

· 목 차

요약

제1장 과업의 개요	3
제1절 과업의 배경 및 목적	3
1. 과업의 배경	3
2. 과업의 목적	3
제2절 과업의 범위	4
1. 시간적 범위	4
2. 공간적 범위	4
제3절 과업내용 및 방법	5
제2장 화물 O/D 구축 관련 연구 현황	9
제1절 국내연구 현황	9
1. 국가 단위 연구	9
2. 지역·특수 단위 연구	17
제2절 국외연구 현황	21
1. 국가 단위 연구	21
2. 지역·특수 단위 연구	32
제3장 물동량 O/D 보완갱신	39
제1절 기본 방향	39
제2절 구축 기준	41
제3절 구축 방법 및 과정	45
1. 도로 물동량 O/D 구축 방법	46
2. 도로 외 물동량 (철도, 항공, 연안해운) O/D 구축	52
제4절 기준연도 O/D 구축 결과	53
1. 도로화물 물동량	53
2. 철도화물 물동량	66
3. 항공화물 물동량	68
4. 연안화물 물동량	70
5. 수송실적 및 분담률	72

6. 소결	74
제4장 화물자동차 O/D 보완갱신	77
제1절 기본 방향	77
제2절 구축 기준	78
1. 지역기준	78
2. 업종기준	78
3. 톤급기준	78
제3절 구축 방법 및 과정	79
1. OD 산정	80
2. OD 검증 및 보정	82
3. 통행배정 검증 및 보정	83
제4절 기준연도 O/D 구축 결과	84
1. 화물자동차 통행량	84
2. 화물자동차 O/D	87
3. 소결	90
제5장 장래연도 O/D 예측	93
제1절 물동량 O/D 예측	93
1. 예측 방법	93
2. 예측 결과	95
제2절 화물자동차 O/D 예측	105
1. 예측 방법	105
2. 예측 결과	106
제6장 결론 및 향후 연구과제	117
제1절 결론	117
제2절 향후 연구과제	118

• 목 차

참고문헌	119
부록	123

• 표목차

〈표 2-1〉 수납데이터 형태	19
〈표 3-1〉 화물물동량 기준점통행량 구축을 위한 자료	39
〈표 3-2〉 화물품목 구분	41
〈표 3-3〉 KTDB 품목 변환 기준 (제9차 한국표준산업분류 → KTDB)	48
〈표 3-4〉 KTDB 품목 변환 기준 (산업연관표 → KTDB)	49
〈표 3-5〉 지역간 산업연관표(IRIO) 구조	50
〈표 3-6〉 중간수요 구조	51
〈표 3-7〉 도로화물 - 시도별 발생량 및 도착량	53
〈표 3-8〉 도로화물 - 대분류 품목별 물동량	54
〈표 3-9〉 농·림·수·축산품 (대분류 품목 1) 지역간 물동량 O/D	56
〈표 3-10〉 광산품 (대분류 품목 2) 지역간 물동량 O/D	57
〈표 3-11〉 금속기계공업품 (대분류 품목 3) 지역간 물동량 O/D	58
〈표 3-12〉 화학공업품 (대분류 품목 4) 지역간 물동량 O/D	59
〈표 3-13〉 경공업품 (대분류 품목 5) 지역간 물동량 O/D	60
〈표 3-14〉 잡공업품 (대분류 품목 6) 지역간 물동량 O/D	61
〈표 3-15〉 기타 (대분류 품목 7) 지역간 물동량 O/D	62
〈표 3-16〉 도매업품 지역간 물동량 O/D	63
〈표 3-17〉 컨테이너 지역간 물동량 O/D	64
〈표 3-18〉 도로화물 - 지역간 물동량 O/D	65
〈표 3-19〉 철도화물 - 시도별 발생량 및 도착량	66
〈표 3-20〉 철도화물 - 지역간 물동량 O/D	67
〈표 3-21〉 항공화물 - 시도별 발생량 및 도착량	68
〈표 3-22〉 항공화물 - 지역간 물동량 O/D	69
〈표 3-23〉 연안화물 - 시도별 발생량 및 도착량	70
〈표 3-24〉 연안화물 - 지역간 물동량 O/D	71
〈표 3-25〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)	72
〈표 3-26〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤-km기준)	73
〈표 3-27〉 국내화물 수송분담률 추이	73
〈표 4-1〉 화물자동차 구축 기준	78
〈표 4-2〉 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과 및 계수	81
〈표 4-3〉 화물자동차 기준점통행량 검증을 위한 자료	83
〈표 4-4〉 전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량	84
〈표 4-5〉 전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량	85
〈표 4-6〉 전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량	86

〈표 4-7〉 전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량	86
〈표 4-8〉 전체 화물자동차 O/D	87
〈표 4-9〉 소형 화물자동차(2.5톤 미만) O/D	88
〈표 4-10〉 중형 화물자동차(2.5톤 이상~8.5톤 이하) O/D	88
〈표 4-11〉 대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D	89
〈표 5-1〉 도로화물 - 대분류 품목별·연도별 물동량 예측	95
〈표 5-2〉 도로화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측	96
〈표 5-3〉 도로화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측	96
〈표 5-4〉 철도화물 - 연도별 품목별 물동량 예측	97
〈표 5-5〉 철도화물 - 기간별 연평균 증가율	97
〈표 5-6〉 철도화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측	98
〈표 5-7〉 철도화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측	98
〈표 5-8〉 항공화물 - 연도별 물동량 예측	99
〈표 5-9〉 항공화물 - 기간별 연평균 증가율	99
〈표 5-10〉 항공화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측	99
〈표 5-11〉 항공화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측	100
〈표 5-12〉 연안화물 - 연도별 물동량 예측	101
〈표 5-13〉 연안화물 - 기간별 연평균 증가율	101
〈표 5-14〉 연안화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측	101
〈표 5-15〉 연안화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측	102
〈표 5-16〉 장래년도 수단별 물동량 예측 결과	103
〈표 5-17〉 기간별 연평균 증가율	104
〈표 5-18〉 장래 전체 화물자동차 발생량 및 도착량	106
〈표 5-19〉 장래 소형화물차 발생량 및 도착량	107
〈표 5-20〉 장래 중형화물차 발생량 및 도착량	107
〈표 5-21〉 장래 대형화물차 발생량 및 도착량	108
〈표 5-22〉 화물자동차 전체 O/D(2025년)	108
〈표 5-23〉 화물자동차 전체 O/D(2030년)	109
〈표 5-24〉 화물자동차 전체 O/D(2035년)	109
〈표 5-25〉 화물자동차 전체 O/D(2040년)	110
〈표 5-26〉 화물자동차 전체 O/D(2045년)	110
〈표 5-27〉 화물자동차 전체 O/D(2050년)	111
〈표 5-28〉 장래년도 톤급별 화물자동차 예측 결과	112
〈표 5-29〉 기간별 연평균 증가율	112

• 표목차

〈부표 1〉 교통존 설정	121
---------------------	-----

그림목차

〈그림 1-1〉 존 구분도	4
〈그림 2-1〉 제1차 전국물류현황조사 모집단 추정과정	10
〈그림 2-2〉 화물수송수요 전수화 과정	12
〈그림 2-3〉 2011년 화물 기종점통행량 구축 과정	14
〈그림 2-4〉 화물수송수요 전수화 및 수요추정과정도	18
〈그림 2-5〉 미국 FAF3 화물O/D 구축과정	22
〈그림 2-6〉 미국 FAF4 구축 자료	23
〈그림 2-7〉 CSFFM 3.0 Architecture	25
〈그림 2-8〉 영국 국내 화물 운송수단별 운송량	26
〈그림 2-9〉 영국 화물수요모형 구축 과정	28
〈그림 2-10〉 일본 전국 화물 순유동조사 조사실시체계	29
〈그림 2-11〉 화물(트럭) 통행에 대한 상태(정지, 통행) 판별 기준	30
〈그림 2-12〉 미국 남부캘리포니아 지역 증차량 화물자동차 수요모형 구축 과정	33
〈그림 2-13〉 Freight Forecasting Framework in Chicago	34
〈그림 2-14〉 미국 Wisconsin주 행태기반 화물수요 모형 구축 과정	35
〈그림 2-15〉 미국 Arkansas statewide model 구축 과정	36
〈그림 3-1〉 기준연도 물동량 O/D 현행화 과정	45
〈그림 3-2〉 도로화물 - 시도별 발생량 및 도착량	54
〈그림 3-3〉 도로화물 - 대분류 품목별 물동량	55
〈그림 3-4〉 철도화물 - 시도별 발생량 및 도착량	67
〈그림 3-5〉 항공화물 - 시도별 발생량 및 도착량	69
〈그림 3-6〉 연안화물 - 시도별 발생량 및 도착량	71
〈그림 3-7〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)	72
〈그림 4-1〉 기준연도 화물자동차 O/D 현행화 과정	79
〈그림 4-2〉 기준연도 화물자동차 O/D 검증 과정	83
〈그림 4-3〉 전체 화물자동차 발생량 및 도착량	85
〈그림 5-1〉 장래년도 수단별 물동량 추이	103
〈그림 5-2〉 장래년도 톤급별 화물자동차 추이	113



요약

요약

1. 과업의 개요

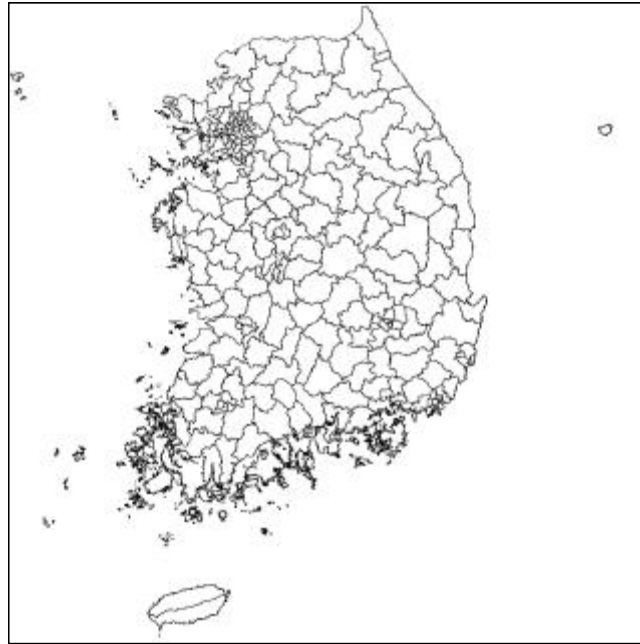
가. 과업의 배경 및 목적

- 「국가통합교통체계효율화법」 제 12조 국가교통조사 및 제17조 교통조사자료의 종합관리, 「물류정책기본법」 제7조 물류현황조사에 의거, 화물자동차와 물동량에 대한 기종점 통행량(O/D)을 조사하고, 조사 결과를 데이터베이스화하여 공표할 필요가 있음
- 이에 국가교통조사사업의 일환으로 5년 주기로 전국 단위 화물 O/D 조사를 수행하고, 해당 조사자료를 근간으로 조사 당해연도 및 장래연도에 대한 화물자동차 및 물동량 O/D를 구축하고 있음
- 단, 기준연도를 고려하는 교통물류시설 투자사업계획의 특성상 5년 주기로 구축되는 화물 O/D의 시의성을 제고하기 위해서는 화물운송 여건 변화를 반영한 중간연도 화물 O/D 보완갱신이 필요함
- 국가 교통물류시설사업 평가 기초자료인 화물 기종점 통행량을 갱신, 보완하여 화물 기종점 통행량의 시의성 및 공신력을 확보하고자 함

나. 과업의 범위

- 시간적 범위
 - 기준연도: 2023년
 - 장래연도: 2025년, 2030년, 2035년, 2040년, 2045년, 2050년

- 공간적 범위
 - 전국, 대존/중존 단위로 기종점 통행량 구축
 - 대존: 17개의 시도 단위
 - 중존: 250개의 시군구 단위



〈그림 2〉 존 구분도

다. 과업내용 및 방법

- 화물 기종점 통행량 현행화 기준 및 방법론 정립
- 현행화 관련 자료 수집 및 분석
- 기준연도 화물 기종점 통행량 구축
- 화물통행특성 분석 및 수송실적 산정
- 장래연도 화물 기종점 통행량 구축

2. 화물 O/D 구축 관련 연구 현황

가. 국내연구 현황

1) 국가 단위 연구

① 제1차 전국물류현황조사((현) 전국화물통행실태조사) (1997)

- 제1차 전국물류현황조사는 전국을 15개 시도로 구분하고 농림어업, 광업, 제조업, 도매업, 창고업에 대하여 조사하였으며 비추정에 의한 방법으로 모집단을 추정함
- 사업체 129,367개 사업소에 대하여 유효표본수 7,613개 사업소 (표본율 5.9%)를 조사함

② 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화 (한국교통연구원, 2003)

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

③ 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화 (한국교통연구원, 2007)

- 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 (한국교통연구원, 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 (한국교통연구원, 2017)

- 공공 및 민간부분의 다양한 빅데이터 자료를 확보하여 모형 추정, 수요추정 결과물 검증 및 보정자료로 활용함
- 화물자동차 O/D는 물동량을 변환하는 물동량 기반 방법을 사용하지 않고 화물자동차 기반 방법으로서 화물자동차 조사결과를 이용하여 전수화함

⑥ 교통시설 투자평가지침: 제7차

- 수출입 물동량 예측은 미시적 방법과 거시적 방법을 혼용하였으며 수입물동량을 예측하기 위해서는 관련변수들의 시계열 Data를 이용하여 몇 개의 예측모형을 다양하게 설정하고, 이들 모형 중에서 모든 통계적 특성들을 고려하여 예측식을 선택함
- 연안 물동량 예측은 계량적 접근방법을 근간으로 하되 대량화물 화주들의 향후 수송수단별 물동량 분담 전략, 전용부두시설의 확보 계획 등 관련산업별 투자동향이나 전망을 최대한 반영함

2) 지역·특수 단위 연구

① 화물통행실태 상세분석: 5대 광역시 (한국교통연구원, 2001)

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

② 고속도로 수송 경쟁력 실증 연구 (한국도로공사, 2023)

- 수납데이터(전자지불방식으로 운영되는 Hi-Pass와 현금지불방식으로 운영되는 TCS 데이터)를 기반으로 여객 및 화물에 대한 OD를 구축하고, 통행실적 및 수송실적을 산정하는 방법을 제시함

나. 국외연구 현황

1) 국가 단위 연구

① Freight Analysis Framework 3 (미국, 2007)

- CFS(commodity flow survey)를 기반으로 화물O/D를 추정하며 일부 비조사자료에 대해 별도의 방법론을 적용함
- CFS 기반의 물동량은 수단 또는 품목별로 누락된 자료가 있어 세부수준이 떨어질 수 있으므로 missing cell을 처리하는 방법을 적용하며 Non-CFS 기반의 물동량은 실제 조사되지 않은 품목의 물동량과 수출입 물동량이 대상이며 이에 대한 별도 실적 데이터와 산업업종별로 적정방법을 적용함

② FAF4 (미국 FHWA, 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 기준연도 매트릭스를 재구성하는 과정을 거치며 추정과정은 ODCM(기점, 종점, 품목, 수단)을 로그 선형 모형을 통해 추정

③ FAF5 (미국, 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 제공함

④ 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
- 캘리포니아를 97개의 존(Freight Analysis Zones, FAZ)을 기반으로, 38개의 수출입 게이트, 31개의 운송물류노드(TNZ)를 고려하여 모델을 구축하였음

⑤ NTMv5 (영국, 2020)

- 영국의 경우 크게 도로, 철도, 해상, 항공화물로 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

⑥ Base Year Freight Matrices (영국 DfT, 2012)

- 영국 전역을 대상으로 2012년을 기준연도로 하여 물동량 기종점통행량과 화물자동차 기종점통행량을 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 기종점통행량으로 변환하는 과정을 거침

- 2020년 5월, “Base Year Demand Matrix Development”가 나왔으나, 화물 (developing matrices for freight)부문을 포함한 Trip end model, Activity based model 등은 제외되었음

⑦ 전국화물 순유동조사 (일본, 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

⑧ Truck OD Data Methodology Documentation (미국, 2020)

- Next Generation National Household Travel Survey(NextGen NHTS)¹⁾ 프로그램의 일환으로, GPS 장치를 통해 수집한 데이터를 활용하여 국가 단위의 화물 OD를 구축하는 과정을 설명함

2) 지역·특수 단위 연구

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

- 4단계 화물통행수요 추정방법을 적용함
 - 화물통행 발생량과 도착량은 품목별 회귀식을 구축하여 추정

1) Federal Highway Administration(FHWA)은 지속적인 통행 모니터링 프로그램을 구축하기 위해 Next Generation National Household Travel Survey(NextGen NHTS) 프로그램을 제시함

- 지역간 화물수요추정을 위한 통행분포모형에 대해 유출제약 중력모형과 역지수함수 형태의 통행저항함수를 제시함
- 화물수단분담 모형은 로짓함수 형태의 비집계모형을 구축하여 사용함
- 화물자동차 통행수요는 물동량 톤을 화물자동차 통행량으로 전환하여 사용함

② 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

③ 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 나누고- 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

④ 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

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

⑤ Arkansas statewide model (미국 National Cooperative Highway Research Program, 2017)

- 미국 아칸소주 도로교통국에서는 2015년 주단위 교통수요 모형을 개선하였으며 장거리 화물수요 모형과 서비스 관련 단거리 트럭 모형도 개발하였음
 - 장거리 화물수요 모형은 도로와 철도 수단을 대상으로 4단계 과정을 거쳤으며, Tanssearch data를 주로 이용하였음
 - 단거리 트럭 관련 모형은 4가지 형태로 나누어 발생 및 도착 분포 모형을 별도로 고려하여 모형을 구축하였음

3. 물동량 O/D 보완갱신

가. 구축 기준

- (지역별) 17개 시도 단위의 대존과, 250개 시군구 단위의 중존을 기준으로 O/D를 구축함
- (품목별) 화물 품목을 31개로 구분하고, 도매업과 컨테이너는 품목을 구분하지 않고 별도로 O/D를 구축함
- (이동수단별) 도로, 철도, 항공, 연안으로 구분하여 O/D를 구축함

나. 구축 방법 및 과정

1) 도로 물동량 O/D 구축

- (1단계) 내수 물동량에 대한 발생량 산정
 - 농작물생산조사결과, 어업생산동향조사결과 등 품목별 생산량 자료를 활용하여 시군구 단위로 33개 품목에 대한 발생량을 산정함
- (2단계) 내수 물동량에 대한 도착량 산정
 - 산업간 및 지역간 재화와 서비스의 흐름을 나타내고 지역별 경제구조, 산업 및 지역간 상호연관관계를 파악할 수 있는 지역간 산업연관표(한국은행, 2015)를 활용하여 도착량을 산정함
- (3단계) 내수 물동량에 대한 통행분포
 - 2023년 전수화 당시 산출한 품목별 중력모형의 파라미터를 적용하여 최종 OD를 구축함
- (4단계) 수출입 물동량, 연안항만과 내륙중점간 물동량에 대한 O/D 구축
 - 한국해양수산개발원에서 제공하는 수출입 일반화물 및 컨테이너 화물 O/D

자료, 항만별·품목별 화물처리실적 자료를 기반으로 연안항만-내륙지역간 도착 비율을 활용하여 구축함

○ (5단계) 최종 O/D 구축

- 1~3단계를 거쳐서 구축한 내수 물동량 O/D, 4단계를 통해 구축한 수출입 물동량, 연안항만과 내륙중점간 물동량 O/D를 합산하여 최종 O/D를 구축함

2) 도로 외 물동량 (철도, 항공, 연안해운) O/D 구축

○ 철도 물동량 O/D 구축

- 철도통계연보의 기종점역간 품목별 수송량을 기준으로 시군구별 수송량을 재집계함

○ 연안해운 O/D 구축

- 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만간 화물운송실적자료를 토대로 구축함

○ 항공 물동량 O/D 구축

- 항공정보포털시스템에서 제공하는 공항별 화물운송실적자료를 기준으로 구축함



〈그림 3〉 기준연도 물동량 O/D 현행화 과정

다. 기준연도 O/D 구축 결과

1) 도로화물

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

〈표 2〉 도로화물 - 대분류 품목별 물동량

	구분	코드번호	물동량(톤/년)	비율(%)
농림수축산업	1.농림수축산품	품목 1 ~ 4	48,872,236	2.79
광업	2.광산품	품목 5 ~ 9	405,761,117	23.16
제조업	3.금속기계공업품	품목 22 ~ 29	243,039,354	13.87
	4.화학공업품	품목 18 ~ 21	445,321,037	25.42
	5.경공업품	품목 10 ~ 14	52,262,128	2.98
	6.잡공업품	품목 15 ~ 17	57,758,058	3.30
	7. 기타	품목 30 ~ 31	11,782,256	0.67
	도매업품		233,483,664	13.33
	컨테이너		253,386,887	14.47
	합계		1,751,666,738	100.00

- 도로 화물 전체 물동량은 1,751,666,738톤/년으로 나타남

〈표 3〉 도로화물 - 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	4,486,356	5,340,330	3,288,285	6,388,176	2,146,395	2,380,015	3,971,704	31,883,501	2,616,380	4,177,156	6,139,700	3,263,957	4,088,738	7,392,153	7,106,988	0	520,080	132,224,862
부산	1,413,030	3,677,663	1,917,486	3,023,338	757,265	499,735	8,336,988	18,045,941	648,961	3,792,275	3,284,736	1,512,447	1,707,601	10,366,311	16,854,827	0	361,040	109,274,584
대구	411,891	3,081,026	5,087,224	414,440	175,016	151,078	924,676	1,196,349	224,066	464,569	641,815	335,915	522,814	3,400,179	1,984,576	0	56,519	19,025,548
인천	4,410,526	3,489,342	6,409,989	6,830,251	488,132	644,169	1,424,609	3,553,024	2,086,016	3,152,646	5,589,123	1,362,687	2,282,862	3,536,715	2,445,136	0	388,984	136,694,153
광주	587,847	2,605,637	3,115,599	6,029,915	5,103,074	222,770	1,020,510	2,333,961	173,715	482,330	1,188,227	1,175,940	7,286,426	1,039,391	1,487,889	0	46,716	25,567,877
대전	93,418	1,313,515	50,795	176,817	36,735	744,628	87,030	336,242	28,594	180,767	283,015	104,024	110,088	192,121	145,727	0	26,422	3,889,967
울산	251,276	16,606,376	566,344	273,130	113,105	178,076	81,918,110	1,214,512	43,796	518,784	536,489	451,218	948,380	2,570,727	5,152,539	0	63,975	111,816,887
경기	21,755,517	25,386,389	5,255,385	24,724,910	3,365,030	4,882,824	11,430,567	150,760,265	10,666,287	16,548,568	42,764,896	8,928,542	13,230,272	19,633,423	14,109,134	0	2,298,982	375,770,957
강원	2,461,337	2,714,228	1,583,738	2,161,510	804,966	1,015,157	3,844,038	15,821,567	5,780,548	7,132,102	6,462,128	2,540,325	4,125,379	11,799,477	5,032,330	0	668,136	125,897,248
충북	3,500,015	4,272,094	1,709,764	2,888,784	975,335	2,274,011	8,557,948	17,254,578	4,322,315	18,087,479	12,662,335	3,223,279	7,155,732	9,338,460	5,289,741	0	1,762,722	108,539,877
충남	3,010,851	5,308,512	1,278,879	3,675,285	1,088,773	5,077,345	3,665,892	23,971,327	2,591,664	7,331,247	7,787,088	5,061,783	5,131,642	6,984,253	4,889,270	0	1,586,381	158,530,375
전북	928,821	2,722,532	889,397	1,253,264	1,287,479	1,028,228	2,025,244	6,013,074	1,347,497	2,815,913	6,856,640	23,113,989	6,927,665	4,288,152	3,639,186	0	455,982	65,830,011
전남	1,332,427	2,776,011	985,166	1,181,994	5,639,772	642,232	3,221,565	7,307,075	1,450,049	3,103,813	4,015,971	6,385,127	10,690,476	4,223,676	5,881,686	0	1,344,530	156,441,557
경북	1,601,111	16,302,730	3,344,349	1,319,912	678,588	817,385	7,013,278	7,013,669	2,172,472	3,483,718	3,917,214	2,016,540	3,267,148	46,134,615	7,234,831	0	386,974	106,644,463
경남	861,274	24,488,996	1,721,145	871,783	523,848	431,991	5,874,479	3,666,450	1,240,316	1,608,056	1,989,293	1,617,346	3,857,342	4,489,036	48,494,327	0	216,213	101,971,894
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,591,323	0	7,591,323
세종	168,467	265,338	147,038	287,516	98,738	338,466	369,221	1,720,427	330,984	1,760,075	2,148,322	429,345	639,284	966,038	531,518	0	1,084,347	11,256,169
합계	84,304,173	153,340,819	28,677,666	117,518,046	23,252,235	21,538,061	143,715,814	325,091,952	88,078,601	74,469,463	176,317,252	61,512,416	168,221,850	136,584,700	130,230,315	7,591,323	11,252,073	1,751,666,738

2) 철도화물

- 철도의 연간 화물 총 물동량은 21,256,830톤/년임

〈표 4〉 철도화물 - 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	699	76	0	0	0	1,501	0	207	20	499	0	0	0	234	210	0	0	3,446
부산	180	24,443	516	0	0	155,079	11,970	1,319,810	38	652	307,528	66,884	7,420	118,355	1,488	0	131,037	2,145,400
대구	0	262	0	0	0	512	153	0	0	433	0	0	0	55	0	0	0	1,415
인천	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
광주	0	38	0	0	0	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550
대전	4,289	149,624	22	0	837	13,990	0	215	210	1,590	43	1,434	2,271	273	542	0	0	175,340
울산	0	160,017	0	0	0	322	18	19,086	2,794	61,250	19,718	0	0	18,438	0	0	0	281,643
경기	306	1,953,180	432	0	0	1,545	0	7,072	38	843	2,920	0	8,887	96,044	10,284	0	652	2,082,203
강원	424,002	47	0	0	0	871	0	827,770	408,435	121,740	0	2,656	24,604	355,057	5,660	0	194,124	2,364,966
충북	1,725,736	1,284	210,129	0	0	520,473	214	2,835,073	4,886	33,990	13,168	105,746	108	905,530	917	0	214,216	6,571,470
충남	394	809,630	0	372	0	604	221,417	404	0	1,195	0	595,226	225	0	0	0	362	1,629,829
전북	0	165,548	0	0	0	2,154	0	10	0	42	35,620	12,568	315,496	47	624	0	0	532,109
전남	48	201,280	0	0	2,824	4,318	5,066	632,123	81,840	131	410,923	1,201,036	397,096	59,626	664	0	0	2,996,975
경북	1,716	507,378	17,286	0	0	4,621	426,888	362,921	420	939,208	3,601	0	9,956	5,685	138	0	0	2,279,818
경남	2,034	9,076	28	0	0	1,614	400	11,285	2,452	1,856	0	0	255	410	8,997	0	104	38,511
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
세종	0	152,079	0	0	0	0	0	684	344	0	0	0	0	0	48	0	0	153,155
합계	2,159,404	4,133,962	228,413	372	3,661	708,116	666,126	6,016,660	501,477	1,163,429	793,521	1,390,324	1,361,319	1,559,979	29,572	0	540,495	21,256,830

3) 항공화물

- 항공의 연간 화물 총 물동량은 212,435톤/년이며, 전체 물동량 중 87% 이상이 서울특별시, 부산광역시, 제주특별자치도에서 발생하고, 도착하는 것으로 분석됨

〈표 5〉 항공화물 - 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	5,674	2	0	226	0	451	0	0	0	0	0	415	63	203	56,257	0	63,291
부산	6,202	0	0	3,223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,063	0	21,488
대구	1	0	0	289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,244	0	5,534
인천	0	3,109	283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,392
광주	258	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,314	0	4,573
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	296	0	768
경기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
강원	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	0	0	753	0	771
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	7,621	0	7,622
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	421	0	421
전남	473	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	778	0	1,268
경북	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	554
경남	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	248
제주	68,146	12,382	5,495	92	4,750	0	333	0	849	8,585	0	459	858	532	24	0	0	102,505
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	75,853	21,165	5,780	3,605	4,976	0	784	0	867	8,586	0	459	1,290	595	227	88,248	0	212,435

4) 연안화물

- 연안화물의 연간 화물 총 물동량은 115,495,781톤/년임

〈표 6〉 연안화물 - 지역간 물동량 O/D

단위: 천톤/년

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
부산	0	8	0	62	0	0	2,939	3	2,122	0	1,528	0	2,424	266	21	365	0	1,179
대구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인천	0	8	0	2	0	0	2,291	435	5,174	0	3,933	51	4,828	217	0	136	0	1,698
광주	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
울산	0	206	0	1,117	0	0	913	244	501	0	2,053	9	2,034	45	20	2	0	769
경기	0	0	0	297	0	0	313	18	3,530	0	726	0	2,332	392	0	3	0	101
강원	0	57	0	50	0	0	1,016	0	6	0	129	0	584	83	8	5	0	412
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
충남	0	0	0	397	0	0	525	233	491	0	98	0	497	0	5	0	0	10
전북	0	2	0	11	0	0	591	6	1,208	0	615	0	963	0	0	4	0	29
전남	0	394	0	178	0	0	3,515	235	8,871	0	1,489	0	2,120	283	502	5,917	0	2,615
경북	0	21	0	3	0	0	248	1	3,647	0	26	0	505	4	8	0	0	104
경남	0	395	0	0	0	0	1,465	0	1,919	0	257	0	1,463	583	1,014	61	0	4,203
제주	0	663	0	36	0	0	524	1	165	0	1	39	7,127	0	431	0	0	1,720
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	0	6	0	247	0	0	1,226	286	1,933	0	1,652	34	3,303	3	380	319	0	0

5) 수단별 수송실적

- 2023년 국내화물 총 물동량은 2022년(1,931,446,523톤/년) 대비 약 2.21% 감소한 1,888,631,784톤/년으로 나타났음
 - 도로수송이 차지하는 비중은 92.75%(17억 5천만톤/년)로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었으며, 그 뒤로 연안수송이 6.12%(1억 1천만톤/년), 철도수송이 1.13%(21백만톤/년), 항공수송이 0.01%(212,435톤/년)인 것으로 나타남

〈표 7〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)

단위: 톤/년, %

수송수단	물동량	비율
도로	1,751,666,738	92.75
철도	21,256,830	1.13
연안	115,495,781	6.12
항공	212,435	0.01
합계	1,888,631,784	100.00

- 2023년 국내화물 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 171,085,956,311톤·km/년으로 나타남
 - 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 79.26%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 17.46%, 철도가 3.23%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남

〈표 8〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤·km기준)

구분		도로	철도	연안	항공	계
2023	백만 톤·km/년	135,610	5,528	29,865	83	171,086
	비율(%)	79.26	3.23	17.46	0.05	100.00

4. 화물자동차 O/D 보완갱신

가. 기본 방향

- 빅데이터 수집 및 활용에 대한 토대가 마련됨에 따라 표본규모 등 조사기반 화물자동차 O/D 구축의 한계 및 문제점 해결을 위해 통신 및 화물자동차 궤적데이터 등 화물부문 빅데이터를 이용하여 화물수요 신뢰성을 제고하고자 하는 노력이 지속적으로 이루어져 왔음
- 화물자동차 O/D를 구축하는 과정 중 화물자동차 O/D의 검증 및 보완단계와 같은 일부 단계에서 영업용 화물자동차 운행기록계(DTG) 자료, 네비게이션 이동궤적 자료를 활용해 왔음
- 그러나 빅데이터 규모와 범위가 증가함에 따라 단일 또는 다수의 자료의 결합 방식으로 화물자동차 통행을 설명할 수 있는 영역이 확대되고 있으므로 그에 따라 화물자동차 O/D 구축 단계에서 빅데이터를 적용하는 비중 또한 증가하고 있음
- 조사자료 기반 O/D 구축 방식에서의 일부 보완검증에 활용하는 방식에서 점진적으로 빅데이터가 대체할 수 있는 영역을 확대하고 조사방식에 기반한 방법론을 수정 보완하여 방법론을 정립할 필요성이 있음
- 본 과업에서는 차량 기반 화물자동차 OD 산정 방식으로 2023년 기준년도 화물자동차 O/D 현행화를 수행하며 화물통행실태조사를 기초로 하여 산정한 통행원단위를 적용한 기존 현행화 방식에 TCS 및 DTG 자료에서 추출한 통행량 산정 방식을 결합한 방식을 적용함

나. 구축 기준

1) 지역기준

- 17개 시도 단위의 대준과, 250개 시군구 단위의 중준을 기준으로 O/D를 구축함 (부록 참고)

2) 업종기준

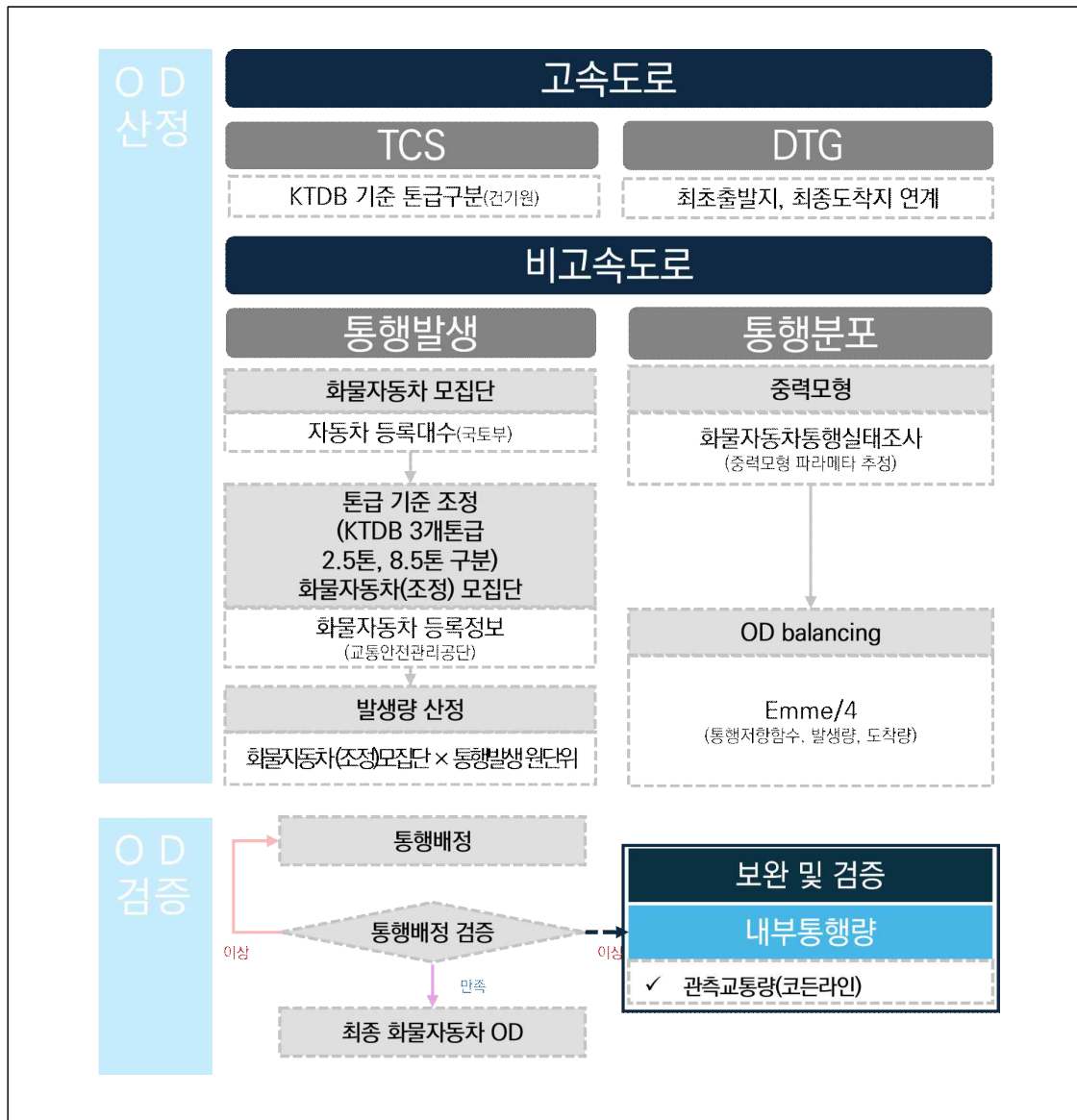
- 영업용, 비영업용으로 구분하여 O/D를 구축함

3) 톤급기준

- 적재능력에 따라 소형, 중형, 대형으로 구분하여 O/D를 구축함
 - 소형: 최대적재량 2.5톤 미만
 - 중형: 최대적재량 2.5톤 이상 ~ 8.5톤 이하
 - 대형: 최대적재량 8.5톤 초과, 컨테이너/트레일러

