수송분담비 및 통행-km 등의 여객 통계지표를 산출함<sup>2)</sup>

#### 2. 과업의 범위 및 내용

##### 가. 시간적 범위

- 2020년

##### 나. 공간적 범위

- 전국 지역간 : 전국 250개 시군구
- 6대 권역 : 수도권, 부산울산권, 대전세종충청권, 대구광역권, 광주광역권, 제주권

---

2) 장래연도 O/D의 경우 코로나 19 이후 통행패턴의 전망이 필요한 바, 이는 금년 수행되는 전국 여객O/D 조사 결과를 활용하여 차년도 사업에서 수행 예정임



&lt;표 1-1&gt; 6대 권역별 공간적 범위

구분	내부존 내역	
	특별시/광역시	인접도시
수도권 (33개 시·군)	서울특별시 인천광역시	수원시, 성남시, 의정부시, 안양시, 부천시, 광명시, 평택시, 동두천시, 안산시, 고양시, 과천시, 구리시, 남양주시, 오산시, 시흥시, 군포시, 의왕시, 하남시, 용인시, 파주시, 이천시, 안성시, 김포시, 화성시, 광주시, 양주시, 포천시, 여주시, 연천군, 가평군, 양평군(31)
부산·울산권 (8개 시)	부산광역시 울산광역시	양산시, 김해시, 창원시, 밀양시, 경주시, 포항시(6)
대구광역권 (12개 시·군)	대구광역시	포항시, 경주시, 구미시, 영천시, 경산군, 군위군, 청도군, 고령군, 성주군, 칠곡군, 창녕군(11)
광주광역권 (7개 시·군)	광주광역시	나주시, 화순군, 담양군, 장성군, 함평군, 곡성군(6)
대전충청권 (28개 시·군)	대전광역시 세종시	청주시, 충주시, 제천시, 보은군, 옥천군, 영동군, 증평군, 진천군, 괴산군, 음성군, 단양군, 천안시, 공주시, 보령시, 아산시, 서산시, 논산시, 계룡시, 금산군, 부여군, 서천군, 청양군, 홍성군, 예산군, 태안군, 당진시(26)
제주권 (2개 시·군)	-	제주시, 서귀포시(2)

주: 1. 포항시, 경주시의 경우 부산·울산권, 대구광역권에 중복됨

## 다. 과업의 주요내용

### 1) 기초 통계자료 수집

- 사회경제지표 : 통계청 인구 및 가구자료, 추계인구자료, 취업자수 및 종사자수 등
- 수송실적자료 : 지하철/경전철 및 철도(KTX, SRT, 무궁화, 새마을, ITX-청춘 등) 수송실적, 버스(고속/시외, 기타, 시내/마을/광역 버스) 및 택시 수송실적, 대중교통카드, 고속도로 TCS 자료, 여객 터미널 및 항만 수송실적 자료 등

### 2) 전국 여객 기종점통행량(O/D) 보완갱신

- 전국 지역간 및 6대 권역 교통존 체계 설정
- 수단별 여객 O/D 보완갱신
  - 교통량 및 수송실적 자료를 활용한 수단 O/D 보완갱신 수행
  - 코든 및 스크린라인 교통량 자료를 활용한 수단 O/D 보정

### 3) 현행화 O/D의 보정 및 검증

- 첨단교통자료(통신자료, 교통카드, TCS자료, Navigation 자료 등)을 활용한 O/D 보정

### 4) 현행화 O/D 통행특성 분석

- 수단별 통행량 및 수송분담비 분석
- 수단별 통행-km 분석

## 제2절 지역간 여객 O/D 현행화

### 1. 교통존의 설정

- 2020년에 전국 시군구 기준으로 합쳐지거나 분리된 행정구역은 없음
  - 2020년 기준의 교통존은 대존 17개 시도, 중존 162개 시군, 소존 250개 시군구로 전년대 동 일함
- 설정된 교통존은 <표 1-1>과 같음

<표 1-2> 교통존 설정

대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역	대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역
서울	1	1	1	종로구	부산	2	2	33	북구
			2	중구				34	해운대구
			3	용산구				35	사하구
			4	성동구				36	금정구
			5	광진구				37	강서구
			6	동대문구				38	연제구
			7	중랑구				39	수영구
			8	성북구				40	사상구
			9	강북구				41	기장군
			10	도봉구				42	중구
			11	노원구	대구	3	3	43	동구
			12	은평구				44	서구
			13	서대문구				45	남구
			14	마포구				46	북구
			15	양천구				47	수성구
			16	강서구				48	달서구
			17	구로구				49	달성군
			18	금천구				50	중구
			19	영등포구				51	동구
			20	동작구	인천	4	4	52	미추홀구
			21	관악구				53	연수구
			22	서초구				54	남동구
			23	강남구				55	부평구
			24	송파구				56	계양구
			25	강동구				57	서구
부산	2	2	26	중구				58	강화군
			27	서구				59	옹진군
			28	동구	광주	5	5	60	동구
			29	영도구				61	서구
			30	부산진구				62	남구
			31	동래구				63	북구
			32	남구				64	광산구

## &lt;표 계속&gt; 교통존 설정

대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역	대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역
대전	6	6	65	동구	강원	9	46	124	홍천군
			66	중구			47	125	횡성군
			67	서구			48	126	영월군
			68	유성구			49	127	평창군
			69	대덕구			50	128	정선군
울산	7	7	70	중구			51	129	철원군
			71	남구			52	130	화천군
			72	동구			53	131	양구군
			73	북구			54	132	인제군
			74	울주군			55	133	고성군
경기	8	8	75	수원시 장안구	충북	10	56	134	양양군
			76	수원시 권선구			57	135	청주시 상당구
			77	수원시 팔달구				136	청주시 흥덕구
			78	수원시 영통구				137	청주시 청원구
			79	성남시 수정구				138	청주시 서원구
		9	80	성남시 중원구			58	139	충주시
			81	성남시 분당구			59	140	제천시
			82	의정부시			60	141	보은군
		10	83	안양시 만안구			61	142	옥천군
			84	안양시 동안구			62	143	영동군
		11	85	부천시			63	144	증평군
			86	광명시			64	145	진천군
			87	평택시			65	146	괴산군
		12	88	동두천시			66	147	음성군
			89	안산시 상록구			67	148	단양군
			90	안산시 단원구	충남	11	68	149	천안시 동남구
		13	91	고양시 덕양구			69	150	천안시 서북구
			92	고양시 일산동구				151	공주시
			93	고양시 일산서구			70	152	보령시
		14	94	과천시			71	153	아산시
			95	구리시			72	154	서산시
			96	남양주시			73	155	논산시
		15	97	오산시			74	156	계룡시
			98	시흥시			75	157	금산군
			99	군포시			76	158	부여군
		16	100	의왕시			77	159	서천군
			101	하남시			78	160	청양군
			102	용인시 처인구			79	161	홍성군
		17	103	용인시 기흥구			80	162	예산군
			104	용인시 수지구			81	163	태안군
			105	파주시			82	164	당진시
		18	106	이천시	전북	12	83	165	전주시 완산구
			107	안성시			84	166	전주시 덕진구
			108	김포시				167	군산시
		19	109	화성시			85	168	익산시
			110	광주시			86	169	정읍시
			111	양주시			87	170	남원시
		20	112	포천시			88	171	김제시
			113	여주시			89	172	완주군
			114	연천군			90	173	진안군
		21	115	가평군			91	174	무주군
			116	양평군			92	175	장수군
			117	춘천시			93	176	임실군
강원	9	9	118	원주시	전남	13	94	177	순창군
			119	강릉시			95	178	고창군
			120	동해시			96	179	부안군
			121	태백시			97	180	목포시
			122	속초시			98	181	여수시
			123	삼척시			99	182	순천시

## &lt;표 계속&gt; 교통존 설정

대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역	대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역
전남	13	100	183	나주시	경북	14	133	217	영덕군
		101	184	광양시			134	218	청도군
		102	185	담양군			135	219	고령군
		103	186	곡성군			136	220	성주군
		104	187	구례군			137	221	칠곡군
		105	188	고흥군			138	222	예천군
		106	189	보성군			139	223	봉화군
		107	190	화순군			140	224	울진군
		108	191	장흥군			141	225	울릉군
		109	192	강진군	경남	15	142	226	창원시 의창구
		110	193	해남군				227	창원시 성산구
		111	194	영암군				228	창원시 마산합포구
		112	195	무안군				229	창원시 마산회원구
		113	196	함평군				230	창원시 진해구
		114	197	영광군			143	231	진주시
		115	198	장성군			144	232	통영시
		116	199	완도군			145	233	사천시
		117	200	진도군			146	234	김해시
		118	201	신안군			147	235	밀양시
경북	14	119	202	포항시 남구			148	236	거제시
			203	포항시 북구			149	237	양산시
		120	204	경주시			150	238	의령군
		121	205	김천시			151	239	함안군
		122	206	안동시			152	240	창녕군
		123	207	구미시			153	241	고성군
		124	208	영주시			154	242	남해군
		125	209	영천시			155	243	하동군
		126	210	상주시			156	244	산청군
		127	211	문경시			157	245	함양군
		128	212	경산시			158	246	거창군
		129	213	군위군			159	247	합천군
		130	214	의성군	제주	16	160	248	제주시
		131	215	청송군	세종	17	161	249	서귀포시
		132	216	영양군			162	250	세종시

## 2. 승용차 O/D 현행화

### 가. 통행 발생량/도착량 구축

#### 1) 기타도로의 발생/도착량 산정

- 한국건설기술연구원 및 광역지자체 교통량자료 활용
  - 시외유출입지점 중 한국건설기술연구원 및 광역지자체 교통량조사지점과 일치하는 지점은 한국건설기술연구원 및 광역지자체의 방향별, 차종별 교통량을 활용함
- KTDB 교통량조사 자료 활용
  - 2014년 시외유출입교통량조사, 2016년 전국 여객기종점(O/D)통행량조사 중 교통량조사 자료를 연도보정 하여 시외유출입지점에 대한 방향별, 차종별 교통량을 산출함
  - 광역지자체의 경우는 광역지자체 교통량 자료를 나머지 권역은 한국건설기술연구원의 일반 국도 상시지점 교통량을 이용하여 시군별 연보정계수를 산출하여 적용함
- 최신 교통량 조사자료가 없는 지점에 대한 보정
  - 한국건설기술연구원, 광역지자체, KTDB 교통량조사 지점에 포함되지 않은 일부 지점에 대해 과거에 조사된 교통량을 현시성 있게 보정함
  - 보정방법은 도로환경이 유사하다고 판단(지점이 위치한 존, 도로 위계, 차로수 등)되는 인접 조사지점을 사용하여 연도 보정하고, 인접 조사지점이 없는 경우에는 유/출입 지점 중 도로위계, 차선수 등이 동일한 노선의 평균을 이용하여 연도 보정함
- 통과교통비율을 적용하여 통과교통량이 배제된 시군별 유입/유출량을 산출함

#### 2) 고속도로의 발생/도착량 산정

##### ① 한국도로공사 비연계 민자고속도로 추가반영

- 한국도로공사 TCS 자료에는 도로공사와 연계된 민자고속도로에 대한 요금소간 통행량을 제공하고 있으나, 연계되지 않은 민자고속도로는 누락되어 있음
- 한국도로공사와 연계되지 않은 광주원주선, 상주영천선, 수원광명선에 대해 추가적으로 반영하여 승용차 신뢰도를 제고함
  - 2020년 현행과 과업에서는 고속도로 TCS Rawdata를 분석하여 광주원주선, 상주영천선, 수

원광명선 통행량을 추출하였으며, 승용차 통행량 구축시 추가함

## ② 민자고속도로 TCS 자료 보정

- 민자고속도로는 도로공사와 요금체계가 달라 목적지까지 이동시 도로공사 구간과 민자고속도로 구간을 이용한 경우 TCS자료에서 통행체인이 끊어짐
- 이와 같이 통행체인이 끊어진 TCS자료를 이어주는 보정작업을 수행함

## ③ TCS O/D 구축(2차 전수화 O/D)

- 한국도로공사의 TCS 자료(요금소간 교통량)와 고속도로 요금소 우편조사 자료를 활용하여 출발/도착지간 통행량 산출
- 고속도로 요금소 우편조사자료를 이용하여 출발/도착지, 목적, 접근수단 비율 산출
  - 고속도로 요금소(시군) 기준의 출/도착지 비율 산출  
(고속도로 요금소 조사의 경우 표본수가 적어 요금소의 출/도착지 비율을 합쳐서 출/도착지 비율 산정)
  - 출발요금소(시군)-도착요금소(시군) 간의 목적 비율 산출
- 최초출발지-최종도착지 통행량, 목적통행량산정 방법은 “시외/고속버스 전수화 방법”과 동일함

## ④ 고속도로의 존별 발생/도착량 산출(출/도착지 기준)

- TCS O/D, 민자고속도로 교통량 등을 이용하여 해당 존별 발생/도착량을 산출함

## 나. 통과교통비율 및 재차인원

- 2017년 전수화 및 장래교통수요예측 과업에서 구축한 승용차 통과교통비율 및 재차인원 자료를 사용하여 기타도로의 순 발생/도착량 산정시 활용
  - 통과교통비율 및 재차인원의 상세한 내용은 2017년 전수화 보고서 참고

## 다. 162개존 O/D 구축

### 1) 1차 현행화 O/D 구축

- 2017년 전수화 및 장래교통수요예측 과업에서 구축한 전수화된 가구통행실태조사 자료 및 장거리통행실태조사자료의 분포(표본분포)와 통과교통량이 배제된 2020년 기준 존별 발생량/도착량을 2중제약 프라타 모형에 적용하여 2020년 기준 승용차O/D를 구축함
  - 2017년 표본분포는 내비게이션 자료를 활용한 제로셀 보정을 수행한 자료임

## 2) 3차 전수화 O/D 구축(1차 전수화 O/D와 2차 전수화 TCS O/D 결합)

- 3차 전수화 O/D 구축방법은 5단계로 구분할 수 있음
  - Step 1) 기종점별 1차 전수화 O/D와 2차 전수화 O/D를 비교하여 큰 값을 취함
  - Step 2) 기종점별 큰 값에서 TCS O/D를 제외
  - Step 3) 기타도로의 발생/도착량 산출(승용차 총 발생량 - TCS 발생량)
  - Step 4) 기종점별 큰 값에서 TCS O/D량을 제외한 통행량을 기타도로의 발생/도착량에 맞추는 작업 수행
  - Step 5) “Step 4”의 통행량과 TCS O/D 합치(3차 전수화 O/D)

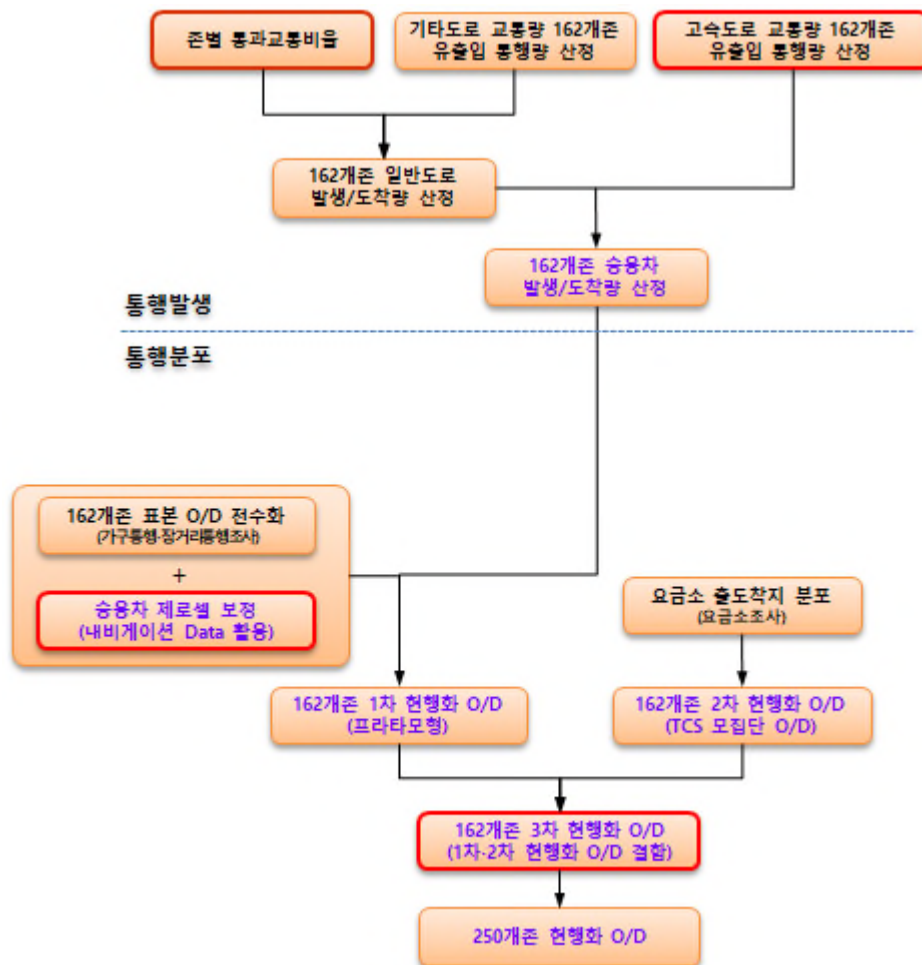
## 라. 250개존 O/D 구축

- 수도권, 광역권, 기타권역, 전국 지역간 각각의 O/D를 250개존 체계로 결합함
  - A지역의 수도권, 광역권, 기타권역 : 권역 내부통행(수도권↔수도권, 광역권↔광역권, 기타권역↔기타권역)은 각 권역에서 구축한 O/D를 수용함
  - B지역의 외부 지역간 통행(광역권↔수도권, 광역권↔기타권역, 수도권↔기타권역)은 전국 지역간에서 구축한 O/D를 수용함
  - A지역과 B지역을 합치하여 250개존 전국 지역간 O/D를 구축함



구분	수도권	지방 5대 권역	기타권역
수도권	<b>A</b> 수도권	<b>B</b> 전국 지역간	<b>B</b> 전국 지역간
지방 5대 권역	<b>B</b> 전국 지역간	<b>A</b> 지방 5대 권역	<b>B</b> 전국 지역간
기타 권역	<b>B</b> 전국 지역간	<b>B</b> 전국 지역간	<b>A</b> 기타권역

<그림 1-1> 6대 권역 O/D와 전국 지역간 O/D 합치



<그림 1-2> 전국 지역간 승용차 여객 기종점통행량(O/D) 구축 과정

### 3. 버스 O/D 현행화

#### 가. 모집단 산정

##### 1) 고속버스 모집단

- 전국 고속버스운송조합에서 제공하는 수송실적 자료와 ㈜티머니((주)한국스마트카드)를 고속버스 모집단으로 이용함
  - 터미널간 일별 통행량 중 평일 통행량을 이용하여 연평균 일 평일 통행량(AAWDT)을 모집단으로 사용함

##### 2) 시외버스 모집단

- 전국여객자동차터미널 사업자협회의 시외버스 수송실적 자료와 교통안전공단의 대중교통현황 조사 자료를 활용해 시외버스 연평균 일 평일통행량(AAWDT)을 산출

##### 3) 기타버스 모집단

- 전세버스는 전국전세버스운송사업조합연합회에서 수집한 16개 시도별 수송실적 자료를 이용하여 증감율 산출

#### 나. 버스 O/D 현행화 방법

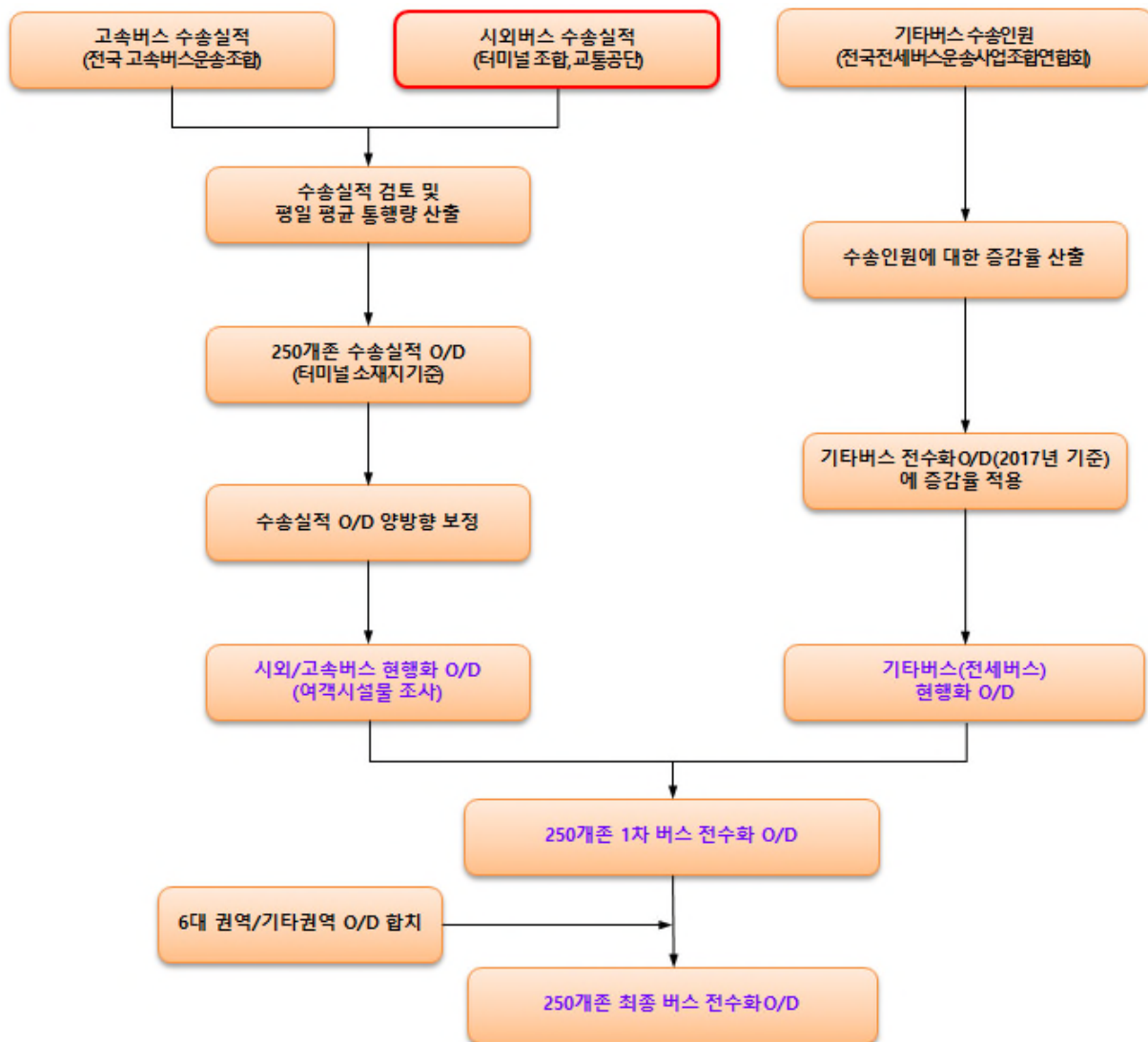
##### 1) 고속/시외버스

- 전산집계가 되지 않는 터미널의 수송실적 보정을 위해 양방향 보정을 수행하고, “출발 터미널-도착터미널” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구성하여 고속/시외버스 O/D를 현행화 함

