

· 목 차

요약

제1장 과업의 개요	1
제1절 과업의 배경 및 목적	3
1. 과업의 배경	3
2. 과업의 목적	3
제2절 과업의 범위 및 내용	4
1. 과업의 범위	4
2. 연구의 내용	4
3. 과업의 기대 효과	5
제2장 관련 연구 및 자료 현황	7
제1절 국내외 관련 연구 현황	9
1. 국내연구 현황	9
2. 국외연구 현황	20
제2절 관련 자료 현황	36
1. 2022년 전국 화물통행실태조사	36
2. 관련 통계자료	37
제3장 전국 화물O/D 전수화 방법	45
제1절 분석기준 및 전수화 과정	47
1. 분석 기준	47
2. 화물 O/D 전수화 과정	56
제2절 물동량 O/D 구축방법	61
1. 화물 발생량 산정	61
2. 화물 도착량 산정	62
3. 화물통행분포 산정	72
4. 철도, 항공 및 연안해운 물동량 O/D 산정	81
제3절 화물자동차 O/D 구축방법	82
1. 개요 및 기본 전제	82

2. 기초자료 수집 및 분석	84
3. 화물자동차 O/D구축 방법론	90

제4장 전국 화물 O/D 전수화 결과 103

제1절 물동량 O/D 산정 결과 105

1. 도로화물	105
2. 철도화물	118
3. 항공화물	120
4. 연안화물	122
5. 수단별 수송실적	124
6. 수송분담률 추이	125

제2절 화물자동차 O/D 산정 결과 126

1. 화물자동차 통행량	126
2. 화물자동차 O/D	129

제3절 장래년도 화물 O/D 예측 방법론 131

1. 기존 방법론 검토	131
2. 물동량 O/D 예측방법	138
3. 화물자동차 O/D 예측방법	140

제5장 종합 및 향후 연구과제 143

제1절 연구 종합 145

제2절 향후 연구과제 146

참고문헌 149

· 표목차

〈표 2-1〉 2022년 전국 화물OD조사의 조사실적	37
〈표 2-2〉 화물물동량 기종점통행량 전수화 구축을 위한 자료	38
〈표 2-3〉 화물자동차 기종점통행량 전수화 구축을 위한 자료	38
〈표 3-1〉 교통존 설정	49
〈표 3-2〉 산업업종 구분	52
〈표 3-3〉 화물품목 구분	53
〈표 3-4〉 화물자동차 구분	56
〈표 3-5〉 2018년 화물O/D 전수화 방법과의 비교	60
〈표 3-6〉 지역간산업연관표(IRIO) 구조(2개 지역, 3개 산업 예시)	64
〈표 3-7〉 산업연관표와 KTDB 품목 분류	65
〈표 3-8〉 지역간 산업연관표(IRIO) 구조	69
〈표 3-9〉 중간수요 구조	70
〈표 3-10〉 최종수요 구조	71
〈표 3-11〉 상세 업종별 KTDB 품목체계	73
〈표 3-12〉 2022 사업체물류현황조사의 상세 업종별 표본수	75
〈표 3-13〉 통행저항함수 형태	79
〈표 3-14〉 품목별 통행저항함수(역역함수) 적합 결과 및 계수	80
〈표 3-15〉 2022년 화물자동차실태조사 조사대상 차량종류	85
〈표 3-16〉 화물자동차차종별등록대수	86
〈표 3-17〉 덤프트럭 등록 관련 법령	86
〈표 3-18〉 화물자동차실태조사 자료 검수	87
〈표 3-19〉 화물자동차 과적 관련 법령	87
〈표 3-20〉 첫 통행의 O지점 기준(등록지 및 활동지 비율)(2022년 기준으로 변경)	91
〈표 3-21〉 T map 링크경로 데이터 구성	93
〈표 3-22〉 화물자동차 유형별 조사 표본수	97
〈표 3-23〉 통행저항함수 형태	99
〈표 3-24〉 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과 및 계수	99
〈표 4-1〉 전국 17개 시도별 전품목 화물 발생량 및 도착량	106
〈표 4-2〉 대분류 품목별 도로화물 물동량	107
〈표 4-3〉 대분류 품목 1(농·림·수·축산품) 지역간 물동량 O/D	108
〈표 4-4〉 대분류 품목 2(광산품) 지역간 물동량 O/D	109
〈표 4-5〉 대분류 품목 3(금속기계공업품) 지역간 물동량 O/D	110
〈표 4-6〉 대분류 품목 4(화학공업품) 지역간 물동량 O/D	111
〈표 4-7〉 대분류 품목 5(경공업품) 지역간 물동량 O/D	112
〈표 4-8〉 대분류 품목 6(잡공업품) 지역간 물동량 O/D	113

〈표 4-9〉	대분류 품목 7(기타) 지역간 물동량 O/D	114
〈표 4-10〉	도매업품 지역간 물동량 O/D	115
〈표 4-11〉	컨테이너 지역간 물동량 O/D	116
〈표 4-12〉	도로화물 전품목 지역간 물동량 O/D	117
〈표 4-13〉	전국 17개 시도별 철도화물 발생량 및 도착량	118
〈표 4-14〉	철도화물 O/D	119
〈표 4-15〉	항공화물 발생량 및 도착량	120
〈표 4-16〉	항공화물 O/D	121
〈표 4-17〉	연안화물 발생량 및 도착량	122
〈표 4-18〉	연안화물 O/D	123
〈표 4-19〉	2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤기준)	124
〈표 4-20〉	2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤-km기준)	125
〈표 4-21〉	국내화물 수송분담률 추이	125
〈표 4-22〉	전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량	126
〈표 4-23〉	전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량	127
〈표 4-24〉	전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량	128
〈표 4-25〉	전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량	128
〈표 4-26〉	전체 화물자동차 O/D	129
〈표 4-27〉	소형 화물자동차(2.5톤 미만) O/D	129
〈표 4-28〉	중형 화물자동차(2.5톤 이상~8.5톤 이하) O/D	130
〈표 4-29〉	대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D	130
〈표 4-30〉	화물교통수요와 영향요인간의 상관성	134
〈표 4-31〉	수단별 화물교통수요항목과 주요 영향요인 간의 영향정도	135
〈표 4-32〉	뉴질랜드 주요 산업별 장래 화물 물동량 예측 적용 지표	136
〈표 4-33〉	뉴질랜드 주요 산업별 장래 화물 물동량 예측 결과	137

• 그림목차

〈그림 2-1〉 제1차 전국물류현황조사 모집단 추정과정	10
〈그림 2-2〉 화물수송수요 전수화 및 수요추정과정도	11
〈그림 2-3〉 화물수송수요 전수화 과정	13
〈그림 2-4〉 2012년 화물 기종점통행량 구축 과정	16
〈그림 2-5〉 2018년 화물 기종점통행량 구축 과정	17
〈그림 2-6〉 항만 물동량 품목별 예측방법 흐름 및 절차	18
〈그림 2-7〉 미국 FAF3 화물OD 구축 과정	21
〈그림 2-8〉 미국 FAF4 구축 자료	22
〈그림 2-9〉 미국 남부캘리포니아 지역 중차량 화물자동차 수요 모형 구축 과정	23
〈그림 2-10〉 영국 화물수요모형 구축 과정	24
〈그림 2-11〉 미국 Wisconsin주 행태기반 화물수요 모형 구축 과정	25
〈그림 2-12〉 미국 Arkansas statewide model 구축 과정	26
〈그림 2-13〉 미국 FAF5 기준 연도 데이터 개발 프로세스	28
〈그림 2-14〉 미국 FAF5 데이터분석 화면	28
〈그림 2-15〉 화물자동차 OD 구축 프로세스	29
〈그림 2-16〉 화물자동차 OD 생성 과정 중 적용 알고리즘	29
〈그림 2-17〉 CSFFM 3.0 Architecture	30
〈그림 2-18〉 Freight Forecasting Framework in Chicago	31
〈그림 2-19〉 영국 국내 화물 운송수단별 운송량	32
〈그림 2-20〉 영국의 국가교통 모형 NTMv5 개요	34
〈그림 2-21〉 일본 전국 화물 순유동조사 조사실시체계	35
〈그림 3-1〉 존 구분도	48
〈그림 3-2〉 화물 물동량 및 화물자동차 O/D 구축 단계	58
〈그림 3-3〉 통행거리에 따른 통행빈도 분포	76
〈그림 3-4〉 적재톤급별 실제 적재량	88
〈그림 3-5〉 DTG자료와 Tmap 자료현황 및 활용 개요	94
〈그림 3-6〉 영업용 화물자동차 O/D 흐름	95
〈그림 3-7〉 비영업용 화물자동차 O/D 흐름	95
〈그림 3-8〉 소형 화물자동차	97
〈그림 3-9〉 중형 화물자동차	98
〈그림 3-10〉 대형 화물자동차	98
〈그림 3-11〉 화물자동차 O/D 구축 프로세스	101
〈그림 4-1〉 전국 17개 시도별 화물 발생량 및 도착량	106
〈그림 4-2〉 대분류 품목별 물동량	107

〈그림 4-3〉 전국 17개 시도별 철도화물 발생량 및 도착량	119
〈그림 4-4〉 전국 17개 시도별 항공화물 발생량 및 도착량	121
〈그림 4-5〉 전국 17개 시도별 연안화물 발생량 및 도착량	123
〈그림 4-6〉 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)	124
〈그림 4-7〉 전국 17개 시도별 화물자동차 발생량 및 도착량 (2022년)	127
〈그림 4-8〉 미국 FAF4 내수 및 수출입 물동량 장래예측 연평균 증가율	132
〈그림 4-9〉 미국 FAF4 내수 물동량 장래예측 결과(2012~2045)	133
〈그림 4-10〉 미국 FAF4 품목별 물동량 연평균(2012~2045) 증가율	133



요약

요약

1. 과업의 개요

가. 과업의 배경

- 전국 화물 기종점통행량(O/D)은 국토개발종합계획, 국가기간교통망계획, 국가물류기본계획, 지자체별 교통 및 물류계획 등을 비롯한 각종 교통물류계획의 효과적 수립·시행을 위한 필수적 기초자료로서, 전국을 대상으로 한 현장조사와 교통수요이론에 근거한 전문적 수요분석 작업을 거쳐 산출됨
- 2022년에 실시된 전국화물통행실태조사 결과를 기반으로 전수화 과정을 통하여 기준연도 화물 기종점통행량을 구축함으로써 교통물류정책 및 교통물류시설투자평가의 기초자료로 사용하고자 함

나. 과업의 목적

- 2022년에 수행된 전국 화물통행실태조사 표본조사 자료를 바탕으로 최신의 교통 및 사회·경제현황을 반영하여 국내 전체 물동량 규모 및 화물자동차 기종점통행량(O/D)을 구축함으로써 국가교통물류정책 및 교통물류시설투자평가의 기초자료로 사용하고자 함

다. 과업의 범위

- 시간적 범위
 - 기준연도 : 2022년 (전국화물통행실태조사 시행년도)

- 공간적 범위 : 제주도를 포함한 전국(시군구 단위)

2. 관련 연구 및 자료 현황

가. 국내외 관련연구 현황

1) 국내연구 현황

① 화물통행실태 상세분석(2001) - 5대광역시 -

- 5대광역시 화물통행실태조사에서 화물차량의 운행특성조사자료와 각종 모집단으로 이용될 수 있는 통계자료를 이용하여 전수화를 실시하였고, 통행수요모형이 적용된 보정작업을 거쳐 최종적으로 전수화된 수단별 화물 O/D를 도출함

② 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화(2003)

- 2001년에 시행된 물류현황조사의 결과를 활용하여 전국단위의 화물물동량을 산정하고, 통행실태의 분석을 통하여 물류현황을 파악함
- 수요분석 방법
 - 지역간 화물수요분석에서 화물수단간 대체성이 적으므로 화물수단별로 화물 발생 및 도착량을 추정함
 - 도로화물 수요는 화물분포, 노선배정 과정을 통하여 검증

③ 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화(2007)

- 전수화 및 화물수송수요분석을 위하여 설정한 방법은 다음과 같음
 - 물류현황조사에서 실시한 연간 물동량 조사자료, 3일간 물동량 조사자료를 통해 원단위를 산출하고 모집단으로 이용될 수 있는 통계자료를 이용하여 전수화를 실시하였고, 화물수요모형을 적용한 보정작업을 거쳐 최종적으로 전수화된 품목별, 수단별 화물물동량 O/D를 도출함

④ 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측(2012)

- 2012년 전국 화물 O/D 전수화에서는 기존 물동량을 화물자동차 통행으로 전환하는 방법이 아닌 차량 기반의 화물자동차 수요 추정 방법으로 화물자동차 O/D를 구축함

⑤ 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측(2018)

- 2017년 조사자료 기준 전국 화물 O/D 전수화의 특징은 다음과 같이 정리됨
 - 공공 및 민간부분의 다양한 빅데이터 자료를 확보하여 모형 추정, 수요추정 결과물 검증 및 보정자료로 활용함
- 2017년 기준 장래년도 화물 O/D 예측의 특징은 다음과 같음
 - 장래 물동량 O/D는 화물통행실태조사 결과를 기반으로 한 원단위법을 이용하여 추정됨

2) 국외연구 현황

① Quick Response Freight Manual II(미국 FHWA, 2007)

- 4단계 화물통행수요 추정방법 적용
- 화물통행 발생량과 도착량은 품목별 회귀식을 구축하여 추정
- 지역간 화물수요추정을 위한 통행분포모형은 다음과 같은 유출제중력모형과 역지수함수 형태의 통행저항함수를 제시함
 - 화물의 경우 품목별 특성이 서로 다르기 때문에 품목별 평균 존간 통행거리는 동일하지 않으며, 이에 따라 품목별 통행분포모형은 상이하게 추정됨
- 화물수단분담 모형은 로짓함수 형태의 비집계모형을 구축하여 사용함
- 화물자동차 통행수요는 물동량 톤을 화물자동차 통행량으로 전환하여 사용함

② 미국 FAF3(Federal Highway Administration, 2011)

- 미국의 경우 CFS(commodity flow survey)를 기반으로 화물 O/D를 추정함
- CFS 기반의 물동량은 수단 또는 품목별로 누락된 자료가 있어 세부수준이 떨어질 수 있으므로 missing cell을 처리하는 방법을 적용함
- Non-CFS기반의 물동량은 실제 조사되지 않은 품목의 물동량과 수출입 물동량이 대상이며 이에 대한 별도 실적 데이터와 산업업종별로 적정 방법을 적용함

③ 미국 FAF4(Federal Highway Administration, 2011)

- CFS 물동량은 표본조사로 인해 조사 거절, 물동량 관련 무응답, 조사 결과의 큰 편차, 조사 시점에 따른 변동 등으로 미국 내수 물동량의 약 70%가량만 조사되기 때문에, FAF4 분석을 통해 약 30%가량을 재추정하는 과정을 거침
- 2012년 CFS(Commodity Flow Survey)에서 고려하지 못한 산업과 수단, 수입 물동량 등을 관련 자료를 바탕으로 모형과 알고리즘을 적용하여 기준년도 매트릭스를 재구성하는 과정을 거침
- 추정과정은 ODCM(기점, 종점, 품목, 수단)을 로그 선형 모형을 통해 추정하는 과정을 거침

④ Heavy Duty truck Model (미국 The Southern California Association of Governments, 2012)

- 2008년 미국 남부 캘리포니아 지역의 중대형 화물자동차 모형을 개발하였음
- 중대형 화물자동차 모형은 내부통행 모형과 외부통행 모형, 항만 모형, 복합운송 모형으로 구분되어짐
- 개별 모형별로 발생 및 도착모형, 분포 모형을 구축하였으며, 공차통행과 침두 및 비침두 환산계수도 도출하여 모형에 반영하였음

⑤ Base Year Freight Matrices(영국 Department for Transport, 2012)

- 영국 전역을 대상으로 2012년을 기준년도로 하여 물동량 기종점통행량과 화물자동차 기종점통행량을 구축하였음
- 품목별로 생산량과 소비량을 발생모형을 통해 구축하고, 중간 경유지와 생산지와 소비와의 관계를 SIO 모형을 통해 기종점통행량으로 변환하는 과정을 거침

⑥ Wisconsin statewide travel demand model(미국 FHWA, 2017)

- 2013년 위스콘신주 교통국에서는 교통계획과 교통정책 의사결정 개선을 위해 주 화물교통수요 모형을 과거 통행기반에서 행태기반으로 모형을 개발하였음
- 기존 화물 수요모형의 단점을 제시하였으며, 화주의 공급사슬망 배송체계를 기반으로 한 물동량 모형, 통행사슬 및 다중 배송체계를 고려한 화물자동차 모형, 서비스 산업 모형을 구축하였음

⑦ Arkansas statewide model(미국 National Cooperative Highway Research Program, 2017)

- 미국 아칸소주 도로교통국에서는 2015년 주단위 교통수요 모형을 개선하였음
- 회귀모형을 통해 발생량, I-O모형을 통해 도착량 산출하였으며, 주내 물류거점은 별도로 고려하여 구축하였음
- 품목별로 분포모형과 수단선택 모형도 별도로 구축하였으며, 품목별 물동량을 계수치를 적용하여 차량 대로 전환하는 과정도 거침

⑧ 미국 FAF5(2017)

- 화물분석프레임워크(FAF)는 2017년(기준연도) CFS(Commodity Flow Survey) 데이터와 인구조사국의 국제 무역 데이터를 시작으로 FAF5는 농업, 추출, 유틸리티, 건설, 서비스 및 기타 부문의 데이터를 통합함

- FAF5(2017) OD 데이터베이스는 출발지(O), 목적지(D), 상품 등급(C) 및 운송 모드(M)별로 달러 가치 및 톤수로 예상 화물량을 제공함

⑨ Truck Origin-Destination Data Methodology(미국 FHWA, 2020)

- FHWA(Federal Highway Administration)는 국가 데이터를 활용하여 지속적인 통행 모니터링 프로그램을 구축하는 것을 목표로 차세대 전국가구여행조사 (NextGen NHTS, National Household Travel Survey)를 실시함
- 위치 데이터를 화물자동차의 이동으로 식별, POI 및 운행특성 기반의 트립 구간 연결, 도로 네트워크 매핑 및 오버링크 조정, 화물자동차 관련 외부 자료 및 표본 편향을 고려한 가중치 산정 및 전국 단위로 확장의 순서로 화물자동차 O/D를 생성함

⑩ 미국 CSFFM 3.0(2019)

- California Statewide Freight Forecasting Model(CSFFM)은 상품 기반 모델로써 FAF3 데이터를 포함한 캘리포니아 및 기타 주 내의 인구통계 및 경제 데이터를 기반으로 화물 품목의 생산, 유치 및 유통을 예측하는 모델임
- 캘리포니아를 97개의 존(Freight Analysis Zones, FAZ)을 기반으로, 38개의 수출입 게이트, 31개의 운송물류노드(TNZ)를 고려하여 모델을 구축하였음

⑪ 미국 Regional Tour-Based Truck Model in Chicago(2012)

- Regional Tour-Based Truck Model은 배송트럭 OD를 구축하는 지역 모델로써 6단계로 구성됨
- 복귀기점 기준 1개의 패턴 설정, 패턴 속 트립 단위로 복수의 통행 추출, 경유지 배제, 그리디 알고리즘 적용, 배송 크기와 상품을 기준으로 중지시간 고려, O/D 구축

⑫ 영국 NTMv5(2020)

- 영국의 경우 크게 도로, 철도, 해상, 항공 화물로 나누어짐
- 도로 화물 통계는 영국 및 북아일랜드 대형 화물 차량의 국내 및 국제 활동에 대한 정보를 제공하며 교통청에서 시행하는 도로 화물 조사에서 수집한 데이터를 바탕으로 가공됨

⑬ 일본 전국화물 순유동조사(2021)

- 일본의 경우 통계법에 근거하여 전국을 대상으로 화물의 순유동 통계를 구축하기 위한 실태조사를 실시함
- 연간 조사에서 1년간의 품종별 출입하 중량, 수송기관 이용비율, 배송지 지역별 중량 비율 등을 조사하며, 총 3일간 조사하여 출하 1건마다 화물의 상세한 유동실태(품목, 수취인업종, 신고지, 중량, 수송경로, 출하 시각, 소요 시간, 수송 비용 등)를 조사함

나. 관련자료 현황

1) 2022년 전국 화물통행실태조사

- 전국화물통행실태조사는 국가통합교통체계효율화법에 명시된 국가교통조사로서 전국 지역 간 화물 기종점통행량을 추정하고 국내 물류현황을 분석할 수 있는 DB를 구축하기 위한 기초자료 구축을 목적으로 함
- 전국화물통행실태조사는 사업체물류현황조사(광업, 제조업, 도매업, 창고업, 위험물질 취급 사업체), 화물자동차통행실태조사, 물류거점화물실태조사로 구성됨

2) 관련 통계자료

① 통계청 조사자료

- 경제총조사 : 국가 전체 산업에 대하여 통일된 조사기준과 방법에 의하여 구조와 분포, 경영실태 등에 관한 사항을 종합적으로 파악하기 위해 매 5년마다 실

시되는 조사로서 정부의 경제 및 산업별 정책 수립과 기업의 경영계획 수립·평가의 기초자료 제공

- 전국사업체조사 : 전국의 모든 사업체를 대상으로 지역별로 사업체의 규모 및 분포를 파악하기 위해 매 1년마다 실시되는 조사로서 정부의 정책 수립 및 평가, 기업의 경영계획 수립 및 학술 연구 등의 기초자료 제공
- 광업·제조업 조사 : 우리나라의 광업 및 제조업 부문에 대한 구조와 분포 및 산업활동실태 등을 파악하여 정부의 경제정책 수립, 기업의 경영계획 수립, 대학과 연구소의 각종 연구활동 및 산업구조통계 국제비교 등에 필요한 자료와 산업생산지수 개편, GDP 디플레이터 비중 산출, 광업과 제조업을 대상으로 하는 각종 표본조사의 모집단 자료 제공
- 농림어업총조사 : 전국 농림어가의 규모, 분포, 경영형태를 파악하여 농림어업 정책 및 농산어촌 지역개발계획을 위한 기초자료를 제공하며 농림어업 관련 표본조사의 표본틀로 활용

② 교통·물류 통계

- 한국철도공사에서 제공하는 철도역별 철도화물실적 자료, 한국공항공사에서 제공하는 공항별 화물운송실적자료, 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만간 화물운송실적자료를 토대로 수단별 지역별 물동량 O/D를 생성하는 자료로 활용함
- 도시부 교통관련 기초조사는 도시교통정비촉진법 제9조(기초조사) 및 동법시행령 제 10조(기초조사내용)에 의해 지방자치단체의 교통량조사를 의무화함에 따라 시행되고 있으며, 그 결과물로서 연차별 교통관련 기초조사 보고서를 발간·보급함으로써 교통관련 조사·분석 정보가 교통정책 지표로 활용되도록 하고 있음
- 도로교통량 통계연보는 도로교통량조사에 의해 산출된 결과물로서, 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도의 교통량 현황을 조사하여, 도로의 계획과 건설, 유지관리 및 도로행정에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고 있음

- 한국도로공사 고속도로 통행료징수시스템(TCS) 자료는 고속도로 요금소를 진출입하는 차량의 정보를 이용하여 고속도로 통행차량의 차종 및 통행량을 파악할 수 있음
- 국토교통부에서 제공하는 통계로서 2022년 12월 기준 화물자동차의 지역별, 업종별, 톤급별 전국 화물자동차 등록대수를 이용하여 화물자동차 O/D 전수화 과정에서 가중치 적용 및 화물자동차의 발생량/도착량 검증에 활용됨
- 교통안전공단 자동차주행거리 실태조사는 국내 운행자동차의 용도별·차종별·연료별 주행거리 현황을 분석하여 자동차관련 교통정책 등을 위한 기초통계로 활용되는 조사로서, 17개 광역시·도를 대상으로 함
- 해양수산부 통합 PORT-MIS 자료는 항만이용자들이 신고하는 정보(Port-Mis)를 기반으로 작성되는 해운항만통계(화물수송실적, 컨테이너 처리실적, 선박입출항실적 등)와 등록선박, 국제물류통계 등을 제공

다. 기타 통계자료

- 한국산업단지공단 전국산업단지현황통계는 국내 모든 산업단지(국가, 일반, 도시첨단, 농공단지) 현황을 조사하여 정부 및 지방자치단체의 산업정책 수립, 기업의 경영계획 수립, 연구기관의 연구활동에 필요한 참고자료로 제공함
- 한국은행 산업연관표는 각 지역의 경제구조뿐만 아니라 산업간 상호연관관계를 일정한 기준에 의하여 수량적으로 나타냄으로써 지역의 경제 및 산업구조 분석과 지역경제정책 수립 및 정책효과 측정 등에 유용한 분석도구로 널리 활용될 수 있음
- 우정사업본부 택배자료는 기존의 배송시스템을 토대로 운영되며 우편번호를 기준으로 운송정보 및 접수건수, 차량정보 등을 체계적으로 수집하고 있으며 차량운송 집계데이터 정보는 일자, 발송 및 도착 우편집중국정보, 운송선로명, 운송거리, 차량톤급, 등기소포물량, 등기통상물량, 국내특급 등의 정보를 포함하고 있음
- 축산물품질평가원의 축산물(쇠고기, 돼지고기 등) 유통과정의 정보를 기록·관

리하고 문제가 발생했을 때 대처하기 위해 시행중인 축산물이력제 자료를 축산물 물동량(소, 돼지) 발생량 산정 등에 활용함

3. 전국 화물O/D 전수화 방법

가. 물동량 O/D 구축방법

1) 분석기준

① 교통존 설정

- 화물수송수요는 다음과 같이 대존 및 중존을 대상으로 분석
 - 대존 : 특별시, 광역시, 도 17개 단위
 - 중존 : 특별시, 광역시의 구, 시, 군 250개 단위

② 화물품목의 구분

- 화물품목은 31개로 구분하고 도매업과 컨테이너는 별도로 분류함

2) 물동량 O/D 전수화 과정

① 도로 물동량 O/D 산출 방법

- 2022년 전국화물통행실태조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 화물의 발생량을 산정하되 조사에서 누락된 업종의 경우 관련 협회자료 및 통계자료를 이용하여 물동량을 산정함
- 화물 도착량은 국내 산업간 연관관계를 설명한 지역간 산업연관표(Inter-Regional Input- Output, IRIO)를 이용하여 산정함
- 화물분포는 화물 발생량과 도착량을 배분하는 과정으로 중력모형을 이용하여 적정 분포를 도출함

- 화물자동차 기준점통행량(OD)은 2022년 전국화물통행실태조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 발생량 및 도착량을 전수화하며 물동량과 유사하게 중력모형을 적용하여 통행분포를 수행함

② 철도 물동량 O/D 산출 방법

- 한국철도공사에서 제공하는 2022년 철도화물실적 자료를 토대로 본 연구의 31개 품목 및 250개 존체계로 전환하여 품목별·지역별 철도화물 물동량 O/D를 생성함

③ 항공 물동량 O/D 산출 방법

- 한국공항공사에서 제공하는 2022년 공항별 화물운송실적자료를 토대로 항공화물 물동량 O/D를 생성함

④ 연안해운 물동량 O/D 산출 방법

- 한국해양수산개발원에서 제공하는 2022년 항만간 화물운송실적자료를 토대로 항만간 연안해운 화물 물동량 O/D를 생성함

나. 화물자동차 O/D 구축방법

1) 개요

- 기존 전수화 과정은 크게 발생도착량 추정, 통행분포 추정, 보정 및 검증 단계로 구성되어 있음
- 발생도착량 추정 단계에서 모집단인 화물자동차등록대수에 통행원단위를 적용하여 산정한 층별 발생도착량에 대해 통행분포 모형을 적용하여 존 간 교차 통행량을 산정한 후 유관기관 화물자동차 통행량과 비교검증을 통해 화물자동차 O/D를 구축함
- 본 과업에서는 기존 전수화 방법론과 공통적으로 발생 및 분포 그리고 보완검증으로 이루어진 단계별 과정을 통해 화물자동차 O/D를 구축하고자 하며 DTG, T-MAP 등 빅데이터를 활용하여 활동지 기반의 발생량 추정 및 통행분포 그리고 보완검증 단계가 포함되도록 함

2) 화물자동차 O/D 발생량 및 도착량 산정

- 화물자동차 발생 및 도착량은 화물자동차가 일기준 통행한 횟수를 의미하므로 화물자동차 전체 등록대수에 2022년 화물자동차통행실태조사에서 수집된 통행 자료를 토대로 산정한 통행발생 원단위를 적용하여 산정
- 일기준 발생 통행량은 출발지역으로 회귀한다는 전제하에서 지역별 발생 및 도착량을 동일하다고 간주함

3) 화물자동차 O/D 통행분포

- 통행발생 단계에서 추정된 준별 화물자동차의 발생 통행량과 도착 통행량을 준간의 교차 통행량으로 배분하는 과정을 수행하며, 이를 위하여 우선 조사 표본을 기반으로 화물자동차 업종별, 톤급별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 통행분포모형을 정립함
 - 모형 정립에 활용되는 조사 표본은 2022년 전국 화물통행실태조사 중 화물자동차통행실태조사 데이터임

4) 화물자동차 O/D 보완 및 검증

- 2022년 화물자동차통행실태조사 중 고속도로를 이용한 화물자동차 통행자료와 DTG 및 Tmap 자료를 보정 자료로 활용함

4. 전국 화물O/D 전수화 결과

가. 물동량 O/D 산정 결과

1) 품목별 물동량

- 화물을 7개 대분류 품목으로 분류하고, 도매업 및 컨테이너는 별도로 구분하여 구축함

<표 1> 대분류 품목별 도로화물 물동량

구분		코드번호	물동량(톤/년)	비율(%)
농림수축산업	1.농림수축산품	품목 1 ~ 4	49,162,376	2.75
광업	2.광산품	품목 5 ~ 9	403,978,262	22.62
제조업	3.금속기계공업품	품목 22 ~ 29	261,789,102	14.66
	4.화학공업품	품목 18 ~ 21	455,500,374	25.51
	5.경공업품	품목 10 ~ 14	55,150,355	3.09
	6.잡공업품	품목 15 ~ 17	60,846,999	3.41
	7.기타	품목 30 ~ 31	11,918,613	0.67
도매업품			233,828,700	13.10
컨테이너			253,386,887	14.19
합계			1,785,561,668	100.00

○ 도로화물 전품목 물동량은 약 1,786백만톤/년으로 나타남

<표 2> 도로화물 전품목 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	4,466,020	5,433,311	3,243,911	6,881,665	2,087,737	2,727,911	4,136,071	5,883,335	2,589,941	4,489,988	6,660,547	3,422,932	4,336,917	7,693,747	7,330,665	0	53,651	141,733,135
부산	1,488,889	4,889,200	1,935,233	3,047,821	787,885	524,465	1,230,173	1,823,723	641,188	3,883,172	3,485,411	1,588,611	2,238,422	11,188,549	20,674,922	0	37,665	123,389,951
대구	488,233	3,145,511	6,534,800	441,365	2,639,985	188,621	1,102,535	1,441,744	2,635,588	585,449	885,235	387,735	665,235	4,294,423	2,367,611	0	70,888	229,570,822
인천	7,007,233	3,481,182	5,948,911	7,539,065	421,400	641,640	1,561,184	4,100,533	1,711,103	3,488,203	5,500,381	1,270,081	2,388,888	3,544,524	2,449,640	0	38,024	15,188,021
광주	681,817	2,571,465	3,572,111	665,422	5,289,857	234,741	885,883	2,441,881	1,538,111	4,589,111	1,354,400	1,888,886	7,176,173	987,131	1,327,089	0	45,211	25,402,225
대전	1,145,211	1,324,465	3,158,111	1,883,911	427,111	984,411	94,257	3,916,688	3,022,111	2,453,111	2,688,111	1,845,111	1,244,400	2,015,111	1,887,111	0	31,065	4,268,886
울산	301,111	14,885,311	5,260,111	2,975,388	1,674,111	1,672,111	7,914,722	1,286,922	3,622,111	4,577,111	6,076,111	441,320	961,100	2,594,257	3,277,666	0	57,440	16,455,233
경기	2,246,765	2,011,800	4,888,100	2,888,888	3,108,888	5,065,089	11,371,081	16,706,336	11,887,988	19,622,883	4,405,235	9,887,589	13,888,489	20,356,622	13,987,881	0	2,504,377	38,887,722
강원	2,885,411	3,385,244	1,827,911	2,588,489	1,007,589	1,281,489	4,357,740	1,005,522	3,176,707	7,227,465	7,188,229	2,883,965	4,483,089	11,889,689	6,082,217	0	75,708	1,842,457
충북	3,600,981	4,221,088	1,533,511	2,710,077	900,588	2,282,500	8,657,087	1,536,400	3,400,900	1,709,965	1,088,488	2,722,323	6,688,539	8,882,255	5,088,000	0	1,522,065	5,888,088
충남	3,181,217	5,265,988	1,888,981	3,665,740	1,022,677	2,388,211	3,584,581	2,381,588	2,419,822	7,083,422	6,800,325	4,900,611	4,881,755	6,381,400	4,765,423	0	1,487,089	12,465,487
전북	1,066,487	2,822,366	894,111	1,365,100	1,488,888	1,136,700	2,066,707	6,221,788	1,489,989	3,100,722	7,400,424	2,307,494	7,286,884	4,665,794	3,966,217	0	57,351	2,702,124
전남	1,465,133	2,883,800	981,311	1,266,655	5,788,911	72,422	3,522,489	7,537,711	1,624,688	3,287,465	4,383,244	5,422,488	1,003,996	4,667,065	6,586,411	0	1,366,325	1,896,066
경북	1,622,994	1,636,981	3,376,611	1,265,566	688,989	82,784	6,788,800	6,664,322	2,140,065	3,955,325	3,894,883	1,965,500	3,388,989	4,194,423	7,022,866	0	32,665	1,003,367,000
경남	888,871	2,178,182	1,622,822	81,233	50,311	40,317	6,887,219	3,688,725	1,191,089	1,544,465	1,986,211	1,522,600	3,965,087	4,583,119	5,988,844	0	1,021,111	11,481,411
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,594,172	0	7,594,172
세종	177,355	21,233	15,822	29,300	9,688	36,589	35,961	1,587,885	38,733	1,700,633	2,081,181	46,933	60,183	861,119	41,322	0	1,089,522	1,036,589
합계	90,494,688	1,637,081	2,440,255	1,881,965	2,775,722	1,881,188	1,698,488	3,891,467	6,102,722	7,835,365	12,297,322	6,485,688	17,462,987	19,765,423	11,381,589	7,594,172	11,100,971	1,785,561,668

2) 철도화물

- 철도의 연간 화물 총 물동량은 23,623,473톤/년임

〈표 3〉 철도화물 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	731	151	-	-	-	581	-	120	67	62	31	-	-	272	31	-	-	2,629
부산	532	25,699	43	-	76	123,851	25,370	1,665,251	38	68	39,615	65,890	8,753	111,987	-	-	175,077	2,522,815
대구	-	66	-	-	-	651	-	270	45	90	-	23	-	271	-	-	-	1,416
인천	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광주	-	38	-	-	-	1,291	-	-	-	-	-	79	81	-	-	-	-	1,442
대전	5,800	196,380	62	-	1,338	15,618	-	488	302	861	38	2,667	2,390	532	801	-	-	27,600
울산	-	196,380	-	-	1,901	479	32	15,079	485	67,336	25,691	-	80	19,238	-	-	-	321,888
경기	971	2,291,827	685	-	-	2,671	-	8,322	-	1,088	4,838	89	15,089	52,561	9,886	-	1,991	2,391,110
강원	45,216	35	-	-	-	2,015	-	80,557	43,888	27,172	-	5,820	101	40,126	3,858	-	301,333	2,711,185
충북	1,885,271	621	221,221	-	-	631,088	-	3,441,253	6,701	167,956	7,298	151,823	48	901,627	2,616	-	47,532	7,858,316
충남	514	843,847	-	-	-	58	172,230	1,300	-	39	-	-	53,600	1,720	732	-	32	1,555,382
전북	-	167,888	-	-	-	3,251	-	1,238	-	329	71,120	10,027	22,541	43	-	-	-	545,433
전남	-	28,172	37	-	5,099	4,76	5,927	611,087	30	56	36,802	1,177,087	40,210	83,541	5,381	-	28	2,855,716
경북	6,491	521,107	9,091	-	-	7,427	41,015	32,791	2,153	1,071,801	2,621	67	25,033	3,109	2,140	-	151	2,443,581
경남	3,907	6,639	-	-	1,586	1,531	-	13,736	2,081	73	500	-	4,021	2,523	5,000	-	47	46,573
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
세종	-	15,536	-	-	-	-	-	1,670	442	-	-	-	168	-	2,588	-	-	10,101
합계	2,391,499	4,511,088	231,465	-	10,063	78,601	651,955	6,911,222	443,539	1,582,465	82,337	1,443,822	1,391,777	1,579,016	31,016	-	99,651	23,623,473

3) 항공화물

- 항공화물 물동량은 229,357톤/년이며 총 물동량은 89.42%(약 205,086톤/년)가 서울특별시, 부산광역시, 제주특별자치도에서 발생하고 88.50%(202,978톤/년)가 도착함

〈표 4〉 항공화물 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	0	6,488	8	0	35	0	57	0	12	0	0	0	62	75	130	61,651	0	69,111
부산	8,118	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,546	0	21,136
대구	7	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	5,557	0	5,557
인천	0	49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49
광주	33	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	3,961	0	4,339
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	683	0	1,333
경기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
강원	12	0	11	0	21	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	1,227	0	1,353
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,817	0	7,817
충남	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
전북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,014	0	1,014
전남	73	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	0	0	866	0	1,633
경북	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	447	0	538
경남	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
제주	76,327	13,775	5,880	43	4,400	0	70	0	1,418	8,925	0	1,087	963	471	0	0	0	114,009
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	86,511	30,492	5,889	45	4,735	0	1,317	0	1,537	8,925	0	1,087	1,637	546	130	95,775	0	229,357

4) 연안화물

- 연안화물 연간 총 물동량은 122,032천톤/년임

〈표 5〉 연안화물 O/D

단위: 천톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	기타	합계
서울	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
부산	0	1	0	1	0	0	149	0	51	0	575	1	422	22	477	808	0	268	2,204
대구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인천	0	3	0	12	0	0	920	162	39	0	152	0	146	0	0	124	0	286	1,847
광주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	0	3,311	0	2,482	0	0	35	190	1,003	0	277	433	3,678	247	1,162	535	0	1,337	14,696
경기	0	0	0	489	0	0	108	7	0	0	271	2	359	0	0	800	0	204	1,444
강원	0	1,964	0	5,128	0	0	1,516	3,533	3,223	0	496	1,159	8,245	3,478	1,850	133	0	1,623	29,132
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
충남	0	1,658	0	4,181	0	0	2,641	726	267	0	107	684	1,796	35	261	0	0	2,924	15,286
전북	0	0	0	61	0	0	3	0	0	0	0	0	22	0	455	38	0	24	151
전남	0	2,497	0	4,883	0	0	2,153	2,218	494	0	589	1,116	2,082	460	1,303	7,196	0	2,101	27,098
경북	0	241	0	183	0	0	61	734	86	0	0	138	1,217	3	511	0	0	966	3,179
경남	0	25	0	0	0	0	242	15	11	0	227	0	140	11	880	517	0	326	2,381
제주	0	506	0	112	0	0	0	7	12	0	0	3	5,822	0	134	0	0	61	6,659
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0	1,333	0	6,809	0	0	616	716	240	0	4	803	3,055	101	3,511	1,560	0	0	17,949
합계	0	11,543	0	24,343	0	0	8,448	8,296	2,208	0	2,127	3,541	26,989	4,361	10,094	10,915	0	9,159	122,032

5) 수단별 수송실적

- 2022년 국내화물 총 물동량은 2021년(19억 9천만톤/년) 대비 약 2.96% 감소한 1,931,446,523톤/년으로 나타났음

〈표 6〉 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤기준)

단위: 톤/년, %

수송수단	물동량	비율
도로	1,785,561,668	92.45
철도	23,623,473	1.22
연안	122,032,025	6.32
항공	229,357	0.01
합계	1,931,446,523	100.00

- 2022년 국내화물 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 172,892,256,081톤·km/년으로 나타남

〈표 7〉 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤-km기준)

구분		도로	철도	연안	항공	계
2022	백만 톤·km/년	135,192	6,054	31,556	90	172,892
	비율(%)	78.19	3.50	18.25	0.05	100.00

나. 화물자동차 O/D 산정 결과

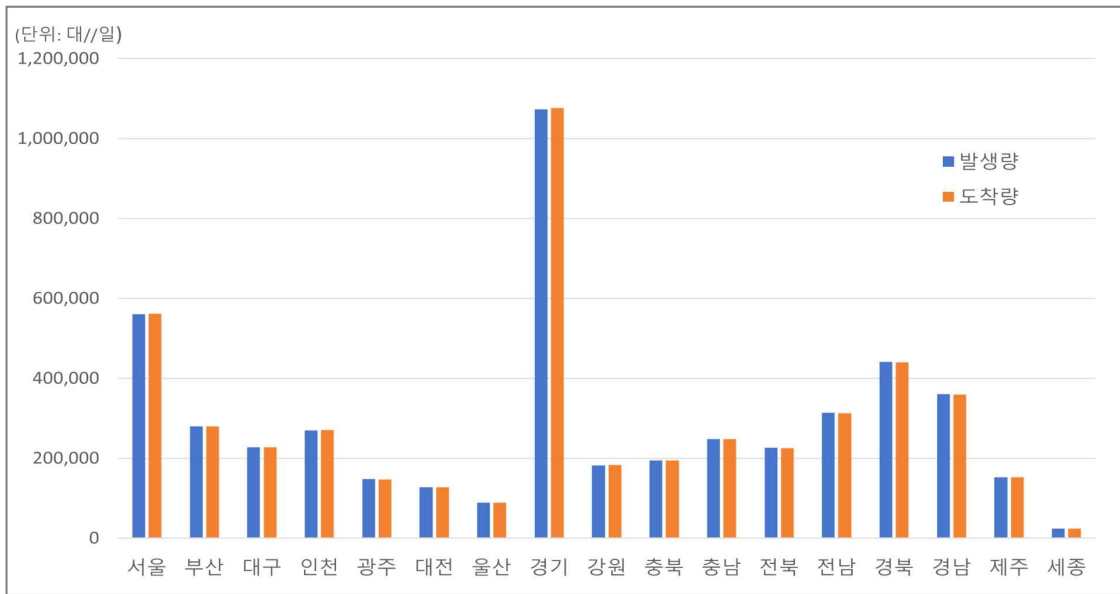
1) 화물자동차 통행량

- 2022년 화물자동차의 일평균통행량은 약 492만대/일로 산출되었으며 이는 2021년도(약 479만대/일)에 비해 2.75% 증가함
 - 지역별로는 물류거점이 입지해 있는 지역을 중심으로 발생량 및 도착량이 높게 나타났으며 톤급별로는 중형 화물자동차 통행 증가율이 크게 나타남
 - 소형화물자동차의 단거리 통행빈도 또한 증가한 것으로 나타났으며 허브 및 피드의 화물자동차 통행분포 특성을 나타냄

〈표 8〉 전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량(2022년)

단위: 대/일, %

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	560,588	11.39	562,486	11.42
부산광역시	280,054	5.69	279,558	5.68
대구광역시	227,815	4.63	227,272	4.62
인천광역시	269,744	5.48	270,484	5.49
광주광역시	147,927	3.00	147,182	2.99
대전광역시	127,857	2.60	127,759	2.59
울산광역시	89,008	1.81	88,829	1.80
경기도	1,073,690	21.81	1,076,227	21.86
강원도	182,937	3.72	183,255	3.72
충청북도	195,206	3.96	195,287	3.97
충청남도	248,305	5.04	248,424	5.05
전라북도	226,282	4.60	225,699	4.58
전라남도	314,715	6.39	313,293	6.36
경상북도	441,187	8.96	440,491	8.95
경상남도	361,073	7.33	360,132	7.31
제주특별자치도	152,748	3.10	152,748	3.10
세종특별자치시	24,281	0.49	24,291	0.49
전국	4,923,416	100.00	4,923,416	100.00



〈그림 1〉 전국 17개 시도별 화물자동차 발생량 및 도착량 (2022년)

〈표 9〉 전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량(2022년)

단위: 대/일, %

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	476,158	9.67	478,052	9.71
부산광역시	208,876	4.24	208,384	4.23
대구광역시	186,754	3.79	186,213	3.78
인천광역시	181,283	3.68	182,016	3.70
광주광역시	114,967	2.34	114,225	2.32
대전광역시	104,204	2.12	104,106	2.11
울산광역시	66,221	1.35	66,043	1.34
경기도	766,341	15.57	768,863	15.62
강원도	145,457	2.95	145,773	2.96
충청북도	146,463	2.97	146,544	2.98
충청남도	182,856	3.71	182,974	3.72
전라북도	171,471	3.48	170,892	3.47
전라남도	246,723	5.01	245,308	4.98
경상북도	363,770	7.39	363,076	7.37
경상남도	286,705	5.82	285,769	5.80
제주특별자치도	133,123	2.70	133,123	2.70
세종특별자치시	18,840	0.38	18,850	0.38
전국	3,800,211	100.00	3,800,211	100.00

〈표 10〉 전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량(2022년)

단위: 대/일, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	70,538	1.43	70,541	1.43
부산광역시	34,617	0.70	34,616	0.70
대구광역시	31,409	0.64	31,408	0.64
인천광역시	46,456	0.94	46,459	0.94
광주광역시	21,803	0.44	21,800	0.44
대전광역시	16,367	0.33	16,367	0.33
울산광역시	10,309	0.21	10,308	0.21
경기도	250,707	5.09	250,718	5.09
강원도	30,489	0.62	30,490	0.62
충청북도	33,295	0.68	33,295	0.68
충청남도	45,085	0.92	45,084	0.92
전라북도	40,671	0.83	40,668	0.83
전라남도	43,898	0.89	43,892	0.89
경상북도	54,165	1.10	54,164	1.10
경상남도	52,969	1.08	52,966	1.08
제주특별자치도	17,125	0.35	17,125	0.35
세종특별자치시	4,532	0.09	4,531	0.09
합계	804,435	100.00	804,435	100.00

〈표 11〉 전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량(2022년)

단위: 대/일, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	13,892	0.28	13,894	0.28
부산광역시	36,561	0.74	36,557	0.74
대구광역시	9,652	0.20	9,651	0.20
인천광역시	42,006	0.85	42,009	0.85
광주광역시	11,157	0.23	11,157	0.23
대전광역시	7,286	0.15	7,286	0.15
울산광역시	12,479	0.25	12,478	0.25
경기도	56,642	1.15	56,646	1.15
강원도	6,991	0.14	6,991	0.14
충청북도	15,448	0.31	15,448	0.31
충청남도	20,364	0.41	20,366	0.41
전라북도	14,139	0.29	14,139	0.29
전라남도	24,094	0.49	24,093	0.49
경상북도	23,252	0.47	23,250	0.47
경상남도	21,398	0.43	21,397	0.43
제주특별자치도	2,499	0.05	2,499	0.05
세종특별자치시	910	0.02	909	0.02
합계	318,770	100.00	318,770	100.00

2) 화물자동차 O/D

〈표 12〉 전체 화물자동차 O/D(2022년)

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	325,824	967	1,270	29,156	1,044	2,019	442	157,527	11,119	6,874	10,730	3,220	2,385	5,098	2,047	0	867	560,588
부산	983	193,026	4,835	834	1,226	74	7,292	3,799	1,271	1,759	1,640	2,177	5,161	12,898	42,222	0	155	280,054
대구	1,289	4,832	152,683	815	1,147	1,155	1,876	4,821	1,463	2,660	2,169	2,485	3,196	32,588	14,439	0	247	227,815
인천	29,418	828	808	138,157	772	1,218	389	74,426	4,517	3,724	6,899	2,139	1,774	2,872	1,348	0	465	289,744
광주	1,070	1,239	1,164	804	92,494	96	376	3,909	605	1,382	2,746	8,078	27,082	2,454	3,371	0	197	147,927
대전	2,045	766	1,142	1,240	982	79,788	317	7,999	1,383	7,921	9,300	4,404	2,211	4,910	2,052	0	1,476	127,857
울산	449	7,397	1,882	390	373	320	53,255	1,753	680	884	739	681	1,568	10,390	8,132	0	75	89,008
경기	158,015	3,748	4,752	74,808	3,793	7,873	1,733	661,489	38,242	30,226	47,266	12,097	8,826	19,479	7,706	0	3,637	1,073,600
강원	11,317	1,228	1,427	4,619	580	1,331	660	38,666	87,587	10,410	5,329	2,234	1,813	12,746	2,480	0	513	182,937
충북	7,036	1,722	2,596	3,812	1,341	7,966	888	30,714	10,521	74,289	16,940	6,160	3,769	18,240	4,513	0	4,719	195,206
충남	10,957	1,620	2,123	6,984	2,649	9,081	720	47,882	5,441	17,022	99,323	17,167	7,543	10,215	4,742	0	4,835	248,305
전북	3,305	2,161	2,457	2,220	7,913	4,438	676	12,414	2,281	6,258	17,444	122,211	23,900	8,031	9,647	0	925	226,282
전남	2,475	5,163	3,206	1,843	26,999	2,285	1,567	9,142	1,897	3,912	7,820	24,120	194,683	8,429	20,657	0	518	314,715
경북	5,300	12,702	32,282	2,959	2,398	4,968	10,377	20,046	13,165	18,619	10,435	7,993	8,313	260,637	29,737	0	1,254	441,187
경남	2,117	42,006	14,406	1,379	3,332	2,110	8,167	7,925	2,593	4,648	4,814	9,679	20,571	30,276	206,612	0	488	361,073
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152,748	0	152,748	
세종	886	152	241	464	189	1,475	74	3,715	519	4,698	4,831	904	488	1,228	426	0	3,980	24,281
합계	562,486	279,588	227,272	270,484	147,182	127,739	88,829	1,076,227	183,255	195,287	248,424	225,699	313,293	440,491	360,132	152,748	24,291	4,923,416

〈표 13〉 소형 화물자동차(2.5톤 미만) O/D(2022년)