다. 구축 방법 및 과정

- 2023년 기준 화물자동차 O/D는 고속도로와 비고속도로 부문으로 구분하여 산정함
 - 고속도로 부문 화물자동차 O/D는 TCS와 DTG 자료를 활용하여 산정함
 - 비고속도로 화물자동차 O/D는 기존 방법론을 적용하여 발생량 및 도착량 산정, 통행분포, 보완 및 검증 단계를 거쳐 산정됨



〈그림 4〉 기준연도 화물자동차 O/D 현행화 과정

1) OD 산정

① 고속도로 부문

○ 개요

- 화물자동차 O/D 중 고속도로 이용 부문에 대해서는 한국도로공사 영업소간 통행량 자료를 활용함

○ 산정방식

- TCS 자료 활용
 - 2023년 기준년도 TCS데이터에 대해 KDTB 톤급기준으로 차종구분
- DTG 자료 활용
 - DTG 자료를 활용하여 출발지로부터 고속도로를 이용하기 위해 영업소를 통과한 통행량을 해당 영업소로 진입한 전체 통행량으로 나눠 해당 영업소에 진입하는 출발지별 비율을 산정

② 비고속도로 부문

○ 초기 O/D 구축

- 2022년 화물자동차 통행실태조사를 기반으로 전수화한 O/D(2022년 기준 O/D)를 기준으로 화물자동차 등록대수에 통행원단위를 적용하여 2023년 기준 화물자동차 발생량 및 도착량을 산정함

○ 화물자동차 O/D 통행분포

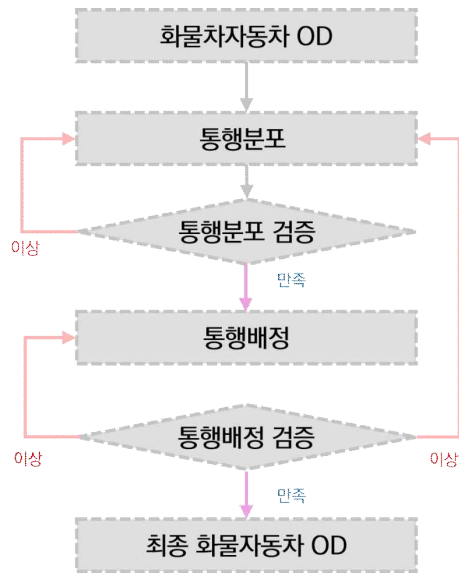
- 2022년 화물자동차 통행실태조사 결과에서 도출한 통행저함함수 중 가장 설명력이 높은 결합모형을 적용하여 통행분포를 수행함

2) OD 검증 및 보정

- 화물자동차 O/D 통행분포 결과에 대해 관측교통량 및 화물자동차 관련 수집 자료와 비교 분석을 통해 검증 및 보정 과정을 수행함
- 관측 통행량
 - 도서지역 통행량 및 존별 코든라인 통행량자료와 비교검증을 통해 보정함
- 화물자동차 관련 수집자료
 - DTG자료(Digital Tachograph, 한국교통안전공단)
 - DTG원시자료로부터 통행을 추출하여 시군구 지역기준의 영업용 화물자동차 O/D를 산출하여 1차 O/D의 영업용 화물자동차 O/D와 비교분석함
 - TCS자료(Toll Collection System, 한국도로공사)
 - 영업소 기준 TCS 자료로부터 시군구 지역기준의 고속도로 이용 화물자동차 O/D를 산출하여 1차 O/D의 고속도로 이용 O/D와 비교분석함
 - 기존 화물자동차 O/D
 - 2022년 기준년도 통행량 및 지역별 내부통행량 비율을 비교하여 내부통행량 비율이 과도하게 높거나 낮은 지역을 확인하여 보정함
 - 화물자동차 1대당 통행수가 지역별 톤급별 업종별 평균 대비 많은 경우 통계적 유효범 위값 안에서 보정함
 - 지역별 평균주행거리
 - 교통안전공단의 지역별, 적재능력별 평균주행거리 자료와 화물자동차통행실태조사를 통해 구축한 평균통행거리 결과를 기준으로 추정된 화물자동차 O/D의 지역별 평균주행거리를 비교 검증함

3) 통행배정 검증 및 보정

- 교통수요예측 프로그램 (EMME 4)를 활용하여 통행배정 후 링크별 배정된 교통량과 관측교통량의 오차율, %RMSE를 검토하여, 허용치를 초과할 경우 프로그램을 통해 통행을 재배정하거나, 통행분포 단계에서 다시 보정한 후 배정함



〈그림 5〉 기준연도 화물자동차 O/D 검증 과정

라. 기준연도 O/D 구축 결과

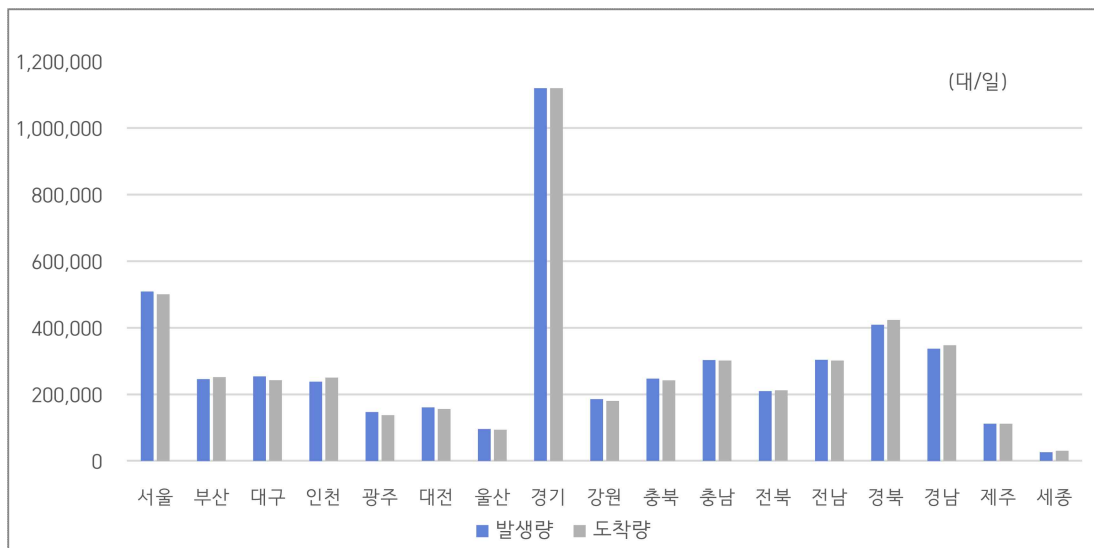
1) 화물자동차 통행량

- 2023년 화물자동차의 일평균통행량은 4,896,871대/일로 산출되었으며 이는 이 전년도에 비해 2.20% 증가함
 - 서울, 경기의 발생량은 전체 통행의 33.24%로 나타났고 도착량은 33.08%로 나타남
 - 화물자동차의 발생량 및 도착량이 가장 높은 지역은 경기도가 각각 22.86%이며, 그 뒤로 서울특별시가 10.38%, 10.22%인 것으로 나타남

〈표 9〉 전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	508,415	10.38	500,382	10.22
부산광역시	245,331	5.01	251,489	5.14
대구광역시	253,649	5.18	242,261	4.95
인천광역시	237,723	4.85	249,987	5.11
광주광역시	146,570	2.99	137,075	2.80
대전광역시	160,390	3.28	155,784	3.18
울산광역시	95,639	1.95	93,401	1.91
경기도	1,119,343	22.86	1,119,261	22.86
강원도	185,288	3.78	179,791	3.67
충청북도	246,755	5.04	241,684	4.94
충청남도	302,541	6.18	301,180	6.15
전라북도	209,241	4.27	211,615	4.32
전라남도	303,326	6.19	301,151	6.15
경상북도	408,738	8.35	423,169	8.64
경상남도	336,748	6.88	347,016	7.09
제주특별자치도	111,419	2.28	111,419	2.28
세종특별자치시	25,755	0.53	30,207	0.62
전국	4,896,871	100.00	4,896,871	100.00



〈그림 6〉 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

〈표 10〉 전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	439,018	12.50	433,805	12.35
부산광역시	187,570	5.34	190,290	5.42
대구광역시	199,713	5.69	192,036	5.47
인천광역시	167,878	4.78	172,386	4.91
광주광역시	116,347	3.31	106,567	3.03
대전광역시	126,307	3.60	121,553	3.46
울산광역시	68,862	1.96	65,641	1.87
경기도	723,140	20.59	715,591	20.38
강원도	134,738	3.84	131,164	3.74
충청북도	158,636	4.52	157,589	4.49
충청남도	198,394	5.65	203,476	5.79
전라북도	144,628	4.12	147,688	4.21
전라남도	221,721	6.31	220,578	6.28
경상북도	303,965	8.66	321,966	9.17
경상남도	207,697	5.91	213,383	6.08
제주특별자치도	96,687	2.75	96,687	2.75
세종특별자치시	16,147	0.46	21,049	0.60
전국	3,511,449	100.00	3,511,449	100.00

〈표 11〉 전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	53,589	7.35	52,405	7.19
부산광역시	24,239	3.33	24,749	3.40
대구광역시	31,170	4.28	28,906	3.97
인천광역시	33,787	4.64	36,605	5.02
광주광역시	15,227	2.09	15,832	2.17
대전광역시	18,231	2.50	18,106	2.49
울산광역시	9,038	1.24	9,106	1.25
경기도	236,432	32.45	238,082	32.68
강원도	28,789	3.95	28,027	3.85
충청북도	39,930	5.48	39,050	5.36
충청남도	46,906	6.44	45,258	6.21
전라북도	33,644	4.62	34,219	4.70
전라남도	37,587	5.16	36,916	5.07
경상북도	46,049	6.32	47,120	6.47
경상남도	57,453	7.89	57,710	7.92
제주특별자치도	11,714	1.61	11,714	1.61
세종특별자치시	4,830	0.66	4,809	0.66
합계	728,614	100.00	728,614	100.00

〈표 12〉 전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	15,807	2.41	14,172	2.16
부산광역시	33,522	5.10	36,450	5.55
대구광역시	22,767	3.47	21,319	3.25
인천광역시	36,058	5.49	40,996	6.24
광주광역시	14,995	2.28	14,675	2.23
대전광역시	15,852	2.41	16,125	2.45
울산광역시	17,739	2.70	18,654	2.84
경기도	159,771	24.33	165,588	25.21
강원도	21,761	3.31	20,600	3.14
충청북도	48,189	7.34	45,046	6.86
충청남도	57,242	8.72	52,445	7.98
전라북도	30,969	4.72	29,708	4.52
전라남도	44,018	6.70	43,658	6.65
경상북도	58,724	8.94	54,083	8.23
경상남도	71,598	10.90	75,923	11.56
제주특별자치도	3,018	0.46	3,018	0.46
세종특별자치시	4,778	0.73	4,349	0.66
합계	656,808	100.00	656,808	100.00

2) 화물자동차 O/D

- 지역간 화물자동차 통행량의 경우 지역내 이동이 가장 비중을 많이 차지하는 것으로 나타났으며 영향권 범위에 있는 인근 지역으로의 유출입 통행량도 많은 것으로 나타남
 - 전체 화물자동차 통행의 22.86%를 차지하는 경기의 경우 경기지역으로 60.76%, 서울지역으로 13.19%, 인천지역으로 7.55%, 충청지역으로 9.81%로 발생량의 총 91.3%가 해당 지역으로 유입되는 것으로 나타남
 - 전체 화물자동차 통행에서 10.38%를 차지하는 서울의 경우 서울지역으로 56.01%, 경기지역으로 30.34%, 인천지역으로 4.15%로 발생량의 총 90.5%가 해당 지역으로 유입되는 것으로 나타났으며 그 밖의 지역에서도 지역내 또는 인근 지역으로 유출입이 화물자동차 통행량이 많은 것으로 나타남

〈표 13〉 전체 화물자동차 O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	28478	74	138	2105	781	293	270	15429	8555	9252	1308	2509	168	443	1770	0	1072	53845
부산	58	13763	402	449	1084	521	10764	2386	611	120	1143	1910	436	1193	6650	0	139	26531
대구	128	5108	14329	648	1310	1327	2356	4853	1210	3235	2175	2554	2794	5964	16677	0	302	25369
인천	2173	586	72	116601	509	1022	215	76728	3297	3736	6162	1457	1019	2363	1024	0	50	23723
광주	74	1178	1248	604	7745	1212	309	293	43	1360	2473	11045	38847	2982	3260	0	244	146570
대전	2715	880	1344	1183	1082	8624	389	9810	1256	16631	18621	6816	2025	5169	2342	0	3944	160330
울산	281	10836	236	215	311	388	51071	1149	417	711	791	604	133	1380	11267	0	81	95639
경기	14735	6394	5178	84561	2674	10749	985	68088	28855	45119	6468	8882	5271	15588	8373	0	4443	1119343
강원	8671	740	1152	3233	388	1221	481	33556	105367	11815	4074	1409	1088	10335	1238	0	440	185288
충북	9040	1946	3231	4673	1306	15080	670	47288	11980	93231	20256	5929	3217	19312	4611	0	5015	246755
충남	12389	1497	2073	9904	2153	16977	758	64511	3657	19853	125539	17432	5974	9464	4121	0	6240	302541
전북	2375	1752	2066	1806	9483	6275	576	9403	1366	6079	17997	112804	21985	6813	7214	0	1225	209241
전남	1716	5368	2884	1321	33088	2485	1302	5986	1000	3421	6455	24149	188388	7715	17512	0	545	303326
경북	3981	13486	52857	2135	2138	4515	13087	15646	10196	17704	8759	5880	5787	226215	25262	0	1160	408738
경남	1771	63192	13321	1080	2886	2127	10146	7089	1226	3884	3793	7183	17073	26281	175386	0	451	336748
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111419	0	111419
세종	777	169	241	540	186	2888	62	3745	344	4421	5175	1082	436	1014	388	0	4336	25755
합계	501382	251489	242261	249987	137075	155784	98401	1119261	179791	241684	301180	211615	301151	423169	347016	111419	30217	4886871

〈표 14〉 소형 화물자동차(2.5톤 미만) O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	23806	414	909	18554	483	2116	190	124127	7774	6821	10682	2004	1321	3642	1087	0	809	439018
부산	349	118487	2829	141	414	273	6888	983	454	707	603	943	2488	8662	43317	0	71	187570
대구	844	2991	12870	282	685	906	1322	2506	82	2024	1330	1842	1920	42283	10906	0	193	199713
인천	19323	157	313	84150	195	686	72	50618	2561	2200	4163	807	585	1419	369	0	321	167858
광주	588	681	754	266	67900	827	148	1520	313	819	1825	7751	29045	1843	1986	0	162	116347
대전	1993	378	888	654	667	74050	166	5832	987	12060	13867	4955	1494	4083	1364	0	2940	126317
울산	188	7664	1245	75	127	154	42383	500	27	397	306	292	742	8197	6072	0	41	68862
경기	120277	3975	2866	55166	1213	6607	481	421879	22013	23883	39169	5480	3346	10171	3924	0	2691	723140
강원	7795	516	828	2401	239	921	271	25082	7252	8683	3229	1036	842	9091	885	0	347	134738
충북	6685	714	1917	2284	641	10599	383	24081	8966	62316	13660	3800	2083	14679	2113	0	3804	158686
충남	9889	609	1184	5048	1403	12178	276	35315	2949	13640	85217	12286	4683	6908	2108	0	4718	198394
전북	1907	887	1363	904	6249	4302	267	5721	1086	3926	12667	80465	14591	4982	4572	0	840	144628
전남	1336	3533	1986	678	23634	1744	667	3504	886	2153	4915	16476	143627	5294	11028	0	368	221721
경북	3051	7813	36922	1162	1088	3225	7089	9215	8529	12779	6144	4160	4095	182752	15087	0	832	308965
경남	1002	41449	9188	361	1527	1288	4880	2757	821	1997	2149	4734	9581	17345	108433	0	267	207697
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9667	0	9667
세종	563	52	114	261	84	1748	27	1980	253	3173	3529	588	254	685	170	0	2646	16147
합계	433805	190220	192086	172386	106567	121553	66641	715391	131164	157339	203476	147688	220578	321966	213383	9667	21049	3511449

〈표 15〉 중형 화물자동차(2.5톤 이상~8.5톤 이하) O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	2488	141	285	1,284	193	476	37	2,688	515	1,326	1,328	273	191	482	426	0	146	53,589
부산	123	9,797	510	67	191	81	1,195	499	51	142	132	204	357	1,009	9,858	0	24	24,229
대구	271	856	14,615	142	334	212	389	1,056	167	456	319	341	312	9,016	2,649	0	55	31,170
인천	1,115	76	130	20,092	94	121	19	10,437	178	403	498	126	95	219	136	0	57	33,787
광주	139	146	23	133	6,907	184	41	618	48	186	250	1,470	3,922	363	471	0	41	15,227
대전	489	95	215	216	215	8,895	37	1,751	108	2,016	2,129	766	149	357	277	0	513	18,231
울산	44	1,111	368	24	49	41	3,959	181	21	56	61	54	69	1,049	1,941	0	11	9,018
경기	20,406	573	1,087	11,873	748	1,820	142	172,920	2,923	8,333	9,431	1,335	751	2,019	1,329	0	741	236,432
강원	663	68	145	192	56	115	19	3,605	22,299	888	162	84	51	330	104	0	30	28,789
충북	1,426	218	470	606	226	1,862	49	8,737	882	20,417	1,829	668	213	1,211	515	0	611	39,920
충남	1,398	163	318	1,145	316	2,118	57	10,357	156	1,749	25,373	1,723	362	644	406	0	622	46,906
전북	246	184	275	196	1,459	763	56	1,233	87	618	1,648	23,897	1,606	537	715	0	141	33,644
전남	187	381	320	156	4,109	169	71	797	54	218	376	1,908	27,022	398	1,373	0	48	37,587
경북	500	1,315	7,910	236	348	429	1,004	2,134	412	1,267	669	464	315	26,037	2,913	0	115	46,049
경남	490	9,609	1,982	173	529	310	2,024	1,381	108	439	406	753	1,396	3,220	34,545	0	59	57,453
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,714	0	11,714
세종	130	25	53	80	49	521	8	701	27	601	668	153	47	110	61	0	1,606	4,830
합계	52,405	24,749	28,906	36,605	15,882	18,106	9,106	238,082	28,027	39,050	45,258	34,219	36,916	47,120	57,710	11,714	4,819	728,644

〈표 16〉 대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	1,863	170	135	1,256	95	311	43	8,444	257	1,105	1,087	232	146	318	257	0	118	15,817
부산	107	9,348	718	241	430	166	2,682	904	106	441	418	763	1,551	2,301	13,325	0	44	33,522
대구	113	1,261	4,813	225	291	220	645	1,230	171	755	496	372	572	8,364	3,122	0	55	22,767
인천	1,356	353	279	12,359	221	275	114	15,673	558	1,133	1,500	523	339	735	518	0	121	36,058
광주	78	351	261	215	2,939	201	120	780	72	355	398	1,823	5,810	707	854	0	41	14,995
대전	234	417	250	322	210	3,238	157	2,227	181	2,555	2,625	1,095	382	749	700	0	300	15,852
울산	49	2,060	751	116	134	162	4,528	467	119	229	424	258	492	4,634	3,254	0	29	17,739
경기	6,911	1,846	1,225	17,522	713	2,323	362	85,259	3,920	12,913	16,048	2,068	1,174	3,368	3,120	0	1,011	159,771
강원	243	156	179	640	94	186	190	4,888	10,545	2,275	663	229	165	915	299	0	63	21,761
충북	959	1,024	844	1,783	428	2,618	219	14,471	2,101	10,488	4,767	1,461	951	3,432	1,983	0	600	48,189
충남	1,103	725	570	3,711	434	2,680	425	18,839	512	4,464	14,979	3,422	959	1,912	1,607	0	899	57,242
전북	221	711	428	706	1,776	1,211	253	2,450	243	1,549	3,683	8,442	5,739	1,314	1,928	0	315	30,949
전남	193	1,454	628	457	5,345	522	574	1,635	199	1,080	1,164	5,765	17,739	2,023	5,110	0	129	44,018
경북	380	4,358	8,026	737	692	841	4,994	4,237	1,254	3,668	1,956	1,256	1,376	17,416	7,271	0	213	58,724
경남	279	12,134	2,152	457	830	550	3,272	2,921	277	1,398	1,237	1,666	6,126	5,667	32,408	0	126	71,538
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,018	0	3,018
세종	84	92	75	199	53	589	27	1,064	64	647	989	312	135	219	166	0	85	4,778
합계	14,172	36,450	21,319	40,936	14,675	16,125	18,664	165,388	20,600	45,046	52,445	29,708	43,668	54,083	75,923	3,018	4,349	666,808

5. 장래연도 O/D 예측

가. 물동량 O/D 예측

1) 예측 방법

○ 도로화물 수송수요 예측

- 31개 품목, 도매업 및 컨테이너의 수송수요 예측 시 공신력 있는 자료와 사회 경제지표를 활용하여 예측을 실시함
- 장래 내수화물 도로화물 물동량 O/D는 장래 산업별 전망추이를 품목에 적용하여 반영하여 산정하되 과거 종사자수 증가추이를 감안하여 품목별 장래 증가율을 보정함
- 수출입 일반화물 및 컨테이너 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 수출입 컨테이너 화물의 예측치(2025년~2050년)를 이용함

○ 철도화물 수송수요 예측

- 철도화물의 수송수요는 「2013년 철도화물 중장기 수송수요 예측(한국철도공사, 2013)」의 예측결과를 활용함

○ 항공화물 수송수요 예측

- 「제5차 공항개발 중장기 종합계획(국토교통부, 2016)」의 예측결과를 반영함

○ 연안화물 수송수요 예측

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

2) 예측 결과

○ 도로화물

- 2023년의 도로화물 총 물동량은 1,751,667천톤/년으로 나타났고 2050년에는

2,391,776천톤/년까지 증가하는 것으로 예측됨

- 도로화물의 품목별 물동량을 보면 광산품(대분류 2)과 잡공업품(대분류 6)을 제외하고 모든 품목이 2023년부터 2050년까지 증가하는 추세를 보임

〈표 17〉 대분류 품목별·연도별 도로화물 물동량 예측

단위: 천톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
농림수축산업	48,872	50,385	52,644	52,644	53,108	53,666	53,869	
광업	405,761	426,009	434,626	434,626	441,940	440,871	445,122	
제조업	3.금속기계공업품	52,262	52,907	54,572	54,572	55,453	56,356	57,122
	4.화학공업품	57,758	58,561	58,163	58,163	57,301	56,718	56,186
	5.경공업품	445,321	458,733	501,515	501,515	516,473	531,933	546,393
	6.잡공업품	243,039	257,078	279,272	279,272	288,799	298,735	306,361
	7.기타	11,782	12,114	12,798	12,798	13,094	13,402	13,583
도매업	233,484	239,094	269,506	269,506	288,646	309,144	331,098	
컨테이너	253,387	288,457	403,897	403,897	477,837	534,765	582,042	
합계	1,751,667	1,843,337	2,066,995	2,066,995	2,192,650	2,295,589	2,391,776	

○ 철도화물

- 철도화물의 물동량은 컨테이너의 경우 2050년에 11,421,873톤/년으로 추정되었으며, 비컨테이너 품목의 물동량은 17,817,484톤/년으로 예측됨

〈표 18〉 철도화물 연도별·품목별 물동량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
컨테이너	7,834,875	8,108,307	8,683,436	9,299,359	9,958,971	10,665,369	11,421,873
비컨테이너	13,421,955	13,824,909	14,544,510	15,301,568	16,098,031	16,935,950	17,817,484
합계	21,256,830	21,933,216	23,227,946	24,600,927	26,057,001	27,601,319	29,239,358

○ 항공화물

- 항공화물의 물동량은 2050년에 578,517톤/년이며, 2023년부터 2050년까지의 연평균 증가율은 3.78%임

〈표 19〉 항공화물 - 연도별 물동량 예측

단위: 톤/년

연도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
합계	212,435	499,694	588,230	587,664	585,793	582,697	578,517

○ 연안화물

- 연안화물의 물동량은 2023년에 115,496천톤/년이며 2023년부터 2050년까지의 연평균 증가율은 0.28%로 나타남

〈표 20〉 연안화물 - 연도별 물동량 예측

단위: 천톤/년

연도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
합계	115,496	117,101	119,518	120,947	122,393	123,455	124,526

나. 화물자동차 O/D 예측

1) 예측 방법

- 국외에서는 주로 물동량 기반의 화물수요추정방법을 적용하여 물동량의 예측치를 화물자동차 통행수로 변환하여 사용함
- 본 연구의 장래 화물자동차 O/D 예측은 기준연도 화물자동차 O/D 전수화와 동일하게 화물자동차 기반 방법을 적용함¹⁾²⁾
- 장래 화물자동차 O/D는 지역내 총생산(GRDP)의 증가 추이를 반영하여 산정하되, 국내총생산(GDP) 성장률과 화물자동차 통행과 연관성이 높은 사회경제 지표 전망치를 반영하여 보정함

2) 물동량의 장래 수단분담율을 예측하는데 한계가 있어, 화물자동차 장래 전망 기반의 장래 OD를 구축함

2) 예측 결과

- 2023년 화물자동차의 일평균 통행량은 490만 대/일에서 2050년 573만 대/일까지 증가할 것으로 추정됨
 - 소형화물차의 일평균 통행량은 발생량 기준 2023년 3,511,449대/일에서 2050년 4,196,355대/일까지 증가할 것으로 전망됨
 - 중형화물차의 일평균 통행량은 2023년 728,614대/일에서 2050년 798,816대/일까지 증가할 것으로 예측됨
 - 대형화물차의 일평균 통행량은 2023년 656,808대/일에서 2050년 739,608대/일까지 증가할 것으로 예측됨

〈표 21〉 장래 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

단위: 대/일

구분	2023		2025		2030		2035		2040		2045		2050	
	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착
서울	508,415	500,382	528,841	501,422	559,441	536,721	576,155	561,902	589,349	581,881	588,121	586,425	584,512	589,228
부산	245,331	251,489	254,465	246,742	267,500	255,839	273,739	254,118	278,738	251,949	277,245	245,756	274,816	238,687
대구	253,649	242,261	264,306	245,250	277,252	252,100	282,807	251,882	287,326	250,942	285,624	245,089	283,032	239,793
인천	237,723	249,987	247,379	265,170	259,155	278,211	268,726	288,641	279,428	297,418	282,912	299,499	286,076	300,908
광주	146,570	137,075	152,855	141,001	161,035	151,875	164,970	158,640	167,361	161,174	166,198	159,607	164,488	158,216
대전	160,390	155,784	166,615	153,859	174,693	160,181	178,807	162,646	182,238	165,260	181,573	163,156	180,321	161,736
울산	95,639	93,401	100,041	96,552	106,245	101,397	108,916	102,664	111,041	103,064	110,519	101,824	109,538	100,085
경기	1,119,343	1,119,261	1,181,161	1,117,492	1,277,121	1,206,887	1,335,845	1,271,422	1,386,269	1,324,516	1,395,415	1,338,996	1,398,531	1,349,894
강원	185,288	179,791	192,451	175,266	201,165	181,502	205,162	182,023	208,173	184,425	207,008	184,397	204,750	180,368
충북	246,755	241,684	273,927	329,887	292,379	358,494	302,359	374,172	310,435	387,516	310,222	388,605	308,969	390,630
충남	302,541	301,180	328,260	363,247	356,240	401,296	373,309	424,709	387,484	445,310	389,738	449,087	390,794	454,414
전북	209,241	211,615	216,894	208,216	225,411	212,043	228,637	210,400	230,726	210,835	228,733	209,252	225,650	204,253
전남	303,326	301,151	313,190	302,757	323,003	308,083	326,093	309,370	327,142	310,850	323,028	306,690	317,584	298,317
경북	408,738	423,169	423,433	418,980	440,428	432,814	446,680	433,190	449,883	431,870	445,041	425,036	438,596	416,211
경남	336,748	347,016	359,066	432,383	380,181	456,822	389,726	466,811	395,815	473,037	393,179	468,737	388,741	460,197
제주	111,419	111,419	116,568	116,568	129,225	129,225	136,414	136,414	142,155	142,155	143,150	143,150	143,938	143,938
세종	25,755	30,207	27,454	32,117	30,284	37,270	32,110	41,453	33,689	45,049	34,151	46,555	34,443	47,903
전국	4,896,871	4,896,871	5,146,906	5,146,906	5,460,758	5,460,758	5,630,455	5,630,455	5,767,251	5,767,251	5,761,860	5,761,860	5,734,779	5,734,779

〈표 22〉 화물자동차 전체 O/D (2025년)

단위:대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	28824	85.37	1.43	2.791	838.54	2.96	336.47	157.304	8.448	14.433	17.717	2.554	1.730	4.63	2.463	0	1.224	538.841
부산	46	13,254	3.36	373.38	86	47.17	10.127	1.819	49.19	1.262	1.061	1.497	3.492	9.987	89.020	0	119.05	254.465
대구	1.167	5.835	151.373	670.99	1.38	1.38	2.736	4.677	1.125	4.047	2.499	2.530	2.817	60.615	21.282	0	336	264.306
인천	21.532	666.43	77.224	121.613	535.5	1.09	240	76.672	3.178	5.566	8.616	1.457	1.041	2.433	1.440	0	578.45	247.379
광주	756.15	1.356	1.321	649.57	80.709	1.211	365.32	2.887	411.29	1.819	2.578	10.989	40.146	3.027	4.089	0	269.99	152.855
대전	2.636	974.04	1.392	1.259	1.110	86.361	40.889	9.734	1.187	21.251	19.154	6.600	2.043	5.137	3.031	0	4.335	166.615
울산	2.293	10.674	2.078	195.29	271.75	306.24	52.155	970	336.02	73.088	86.681	57.22	1.139	12.693	16.802	0	75.69	100.041
경기	147.308	7.232	5.463	92.074	2.781	10.717	116.218	680.464	2.777	73.784	85.394	8.692	5.363	15.735	12.291	0	4.863	1,181.161
강원	8.945	97.15	1.264	3.560	423.98	1.283	52.36	34.589	104.951	14.466	5.453	1.459	1.125	11.064	1.846	0	511.23	192.451
충북	8.226	2.103	3.233	4.787	1.284	14.324	744.71	45.127	11.060	121.939	22.831	5.528	3.038	18.530	5.990	0	5.107	273.927
충남	11.365	1.600	2.057	10.142	2.090	16.115	812.67	62.663	3.257	26.779	149.129	16.033	5.676	8.951	5.036	0	6.494	338.200
전북	2.356	1.999	2.196	1.934	9.832	6.333	668.91	9.547	1.313	8.330	20.338	112.832	22.102	6.928	8.663	0	1.442	216.894
전남	1.655	6.055	2.936	1.411	34.034	2.408	1.497	5.907	1.025	4.621	7.546	24.033	19.956	7.785	20.613	0	5.9712	313.190
경북	3.766	14.788	53.469	2.194	2.121	4.435	14.443	15.135	9.399	20.382	10.078	5.745	5.709	22.440	34.070	0	1.260	423.433
경남	1.519	61.253	12.635	970	2.655	1.927	10.193	6.210	1.032	4.650	3.842	6.760	15.899	23.946	215.140	0	446.28	339.066
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	116.58	0	116.58
세종	710.98	18.146	239.93	545.82	181.74	2.688	68.67	3.366	37.24	5.826	5.784	970	415.29	957	50.47	0	4.487	27.454
전국	501.422	246.742	245.250	265.170	141.001	153.859	96.552	1,117.492	175.266	329.887	363.247	208.216	302.757	418.980	432.383	116.58	32.117	5,146.906

〈표 23〉 화물자동차 전체 O/D (2030년)

단위:대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	306.833	8.806	1.362	23.794	878.68	3.055	338.83	166.403	8.621	15.378	19.345	2.532	1.708	4.543	2.426	0	1.387	539.441
부산	42	13,032	3.480	415.1	94	49.28	10.753	2.015	50.78	1.403	1.192	1.557	3.615	10.616	94.98	0	142.57	257.300
대구	1.313	6.025	157.013	738.48	1.452	1.423	2.852	5.230	1.219	4.555	2.844	2.688	2.949	63.921	22.666	0	392.89	277.252
인천	22.740	680.78	78.339	125.267	533.62	1.087	246.66	81.808	3.237	6.056	9.515	1.478	1.037	2.442	1.523	0	644.34	239.155
광주	829.19	1.343	1.328	646.77	86.641	1.289	373.73	3.144	433.73	1.996	3.147	11.146	41.079	3.035	4.177	0	316.89	161.035
대전	2.827	988.76	1.344	1.334	1.175	89.292	40.839	10.500	1.227	23.032	20.739	6.638	2.049	5.130	3.036	0	4.973	174.693
울산	261.55	11.340	2.153	2.144	302.78	3.298	55.019	1.032	365.85	818.73	963.76	544.79	1.195	13.387	18.185	0	91.08	106.245
경기	139.229	7.342	5.336	98.327	2.991	11.314	117.688	736.545	2.803	80.671	96.740	8.865	5.413	15.876	12.674	0	5.686	1,277.121
강원	9.698	98.66	1.250	3.794	453.98	1.344	602.58	37.114	108.333	15.474	6.064	1.478	1.127	10.998	1.881	0	594.45	201.165
충북	8.875	2.125	3.193	5.033	1.366	14.861	749.33	48.669	11.611	131.603	25.024	5.530	3.103	18.644	6.094	0	5.818	292.379
충남	12.440	1.605	2.036	10.902	2.238	16.779	819.59	69.854	3.421	29.468	163.194	16.064	5.639	9.022	5.168	0	7.381	356.210
전북	2.618	2.004	2.221	2.106	10.535	6.737	686.09	10.606	1.389	9.167	22.221	114.896	22.555	7.088	8.885	0	1.699	225.411
전남	1.827	6.020	3.039	1.525	36.963	2.386	1.549	6.525	1.086	5.100	8.288	24.623	19.835	8.013	21.236	0	7.693	323.013
경북	4.173	15.323	53.901	2.368	2.312	4.742	15.070	16.603	9.732	22.042	11.259	5.955	5.851	23.879	35.721	0	1.497	440.428
경남	1.681	64.033	13.344	1.039	2.913	2.076	10.701	6.852	1.116	5.164	4.333	7.036	16.534	25.184	217.621	0	534.75	380.181
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129.225	0	129.225
세종	774.37	18.116	239.66	587.24	196.19	2.828	70.29	3.945	32.27	6.386	6.435	992	423.31	95	520.15	0	5.215	30.284
전국	536.721	255.839	252.100	278.211	151.875	160.181	101.397	1,216.887	181.512	368.494	401.236	212.043	308.033	432.814	456.822	129.225	37.270	5,460.738

〈표 24〉 화물자동차 전체 O/D (2035년)

단위:대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	318239	76178	1230	24331	87765	2983	3014	171542	8404	15327	19978	2401	1623	4197	2251	0	1487	576155
부산	56	135732	3561	44639	980	47196	11062	2238	54714	1546	1338	1612	3764	11013	98684	0	16809	273739
대구	1483	5900	158338	82083	1583	1527	2872	5862	1239	4955	3174	2809	3091	65339	23273	0	46195	282817
인천	23854	64497	74495	128903	6029	1055	2393	86088	3249	6238	10055	1445	1015	2343	1497	0	7092	288726
광주	88303	1252	1271	74026	90190	1316	36145	3359	4881	2080	3332	10942	41406	3007	4050	0	35365	164970
대전	3080	90645	1240	1444	1215	90447	39206	11216	1226	24071	21688	6530	2080	4961	2981	0	5520	178817
울산	30057	11483	2179	23749	33009	38098	55876	1211	3908	90883	10839	5655	1251	13734	18987	0	10708	108916
경기	167900	6846	508	102539	3046	11386	11166	75055	28509	83391	103195	8625	5283	15101	12279	0	6272	1335845
강원	10410	84988	1190	4012	47116	1387	58464	39424	108667	16152	6488	1453	1114	10518	1829	0	66252	215162
충북	9483	1996	3081	5370	1403	14922	71927	51541	11774	136836	26309	5419	3055	18062	5928	0	6330	31239
충남	13471	1538	1982	11549	2263	16991	78769	75249	3462	30881	171888	15657	5527	8779	5006	0	8454	373309
전북	2877	1904	2158	2273	11018	6966	67183	11561	1424	9715	23572	114218	22656	6979	8723	0	1922	22867
전남	1993	5679	2984	1665	38831	2678	1526	7077	1111	5409	8811	24478	19449	7904	21029	0	78823	336038
경북	4665	15002	53161	2575	2476	4983	15198	18215	9988	23300	12220	6088	5998	234355	36229	0	1725	446680
경남	1883	63515	13399	1168	3150	2215	10888	7381	1186	5621	4740	7215	16985	25764	223603	0	62422	389726
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	136444	0	136444
세종	88599	17413	22982	62666	2088	2885	6835	4244	33896	6982	6883	984	42219	953	51133	0	5797	32110
전국	561902	254118	251882	288641	158640	162646	102664	1271422	182023	374172	424709	210400	309370	483190	466811	136444	41453	5630455

〈표 25〉 화물자동차 전체 O/D (2040년)