##### 2) 기타버스

- 2020년 현행화 과업에서 구축한 2019년 기타버스 통행량과 2019년, 2020년 전세버스 수송실적 증감율을 이용하여 기타버스 O/D를 구축함
  - 2019년 기타버스 통행량의 출발지와 도착지의 평균 증감율(시도 기준)을 적용하여 2020년

### 기준 기타버스 통행량 구축함



<그림 1-3> 전국 지역간 버스 여객 기종점통행량(O/D) 구축 과정

#### 4. 철도 및 항공, 해운 O/D 현행화

##### 가. 모집단 산정

- 고속철도의 경우 한국철도공사 및 (주)SR에서 제공하는 2020년의 역간 월별 수송실적을 공휴일, 주말을 제외한 연 평균 평일 수송실적으로 정리함
  - 출발역과 도착역이 같은 수송실적, 근거리 지역간 통행, 출발/도착역이 고속철도역이 아닌 기종점에 대해서는 분석시 제외함
- 일반철도의 경우 한국철도공사의 2020년 일자별 수송실적자료를 주말 및 공휴일을 제외하여 연 평균 평일 수송실적으로 구축함
  - 일반철도의 경우 출/도착역이 같은 수송실적, 근거리 지역간 통행, 비일상적인 통행(지하철 역에서 출/도착한 수송실적 등)에 대해서는 분석시 제외함
- 항공의 경우 한국공항공사에서 제공하는 2020년의 공항간 일일 수송실적(국내선)을 공휴일, 주말을 제외한 연 평균 평일 수송실적으로 정리함
- 해운의 경우 선박안전기술공단에서 제공하는 2020년 여객터미널간 5월, 10월 수송실적을 공휴일, 주말을 제외한 평균 평일 수송실적으로 정리함
- 지역간 지하철의 경우 수도권 교통카드데이터 중 수도권↔충청권, 수도권↔강원간 통행에 대해 일평균 수송실적으로 정리함
  - 수도권 교통카드 데이터 수집일자 : 2020년 10월 13일~15일, 20일~22일
  - 일회권, 정기권 자료를 포함하여 수송실적 산정

##### 나. 철도 O/D 현행화 방법

- “출발역-도착역” 형태의 수송실적(모집단)을 철도 수단별로 시군구 존체계로 재 구성하여 철도O/D를 현행화 함

##### 다. 항공, 해운, 지하철 O/D 현행화 방법

###### ① 항공/해운 현행화 방법

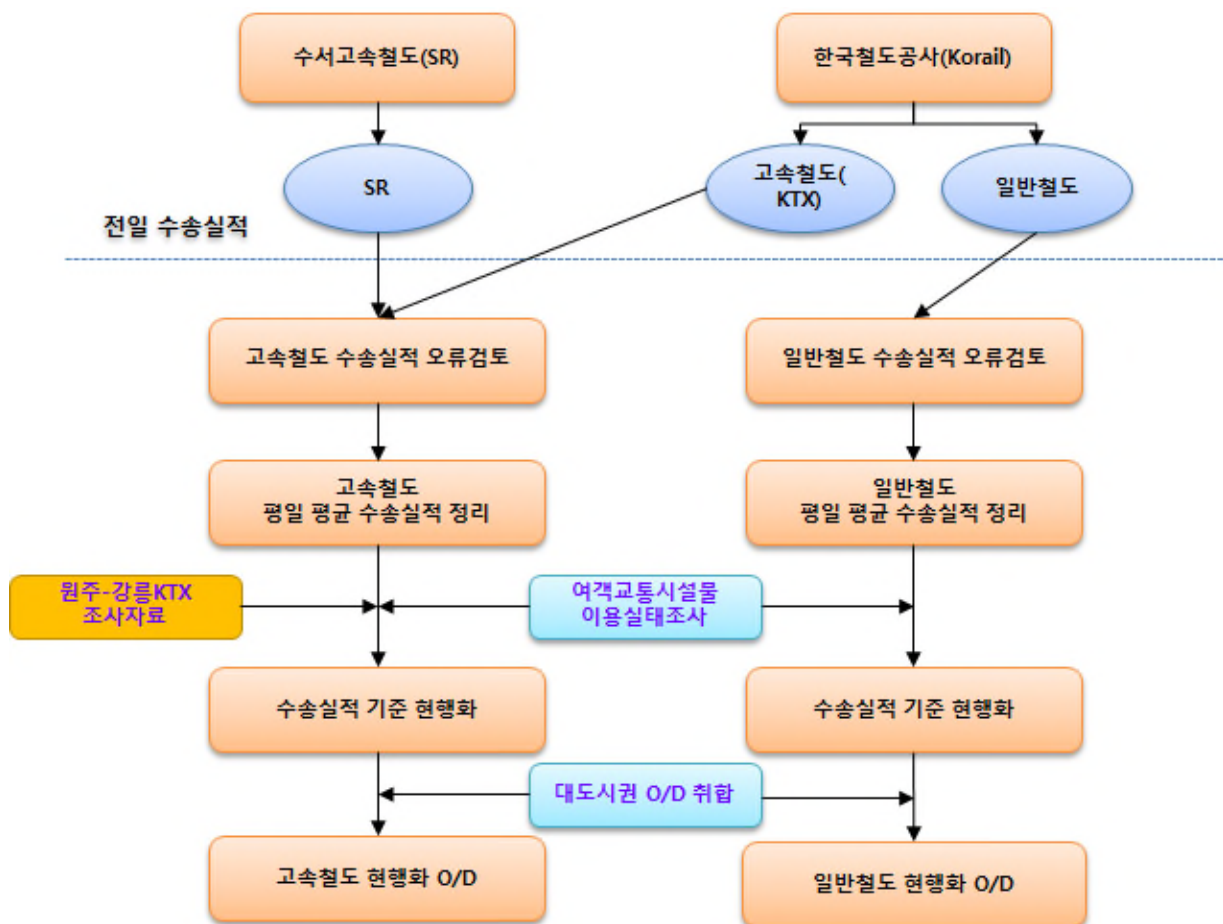
- 항공의 경우 “출발공항-도착공항” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구

성하여 항공O/D를 현행화 함

- 해운의 경우 “출발 여객선터미널-도착 여객선터미널” 형태의 수송실적(모집단)을 시군구 존체계로 재 구성하여 해운O/D를 현행화 함

## ② 지하철 현행화 방법

- 2020년 교통카드데이터의 지역간 지하철 수송실적을 이용하여 시군구 형태로 재 구성하여 지하철 통행량을 구축함



<그림 1-4> 철도 현행화 O/D 구축 과정

## 5. 관측교통량 자료를 활용한 O/D 보정

### 가. 스크린라인 설정에 따른 검증 및 보정

#### 1) Screen Line 설정의 기본 방향

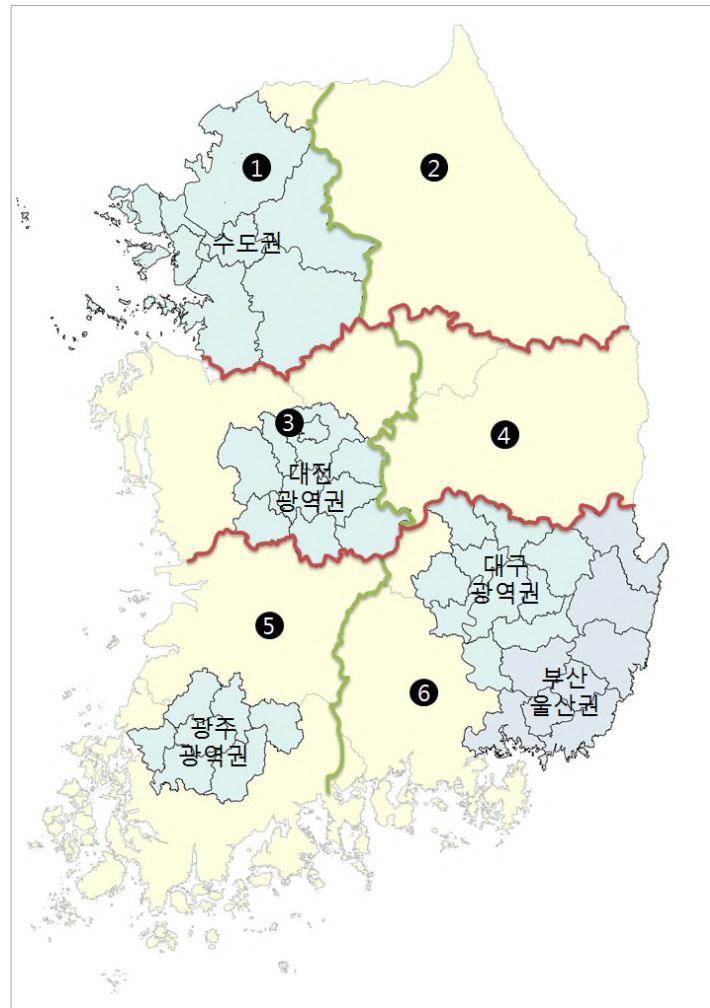
- 교통존을 관통하여 가로지르지 않고, 교통존 경계선을 따라가는 선으로 설정함
- 가능한 Multi-crossing하는 통행을 최소화할 수 있는 선으로 설정함
- 강, 산, 철도 등 지형적, 시설적으로 지역의 통행 특성을 명확하게 구분할 수 있는 선으로 설정함
- 가능한 적은 수의 도로를 가로지르는 선으로 설정함
- 가능한 연구대상 지역 내부 간의 통행이 많이 이루어지는 지점을 연결하는 선으로 설정함

#### 2) Screen Line 설정의 목적

- 설정된 Screen Line의 관측교통량을 이용하여 표본자료 기반 O/D의 통행분포를 보정하기 위함

#### 3) 전국 지역간 통행량 분석을 위한 Screen Line 설정 방법

- 존 경계에 있는 2020년 국토교통부 도로교통량 통계연보의 조사지점을 가능한 많이 통과하며, 고속도로 및 일반국도의 경우 Multi-crossing이 되지 않도록 Screen line을 설정함
  - 이때 관측지점이 없는 경우는 주변의 같은 등급의 관측치가 있는 도로와 유사하게 적용하여 비교함
- 6대 권역 통행량을 제외한 지역간 통행량의 보정을 위한 과정으로 6대 권역 내부통행이 이루어지는 지점을 제외할 수 있는 선으로 설정함
- 가능한 Multi-crossing을 피하기 위하여 Screen Line에 의하여 지역이 양분될 수 있도록 설정함
  - 전국을 2×1로 나누어 설정하였으며, 설정한 Screen Line은 다음 그림과 같음



<그림 1-5> Screen Line 설정 구분도

#### 4) Screen Line을 통한 지역간 O/D 조정

- (단계 1) 각 Screen Line에 의하여 구분된 교통존을 위의 그림과 같이 집합화함
- (단계 2) Screen Line 하나를 선정하고, 두 지역간 관측 교통량, 배정교통량을 총량적으로 비교한 후, 관측 교통량을 기준으로 조정계수를 계산함
- (단계 3) Screen Line에 의해 지역적으로 다르게 구분된 O/D에 국한하여 산출된 조정계수를 곱하여 O/D 통행량을 수정함
  - O/D 통행량과 관측 교통량에 의해 산출된 조정계수를 적용하여 통행배정을 실시한 후, 배정 교통량과 관측 교통량을 비교하여 O/D 통행량 조정계수를 재산출하여 적용함
  - Screen Line에 의하여 양분되는 지점에 해당하는 단계 1의 집합화된 존에 같은 조정계수를 in/out을 구분하여 적용함

- (단계 4) 적용이 되지 않은 다른 Screen Line을 선택하고 단계 2와 3의 과정을 반복함으로써 새로운 O/D 통행량으로 계속 수정함
- (단계 5) 각 Screen Line을 통하여 집합화된 존별로 조정된 O/D의 평균값을 적용하여 모든 조정계수가 1에 가깝게 수렴할 때까지 단계 1, 2, 3, 4를 반복 수행함
- (단계 6) 집합화된 존의 수정된 비율을 각 집합화된 존에 해당하는 실제존에 보정 비율을 적용함
  - 즉  $[1 \div 2]$ 라는 집합화된 존의 조정 전의 O/D와 조정 후의 O/D의 비율을 구하여 해당하는 존에 비율을 적용함
  - 집합화된 존이 아닌 개별 존의 통행량 비율에 대한 보정계수를 산출하여 보정함
- 기존 현행화에서는 한국건설기술연구원의 교통량 자료를 사용하여 스크린라인 보정을 수행하였으나 이번 과업에서는 교통량 조사자료 위주로 보정을 수행함
- 승용차의 스크린라인 보정은 TCS O/D량을 제외한 승용차 O/D에 대해서 스크린라인을 보정함
- 버스의 스크린라인 보정은 고속/시외버스를 제외한 기타버스에 대해서 보정함

&lt;표 1-3&gt; 스크린라인 보정 전/후 지역간 승용차 O/D

구분		보정전			보정후		
		가로1축	가로2축	세로1축	가로1축	가로2축	세로1축
in	screenline(=Obs)	262,397	124,510	149,057	262,397	124,510	149,057
	O/D	309,944	200,846	221,458	262,397	124,510	149,057
	(O/D-Obs)	47,547	76,336	72,401	0	0	0
	(Obs/O/D)	0.8	0.6	0.7	1	1	1
out	screenline(=Obs)	263,449	127,839	149,499	263,449	127,839	149,499
	O/D	289,736	190,418	199,907	263,449	127,839	149,499
	(O/D-Obs)	26,287	62,579	50,408	0	0	0
	(Obs/O/D)	0.9	0.7	0.7	1	1	1



&lt;표 1-4&gt; 스크린라인 보정 전/후 지역간 버스 O/D

구분		보정전			보정후		
		가로1축	가로2축	세로1축	가로1축	가로2축	세로1축
in	screenline(=Obs)	6,742	3,336	4,145	6,742	3,336	4,145
	O/D	4,569	2,251	2,884	6,742	3,336	4,145
	(O/D-Obs)	-2,173	-1,085	-1,261	0	0	0
	(Obs/O/D)	1.5	1.5	1.4	1	1	1
out	screenline(=Obs)	7,193	3,323	4,268	7,193	3,323	4,268
	O/D	4,659	2,239	2,893	7,193	3,323	4,268
	(O/D-Obs)	-2,534	-1,085	-1,375	0	0	0
	(Obs/O/D)	1.5	1.5	1.5	1	1	1

#### 나. 코든 라인/Cut-Line 검증 및 보정

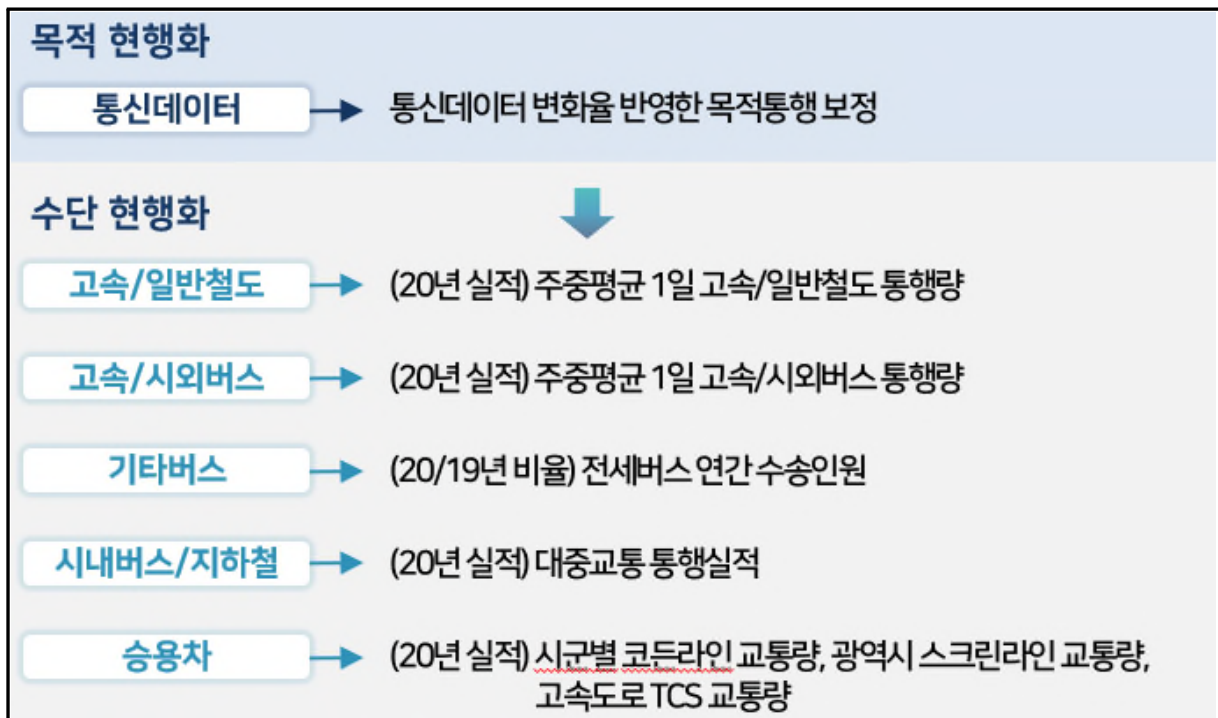
- 전국 지역간 시·군 유출입 통행량과 6대 권역 시·군 유출입 통행량이 유사하도록 전국 지역간 시·군 유출입 통행량을 기준으로 6대 권역 시·군 코든라인 검증 및 보정을 실시함
- 도서지역의 지역간 통행발생량 및 도착량을 보정함
  - 우리나라의 지형상 남해안과 서해안 일대에는 도서지역 형태로 하나의 존을 형성하고 있는 지역이 다수가 있음
  - 이들 지역의 외부로 발생 및 도착하는 통행량은 하나 또는 두 개의 관측 지점을 통하여 파악이 가능하므로, 모형을 통하여 구축되어진 기종점통행량을 관측교통량에 근거하여 현실성 있게 보정함

&lt;표 1-5&gt; 점검 대상지역

시도	시군구	도로등급	시외유출입 지점번호	시도	시군구	도로등급	시외유출입 지점번호
충청	태안군	일반국도	RO073K011	전라도	여수시	일반국도	RO100M003
		지방도	RO073K012			지방도	RO100M001
		지방도	RO073K009			시군도	RO100M002
		시군도	RO073K010			시군도	RO100M004
전라도	완도군	일반국도	RO112M003	경상	남해군	이순신대교	RO100M005
		시군도	RO112M004			일반국도	RO149O005
		일반국도	RO111M012		거제시	일반국도	RO158O001
	진도군	일반국도	RO112M005			일반국도	RO148O001
	신안군	일반국도	RO114M002			시군도	RO148O002
		일반국도	RO099M014			거가대교	RO002B035
		시군도	RO114M003	강원	고성군	일반국도	RO054I001
	고흥군	일반국도	RO107M001			일반국도	RO044I004
		일반국도	RO107M002			시군도	RO044I006
		지방도	RO107M004				
		시군도	RO107M003				
		시군도	RO107M005				

### 제3절 6대 권역 여객O/D 현행화

- 6대 권역 여객O/D 현행화는 수도권 및 지방권역 내 통행을 현실성 있게 구축하는 과정으로써 사회경제지표를 활용하는 목적 O/D 현행화와 수단별 수송실적 및 교통량 자료를 활용하는 수단 O/D 현행화 과정으로 구성됨
- 본 과업에서는 목적통행 현행화시 통신자료를 활용한 목적통행 현행화를 수행함
  - 기존에는 사회경제지표 변화를 반영하였으나, 2020년 기준의 O/D는 코로나19의 영향으로 사회경제지표 변화로 인한 통행량 변화를 반영 할 수 없음
- 현행화 과정 흐름도는 아래 그림과 같음



<그림 1-6> 현행화 과정도

## 1. 목적통행 현행화

- 기존 사회경제지표는 큰 변화가 없으나 코로나19로 통행량은 크게 감소함
- 이를 반영하기 위하여 목적통행 현행화는 2019년 대비 변화된 2020년 SK텔레콤 기지국 통신자료를 이용하여 변화된 통행량을 반영함

<표 1-6> 목적통행 현행화 반영자료 변경 내용

구분	기존 반영자료	2020년 기준 OD 반영자료
목적 현행화	사회경제지표 변화율 (인구, 종사자, 학생수)	통신데이터 통행량 변화율

- 통신자료를 활용한 통행량 보정 방법은 다음과 같음
  - 시군구 O/D 기준 통신자료 변화율 적용
  - 2020년 사업(기준연도 2019년) 시군구간 O/D × 통신자료의 2019년~2020년 시군구간 통행량 증가율 (단, 천통행 미만 셀은 시도 O/D 기준의 변화율을 적용함)

## 2. 수단통행 현행화

- 수단통행 보정 시 순서는 철도(KTX, 일반철도), 시외/고속버스, 기타버스, 시내/마을버스/지하철(경전철 포함), 승용차 보정 순으로 수행함

### 가. 수송실적 자료를 활용한 수단통행 보정

- 수송실적 자료가 존재하는 수단에 대해서는 실적에 맞춰 보정을 하였으며, 수송실적 자료가 존재하지 않는 수단에 대해서는 통신자료의 증감율을 적용하였음

&lt;표 1-7&gt; 수송실적 보정 방법

구분	보정계수 산정방법	활용자료
철도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 역간 통행량(일반철도, 고속철도)</li> <li>- 종류 : 일반철도, 고속철도</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 철도 중존간 통행량 /목적통행 보정후 철도 통행량</li> </ul>	역간 2020년 수송실적 (한국철도공사, SR)
고속 시외 버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 터미널간 이용객수</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 고속시외버스 중존간 통행량 /목적통행 보정후 고속시외버스 통행량</li> </ul>	2020년 터미널간 이용객수 (전국고속버스운송조합, 교통안전공단)
기타 버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 전국전세버스운송사업조합 연합회의 2019년/2020년 수송실적</li> <li>- 보정기준 : 중존별 발생량기준 총량보정</li> <li>- 2020년 기타버스 통행량 = 2019년 기타버스 통행량 × 수송실적 변화율</li> <li>- 보정계수 : 2020 기타버스 통행량 /목적통행 보정후 기타버스 통행량</li> </ul>	16개 시도별 전세버스 수송실적 변화율 (전국전세버스운송사업조합연합회)
도시 철도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 2020년 역간 통행량</li> <li>- 보정기준 : 중존 O/D 셀별</li> <li>- 보정계수 = 2020년 도시철도 중존간 통행량 /목적통행 보정후 도시철도 통행량</li> </ul>	역간 2020년 수송실적 (각 지자체 도시철도공사)

&lt;표 계속&gt; 수송실적 보정 방법

구분	보정계수 산정방법	구축자료
시내/ 마을 버스	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자료 : 시군별 시내버스 수송실적</li> <li>- 보정기준 : 시군별 발생량기준 총량보정</li> <li>- 보정계수 = 2020 수송실적 /목적통행 보정후 시내마을버스 통행량</li> </ul>	시군별 시내버스 수송실적 (전국버스운송사업조합연합회)
택시	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 : 택시 운송조합의 도시별 면허대수 변화율 적용</li> <li>- 변경 : 통신데이터 통행량 증가율 적용</li> </ul>	SK텔레콤 시군간 기지국 통신 자료 활용(2019년, 2020년)
이륜차	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 : 국토교통부 통계 이륜차 등록대수</li> <li>- 변경 : 통신데이터 통행량 증가율 적용</li> </ul>	