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	297,425	403	647	21,624	482	1,277	201	124,217	8,912	4,819	7,699	1,919	1,312	3,522	1,155	0	604	476,158
부산	421	154,411	2,694	174	413	301	4,387	1,239	665	767	682	1,024	2,544	8,432	30,682	0	71	208,876
대구	670	2,682	135,410	271	501	622	1,067	2,049	928	1,613	1,215	1,442	1,804	25,819	10,524	0	138	186,754
인천	21,831	166	261	98,131	202	508	83	48,352	2,880	1,778	3,597	810	577	1,398	483	0	255	181,283
광주	509	420	513	221	78,945	468	122	1,468	319	683	1,580	5,683	20,535	1,367	2,061	0	104	114,967
대전	1,310	292	608	531	445	71,883	128	4,485	928	6,021	7,241	2,963	1,297	3,607	1,280	0	1,186	104,204
울산	209	4,461	1,073	86	120	131	44,807	624	365	399	306	295	701	7,511	5,094	0	38	66,221
경기	124,706	1,185	1,975	48,699	1,371	4,356	600	477,985	27,843	19,204	30,633	5,996	3,947	11,911	3,530	0	2,339	766,341
강원	9,107	623	888	2,944	295	906	346	28,250	75,904	8,111	3,648	1,331	1,042	10,164	1,520	0	375	145,457
충북	4,988	729	1,551	1,856	644	6,055	382	19,699	8,218	62,432	12,488	3,929	2,166	14,499	2,864	0	3,964	146,463
충남	7,875	659	1,170	3,700	1,454	7,041	291	31,236	3,746	12,577	82,008	11,958	4,779	7,366	3,012	0	3,986	182,856
전북	2,017	1,007	1,457	878	5,512	3,005	291	6,325	1,390	4,000	12,244	101,481	18,393	5,619	7,180	0	641	171,471
전남	1,412	2,543	1,817	636	20,402	1,371	702	4,263	1,126	2,306	5,064	18,640	165,126	5,350	15,427	0	337	246,723
경북	3,723	8,232	25,530	1,484	1,317	3,664	7,478	12,465	10,569	14,865	7,580	5,587	5,429	232,251	22,637	0	957	363,770
경남	1,225	30,503	10,486	515	2,026	1,334	5,121	3,803	1,629	2,995	3,086	7,216	15,337	23,129	178,018	0	283	286,705
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,123	0	133,123	
세종	624	67	132	265	97	1,183	36	2,413	381	3,946	3,983	619	317	982	271	0	3,572	18,840
합계	478,052	208,384	186,213	182,016	114,225	104,106	66,043	788,863	145,773	146,544	182,974	170,892	245,308	363,076	285,769	133,123	18,850	3,800,211

〈표 14〉 중형 화물자동차(2.5톤 이상~8.5톤 이하) O/D(2022년)

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	25,354	345	485	5,062	415	551	127	28,938	1,812	1,472	2,233	952	712	1,190	689	0	231	70,538
부산	345	17,519	1,242	199	368	222	1,047	1,474	329	415	439	572	1,007	2,256	7,124	0	59	34,617
대구	493	1,248	14,671	278	434	367	415	2,129	397	669	641	696	832	5,146	2,899	0	93	31,409
인천	5,100	198	279	16,920	232	312	75	17,697	92	845	1,510	600	451	709	396	0	139	46,456
광주	404	370	437	237	9,541	230	94	1,678	182	381	714	1,604	4,317	645	835	0	74	21,803
대전	546	223	368	312	289	6,019	75	2,522	297	1,240	1,422	944	505	864	497	0	244	16,367
울산	126	1,061	416	75	94	75	4,018	589	160	179	168	168	288	1,408	1,490	0	23	10,309
경기	28,941	1,474	2,133	17,718	1,665	2,524	561	150,150	8,597	7,877	11,860	4,386	3,146	5,603	2,952	0	1,118	250,707
강원	1,813	329	400	998	180	297	160	8,613	10,679	1,721	1,226	675	509	2,079	688	0	116	30,489
충북	1,467	415	668	848	380	1,250	180	7,884	1,726	8,923	2,927	1,490	888	2,583	1,084	0	634	33,255
충남	2,225	441	642	1,505	711	1,406	168	11,863	1,236	2,985	12,683	3,849	1,685	1,912	1,137	0	689	45,085
전북	942	572	701	607	1,606	999	167	4,380	666	1,487	3,843	17,092	3,988	1,689	1,809	0	233	40,671
전남	706	1,007	831	454	4,351	507	288	3,145	510	889	1,682	3,919	20,449	1,657	3,368	0	136	43,888
경북	1,190	2,257	5,137	711	640	864	1,417	5,611	2,091	2,594	1,915	1,685	1,660	21,208	4,942	0	243	54,165
경남	667	7,100	2,896	396	832	499	1,493	2,954	697	1,085	1,133	1,805	3,367	4,973	23,006	0	125	52,969
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,125	0	17,125
세종	230	59	92	138	73	245	23	1,121	117	661	689	233	136	243	125	0	378	4,532
합계	70,541	34,616	31,408	46,459	21,800	16,367	10,308	250,718	30,490	33,255	45,084	40,668	43,892	54,164	52,966	17,125	4,531	804,485

〈표 15〉 대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D(2022년)

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	3044	218	127	2,471	158	191	114	4,372	385	583	839	349	361	386	233	0	33	13,892
부산	218	21,086	889	461	445	251	1,858	1,086	277	578	518	582	1,610	2,210	4,446	0	35	35,551
대구	127	903	2,602	385	212	166	333	644	138	378	312	297	500	1,622	1,016	0	16	9,652
인천	2,457	464	357	23,105	338	338	231	8,377	675	1,101	1,732	729	746	764	439	0	61	42,005
광주	157	448	213	346	4,008	198	160	763	105	318	482	791	2,229	443	475	0	19	11,157
대전	189	251	166	397	198	1,885	115	993	138	600	637	497	409	439	276	0	46	7,286
울산	114	1,856	388	229	159	114	4,470	570	154	306	234	218	578	1,472	1,547	0	14	12,479
경기	4,388	1,089	644	8,391	757	998	571	23,353	1,802	3,145	4,772	1,714	1,734	1,955	1,164	0	181	56,642
강원	386	276	138	676	105	128	154	1,808	1,008	577	455	228	261	508	236	0	21	6,991
충북	581	579	376	1,108	317	661	306	3,141	578	2,934	1,516	741	715	1,138	616	0	121	15,448
충남	858	530	312	1,780	484	655	261	4,784	400	1,511	4,631	1,330	1,079	988	594	0	160	20,364
전북	345	582	299	734	765	494	218	1,709	224	741	1,338	3,639	1,338	723	658	0	52	14,139
전남	357	1,612	588	763	2,246	408	577	1,733	200	717	1,074	1,532	9,108	1,221	1,832	0	46	24,094
경북	387	2,213	1,615	764	441	439	1,482	1,971	505	1,161	940	722	1,224	7,178	2,158	0	53	23,252
경남	234	4,403	1,023	439	474	278	1,553	1,168	237	618	535	638	1,866	2,174	5,538	0	30	21,338
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,449	0	2,449
세종	32	26	16	60	19	47	15	181	21	120	160	52	46	53	30	0	30	910
합계	13,894	35,557	9,651	42,009	11,157	7,286	12,478	56,646	6,991	15,448	20,366	14,139	24,093	23,250	21,337	2,449	909	318,770

5. 결론

- 본 과업은 2022년도 국가교통DB사업으로 제6차 전국 화물 기종점통행량 조사 자료를 활용하여 수요예측 모형을 통해 기준년도인 2022년 전국 지역간 화물 O/D를 추정하였음
- 2022년 국내화물 총 물동량은 2021년(19억 9천만톤/년) 대비 2.96% 감소한 1,931,446,523톤/년으로 나타났음
 - 수송수단별 화물수송 비중을 보면, 도로수송이 92.45%(17억 9백만톤/년)로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 뒤로 연안수송이 6.32%(1억 2천만톤/년), 철도수송이 1.22%(23백만톤/년), 항공수송이 0.01%(229,357톤/년)로 나타남
- 2022년 국내화물수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 172,892,256,081톤·km/년으로 나타남
 - 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 78.19%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 18.25%, 철도가 3.50%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남
- 전국 지역간 화물 O/D 전수화 결과, 2022년 도로화물 수송분담률은 2021년보다 3.4% 감소하였으며 92.45% 도로수송의 비중을 가지는 것으로 나타남
 - 철도화물 수송분담률은 2017년(1.57%)부터 2022년(1.22%)까지 지속적으로 감소하는 추세임
 - 연안해운 수송분담률은 2021년 대비 6% 증가한 122,032천톤/년으로 6.32% 비중을 차지하고 있음
- 화물자동차OD는 모집단인 자동차등록대수에 2022년 화물자동차통행실태조사 조사결과를 토대로 산정한 통행원단위를 적용하여 지역별, 업종별, 톤급별 화물자동차OD를 산정함
 - DTG 및 Tmap자료로부터 화물자동차 통행을 추출하여 발생량 및 도착량 산정, 통행분포 그리고 보완 및 검증 단계별 과정에서 활용함

- 2022년 화물자동차의 일평균통행량은 약 492만대/일로 산출되었으며 이는 2021년도(약 479만대/일)에 비해 2.75% 증가함



제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 전국 화물 기종점통행량(O/D)은 국토개발종합계획, 국가기간교통망계획, 국가물류기본계획, 지자체별 교통 및 물류계획 등을 비롯한 각종 교통물류계획의 효과적 수립·시행을 위한 필수적 기초자료로서, 전국을 대상으로 한 현장조사와 교통수요이론에 근거한 전문적 수요분석 작업을 거쳐 산출됨
- 한국교통연구원 교통빅데이터연구본부에서는 「국가통합교통체계효율화법」 제12조 국가교통조사와 「물류정책기본법」 제7조 물류현황조사에 의거하여 2022년에 전국 화물O/D를 조사하였음
- 2022년에 실시된 전국 화물통행실태조사 결과를 이용한 전수화 및 교통수요추정 과정을 통하여 기준연도 화물 O/D를 구축하고자 하며, 전국 화물통행실태조사를 통해 조사된 표본자료를 바탕으로 국내 전체 물동량 규모 및 화물자동차 O/D 통행량을 추정하기 위한 전수화 과정이 필요함

2. 과업의 목적

- 2022년에 수행된 전국 화물통행실태조사 표본조사 자료를 바탕으로 최신의 교통 및 사회·경제현황을 반영하여 국내 전체 물동량 규모 및 화물자동차 기종

점통행량(O/D)을 구축함으로써 국가교통물류정책 및 교통물류시설투자평가의 기초자료로 사용하고자 함

제2절 과업의 범위 및 내용

1. 과업의 범위

- 시간적 범위
 - 기준연도 : 2022년(전국 화물통행실태조사 시행년도)
- 공간적 범위 : 제주도를 포함한 전국(시군구 단위)

2. 연구의 내용

- 화물 기종점통행량 전수화 기준 및 방법론 정립
 - 기존 전수화 방법론의 문제점 검토, 개선방안 모색 및 전수화 방법론 정립
- 전국 화물 기종점통행량 전수화를 위한 각종 자료 수집 및 분석
 - 2022년 전국 화물통행실태조사자료 분석 및 사회경제지표를 비롯한 관련 통계자료 수집 및 분석
 - 2022년 전국 화물O/D 조사자료 검수 및 분석
 - 사회경제지표를 비롯한 관련 통계자료 수집 및 분석
- 전국 화물 기종점통행량 전수화 실시
 - 기존 전수화 방법론의 문제점 검토 및 개선방안 모색
 - 화물 O/D 전수화 방법론 마련
- ① 화물 물동량 기종점통행량(O/D)
 - * 화물품목구분 : 통계청 한국표준산업분류에 의거하여 33개 품목으로 구분하며 7개의

대분류, 도매업, 컨테이너로 구분

· 품목별 화물 O/D 전수화

② 화물자동차 기종점통행량(O/D)

* 화물자동차 톤급 구분은 소형, 중형, 대형으로 구분

· 화물자동차 O/D 전수화

③ 수단별 물동량 기종점통행량(O/D)

* 화물운송수단 : 도로, 철도, 연안해운, 항공

- 수단별 화물 O/D 전수화

- 전수화된 O/D의 검증 및 보정

* 해상화물 기종점통행량 전수화는 한국해양수산개발원에서 수행하며 육상화물 기종점통행량 전수화 결과와 결합됨

○ 화물통행특성 분석

- 존간 통행특성 분석

- 품목별 화물통행 분포 및 특성 분석

- 수단별 화물통행 분포 및 특성 분석

- 화물 통행시간 및 통행거리 분석

○ 장래 전국 화물 기종점통행량 예측 방법 검토

- 기존 화물 기종점통행량 예측 방법론 검토, 장래 화물 기종점통행량 예측 방법론 정립

3. 과업의 기대 효과

○ 국가기간교통망계획, 교통투자평가, 예비타당성평가 등 교통수요예측, 국가물류기본계획과 지역물류기본계획 수립 및 개별물류시설 확충시 물동량 수요예측 등 교통계획 수립을 위한 기초분석 자료로 활용

○ 정부의 교통 및 물류 정책수립을 위한 기초자료 및 통계자료로 활용



제2장 관련 연구 및 자료 현황

제1절 국내외 관련 연구 현황

제2절 관련자료 현황

제2장 관련 연구 및 자료 현황

제1절 국내외 관련 연구 현황

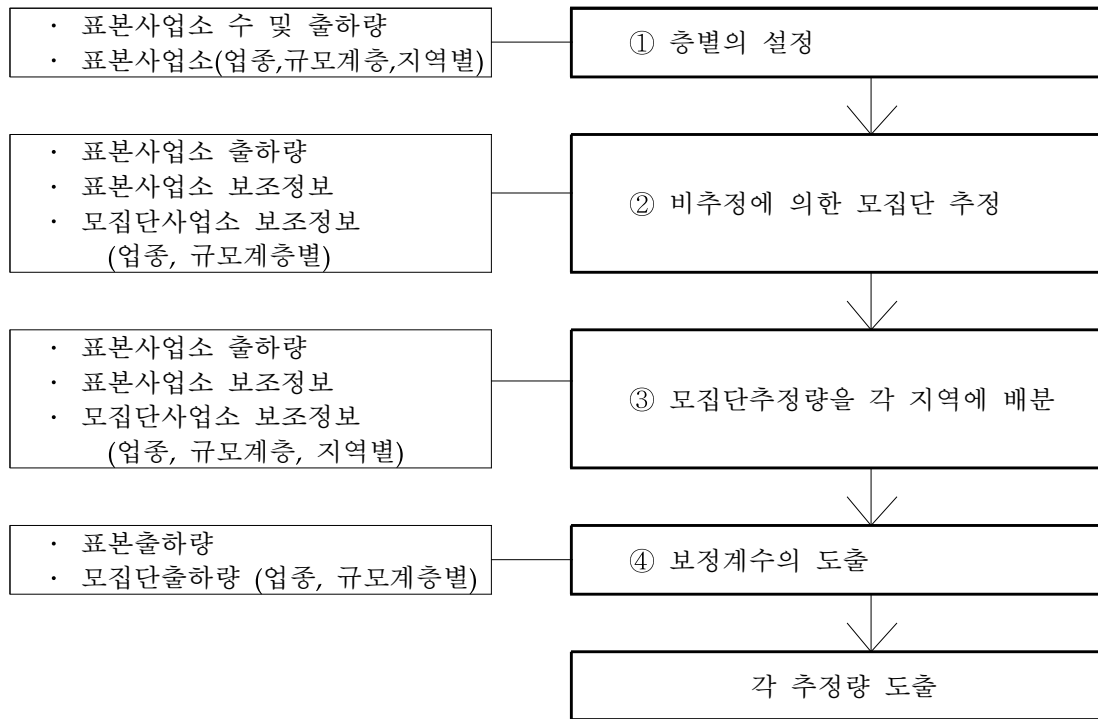
1. 국내연구 현황

가. 제1차 전국물류현황조사((현) 전국화물통행실태조사) (1997)

- 제1차 전국물류현황조사는 전국을 15개 시도로 구분하고 농임어업, 광업, 제조업, 도매업, 창고업에 대하여 조사함
 - 전국 사업체 129,367개 사업소에 대하여 유효표본수 7,613개 사업소(표본율 5.9%)를 조사함
- 모집단 추정방법
 - 제1차 전국물류현황조사에서는 비추정에 의한 방법으로 모집단을 추정하였으며 이 방법은 사업체의 출하량과 높은 상관관계를 가지는 보조정보(예를 들면 제조업의 경우 출하액)를 이용하여 모집단사업체의 출하량을 구하는 방법임

$$\text{모집단의 출하량} = \frac{\text{표본추출된 사업소의 출하량}}{\text{표본추출된 사업소의 출하액}} \times \text{모집단사업소의 출하액}$$

- 보정계수의 도출 : 보정계수를 업종, 규모계층 및 시도별로 구하고, “연간조사”, “3일간조사”의 각 데이터를 이용하여 구함



〈그림 2-1〉 제1차 전국물류현황조사 모집단 추정과정

나. 화물통행실태 상세분석(2001) - 5대광역시 -

- 5대 광역시 화물통행실태조사에서 화물차량의 운행특성조사자료와 각종 모집단으로 이용될 수 있는 통계자료를 이용하여 전수화를 실시하였고, 통행수요모형이 적용된 보정작업을 거쳐 최종적으로 전수화된 수단별 화물 O/D를 도출함
- 표본조사자료의 전수화 과정은 다음과 같음
 - 지역별 산업별 종사자규모별 전수화계수를 산정함

$$\alpha_{zln} = \frac{X_{zln}}{X_{zln}}$$

여기서, z : 조사대상지역구분

n : 산업구분

l : 종사자계층구분

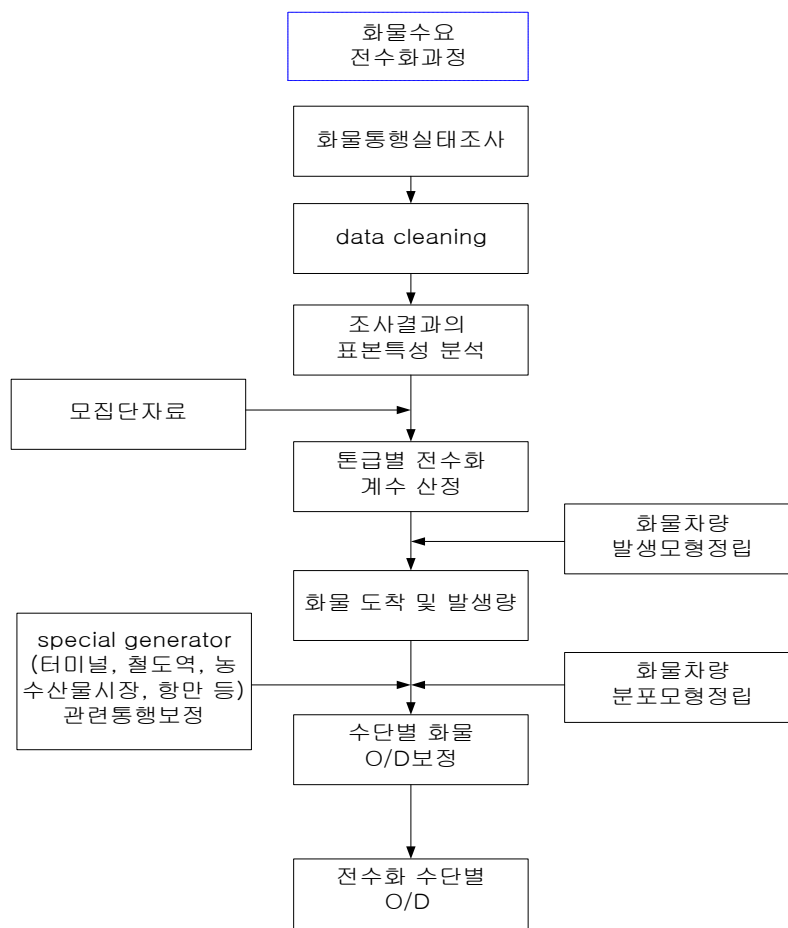
α_{zln} : 각 조사대상지역별, 산업별, 종사자계층별 전수화 계수

X_{zln} : 각 조사대상지역별, 산업별, 종사자계층별 모집단 자료

x_{zln} : 각 조사대상지역별, 산업별, 종사자계층별 표본 자료

- 전수화 O/D의 보정

- 5대 광역시 구별 화물자동차 보유대수를 이용하여 화물자동차 O/D 보정
- 전수화 계수를 적용하여 작성한 수단별 O/D에 철도, 항만, 화물터미널, 농수산물시장 등의 통행발생량 보정



〈그림 2-2〉 화물수송수요 전수화 및 수요추정과정도

다. 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화(2003)

- 2001년에 시행된 물류현황조사의 결과를 활용하여 전국단위의 화물물동량을 산정하고, 통행실태의 분석을 통하여 물류현황을 파악함

- 수요분석 방법
 - 지역간 화물수요분석에서 화물수단간 대체성이 적으므로 화물수단별로 화물 발생 및 도착량을 추정함
 - 도로화물 수요는 화물분포, 노선배정 과정을 통하여 검증
- 화물발생모형
 - 도로화물부문의 화물발생 및 도착량 산정시 조사자료의 특성을 감안하여 회귀분석법과 원단위법 이용
 - 회귀모형의 구성
 - . 전수화된 기준년도의 품목별 화물발생량, 도착량과 GRP 등 사회경제지표를 사용하여 화물발생모형을 구축
 - . 품목별로 종속변수와 설명변수간의 상관관계분석 등을 통해 설명변수를 선정
- 화물분포모형
 - 화물 표본 O/D 분석결과 수송시간 대비 통행량의 관계가 linear하지 않는 것으로 나타나 총 통행비용에 대한 제약조건, 통행발생 또는 도착량 제약조건을 갖는 비선형 최적화 모형(non-linear optimization model)인 엔트로피 극대화 모형을 적용
- 통행배정모형
 - 화물 차종별 평균 적재톤수를 고려하여 산정한 화물차 전환계수를 적용하여 물동량 O/D를 화물자동차 O/D로 전환
 - 화물자동차 O/D는 평형배정모형을 적용하여 배정

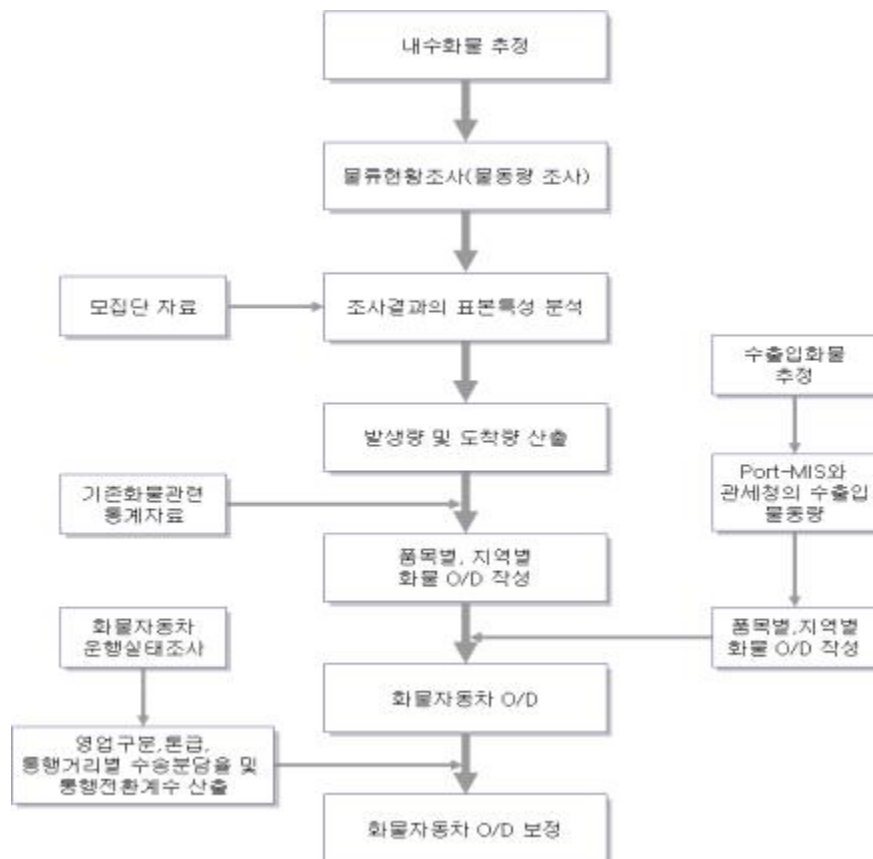
라. 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화(2007)

- 전수화 및 화물수송수요분석을 위하여 설정한 방법은 다음과 같음
 - 물류현황조사에서 실시한 연간 물동량 조사자료, 3일간 물동량 조사자료를 통해 원단위를 산출하고 모집단으로 이용될 수 있는 통계자료를 이용하여 전수

화를 실시하였고, 화물수요모형을 적용한 보정작업을 거쳐 최종적으로 전수화된 품목별, 수단별 화물물동량 O/D를 도출함

○ 전수화 과정은 다음과 같음

- 물류현황조사에서 얻은 한 달간 및 3일간 입·출하 물동량의 톤당 제품단가를 토대로 원단위(톤/백만원)와 도소매업 및 제조업 종사자 1인당 취급 물동량(톤/인)을 도출함
- 총 33개 품목의 생산량, 철도운송실적, 해운통계의 연안 입·출항 실적, 수·출입 실적, 도소매 통계자료를 적용해 품목별·지역별 발생량을 산출함
- 제조업과 도소매업에 종사하는 종사자수에 종사자수 1인당 취급물동량을 적용하여 무게단위(톤)로 전환시킴
- 단일 산업연관표 대신 지역간 산업연관표를 이용하여 도착량 추정



〈그림 2-3〉 화물수송수요 전수화 과정

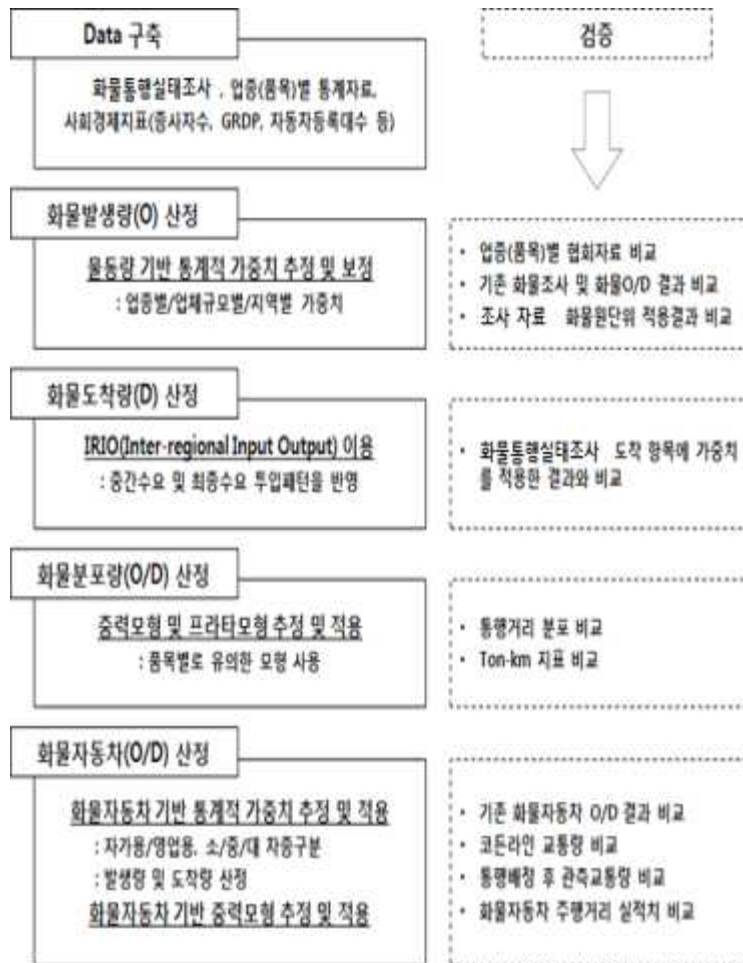
- 2005년 물류현황조사에서 얻은 표본 물동량 O/D를 활용하여 통행분포모형의

- 각각의 품목에 대한 저항 파라미터 값을 구하고 적합도를 검증함
- 산출된 저항 파라미터 값을 중력모형, 엔트로피 극대화모형 등에 적용하여 각각의 품목에 대한 화물물동량 O/D를 산출함
- 석회석 광물과 비금속 광물의 통행분포는 해당 품목들이 대부분 철도로 운송된다는 가정하에 한국철도공사의 철도 화물운송실적을 그대로 반영함
- 또한 원유 및 천연가스 채취물과 금속광물은 품목별 특성으로 인하여 내수화물 물동량 산정에서 제외되었기 때문에, 통행분포 단계에서도 고려하지 않음
- 33개 품목을 크게 7가지 화물 품목으로 분류하여 각 7개의 품목별 톤급별 화물차 분담률을 추정함
- 화물자동차 운행실태조사를 통해 얻은 영업구분별 · 톤급별 · 운행거리대별 수송분담률과 통행전환계수를 화물물동량 O/D에 적용하여 화물자동차 통행 O/D를 산출함
- 산출된 화물자동차 통행 O/D를 통행배정한 후 TCS O/D와 비교한 후 TCS O/D를 기준으로 보정하고 이를 관측교통량과 비교하여 다시 보정작업을 함
- 또한 Screen Line과 Cordon Line 설정에 따른 보정을 추가로 수행함

마. 전국 화물 O/D 전수화 및 장래 예측(2012)

- 2012년 전국 화물 O/D 전수화에서는 기존 물동량을 화물자동차 통행으로 전환하는 방법이 아닌 차량 기반의 화물자동차 수요 추정 방법으로 화물자동차 O/D를 구축함
- 물동량 기종통행량 산정 방법
 - 화물 발생량 산정
 - 농림수산물부 및 산림청 등의 유관기관에서 배포하는 통계자료를 기반으로 하여 251개 준별, 품목별 발생량을 산정함
 - 광공업, 제조업, 도매업 화물 발생량은 표본조사 결과에 통계적 가중치를 적용하여 모집단으로 전수화하며, 사용된 모집단은 전국사업체조사를 기준으로 함

- 화물 도착량을 산정함
 - 전국 화물통행실태조사는 화물발생을 기준으로 표본설계가 이루어져 화물의 도착량을 산정하는데 한계가 있어, 지역간 산업연관표를 활용하여 도착량을 산정함
 - 화물발생단계에서 추정된 품목별 발생량을 지역간 산업연관표의 지역별 투입계수로 배분하여 화물도착량을 산정함
- 통행분포
 - 통행발생 단계에서 추정된 준별, 품목별 발생량과 도착량을 준 간 교차물동량으로 배분하기 위하여 조사표본을 기반으로 품목별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 품목별 통행분포모형을 추정함
- 철도, 항공 및 연안해운 물동량 기종점통행량 산정
 - 한국철도공사, 한국공항공사, 한국해양수산개발원에서 제공하는 기준연도 수송실적자료를 토대로 기준연도 물동량 기종점통행량을 산정함
- 장래년도 물동량 기종점통행량 예측방법
 - 물동량은 도로화물을 기반으로 품목별로 추정하는 것을 원칙으로 함
 - 농업, 임업, 수산업, 축산업, 광업 품목의 발생량은 유관기관의 공신력 있는 전망자료 또는 기존 추이자료를 이용하여 예측함
 - 제조업 및 도매업 품목은 전국 화물통행실태조사에서 도출된 품목별 종사자 1인당 물동량 처리량을 장래 종사자 예측치에 적용하여 발생량을 예측함
 - 컨테이너 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 수출입 컨테이너 화물의 예측치를 이용함
 - 장래 화물통행분포는 기준연도 화물통행분포를 따르는 것으로 가정하고 품목별로 분포모형을 적용함
 - 장래년도 철도, 항공, 연안해운 물동량은 수단별로 구축하되, 유관기관의 예측전망 결과를 적용함



<그림 2-4> 2012년 화물 기중점통행량 구축 과정

○ 화물자동차 기중점통행량 산정 방법

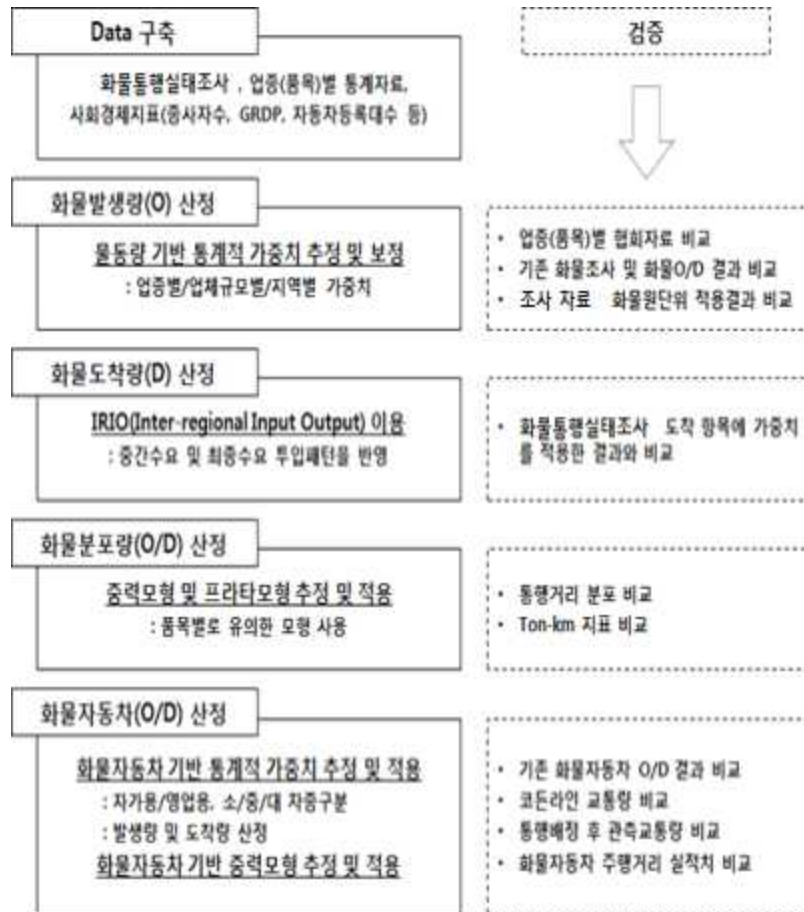
- 기준연도 화물자동차 기중점통행량 예측방법

- 차량 기반의 화물자동차 수요추정 방법을 이용하여 기중점통행량 산정함
- 화물자동차실태조사의 지역별, 업종별, 적재능력별 조사 표본에 자동차 등록통계 모집단의 기준치를 부여하여 화물자동차 통행발생량을 추정함
- 화물자동차의 통행분포는 조사자료를 바탕으로 업종별, 적재능력별 통행분포 모형을 추정하여 적용하되, 읍면동 내부 통행은 추정에서 배제함

- 장래연도 화물자동차 기중점통행량 예측방법

- 장래 화물자동차 기중점통행량은 GRDP의 증가추이를 반영하여 산정하되, 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRDP 증가율을 보정함

바. 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측(2018)

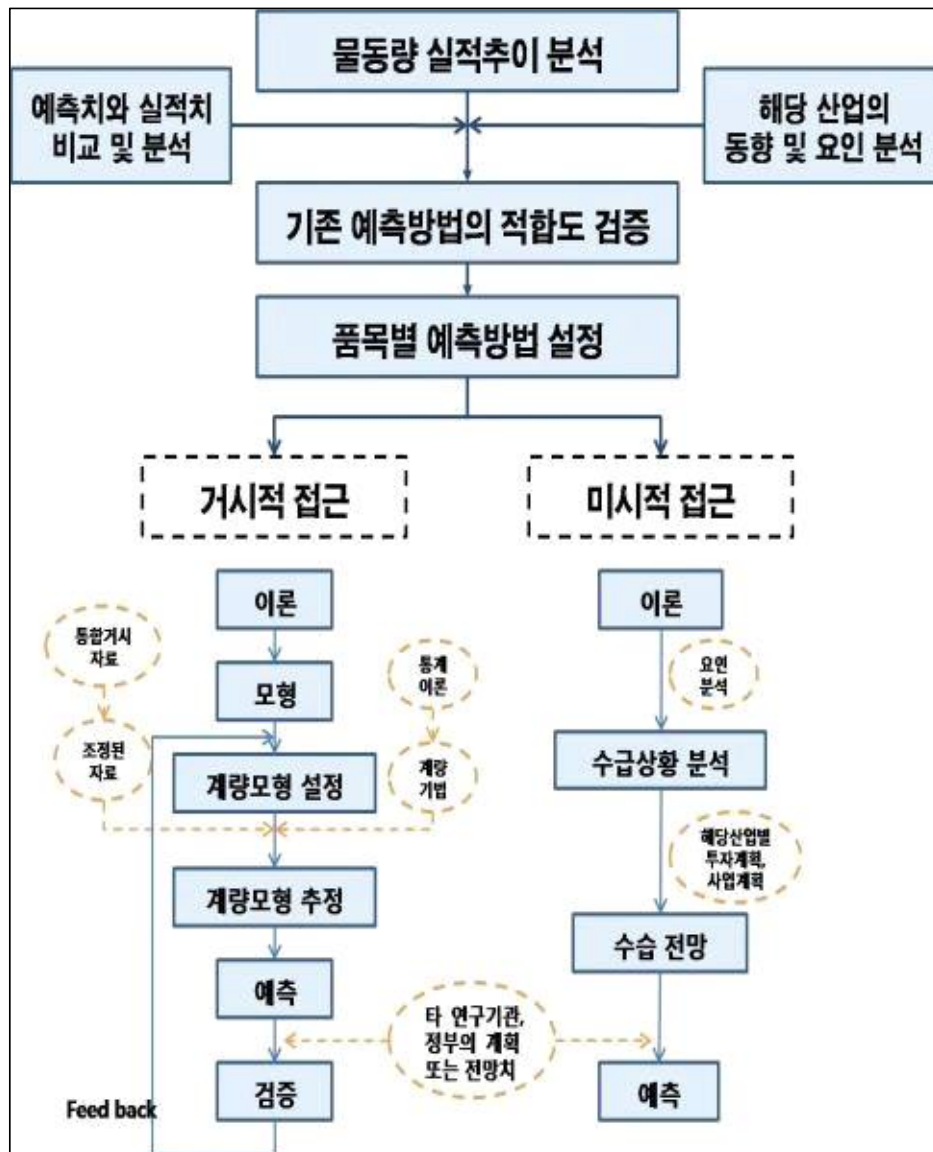


<그림 2-5> 2018년 화물 기종점통행량 구축 과정

- 2017년 조사자료 기준 전국 화물O/D 전수화의 특징은 다음과 같이 정리됨
 - 공공 및 민간 부분의 다양한 빅데이터 자료를 확보하여 모형계수 추정, 수요 추정 결과물 검증 및 보정자료를 활용함
 - 화물자동차 O/D는 물동량을 변환하는 물동량 기반 방법을 사용하지 않고 화물자동차 기반 방법으로서 화물자동차 조사결과를 이용하여 전수화함
 - 화물자동차 기종점통행량은 가구통행실태조사자료, 고속도로 영업소간 교통량 자료, 화물운송정보망 자료, 우정사업본부 택배, 지자체 폐기물 실적자료 등의 빅데이터 자료를 활용하여 보정 및 검증함
- 2017년 기준 장래년도 화물O/D 예측의 특징은 다음과 같음

- 장래 물동량 O/D는 화물통행실태조사 결과를 기반으로 한 원단위법을 이용하여 추정됨
- 장래 물동량 O/D는 품목별 종사자 1인당 출하량 원단위를 품목별 장래 종사자수 추계자료에 적용하여 산정하였음
- 장래 화물자동차 O/D는 기준년도 시군구별 발생량 및 도착량에 화물자동차 등록대수를 통해 보정된 장래 지역별 GRP 성장률을 활용하여 산정

사. 교통시설 투자평가지침(제7차) 항만물동량 추정 방법



<그림 2-6> 항만 물동량 품목별 예측방법 흐름 및 절차

- 수출입 물동량 예측은 미시적 방법과 거시적 방법을 혼용함
 - 예측결과는 완성된 모형에 설명변수들의 예측치를 적용하여 도출하는데, 수출입물동량 예측에서는 이 두 가지 방법을 상호 보완적으로 이용
 - 거시적 분석에 사용된 경제변수 (설명변수)들에 대한 예측치는 한국개발연구원 (KDI)에서 예측한 결과 수치를 이용
- 수입물동량을 예측하기 위해서는 관련변수들의 시계열 Data를 이용하여 몇 개의 예측모형을 다양하게 설정하고, 이들 모형 중에서 모든 통계적 특성들을 고려하여 예측식을 선택

$$IMPORT_{ti} = a_0 + a_1 * DGNP_{ti} + a_2 * MANU_{ti} + a_3 * GCAP_t + a_4 * Exch_t + \dots + a_n * Dummy + \epsilon_i$$

$IMPORT_{ti}$ = t년도 i 품목의 수입물동량

$DGNP_{ti}$ = t년도 국내총생산 (t년도 i제품 국내총생산)

$MANU_{ti}$ = t년도 제조업생산액 (t년도 i제품 제조업생산액)

$GCAP_{ti}$ = t년도 총고정자본형성액 (t년도 i제품 총고정자본형성액)

$EXCH_t$ = t년도 대미달러환율

$Dummy$ = 더미변수, ϵ_i : 오차항

- 이러한 변수들을 모두 활용하라는 것을 의미하는 것이 아니라 특정 산업이나 품목을 가장 잘 설명할 수 있는 변수를 사용해서 예측
- 연안 물동량 예측은 계량적 접근방법을 근간으로 하되 대량화물 화주들의 향후 수송수단별 물동량 분담 전략, 전용부두시설의 확보 계획 등 관련산업별 투자 동향이나 전망을 최대한 반영

$$COAST_{ti} = a_0 + a_1 * DGNP_{ti} + \dots + a_n * Dummy + \epsilon_i$$

$COAST_{ti}$ = t년도 i 품목의 연안물동량

$DGNP_{ti}$ = t년도 i 품목의 국내총생산

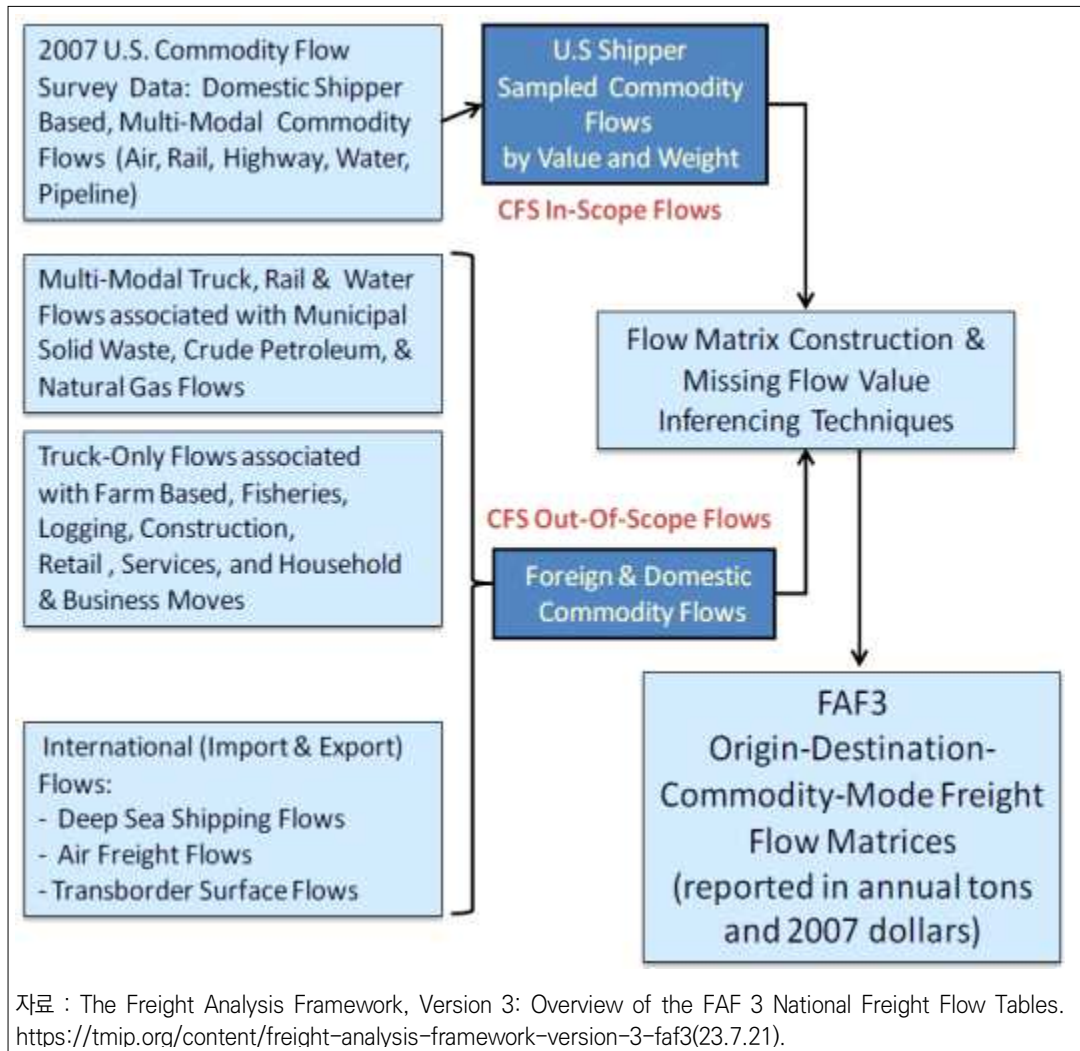
$Dummy$ = 더미변수, ϵ_i : 오차항

- 그러나 물동량 비중이 적거나 물동량 처리실적 변동이 심한 경우는 계량적 접근방법을 통한 예측이 어려우므로 과거 실적치 자료를 이용한 예측방법을 사용

2. 국외연구 현황

가. 미국 FAF3(2007)

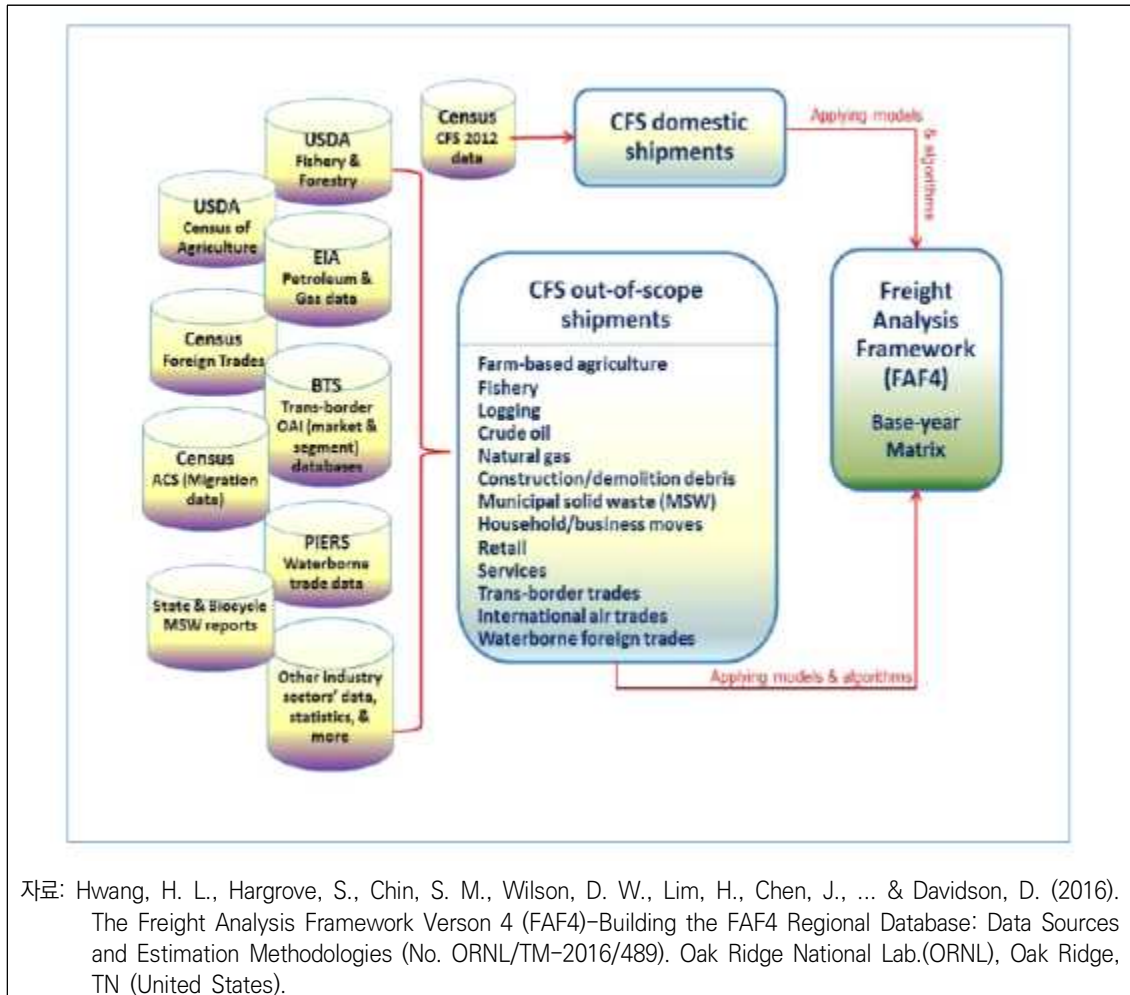
- FAF(Freight Analysis Framework)는 BTS(Bureau of Transportation Statistics)와 FHWA(Federal Highway Administration) 간의 파트너십을 통해 생성된 화물분석 프레임워크를 말함
- 미국의 경우 CFS(Commodity Flow Survey)를 기반으로 화물 O/D를 추정함
 - 단, 미국 CFS의 한계로 인하여 다음 세 가지 물동량 자료는 비조사자료로 간주하고 별도의 방법론 적용
 - 원유, 천연가스의 트럭, 철도, 파이프라인 운송
 - 농수임산물, 건설, 소매, 서비스, 고체폐기물에 대한 트럭운송량
 - 수단별 수출입 물동량
 - 따라서 CFS 기반의 물동량과 non-CFS기반의 물동량 두 가지 방법을 적용함
- CFS 기반의 물동량은 수단 또는 품목별로 누락된 자료가 있어 세부 수준이 떨어질 수 있으므로 missing cell을 처리하는 방법을 적용함
- Non-CFS기반의 물동량은 실제 조사되지 않은 품목의 물동량과 수출입 물동량이 대상이며 이에 대한 별도 실적 데이터와 산업업종별로 적정 방법을 적용함
 - 각 산업이 품목 물동량에 어떤 영향을 미치는지 산업간 IO표를 이용함
 - 즉 state 및 county 수준의 생산량, 산업 또는 품목 판매액, 산업별 종사자수를 이용하여 O/D 간에 배정함
 - 수출입 물동량은 우선 품목 코드를 FAF와 일치시킨 후 FAF 존재계와 매칭시켜 산정함



<그림 2-7> 미국 FAF3 화물OD 구축 과정

나. 미국 FAF4(Federal Highway Administration, 2011)