단위:대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	327061	65507	1128	24612	86168	2980	2777	175481	8406	15726	20622	2351	1576	3948	2117	0	1577	589349
부산	63	136174	3684	483	1082	5767	11275	2457	59993	1687	1464	1696	3980	11365	101577	0	19821	283738
대구	1663	5780	159178	89136	1674	1637	2880	6480	1335	5481	3480	2973	3255	66411	23739	0	52797	287236
인천	25085	62125	72428	132904	61373	1126	23396	90449	3343	6336	10665	1462	1017	2294	1485	0	77719	279428
광주	96575	1177	1222	77291	91763	1353	3482	3334	4048	2176	3452	10988	41981	2981	3951	0	38686	167261
대전	3171	85133	1183	1466	1218	91682	37346	11741	1257	24837	22333	6511	2000	4808	2830	0	5967	182238
울산	38843	11515	2206	28848	34995	37471	56387	1334	42466	98973	115227	39708	1324	14044	19624	0	12301	111041
경기	174839	6480	4757	105643	3055	11578	106048	80700	28980	86424	109389	8617	5239	14531	11921	0	6806	1386289
강원	10863	78175	1124	4123	47086	1383	55727	40816	109627	16622	6753	1445	1102	10021	1761	0	71561	208173
충북	9926	1882	2879	5553	1401	15173	6855	53678	12043	141145	27475	5386	3080	17560	5754	0	6886	310485
충남	14240	1411	1883	11994	2248	17172	75114	79761	3539	32000	179121	15471	5442	8440	4882	0	9199	387484
전북	3054	1797	2074	2379	11086	7130	64701	12230	1460	10085	24555	114212	22619	6807	8305	0	2097	230726
전남	2105	5334	2887	1705	39375	2754	1480	7468	1140	5665	9212	24514	194253	7731	20686	0	87304	327142
경북	5016	14682	52176	2726	2563	5206	15140	19472	10210	24882	13173	6241	6157	233984	36380	0	1925	449883
경남	2067	62655	13716	1253	3279	2322	10921	8180	1282	6009	5117	7407	17310	26059	227365	0	70857	358815
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	142155	0	142155
세종	88401	16596	2207	65523	20578	2953	6604	4486	33869	7270	7277	98	42433	95	50181	0	6312	33689
전국	581881	251949	250942	297418	161174	165240	103064	1324516	184425	387516	445310	210855	310850	481870	473057	142155	45049	5787251

6. 결론 및 향후 연구과제

가. 결론

- 본 과업에서는 제6차 전국 화물 기종점통행량 조사자료를 활용하여 수요예측 모형을 통해 기준년도인 2023년과 장래년도인 2025년, 2030년, 2035년, 2040년, 2045년, 2050년 전국 지역간 화물 O/D를 추정하였음
- 2023년 물동량은 2022년(19억 3천만톤/년) 대비 2.22% 감소한 1,888,631,784톤/년으로 나타났으며, 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 171,085,956,311톤·km/년으로 나타남
 - 수송수단별로 살펴보면, 도로수송이 차지하는 비중은 92.75%(17억 5천만톤/년)로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었으며, 그 뒤로 연안수송이 6.12%(1억 1천만톤/년), 철도수송이 1.13%(21백만톤/년), 항공수송이 0.01%(212,435톤/년)인 것으로 나타남
 - 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 79.26%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 17.46%, 철도가 3.23%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남
- 2023년 화물자동차의 일평균통행량은 4,896,871대/일로 산출되었으며 이는 이 전년도에 비해 2.20% 증가함
 - 소형화물자동차는 3,809,977대/일, 중형화물자동차는 567,283대/일, 대형화물자동차는 519,611대/일로 추정됨
- 화물 장래년도의 O/D 예측 결과, 물동량은 2023년에 1,888,632천톤/년에서 2050년에는 2,546,120천톤/년으로 연평균 1.1% 증가할 것으로 예측되었으며, 장래 화물자동차는 2023년에 4,896,871대/일에서 2050년에는 5,734,779대/일까지 연평균 약 0.6% 증가할 것으로 예측됨

나. 향후 연구과제

- 4차산업 시대 빠른 산업구조 변화에 따른 화물통행량 변화에 대응할 수 있는 보완/갱신 및 시의성 확보 방안이 필요함
 - 플랫폼 산업을 중심으로 확대되고 있는 온라인 쇼핑, 배달, 소화물 당일 배송 등 다양한 형태의 물류 흐름을 확인할 수 있는 화물통행량 구축 방안을 모색해야 함
 - 특히, 현재의 5년 단위 조사 위주의 방식으로는 시시각각 바뀌는 물류 산업의 변화를 반영할 수 없기때문에, 실적자료(TCS, DTG, 상시 교통량 조사 등), 민간 빅데이터(모바일 통신, 차량 GPS, 물류운송정보 등)를 활용한 현황화 및 보완갱신 방안을 마련하고자 함
- 물류 산업 정책 의사결정과 글로벌시장 선도를 지원할 수 있는 활용성 높은 화물 DB 구축 및 개선이 필요함
 - 현재 국가교통 DB의 화물 DB는 국가의 장기 교통·물류 계획과 대규모 투자 산업의 경제성 평가를 위한 중요한 기반 자료로 활용되고 있음
 - 향후 다양한 신규 통계지표를 개발하여, 보다 다양한 물류 산업의 정책 의사결정, 기업의 글로벌시장 선도를 지원하기 위한 각종 자료 제공하고자 함



제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 「국가통합교통체계효율화법」 제 12조 국가교통조사 및 제17조 교통조사자료의 종합관리, 「물류정책기본법」 제7조 물류현황조사에 의거, 화물자동차와 물동량에 대한 기종점 통행량(O/D)을 조사하고, 조사결과를 데이터베이스화하여 공표할 필요가 있음
- 이에 국가교통조사사업의 일환으로 5년 주기로 전국 단위 화물 O/D 조사를 수행하고, 해당 조사자료를 근간으로 조사 당해연도 및 장래연도에 대한 화물자동차 및 물동량 O/D를 구축하고 있음
- 단, 기준연도를 고려하는 교통물류시설 투자사업계획의 특성상 5년 주기로 구축되는 화물O/D의 시의성을 제고하기 위해서는 화물운송 여건변화를 반영한 중간연도 화물O/D 보완갱신이 필요함

2. 과업의 목적

- 국가 교통물류시설사업 평가 기초자료인 화물 기종점 통행량을 갱신, 보완하여 화물 기종점 통행량의 시의성 및 공신력을 확보하고자 함

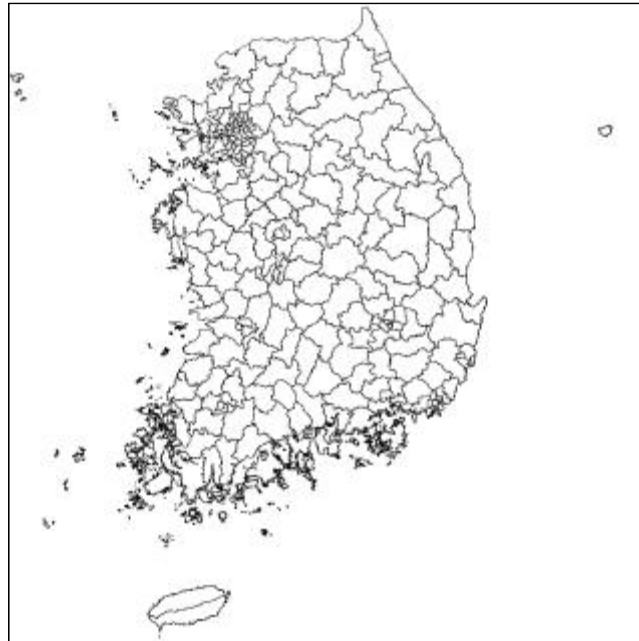
제2절 과업의 범위

1. 시간적 범위

- 기준연도: 2023년
- 장래연도: 2025년, 2030년, 2035년, 2040년, 2045년, 2050년

2. 공간적 범위

- 전국, 대존/중존 단위로 기종점 통행량 구축 (부록 참조)
 - 대존: 17개의 시도 단위
 - 중존: 250개의 시군구 단위



<그림 1-1> 존 구분도

제3절 과업내용 및 방법

- 화물 기종점 통행량 현행화 기준 및 방법론 정립
 - 기존 현행화 방법론의 문제점 검토, 개선방안 모색 및 현행화 방법론 정립
- 현행화 관련 자료 수집 및 분석
 - 물동량 현행화 관련 자료 (사회경제지표, 화물통계자료 등) 수집 및 분석
 - 화물자동차 현행화 관련 자료 (관측교통량, 화물자동차 운송통계, DTG 등) 수집 및 분석
- 기준연도 화물 기종점 통행량 구축
 - 기존 현행화 방법론의 문제점 검토, 개선방안을 반영한 화물 O/D 현행화 방법론 적용
 - 물동량 기종점 통행량 현행화: 품목별(33개), 수단별(도로/연안/철도/항공)
 - 화물자동차 기종점 통행량 현행화: 지역별, 톤급별(소형/중형/대형), 업종별(영업용/비영업용)
 - 현행화된 기종점 통행량 검증 및 보정
- 화물통행특성 분석 및 수송실적 산정
 - 기준연도 화물통행특성(물동량, 화물자동차) 변화 분석 및 화물수송실적(톤km) 산정
- 장래연도 화물 기종점 통행량 구축
 - 2022년 화물 O/D를 기준으로, 2025년부터 2050년까지 5년 단위로 화물 기종점 통행량을 추정



제2장 화물 O/D 구축 관련 연구 현황

제1절 국내연구 현황

제2절 국외연구 현황

제2장 화물 O/D 구축 관련 연구 현황

제1절 국내연구 현황

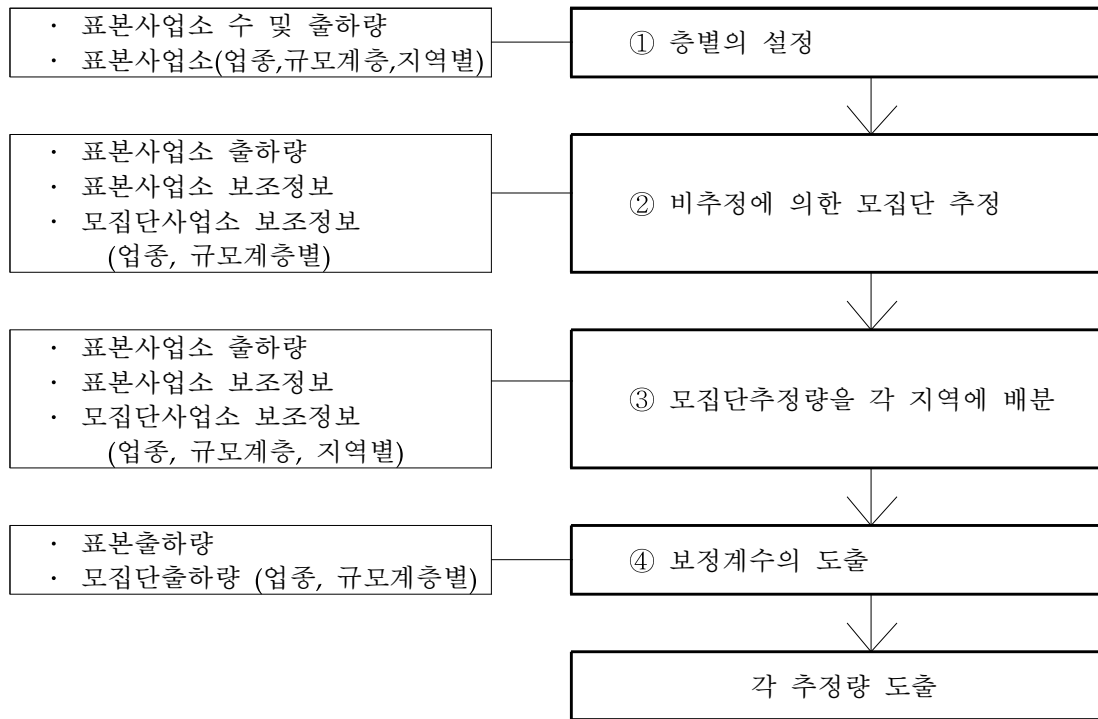
1. 국가 단위 연구

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

- 제1차 전국물류현황조사는 전국을 15개 시도로 구분하고 농림어업, 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. 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화 (한국교통연구원, 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 검증함
- 화물발생모형
 - 도로화물부문의 화물발생 및 도착량 산정시 조사자료의 특성을 감안하여 회귀분석법과 원단위법을 이용함
 - 회귀모형의 구성
 - 전수화된 기준연도의 품목별 화물발생량, 도착량과 GRP 등 사회경제지표를 사용하여 화물발생모형을 구축함

- 품목별로 종속변수와 설명변수간의 상관관계분석 등을 통해 설명변수를 선정함
- 화물분포모형
 - 화물 표본O/D분석결과 수송시간 대비 통행량의 관계가 선형화되지 않는 것으로 나타나 총 통행비용에 대한 제약조건, 통행발생 또는 도착량 제약조건을 갖는 비선형 최적화 모형(non-linear optimization model)인 엔트로피 극대화 모형을 적용함
- 통행배정모형
 - 화물차종별 평균적재톤수를 고려하여 산정한 화물차전환계수를 적용하여 물동량 O/D를 화물자동차 O/D로 전환함
 - 화물자동차 O/D는 평형배정모형을 적용하여 배정함

다. 전국 지역간 화물 기종점통행량 자료의 전수화 (한국교통연구원, 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
- 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 도착량을 추정함



〈그림 2-2〉 화물수송수요 전수화 과정

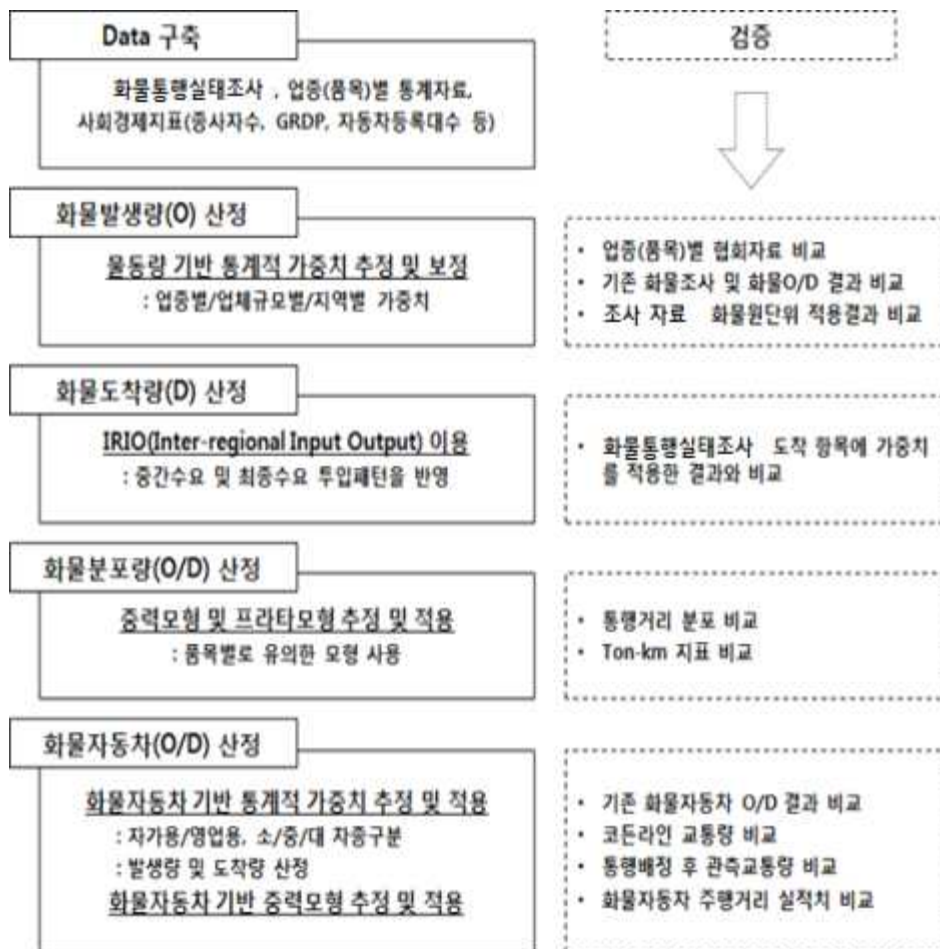
- 2005년 물류현황조사에서 얻은 표본 물동량 O/D를 활용하여 통행분포모형의 각각의 품목에 대한 저항 파라미터 값을 구하고 적합도를 검증함
- 산출된 저항 파라미터 값을 중력모형, 엔트로피 극대화모형 등에 적용하여 각각의 품목에 대한 화물물동량 O/D를 산출함
- 석회석광물과 비금속광물의 통행분포는 해당 품목들이 대부분 철도로 운송된다는 가정하에 한국철도공사의 철도화물운송실적을 그대로 반영함
- 또한 원유 및 천연가스 채취물과 금속광물은 품목별 특성으로 인하여 내수화물 물동량 산정에서 제외되었기 때문에, 통행분포 단계에서도 고려하지 않음
- 33개 품목을 크게 7가지 화물품목으로 분류하여 각 7개의 품목별 톤급별 화물차 분담율을 추정함
- 화물자동차 운행실태조사를 통해 얻은 영업구분별·톤급별·운행거리대별 수송분담율과 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

라. 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측 (한국교통연구원, 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 기종점통행량 산정 방법
 - 발생량 산정
 - 농림수산물식품부 및 산림청 등의 유관기관에서 배포하는 통계자료를 기반으로 하여 251개 존별, 품목별 발생량을 산정함
 - 광공업, 제조업, 도매업 화물 발생량은 표본조사 결과에 통계적 가중치를 적용하여 모집단으로 전수화하며, 사용된 모집단은 전국사업체조사를 기준으로 함
 - 도착량 산정
 - 전국 화물통행실태조사는 화물발생에 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 존별, 품목별 발생량과 도착량을 존 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 2-3> 2011년 화물 기중점통행량 구축 과정

○ 화물자동차 기종점통행량 산정 방법

- 기준연도 화물자동차 기종점통행량 예측방법

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

- 장래연도 화물자동차 기종점통행량 예측방법

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

마. 전국 화물 O/D 전수화 및 장래예측 (한국교통연구원, 2017)

○ 2017년 조사자료 기준 전국 화물O/D 전수화의 특징은 다음과 같이 정리됨

- 공공 및 민간부분의 다양한 빅데이터 자료를 확보하여 모형 추정, 수요추정 결과물 검증 및 보정자료로 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 실적 자료 등의 빅데이터 자료를 활용하여 보정 및 검증함

○ 2017년 기준 장래연도 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 산정함
- 장래 화물자동차 O/D는 기준연도 시군구별 발생량 및 도착량에 화물자동차 등록대수를 통해 보정된 장래 지역별 GRP 성장률을 활용하여 산정함

바. 교통시설 투자평가지침: 제7차

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

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

$IMPORT_{ti}$ = 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 예측함
- 연안 물동량 예측은 계량적 접근방법을 근간으로 하되 대량화물 화주들의 향후 수송수단별 물동량 분담 전략, 전용부두시설의 확보 계획 등 관련산업별 투자 동향이나 전망을 최대한 반영함

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

$COAST_{ti}$ = 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 접근 방법을 통한 예측이 어려우므로 과거 실적치 자료를 이용한 예측방법을 사용함

2. 지역·특수 단위 연구

가. 화물통행실태 상세분석: 5대 광역시 (한국교통연구원, 2001)

- 5대광역시 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

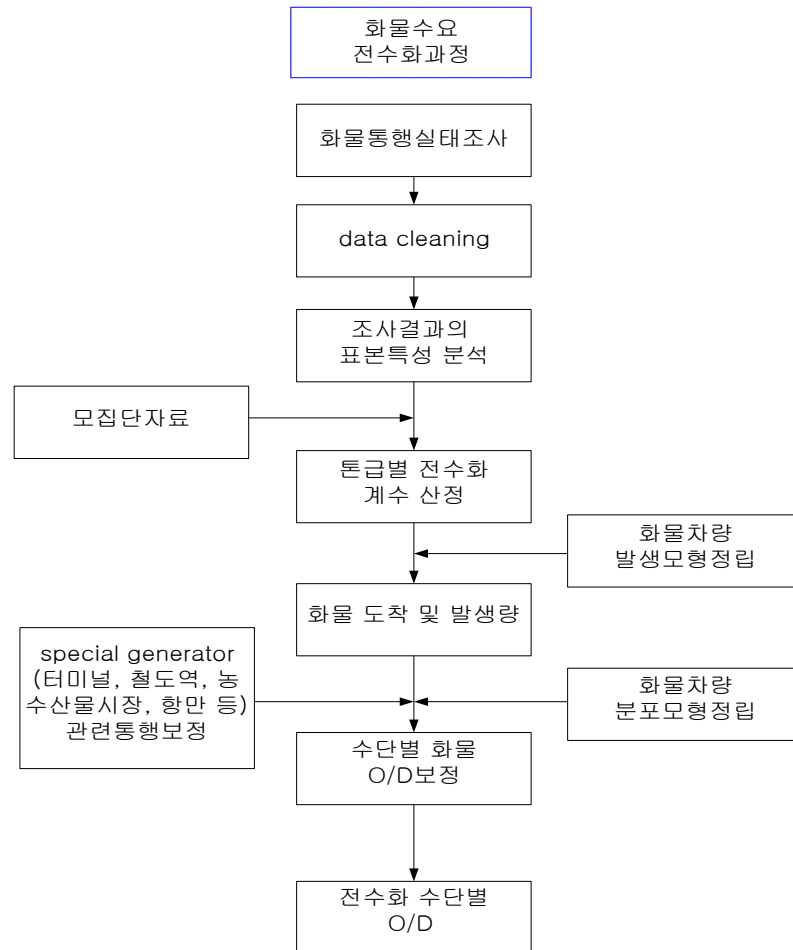
α_{zln} : 각 조사대상지역별, 산업별, 종사자계층별 전수화 계수

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

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

- 전수화 O/D 보정

- 5대광역시 구별 화물자동차보유대수를 이용하여 화물자동차 O/D를 보정함
- 전수화 계수를 적용하여 작성한 수단별 O/D에 철도, 항만, 화물터미널, 농수산물시장 등의 통행발생량을 보정함



<그림 2-4> 화물수송수요 전수화 및 수요추정과정도

나. 고속도로 수송 경쟁력 실증 연구 (한국도로공사, 2023)

- 수납데이터(전자지불방식으로 운영되는 Hi-Pass와 현금지불방식으로 운영되는 TCS 데이터)를 기반으로 여객 및 화물에 대한 O/D를 구축하고, 통행실적 및 수송실적을 산정하는 방법을 제시함
- 수납데이터에는 아래 표와 같이 각 차량에 고유하게 부여되는 일련번호, 해당 차량이 지나간 영업소에 대한 정보(진입일시, 진입영업소, 진출일시, 진출영업소), 해당 차량의 차종 정보가 포함되어 있어 고속도로를 이용한 여객 및 화

물에 대해 O/D를 구축할 수 있음

- 개방식 나들목형 영업소, 비연계 민자고속도로 및 무료구간 등 수납데이터에 집계되지 않는 교통량 정보는 한국도로공사의 통계연보 구간교통량 정보를 활용하여 O/D를 구축할 수 있음

〈표 2-1〉 수납데이터 형태

일련번호	진입일시	진입영업소	진출일시	진출영업소	차종
3031EAEB1B031313631	20211018 114900	동김해	20211018 115330	북부산	1종
3031EAB5AC33313030	20211018 110000	북통영	20211018 144841	동서울	1종
...
ECB6A9EBB6813939EB B09436343433	20211018 001000	송탄	20211018 005911	서산	5종

주 : 진입일시와 진출일시는 연월일시분초(yyyymmddhhmmss) 순임.

- 수납데이터를 기반으로 화물 O/D를 구축하는 과정을 정리하면 다음과 같음
 - (1단계: 데이터 수집 및 전처리) Hi-Pass와 TCS 데이터를 결합한 후 중복데이터³⁾, 오류 데이터⁴⁾, 개방식 나들목형 영업소가 포함되어 있는 경우 제거함
 - (2단계: 차종 분류 및 화물차 추출) 5종으로 구분되어 있는 차종을 12종(국토교통부 분류체계 기준)으로 재분류하고, 화물로 분류되는 3~12종의 데이터를 추출함
 - * 차종이 1:1로 매칭되지 않는 경우⁵⁾에는 통계연보의 차종 비율과 TCS 매칭 차종 비율 등을 활용하여 재분류함
 - (3단계: 통행연결) 고속도로와 등급이 다른 도로(지방도, 국도 등)를 혼용하여 통행이 분절된 데이터를 차량의 일련번호를 기준으로 데이터가 발생한 순으로 데이터를 정리하고, 시간 및 거리 조건을 기준으로 연결함
 - * (시간 조건) 이전 데이터의 진출일시와 다음 데이터의 진입일시의 시간 간격이 20분 이내일 경우 통행을 연결하고, 날짜가 2일 이상 차이나는 경우 개별통행으로 간주함
 - * (거리 조건) 연결한 통행 O/D의 최단거리가 연결되기 전의 O/D 거리 합과 비교하였을 때 더 긴 경우만 연결된 통행을 유지함⁶⁾

3) 모든 칼럼이 중복된 정보를 갖고 있거나, 진입일시 및 진입영업소 칼럼을 제외한 칼럼이 중복인 경우, 일련번호, 진출영업소, 진출일자가 동일하고 진출시간이 60초 미만의 차이를 갖는 경우를 의미함

4) 일주일 데이터에서 불가능한 통행 횟수(300번 이상)가 발생한 데이터를 오류 데이터로 정의함

5) 전체 데이터의 약 32%는 차종이 1:1로 매칭되지 않아 재분류가 필요함

- (4단계: 교통량 보정) 월별, 요일별 보정계수를 적용함
- (5단계: 영업소간 O/D 구축) 진입영업소와 진출영업소를 기준으로 차종별 통행량을 집계함
- 통행실적과 수송실적은 수납데이터 기반으로 구축한 O/D에 영업소간 거리 정보와 WIM 고속 및 저속 측정기 데이터로 산정한 차종별 적재 원단위 정보를 매칭하여 산정할 수 있음
- 통행실적 산정시 영업소간 최단거리를 기준으로 거리 정보를 매칭하되, 진입·출 영업소가 동일한 경우에는 한국도로공사에서 제공하는 총괄 통행거리를 적용하고, 거리 정보가 없는 진입·출 영업소는 진출영업소를 기준의 가중평균 거리를 산출하여 적용함

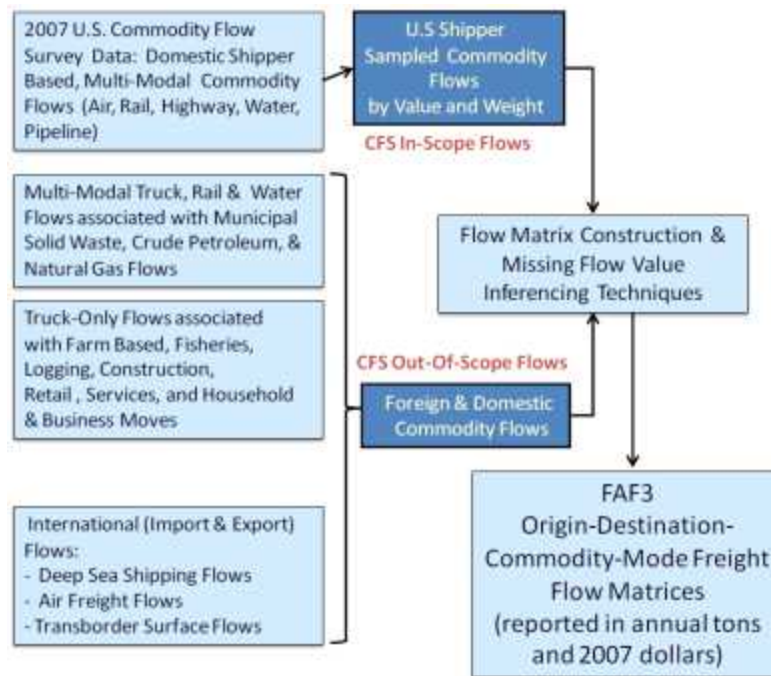
6) 일정 시간 내에 출발지점으로 다시 되돌아온 경우 연결한 통행 O/D의 최단거리가 연결되기 전의 O/D 거리 합보다 작아지게 됨 (연결 전: 서울-부산, 부산-서울 → 연결 후: 서울-서울)

제2절 국외연구 현황

1. 국가 단위 연구

가. Freight Analysis Framework 3 (미국, 2007)

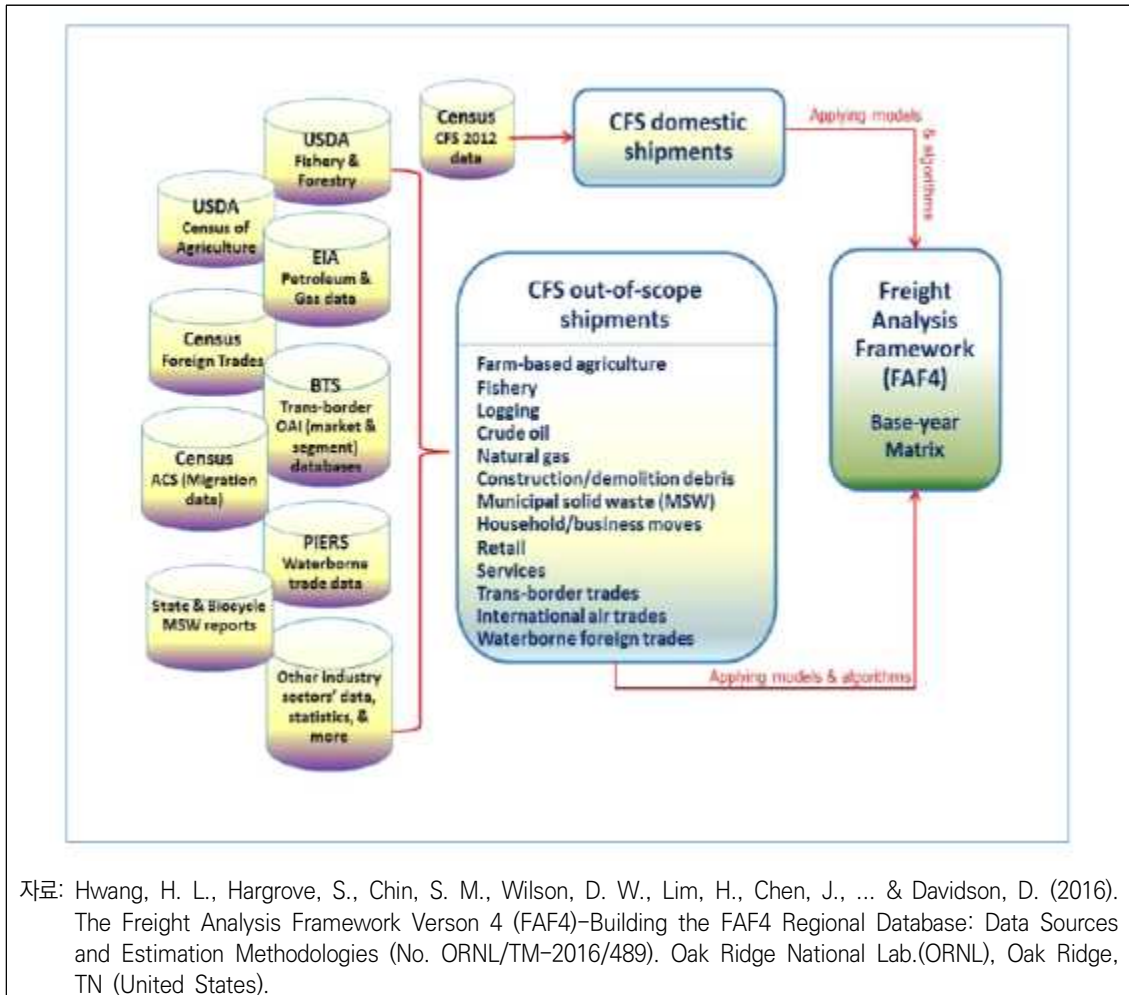
- CFS(commodity flow survey)를 기반으로 화물O/D를 추정함
 - 단, 미국 CFS의 한계로 인하여 다음 세 가지 물동량 자료는 비조사자료로 간주하고 별도의 방법론을 적용함
 - 원유, 천연가스의 트럭, 철도, 파이프라인 운송
 - 농수임산물, 건설, 소매, 서비스, 고체폐기물에 대한 트럭운송량
 - 수단별 수출입 물동량
 - 따라서 CFS 기반의 물동량과 non-CFS기반의 물동량 두 가지 방법을 적용함
- CFS 기반의 물동량은 수단 또는 품목별로 누락된 자료가 있어 세부수준이 떨어질 수 있으므로 missing cell을 처리하는 방법을 적용함
- Non-CFS 기반의 물동량은 실제 조사되지 않은 품목의 물동량과 수출입 물동량이 대상이며 이에 대한 별도 실적 데이터와 산업업종별로 적정방법을 적용함
 - 각 산업이 품목 물동량에 어떤 영향을 미치는지 산업간 IO 표를 이용함
 - 즉 state 및 county 수준의 생산량, 산업 또는 품목 판매액, 산업별종사자수를 이용하여 O/D 간에 배정함
 - 수출입 물동량은 우선 품목코드를 FAF와 일치시킨 후 FAF 존재계와 매칭시켜 산정함



<그림 2-5> 미국 FAF3 화물O/D 구축과정

나. FAF4 (미국 FHWA, 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 기준연도 매트릭스를 재구성하는 과정을 거침
- 추정과정은 ODCM(기점, 종점, 품목, 수단)을 로그 선형 모형을 통해 추정



〈그림 2-6〉 미국 FAF4 구축 자료

다. FAF5 (미국, 2017)

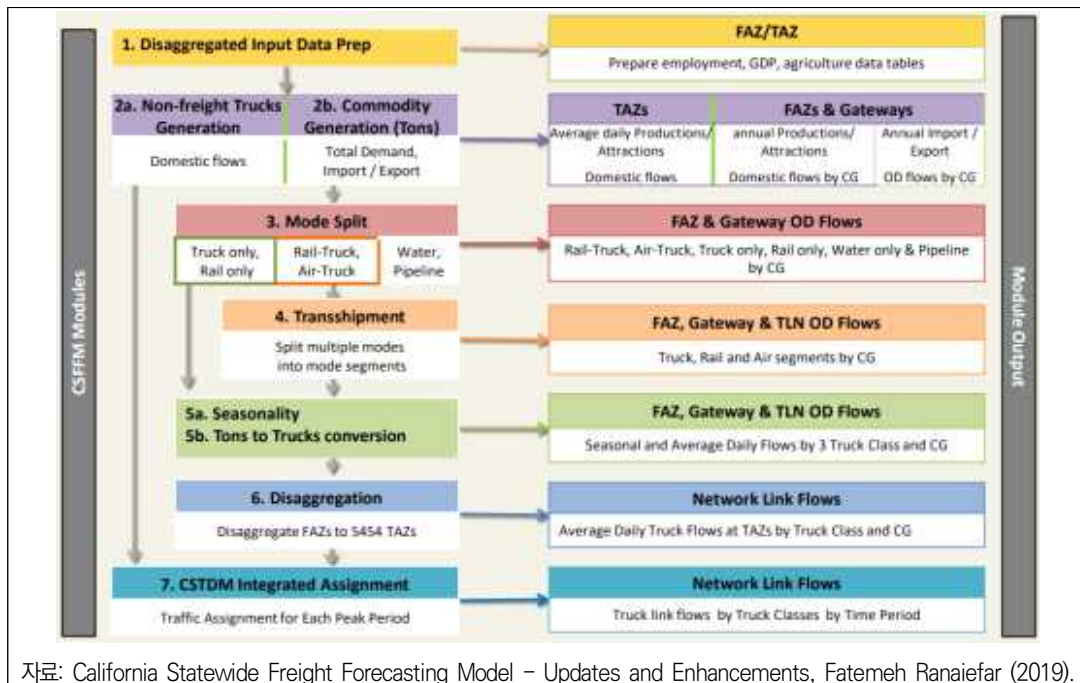
- 화물분석프레임워크(FAF)는 2017년(기준연도) CFS(Commodity Flow Survey) 데이터와 인구조사국의 국제 무역 데이터를 시작으로 FAF5는 농업, 추출, 유틸리티, 건설, 서비스 및 기타 부분의 데이터를 통합함
- FAF5(2017) O/D 데이터베이스는 출발지(O), 목적지(D), 상품 등급(C) 및 운송 모드(M)별로 달러 가치 및 톤수로 예상 화물량을 제공함
- 새 버전인 FAF 5.5는 지역의 출발지-목적지 쌍별로 톤수(단위: 천 톤), 가치(단위: 백만 달러) 및 톤-마일(단위: 백만 톤-마일)에 대한 2022년 추정치를 제공함
- 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 제공함
- 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 적용함
 - 그림과 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, 아래 그림과 같이 원하는 자료를 쉽게 추출할 수 있는 기능 제공
 - CFS는 3단계에 걸쳐 조사를 수행하는데, 사업자 기반으로 모든 화물 운송을 조사하는 Establishment Selection 단계, 조사를 수행할 기간을 정하는 Reporting Week Selection 단계, 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 집계 결과가 보고됨