### 가. 철도(고속, 일반철도) 보정

- 철도 수송실적 자료(한국철도공사, SRT)를 적용하여 고속철도, 일반철도 순으로 각각 보정
  - 자료 : 2020년 역간 철도 수송실적 자료(한국철도공사, SRT)
  - 보정기준 : 중존간 (or 소존간) 통행량 보정
  - 보정계수 : 2020년 존간 철도 수송실적 /목적통행 보정 후 철도 통행량

### 나. 고속시외버스 보정

- 자료 : 2020년 터미널간 고속시외버스 수송실적 자료(전국 고속버스 운송조합, 전국여객자동차터미널 사업자협회, 교통안전공단)
- 보정기준 : 중존간 (or 소존간) 통행량 보정
- 보정계수 : 2020년 존간 고속시외버스 수송실적 /철도 보정 후 고속시외버스 통행량

### 다. 기타버스 보정

- 기타버스의 경우 명확한 수송실적자료가 존재하지 않는 관계로, 별도의 target value를 산출하고 이를 모집단으로 사용함
  - 자료 : 2019년, 2020년 시도별 수송실적 증감율 (전국 전세버스 조합)
  - 보정기준 : 시군별 발생량기준 총량보정
  - 2020년 기타버스 통행량(target value) = 2019년 기타버스 통행량×전세버스 조합 수송실적 증감율
  - 보정계수 : 2020년 기타버스 통행량 /고속시외버스 보정 후 기타버스 통행량

### 라. 도시철도 보정

- 자료 : 2020년 역간 통행량 도시철도 통행량 (각 지자체 도시철도공사)
- 보정기준 : 시군구간 통행량 보정
- 보정계수 = 2020년 도시철도 수송실적 /기타버스 보정 후 도시철도 통행량

#### 마. 시내(마을, 농어촌)버스 보정

- 자료 : 2020년 시군별 시내버스 수송실적 (각 지자체)
- 보정기준 : 시군별 발생량기준 총량보정
- 보정계수 = 시군별 2020년 시내버스 수송실적 /도시철도 보정 후 시내버스 통행량
- ※ 교통카드 자료를 활용가능한 경우, 이를 이용해 시내버스 통행 분포도 함께 보정

#### 바. 택시 보정

- 택시의 경우 명확한 수송실적자료가 존재하지 않는 관계로, SK텔레콤 시군간 기지국 통신자료 증가율을 활용함
  - 자료 : SK텔레콤 시군간 기지국 통신자료 증가율(2019년~2020년)
  - 보정기준 : 시군간 통행량기준 보정
  - 2020년 택시 통행량(target value) = 2019년 시군별 택시 통행량×통신자료 증가율
  - 보정계수 : 시군간 2020년 택시 통행량 /시내버스 보정 후 택시 통행량

#### 사. 이륜차 보정

- 택시의 경우 명확한 수송실적자료가 존재하지 않는 관계로, SK텔레콤 시군간 기지국 통신자료 증가율을 활용함
  - 자료 : SK텔레콤 시군간 기지국 통신자료 증가율(2019년~2020년)
  - 보정기준 : 시군간 통행량기준 보정
  - 2020년 이륜차 통행량(target value) = 2019년 시군별 이륜차 통행량×통신자료 증가율
  - 보정계수 : 시군간 2020년 이륜차 통행량 /택시 보정 후 택시 통행량

#### 아. 승용차 코드/스크린라인 통행 보정

- 목적통행 및 수송실적 보정 과정을 통해 1차적인 기종점 통행량 자료를 구축하였으나, 정확한 정보를 구득할 수 있는 철도 및 지하철 수송실적 자료 이외의 자료에서는 실제 통행량과의 양적인 차이 발생의 가능성이 존재함
- 코드/스크린 라인 보정에서는 앞서 제시되었던 총량적인 차이(특히, 승용차 수단에 대한)를 극복하기 위하여 6대 권역별로 각각 코드 라인과 스크린 라인을 설정하여 관측교통량과 기종점통행량 차이를 감소시키는 보정을 수행함

- 코드, 스크린라인 교통량 지점에서의 시군별 통과교통량 비율은 내비게이션 표본 자료를 활용하여 산출 및 적용함

#### 1) 코드라인 보정

- 승용차 코드라인 교통량과 내비게이션 자료를 이용해 시군간의 승용차 모집단matrix를 구축하고, 이를 활용해 승용차 통행량 보정 수행
  - 자료 : 2020년 코드라인 지점별 교통량,  
2020년 TCS O/D,  
2020년 지점별 내비게이션 통행 분포,  
2020년 가구통행실태조사 재차인원
- 승용차 보정계수 산출
  - 보정계수 = 승용차 모집단 matrix / 이륜차 보정 후 승용차 통행량

#### 2) 스크린라인 보정

- 2020년 지자체별 교통량 조사결과를 이용해 스크린라인 조사지점 교통량 정리
- 스크린라인은 2020년 현행화 사업과 동일하게 설정
  - 자료 : 2020년 지점별 승용차 교통량,  
2016년 지점별 내비게이션 통행 분포,  
2016년 가구통행실태조사 재차인원
- 승용차 보정계수 산출
  - 보정계수 = 승용차 모집단 matrix / 코드라인 보정 후 승용차 통행량



## 제4절 여객 O/D 구축 결과 및 분석

### 1. 전국 지역간 O/D 구축 결과

#### 가. 지역간O/D(162개 시·군 기준) 통행량(내부통행 제외)

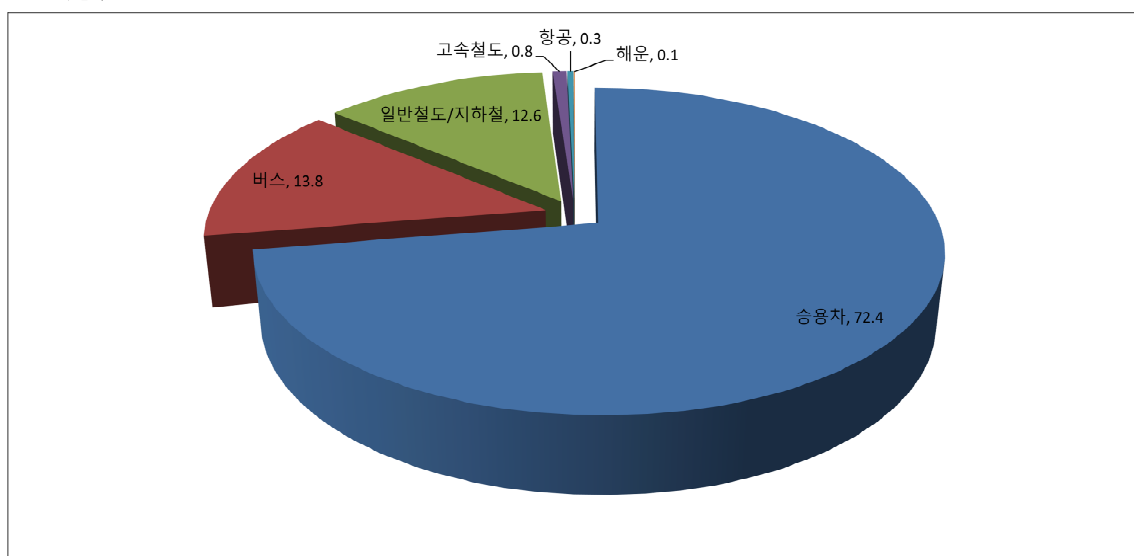
- 2020년 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 1일 총 수단통행량은 19,812천통행/일로 나타남
- 승용차 통행은 1일 14,345천통행/일로 전체 수단통행량의 72.4%, 버스는 2,741천통행/일로 13.8%, 일반철도/지하철은 2,490천통행/일로 12.6%를 분담하는 것으로 나타남

<표 1-8> 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량(2020년)

구분	승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	합계
통행/일	14,345,778	2,741,988	2,490,368	154,977	67,690	11,230	19,812,031
분담비(%)	72.4	13.8	12.6	0.8	0.3	0.1	100.0

주: 1) 버스= 시내/마을/광역버스+시외/고속버스+기타버스

2) 지하철/철도 통행량은 지하철/철도내의 환승통행량(지하철/철도 ↔ 지하철/철도 간의 환승통행)은 고려하지 않은 통행으로써, 본장의 수단통행관련 표에서 제공하는 지하철/철도 통행량은 모두 동일한 기준으로 적용됨



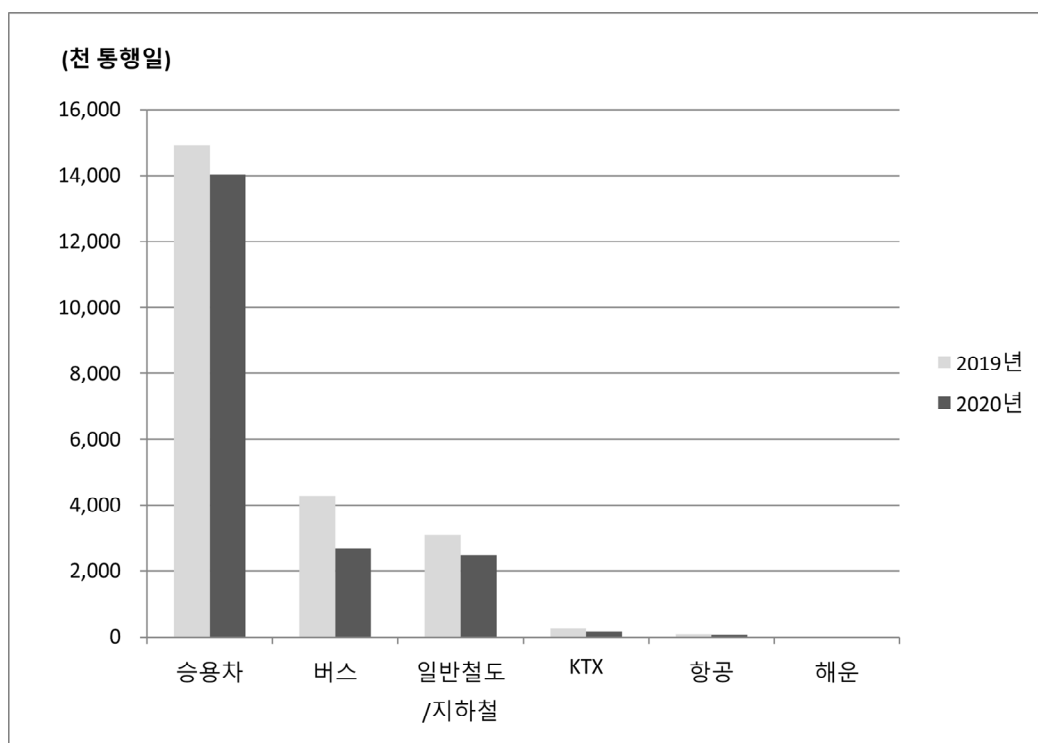
<그림 1-7> 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 분포비(2020년)

- 162개준 기준의 2020년 총 수단통행량은 2019년에 비해 2,894천통행/일 감소함
- 수단별로는 2019년 대비 가장 크게 감소한 수단은 버스로 1,552천통행/일 감소하였으며, 승용차의 경우는 588천통행/일 감소함

&lt;표 1-9&gt; 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

단위: 통행/일, %

구분	2019년		2020년		차이	
	통행량	분담비	통행량	분담비	통행량	분담비
승용차	14,934,558	65.8	14,345,778	72.4	-588,779	6.6
버스	4,294,562	18.9	2,741,988	13.8	-1,552,574	-5.1
일반철도/지하철	3,125,604	13.8	2,490,368	12.6	-635,236	-1.2
고속철도	244,026	1.1	154,977	0.8	-89,049	-0.3
항공	90,242	0.4	67,690	0.3	-22,553	-0.1
해운	17,115	0.1	11,230	0.1	-5,885	0.0
계	22,706,107	100	19,812,031	100	-2,894,076	0.0



&lt;그림 1-8&gt; 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

- 162개준 시·군간(지역간) 통행거리를 고려한 수단별 통행량을 살펴보면, 2020년의 통행·km는 826,839천통행·km로 나타남
- 도로(승용차+버스)의 경우 695,221천통행·km로 가장 높은 분담비(83.2%)를 보였으며, 그 다음 순으로 철도(일반철도/지하철+고속철도)가 114,541천통행·km로 13.7%를 차지함
- 2019년과 비교하면, 코로나 19의 영향으로 모든 수단의 통행·km가 감소하였으며, 그 중 버스가 가장 많이 감소(86,880천통행·km 감소)하는 것으로 분석됨

<표 1-10> 지역간O/D(162개 시·군 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교

구분		승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	계
2020	통행·km	568,898,488	126,322,589	77,253,141	37,288,384	25,514,336	825,311	836,102,249
	분담비(%)	68.0	15.1	9.2	4.5	3.1	0.1	100.0
2019	통행·km	585,411,426	213,203,244	101,441,043	59,312,896	34,094,651	1,492,789	994,956,049
	분담비(%)	58.8	21.4	10.2	6.0	3.4	0.2	100.0
차이	통행·km	-16,512,938	-86,880,655	-24,187,902	-22,024,512	-8,580,315	-667,478	-158,853,800
	분담비(%)	9.2	-6.3	-1.0	-1.5	-0.3	-0.1	0.0

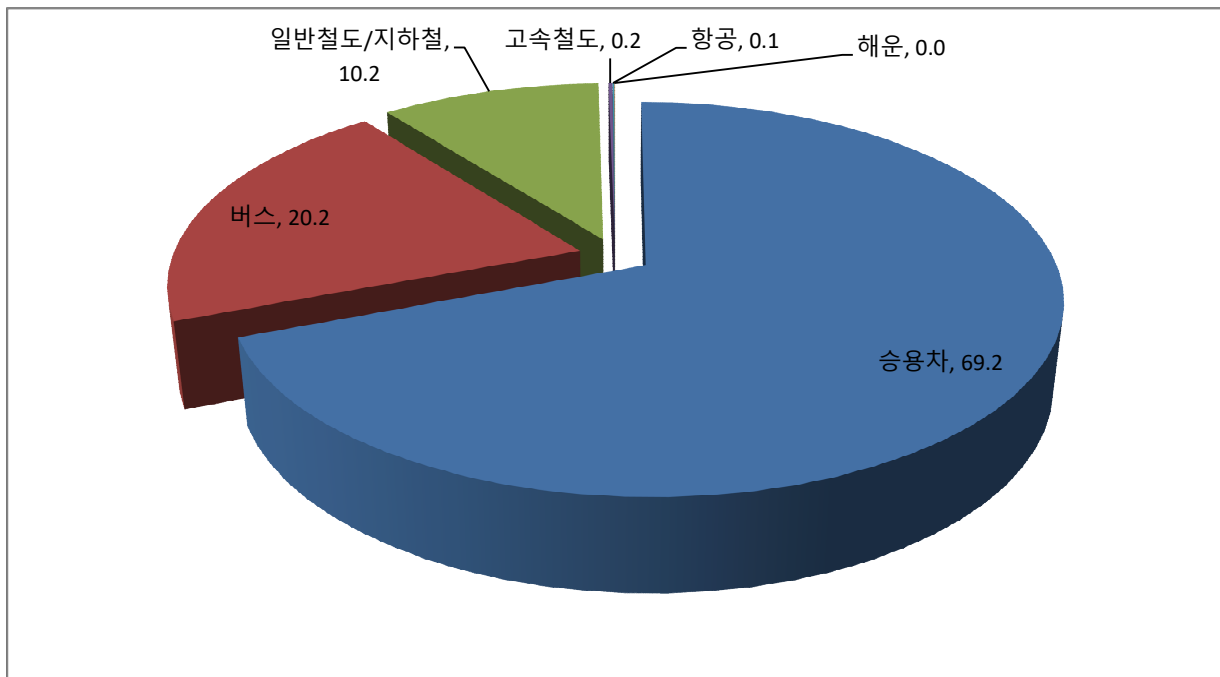
나. 지역간O/D(250개 시·군·구 기준) 통행량(내부통행 포함)

- 2020년 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 1일 총 수단 통행량은 84,719천통행/일임
- 승용차의 경우 58,657천통행/일로 총 수단통행량의 69.2%, 버스는 17,137천통행/일로 20.2%, 일반철도/지하철은 8,673천통행/일로 10.2%를 분담하는 것으로 나타남

<표 1-11> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량(2020년)

구분	승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	합계
통행/일	58,657,251	17,137,247	8,673,012	155,029	67,690	29,409	84,719,638
분담비(%)	69.2	20.2	10.2	0.2	0.1	0.0	100.0

주: 버스=시내/마을/광역버스+시외/고속버스+기타버스



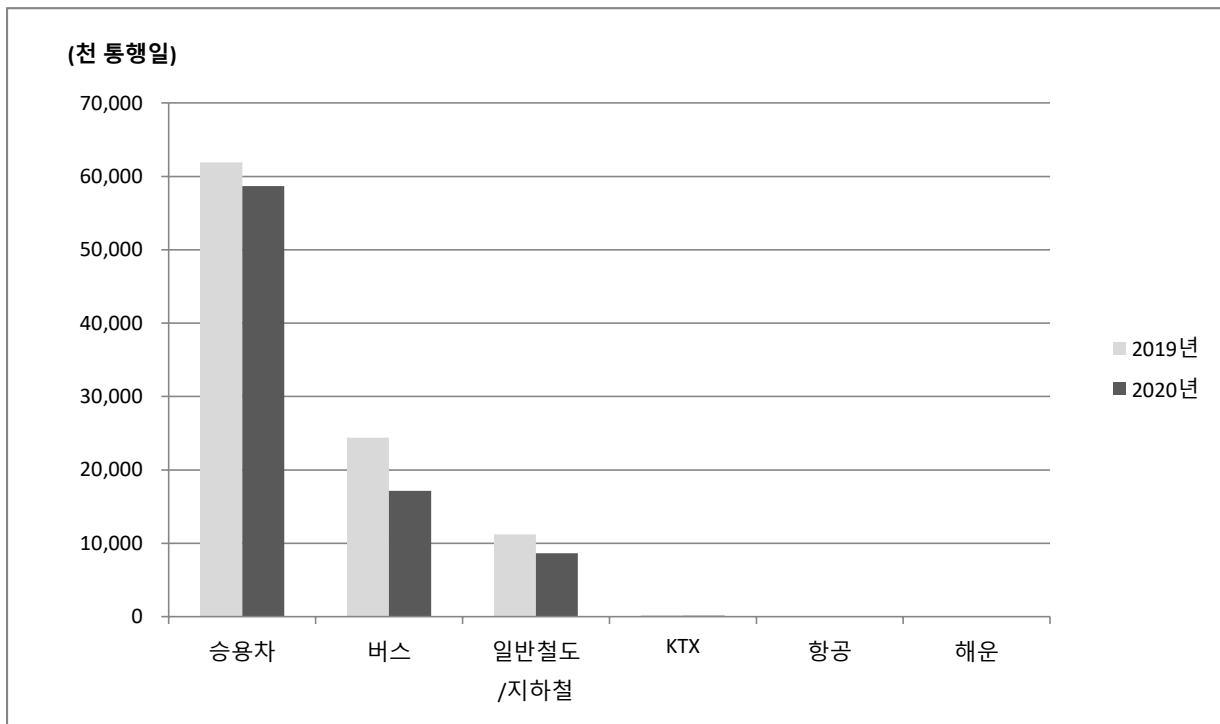
<그림 1-9> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 분포비(2020년)

- 250개준 기준의 2020년 총 수단통행량은 84,719천통행/일로 2019년에 비해 13,209천통행/일 감소하였으며, 버스가 7,278천통행/일 감소하여 가장 많이 감소하였으며, 승용차는 3,246천통행/일 감소한 것으로 나타남

<표 1-12> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

단위: 통행/일, %

구분	2019년		2020년		차이	
	통행량	분담비	통행량	분담비	통행량	분담비
승용차	61,903,465	63.2	58,657,251	69.2	-3,246,215	6.0
버스	24,415,881	24.9	17,137,247	20.2	-7,278,634	-4.7
일반철도/지하철	11,236,297	11.5	8,673,012	10.2	-2,563,285	-1.2
고속철도	244,083	0.2	155,029	0.2	-89,054	-0.1
항공	90,242	0.1	67,690	0.1	-22,553	0.0
해운	38,985	0.0	29,409	0.0	-9,576	0.0
계	97,928,955	100	84,719,638	100	-13,209,316	0.0



<그림 1-10> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 연도별 비교

- 250개준 시·군간(지역간) 통행거리를 고려한 수단별 통행량을 살펴보면, 2020년의 통행·km는 1,100,913천통행·km로 나타남
- 도로(승용차+버스)의 경우 930,237천통행·km로 가장 높은 분담비(84.5%)를 보였으며, 그 다음 순으로 철도(일반철도/지하철+고속철도)가 143,340천통행·km로 13.0%를 차지함
- 2019년과 비교하면, 코로나 19의 영향으로 모든 수단의 통행·km가 감소하였으며, 그 중 버스가 가장 많이 감소(103,584천통행·km 감소)하는 것으로 분석됨

<표 1-13> 지역간O/D(250개 시·군·구 기준)의 수단별 통행량 및 통행·km 비교

구분		승용차	버스	일반철도 /지하철	고속철도	항공	해운	계
2020	통행 · km	762, 979, 549	167, 258, 361	107, 269, 665	36, 070, 677	25, 514, 336	1, 820, 685	1, 100, 913, 273
	분담비(%)	69. 3	15. 2	9. 7	3. 3	2. 3	0. 2	100. 0
2019	통행 · km	792, 052, 192	270, 842, 388	141, 472, 634	57, 442, 517	34, 094, 651	2, 793, 037	1, 298, 697, 418
	분담비(%)	61	20. 9	10. 9	4. 4	2. 6	0. 2	100
차이	통행 · km	-29, 072, 643	-103, 584, 027	-34, 202, 969	-21, 371, 840	-8, 580, 315	-972, 352	-197, 784, 145
	분담비(%)	8. 3	-5. 7	-1. 2	-1. 1	-0. 3	0. 0	0. 0

## 2. 6대 권역 O/D 구축 결과

### 가. 6대 권역 O/D 구축 결과

- 권역별 총 통행량은 수도권, 부산울산권, 대전세종충청권, 대구광역권, 광주광역권, 제주권 순으로 높게 나타남
- 수도권은 승용차가 29.4%의 분담율을 나타내며, 철도(27.3%), 도보(21.8%), 버스(14.5%) 순으로 나타나 타 권역보다 대중교통 분담비가 높음
- 승용차는 제주권이 62.8%로 가장 높은 비율이며, 광주광역권(55.9%), 대전세종충청권(51.5%), 대구광역권(49.6%)순으로 대중교통이 발달하지 않은 지역 순으로 나타남