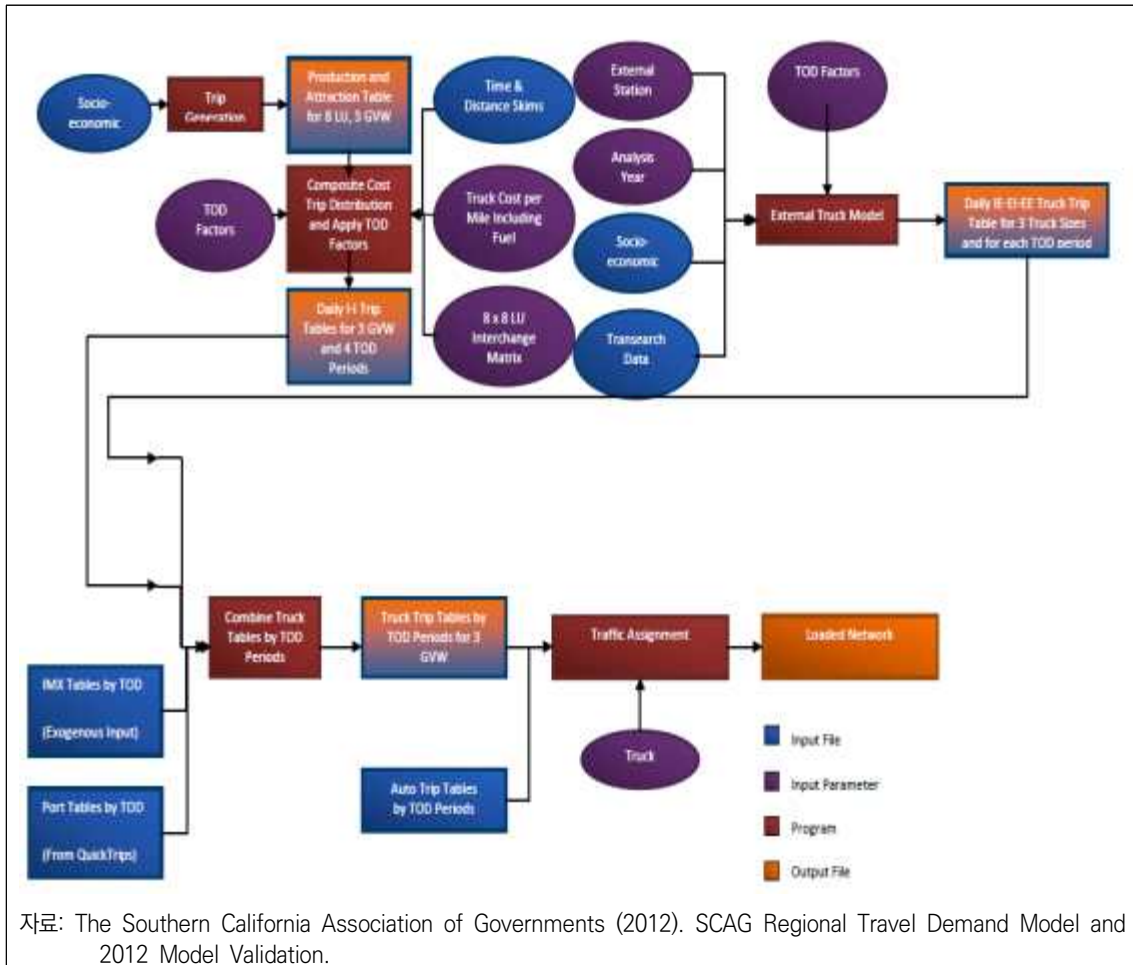
- CFS 물동량은 표본조사로 인해 조사 거절, 물동량 관련 무응답, 조사 결과의 큰 편차, 조사 시점에 따른 변동 등으로 미국 내수 물동량의 약 70%가량만 조사되기 때문에, FAF4 분석을 통해 약 30%가량을 재추정하는 과정을 거침
- 2012년 CFS(Commodity Flow Survey)에서 고려하지 못한 산업과 수단, 수입 물동량 등을 관련 자료를 바탕으로 모형과 알고리즘을 적용하여 기준년도 매트릭스를 재구성하는 과정을 거침
- 추정과정은 ODCM(기점, 종점, 품목, 수단)을 로그 선형 모형을 통해 추정



〈그림 2-8〉 미국 FAF4 구축 자료

다. Heavy Duty truck Model (미국 The Southern California Association of Governments, 2012)

- 2008년 미국 남부 캘리포니아 지역의 중대형 화물자동차 모형을 개발하였음
- 중대형 화물자동차 모형은 내부통행 모형과 외부통행 모형, 항만 모형, 복합운송 모형으로 구분되어짐
- 개별 모형별로 발생 및 도착모형, 분포 모형을 구축하였으며, 공차통행과 침두 및 비침두 환산계수도 도출하여 모형에 반영하였음



〈그림 2-9〉 미국 남부캘리포니아 지역 중차량 화물자동차 수요 모형 구축 과정

라. Base Year Freight Matrices(영국 Department for Transport, 2012)

- 영국 전역을 대상으로 2012년을 기준년도로 하여 물동량 기중점통행량과 화물자동차 기중점통행량을 구축하였음
- 408개의 영국내 지역 존과 88개의 항만 존, 5개의 공항 존, 56개의 물류센터 존, 88개의 유럽국가 존, 7개의 기타국가 존으로 나누어 존 체계를 구축함
- 품목별로 생산량과 소비량을 발생모형을 통해 구축하고, 중간 경유지와 생산지와 소비와의 관계를 SIO 모형을 통해 기중점통행량으로 변환하는 과정을 거침
- 영국 외부 존에서 영국 내로 들어오는 항만을 선택하는 과정과 복합화물터미널에서 수단을 선택하는 과정을 모형을 통해 구축함

- 화물가치를 톤으로 환산하는 과정과 톤을 화물차로 환산하는 과정도 모형을 통해 이루어짐
- 2020년 5월, “Base Year Demand Matrix Development”가 나왔으나, 화물 (developing matrices for freight)부문을 포함한 Trip end model, Activity based model 등은 제외되었음

Model stage	Space	Sctn.	Main outputs
Generation / attraction	zone	4.3	The total volume of freight by commodity type that is produced, distributed or consumed in a zone
Distribution leg proportions / zone choice	zone pair	4.4	Uses an SIO model to build up P-C relationships through a fixed proportional split of distribution legs appropriate to each commodity type, including those legs to, from or between distribution centres, together with the spatial allocation of each leg across competing zones to generate O-D matrices of goods movements
Port choice	zone pair	4.5	For unitised movements between the UK and the rest of Europe, uses an SIO model to subdivide between the UK ports for imports and exports
Mode choice	zone pair	4.6	Subdivides the transported total for each O-D movement into main modes, including their associated feeder legs to and from intermodal terminals
Value to volume	zone pair	4.7	Convert the units of O-D movement from value (£) to volume units (tonnes)
Vehicle type choice	zone pair	4.8	Subdivides the total road tonnes for each O-D into road vehicle types (artic, rigids [4], LGV) Includes: conversion from volume (tonnes) to vehicles
Matrix matching	zone pair	4.9	The total modal volume between a pair of zones as estimated synthetically, is constrained to match observed CSRG and rail statistics

자료: Department for Transport, Great Britain (2012). Base Year Freight Matrices

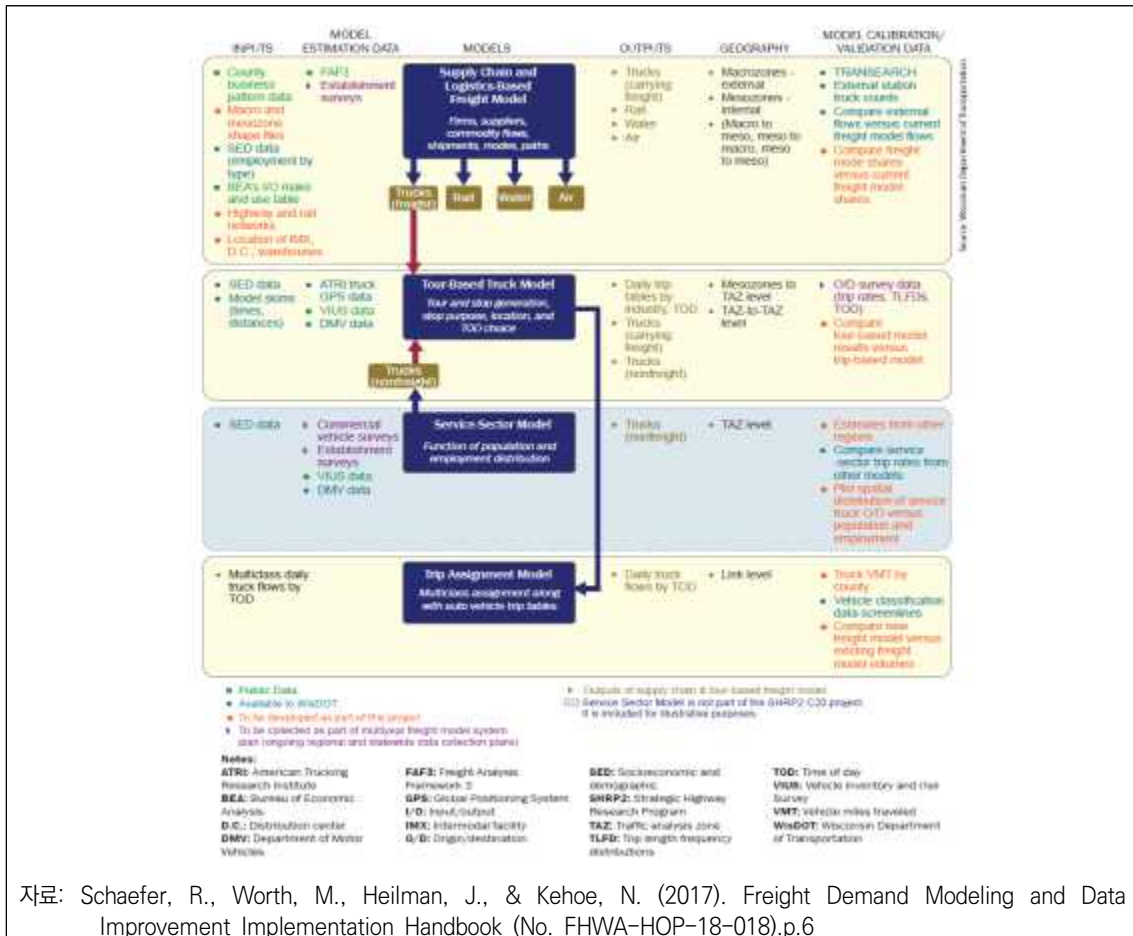
〈그림 2-10〉 영국 화물수요모형 구축 과정

마. Wisconsin statewide travel demand model(미국 FHWA, 2017)

- 2013년 위스콘신주 교통국에서는 교통계획과 교통정책 의사결정 개선을 위해 주 화물교통수요 모형을 과거 통행기반에서 행태기반으로 모형을 개발하였음
- 위스콘신주에 있는 물류단지, 복합화물터미널, 철도물류거점, 배송센터 등의 물류활동을 반영하여 모형을 개선하였음
- 기존 화물 수요모형의 단점을 제시하였으며, 화주의 공급사슬망 배송체계를 기반으로 한 물동량 모형, 통행사슬 및 다중 배송체계를 고려한 화물자동차 모형,

서비스 산업 모형을 구축하였음

- 물동량 모형은 장거리 운송, 화물자동차 모형은 단거리 운송, 서비스 모형은 택배, 건설업 등의 특정 품목과 관계없는 운송을 고려하여 모형을 구축하였음

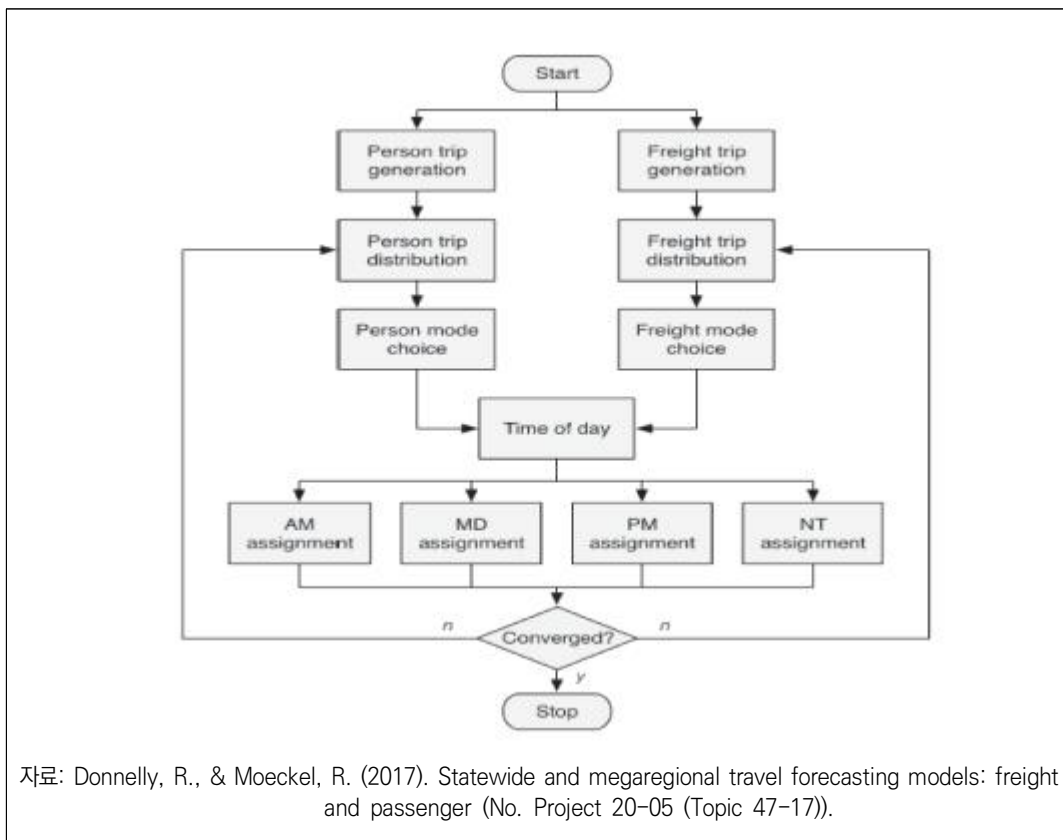


〈그림 2-11〉 미국 Wisconsin주 행태기반 화물수요 모형 구축 과정

바. Arkansas statewide model(미국 National Cooperative Highway Research Program, 2017)

- 미국 아칸소주 도로교통국에서는 2015년 주단위 교통수요 모형을 개선하였음
- 장거리 화물수요 모형과 서비스 관련 단거리 트럭 모형도 개발하였음
- 장거리 화물수요 모형은 도로와 철도 수단을 대상으로 4단계 과정을 거쳤으며, Tanssearch data를 주로 이용하였음

- 회귀모형을 통해 발생량, I-O모형을 통해 도착량 산출하였으며, 주내 물류거점은 별도로 고려하여 구축하였음
- 품목별도 분포모형과 수단선택 모형도 별도로 구축하였으며, 품목별 물동량을 계수치를 적용하여 차량 대로 전환하는 과정도 거침
- 단거리 트럭 관련 모형은 4가지 형태로 나누어 발생 및 도착 분포 모형을 별도로 고려하여 모형을 구축하였음



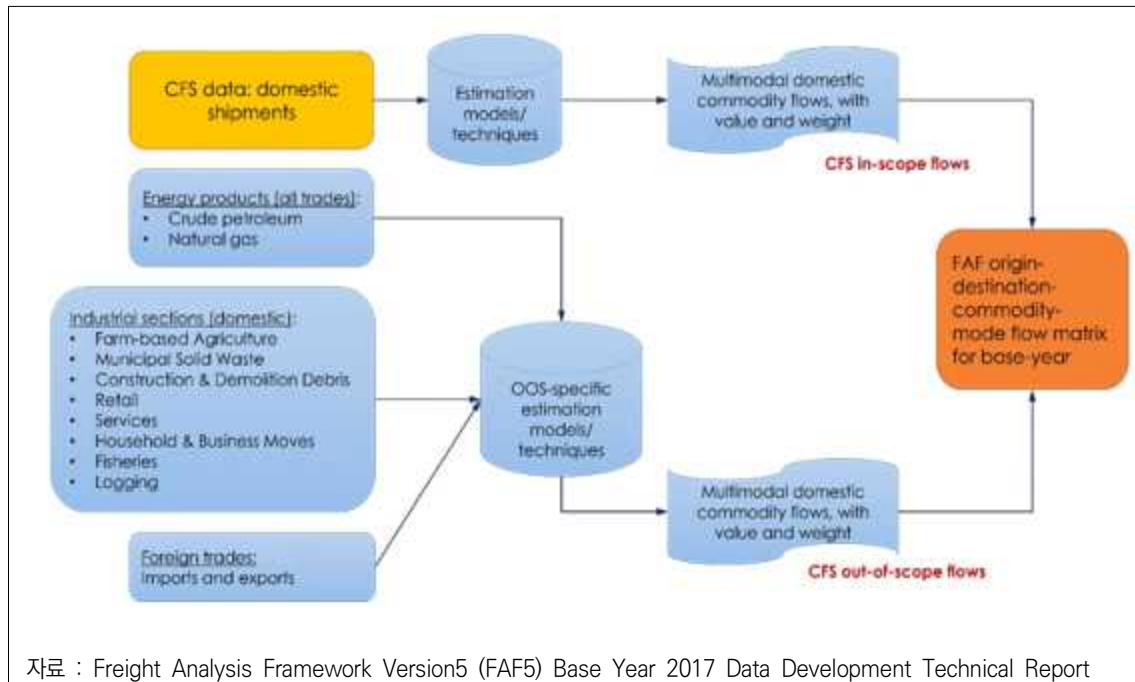
〈그림 2-12〉 미국 Arkansas statewide model 구축 과정

사. 미국 FAF5(2017)

- 화물분석프레임워크(FAF)는 2017년(기준연도) CFS(Commodity Flow Survey) 데이터와 인구조사국의 국제 무역 데이터를 시작으로 FAF5는 농업, 추출, 유틸리티, 건설, 서비스 및 기타 부문의 데이터를 통합함
- FAF5(2017) OD 데이터베이스는 출발지(O), 목적지(D), 상품 등급(C) 및 운송

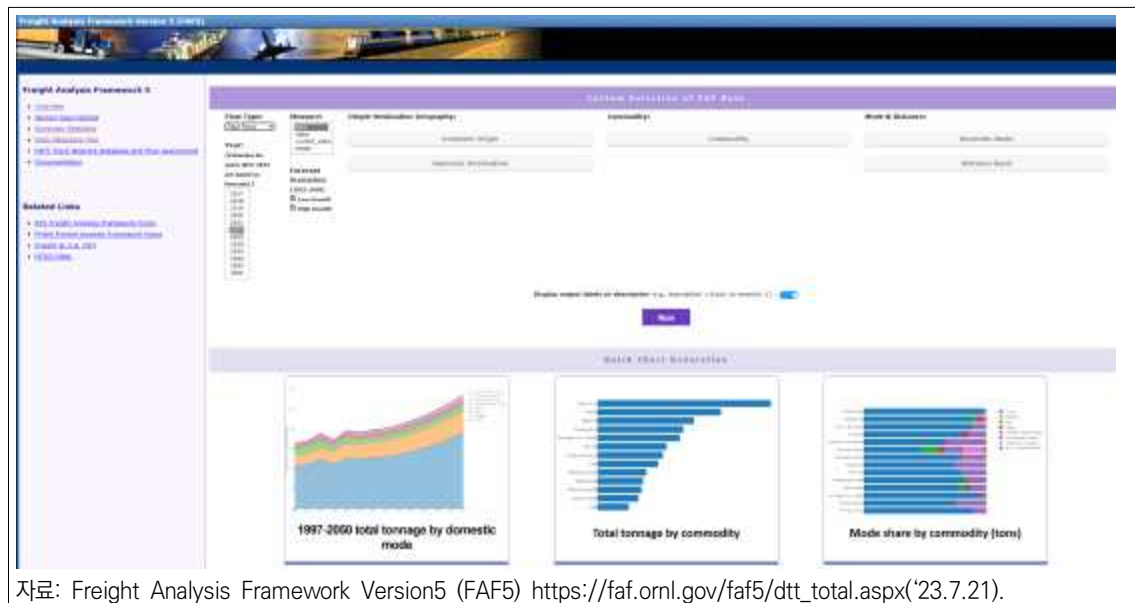
모드(M)별로 달러 가치 및 톤수로 예상 화물량을 제공함

- 새 버전인 FAF 5.5는 지역의 출발지-목적지 쌍별로 톤수(단위: 천 톤), 가치(단위: 백만 달러) 및 톤-마일(단위: 백만 톤-마일)에 대한 2022년 추정치를 제공
 - 기준연도(2017년)
 - 연간 추정치(2018-2021)
 - 예측 연도 추정치(2023-2050)
 - 주 수준의 과거 추세 추정치(1997-2012)
- FAF 예측은 다양한 운송 방식에 따라 2050년까지 3가지 경제 성장 시나리오(기준선, 고성장, 저성장)를 나타내는 5년 단위의 미래 화물 수요 범위를 제공
- FAF5에서 제공하는 운송 모드에는 트럭, 철도, 해상, 항공(트럭 항공 포함), 다중 모드 및 우편, 파이프라인 및 기타/알 수 없음이 포함
- FAF5의 범위를 벗어난(OOS) 시설의 구성 요소는 다음과 같음
 - 농장 기반 농업, 건설 및 철거 잔해(C&D), 소매, 원유, 천연가스, 로깅 등
- 프로세스는 FAF5의 OOS 부문에 대한 상품 흐름을 추정하는 데에도 적용
 - <그림 2-13>과 같이 추정된 CFS 범위 외 이동은 CFS 범위 내 흐름과 결합되어 FAF5 기본 연도 데이터베이스의 최종 추정치를 형성함
 - FAF5는 CFS의 자료를 기반으로 여러 가공 통계를 추정하는데, 가장 중요한 기능은 장래 화물 통계를 예측하여 중장기 교통계획에 사용할 수 있는 점이며, <그림 2-14>와 같이 원하는 자료를 쉽게 추출할 수 있는 기능 제공
 - CFS는 3단계에 걸쳐 조사를 수행하는데, 사업자 기반으로 모든 화물 운송을 조사하는 Establishment Selection단계, 조사를 수행할 기간을 정하는 Reporting Week Selection단계, 그리고 운송별 정보를 입력하는 Shipment Selection 단계로 나누어 조사를 수행함
 - CFS는 가구통행실태조사와 같이 5년마다 민간사업자에 의해 수행되며, 우편 또는 온라인 플랫폼과 일부 콜 센터를 통한 집계결과가 보고됨



자료 : Freight Analysis Framework Version5 (FAF5) Base Year 2017 Data Development Technical Report

<그림 2-13> 미국 FAF5 기준 연도 데이터 개발 프로세스



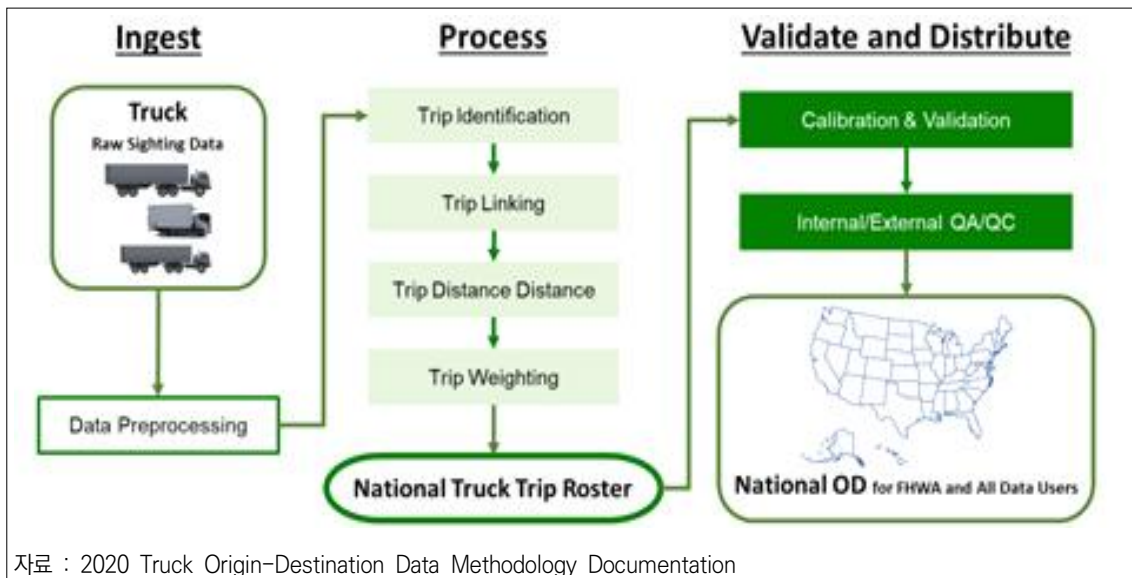
자료: Freight Analysis Framework Version5 (FAF5) https://faf.ornl.gov/faf5/dtt_total.aspx(23.7.21).

<그림 2-14> 미국 FAF5 데이터분석 화면

야. Truck Origin-Destination Data Methodology(미국 FHWA, 2020)

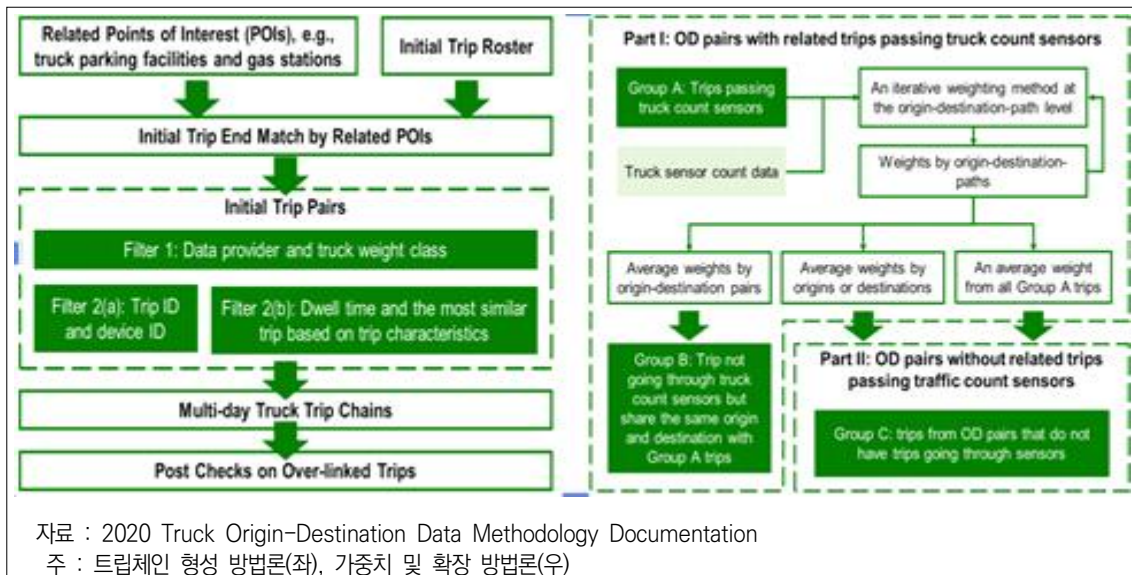
- FHWA(Federal Highway Administration)는 국가 데이터를 활용하여 지속적인 통행 모니터링 프로그램을 구축하는 것을 목표로 차세대 전국가구여행조사 (NextGen NHTS, National Household Travel Survey)를 실시함

- NHTS 프로그램의 일환으로 화물 차량 내 GPS 센서 및 휴대폰에서 생성된 위치 데이터를 이용하여 전국 화물자동차 O/D를 생성함
- 위치 데이터를 화물자동차의 이동으로 식별, POI 및 운행특성 기반의 트립 구간 연결, 도로 네트워크 매핑 및 오버링크 조정, 화물자동차 관련 외부 자료 및 표본 편향을 고려한 가중치 산정 및 전국 단위로 확장의 순서로 화물자동차 O/D를 생성함



자료 : 2020 Truck Origin-Destination Data Methodology Documentation

<그림 2-15> 화물자동차 OD 구축 프로세스

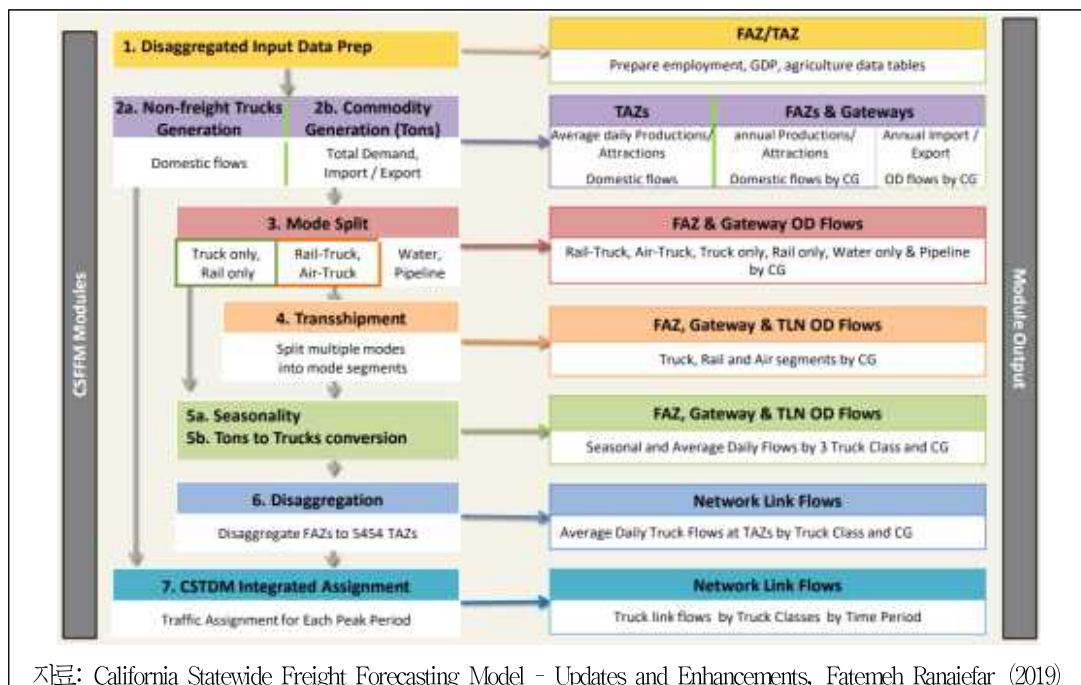


자료 : 2020 Truck Origin-Destination Data Methodology Documentation
 주 : 트립체인 형성 방법론(좌), 가중치 및 확장 방법론(우)

<그림 2-16> 화물자동차 OD 생성 과정 중 적용 알고리즘

자. CSFFM 3.0 (미국, California Department for Transport, 2019)

- California Statewide Freight Forecasting Model(CSFFM)은 상품 기반 모델로써 FAF3 데이터를 포함한 캘리포니아 및 기타 주 내의 인구통계 및 경제 데이터를 기반으로 화물 품목의 생산, 유치 및 유통을 예측하는 모델임
- CSFFM은 상품의 흐름이 있는 FAF 데이터를 사용하여 톤수를 기반으로 유통을 예측하고 육상, 해상, 철도 등으로 분할
- 운송뿐만이 아닌 경제적인 모델이라고도 할 수 있으며, 다른 주의 인구통계 및 경제 데이터와 구역 간의 네트워크 임피던스 정보(이동시간 및 비용 등)를 기반으로 함
- 캘리포니아를 97개의 존(Freight Analysis Zones, FAZ)을 기반으로, 38개의 수출입 게이트, 31개의 운송물류노드(TNZ)를 고려하여 모델을 구축하였음

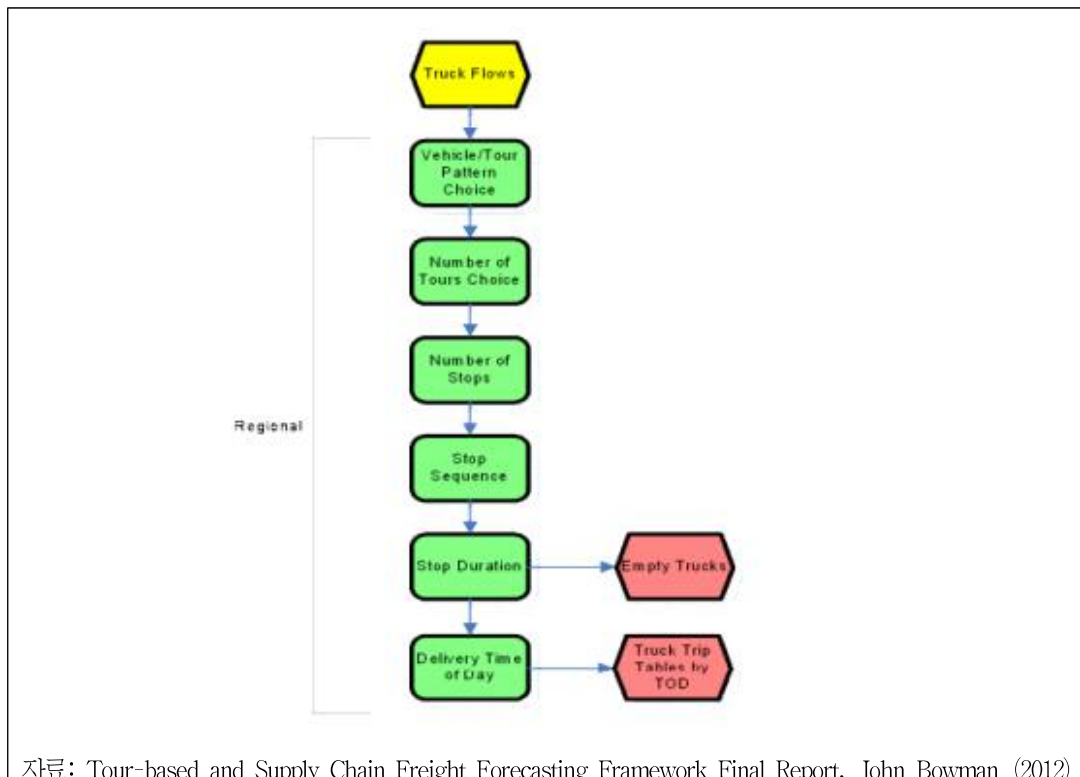


자료: California Statewide Freight Forecasting Model - Updates and Enhancements, Fatemeh Ranaiefar (2019)

<그림 2-17> CSFFM 3.0 Architecture

차. Regional Tour-Based Truck Model in Chicago (미국, 2012)

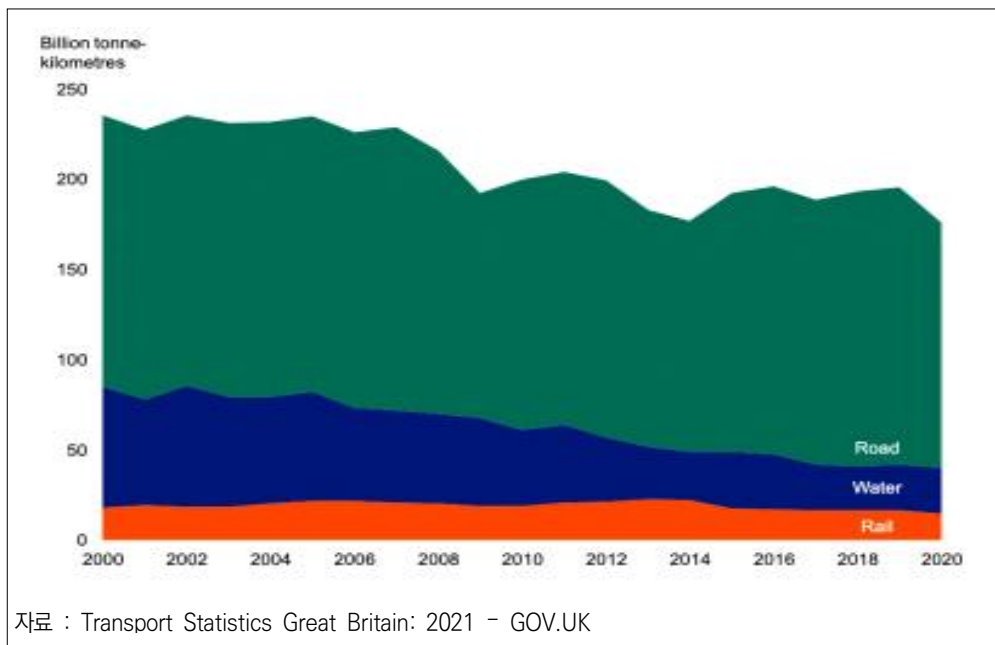
- Regional Tour-Based Truck Model은 배송트럭 OD를 구축하는 지역 모델로써 아래 6단계로 구성됨
 - 1단계로 다시 복귀하는 지점을 기준으로 하나의 패턴을 설정하며, 2단계로는 하나의 패턴 안에서 여러 개의 투어로 나눔
 - 3단계로 계층적 클러스터링을 사용하여 합리적인 패턴만 추출하여 경유지를 배제함
 - 4단계로 그리디 알고리즘을 사용하여 정지 시퀀스를 탐색하고, 5단계로 배송 크기와 상품을 기준으로 각 중지애 소요되는 시간을 비교함
 - 마지막으로 각 패턴의 이동 시간과 배달의 중지 순서 및 시간을 기반으로 모든 배송트럭의 OD를 연결 및 구축함



〈그림 2-18〉 Freight Forecasting Framework in Chicago

카. 영국 NTMv5(2020)

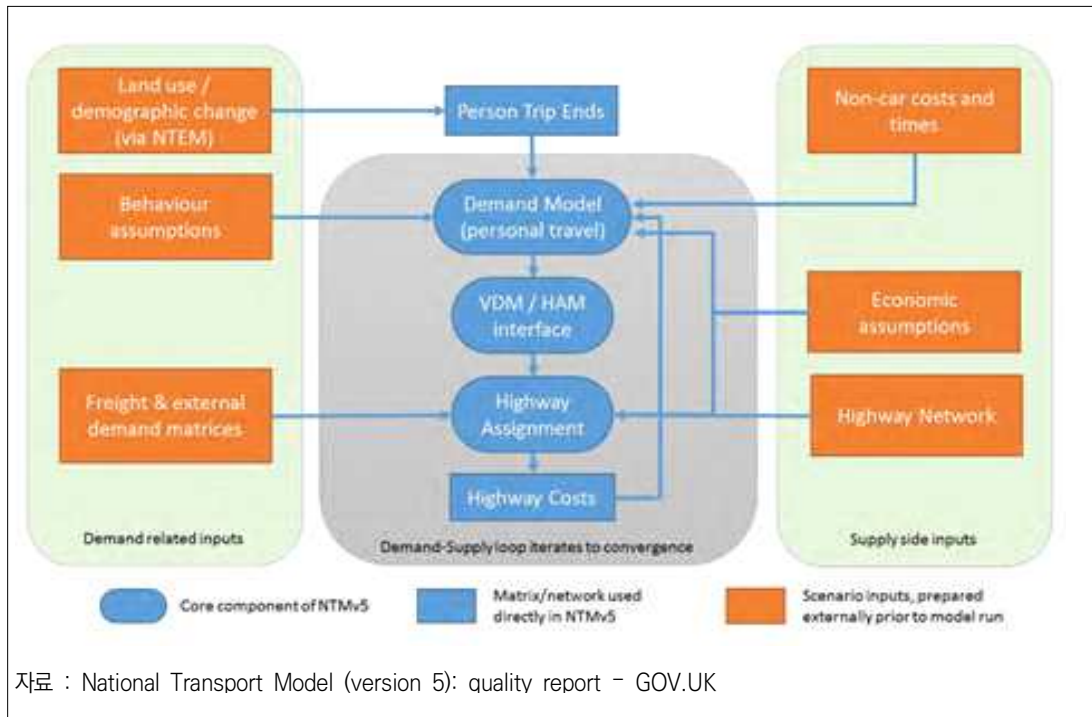
- 영국의 경우 크게 도로, 철도, 해상, 항공 화물로 나누어짐
 - 도로 화물 통계는 영국 교통청에서 시행하는 화물 조사를 기반으로 집계됨
 - 철도, 해상, 항공 화물의 경우 각각의 관련 부서에서 얻은 데이터를 기반으로 교통청에서 취합하여 Rail, Maritime and Shipping, 및 Aviation 통계 항목의 일부로 공개됨
- 2020년을 기준으로 영국의 국내 화물 운송의 77%가 도로를 통해 운송되고 있으며, 해상운송의 비율은 2000년대 이후로 점진적으로 줄고 있음
- 도로 화물 통계는 영국 및 북아일랜드 대형 화물 차량의 국내 및 국제 활동에 대한 정보를 제공하며 교통청에서 시행하는 아래 3가지 도로 화물 조사에서 수집한 데이터를 바탕으로 가공됨
 - Continuing Survey of Road Goods Transport Great Britain (CSRGT GB)
 - Continuing Survey of Road Goods Transport Northern Ireland (CSRGT NI)
 - International Road Haulage Survey (IRHS)



〈그림 2-19〉 영국 국내 화물 운송수단별 운송량

- 이 통계는 Domestic road freight statistic과 International road freight statistic으로 나누어 발표됨
 - Domestic road freight statistic에서는 운송된 화물의 양(톤), 운송된 화물의 거리(톤-km), 화물 이동 거리, 운송된 화물의 분류, 화물 차량의 분류, 운송 방식에 관한 내용 포함
 - International road freight statistic에서는 운송된 화물의 양(톤), 운송된 화물의 거리(톤-km), 화물 이동 거리, EU 국가들별 화물통행량에 관한 내용 포함
- 3개의 핵심 구성요소가 존재하며 4단계 모형의 기본구조를 따름
- 항공 및 공항에 접근하는 통행을 제외한 6개 수단(car/LGV¹⁾ driver, car/LGV passenger, bus, rail, walk, cycle)을 고려하며 자동차의 경우 택시 및 오토바이를 포함하고 있음
 - Demand Model: 로짓모형기반 가변 수요모형(logit based variable demand model, VDM)은 수단과 목적지 선택하는 데 사용
 - VDM/HAM interface: 개인 여행 정보를 수요모형에 의해 수단별 통행량으로 변환되고 기준연도 OD matrix를 생성하는 인터페이스
 - HAM(Highway assignment model): 네트워크에 통행의 경로와 흐름을 할당하고 OD pair 별 통행시간 및 비용을 계산
 - NTEM(The National Trip End Model): 2011년부터 5년 주기로 인구통계, 토지변화에 따른 통행 생성/유인을 예측
- 고속도로 할당 매트릭스에는 기준 연도(2015)의 화물 출발지 목적지 여행 매트릭스가 포함
 - 화물 여행의 예측 성장 또는 기타 변경 사항은 외부에서 결정되고 모델 내에서 적용됨

1) LGV: Large Goods Vehicle

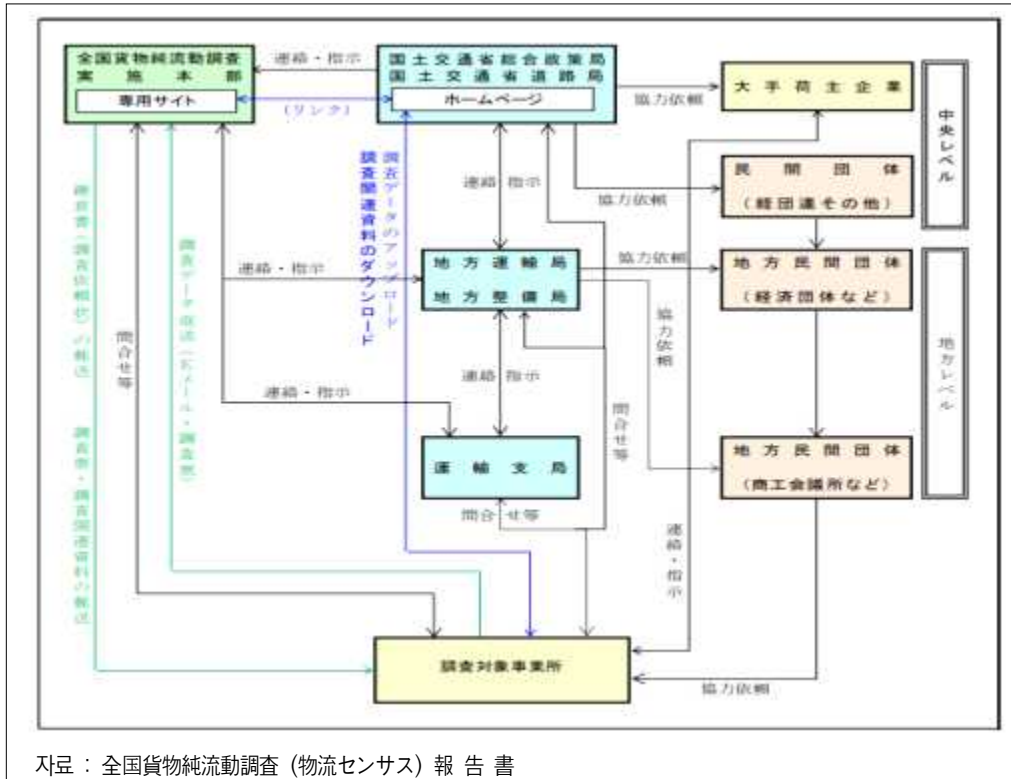


〈그림 2-20〉 영국의 국가교통 모형 NTMv5 개요

타. 일본 전국화물 순유동조사(2021)

- 일본의 경우 통계법에 근거하여 전국을 대상으로 화물의 순유동 통계를 구축하기 위한 실태조사를 실시함
 - 1970년부터 5년 단위로 실시되었으며, 가장 최근 조사는 2021년에 수행됨
 - 대상 산업은 광업, 제조업, 도매업, 창고업 등으로 구분하여 전국 약 60만 사업소에서 6만 5천 사업소를 추출함(표본율 약 10.8%)
- 연간 조사에서 1년간의 품종별 출입하 중량, 수송기관 이용비율, 배송지 지역별 중량 비율 등을 조사하며, 총 3일간 조사하여 출하 1건마다 화물의 상세한 유동실태(품목, 수취인업종, 신고지, 중량, 수송경로, 출하 시각, 소요 시간, 수송 비용 등)를 조사함
 - 전국적 규모의 조사이기 때문에 전국화물 순유동 조사 실시본부를 설치하고, 국토교통성, 지방운수국, 지방정비국, 운수지국 간 효율적 연락 및 지시
 - 응답은 조사표에 화답한 후 우편으로 송부하거나 전용 웹사이트를 통해 다운

받은 파일을 입력하는 전자방법 병용하여 사용



자료 : 全国貨物純流動調査 (物流センサス) 報告書

<그림 2-21> 일본 전국 화물 순유동조사 조사실시체계

제2절 관련 자료 현황

1. 2022년 전국 화물통행실태조사

- 6차로 수행된 전국 화물통행실태조사는 국가통합교통체계효율화법에 명시된 국가교통조사로서 전국 지역 간 화물 기종점통행량을 추정하고 국내 물류현황을 분석할 수 있는 DB를 구축하기 위한 기초자료 구축을 목적으로 함
- 전국 화물통행실태조사는 사업체 물류현황조사(광업, 제조업, 도매업, 창고업, 위험물질 취급 사업체), 화물자동차 통행실태조사로 실시됨
- 사업체 물류현황조사(광업, 제조업, 도매업)는 사업체 개요, 물류시설 및 운송수단 이용현황, 3자 물류 이용 현황, 첨단 시스템 도입 현황, 친환경차량, 출하실적, 3일간 출하현황 등을 조사함
- 사업체 물류현황조사(창고업)는 창고 소유(임대)자의 일반현황, 시설현황, 이용업체 현황과 확장계획, 창고 이용자의 사업체 개요, 창고시설개요, 창고이용차량, 출발/도착 현황, 이용현황 등을 조사함
- 사업체 물류현황조사(위험물질 취급 사업체)는 사업체 개요, 출하 및 운송 현황, 위험물질/비위험물질 공급 및 출하 유형별 비중, 1일 출하 및 운송 현황, 화물자동차 보유 및 이용 현황 등을 조사함
- 화물자동차 통행실태조사는 화물자동차의 차량특성(차량업종, 용도, 연료, 종류 등), 통행특성(등록지, 주물류활동지, 휴식장소, 운행행태 등), 통행일지 등을 조사함

〈표 2-1〉 2022년 전국 화물OD조사의 조사실적

구분	분류	조사표본(개)	표본율(%)	회수표본(개)	회수율(%)
사업체 물류현황조사	광업, 제조업, 도매업	12,600	5.5	13,117	104.1
	창고업	1,000	31.0	955	95.5
	위험물질 취급 사업체	330	※	373	113.0
화물자동차 통행실태조사	영업용	14,000	3.2	14,998	107.1
	비영업용	19,000	0.6	19,735	103.8
	계	33,000	0.9	34,733	105.2

※ 위험물질물류현황조사는 전체 모집단을 파악할 수 없고, 통계청 승인통계가 아니어서 표본율 미 산정

2. 관련 통계자료

가. 전국 화물통행실태조사O/D를 위한 구축 자료

- 화물물동량 및 화물자동차 기종점통행량 구축을 위한 자료
 - 화물 기종점통행량(물동량, 화물자동차)의 기준년도 보완갱신 분석에 필요한 자료는 아래와 같음
 - 물동량은 품목별로 수집되는 통계자료가 구분되며, 화물자동차는 업종, 교통 수단별로 자료수집이 구분되어 아래 자료를 이용하여 보완갱신자료로 활용함

〈표 2-2〉 화물물동량 기종점통행량 전수화 구축을 위한 자료

구분	수단	품목	자료	
내수	도로 전체	공통	- 국가교통DB: 사업체물류현황조사, 화물자동차 통행실태조사	
			- 타기관: 통계청 전국 사업체조사, 한국은행 지역산업연관표, 국세청 휴폐업정보	
	도로	농림수축산품	농산물	- 농림식품수산통계연보, 농림어업총조사
			임산물	- 임산물생산조사, 농림어업총조사, 임산물 유통 실태 자료
			수산물	- 어업생산동향조사, 농림어업총조사
			축산물	- 농림식품수산통계연보, 농업법인조사 - 농림어업총조사, 축산물 이력제 자료
		광업	- 광업·광산물 통계연보, 주택총조사, 골재채취 실적 및 업체현황자료	
		컨테이너	- 수출입해상화물 통행실태조사	
연안해운	전품목	- 연안화물통행실태조사, 해운화물 수송실적		
철도	컨테이너 및 비컨테이너	- 철도화물 수송실적		
항공	품목 미구분	- 항공화물 수송실적		
수출입	해운	전품목	- 한국해양수산개발원 수출입해상화물 통행실태 조사	
	항공	전품목	- 수출입항공화물통행실태조사, 수출입무역통계 연보	

〈표 2-3〉 화물자동차 기종점통행량 전수화 구축을 위한 자료

구분	자료	
공통	- 화물자동차통행실태조사, 화물자동차등록통계, 주행거리 실태조사, 화물차량 등록시스템 자료, 화물자동차 주행거리 원시 자료	
업종	자가용	- 가구통행실태조사(소형)
	영업용	- 화물운송망 자료, 영업용화물자동차 기록계 자료 (이하 DTG)
공간적 범위	지역간	고속도로 - 고속도로 TCS, 도로교통량통계연보 기타도로 - 도로교통량통계연보
	도시내	- 도시교통기초조사, 폐기물 기종점현황, 우체국 택배경로
	수출입	해운 - 수출입해상화물 통행실태조사, 수출입항만자료 _PORTMIS 항공 - 수출입항공화물 통행실태조사
물류거점	산업단지, 농수산물도매시장, 연안항, 물류단지	- 산업단지현황통계, 공장등록현황 팩토리온, 물류거점화물 통행실태조사, 농수산물도매시장 통계연보, 해운통계요람, 국토교통부 물류단지 정보