라. 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

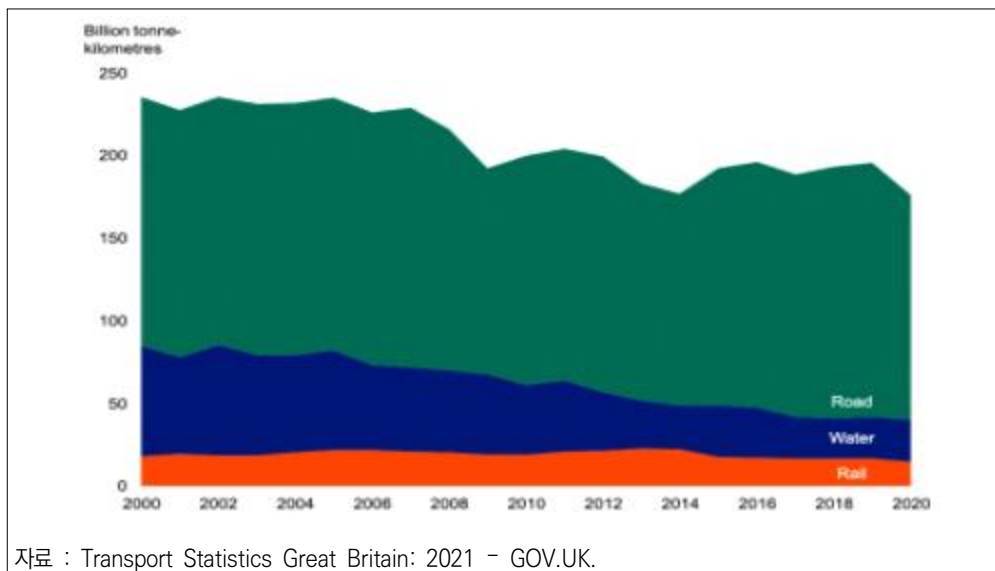
- CSFFM은 상품의 흐름이 있는 FAF 데이터를 사용하여 톤수를 기반으로 운행을 예측하고 육상, 해상, 철도 등으로 분할
- 운송뿐만이 아닌 경제적인 모델이라고도 할 수 있으며, 다른 주의 인구통계 및 경제 데이터와 구역 간의 네트워크 임피던스 정보(이동시간 및 비용 등)를 기반으로 함
- 캘리포니아를 97개의 존(Freight Analysis Zones, FAZ)을 기반으로, 38개의 수출입 게이트, 31개의 운송물류노드(TNZ)를 고려하여 모델을 구축하였음



<그림 2-7> CSFFM 3.0 Architecture

마. NTMv5 (영국, 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 2-8〉 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/LGV⁷⁾ 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 사용함
 - VDM/HAM interface: 개인 여행 정보를 수요모형에 의해 수단별 통행량으로 변환되고 기준연도 O/D matrix를 생성함
 - HAM(Highway assignment model): 네트워크에 통행의 경로와 흐름을 할당하고 O/D pair 별 통행시간 및 비용을 계산함
 - NTEM(The National Trip End Model): 2011년부터 5년 주기로 인구통계, 토지변화에 따른 통행 생성/유인을 예측함
- 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

바. Base Year Freight Matrices (영국 DfT, 2012)

- 영국 전역을 대상으로 2012년을 기준연도로 하여 물동량 기준점통행량과 화물

7) LGV: Large Goods Vehicle

자동차 기종점통행량을 구축하였음

- 408개의 영국내 지역 존과 88개의 항만 존, 5개의 공항 존, 56개의 물류센터 존, 88개의 유럽국가 존, 7개의 기타 국가 존으로 나누어 존 체계를 구축함
- 품목별로 생산량과 소비량을 발생모형을 통해 구축하고, 중간 경유지와 생산지와 소비와의 관계를 SIO 모형을 통해 기종점통행량으로 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

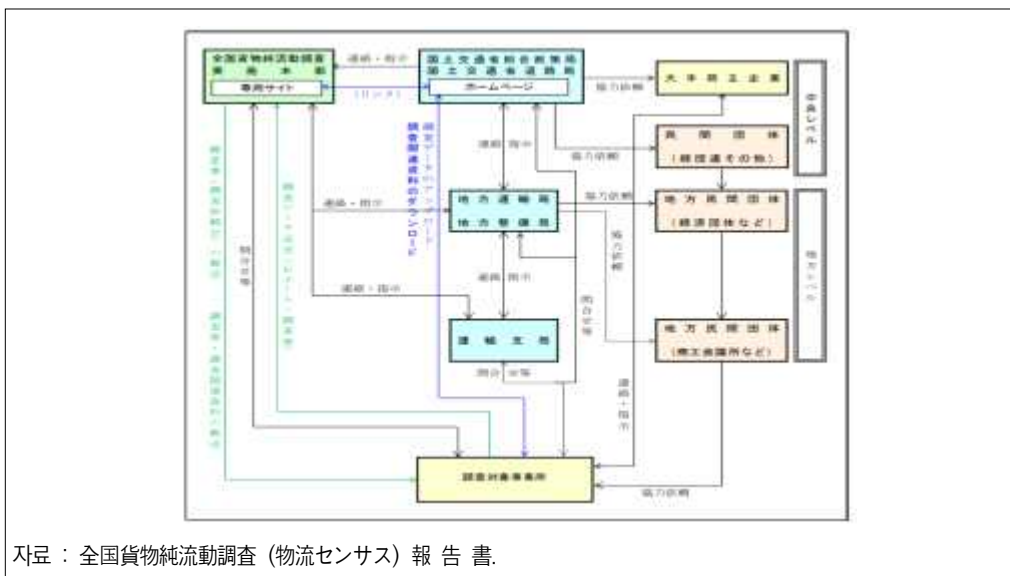
Model stage	Space	Sctn.	Main outputs
Generation / attraction	zone	4.3	The total volume of freight by commodity type that is produced, distributed or consumed in a zone
Distribution leg proportions / zone choice	zone pair	4.4	Uses an SIO model to build up P-C relationships through a fixed proportional 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 CSRGT and rail statistics

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

<그림 2-9> 영국 화물수요모형 구축 과정

사. 전국화물 순유동조사 (일본, 2021)

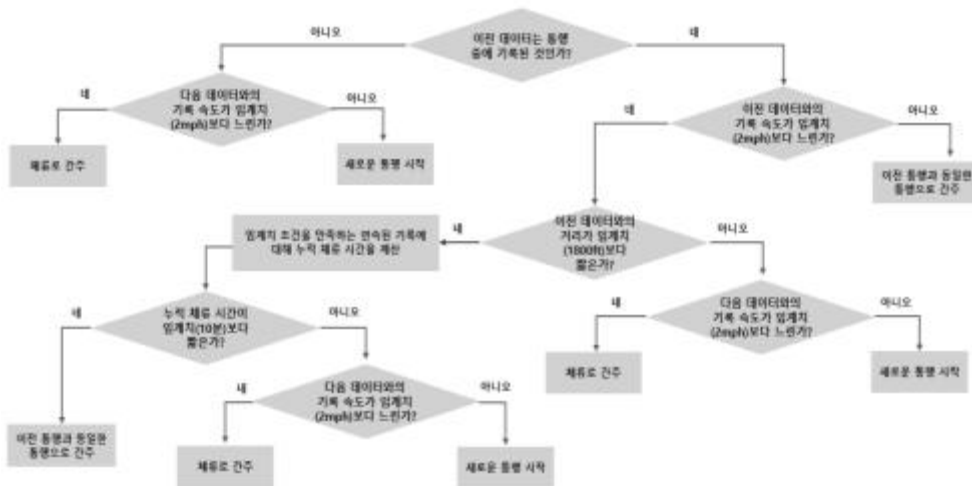
- 일본의 경우 통계법에 근거하여 전국을 대상으로 화물의 순유동 통계를 구축하기 위한 실태조사를 실시함
 - 1970년부터 5년 단위로 실시되었으며, 가장 최근 조사는 2021년에 수행됨
 - 대상 산업은 광업, 제조업, 도매업, 창고업 등으로 구분하여 전국 약 60만 사업소에서 6만 5천 사업소를 추출함(표본율 약 10.8%)
- 연간 조사에서 1년간의 품종별 출입하 중량, 수송기관 이용비율, 배송지 지역별 중량 비율 등을 조사하며, 총 3일간 조사하여 출하 1건마다 화물의 상세한 유동실태(품목, 수취인업종, 신고지, 중량, 수송경로,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



〈그림 2-10〉 일본 전국 화물 순유동조사 조사실시체계

아. Truck OD Data Methodology Documentation (미국, 2020)

- Next Generation National Household Travel Survey(NextGen NHTS)⁸⁾ 프로그램의 일환으로, GPS 장치를 통해 수집한 데이터를 활용하여 국가 단위의 화물 OD를 구축하는 과정을 설명함
 - ATRI, INRIX 로부터 제공받은 차량(트럭)의 GPS 데이터를 활용함
- GPS 데이터로부터 화물(트럭) 통행에 대한 OD를 구축하는 과정을 정리하면 다음과 같음
 - (1단계: 전처리) 에러⁹⁾ 및 중복데이터를 제거하고, 같은 장치로부터 동시간대 복수개의 위치가 기록된 데이터를 정제¹⁰⁾한 후 시간순으로 정렬함
 - (2단계: 통행 식별) 시간, 거리, 속도 임계치¹¹⁾를 기준으로 트럭의 상태(예: 정지, 통행 중)를 식별하고, 지나치게 짧거나 통행으로 간주하기 어려운 데이터는 제거함
 - <그림 2-14>와 같이 데이터간의 거리, 시간 간격, 속도를 산출한 후 임계치와 비교하여 트럭의 상태를 판별함



<그림 2-11> 화물(트럭) 통행에 대한 상태(정지, 통행) 판별 기준

8) Federal Highway Administration(FHWA)은 지속적인 통행 모니터링 프로그램을 구축하기 위해 Next Generation National Household Travel Survey(NextGen NHTS) 프로그램을 제시함
 9) 위도가 음수값인 경우 등 유효하지 않은 데이터를 의미함
 10) 위치 정확도 순위에 따라 불확실성이 가장 낮은 위치 정보만 남김
 11) 문헌 검토, 식별된 통행 종료지점에서의 민감도 분석을 통해 설정함

- (3단계: 통행 연결) 배송 목적이 아닌 중간 경유(예: 낮잠, 주유 등)로 인해 분절된 통행을 트립체인 형태로 연결하며, 과정을 정리하면 다음과 같음
 - (1) 관련 시설 (POIs)를 매칭하여, 통행 시작 지점과 종료 지점에 배달 목적으로 분류하기 어려운 시설(주차 시설, 주유소, 서비스센터설 등)이 포함되어 있는지를 파악함
 - (2) 트럭 특징(데이터 제공자, 톤급), 통행 시작지점과 종료시점간의 시간 차이, 기록 빈도(분당 기록 횟수), OD 방향, 평균속도와 같은 통행 특성을 평가하여 통행을 연결함
 - * 일관된 ID를 갖는 경우: 체류시간을 기준으로 배송 목적의 체류인지, 그 외의 체류인지를 확인(주차시설 근처에서 24시간 이내 체류, 주유소 또는 서비스센터에서 2시간 이내 체류, 주요 간선도로에서 2시간 이내 체류했다면 해당 체류는 배송 목적의 체류로 보지 않음¹²⁾)하고, 이전 통행의 종료지점과 다음 통행의 출발 지점이 동일한 경우 하나의 통행으로 연결함
 - * 일관된 ID를 갖지 않는 경우: 관련 시설에 도착한 통행을 대상으로(타겟 통행), 특정 시간프레임¹³⁾ 내에 특정 시설에서 출발한 통행(후보 통행)은 동일한 ID를 갖는 것으로 간주함 (단, 여러 후보 통행이 존재하는 경우 타겟 통행과 관측 빈도, 이동 방향, 평균 속도, 최대 속도가 가장 유사한 통행을 선택하여 쌍으로 연결함)
 - (3) 출발 날짜를 기준으로 7일간의 통행을 탐색하여 일자별 통행을 연결함
 - (4) 과도한 연결을 방지하기 위해 연결된 통행을 재점검하며, 다음 두가지 유형은 과도한 연결로 간주하고 분절함¹⁴⁾
 - * 5개 이상의 중간 지점(체류)를 연결한 경우
 - * 높은 우회 요인을 가지고 있는 경우 (출발지와 도착지 사이의 통행거리가 대권거리보다 2배 이상 큰 경우)
- (4단계: 통행거리 계산) UMD에서 개발한 맵매칭과 경로배정 알고리즘을 기반으로, 관측된 통행 경로를 기반으로 통행거리를 계산함
- (5단계: 통행 전수화) 세 가지 그룹으로 나누어 그룹별로 월별 전수화 가중치를 계산한 후 데이터에 적용함
 - [A그룹] FHWA의 통행 모니터링 분석시스템(TMAS)의 월별 트럭센서수를 참조할 수

12) 샘플 트럭 데이터로부터 임계값이 설정됨

13) ① 타겟 통행이 주차 시설에 도착한 시간으로부터 24시간 이내인 경우, ② 타겟 통행이 주유소 또는 서비스 센터에 도착한 시간으로부터 2시간 이내인 경우, ③ 타겟 통행이 주요 간선도로에 도착한 시간으로부터 2시간 이내인 경우

14) 해당 임계치는 도로 네트워크 형상을 기반으로 설정됨

있는 경우: 반복적 가중치 계산 방법(iterative weighting method)을 통해 가중치를 산출함

- [B그룹] A그룹에 해당되지 않으나, A그룹에 해당하는 통행과 동일한 기종점을 가진 경우: A 그룹의 동일한 기종점을 가진 통행에 대한 평균 가중치를 추출하여 적용함
- [C그룹] A, B 그룹에 속하지 않는 경우(참조할 정보가 없는 경우): 그룹 A의 통행의 평균 가중치를 추출하여 활용함

2. 지역·특수 단위 연구

가. Quick Response Freight Manual II (미국 FHWA, 2007)

- 4단계 화물통행수요 추정방법을 적용함
- 화물통행 발생량과 도착량은 품목별 회귀식을 구축하여 추정함
- 지역간 화물수요추정을 위한 통행분포모형은 다음과 같은 유출제약 중력모형과 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

$$T_{ij} = \frac{P_i A_j F_{ij}}{\sum_{j=1}^n A_j F_{ij}}$$

여기서, T_{ij} = 존 i 에서 발생하여 존 j 로 도착하는 물동량(톤)

P_i = 존 i 에서 발생하는 총 물동량(톤)

A_j = 존 j 로 도착하는 총 물동량(톤)

F_{ij} = 존 i 와 존 j 간 마찰계수(friction factor), $F_{ij} = e^{-(1/k)*t_{ij}}$

i = 화물 발생존, $i = 1, 2, 3 \dots n$

j = 화물 도착존, $j = 1, 2, 3 \dots n$

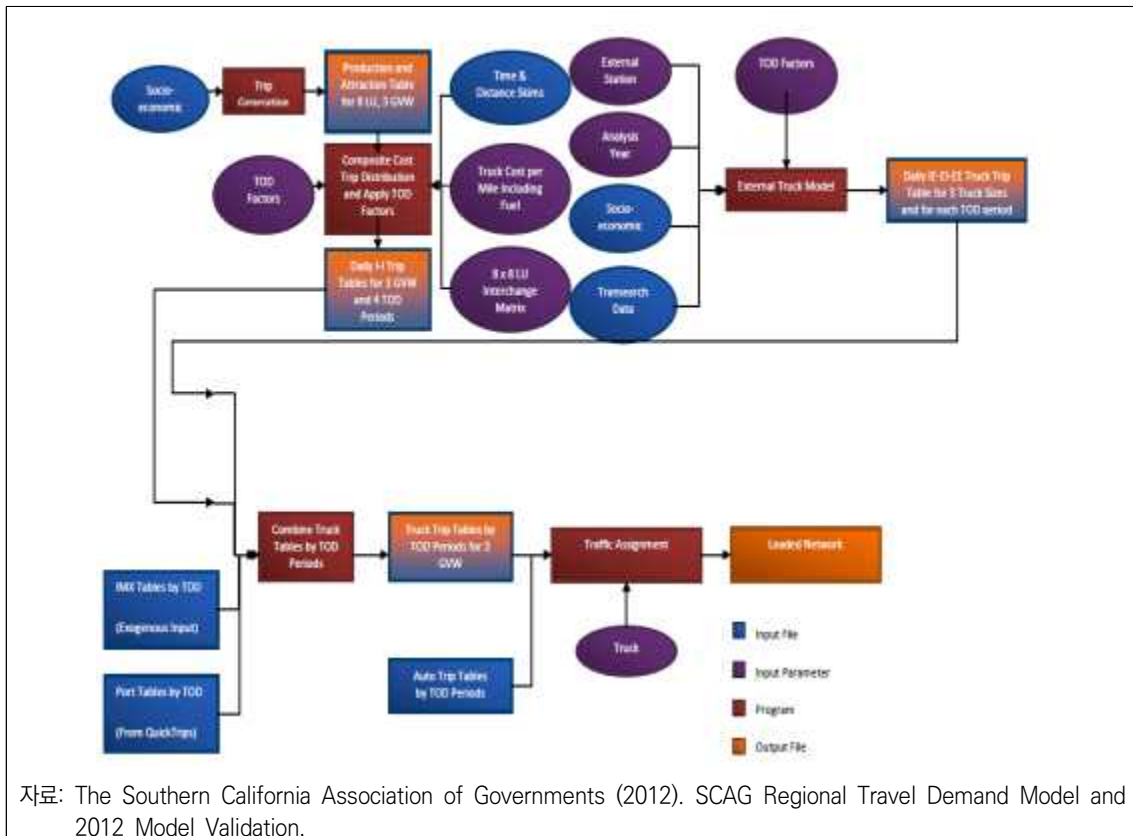
k = 모든 존간 평균 통행거리

t_{ij} = 존 i 와 존 j 간 관측된 통행저항(거리, 시간 등)

e = 자연상수

나. 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

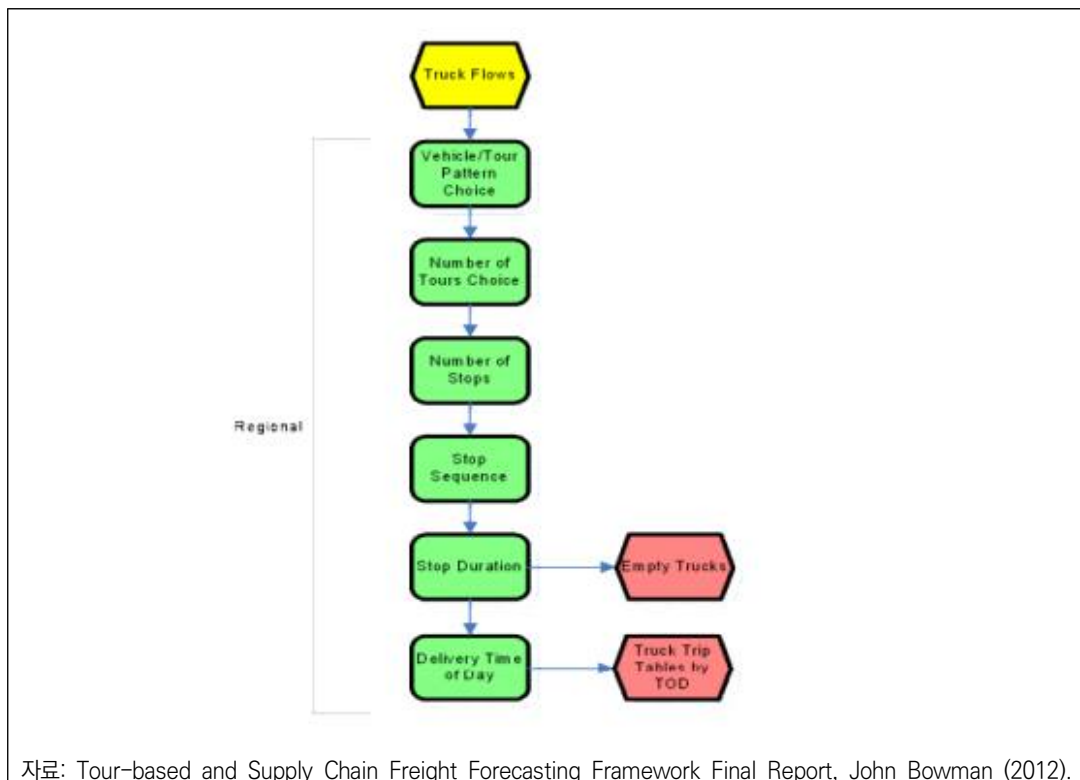


자료: The Southern California Association of Governments (2012). SCAG Regional Travel Demand Model and 2012 Model Validation.

〈그림 2-12〉 미국 남부캘리포니아 지역 중차량 화물자동차 수요모형 구축 과정

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

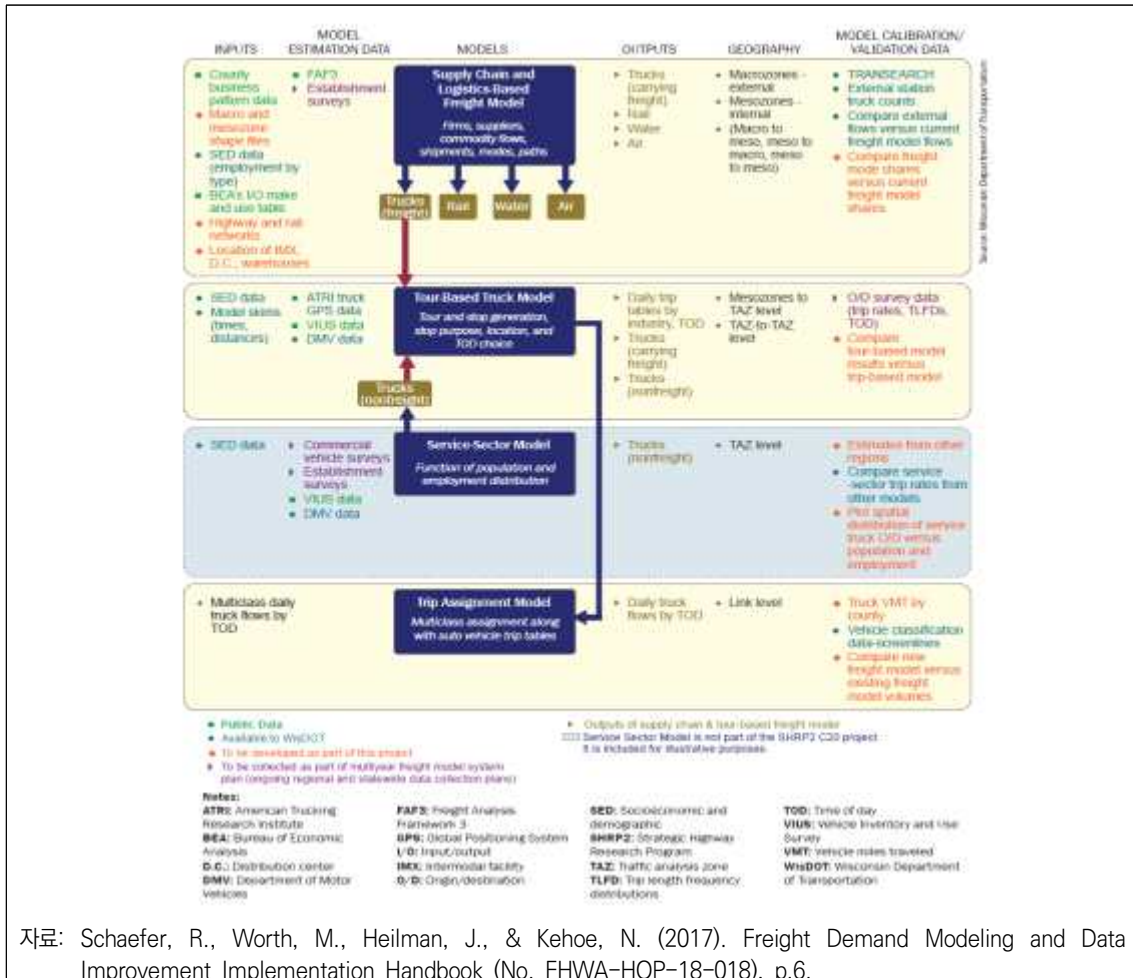
- Regional Tour-Based Truck Model은 배송트럭 O/D를 구축하는 지역 모델로써 아래 6단계로 구성됨
 - 1단계로 다시 복귀하는 지점을 기준으로 하나의 패턴을 설정하며, 2단계로는 하나의 패턴 안에서 여러 개의 투어로 나눔
 - 3단계로 계층적 클러스터링을 사용하여 합리적인 패턴만 추출하여 경유지를 배제함
 - 4단계로 그리디 알고리즘을 사용하여 정지 시퀀스를 탐색하고, 5단계로 배송 크기와 상품을 기준으로 각 중지점에 소요되는 시간을 비교함
 - 마지막으로 각 패턴의 이동 시간과 배달의 중지 순서 및 시간을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



<그림 2-13> Freight Forecasting Framework in Chicago

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

- 2013년 위스콘신주 교통국에서는 교통계획과 교통정책 의사결정 개선을 위해 주 화물교통수요 모형을 과거 통행기반에서 행태기반으로 모형을 개발하였음

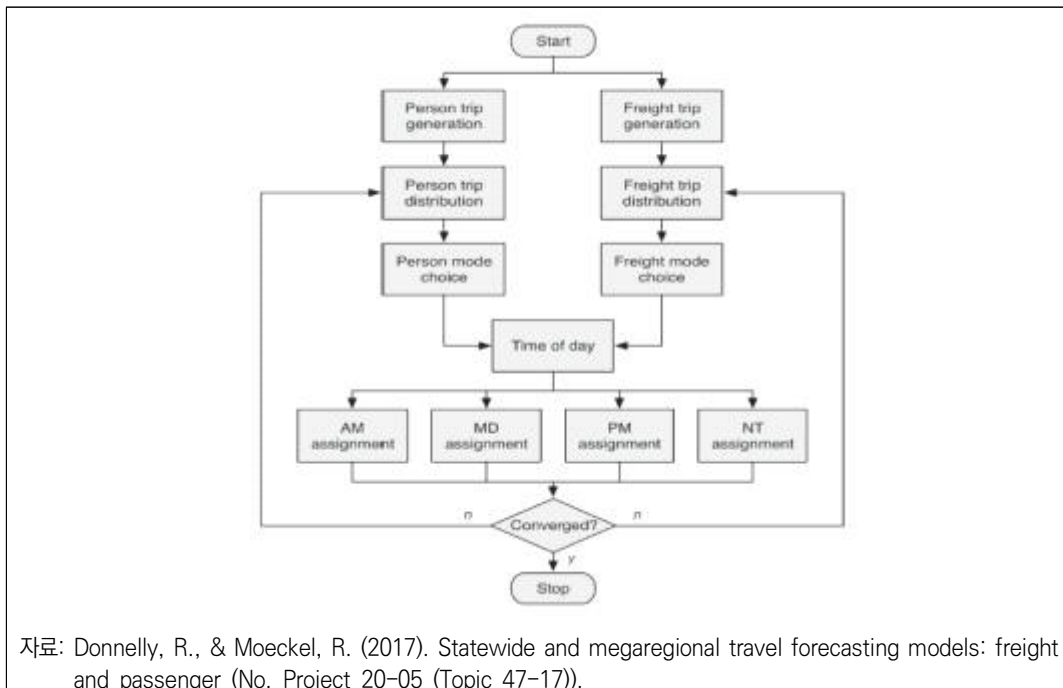


《그림 2-14》 미국 Wisconsin주 행태기반 화물수요 모형 구축 과정

- 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

마. 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 2-15〉 미국 Arkansas statewide model 구축 과정



제3장 물동량 O/D 보완갱신

제1절 기본 방향

제2절 구축 기준

제3절 구축 방법 및 과정

제4절 기준연도 O/D 구축 결과

제3장 물동량 O/D 보완갱신

제1절 기본 방향

- 아래 표와 같이 도로를 통해 수송되는 물자의 수량을 파악하기 위해 산업별로 지역별 생산량 정보를 수집하고, 도로 외 철도, 항만, 항공을 통해 수송되는 물자의 수량은 유관기관의 운송실적 자료를 구득하여 파악하고자 함
- 산업연관표 중 지역간 산업연관관계를 보여주는 지역간 산업연관표(Inter-Regional Input- Output, IRIO)를 이용하여 물동량 흐름을 추정하는 데 사용하고자 함

《표 3-1》 화물물동량 기종점통행량 구축을 위한 자료

이동 수단	구분	자료		해당 품목 (KTDB 구분 기준)
		발생량 산정	도착량 산정	
도로	농업	농작물생산조사(통계청, 2023) 농림어업총조사(통계청, 2020),	지역 산업연관표 (한국은행, 2015)	농산물 (품목 1)
	임업	임산물생산조사(산림청, 2023), 농림어업총조사(통계청, 2020),		임산물 (품목 2)
	어업	어업생산동향조사(통계청, 2023), 농림어업총조사(통계청, 2020)		수산물 (품목 3)
	축산업	육류 소비현황 (한국육류유통수출협회, 2022) 축산물 유통실태 자료(축산물품질평가원, 2023), 우유및유제품 생산소비현황(농림축산식품부, 2023), 농림어업총조사(통계청, 2020), 농업법인조사(농림축산식품부, 2022)		축산물 (품목 4)

이동 수단	구분	자료		해당 품목 (KTDB 구분 기준)
		발생량 산정	도착량 산정	
	광업	골재채취현황(국토부, 2023), 광업광산물 통계연보 (한국지질자원연구원, 2023), 주택총조사(통계청, 2022)		광산품 (품목 5~9)
	제조업 및 도매업	전국화물통행실태조사 중 사업체물류현황조사(KTDB, 2022) 전국사업체조사(통계청, 2022),		금속기계공업품 (품목 22~29), 화학공업품 (품목 18~21), 경공업품 (품목 10~14), 잡공업품 (품목 15~17), 기타 (품목 30~31), 도매제품 (품목 32)
	수출입 (컨테이너)	연안항만 수송실적 (KMI, 2023)		컨테이너 (운송용기 개념으로 품목을 세분류하지 않고 하나의 품목으로 정의함, 품목 33에 해당)
철도	-	철도통계연보(KORAIL, 2023)		
해운	-	연안항만 수송실적(KMI, 2023)		
항공	-	노선별 공항별 화물운송실적 (한국공항공사 항공정보포털시스템, 2023)		

제2절 구축 기준

- 지역별
 - 17개 시도 단위의 대준과, 250개 시군구 단위의 중준을 기준으로 O/D를 구축함
(부록 참고)
- 품목별
 - 31개의 화물 품목을 농림수축산품, 광산품, 금속기계공업품, 화학공업품, 경공업품, 잡공업품, 기타 7가지 대분류의 카테고리를 기준으로 재분류하고, 7가지 대분류를 기준으로 품목별 O/D를 구축함
 - 도매업은 컨테이너는 품목을 구분하지 않고 별도로 O/D를 구축함

〈표 3-2〉 화물품목 구분

대분류	품목 분류* (품목코드번호)	비고
1. 농·림·수·축 산품	농산물 (1)	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업생산물, 채소, 화훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물
	임산물 (2)	임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스물
	수산물 (3)	일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스물
	축산물 (4)	소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금 부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물
2. 광산품	석탄광물 (5)	무연탄 광물, 무연탄 채굴품, 연탄 및 기타 응집 무연탄 생산물, 갈탄광물, 토탄광물 등의 생산품
	석회석광물 (6)	석고 및 석회석
	원유 및 천연가스 채취물 (7)	원유 및 천연가스 채취물, 원유 및 천연가스채취관련 서비스생산물
	금속광물 (8)	철광
	비금속광물 (9)	비철금속, 텅스텐, 망간, 금, 은, 동, 연, 아연, 몰리브덴, 달리 분류되지 않은 비철금속

대분류	품목 분류* (품목코드번호)	비고
3. 금속기계공 업품	제1차 금속제품 (22)	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
	금속가공제품; 기계 및 가구제외 (23)	구조용 금속제품 제조업, 금속탱크, 저장조 및 유사 용기 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 금속가공제품 제조업
	기타기계 및 장비제조품 (24)	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 담배 가공기계 제조업, 섬유, 의복 및 가죽 가공기계 제조업, 반도체 및 평판디스플레이 제조용 기계 제조업, 산업용 로봇 제조업, 기타 특수 목적용 기계 제조업
	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 (25)	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
	전기장비 제품 (26)	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
	의료, 정밀, 광학기기 및 시계 (27)	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 시계 부품 제조업
	자동차 및 트레일러 (28)	자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 기타 자동차 부품 제조업

대분류	품목 분류* (품목코드번호)	비고
	기타운송 장비 (29)	선박 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 분류안된 운송장비 제조업
4. 화학공업품	코크스, 연탄 및 석유정제품 (18)	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업
	화합물 및 화학제품 (19)	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 의약품질 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약품관련제품 제조업
	고무제품 및 플라스틱 제품 (20)	고무타이어 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
	비금속 광물제품 (21)	판유리제조업, 산업용유리 및 판유리 가공품 제조업, 기타 유리제품 제조업, 일반도자기 제조업, 내화 요업제품 제조업, 구조용 비내화 요업제품 제조업, 시멘트, 석화 및 플라스터 제조업, 콘크리트, 시멘트 및 플라스터 제품 제조업, 석제품 제조업, 그 외 기타 비금속 광물제품 제조업
5. 경공업품	음식료품 (10)	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장처리업, 수산식물 가공 및 저장처리업, 과일, 채소 가공 및 저장처리업, 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
	담배제품 (11)	담배 제조업
	섬유제품 (12)	방적 및 가공사 제조업, 식물 직조업, 식물제품 제조업, 편조원단 제조업, 편조제품 제조업, 섬유제품 염색, 정리 및 마무리 가공업, 카펫, 마루덮개 및 유사제품 제조업, 끈, 로프, 망 및 끈가공품 제조업, 그 외 기타 섬유제품 제조업

대분류	품목 분류* (품목코드번호)	비고
	의복, 의복 액세서리 및 모피제품 (13)	정장 제조업, 내의 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉 제의복 제조업, 모피가공 및 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편제의복 액세서리 제조업, 기타 의복액세서리 제 조업
	가죽, 가방 및 신발제품 (14)	원피가공 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발 부분품 제조업
6. 잡공업품	목재 및 나무제품 ; 가구제외 (15)	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조 업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업
	펄프, 종이 및 종이제품 (16)	펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지상자 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업
	인쇄 및 기록매체 (17)	인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업
7. 기타	가구제품 (30)	침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제 조업
	기타제품 (31)	귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용 품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용구 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교사용 모형 제조 업, 그 외 기타 분류안된 제품 제조업
도매제품		도매업은 세분류 구분없이 단일 품목으로 처리
컨테이너		운송 용기의 개념으로 세분류 구분없음

주 *) KTDB에서 분류하는 품목 기준 (품목 1~ 31)을 의미함.