<표 1-14> 6대 권역 수단 통행량 및 분담비

단위:통행/일

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	합계
통행/일	수도권	21,052,087	10,369,115	19,570,466	15,573,557	4,992,131	71,557,356
	부산울산권	7,559,216	2,414,786	794,504	5,215,405	711,680	16,695,592
	대구광역권	5,026,884	958,655	336,269	2,991,540	828,170	10,141,518
	광주광역권	2,579,626	489,614	40,720	1,324,416	183,681	4,618,057
	대전세종충청권	7,991,195	1,288,660	116,507	5,390,769	723,406	15,510,538
	제주권	1,330,305	254,587	-	421,201	112,629	2,118,722
구분		승용차	버스	철도	도보	기타	합계
분담율 (%)	수도권	29.4	14.5	27.3	21.8	7.0	100
	부산울산권	45.3	14.5	4.8	31.2	4.3	100
	대구광역권	49.6	9.5	3.3	29.5	8.2	100
	광주광역권	55.9	10.6	0.9	28.7	4.0	100
	대전세종충청권	51.5	8.3	0.8	34.8	4.7	100
	제주권	62.8	12.0	0.0	19.9	5.3	100

## 나 전년도 결과와의 비교

- 2019년 대비 2020년 대도시권 총통행량은 권역별로 10%~20% 감소함
- 모든 권역에서 대중교통 수단 분담율이 감소하였고, 승용차, 도보 통행의 수단 분담율이 증가함

### 1) 수도권

- 수도권 총 수단통행량은 9%감소하여 59,444,076통행/일로 나타남
- 승용차의 분담비가 약 4% 증가하고, 버스, 철도 등 대중교통 분담비는 각각 약 4%, 약 2% 감소함

<표 1-15> 수도권 수단통행량 및 분담비 비교

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	계
통행/일	2019년	20,625,709	14,121,155	9,203,753	15,405,551	5,629,969	64,986,137
	2020년	21,052,087	10,369,115	7,457,186	15,573,557	4,992,131	59,444,076
	증가율	2%	-27%	-19%	1%	-11%	-9%
분담율(%)	2019년	31.7	21.7	14.2	23.7	8.7	100.0
	2020년	35.4	17.4	12.5	26.2	8.4	100.0

### 2) 부산울산권

- 부산울산권 총 수단통행량은 20%감소하여 16,921,876통행/일로 나타남
- 승용차의 분담비가 약 8% 증가하고, 버스, 철도 등 대중교통 분담비는 각각 약 4%, 약 1% 감소함

<표 1-16> 부산울산권 수단통행량 및 분담비 비교

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	계
통행/일	2019년	8,042,176	3,518,481	1,137,426	6,122,566	2,272,104	21,092,753
	2020년	7,785,501	2,414,786	794,504	5,215,405	711,680	16,921,876
	증가율	-3%	-31%	-30%	-15%	-69%	-20%
분담율(%)	2019년	38.1	16.7	5.4	29.0	10.8	100.0
	2020년	46.0	14.3	4.7	30.8	4.2	100.0

## 3) 대구광역권

- 대구광역권 총 수단통행량은 17%감소하여 9,717,956통행/일로 나타남
- 승용차의 분담비가 약 6% 증가하고, 버스, 철도 등 대중교통 분담비는 각각 약 3%, 약 1% 감소함

&lt;표 1-17&gt; 대구광역권 수단통행량 및 분담비 비교

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	계
통행/일	2019년	4,800,209	1,492,589	532,813	3,197,763	1,654,569	11,677,943
	2020년	4,603,322	958,655	336,269	2,991,540	828,170	9,717,956
	증가율	-4%	-36%	-37%	-6%	-50%	-17%
분담율(%)	2019년	41.1	12.8	4.6	27.4	14.2	100.0
	2020년	47.4	9.9	3.5	30.8	8.5	100.0

## 4) 광주광역권

- 광주광역권 총 수단통행량은 17%감소하여 4,341,265통행/일로 나타남
- 승용차의 분담비가 약 8% 증가하고, 버스의 분담비는 약 4% 감소함

&lt;표 1-18&gt; 광주광역권 수단통행량 및 분담비 비교

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	계
통행/일	2019년	2,346,796	782,010	60,196	1,405,334	621,688	5,216,024
	2020년	2,302,834	489,614	40,720	1,324,416	183,681	4,341,265
	증가율	-2%	-37%	-32%	-6%	-70%	-17%
분담율(%)	2019년	45.0	15.0	1.2	26.9	11.9	100.0
	2020년	53.0	11.3	0.9	30.5	4.2	100.0

## 5) 대전세종충청권

- 대구광역권 총 수단통행량은 14%감소하여 14,727,815통행/일로 나타남
- 승용차의 분담비가 약 6% 증가하고, 버스의 분담비는 약 3% 감소함



&lt;표 1-19&gt; 대전세종충청권 수단통행량 및 분담비 비교

구분		승용차	버스	철도	도보	기타	계
통행/일	2019년	7,263,026	1,912,802	166,022	5,721,086	2,032,256	17,095,192
	2020년	7,208,473	1,288,660	116,507	5,390,769	723,406	14,727,815
	증가율	-1%	-33%	-30%	-6%	-64%	-14%
분담율(%)	2019년	42.5	11.2	1.0	33.5	11.9	100.0
	2020년	48.9	8.7	0.8	36.6	4.9	100.0

## 제2장 빅데이터를 활용한 O/D 전수화 방안 수립

---

제1절 연구의 개요

제2절 통신자료를 활용한 KODB O/D 전수화 방안

제3절 결론 및 한계점



## 제2장 빅데이터를 활용한 O/D 전수화 방안 수립

### 제1절 연구의 개요

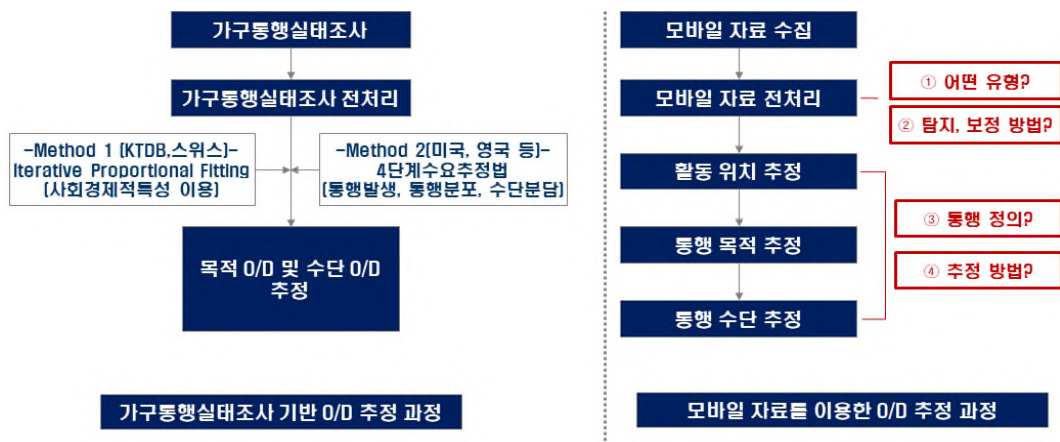
#### 1. 연구의 배경 및 목적

- 코로나19 확산으로 인한 비대면 조사 필요성의 증대로 향후 대면 기반 조사 중 일부 조사는 빅데이터 기반 방식으로 단계적, 장기적인 전환이 필요
  - 특히, 특정 장소에서 불특정 다수 대상의 임의 조사가 필요한 휴게소 면접조사, 고속도로 출구조사, 시설물 방문 조사 등은 빅데이터 기반 DB 구축방식으로 전환 시급
- 정보통신기술 발달에 따라 개인별 통행을 정확하게 파악할 수 있는 다양한 빅데이터가 수집되고 있으며, 특히 통신데이터는 개인별 위치정보를 수집하여 통행파악 가능
- 기존 국가교통조사 기반 여객 OD는 모든 국민의 통행특성을 반영하기에 한계가 있으며, 교통 빅데이터를 기반으로 한 기존 OD 구축체계의 보완대체가 필요
  - 기존의 OD조사방식은 표본수가 적다는 한계점이 있으며, 국민의 대부분이 사용하는 휴대폰 단말기를 통해 수집되는 모바일 데이터를 활용하여 개인별 위치정보 파악 및 OD 추정을 수행할 필요 있음
- 국민의 90%이상이 보유하고, 매일 준 실시간으로 수집되는 모바일 단말기 기반 데이터를 바탕으로 여객 O/D를 추정할 필요성이 높아지고 있음
  - 가구통행실태조사의 한계점 중 하나인 적은 표본을 극복할 수 있는 방안
  - 현재 통신자료에서의 Pingpong 에러 등 기지국 수신 보정기술의 발전과 이동/체류 통행 구분 추출기술 발전으로 점차 통신자료 가공기술이 발달하고 있음
  - 개인별 시공간 이동경로와 실제 통행정보를 활용한 빅데이터 기반 O/D 추정 방안의 가능성이 높아지고 있음
- 따라서, 내년도 전수화에 앞서 최근 활발히 사용되는 통신자료를 이용하는 방안을 강구하고자 함
  - 지난해에 연구된 통신자료 OD 구축 알고리즘을 기반으로 통신자료의 O/D 전수화 방안 마련

## 2. 기존연구 고찰

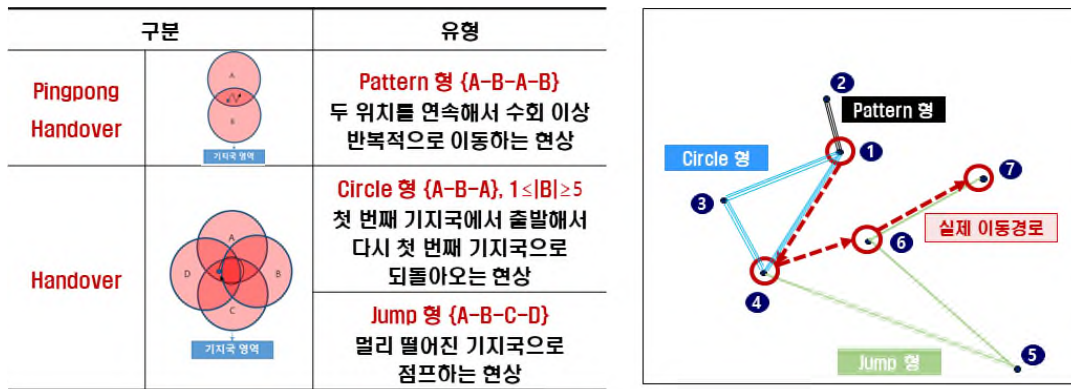
### 가. 통신자료 등 빅데이터 기반 여객 OD 추정 방안 연구

- 모바일 통신 기지국으로부터 수신된 시간과 공간정보를 이용하여 지역단위(읍면동)로 O/D를 추정함
- 기지국 수신에 의한 오차 등 모바일 데이터가 내포한 오류를 보정하고, O/D를 추정하기 위해 단계적인 데이터 분석을 수행함



<그림 2-1> 모바일 데이터와 가구통행실태조사 기반 O/D 추정 과정 비교

- 모바일 데이터 전처리, 활동위치 및 유형추정
- 모바일 데이터는 기지국에서 모바일 신호를 감지하여 기록된 자료로 다수의 기지국에 반복적으로 연결되는 Pingpong Handover 현상 등이 발생하며 모바일 데이터 전처리를 통해 이러한 오류를 보정함



&lt;그림 2-2&gt; Handover 유형

- GPS, 모바일 데이터, 대중교통카드와 같은 이동계적에서는 활동 위치를 파악하기 어렵기 때문에 가구통행실태조사와 달리 OD를 직접적으로 추정할 수 없으며, 지난 연구에서 이를 해결하기 위해 활용된 Point Based 접근법을 개선하여 활용

&lt;표 2-1&gt; 주체류지역 및 잠재체류지역 구분

구분	야간 주체류지역 (거주지)	주간 주체류지역		잠재체류지역	
		회사	학교	정기	비정기
연령	-	20세 이상	8세~25세	Pass by와 주상체류지역을 제외한 지역	
토지이용	주거시설	-	학교시설		
체류 시작시간/체류 종료시간	오전 12시 ~ 오전 6시	오전 9시~오후 12시 or 오후 1시~오후 7시			
체류시간	3시간 이상	3시간 이상			
방문빈도	주 3회 이상	주 3회 이상		주 3회 이상	주 3회 미만

자료 : 김주영 외(2019), 「빅데이터 기반 교통수요 예측의 신뢰도 제고 연구(2차년도)」, p. 114.

#### ○ 통행목적 O/D 추정

- 거주지, 회사 및 학교로 정의된 활동 위치 간 이동하는 통행에 대해 크게 가정기반 통행과 비가정기반 통행으로 구분하여 통행목적을 추정함

&lt;표 2-2&gt; 통행목적 구분

구분	내용
가정기반 통근통학통행	거주지 ↔ 회사/학교 통행
가정기반 기타통행	거주지 ↔ 기타 통행
비가정기반 통행	회사/학교 → 기타 통행 기타 → 기타 통행 기타 → 회사/학교 통행

#### 나 활동위치 유형 및 OD 추정결과 검증을 위한 패널조사 수행

- 개발된 여객 OD 도출 및 전수화 방법의 검증을 위하여 패널조사 기반 통행다이어리 조사를 수행함
  - 컨슈머인사이트 등 패널조사 업체를 통해 조사 참여자로부터 정보제공에 동의받은 모바일 단말기를 기반으로 GPS 기반 이동 데이터를 수집하고 상세한 이동경로 및 이동목적을 조사함
- 조사를 통해 수집된 자료를 활용하여 추정된 집, 회사/학교 위치와 실제 집, 회사/학교 위치를 비교함
  - 모바일 기지국 데이터를 통해 추정한 집 위치와 통행다이어리 조사자료의 실제 집 위치 비교결과 1,500m 범위에서 93.3%의 일치율을 나타냄
  - 회사/학교의 경우 1,500m 범위에서 80.3%의 일치율을 나타냈으며, 전체 조사인구 중 직장인/학생 유무 식별율(Accuracy)은 89.4%를 나타냄
  - 또한, 통신자료 기반 OD는 실측값인 통행다이어리 조사자료 기반의 OD와 전체 통행목적에 대해 9.2%의 차이를 나타내어 유사한 값을 보이는 것으로 판단됨
  - 추정된 O/D와 패널조사를 통해 도출된 경로/목적 데이터를 상호 비교하여 O/D 추정방법과 산출된 O/D의 정확성을 검증함에 의의가 있음

## 제2절 통신자료를 활용한 KTDB O/D 전수화 방안

- 통신자료를 활용한 KTDB O/D 전수화 방안은 현재 배포되고 있는 KTDB의 광역권 OD와 지역간 OD로 구분하여 제시하고자함
- 이는 현재 배포되는 광역권과 지역간 OD에서 구축하는 교통수단이 차이가 있으며, 구축되는 공간적 범위에 따라 통신자료의 정확도도 차이가 나기 때문임

### 1. 광역권 O/D 전수화

#### 가. 광역권 O/D개요

- 광역권 O/D 전수화는 지역 간 전수화와 달리 고려해야 할 교통수단이 매우 다양하며 교통존 체계가 더 세밀함(읍면동 단위)
  - 도보/자전거/승용차/택시/전세버스/시내마을광역버스/시외고속버스/도시철도/일반고속철도/기타(수도권은 버스-지하철 추가)
  - 수단선택모형 구분 : 승용차/시내마을광역버스/도시철도/기타
- 하루 중 목적사슬(출근→업무→귀가→쇼핑→귀가)이 빈번하고 복잡하며, 이를 고려하여 전수화를 수행해야 하는 어려움 존재
  - 통행목적 : 출근/등교/쇼핑/학원/업무/여가/기타/귀가
  - 통행발생모형 구분
    - 가정기반 : 가정기반출퇴근/등하교/학원/쇼핑/기타
    - 비가정기반 : 비가정기반업무/쇼핑/기타
- 지역간 O/D와는 달리 소존별(읍면동 단위)로 O/D를 구축하므로 조사 자료의 제로셀이 많이 존재함

#### 나. 전수화 방안

- 본 연구에서는 광역권O/D의 전수화 방안을 3가지로 제시하여 검토함
- 통신 O/D가 목적 O/D 까지만 구축이 가능하다는 전제로 O/D 전수화 방안 검토
- 통신자료 목적 O/D : 가정기반 출퇴근/가정기반 등하교/가정기반 기타/비가정기반기타

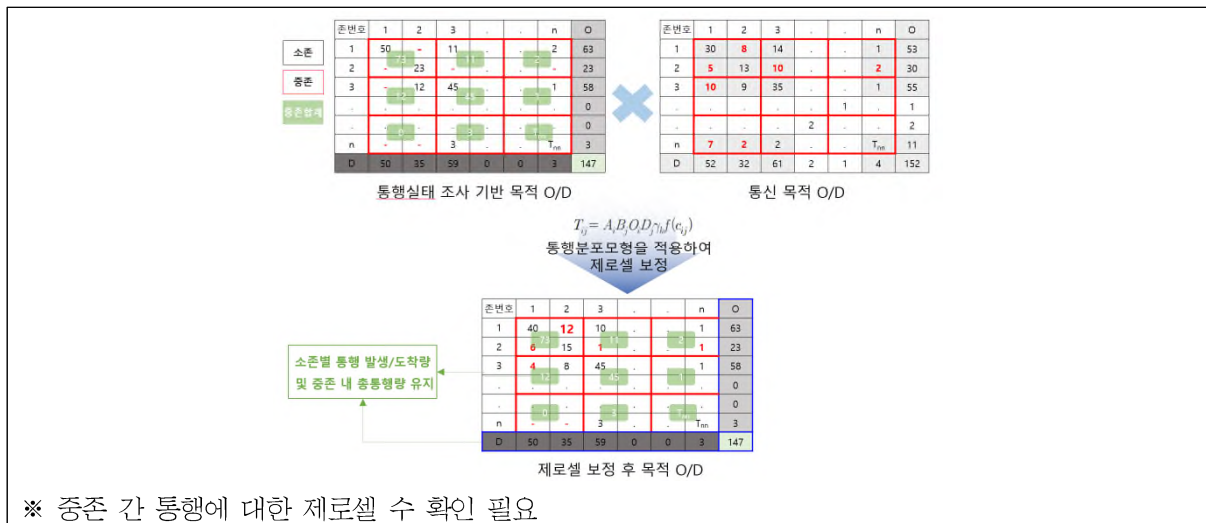


&lt;표 2-3&gt; 통신자료 기반 광역권 O/D 전수화 방안

구분	전수화 방안	통신O/D 활용범위
1안	제로셀보정 활용 방안	통행조사자료 기반 OD의 제로셀 보정에만 활용
2안	목적 통행분포(O/D) 구축에의 활용 방안	목적 O/D 구축에 통행조사자료와 통신 O/D 활용
3안	수단 통행분포(OD) 구축에의 활용 방안	목적 O/D 구축에 통신 O/D만 활용

## 1) 제로셀 보정 활용방안(1안)

- 광역권O/D의 제로셀을 통신자료를 활용하여 보정하는 방안을 제시하여 총 3단계를 통하여 보정함
- 1단계: 먼저 개인통행조사, 여객교통시설물조사, 전세버스 조사 등 여러조사자료를 활용하여 목적 및 수단O/D를 전수화 수행
  - 조사자료를 활용하여 목적 및 수단 구분을 세분화하여 O/D를 구축
- 2단계: 교통카드 및 수단별 수송실적자료를 바탕으로 수단 O/D를 보정함
  - 구축된 수단O/D를 수송실적을 활용하여 실적치가 반영된 수치로 추가 보정
  - 보정되어 구축된 O/D를 바탕으로 목적별 통행분포 및 수단선택모형을 수립
- 3단계: 구축된 목적 및 수단 O/D에 대하여 제로셀 보정 수행
  - 2단계에서 구축된 통행분포 및 수단선택모형을 활용하여 제로셀 보정
  - 통신 O/D를 constraint matrix로 활용하여 총량을 제약
  - 소존 별 발생·도착량, 종존 내부 총 통행량 보존하에 제로셀 보정



### <그림 2-3> 통신자료를 활용한 광역권 O/D 제로셀 보정 방안

- 통신자료를 활용한 광역권O/D의 제로셀 보정방안은 조사자료를 그대로 활용하기 때문에 통행사슬이 유지되나 조사자료가 있는 셀에 전수와 기중치가 높게 부여될 우려가 있음
- 통신자료O/D와 KTDB O/D의 수도권과 광주광역권의 제로셀을 살펴본 결과 통신자료O/D의 제로셀이 현저히 적게 산출됨
  - 전국 약 1%표본에 대하여 수행되는 전국 여객통행조사의 한계점으로 다수의 제로셀이 발생함

### <표 2-4> 통신자료 및 KTDB O/D 의 제로셀 비교

구분	모바일 자료			KTDB		
	전체 셀 수	제로셀 수	비율	전체 셀 수	제로셀 수	비율
수도권	1, 288, 225	240, 772	19%	1, 288, 225	721, 512	56%
광주광역시	29, 241	2, 757	9%	29, 241	17, 660	60%

### 2) 목적O/D 구축에의 활용방안(2안)

- 광역권 목적O/D를 통신자료를 활용하여 구축하는 방안은 통행실태조사를 이용하여 전수화 O/D를 구축하고 이후 이를 바탕으로 통신자료의 목적별 통행분포를 적용하여 산출함
- 목적O/D 구축은 1, 2단계에서 수행되며 이를 바탕으로 목적별 수단O/D로 구축하는 단계는 3, 4, 5단계에서 수행됨

- 1단계: 통행실태 조사자료를 전수화하여 O/D 및 통행 발생/도착량을 산출
  - 조사자료를 활용하여 목적 및 수단 구분을 세분화하여 O/D를 구축
- 2단계: 통신자료 O/D의 목적별 통행분포를 활용하여 목적별 O/D산출
  - 1단계에서 산출한 통행 발생/도착량을 통신자료 O/D의 목적별 통행분포를 적용하여 1차 목적O/D를 구축
- 3단계: 통행실태조사자료를 활용하여 수단선택모형 정산 및 구축
- 4단계: 1차 목적O/D에 앞서 구축한 수단선택모형을 적용하여 목적별 수단O/D구축
- 5단계: 통행량 실적자료가 있는 수단에 대해서 실적치 보정 수행

## ① 통행실태 조사자료를 전수화 하여 O/D 및 통행 발생/도착량 산출



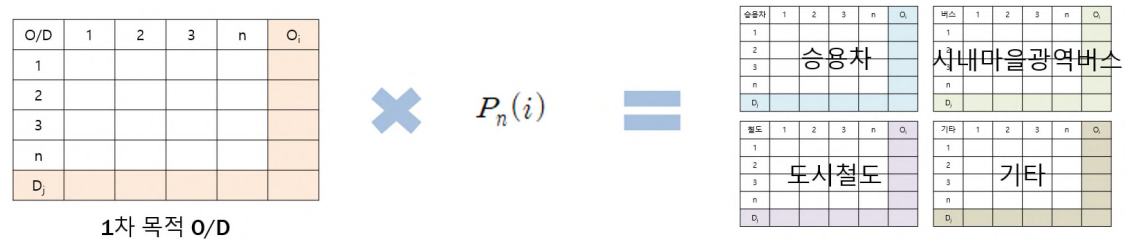
## ② 통신자료 O/D의 목적 별 통행분포를 활용하여 목적 별 O/D 산출