나. 통계청 조사자료

1) 경제총조사

- 국가 전체 산업에 대하여 통일된 조사기준과 방법에 의하여 구조와 분포, 경영실태 등에 관한 사항을 종합적으로 파악하기 위해 매 5년마다 실시되는 조사로서 정부의 경제 및 산업별 정책 수립과 기업의 경영계획 수립·평가의 기초자료 제공
- 사업체모집단자료, 국민소득(GDP), 지역별 소득(GRDP), 산업연관표 작성의 기초자료, 월간 및 연간통계의 기준점(Bench-Mark) 자료, 소지역단위 통계작성 등으로 활용됨

2) 전국사업체조사

- 전국의 모든 사업체를 대상으로 지역별로 사업체의 규모 및 분포를 파악하기 위해 매 1년마다 실시되는 조사로서 정부의 정책 수립 및 평가, 기업의 경영계획 수립 및 학술 연구 등의 기초자료 제공

3) 광업·제조업 조사

- 우리나라의 광업 및 제조업 부문에 대한 구조와 분포 및 산업활동실태 등을 파악하여 정부의 경제정책 수립, 기업의 경영계획 수립, 대학과 연구소의 각종 연구활동 및 산업구조통계 국제 비교 등에 필요한 자료와 산업생산지수 개편, GDP 디플레이터 비중 산출, 광업과 제조업을 대상으로 하는 각종 표본조사의 모집단 자료 제공
- 조사결과로 얻어진 업종별, 품목별 물동량 자료를 바탕으로 광업, 제조업 부문 물동량의 검증자료로 활용함

4) 농림어업총조사

- 전국 농림어가의 규모, 분포, 경영형태를 파악하여 농림어업 정책 및 농산어촌 지역개발계획을 위한 기초자료를 제공하며 농림어업 관련 표본조사의 표본틀로 활용
- 2022년 전국화물통행실태조사에 포함되지 않은 농림수축산물 물동량을 산출하기 위해 해당 조사 활용

- 품목별 생산량 자료를 활용하여 시군구별 발생량 산출

다. 교통물류 통계

1) 철도, 항공, 해운 수송실적

- 한국철도공사에서 제공하는 철도역별 철도화물실적 자료, 한국공항공사에서 제공하는 공항별 화물운송실적자료, 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만간 화물운송실적자료를 토대로 수단별 지역별 물동량 O/D를 생성하는 자료로 활용함

2) 특별시 및 광역시 도시교통 기초조사

- 도시부 교통관련 기초조사는 도시교통정비촉진법 제9조(기초조사) 및 동법시행령 제10조(기초조사내용)에 의해 지방자치단체의 교통량조사를 의무화함에 따라 시행되고 있으며, 그 결과물로서 연차별 교통관련 기초조사 보고서를 발간·보급함으로써 교통관련 조사·분석 정보가 교통정책 지표로 활용되도록 하고 있음
- 해당 조사는 1년 단위로 매년 실시되어 보고서로 발간되고 있으며, 주로 주요 교차로, 가로 및 시계 유출입 지점 교통량 및 속도 등을 수집함
- 도시교통 기초조사에서 산출된 도시별 화물자동차 시계 유출입 지점 교통량을 활용하여 화물자동차 발생량 및 도착량 보정에 활용

3) 국토교통부 도로교통량 통계연보

- 도로교통량 통계연보는 도로교통량조사에 의해 산출된 결과물로서, 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도의 교통량 현황을 조사하여, 도로의 계획과 건설, 유지관리 및 도로행정에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고 있음
- 고속국도, 일반국도 상시조사와 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도 수시조사로 구분되며, 2022년 기준 상시조사 고속국도 97지점 일반국도 529지점, 수시조사 고속국도 572지점, 일반국도 1,074지점 국가지원지방도 374지점, 지방도 1,216지점에서 조사하고 있음

- 천재지변, 도로공사, 교통사고 등의 사유로 일정 기간 자료가 누락된 상시조사 지점 포함
- 수시조사 지점 중 지능형교통체계(ITS)의 교통정보 수집 장치를 통해 수집한 지점과 교통량 변화가 작거나 일정 추세인 지점에 대해 전년도 조사결과로 대체한 지점 포함
- 도로교통량 통계연보 상에서 화물자동차는 총 12종으로 구분되어 있으며, 교통조사 지침의 소형, 중형, 대형 화물차와 적합하게 구분하여 사용됨
- 화물자동차의 통행 발생량/도착량 산정시 코드라인 검증, 통행배정 과정에서 교통량 검증 등에 사용

4) 한국도로공사 TCS 자료

- 한국도로공사 고속도로 통행료징수시스템(TCS) 자료는 고속도로 요금소를 진출입하는 차량의 정보를 이용하여 고속도로 통행차량의 차종 및 통행량을 파악할 수 있음
- TCS 자료는 차량 축과 윤폭을 계산하여 차량의 종류를 1종부터 6종으로 구분함
- TCS 자료는 고속도로를 이용하는 화물자동차의 통행행태뿐만 아니라 기종점 통행량 구축을 위한 자료로서 활용되며, 화물자동차 통행량 추정을 위한 검증 자료로 활용됨

5) 국토교통부 자동차등록 통계

- 국토교통부에서 제공하는 통계로서 2022년 12월 기준 화물자동차의 지역별, 업종별, 톤급별 전국 화물자동차 등록대수를 이용하여 화물자동차 O/D 전수화 과정에서 가중치 적용 및 화물자동차의 발생량/도착량 검증에 활용됨

6) 교통안전공단 자동차주행거리 실태조사

- 국내 운행자동차의 용도별·차종별·연료별 주행거리 현황을 분석하여 자동차관련 교통정책 등을 위한 기초통계로 활용되는 조사로서, 17개 광역시·도를 대상으로 함
- 자동차관리법과 자동차검사통합시스템의 자동차등록마스터 자료를 집계·구분하여 자동차 등록현황을 2개 용도 및 15개 세부 차종으로 구분하였으며, 휘발유·경유·LPG, 기타연료 사용자자동차를 구분하였음
- 화물자동차의 용도는 일반형, 덤프형, 밴형, 특수용도형, 적재능력은 1톤 이하 소형, 5톤 미만 중형, 5톤 이상 대형으로 구분됨

- 조사방법은 교통안전공단 59개 자동차검사소, 44개 출장검사장 및 1,820개 지정정비사업체 총 1,923개 검사장소에서 조사기간 내 검사를 받은 모든 자동차의 주행거리를 조사함
- 교통안전공단 자동차 주행거리 실태조사자료는 화물자동차 발생량/도착량 및 화물자동차 통행분포 검증에 활용됨

7) 한국교통안전공단 DTG(디지털운행기록계) 자료

- 한국교통안전공단의 운행기록분석시스템을 통해 수집 가능하며, 제공서비스는 운행 궤적, 위험운전 행동, 사고지점 등이 있으며, 운행기록 파일을 전산 분석하여 운전자 컨설팅 등을 통한 사고예방 및 여러 방면의 목적으로 활용되고 있음
- 운행 궤적을 통해 화물자동차의 실제 통행 발생량 및 비율 추출에 활용됨

8) 관세무역개발연구원 무역통계정보

- 관세무역개발연구원에서 제공하는 통계로서 『관세법』 제 322조 제5항 및 『무역통계작성 및 교부에 관한 고시』 제8.2조의 규정에 따라 관세청으로부터 무역통계 작성 및 교부 대행기관으로 지정받아 민간 무역통계 수요자 요구에 맞는 통계작성 및 교부서비스를 제공하고 있는 자료임
- 무역통계정보 중, 수출입 항만 및 항공 거점에서 내륙으로 진출입하는 컨테이너 및 일반화물의 기종점 물동량 자료를 활용하여 물동량 및 화물자동차 검증 자료로 활용함

9) 해양수산부 통합 PORT-MIS 자료

- 항만이용자들이 신고하는 정보(Port-Mis)를 기반으로 작성되는 해운항만통계(화물수송실적, 컨테이너 처리실적, 선박입출항실적 등)와 등록선박, 국제물류통계 등을 제공
 - 국내외 해운항만 관련 전문기관에서 제공하는 최신 정보를 수집하여, 국내외의 해운선사정보, 물류기업정보, 항만정보 등의 국제물류정보를 제공
- 통합 PORT-MIS에서 제공되고 있는 수출입 화물실적을 활용하여 항만 물동량 추정에 활용함

라. 기타 통계자료

1) 한국산업단지공단 전국산업단지현황통계

- 한국산업단지공단에서는 국내 모든 산업단지(국가, 일반, 도시첨단, 농공단지) 현황을 조사하여 정부 및 지방자치단체의 산업정책 수립, 기업의 경영계획 수립, 연구기관의 연구활동에 필요한 참고자료로 제공함
 - 1999년 3월에 전국 산업단지 현황통계(1999년 1/4분기 통계)를 최초로 발간한 이래 매 분기마다 조사를 실시(연 4회)하며, 2005년 8월 통계청의 정부승인 통계로 지정됨
- 조사 대상은 산업입지 및 개발에 관한 법률 제6조~제8조에 의해 지정된 산업단지로서 국가산업단지, 일반산업단지, 도시첨단산업단지 및 농공단지를 포함하며 조사 내용은 단지 일반정보, 조성 및 분양, 입주 및 고용, 생산 및 수출 자료 등임

2) 한국은행 산업연관표

- 산업연관표는 각 지역의 경제구조뿐만 아니라 산업간 상호연관관계를 일정한 기준에 의하여 수량적으로 나타냄으로써 지역의 경제 및 산업구조 분석과 지역경제정책 수립 및 정책효과 측정 등에 유용한 분석도구로 널리 활용될 수 있음
- 산업연관표는 재화와 서비스의 거래형태에 따라 산업부문 상호간의 중간재 거래를 나타내는 중간수요 또는 중간투입과 각 산업부문에서 노동, 자본 등 본원적 생산요소의 투입을 나타내는 부가가치 그리고 각 산업부문의 생산물이 최종소비자에게 판매되는 내역을 나타내는 최종수요로 구분됨
- 산업연관표는 공간범위에 따라 지역내 산업연관표와 지역간 산업연관표로 나뉘며, 지역간 산업연관관계를 보여주는 지역간 산업연관표를 이용하여 물동량 흐름을 추정하는데 사용함

3) 한국개발연구원 GRP 장기전망

- 한국개발연구원의 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구: 제6판 (2017)의 GRP 장기전망 자료는 행정단위별로 2011년부터 2040년까지 5년 단위로 성장률의 평균값이 제시되어 있음

- GRP 장기전망 자료는 지역별 물동량 및 화물자동차 통행량 장래예측에 활용함

4) 우정사업본부 택배 자료

- 우정사업본부 택배자료는 기존의 배송시스템을 토대로 운영되며 우편번호를 기준으로 운송정보 및 접수건수, 차량정보 등을 체계적으로 수집하고 있으며, 차량운송 집계데이터 정보는 일자, 발송 및 도착 우편집중국정보, 운송선로명, 운송거리, 차량톤급, 등기소포물량, 등기통상물량, 국내특급 등의 정보를 포함하고 있음
- 우정사업본부 택배 자료는 화물자동차 O/D 및 화물물동량의 보정자료로 활용됨

5) 축산물이력제 자료

- 축산물품질평가원에서는 축산물(쇠고기, 돼지고기 등) 유통과정의 정보를 기록·관리하고 위생 및 안전에 문제가 발생할 경우 그 이력을 추적하여 신속하게 대처하기 위하여 축산물이력제를 시행하고 있음
- 도축중량, 도축두수, 시군구 반출입 등의 정보를 포함하고 있음
- 축산물품질평가원의 축산물이력제 자료는 화물자동차 기종점통행량의 보정자료 및 축산물 물동량(소, 돼지) 발생량 산정 자료로 활용됨



제3장 전국 화물O/D 전수화 방법

제1절 분석기준 및 전수화 과정

제2절 물동량 O/D 구축방법

제3절 화물자동차 O/D 구축방법

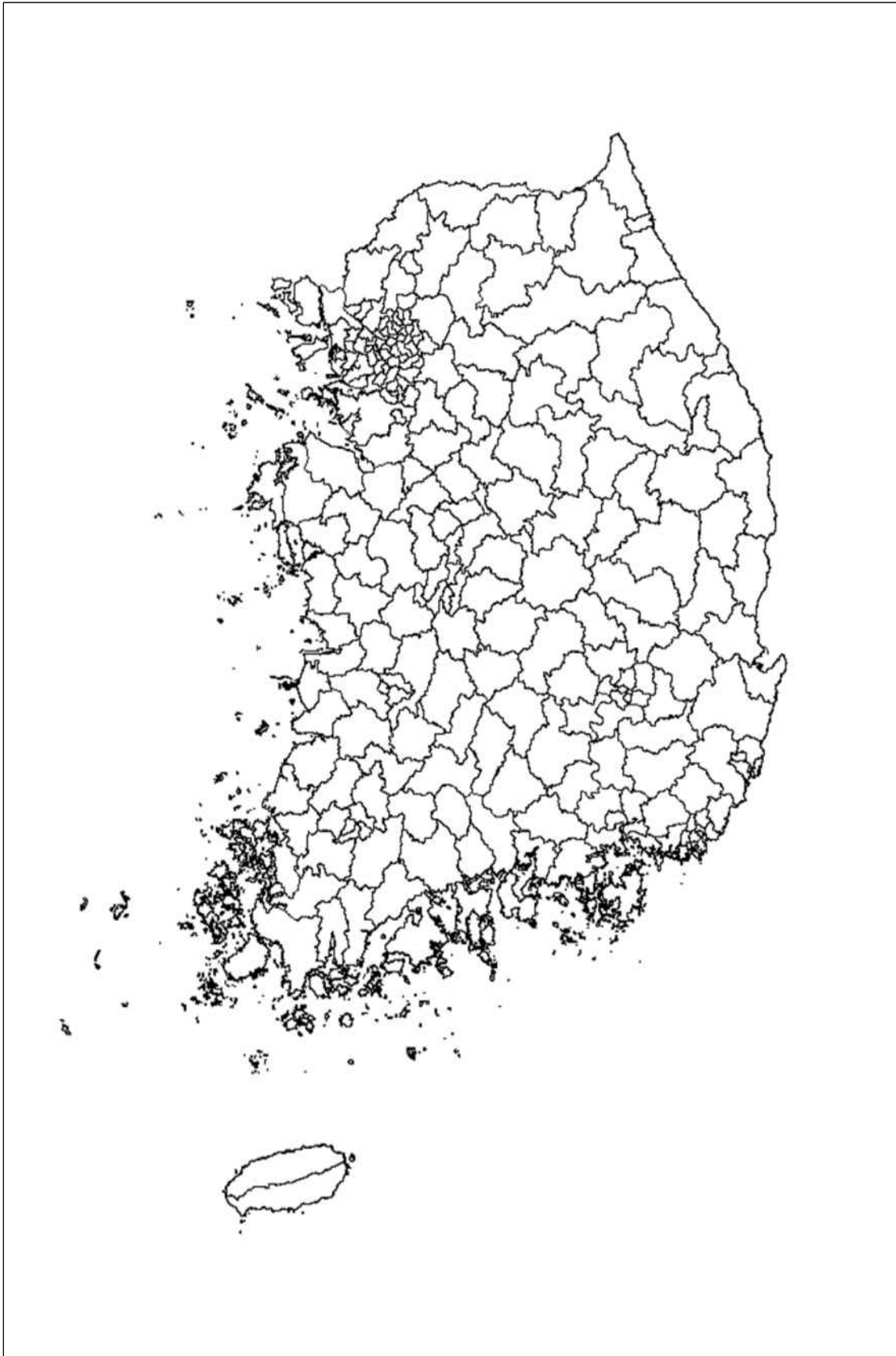
제3장 전국 화물O/D 전수화 방법

제1절 분석기준 및 전수화 과정

1. 분석 기준

가. 교통존 설정

- 화물수송수요는 다음과 같이 대존 및 중존을 대상으로 분석
 - 대존 : 특별시, 광역시, 도 17개 단위
 - 중존 : 특별시, 광역시의 구, 시, 군 250개 단위



〈그림 3-1〉 존 구분도

〈표 3-1〉 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	대구	3	3	42	중구
			11	노원구				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	인천	4	4	50	중구
			19	영등포구				51	동구
			20	동작구				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	광주	5	5	58	강화군
			27	서구				59	옹진군
			28	동구				60	동구
			29	영도구				61	서구
			30	부산진구				62	남구
			31	동래구				63	북구
			32	남구				64	광산구

〈표 계속〉 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	
		10	82	의정부시			60	141	보은군	
		11	83	안양시 만안구			61	142	옥천군	
			84	안양시 동안구			62	143	영동군	
		12	85	부천시	63	144	증평군			
		13	86	광명시	64	145	진천군			
		14	87	평택시	65	146	괴산군			
		15	88	동두천시	66	147	음성군			
		16	89	안산시 상록구	67	148	단양군			
			90	안산시 단원구	68	149	천안시 동남구			
		91	고양시 덕양구	150		천안시 서북구				
		17	92	고양시 일산동구		69	151	공주시		
			93	고양시 일산서구		70	152	보령시		
		18	94	과천시	71	153	아산시			
		19	95	구리시	72	154	서산시			
		20	96	남양주시	73	155	논산시			
		21	97	오산시	74	156	계룡시			
		22	98	시흥시	75	157	금산군			
		23	99	군포시	76	158	부여군			
		24	100	의왕시	77	159	서천군			
		26	101	하남시	78	160	청양군			
			102	용인시 처인구	79	161	홍성군			
			103	용인시 기흥구	80	162	예산군			
			104	용인시 수지구	81	163	태안군			
		27	105	파주시	82	164	당진시			
		28	106	이천시	충남	11	69	151	공주시	
		29	107	안성시				70	152	보령시
		30	108	김포시				71	153	아산시
		31	109	화성시				72	154	서산시
32	110	광주시	73	155				논산시		
33	111	양주시	74	156				계룡시		
34	112	포천시	75	157				금산군		
35	113	여주시	76	158				부여군		
36	114	연천군	77	159				서천군		
37	115	가평군	78	160				청양군		
강원	9	9	39	춘천시	전북	12	83	165	전주시 완산구	
			40	원주시			84	166	전주시 덕진구	
			41	강릉시			85	167	군산시	
			42	동해시			86	168	익산시	
			43	태백시			87	169	정읍시	
			44	속초시			88	170	남원시	
			45	삼척시			89	171	김제시	
			96	179			부안군			
			97	180			목포시			
			98	181			여수시			
99	182	순천시								

〈표 계속〉 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	철곡군	
		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	226	창원시 의창구
		110	193	해남군					227	창원시 성산구
		111	194	영암군					228	창원시 마산합포구
		112	195	무안군					229	창원시 마산회원구
		113	196	합평군					230	창원시 진해구
		114	197	영광군	143	진주시				
		115	198	장성군	144	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			161	249	서귀포시	
		132	216	영양군	세종	17	162	250	세종시	

나. 산업업종 분류

- 사업체를 대상으로 수행하는 사업체 물류현황조사와 화물자동차 운전자를 대상으로 수행하는 화물자동차 통행실태조사의 산업업종은 8개 산업의 60개 업종으로 구분함
 - 산업(8개) : 농림어업, 광업, 제조업, 전력, 가스 및 증기업, 수도 폐기물 및 재활용서비스업, 건설업, 도매 및 소매업, 서비스업
 - 업종(60개) : 농림어업 4개, 광업 4개, 제조업 25개, 전력, 가스 및 증기업 2개, 수도 폐기물 및 재활용서비스업 3개, 건설업 1개, 도매 및 소매업 12개, 서비스업 9개 업종
- 화물자동차 통행실태조사의 경우에는 운송 및 거래의 업종 관련 항목은 농림수축산업, 광업, 제조업, 도소매업, 서비스업으로 구분함

〈표 3-2〉 산업업종 구분

① 농림어업		⑦ 도매 및 소매업
1. 농업 2. 축산업 3. 임업 4. 어업	22. 비금속광물제품 제조업 23. 1차 금속 제조업 24. 금속가공제품 제조업 (기계 및 가구 제외) 25. 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신 장비 제조업	40. 자동차 판매업 41. 자동차 부품 및 내장품 판매업 42. 모터사이클 및 부품 판매업 43. 상품 증개업 44. 산업용 농·축산물 및 동·식물 도매업 45. 음·식료품 및 담배 도매업 46. 생활용품 도매업 47. 기계장비 및 관련 물품 도매업 48. 건축자재, 철물 및 난방장치 도매업 49. 기타 전문 도매업 50. 상품 종합 도매업 51. 소매업
② 광업	26. 의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업 27. 전기장비 제조업 28. 기타 기계 및 장비 제조업 30. 자동차 및 트레일러 제조업 31. 기타 운송장비 제조업 32. 가구 제조업 33. 기타 제품 제조업 34. 산업용 기계 및 장비 수리업	
5. 석탄, 원유 및 천연가스 6. 금속광업 7. 비금속과음 광업(연료용 제외) 8. 광업 지원 서비스업		⑧ 서비스업
③ 제조업	④ 전력, 가스 및 증기업	52. 운수업 (보관 및 창고업 포함) 53. 음식점 및 숙박업 54. 정보통신 및 방송업(출판업 포함) 55. 금융 및 보험업 56. 부동산업(임대업 제외) 57. 전문, 과학, 기술 사업지원서비스업 (임대업) 58. 공송행정 및 국방 59. 교육, 보건 및 사회복지서비스업 60. 문화 및 기타 서비스업
9. 식료품 제조업 10. 음료 제조업 11. 담배 제조업 12. 섬유제품 13. 의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업 14. 가죽, 가방 및 신발 제조업 15. 목재 및 나무제품 제조업(가구제외) 16. 펄프, 종이 및 종이제품 제조업 17. 인쇄 및 기록매체 복제업 18. 코르크, 연탄 및 석유정제품 제조업 19. 화학물질 및 화학제품 제조업 (의약품 제외) 20. 의료용 물질 및 의약품 제조업 21. 고무제품 및 플라스틱제품 제조업	35. 전기업 36. 가스, 증기 및 운수업	
	⑤ 수도 폐기물 및 재활용서비스업	
	37. 수도사업 38. 폐수 처리업 39. 폐기물 및 자원재활용서비스업	
	⑥ 건설업	

다. 화물품목의 구분

- 화물품목은 31개로 구분하고 도매업과 컨테이너는 별도로 분류함

〈표 3-3〉 화물품목 구분

코드 번호	품 목 분류	대분류품목	세 분 류
1	농산물	대분류 1 농림수축 산품	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업생산물, 채소, 화훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물
2	임산물		임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스물
3	수산물		일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스물
4	축산물		소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금 부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물
5	석탄광물	대분류 2 광산품	무연탄 광물, 무연탄 채굴품, 연탄 및 기타 응집 무연탄 생산물, 갈탄광물, 토탄광물 등의 생산품
6	석회석광물		석고 및 석회석
7	원유 및 천연가스 채취물		원유 및 천연가스 채취물, 원유 및 천연가스채취관련 서비스생산물
8	금속광물		철광
9	비금속광물		비철금속, 텅스텐, 망간, 금, 은, 동, 연, 아연, 몰리브덴, 달리 분류되지 않은 비철금속
10	음식료품	대분류 5 경공업품	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장 처리업, 수산식품 가공 및 저장 처리업, 과일, 채소 가공 및 저장 처리업, 동물성 및 식물성 유지 제조업, 낙농제품 및 식용빙과류 제조업, 곡물가공품 제조업, 전분제품 및 당류 제조업, 떡, 빵 및 과자류 제조업, 설탕 제조업, 면류, 마카로니 및 유사식품 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 도시락 및 식사용 조리제품 제조업, 기타 식료품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 발효주 제조업, 증류주 및 합성주 제조업, 비알콜음료 및 얼음 제조업
11	담배제품		담배 제조업
12	섬유제품; 의복제외		방직 및 가공사 제조업, 직물 직조업, 직물제품 제조업, 편조원단 제조업, 섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업, 카펫, 마루덮개 및 유사제품 제조업, 끈, 로프, 망 및 끈가공품 제조업, 그 외 기타 섬유제품 제조업
13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품		겉옷 제조업, 속옷 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉제의복 제조업, 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편조의복 액세서리 제조업, 기타 의복 액세서리 제조업
14	가죽, 가방 및 신발제품	모피 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발부분품 제조업	

<표 계속> 화물품목구분

코드 번호	품 목 분 류	대분류품목	세 분 류
15	목재 및 나무제품 (가구제외)	대분류 6 잡공업품	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화 목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업
16	펄프, 종이 및 종이제품		펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지 가공제품 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업
17	인쇄 및 기록매체		인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업
18	코크스, 연탄 및 석유정제품	대분류 4 화학공업품	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업
19	화합물 및 화학제품		기초 유기화학 물질 제조업, 기초 무기화학 물질 제조업, 무기안료, 염료, 유연제 및 기타 착색제 제조업, 비료 및 질소화합물 제조업, 살균·살충제 및 농약 제조업, 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업, 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업, 세제, 화장품 및 광택제 제조업, 그 외 기타 화학제품 제조업, 화학섬유 제조업, 기초 의약품 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약품관련제품 제조업
20	고무제품 및 플라스틱 제품		고무 타이어 및 튜브 생산업, 기타 고무제품 제조업, 1차플라스틱제품 제조업, 건축용 플라스틱제품 제조업, 포장용 플라스틱제품 제조업, 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 발포 성형제품 제조업, 기타 플라스틱제품 제조업
21	비금속 광물제품	대분류 3 금속기계 공업품	판유리 및 판유리 가공품 제조업, 산업용 유리 제조업, 기타 유리제품 제조업, 내화 요업제품 제조업, 비내화 일반 도자기 제조업, 건축용 비내화 요업제품 제조업, 시멘트, 석회 및 플라스터 제조업, 콘크리트, 시멘트 및 플라스터 제품 제조업, 석제품 제조업, 그 외 기타 비금속 광물제품 제조업
22	제1차 금속 제품		제철, 제강 및 합금철 제조업, 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 철강관 제조업, 기타 1차 철강 제조업, 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업, 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 기타 1차 비철금속 제조업, 철강 주조업, 비철금속 주조업
23	금속가공 제품; 기계 및 가구제외		구조용 금속제품 제조업, 산업용 난방 보일러, 금속탱크 및 유사 용기 제조업, 핵반응기 및 증기보일러 제조업, 무기 및 총포탄 제조업, 금속 단조, 압형 및 분말 야금제품 제조업, 금속열처리, 도금 및 기타 금속 가공업, 날붙이, 수공구 및 일반 철물 제조업, 금속파스너, 스프링 및 금속선 가공제품 제조업, 그 외 기타 금속가공제품 제조업

〈표 계속〉 화물품목구분

코드 번호	품 목 분 류	대분류품목	세 분 류
24	기타기계 및 장비제조품	대분류 3 금속기계 공업품	내연기관 및 터빈 제조업; 항공기용 및 차량용 제외, 유압기기 제조업, 펌프 및 압축기 제조업; 탭, 밸브 및 유사장치 제조 포함, 베어링, 기어 및 동력전달장치 제조업, 산업용 오븐, 노 및 노용 버너 제조업, 산업용트럭, 승강기 및 물품취급장비 제조업, 냉각, 공기조화, 여과, 증류 및 가스발생기 제조업, 사무용기계 및 장비 제조업, 기타 일반 목적용 기계 제조업, 농업 및 임업용 기계 제조업, 가공 공작기계 제조업, 금속주조 및 기타 야금용 기계 제조업, 건설 및 광산용 기계장비 제조업, 음식료품 및 담배 가공기계 제조업, 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업, 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업, 산업용 로봇 제조업, 기타 특수 목적용 기계 제조업
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비		전자집적회로 제조업, 다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업, 표시장치 제조업, 인쇄회로기판 및 전자부품 실장기판 제조업, 기타 전자부품 제조업, 컴퓨터 제조업, 기억장치 및 주변기기 제조업, 유선 통신장비 제조업, 방송 및 무선 통신장비 제조업, 텔레비전, 비디오 및 기타 영상기기 제조업, 오디오, 스피커 및 기타 음향기기 제조업, 마그네틱 및 광학매체 제조업
26	전기장비 제품		전동기, 발전기 및 전기 변환장치 제조업, 전기 공급 및 제어 장치 제조업, 일차전지 및 축전지 제조업, 절연선 및 케이블 제조업, 전구 및 램프 제조업, 조명장치 제조업, 가정용 전기 기기 제조업, 가정용 비전기식 조리 및 난방기구 제조업, 기타 전기장비 제조업
27	의료,정밀, 광학기기와 시계		방사선 장치 및 전기식 진단 기기 제조업, 기타 의료용 기기 제조업, 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀 기기 제조업, 사진장비 및 광학기계 제조업, 시계 및 시계부품 제조업
28	자동차 및 트레일러		자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 자동차용 부품 동력 전달장치 및 전기장치 제조업, 자동차용 기타 부품 제조업, 자동차 재제조 부품 제조업
29	기타운송 장비		선박 및 수상 부유 구조물 건조업, 오락 및 스포츠용 보트 건조업, 철도장비 제조업, 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업, 항공기용 엔진 및 부품 제조업, 전투용 차량 제조업, 모터사이클 제조업, 그 외 기타 분류 안된 운송장비 제조업
30	가구 제품		침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제조업
31	기타제품	대분류 7 기타	귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용품 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교사용 모형 제조업, 그 외 기타 분류 안된 제품 제조업
도매제품		도매업은 세분류 구분없이 단일 품목으로 처리	
컨테이너		운송용기의 개념으로 세분류 구분 없음	

라. 차종구분

- 화물 운송 시 주로 이용되는 화물자동차의 경우에는 용도, 적재능력, 차량종류 별로 세분함
- 화물자동차는 용도에 따라 크게 영업용과 비영업용으로 구분하고, 영업용은 일반화물, 개별화물, 용달화물, 택배화물로 나누어지며, 비영업용은 자가용과 관용으로 세분함
- 적재능력별로는 국가교통조사지침에 따라 2.5톤 미만, 2.5톤 이상 ~ 8.5톤 이하, 8.5톤 초과 3개 등급으로 구분함

〈표 3-4〉 화물자동차 구분

종 류	분류	세부 구분내용
용도	영 업 용 (4개)	일반화물, 개별화물, 용달화물, 택배화물
	비영업용 (2개)	자가용, 관용
적재능력	소형	2.5톤 미만
	중형	2.5톤 이상 ~ 8.5톤 이하
	대형	8.5톤 초과

2. 화물 O/D 전수화 과정

- 전국 화물 O/D는 <그림 3-2>과 같은 과정을 통하여 추정됨
 - 2022년 전국 화물통행실조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 화물의 발생량을 산정하되 조사에서 누락된 업종의 경우 관련 협회자료 및 통계자료를 이용하여 물동량을 산정함
 - 화물 도착량은 국내 산업간 연관관계를 설명한 지역간산업연관표 (Inter-Regional Input- Output, IRIO)를 이용하여 산정함

- 화물분포는 화물 발생량과 도착량을 배분하는 과정으로 중력모형이나 프라타 모형을 이용하여 적정 분포를 도출함
- 화물자동차 기종점통행량(OD)은 2022년 전국 화물통행실태조사 자료를 기반으로 가중치를 산정하여 발생량 및 도착량을 전수화하며 물동량과 유사하게 중력모형을 적용하여 통행분포를 수행함
- 화물 기종점통행량 전수화 과정
 - 전수화 방법론 수립
 - 문헌 검토
 - 전수화방안 작성
 - 농림관련자료 및 데이터 정리
 - 화물 물동량 전수화 계수 산정
 - 단순가중치 산정
 - 최종분석 가중치 산정
 - 가중치 적용결과 비교분석
 - 화물 물동량 통행 발생 및 도착
 - 원단위 분석
 - 발생량 산정 및 비교분석(지역별, 품목별 분석)
 - 도착량 산정 방법 정리
 - 도착량 산정 및 비교분석(지역별, 품목별 분석)
 - 실적자료 수집 및 분석
 - 화물 물동량 통행분포
 - 사업체 물동량 분포, 화물자동차 통행분포 분석
 - 중력모형 저항함수 추정(지역별, 품목별)
 - 분포모형 적용 및 O/D 산정
 - 결과 비교 분석
 - 화물자동차 통행 발생 및 분포

- 화물자동차 기반 통계적 가중치 추정 및 적용
(영업용/비영업용, 소형/중형/대형 차종 구분)
- 발생량 및 도착량 산정
- 화물자동차 기반 중력모형 추정 및 적용
- 화물자동차 통행배정
 - 화물차 PCE 산정 및 배정수행
 - 링크 배정량 분석 및 오류 분석
 - O/D 보정



〈그림 3-2〉 화물 물동량 및 화물자동차 O/D 구축 단계

- 화물 O/D 전수화 단계별 구축결과의 신뢰성을 확보하기 위하여 다양한 검증을 수행함
 - 가중치를 적용하여 산출된 화물 발생량은 업종별 협회자료와 이전 조사결과를 이용하여 비교함
 - IRIO를 적용하여 산출된 화물 도착량은 사업체 물류현황조사의 도착결과와 비교함
 - 화물자동차 통행량 O/D는 통행배정 후 지점별 관측교통량 비교, 코든라인 교통량 비교 등을 통하여 보정함
- 2022년 전국 화물통행실태조사에서 포함하지 않은 품목과 수단 화물은 별도로 산정하여 결합함
 - 농림수축산업 화물은 해당 통계자료를 이용하여 발생량 산정에 포함하며 도착량 산정 및 통행분포는 다른 품목과 동일한 방법론을 적용하여 산정함
 - 연안화물 중 환적화물을 제외한 내수화물은 연안항에서 내수로 들어오는 화물을 고려하여 합산함
 - 항만 및 공항으로 수입되는 화물 중 환적화물을 제외한 화물은 고려하여 합산함

〈표 3-5〉 2018년 화물O/D 전수화 방법과의 비교

단계	2018년 전수화	2023년 전수화	
물동량	발생량 산정	<ul style="list-style-type: none"> - 통계적 전수화 계수 추정 및 적용(동일) - 일부 품목은 실적치 및 빅데이터를 활용한 발생량 산출(동일) - 도매업품은 세부 품목을 구분하지 않음(동일) 	<ul style="list-style-type: none"> - 통계적 전수화 계수 추정 및 적용(동일) - 일부 품목은 실적치 및 빅데이터를 활용한 발생량 산출(동일) - 도매업품은 세부 품목을 구분하지 않음(동일)
	도착량 산정	<ul style="list-style-type: none"> - 16개 지역간 산업연관표의 중간 및 최종 수요 비율 적용(동일) 	<ul style="list-style-type: none"> - 17개 지역간 산업연관표의 중간 및 최종 수요 비율 적용
	통행 분포	<ul style="list-style-type: none"> - 화물조사자료 및 빅데이터를 활용한 품목별 중력모형 산정 및 적용 - 중력모형이 적합하지 않은 품목은 프라타모형 적용(동일) 	<ul style="list-style-type: none"> - 화물조사자료 및 빅데이터를 활용한 품목별 중력모형 산정 및 적용(동일) - 중력모형이 적합하지 않은 품목은 프라타모형 적용(동일)
	수단 선택	<ul style="list-style-type: none"> - 수단별 분담모형 없음(동일) 	<ul style="list-style-type: none"> - 수단별 분담모형 없음(동일)
화물자동차	통행 발생 및 통행 분포	<ul style="list-style-type: none"> - 화물자동차 통행량 및 도착량 추정: 화물자동차 통행기반으로 통계적 전수화 계수 추정 및 적용, 등록지 활동지 고려 모집단 재조정 - 화물자동차 통행분포: 화물자동차 조사자료 및 빅데이터를 이용한 중력모형 적용 	<ul style="list-style-type: none"> - 화물자동차 발생량 및 도착량 추정 : 기준년도(2022년) 실태조사 대상을 고려한 모집단 재조정, 통행기반 통계적 전수화 계수 추정 및 적용 - 화물자동차 통행분포 : 중력모형 사용외 조사자료 및 DTG·T-Map 등 빅데이터를 이용한 통행분포 및 비율 추정
	통행 배정	<ul style="list-style-type: none"> - 여객통행과 함께 다수단 통행배정(동일) 	<ul style="list-style-type: none"> - 여객통행과 함께 다수단 통행배정(동일)

제2절 물동량 O/D 구축방법

1. 화물 발생량 산정

가. 농·임·수·축산물 발생량

1) 농업발생량 추정

- 통계청의 농작물생산조사 생산량을 이용하여 통계청의 농림어업총조사 250개 시군구별, 작물별 면적 자료 비율로 추정

2) 임업발생량 추정

- 통계청 임산물생산조사 생산량을 이용하여 통계청 농림어업총조사 및 각 지역 산림청 임업자료(임산물 생산조사)를 이용하여 각 시군구 생산량 산출

3) 수산업발생량 추정

- 통계청 어업생산동향조사의 시도별 어업 생산량과 통계청에서 제공하는 농림어업총조사 자료의 어업종사자가구원 자료를 이용하여 수산업 발생량 산출

4) 축산업발생량 추정

- 축산물품질평가원의 축산물(소, 돼지) 유통경로자료, 한국육류유통수출협회의 소비현황통계, 통계청의 농림어업총조사(사육두수 및 판매두수)자료, 농업법인조사(가축사육 농가 및 마리수)자료, 농림수산물통계연보에서의 우유 생산량, 한국육류유통수출입협회의 육류소비량 자료 등을 활용하여 발생량 산출

나. 광업, 제조업, 도매업의 발생량

- 광업, 제조업 및 도매업 화물의 발생량은 2022년 전국화물통행실태조사 중 사업체물류현황조사 결과에 통계적 가중치를 적용하여 연간출하량을 추정하였음

- 2019년 기준 전국사업체조사를 조사모집단으로 하여 표본설계를 수행하였으나, 가중치 적용을 위한 조사모집단은 가장 최신자료 2020년 기준 경제총조사 자료를 이용함
- 원유 및 천연가스 채취물은 파이프라인을 통하여 운송이 이루어지므로 품목에서 제외함
- 금속광물에 해당하는 철광은 주요 항에서 가공되어 수출되기 때문에 내수 화물 물동량 산정에 반영하지 않음
- 석탄 및 석회석광물의 경우 광업·광산물 통계연보 실적과 철도수송실적, 전국사업체조사 자료를 활용
- 비금속광물의 경우 국토교통부의 골재채취실적 및 업체현황, 통계청의 주택총조사 자료, 철도수송실적 등을 통하여 발생량을 산정
- 2022년 전국 화물통행실태조사 중 사업체 물류현황조사 결과, 물류활동이 없는 사업체는 모집단에서 추정하는 과정을 제외함
- 사업체 물류현황조사의 월출하량은 추정 목표변수로 지정하여 2022년 연간출하량을 추정함
- 17개 시도, 종사자 규모는 5-9명, 10-19명, 20-49명, 50-99명, 100-500명, 501명 이상 6개 종사자 규모로 분류하였으며, 업종은 26개 산업분류(광업, 제조업 중분류(24개), 도매업)로 분류함
- 연간물동량 추정 전 극단값 및 이상치 보정 등 자료처리 작업이 선행되었음

2. 화물 도착량 산정

가. 개요

- 2022년 전국 화물통행실태조사는 화물발생을 기준으로 표본설계가 이루어져 화물 도착량을 산정하는데 통계적으로 한계가 있음

- 이에 따라 산업간 및 지역간 재화와 서비스의 흐름을 나타내고 지역별 경제구조, 산업 및 지역간 상호연관관계를 파악할 수 있는 지역간 산업연관표(IRIO)를 활용하여 도착량을 산정함
- 전국 지역간 화물물동량 추정은 2015년 기준 한국은행에서 배포한 지역간 산업연관표를 활용함
 - 우리나라의 지역간 산업연관표는 17개 시도별(서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전, 울산, 세종, 경기, 강원, 충북, 충남, 전북, 전남, 경북, 경남, 제주)로 구축됨

나. 지역간 산업연관표(Inter Regional Input/ Output: IRIO)

- 산업연관표는 일정기간(보통 1년) 동안 국민경제 내에서 재화와 서비스의 생산 및 처분과 관련된 모든 거래를 일정한 원칙과 형식에 따라 기록한 행렬(matrix) 형식의 종합적인 통계표임
 - 산업연관표는 각 지역의 경제구조뿐만 아니라 산업간 상호연관관계를 일정한 기준에 따라 수량적으로 나타냄으로써 지역의 경제 및 산업구조 분석과 지역 경제정책 수립 및 정책효과 측정 등에 유용한 분석도구로 널리 활용됨
 - 산업연관표는 지역내 산업연관표와 지역간 산업연관표로 구분되는데 지역내 산업연관표는 단일 지역 내의 산업간 연관관계만 보여주는 반면 지역간 산업연관표는 지역간 산업연관관계를 보여줄 수 있어 화물 도착량 산정에 적용할 수 있음
 - 산업연관표는 재화와 서비스의 거래형태에 따라 산업부문 상호간의 중간재 거래를 나타내는 중간수요와 각 산업부문에서 노동, 자본 등 본원적 생산요소의 투입을 나타내는 부가가치, 그리고 각 산업부문 생산물이 최종소비자에게 판매되는 내역을 나타내는 최종수요로 구분됨
- 도착량은 품목별 발생량과 지역간 산업연관표를 활용하여 중간수요 및 최종수요를 각각 산출하여 합하여 구축함
 - 중간수요는 각 산업부문에서 발생한 품목이 다른 산업의 중간재로 활용되는 중간도착량을 의미함

- 최종수요는 최종소비지로 투입되어 소비되거나 재탄생되는 최종도착량을 의미함

〈표 3-6〉 지역간산업연관표(IRIO) 구조(2개 지역, 3개 산업 예시)

투입 \ 산출		중간수요						최종수요		총 수요	수입	순 이익	총 산출	
		지역L			지역M			소비 등	수출					
		산업 1	산업 2	산업 3	산업 1	산업 2	산업 3							
중 간 투 입	지 역 L	산업1	10	15	20	5	10	15	40	15	130	5	-25	150
		산업2	20	10	40	15	25	20	50	35	215	10	5	200
		산업3	20	25	10	10	35	15	85	45	245	5	-10	250
	지 역 M	산업1	5	20	10	40	50	30	80	95	330	5	25	300
		산업2	25	10	30	70	30	90	70	30	355	10	-5	350
		산업3	10	35	30	60	80	80	100	25	420	10	10	400
부가 가치		60	85	110	100	120	150							
총 투입		150	200	250	300	350	400							

다. 품목매칭

- 도착량을 산정하기 전에 한국표준산업분류상의 품목(KTDB 품목)과 지역간 산업연관표상의 품목을 서로 매칭시키고, 각 품목에 대해 지역간 산업연관표를 재구성하여 투입계수를 산출한 후 도착량을 구축함

〈표 3-7〉 산업연관표와 KTDB 품목 분류

KTDB 분류			산업연관표 분류			
중분류	소분류		중분류	소분류		
1	농산물	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업생산물, 채소, 화훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물	001	작물	001	벼
					002	맥류및잡곡
					003	채소및과실
					004	기타식용작물
					005	비식용작물
2	임산물	임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스물	003	임산물	007	육림
					008	원목
					009	기타임산물
3	수산물	일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스물	004	수산물	010	수산어획
					011	수산양식
4	축산물	소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물	002	축산	006	축산
10	음식료품 제조업	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장 처리업, 수산식품 가공 및 저장 처리업, 과일, 채소 가공 및 저장 처리업, 동물성 및 식물성 유지 제조업, 낙농제품 및 식용빙과류 제조업, 곡물가공품 제조업, 전분제품 및 당류 제조업, 떡, 빵 및 과자류 제조업, 설탕 제조업, 면류, 마카로니 및 유사식품 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 기타 식료품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 발효주 제조업, 증류주 및 합성주 제조업, 비알콜음료 및 얼음 제조업	009	육류 및 낙농품	019	육류및육가공품
					020	낙농품
			010	수산가공품	021	수산가공품
					011	정곡 및 제분
			023	제분		
			012	제당 및 전분	024	제당
					025	전분및당류
			013	빵,과자 및 국수류	026	빵,과자및 국수류
					014	조미료 및 유지
			028	유지및식용유		
			015	과채가공품 및 기타식료품	029	과실및채소 가공품
					030	기타식료품
					016	음료품
032	음료수및얼음					
017	배합사료	033	배합사료			
11	담배제조업	담배 제조업	018	담배	034	담배
					12	섬유제품 제조업; 의복제외
036	화학섬유사					
037	재봉사 및 기타섬유사					
020	섬유직물	038	천연섬유직물			
		039	화학섬유직물			
		040	기타섬유직물			
		041	편조원단			
042	섬유표백및염색					
022	기타섬유제품	046	기타섬유제품			

<표 계속> 산업연관표와 KTDB 품목 분류

KTDB 분류			산업연관표 분류			
중분류	소분류		중분류	소분류		
13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	정장 제조업, 내의 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉제의복 제조업, 모피가공 및 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편제의복 액세서리 제조업, 기타 의복액세서리 제조업	021	의복및장신품	043	편직제의복및 장신품
					044	직물제의복및 장신품
					045	가죽및모피의류
14	가죽, 가방 및 신발제품 제조업	원피가공 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발부분품 제조업	023	가죽제품및 모피	047	가죽및모피
					048	가방및핸드백
					049	신발
					050	기타가죽제품
15	목재 및 나무제품 제조업 (가구제외)	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업	024	목재및 나무제품	051	목재
					052	나무제품
16	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지상자 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업	025	펄프 및 종이	053	펄프
					054	종이류
					055	종이제품
17	인쇄 및 기록매체 복제업	인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업	026	인쇄,출판및 복제	056	인쇄,출판및복제
18	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업	028	석유제품	058	나프타
					059	연료유
					060	기타석유제품
19	화합물 및 화학제품 제조업	기초유기화학물질 제조업, 기초무기화학물질 제조업, 무기안료, 염료, 유연제 및 기타착색제 제조업, 비료 및 질소화합물 제조업, 합성고무 및 플라스틱 물질 제조업, 살충제 및 기타 농약 제조업, 잉크, 페인트, 코팅제 및 유사제품 제조업, 세제, 화장품 및 광택제 제조업, 그 외 기타 화학제품 제조업, 화학섬유 제조업, 기초 의약품 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약품관련제품 제조업	029	유기화학기초 제품	061	석유화학 기초제품
					062	기타유기화학 기초제품
			030	무기화학기초 제품	063	무기화학 기초제품
			031	합성수지및 합성고무	064	합성수지
					065	합성고무
			032	화학섬유	066	화학섬유
			033	비료및농약	067	비료
					068	농약
			034	의약품및 화장품	069	의약품
					070	화장품및비누
			035	기타화학제품	071	염료, 안료 및 도료
072	기타화학제품					

〈표 계속〉 산업연관표와 KTDB 품목 분류

KTDB 분류		산업연관표분류				
중분류	소분류	중분류	소분류			
20	고무제품 및 플라스틱 제품제조업	고무타이어 및 튜브 생산업, 기타 고무제품 제조업, 1차 플라스틱제품 제조업, 건축용 플라스틱제품 제조업, 포장용 플라스틱제품 제조업, 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 발포 성형제품 제조업, 기타 플라스틱제품 제조업	036	플라스틱제품	073	플라스틱제품
			037	고무제품	074	타이어및튜브
		075			기타고무제품	
21	비금속 광물제품 제조업	관유리제조업, 산업용유리 및 관유리 가공품 제조업, 기타 유리제품 제조업, 일반도자기 제조업, 내화요업제품 제조업, 구조용 비내화 요업제품 제조업, 시멘트, 석화 및 플라스터 제조업, 콘크리트, 시멘트 및 플라스터 제품 제조업, 석제품 제조업, 그 외 기타 비금속 광물제품 제조업	038	유리제품	076	유리제품
			039	도자기및 점토제품	077	도자기
					078	점토제품
			040	시멘트및 콘크리트	079	시멘트
080	콘크리트제품					
041	기타 비금속광물	081	기타비금속 광물제품			
22	제1차 금속 제조업	제철,제강 및 합금철 제조업, 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 철강관 제조업, 기타 1차 철강 제조업, 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업, 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 기타 1차 비철금속 제조업, 철강 주조업, 비철금속 주조업	042	선철 및 조강	082	선철및합금철
					083	강반성품
			043	철강1차 제품	084	열간압연강재
					085	냉간압연강재
					086	주단강품
					087	기타철강1차제품
			044	비철금속괴 및 1차제품	088	비철금속괴
					089	비철금속1차제품
23	금속가공 제품제조업: 기계 및 가구의외	구조용 금속제품 제조업, 금속탱크, 저장조 및 유사용기 제조업, 핵반응기 및 증기발생기 제조업, 무기 및 총포탄 제조업, 금속 단조, 압형 및 분말야금 제품 제조업, 금속열처리, 도금 및 기타 금속가공업, 날붙이, 수공구 및 일반철물 제조업, 금속파스너, 스프링 및 금속선 가공제품 제조업, 그 외 기타 금속 가공제품 제조업	045	금속제품	090	건설용금속 제품
					091	금속제용기
					092	공구및철선 제품
					093	기타금속제품
24	기타기계 및 장비제조업	내연기관 및 터빈 제조업 ; 항공기용 및 차량용 제외, 유압기기 제조업, 펌프 및 압축기 제조업; 탭,밸브 및 유사장치 제조 포함, 베어링, 기어 및 동력전달장치 제조업, 산업용 오븐, 노 및 노용 버너제조업, 산업용트럭, 승강기 및 물품취급장비 제조업, 냉각, 공기조화, 여과,증류 및 가스발생기 제조업, 사무용기계 및 장비 제조업, 기타 일반 목적용 기계 제조업, 농업 및 임업용 기계 제조업, 가공공작기계 제조업, 금속주조 및 기타 야금용 기계 제조업, 건설 및 광산용 기계장비 제조업, 음식료품 및 담배가공기계 제조업, 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업, 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업, 산업용 로봇 제조업, 기타 특수 목적용 기계 제조업	046	일반목적용 기계및장비	094	내연기관및터빈
					095	일반목적용 기계부품
					096	산업용운반기계
					097	공조및냉온장비
			047	특수목적용 기계및장비	098	기타일반목적용기계
					099	금속가공용기계
					100	농업및건설기계
					101	기타특수목적용기계

<표 계속> 산업연관표와 KTDB 품목 분류

KTDB 분류		산업연관표분류							
중분류	소분류	중분류	소분류	중분류	소분류				
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	전자집적회로 제조업, 다이오드, 트랜지스터 및 유사 반도체소자 제조업, 평판 디스플레이 제조업, 인쇄회로기판 및 전자부품 실장기판 제조업, 기타 전자부품 제조업, 컴퓨터 제조업, 기억장치 및 주변기기 제조업, 유선 통신장비 제조업, 방송 및 무선 통신장비 제조업, 텔레비전, 비디오 및 기타 영상기기 제조업, 오디오, 스피커 및 기타 음향기기 제조업, 마그네틱 및 광학매체 제조업	049	전자기기부품	104	전자표시장치			
					105	반도체			
					106	기타전자부분품			
			050	영상,음향및 통신기기	107	영상및음향기기			
					108	통신및방송기기			
			051	컴퓨터및 사무기기	109	컴퓨터및 주변기기			
					110	사무용기기			
			26	전기장비 제조업	전동기, 발전기 및 전기변환장치 제조업, 전기공급 및 전기제어 장치 제조업, 일차전지 및 축전지 제조업, 절연선 및 케이블 제조업, 전구 및 램프 제조업, 조명장치 제조업, 가정용 전기기기 제조업, 가정용 비전기식 조리 및 난방기구 제조업, 기타 전기장비 제조업	048	전기기계및 장치	102	발전기,전동기 및 전기변환장치
								103	기타전기장치
						052	가정용 전기기기	111	가정용 전기기기
27	의료,정밀, 광학기기및 시계제조업	방사선장치 및 전기식 진단기기 제조업, 기타 의료용 기기 제조업, 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업, 안경 제조업, 광학기기 및 사진장비 제조업, 시계 및 시계부품 제조업						053	정밀기기
			113	광학기기					
			114	시계					
28	자동차 및 트레일러 제조업	자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 기타 자동차 부품 제조업	054	자동차	115	자동차			
					116	자동차엔진 및 부품			
					117	트레일러 및 컨테이너			
29	기타운송 장비제조업	선박 건조업, 오락 및 스포츠용 보트 건조업, 철도 장비 제조업, 항공기, 우주선 및 보조장치 제조업, 항공기용 엔진 및 부품 제조업, 전투용 차량 제조업, 모터사이클 제조업, 그 외 기타 분류안된 운송 장비 제조업	055	선박	118	선박			
					056	기타수송장비	119	철도차량	
			120	항공기					
			121	기타수송장비					
30	가구 제조업	침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제조업	057	가구	122	가구			
31	기타제품 제조업	귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용품 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교사용 모형 제조업, 그 외 기타 분류안된 제품 제조업	058	기타 제조업제품	123	장난감 및 운동용품			
					124	기타제조업 제품			