○ 이동수단별

- 도로, 철도, 항공, 연안으로 구분하여 O/D를 구축함

제3절 구축 방법 및 과정

- 기준년도 물동량 O/D는 도로 부문 내수물동량을 구축한 후, 도로 외 철도, 항공, 해운(연안, 수출입)에 대한 물동량을 취합하여 구축함
 - 도로 내수 물동량은 품목별 관련 자료 자료 수집, 발생량 현행화, 도착량 산정, 통행분포 과정을 거쳐서 구축함



〈그림 3-1〉 기준년도 물동량 O/D 현행화 과정

1. 도로 물동량 O/D 구축 방법

○ (1단계) 내수 물동량에 대한 발생량 산정: 각 품목별(33개) 발생량을 시군구 단위로 산정하여 합산함

- (1) 농·림·수·축산품 발생량 산정

· (품목 1) 농산물: 농작물생산조사결과를 토대로 시도별 작물별 생산량을 집계한 후, 시군구별 농작물 경작면적 비율을 기준으로 시군구 단위로 배분함

* 미곡: 백미(92.9%), 조곡 / 맥류: 정곡, 조곡 / 잡곡: 옥수수, 메밀, 기타잡곡 / 두류: 콩, 팥, 녹두, 기타두류 / 서류: 고구마, 감자 / 채소: 근채류(무, 당근), 엽채류(배추, 시금치, 상추, 양배추), 조미채소(고추, 양파, 대파, 마늘, 생강) / 특용: 과채류, 참깨, 들깨, 땅콩 / 과실: 사과, 배, 복숭아, 포도, 감귤, 감, 자두, 매실, 기타

· (품목 2) 임산물: 임산물생산조사결과를 기반으로 시군구 단위로 품목별 생산량을 집계함

* 용재, 톱밥, 목초액, 연료는 시도 단위로 생산량을 집계한 후 한 후, 종사가원수를 기준으로 시군구 단위로 배분하였으며, 그 외 품목(수실, 산나물, 약용식물, 버섯, 조경재, 수액, 수지, 자생란, 섬유원료닥나무, 농용자재, 기타부산물)은 시군구 단위로 생산량을 집계함

* 시군구 단위로 생산량을 집계한 후 품목별 서로 상이한 단위(kg, 본 등)는 톤 단위로 환산하여 통일함

· (품목 3) 수산물: 어업생산동향조사결과를 기반으로 시도별 어업별 생산량을 집계한 후, 시군구별 어업종사가구원수, 면적 비율을 기준으로 시군구 단위로 배분함

* 어업은 내수면어업, 일반해면어업, 천해양식, 원양어업으로 구분함

· (품목 4) 축산물: 우육, 돈육, 계육, 우유에 대한 각 생산량을 시군구 단위로 집계함

* 우육 및 돈육은 축산물품질평가원의 축산물 유통경로(O/D)를 참고하여 한국육류유통수출협회의 육류 소비 현황(전국 단위 총량)을 시군구 단위로 배분하여 산출함

* 계육은 시도별 가축사육두수(농림법인조사자료 기준)를 농림어업총조사의 시군구별 육계 사육 규모 비율에 따라 배분함

* 우유는 시도별 우유생산량(우유 및 유제품 생산소비현황 기준)을 농림어업총조사의 시군구별 젖소 사육 규모 비율에 따라 배분함

- (2) 광산품 발생량 산정

- 광업 광산물 통계연보를 기준으로 시도별 광종별 생산량을 톤 단위로 정리한 후, 지역별 광산정보를 참고하여 시군구 단위로 배분한 다음, 석탄광물, 석회석광물, 금속광물, 비금속광물로 구분하여 카테고리별로 합산함
- 품목 7에 해당하는 원유 및 천연가스 채취물은 파이프라인을 통하여 운송이 이루어지므로 발생량 산정에서 제외함
 - * (품목 5) 석탄광물: 무연탄, 석탄을 합산함
 - * (품목 6) 석회석광물: 활석, 납석, 장석, 고령토, 석회석, 규석, 규사, 규조토, 사문석, 불석, 백운석을 합산함
 - * (품목 8) 금속광물: 금, 은, 동, 연, 아연, 철, 중석, 몰리브덴, 주석, 유화철, 티타늄, 회토류금속, 사금, 기타금속, 리튬을 합산함
 - * (품목 9) 비금속광물: 인상흑연, 운모, 수정, 명반석, 연옥, 황철석, 토상 흑연, 골재¹⁵⁾를 합산함
- (3) 그 외 내수 화물 발생량 산정
 - 금속기계공업품(품목 22~29), 화학공업품(품목 18~21), 경공업품(품목 10~14), 잡공업품(품목 15~17), 기타(품목 30~31), 도매제품에 대한 발생량을 합산함
 - 각 품목별 발생량을 산출하는 과정은 다음과 같음
 - * (1) 사업체물류현황조사를 기준으로 월 전체 출하량에 시군구,단지,업종, 품목, 규모별 산정된 가중치를 곱하고, 12개월을 곱하여 연간 내수물동량으로 환산한 후, 수출화물의 비율을 적용하여 연간 내수물동량을 산정함¹⁶⁾
 - * (2) 시도별 업종별(한국표준산업분류체계에 따른 업종 총 29개¹⁷⁾) 총 내수물동량을 집계한 후, 전국사업체조사의 시군구별 업종별 5인이상 사업체수를 기준으로 시군구 단위로 배분함
 - * (3) 29개 업종을 <표 3-4>와 같이 KTDB 품목으로 변환함

15) 골재는 시도별 신고채취골재량에 시군구별 주택 비율을 곱하여 산정함

16) 서울, 경기 지역의 일부 품목은 월간 출하량을 시도별 업종별 평균 월간 출하량과 비교하여 값이 작게 산정된 경우, 평균 월간 출하량을 기준값으로 하여 연간 내수 물동량을 산정하도록 함

17) 석탄, 원유 및 천연가스 / 금속 / 비금속광물 / 식료품 / 음료 / 담배 / 섬유

〈표 3-3〉 KTDB 품목 변환 기준 (제9차 한국표준산업분류 → KTDB)

제9차 한국표준산업분류		KTDB	
업종코드	산업분류	품목코드	품목명
5	석탄, 원유 및 천연가스	5	석탄광물
6	금속	8	금속광물
7	비금속광물	9	비금속광물
10	식료품	10	음식료품
11	음료	10	음식료품
12	담배	11	담배제품
13	섬유제품	12	섬유제품; 의복제외
14	의복 및 모피제품	13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품
15	가죽, 가방 및 신발	14	가죽, 가방 및 신발제품
16	목재 및 나무제품	15	목재 및 나무제품 (가구제외)
17	종이제품	16	펄프, 종이 및 종이제품
18	인쇄 및 기록매체 복제업	17	인쇄 및 기록매체
19	석유 정제품	18	코크스, 연탄 및 석유정제품
20	화학제품	19	화합물 및 화학제품
21	의약품	19	화합물 및 화학제품
22	고무제품 및 플라스틱 제품	20	고무제품 및 플라스틱 제품
23	비금속 광물	21	비금속광물제품
24	1차 금속	22	제1차 금속제품
25	금속 가공품	23	금속가공 제품; 기계 및 가구제외
26	전자 및 통신 장비	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
27	의료 및 정밀기계	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계
28	전기장비	26	전기장비제품
29	기타 기계 및 정비	24	기타기계 및 장비제조품
30	자동차 및 트레일러	28	자동차 및 트레일러
31	기타 운송장비	29	기타운송장비
32	가구	30	가구제품
33	기타 제품	31	기타
45	자동차 및 부품 판매업	32	도매업품
46	도매 및 상품중개업	32	도매업품

○ (2단계) 내수 물동량에 대한 도착량 산정

- 산업간 및 지역간 재화와 서비스의 흐름을 나타내고 지역별 경제구조, 산업 및 지역간 상호연관관계를 파악할 수 있는 지역간 산업연관표(한국은행, 2015)를 활용하여 도착량을 산정함
- 도착량 산정 시 산업연관표 기준 품목을 〈표 3-5〉와 같이 KTDB 품목으로 변환하여 사용함

〈표 3-4〉 KTDB 품목 변환 기준 (산업연관표 → KTDB)

산업연관표(IRIO)		KTDB	
품목코드	품목명	품목코드	품목명
1	작물	1	농산물
2	축산물	4	축산물
3	임산물	2	임산물
4	수산물	3	수산물
6	석탄, 원유 및 천연가스	5, 7	석탄광물, 원유 및 천연가스 채취물
7	금속 및 비금속 광물	6, 8, 9	석회석광물, 금속광물, 비금속 광물
8	식료품	10	음식료품
9	음료품	10	음식료품
10	담배	11	담배제품
11	섬유 및 의복	12, 13	섬유제품; 의복제외, 의복,의복액세서리및모피제품
12	가죽제품	14	가죽, 가방 및 신발제품
13	목재 및 목제품	15	목재 및 나무제품
14	펄프 및 종이제품	16	펄프, 종이 및 종이제품
15	인쇄 및 기록매체 복제	17	인쇄 및 기록매체
16	석탄 및 석유제품	18	코크스, 연탄 및 석유정제품
17	기초화학물질	19	화합물 및 화학제품
18	합성수지 및 합성고무	19	화합물 및 화학제품
19	화학섬유	19	화합물 및 화학제품
20	의약품	19	화합물 및 화학제품
21	비료 및 농약	19	화합물 및 화학제품
22	기타 화학제품	19	화합물 및 화학제품
23	플라스틱제품	20	고무제품 및 플라스틱제품
24	고무제품	20	고무제품 및 플라스틱제품
25	유리 및 유리제품	21	비금속광물제품
26	기타 비금속광물제품	21	비금속광물제품
27	철강1차제품	22	제1차 금속제품
28	비철금속피 및 1차제품	22	제1차 금속제품
29	금속 주물	22	제1차 금속제품
30	금속가공제품	23	금속가공제품; 기계 및 가구 제외
31	반도체	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
32	전자표시장치	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
33	기타 전자부품	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
34	컴퓨터 및 주변기기	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
35	통신, 방송 및 영상, 음향기기	25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비
36	정밀기기	27	의료, 정밀, 광학기기 및 시계
37	전기장비	26	전기장비 제품
38	일반목적용 기계	24	기타기계 및 장비 제조품
39	특수목적용 기계	24	기타기계 및 장비 제조품
40	자동차	28	자동차 및 트레일러
41	선박	29	기타운송장비
42	기타 운송장비	29	기타운송장비
43	기타 제조업 제품	30, 31	가구제품, 기타제품
44	제조임가공 및 산업용 장비 수리	30, 31	가구제품, 기타제품
52	도소매 및 상품중개서비스	32	도매품

- 화물도착량은 화물 발생량과 도착량의 총합은 서로 동일하다는 가정 하에 화물발생단계에서 추정된 품목별 발생량을 지역간 산업연관표의 지역별 투입계수로 배분하여 산정하며, 산정하는 과정을 정리하면 다음과 같음

· (1) 중간수요 발생량과 최종수요 발생량 구분

* 산업연관표는 산업부문 상호간의 중간재 거래를 나타내는 ‘중간수요’와 각 산업부문의 생산물이 최종소비자에게 판매되는 내역을 나타내는 ‘최종수요’로 구분되어 있어, 투입계수를 적용하기 전에, 권역별·품목별 화물 발생량을 총 주요(중간수요+최종수요) 대비 중간수요, 최종수요 비율을 토대로 배분함

예) <<표 3-6> 기준 지역1의 중간수요비율 = $\frac{Z_1}{X_1}$, 지역1의 최종수요비율 = $\frac{Y_1}{X_1}$

<표 3-5> 지역간 산업연관표(IRIO) 구조

투입	산출	중간수요			최종수요			총 산출
		지역1	지역2	합계	지역1	지역2	합계	
국산 투입	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	-	-	-	-	-	-	-
	부가가치	-	-	-	-	-	-	-
	총 투입							

· (2) 중간수요 도착량 산출

* 중간수요 발생량에 중간수요 투입계수를 곱하여, 권역별·품목별 중간수요 도착량을 산출하며, 중간수요 투입계수는 중간수요의 산출액 총량에 대한 i 지역에서 j 지역으로 도착하는 k 품목의 산출액이 차지하는 비율이고, 각 품목별로 구분하여 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 (<<표 3-7> 참조)

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

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

〈표 3-6〉 중간수요 구조

투입		산출	중간수요			전체 합계
			지역1	지역2	합계	
국산 투입	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	

주) 중간수요 산출액 총량은 각 지역에 대한 국산투입, 수입투입, 부가가치로 구성되어 있으나, 국산투입만 활용하며, 최종수요 산출액 총량은 민간소비지출, 정부소비지출, 민간 및 정부고정자본형성, 재고증감, 귀중품순취득, 수출 등으로 구성되어 있으나 민간소비지출, 정부소비지출, 수출만 활용함.

- (3) 최종수요 도착량 산출
 - * 최종수요의 투입계수 산출 및 최종수요 도착량 산정은 중간수요와 동일하게 이루어짐
- (4) 최종 도착량 산정
 - * 중간수요 도착량과 최종수요 도착량을 합산하여 시도별 도착량을 산출한 후, 전국사업체조사자료의 시군구별 종사자수 통계자료를 이용하여, 시군구 단위로 배분함

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

여기서, D_{jz}^k : j 권역내 z존에 도착하는 k 품목의 도착량

E_{jz} : j 권역내 z존의 종사자수

- (3단계) 내수 물동량에 대한 통행분포
 - 2023년 전수화 당시 산출한 품목별 중력모형의 파라미터를 적용하여 최종 O/D를 구축함
- (4단계) 수출입 물동량, 연안항만과 내륙중점간 물동량에 대한 O/D 구축
 - 수출입 물동량 O/D는 한국해양수산개발원에서 제공하는 수출입 일반화물 및

컨테이너 화물 O/D 자료를 활용하여 구축함

- 연안항만과 내륙중점간 물동량 O/D는 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만별·품목별 화물처리실적 자료를 기반으로 연안항만-내륙지역간 도착 비율을 활용하여 구축함

○ (5단계) 최종 O/D 구축

- 1~3단계를 거쳐서 구축한 내수 물동량 O/D, 4단계를 통해 구축한 수출입 물동량, 연안항만과 내륙중점간 물동량 O/D를 합산하여 최종 O/D를 구축함

2. 도로 외 물동량 (철도, 항공, 연안해운) O/D 구축

○ 철도 물동량 O/D 구축

- 철도통계연보의 기종점역간 품목별 수송량을 기준으로 시군구별 수송량을 재 집계함
 - 역사의 소재지를 기준으로 시군구를 매칭하고, 품목에 따라 컨테이너, 비컨테이너로 구분하여 집계함

○ 연안해운 O/D 구축

- 한국해양수산개발원에서 제공하는 항만간 화물운송실적자료를 토대로 구축함
 - 항만별 소재지를 기준으로 시도 단위 OD로 변환함
 - 항만간 화물운송실적자료는 품목 구분이 되어 있지 않으며, 화물선과 여객선으로 운송되는 화물이 모두 합쳐진 물동량 자료임

○ 항공 물동량 O/D 구축

- 항공정보포털시스템에서 제공하는 공항별 화물운송실적자료를 기준으로 구축함
 - 공항별 소재지를 기준으로 시도 단위 O/D로 변환함
 - 공항별 화물운송실적자료는 품목 구분이 되어 있지 않으며, 정기선과 부정기선이 모두 합쳐진 물동량 자료임

제4절 기준연도 O/D 구축 결과

1. 도로화물 물동량

가. 물동량

1) 지역별 물동량

- 도로화물 발생량 및 도착량은 경기도가 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났다으며 각각 21.45%, 18.56%인 것으로 나타남
 - 경기도 다음으로 발생량이 가장 높은 지역은 충청남도(9.05%), 전라남도(8.93%) 순이고, 도착량은 충청남도(10.07%), 전라남도(9.60%) 순임

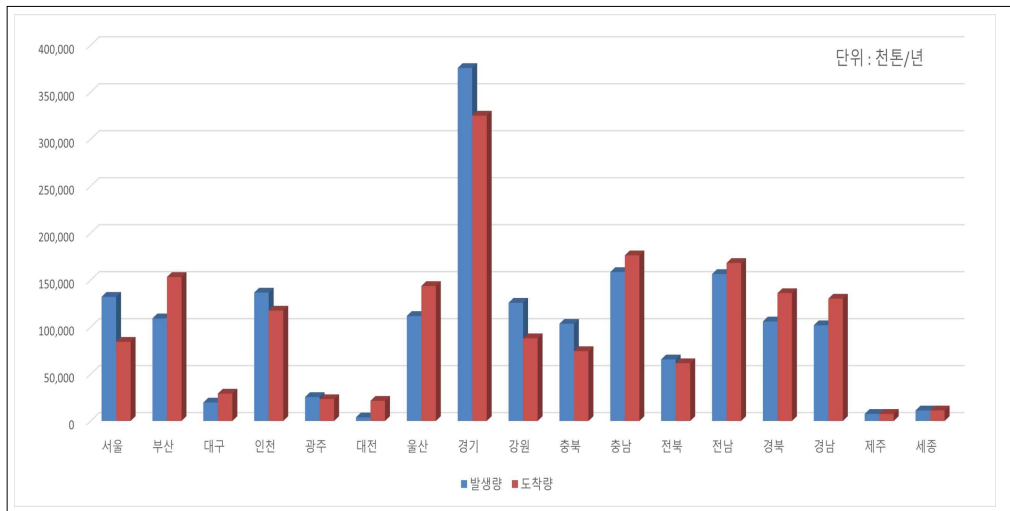
〈표 3-7〉 도로화물 - 시도별 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	132,224,862	7.55	84,304,173	4.81
부산광역시	109,274,584	6.24	153,340,819	8.75
대구광역시	19,664,895	1.12	29,174,207	1.67
인천광역시	136,694,153	7.80	117,518,046	6.71
광주광역시	25,567,877	1.46	23,252,235	1.33
대전광역시	3,859,967	0.22	21,508,061	1.23
울산광역시	111,816,887	6.38	143,715,814	8.20
경기도	375,758,569	21.45	325,073,834	18.56
강원도	125,893,438	7.19	88,096,082	5.03
충청북도	103,515,714	5.91	74,409,761	4.25
충청남도	158,562,029	9.05	176,374,504	10.07
전라북도	65,587,587	3.74	61,513,738	3.51
전라남도	156,445,515	8.93	168,223,605	9.60
경상북도	105,982,276	6.05	136,088,148	7.77
경상남도	101,971,894	5.82	130,230,315	7.43
제주특별자치도	7,591,323	0.43	7,591,323	0.43
세종특별자치시	11,255,169	0.64	11,252,073	0.64
합계	1,751,666,738	100.00	1,751,666,738	100.00

- 지역별 화물 발생량과 도착량을 비교한 결과, 서울, 인천, 광주, 경기, 강원, 충북, 전북, 세종은 발생량이 도착량보다 더 많은 것으로 나타났고, 제주는 발생량

과 도착량이 서로 같으며, 그 외의 지역은 도착량이 발생량보다 많은 것으로 나타남



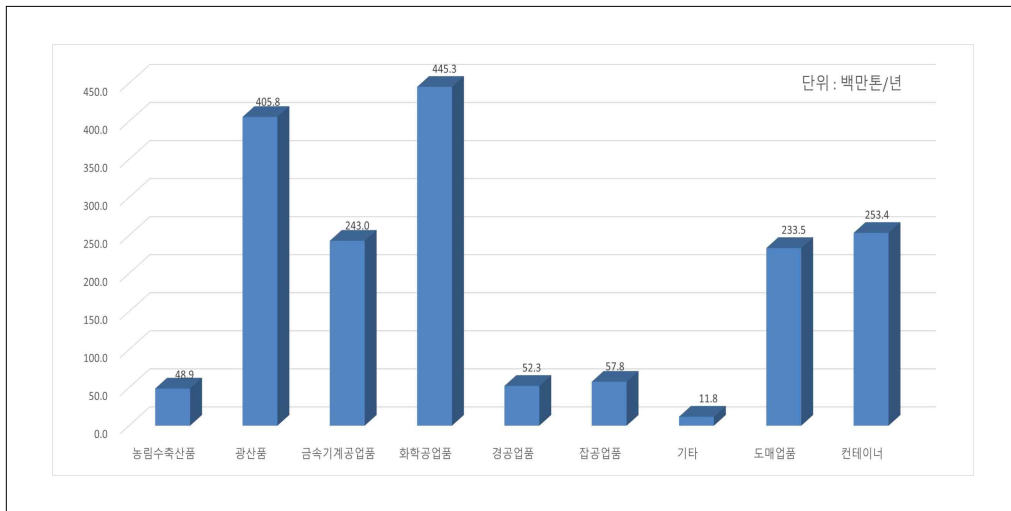
〈그림 3-2〉 도로화물 - 시도별 발생량 및 도착량

2) 품목별 물동량

- 화물을 7개 대분류 품목으로 분류하고, 도매업 및 컨테이너는 별도로 구분하여 구축함
 - 화학공업품이 전체 물동량의 25.42%로 가장 높은 비중을 차지하였고, 그 뒤로 광산품 23.16%, 컨테이너 14.47% 순임

〈표 3-8〉 도로화물 - 대분류 품목별 물동량

구분	코드번호	물동량(톤/년)	비율(%)	
농림수축산업	1.농림수축산품	품목 1 ~ 4	48,872,236	2.79
광업	2.광산품	품목 5 ~ 9	405,761,117	23.16
제조업	3.금속기계공업품	품목 22 ~ 29	243,039,354	13.87
	4.화학공업품	품목 18 ~ 21	445,321,037	25.42
	5.경공업품	품목 10 ~ 14	52,262,128	2.98
	6.잡공업품	품목 15 ~ 17	57,758,058	3.30
	7. 기타	품목 30 ~ 31	11,782,256	0.67
	도매업			233,483,664
컨테이너			253,386,887	14.47
합계			1,751,666,738	100.00



〈그림 3-3〉 도로화물 - 대분류 품목별 물동량

나. 기종점 물동량 (O/D)

1) 품목별 O/D

① 농·림·수·축산품

○ 농·림·수·축산품은 대분류 품목 1, 세분류 품목 1~4에 해당되며, 총 물동량은 48,872,236톤/년임

- 지역별로 발생량을 보면 전남지역이 7,397,128톤/년으로 가장 많았고, 다음으로 경기지역이 7,269,780톤/년으로 나타남
- 지역별 도착량은 경기지역이 8,321,944톤/년으로 가장 많았고, 인천지역이 5,192,732톤/년, 충남지역이 4,899,339톤/년 순으로 나타남

〈표 3-9〉 농·림·수·축산품 (대분류 품목 1) 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	3,346	226	128	1,034	83	111	114	3,486	668	562	691	492	462	797	551	0	83	12,833
부산	13,999	2,200,967	7,275	6,916	1,937	3,198	6,705	32,837	16,941	7,811	12,010	8,340	17,811	98,831	330,012	0	646	2,766,234
대구	15,345	11,735	47,292	9,235	2,932	4,163	5,884	38,668	11,916	19,192	18,594	16,814	15,316	56,534	29,190	0	2,080	304,889
인천	39,756	9,720	3,068	3,989,254	1,487	2,855	1,627	1,027,409	112,694	621,894	113,607	75,461	10,027	11,377	10,584	0	1,333	6,032,151
광주	7,087	3,253	2,157	3,644	28,597	1,984	1,318	17,200	3,432	6,380	9,913	13,315	20,431	7,065	7,555	0	859	134,191
대전	2,561	789	645	1,420	391	9,492	377	6,571	1,396	4,253	4,791	3,202	1,813	2,794	1,900	0	716	43,113
울산	5,773	14,254	155,505	3,133	1,005	67,373	945,380	21,935	5,240	34,970	6,509	82,666	79,167	205,868	111,004	0	618	1,740,401
경기	334,957	43,878	57,020	153,279	19,263	52,055	18,659	2,390,792	174,475	811,978	2,029,223	625,649	91,582	328,943	115,095	0	22,932	7,269,780
강원	270,547	77,464	51,032	157,101	24,510	36,469	36,022	655,829	379,663	236,699	210,048	158,203	130,115	263,717	165,598	0	22,282	2,875,297
충북	147,342	44,035	39,457	87,930	17,440	42,735	22,662	402,752	116,099	392,093	198,819	133,256	87,761	195,652	111,046	0	28,270	2,067,349
충남	328,356	101,274	73,371	189,694	42,944	91,202	35,649	933,749	176,190	422,916	889,751	437,087	202,489	299,617	204,951	0	54,796	4,484,035
전북	208,102	98,069	69,178	115,154	78,528	134,057	34,989	588,014	124,688	271,416	345,815	1,623,746	344,676	252,343	220,965	0	29,431	4,539,170
전남	429,539	545,092	155,271	222,392	216,792	106,515	94,271	1,045,841	337,789	356,795	508,524	663,541	1,468,706	505,850	702,055	0	38,155	7,397,128
경북	278,495	185,793	190,566	158,055	42,520	73,165	94,741	714,634	239,506	385,676	332,927	274,688	223,368	957,428	378,202	0	36,473	4,566,239
경남	164,636	360,833	133,728	90,733	39,193	45,416	60,983	419,469	136,475	188,820	197,730	228,916	275,100	354,488	787,504	0	18,230	3,502,254
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,007,671	0	1,007,671
세종	7,307	1,785	2,237	3,758	919	3,550	863	22,759	4,306	26,411	20,385	9,880	4,212	9,049	4,754	0	7,326	129,501
합계	2,257,148	3,699,165	987,929	5,192,732	518,541	674,341	1,360,244	8,321,944	1,841,479	3,787,866	4,899,339	4,355,254	2,973,036	3,550,354	3,180,967	1,007,671	264,228	48,872,236

② 광산품

- 광산품은 대분류 품목 2, 세분류 품목 5~9에 해당되며, 총 물동량은 405,761,117톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 75,146,867톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고, 다음으로는 강원지역이 71,123,705톤/년임
 - 지역별 도착량은 충남지역이 67,172,752톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 강원지역이 65,613,939톤/년으로 나타남

〈표 3-10〉 광산품 (대분류 품목 2) 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	55,093	3,837	4,366	23,538	1,608	3,200	4,337	128,400	31,477	24,480	25,186	12,624	15,898	18,749	9,995	0	4,107	366,894
부산	33,272	1,872,000	153,532	57,279	29,261	35,141	300,883	304,599	239,733	214,693	180,586	182,256	361,253	560,902	831,351	0	33,607	5,390,349
대구	10,069	37,266	281,199	17,035	7,928	12,443	42,199	93,410	71,132	76,225	57,791	51,323	82,053	278,390	110,458	0	11,621	1,240,542
인천	395,864	104,111	116,348	15,001,632	43,154	81,777	117,271	3,270,940	736,330	621,631	674,736	334,729	442,326	495,071	269,890	0	106,651	22,812,460
광주	450	944	1,010	778	7,529	546	894	4,126	2,449	2,720	2,983	4,449	71,245	3,419	2,765	0	497	106,803
대전	0	5,936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,936
울산	41,727	375,369	184,288	71,583	31,026	42,469	10,777,627	382,504	306,975	275,630	221,806	188,972	375,041	966,607	642,119	0	43,210	14,926,953
경기	2,482,379	741,097	822,345	4,231,083	295,148	615,179	809,908	26,882,852	5,804,003	5,051,949	15,902,746	2,374,149	2,915,736	3,542,695	1,864,808	0	810,791	75,146,867
강원	464,789	468,639	510,296	689,758	141,761	261,254	544,018	3,974,323	50,737,757	3,226,275	1,586,043	1,022,730	1,431,338	4,661,093	1,115,654	0	287,980	71,123,705
충북	307,181	347,560	437,454	491,332	120,289	392,521	386,168	3,024,991	2,448,671	5,129,909	1,861,342	1,010,180	1,171,936	2,008,818	882,963	0	578,689	20,600,005
충남	346,321	296,217	355,540	597,776	153,438	415,343	323,581	3,697,021	1,421,008	2,744,981	42,465,181	1,569,466	1,428,302	1,479,867	812,051	0	611,570	58,717,663
전북	151,774	294,783	298,616	260,704	220,396	228,708	248,684	1,412,028	778,377	1,001,379	1,276,171	6,331,244	1,832,613	1,060,738	799,769	0	196,828	16,392,812
전남	128,110	329,949	294,448	223,226	334,869	143,982	306,168	1,168,639	715,403	752,242	802,509	2,188,820	40,075,689	1,018,304	1,093,434	0	134,657	49,710,449
경북	184,351	420,500	758,833	216,579	94,008	178,121	591,277	1,303,242	1,196,431	1,157,217	767,935	610,381	959,404	18,128,716	1,019,069	0	155,529	27,741,594
경남	134,772	1,291,270	725,546	231,122	136,467	158,112	782,038	1,237,358	893,612	901,369	772,845	838,923	1,804,544	2,016,485	23,277,364	0	143,162	35,344,990
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,321,379	2,321,379
세종	51,460	48,892	62,467	85,871	22,308	107,417	56,492	519,859	230,582	754,120	574,893	209,150	210,753	271,837	133,339	0	472,277	3,811,715
합계	4,787,612	6,638,371	5,006,287	22,199,294	1,639,192	2,676,214	15,291,544	47,404,294	65,613,939	21,934,817	67,172,752	16,929,398	53,178,131	36,511,690	32,865,028	2,321,379	3,591,176	405,761,117

③ 금속기계공업품

- 금속기계공업품은 대분류 품목 3, 세분류 품목 22~29에 해당되며, 총 물동량은 243,039,354톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 43,378,158톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고 그 뒤로 전남지역이 29,780,819톤/년, 경남지역이 29,174,648톤/년임
 - 지역별 도착량은 경기지역이 47,395,197톤/년으로 가장 많이 도착하고 전남지역 35,224,866톤/년, 울산지역 33,496,068톤/년 순임

〈표 3-11〉 금속기계공업품 (대분류 품목 3) 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	232,685	11,843	9,776	76,452	8,902	7,850	28,278	444,610	11,996	29,252	61,244	11,713	15,086	46,597	44,827	0	2,456	1,043,568
부산	41,648	7,099,514	70,514	43,248	34,890	17,848	499,870	317,502	18,023	51,465	107,146	51,474	122,557	273,014	1,650,406	0	3,037	10,402,157
대구	78,196	159,281	959,810	72,678	53,841	35,538	370,176	381,892	29,337	89,502	160,956	76,167	113,988	523,345	607,747	0	5,353	3,717,807
인천	323,343	171,280	80,442	11,451,189	71,124	49,330	404,798	2,666,729	57,803	210,827	606,947	134,564	323,366	544,623	657,812	0	12,121	17,766,299
광주	458,334	392,378	194,496	436,697	2,703,339	118,500	854,638	1,779,664	116,680	246,351	846,721	884,295	4,095,352	652,163	975,847	0	20,917	14,776,373
대전	35,157	21,112	17,109	23,091	14,638	146,595	38,350	182,690	10,015	69,187	112,807	24,085	23,225	93,196	63,394	0	9,437	884,088
울산	102,364	398,315	87,044	94,555	34,987	23,136	22,349,923	384,109	51,212	63,977	138,879	98,383	152,137	338,473	1,282,702	0	4,084	25,604,278
경기	1,635,203	483,807	282,272	2,271,132	253,177	218,678	1,131,485	25,870,018	249,591	906,630	5,360,640	439,788	883,734	1,828,614	1,508,281	0	55,109	43,378,158
강원	54,752	36,589	20,995	50,915	15,231	11,709	95,202	286,797	226,142	54,597	83,694	26,889	43,980	113,770	106,195	0	2,389	1,229,847
충북	362,825	180,253	132,342	295,985	117,587	162,939	455,062	1,838,724	112,699	1,011,596	830,635	197,641	186,619	601,048	625,456	0	48,584	7,159,996
충남	807,621	504,028	259,077	930,252	263,147	283,321	1,120,324	8,893,239	184,565	841,694	5,461,599	687,811	764,372	1,364,034	1,365,484	0	86,036	23,816,604
전북	97,495	95,589	49,190	99,631	84,548	48,008	181,150	448,706	28,202	92,639	319,128	2,108,732	225,836	193,949	315,024	0	7,412	4,395,238
전남	70,951	155,660	59,350	75,266	180,523	32,250	351,680	357,586	37,596	81,084	199,506	168,030	26,808,338	234,569	963,628	0	4,803	29,780,819
경북	399,613	1,086,109	945,462	413,259	226,396	168,358	3,433,660	2,018,341	164,583	476,877	934,466	434,991	717,609	14,067,535	2,743,232	0	27,180	28,257,671
경남	271,806	1,695,637	422,916	252,290	206,532	111,925	2,054,498	1,281,374	114,071	275,571	521,837	296,578	646,161	1,080,698	19,926,502	0	16,254	29,174,648
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	102,661	0	102,661
세종	23,289	51,114	26,152	40,557	22,049	34,121	126,975	243,218	10,717	147,463	305,158	52,720	102,504	191,936	141,968	0	29,199	1,549,140
합계	4,995,282	12,542,510	3,616,945	16,627,199	4,290,911	1,470,106	33,496,068	47,395,197	1,423,232	4,648,710	16,051,362	5,693,862	35,224,866	22,147,566	32,978,503	102,661	334,372	243,039,354

④ 화학공업품

○ 화학공업품은 대분류 품목 4, 세분류 품목 18~21에 해당되며, 총 물동량은 445,321,037톤/년으로 나타남

- 지역별 발생량을 보면 경기지역에서 89,893,035톤/년으로 가장 많이 발생하였고, 다음으로 충북지역 59,716,647톤/년, 충남지역 54,551,542톤/년으로 나타남

- 지역별 도착량을 보면 경기지역이 89,055,828톤/년으로 가장 높게 나타났고 그 뒤로 울산지역이 67,428,807톤/년, 충남지역 61,475,008톤/년 순으로 나타남

〈표 3-12〉 화학공업품 (대분류 품목 4) 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	162,797	8,903	5,826	52,604	4,941	6,809	62,648	273,370	11,478	22,183	68,121	11,180	50,374	35,199	22,360	0	3,242	802,031
부산	32,713	2,096,094	76,931	34,244	42,551	30,140	1,255,399	298,189	51,590	108,051	202,271	69,572	242,967	665,578	1,532,898	0	15,960	6,755,149
대구	35,842	198,561	1,483,845	40,863	62,981	53,986	356,311	463,694	81,938	206,525	327,243	107,629	221,893	2,015,474	851,120	0	30,291	6,538,198
인천	1,491,087	300,971	167,362	9,855,881	207,808	222,989	681,053	13,520,326	655,747	1,125,805	2,887,756	449,788	813,579	1,991,151	1,055,757	0	203,210	35,630,272
광주	74,555	71,378	51,046	60,951	821,244	65,268	100,114	419,846	31,612	124,831	251,014	136,847	307,102	265,447	270,668	0	17,594	3,069,518
대전	4,888	5,222	4,049	5,055	3,648	88,603	22,615	39,856	4,143	28,522	48,417	11,077	23,262	32,133	16,930	0	5,906	344,326
울산	50,992	2,528,453	89,171	49,520	35,027	35,802	39,168,477	293,314	40,906	108,759	207,787	62,376	303,947	756,258	2,963,054	0	14,269	46,708,113
경기	3,073,068	1,145,923	801,817	4,140,028	654,992	951,725	5,151,995	40,080,134	1,921,961	4,358,888	10,754,313	1,666,881	5,078,455	6,176,552	3,299,167	0	637,136	89,893,035
강원	680,530	773,312	436,862	747,101	365,564	393,933	2,508,636	8,084,448	4,780,125	2,569,039	3,678,354	766,199	1,938,131	5,351,092	2,356,897	0	285,553	35,715,776
충북	1,990,011	1,030,127	677,525	1,708,737	540,257	1,007,421	7,274,329	10,060,864	1,411,155	8,986,822	8,741,948	1,326,296	5,372,084	5,939,261	2,821,131	0	828,680	59,716,647
충남	713,469	544,363	346,376	784,827	461,335	3,909,218	2,000,887	7,374,383	614,462	2,460,740	25,732,907	1,453,669	2,287,038	3,310,880	1,854,277	0	702,710	54,551,542
전북	218,320	479,485	297,159	289,591	672,536	447,736	1,396,102	2,812,196	330,468	1,149,066	3,674,520	4,106,131	2,808,475	2,392,504	1,764,006	0	221,608	23,059,904
전남	241,934	586,548	289,481	273,689	3,525,157	231,037	2,161,594	1,958,640	258,863	687,189	1,822,841	917,547	25,472,234	2,016,585	2,171,628	0	117,173	42,732,141
경북	195,450	689,917	776,430	217,143	217,347	244,836	2,500,981	2,128,996	424,246	1,025,059	1,538,950	422,249	1,067,112	10,639,998	2,271,612	0	138,649	24,498,974
경남	151,604	688,081	160,653	127,149	69,609	59,625	2,615,434	460,082	57,156	135,551	378,090	120,701	867,338	660,021	2,008,647	0	17,501	8,577,243
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,838,540	1,838,540
세종	50,435	61,800	42,291	63,075	46,036	150,704	172,231	787,490	75,548	739,081	1,160,477	126,231	196,118	462,944	218,838	0	536,329	4,889,628
합계	9,167,694	11,209,138	5,706,825	18,450,459	7,731,034	7,899,832	67,428,807	89,055,828	10,751,400	23,836,111	61,475,008	11,754,374	47,050,108	42,711,077	25,478,991	1,838,540	3,775,811	445,321,037

⑤ 경공업품

- 경공업품은 대분류 품목 5, 세분류 품목 10~14에 해당되며, 총 물동량은 52,262,128톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 10,795,428톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고 그 뒤로 충남지역 7,187,825톤/년, 인천지역 5,641,194톤/년으로 나타남
 - 지역별 도착량을 보면 경기지역이 11,968,098톤/년으로 나타났고, 다음으로 서울지역 6,901,616톤/년, 충남지역 4,380,940톤/년 순으로 나타남