## ③ 통행실태조사 자료를 활용한 수단선택 모형 산정

$$P_n(i) = \frac{e^{V_i}}{\sum_{j \in C_n} e^{V_j}}$$

## ④ 수단O/D 산출



## ⑤ 수송실적 보정(도시철도 예시)

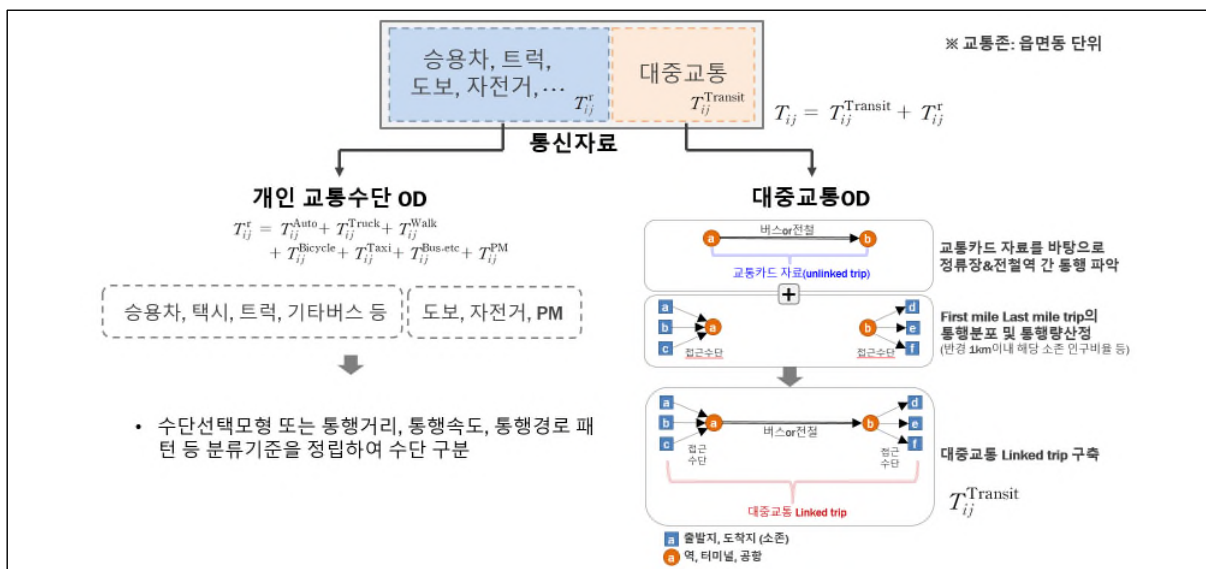


&lt;그림 2-4&gt; 통신자료를 활용한 광역권 목적O/D 구축 방안

- 실제 관측된 통신자료O/D 분포를 활용하기 때문에 기존 KTDB O/D보다 제로셀 개수가 낮은 장점이 존재하나 수단O/D 구축 시 정교한 수단선택 모형이 필요함

### 3) 수단O/D 구축에의 활용방안(3안)

- 통신자료를 활용한 광역권 수단O/D 구축방법은 모집단인 통신자료O/D를 바탕으로 수단 O/D를 구분하는 Top-down 방식임
- 통신자료 O/D를 바탕으로 개인교통수단/대중교통수단으로 구분하고 이후 개인교통수단은 수단선택 모형 또는 분류 알고리즘을 활용하여 산출함
- 1단계: 통신자료 기반 목적 OD 구축
  - 통신자료를 활용하여 목적 O/D 구축
- 2단계: 교통카드 등 수단별 수송실적 자료를 활용하여 대중교통 수단 분리
  - 1단계 구축된 목적 O/D를 수송실적을 활용하여 분리
  - 대중교통수단 분리된 개인교통수단 O/D 산출
- 3단계: 수단선택모형 등을 활용한 수단별 OD 구축
  - 통행실태조사 자료를 활용한 수단선택모형 구축 또는 통행거리, 통행속도, 통행경로 패턴 등 수단 분류기준을 정립하여 수단 구분
  - 개인교통수단을 분류는 김주영 외(2019)<sup>3)</sup>의 비균집통행 알고리즘을 참고하여 수단을 구분하는 방안을 고려해 볼 수 있음



<그림 2-5> 통신자료를 활용한 광역권 수단O/D 구축 방안

3) 김주영 외(2019), 빅데이터 기반 교통수요 예측의 신뢰도 제고 연구(2차년도), 한국교통연구원



자료: 김주영 외(2019), 빅데이터 기반 교통수요 예측의 신뢰도 제고 연구(2차년도), 한국교통연구원

<그림 2-6> 개인교통(비군집통행)수단 구분 알고리즘(김주영 외, 2019)

- 광역권 대중교통 O/D는 교통카드 자료를 바탕으로 통신자료 O/D에서 분류함
  - 통신자료는 linked trip O/D이므로 대중교통 통행을 linked trip으로 구축하여 분류하여야 함
  - 교통카드는 정류장 또는 전철역 간 통행이 기록되어 있으므로 first mile과 last mile을 추정하여 대중교통 linked trip을 구축
- 실제 관측된 통신자료O/D 분포를 활용하기 때문에 기존 KTDB O/D보다 제로셀 개수가 낮은 장점이 존재하나 대중교통 분류 시 교통카드가 없는 지역에 적용이 어려움이 존재함
- 또한 정교한 수단선택모형이 필요하며 개인교통 수단 구분 알고리즘 적용에 있어 통행거리, 통행시간 등 분류기준을 정립하는 방안이 추가로 요구됨

## 2. 지역 간 O/D 전수화

- 지역 간 O/D 전수화 시 통신자료, 개인통행조사, 내비게이션자료 등 여러 가지 자료를 바탕으로 전수화를 수행함
- 개인통행실태조사(전수화자료)자료의 승용차 통행분포에 대하여 내비게이션과 통신자료를 활용하여 제로셀 보완 수행
- 제로셀 보정 방안은 광역권O/D의 제로셀 보정방안(1안)과 동일

<표 2-5> 지역 간 O/D 전수화 활용자료

구분		모집단	필요자료	활용자료
승용차	고속도로	고속도로 TCS 실적 (O/D)	통행목적 /접근지분포	개인통행조사
	기타도로	시군별유출입통행량 (O, D)	통행목적	개인통행조사
			O/D 분포 / 시군별통과교통비율	내비게이션 & 통신자료
시외/고속버스		터미널 수송실적 (O/D)	통행목적/접근지 /접근수단	여객교통시설물(역, 터미널) 이용실태 조사
일반철도/고속철도		역간 수송실적 (O/D)		
항공/해운		터미널 수송실적 (O/D)		
기타버스	통근통학	통계청 통근학조사(O)	통행목적/OD 분포	전세버스 조사
	여가/기타	전세버스 조합실적 (O)		

### 제3절 결론 및 한계점

#### 1. 결론

- 본 연구는 기존 전수화 방법의 한계점을 극복하기 위해 통신자료를 이용한 O/D전수화 방안을 제시하였음
  - 기존 연구에서는 통신자료O/D를 구축하기 위해 통신자료의 전처리, 활동위치 및 유형, 통행목적 등을 추정하는 알고리즘이 개발되었음
  - 통신자료O/D가 목적O/D까지 구축이 가능하다는 전제로 O/D전수화 방안 제시
- 기존 전수화 시 발생하는 한계점 중 하나인 다수의 제로셀 발생 문제를 통신자료를 이용하여 한계점을 극복하고자 하였음
  - 통신자료O/D를 constraint matrix로 활용하여 총량을 제약하고 기존 전수화 방법에서 구축된 통행분포 및 수단선택모형을 활용하여 제로셀 보정
  - 광역권O/D 및 지역간O/D 구축 시 제로셀 보정 방안으로 고려 가능하며 지역간O/D의 제로셀 보정 시 내비게이션 자료를 추가 활용하여 보완 수행 가능
- 목적O/D 구축은 통신자료O/D의 목적별 통행분포를 적용하기 때문에 제로셀의 개수가 기존 전수화방법 보다 낮음
  - 통신자료 기반 목적O/D구축은 기존 전수화 방법으로 O/D구축 후 통행/발생량을 산출하고 통신자료의 목적별 통행분포를 적용하여 목적O/D구축
- 수단O/D 구축은 모집단인 통신자료O/D를 바탕으로 수단O/D를 구분하는 Top-down 방식으로 현실 통행량 총량의 신뢰도가 높을 것으로 판단됨
  - 교통카드를 바탕으로 구축된 linked trip을 통신자료O/D에서 제외한 값은 실측 개인교통량이며 수단O/D또한 제로셀 개수가 낮을 것으로 예상됨



## 2. 한계점

- 통신자료O/D의 분포를 활용하기 때문에 제로셀 개수가 KTDB O/D보다 낮은 장점이 있으나 수단선택모형을 활용한 수단O/D 구축 시 정교한 수단선택 모형이 필요함
- 통신자료O/D를 바탕으로 수단O/D를 구분할 시 정교한 수단선택모형 또는 분류 알고리즘이 요구되며 이와 관련된 다양한 교통자료가 필요할 것으로 판단됨
  - 교통카드를 바탕으로 대중교통 통행량은 분류가 가능할 것이나 교통카드를 사용하지 않는 지역에 대해서는 다른 분류 방안이 고려됨
  - 통신자료O/D 구축 단계에서 군집/비군집에 의한 통행을 분류하여 O/D를 구축하는 방안이 고려됨
  - 개인통행량에는 승용차를 비롯한 택시, 자전거, PM, 도보, 트럭 등 다양한 수단이 혼재해 있기 때문에 이를 분류하는 정교한 알고리즘 개발이 필요하며 이와 관련된 교통자료가 필요할 것으로 보임
- 본 연구는 OD 전수화에 앞서 통신자료를 활용한 OD 구축 방안을 개략적으로 제시한 것으로써 내년 전수화 사업에서 보다 실증적 연구 수행을 통하여 OD 구축을 수행할 필요가 있음

## 제3장 교통분석용 네트워크 구축

---

제1절 과업의 개요

제2절 기초자료 수집

제3절 교통망 GIS DB 구축

제4절 교통분석용 네트워크 구축



## 제3장 교통분석용 네트워크 구축

### 제1절 과업의 개요

#### 1. 과업의 배경 및 목적

- 교통분석용 네트워크는 기존점 통행량과 함께 각종 교통계획의 효과적인 수립, 시행, 평가를 위한 기초자료임
  - 교통SOC 투자평가지 교통수요 예측을 위한 기초자료로 활용되고 있음
- 정확한 교통수요 예측을 위해서는 현실적인 교통체계가 반영된 교통분석용 네트워크를 필요로 함
  - 교통수요 예측의 신뢰성 제고를 위해 매년 변화된 교통시설을 반영한 GIS 기반 교통망 DB를 활용하여 현실성 있는 교통분석용 네트워크를 구축함
- 교통분석용 네트워크의 활용성 및 중요성이 증대되고 있어 보다 정확하고 활용도 높은 자료 구축이 요구되고 있음
  - 신뢰성 있는 교통분석용 네트워크를 구축하기 위해 Big Data 등의 첨단자료를 활용할 필요성이 제기되고 있음
  - 다양한 교통정보와 연계하여 교통수요 예측의 신뢰성을 제고할 수 있는 자료 구축이 요구되고 있음
- 내비게이션 자료와 대중교통 운행정보 등을 이용하여 GIS 기반 교통망 DB 및 교통분석용 네트워크를 보완갱신 함으로써 결과의 신뢰도 및 활용성을 높이하고자 함
  - 첨단자료를 이용하여 정확성을 제고하고, 다양한 교통정보와 연계할 수 있는 교통네트워크를 구축하고자 함

## 2. 과업의 범위 및 내용

### 가. 과업의 범위

- 공간적 범위 : 전국 및 6대 권역(수도권, 부산울산권, 대구광역시권, 광주광역시권, 대전세종충청권, 제주권)
- 시간적 범위 : 2020년(기준연도)



<그림 3-1> 대도시권 교통분석용 네트워크 구축 범위

### 나. 과업의 내용

- 교통분석용 네트워크 구축을 위한 관련 자료 수집 및 분석
  - 준공 도로 내역 및 철도 운행정보 자료 수집
  - 내비게이션 수치지도를 이용하여 구축된 GIS 기반 도로망 DB 구조 및 속성 정보 분석

- 교통분석용 네트워크 구축 방법론 수립
  - GIS 기반 교통망 DB를 이용한 도로 교통분석용 네트워크 구축 방안 수립
  - 철도 시설 위치 및 노선 구축 방안, 표준속도 및 배차간격 등의 속성 구축 방안 수립
- GIS 기반 도로 및 철도망 DB 구축 및 검증
  - 내비게이션 수치지도를 이용한 GIS 기반 도로망 DB 구축 및 결과검증
  - 철도 시설 및 노선 정보를 반영한 GIS 기반 철도망 DB 구축 및 결과검증
- 교통분석용 네트워크 구축 및 검증
  - GIS 기반 교통망 DB를 이용한 교통분석용 네트워크 구축 및 결과검증
  - 도로 통행비용함수 및 유료도로 가중치 갱신

&lt;표 3-1&gt; 교통분석용 네트워크 구축 내용

구분		구축 내용
도로	노드	X/Y 좌표, 행정구역정보
	링크	도로등급, 연장, 차선수, 초기속도, 용량, 통행비용함수
철도	노드	X/Y 좌표, 역 명칭 및 유형, 행정구역정보
	링크	연장, 열차구분(일반/고속/지하철), 노선명, 차선(복선/단선 등)수, 링크평균속도, 통행비용함수
	노선	열차종, 노선명, 시점/종점, 기종점간 평균속도, 배차간격 등

## 제2절 기초자료 수집

### 1. 자료수집 대상

- 도로 및 철도 교통 분석용 네트워크 구축을 위해 다음과 같은 기초자료 수집이 이루어짐
  - 도로는 기준연도 GIS DB 및 네트워크 구축을 위한 기초 자료인 내비게이션 수치지도와 준공도로 내역, ITS 표준노드링크 정보 등을 수집함
  - 철도는 기준연도 노선도 및 국토교통부 철도거리표 고시문, 노선별 운행 시각표 자료를 수집함
  - 교통분석용 네트워크의 행정구역 코드 구축을 위해 통계청 통계지리정보서비스에서 제공하는 센서스용 행정구역경계 자료를 수집함

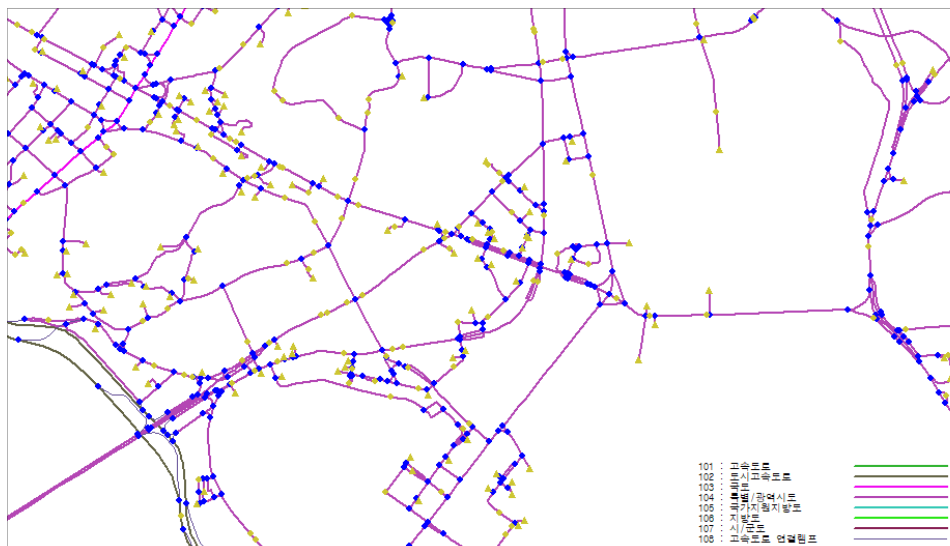
<표 3-2> 기초자료 수집 목록

구분		기초자료 목록	수집처
도로	기준연도	내비게이션 수치지도	현대엠엔소프트
		준공도로 현황 정보	한국도로공사, 국토관리청, 지자체 기관
		ITS 표준노드링크	ITS 표준노드링크 관리시스템 ( <a href="http://nodelink.its.go.kr">http://nodelink.its.go.kr</a> )
	장래연도	장래 교통시설계획 정보	한국도로공사, 국토관리청, 지자체 기관
철도	기준연도	철도 노선도 및 시각표	한국철도공사 및 권역별 도시철도공사
		철도거리표 고시문	국토교통부 홈페이지
	장래연도	장래 교통시설계획 정보	한국철도시설공단 및 지자체 기관
행정경계		통계청 센서스용 행정구역경계	통계청 통계지리정보서비스 ( <a href="https://sgis.kostat.go.kr">https://sgis.kostat.go.kr</a> )

## 2. 자료수집 현황

### 가. 내비게이션 수치지도

- 도로망 네트워크 구축을 위한 기초자료인 내비게이션 수치지도는 현대엠엔소프트의 6Level 도로 수치지도 자료를 구매하여 활용함
- 내비게이션 수치지도는 도로망의 상세도에 따라 Level 5와 Level 6 으로 구분되며, 연도별 관리와 유지보수를 위해 노드와 링크의 형상 및 속성에 대해 전년도 데이터와 연속성을 갖도록 함
- 2021년 1월 초 기준의 내비게이션 수치지도를 수집하여 시점 차에 의해 누락된 구간을 보완하고 21년 개통자료가 포함된 도로를 검토하여 수정함



<그림 3-2> 내비게이션 수치지도 예시

### 나. 준공 도로 내역

- 내비게이션 수치지도 중 시점 차에 의해 누락된 구간이 있어 이를 보완하기 위하여 각 도로 관리 주체별 준공도로 현황 자료를 수집함
  - 특별/광역시 및 9개 도청, 한국도로공사, 국토교통부 지방 국토관리청에서 파악된 해당년도에 준공된 도로에 대한 정보 수집
  - 도로명칭(공사명), 도로번호, 시점, 종점, 구간거리, 차선수, 최고 제한속도, 준공일, 개통일 등에 대한 정보 수집



- 수집기관별 준공 도로망 자료수집 현황은 다음과 같음

<표 3-3> 수집기관별 준공 도로망 자료수집 현황(2020년)

구분		수집건수(개)
한국도로공사		1
특별광역시	서울	1
	부산	3
	대구	5
	인천	2
	광주	1
	대전	1
	울산	5
	세종	8
도	강원도	14
	경기도	59
	충청북도	7
	충청남도	30
	전라북도	16
	전라남도	0
	경상북도	11
	경상남도	20
	제주도	9
국토부지방국토청	서울청	3
	원주청	0
	대전청	0
	익산청	1
	부산청	7
계		204

#### 다. 준공 철도 내역

- 철도 노선도 및 철도거리표 변경 고시문 자료로 신규 개통 정보 및 역 위치, 역간거리 정보 등을 참조함
- 관련 자료 검토 및 신규 철도 개통 정보 검색을 통해 수집한 2020년 기준연도 개통 내역(7건)은 다음과 같음

&lt;표 3-4&gt; 기준연도 철도 개통 내역(2020년)

사업명	연장(km)	개통일
강릉 삼각선(남강릉-안인)	1.9	2020.03.02
동해선 부산원동역	-	2020.03.28
경의선 문산-임진강 전철화 (운천역 제외)	6.0	2020.03.28
서울 지하철 5호선(하남선) 연장(상일동-하남풍산) (강일역 20년 정차 제외)	4.4	2020.08.08
수인선 한대앞-수원	18.9	2020.09.12
장항선 익산-대야 복선전철화	15.1	2020.12.10
인천도시철도 1호선 송도연장 (송도달빛축제공원역)	0.8	2020.12.12

### 제3절 교통망 GIS DB 구축

#### 1. 도로망 GIS DB 구축

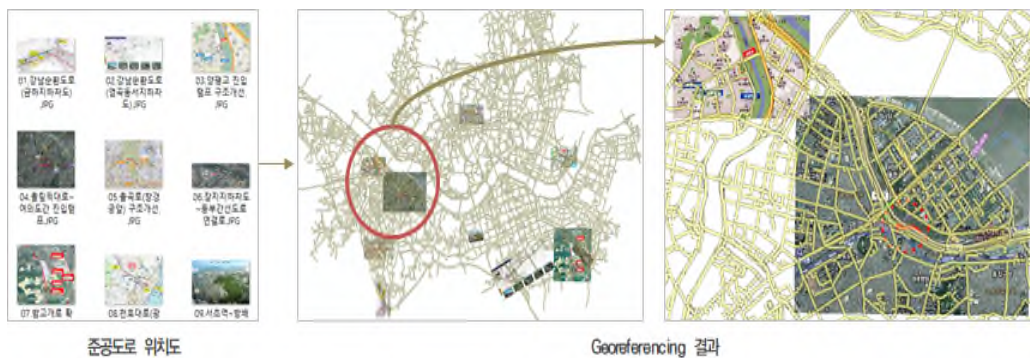
##### 가. 도로망 GIS DB 구축 방법

- 전연도 사업의 GIS DB를 기반으로 2021년 사업(각 기관 및 지자체에서 수집된 기준연도 준공도로 사업, 현대 내비게이션 지도 및 표준노드링크 갱신대상)의 신규 형상 및 속성 등을 Map Data에 갱신함
- 1차 검수 (기 구축 도로망 GIS DB 오류검수)
  - 기 구축 GIS DB의 무결성 검증을 위해 오류 검수를 수행
- 갱신대상 리스트 작성
  - 수집된 준공도로 리스트를 기반으로 실제 갱신대상에 해당하는 리스트 검토
  - ITS 표준노드링크 개통 정보가 포함된 구축 업데이트 내역서 및 준공도로 보도자료 등을 참고하여 누락된 자료가 있는지 검토

<표 3-5> 준공도로 리스트 검토기준

거리	300M 이하 제외
등급	소로, 군도, 리도, 농어촌도로 제외
개통일	2020. 01. 01. ~ 2020. 12. 31.