라. 화물 도착량 산출과정

1) 화물 발생량 배분

- 화물 발생량과 도착량의 총합은 서로 동일하다는 가정 하에 화물발생단계에서 추정된 품목별 발생량을 지역간 산업연관표의 지역별 투입계수로 배분하여 화물도착량을 산정함
 - 투입계수는 총투입액에 대한 권역별·품목별 투입액 비율로 산출함
 - 산업연관표는 중간재와 최종재를 구분하여 제시하고 있기 때문에 투입계수를 적용하기 전에 품목별 화물 발생량을 중간수요와 최종수요로 배분함
 - 발생량을 중간수요와 최종수요로 배분하기 위하여 산업연관표 상에 제시되어 있는 품목별·권역별 중간수요합계와 최종수요합계에 대한 비율을 산출하고, 그 비율에 따라 발생량을 배분함

〈표 3-8〉 지역간 산업연관표(IRIO) 구조

구분		중간수요			최종수요			지역내 산출액
		지역1	지역2	합계	지역1	지역2	합계	
국산투입	지역1	Z_{11}	Z_{12}	Z_1	Y_{11}	Y_{12}	Y_1	X_1
	지역2	Z_{21}	Z_{22}	Z_2	Y_{21}	Y_{22}	Y_2	X_2
수입투입		M_1	M_2		Y_1	Y_2		
부가가치		V_1	V_2					
지역내 산출액		X_1	X_2					

- 여기서, 지역1의 중간수요비율 = $\frac{Z_1}{X_1}$, 지역1의 최종수요비율 = $\frac{Y_1}{X_1}$

지역2의 중간수요비율 = $\frac{Z_2}{X_2}$, 지역2의 최종수요비율 = $\frac{Y_2}{X_2}$

2) 중간수요 도착량 산출

- 중간수요 산출액 총량은 각 지역에 대한 국산투입, 수입투입, 부가가치로 구성되어 있으나 국내 물동량 산정에 적용하기 위하여 지역별 국산투입의 합계를 중간수요의 합계로 사용함
 - 본 연구에서는 수입투입 및 부가가치에 대한 산출액을 중간수요 합계에서 제외함
- 중간수요 투입계수는 중간수요의 산출액 총량에 대한 i 지역에서 j 지역으로 도착하는 k 품목의 산출액이 차지하는 비율이고, 각 품목별로 구분하여 산정함

〈표 3-9〉 중간수요 구조

구분			중간수요		중간수요 총산출액	전체합계
			지역1	지역2		
국산투입	지역1	품목A	A_{11}^Z	A_{12}^Z	A_1^Z	A^Z
	지역2		A_{21}^Z	A_{22}^Z	A_2^Z	
	지역1	품목B	B_{11}^Z	B_{12}^Z	B_1^Z	B^Z
	지역2		B_{21}^Z	B_{22}^Z	B_2^Z	

- 여기서, $f_{11}^A = \frac{A_{11}^Z}{A_1^Z}$, $f_{12}^A = \frac{A_{12}^Z}{A_1^Z}$, $f_{21}^A = \frac{A_{21}^Z}{A_2^Z}$, $f_{22}^A = \frac{A_{22}^Z}{A_2^Z}$

$f_{11}^B = \frac{B_{11}^Z}{B_1^Z}$, $f_{12}^B = \frac{B_{12}^Z}{B_1^Z}$, $f_{21}^B = \frac{B_{21}^Z}{B_2^Z}$, $f_{22}^B = \frac{B_{22}^Z}{B_2^Z}$

f_{ij}^k : i 권역에서 j 권역에 도착하는 k 품목의 중간수요 투입계수

- 산출된 투입계수와 화물 발생량 추정결과를 이용하여 17개 시·도별, 31개 품목과 도매업의 도착량을 산출함
 - j 권역의 k 품목의 물동량은 다음과 같이 산정함

$$D_j^k = \sum_i \sum_k O_i^k \times f_{ij}^k$$

- 여기서, i, j : 17개 시·도를 나타내는 첨자($i, j = 1, \dots, 17$)

D_j^k : j 시·도에 도착하는 k 품목의 중간수요 도착량

O_i^k : i 시·도에서 발생하는 k 품목의 발생량

f_{ij}^k : i 시·도에서 j 시·도에 도착하는 k 품목의 중간수요 투입계수

3) 최종수요 도착량 산출

- 최종수요도 중간수요에 적용한 방법과 동일하게 품목별·지역별 각 최종수요 산출액 합을 산출하고 그 합에 대한 비율을 이용하여 투입계수를 산정함
 - 최종수요 산출액 총액은 민간소비지출, 정부소비지출, 민간 및 정부고정자본 형성, 재고증감, 귀중품순취득, 수출 등으로 구성되어 있으며, 민간소비지출, 정부소비지출, 수출을 활용하여 지역별·품목별 합계를 최종수요의 총산출액으로 사용함
- 최종수요의 투입계수 산출 및 최종수요 도착량 산정은 중간수요와 동일하게 이루어짐

〈표 3-10〉 최종수요 구조

구분			최종수요		최종수요 총산출액	전체합계
			지역1	지역2		
국산투입	지역1	품목A	A_{11}^Y	A_{12}^Y	A_1^Y	A^Y
	지역2		A_{21}^Y	A_{22}^Y	A_2^Y	
	지역1	품목B	B_{11}^Y	B_{12}^Y	B_1^Y	B^Y
	지역2		B_{21}^Y	B_{22}^Y	B_2^Y	

4) 화물 도착량 산출

- 위의 과정에서 산출된 중간수요에 의한 도착량과 최종수요에 의한 도착량을 합산하여 국내 시도별 화물 도착량을 산출함

5) 권역별 도착량 시군구별 세분화

- 17개 시도별로 산출된 화물 도착량을 250개 시군구 단위로 세분화하기 위하여 시군구별 종사자수 통계자료를 이용함

- 통계청에서 배포하는 전국 사업체조사 자료(2021년 기준)를 활용하여 전체 종사자수로 각 시도별 비율을 산출함

$$D_{jz}^k = D_j^k \times \left(\frac{E_{jz}}{\sum_z E_{jz}} \right)$$

- 여기서, D_{jz}^k : j 권역내 z 존에 도착하는 k 품목의 도착량

E_{jz} : j 권역내 z 존의 종사자수

3. 화물통행분포 산정

가. 개요

- 통행발생 단계에서 추정된 존별, 품목별 발생량과 도착량을 존 간의 교차물동량으로 배분하기 위하여 조사 표본을 기반으로 상세업종별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, KTDB 30개 품목(원유 및 천연가스, 금속광물 제외) 별로 통행분포모형을 추정함
- 통행분포 모형을 추정하기 위하여 2022년 전국화물통행실태조사 중 사업체물류현황조사의 3일간 수송현황 자료를 이용함

나. 통행분포모형 정립

1) 모형 검토

- 통행분포 모형의 정립을 위해서 성장인자모형, 중력모형 등이 고려될 수 있으며, 이 중에서 중력모형(Gravity Model)의 기본개념은 존 i 와 존 j 사이의 통행량은 두 존의 발생량 및 도착량에 비례하고 두 존간의 통행저항에 반비례
- 균형인자는 각 존쌍(zone pair)별로 각기 다른 값을 가지며, 이를 K_{ij} 로 표현함
- 그러나 제약조건식을 모두 만족하는 균형인자 K_{ij} 를 도출하기가 어려우므로 유출존 관련인자 A_i 와 유입존 관련인자 B_j 로 분리하면 아래와 같은 중력모형

이 구축됨

$$T_{ij} = A_i O_i B_j D_j f(C_{ij}) \text{ <식 2>}$$

- 여기서, A_i : 유출존 균형인자

B_j : 유입존 균형인자

- 통행저항 함수의 형태는 통행목적별 분포특성을 감안하여 선정하기로 하며, 본 과업에서는 역지수함수, 역멱함수, 수정혼합형 함수 등의 통행저항 함수형태를 검토하여 최적함수를 선택함

2) 모형 정립방향

- 선행연구에서 지역간 화물수요추정을 위한 통행분포모형으로 중력모형이 적합한 것으로 검토되었으며, 본 연구에서도 지역간 화물의 통행분포모형으로 중력모형을 사용함
 - 중력모형의 구조를 결정하기 위해서는 우선 중간 통행저항함수의 형태를 추정해야하는데, 본 연구에서는 사업체물류현황조사의 3일간 수송현황에서 조사된 중간 통행거리와 통행빈도를 기반으로 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 통행저항함수의 형태를 결정함
 - 사업체물류현황조사의 표본추출은 통계청에서 제시한 한국표준산업분류를 근거로 사업체의 상세업종을 반영하였기 때문에, 본 절에서는 상세업종별 통행저항함수를 추정하여 KTDB 품목과 매칭함
 - 사업체물류현황조사에서 고려한 사업체의 상세업종과 KTDB 품목체계를 매칭한 결과는 다음과 같음
- 품목별 통행분포모형을 정립하는데 표본이 작은 경우에는 화물자동차통행실태 조사에서 조사된 품목별 통행거리 자료를 추가적으로 포함하여 분석하였음

〈표 3-11〉 상세 업종별 KTDB 품목체계

상세업종		품목(품목코드)	
-		1	농산물
		2	임산물
		3	수산물
		4	축산물
5	석탄, 원유 및 천연가스	5	석탄광물
7	비금속광물 (연료용 제외)	6	석회석광물
5	석탄, 원유 및 천연가스	7	원유 및 천연가스
6	금속 광업	8	금속광물
7	비금속광물(연료용 제외)	9	비금속광물
10	식료품 제조업	10	음식료품
11	음료 제조업		
12	담배 제조업		
13	섬유제품 제조업(의복제외)	12	섬유제품
14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	13	의복
15	가죽, 가방 및 신발 제조업	14	가죽, 가방, 신발제품 및 모피제품
16	목재 및 나무제품 제조업	15	목재 및 나무제품(가구제외)
17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	16	펄프, 종이 및 종이제품
18	인쇄 및 기록매체 복제업	17	인쇄 및 기록매체
19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	18	코크스, 석유정제품(아스팔트) 및 핵연료제품
20	화학물질 및 화학제품	19	화합물 및 화학제품
21	의료용 물질 및 의약품 제조업		
22	고무 및 플라스틱제품 제조업	20	고무 및 플라스틱제품
23	비금속 광물제품 제조업	21	비금속 광물제품
24	1차 금속 제조업	22	제1차 금속제품
25	금속가공제품 제조업	23	금속 가공제품(기계, 장비제외)
29	기타 기계 및 장비 제조업	24	기타기계 및 장비 제조품
26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제품
28	전기장비 제조업	26	전기장비제품
27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계
30	자동차 트레일러 제조업	28	자동차, 트레일러 및 관련 부품
31	기타 운송장비 제조업	29	기타 운송장비 및 관련 부품
32	가구 제조업	30	가구제품
33	기타 제품 제조업	31	기타제품
45	도매업	32	자동차 및 부품 판매업
			도매 및 상품중개업

주 : 사업체물류현황조사에서 고려한 사업체 업종은 광업, 제조업, 도매업이기 때문에 품목 1, 2, 3, 4에 대한 상세업종은 없음

3) 조사표본 검토

- 사업체물류현황조사 중 3일간 수송현황에서 활용가능한 조사 표본수는 총 82,158개임
- 전술한 바와 같이 사업체물류현황조사는 광업, 제조업, 도매업에 한하여 표본추출을 수행하였기 때문에, KTDB 품목체계 중 농산물, 임산물, 수산물, 축산물은 매칭 가능한 업종이 없음
- 따라서 해당 품목들은 제조업 조사 표본 중에서 품목을 기준으로 추출한 표본을 사용하여 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토함 (농산물 1,661개, 임산물 549개, 수산물 4,276개, 축산물 4,010개)

〈표 3-12〉 2022 사업체물류현황조사의 상세 업종별 표본수

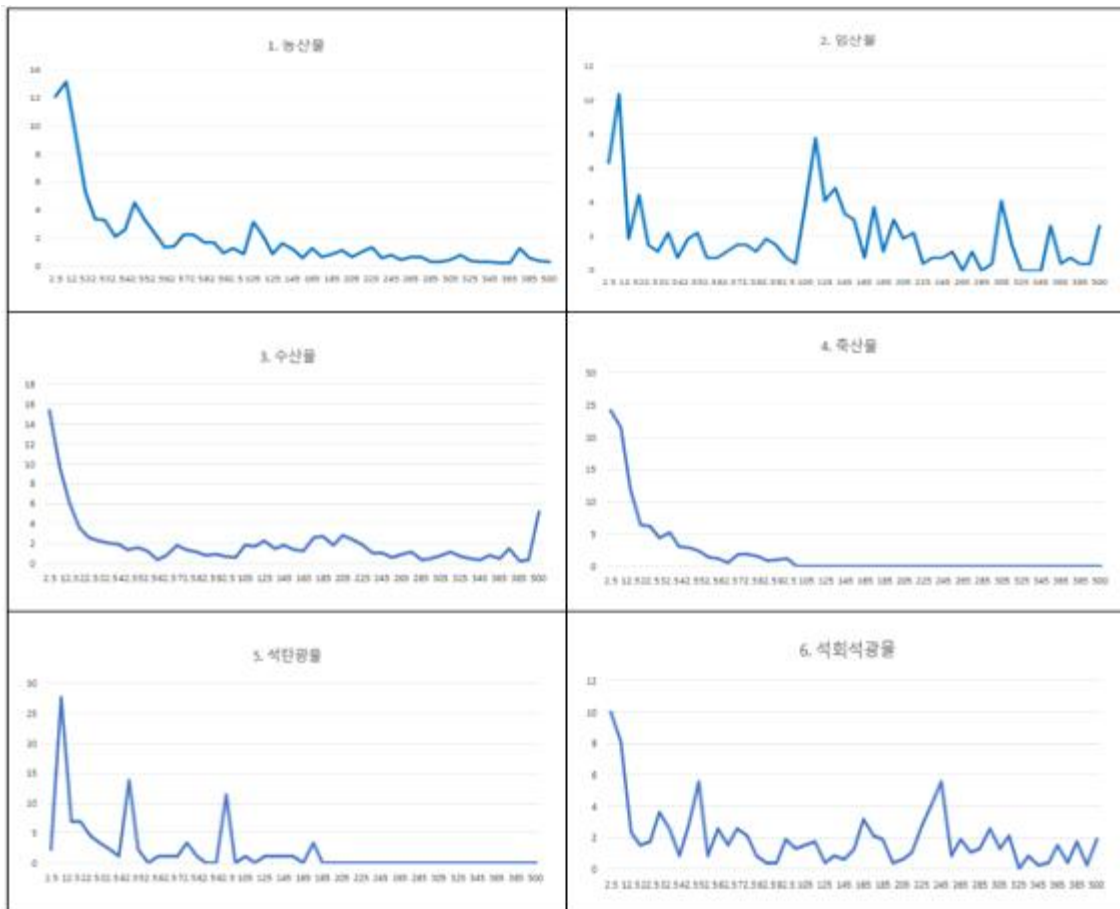
(단위: 개)

업종	상세업종(업종코드)		조사 표본수
광업	5	석탄, 원유 및 천연가스 광업	6
	6	금속 광업	21
	7	비금속광물 광업; 연료용 제외	2,037
	8	광업 지원 서비스업	3
제조업	10	식료품 제조업	5,922
	11	음료 제조업	1,392
	12	담배 제조업	6
	13	섬유제품 제조업; 의복제외	1,314
	14	의복, 의복액세서리 및 모피제품 제조업	694
	15	가죽, 가방 및 신발 제조업	513
	16	목재 및 나무제품 제조업; 가구제외	891
	17	펄프, 종이 및 종이제품 제조업	2,503
	18	인쇄 및 기록매체 복제업	894
	19	코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	551
	20	화학물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	3,447
	21	의료용 물질 및 의약품 제조업	1,188
	22	고무제품 및 플라스틱제품 제조업	3,297
	23	비금속 광물제품 제조업	3,722
	24	1차 금속 제조업	2,696
	25	금속가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	4,231
	26	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	2,287
	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 제조업	1,482
	28	전기장비 제조업	2,866
	29	기타 기계 및 장비 제조업	2,764
30	자동차 및 트레일러 제조업	2,581	
31	기타 운송장비 제조업	668	
32	가구 제조업	935	
33	기타 제품 제조업	754	
도매업	40-42	자동차 및 부품 판매업	3,888
	43-50	도매 및 상품중개업	28,605
합계			82,158

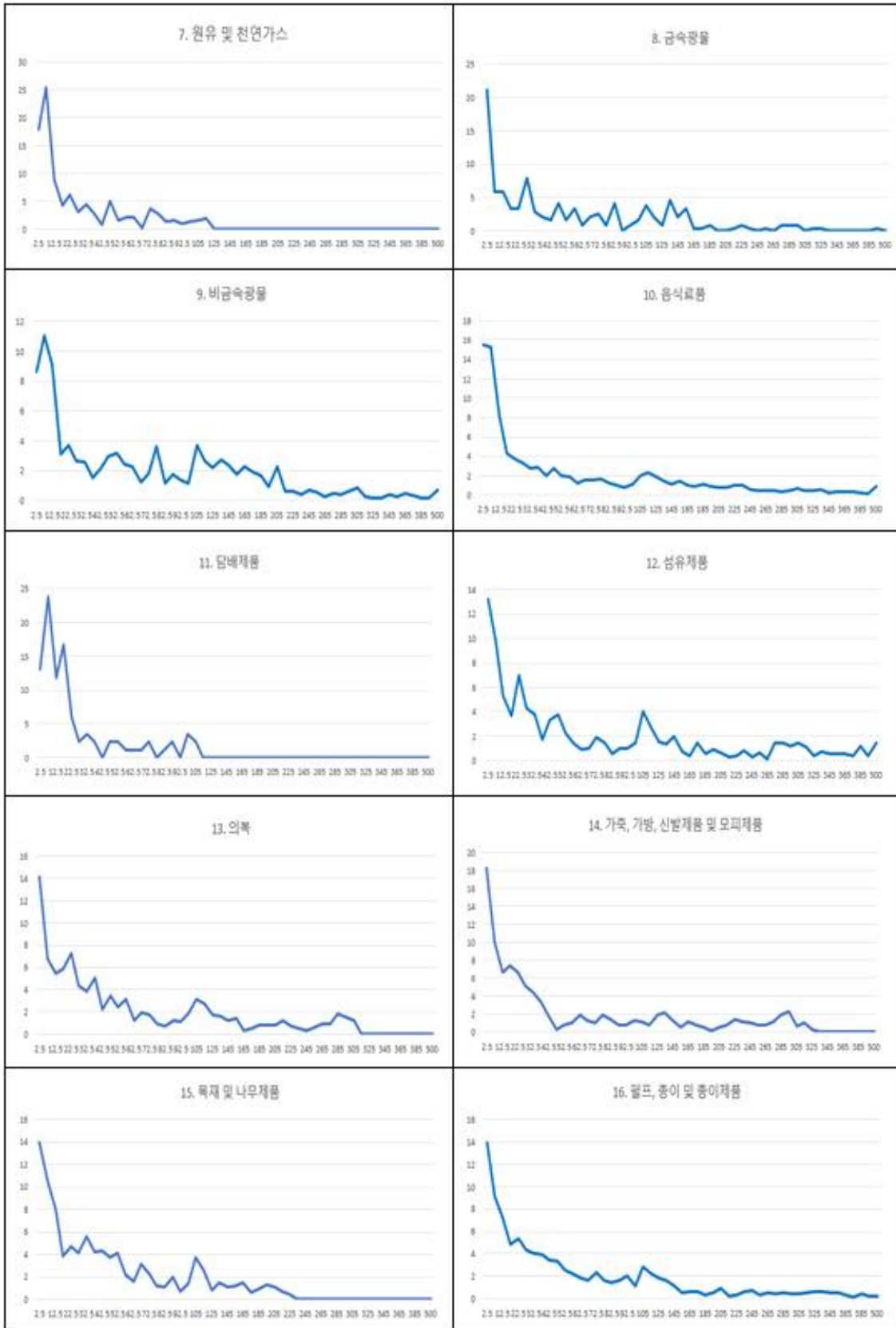
다. 통행저항함수 추정

1) 통행거리에 따른 통행빈도 분포

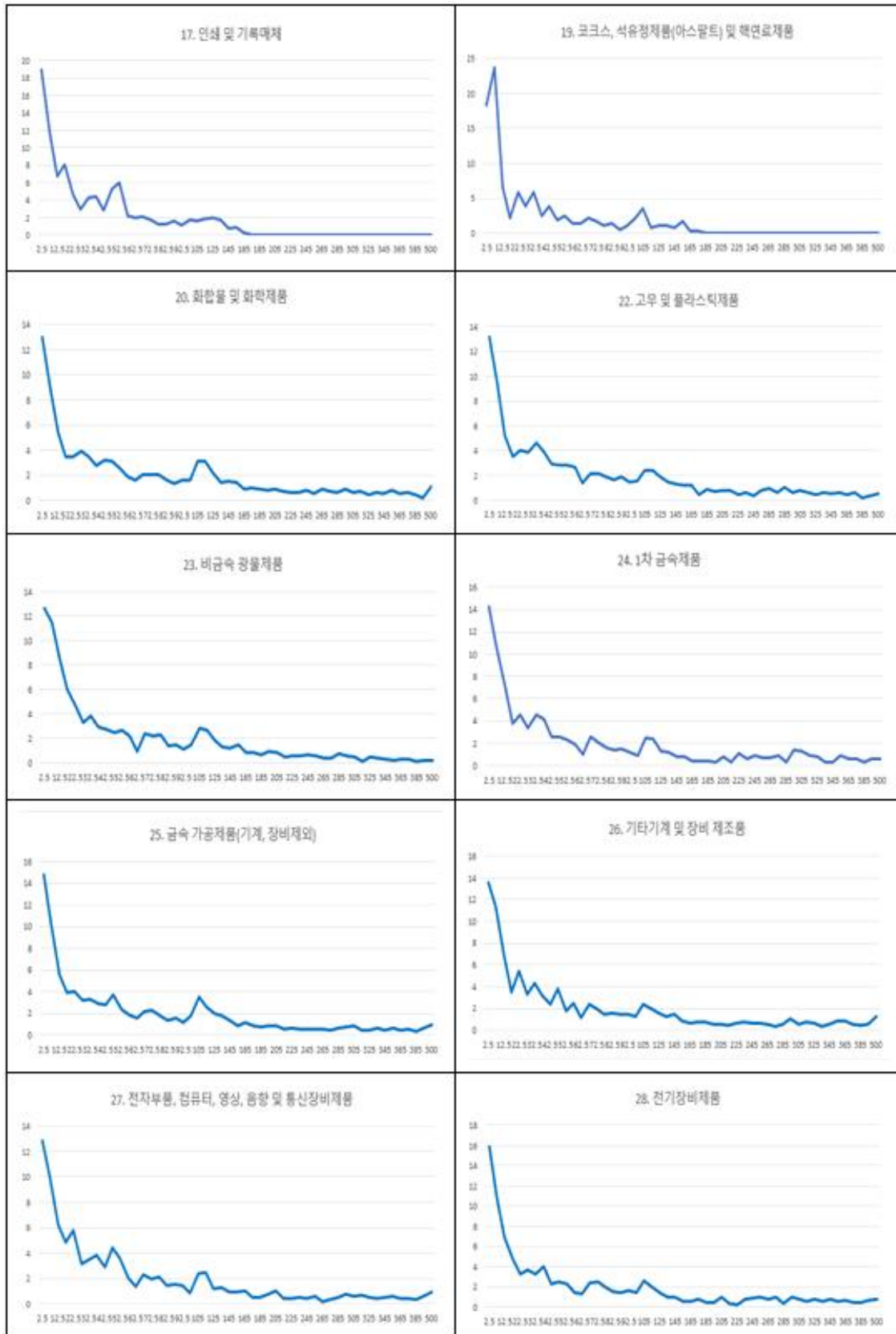
- 품목별 통행거리에 대한 통행빈도 분포를 검토한 결과는 <그림 3-3>와 같음
 - 석탄광물(품목5), 석회석광물(품목6), 원유 및 천연가스(품목7), 금속광물(품목 8), 담배제품(품목11), 가죽, 가방 및 신발제품(품목14), 코크스, 석유정제품(아스팔트) 및 핵연료제품(품목19), 기타 운송장비(품목31), 가구제품(품목 32)의 경우 타 품목에 비하여 통행빈도 분포를 검토하기 위한 조사 표본수가 상대적으로 적음
 - 본 절에서는 상세업종별 통행빈도 분포 결과를 기반으로 KTDB 품목별 통행 저항함수 형태를 추정한 후, 통행저항함수의 형태가 통계적 유의성을 확보하는 품목은 중력모형을, 통계적 유의성을 확보하지 못하는 품목은 별도의 모형을 통행분포모형으로 검토함



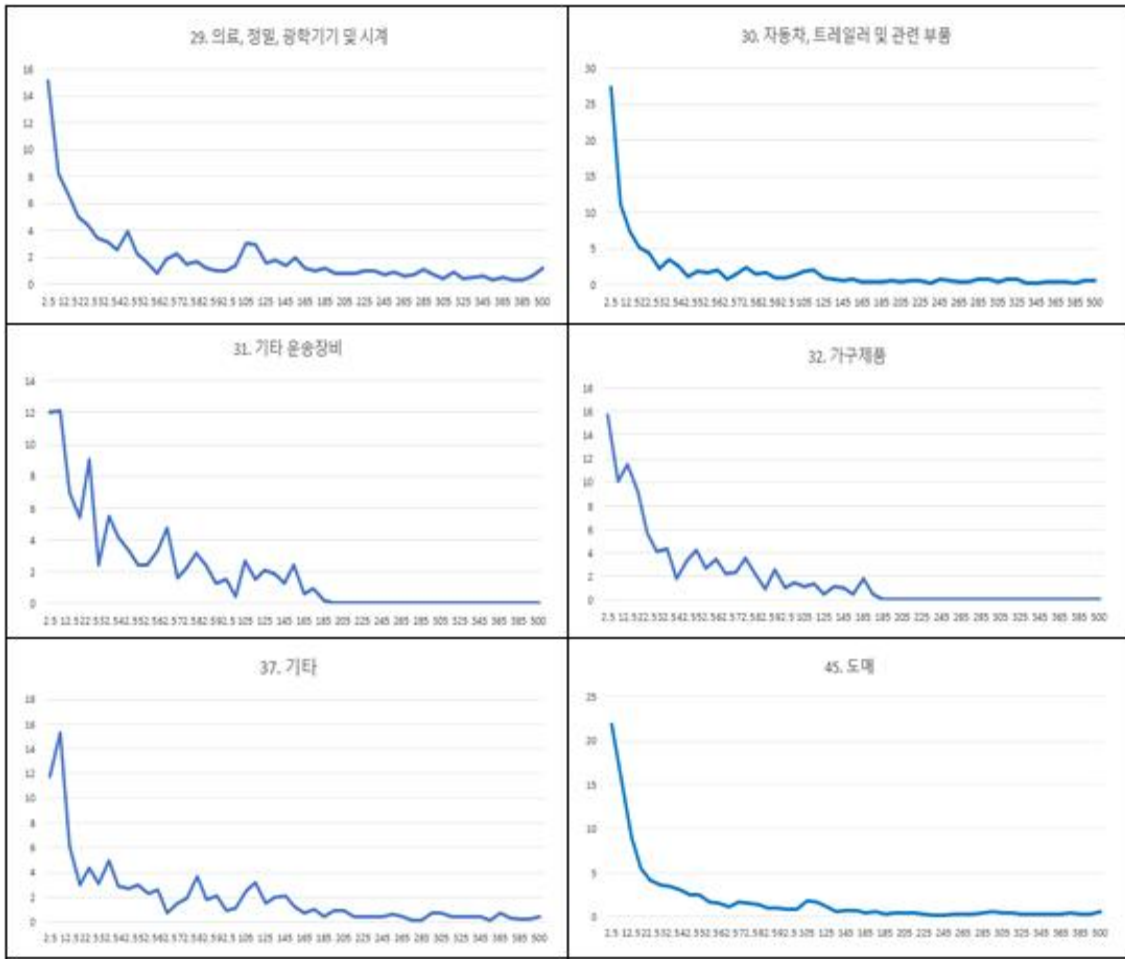
<그림 3-3> 통행거리에 따른 통행빈도 분포



<그림 계속> 통행거리에 따른 통행빈도 분포



<그림 계속> 통행거리에 따른 통행빈도 분포



<그림 계속> 통행거리에 따른 통행빈도 분포

2) 통행저항함수 추정

○ 통행저항함수

- 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정하며, 본 절에서 검토한 통행저항함수 형태는 <표 3-13>과 같음

<표 3-13> 통행저항함수 형태

모형	방정식	선형화된 방정식
역지수모형	$f(c_{ij}) = \alpha \exp(-\beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta c_{ij}$
역멩모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij})$
역지수&역멩모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta} \exp(-\gamma c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij}) - \gamma c_{ij}$

○ 통행저항함수 적합 결과

- KTDB 품목별 통행저항함수를 적합한 결과, 대부분의 품목은 역멱함수 형태가 적합한 것으로 나타남
- 원유 및 천연가스, 금속광물을 제외한 30개 품목의 통행저항함수 형태가 통계적 유의성을 가지는 것으로 나타남
- 품목별 통행저항함수 형태 적합한 결과는 <표 3-14>와 같음

<표 3-14> 품목별 통행저항함수(역멱함수) 적합 결과 및 계수

품목(품목코드)	R ²	계수		
		α	β	
1	농산물	0.905	51.316	0.803
2	임산물	0.413	6.160	0.304
3	수산물	0.637	11.989	0.464
4	축산물	0.876	31.062	0.639
5	석탄광물	0.666	14.041	0.468
6	석회석광물	0.474	7.591	0.355
9	비금속광물	0.825	47.656	0.779
10	음식료품	0.925	49.749	0.799
11	담배제품	0.848	27.827	0.609
12	섬유제품	0.782	28.674	0.667
13	의복	0.819	23.547	0.580
14	가죽, 가방, 신발제품	0.725	19.472	0.569
15	목재 및 나무제품	0.882	28.588	0.605
16	펄프, 종이 및 종이제품	0.923	75.038	0.892
17	인쇄 및 기록매체	0.883	32.330	0.632
18	코크스, 석유정제품	0.816	25.636	0.603
19	화학제품 및 의약품	0.929	33.215	0.674
20	고무 및 플라스틱	0.937	42.564	0.737
21	비금속 광물제품	0.928	83.263	0.919
22	1차 금속제품	0.877	37.487	0.724
23	금속 가공제품	0.933	40.205	0.729
24	기타기계 및 장비 제조품	0.924	38.590	0.725
25	전자부품 및 통신장비 제품	0.919	50.099	0.789
26	전기장비제품	0.909	36.053	0.711
27	의료, 정밀 및 시계	0.897	33.448	0.687
28	자동차 및 관련 부품	0.921	53.303	0.849
29	기타 운송장비	0.846	29.755	0.609
30	가구제품	0.871	32.362	0.636
31	기타	0.885	59.501	0.853
32	도매업	0.962	79.998	0.952

4. 철도, 항공 및 연안해운 물동량 O/D 산정

가. 철도 물동량 O/D 산출 방법

- 한국철도공사에서 제공하는 2022년 철도화물실적 자료를 토대로 본 연구의 33개 품목 및 250개 존체계로 전환하여 품목별·지역별 철도화물 물동량 O/D를 생성함
 - 철도화물품목의 경우 컨테이너와 비컨테이너 품목으로 구분하여 O/D를 생성함
 - 지역별 철도화물 물동량 O/D의 경우 철도역으로 구분된 원자료를 그 철도역이 소재한 존으로 전환하여 O/D를 생성함

나. 항공 물동량 O/D 산출 방법

- 한국공항공사에서 제공하는 2022년 공항별 화물운송실적자료를 토대로 항공화물 물동량 O/D를 생성함
 - 항공화물운송실적자료는 품목구분을 하지 않으며 정기선과 부정기선 모두 합쳐진 물동량임
 - 공항이 입지한 지역의 존 번호를 적용하여 항공화물 물동량 O/D를 생성함

다. 연안해운 물동량 O/D 산출 방법

- 한국해양수산개발원에서 제공하는 2022년 항만간 화물운송실적자료를 토대로 항만간 연안해운 화물 물동량 O/D를 생성함
 - 연안해운 화물운송실적자료는 품목구분을 하지 않으며 화물선과 여객선으로 운송되는 화물이 모두 합쳐진 물동량임
 - 항만이 속한 존 번호를 적용하여 연안해운 물동량 O/D를 생성함

제3절 화물자동차 O/D 구축방법

1. 개요 및 기본 전제

가. 개요

- 화물자동차 OD 산정 방식은 물동량 기반 방식으로부터 차량 기반 방식으로 전환되어 적용되어 왔음
 - 2011년까지 2010년 기준 화물자동차 OD 산정 시 물동량OD에 평균적재톤수와 공차통행율을 적용하여 화물자동차OD로 전환하는 물동량 기반 방식 적용, 이후 차량 기반 방식을 적용하여 산정함
- 차량 기반의 화물자동차 OD 산정 방식은 화물자동차통행실태조사 결과를 토대로 산정한 업종별 톤급별 차량통행 원단위를 자동차등록대수에 적용하는 방식으로 화물자동차 통행특성 및 운행특성에 대한 반영이 가능함
 - 물동량 기반 방식은 물동량 OD에 통행전환계수를 적용하여 화물자동차 OD를 산정함
 - 물동량 통행행태와 화물자동차 통행행태가 다르기 때문에 품목별 산업별 물동량 OD 산정 및 화물자동차OD로 전환하는 과정에서 화물자동차 통행특성 및 운행특성에 대한 반영에 제약이 있음
- 차량 기반 방식의 경우 자동차등록대수를 모집단으로 하여 화물자동차OD의 규모 및 지역별 발생도착량을 산정하는데 화물자동차통행실태조사 결과 및 DTG 등 화물자동차 관련 빅데이터를 기반으로 화물자동차의 통행특성을 분석한 결과 화물자동차가 등록된 지역이 아닌 타지역 즉 활동지에서 통행이 이뤄지는 경우가 나타남
 - 등록지에 차량통행 원단위를 적용함으로써 화물자동차 등록지역에 대한 과대추정 및 미등록지역에 대한 과소추정 가능성이 있음

- 본 과업에서는 차량 기반의 화물자동차 OD 산정 방식을 기반으로 화물자동차 통행과 관련된 DTG, T-MAP 등 빅데이터로부터 통행추출을 통해 활동지 기반의 발생량을 산정 및 보완하는 방안을 적용해보고자 함

나. 기본 전제 및 적용기준

1) 전제조건

- 화물자동차실태조사의 지역별, 업종별(사업·비영업용), 적재능력별(소형·중형·대형) 조사 표본에 가중치를 부여하여 발생량을 추정하는 방법을 이용함
- 본 과업에서는 O/D 전수화 단계에서 DTG, T-MAP 등 빅데이터를 활용하여 활동지 기반의 발생량을 추정함으로써 실제 화물자동차 통행이 이뤄지는 지역 및 그 규모를 반영하고자 함
- 화물자동차의 통행분포는 조사자료를 바탕으로 업종별, 적재능력별 통행분포 모형을 추정하여 적용하고 빅데이터 분석결과 통행패턴을 추출하여 통행분포에 반영하고자 함
- 검증단계에서는 고속도로 TCS 자료 등 기관에서 수집 및 제공하고 있는 통행 실적자료 및 운송시장 통계자료 등과 비교분석하여 화물자동차 운송현황을 반영할 수 있도록 화물자동차OD 결과에 보완 및 검증단계를 수행하도록 함

2) 화물자동차통행실태조사 결과 적용기준

- 화물자동차통행실태조사 자료의 1일 통행일지를 바탕으로 1일 차량 통행수(통행원단위)를 추정하였으며, 전체 차량의 통행수는 차량의 1일 통행수에 자동차 등록대수를 곱하여 산출함
- 화물자동차통행실태조사는 최근 3일을 기준으로 1일간 통행일지를 작성하기 때문에 조사대상의 조사일자는 상이할 수 있으므로 일평균 통행수는 조사된 하루 동안의 통행수에 월평균 운행일수를 곱하고 이를 다시 30일로 나누어 산출함

- 본 연구에서는 단거리 통행인 읍면동 내부 통행과 개인목적 및 활동 관련 통행은 추정과정에서 배제함
- 통행분포를 위한 모형 추정시 업종별, 적재능력별 통행빈도와 통행거리를 변수로 적용하며 통행빈도는 차량의 통행수, 통행거리는 지역 중심지간 거리에 해당함

2. 기초자료 수집 및 분석

가. 모집단 분석

- 2022년 화물자동차OD전수화에서는 2022년 화물자동차등록대수를 모집단으로 하며 2022년 12월 31일자 기준 자료를 수집함
- 화물자동차등록대수 자료를 지역별, 업종별, 톤급별 전수화 기준으로 전환하여 화물자동차OD 총량 산정을 위한 모집단으로 이용함

1) 톤급현황

- 화물자동차 등록대수의 톤급은 9개기준으로 구분되어 있으며 전수화 기준으로 전환하는 과정을 수행함
 - 9개 기준 : 1톤 이하, 1톤 초과 3톤 미만, 3톤 이상 5톤 미만, 5톤 이상 8톤 미만, 8톤 이상 10톤 미만, 10톤 이상 12톤 미만, 12톤 이상 15톤 미만, 15톤 이상 25톤 미만, 25톤 이상
- 전수화 기준인 소형(2.5톤 미만), 중형(2.5톤 이상 8.5톤 이하), 대형(8.5톤 초과)으로 전환하기 위해 1톤 초과 3톤 미만 등록대수와 8톤 이상 10톤 미만 등록대수에서 2.5톤 이상, 8.5톤 이하 등록대수 비율을 적용하여 구분함




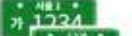






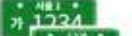






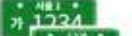



2) 차종현황

- 화물자동차등록대수는 특수자동차 및 건설기계를 제외한 일반, 덤프, 밴, 특수

용도형 차종으로 구성되어 있음

- 특수자동차는 「자동차관리법」 제3조에 따라 화물자동차로 분류되지만 직접적인 화물 물동량과 관련이 없으므로 제외함
- 건설기계의 경우 화물자동차로 구분되는 덤프트럭과 콘크리트 믹서트럭이 일부 포함되므로 건설기계로 분류되는 해당 차종에 대한 통행특성을 분석하여 원단위 조정 및 통행분포에 적용하도록 함

〈표 3-15〉 2022년 화물자동차실태조사 조사대상 차량종류

항목	내용												
조사 대상	<p>○ 직접적인 화물 물동량과 관련된 차량만을 조사 대상으로 함</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">조사내용</th> <th style="width: 33%;">조사대상</th> <th style="width: 33%;">유효표본수</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>화물자동차통행실태조사</td> <td>자가용 및 영업용 화물자동차 운전자</td> <td>화물자동차 33, 000대</td> </tr> </tbody> </table> <p>- 조사대상자</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 주유소, 신업단지에 대기하고 있는 화물자동차 운전자 ② 교통연수원의 경우 영업용 화물자동차 운전자 ③ 차량검사소의 경우 화물자동차 운전자 <p>- 조사대상제외</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 이사집 운반시 사용하는 사다리차 운전자 ② 지게차, 견인차 운전자 ③ 교통연수원에서 화물운전자가 아니고 교육을 대신 받으러 온 사람 ④ 차량검사소에서 화물운전자가 아니고 대행하는 사람 ⑤ 화물자동차를 출퇴근 목적으로만 이용하는 운전자 	조사내용	조사대상	유효표본수	화물자동차통행실태조사	자가용 및 영업용 화물자동차 운전자	화물자동차 33, 000대						
조사내용	조사대상	유효표본수											
화물자동차통행실태조사	자가용 및 영업용 화물자동차 운전자	화물자동차 33, 000대											
차량 업종 구분	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">구분</th> <th style="width: 85%;">설명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">영업용</td> <td> 번호판 색상 노란색: 화물차량(영업용-아.바.사.자.배) 주황색: 화물차량(건설용) </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">   </td> </tr> <tr> <td> 개인 → 일반적으로 5톤 미만 차량에 부착되는 영업용 화물자동차 번호판을 의미함(개별화물, 용달화물 등) </td> </tr> <tr> <td> 일반 → 일반적으로 5톤 이상 차량에 부착되는 영업용번호판을 의미함 택배 → 택배 화물을 전문으로 운반하는 차량을 의미함 비교적 가벼운 화물을 취급하며, 물품을 직접 배달해 주는 차량 </td> </tr> <tr> <td rowspan="4" style="text-align: center; vertical-align: middle;">비영업용</td> <td> 번호판 색상 흰색 : 자가용 화물차량(신번호판) 녹색 : 자가용 화물차량(구번호판) 파랑 : 자가용 화물차량(전기차) </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">    </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">   </td> </tr> <tr> <td> 자가용 : 영업용으로 등록되어 있지 않는 차량으로 개인 또는 회사 소유 관용 : 관용으로 등록되어 있는 차량 </td> </tr> </tbody> </table>	구분	설명	영업용	번호판 색상 노란색: 화물차량(영업용-아.바.사.자.배) 주황색: 화물차량(건설용)	 	개인 → 일반적으로 5톤 미만 차량에 부착되는 영업용 화물자동차 번호판을 의미함(개별화물, 용달화물 등)	일반 → 일반적으로 5톤 이상 차량에 부착되는 영업용번호판을 의미함 택배 → 택배 화물을 전문으로 운반하는 차량을 의미함 비교적 가벼운 화물을 취급하며, 물품을 직접 배달해 주는 차량	비영업용	번호판 색상 흰색 : 자가용 화물차량(신번호판) 녹색 : 자가용 화물차량(구번호판) 파랑 : 자가용 화물차량(전기차)	  	 	자가용 : 영업용으로 등록되어 있지 않는 차량으로 개인 또는 회사 소유 관용 : 관용으로 등록되어 있는 차량
구분	설명												
영업용	번호판 색상 노란색: 화물차량(영업용-아.바.사.자.배) 주황색: 화물차량(건설용)												
	 												
	개인 → 일반적으로 5톤 미만 차량에 부착되는 영업용 화물자동차 번호판을 의미함(개별화물, 용달화물 등)												
	일반 → 일반적으로 5톤 이상 차량에 부착되는 영업용번호판을 의미함 택배 → 택배 화물을 전문으로 운반하는 차량을 의미함 비교적 가벼운 화물을 취급하며, 물품을 직접 배달해 주는 차량												
비영업용	번호판 색상 흰색 : 자가용 화물차량(신번호판) 녹색 : 자가용 화물차량(구번호판) 파랑 : 자가용 화물차량(전기차)												
	  												
	 												
	자가용 : 영업용으로 등록되어 있지 않는 차량으로 개인 또는 회사 소유 관용 : 관용으로 등록되어 있는 차량												

〈표 3-16〉 화물자동차차종별등록대수

구분		내용	
화물자동차	일반	픽업형	364,397
		카고형	2,282,906
	덤프	덤프형	54,414
		밴	348,157
	특수용도형	청소차	13,856
		노면청소차	2,108
		살수차	1,284
		소방차	4,672
		냉장·냉동차	135,726
		곡물·사료운반	2,456
		유조차	13,613
		탱크로리	9,992
		피견인차	119,045
		기타	343,691
	합계		3,696,317

〈표 3-17〉 덤프트럭 등록 관련 법령

건설기계관리법 시행령	
제2조 (건설기계의 범위)	건설기계관리법 제2조 제1항 제1호에 따른 건설기계는 별표 1과 같다.
건설기계관리법 시행령 [별표1] 건설기계 범위(제2조 관련) 덤프트럭 : 적재용량 12톤 이상인 것. 다만, 적재용량 12톤 이상 20톤 미만의 것으로 화물운송에 사용하기 위하여 자동차관리법에 의한 자동차로 등록된 것을 제외한다.	