〈표 3-13〉 경공업품 (대분류 품목 5) 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	1,030,313	26,286	25,509	61,065	11,312	14,179	14,012	432,408	24,106	45,675	59,152	30,558	21,595	47,229	39,249	0	3,335	1,885,982
부산	71,949	836,261	28,417	9,038	8,214	6,997	32,212	64,791	9,315	20,365	21,571	20,689	21,914	46,997	152,748	0	1,368	1,352,846
대구	252,645	70,877	325,858	19,994	16,792	16,223	27,234	139,479	15,510	36,794	40,292	35,225	30,103	127,390	103,009	0	2,709	1,260,135
인천	712,107	82,622	46,668	2,298,727	24,942	39,317	34,620	1,372,549	90,337	220,802	261,124	127,677	78,656	102,694	134,289	0	14,063	5,641,194
광주	30,040	19,750	10,938	6,628	116,971	7,096	7,006	47,392	7,653	21,787	29,266	44,746	71,224	19,176	35,595	0	1,698	476,967
대전	38,595	11,951	8,251	6,519	4,422	104,030	4,804	51,852	6,940	41,101	37,383	25,222	11,298	17,962	20,206	0	3,710	394,247
울산	43,896	39,638	10,345	4,607	3,336	3,292	1,038,156	45,632	4,808	10,407	10,855	8,870	8,903	28,671	39,505	0	721	1,301,641
경기	2,182,093	197,556	114,739	411,547	62,278	103,310	82,636	5,130,839	239,921	516,579	664,048	309,533	175,628	260,678	308,896	0	35,148	10,795,428
강원	603,301	240,356	130,900	160,294	54,935	83,690	103,677	1,242,073	773,915	490,232	421,323	260,883	175,913	316,815	361,006	0	25,822	5,445,135
충북	300,415	113,358	75,088	71,228	31,990	90,743	48,043	623,251	109,439	792,571	346,224	173,496	94,597	177,087	188,318	0	34,163	3,270,012
충남	648,125	237,889	148,705	168,510	97,699	222,873	96,104	1,345,879	159,935	665,431	1,610,492	714,374	271,243	314,359	411,648	0	74,561	7,187,825
전북	175,099	115,769	67,137	46,063	73,332	70,515	40,859	352,633	52,862	176,512	268,688	1,291,969	180,886	124,470	212,552	0	14,633	3,263,979
전남	197,213	195,126	89,085	53,878	160,264	53,683	68,002	380,807	66,982	180,022	233,643	312,957	854,125	160,717	362,280	0	13,581	3,382,365
경북	496,613	311,169	318,464	78,553	55,428	86,419	156,950	571,074	118,474	305,614	265,023	206,368	152,387	789,744	478,068	0	18,893	4,409,241
경남	92,600	169,800	51,349	14,782	15,867	14,396	40,484	106,270	18,194	46,925	49,880	55,318	58,845	77,874	461,585	0	3,204	1,277,373
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	563,549	0	563,549
세종	26,613	10,729	6,791	7,383	3,512	14,454	4,499	61,169	7,633	66,934	61,977	21,257	10,328	15,232	17,798	0	17,902	354,209
합계	6,901,616	2,679,137	1,458,243	3,418,815	741,295	931,217	1,799,300	11,968,098	1,706,024	3,637,749	4,380,940	3,639,143	2,217,644	2,627,095	3,326,752	563,549	265,509	52,262,128

⑥ 잡공업품

- 잡공업품은 대분류 품목 6, 세분류 품목 15~17에 해당되며, 총 물동량은 57,758,058톤/년으로 나타남
- 지역별 발생량을 보면 경기지역이 32,470,909톤/년으로 가장 많이 발생하는 것으로 나타났고, 그 뒤로 충북지역이 7,151,115톤/년, 인천지역이 3,470,673톤/년으로 나타남
- 지역별 도착량을 보면 경기지역이 16,199,349톤/년으로 나타났고, 다음으로 서울지역이 5,957,919톤/년, 충남지역이 4,629,590톤/년 순으로 나타남

〈표 3-14〉 잡공업품 (대분류 품목 6) 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	184,361	7,309	5,913	14,381	3,936	6,872	8,972	106,313	3,046	10,380	10,016	4,603	5,193	10,835	11,207	0	1,975	395,313
부산	2,644	207,710	4,648	1,782	1,534	1,360	12,466	9,758	748	2,783	2,860	2,417	3,692	9,896	34,868	0	330	299,498
대구	9,502	22,666	251,547	3,951	5,599	7,521	24,923	24,643	2,418	10,193	9,725	9,875	9,594	58,756	57,084	0	1,645	509,640
인천	133,212	48,122	32,051	2,119,324	15,481	13,798	44,222	672,047	15,887	58,087	76,470	30,155	38,523	77,398	91,002	0	4,894	3,470,673
광주	3,540	5,300	3,761	2,318	40,300	2,612	4,743	12,374	838	3,758	5,186	7,627	12,589	7,304	11,649	0	590	124,489
대전	4,652	2,513	2,110	1,551	1,295	24,324	2,685	10,732	578	4,809	4,005	15,600	1,935	4,465	4,479	0	912	86,645
울산	2,596	16,683	5,362	2,563	1,567	1,379	1,699,477	12,546	990	3,739	3,810	2,679	4,142	17,212	24,067	0	373	1,799,183
경기	4,813,793	777,442	882,652	1,534,414	425,568	981,425	1,045,108	12,765,615	415,145	1,362,037	2,024,425	1,066,703	639,586	1,602,759	1,825,886	0	308,352	32,470,909
강원	141,176	125,512	67,215	126,544	35,313	38,974	113,249	672,764	90,623	161,485	138,165	70,467	83,118	230,428	214,769	0	11,916	2,321,719
충북	418,319	229,652	304,784	112,926	123,272	519,396	321,175	1,049,979	101,679	1,499,145	592,259	342,494	176,923	566,210	565,367	0	227,536	7,151,115
충남	124,572	63,370	55,970	53,457	35,627	99,449	69,764	376,257	18,172	121,964	797,499	109,585	56,831	118,465	136,983	0	40,403	2,278,366
전북	50,664	77,176	42,171	52,305	66,690	38,411	59,608	260,625	13,735	74,144	866,078	1,445,536	89,172	115,833	156,954	0	8,797	3,417,899
전남	4,156	7,961	4,545	3,351	13,212	2,797	6,621	16,919	1,097	4,835	6,472	8,520	38,618	9,819	17,711	0	657	147,291
경북	28,839	81,764	144,792	16,382	16,693	27,682	96,207	94,677	9,585	42,023	38,874	34,056	31,022	307,806	151,204	0	6,112	1,127,718
경남	27,581	243,690	118,254	16,439	20,601	20,999	146,741	90,829	8,367	32,555	34,661	36,742	48,597	128,823	847,010	0	4,748	1,826,636
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171,708	0	171,708
세종	8,312	4,891	5,359	3,238	2,720	14,125	6,149	23,272	1,461	19,398	19,085	7,645	4,179	10,756	11,037	0	17,632	159,257
합계	5,957,919	1,921,761	1,931,134	4,064,924	809,407	1,801,122	3,662,111	16,199,349	684,369	3,411,334	4,629,590	3,194,705	1,243,714	3,276,764	4,161,276	171,708	636,871	57,758,058

⑦ 기타

○ 기타 품목은 대분류 품목 7, 세분류 30~31에 해당되며, 총 물동량은 11,782,256톤/년으로 나타남

- 지역별 발생량을 보면 전북지역이 5,178,799톤/년으로 나타났으며 그 뒤로 경기지역이 2,874,062톤/년, 인천지역이 1,075,665톤/년 순임

- 지역별 도착량은 전북지역이 5,185,337톤/년이 도착하는 것으로 나타났고, 다음으로 경기지역이 1,804,199톤/년, 울산지역이 1,124,017톤/년 순임

〈표 3-15〉 기타 (대분류 품목 7) 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	20,731	701	381	1,746	467	221	927	9,074	326	867	1,384	341	650	1,499	2,003	0	92	41,409
부산	1,578	184,904	1,163	457	776	326	5,432	2,729	253	834	1,346	737	1,413	3,653	18,564	0	98	224,260
대구	1,611	2,143	12,754	425	799	386	3,028	2,731	260	997	1,443	738	1,218	6,455	6,745	0	111	41,844
인천	36,301	3,806	2,391	774,868	2,856	1,902	6,664	149,030	16,372	14,035	30,135	12,556	4,349	8,805	10,861	0	733	1,075,665
광주	2,607	1,483	918	661	12,023	604	2,189	4,389	299	1,250	2,640	2,076	4,218	2,773	4,772	0	173	43,075
대전	1,502	832	566	415	655	5,184	1,140	2,704	202	1,584	2,070	750	868	2,084	2,614	0	239	23,409
울산	339	1,834	417	107	225	68	978,167	570	82	233	274	121	391	1,977	3,466	0	22	988,293
경기	311,945	40,716	23,201	89,006	26,985	52,166	58,909	1,519,454	18,859	161,662	218,943	90,998	39,448	102,551	112,857	0	6,363	2,874,062
강원	1,711	500	304	395	293	189	841	2,771	24,873	691	932	347	449	1,232	1,342	0	66	36,935
충북	15,956	6,089	4,066	3,973	4,025	4,357	9,230	29,673	2,190	23,494	15,716	4,869	5,750	15,981	17,445	0	1,862	164,676
충남	19,766	8,890	5,255	6,018	7,491	5,828	11,496	38,973	2,364	13,963	56,123	7,844	9,767	19,840	27,232	0	2,614	243,465
전북	8,041	10,195	3,502	2,435	7,799	2,654	7,187	13,900	1,161	5,349	11,330	5,055,919	15,703	11,608	21,312	0	703	5,178,799
전남	1,191	1,293	586	343	2,727	268	1,475	1,997	172	639	1,166	873	339,552	1,806	4,309	0	79	358,474
경북	5,884	8,969	8,764	1,517	2,392	1,370	11,941	9,989	958	3,622	5,196	2,472	3,756	140,326	20,221	0	404	227,780
경남	9,497	32,157	7,603	2,431	4,584	2,045	25,283	15,905	1,407	5,022	8,262	4,646	8,595	20,540	103,842	0	600	252,418
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,513	0	5,513
세종	163	82	50	50	60	73	110	312	22	263	300	50	78	200	246	0	117	2,177
합계	438,822	304,594	71,920	884,848	74,158	77,641	1,124,017	1,804,199	69,800	234,505	357,260	5,185,337	436,204	341,330	357,832	5,513	14,276	11,782,256

⑧ 도매업품

○ 도매업의 총 물동량은 233,483,664톤/년으로 나타남

- 지역별 발생량을 보면 서울지역이 126,697,261톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 경기지역이 76,555,427톤/년, 강원지역이 6,532,853톤/년 순임
- 지역별 도착량은 경기지역이 61,371,439톤/년으로 가장 많이 도착하였고, 그 다음으로 서울지역에 47,285,701톤/년, 경남지역에 15,623,644톤/년이 도착하는 것으로 나타남

〈표 3-16〉 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	39,747,030	4,420,437	3,156,386	6,031,701	2,115,146	2,540,763	3,852,416	30,482,905	2,533,283	4,043,758	5,913,906	3,191,613	3,955,102	7,231,248	6,976,777	0	504,790	126,697,261
부산	9,356	2,626,504	93,685	6,316	28,160	18,192	253,595	36,566	13,111	22,521	25,740	31,220	70,604	177,373	693,586	0	2,512	4,109,041
대구	8,681	121,056	1,724,919	5,752	24,144	20,819	94,921	34,726	11,517	25,141	25,771	28,456	47,602	333,835	216,366	0	2,708	2,726,414
인천	250,043	119,955	83,894	1,076,415	56,655	64,264	104,115	763,407	59,401	97,877	156,298	84,245	107,478	190,438	188,232	0	12,938	3,415,652
광주	11,233	70,804	47,274	7,647	1,373,071	26,161	49,598	44,450	10,717	25,244	40,505	82,585	247,140	82,044	129,006	0	3,387	2,250,866
대전	6,064	20,642	18,065	3,917	11,685	366,399	17,088	26,498	5,320	31,311	33,571	24,086	19,962	39,486	36,204	0	5,502	665,800
울산	2,455	80,356	22,801	1,651	5,932	4,557	834,829	9,642	3,554	6,071	6,539	6,642	14,379	69,321	81,725	0	679	1,151,133
경기	6,927,567	3,169,666	2,293,183	3,978,422	1,491,978	1,891,392	2,768,531	28,685,585	1,808,440	3,176,674	4,635,932	2,276,508	2,785,318	5,272,556	5,010,740	0	382,935	76,555,427
강원	234,532	492,570	336,128	133,502	167,358	188,940	442,363	893,345	756,663	393,085	333,568	234,563	321,755	861,330	711,024	0	32,127	6,532,853
충북	17,975	46,263	39,049	11,017	20,514	53,890	41,272	83,403	20,348	201,848	65,652	34,929	36,987	94,393	75,929	0	14,938	858,407
충남	22,621	44,930	34,586	15,195	27,092	50,111	38,087	117,162	14,884	59,559	207,785	55,127	47,236	77,190	74,855	0	13,891	900,312
전북	17,256	79,247	56,341	11,640	82,261	55,265	56,108	70,399	15,075	44,354	90,706	585,291	123,124	106,032	146,508	0	6,520	1,546,128
전남	9,356	76,064	40,414	6,427	114,856	19,795	51,943	36,659	9,260	20,225	31,139	54,624	349,929	72,231	149,621	0	2,650	1,045,191
경북	11,867	112,586	171,058	7,749	23,753	27,403	127,520	47,899	18,112	37,620	33,843	31,298	47,349	546,056	173,223	0	3,735	1,421,071
경남	8,778	345,329	101,097	5,903	30,995	19,474	146,448	34,601	10,961	22,245	25,988	35,230	86,826	150,106	956,309	0	2,514	1,982,804
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,580,303	1,580,303
세종	888	2,126	1,750	583	1,129	4,022	1,903	4,191	665	6,405	6,048	2,115	1,995	4,079	3,539	0	3,565	45,002
합계	47,285,701	11,828,534	8,220,629	11,303,835	5,574,729	5,351,446	8,880,738	61,371,439	5,291,311	8,213,938	11,632,991	6,758,531	8,262,785	15,307,717	15,623,644	1,580,303	995,393	233,483,664

⑨ 컨테이너

○ 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 부산지역이 102,517,608톤/년으로 가장 많이 도착하는 것으로 나타났고, 그 다음으로 경기지역이 41,571,603톤/년, 인천지역이 35,375,939톤/년으로 분석됨

〈표 3-17〉 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	860,788	0	85,656	0	0	0	2,935	0	0	0	813	29,378	0	0	0	0	979,571
부산	1,195,871	19,653,699	1,481,321	2,864,028	609,922	386,533	5,970,406	16,978,970	294,248	3,363,753	2,731,226	1,135,742	865,390	8,530,066	11,610,393	0	303,482	77,975,050
대구	0	2,417,440	0	244,527	0	0	0	17,106	38	0	0	9,677	1,048	0	3,238	0	0	2,693,074
인천	1,028,813	2,618,755	108,765	21,741,961	14,623	167,937	30,239	13,110,588	341,445	181,688	782,050	113,513	464,559	115,149	26,709	0	2,992	40,849,787
광주	0	2,040,345	0	83,580	0	0	0	4,520	24	0	0	0	2,457,125	0	0	0	0	4,585,595
대전	0	1,244,518	0	134,849	0	0	0	5,340	0	0	0	0	27,696	0	0	0	0	1,412,403
울산	1,135	13,151,474	11,413	45,470	0	0	4,126,074	64,260	27	0	0	508	5,273	186,342	4,916	0	0	17,596,892
경기	34,512	18,756,305	18,157	7,915,999	135,661	16,894	363,337	7,434,977	23,891	197,167	1,174,626	78,333	620,785	518,076	63,405	0	35,167	37,387,291
강원	0	499,351	0	95,892	0	0	0	9,217	10,788	0	0	45	582	0	107	0	0	615,980
충북	0	2,274,756	0	110,657	0	0	0	140,942	36	0	0	118	23,075	0	2,087	0	0	2,551,671
충남	0	3,507,550	0	929,557	0	0	0	1,194,665	84	0	625,730	26,821	64,365	0	1,789	0	0	6,350,563
전북	2,071	1,472,220	6,102	375,741	1,388	2,874	557	44,572	2,928	1,043	4,205	565,401	1,307,210	674	2,095	0	0	3,789,083
전남	249,977	878,308	51,985	323,422	1,111,373	51,905	179,800	2,339,986	22,887	1,020,773	400,172	2,070,215	11,533,286	203,795	417,020	0	0	21,887,698
경북	0	13,405,923	0	210,675	0	0	0	124,807	578	0	0	35	65,140	557,006	0	0	0	14,364,165
경남	0	19,672,199	0	130,933	0	0	2,571	40,561	72	0	0	294	61,334	0	125,564	0	0	20,033,528
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	58,157	0	0	0	298	109,118	0	0	0	0	314,538
합계	2,512,379	102,517,608	1,677,743	35,375,939	1,872,967	626,142	10,672,985	41,571,603	697,048	4,764,424	5,718,009	4,001,812	17,635,362	10,111,107	12,257,322	0	1,374,437	253,386,887

2) 전체 O/D

- 도로 화물 전체 물동량은 1,751,666,738톤/년으로 나타남
 - 지역별 발생량을 보면 경기지역이 375,770,957톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 충남지역이 158,530,375톤/년, 전남지역이 156,441,557톤/년 순으로 나타남
 - 지역별 도착량은 경기지역이 325,091,952톤/년으로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 충남지역이 176,317,252톤/년, 전남지역이 168,221,850톤/년 순으로 나타남

〈표 3-18〉 도로화물 - 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	41,436,356	5,340,330	3,208,285	6,348,176	2,146,395	2,580,005	3,971,704	31,883,501	2,616,380	4,177,156	6,139,700	3,263,937	4,093,738	7,392,153	7,106,968	0	520,080	132,224,862	
부산	1,403,030	36,777,653	1,917,486	3,023,308	757,245	499,735	8,336,968	18,045,941	643,961	3,792,275	3,284,756	1,502,447	1,707,601	10,366,311	16,854,827	0	361,040	109,274,584	
대구	411,891	3,041,026	5,087,224	414,460	175,016	151,078	924,676	1,196,349	224,066	464,569	641,815	335,905	522,814	3,400,179	1,984,956	0	56,519	19,032,543	
인천	4,410,526	3,459,342	640,989	68,309,251	438,132	644,169	1,424,609	36,553,024	2,086,016	3,152,646	5,589,123	1,362,687	2,282,862	3,536,705	2,445,136	0	358,934	136,694,153	
광주	587,847	2,605,637	311,599	602,905	5,103,074	222,770	1,020,500	2,333,961	173,705	432,320	1,188,227	1,175,940	7,286,426	1,039,391	1,437,859	0	45,716	25,567,877	
대전	93,418	1,313,515	50,795	176,817	36,735	744,628	87,060	326,242	28,594	180,767	243,045	104,024	110,058	192,121	145,727	0	26,422	3,859,967	
울산	251,276	16,606,376	566,344	273,190	113,105	178,076	81,918,110	1,214,512	413,796	503,784	596,459	451,218	943,380	2,570,727	5,152,559	0	63,975	111,816,887	
경기	21,795,517	25,356,389	5,295,385	24,724,910	3,365,050	4,882,824	11,430,567	150,760,265	10,656,287	16,543,563	42,764,896	8,928,542	13,230,272	19,633,423	14,109,134	0	2,293,932	375,770,957	
강원	2,451,337	2,714,293	1,553,733	2,161,500	804,966	1,015,157	3,844,008	15,821,567	57,780,548	7,132,102	6,452,128	2,540,325	4,125,379	11,799,477	5,032,590	0	668,136	125,897,248	
충북	3,560,025	4,272,094	1,709,764	2,893,784	975,375	2,274,001	8,557,943	17,254,578	4,322,315	18,037,479	12,652,595	3,223,279	7,155,732	9,598,450	5,289,741	0	1,762,722	103,539,877	
충남	3,010,851	5,308,512	1,278,879	3,675,286	1,088,773	5,077,345	3,695,892	23,971,327	2,591,664	7,331,247	7,847,068	5,061,783	5,131,642	6,984,253	4,889,270	0	1,586,581	158,530,375	
전북	928,821	2,722,532	889,397	1,253,264	1,287,479	1,028,228	2,025,244	6,003,074	1,347,497	2,815,903	6,856,640	23,113,969	6,927,695	4,258,152	3,639,186	0	485,932	65,583,011	
전남	1,332,427	2,776,001	985,165	1,181,994	5,659,772	642,232	3,221,555	7,307,075	1,450,049	3,103,803	4,005,971	6,385,127	106,940,476	4,223,676	5,881,686	0	1,344,550	156,441,557	
경북	1,601,111	16,302,730	3,314,369	1,319,912	678,538	807,355	7,013,278	7,013,659	2,172,472	3,433,708	3,917,214	2,016,540	3,267,148	46,134,615	7,234,831	0	386,974	106,614,453	
경남	861,274	24,498,996	1,721,145	871,783	523,848	431,991	5,874,479	3,686,450	1,240,316	1,608,056	1,989,293	1,617,346	3,857,342	4,489,036	48,494,327	0	206,213	101,971,894	
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,591,323	0	7,591,323
세종	168,467	245,393	147,098	287,506	98,733	328,466	369,221	1,720,427	330,934	1,760,075	2,148,322	429,345	639,284	966,033	531,518	0	1,084,347	11,255,169	
합계	84,304,173	153,340,819	28,677,656	117,518,046	23,252,235	21,508,061	143,715,814	325,091,952	88,078,601	74,469,453	176,317,252	61,512,416	168,221,850	136,584,700	130,230,315	7,591,323	11,252,073	1,751,666,738	

2. 철도화물 물동량

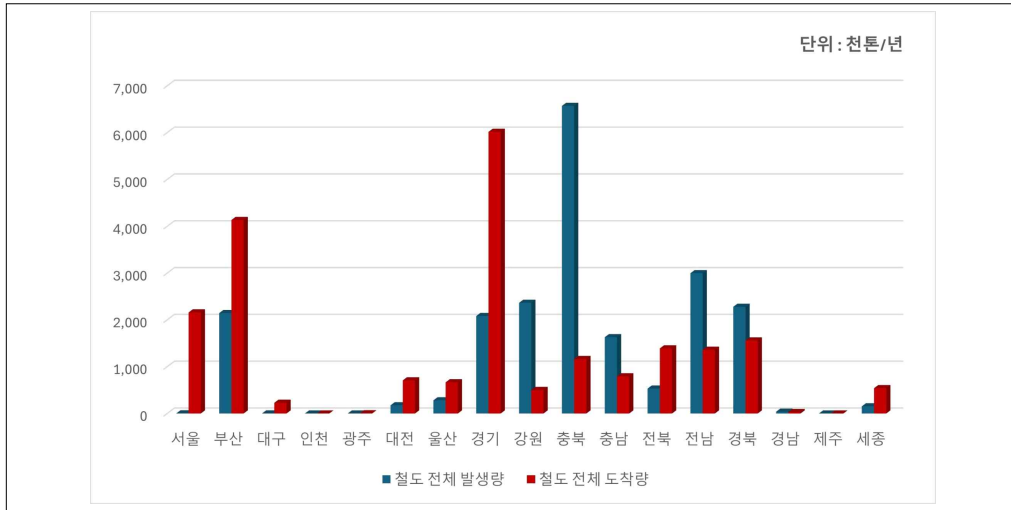
가. 물동량

- 철도의 연간 화물 총 물동량은 21,256,830톤/년임
 - 충청북도의 발생량이 6,571천톤/년으로 가장 많았고, 그 뒤로 전라남도가 2,997천톤/년, 강원도가 2,365천톤/년 순임
 - 경기도의 도착량이 6,017천톤/년으로 가장 많았고, 그 다음으로 부산광역시가 4,134천톤/년, 서울특별시가 2,159천톤/년으로 높게 나타남

〈표 3-19〉 철도화물 - 시도별 발생량 및 도착량

단위: 톤/년

구 분	철도 전체		컨테이너		비컨테이너	
	발생량	도착량	발생량	도착량	발생량	도착량
서울특별시	3,446	2,159,404	0	0	3,446	2,159,404
부산광역시	2,145,400	4,133,962	2,108,861	4,081,601	36,539	52,361
대구광역시	1,415	228,413	0	0	1,415	228,413
인천광역시	0	372	0	0	0	372
광주광역시	550	3,661	0	0	550	3,661
대전광역시	175,340	708,116	146,220	149,178	29,120	558,938
울산광역시	281,643	666,126	154,767	11,970	126,876	654,156
경기도	2,082,203	6,016,660	1,953,422	1,393,668	128,781	4,622,992
강원도	2,364,966	501,477	24,186	81,906	2,340,780	419,571
충청북도	6,571,470	1,163,429	0	0	6,571,470	1,163,429
충청남도	1,629,829	793,521	809,630	307,528	820,199	485,993
전라북도	532,109	1,390,324	477,911	1,214,514	54,198	175,810
전라남도	2,996,975	1,361,319	1,504,861	345,304	1,492,114	1,016,015
경상북도	2,279,818	1,559,979	502,938	117,517	1,776,880	1,442,462
경상남도	38,511	29,572	0	0	38,511	29,572
제주특별자치도	0	0	0	0	0	0
세종특별자치시	153,155	540,495	152,079	131,689	1,076	408,806
합계	21,256,830	21,256,830	7,834,875	7,834,875	13,421,955	13,421,955



<그림 3-4> 철도화물 - 시도별 발생량 및 도착량

나. 기종점 물동량 (O/D)

<표 3-20> 철도화물 - 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	699	76	0	0	0	1,501	0	207	20	499	0	0	0	234	210	0	0	3,446
부산	180	24,443	516	0	0	155,079	11,970	1,319,810	38	652	307,528	66,884	7,420	118,355	1,488	0	131,037	2,145,400
대구	0	262	0	0	0	512	153	0	0	433	0	0	0	55	0	0	0	1,415
인천	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
광주	0	38	0	0	0	512	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	550
대전	4,289	149,624	22	0	837	13,990	0	215	210	1,590	43	1,434	2,271	273	542	0	0	175,340
울산	0	160,017	0	0	0	322	18	19,086	2,794	61,250	19,718	0	0	18,438	0	0	0	281,643
경기	306	1,953,180	432	0	0	1,545	0	7,072	38	843	2,920	0	8,887	96,044	10,284	0	652	2,082,203
강원	424,002	47	0	0	0	871	0	827,770	408,435	121,740	0	2,656	24,604	355,057	5,660	0	194,124	2,364,966
충북	1,725,736	1,284	210,129	0	0	520,473	214	2,835,073	4,886	33,990	13,168	105,746	108	905,530	917	0	214,216	6,571,470
충남	394	809,630	0	372	0	604	221,417	404	0	1,195	0	0	595,226	225	0	0	362	1,629,829
전북	0	165,548	0	0	0	2,154	0	10	0	42	35,620	12,568	315,496	47	624	0	0	532,109
전남	48	201,280	0	0	2,824	4,318	5,066	632,123	81,840	131	410,923	1,201,036	397,096	59,626	664	0	0	2,996,975
경북	1,716	507,378	17,286	0	0	4,621	426,888	362,921	420	939,208	3,601	0	9,956	5,685	138	0	0	2,279,818
경남	2,034	9,076	28	0	0	1,614	400	11,285	2,452	1,856	0	0	255	410	8,997	0	104	38,511
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
세종	0	152,079	0	0	0	0	0	684	344	0	0	0	0	0	48	0	0	153,155
합계	2,159,404	4,133,962	228,413	372	3,661	708,116	666,126	6,016,660	501,477	1,163,429	793,521	1,390,324	1,361,319	1,559,979	29,572	0	540,495	21,256,830

3. 항공화물 물동량

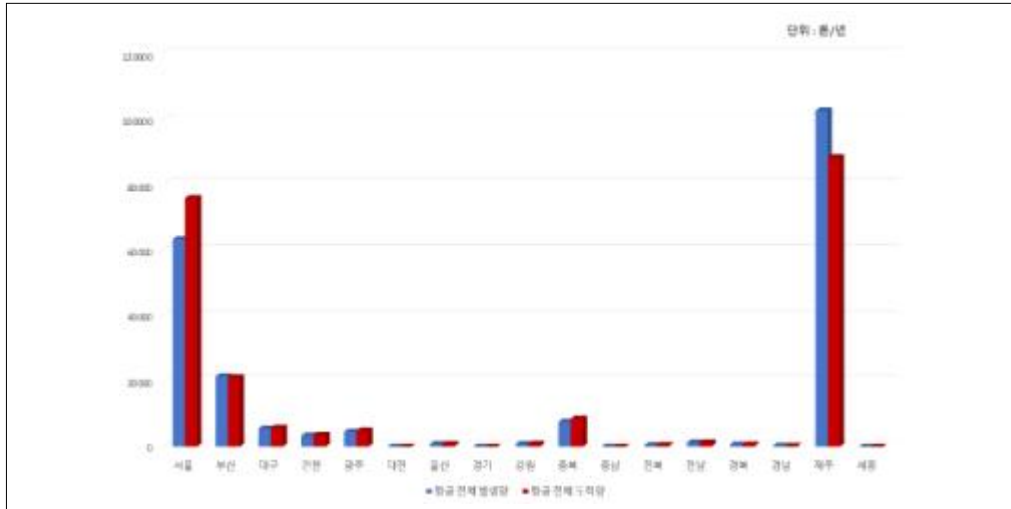
가. 물동량

- 항공의 연간 화물 총 물동량은 212,435톤/년이며, 전체 물동량 중 87% 이상이 서울특별시, 부산광역시, 제주특별자치도에서 발생하고, 도착하는 것으로 분석됨
 - 제주특별자치도의 발생량이 102,505톤/년(48.25%)으로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났고, 그 다음으로 서울특별시가 63,291톤/년(29.79%)으로 높게 나타남
 - 도착량은 발생량과 동일하게 제주특별자치도가 88,248톤/년(41.54%)으로 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 나타났고, 서울특별시가 75,853톤/년(35.71%)으로 그 다음으로 높게 나타남

〈표 3-21〉 항공화물 - 시도별 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구 분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	63,291	29.79	75,853	35.71
부산광역시	21,488	10.12	21,165	9.96
대구광역시	5,534	2.61	5,780	2.72
인천광역시	3,392	1.60	3,605	1.70
광주광역시	4,573	2.15	4,976	2.34
대전광역시	0	0.00	0	0.00
울산광역시	768	0.36	784	0.37
경기도	0	0.00	0	0.00
강원도	771	0.36	867	0.41
충청북도	7,622	3.59	8,586	4.04
충청남도	0	0.00	0	0.00
전라북도	421	0.20	459	0.22
전라남도	1,268	0.60	1,290	0.61
경상북도	554	0.26	595	0.28
경상남도	248	0.12	227	0.11
제주특별자치도	102,505	48.25	88,248	41.54
세종특별자치시	0	0.00	0	0.00
합계	212,435	100.00	212,435	100.00



〈그림 3-5〉 항공화물 - 시도별 발생량 및 도착량

나. 기종점 물동량 (O/D)

〈표 3-22〉 항공화물 - 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	5,674	2	0	226	0	451	0	0	0	0	0	415	63	203	56,257	0	63,291
부산	6,202	0	0	3,223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12,063	0	21,488
대구	1	0	0	289	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,244	0	5,534
인천	0	3,109	283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,392
광주	258	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,314	0	4,573
대전	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
울산	472	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	296	0	768
경기	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
강원	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	17	0	0	753	0	771
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	7,621	0	7,622
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	421	0	421
전남	473	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	0	0	0	0	778	0	1,268
경북	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	480	0	554
경남	227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0	248
제주	68,146	12,382	5,495	92	4,750	0	333	0	849	8,585	0	459	858	532	24	0	0	102,505
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
합계	75,853	21,165	5,780	3,605	4,976	0	784	0	867	8,586	0	459	1,290	595	227	88,248	0	212,435

4. 연안화물 물동량

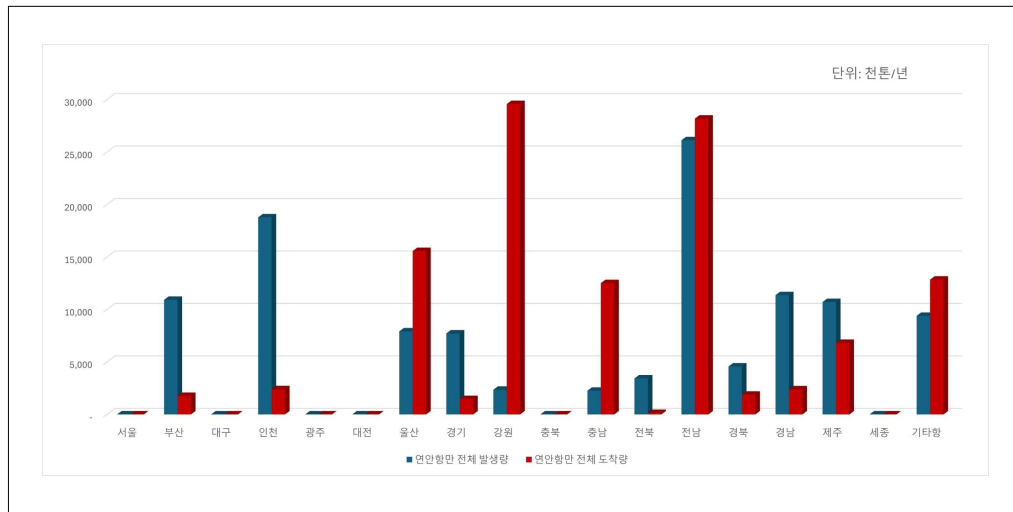
가. 물동량

- 연안화물의 연간 화물 총 물동량은 115,495,781톤/년임
 - 발생량은 기타항을 제외하고 전라남도가 26,118,958톤/년(22.61%)로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 다음으로 인천광역시가 18,773,226톤/년(16.25%), 경상남도가 11,360,612톤/년(9.84%)을 차지함
 - 도착량은 기타항을 제외하고 강원도가 29,567,780톤/년(25.60%)로 가장 많은 비중을 차지하였으며, 그 뒤로 전라남도가 28,180,780톤/년(24.40%), 울산광역시가 15,565,232톤/년(13.48%)을 차지함
 - 기타항은 부산남항, 대천항, 비인항, 거문도항, 나로도항, 녹동신항, 신마항, 평목항, 구룡포항, 주문진항, 후포항 등의 연안항으로 항별 세부 물동량 자료는 현재 구축되지 않음

〈표 3-23〉 연안화물 - 시도별 발생량 및 도착량

단위: 톤/년, %

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	0	0.00	0	0.00
부산광역시	10,917,068	9.45	1,760,969	1.52
대구광역시	0	0.00	0	0.00
인천광역시	18,773,226	16.25	2,399,354	2.08
광주광역시	0	0.00	0	0.00
대전광역시	0	0.00	0	0.00
울산광역시	7,912,632	6.85	15,565,232	13.48
경기도	7,713,381	6.68	1,461,254	1.27
강원도	2,351,164	2.04	29,567,780	25.60
충청북도	0	0.00	0	0.00
충청남도	2,256,361	1.95	12,508,226	10.83
전라북도	3,428,299	2.97	133,023	0.12
전라남도	26,118,958	22.61	28,180,780	24.40
경상북도	4,566,835	3.95	1,875,948	1.62
경상남도	11,360,612	9.84	2,389,925	2.07
제주특별자치도	10,707,979	9.27	6,811,634	5.90
세종특별자치시	0	0.00	0	0.00
기타항	9,389,266	8.13	12,841,656	11.12
합계	115,495,781	100.00	115,495,781	100.00



〈그림 3-6〉 연안화물 - 시도별 발생량 및 도착량

나. 기종점 물동량 (O/D)

〈표 3-24〉 연안화물 - 지역간 물동량 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	0
부산	0	8	0	62	0	0	2,939	3	2,122	0	1,528	0	2,424	266	21	365	0	1,179	10,917	
대구	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
인천	0	8	0	2	0	0	2,291	435	5,174	0	3,933	51	4,828	217	0	136	0	1,698	18,773	
광주	0	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	0
울산	0	206	0	1,117	0	0	913	244	501	0	2,053	9	2,034	45	20	2	0	769	7,913	
경기	0	0	0	297	0	0	313	18	3,530	0	726	0	2,332	392	0	3	0	101	7,713	
강원	0	57	0	50	0	0	1,016	0	6	0	129	0	584	83	8	5	0	412	2,351	
충북	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
충남	0	0	0	397	0	0	525	233	491	0	98	0	497	0	5	0	0	10	2,256	
전북	0	2	0	11	0	0	591	6	1,208	0	615	0	963	0	0	4	0	29	3,428	
전남	0	394	0	178	0	0	3,515	235	8,871	0	1,489	0	2,120	283	502	5,917	0	2,615	26,119	
경북	0	21	0	3	0	0	248	1	3,647	0	26	0	505	4	8	0	0	104	4,567	
경남	0	395	0	0	0	0	1,465	0	1,919	0	257	0	1,463	583	1,014	61	0	4,203	11,361	
제주	0	663	0	36	0	0	524	1	165	0	1	39	7,127	0	431	0	0	1,720	10,708	
세종	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
기타	0	6	0	247	0	0	1,226	286	1,933	0	1,652	34	3,303	3	380	319	0	0	9,389	
합계	0	1,761	0	2,399	0	0	15,565	1,461	29,568	0	12,508	133	28,181	1,876	2,390	6,812	0	12,842	115,496	