- 준공도로 위치도 Georeferencing
  - 내비게이션 수치지도에서 갱신대상 도로를 추출하기 위해 준공도로 위치도면에 좌표 부여



<그림 3-3> 준공도로 위치도 Georeferencing

- 갱신대상 정위치/구조화 편집
  - 갱신대상 객체를 참조하여 기 구축 GIS DB에 보완갱신
  - 갱신대상 객체로 인해 변경되는 인접 네트워크 확인

#### 나. 도로망 GIS DB 구성

- 2020년 기준 도로망 GIS DB는 2019년 기준 도로망 GIS DB와 일관성을 유지하기 위해 노드와 링크의 구조와 속성을 유지함
  - 일관성 유지는 교통망 GIS DB를 활용하여 구축되는 교통분석용 네트워크와 이를 활용한 교통분석 결과의 일관성 유지를 위해서도 필요함
- 도로망 GIS DB의 구성요소는 노드, 링크, 회전정보로 구분되며, 각 구성요소에 포함된 속성은 다음과 같음
  - 노드는 도로교차점, 속성변화점, 도로시종점 등에 생성되며, 교차로명, 시설물명, 회전유무 등의 속성을 입력함
  - 링크는 도로명칭, 도로등급, 차로수(양방향), 도로번호, 도로등급, 일방통행 유/무 등을 입력함
  - 회전정보는 좌회전 가능, 직진 가능, 우회전 가능 등의 회전유형을 입력함

<표 3-6> 도로망 GIS DB 구성

구축대상		구축항목	구축내용
도로	노드	노드유형	도로교차점, 도로시종점, 속성변화점, IC/JC 지점 등
		시설물명	주요교통시설물명(예, 교차로명) 등
		회전유무	교차로 회전유무
	링크	차로수	방향별 차로수, 가변차로수 등
		최고제한속도	방향별 최고제한속도
		일방통행 여부	일방통행 유무 및 진행방향 조사
		도로번호	고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도 등 도로번호
		도로명칭	도로명칭
		도로등급	고속국도, 도시고속화도로, 일반국도, 특별/광역시도, 국가지원지방도, 지방도 등
		차로정보	버스전용차로 유무, 자동차전용도로 유무 등
		도로부속시설유형	교량, 터널, 지하차도, 고가차도, 요금소
	회전정보	회전 유형	좌회전 가능, 직진 가능, 우회전 가능 등

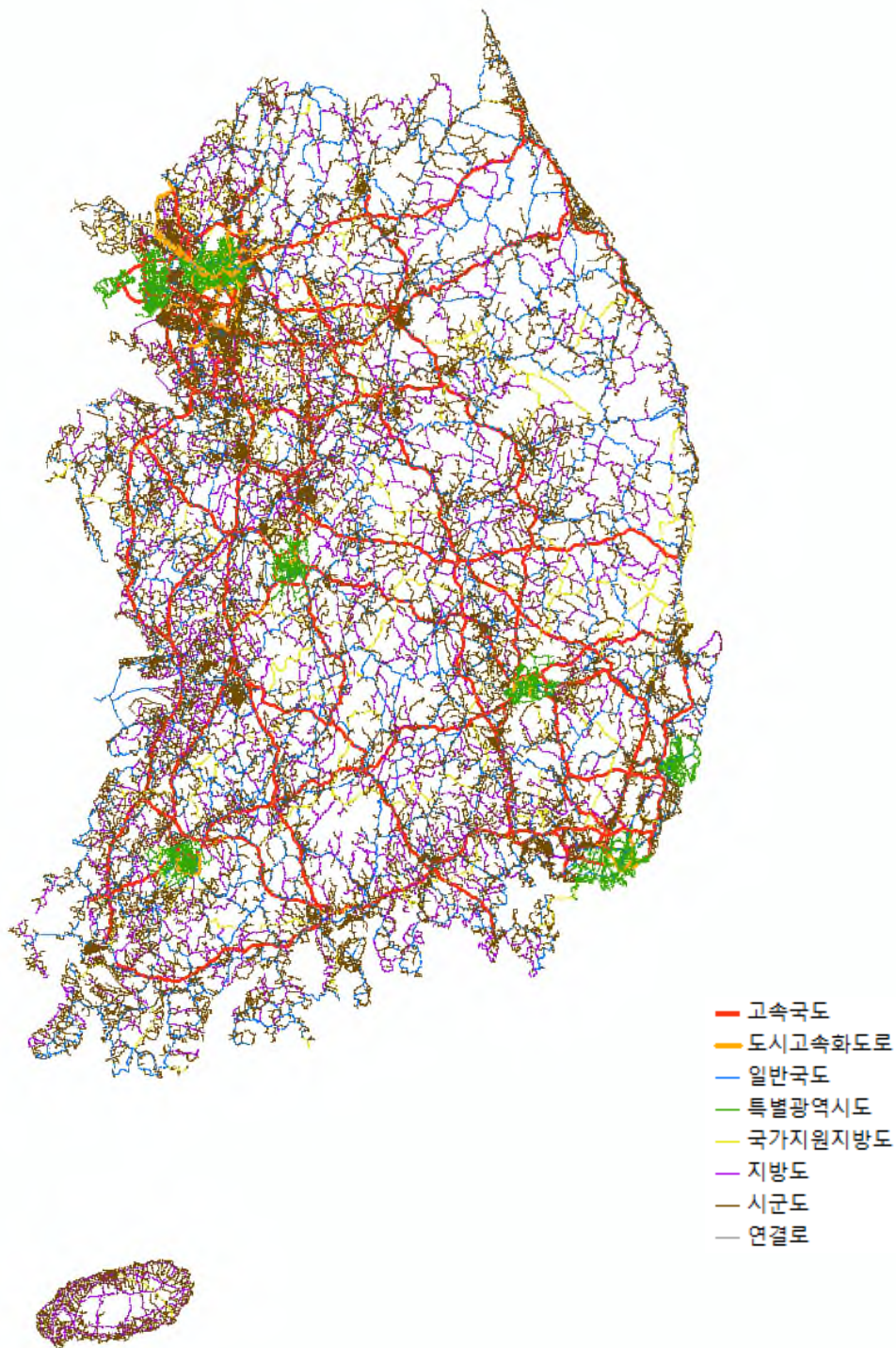
#### 다. 도로망 GIS DB 구축결과

- 기준연도 GIS DB는 2차선 이상 포장도로를 대상으로 구축하며 아래와 같은 도로는 구축에서 제외함
  - 섬지역 도로
  - 중앙선 없는 도로 (도로의 연계성 및 방향성을 확보하기 위해 1차선 도로 일부 포함)
- 2020년 기준 기준연도 GIS DB는 고속도로를 포함하여 모든 도로등급에서 연장이 증가함
- 고속도로의 경우, ‘함양-울산선(밀양-울산)’ 도로가 개설되어 기존의 고속도로 연장이 165km 감소함
- 국도의 경우, ‘고현-이동’, ‘서면-근남’ 등의 국도가 개설되어 172km 증가함
  - 그 외, 도시고속도로 18km, 특별광역시도 52km, 국가지원지방도 22km, 지방도 23km, 시군도 588km, 연결램프 55km가 증가함

<표 3-7> 도로망 GIS DB 기준연도 구축결과(양방향)

단위: km

구분	2019년 기준	2020년(기준연도) 기준	변화량(2020-2019)
고속도로	9,551	9,716	165
도시고속도로	923	941	18
국도	29,113	29,285	172
특별/광역시도	23,245	23,297	52
국가지원지방도	7,740	7,762	22
지방도	26,705	26,728	23
시/군도	128,606	129,194	588
고속도로연결램프	2,672	2,727	55

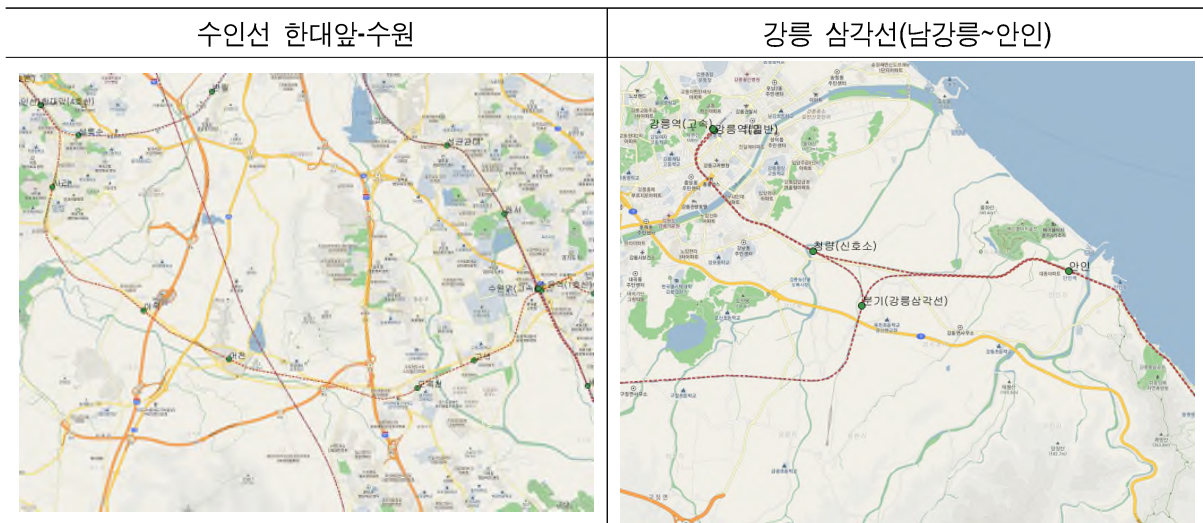


<그림 3-4> 기준연도 GIS DB 구축 결과

## 2. 철도망 GIS DB 구축

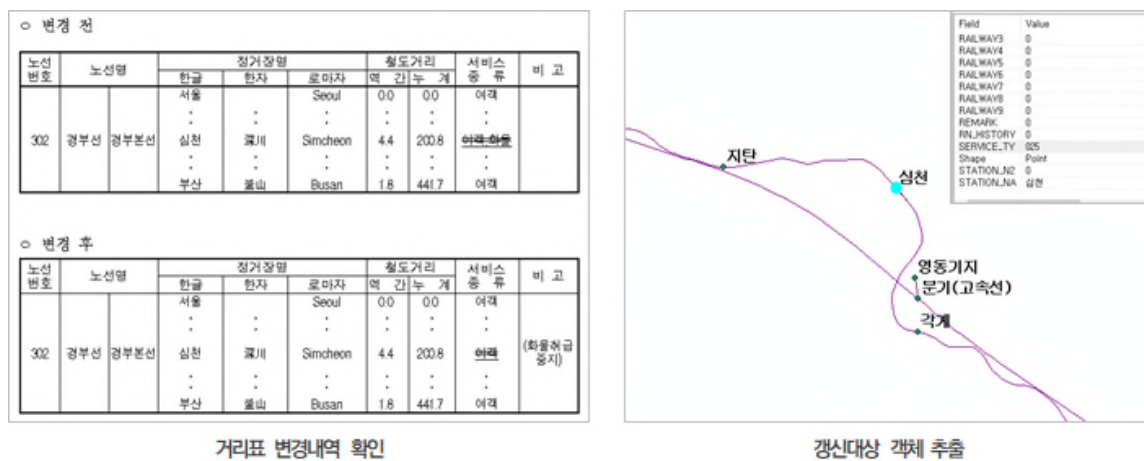
### 가. 철도망 GIS DB 구축 방법

- 1차 검수 (기 구축 철도망 GIS DB 오류검수)
  - 기 구축 GIS DB의 무결성 검증을 위해 오류 검수를 수행
- 2020년 신규 개통노선의 디지털라이징



<그림 3-5> 철도 신규개통 노선

- 철도 속성정보 갱신대상 추출 및 수정



<그림 3-6> 철도 속성갱신 대상

- 철도 표준화테이블 구축
  - 대중교통 정보를 구축하기 위해 수집한 시각표 정보를 표준화된 형태로 가공함

#### 나. 철도망 GIS DB 구성

- 철도 교차점, 중심선(링크) 테이블을 구축하여 철도역 위치 및 선형을 구축하고, 이를 토대로 수단의 출발·도착을 표현하는 노드 테이블과 노선 테이블, 운행정보를 나타내는 정류장리스트, 시각표 DB를 구축함

<표 3-8> 철도망 GIS DB 구성

구축대상		구축내용
철도	교차점(역)	교차점 ID, 철도역 유형, 역명, 통과노선, 개통상태, 행정구역, 교차점 위치
	중심선(링크)	중심선 ID, 시종점 역 ID, 노선명칭, 구간길이, 철도노선코드, 선로수, 철도 전철화여부, 최고속도, 행정구역
대중 교통	노드	철도노드(역) ID, 정차역명, 정차역 유형, 좌표, 행정구역
	노선	철도노선 ID, 철도노선명칭, 운행유형, 시종점노드 ID, 시종점노드 행정구역, 평균통행거리, 평균통행시간, 총 운행횟수
	정류장리스트	철도노선 ID, 노선의 시점/경유지/종점 노드 ID, 정차순서
	시각표	시각표 ID, 시점노드 ID, 출발시각, 운행차수, 총 운행횟수, 노선운행요일

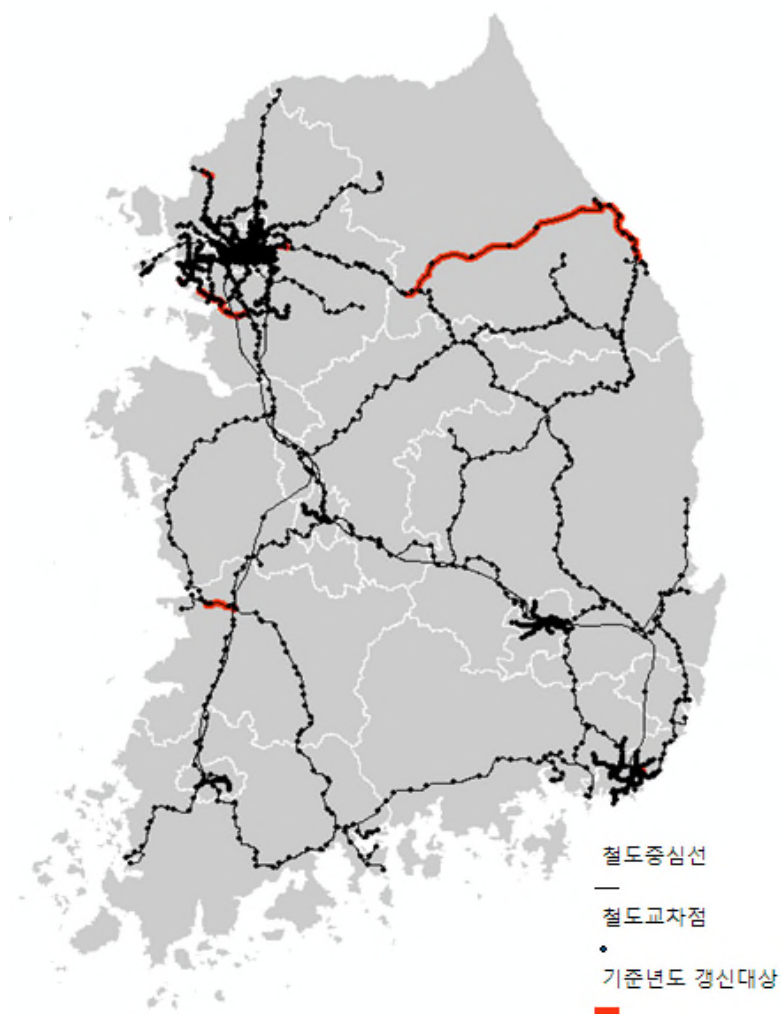


#### 다. 철도망 GIS DB 구축결과

- 2020년 기준연도 철도 교차점/중심선 구축 결과, 철도 교차점 1,601개, 중심선 1,664개로 전년 대비 증가함
- 서울 지하철 5호선(하남선) 연장 및 수인선 개통 등 7건의 신규 노선이 반영됨

<표 3-9> 기준연도 교차점 및 중심선 구축결과

구분	2019년	2020년 (기준연도)	비고
교차점	1,580개	1,601개	기준연도 반영 사업 건수 : 7건
중심선	1,638개	1,664개	

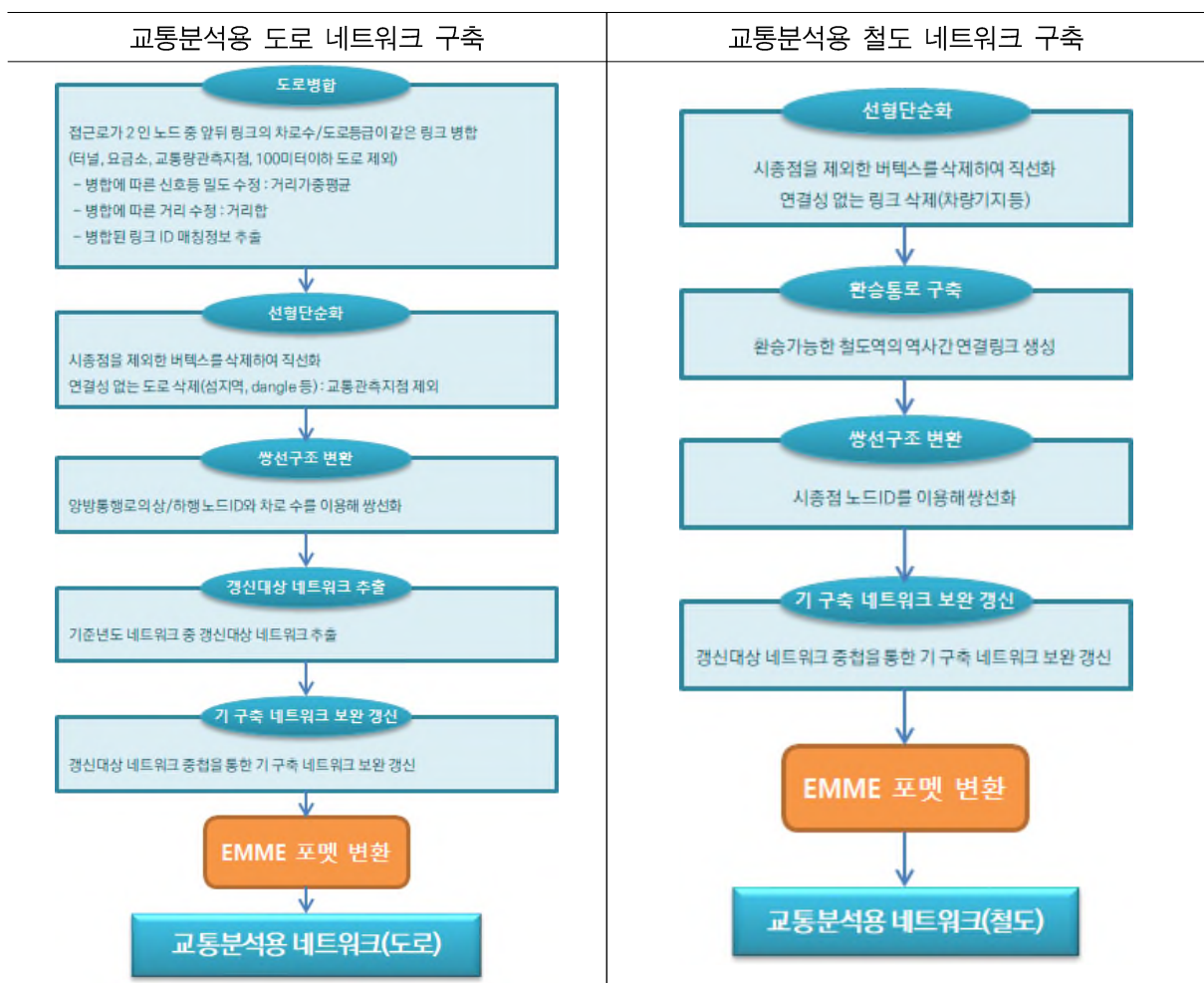


<그림 3-7> 기준연도 철도 중심선/교차점 DB 구축 결과

## 제4절 교통분석용 네트워크 구축

### 1. 구축 개요

- GIS 기반 교통망(도로, 철도) DB를 이용하여 2020년 12월 기준의 교통분석용 네트워크를 구축
  - GIS 기반 교통망 DB는 실제 도로를 상세하게 노드와 링크로 구축하였다면, 교통분석용 네트워크는 곡선을 단순화한 노드 중심 기반으로 시점노드와 종점노드의 단순 연결선으로 표현한 데이터임
- 전연도 사업의 네트워크 성과물을 기반으로 2021년 사업의 갱신대상 네트워크를 보완 갱신함



<그림 3-8> 교통분석용 네트워크 구축 과정

## 2. 도로 네트워크 구축

### 가. 노드 데이터 구조

- 노드 데이터의 자료구조는 다음과 같이 Update code, Centroid indicator, Node number, 좌표 등으로 구성함(Emme Format 기준)

<표 3-10> 도로 네트워크 노드 데이터 자료 구조

① Update code	② Centroid indicator	③ Node number	④ X 좌표	⑤ Y 좌표	⑥ User data1	⑦ User data2	⑧ User data3
a, d or m	*(센트로이드) 공백(일반노드)	1~999999 (정수)	실수	실수	실수	실수	실수

- ① Update Code : ‘a’는 추가, ‘d’는 삭제, ‘m’은 수정으로 구분하며 존 센트로이드를 제외한 나머지 노드의 경우 ‘a’로 일괄 통일시켜 입력
- ② Centroid indicator : 센트로이드 지정유무를 나타내며 "\*"가 추가될 경우 센트로이드를 의미
- ③ Node Number는 Node ID를 의미하며, 다음과 같이 통합노드ID 체계로 이루어짐

<표 3-11> 네트워크 통합노드ID 체계

구분		설명
코드체계		기준년도 : ①②③④⑤⑥(6자리)
코드	①	1~6 : 도로, 7 : 장래도로, 8 : 철도
설명	②③④⑤⑥	일련번호(기준년도)

주: 수도권 네트워크의 경우 별도 통합노드ID체계로 구축

- ④~⑤ X, Y 좌표 : 도로망 GIS DB와 동일한 좌표를 입력하며, 소수점 둘째자리까지 표현
- ⑥~⑧ User Data : 통계청 『행정구역분류 총괄표』의 시군구 코드 5자리 입력

&lt;표 3-12&gt; 노드 데이터의 User Data 입력 내용

User data1	User data2	User data3
-	-	행정구역코드(시군구) 5자리

#### 나. 링크 데이터 구조

- 링크 데이터의 자료구조는 다음과 같이 Update code, i, j, Length, Modes, Type, Lanes 등으로 구성함

&lt;표 3-13&gt; 도로 네트워크 링크 데이터 자료 구조

① Update code	② i	③ j	④ Length	⑤ Modes	⑥ Type	⑦ Lanes	⑧ VDF	⑨ User data1	⑩ User data2	⑪ User data3
a, d or m	Starting Node Number (int)	Ending Node Number (int)	Link Length (real)	List of Modes (up to 30chars)	Link Type (1 to 999)	# of Lanes (real)	VDF Number (int)	(real)	(real)	(real)

① Update Code : ‘a’는 추가, ‘d’는 삭제, ‘m’은 수정으로 구분

②~③ i, j(기종점 노드) : 링크의 기종점을 의미하며, Node ID 형식

④ Length(연장) : 단위는 km이며, 소수점 둘째자리까지 입력하여, 센트로이드 커넥터의 연장은 그 물리적인 길이에 관계없이 0.01km를 적용

⑤ Modes(링크 이용수단) : 교통수단을 정의하는 속성으로 c(자동차: car)와 p(도보: pedestrian)를 입력

⑥ Type : 도로망의 링크분류 고유번호를 의미하며, 다음과 같은 도로등급 코드 입력

&lt;표 3-14&gt; 도로 등급 구분

Type	도로등급	Type	도로등급
101	고속국도	106	지방도
102	도시고속화도로	107	시군도
103	일반국도	108	고속도로 연결램프
104	특별·광역시도	999	센트로이드 커넥터
105	국가지원지방도	-	-

- ⑦ Lanes : 방향별 차로수 입력. 단, 최대 차로는 9.9차로를 넘을 수 없으며, 센트로이드 커넥터와 더미링크는 9.9를 입력
- ⑧ VDF : 도로위계, 지역, 차로수, 신호등 밀도를 고려한 도로통행비용함수 입력
- ⑨~⑪ User data1, User data2, User data3 : 초기속도, 용량, 장래계획도로의 준공예정연도를 입력