나. 화물자동차통행실태조사 조사결과

- 모집단에 적용하여 화물자동차OD를 산정하는 통행원단위를 도출하기 위해 화물자동차통행실태조사 1일 통행일지 항목에 대한 조사결과에 물류활동일수를 보정하여 1일 기준 통행수를 산출하여 지역별, 업종별, 톤급별 통행원단위를 산정함

1) 기본 검수

- 2022년 화물자동차통행실태조사 조사자료 입력 및 검수단계에서 기수행한 검수단계로써 지면 조사표에 대한 1차 검수 후 입력 및 검수단계에서 조사내용에 부합하도록 조사항목별 허용가능한 범위를 기준으로 부여한 검수로직에 의해 오류를 수정 보완함

2) 추가 검수

- 조사자료의 무결성을 확보하여 화물자동차 O/D 전수화의 정확성을 높이기 위해 아래와 같은 논리 검수를 추가로 실시하여 검증 및 보완 단계를 수행함

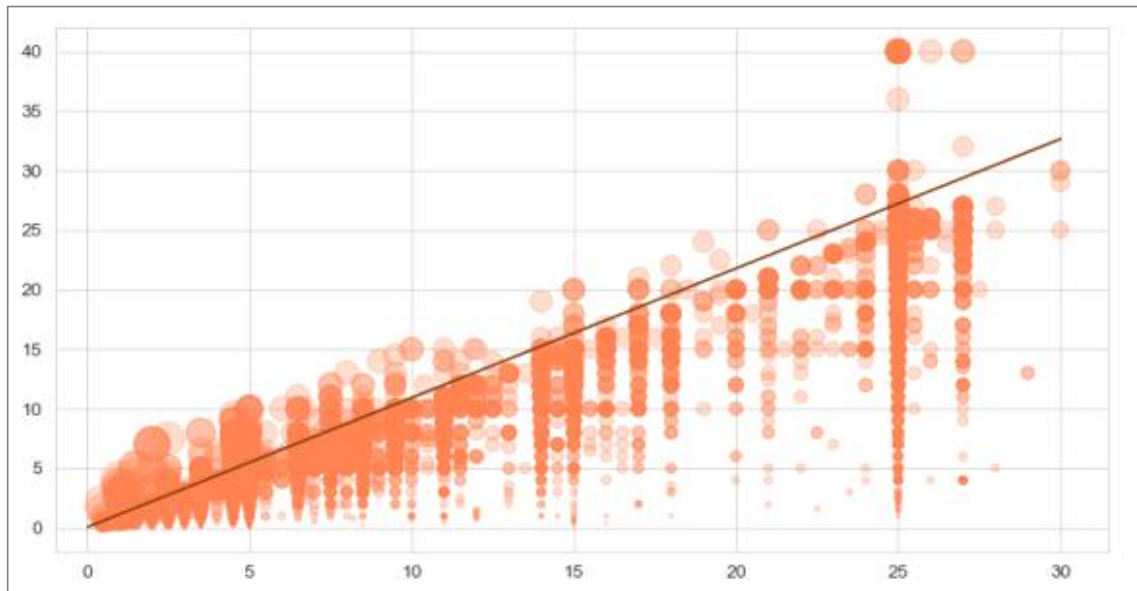
〈표 3-18〉 화물자동차실태조사 자료 검수

구분	항목	검수방법	
1	차량	적재톤급 - 적재량	적재톤급 < 적재량
2		차종 - 품목	차량종류, 적재품목 코드 매칭 및 비교
3		주활동지 - 도착지	주활동지와 도착지 리스트 매칭
1	통행	시간오류	통행시간의 00~24 오름차순 확인
2		적재 - 하역 - 공차	상차-하차=0 또는 상차-하차 > 0 (누적적재량 확인)
3		통행시간 및 통행거리	시간과 거리의 합리성
4		통행시간 및 개인시간	휴식 등 개인시간 > 총통행시간(개인시간제외)
5		운행횟수	시간오류 및 내부통행 여부 확인

- 단, 차량 1. '적재톤급 < 적재량' 검수 항목의 경우, 도로교통법 시행령에 의해 적재중량의 110%까지는 정상범위로 인정함

〈표 3-19〉 화물자동차 과적 관련 법령

도로교통법 시행령	
제22조 (운행상의 안전기준)	3. 화물자동차의 적재중량은 구조 및 성능에 따르는 적재중량의 110퍼센트 이내일 것



〈그림 3-4〉 적재등급별 실제 적재량

다. 기타 자료

- 화물자동차OD 보완 검증단계에서 적용할 자료로써 화물자동차 통행 관련 지역간, 물류시설 및 거점간 교통량 및 주행거리 자료 등 자료와 비교를 통한 보완 및 검증을 수행함
- 특별시 및 광역시 도시교통 기초조사
 - 도시부 교통관련 기초조사는 도시교통정비촉진법 제9조(기초조사) 및 동법시행령 제 10조(기초조사내용)에 의해 지방자치단체의 교통량조사를 의무화함에 따라 시행되고 있으며, 그 결과물로서 연차별 교통관련 기초조사 보고서를 발간·보급함으로써 교통관련 조사·분석 정보가 교통정책 지표로 활용되도록 하고 있음
 - 해당조사는 1년 단위로 매년 실시되어 보고서로 발간되고 있으며, 주로 주요 교차로, 가로 및 시계 유출입 지점 교통량 및 속도 등을 수집함
 - 도시교통 기초조사에서 산출된 도시별 화물자동차 시계 유출입 지점 교통량을 활용하여 화물자동차 발생량 및 도착량 보정에 활용
- 국토교통부 도로교통량 통계연보

- 도로교통량 통계연보는 도로교통량조사에 의해 산출된 결과물로서, 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도의 교통량 현황을 조사하여, 도로의 계획과 건설, 유지관리 및 도로행정에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초 자료를 제공하고 있음
- 고속국도, 일반국도 상시조사와 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도 수시조사로 구분되며, 2020년 기준 상시조사, 수시조사지점에서 조사하고 있음
- 도로교통량 통계연보 상에서 화물자동차는 총 12종으로 구분되어 있으며, 교통조사 지침의 소형, 중형, 대형 화물차와 적합하게 구분하여 사용됨
 - 화물자동차의 통행 발생량/도착량 산정시 코드라인 검증, 통행배정 과정에서 교통량 검증 등에 사용
- 한국도로공사 TCS 자료
 - 한국도로공사 고속도로 통행료징수시스템(TCS) 자료는 고속도로 요금소를 진출입하는 차량의 정보를 이용하여 고속도로 통행차량의 차종 및 통행량을 파악할 수 있음
 - TCS 자료는 차량 축과 율폭을 계산하여 차량의 종류를 1종부터 6종으로 구분함
 - TCS 자료는 고속도로를 이용하는 화물자동차의 통행행태뿐만 아니라 기종점 통행량 구축을 위한 자료로서 활용되며, 화물자동차 통행량 추정을 위한 검증 자료로 활용됨
- 교통안전공단 자동차주행거리 실태조사
 - 국내 운행자동차의 용도별·차종별·연료별 주행거리 현황을 분석하여 자동차관련 교통정책 등을 위한 기초통계로 활용되는 조사로서, 17개 광역시·도를 대상으로 함
 - 화물자동차의 용도는 일반형, 덤프형, 밴형, 특수용도형, 적재능력은 1톤 이하 소형, 5톤 미만 중형, 5톤 이상 대형으로 구분됨
 - 조사방법은 교통안전공단의 전국 자동차검사소, 출장검사장 및 지정정비사업체 검사장소에서 조사기간 내 검사를 받은 모든 자동차의 주행거리를 조사함
 - 교통안전공단 자동차 주행거리 실태조사자료는 화물자동차 발생량/도착량 및 화물자동차 통행분포 검증에 활용됨

3. 화물자동차 O/D구축 방법론

가. 개요

- 기존 전수화 과정은 크게 발생도착량 추정, 통행분포 추정, 보정 및 검증 단계로 구성되어 있으며
- 발생도착량 추정 단계에서 모집단인 화물자동차등록대수에 통행원단위를 적용하여 산정한 증별 발생도착량에 대해 통행분포 모형을 적용하여 존 간 교차 통행량을 산정한 후 유관 기관 화물자동차 통행량과 비교검증을 통해 화물자동차 O/D를 구축함
- 본 과업에서는 기존 전수화 방법론과 공통적으로 발생 및 분포 그리고 보완검증으로 이루어진 단계별 과정을 통해 화물자동차OD를 구축하고자 하며 DTG, T-MAP 등 빅데이터를 활용하여 활동지 기반의 발생량 추정 및 통행분포 그리고 보완검증 단계가 포함되도록 함

나. 화물자동차 O/D 발생량 및 도착량 산정

- 화물자동차 발생 및 도착량은 화물자동차가 일기준 통행한 횟수를 의미하므로 화물자동차 전체 등록대수에 2022년 화물자동차통행실태조사에서 수집된 통행 자료를 토대로 산정한 통행발생 원단위를 적용하여 산정
- 일기준 발생 통행량은 출발지역으로 회귀한다는 전제하에서 지역별 발생 및 도착량을 동일하다고 간주함

1) 통행발생 원단위 산정

- 2022년 화물자동차통행실태조사 조사결과 지역별, 업종별, 톤급별 표본 통행수에 가중치를 곱하여 모집단 규모를 기준으로 환산된 전체 통행수 산출함
- 지역별, 업종별, 톤급별 전체 통행수를 자동차등록대수로 나누어 통행발생 원

단위(대당 통행수)를 산정함

2) 통행발생 및 도착량 산정

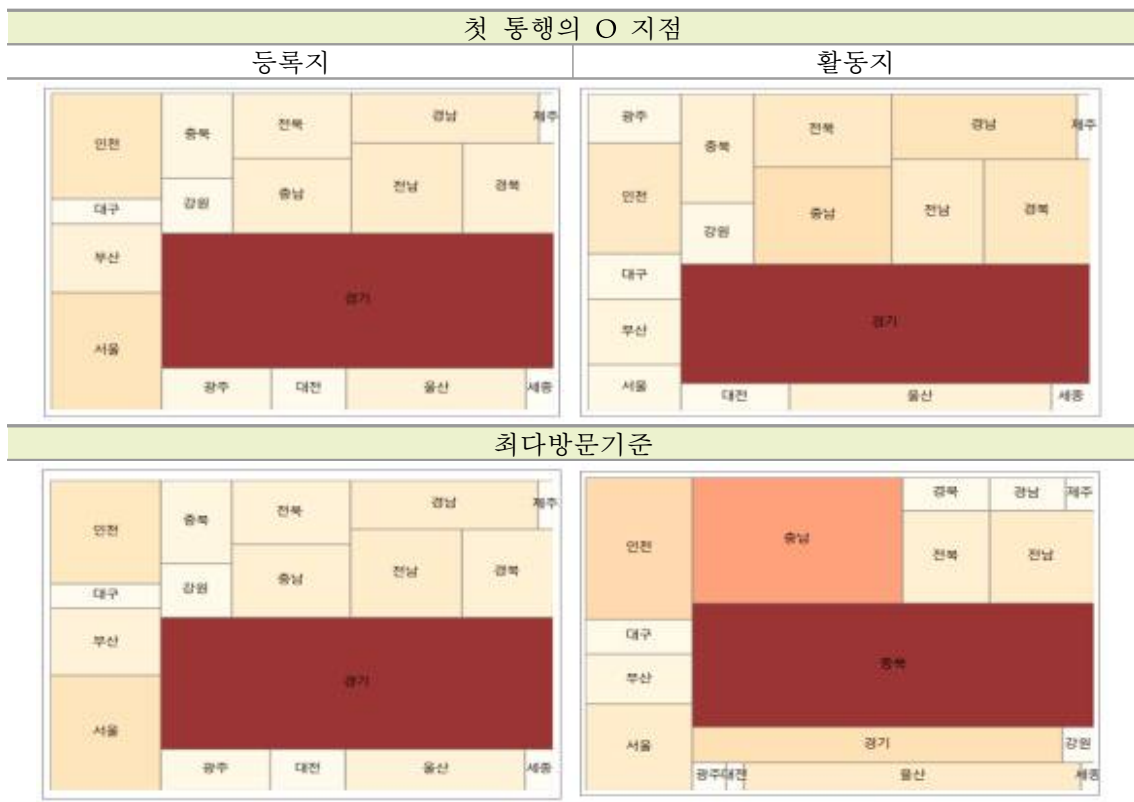
- 화물자동차등록대수를 지역별, 업종별, 톤급별로 구분하여 통행발생 원단위를 적용하여 1차OD 통행발생 및 도착량 산정

3) 1차OD 보정

① 개요

- 1차OD 산정은 자동차등록대수를 기준으로 원단위를 적용함으로써 화물자동차 등록지가 아닌 활동지에서 출발 및 도착하는 통행을 반영하는데 한계가 있음

〈표 3-20〉 첫 통행의 O지점 기준(등록지 및 활동지 비율)(2022년 기준으로 변경)



- 실제 화물자동차의 통행을 파악할 수 있는 자료 중 DTG(영업용 화물자동차 운행기록계)자료와 Tmap 자료에서 지역별, 업종별, 톤급별 통행을 추출하여 등록지 기준 1차 OD를 보정함

- DTG자료는 영업용 화물자동차의 통행, Tmap 자료에서 DTG자료의 중복 통행을 제외한 나머지 통행을 비영업용 통행으로하여 지역별, 업종별, 톤급별 통행을 추출함

② 자료 설명

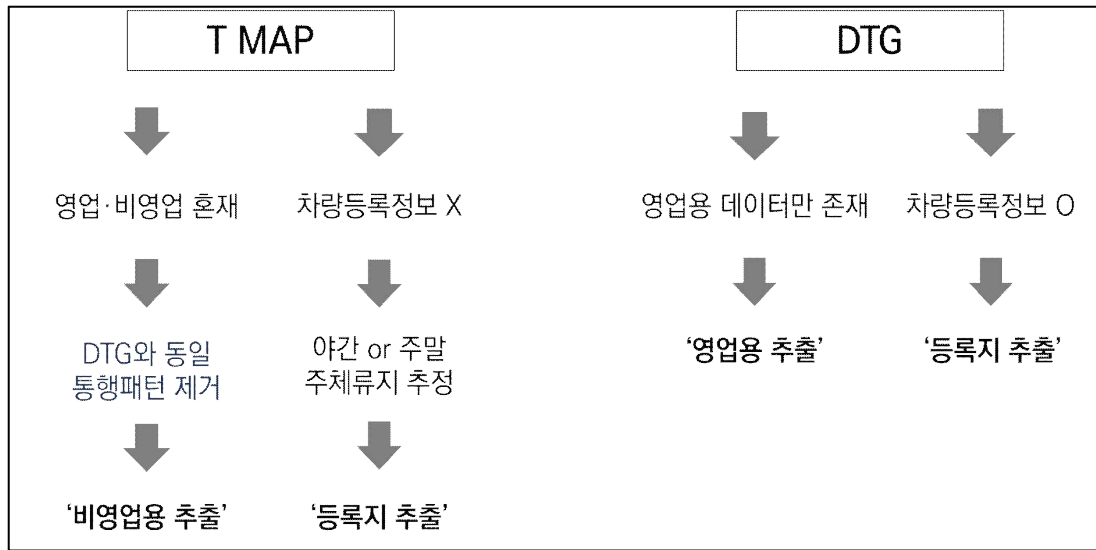
- DTG (Digital Tacho Graph, 디지털 운행 기록계)
 - 화물자동차 디지털 운행 기록계(이하 DTG) 자료는 한국교통안전공단의 운행 기록분석시스템을 통해 수집이 가능하며, 제공서비스는 운행 궤적, 위험운전 행동, 사고지점 등이 있음
 - 운행기록 파일을 전산 분석하여 운전자 컨설팅 등을 통한 사고예방 및 여러 방면의 목적으로 활용되고 있으며, 화물/물류 부문 교통 빅데이터인 영업용 DTG 원시자료로부터 통행추출을 통해 활동지 기반 화물자동차OD 산정에 활용함
- T map
 - T map 자료의 제공서비스는 화물자동차 링크경로 데이터로서 차량의 전국 운행 궤적과 POI 데이터 등이 있음
 - 화물자동차의 영업용 빅데이터인 DTG와 화물자동차 T MAP 링크경로 데이터를 결합 및 비교·분석하여 비영업용 통행을 분리추출하여 활동지 기반 화물자동차OD 산정에 활용함
 - 공간적 기준 : KTDB 상세도로망 Level 6 네트워크 데이터
 - 시간적 기준 : 2022년

〈표 3-21〉 T map 링크경로 데이터 구성

필드명	필드설명	자료형	예시	비고
obu_id	통행 ID	String	100	
group_id	그룹 ID	Integer	1	
veh_type	차종	-	CT_LARGE	
veh_fuel	유종	Text	FT_DIESEL	
seq	통행순서	Integer	1	
datetime	시간	--		
v_link_id	링크 ID	Long	65630357402	
in_time	링크진입시간	Long	1483260037	Unix time
out_time	링크진출시간	Long	1483260045	Unix time
length	GIS 네트워크 링크 길이	Double	-	cm
speed	GIS 네트워크 링크 내 속도	Double	-	
emd_code	읍면동 코드	Double	-	

③ 활동지 기반 통행 추출

- DTG자료와 Tmap 자료에 대한 전처리를 통해 궤적데이터로부터 통행데이터를 추출하여 지역별, 업종별, 톤급별 발생량 및 도착량 산정하고 이를 적용하여 활동지 기반의 발생량을 보정하고자 함
- 통행 차량의 등록자료와 비교 분석을 통해 등록지 대비 활동지 비율을 산출하여 등록지 기준 I차OD에 등록지 대비 활동지 비율을 적용하여 활동지 통행을 반영함
- 영업용 화물자동차와 비영업용 화물자동차 간에는 운행패턴이 일치하지 않는다는 전제하에 영업용 화물자동차의 운행패턴은 DTG로, 비영업용 화물자동차의 운행패턴은 T-Map 데이터로 추정
- 영업용 화물자동차는 DTG 장착이 의무이므로, DTG를 활용하여 영업용 화물자동차의 운행패턴 파악이 가능하지만, T-Map 데이터는 영업용과 비영업용이 구분되어 있지 않기 때문에 이를 분리하는 과정이 필요함
 - T-Map과 DTG에서 중복되는 통행을 제거하여 비영업용 통행을 추출함
- DTG 자료는 자동차등록정보를 통해 등록지를 비롯한 차량정보를 얻을 수 있지만, T-Map 자료는 자동차등록정보가 존재하지 않음
 - 야간 혹은 주말의 주체류지를 통해 등록지를 추정함

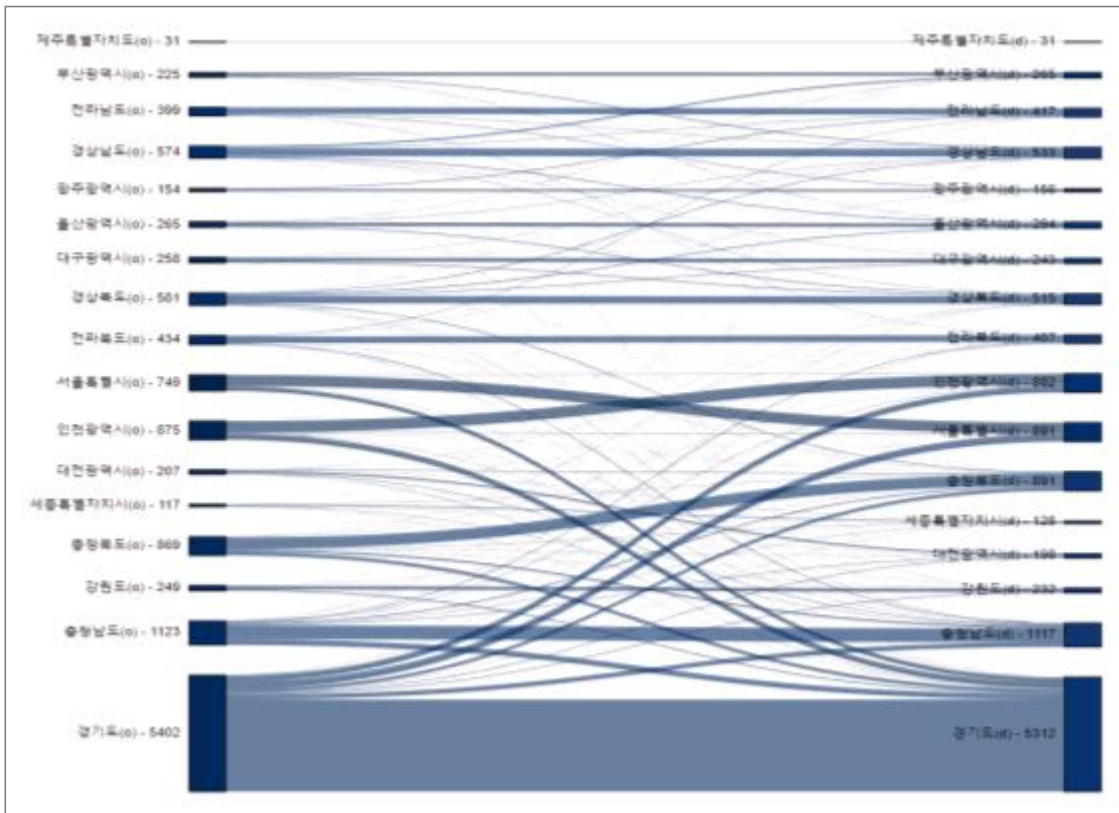


〈그림 3-5〉 DTG자료와 Tmap 자료현황 및 활용 개요

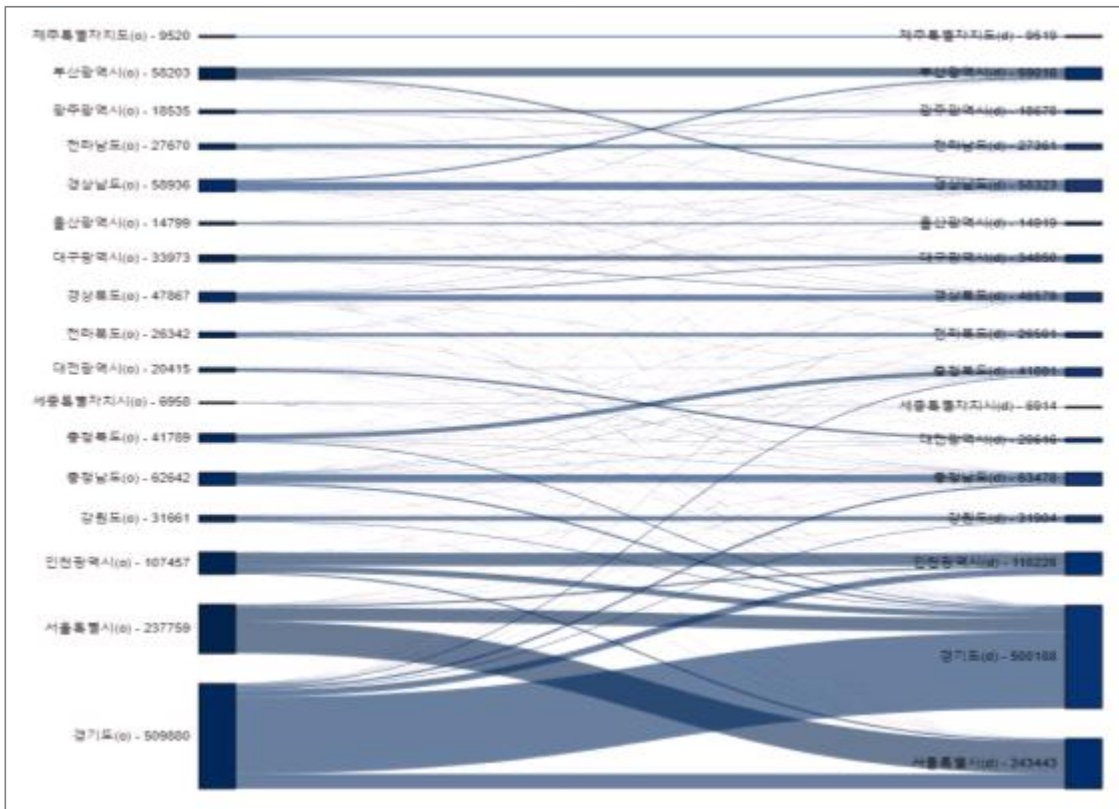
④ 통행 추출 결과

○ DTG와 T map을 이용한 통행 추출 결과는 아래 그림과 같음

- 17개 시·도 기준의 통행패턴이며, 좌측의 시·도는 출발지(o), 우측의 시·도는 도착지(d)를 나타냄
- 영업용 화물자동차의 통행 추출에서는 경기도 내부의 통행이 두드러지게 나타났으며, 비영업용 화물자동차 통행에서는 마찬가지로 경기도 혹은 서울 내부의 많은 통행이 나타남



〈그림 3-6〉 영업용 화물자동차 O/D 흐름



〈그림 3-7〉 비영업용 화물자동차 O/D 흐름

다. 화물자동차 O/D 통행분포

1) 개요

- 본 절에서는 통행발생 단계에서 추정된 존별 화물자동차의 발생 통행량과 도착 통행량을 존 간의 교차 통행량으로 배분하는 과정을 수행하며, 이를 위하여 우선 조사 표본을 기반으로 화물자동차 업종별, 톤급별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 통행분포모형을 정립함
 - 모형 정립에 활용되는 조사 표본은 2022년 전국 화물통행실태조사 중 화물자동차통행실태조사 데이터임

2) 통행분포모형 정립

① 모형 정립방향

- 중력모형의 구조를 결정하기 위해서는 우선 존간 통행저항함수의 형태를 추정해야 하는데, 본 연구에서는 화물자동차통행실태조사에서 조사한 존간 통행거리와 통행빈도를 기반으로 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토한 후, 화물자동차 유형별 통행저항함수의 형태를 결정함

② 조사 표본 검토

- 화물자동차의 유형별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 검토하기 위하여 활용한 조사 표본수는 총 100,843개이며, 본 절에서 활용한 세부 조사 표본수는 다음과 같음

〈표 3-22〉 화물자동차 유형별 조사 표본수

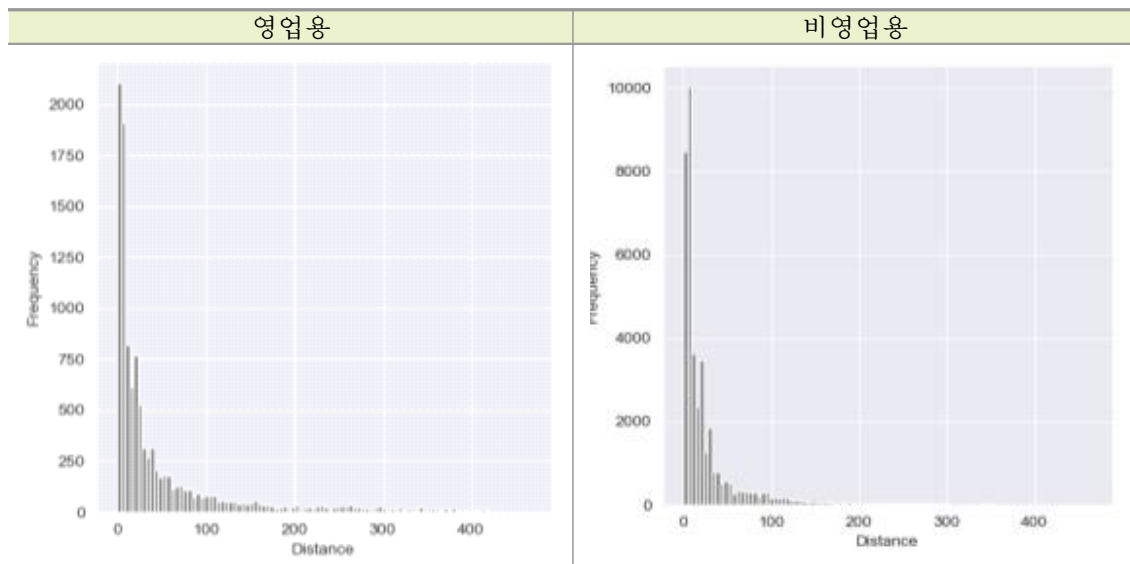
단위 : 대

구분		업종	
		영업용	비영업용
톤급	소형	11,041	39,775
	중형	14,162	11,166
	대형	21,447	3,252
합계		46,650	54,193

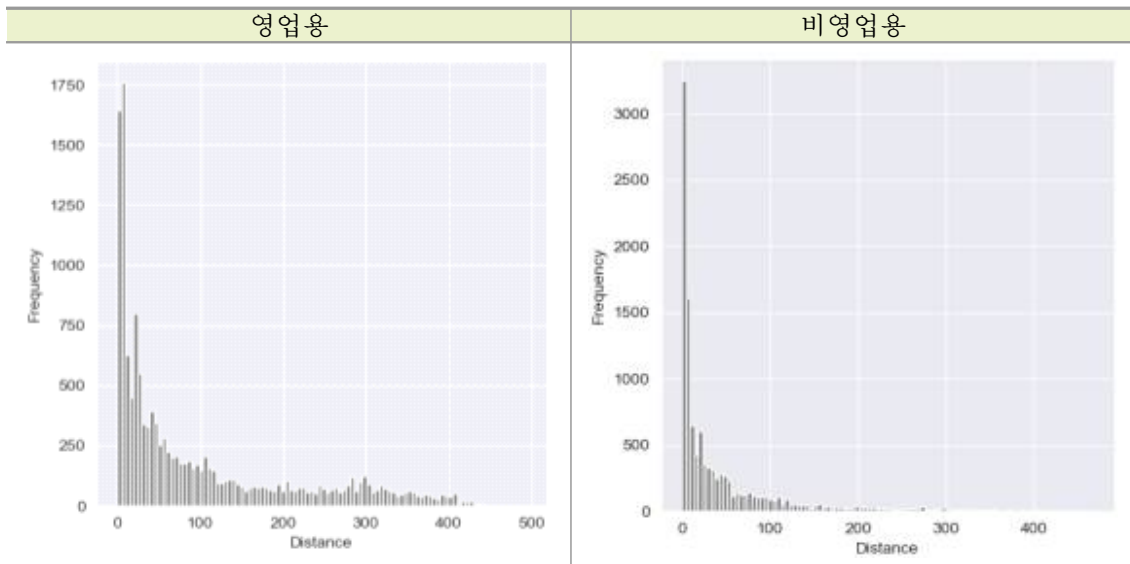
3) 통행저항함수 추정

① 통행거리에 따른 통행빈도 분포

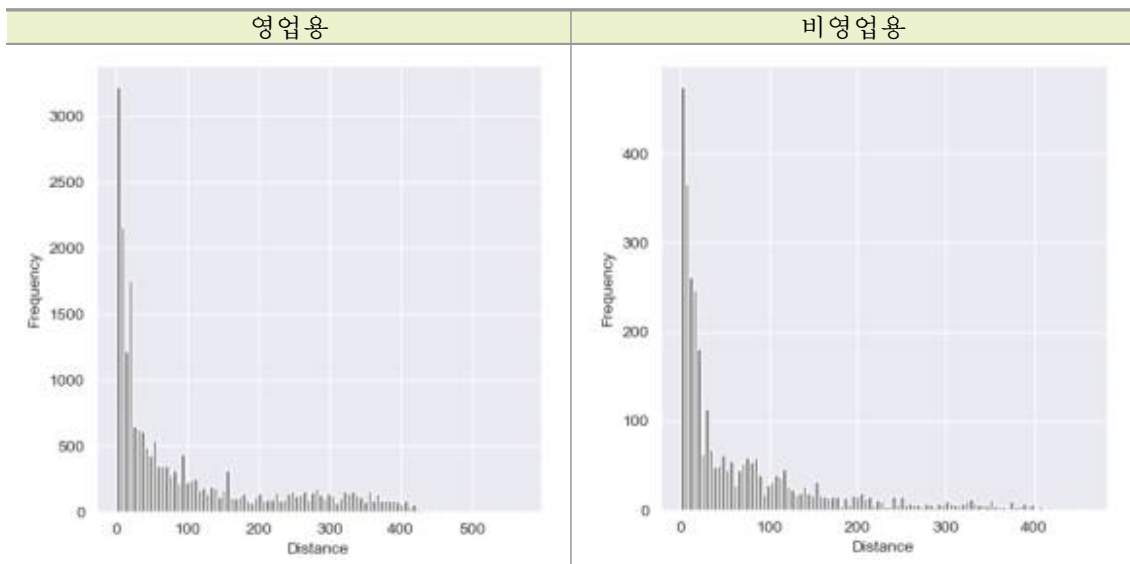
- 화물자동차 유형별 통행거리에 대한 통행빈도 분포를 검토한 결과는 다음 그림과 같음



〈그림 3-8〉 소형 화물자동차



〈그림 3-9〉 중형 화물자동차



〈그림 3-10〉 대형 화물자동차

② 통행저항함수 형태

- 상세업종별 통행거리에 따른 통행빈도 분포를 바탕으로 품목별 통행저항함수 형태를 추정하며, 본 절에서 검토한 통행저항함수 형태는 다음 표와 같음

〈표 3-23〉 통행저항함수 형태

모형	방정식	선형화된 방정식
역지수모형	$f(c_{ij}) = \alpha \exp(-\beta c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta c_{ij}$
역멱모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta}$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij})$
결합(역지수&역멱)모형	$f(c_{ij}) = \alpha c_{ij}^{-\beta} \exp(-\gamma c_{ij})$	$\ln(f(c_{ij})) = \ln(\alpha) - \beta \ln(c_{ij}) - \gamma c_{ij}$

- 화물자동차 유형별 통행저항함수를 적합한 결과, 모든 유형의 통행저항함수 형태는 결합모형 형태의 설명력이 가장 우수한 것으로 나타남
- 추정된 통행저항함수의 적합 결과는 다음 표와 같으며, 추정된 결합모형은 통계적 유의성을 확보하는 것으로 나타남

〈표 3-24〉 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과 및 계수

구분	모형	R-square	계수			
			α	β	γ	
영업용	소형	역지수	0.722	55.6655	0.0095	-
		역멱	0.825	4161.5659	1.2526	-
		결합	0.839	1695.2405	0.9611	0.0027
	중형	역지수	0.657	73.7387	0.0067	-
		역멱	0.700	1491.1552	0.8788	-
		결합	0.728	566.7579	0.5683	0.0028
	대형	역지수	0.611	108.8414	0.0068	-
		역멱	0.626	2450.5077	0.9086	-
		결합	0.662	730.9393	0.5247	0.0033
비영업용	소형	역지수	0.803	190.8011	0.0136	-
		역멱	0.864	62300.4787	1.7103	-
		결합	0.897	10534.9620	1.1304	0.0055
	중형	역지수	0.748	59.6571	0.0107	-
		역멱	0.828	5371.5235	1.3298	-
		결합	0.850	1658.2988	0.9442	0.0037
	대형	역지수	0.602	16.8944	0.0075	-
		역멱	0.712	385.1023	0.9243	-
		결합	0.721	230.7672	0.7530	0.0017

라. 화물자동차 O/D 보완 및 검증

- 2022년 화물자동차통행실태조사 중 고속도로를 이용한 화물자동차 통행자료와 DTG 및 Tmap 자료를 보정 자료로 활용함

1) 고속도로를 이용한 화물자동차통행실태조사 보정

- 차종을 6종으로 분류하는 한국도로공사의 요금소간 O/D 자료를 본 과업의 소형, 중형, 대형 화물차 분류체계로 수정하고, 화물자동차통행실태조사 중 고속도로를 이용한 화물자동차의 최초출발지와 최종목적지 정보, 출발지와 목적지별 이용영업소 자료를 활용하여 화물자동차 O/D를 보정함

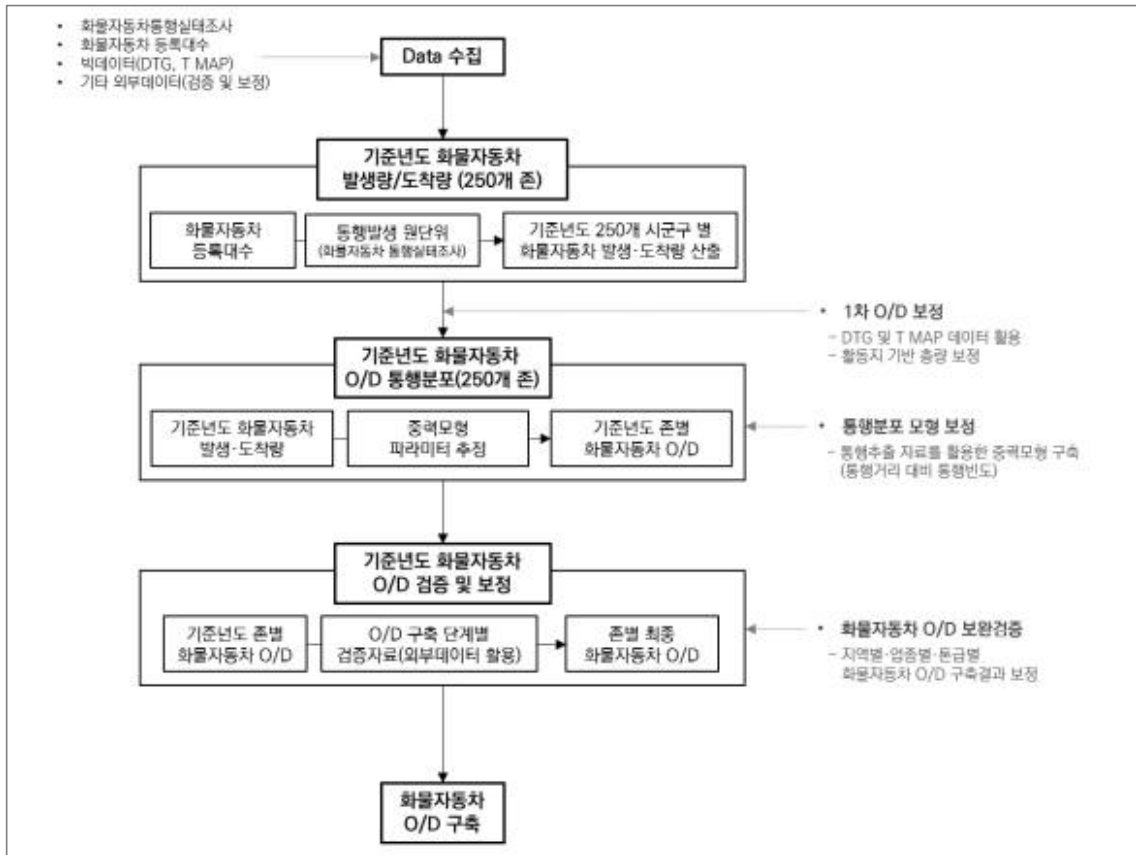
2) DTG 및 Tmap 자료 보정

- 차종을 6종으로 분류하는 한국도로공사의 요금소간 O/D 자료를 본 과업의 소형, 중형, 대형 화물차 분류체계로 수정하고, 화물자동차통행실태조사 중 고속도로를 이용한 화물자동차의 최초출발지와 최종목적지 정보, 출발지와 목적지별 이용영업소 자료를 활용하여 화물자동차 O/D를 보정함

3) 기타자료

- 도로교통량 통계연보와 대도시의 도시교통기초조사 자료를 이용하여 존별 코든라인 검증을 수행함
- 국토교통부의 자동차등록통계의 시군구별, 적재능력별 등록대수 자료를 이용하여 기종점통행량의 적재능력별 화물자동차 통행수를 검증함
- 교통안전공단의 지역별, 적재능력별 평균주행거리, 화물자동차통행실태조사 자료의 평균통행거리 결과와 추정된 화물자동차 O/D의 지역별 평균주행거리를 비교 검증함
- 도로교통량통계연보의 링크교통량과 모형의 배정교통량을 비교하여 주행방향별, 차종별 오차율 검증을 수행하며 통행배정 결과는 GIS 프로그램을 이용하여

재검토함



〈그림 3-11〉 화물자동차 O/D 구축 프로세스



제4장 전국 화물 O/D 전수화 및 장래 예측

제1절 물동량 O/D 산정 결과

제2절 화물자동차 O/D 산정 결과

제3절 장래년도 화물O/D 예측 방법론

제4장 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측

제1절 물동량 O/D 산정 결과

1. 도로화물

가. 지역별 물동량

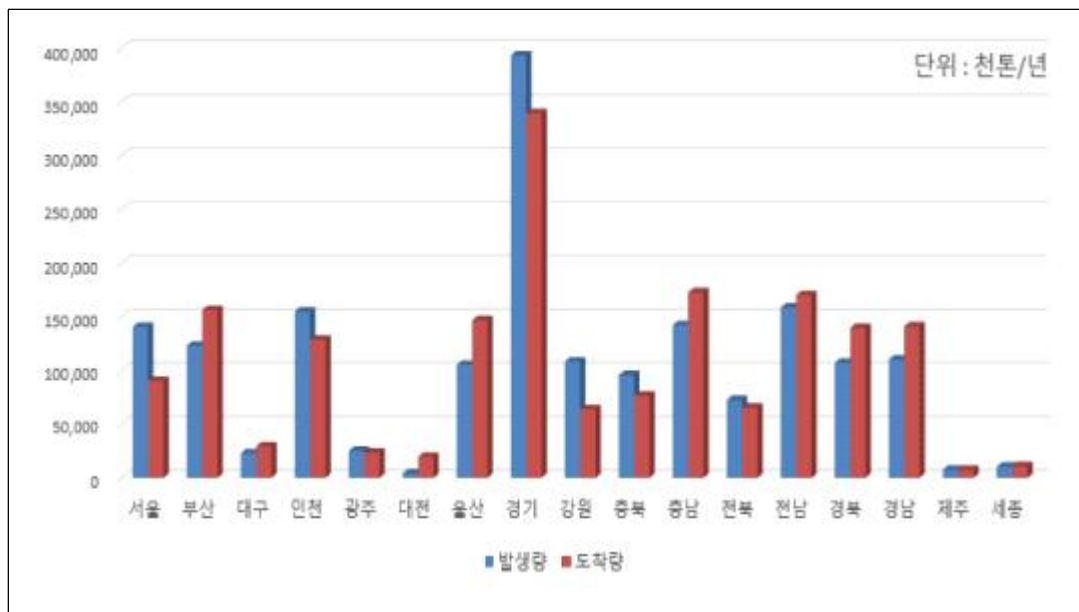
- 도로화물 발생량 및 도착량은 경기도가 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다으며, 각각 22.05%, 19.04%인 것으로 나타남
- 경기도 다음으로 발생량이 가장 높은 지역은 전라남도(8.90%), 인천광역시(8.69%) 순이고, 도착량은 충청남도(9.69%), 전라남도(9.55%) 순임

〈표 4-1〉 전국 17개 시도별 전품목 화물 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	140,793,126	7.89	90,494,628	5.07
부산광역시	123,308,951	6.91	156,597,081	8.77
대구광역시	22,957,082	1.29	29,490,215	1.65
인천광역시	155,198,021	8.69	128,841,916	7.22
광주광역시	25,420,225	1.42	23,775,712	1.33
대전광역시	4,296,896	0.24	19,819,183	1.11
울산광역시	105,455,233	5.91	146,978,488	8.23
경기도	393,803,762	22.05	339,941,607	19.04
강원도	108,431,587	6.07	64,072,782	3.59
충청북도	95,848,093	5.37	76,805,346	4.30
충청남도	142,416,497	7.98	172,997,922	9.69
전라북도	72,703,124	4.07	65,485,648	3.67
전라남도	158,926,056	8.90	170,452,987	9.55
경상북도	107,346,760	6.01	139,716,493	7.82
경상남도	110,481,494	6.19	141,351,519	7.92
제주특별자치도	7,579,172	0.42	7,579,172	0.42
세종특별자치시	10,595,589	0.59	11,160,971	0.63
합계	1,785,561,668	100.00	1,785,561,668	100.00

- 각 지역별 화물 발생량과 도착량을 비교한 결과, 서울, 인천, 광주, 경기, 강원, 충북, 전북 지역은 발생량이 도착량보다 더 많은 것으로 나타났고, 제주는 발생량과 도착량이 서로 같으며, 그 외의 지역은 도착량이 발생량보다 많은 것으로 나타남



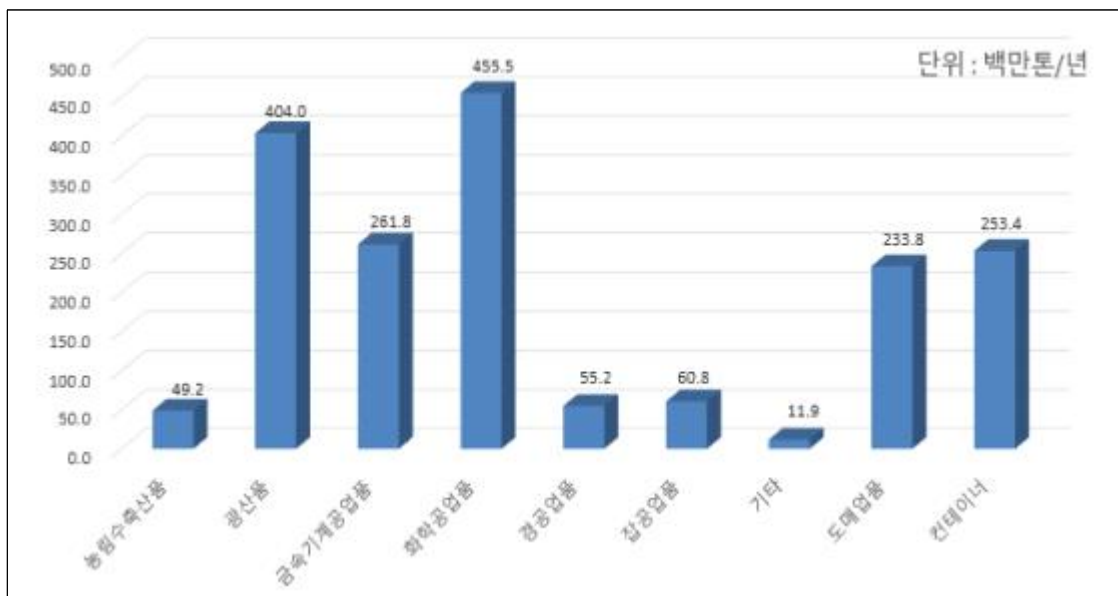
〈그림 4-1〉 전국 17개 시도별 화물 발생량 및 도착량

나. 품목별 물동량

- 화물을 7개 대분류 품목으로 분류하고, 도매업 및 컨테이너는 별도로 구분하여 구축함
- 화학공업품이 전체 물동량의 25.51%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 그 뒤로 광산품이 22.62%, 금속기계공업품이 14.66% 순임

〈표 4-2〉 대분류 품목별 도로화물 물동량

구분	코드번호	물동량(톤/년)	비율(%)	
농림수축산업	1.농림수축산품	품목 1 ~ 4	49,162,376	2.75
광업	2.광산품	품목 5 ~ 9	403,978,262	22.62
제조업	3.금속기계공업품	품목 22 ~ 29	261,789,102	14.66
	4.화학공업품	품목 18 ~ 21	455,500,374	25.51
	5.경공업품	품목 10 ~ 14	55,150,355	3.09
	6.잡공업품	품목 15 ~ 17	60,846,999	3.41
	7. 기타	품목 30 ~ 31	11,918,613	0.67
도매업품			233,828,700	13.10
컨테이너			253,386,887	14.19
합계			1,785,561,668	100.00



〈그림 4-2〉 대분류 품목별 물동량

다. 품목별 O/D

- 대분류 품목 1은 1~4번 품목인 농·림·수·축산품으로 총 물동량은 49,162,376톤/년임
- 지역별로 발생량을 보면 전남지역이 7,593,108톤/년으로 가장 많았고, 다음으로 경기지역이 7,350,367톤/년으로 나타남
- 지역별 도착량은 경기지역이 8,307,627톤/년으로 가장 많았고, 인천지역이 5,186,578톤/년, 충남지역이 4,904,942톤/년 순으로 나타남

〈표 4-3〉 대분류 품목 1(농·림·수·축산품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	4,29	161	86	1,116	51	83	74	3,680	49	47	53	37	38	41	30	0	61	12,50
부산	16,283	253,115	7,55	7,908	2,36	3,66	6,66	37,30	18,35	8,59	13,62	9,72	22,23	98,46	35,461	0	70	3,112,101
대구	6,96	6,30	4,55	3,46	1,46	1,95	2,71	17,00	4,21	7,71	8,62	7,52	7,181	24,79	15,85	0	84	157,29
인천	31,71	9,96	3,91	3,983,39	1,72	2,98	1,77	1,00,85	112,80	66,15	115,37	78,79	11,153	14,131	11,779	0	1,41	6,051,911
광주	7,58	3,41	2,28	3,85	31,64	2,10	1,47	18,28	3,59	6,72	10,58	14,03	21,97	7,53	8,06	0	96	142,90
대전	2,59	78	81	1,20	40	10,32	33	7,188	1,381	5,69	5,36	4,00	1,757	3,162	1,92	0	73	47,86
울산	5,61	13,91	15,32	2,88	98	67,36	95,701	2,771	4,91	31,86	6,481	82,59	79,186	204,88	110,70	0	56	1,737,75
경기	351,61	4,81	61,08	170,05	21,01	52,55	18,90	2,311,73	174,671	811,32	2,081,47	611,101	91,115	38,950	120,66	0	2,218	7,301,37
강원	26,08	71,06	41,01	161,88	2,72	31,681	5,45	68,166	40,580	21,583	28,55	14,703	116,811	25,783	158,321	0	21,75	2,801,73
충북	141,01	41,87	3,963	82,71	15,25	4,05	2,108	381,031	105,30	30,480	188,21	12,65	7,885	183,89	101,105	0	28,79	1,961,157
충남	36,50	103,71	73,77	188,25	41,96	92,47	31,38	99,751	166,08	417,47	881,39	45,72	18,59	22,812	22,601	0	55,57	4,401,911
전북	21,71	10,01	8,82	112,49	81,15	13,49	31,87	51,571	117,72	271,12	354,33	1,622,29	32,680	28,26	22,410	0	21,48	4,581,57
전남	41,56	52,36	15,56	26,96	25,03	108,30	97,85	1,05,319	321,781	32,512	52,46	65,682	1,546,78	501,18	71,391	0	31,21	7,581,108
경북	27,40	19,182	19,427	147,011	41,78	73,59	98,131	70,416	26,79	36,70	35,75	27,77	23,457	91,28	381,52	0	35,37	4,571,512
경남	10,103	38,89	12,146	82,63	38,40	44,40	61,149	48,121	124,92	183,94	195,37	222,68	222,60	333,131	788,79	0	17,02	3,381,26
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,06,88	0	1,06,88
세종	8,98	2,179	2,663	4,891	1,02	4,189	1,063	27,401	5,144	28,153	23,88	11,583	5,063	10,889	5,821	0	8,73	151,563
합계	2,231,113	4,088,761	983,588	5,186,578	521,911	677,172	1,301,59	8,307,627	1,816,812	3,755,541	4,904,942	4,347,121	3,081,733	3,581,516	3,158,812	1,06,88	33,56	41,162,376

- 대분류 품목 2는 5~9번 품목인 광산품으로 총 물동량은 약 403,978,262톤/년으로 나타남
- 지역별 발생량을 보면 경기지역이 89,502,063톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고, 다음으로는 전남지역이 55,826,230톤/년, 충남지역이 54,450,611톤/년임
- 지역별 도착량은 충남지역이 65,733,787톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 전남지역이 59,516,549톤/년, 경기지역이 53,312,549톤/년으로 나타남

〈표 4-4〉 대분류 품목 2(광산품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	68,621	5,445	5,651	28,759	2,113	4,472	6,937	162,210	4,666	3,790	34,365	17,228	23,345	26,688	14,388	0	5,888	491,465
부산	2,337	2,365,336	121,172	51,229	23,448	29,555	48,556	231,623	28,755	19,683	19,779	151,619	683,283	78,776	2,781,511	0	28,755	8,263,438
대구	11,315	47,736	541,538	21,055	9,092	14,292	5,337	95,138	81,622	89,338	64,765	59,687	104,445	321,183	141,736	0	13,151	1,657,421
인천	40,383	66,611	67,108	18,241,735	25,548	51,555	84,431	9,536,911	472,038	982,244	406,782	204,172	26,666	383,520	174,988	0	66,611	31,403,230
광주	35	96	881	75	10,383	50	964	3,423	2,335	2,661	2,665	3,966	71,366	3,220	2,669	0	463	106,883
대전	25	6,249	46	49	155	5,539	463	2,489	1,447	4,028	2,366	1,601	1,604	2,068	1,041	0	754	31,077
울산	31,091	311,555	136,421	58,339	23,491	33,792	11,355,851	274,966	232,917	231,535	174,001	147,865	317,755	864,985	55,885	0	34,988	14,785,236
경기	2,666,539	889,377	86,983	5,171,110	331,573	951,633	1,100,963	24,927,088	7,011,721	8,039,717	17,966,610	3,355,933	3,664,225	4,235,411	2,284,965	0	983,212	84,512,033
강원	48,121	475,101	46,283	66,901	131,029	25,316	624,465	3,475,747	24,922,811	2,688,333	1,536,510	985,083	1,484,422	3,163,322	1,144,311	0	26,078	42,782,883
충북	157,222	231,181	231,225	284,477	62,765	166,776	25,317	1,531,230	1,666,883	2,688,966	96,445	534,355	60,107	1,173,316	521,355	0	272,792	11,365,387
충남	257,227	331,001	282,927	52,336	125,622	36,601	321,401	2,821,104	1,266,666	2,522,064	41,321,077	1,478,999	1,388,622	1,233,105	726,178	0	56,383	54,450,611
전북	148,129	322,575	291,131	292,764	235,561	265,966	311,761	1,322,466	881,179	1,145,229	1,394,411	8,975,426	2,101,622	1,163,148	86,992	0	25,210	19,982,738
전남	101,787	333,736	297,889	211,766	316,810	167,119	384,622	1,165,322	861,661	871,236	86,196	1,181,883	4,994,443	1,175,119	1,671,117	0	147,366	55,826,230
경북	173,049	488,091	691,622	221,214	81,668	172,483	622,165	1,166,989	1,231,114	1,731,709	76,886	575,411	971,017	2,182,681	1,025,633	0	153,381	31,183,066
경남	103,361	1,152,952	582,065	238,882	110,033	133,901	87,144	1,021,140	782,945	86,223	66,330	68,888	1,627,067	1,732,673	25,484,611	0	123,179	36,065,416
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,333,929	0	2,333,929
세종	47,416	51,027	58,886	91,131	21,591	18,889	66,381	46,622	263,139	88,977	59,568	29,266	28,271	281,988	14,091	0	48,019	3,922,176
합계	4,757,228	6,957,049	4,668,217	35,140,031	1,531,844	2,727,566	16,511,788	53,322,549	39,922,033	22,888,683	65,733,787	18,381,265	31,516,549	37,621,181	37,521,321	2,333,929	3,341,338	403,978,262

- 대분류 품목 3은 22~29번 품목인 금속기계공업품으로 구성되며 총 물동량은 261,789,102톤/년으로 나타남
- 지역별 발생량을 보면 경기지역이 46,632,072톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고 그 뒤로 경남지역이 35,436,995톤/년, 경북지역이 28,261,397톤/년임
- 지역별 도착량은 경기지역이 51,180,888톤/년으로 가장 많이 도착하고 경남지역 39,023,939톤/년, 울산지역 35,083,682톤/년 순임

〈표 4-5〉 대분류 품목 3(금속기계공업품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	32,361	17,231	14,446	9,458	12,857	10,829	39,986	392,022	17,137	40,929	79,331	15,788	21,538	64,988	63,977	0	3,621	1,365,416
부산	53,185	7,488,977	96,881	52,743	53,094	25,122	70,447	390,440	23,883	74,132	161,685	77,625	28,331	42,183	2,027,884	0	4,238	11,900,781
대구	89,356	180,428	1,129,622	80,761	62,447	40,657	406,043	434,233	33,377	100,250	180,782	87,249	136,063	65,070	66,250	0	5,927	4,238,327
인천	588,686	278,085	137,110	13,079,433	147,224	91,906	685,066	4,138,844	101,622	379,990	1,116,736	331,829	674,327	922,663	900,761	0	23,000	23,627,211
광주	506,805	347,988	182,354	492,980	2,622,984	123,845	680,827	1,882,300	122,574	289,000	882,657	891,588	3,974,811	335,300	888,288	0	22,094	14,466,600
대전	33,433	30,227	17,101	22,224	14,774	140,384	36,674	171,333	9,922	64,215	99,974	23,079	23,322	77,665	60,116	0	9,589	824,022
울산	149,423	486,170	113,428	13,883	46,992	32,328	23,387,890	539,534	6,880	84,175	193,534	130,986	173,684	45,907	1,380,659	0	5,744	27,361,236
경기	1,829,566	486,657	38,686	2,236,345	301,322	289,327	1,165,288	26,823,500	26,532	97,789	6,855,239	484,327	98,635	1,922,232	1,336,331	0	61,216	46,622,022
강원	70,021	54,036	31,691	60,387	24,955	17,504	140,516	386,833	20,382	82,866	131,781	40,521	85,185	189,466	153,022	0	3,538	1,722,132
충북	389,882	188,435	144,233	288,185	130,161	171,853	470,171	1,881,139	113,970	1,062,871	844,988	197,457	211,220	622,684	677,991	0	50,532	7,455,633
충남	925,684	521,101	304,429	989,264	341,638	345,581	1,154,745	9,336,866	220,221	96,472	5,075,382	742,905	874,720	1,489,533	1,365,394	0	100,866	24,955,788
전북	115,417	96,767	55,338	109,700	98,688	57,337	176,423	517,766	31,347	102,994	355,216	2,081,623	222,891	190,822	344,024	0	8,162	4,544,537
전남	84,338	142,229	64,311	76,716	212,335	37,680	336,488	382,537	39,172	84,300	196,482	167,904	24,344,889	26,425	904,325	0	5,142	27,365,233
경북	444,337	1,104,449	985,152	394,929	222,649	189,338	3,339,784	2,115,965	171,343	589,906	1,071,319	489,929	941,866	13,322,204	2,855,865	0	31,061	28,261,397
경남	389,044	1,909,441	400,086	272,194	242,665	128,929	2,322,319	1,444,735	127,866	389,165	612,357	341,631	824,144	1,389,451	24,770,228	0	18,806	35,436,995
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	866,883	0	866,883
세종	23,700	23,400	14,004	22,225	15,204	22,633	61,227	132,720	6,720	87,317	177,082	30,688	54,588	95,688	67,844	0	19,636	874,636
합계	5,864,316	13,331,739	4,087,989	18,330,742	4,689,880	1,665,523	35,083,682	51,180,888	1,633,127	5,270,339	18,004,325	6,065,070	33,785,091	22,622,249	31,023,989	866,883	33,337	261,789,102