5. 수송실적 및 분담률

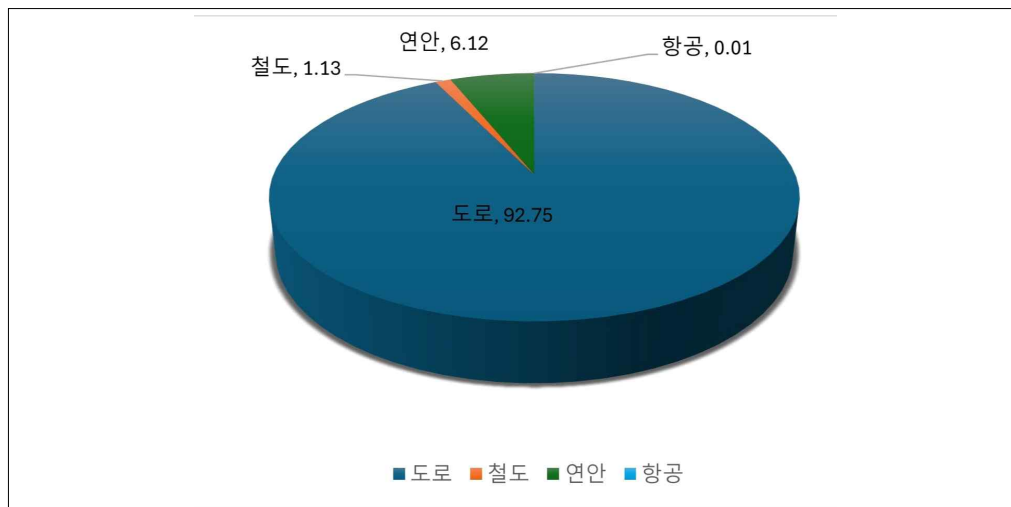
가. 수단별 수송실적

- 2023년 국내화물 총 물동량은 2022년(1,931,446,523톤/년) 대비 약 2.21% 감소한 1,888,631,784톤/년으로 나타났음
- 수송수단별로 살펴보면, 도로수송이 차지하는 비중은 92.75%(17억 5천만톤/년)로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었으며, 그 뒤로 연안수송이 6.12%(1억 1천만톤/년), 철도수송이 1.13%(21백만톤/년), 항공수송이 0.01%(212,435톤/년)인 것으로 나타남

〈표 3-25〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)

단위: 톤/년, %

수송수단	물동량	비율
도로	1,751,666,738	92.75
철도	21,256,830	1.13
연안	115,495,781	6.12
항공	212,435	0.01
합계	1,888,631,784	100.00



〈그림 3-7〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤 기준)

- 2023년 국내화물 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 171,085,956,311톤·km/년으로 나타남
- 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 79.26%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 17.46%, 철도가 3.23%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남

〈표 3-26〉 2023년 수송수단별 국내화물 수송실적 (톤·km기준)

구분		도로	철도	연안	항공	계
2023	백만 톤·km/년	135,610	5,528	29,865	83	171,086
	비율(%)	79.26	3.23	17.46	0.05	100.00

나. 수송분담률

- 전국 지역간 화물 O/D 보완갱신 결과, 2023년 총 물동량은 2022년 대비 약 2.22% 감소했음
- 2023년 도로화물 수송분담률은 2022년 보다 약 0.3% 증가하였으며 전체에서 약 92.75% 비중을 가지는 것으로 나타남
- 철도화물 수송분담률은 2019년(1.45%)부터 2023년(1.13%)까지 지속적으로 감소하는 추세임
- 연안해운의 수송분담률은 2022년 대비 0.2% 감소하였으며, 115,495천톤/년으로 6.12% 비중을 차지하고 있음

〈표 3-27〉 국내화물 수송분담률 추이

단위: 천 톤/년, %

구분	2019		2020		2021		2022		2023	
	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률	물동량	분담률
도로	1,847,241	93.13	1,788,917	92.84	1,848,182	92.86	1,785,561	92.45	1,751,667	92.75
철도	28,664	1.45	26,277	1.36	26,779	1.35	23,623	1.22	21,257	1.13
연안	107,408	5.41	111,513	5.79	115,125	5.78	122,032	6.32	115,496	6.12
항공	259	0.01	182	0.01	204	0.01	229	0.01	212	0.01
계	1,983,572	100.00	1,926,888	100.00	1,990,291	100.00	1,931,446	100.00	1,888,632	100.00

※ 22년은 전수화

6. 소결

- 2023년 국내 화물 수송 총 물동량은 1,888 백만 톤/년으로, 전년 대비 약 2.22% 감소함
 - 수송수단별로는 도로 수송의 비중이 가장 높았으며, 연안, 철도, 항공 순으로 나타남
 - 도로 화물은 1,751백만 톤/년(92.75%), 철도 화물은 21백만 톤/년(1.13%), 연안 화물은 115백만 톤/년(6.12%), 항공 화물은 212,435톤/년(0.01%)으로 분석됨
 - 도로 화물에서 금속기계(-7%), 경공업(-5%), 잡공업(-5%)이 전체 물동량 감소에 기여한 것으로 분석됨
 - 수송분담률 추이를 보면, 2019년부터 2023년까지 도로 수송 비중은 소폭 증가, 철도는 지속 감소, 연안은 2022년 대비 0.2% 감소, 항공은 미미한 수준을 유지하고 있음
- 수송수단별 주요 물동량 분포 및 변화 특성을 정리하면 다음과 같음
 - 도로 화물은 발생·도착량 모두 경기도가 가장 많았으며 순유출(발생량 > 도착량) 구조가 유지되는 것으로 분석됨
 - 품목별로는 전반적으로 2022년과 유사한 패턴을 보이나(50% 내외 변화율¹⁸⁾), 기타 품목에서 강원도의 물동량(발생량)이 전년 대비 100% 이상 증감한 것으로 나타났으며, 이는 연안항만과 내륙기종점 물동량에서 강원도 광산물 발생량이 늘어난 영향으로 확인됨
 - 철도화물은 충청북도 발생량이 가장 많았고, 도착량은 경기도가 가장 높게 나타남
 - 항공화물은 제주도가 발생·도착 모두 최대 비중을 차지하는 것으로 나타남
 - 연안화물은 발생량 기준 전라남도, 도착량 기준으로는 강원도가 가장 많은 것으로 분석됨

18) '22년 경상북도에 포함되어 있던 군위군이 '23년 대구광역시에 포함되면서 일부 구간의 변화율에 영향을 줌



제4장 화물자동차 O/D 보완갱신

제1절 기본 방향

제2절 구축 기준

제3절 구축 방법 및 과정

제4절 기준연도 O/D 구축 결과

제4장 화물자동차 O/D 보완갱신

제1절 기본 방향

- 빅데이터 수집 및 활용에 대한 토대가 마련됨에 따라 표본규모 등 조사기반 화물자동차 O/D구축의 한계 및 문제점 해결을 위해 통신 및 화물자동차 궤적데이터 등 화물부문 빅데이터를 이용하여 화물수요 신뢰성을 제고하고자 하는 노력이 지속적으로 이루어져 왔음
- 화물자동차 O/D를 구축하는 과정 중 화물자동차 O/D의 검증 및 보완단계와 같은 일부 단계에서 영업용화물자동차 운행기록계(DTG) 자료, 네비게이션 이동궤적 자료를 활용해 왔음
- 그러나 빅데이터 규모와 범위가 증가함에 따라 단일 또는 다수의 자료의 결합 방식으로 화물자동차 통행을 설명할 수 있는 영역이 확대되고 있으므로 그에 따라 화물자동차 O/D구축 단계에서 빅데이터를 적용하는 비중 또한 증가하고 있음
- 조사자료 기반 O/D구축 방식에서의 일부 보완검증에 활용하는 방식에서 점진적으로 빅데이터가 대체할 수 있는 영역을 확대하고 조사방식에 기반한 방법론을 수정 보완하여 방법론을 정립할 필요성이 있음
 - 빅데이터와 조사자료, 빅데이터 간의 결합방식으로 화물자동차 O/D 구축 방법론을 구축할 필요가 있음
- 본 과업에서는 차량 기반 화물자동차 O/D 산정 방식으로 2023년 기준년도 화물자동차 O/D 현행화를 수행하며 화물통행실태조사를 기초로 하여 산정한 통

행원단위를 적용한 기존 현행화 방식에 TCS 및 DTG 자료에서 추출한 통행량 산정 방식을 결합한 방식을 적용함

- 화물자동차 통행을 고속도로 이용 여부로 구분하여 고속도로를 이용하는 통행에 대해 해당 통행의 전수를 나타내는 TCS 자료를 적용하고 그 외 통행에 대해 기존 방식과 같이 통행원단위를 적용함

제2절 구축 기준

1. 지역기준

- 17개 시도 단위의 대준과, 250개 시군구 단위의 중준을 기준으로 O/D를 구축함 (부록 참고)

2. 업종기준

- 영업용, 비영업용으로 구분하여 O/D를 구축함

3. 톤급기준

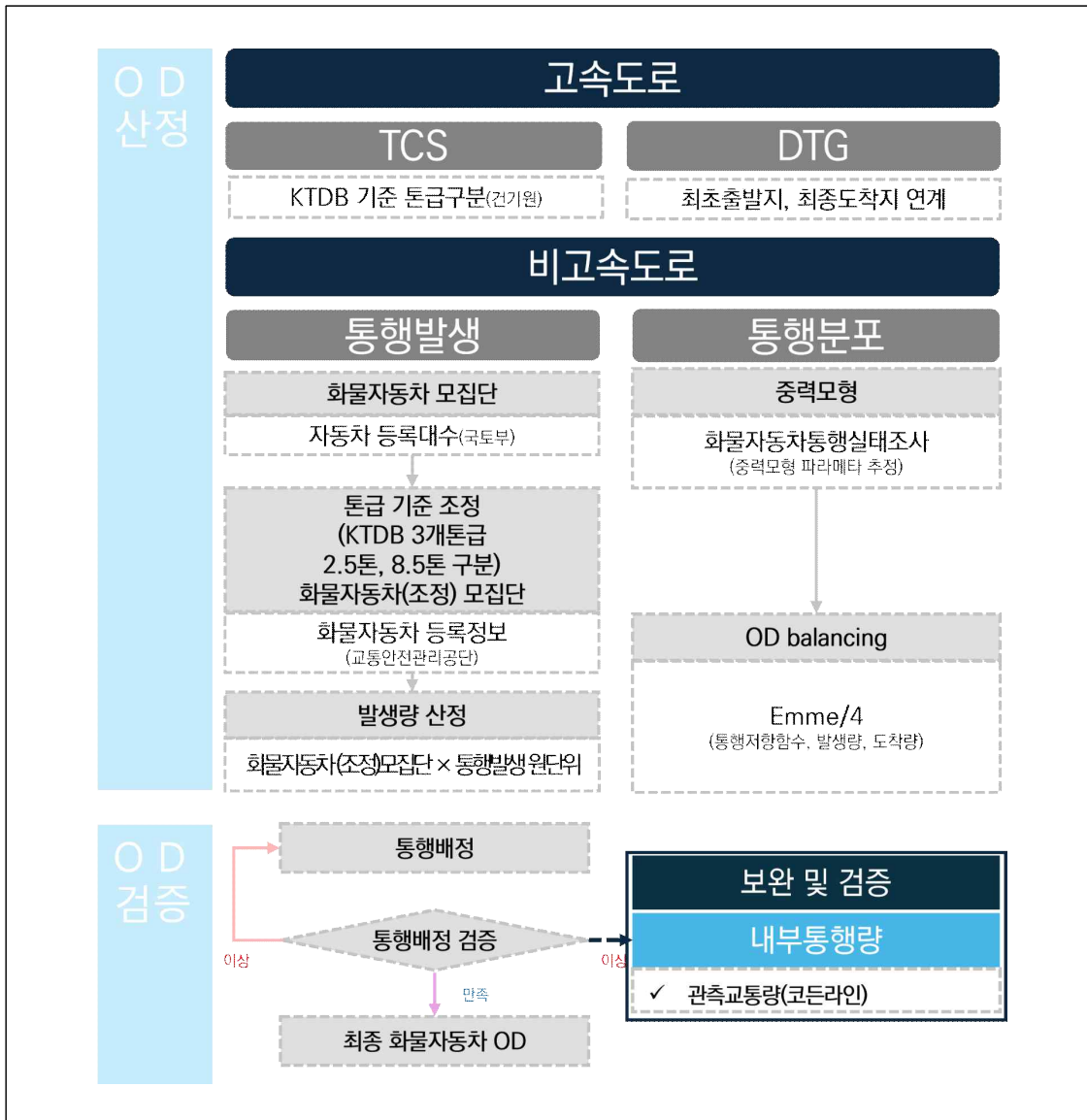
- 적재능력에 따라 소형, 중형, 대형으로 구분하여 O/D를 구축함

〈표 4-1〉 화물자동차 구축 기준

구분	자료
지역	- 17개 시도
	- 250개 시군구
업종	- 영업용
	- 비영업용
톤급	- 소형: 최대적재량 2.5톤 미만
	- 중형: 최대적재량 2.5톤 이상 ~ 8.5톤 이하
	- 대형: 최대적재량 8.5톤 초과, 컨테이너/트레일러

제3절 구축 방법 및 과정

- 2023년 기준 화물자동차 O/D는 고속도로와 비고속도로 부문으로 구분하여 산정함
 - 고속도로 부문 화물자동차 O/D는 TCS와 DTG 자료를 활용하여 산정함
 - 비고속도로 화물자동차 O/D는 기존 방법론을 적용하여 발생량 및 도착량 산정, 통행분포, 보완 및 검증 단계를 거쳐 산정됨



〈그림 4-1〉 기준연도 화물자동차 O/D 현행화 과정

1. OD 산정

가. 고속도로 부문

- 화물자동차 OD 중 고속도로 이용 부문에 대해서는 한국도로공사 영업소간 통행량 자료를 활용함
 - 진입영업소와 진출영업소간 화물 차종에 대한 고속도로 통행량에 해당하는 전수를 포함하도록 함
 - 최초 출발지부터 진입영업소간 통행과, 진출영업소로부터 최종 도착지까지의 통행은 DTG 자료를 활용함

1) TCS 자료 활용 OD 산정

- 2023년 기준년도 TCS데이터에 대해 KDTB 톤급기준으로 차종구분
 - TCS 6종 차종 구분 자료를 KTDB 톤급 기준에 맞게 건설기술연구원 차종구분 자료를 활용하여 구분함

2) DTG 자료 활용 OD 산정

- DTG 자료를 활용하여 출발지로부터 고속도로를 이용하기 위해 영업소를 통과한 통행량을 해당 영업소로 진입한 전체 통행량으로 나눠 해당 영업소에 진입하는 출발지별 비율을 산정
 - 진출 영업소에서 최종 도착지로의 통행비율 산정 시 동일한 방식 적용

나. 비고속도로 부문

1) 발생량 및 도착량 산정

- 2022년 화물자동차 통행실태조사를 기반으로 전수화한 O/D(2022년 기준

O/D)를 기준으로 화물자동차 등록대수에 통행원단위를 적용하여 2023년 기준 화물자동차 발생량 및 도착량을 산정함

- 2023년 12월 기준 화물자동차 등록대수를 토대로 2023년 기준 화물자동차 O/D에 대한 발생량 및 도착량을 산정함
- 2022년 화물자동차 통행실태조사 조사결과를 토대로 지역별, 업종별, 톤급별 화물자동차에 대한 고속도로와 비고속도로 통행 비율을 산출하여 이 비율을 적용하여 비고속도로 통행을 산정함

2) 통행분포

- 2022년 화물자동차 통행실태조사 결과에서 도출한 통행저항함수 중 가장 설명력이 높은 결합모형을 적용하여 통행분포를 수행함

〈표 4-2〉 화물자동차 유형별 통행저항함수 적합 결과 및 계수

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

2. OD 검증 및 보정

- 화물자동차 O/D 통행분포 결과에 대해 관측교통량 및 화물자동차 관련 수집 자료와 비교 분석을 통해 검증 및 보정 과정을 수행함

1) 관측 통행량 활용

- 도서지역 통행량 및 존별 코든라인 통행량
 - 도서지역인 강화군, 태안군, 완도군, 진도군, 신안군 등으로 유출입하는 관측 교통량을 기준으로 검증하고 보정함
 - 도로교통량 통계연보와 대도시의 도시교통기초조사 자료를 이용하여 구축한 코든라인의 관측교통량을 기준으로 검증하고 보정함

2) 화물자동차 관련 수집자료 활용

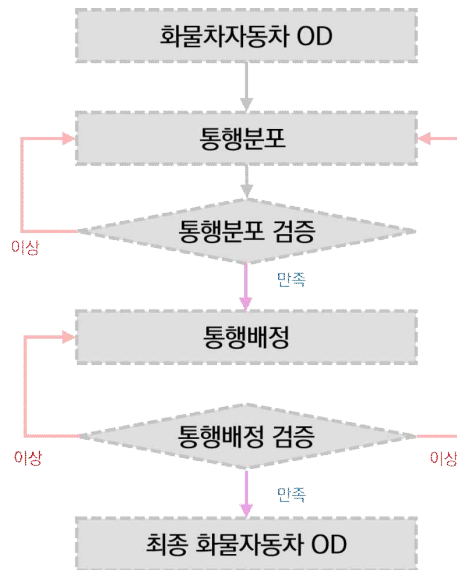
- DTG자료(Digital Tachograph, 한국교통안전공단)
 - DTG원시자료로부터 통행을 추출하여 시군구 지역기준의 영업용 화물자동차 O/D를 산출하여 1차 O/D의 영업용 화물자동차 O/D와 비교분석함
- 기존 화물자동차 O/D
 - 2022년 기준년도 통행량 및 지역별 내부통행량 비율을 비교하여 내부통행량 비율이 과도하게 높거나 낮은 지역을 확인하여 보정함
 - 화물자동차 1대당 통행수가 지역별 톤급별 업종별 평균 대비 많은 경우 통계적 유효범위값 안에서 보정함
- 지역별 평균주행거리
 - 교통안전공단의 지역별, 적재능력별 평균주행거리 자료와 화물자동차통행실태조사를 통해 구축한 평균통행거리 결과를 기준으로 추정된 화물자동차 O/D의 지역별 평균주행거리를 비교 검증함

〈표 4-3〉 화물자동차 기종점통행량 검증을 위한 자료

구분		자료	
업종	자가용	- 가구통행실태조사(소형)	
	영업용	- 영업용화물자동차 기록계 자료 (이하 DTG)	
공간적 범위	지역간	고속도로	- 고속도로 TCS, 도로교통량통계연보
		기타도로	- 도로교통량통계연보
	도시내	- 도시교통기초조사	
물류 거점	산업단지, 농수산물도매시장, 연안항, 물류단지	- 산업단지현황통계, 공장등록현황 팩토리온, 물류거점화물통행실태조사, 농수산물도매시장 통계연보, 해운통계요람, 국토교통부 물류단지 정보	

3. 통행배정 검증 및 보정

- 교통수요예측 프로그램 (EMME 4)를 활용하여 통행배정 후 링크별 배정된 교통량과 관측교통량의 오차율, %RMSE를 검토하여, 허용치를 초과할 경우 프로그램을 통해 통행을 재배정하거나, 통행분포 단계에서 다시 보정한 후 배정함



〈그림 4-2〉 기준연도 화물자동차 O/D 검증 과정

제4절 기준연도 O/D 구축 결과

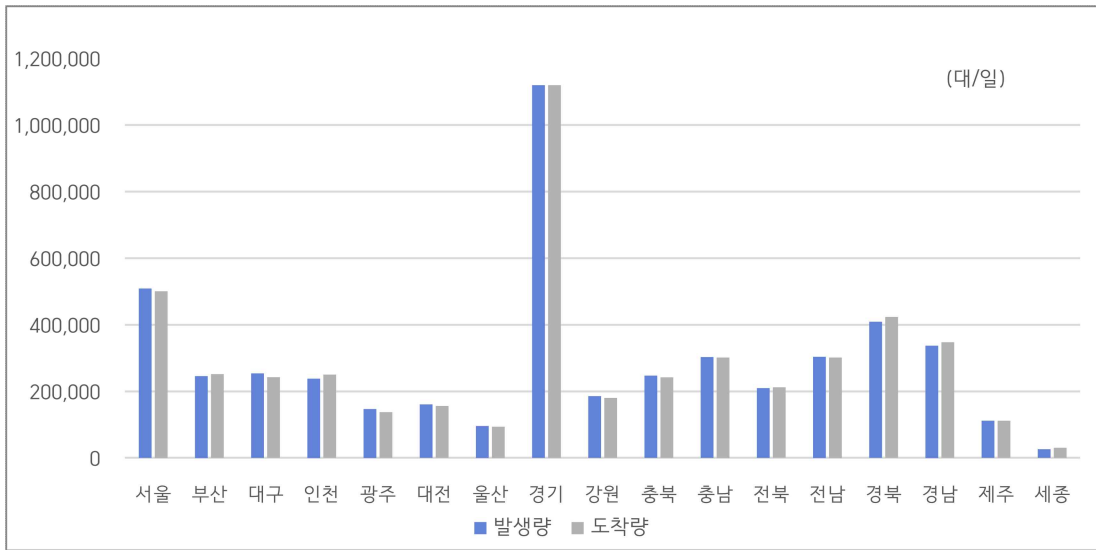
1. 화물자동차 통행량

- 2023년 화물자동차의 일평균통행량은 4,896,871대/일로 산출되었으며 이는 이 전년도에 비해 2.20% 증가함
 - 서울, 경기의 발생량은 전체 통행의 33.24%로 나타났고 도착량은 33.08%로 나타남
 - 화물자동차의 발생량 및 도착량이 가장 높은 지역은 경기도가 각각 22.86%이며, 그 뒤로 서울특별시가 10.38%, 10.22%인 것으로 나타남

〈표 4-4〉 전국 17개 시도별 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	508,415	10.38	500,382	10.22
부산광역시	245,331	5.01	251,489	5.14
대구광역시	253,649	5.18	242,261	4.95
인천광역시	237,723	4.85	249,987	5.11
광주광역시	146,570	2.99	137,075	2.80
대전광역시	160,390	3.28	155,784	3.18
울산광역시	95,639	1.95	93,401	1.91
경기도	1,119,343	22.86	1,119,261	22.86
강원도	185,288	3.78	179,791	3.67
충청북도	246,755	5.04	241,684	4.94
충청남도	302,541	6.18	301,180	6.15
전라북도	209,241	4.27	211,615	4.32
전라남도	303,326	6.19	301,151	6.15
경상북도	408,738	8.35	423,169	8.64
경상남도	336,748	6.88	347,016	7.09
제주특별자치도	111,419	2.28	111,419	2.28
세종특별자치시	25,755	0.53	30,207	0.62
전국	4,896,871	100.00	4,896,871	100.00



〈그림 4-3〉 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

〈표 4-5〉 전국 17개 시도별 소형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	439,018	12.50	433,805	12.35
부산광역시	187,570	5.34	190,290	5.42
대구광역시	199,713	5.69	192,036	5.47
인천광역시	167,878	4.78	172,386	4.91
광주광역시	116,347	3.31	106,567	3.03
대전광역시	126,307	3.60	121,553	3.46
울산광역시	68,862	1.96	65,641	1.87
경기도	723,140	20.59	715,591	20.38
강원도	134,738	3.84	131,164	3.74
충청북도	158,636	4.52	157,589	4.49
충청남도	198,394	5.65	203,476	5.79
전라북도	144,628	4.12	147,688	4.21
전라남도	221,721	6.31	220,578	6.28
경상북도	303,965	8.66	321,966	9.17
경상남도	207,697	5.91	213,383	6.08
제주특별자치도	96,687	2.75	96,687	2.75
세종특별자치시	16,147	0.46	21,049	0.60
전국	3,511,449	100.00	3,511,449	100.00

〈표 4-6〉 전국 17개 시도별 중형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	53,589	7.35	52,405	7.19
부산광역시	24,239	3.33	24,749	3.40
대구광역시	31,170	4.28	28,906	3.97
인천광역시	33,787	4.64	36,605	5.02
광주광역시	15,227	2.09	15,832	2.17
대전광역시	18,231	2.50	18,106	2.49
울산광역시	9,038	1.24	9,106	1.25
경기도	236,432	32.45	238,082	32.68
강원도	28,789	3.95	28,027	3.85
충청북도	39,930	5.48	39,050	5.36
충청남도	46,906	6.44	45,258	6.21
전라북도	33,644	4.62	34,219	4.70
전라남도	37,587	5.16	36,916	5.07
경상북도	46,049	6.32	47,120	6.47
경상남도	57,453	7.89	57,710	7.92
제주특별자치도	11,714	1.61	11,714	1.61
세종특별자치시	4,830	0.66	4,809	0.66
합계	728,614	100.00	728,614	100.00

〈표 4-7〉 전국 17개 시도별 대형 화물자동차 발생량 및 도착량

단위:대/일,%

구분	발생량	비율	도착량	비율
서울특별시	15,807	2.41	14,172	2.16
부산광역시	33,522	5.10	36,450	5.55
대구광역시	22,767	3.47	21,319	3.25
인천광역시	36,058	5.49	40,996	6.24
광주광역시	14,995	2.28	14,675	2.23
대전광역시	15,852	2.41	16,125	2.45
울산광역시	17,739	2.70	18,654	2.84
경기도	159,771	24.33	165,588	25.21
강원도	21,761	3.31	20,600	3.14
충청북도	48,189	7.34	45,046	6.86
충청남도	57,242	8.72	52,445	7.98
전라북도	30,969	4.72	29,708	4.52
전라남도	44,018	6.70	43,658	6.65
경상북도	58,724	8.94	54,083	8.23
경상남도	71,598	10.90	75,923	11.56
제주특별자치도	3,018	0.46	3,018	0.46
세종특별자치시	4,778	0.73	4,349	0.66
합계	656,808	100.00	656,808	100.00

2. 화물자동차 O/D

- 지역간 화물자동차 통행량의 경우 지역내 이동이 가장 비중을 많이 차지하는 것으로 나타났으며 영향권 범위에 있는 인근 지역으로의 유출입 통행량도 많은 것으로 나타남
- 전체 화물자동차 통행의 22.86%를 차지하는 경기의 경우 경기지역으로 60.76%, 서울지역으로 13.19%, 인천지역으로 7.55%, 충청지역으로 9.81%로 발생량의 총 91.3%가 해당 지역으로 유입되는 것으로 나타남
- 전체 화물자동차 통행에서 10.38%를 차지하는 서울의 경우 서울지역으로 56.01%, 경기지역으로 30.34%, 인천지역으로 4.15%로 발생량의 총 90.5%가 해당지역으로 유입되는 것으로 나타났으며 그 밖의 지역에서도 지역 내 또는 인근 지역으로 유출입이 화물자동차 통행량이 많은 것으로 나타남

〈표 4-8〉 전체 화물자동차 O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	28478	74	138	2105	781	293	270	15429	855	9252	1308	259	168	448	170	0	102	58415
부산	58	13763	402	449	104	521	10764	238	611	120	1143	1910	436	1193	6650	0	139	24531
대구	128	516	14329	648	1310	1327	2356	4853	1210	3225	2175	254	2794	5964	1667	0	32	25369
인천	2173	58	72	116601	59	102	215	7628	3297	376	6162	1457	1019	233	104	0	50	23723
광주	74	1178	1248	604	7745	1212	39	293	43	130	2473	1105	3887	292	320	0	24	14650
대전	275	80	1344	1183	1082	8624	39	9810	125	16631	18621	6816	2025	5169	2342	0	394	16030
울산	281	1086	235	215	311	38	51071	1149	417	711	791	604	133	1380	11267	0	81	9569
경기	14735	6394	5178	84561	2674	10749	985	68068	2855	45119	6468	882	5271	15588	8373	0	448	111934
강원	8671	740	1152	323	388	1221	481	3356	10537	1185	4074	1409	1088	1035	128	0	440	18528
충북	900	1946	3231	4673	1306	15080	670	47288	11950	93231	21256	5929	3217	19312	4611	0	5015	24675
충남	12389	1497	2073	9904	2153	16977	738	64511	3637	19853	12559	17432	5974	9464	4121	0	6240	302511
전북	2375	1752	206	1806	9483	6275	576	9403	1366	6079	17997	112804	21955	6813	7214	0	1255	209211
전남	1716	5368	2884	1321	3308	2455	1302	5936	1090	3421	6455	24149	183388	7715	17512	0	545	303326
경북	3981	13486	52857	2135	2138	4335	13087	15646	10196	17704	8759	5880	5787	26205	25262	0	1160	40878
경남	1771	63192	13321	1080	2886	2127	10146	7059	1225	3834	3733	7183	17073	26281	175386	0	451	336748
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	111419	0	111419
세종	777	169	241	540	186	2888	62	3745	344	4421	5175	1052	436	1014	398	0	4336	25755
합계	501382	251489	242261	249987	137075	155784	98401	1,119,261	179,791	241,684	301,180	211,615	301,151	423,169	347,016	111,419	30,217	4886571

〈표 4-11〉 대형 화물자동차(8.5톤 초과) O/D

단위: 대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	합계
서울	1,863	170	135	1,256	95	311	43	8,444	257	1,105	1,087	232	146	318	257	0	118	15,807
부산	107	9,348	703	241	430	166	2,682	904	106	441	408	763	1,551	2,301	13,325	0	44	33,522
대구	113	1,261	4,813	225	291	220	645	1,290	171	755	496	372	572	8,364	3,122	0	55	22,767
인천	1,356	353	279	12,359	221	275	114	15,673	558	1,133	1,500	523	339	735	518	0	121	36,058
광주	78	351	261	215	2,999	201	120	780	72	355	398	1,823	5,810	707	854	0	41	14,955
대전	234	407	230	322	210	3,248	157	2,227	181	2,555	2,625	1,055	382	749	700	0	500	15,852
울산	49	2,060	751	116	134	162	4,528	467	119	259	424	258	492	4,634	3,254	0	29	17,739
경기	6,911	1,846	1,225	17,522	713	2,323	362	85,239	3,920	12,903	16,048	2,068	1,174	3,338	3,120	0	1,011	139,771
강원	243	156	179	640	94	185	190	4,888	10,545	2,275	683	229	165	915	299	0	63	21,761
충북	959	1,024	844	1,783	428	2,618	249	14,471	2,101	10,488	4,767	1,461	951	3,432	1,983	0	600	43,189
충남	1,103	725	570	3,711	434	2,680	425	18,839	512	4,464	14,979	3,422	959	1,912	1,607	0	899	57,242
전북	221	711	428	705	1,776	1,211	253	2,450	243	1,549	3,683	8,442	5,739	1,314	1,928	0	315	30,969
전남	193	1,454	628	457	5,345	522	574	1,635	199	1,050	1,164	5,765	17,739	2,023	5,110	0	129	44,018
경북	380	4,358	8,006	737	692	841	4,994	4,297	1,254	3,668	1,956	1,256	1,376	17,416	7,271	0	213	58,724
경남	279	12,134	2,152	457	830	550	3,272	2,921	237	1,338	1,237	1,636	6,126	5,687	32,408	0	126	71,538
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,018	0	3,018
세종	84	92	75	199	53	589	27	1,064	64	647	989	302	135	219	166	0	85	4,778
합계	14,172	36,450	21,319	40,936	14,675	16,125	18,664	165,388	21,600	45,046	52,445	29,708	43,658	54,083	75,923	3,018	4,349	656,808

3. 소결

- 2023년 화물자동차의 일평균통행량의 지역별 분포의 경우 이전년도와 유사하게 서울과 경기의 발생 및 도착량이 전체 통행에서 차지하는 비중이 33% 정도로 높음
 - 서울과 광역시를 포함한 도시권 지역에서는 감소하였으며 그 밖의 시도 지역에서는 증가한 것으로 나타남
 - 이는 도시권으로 진출입하는 화물자동차의 통행이 도시권 인근에 입지한 물류거점에서 이뤄지는 현황이 반영된 결과임



제5장 장래연도 O/D 예측

제1절 물동량 O/D 예측

제2절 화물자동차 O/D 예측

제5장 장래연도 O/D 예측

제1절 물동량 O/D 예측

1. 예측 방법

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

가. 도로화물 수송수요 예측

- 내수화물과 수출입 화물을 구분하여 장래 도로화물 수송수요를 예측함
- 내수화물(31개 품목, 도매업 및 컨테이너)의 수송수요 예측 시 공신력 있는 자료와 사회경제지표를 활용함
 - 장래 산업별 전망 추이를 품목에 적용하여 반영하여 산정하되 과거 종사자수 증가 추이를 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 예측 결과를 반영함
 - 「제5차 공항개발 중장기 종합계획」에서는 2015년~2035년까지 20년간 공항별로 예측된 통행량을 반영하였으며, 2040~2050년에는 가장 마지막 장래년도의 증가율을 적용하여 물동량을 예측함

라. 연안화물 수송수요 예측

- 장래 연안화물의 물동량은 한국해양수산개발원에서 추정한 연안 화물의 예측치(2025년~2050년)를 활용함

2. 예측 결과

가. 도로화물

- 도로화물의 품목별 물동량을 보면 광산품(대분류 2)과 잡공업품(대분류 6)을 제외하고 모든 품목이 2023년부터 2050년까지 증가하는 추세를 보임
 - 2023년의 도로화물 총 물동량은 1,751,667천톤/년으로 나타났고 2050년에는 2,391,776천톤/년까지 증가하는 것으로 예측됨
 - 도로화물 품목 중 2023년에는 화학공업품이 가장 많은 비중을 차지하고, 그 다음으로 광산품, 컨테이너 순으로 많은 비중을 차지하는 것으로 나타났으나, 2045년부터는 컨테이너 다음으로 화학공업품, 광산품 순으로 운송 비중이 높게 나타나는 것으로 분석됨

〈표 5-1〉 도로화물 - 대분류 품목별·연도별 물동량 예측

단위: 천톤/년

구분		2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
농 림 수 축 산 업	1.농림수축산품	48,872	50,385	52,644	52,644	53,108	53,666	53,869
	2.광산품	405,761	426,009	434,626	434,626	441,940	440,871	445,122
제 조 업	3.금속기계공업품	52,262	52,907	54,572	54,572	55,453	56,356	57,122
	4.화학공업품	57,758	58,561	58,163	58,163	57,301	56,718	56,186
	5.경공업품	445,321	458,733	501,515	501,515	516,473	531,933	546,393
	6.잡공업품	243,039	257,078	279,272	279,272	288,799	298,735	306,361
	7.기타	11,782	12,114	12,798	12,798	13,094	13,402	13,583
도매업		233,484	239,094	269,506	269,506	288,646	309,144	331,098
컨테이너		253,387	288,457	403,897	403,897	477,837	534,765	582,042
합계		1,751,667	1,843,337	2,066,995	2,066,995	2,192,650	2,295,589	2,391,776

- 시도별 도로화물의 발생량과 도착량은 2023년부터 2035년까지 경기도가 가장 높게 나타나는 것으로 예측되었으며, 2040년부터는 부산광역시의 도착량이 가장 높게 나타나는 것으로 예측됨
 - 2023년부터 2025년까지 부산광역시는 타 지역에 비해 다소 큰 폭으로 발생량은 감소하고, 도착량은 증가하는 것으로 분석됨

〈표 5-2〉 도로화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측

단위: 천톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	133,152	137,674	146,493	156,164	168,107	181,047	195,104
부산광역시	109,954	56,257	63,352	71,957	81,774	89,848	96,354
대구광역시	20,077	23,557	26,065	28,959	32,130	35,009	37,631
인천광역시	137,179	125,212	132,059	139,257	147,298	153,590	157,604
광주광역시	25,821	28,172	29,445	30,917	32,851	34,695	36,575
대전광역시	4,120	4,285	4,636	4,989	5,285	5,398	5,406
울산광역시	112,085	128,760	133,470	139,961	146,733	152,634	156,737
경기도	378,266	419,130	452,493	484,451	515,538	542,295	566,040
강원도	127,107	136,715	143,869	147,755	152,462	149,752	155,384
충청북도	104,519	111,180	117,664	124,158	130,910	137,842	144,905
충청남도	159,773	168,482	174,469	181,687	191,310	199,905	207,067
전라북도	66,785	71,267	74,456	77,185	79,638	81,776	83,627
전라남도	158,309	165,238	173,266	179,712	186,666	192,054	195,655
경상북도	108,065	126,474	134,659	143,579	152,854	161,128	168,255
경상남도	104,094	118,821	118,185	127,734	137,664	145,226	150,772
제주특별자치도	7,791	7,709	7,961	8,186	8,390	8,608	8,841
세종특별자치시	11,355	14,405	17,428	20,346	23,039	24,781	25,819
합계	1,768,452	1,843,337	1,949,969	2,066,995	2,192,650	2,295,589	2,391,776