<표 3-15> 도로 링크 데이터의 User Data 입력 내용

User Data1	User Data2	User Data3
초기속도	용량	장래계획도로의 준공예정연도

#### 다. 노드 및 링크 간략화

- 현실적인 도로 네트워크를 표현하기 위해 모든 링크를 구축하는 것이 바람직하나, 교통수요 패키지의 노드 링크 개수의 용량 한계 등으로 인해 노드 및 링크를 간략화할 필요성이 있음
- 본 과업에서는 아래와 같이 우선순위를 설정하여 노드 및 링크를 간략화 함

<표 3-16> 노드 및 링크 간략화 기준

우선순위	기준	방법	내용
1순위	교통수요 분석에 영향을 미치지 않는 링크 삭제	제거	- 섬, 해안가 링크 중 육지와 연결되지 않은 링크 제외 * 관측교통량이 있는 링크 예외
2순위	동일한 속성을 가지는 링크 병합	속성 병합	- 차선수가 같거나 연장이 적은(예, 1km 미만) 링크 병합 * 관측교통량이 있는 링크, 터널 예외
3순위	지역간 통행에 해당되지 않는 링크 병합	물리적 병합	- 링크종별 속성값 중 교차로의 통로(4), 복합교차점 내 링크(32), 회전교차로 내 링크(64)를 5레벨에서 제외 후 병합 * 병합 후 링크간 연결성 및 방향성 확보

#### 라. 존센트로이드 및 존 커넥터 구축

- 행정구역 중심에 존센트로이드를 구축하고, 행정구역 내에 있는 네트워크를 대상으로 존 커넥터를 연결함
- 커넥터의 연결은 교통수요예측에 미치는 영향을 고려하여 결정했으며, 일반적인 설정원칙은 다음과 같음
  - 하나의 노드에 두 개 이상의 커넥터를 구축하지 않음
  - 연결된 네트워크에 과부하가 발생하지 않도록 커넥터 개수를 조정함(약 3~4개)
  - 통행패턴 및 해당 교통존의 통행발생량을 고려하여 개수를 증가시킴
  - 가급적 위계가 낮은 노드와 연결하여 통행량이 하부도로에까지 분산되게 함

### 3. 철도 네트워크 구축

#### 가. 노드 데이터 구조

- 노드 데이터의 자료구조는 도로 네트워크와 동일하게 Update code, Centroid indicator, Node number, 좌표 등으로 구성함

<표 3-17> 철도 네트워크 노드 데이터 자료 구조

① Update code	② Centroid indicator	③ Node number	④ X 좌표	⑤ Y 좌표	⑥ User data1	⑦ User data2	⑧ User data3	⑨ Optional Node Label
a, d, m	*(센트로이드) 공백(일반노드)	1~999999 (정수)	실수	실수	실수	실수	실수	XXXX (4 문자)

- ① Update Code : ‘a’는 추가, ‘d’는 삭제, ‘m’은 수정으로 구분
- ② Centroid indicator : 센트로이드 지정유무를 나타내며 “\*”추가될 경우 센트로이드를 의미
- ③ Node Number : Node ID를 의미하고 통합노드 ID 체계에 따라 입력

<표 3-18> 분석용 네트워크 통합노드ID 체계

구분		설명
코드체계		기준연도 : ①②③④⑤⑥(6자리)
코드 설명	①	1~6 : 도로, 7 : 장래도로, 8 : 철도
	② (철도ID만 해당)	1~6 : 기준연도, 7~9 : 장래연도
	③④⑤	일련번호
	⑥ (철도ID만 해당)	0 : 환승없는 역, 1~9 : 환승역 구분

- ④~⑤ X, Y 좌표 : 철도 GIS DB와 동일한 좌표를 입력하며, 소수점 둘째자리까지 표현
- ⑥~⑧ User data1, User data2, User data3: 철도역 구분 및 행정구역 코드를 입력

<표 3-19> 노드 User data 입력 내용

User data1	User data2	User data3
철도역 구분코드	행정구역 코드(시군구) 5자리	해당노드가 속한 권역코드

&lt;표 3-20&gt; User data1 : 철도역 유형별 구분코드

철도유형 구분	노드유형	User data1
고속	RN007	7
일반	RN011	11
광역	RN014	14
도시	RN016	16
경전철	RN017	17
고속 / 일반	RN021	21
고속 / 광역(도시, 경전철)	RN022	22
일반 / 광역(도시, 경전철)	RN023	23
고속 / 일반 / 광역(도시, 경전철)	RN024	24
사용안함	RN018	18

주: Transit Line 데이터의 정차역 기준으로 철도역 유형별 구분코드를 구축하기 때문에 Link 데이터의 링크이용 수단(Modes)과 유형 구분이 상이함

&lt;표 3-21&gt; User data3 : 권역코드

권역코드	권역정보	권역코드	권역정보
1	서울, 인천, 경기도	6	전북
2	강원도	7	광주, 전남
3	대구, 경북	8	부산, 울산, 경남
4	충북	9	제주도
5	대전, 충남, 세종	-	-

- ⑨ Optional Node Label : 철도역명으로, 글자 수 제한에 따라 앞에서 2글자까지 표현함. 철도역이 아닌 삼각지 및 분기점의 경우 ‘분기’로 입력



## 나. 링크 데이터 구조

- 링크 데이터의 자료구조는 도로 네트워크와 동일하게 Update code, i, j, Length, Modes, Type, Lanes 등으로 구성함

<표 3-22> 철도 네트워크 링크 데이터 자료 구조

① Update code	② i	③ j	④ Length	⑤ Modes	⑥ Type	⑦ Lanes	⑧ VDF	⑨ User data1	⑩ User data2	⑪ User data3
a, d or m	Starting Node Number (int)	Ending Node Number (int)	Link Length (real)	List of Modes (up to 30chars)	Link Type (1 to 999)	# of Lanes (real)	VDF Number (int)	(real)	(real)	(real)

- ① Update Code : ‘a’는 추가, ‘d’는 삭제, ‘m’은 수정으로 구분하며 존 센트로이드를 제외한 나머지 노드의 경우 ‘a’로 일괄 통일시켜 입력
- ②~③ i, j(기종점 노드) : 링크의 기종점을 의미하며, Node ID 형식으로 입력
- ④ Length(연장) : 단위는 km이며, 소수점 둘째자리까지 입력
- ⑤ Modes(링크 이용수단) : 수단은 링크의 유형에 따라 다음과 같이 입력

<표 3-23> 링크 데이터 Mode 입력기준

링크구분	Mode
센트로이드 커넥터(도로네트워크와의 연결링크)	crsedp
더미링크(환승링크)	rsed
일반철도	r
도시,광역철도	s
고속철도	e

## ⑥ Link Type : 기준연도 노선구분코드 입력

&lt;표 3-24&gt; 기준연도 링크 데이터 노선구분 코드

	Link type	노선명	구간	Link type	노선명	구간
일반/고속 철도	101	경부선	서울-부산	120	강경선	채운-연무대
	102	중앙선	청량리-경주	126	영동선	영주-청량신호소
	103	호남선	대전조차장-목포	127	정선선	민둥산-구절리
	104	전라선	익산-여수엑스포	128	함백선	예미-조동
	105	충북선	조치원-봉양	129	삼척선	동해-삼척
	106	경인선	구로-인천(1호선)	130	태백선	제천-백산
	107	장항선	천안-익산	133	동해선	부안-효자, 도량-영덕
	108	경의선	서울역-도라산	137	괴동	효자-괴동
	109	광주선	광주선분기-광주	138	진해선	창원-통해
	110	경원선	용산-백마고지	139	대구선	가천-영천
	111	경춘선	망우-춘천	140	가야선	사상-범일
	112	교외선	능곡-의정부	142	경전선	삼량진-광주송정
	113	망우선	망우-성북	143	부전선	가야-부전
	115	오송선	서창-오송	161	경부고속선	시흥연결선-부산
	116	경북선	김천-영주	162	호남고속선	오송-광주송정
	117	문경선	접촌-문경	163	수서평택고속선	수서-평택
	118	미전선	미전-낙동강	223	경강선 (원주-강릉)	원주-강릉
	119	대전선	대전-서대전	-		
광역/지하철	170	경의중앙선 (수도권전철)	문산-지평	270	우이신설경전철	북한산우이-신설동
	171	서울1호선	서울-청량리(1호선)	271	용인경전철	기흥-전대·애버랜드
	175	서울2호선	성수-성수	273	의정부경전철	발곡-탑석
	176	서울3호선	대화-오금	274	인천자기부상	인천공항-용유
	179	서울4호선	오이도-당고개	186	인천1호선	계양-성곡, 빛채공원
	182	서울5호선	방화-하남풍산, 마천	207	인천2호선	검단오류-운연
	185	서울6호선	응암-신내	187	부산1호선	노포-다대포
	183	서울7호선	장압-부평구청	188	부산2호선	장산-양산
	184	서울8호선	모란-암사	253	부산3호선	수영-대저
	190	서울9호선	개화-중앙보훈병원	256	부산4호선	미남-안평
	178	분당선	수원-청량리	272	부산김해경전철	사상-가야대
	180	신분당선	강남-광고	276	동해선 (부산광역철도)	부전-일광
	200	경춘선 (수도권전철)	청량리-춘천	251	대전1호선	판암-반석
	201	경강선 (수도권전철)	광고-여주	189	대구1호선	설화명곡-안심
	210	김포도시철도	김포공항-양촌	252	대구2호선	문양-영남대
	211	인천공항철도	서울인천공항-미네르바	219	대구3호선	철곡경대병원-용지
	212	수인선	수원-인천	257	광주1호선	녹동-평동
	213	서해선	소사-원시	-		

&lt;표 계속&gt;

	Link type	노선명	구간	Link type	노선명	구간
화 물 선	146	장항화물선	장항-장항화물	135	장생포선	태화강-장생포
	147	군산화물선	군산화물선분기- 군산화물	136	울산항선	울산-울산항
	148	광양항선	황길-광양항	141	우암선	부산진-신선대
	149	신광양항선	초남-신광양항	144	부산신항선	진례-부산신항
	150	장성화물선	안평-장성화물	145	덕산선	용강-덕산
	114	남부화물기지선	의왕-오봉	151	대불선	일로-대불
	123	여천선	덕양-적량	152	옥구선	군산화물-옥구
	122	북전주선	동산-북전주	153	신항북선	부산신항-북철송장
	124	광양제철선	광양-태금	154	신항남선	부산신항-남철송장
	131	목호항선	동해-목호	155	부강화물선	부강-부강화물
	132	북평선	동해-삼화	156	신동화물선	신동-신동화물
	134	온산선	남창-온산	157	양산화물선	물금-양산화물
기타	800	삼각선, 연결선, 직결선		930	도로철도 연결링크	
	920	기지선		999	존커넥터	
	900	역간환승링크				

주: Link Type=900은 일반철도와 도시철도를 연결(환승을 위한)하는 환승더미링크이며, Link Type=930은 도로/철도 통합네트워크에서 도로와 철도역을 연결하는 연결링크를 의미함

⑦ Lanes(차선) : 차선은 철도의 시설수준을 나타내는 변수로 활용하며, 단선 1, 복선 2, 복복선은 4로 입력

⑧ VDF(통행비용함수) : 철도는 교통량에 영향을 많이 받지 않고 정해진 운행계획에 따라 운행하므로 운행속도 분포에 따라 일정한 속도로 운행한다고 가정하여 VDF 설정

&lt;표 3-25&gt; 표정속도에 따른 VDF 설정

표정속도 범위	VDF 값	평균속도 (kph)
31 ~ 35	50	33
35 ~ 40	51	38
41 ~ 45	52	43
46 ~ 50	53	48
50 ~ 55	54	53
56 ~ 60	55	58
61 ~ 65	56	63
66 ~ 70	57	68
71 ~ 75	58	73
76 ~ 80	59	78
81 ~ 85	60	83
86 ~ 90	61	88
91 ~ 95	62	93
96 ~ 100	63	98
101 ~ 105	64	103
106 ~ 110	65	108
111 ~ 115	66	113
고속철도	70	200
도로철도 연결링크	40	20

⑨~⑪ User data1, User data2, User data3 : 구간평균 속도, 장래 신설 및 확장정보, 준공연도 입력

&lt;표 3-26&gt; 철도 링크 데이터의 User data 입력 내용

User data1	User data2	User data3
구간의 평균속도	신설 및 확장정보	준공연도

- User data1은 철도노선의 표정속도 구분으로 VDF 정의 값에 따라 입력
- User data2는 철도망 신설 및 확장정보 코드가 입력

&lt;표 3-27&gt; User data2 : 철도망 신설 및 확장정보 코드

신설 및 확장정보 코드	범   례	신설 및 확장정보 코드	범   례
1	신   설	5	전철화
2	복선화	6	고속철도
3	2복선 전철화	7	철도개량
4	복선 전철화	8	철도이설

- User data3은 철도망 준공연도 입력

#### 다. 철도 노선 (Transit Line data) 구조

- 철도 노선(Transit Line data)의 자료구조는 다음과 같이 Update code, Line, Mode, Vehicle, Headway 등으로 구성함

<표 3-28> 철도 네트워크 노선 데이터 자료 구조

Update code	① Line	② Mode	③ Vehicle	④ Headway	⑤ Speed	⑥ Description	⑦ Line type	⑧ User data1	⑨ User data2
a	Line Name (up to 6 chars)	Mode (1 char)	Veh (int)	Vehicle Headway (real)	Vehicle Speed (real)	Description of line (up to 20 chars)	Line type (real)	(real)	(real)
⑩ tff	⑪ dwt	⑫ <----- Line Segment ----->						⑬ Layover	
transit time function (int)	dwelling time (real)	List of node number in line						Layover (real)	

① Line Name : 6자리로 구성되며, 다음과 같이 입력

<표 3-29> 철도 노선번호의 구성

자리구분	출발	도착	노선구분	상하행
내용	A-P	A-P	3자리 정수	A: 상행 B: 하행

<표 3-30> 출발, 도착지에 대한 16개 시도 구분 코드

시도	구분코드	시도	구분코드
서울(11)	A	강원(32)	J
부산(21)	B	충북(33)	K
대구(22)	C	충남(34)	L
인천(23)	D	전북(35)	M
광주(24)	E	전남(36)	N
대전(25)	F	경북(37)	O
울산(26)	G	경남(38)	P
세종(29)	H	제주(39)	Q
경기(31)	I		

② Mode : 링크데이터의 Mode 구분과 동일

③ Vehicle : 9개의 열차유형을 구분하는 코드 입력

<표 3-31> 열차유형 구분코드

열차유형 구분 코드	범 레
1	새마을호
2	무궁화호
3	통근열차
4	누리로
5	트램
6	EMU260
7	ITX열차
8	고속철도
9	도시/광역철도

④ Headway : 0.01~999.99까지의 범위를 갖는 값(단위: 분)으로, 영업시간을 18시간으로 가정하여 각 노선별 배차간격이 입력되어 있으며, 1일 1회만 운행하는 노선의 경우는 999로 입력

⑤ Speed : 해당 노선별 기종점 간 평균속도(단위: km/h)를 입력함. 평균속도는 각 역별 정차시간을 제외한 순수 운행시간을 기준으로 산출

⑥ Description : 해당 노선의 기종점 역명이 영문으로 입력되어 있으며, 자리수(20)의 제한으로 완전한 역명이 아닌 경우 존재(예 : SEOUL-BUSAN)

⑦ Line type : 열차 시각표 기준 노선 구분 코드 입력

&lt;표 3-32&gt; 기준연도 열차시각표 기준 노선 구분코드

	Line type	노선명	Line type	노선명
고속 철도	161	KTX경부선	166	KTX전라선
	164	KTX경전선	223	KTX강릉선
	165	KTX동해선	163	SRT경부선
	162	KTX호남선	167	SRT호남선
일반 철도	111	ITX청춘	126	영동선
	101	경부선	139	대구선
	103	호남선	158	동해남부선
	104	전라선	142	경전선
	107	장항선	133	동해선
	105	충북선	110	경원선
	116	경북선	198	동해~강릉 서틀
	102	중앙선	199	광주~광주송정 서틀
	130	태백선	-	-
광역/ 도시/ 경전철	171	광명서틀	186	인천1호선
	171	서울1호선	207	인천2호선
	175	서울2호선	271	용인경전철 (에버라인)
	176	서울3호선	270	우이신설선
	179	서울4호선	273	의정부경전철
	182	서울5호선	274	인천자기부상
	185	서울6호선	210	김포골드라인
	183	서울7호선	187	부산1호선
	184	서울8호선	188	부산2호선
	190	서울9호선	253	부산3호선
	170	경의중앙선	256	부산4호선
	108	경의선	272	부산김해경전철
	201	경강선 (판교~여주)	276	동해선
	200	경춘선	251	대전1호선
	212	수인분당선	189	대구1호선
	180	신분당선	252	대구2호선
	211	인천공항철도	219	대구3호선
	213	서해선	257	광주1호선

⑧~⑨ User data1, User data2 : 사용자가 철도 관련 분석시 활용할 수 있도록 빈칸으로 설정

⑩ TTF : 대중교통 통행비용함수

⑪ dwt : 정차시간으로 지역간 철도는 1.00(분), 도시철도는 0.30(분)으로 입력

⑫ Line Segment : 노선별 구간을 의미하며, Node ID로 구분됨. 정차역은 dwt=1.00 또는 dwt=0.30으로 시작하고, 무정차역(터미노드 포함)은 dwt=#.00으로 시작하여 정차역과 무정차역이 구분되어 입력

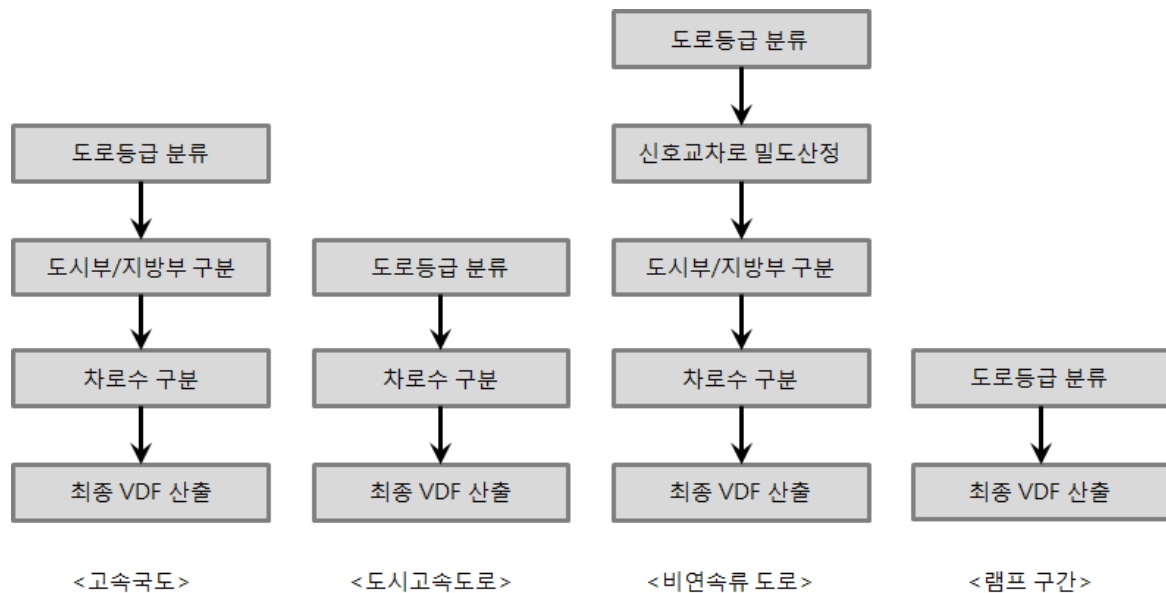
⑬ Layover : 차량의 종점에서 회차를 위한 시간(단위: 분)으로 본 과업에서는 고려하지 않고 모두 0으로 처리

## 4. 통행비용함수 구축

### 가. 통행비용함수 구축

#### 1) 도로 유형별 통행비용함수 구축방법

- 도로 유형별 교통특성에 맞는 통행비용함수를 구축하기 위해 크게 연속류, 비연속류, 기타도로로 구분함
  - 신호교차로의 유무에 따라 연속류 도로와 비연속류 도로로 구분하였으며, 연속류 도로는 고속도로 및 도시고속도로이며, 비연속류 도로는 일반국도, 특별광역시도, 국지도, 지방도, 시군도임
  - 연속류 도로와 비연속류 도로를 제외한 중앙고속도로 산악 통과구간, 요금소 및 연결램프, 센트로이드 커넥터의 경우 별도의 도로 유형으로 구분함
- 도로 유형에 따라 지역구분(도시부/지방부), 신호교차로 밀도, 차로수를 고려하여 통행비용함수를 구축함



<그림 3-9> 도로 유형별 통행비용함수 구축 방법



## 2) 통행비용함수 산출

### ① 통행비용함수 구조

- 통행비용함수는 도로이용자의 경로선택을 묘사하기 위한 비용함수로서 개별 통행자들이 각자의 통행비용을 최소화하는 경로를 선택한다고 가정하여 아래의 식과 같이 표현됨

$$T = T_0(1 + \alpha(v/c)^\beta) + \text{유료도로 가중치}$$

여기서,  $T$  : Link 통행시간(일반화 비용, 분)

$T_0$  : Link 자유통행시간 (시간비용, 분)

$v$  : Link 교통량(PCU/시)

$c$  : Link 용량(PCU/시)

$\alpha, \beta$  : 파라미터

유료도로 가중치: (통행요금/km)/[차종별 시간가치]

- 위 식에서  $T_0[1 + \alpha(V/C)^\beta]$  항은 미공로국(Bureau of Public Road)에서 개발한 소위 'BPR식'으로서 도로용량 대비 교통량의 비율에 따라 통행시간이 어떻게 변화하는지를 나타냄

### ② 통행비용함수 파라미터( $\alpha, \beta$ ), 자유통행속도, 용량 추정

- 『2012년 국가교통조사 및 DB구축사업』에서는 ITS 교통량 등을 이용하여 통행비용함수 파라미터( $\alpha, \beta$ ), 자유통행속도, 용량을 추정함
- 기존의 자유속도 산정결과를 보완하기 위해 내비게이션 이동궤적정보 자료를 이용하여 현실적인 도로 통행특성이 반영된 자유통행속도를 산정함
  - 자유통행속도는 『2017년 국가교통조사 및 DB구축사업』에서 산정한 결과를 준용함
  - 통행비용함수 파라미터( $\alpha, \beta$ )와 용량은 기존 연구를 결과를 준용함