- 대분류 품목 4는 18~21번 품목인 화학공업품으로 구성되며 총 물동량은 약 455,500,374톤/년으로 나타남
- 지역별 발생량을 보면 경기지역에서 103,166,712톤/년으로 가장 많이 발생하였고, 다음으로 충청지역 60,245,110톤/년, 전남지역 41,910,973톤/년으로 나타남
- 지역별 도착량을 보면 경기지역이 92,847,782톤/년으로 가장 높게 나타났고 그 뒤로 울산지역이 67,839,480톤/년, 충남지역 57,294,581톤/년 순으로 나타남

〈표 4-6〉 대분류 품목 4(화학공업품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	17,36	906	590	5108	508	785	6,75	23581	1028	2406	6,27	11,40	815	3382	2212	0	317	78,75
부산	820	46885	898	406	6301	4,92	510,68	4879	7978	1364	3222	1002	3906	107,35	29598	0	2498	154269
대구	3159	2053	217,75	5,32	8990	7,97	47,00	6887	1355	2307	47,52	16,42	3922	273,58	1,0089	0	4270	89992
인천	396,02	26,44	18,76	142803	18,45	29,26	56,15	1270,41	5070	107,20	260,94	40,22	6885	1,8279	96,39	0	15,20	406030
광주	6,97	3,38	4,32	3,74	6217	6,68	9,40	35,81	2,89	10,31	29,25	14,19	20,46	21,47	23,86	0	1,78	249,38
대전	5,21	6,38	4,11	5,49	4,68	19,16	20,61	4,43	5,36	3,69	6,71	13,39	2,38	4,72	2,46	0	8,01	45,31
울산	4,31	70,23	7,65	4,05	31,21	3,68	3199,25	2367	4,78	10,85	21,28	6,84	31,79	75,37	1,1219	0	1,24	3885,45
경기	395,42	136,81	80,174	495,31	74,97	1,15,46	5,35,67	458071	232,78	504,62	1267,37	190,61	531,35	737,58	369,43	0	27,86	10316,72
강원	87,81	85,52	38,21	87,82	41,37	49,91	231,05	835,01	569,80	272,02	406,82	79,62	1,80,65	585,23	2,41,79	0	35,25	3805,28
충북	210,89	101,38	65,67	1,77,88	51,63	109,33	748,71	979,40	148,73	908,76	905,40	135,57	532,31	593,46	278,18	0	87,78	6125,10
충남	62,29	43,93	27,89	61,82	39,23	1,12,17	1,73,16	588,28	37,66	206,06	131,00	1,19,12	1,98,12	270,48	1,47,06	0	30,30	3181,58
전북	26,23	50,01	32,48	39,48	71,36	35,62	1,31,57	309,79	38,30	1,25,66	417,01	567,07	287,21	242,10	1,97,05	0	24,03	2647,19
전남	31,68	68,02	26,80	39,08	3,67,01	22,69	246,18	220,07	36,06	78,72	2,12,67	1,01,75	2,52,15	2,36,46	2,45,43	0	17,69	4190,93
경북	20,68	61,83	70,73	21,41	19,08	24,48	238,79	1,81,16	31,76	98,14	1,42,56	36,32	97,81	933,20	1,90,15	0	12,65	2,73,97
경남	15,99	92,63	15,31	19,79	7,78	7,44	332,85	50,19	61,52	16,98	48,52	14,13	99,59	73,70	2,41,35	0	2,41	1035,22
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,33,80	0	1,33,80
세종	5,79	62,63	3,00	65,08	4,92	17,93	161,35	79,49	2,80	76,36	118,23	12,06	18,74	41,33	22,22	0	52,25	473,87
합계	1285,17	1278,29	610,98	2384,50	782,31	577,53	6789,40	9287,82	11,97,17	2446,80	57,24,51	1343,95	4388,28	4385,84	2532,48	1,33,80	385,40	4530,34

- 대분류 품목 5는 10~14번 품목인 경공업품으로 구성되고 총 물동량은 55,150,355톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 12,155,707톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고 그 뒤로 충남지역 9,286,586톤/년, 강원지역 4,951,982톤/년으로 나타남
 - 지역별 도착량을 보면 경기지역이 12,486,140톤/년으로 나타났고, 다음으로 서울지역 7,771,992톤/년, 충남지역 4,540,258톤/년 순으로 나타남

〈표 4-7〉 대분류 품목 5(경공업품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	1,488,222	4,957	53,237	94,488	20,533	23,330	24,673	634,549	34,249	65,266	83,021	44,230	34,388	86,124	62,784	0	4,912	2,801,284
부산	83,980	1,089,691	44,925	13,463	12,766	10,237	51,095	87,557	15,545	33,827	33,685	33,727	38,330	74,170	241,988	0	2,223	1,787,124
대구	286,000	82,000	48,981	23,800	30,726	18,851	30,864	131,247	18,739	44,566	46,822	42,402	37,800	152,685	122,688	0	3,230	1,484,400
인천	586,623	53,333	31,633	2,153,027	18,271	25,236	24,107	996,394	66,088	166,825	170,500	88,176	39,995	72,293	93,388	0	9,449	4,544,829
광주	31,622	17,504	10,624	7,889	114,333	7,223	6,724	47,539	7,738	20,612	25,688	40,729	71,681	18,727	33,823	0	1,539	463,951
대전	57,424	18,449	13,422	12,227	7,449	161,099	7,894	81,338	11,900	67,464	57,884	40,637	20,081	29,535	33,255	0	5,880	688,800
울산	62,888	47,939	12,737	6,416	4,737	4,217	1,055,654	54,996	6,226	13,101	13,259	11,249	12,167	37,102	48,995	0	905	1,392,488
경기	2,686,237	200,311	126,229	355,000	74,622	108,574	92,587	5,397,335	283,077	589,003	687,745	338,741	244,151	288,688	365,510	0	37,866	12,155,707
강원	533,882	200,465	114,537	167,999	51,788	68,981	93,983	1,116,832	743,381	483,355	353,688	230,222	172,832	288,708	324,110	0	2,286	4,951,982
충북	257,654	83,011	56,622	66,113	26,288	64,641	37,181	442,023	84,346	689,155	283,588	130,729	73,355	189,432	144,759	0	25,287	2,589,086
충남	809,877	285,335	183,644	257,049	130,535	257,000	123,335	1,722,635	200,900	901,754	2,002,238	907,251	385,000	46,998	535,637	0	95,038	9,286,586
전북	187,883	113,831	70,800	57,400	82,551	64,685	43,675	381,157	39,188	192,866	281,235	1,386,539	200,532	134,663	25,922	0	15,087	3,401,038
전남	162,488	136,000	66,445	44,445	130,349	38,727	51,571	302,333	54,446	143,135	122,123	244,404	922,715	124,129	20,757	0	10,231	2,893,300
경북	586,937	283,449	36,032	87,087	57,566	74,774	188,235	500,331	121,149	305,630	288,630	222,738	164,851	865,494	465,449	0	18,119	4,417,832
경남	109,988	181,335	57,333	18,988	18,633	15,734	45,374	120,994	21,000	52,227	51,988	39,527	64,488	88,442	50,735	0	3,427	1,457,957
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	489,833	0	489,833
세종	30,335	11,331	7,331	9,631	4,125	14,832	5,047	61,110	8,963	76,294	65,338	23,442	12,639	17,252	19,866	0	19,333	315,066
합계	7,771,992	2,883,188	1,364,504	3,581,142	75,534	923,300	1,851,921	12,486,140	1,761,985	3,739,988	4,540,258	3,754,724	2,300,128	2,784,223	3,321,688	489,833	274,782	55,150,355

- 대분류 품목 6은 15~17번 품목인 잡공업품으로 구성되고 총 물동량은 60,846,999톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 33,594,252톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고, 그 뒤로 충북지역이 8,605,722톤/년, 강원지역이 4,434,425톤/년으로 나타남
 - 지역별 도착량을 보면 경기지역이 16,864,000톤/년으로 나타났고, 다음으로 서울지역이 6,472,886톤/년, 충남지역이 4,794,465톤/년 순으로 나타남 나타남

〈표 4-8〉 대분류 품목 6(잡공업품) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	26,874	8,457	6,911	17,199	4,530	7,929	10,461	12,961	3,573	11,988	12,270	5,455	6,124	12,581	13,338	0	2,330	42,883
부산	3,522	24,033	5,864	2,855	2,064	1,755	15,594	12,955	881	3,559	4,055	3,337	5,068	12,638	4,882	0	410	344,265
대구	9,417	21,491	28,438	3,655	5,133	6,987	22,065	21,465	2,081	8,665	8,623	8,770	8,408	52,889	49,616	0	1,454	488,065
인천	105,422	36,138	27,419	2,057,855	12,455	11,278	31,763	52,449	10,237	42,057	61,654	25,834	31,255	56,525	72,778	0	3,881	3,120,974
광주	3,565	4,740	3,357	2,110	39,292	2,369	4,335	10,330	692	3,140	4,623	7,311	11,627	6,314	10,771	0	547	115,465
대전	5,128	2,737	2,336	1,855	1,434	27,549	2,922	11,533	602	5,144	4,644	15,955	2,172	4,791	4,955	0	1,020	94,877
울산	2,157	14,122	5,195	1,865	1,351	1,356	1,700,755	8,321	702	2,664	2,987	2,465	3,235	14,184	22,018	0	339	1,783,709
경기	5,133,887	833,439	903,588	1,621,535	451,335	1,038,854	1,054,551	13,103,584	423,038	1,333,154	2,084,888	1,117,075	688,104	1,638,055	1,984,292	0	28,992	33,594,252
강원	25,978	21,919	121,022	26,181	67,341	72,019	27,487	1,175,725	32,723	274,710	333,563	141,155	153,949	401,185	404,988	0	21,279	4,434,425
충북	529,057	294,334	373,688	138,553	155,533	644,233	387,038	1,232,922	123,711	1,681,888	703,329	427,073	293,255	687,735	729,479	0	357,855	8,605,722
충남	111,616	51,338	47,628	41,941	31,616	89,334	57,449	287,703	14,133	94,049	738,949	95,077	45,620	93,075	115,023	0	33,336	1,965,937
전북	38,865	56,728	33,831	42,065	39,178	31,987	41,852	180,082	8,783	51,287	894,638	1,416,414	71,270	82,775	121,966	0	6,881	3,075,633
전남	3,323	5,636	3,737	2,229	11,687	2,536	4,988	10,538	720	3,187	4,723	7,314	34,277	6,800	13,519	0	540	115,800
경북	26,811	75,054	139,053	14,430	15,615	23,175	81,738	76,458	7,990	34,557	34,283	32,103	27,538	283,054	142,915	0	5,404	1,026,148
경남	18,821	166,319	83,465	12,973	13,255	12,665	94,057	61,888	4,923	21,019	22,821	23,353	31,354	81,566	615,219	0	2,770	1,233,614
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222,155	0	222,155
세종	8,322	4,684	5,329	2,819	2,733	14,543	5,889	21,183	1,355	17,467	18,471	7,829	3,954	10,120	11,055	0	17,235	152,141
합계	6,472,886	2,021,353	2,021,032	4,210,074	83,530	1,951,700	3,731,885	16,864,000	96,216	3,557,457	4,794,465	3,335,551	1,324,212	3,442,270	4,322,866	222,155	64,277	60,846,999

- 대분류 품목 7은 30~31번 품목인 기타품목으로 구성되며 총 물동량은 11,918,613톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 전북지역이 5,121,371톤/년으로 나타났으며 그 뒤로 경기지역이 2,908,677톤/년, 인천지역이 1,082,656톤/년 순임
 - 지역별 도착량은 전북지역에 5,153,563톤/년이 도착하는 것으로 나타났고, 다음으로 경기지역이 1,873,485톤/년, 울산지역이 1,085,672톤/년 순임

〈표 4-9〉 대분류 품목 7(기타) 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	1,123	42	23	1,36	37	12	70	7,00	27	68	1,12	38	50	1,10	1,31	0	7	31,74
부산	2,76	19,82	1,82	76	1,30	50	9,08	4,63	42	1,30	2,31	1,22	2,33	5,90	2,63	0	17	22,93
대구	2,05	2,43	15,01	53	1,01	41	3,70	3,47	38	1,85	1,75	99	1,50	8,07	8,17	0	10	31,82
인천	4,113	3,71	2,45	79,28	3,93	1,81	6,95	15,107	16,42	14,03	31,98	12,74	4,67	9,26	11,24	0	70	1,082,656
광주	2,53	1,26	89	62	11,57	53	2,01	4,23	25	1,09	2,46	1,87	3,98	2,53	4,38	0	15	41,26
대전	3,50	1,92	1,33	1,05	1,68	10,10	2,85	6,38	42	3,75	4,73	1,99	2,19	5,20	6,03	0	55	53,98
울산	22	1,39	32	89	18	40	99,167	49	6	19	22	10	33	1,31	2,42	0	17	95,88
경기	30,56	37,47	22,01	9,78	27,64	4,82	31,38	1,57,416	18,73	13,20	28,91	9,170	31,98	102,02	10,516	0	6,09	2,908,677
강원	1,79	45	23	40	27	19	80	2,89	42	66	98	31	40	1,85	1,35	0	61	12,43
충북	3,73	8,71	6,12	6,37	6,59	6,23	14,77	4,31	3,32	3,41	2,61	8,154	9,38	2,13	2,119	0	2,89	31,26
충남	2,75	8,97	5,72	6,51	8,63	5,02	13,49	4,79	2,69	15,39	61,71	10,02	11,89	22,60	2,67	0	2,97	27,38
전북	7,88	8,59	2,79	2,36	6,73	1,99	6,35	13,34	1,02	4,57	11,06	5,04,30	14,38	9,82	15,85	0	68	5,121,371
전남	1,15	1,02	57	30	2,89	37	1,42	1,97	10	56	1,00	99	22,05	1,42	3,68	0	70	29,67
경북	6,45	8,75	8,75	1,67	2,51	1,32	12,90	10,99	98	3,55	5,57	2,66	3,98	10,53	21,17	0	41	23,30
경남	11,95	3,26	9,31	3,16	6,10	2,26	3,90	21,01	1,75	5,97	10,09	5,74	11,37	2,23	13,11	0	73	39,15
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	122,71	0	122,71
세종	17	71	49	52	63	5	18	39	22	22	32	62	83	26	24	0	112	2,10
합계	46,73	37,46	77,80	87,70	81,53	81,83	1,05,62	1,83,45	47,40	26,65	37,85	5,153,53	38,38	33,26	32,81	122,71	15,61	11,918,613

○ 도매업의 총 물동량은 233,828,700톤/년으로 나타남

- 지역별 발생량을 보면 서울지역이 133,828,448톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 경기지역이 61,106,621톤/년, 강원지역이 13,065,711톤/년 순임
- 지역별 도착량은 경기지역에 61,497,533톤/년으로 가장 많이 도착하였고, 그 다음으로 서울지역에 47,480,835톤/년, 경남지역에 15,602,319톤/년이 도착하는 것으로 나타남

〈표 4-10〉 도매업품 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	4,233,399	4,555,891	3,157,338	6,500,001	2,033,277	2,633,011	3,991,400	34,024,433	2,446,400	4,231,485	6,322,006	3,327,237	4,172,988	7,454,009	7,152,365	0	541,644	133,828,448
부산	9,725	2,722,601	91,265	6,848	3,721	19,185	32,757	40,965	12,351	23,765	27,781	32,581	74,539	181,609	72,235	0	2,700	4,203,594
대구	10,535	145,830	1,933,800	7,251	27,000	25,522	114,622	45,200	12,600	30,774	32,339	35,039	59,465	38,302	38,412	0	3,358	3,180,330
인천	271,300	128,139	87,700	1,288,433	53,039	70,723	112,780	88,893	59,711	107,951	176,230	91,823	118,330	25,245	201,734	0	14,539	3,820,133
광주	15,411	95,811	62,737	10,917	1,783,533	36,330	68,125	65,737	13,411	35,225	57,533	113,121	34,022	111,810	175,217	0	4,801	2,981,137
대전	6,982	23,238	19,914	4,674	12,139	424,265	19,335	32,635	5,533	36,651	39,991	27,622	23,139	44,891	40,911	0	6,538	788,722
울산	2,133	68,627	19,081	1,465	4,733	4,016	731,522	9,039	2,737	5,333	5,900	5,733	12,682	58,922	61,881	0	610	1,055,557
경기	5,333,355	2,466,521	1,711,294	3,225,383	1,053,822	1,481,845	2,140,433	21,033,837	1,333,422	2,441,800	3,720,339	1,789,235	2,192,033	4,051,700	3,882,688	0	35,770	61,106,621
강원	432,335	980,337	653,322	25,779	35,880	32,932	889,988	1,888,478	1,335,539	789,811	691,381	471,254	666,124	1,729,825	1,417,338	0	66,339	13,065,711
충북	18,538	47,329	31,142	11,865	19,401	56,416	42,835	92,233	19,529	22,465	70,883	33,336	38,983	97,882	77,954	0	16,238	888,011
충남	22,380	43,719	32,927	15,312	24,413	50,000	37,512	123,923	13,530	60,233	22,965	54,533	47,338	75,739	73,134	0	14,233	902,222
전북	20,200	91,522	63,830	14,265	87,239	65,814	65,729	89,061	16,238	53,123	110,201	68,435	145,982	123,422	189,989	0	7,922	1,823,033
전남	10,837	85,930	44,981	7,744	121,478	23,139	59,580	4,651	9,781	23,738	37,335	63,537	48,338	82,442	181,152	0	3,170	1,197,922
경북	13,187	124,154	181,730	8,981	23,933	30,334	144,135	57,200	18,448	42,035	38,827	34,535	53,131	604,035	190,139	0	4,238	1,581,222
경남	9,710	32,100	107,938	6,800	31,448	21,938	100,939	41,221	11,022	25,023	29,889	31,333	98,113	163,822	1,088,128	0	2,839	2,170,312
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,222,922	0	1,222,922
세종	737	1,811	1,439	535	822	3,535	1,644	3,935	529	5,709	5,433	1,839	1,754	3,533	3,035	0	3,189	31,532
합계	47,480,835	11,853,629	8,241,671	11,317,110	5,577,122	5,333,265	8,880,533	61,497,533	5,341,033	8,225,335	11,629,689	6,822,535	8,448,333	15,300,410	15,602,319	1,222,922	98,171	233,828,700

- 컨테이너의 총 물동량은 253,386,887톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 부산지역이 77,975,050톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 인천지역이 40,849,787톤/년, 경기지역이 37,387,291톤/년 순으로 분석됨
 - 지역별 도착량은 부산지역에 102,517,608톤/년으로 가장 많이 도착하는 것으로 나타났고, 그 다음으로 경기지역에 41,571,603톤/년, 인천지역에 35,375,939톤/년으로 분석됨

〈표 4-11〉 컨테이너 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	0	80,788	0	85,665	0	0	0	2,955	0	0	0	83	23,338	0	0	0	0	99,571
부산	1,155,871	19,653,609	1,454,955	2,884,083	609,922	385,533	5,970,405	16,978,970	294,283	3,333,753	2,731,235	1,135,722	865,300	8,556,453	11,600,388	0	38,492	77,975,050
대구	0	239,555	0	294,400	0	0	0	17,105	38	0	0	9,677	1,088	0	3,238	0	0	2,651,103
인천	1,038,833	2,638,755	108,735	21,741,951	14,623	167,937	31,239	13,110,588	30,445	181,688	782,070	113,533	464,539	115,149	35,709	0	2,992	40,849,787
광주	0	2,000,355	0	83,580	0	0	0	4,530	24	0	0	0	2,457,125	0	0	0	0	4,355,555
대전	0	1,294,538	0	134,809	0	0	0	5,310	0	0	0	0	27,665	0	0	0	0	1,421,438
울산	1,135	13,151,474	11,433	45,470	0	0	4,126,074	64,310	27	0	0	538	5,223	18,332	4,916	0	0	17,566,892
경기	34,512	18,733,335	18,157	7,915,999	15,611	16,894	333,337	7,434,977	23,891	197,167	1,174,635	78,333	601,785	583,075	63,415	0	35,167	37,387,291
강원	0	49,351	0	95,892	0	0	0	9,217	10,788	0	0	45	582	0	17	0	0	65,590
충북	0	2,274,735	0	110,657	0	0	0	140,992	35	0	0	118	23,075	0	2,087	0	0	2,551,671
충남	0	3,337,530	0	99,557	0	0	0	1,194,665	84	0	625,730	35,821	64,335	0	1,789	0	0	6,330,533
전북	2,071	1,472,220	6,033	35,741	1,388	2,874	57	44,572	2,938	1,013	4,215	55,401	1,337,210	744	2,015	0	0	3,789,083
전남	29,977	88,338	51,985	33,422	1,111,333	51,915	179,800	2,339,985	22,887	1,000,773	40,172	2,070,215	11,533,285	28,755	47,000	0	1,022,755	21,887,698
경북	0	13,453,737	0	20,772	0	0	0	124,807	538	0	0	35	65,140	57,005	0	0	0	14,421,135
경남	0	19,672,139	0	10,993	0	0	2,571	40,561	72	0	0	294	61,394	0	125,594	0	0	20,033,538
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
세종	0	63,974	0	82,992	0	0	0	38,157	0	0	0	28	10,118	0	0	0	0	314,538
합계	2,522,339	102,517,608	1,651,327	35,375,939	1,822,967	636,142	10,622,985	41,571,603	67,098	4,764,424	5,728,019	4,001,822	17,655,332	10,137,523	12,257,322	0	1,374,437	253,386,887

- 도로화물 전품목 물동량은 1,785,561,668톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 393,803,762톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 전남지역이 158,926,056톤/년, 인천지역이 155,198,021톤/년 순으로 나타남
 - 지역별 도착량은 경기지역이 339,941,607톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 충남지역이 172,997,922톤/년, 전남지역이 170,452,987톤/년 순으로 나타남

〈표 4-12〉 도로화물 전품목 지역간 물동량 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	4,466,020	5,433,391	3,243,911	6,884,055	2,083,237	2,727,901	4,136,071	35,833,355	2,578,994	4,449,498	6,600,547	3,422,922	4,336,977	7,629,747	7,300,666	0	531,654	111,731,126
부산	1,488,889	4,849,200	1,935,333	3,047,821	737,835	524,446	12,300,123	18,232,223	654,118	3,833,172	3,456,411	1,588,611	2,238,442	11,188,569	20,674,922	0	337,665	123,388,591
대구	483,223	3,145,511	6,534,800	441,355	263,965	188,621	1,102,335	1,404,714	263,339	55,449	85,235	337,735	665,235	4,294,423	2,367,621	0	70,888	22,957,082
인천	7,072,223	3,484,122	594,899	7,539,016	424,400	644,640	1,536,194	4,100,533	1,771,129	3,488,223	5,500,581	1,277,081	2,338,888	3,544,324	2,449,620	0	338,021	15,198,021
광주	684,877	2,571,466	315,722	635,422	5,239,857	234,771	855,833	2,404,881	15,738	45,839	1,354,400	1,186,836	7,126,123	957,124	1,327,099	0	45,221	25,420,225
대전	114,522	1,324,466	515,588	183,944	427,777	98,474	94,257	39,668	3,022	24,533	26,833	18,451	12,440	29,155	18,721	0	33,065	4,263,866
울산	300,110	1,485,311	522,600	247,538	116,744	176,722	7,194,722	1,236,922	36,232	45,727	607,621	444,320	96,110	2,539,227	3,277,666	0	57,440	15,452,223
경기	2,226,755	25,011,800	4,888,140	25,833,888	3,170,835	5,050,099	11,321,091	15,726,336	11,837,938	19,622,833	47,425,235	9,827,339	13,538,449	21,356,492	13,937,811	0	2,504,377	38,833,722
강원	2,854,411	3,335,244	1,827,911	2,533,449	1,077,339	1,234,422	4,337,720	17,065,522	33,736,727	7,227,445	7,138,229	2,832,935	4,483,099	11,833,669	6,038,227	0	75,728	18,434,337
충북	3,600,994	4,221,033	1,533,334	2,770,027	900,388	2,322,330	8,657,037	15,336,440	3,440,330	15,709,935	12,088,488	2,722,333	6,639,339	8,833,235	5,038,000	0	1,522,035	95,833,038
충남	3,133,227	5,236,938	1,188,934	3,605,729	1,022,677	2,338,221	3,534,531	2,339,338	2,414,382	7,033,422	6,800,335	4,904,511	4,884,755	6,384,440	4,736,423	0	1,487,729	12,464,447
전북	1,064,457	2,822,336	844,105	1,364,170	1,433,888	1,136,720	2,066,727	6,234,728	1,489,339	3,100,722	7,404,421	2,337,444	7,236,894	4,665,721	3,962,227	0	537,331	72,721,124
전남	1,445,130	2,823,800	984,321	1,256,655	5,288,924	724,422	3,524,449	7,533,721	1,624,638	3,237,445	4,333,224	5,424,448	17,339,906	4,627,066	6,336,444	0	1,336,336	18,926,066
경북	1,622,994	1,636,931	3,237,644	1,236,336	633,999	827,721	6,738,800	6,664,322	2,143,066	3,935,335	3,894,833	1,954,530	3,338,999	4,139,448	7,022,336	0	322,666	17,367,720
경남	888,871	2,173,122	1,622,322	824,233	500,311	403,327	6,837,229	3,638,725	1,139,099	1,574,445	1,986,221	1,522,600	3,935,037	4,538,129	5,938,814	0	191,221	10,484,444
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,539,122	0	7,539,122
세종	177,335	221,233	15,822	29,330	94,633	335,339	35,964	1,537,835	38,733	1,704,633	2,038,131	46,933	60,133	84,133	45,222	0	1,039,522	10,335,339
합계	90,444,638	136,337,031	24,402,255	138,844,936	23,757,722	19,839,333	146,338,488	339,941,607	64,022,722	76,835,336	122,997,922	65,456,638	170,452,987	139,726,448	141,351,539	7,539,122	11,100,921	1,785,561,668

2. 철도화물

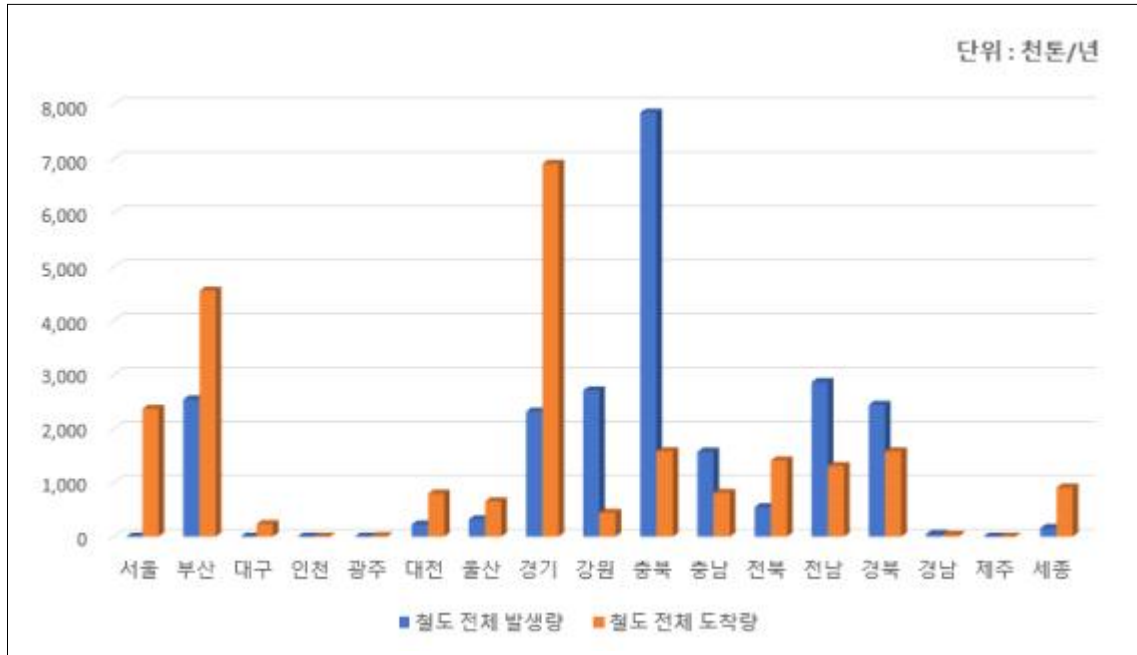
가. 철도화물 물동량

- 철도의 연간 화물 총 물동량은 23,623,473톤/년임
 - 충청북도의 발생량이 7,858천톤/년으로 가장 많았고, 그 뒤로 전라남도가 2,866천톤/년, 강원도가 2,711천톤/년 순임
 - 경기도의 도착량이 6,911천톤/년으로 가장 많았고, 그 다음으로 부산광역시가 4,561천톤/년, 서울특별시가 2,369천톤/년 순임

〈표 4-13〉 전국 17개 시도별 철도화물 발생량 및 도착량

단위: 톤/년

구 분	철도 전체		컨테이너		비컨테이너	
	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량
서울특별시	2,629	2,369,439	0	0	2,629	2,369,439
부산광역시	2,542,805	4,561,028	2,498,145	4,493,328	44,660	67,700
대구광역시	1,416	234,456	0	0	1,416	234,456
인천광역시	0	0	0	0	0	0
광주광역시	1,442	10,063	0	0	1,442	10,063
대전광역시	227,690	798,604	192,944	119,067	34,746	679,537
울산광역시	321,848	654,935	179,901	25,370	141,947	629,565
경기도	2,319,110	6,911,212	2,220,126	1,703,155	98,984	5,208,057
강원도	2,711,185	443,569	138	0	2,711,047	443,569
충청북도	7,858,316	1,582,465	0	0	7,858,316	1,582,465
충청남도	1,575,282	812,367	843,683	359,615	731,599	452,752
전라북도	545,473	1,413,812	451,967	1,135,999	93,506	277,813
전라남도	2,865,716	1,309,777	1,364,088	307,396	1,501,628	1,002,381
경상북도	2,443,584	1,579,026	522,619	110,368	1,920,965	1,468,658
경상남도	46,573	33,066	0	0	46,573	33,066
제주특별자치도	0	0	0	0	0	0
세종특별자치시	160,404	909,654	155,536	174,849	4,868	734,805
합계	23,623,473	23,623,473	8,429,147	8,429,147	15,194,326	15,194,326



<그림 4-3> 전국 17개 시도별 철도화물 발생량 및 도착량

나. 철도화물 O/D

<표 4-14> 철도화물 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	73	154	-	-	-	581	-	120	67	62	31	-	-	22	31	-	-	269
부산	52	2,689	43	-	76	123,851	25,300	1,652,251	38	488	38,665	65,800	8,753	111,987	-	-	175,077	2,522,855
대구	-	66	-	-	-	651	-	200	45	90	-	23	-	271	-	-	-	1,446
인천	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
광주	-	38	-	-	-	1,241	-	-	-	-	-	79	84	-	-	-	-	1,442
대전	5,800	196,530	62	-	1,338	15,688	-	48	32	851	38	2,667	2,300	52	804	-	-	227,600
울산	-	188,880	-	-	1,904	49	32	15,090	485	67,336	25,604	-	80	19,288	-	-	-	321,888
경기	971	2,229,822	686	-	-	2,671	-	8,322	-	1,088	4,888	89	15,090	52,954	9,886	-	1,944	2,339,110
강원	45,265	35	-	-	-	2,055	-	80,557	45,888	271,172	-	5,820	104	40,235	3,588	-	304,333	2,711,185
충북	1,885,274	624	224,224	-	-	684,088	-	3,449,253	6,704	157,955	7,288	150,823	48	90,627	2,616	-	47,532	7,888,316
충남	54	83,847	-	-	-	58	12,220	1,230	-	39	-	-	53,600	1,720	72	-	32	1,555,282
전북	-	157,888	-	-	-	3,254	-	1,288	-	329	70,120	10,027	22,544	43	-	-	-	55,473
전남	-	28,172	37	-	5,090	4,765	5,927	611,057	30	55	36,822	1,177,057	47,200	83,554	5,381	-	28	2,855,716
경북	6,494	524,107	9,094	-	-	7,427	45,016	32,751	2,153	1,071,801	2,621	67	25,033	3,119	2,140	-	151	2,483,584
경남	3,907	6,629	-	-	1,386	1,534	-	13,785	2,084	73	500	-	4,024	2,523	5,000	-	47	46,533
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
세종	-	15,535	-	-	-	-	-	1,600	42	-	-	-	18	-	2,588	-	-	16,141
합계	2,384,419	4,561,028	234,456	-	10,063	788,604	654,955	6,911,222	483,319	1,582,455	822,357	1,483,822	1,338,777	1,579,015	33,016	-	99,654	23,623,473

3. 항공화물

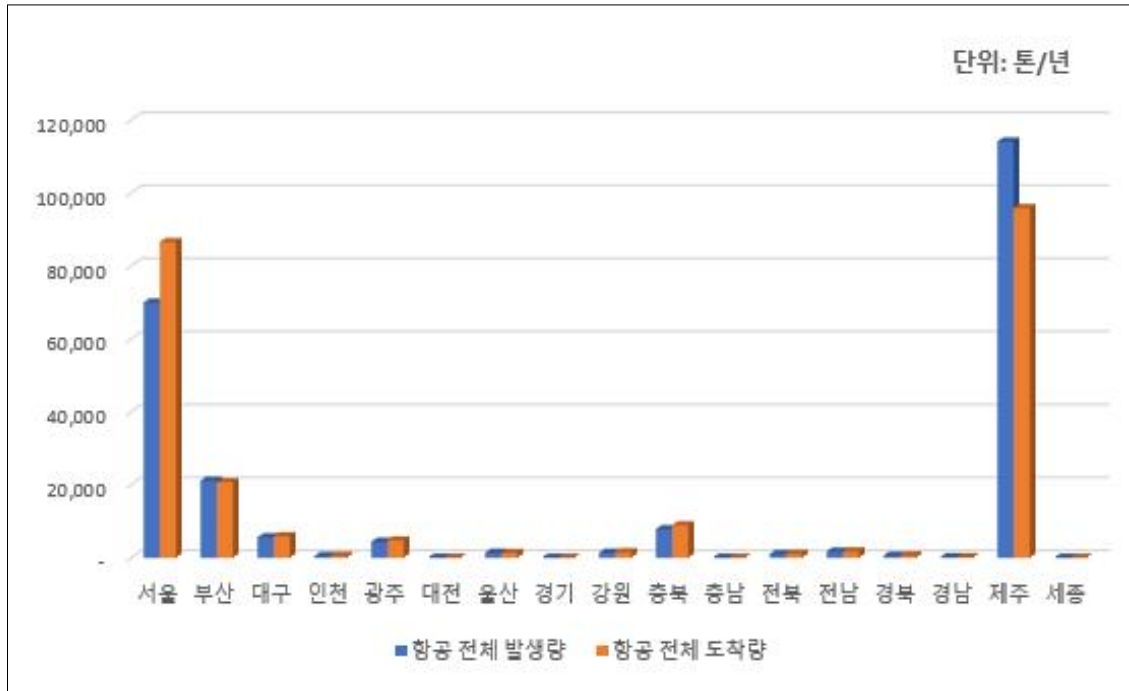
가. 항공화물 물동량

- 항공화물 물동량은 229,357톤/년이며 총 물동량 중 89.42%(205,086톤/년)가 서울특별시, 부산광역시, 제주특별자치도에서 발생하고 88.50%(202,978톤/년)가 도착함
- 제주특별자치도의 화물 발생량이 114,039톤/년(49.72%)으로 가장 큰 비중을 차지하였고, 그 다음으로 서울특별시의 화물 발생량이 69,911톤/년(30.48%)을 차지함
- 항공화물 도착량은 발생량과 동일하게 제주특별자치도가 95,775톤/년(41.76%)으로 가장 큰 비중을 차지하였고 그 뒤로 서울특별시가 86,511톤/년(37.72%)을 차지함

〈표 4-15〉 항공화물 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	69,911	30.48	86,511	37.72
부산광역시	21,136	9.22	20,692	9.02
대구광역시	5,575	2.43	5,879	2.56
인천광역시	429	0.19	485	0.21
광주광역시	4,379	1.91	4,766	2.08
대전광역시	0	0.00	0	0.00
울산광역시	1,333	0.58	1,307	0.57
경기도	0	0.00	0	0.00
강원도	1,353	0.59	1,537	0.67
충청북도	7,817	3.41	8,925	3.87
충청남도	0	0.00	0	0.00
전라북도	1,014	0.44	1,087	0.47
전라남도	1,663	0.73	1,697	0.74
경상북도	538	0.23	546	0.24
경상남도	170	0.07	150	0.07
제주특별자치도	114,039	49.72	95,775	41.76
세종특별자치시	0	0.00	0	0.00
합계	229,357	100.00	229,357	100.00



<그림 4-4> 전국 17개 시도별 항공화물 발생량 및 도착량

나. 항공화물 O/D

<표 4-16> 항공화물 O/D

단위: 톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	0	6,488	8	0	35	0	57	0	12	0	0	0	652	75	150	61,654	0	69,911
부산	8,188	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,546	0	21,136
대구	7	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	5,557	0	5,555
인천	0	429	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	429
광주	38	0	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	0	0	3,964	0	4,359
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	683	0	1,333
경기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
강원	12	0	11	0	21	0	0	0	0	0	0	0	82	0	0	1,227	0	1,353
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,817	0	7,817
충남	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
전북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,014	0	1,014
전남	73	0	0	0	0	0	0	0	81	0	0	0	0	0	0	86	0	1,63
경북	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47	0	58
경남	170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170
제주	76,327	13,775	5,800	43	4,400	0	70	0	1,408	8,955	0	1,087	953	471	0	0	0	114,089
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	86,511	20,642	5,809	45	4,735	0	1,377	0	1,557	8,955	0	1,087	1,647	545	150	95,775	0	229,357

4. 연안화물

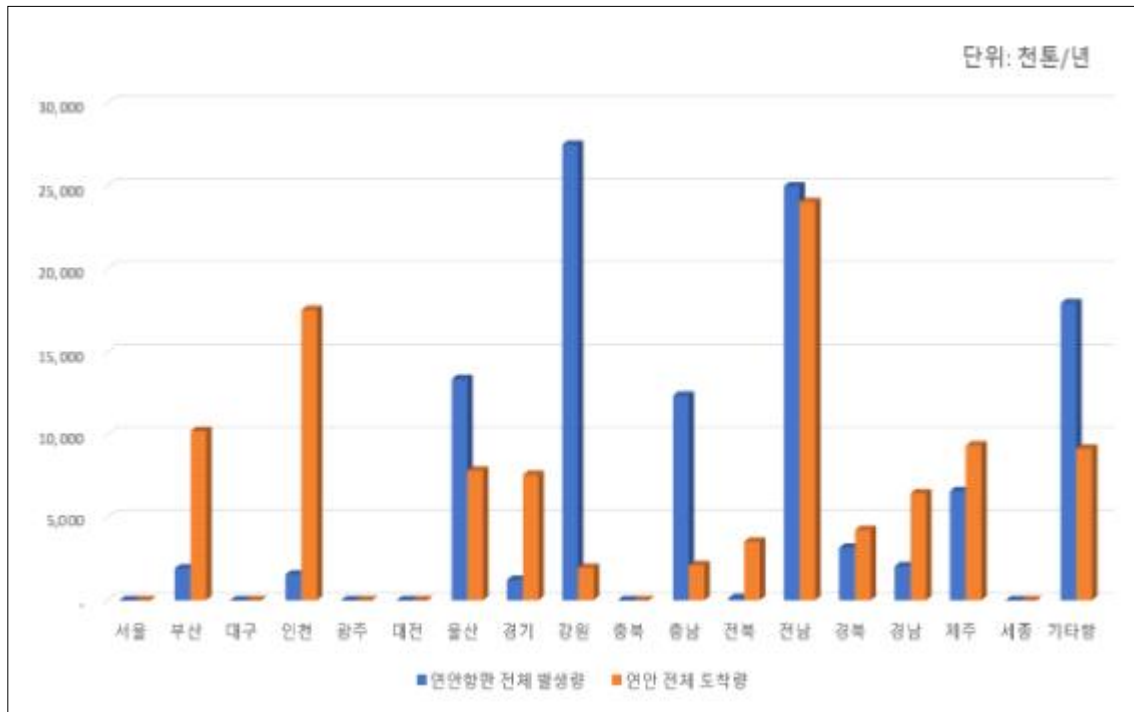
가. 연안화물 물동량

- 연안화물 물동량은 국내 연안항만간 물동량(환적제외)을 의미하며, 연안해운 실적자료(해운항만물류정보센터, 화물처리실적통계)를 이용하여 구축함
 - 연안화물 발생량의 경우 강원도의 발생량이 2.9천만 톤/년(23.87%)로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 다음으로 전라남도가 2.7천만 톤/년(22.21%), 충청남도가 1.5천만 톤/년(12.53%)을 차지함
 - 도착량의 경우 전라남도가 총 물동량의 2.7천만 톤/년(22.12%)로 가장 많은 비중을 차지하며, 그 뒤로 인천광역시가 2.4천만 톤/년(19.95%), 부산광역시가 1.1천만 톤/년(9.46%)을 차지함
 - 기타항은 부산남항, 대천항, 비인항, 거문도항, 나로도항, 녹동신항, 신마항, 팽목항, 구룡포항, 주문진항, 후포항 등의 연안항으로 항별 세부 물동량 자료는 현재 구축되지 않음

〈표 4-17〉 연안화물 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	0	0.00	0	0.00
부산광역시	2,204,176	1.81	11,543,194	9.46
대구광역시	0	0.00	0	0.00
인천광역시	1,847,244	1.51	24,343,808	19.95
광주광역시	0	0.00	0	0.00
대전광역시	0	0.00	0	0.00
울산광역시	14,696,743	12.04	8,448,851	6.92
경기도	1,444,094	1.18	8,296,737	6.80
강원도	29,132,960	23.87	2,208,751	1.81
충청북도	0	0.00	0	0.00
충청남도	15,286,711	12.53	2,127,322	1.74
전라북도	151,197	0.12	3,541,828	2.90
전라남도	27,097,875	22.21	26,989,487	22.12
경상북도	3,179,871	2.61	4,361,951	3.57
경상남도	2,382,295	1.95	10,094,594	8.27
제주특별자치도	6,659,300	5.46	10,915,665	8.94
세종특별자치시	0	0.00	0	0.00
기타항	17,949,544	14.71	9,159,837	7.51
합계	122,032,025	100.00	122,032,025	100.00



〈그림 4-5〉 전국 17개 시도별 연안화물 발생량 및 도착량

나. 연안화물 O/D

〈표 4-18〉 연안화물 O/D

단위: 천톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	기타	합계
서울	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
부산	0	1	0	1	0	0	149	0	51	0	575	1	422	22	477	808	0	268	2,204
대구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인천	0	3	0	12	0	0	920	162	39	0	152	0	146	0	0	124	0	286	1,847
광주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	0	3,311	0	2,482	0	0	35	190	1,003	0	277	433	3,678	247	1,162	535	0	1,337	14,696
경기	0	0	0	489	0	0	108	7	0	0	271	2	359	0	0	800	0	204	1,444
강원	0	1,964	0	5,128	0	0	1,516	3,533	3,223	0	496	1,159	8,245	3,478	1,850	133	0	1,623	29,132
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
충남	0	1,658	0	4,181	0	0	2,641	726	267	0	107	684	1,796	35	261	0	0	2,924	15,286
전북	0	0	0	61	0	0	3	0	0	0	0	0	22	0	455	38	0	24	151
전남	0	2,497	0	4,883	0	0	2,153	2,218	494	0	589	1,116	2,082	460	1,303	7,196	0	2,101	27,098
경북	0	241	0	183	0	0	61	734	86	0	0	138	1,217	3	511	0	0	966	3,179
경남	0	25	0	0	0	0	242	15	11	0	227	0	140	11	880	517	0	326	2,381
제주	0	506	0	112	0	0	0	7	12	0	0	3	5,822	0	134	0	0	61	6,659
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0	1,333	0	6,809	0	0	616	716	240	0	4	803	3,055	101	3,511	1,560	0	0	17,949
합계	0	11,543	0	24,343	0	0	8,448	8,296	2,208	0	2,127	3,541	26,989	4,361	10,094	10,915	0	9,159	122,032

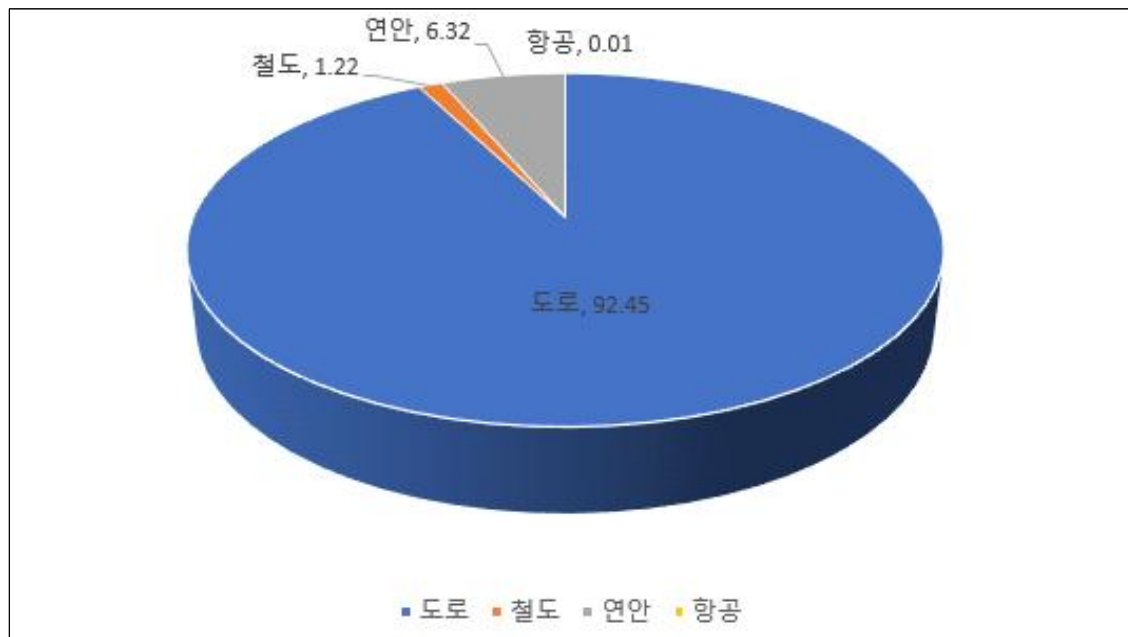
5. 수단별 수송실적

- 2022년 국내화물 총 물동량은 2021년(약 19억 9천만 톤/년)대비 약 2.96% 감소한 약 19억3천만톤/년으로 나타났음
- 수송수단별 화물수송 비중을 보면 도로수송이 92.45%(약 17억 8백(만 톤/년)로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 뒤로 연안운송이 6.32%(약 1억 2천만 톤/년), 철도수송이 1.22%(약 3천만 톤/년), 항공수송이 0.01%(약 0.03천만 톤/년)로 나타남

<표 4-19> 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤기준)

단위: 톤/년, %

수송수단	물동량	비율
도로	1,785,561,668	92.45
철도	23,623,473	1.22
연안	122,032,025	6.32
항공	229,357	0.01
합계	1,931,446,523	100.00



<그림 4-6> 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)

- 2022년 국내화물 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 172,892,256,081톤·km/년으로 나타남
 - 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 78.19%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 18.25%, 철도가 3.50%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남

〈표 4-20〉 2022년 수송수단별 국내화물 수송실적(톤·km기준)

구분		도로	철도	연안	항공	계
2022	백만 톤·km/년	135,192	6,054	31,556	90	172,892
	비율(%)	78.19	3.50	18.25	0.05	100.00

6. 수송분담률 추이

- 전국 지역간 화물 O/D 전수화 결과, 총 물동량은 2017년부터 2022년까지 점차 감소했음
 - 2022년 도로화물 수송분담률은 2021년보다 3.4% 감소하였으며 92.45% 도로운송의 비중을 가지는 것으로 나타남
 - 철도화물 수송분담률은 2017년(1.57%)부터 2022년(1.22%)까지 지속적으로 감소하는 추세임
 - 연안해운의 수송분담률은 2021년 대비 6% 증가한 122,032천톤/년으로 6.32% 비중을 차지하고 있음

〈표 4-21〉 국내화물 수송분담률 추이

단위: 천 톤/년, %

구분	2017		2019		2020		2021		2022	
	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률
도로	1,854,011	91.92	1,847,241	93.13	1,788,917	92.84	1,848,182	92.86	1,785,561	92.45
철도	31,670	1.57	28,664	1.45	26,277	1.36	26,779	1.35	23,623	1.22
연안	130,926	6.49	107,408	5.41	111,513	5.79	115,125	5.78	122,032	6.32
항공	290	0.01	259	0.01	182	0.01	204	0.01	229	0.01
계	2,016,897	100.00	1,983,572	100.00	1,926,888	100.00	1,990,291	100.00	1,931,446	100.00