〈표 5-3〉 도로화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측

단위: 천톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	85,231	83,379	87,229	91,101	95,445	100,116	105,129
부산광역시	154,020	231,242	264,107	305,833	352,904	389,541	420,248
대구광역시	29,587	27,497	28,622	29,692	30,741	31,860	33,019
인천광역시	118,002	141,701	155,012	168,749	186,158	200,604	212,414
광주광역시	23,505	21,736	22,623	23,441	24,257	25,122	26,039
대전광역시	21,768	21,201	22,014	22,716	23,380	24,075	24,800
울산광역시	143,984	142,335	150,686	158,101	164,951	171,664	176,656
경기도	327,581	300,019	314,299	327,469	340,190	352,705	364,742
강원도	89,310	96,769	101,867	103,874	105,804	99,082	100,534
충청북도	75,413	71,074	73,734	76,241	78,840	82,056	85,655
충청남도	177,586	176,168	181,193	185,732	191,530	197,368	201,761
전라북도	62,711	58,820	60,772	62,410	63,838	65,251	66,609
전라남도	170,087	196,661	210,805	224,919	239,288	251,911	261,632
경상북도	138,171	135,556	141,749	147,036	151,594	156,230	160,511
경상남도	132,352	121,432	116,935	120,854	124,470	128,284	131,820
제주특별자치도	7,791	7,709	7,961	8,186	8,390	8,608	8,841
세종특별자치시	11,352	10,037	10,362	10,641	10,870	11,111	11,366
합계	1,768,452	1,843,337	1,949,969	2,066,995	2,192,650	2,295,589	2,391,776

나. 철도화물

- 철도화물의 물동량은 컨테이너의 경우 2050년에 11,421,873톤/년으로 추정되었으며, 비컨테이너 품목의 물동량은 17,817,484톤/년으로 예측됨

〈표 5-4〉 철도화물 - 연도별·품목별 물동량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
컨테이너	7,834,875	8,108,307	8,683,436	9,299,359	9,958,971	10,665,369	11,421,873
비컨테이너	13,421,955	13,824,909	14,544,510	15,301,568	16,098,031	16,935,950	17,817,484
합계	21,256,830	21,933,216	23,227,946	24,600,927	26,057,001	27,601,319	29,239,358

- 증가율로 보면, 컨테이너 품목이 비컨테이너 품목보다 다소 높은 것으로 분석됨
 - 컨테이너 품목의 연평균 증가율은 1.41%이고 비컨테이너 품목의 연평균 증가율은 1.05%로 분석됨

〈표 5-5〉 철도화물 - 기간별 연평균 증가율

단위: %

구분	2023~2025	2025~2030	2030~2035	2035~2040	2040~2045	2045~2050	2023~2050
컨테이너	1.73	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.41
비컨테이너	1.49	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.05
합계	1.58	1.15	1.16	1.16	1.16	1.16	1.19

- 시도별 철도화물의 발생량 예측치를 보면 충청북도의 발생량이 가장 크며, 그 다음으로는 전라남도, 강원도 순임

〈표 5-6〉 철도화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	3,446	3,549	3,734	3,929	4,133	4,348	4,575
부산광역시	2,145,400	2,220,095	2,376,857	2,544,702	2,724,414	2,916,832	3,122,854
대구광역시	1,415	1,457	1,533	1,613	1,697	1,785	1,878
인천광역시	0	0	0	0	0	0	0
광주광역시	550	567	596	627	660	694	730
대전광역시	175,340	181,317	193,612	206,749	220,787	235,789	251,820
울산광역시	281,643	290,853	309,017	328,340	348,898	370,773	394,050
경기도	2,082,203	2,154,242	2,304,540	2,465,369	2,637,467	2,821,629	3,018,702
강원도	2,364,966	2,436,085	2,563,358	2,697,290	2,838,229	2,986,542	3,142,616
충청북도	6,571,470	6,768,759	7,121,080	7,491,740	7,881,693	8,291,943	8,723,548
충청남도	1,629,829	1,682,709	1,786,114	1,896,025	2,012,858	2,137,059	2,269,103
전라북도	532,109	550,415	588,402	629,029	672,480	718,953	768,658
전라남도	2,996,975	3,094,290	3,284,754	3,487,217	3,702,453	3,931,284	4,174,587
경상북도	2,279,818	2,350,716	2,482,900	2,622,661	2,770,444	2,926,718	3,091,982
경상남도	38,511	39,667	41,732	43,904	46,189	48,594	51,123
제주특별자치도	0	0	0	0	0	0	0
세종특별자치시	153,155	158,495	169,716	181,732	194,599	208,378	223,133
합계	21,256,830	21,933,216	23,227,946	24,600,927	26,057,001	27,601,319	29,239,358

- 시도별 철도화물 도착량 예측치를 보면 경기도의 도착량이 가장 크며, 그 다음으로는 부산광역시, 서울특별시 순임

〈표 5-7〉 철도화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	2,159,404	2,224,234	2,340,007	2,461,807	2,589,947	2,724,756	2,866,583
부산광역시	4,133,962	4,277,979	4,580,401	4,904,222	5,250,956	5,622,225	6,019,767
대구광역시	228,413	235,270	247,516	260,400	273,954	288,214	303,216
인천광역시	372	383	403	424	446	469	494
광주광역시	3,661	3,771	3,967	4,174	4,391	4,619	4,860
대전광역시	708,116	730,103	771,020	814,274	860,001	908,345	959,459
울산광역시	666,126	686,183	722,133	759,972	799,797	841,715	885,834
경기도	6,016,660	6,204,090	6,554,249	6,924,567	7,316,229	7,730,492	8,168,690
강원도	501,477	516,932	545,439	575,544	607,337	640,915	676,380
충청북도	1,163,429	1,198,357	1,260,733	1,326,356	1,395,394	1,468,026	1,544,438
충청남도	793,521	818,844	867,474	919,062	973,792	1,031,859	1,093,472
전라북도	1,390,324	1,437,988	1,536,567	1,641,960	1,754,641	1,875,118	2,003,934
전라남도	1,361,319	1,403,873	1,483,693	1,568,146	1,657,507	1,752,069	1,852,140
경상북도	1,559,979	1,607,386	1,693,348	1,783,948	1,879,438	1,980,084	2,086,170
경상남도	29,572	30,460	32,045	33,713	35,468	37,314	39,256
제주특별자치도	0	0	0	0	0	0	0
세종특별자치시	540,495	557,364	588,948	622,359	657,705	695,099	734,665
합계	21,256,830	21,933,216	23,227,946	24,600,927	26,057,001	27,601,319	29,239,358

다. 항공화물

- 항공화물의 물동량은 2050년에 578,517톤/년이며, 2023년부터 2050년까지의 연평균 증가율은 3.78%임

〈표 5-8〉 항공화물 - 연도별 물동량 예측

단위: 톤/년

연도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
합계	212,435	499,694	588,230	587,664	585,793	582,697	578,517

〈표 5-9〉 항공화물 - 기간별 연평균 증가율

단위: %

연도	2023~2025	2025~2030	2030~2035	2035~2040	2040~2045	2045~2050	2023~2050
합계	53.37	3.32	-0.02	-0.06	-0.11	-0.14	3.78

- 시도별 항공화물의 발생량과 도착량은 제주특별자치도가 가장 높게 나타났고 그 다음으로 서울특별시, 부산광역시 순으로 높게 나타남

〈표 5-10〉 항공화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	63,291	148,874	175,252	175,083	174,526	173,604	172,358
부산광역시	21,488	50,545	59,500	59,443	59,254	58,940	58,518
대구광역시	5,534	13,017	15,324	15,309	15,260	15,179	15,071
인천광역시	3,392	7,979	9,392	9,383	9,354	9,304	9,237
광주광역시	4,573	10,757	12,663	12,650	12,610	12,543	12,453
대전광역시	0	0	0	0	0	0	0
울산광역시	768	1,807	2,127	2,125	2,118	2,107	2,091
경기도	0	0	0	0	0	0	0
강원도	771	1,814	2,135	2,133	2,126	2,115	2,100
충청북도	7,622	17,929	21,105	21,085	21,018	20,907	20,757
충청남도	0	0	0	0	0	0	0
전라북도	421	990	1,166	1,165	1,161	1,155	1,146
전라남도	1,268	2,983	3,511	3,508	3,497	3,478	3,453
경상북도	554	1,303	1,534	1,533	1,528	1,520	1,509
경상남도	248	583	687	686	684	680	675
제주특별자치도	102,505	241,114	283,835	283,562	282,659	281,165	279,148
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0
합계	212,435	499,694	588,230	587,664	585,793	582,697	578,517

〈표 5-11〉 항공화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측

단위: 톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	75,853	178,423	210,036	209,834	209,166	208,061	206,568
부산광역시	21,165	49,785	58,606	58,549	58,363	58,054	57,638
대구광역시	5,780	13,596	16,005	15,989	15,938	15,854	15,740
인천광역시	3,605	8,480	9,982	9,973	9,941	9,888	9,817
광주광역시	4,976	11,705	13,778	13,765	13,721	13,649	13,551
대전광역시	0	0	0	0	0	0	0
울산광역시	784	1,844	2,171	2,169	2,162	2,150	2,135
경기도	0	0	0	0	0	0	0
강원도	867	2,039	2,401	2,398	2,391	2,378	2,361
충청북도	8,586	20,196	23,775	23,752	23,676	23,551	23,382
충청남도	0	0	0	0	0	0	0
전라북도	459	1,080	1,271	1,270	1,266	1,259	1,250
전라남도	1,290	3,034	3,572	3,569	3,557	3,538	3,513
경상북도	595	1,400	1,648	1,646	1,641	1,632	1,620
경상남도	227	534	629	628	626	623	618
제주특별자치도	88,248	207,579	244,357	244,123	243,345	242,059	240,323
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0
합계	212,435	499,694	588,230	587,664	585,793	582,697	578,517

라. 연안화물

- 연안화물의 물동량은 2023년에 115,496천톤/년이며 2023년부터 2050년까지의 연평균 증가율은 0.28%로 나타남

〈표 5-12〉 연안화물 - 연도별 물동량 예측

단위: 천톤/년

연도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
합계	115,496	117,101	119,518	120,947	122,393	123,455	124,526

〈표 5-13〉 연안화물 - 기간별 연평균 증가율

단위: %

구분	2023~2025	2025~2030	2030~2035	2035~2040	2040~2045	2045~2050	2023~2050
합계	0.69	0.41	0.24	0.24	0.17	0.17	0.28

- 시도별 연안화물의 발생량 예측치를 보면, 전라남도의 발생량이 가장 높고, 그 다음으로 인천광역시, 경상남도 순으로 발생량이 높게 나타남

〈표 5-14〉 연안화물 - 시도별 수송수요 발생량 예측

단위: 천톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	0	0	0	0	0	0	0
부산광역시	10,917	11,069	11,297	11,432	11,569	11,669	11,771
대구광역시	0	0	0	0	0	0	0
인천광역시	18,773	19,034	19,427	19,659	19,894	20,067	20,241
광주광역시	0	0	0	0	0	0	0
대전광역시	0	0	0	0	0	0	0
울산광역시	7,913	8,023	8,188	8,286	8,385	8,458	8,531
경기도	7,713	7,821	7,982	8,077	8,174	8,245	8,316
강원도	2,351	2,384	2,433	2,462	2,492	2,513	2,535
충청북도	0	0	0	0	0	0	0
충청남도	2,256	2,288	2,335	2,363	2,391	2,412	2,433
전라북도	3,428	3,476	3,548	3,590	3,633	3,665	3,696
전라남도	26,119	26,482	27,029	27,352	27,679	27,919	28,161
경상북도	4,567	4,630	4,726	4,782	4,840	4,882	4,924
경상남도	11,361	11,519	11,756	11,897	12,039	12,144	12,249
제주특별자치도	10,708	10,857	11,081	11,213	11,347	11,446	11,545
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0
기타항	9,389	9,520	9,716	9,832	9,950	10,036	10,123
합계	115,496	117,101	119,518	120,947	122,393	123,455	124,526

- 시도별 연안화물의 도착량 예측치를 보면, 강원도의 도착량이 가장 높게 나타났고, 그 다음으로 전라남도, 울산광역시 순으로 높게 나타남

〈표 5-15〉 연안화물 - 시도별 수송수요 도착량 예측

단위: 천톤/년

구분	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
서울특별시	0	0	0	0	0	0	0
부산광역시	1,761	1,785	1,822	1,844	1,866	1,882	1,899
대구광역시	0	0	0	0	0	0	0
인천광역시	2,399	2,433	2,483	2,513	2,543	2,565	2,587
광주광역시	0	0	0	0	0	0	0
대전광역시	0	0	0	0	0	0	0
울산광역시	15,565	15,782	16,107	16,300	16,495	16,638	16,782
경기도	1,461	1,482	1,512	1,530	1,549	1,562	1,576
강원도	29,568	29,979	30,597	30,963	31,333	31,605	31,880
충청북도	0	0	0	0	0	0	0
충청남도	12,508	12,682	12,944	13,099	13,255	13,370	13,486
전라북도	133	135	138	139	141	142	143
전라남도	28,181	28,573	29,162	29,511	29,864	30,123	30,384
경상북도	1,876	1,902	1,941	1,964	1,988	2,005	2,023
경상남도	2,390	2,423	2,473	2,503	2,533	2,555	2,577
제주특별자치도	6,812	6,906	7,049	7,133	7,218	7,281	7,344
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	0
기타항	12,842	13,020	13,289	13,448	13,609	13,727	13,846
합계	115,496	117,101	119,518	120,947	122,393	123,455	124,526

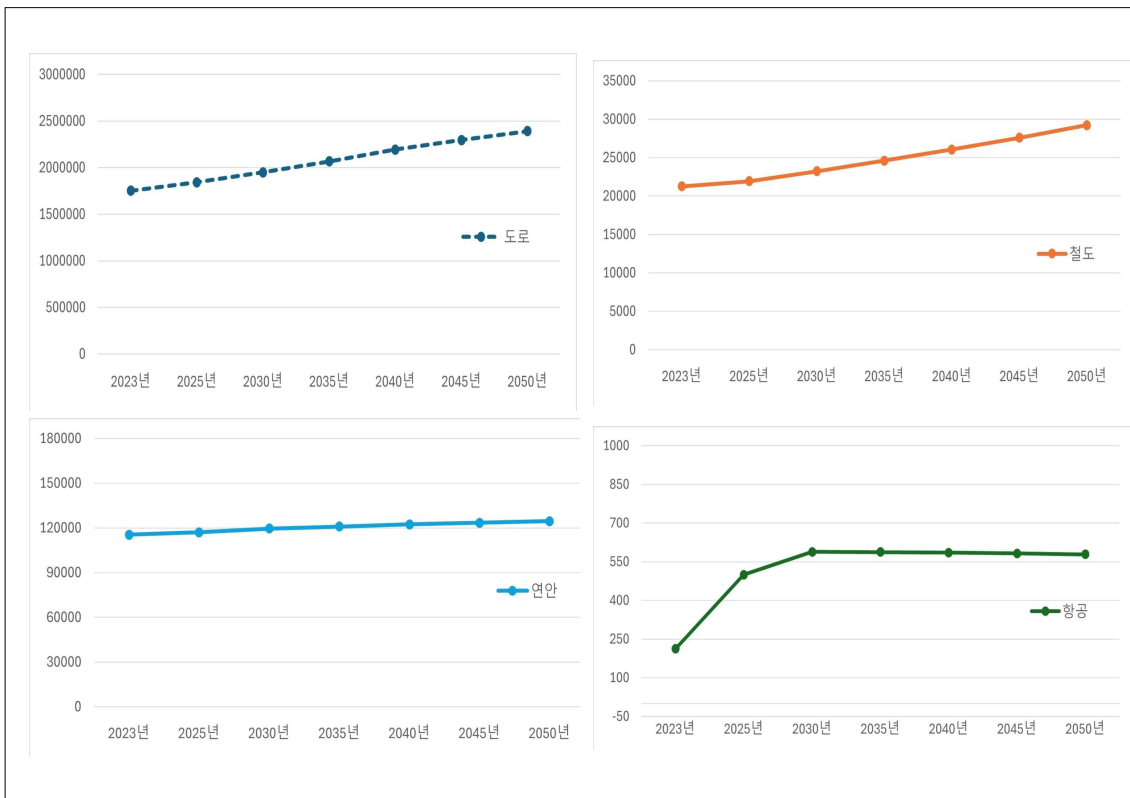
마. 소결

- 장래연도의 수단별 물동량을 종합한 예측 결과는 다음 <표 5-82>와 같음

<표 5-16> 장래연도 수단별 물동량 예측 결과

단위: 천톤/년

연 도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
도로	1,751,667	1,843,337	1,949,969	2,066,995	2,192,650	2,295,589	2,391,776
철도	21,257	21,933	23,228	24,601	26,057	27,601	29,239
항공	212	500	588	588	586	583	579
연안	115,496	117,101	119,518	120,947	122,393	123,455	124,526
전체	1,888,632	1,982,871	2,093,303	2,213,131	2,341,685	2,447,228	2,546,120



<그림 5-1> 장래연도 수단별 물동량 추이

- 항공을 제외한 나머지 수송수단의 물동량은 모두 증가하는 추세를 보임
 - 2023년~2050년까지의 연평균 증가율은 도로수송이 1.16%, 철도수송이 1.19%, 항공수송이 3.78%, 연안수송이 0.28%로 추정됨

〈표 5-17〉 기간별 연평균 증가율

단위: %

기 간	2023~2025	2024~2030	2030~2035	2035~2040	2040~2045	2045~2050	2023~2050
도로	2.58	1.13	1.17	1.19	0.92	0.82	1.16
철도	1.58	1.15	1.16	1.16	1.16	1.16	1.19
항공	53.37	3.32	-0.02	-0.06	-0.11	-0.14	3.78
연안	0.69	0.41	0.24	0.24	0.17	0.17	0.28

- 물동량은 2023년 1,888백만 톤에서 2050년 2,546백만 톤으로, 연평균 1.08% 수준의 성장세를 유지하고, 도로수송의 절대적 비중이 유지될 것으로 전망됨
 - 2023년의 도로화물의 비중은 전체 물동량의 약 93%로, 2050년까지도 유사한 수준을(93~94%) 유지할 것으로 예측됨
 - 철도화물의 증가율은 약 1.19%로 완만하지만 안정적인 증가세를 보이며, 컨테이너 품목의 증가율(1.41%)이, 비컨테이너(1.05%)보다 다소 높게 나타나 철도 수송 내 컨테이너 의존도가 점차 강화될 것으로 보임
 - 항공화물의 증가율은 3.78%이나, 이는 2023년부터 2025년까지 단기적으로 급증한 것으로 인한 결과로, 2030년대 이후에는 증가세가 둔화·정체되는 양상을 보일 것으로 전망함
 - 연안화물의 증가율은 0.28%로 매우 완만한 증가세를 보임

제2절 화물자동차 O/D 예측

1. 예측 방법

- 국외에서는 주로 물동량 기반의 화물수요추정방법을 적용하여 물동량의 예측치를 화물자동차 통행수로 변환하여 사용함
- 본 연구의 장래 화물자동차 O/D 예측은 기준연도 화물자동차 O/D 전수화와 동일하게 화물자동차 기반 방법을 적용함
- 장래 화물자동차 O/D는 지역내 총생산(GRDP)의 증가 추이를 반영하여 산정하되, 국내총생산(GDP) 성장률과 화물자동차 통행과 연관성이 높은 사회경제 지표 전망치를 반영하여 보정함
 - 장래 지역내 총생산(GRDP) 증가율은 「예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구: 제6판(한국개발연구원, 2017)」에 제시된 지역내 총생산(GRDP) 성장률의 전망치를 활용함
 - 한국개발연구원의 지역내 총생산(GRDP) 성장률 전망치 중 행정구역의 변화(계룡시, 증평군, 세종특별자치시 등) 또는 일부 시의 존별 미구분(안양시, 부천시, 청주시, 천안시, 창원시 등)으로 인하여 누락된 시군구에 대해서는 유사 시군구를 이용하여 보정함
 - 지역내 총생산(GRDP) 성장률의 전망치는 2040년까지만 예측이 되어 있으므로 2040년 ~ 2050년의 지역내 총생산(GRDP) 성장률은 2036년 ~ 2040년의 증가률을 적용함
 - 한국개발연구원의 장래 지역내 총생산(GRDP) 통계가 현행화되지 않아, 2017년도에 발표된 국내총생산(GDP) 성장률에 맞추어 지역내 총생산(GRDP) 성장률을 보정함
 - 화물자동차 O/D와 높은 상관관계를 나타내는 사회경제지표를 추가적으로 활용하여 장래증가율을 보정함

- 톤급별(소형/중·대형) 상이한 증가 추이를 고려하여, 과거 화물자동차 등록대수의 증가 추이를 반영한 장래 증가율 보정을 수행함

2. 예측 결과

가. 전체

- 2023년 화물자동차의 일평균 통행량은 490만 대/일에서 2050년 573만 대/일까지 증가할 것으로 추정됨
- 화물자동차의 일평균 통행량이 가장 높게 나타날 것으로 예측되는 지역은 경기도이며, 2050년에 140만 대/일에 달할 것으로 보임

〈표 5-18〉 장래 전체 화물자동차 발생량 및 도착량

단위: 대/일

구분	2023		2025		2030		2035		2040		2045		2050	
	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착	발생	도착
서울	508,415	500,382	528,841	501,422	559,441	536,721	576,155	561,902	589,349	581,881	588,121	586,425	584,512	589,228
부산	245,331	251,489	254,465	246,742	267,500	255,839	273,739	254,118	278,738	251,949	277,245	245,756	274,816	238,687
대구	253,649	242,261	264,306	245,250	277,252	252,100	282,807	251,882	287,326	250,942	285,624	245,089	283,032	239,793
인천	237,723	249,987	247,379	265,170	259,155	278,211	268,726	288,641	279,428	297,418	282,912	299,499	286,076	300,908
광주	146,570	137,075	152,855	141,001	161,035	151,875	164,970	158,640	167,361	161,174	166,198	159,607	164,488	158,216
대전	160,390	155,784	166,615	153,859	174,693	160,181	178,807	162,646	182,238	165,260	181,573	163,156	180,321	161,736
울산	95,639	93,401	100,041	96,552	106,245	101,397	108,916	102,664	111,041	103,064	110,519	101,824	109,538	100,085
경기	1,119,343	1,119,261	1,181,161	1,117,492	1,277,121	1,206,887	1,335,845	1,271,422	1,386,269	1,324,516	1,395,415	1,338,996	1,398,531	1,349,894
강원	185,288	179,791	192,451	175,266	201,165	181,502	205,162	182,023	208,173	184,425	207,008	184,397	204,750	180,368
충북	246,755	241,684	273,927	329,887	292,379	358,494	302,359	374,172	310,435	387,516	310,222	388,605	308,969	390,630
충남	302,541	301,180	328,260	363,247	356,240	401,296	373,309	424,709	387,484	445,310	389,738	449,087	390,794	454,414
전북	209,241	211,615	216,894	208,216	225,411	212,043	228,637	210,400	230,726	210,835	228,733	209,252	225,650	204,253
전남	303,326	301,151	313,190	302,757	323,003	308,083	326,093	309,370	327,142	310,850	323,028	306,690	317,584	298,317
경북	408,738	423,169	423,433	418,980	440,428	432,814	446,680	433,190	449,883	431,870	445,041	425,036	438,596	416,211
경남	336,748	347,016	359,066	432,383	380,181	456,822	389,726	466,811	395,815	473,037	393,179	468,737	388,741	460,197
제주	111,419	111,419	116,568	116,568	129,225	129,225	136,414	136,414	142,155	142,155	143,150	143,150	143,938	143,938
세종	25,755	30,207	27,454	32,117	30,284	37,270	32,110	41,453	33,689	45,049	34,151	46,555	34,443	47,903
전국	4,896,871	4,896,871	5,146,906	5,146,906	5,460,758	5,460,758	5,630,455	5,630,455	5,767,251	5,767,251	5,761,860	5,761,860	5,734,779	5,734,779

<표 5-27> 화물자동차 전체 O/D(2050년)

단위:대/일

구분	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	32707	5568	92	24189	7088	276	23477	17407	7985	15254	21370	2146	1384	3454	1817	0	1600	58452
부산	78	10966	366	53299	109	54519	11245	276	6682	189	162	1765	409	11540	101589	0	23672	274816
대구	1887	546	154301	984	1722	1738	2750	7197	1518	5948	386	3092	3282	65621	23127	0	61071	283082
인천	26117	58838	68899	135284	59161	1105	21587	93700	3327	6724	1108	1410	95	2133	1379	0	83015	286076
광주	102941	1057	1131	81941	90255	1376	3237	3789	46439	2274	3641	10770	40640	2782	3669	0	42753	164488
대전	3327	75124	108	1513	1159	89501	33696	12260	1250	25165	22547	6238	1876	4445	2553	0	6361	180321
울산	39188	11013	2149	28434	36138	39457	55101	1496	46278	108716	125677	61689	1343	13969	19468	0	14251	109538
경기	178144	5563	4137	105101	2822	11149	98528	819688	28048	86286	111882	8106	4753	13111	10675	0	7130	1388531
강원	11193	6737	96	4162	44136	1332	4868	4148	10660	1630	686	1360	108	9148	1567	0	75155	204750
충북	10263	1667	2549	5632	1319	14715	61437	54892	11888	141219	27715	5086	2783	16228	5217	0	7189	308969
충남	14834	1231	1620	12184	2096	16625	6715	82971	3483	32218	181532	14579	4946	7716	4347	0	9742	310794
전북	326	1596	185	2483	10600	7074	5886	12955	1471	10336	25267	110434	21164	6381	778	0	226	22560
전남	2289	4736	269	1806	38788	283	1391	8046	1171	5897	9708	24033	186413	7379	19400	0	96483	317384
경북	5474	13546	48524	2890	2552	5299	14487	21917	10255	25878	13992	6210	5968	225764	34724	0	2136	48836
경남	2329	59149	13388	1366	3333	2428	10626	9015	1352	6464	5567	7460	17383	25668	22249	0	80411	388741
제주	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14398	0	14398
세종	92904	1483	19893	67694	19671	2886	6016	4697	33822	7420	7475	98	3681	871	46071	0	6721	34443
전국	589228	28687	29793	310908	138216	161736	100085	1349894	180368	310630	454414	204253	283317	416211	460197	14398	47918	5734779

라. 소결

- 2025년부터 2050년까지 화물자동차 OD는 515만 대/일에서 2050년 573만 대/일로 11.42% 증가하며, 연평균 0.43% 정도 증가할 것으로 추정함
 - 2040년까지 577만 대/일로 연평균 0.76% 정도 증가 이후 2050년까지 연평균 0.06% 정도 감소할 것으로 추정함
 - 톤급별 부문에서는 소형 화물자동차 OD는 2025년부터 2045년까지 368만 대/일에서 421만 대/일로 연평균 0.67% 정도 증가 이후 감소 추세로 전환되고, 중대형 화물자동차 OD는 2025년부터 2040년까지 147만 대/일에서 157만 대/일로 연평균 0.45% 정도 증가 이후 감소 추세로 전환됨

〈표 5-28〉 장래년도 톤급별 화물자동차 예측 결과

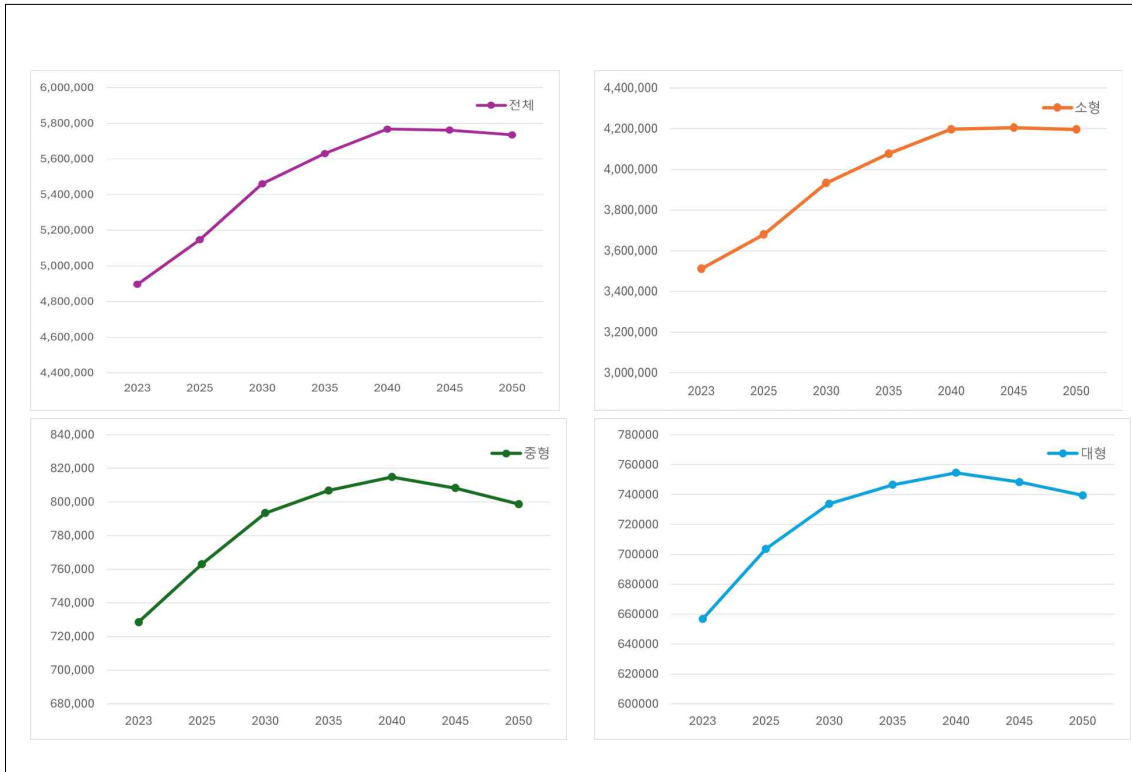
단위: 통행/일

연 도	2023	2025	2030	2035	2040	2045	2050
소형	3,511,449	3,680,053	3,933,417	4,077,103	4,197,768	4,205,129	4,196,355
중형	728,614	763,045	793,446	806,788	814,893	808,320	798,816
대형	656,808	703,808	733,895	746,564	754,589	748,411	739,608
전체	4,896,871	5,146,906	5,460,758	5,630,455	5,767,251	5,761,860	5,734,779

〈표 5-29〉 기간별 연평균 증가율

단위: %

기 간	2023~2025	2025~2030	2030~2035	2035~2040	2040~2045	2045~2050
소형	2.37	1.34	0.72	0.59	0.04	-0.04
중형	2.34	0.78	0.33	0.20	-0.16	-0.24
대형	3.52	0.84	0.34	0.21	-0.16	-0.24
전체	2.52	1.19	0.61	0.48	-0.02	-0.09



〈그림 5-2〉 미래연도 톤급별 화물자동차 추이



제6장 결론 및 향후 연구과제

제1절 결론

제2절 향후 연구과제

제6장 결론 및 향후 연구과제

제1절 결론

- 본 과업에서는 제6차 전국 화물 기종점통행량 조사자료를 활용하여 수요예측 모형을 통해 기준년도인 2023년과 장래년도인 2025년, 2030년, 2035년, 2040년, 2045년, 2050년 전국 지역간 화물 O/D를 추정하였음
- 2023년 물동량은 2022년(19억 3천만톤/년) 대비 2.22% 감소한 1,888,631,784톤/년으로 나타났으며, 수단별 수송실적(톤·km/년)은 총 171,085,956,311톤·km/년으로 나타남
 - 수송수단별로 살펴보면, 도로수송이 차지하는 비중은 92.75%(17억 5천만톤/년)로 가장 높은 비중을 차지하는 것으로 분석되었으며, 그 뒤로 연안수송이 6.12%(1억 1천만톤/년), 철도수송이 1.13%(21백만톤/년), 항공수송이 0.01%(212,435톤/년)인 것으로 나타남
 - 톤·km/년의 수단별 비중을 살펴보면, 도로수송이 79.26%로 가장 높게 나타났고, 그 뒤로 연안이 17.46%, 철도가 3.23%, 항공이 0.05%를 차지하는 것으로 나타남
- 2023년 화물자동차의 일평균통행량은 4,896,871대/일로 산출되었으며 이는 이 전년도에 비해 2.20% 증가함
 - 소형화물자동차는 3,809,977대/일, 중형화물자동차는 567,283대/일, 대형화물자동차는 519,611대/일로 추정됨
- 화물 장래년도의 O/D 예측 결과, 물동량은 2023년에 1,888,632천톤/년에서 2050년에는 2,546,120천톤/년으로 연평균 1.1% 증가할 것으로 예측되었으며,

장래 화물자동차는 2023년에 4,896,871대/일에서 2050년에는 5,734,779대/일까지 연평균 약 0.6% 증가할 것으로 예측됨

제2절 향후 연구과제

- 4차산업 시대 빠른 산업구조 변화에 따른 화물통행량 변화에 대응할 수 있는 보완/갱신 및 시의성 확보 방안이 필요함
 - 플랫폼 산업을 중심으로 확대되고 있는 온라인 쇼핑, 배달, 소화물 당일 배송 등 다양한 형태의 물류 흐름을 확인할 수 있는 화물통행량 구축 방안을 모색해야 함
 - 특히, 현재의 5년 단위 조사 위주의 방식으로는 시시각각 바뀌는 물류 산업의 변화를 반영할 수 없기때문에, 실적자료(TCS, DTG, 상시 교통량 조사 등), 민간 빅데이터(모바일 통신, 차량 GPS, 물류운송정보 등)를 활용한 현황화 및 보완갱신 방안을 마련하고자 함
- 물류 산업 정책 의사결정과 글로벌시장 선도를 지원할 수 있는 활용성 높은 화물 DB 구축 및 개선이 필요함
 - 현재 국가교통 DB의 화물 DB는 국가의 장기 교통·물류 계획과 대규모 투자 산업의 경제성 평가를 위한 중요한 기반 자료로 활용되고 있음
 - 향후 다양한 신규 통계지표를 개발하여, 보다 다양한 물류 산업의 정책 의사결정, 기업의 글로벌시장 선도를 지원하기 위한 각종 자료 제공하고자 함

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

부록

〈부표 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				50	군위군
			19	영등포구	인천	4	4	51	중구
			20	동작구				52	동구
			21	관악구				53	미추홀구
			22	서초구				54	연수구
			23	강남구				55	남동구
			24	송파구				56	부평구
			25	강동구				57	계양구
부산	2	2	26	중구	광주	5	5	58	서구
			27	서구				59	강화군
			28	동구				60	옹진군
			29	영도구	광주	5	5	61	동구
			30	부산진구				62	서구
			31	동래구				63	남구
			32	남구				64	북구
							65	광산구	

〈부표 1〉 교통존 설정 (계속)

대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역	대존	17개 시도	162개 시군	250개 시군구	지역			
대전	6	6	66	동구	강원	9	46	125	홍천군			
			67	중구				47	126	횡성군		
			68	서구				48	127	영월군		
			69	유성구				49	128	평창군		
울산	7	7	70	대덕구				50	129	정선군		
			71	중구				51	130	철원군		
			72	남구				52	131	화천군		
			73	동구				53	132	양구군		
경기	8	8	74	북구				충북	10	51	133	인제군
			75	울주군							52	134
			76	수원시 장안구	53	135	양양군					
			77	수원시 권선구	54	136	청주시 상당구					
		9	78	수원시 팔달구	57	137	청주시 흥덕구					
			79	수원시 영통구		138	청주시 청원구					
			80	성남시 수정구		139	청주시 서원구					
		81	성남시 중원구	58		140	충주시					
		10	82	성남시 분당구	59	141	제천시					
			83	의정부시	60	142	보은군					
		11	84	안양시 만안구	61	143	옥천군					
			85	안양시 동안구	62	144	영동군					
		12	86	부천시	63	145	증평군					
			87	광명시	64	146	진천군					
			88	평택시	65	147	괴산군					
			89	동두천시	66	148	음성군					
			16	90	안산시 상록구	67	149	단양군				
				91	안산시 단원구	68	150	천안시 동남구				
			17	92	고양시 덕양구		151	천안시 서북구				
				93	고양시 일산동구	69	152	공주시				
			94	고양시 일산서구	70	153	보령시					
			18	95	과천시	71	154	아산시				
		96		구리시	72	155	서산시					
		97		남양주시	73	156	논산시					
		98		오산시	74	157	계룡시					
		99		시흥시	75	158	금산군					
		100		군포시	76	159	부여군					
		101		의왕시	77	160	서천군					
		102		하남시	78	161	청양군					
		26		103	용인시 처인구	79	162	홍성군				
				104	용인시 기흥구	80	163	예산군				
			105	용인시 수지구	81	164	태안군					
		106	파주시	82	165	당진시						
		28	107	이천시	충남	11	71	154	아산시			
			108	안성시				72	155	서산시		
109	김포시		73	156				논산시				
110	화성시		74	157				계룡시				
111	광주시		75	158				금산군				
112	광주시		76	159				부여군				
113	포천시		77	160				서천군				
114	여주시		78	161				청양군				
115	연천군		79	162				홍성군				
116	가평군		80	163				예산군				
39	117	양평군	전북	12	82	165	당진시					
	118	춘천시				83	166	전주시 완산구				
	119	원주시				84	167	전주시 덕진구				
	120	강릉시				85	168	군산시				
	121	동해시				86	169	익산시				
	122	태백시				87	170	정읍시				
	123	속초시				88	171	남원시				
	124	삼척시				89	172	김제시				
	강원	9					98	속초시	90	173	완주군	
							99	삼척시	91	174	진안군	
97			181	98	182		장수군					
98			181	98	182		장수군					
99			182	99	183		장수군					

〈부표 1〉 교통존 설정 (계속)

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