<표 3-33> 통행비용함수 파라미터( $\alpha$ ,  $\beta$ ), 자유통행속도, 용량

구분		지역구분	VDF	차로구분	$\alpha$	$\beta$	자유통행속도	용량
고속 국도		도시부	1	2차로이하	0.56	1.8	92.4	1846
		지방부	2		0.55	2.09	97.7	1786
		도시부	3	3차로이상	0.57	1.68	98.3	2028
		지방부	4		0.57	2.07	99.5	1987
도시 고속도로		도시부	5	2차로이하	0.47	2.43	84.5	1773
		도시부	7	3차로이상	0.48	2.4	91.4	2182
국도/ 국지도/ 지방도/ 광역시도/ 시군도	1등급	도시부	9	1차로	0.51	2.69	38.8	1100
		지방부	10		0.51	2.82	53.5	1090
		도시부	11	2차로이상	0.67	2.16	64.2	1420
		지방부	12		0.65	2.24	83.4	1400
	2등급	도시부	13	1차로	0.54	2.47	37.5	957
		지방부	14		0.54	2.16	51.2	925
		도시부	15	2차로이상	0.68	2.08	60.8	1341
		지방부	16		0.72	2.14	72.6	1188
	3등급	도시부	17	1차로	0.6	2.15	36.1	873
		지방부	18		0.59	1.87	46.3	767
		도시부	19	2차로이상	0.69	1.93	52.6	1242
		지방부	20		0.73	1.82	68.5	971
	4등급	도시부	21	1차로	0.6	1.92	31.5	862
		지방부	22		0.63	1.87	44.9	583
		도시부	23	2차로이상	0.71	1.8	45.6	985
		지방부	24		0.8	1.81	64.1	831
	5등급	도시부	25	1차로	0.67	1.86	28.4	636
		지방부	26		0.68	1.79	41.6	580
		도시부	27	2차로이상	0.72	1.79	42.0	936
		지방부	28		0.82	1.72	57.5	756
	6등급	도시부	29	1차로	0.8	1.82	27.7	595
		지방부	30		0.72	1.72	38.9	465
		도시부	31	2차로이상	0.82	1.66	39.7	801
		지방부	32		0.83	1.7	52.3	736
중앙고속		36			0.54	2.33	96.7	1035
램프		연결램프		33	-	-	46.8	1000
		요금소		34	-	-	46.8	1000

## ③ 통행비용함수 보정범위

- 자유통행속도와 용량은 도로 링크별 교통상황 및 기하구조 등에 따라 다르기 때문에 표준 값을 기준으로 상한 값과 하한 값의 범위를 설정함
- 상한 값과 하한 값의 범위에 따라 초기속도와 용량을 보정함으로써 현재 교통상황과 유사하게 설명할 수 있도록 함

&lt;표 3-34&gt; 통행비용함수 자유통행속도 및 용량 범위

구분		지역구분	VDF	차로구분	자유통행속도			용량		
					하한값	표준값	상한값	하한값	표준값	상한값
고속 국도		도시부	1	2차로이하	90	92.4	105	1,700	1,846	2,127
		지방부	2		90	97.7	105	1,700	1,786	2,127
		도시부	3	3차로이상	95	98.3	110	1,750	2,028	2,150
		지방부	4		95	99.5	110	1,750	1,987	2,150
도시 고속도로		도시부	5	2차로이하	80	84.5	95	1,700	1,773	2,000
		도시부	7	3차로이상	85	91.4	100	1,900	2,182	2,200
국도/ 국지 도/ 지방 도/ 광역 시도/ 시군 도	1등급	도시부	9	1차로	35	38.8	45	900	1,100	1,200
		지방부	10		50	53.5	60	900	1,090	1,200
		도시부	11	2차로이상	60	64.2	70	1,250	1,420	1,550
		지방부	12		80	83.4	90	1,200	1,400	1,500
	2등급	도시부	13	1차로	35	37.5	45	850	957	1,150
		지방부	14		45	51.2	55	850	925	1,150
		도시부	15	2차로이상	55	60.8	65	1,200	1,341	1,500
		지방부	16		70	72.6	80	1,100	1,188	1,400
	3등급	도시부	17	1차로	30	36.1	40	700	873	1,000
		지방부	18		40	46.3	50	650	767	950
		도시부	19	2차로이상	50	52.6	60	1,000	1,242	1,300
		지방부	20		65	68.5	75	900	971	1,200
	4등급	도시부	21	1차로	25	31.5	35	600	862	900
		지방부	22		40	44.9	50	500	583	800
		도시부	23	2차로이상	40	45.6	50	800	985	1,100
		지방부	24		60	64.1	70	700	831	1,000
	5등급	도시부	25	1차로	20	28.4	30	500	636	800
		지방부	26		35	41.6	45	400	580	700
		도시부	27	2차로이상	35	42.0	45	700	936	1,000
		지방부	28		55	57.5	65	600	756	900
	6등급	도시부	29	1차로	20	27.7	30	400	595	700
		지방부	30		30	38.9	40	300	465	600
		도시부	31	2차로이상	35	39.7	45	700	801	900
		지방부	32		50	52.3	60	600	736	800
중앙고속		36			90	96.7	105	900	1,035	1,100
램프		연결램프		33	45	46.8	50	1,000	1,000	1,000
		요금소		34	45	46.8	50	1,000	1,000	1,000
센트로이트 커넥터		35			-	-	-	-	-	-

## 나. 유료도로 가중치 산출

### 1) 유료도로 현황

- 유료도로 가중치는 고속도로와 같은 유료도로 통행비용을 시간으로 환산한 값임
  - 통행비용함수에 적용함으로써 도로이용자의 경로선택이 통행시간 뿐만 아니라 통행료에 의하여 영향을 받는 행태를 반영하기 위한 것임
  - 통행비용함수는 각 링크를 통행하는데 소요되는 비용으로 표현되며, 이는 일반화 비용(시간 비용+유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용)으로 표현됨
  - 시간비용은 파라미터( $\alpha$ ,  $\beta$ , 초기속도, 용량)에 의해 산출되며, 유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용은 유료도로 요금체계를 바탕으로 산출됨
- 따라서 유료도로 통행료로 표현되는 금전적 비용은 유료도로 요금 가중치를 산출하여 추가적으로 통행비용함수에 반영함

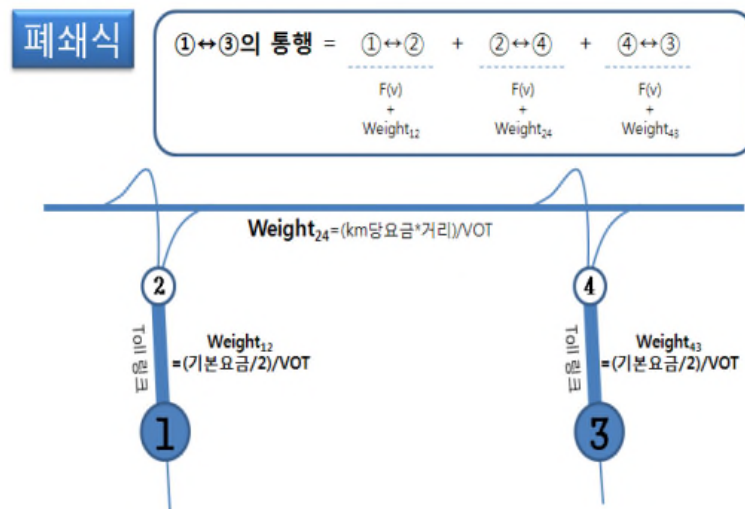
### 2) 유료도로 가중치 산출

- 차종별(승용차, 버스, 트럭) 통행시간가치와 유료도로 통행요금이 다르기 때문에 차종별로 유료도로 가중치를 산출함

$$T = T_0(1 + \alpha(v/c)^\beta) + \text{유료도로 가중치}$$

#### ① 폐쇄식 요금 체계의 유료도로 가중치 산출

- 폐쇄식 요금소의 경우 기본요금과 km당 주행요금으로 운행비용이 산정되고 있기 때문에 기본요금과 km당 주행요금에 대해 유료도로 가중치를 산출함
- 요금소 유료도로 가중치 = 기본요금 / 차종별 통행시간가치
- 본선 유료도로 가중치 = km당 주행요금 \* 거리 / 차종별 통행시간가치

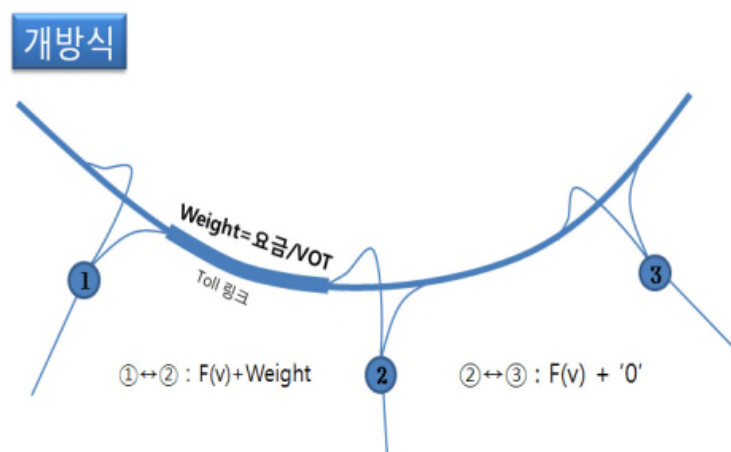


<그림 3-10> 폐쇄식 요금 반영

② 개방식 요금 체계의 유료도로 가중치 산출

○ 산출 방법

- 개방식 요금소의 경우 요금소에만 요금이 부과되기 때문에 요금소에 대한 유료도로 가중치만 산출함
- 유료도로 가중치 = 기본요금 / 차종별 통행시간가치



<그림 3-11> 개방식 요금 반영

## 5. 교통분석용 네트워크 구축 결과

### 가. 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과

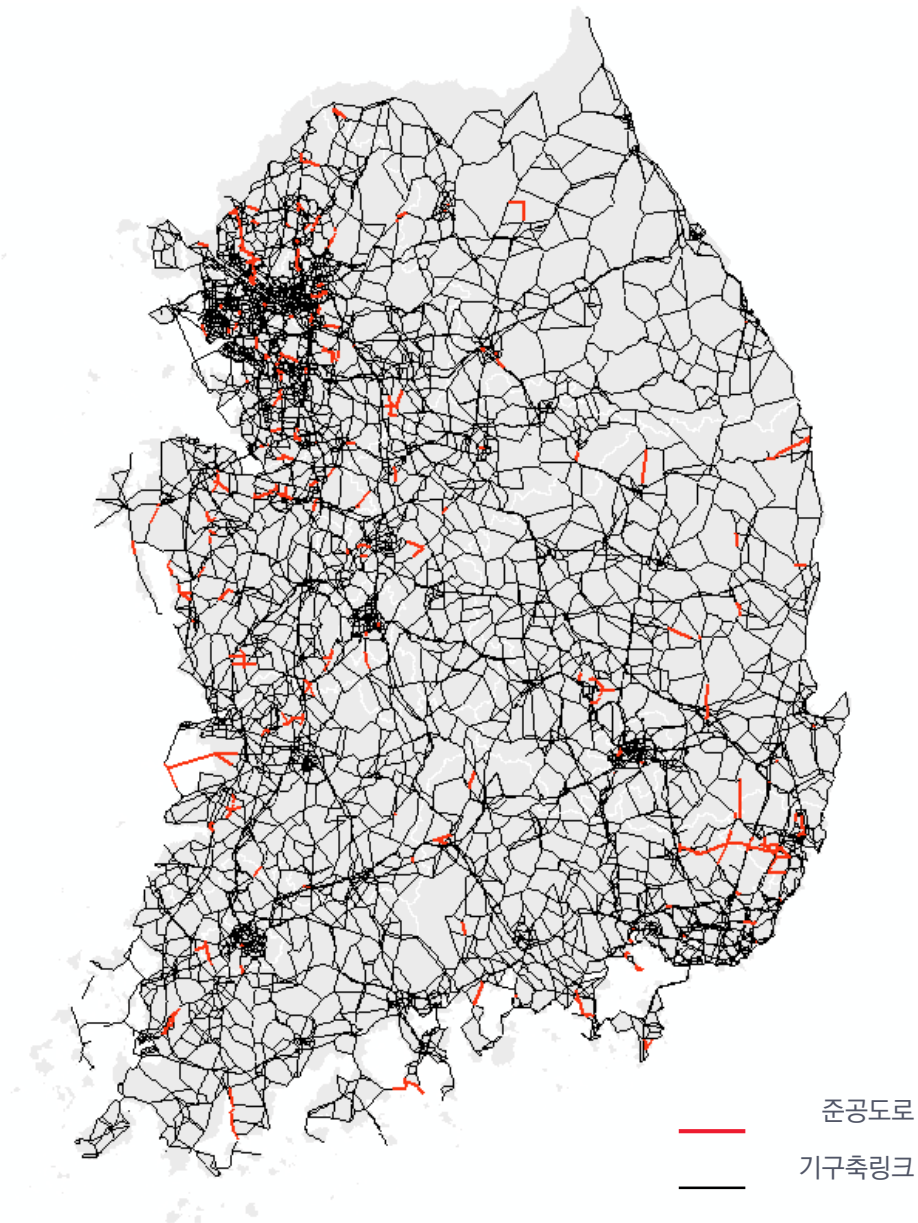
#### ① 전국 지역간 교통분석용 네트워크

- 전국 지역간 교통분석용 네트워크는 2019년 대비 2020년에 약 576km 증가하였음
  - 고속국도는 약 186km, 도시고속도로는 약 18km, 일반국도는 약 84km, 특별광역시도는 약 37km, 시군도는 약 273km 증가하였으며, 국지도/지방도는 약 32km 감소하였음

<표 3-35> 기준연도 전국 지역간 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향)

단위 : km

구분	2019년 (a)	2020년 (b)	변화량(b-a)
고속국도	9,549	9,735	186
도시고속도로	920	938	18
일반국도	27,166	27,250	84
국지도/지방도	30,356	30,324	-32
특별/광역시도	5,616	5,653	37
시군도	15,304	15,577	273
합계	88,911	89,487	576



<그림 3-12> 전국 지역간 교통분석용 네트워크 구축 결과

## ② 대도시권 교통분석용 네트워크

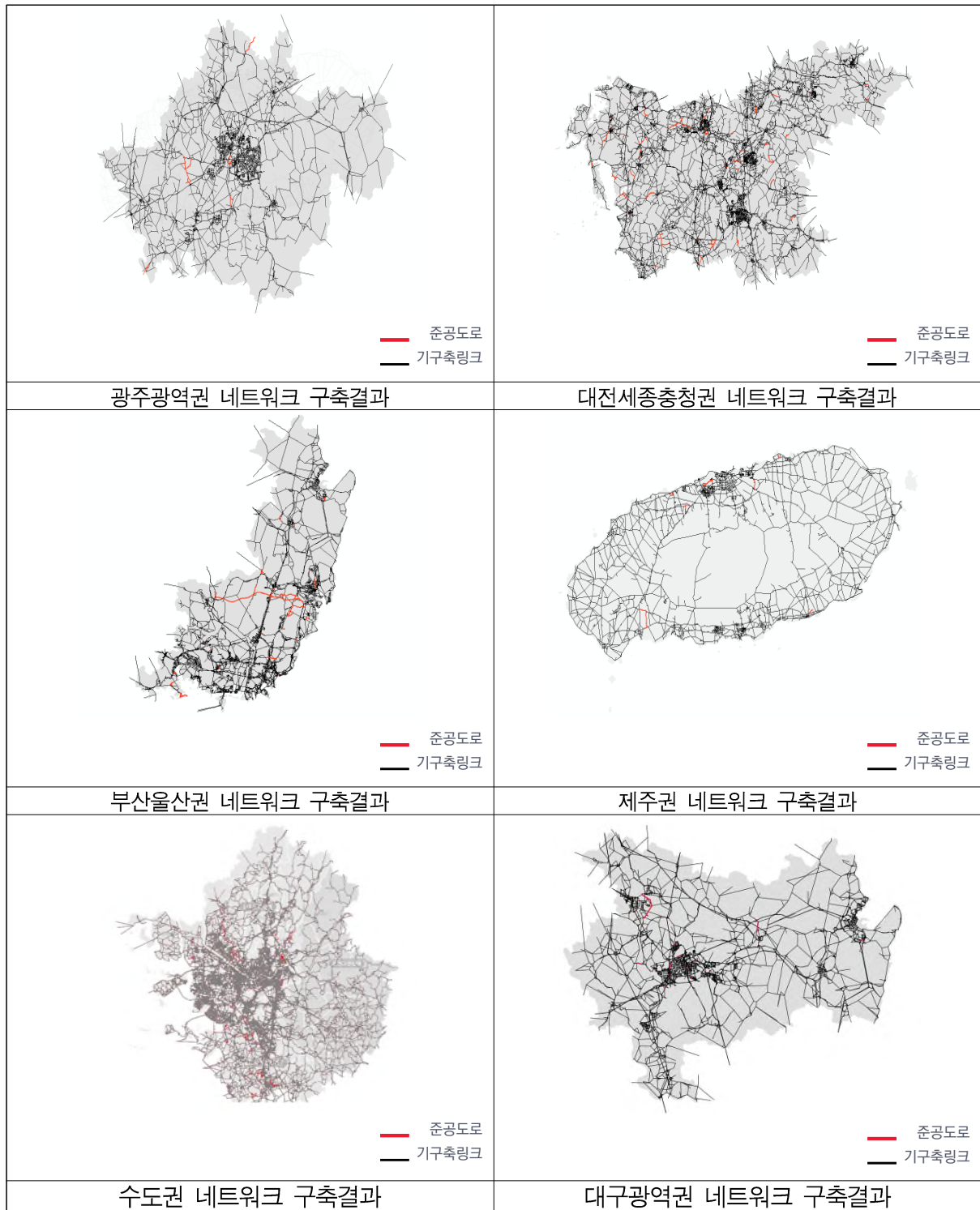
- 대도시권 교통분석용 네트워크의 2019년과 2020년 연장을 비교해 보면, 수도권 99km, 부산 울산권 218km, 대구광역시권 50km, 광주광역시권 21km, 대전광역시권 126km, 제주권 16km가 증가한 것으로 나타남

&lt;표 3-36&gt; 기준연도 대도시권 도로 교통분석용 네트워크 구축 결과(양방향)

단위 : km

구분		2019년 (a)	2020년 (b)	변화량(b)-(a)
수도권	고속국도	1,883	1,918	35
	도시고속도로	699	699	0
	일반국도	3,533	3,549	16
	국지도/지방도	4,551	4,584	33
	특별/광역시도	6,716	6,721	5
	시군도	15,464	15,474	10
	합계	32,846	32,945	99
부산 울산권	고속국도	910	996	86
	도시고속도로	98	98	0
	일반국도	2,363	2,387	24
	국지도/지방도	1,835	1,837	2
	특별/광역시도	4,271	4,281	10
	시군도	7,559	7,655	96
	합계	17,036	17,254	218
대구 광역권	고속국도	1,203	1,203	0
	도시고속도로	40	40	0
	일반국도	2,648	2,675	27
	국지도/지방도	2,502	2,502	0
	특별/광역시도	1,645	1,657	12
	시군도	5,683	5,694	11
	합계	13,722	13,772	50
광주 광역권	고속국도	415	415	0
	도시고속도로	53	53	0
	일반국도	1,250	1,250	0
	국지도/지방도	1,350	1,359	9
	특별/광역시도	2,635	2,648	13
	시군도	4,135	4,134	-1
	합계	9,838	9,859	21
대전 광역권	고속국도	1,911	1,913	2
	도시고속도로	19	19	0
	일반국도	5,016	5,024	8
	국지도/지방도	6,723	6,757	34
	특별/광역시도	2,196	2,196	0
	시군도	21,783	21,866	83
	합계	37,648	37,774	126
제주권	국지도/지방도	1,417	1,417	0
	시군도	4,048	4,064	16
	합계	5,465	5,481	16





<그림 3-13> 대도시권 교통분석용 네트워크 구축 결과

### 나. 철도 교통분석용 네트워크 구축 결과

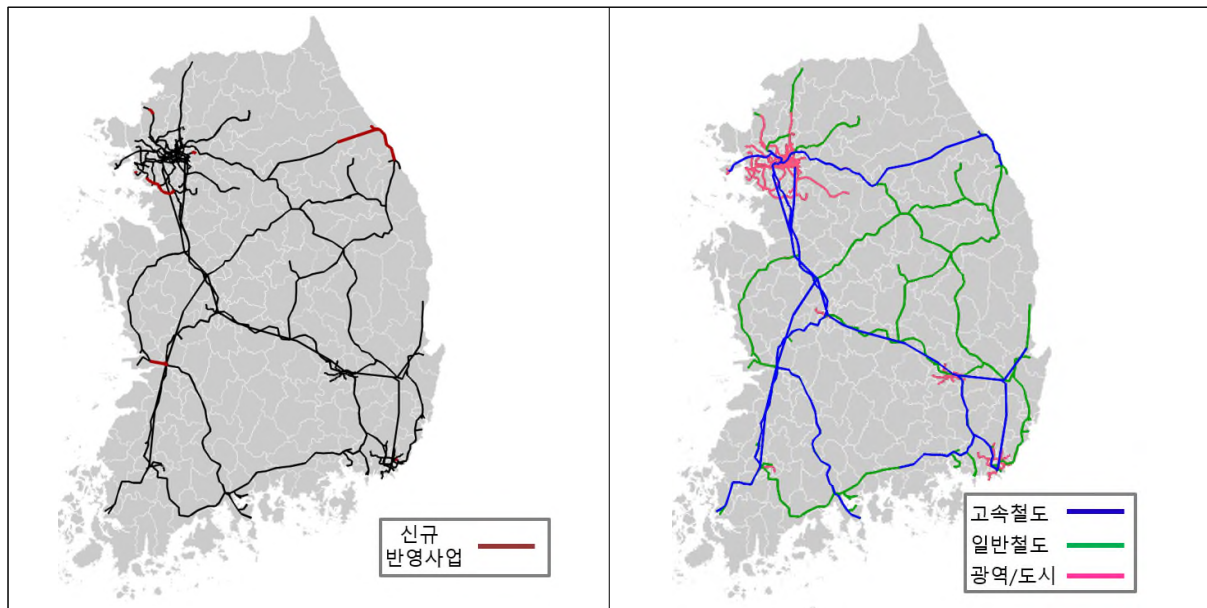
- 기준연도 철도 차선별, 수단별 구축 결과는 다음과 같음
  - 수인선(한대앞~수원역) 및 서울 지하철 5호선(하남선) 연장, 인천도시철도1호선 송도연장 개통 등으로 광역/도시철도 수단의 링크 연장이 증가함
  - 강릉선 KTX가 동해역까지 운행되면서 고속철도 환승역 분할로 인해 고속철도 링크의 연장도 증가함

<표 3-37> 기준연도(2020년) 철도 노선별 구축결과(양방향)

단위 : km

구분		2019년	2020년 (기준연도)	변화량 (2020-2019)
차선별 (Lane) 구분	단선	2,931	2,978	47
	복선	7,615	7,722	107
	2복선/3복선	418	418	-
	합계	10,964	11,118	154
수단별 (Mode) 구분	고속철도	3,517	3,600	83
	일반철도	5,898	5,893	-5
	광역철도/도시철도/경전철	2,968	3,054	86
	합계	12,383	12,547	165

주: 수단별(Mode) 연장의 경우 고속철도, 일반철도, 광역/도시철도 수단별 겸용 링크(링크 데이터 중 Modes 값 : re, rse, rs 등)가 존재하기 때문에 차선별(Lane) 구분과 총계가 다르게 나타남



<그림 3-14> 철도 교통분석용 네트워크 구축 결과