※ 17년, 22년은 전수화

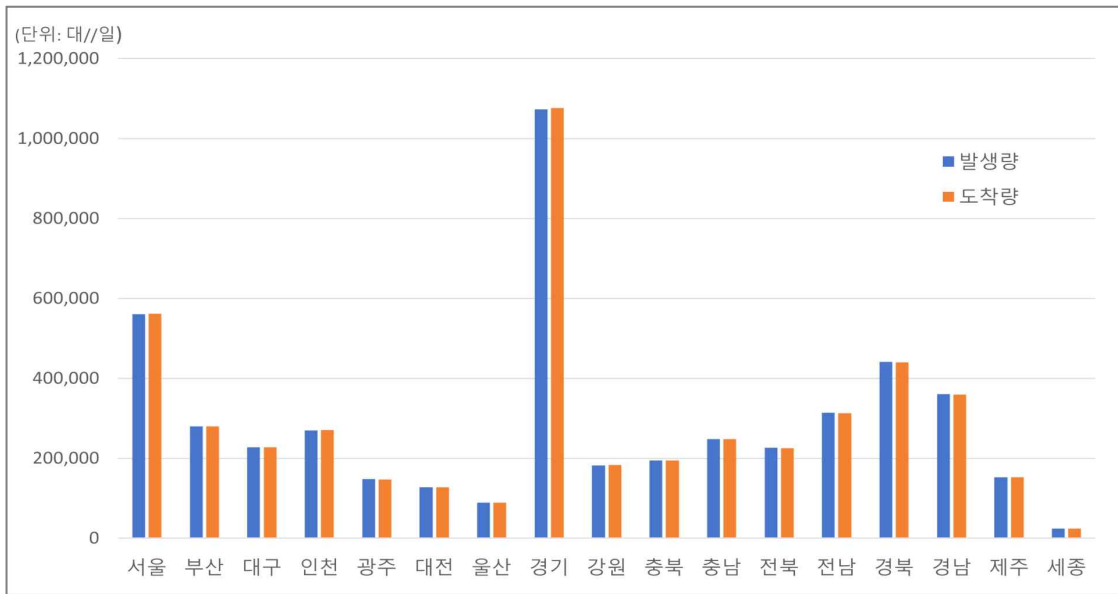
제2절 화물자동차 O/D 산정 결과

1. 화물자동차 통행량

- 2022년 화물자동차의 일평균통행량은 약 492만대/일로 산출되었으며 이는 2021년도(약 479만대/일)에 비해 2.75% 증가함
- 지역별로는 물류거점이 입지해 있는 지역을 중심으로 발생량 및 도착량이 높게 나타났으며 톤급별로는 중형 화물자동차 통행 증가율이 크게 나타남
- 소형화물자동차의 단거리 통행빈도 또한 증가한 것으로 나타났으며 허브 및 피드의 화물자동차 통행분포 특성을 나타냄

〈표 4-22〉 전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	560,588	11.39	562,486	11.42
부산광역시	280,054	5.69	279,558	5.68
대구광역시	227,815	4.63	227,272	4.62
인천광역시	269,744	5.48	270,484	5.49
광주광역시	147,927	3.00	147,182	2.99
대전광역시	127,857	2.60	127,759	2.59
울산광역시	89,008	1.81	88,829	1.80
경기도	1,073,690	21.81	1,076,227	21.86
강원도	182,937	3.72	183,255	3.72
충청북도	195,206	3.96	195,287	3.97
충청남도	248,305	5.04	248,424	5.05
전라북도	226,282	4.60	225,699	4.58
전라남도	314,715	6.39	313,293	6.36
경상북도	441,187	8.96	440,491	8.95
경상남도	361,073	7.33	360,132	7.31
제주특별자치도	152,748	3.10	152,748	3.10
세종특별자치시	24,281	0.49	24,291	0.49
전국	4,923,416	100.00	4,923,416	100.00



〈그림 4-7〉 전국 17개 시도별 화물자동차 발생량 및 도착량 (2022년)

〈표 4-23〉 전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	476,158	9.67	478,052	9.71
부산광역시	208,876	4.24	208,384	4.23
대구광역시	186,754	3.79	186,213	3.78
인천광역시	181,283	3.68	182,016	3.70
광주광역시	114,967	2.34	114,225	2.32
대전광역시	104,204	2.12	104,106	2.11
울산광역시	66,221	1.35	66,043	1.34
경기도	766,341	15.57	768,863	15.62
강원도	145,457	2.95	145,773	2.96
충청북도	146,463	2.97	146,544	2.98
충청남도	182,856	3.71	182,974	3.72
전라북도	171,471	3.48	170,892	3.47
전라남도	246,723	5.01	245,308	4.98
경상북도	363,770	7.39	363,076	7.37
경상남도	286,705	5.82	285,769	5.80
제주특별자치도	133,123	2.70	133,123	2.70
세종특별자치시	18,840	0.38	18,850	0.38
전국	3,800,211	100.00	3,800,211	100.00

〈표 4-24〉 전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	70,538	1.43	70,541	1.43
부산광역시	34,617	0.70	34,616	0.70
대구광역시	31,409	0.64	31,408	0.64
인천광역시	46,456	0.94	46,459	0.94
광주광역시	21,803	0.44	21,800	0.44
대전광역시	16,367	0.33	16,367	0.33
울산광역시	10,309	0.21	10,308	0.21
경기도	250,707	5.09	250,718	5.09
강원도	30,489	0.62	30,490	0.62
충청북도	33,295	0.68	33,295	0.68
충청남도	45,085	0.92	45,084	0.92
전라북도	40,671	0.83	40,668	0.83
전라남도	43,898	0.89	43,892	0.89
경상북도	54,165	1.10	54,164	1.10
경상남도	52,969	1.08	52,966	1.08
제주특별자치도	17,125	0.35	17,125	0.35
세종특별자치시	4,532	0.09	4,531	0.09
합계	804,435	100.00	804,435	100.00

〈표 4-25〉 전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	13,892	0.28	13,894	0.28
부산광역시	36,561	0.74	36,557	0.74
대구광역시	9,652	0.20	9,651	0.20
인천광역시	42,006	0.85	42,009	0.85
광주광역시	11,157	0.23	11,157	0.23
대전광역시	7,286	0.15	7,286	0.15
울산광역시	12,479	0.25	12,478	0.25
경기도	56,642	1.15	56,646	1.15
강원도	6,991	0.14	6,991	0.14
충청북도	15,448	0.31	15,448	0.31
충청남도	20,364	0.41	20,366	0.41
전라북도	14,139	0.29	14,139	0.29
전라남도	24,094	0.49	24,093	0.49
경상북도	23,252	0.47	23,250	0.47
경상남도	21,398	0.43	21,397	0.43
제주특별자치도	2,499	0.05	2,499	0.05
세종특별자치시	910	0.02	909	0.02
합계	318,770	100.00	318,770	100.00

2. 화물자동차 O/D

〈표 4-26〉 전체 화물자동차 O/D

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	325,824	967	1,270	29,156	1,044	2,019	442	157,327	11,119	6,874	10,730	3,220	2,385	5,038	2,047	0	867	560,588
부산	983	198,026	4,835	834	1,226	774	7,292	3,799	1,271	1,759	1,640	2,177	5,161	12,888	42,222	0	155	280,054
대구	1,289	4,832	152,683	815	1,147	1,155	1,876	4,821	1,463	2,660	2,169	2,435	3,196	32,588	14,439	0	247	227,815
인천	29,418	828	808	138,157	772	1,218	389	74,426	4,517	3,724	6,899	2,139	1,774	2,872	1,348	0	465	269,744
광주	1,070	1,239	1,164	804	92,494	96	376	3,909	605	1,382	2,746	8,078	27,082	2,454	3,371	0	197	147,927
대전	2,045	766	1,142	1,240	932	79,788	317	7,999	1,353	7,921	9,300	4,404	2,211	4,910	2,052	0	1,476	127,857
울산	449	7,397	1,882	390	373	320	53,255	1,753	680	884	739	681	1,568	10,390	8,132	0	75	89,008
경기	158,015	3,748	4,752	74,808	3,793	7,873	1,733	661,489	38,242	30,226	47,266	12,097	8,826	19,479	7,706	0	3,657	1,073,600
강원	11,317	1,228	1,427	4,619	580	1,331	660	38,666	87,587	10,410	5,329	2,234	1,813	12,746	2,480	0	513	182,987
충북	7,036	1,722	2,536	3,812	1,341	7,966	888	30,714	10,521	74,289	16,940	6,160	3,769	18,240	4,513	0	4,719	195,206
충남	10,957	1,620	2,123	6,984	2,649	9,081	720	47,882	5,441	17,022	99,323	17,167	7,543	10,215	4,742	0	4,855	248,305
전북	3,305	2,161	2,457	2,220	7,913	4,438	676	12,414	2,281	6,258	17,444	122,211	23,900	8,031	9,647	0	925	226,282
전남	2,475	5,163	3,206	1,843	26,999	2,285	1,567	9,142	1,897	3,912	7,820	24,120	194,683	8,429	20,657	0	518	314,715
경북	5,300	12,702	32,282	2,959	2,338	4,968	10,377	20,046	13,165	18,619	10,465	7,998	8,313	260,637	29,737	0	1,254	441,187
경남	2,117	42,006	14,406	1,379	3,332	2,110	8,167	7,925	2,593	4,648	4,814	9,679	20,571	30,276	20,612	0	488	361,073
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	152,748	0	152,748
세종	886	152	241	464	189	1,475	74	3,715	519	4,698	4,831	904	488	1,228	426	0	3,980	24,281
합계	562,486	279,588	227,272	270,484	147,182	127,739	88,829	1,076,227	183,255	195,287	248,424	225,699	313,293	440,491	360,132	152,748	24,291	4,923,416

〈표 4-27〉 소형 화물자동차(2.5톤 미만) O/D

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	297,425	403	647	21,624	482	1,277	201	124,217	8,912	4,819	7,639	1,919	1,312	3,522	1,155	0	604	476,158
부산	421	154,411	2,694	174	413	301	4,387	1,239	665	767	682	1,024	2,544	8,432	30,662	0	71	208,876
대구	670	2,682	135,410	271	501	622	1,067	2,049	928	1,613	1,215	1,442	1,804	25,819	10,524	0	138	186,754
인천	21,831	166	261	98,131	212	508	83	48,352	2,850	1,778	3,597	810	577	1,398	483	0	255	181,283
광주	509	420	513	221	78,945	468	122	1,468	319	683	1,550	5,683	20,535	1,367	2,061	0	104	114,967
대전	1,310	292	608	531	445	71,883	128	4,485	928	6,021	7,241	2,963	1,297	3,607	1,280	0	1,186	104,204
울산	219	4,461	1,073	86	120	131	44,807	624	365	399	306	25	701	7,511	5,094	0	38	66,221
경기	124,706	1,185	1,975	48,699	1,371	4,356	600	477,985	27,843	19,204	30,633	5,996	3,947	11,911	3,590	0	2,339	766,341
강원	9,107	623	888	2,944	285	906	346	28,250	75,904	8,111	3,648	1,331	1,042	10,164	1,520	0	375	145,457
충북	4,988	729	1,551	1,856	644	6,055	382	19,689	8,218	62,432	12,488	3,929	2,166	14,499	2,864	0	3,964	146,463
충남	7,875	659	1,170	3,700	1,454	7,041	291	31,236	3,746	12,577	82,008	11,958	4,779	7,366	3,012	0	3,986	182,856
전북	2,017	1,007	1,457	878	5,512	3,005	291	6,325	1,390	4,030	12,244	101,481	18,393	5,619	7,180	0	641	171,471
전남	1,412	2,543	1,817	636	20,402	1,371	702	4,263	1,126	2,306	5,064	18,640	165,126	5,550	15,427	0	337	246,723
경북	3,723	8,232	25,530	1,484	1,317	3,664	7,478	12,465	10,569	14,865	7,580	5,587	5,429	232,251	22,637	0	957	363,770
경남	1,225	30,533	10,486	515	2,026	1,334	5,121	3,803	1,629	2,995	3,086	7,216	15,337	23,129	178,018	0	283	286,705
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	133,123	0	133,123
세종	624	67	132	265	97	1,183	36	2,413	381	3,946	3,983	619	317	992	271	0	3,572	18,840
합계	478,052	218,384	186,213	182,016	114,225	104,106	66,043	768,863	145,773	146,544	182,974	170,892	245,308	363,076	285,769	133,123	18,850	3,800,211

〈표 4-28〉 중형 화물자동차(2.5톤 이상~8.5톤 이하) O/D

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	25,354	345	495	5,062	415	551	127	28,988	1,812	1,472	2,233	952	712	1,190	659	0	231	70,538
부산	345	17,519	1,242	199	368	222	1,047	1,474	329	415	439	572	1,017	2,256	7,124	0	59	34,617
대구	493	1,248	14,671	278	434	367	415	2,129	397	669	641	696	832	5,146	2,899	0	93	31,409
인천	5,100	198	279	16,920	232	312	75	17,697	92	845	1,510	600	451	709	396	0	139	46,456
광주	404	370	437	237	9,541	280	94	1,678	182	381	714	1,604	4,317	645	835	0	74	21,803
대전	546	223	368	312	289	6,019	75	2,522	297	1,240	1,422	944	505	864	497	0	244	16,367
울산	126	1,061	416	75	94	75	4,018	559	160	179	168	168	288	1,408	1,490	0	23	10,309
경기	28,941	1,474	2,133	17,718	1,665	2,524	561	150,150	8,597	7,877	11,880	4,386	3,146	5,603	2,952	0	1,118	250,707
강원	1,813	329	400	998	180	297	160	8,613	10,679	1,721	1,226	675	509	2,079	663	0	116	30,489
충북	1,467	415	668	848	380	1,250	180	7,884	1,726	8,923	2,927	1,490	888	2,583	1,034	0	634	33,255
충남	2,225	441	642	1,305	711	1,406	168	11,863	1,236	2,935	12,683	3,849	1,685	1,912	1,137	0	689	45,085
전북	942	572	701	607	1,606	999	167	4,380	666	1,487	3,843	17,092	3,938	1,689	1,809	0	233	40,671
전남	716	1,017	831	454	4,351	517	288	3,145	510	889	1,682	3,919	20,449	1,667	3,368	0	136	43,888
경북	1,190	2,257	5,137	711	640	864	1,417	5,611	2,091	2,594	1,915	1,685	1,660	21,208	4,942	0	243	54,165
경남	657	7,100	2,896	396	832	499	1,493	2,954	697	1,085	1,133	1,805	3,367	4,973	23,006	0	125	52,949
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,125	0	17,125
세종	230	59	92	138	73	245	23	1,121	117	631	689	233	136	243	125	0	378	4,532
합계	70,541	34,616	31,408	46,459	21,800	16,367	10,308	250,718	30,490	33,255	45,084	40,668	43,882	54,164	52,966	17,125	4,531	804,435

〈표 4-29〉 대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	304	218	127	2,471	158	191	114	4,372	365	583	889	349	361	386	233	0	33	13,882
부산	218	21,066	889	461	445	251	1,858	1,086	277	578	518	582	1,610	2,210	4,446	0	36	33,351
대구	127	93	2,612	336	212	166	338	644	138	378	312	297	500	1,622	1,016	0	16	9,652
인천	2,471	464	357	23,105	338	338	231	8,377	675	1,101	1,732	729	746	764	439	0	61	42,006
광주	157	448	213	346	4,008	198	160	763	105	318	482	791	2,229	443	475	0	19	11,157
대전	189	251	166	397	198	1,886	115	993	128	600	637	497	409	449	276	0	46	7,286
울산	114	1,856	388	229	139	114	4,470	570	154	306	234	218	578	1,472	1,547	0	14	12,479
경기	4,372	1,089	644	8,391	757	993	571	23,353	1,802	3,145	4,772	1,714	1,734	1,955	1,164	0	181	53,642
강원	365	276	138	676	105	128	154	1,803	1,003	577	45	228	261	503	336	0	21	6,991
충북	583	579	376	1,108	317	661	306	3,141	578	2,394	1,516	741	715	1,158	616	0	121	15,448
충남	889	530	312	1,780	484	655	261	4,784	400	1,511	4,631	1,300	1,079	988	594	0	160	20,364
전북	349	582	299	734	735	494	218	1,709	224	741	1,358	3,639	1,538	723	688	0	52	14,139
전남	361	1,612	558	753	2,246	408	577	1,733	300	717	1,074	1,532	9,108	1,221	1,882	0	46	24,094
경북	386	2,257	1,615	764	441	439	1,482	1,971	505	1,161	940	722	1,224	7,178	2,158	0	53	23,252
경남	233	4,403	1,023	439	474	278	1,553	1,168	357	618	336	658	1,866	2,174	5,588	0	30	21,338
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,449	0	2,449
세종	33	26	16	60	19	47	15	181	21	120	160	52	46	53	30	0	30	910
합계	13,894	33,557	9,651	42,009	11,157	7,286	12,478	53,646	6,991	15,448	20,365	14,139	24,088	23,250	21,307	2,449	909	318,770

제3절 장래년도 화물 O/D 예측 방법론

1. 기존 방법론 검토

가. 전국 화물O/D 전수화 및 장래예측 (2012년 국가교통조사 및 DB구축사업)

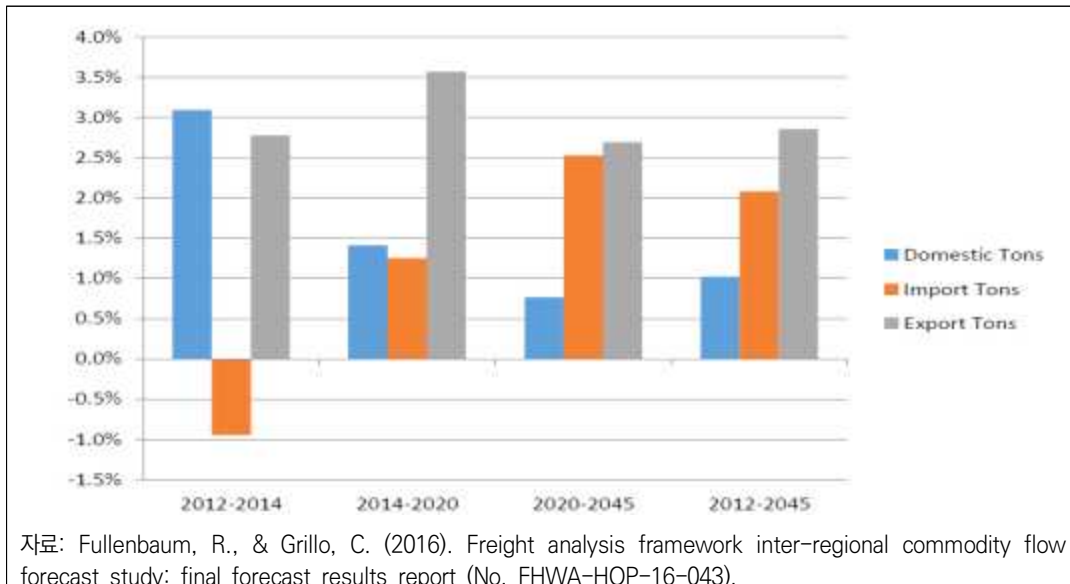
- 도로화물은 31개 품목별로 수송수요 예측에 활용할 수 있는 신뢰성 있는 자료가 있는 경우 이를 활용하고, 별도의 자료가 없는 경우 사회경제지표를 활용하여 예측을 실시
- 화물발생모형을 통해 추정된 기준년도 품목별 발생량 및 도착량에 사회경제지표 등을 통해 예측된 품목별 증가율을 산출하여 2011년 기준 물동량 O/D에 적용
- 철도화물은 컨테이너와 비컨테이너를 구분하여 추정하였으며 한국철도공사(2012)의 『2012년도 철도화물 중장기 수송수요 예측』 결과를 활용함
- 항공화물은 국토교통부(2010)의 『제4차 공항개발 중장기 종합계획』 결과를 반영하되 2030년 이후의 예측치는 추이를 반영하여 예측함
- 연안화물은 한국해양수산개발원(2010)의 『연안화물 O/D상세분석』 전망치를 활용함

나. 미국 사례

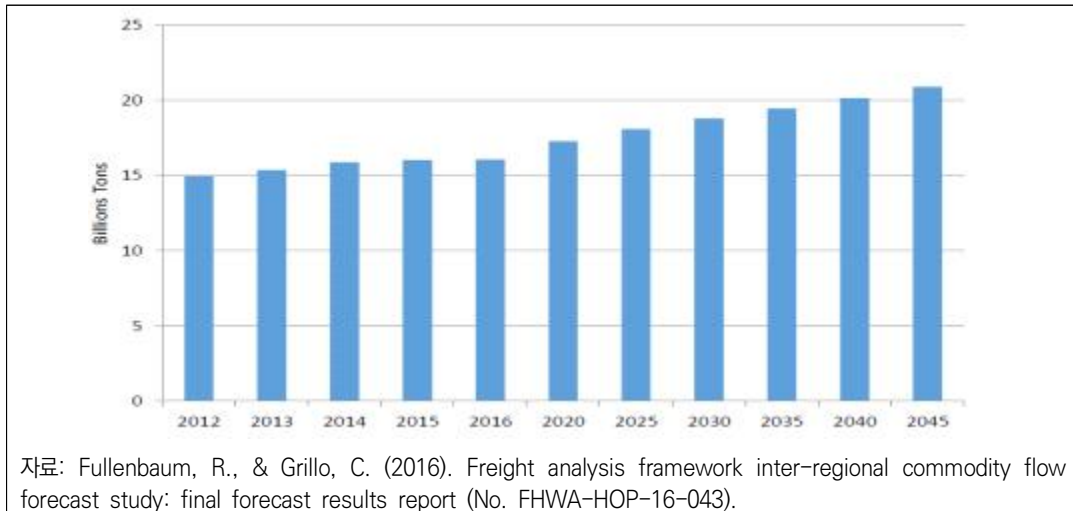
- 미국 CFS(Commodity Flow Survey)와 FAF(Freight Analysis Framework)
 - 미국은 CFS를 통하여 수집된 물동량 자료를 이용하여 화물수요 분석 및 장래 예측을 수행하며 산업분류를 기반으로 한 품목체계에 대하여 주로 회귀식을 이용하여 물동량 예측함
 - 미국은 연방 단위에서뿐만 아니라 주(state) 단위에서도 물동량 예측을 수행하

는데, 국가범위의 CFS 조사자료 및 FAF 추정자료를 이용하되 해당 주의 지역특성 및 화물특성에 맞게 데이터를 보정하거나 세분화하여 사용하며 대부분 주에서 해당 지역에 적합한 화물모형을 구축하여 사용하고 있음

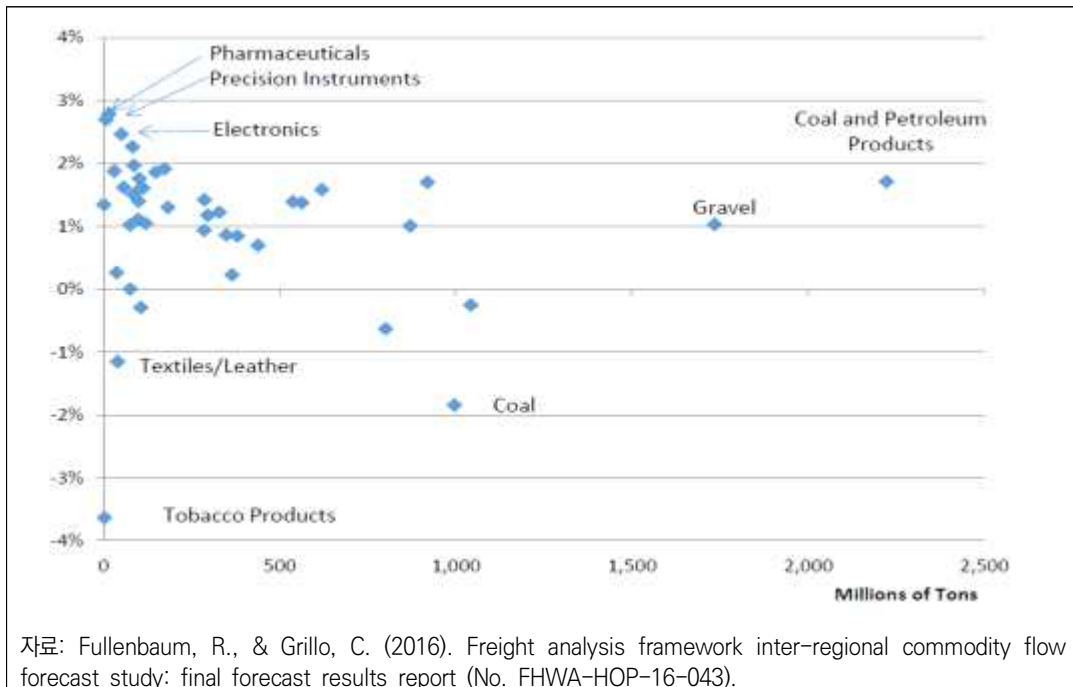
- FAF4에서는 IHS Business Market Insight(BMI)사와 Business Transactions Matrix(BTM)사에서 산정한 미국 경제의 장기전망을 기반으로 장래 물동량을 추산하였으며 2012년부터 2045년까지 장래예측을 수행함
- BMI와 BTM 자료와 FAF4의 지역 체계 및 산업 분류 체계를 재구성하여 적용하고 전체 국가단위의 물동량 총량을 조정하는 과정도 거침
- 내수, 수입, 수출을 구분하여 예측하였으며, 2012년부터 2045년까지 전체 약 1.2%의 연평균 성장률을 보였으며, 내수는 약 1%의 연평균 성장률 결과가 도출되었음
- FAF4에서는 현재 성장패턴 유지, 고성장, 저성장 3가지 시나리오에 대한 예측 결과를 제시하였음



〈그림 4-8〉 미국 FAF4 내수 및 수출입 물동량 장래예측 연평균 증감률



〈그림 4-9〉 미국 FAF4 내수 물동량 장래예측 결과(2012~2045)



〈그림 4-10〉 미국 FAF4 품목별 물동량 연평균(2012~2045) 증가율

- Identification and Evaluation of Freight Demand Factors(NCFRP web-only Doc. 4)
 - 화물교통수요에 미치는 영향요인에 대한 산업계 및 학계의 최근 연구 및 모형에 대한 문헌고찰을 통하여 화물교통수요에 영향을 미치는 경제 변수 및 사회인구학적 변수를 조사하고 변수에 대한 영향분석을 수행하였음

- 종속변수인 화물통행수요는 수단별 톤 및 톤-km를 사용하였고 여러 변수를 포함한 다양한 모형의 통계적 분석 수행하였음
- 변수들이 장래 통행수요 예측에 사용할 수 있는지 알아보기 위하여 time-lagged 독립변수를 사용한 분석을 수행하고 화물 산업계, 정부기관, 항만관계자, 컨설턴트, 학계 전문가 31인에 대한 자문내용을 반영함
- 화물교통수요와 영향요인간의 상관성은 <표 4-30>와 같으며 영향요인의 상관성 분석결과를 순위로 작성하였음
- 변수간 공선성 문제에 대한 통계적 보정을 수행한 최종분석 결과로 수단별 화물교통수요항목과 주요 영향요인 간의 영향정도는 <표 4-31>에 제시되어 있으며 해당 변수의 10%변화에 따른 화물수요의 변화정도를 보여줌

<표 4-30> 화물교통수요와 영향요인간의 상관성

Absolute Correlation Matrix	Rail Tons	Rail-Ton-Miles	Rail Train-Miles	Rail Car-Miles	Rail Rev Ton-Miles Annual	Truck Ton-Miles	Truck VMT	Water Tons	Water Ton-Miles
Real GDP	6	4	6	6	3	3	3	21	4
Real GDP per Capita	8	6	8	5	6	2	2	17	7
Real Personal Consumption	7	7	9	7	7	8	8	16	3
Real Income Per Capita	9	8	11	8	8	7	7	19	6
Total Housing Starts	16	16	14	15	16	16	16	4	19
Industrial Production Index	4	1	4	3	1	4	4	20	2
Industrial Manufacturing Index	3	2	2	2	2	5	5	22	1
Purchasing Managers' Index	17	17	17	18	17	18	18	11	21
Trade Wt. Broad Cur. Index	14	13	15	14	13	9	9	14	13
Trade Wt. Major Cur. Index	15	15	19	19	15	15	15	3	20
Total Employment	11	3	3	4	5	1	1	9	9
Employment in Wholesale Sector	13	12	13	13	12	10	10	6	12
Exports in Real \$	10	9	12	12	9	11	11	8	10
Imports in Real \$	2	10	10	10	10	12	12	12	8
Total Capacity Utilization	19	19	18	17	19	19	19	1	22
Chained In. Sales Ratio (BEA)	12	14	7	11	14	14	14	18	16
Inv. Sales Ratio (Census)	1	11	5	9	11	13	13	15	11
Urban Gas Price in Real \$	18	18	16	16	18	17	17	2	23
Retail Sales in Real \$	5	5	1	1	4	6	6	23	5
Lagged Inland Waterway Trust Fund Tax/Gallon	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	10	17
Grain Tonnage	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	13	18
Coal + Grain Tonnage	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	7	14
Coal Production (Tonnage)	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	5	15

* NA indicates correlations were not determined for rail or truck demand variables with these waterborne-freight-related independent variables, which were added later in the analysis. SOURCE: Developed by the Research Team

자료: Identification and Evaluation of Freight Demand Factors, NCFRP web-only Doc. 4, 2011

〈표 4-31〉 수단별 화물교통수요항목과 주요 영향요인 간의 영향정도

Freight Demand	Primary Influencing Variable	△Freight / 10% Change	Secondary Influencing Variable	△Freight / 10% Change
Rail Tonnage	Industrial Prod. Index	8.4%	Trade Wghtd. Index (Broad Currencies)	-1.4%
Rail Ton-Miles	Industrial Prod. Index	9.6%	Inventory/Sales Ratio	-4.7%
Rail Train-Miles	GDP in Real \$	5.7%	Purchasing Mgr's Index (Lagged from prior yr)	1.8%
Rail Car-Miles	GDP in Real \$	6.6%	NAFTA - two yrs following	0.4%
Rail Rev Ton-Miles	GDP Real \$	10.6%	NAFTA - two yrs following	0.6%
Truck Ton-Miles	Total Trade in Real \$	1.0%	Gasoline Price	-0.5%
Truck Vehicle Miles	Total Trade in Real \$	1.0%	Inventory/Sales Ratio	-1.7%
Water Tonnage	Total Capacity Utiliz.	8.6%	Grain+Coal Tonnage	0.9%
Water Ton-Miles	Rail Ton-Miles	-4.4%	IWTF Gas Tax (Lagged from prior yr)	-1.3%

자료: Identification and Evaluation of Freight Demand Factors, NCFRP web-only Doc. 4, 2011

다. 뉴질랜드 사례

- 뉴질랜드 교통부(Ministry of Transport)는 National Freight Demand Study, 2014 연구에서는 향후 지역별 산업별 물동량 장래예측을 수행함
 - 2012년부터 2042년까지 장래 30년 후의 물동량 예측을 수행함
 - 주요 산업별로 각각 경제지표 변수, 공급관련 변수 및 수요관련 변수를 검토한 후 선정하여 물동량 예측에 활용함
 - 물동량 예측결과 30년 후인 2042년 물동량은 2012년에 비해 약 60% 증가하는 결과가 도출됨

〈표 4-32〉 뉴질랜드 주요 산업별 장래 화물 물동량 예측 적용 지표

Linkages of industries to forecast indexes														
	Population	GDP - adjusted for freight demand	Foreign Consumption	Dairy Supply	Non-Dairy Supply	Forestry Supply	Fishing Supply	Horticulture Supply	Wool Supply	Coal Energy demand	Transport Energy Demand	Aggregate Demand	Concrete Demand	Waste Demand
Liquid Milk				✓										
Manufactured Dairy				✓										
Export Logs (1)	(✓)		(✓)			✓								
Logs to Sawmills	✓		✓											
Inputs to panel making	✓		✓											
Inputs to pulp and paper	✓													
Sawn timber	✓		✓											
Pulp and paper	✓													
Panels	✓		✓											
Manufactured Goods	✓													
Supermarkets and Food Goods	✓													
Other Retail Goods		✓												
Imported Vehicles	✓													
Waste														✓
Wool									✓					
Fish							✓							
Livestock				✓	✓									
Meat and Meat By-products					✓									
Horticulture								✓						
Grain		✓												
Other Agriculture				✓	✓									
Coal	✓		✓	✓						✓			✓	
Petroleum											✓			
Limestone, Cement, Fertiliser				✓									✓	
Concrete													✓	
Aggregate												✓		
Steel and Aluminium	✓													
Other Minerals		✓												
Couriers and Post		✓												
General Freight	✓	✓												

자료: Ministry of Transport, New Zealand government(2014), National Freight Demand Study 2014

〈표 4-33〉 뉴질랜드 주요 산업별 장래 화물 물동량 예측 결과

Freight Forecasts by Broad Commodity Group-Total Growth from 2012 (per cent)						
Commodity Group	2017	2022	2027	2032	2037	2042
Milk and Dairy	14%	33%	40%	46%	53%	60%
Logs and Timber Products	10%	42%	48%	50%	28%	28%
Livestock Meat and Wool	6%	16%	20%	25%	29%	33%
Other agriculture and fish	5%	23%	38%	48%	55%	62%
Petroleum and Coal	6%	9%	12%	17%	23%	29%
Building Materials fertiliesr and other minerals	14%	34%	52%	69%	86%	102%
Other manufactured and retail goods	8%	17%	27%	36%	45%	54%
Steel and aluminium	6%	9%	14%	18%	22%	26%
Waste	13%	25%	37%	48%	60%	70%
General Freight	9%	19%	28%	37%	46%	54%
Total	10%	26%	36%	45%	50%	58%

자료: Ministry of Transport, New Zealand government(2014), National Freight Demand Study 2014

라. 호주 사례

- Bureau of Transport and Regional Economics(BTRE, 2006)는 실질 GDP에 대한 지역간 일반화물의 회귀식을 산정하여 장래 화물증가 수준을 추산하였음
 - 화물통행분포는 중력모형을 기반으로 사용함
 - 화물통행의 수단분담은 수단경쟁력 지표를 도입하여 수단간 경쟁력 차이를 고려한 수단분담 모형을 구축하여 사용함
 - 여기서 적용된 수단분담 모형은 특정 수단의 성능을 경쟁력 지표라는 단일 값으로 대변하는 관계로 단순한 모형 구조를 가지고 있어 과거 추이를 반영한 장기 추이를 파악하는 수준에 적합함
 - 국가 전체뿐만 아니라 주요 축별, 대도시간 화물이동에 대하여 추이를 분석함

마. 기타

- 최창호(2002)는 국내총생산(GDP)를 이용한 국가단위 화물발생량 예측방법을 제시하고 그 타당성을 연구하였음
- Jin 등(2011)은 미국 유타주를 대상으로 토지이용특성과 경제변수를 이용하여 카운티 수준의 물동량 모형을 개발하였음

- Lyk-Jensen(2011)은 유럽을 대상으로 교역패턴을 고려하여 금전 흐름으로 예측된 장래 교역량을 물동량으로 전환함으로써 장래 물동량을 예측함
- Chow 등(2010)은 미국 캘리포니아 T지역을 대상으로 화물예측모형을 고찰하고 집계적인 물동량 모형뿐만 아니라 화물차 touring 모형 등 다양한 화물예측모형을 제시함
- Miller(2004)는 장래 예측의 불확실성에 대한 원인을 제시하면서 교통부문에서 장래 예측시 고려할 사항에 대하여 언급하였음
- King 등(2016)은 남아프리카 지역 화물수요 모형을 바탕으로 장래 30년간 화물물동량을 인구, GDP, 수출지역 거래 자료를 가지고 시계열 분석, 회귀분석, 텔파이기법 등을 활용하여 예측을 수행함
- 김정은 등(2018)은 물동량 중 30%를 차지하는 유류화물을 중심으로 2005년부터 2017년4월까지 데이터를 분석하여 유류화물의 특성을 감안하여 시계열 모형의 일종인 TSMR모형을 적용하여 예측함
- 이준희((2023)은 베이지안 딥러닝 기술중 하나인 Monte-Carlo Dropout을 활용하여 2000년부터 2022년 6월까지 데이터를 분석하여 항만 컨테이너 물동량을 예측함

2. 물동량 O/D 예측방법

- 장래 화물 O/D는 현재 여건을 기반으로 국토교통부, 통계청, 한국철도공사, 한국공항공사 한국해양수산개발원, 한국산업연구원, 한국개발연구원 등 공신력 있는 유관기관에서 제공하는 사회경제지표, 관련 실적자료 및 전망치를 활용하여 추정함
 - 단, 장래 화물O/D 예측시 통계청 혹은 교통빅데이터연구본부에서 제공하는 사회경제지표 이외의 기초자료를 이용할 경우 그 근거를 명확히 제시함
 - 기준년도와 동일한 이유로 장래 화물자동차 통행량은 도로 물동량 O/D와 상이한 방법으로 추정함

가. 도로화물 수송수요 예측

- 내수화물과 수출입 화물을 구분하여 장래 도로화물 수송수요 예측을 실시함
- 31개 품목, 도매업 및 컨테이너의 수송수요 예측 시 공신력 있는 자료와 사회경제지표를 활용하여 예측을 실시함
- 장래 내수화물 도로화물 물동량 O/D는 장래 산업별 전망추이를 품목에 적용하여 반영하여 산정하되 과거 종사자수 증가추이를 감안하여 품목별 장래 증가율을 보정함
 - 장래 품목별 증가율은 「4차 산업혁명과 우리 산업의 중장기 구조변화 전망 (산업연구원, 2018)」에 제시된 산업별 성장률의 전망치를 활용함
- 수출입 일반화물 및 컨테이너 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 수출입 컨테이너 화물의 예측치(2025년~2050년)를 이용함

나. 철도화물 수송수요 예측

- 철도화물의 수송수요는 「2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측(한국철도공사, 2013)」의 예측결과를 활용함
 - 철도화물수요는 컨테이너와 비컨테이너로 구분하여 예측함
 - 비컨테이너의 화물수송수요는 철도로 운송되어지는 품목인 광석, 석탄, 양회, 철강, 유류 및 기타 품목을 합산하여 전체 증가율을 적용함
 - 「2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측(한국철도공사, 2013)」에서는 장래 총 화물수송수요를 예측하였으며, 본 연구에서는 화물수송수요의 장래년도별 증가 추이를 고려하되 예측 장래년도 이후는 가장 마지막 장래년도 증가패턴을 그대로 유지하여 수송수요를 예측함

다. 항공화물 수송수요 예측

- 「제5차 공항개발 중장기 종합계획(국토교통부, 2016)」의 예측결과를 반영함
 - 「제5차 공항개발 중장기 종합계획」에서는 2015년~2035년까지 20년간 공항별로 예측을 수행하였으며, 2040년과 2045년에는 가장 마지막 장래년도의 증가율을 적용하여 물동량을 예측함

라. 연안화물 수송수요 예측

- 장래 연안화물의 물동량은 「2018년 품목별 항만물동량 예측보고서(한국해양수산개발원, 2017)」를 활용함

3. 화물자동차 O/D 예측방법

- 국외에서는 주로 물동량 기반의 화물수요추정방법을 적용하여 물동량의 예측치를 화물자동차 통행수로 변환하여 사용함
- 본 연구의 장래 화물자동차 O/D 예측은 기준년도 화물자동차 O/D 전수화와 동일하게 물동량 기반이 아닌 화물자동차 기반 방법을 적용함
 - 물동량은 장래 수단분담을 예측하는 것에 한계가 있음
 - 화물자동차의 적재효율의 개선에 대한 장래 전망이 어려움
 - 운송사업자, 택배 등 화물자동차 관련 시장 및 정책 변화를 반영하는데 한계가 있음
- 장래 화물자동차 O/D는 GRP의 증가추이를 반영하여 산정하되 과거 화물자동차 등록대수 증가추이를 감안하여 장래 GRP 증가율을 보정함
 - 장래 GRP 증가율은 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구: 제6판(한국개발연구원, 2017)」에 제시된 지역별 GRP 성장률의 전망치를 활용함
 - 한국개발연구원의 지역별 GRP 성장률 전망치 중 행정구역의 변화(계룡시, 증평군, 세종특별자치시 등) 또는 일부 시의 준별 미구분(안양시, 부천시, 청주

시, 천안시, 창원시 등)으로 인하여 누락된 시군구에 대해서는 유사 시군구를 이용하여 보정함

- 지역별 GRP 성장률의 전망치는 2040년까지만 예측이 되어 있으므로 2040년~2045년의 GRP 성장률은 2036년~2040년의 증가률을 적용함
- 경제성장 속도를 고려하였을 때, 한국개발연구원의 장래 GRP 성장률이 과대 추정된 것으로 판단되어, 과거년도 화물자동차 등록대수 추이를 활용하여 장래 성장률을 보정함
- 화물자동차 톤급별로 과거년도의 등록대수 증가추이가 상이하므로 소형화물자동차와 중·대형화물자동차로 구분하여 보정함



제5장 종합 및 향후연구과제

제1절 연구 종합

제2절 향후 연구과제

제5장 종합 및 향후 연구과제

제1절 연구 종합

- 2022년 기준 전국 화물O/D 전수화의 특징은 다음과 같이 정리됨
 - 공공 및 민간부분의 다양한 빅데이터 자료를 확보하여 모형추정, 수요추정 결과를 검증 및 보정자료로 활용함
 - 전국 품목별 화물 발생량은 2022년 전국 화물통행실태조사 결과를 이용하여 통계적 가중치를 산정하여 추정하였음
 - 단, 농림수축산물 물동량은 사업체물류현황조사로 파악하는데 한계가 있어 기준년도 통계자료를 이용하여 산정하였으며 도매업은 품목별로 세분화하지 않고 도매업품 전체에 대하여 통계적 가중치를 산정하여 추정함
 - 수출입 물동량 중 컨테이너는 별도로 산정하였고, 연안해상화물 물동량은 내수물동량에 결합하여 산정함
 - 화물통행분포는 조사자료를 이용한 통행분포모형을 적용하여 산정함
 - 화물자동차OD는 모집단인 자동차등록대수에 2022년 화물자동차통행실태조사 조사결과를 토대로 산정한 통행원단위를 적용하여 지역별, 업종별, 톤급별 화물자동차OD를 산정함
 - DTG 및 Tmap자료로부터 화물자동차 통행을 추출하여 발생량 및 도착량 산정, 통행분포 그리고 보완 및 검증 단계별 과정에서 활용함
- 2022년 전국 화물 총 물동량은 2021년(19억9천만톤/년)대비 약 2.96% 감소한 1,931,446,523톤/년으로 나타났음

- 수송수단별 화물수송 비중을 보면, 도로수송이 92.45%(17억 9백만톤/년)로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 뒤로 연안수송이 6.32%(1억 2천만톤/년), 철도수송이 1.22%(23백만톤/년), 항공수송이 0.01%(229,357톤/년)로 나타남
- 2022년 화물자동차의 일평균통행량은 약 492만대/일로 산출되었으며 이는 2021년도(약 479만대/일)에 비해 2.75% 증가함

제2절 향후 연구과제

- 빅데이터를 활용한 화물 물동량 및 화물자동차 통행량 추정을 위한 사업체물류 현황조사 및 화물자동차통행실태조사의 개선
 - 사업체물류현황조사의 경우 빅데이터로 대체 가능한 화물 품목에 대한 조사 표본을 대체 불가능한 화물 품목으로 추가 조사 방안 마련
 - 본 과업에서 적용한 축산물 이력 정보, 택배 데이터 등 일부 품목의 빅데이터 정보는 발생량 산정, 분포 모형 검증 등에 활용되고 있으나, 향후에는 빅데이터 자료와 조사자료를 결합 활용하거나, 대체하는 방안 마련 필요
 - 영업용 화물자동차 디지털 운행거리기록계 및 고속도로 하이패스 빅데이터 자료를 화물자동차통행실태조사 자료와 결합하여 활용하여 대체하는 방안 마련
- 물동량 추정을 위한 사업체물류현황조사의 개선
 - 모집단 자료에 대해 지역별 업종별 사업체 휴폐업 정보의 정확한 파악을 위한 체계 정립 필요
 - 물동량 추정시 물류활동이 있는 사업체 모집단을 추정하여 가중치를 적용하였는데 향후 조사시에는 물류활동 여부를 파악하여 물류활동이 없는 사업체를 고려하기 위한 별도의 조사 방법론이 필요로 함
 - 물동량 규모가 큰 500인 이상 사업체에 대한 전수조사는 계속 진행되어야 하나 지역이나 업종에 무관하게 500인 이상을 기준으로 정하는 대신 지역 및 업종을 감안하여 일부 사업체에 대하여 300인 또는 100인 이상 전수조사 층을 구성해 조사할 필요가 있음

- 화물의 증장기 예측의 공신력 제고를 위한 지속적인 노력 필요
 - 화물 및 물류 빅데이터를 활용한 품목별, 수단별, 화물자동차 장래 예측 방안 마련 필요
 - 품목별, 지역별 시계열 및 횡단면 자료의 지속적인 발굴과 관리가 필요하며 다양한 영향요인들에 대한 국가차원에서의 데이터 구축 필요
 - 화물 발생에 영향을 미치는 요인에 대한 연구를 통하여 사회경제여건을 고려한 영향요인 변화를 고려한 물동량 전망이 가능
 - 해외 물동량 및 화물자동차 통행량 예측 자료 활용 검증 필요
- 화물자동차 통행량 추정을 위한 화물자동차통행실태조사의 개선
 - 화물자동차통행실태조사는 물류활동을 주로 하는 화물자동차를 대상으로 조사되어 화물자동차 통행이 과대추정될 우려가 있으므로 향후 물류활동을 하지 않은 차량을 조사할 수 있는 별도의 방안 마련 필요
 - 빅데이터를 활용한 화물자동차의 등록지와 실제 활동지를 파악할 수 있는 구체적인 방안 마련
 - 화물자동차 운행여부를 수요 추정시 반영하기 위하여 화물자동차의 월평균 운행일수를 조사하고 있으나 최근 1주일 동안 요일별 운행여부나 평일 운행일수 등을 조사함으로써 화물자동차 통행량 추정의 신뢰성 개선 필요
- 화물자동차 검증자료 수집 및 보완
 - 공공 및 민간에서 구축되어 있는 물동량 및 화물자동차 빅데이터를 활용한 검증체계 확립 필요
 - 화물자동차 통행량의 검증자료로 도로공사의 TCS자료나 관세청 실적자료 등 공공부문의 첨단자료를 적극적으로 활용하고 있으나 향후에는 민간 부문의 다양한 빅데이터 자료도 적극적으로 활용할 필요가 있음
- 항공, 철도, 연안화물의 최종목적지 정보 반영
 - 항공 및 철도 화물은 공항 및 철도역이 소재한 지역을 도착지점으로 분석하고 있으나 최종목적지 정보는 향후 총물동량을 산출하는데 있어 필수적인 자료

가 될 것임

- 항공 및 연안 화물의 경우 일부 지역에 대한 최종목적지 추적이 가능하지만 철도 화물의 최종목적지에 대한 연구 및 조사는 추가로 수행되어야 함
- 화물자동차 OD 산정에서 DTG 및 Tmap 등 빅데이터로부터 통행을 추출하여 전수화 단계별 과정에 적용함으로써 표본의 한계 및 대표성, 활동지 기준 발생량 및 도착량 산정 등 기존 방법론의 한계를 극복하기 위한 시도를 수행함
- 본 과업에서 적용한 DTG 및 Tmap 등 빅데이터는 화물자동차 통행에 대해 영업용 및 비영업용의 일부에 대한 자료이므로 지역별, 업종별, 톤급별 화물자동차의 통행의 범위를 전부 포괄할 수 있는 자료수집에 대한 단계적인 수집 및 분석을 통해 추후 화물자동차OD의 신뢰도를 제고하는데 활용할 필요가 있음
- 지역별, 업종별, 톤급별 화물자동차 통행패턴을 반영할 수 있는 대표성을 갖는 빅데이터 자료에 대한 현황 파악 및 검토를 통해 중장기적으로 단계적 수집 및 적용방안을 마련할 필요가 있음

참고문헌

1. 국내문헌

- 국토교통부(2022), 「교통시설 투자평가지침(제7차)」.
- 국토교통부(2022), 「도로교통량통계연보」.
- 관세청(2022), 「수출입물류통계연보」.
- 농림축산식품부(2022), 우유 및 유제품 생산 소비 현황.
- 산업연구원(2018), 「4차 산업혁명과 우리 산업의 중장기 구조변화 전망」.
- 국가교통DB센터(2022), 「국가주요교통통계」.
- 통계청(2020), 농림어업총조사.
- 통계청(2021), 전국사업체조사
- 통계청(2017), 10차 한국표준산업분류
- 한국개발연구원(2017) 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구: 제6판」.
- 한국교통연구원(1997), 전국 교통량조사 지원사업, 「제1차 전국물류현황조사」.
- 한국교통연구원(2001), 2000년 전국교통DB구축사업, 「화물통행실태 상세분석 - 5개광역시-」.
- 한국교통연구원(2003), 2002년 국가교통DB구축사업, 「전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화」.
- 한국교통연구원(2007), 2006년 국가교통DB구축사업, 「전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화」.
- 한국교통연구원(2012), 2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업, 「전국 화물 기종점통행량(O/D) 조사」.

- 한국교통연구원(2012), 2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업, 「전국 지역 간 화물O/D조사-기타조사」.
- 한국교통연구원(2012), 2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업, 「해상화물 O/D 전수화 및 장래예측」.
- 한국교통연구원(2013), 2012년 국가교통조사 및 DB구축사업, 「전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측」.
- 한국교통연구원(2017), 「국가교통빅데이터사업단 내부자료」.
- 한국교통연구원(2017), 2017년 국가교통조사 및 DB구축사업, 「전국 화물통행 실태조사」.
- 한국교통연구원(2017), 「전국 교통수요 분석 기초자료 설명자료」.
- 한국교통연구원(2017), 「전국 화물통행실태조사 교통원시자료 내부자료」.
- 한국교통연구원(2018), 2018년 국가교통조사 및 DB구축사업, 「전국 화물 기종점통행량(O/D) 전수화 및 장래예측」.
- 한국교통연구원(2022), 2022년 국가교통조사 및 DB구축사업, 「전국 화물통행실태조사」.
- 축산물품질평가원(2022), 축산물(소, 돼지) 이력제.
- 한국공항공사(2022), 「항공통계」.
- 한국철도공사(2022), 「철도통계연보」.
- 한국지질자원연구원(2022), 「광업·광산물 통계연보」.
- 해양수산부(2022), 「해운항만통계」.
- 한국은행(2015), 「산업연관표 (해설편 및 통계편)」.

2. 국외문헌

- The Freight Analysis Framework, Version 3: Overview of the FAF 3 National Freight Flow Tables (2007)
- Hwang, H. L., Hargrove, S., Chin, S. M., Wilson, D. W., Lim, H., Chen, J.,

- ... & Davidson, D. (2016)
- The Southern California Association of Governments (2012). SCAG Regional Travel Demand Model and 2012 Model Validation.
- Department for Transport, Great Britain (2012)
- Schaefer, R., Worth, M., Heilman, J., & Kehoe, N. (2017). Freight Demand Modeling and Data Improvement Implementation Handbook (No. FHWA-HOP-18-018),p.6
- Donnelly, R., & Moeckel, R. (2017). Statewide and megaregional travel forecasting models: freight and passenger (No. Project 20-05 (Topic 47-17)).
- Freight Analysis Framework Version5 (FAF5) Base Year 2017 Data Development Technical Report
- Freight Analysis Framework Version5 (FAF5)
- (2020) Truck Origin-Destination Data Methodology Documentation
- California Statewide Freight Forecasting Model - Updates and Enhancements, Fatemeh Ranaiefar (2019)
- Tour-based and Supply Chain Freight Forecasting Framework Final Report, John Bowman (2012)
- Transport Statistics Great Britain: 2021 - GOV.UK
- National Transport Model (version 5): quality report - GOV.UK
- 全國貨物純流動調査 (物流センサス) 報告書