과제 번호
19RDPP-C155089-01

고속·복합운송 철도물류 혁신기술개발 기획 최종보고서

2020

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개( ), 비공개(○)발간등록번호()

2019년 국토교통연구기획사업 최종 보고서

R&D / 2020-연구기획-

고속●복합운송 철도물류 혁신기술개발 기획

최종보고서

2020 . 08 .01.

주관연구기관/ 한국철도기술연구원
협동연구기관/ 서울시립대학교산학협력단

국토교통부
(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

‘고속·복합운송 철도물류 혁신기술개발 기획’(연구개발 기간 : 2019. 12. ~ 2020. 8.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2020 . 08 . 01 .

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원 (대표자) 나 희 승(인)
협동연구기관명 : 서울시립대학교 산학협력단 (대표자) 김 강 수(인)

주관연구기관책임자: 한 성 호
협동연구기관책임자: 박 동 주

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19RDPP-C155089-01</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2019.12.02 -2020.08.01 (8개월)</td><td>단계구분</td><td>1차년도/1차년도</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">2019년 국토교통연구기획사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">고속 · 복합운송 철도물류 혁신기술개발 기획</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">한 성 호</td><td>해당단계 참여연구원 수</td><td>총 : 15 명
내부: 15 명
외부: 명</td><td>해당단계 연구비</td><td>정부: 150,000천원
민간: 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계:150,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여연구원 수</td><td>총: 15 명
내부: 15 명
외부: 명</td><td>총연구비</td><td>정부: 150,000천원
민간: 천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계:150,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="3">한국철도기술연구원
미래교통정책본부 물류기술연구팀</td><td colspan="2">참여기업명</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의 보안등급 및 사유</td><td colspan="5"></td></tr>
</table>

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁 번호			○								

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격 (모델명)	수량	구입연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	NTIS 등록번호

요약(연구개발성과를 중심으로 개조식으로 작성하되, 500자 이내로 작성합니다)	보고서 면수
	390

요약문

연구의 목적 및 내용	전국 고속화 여객 철도망(200㎞/h 이상) 확대 및 스마트 운영환경 변화 추세에 맞추어, 국내 도로 중심의 물류 운송체계와 저속 노후 화물철도(표정속도 60㎞/h)의 한계를 극복할 수 있는 고속화 철도화물수송 중심의 고속화 복합화물 운송 물류 서비스 기술개발 및 실증 체계구축 등 관련 기술개발 기획
연구 개발 성과	▪ 여객열차보다 낮은 우선 순위와 저속 화물열차로 인해 선진 철도국에 비해 낮은 정시율 수준으로 운영 중인 국내 화물철도기술을 개선할 필요성을 제시 ▪ 동아시아 철도공동체 추진전략에 맞는 대륙연결 고속화물철도 수송수단 연구 ▪ 고속·복합 철도 물류 실현을 위해 필요한 기술 제시 ▪ 국내외 시장현황 및 전망 분석기술 수요 조사 분석 ▪ 고속철도 물류기술수요 요구사항에 따른 핵심과제도출 ▪ 물류운영관련 산학연 실무전문가 중심으로 한 핵심 기술개발 및 사업화 추진체계 구축 ▪ 고속화 복합화물 수송화차 기술개발 목표 및 범위 작성 ▪ 과제추진 체계 제안과 더불어 각 세부기술별 화물차량, 상하역이송설비, 정보통합연계 기술이 상호 연관 관계가 높아 전체를 총괄 및 통합할 수 있도록 연구단 형태 추진방안 수립 ▪ 과제제안요구서(RFP) 및 평가 기준 작성 ▪ 고속·복합운송 철도물류시스템 도입 시 국내 철도/도로의 화물수송 분담률 변화 전망 ▪ 시범사업방안 수립 -유발 물동량이 많으며 벌크화물과 달리 전기, 전자 등의 고부가가치화물을 생산하는 지역에 대하여 시범사업 대상지 선정 시행방안 수립 ▪ 고속·복합운송 철도물류시스템 도입에 따른 편익 분석
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	▪ 고속 · 복합운송 철도물류시스템 혁신 기술개발 기획을 통하여 국가 연구개발과제를 도출하고, 실용화 연구수행을 추진하고자 함. ▪ 기존 철도 물류 활성화를 위한 기술개발 및 산업/시장 동향기반 기술확보전략 수립에 활용하고자 함. ▪ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안으로서 철도 물류 활성화를 위한 제도·정책에 활용, 현장적용 및 테스트베드/시범사업 추진방안 추진 검토. ▪ 국내 물류 거점 지역을 대상으로 스마트 고속화 철도망 연계를 고려한 고속화 물류 서비스 인프라 구축 협력 및 효율적 업무추진 방안제시 ▪ 주요 전국 고속화 철도망인 준고속(200㎞/h 이상) 고속화 신설노선 및 기존 일반철도 노선(150㎞/h 이하) 등을 대상으로 테스트 베드 설치 및 실증 연구를 위한 시범운영 실행방안 제시

국문핵심어 (5개 이내)	고속화 철도망	복합화물 운송	스마트 철도물류	철도수송	고속화 화물철도
영문핵심어 (5개 이내)					

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

<제목 차례>

제출문 ····· i
보고서 요약서 ····· iii
요약문 ····· iv
제목 차례 ····· v
표 차례 ····· vii
그림 차례 ····· xii

1. 연구개발 과제의 개요 ····· 1
가. 기획연구의 목적 및 필요성 ····· 1
나. 기획연구의 내용 및 범위 ····· 4
(1) 기술개발 동향 및 수요조사, 기술 및 모델 정의 ····· 4
(2) 기술개발 전략 수립, 연구내용 설정 ····· 4
(3) 연구개발과제 기획 ····· 5
다. 기획과제의 결과 ····· 8
라. 기대효과 ····· 9
(1) 정책적 측면 ····· 9
(2) 기술적 측면 ····· 9
(3) 경제·산업적 측면 ····· 10
(4) 사회·환경적 측면 ····· 10

2. 연구수행내용 및 성과 ····· 11
가. 기술의 정의 및 필요성 ····· 11
(1) 기술 정의 ····· 11
(2) 기술 필요성 ····· 12
나. 국내외 동향 및 환경 분석 ····· 38
(1) 국내외 정책 동향 ····· 38
(2) 국내외 시장현황 및 전망 ····· 71
(3) 기술 동향분석 ····· 96
(4) 유사과제 분석 ····· 140
(5) 해외 선진 국가 운행사례 ····· 146
다. 연구개발과제 구성 및 추진전략 ····· 155
(1) 비전 및 목표 ····· 155

(2) 기술개발에 따른 미래상 ····· 157
(3) 기술수요조사 ····· 165
(4) 고속화 복합화물 철도 물류 혁신 기술개발 과제도출 ····· 186
(5) 연구개발과제의 구성 ····· 202
(6) 세부과제별 주요 내용 및 추진전략 ····· 203
라. 사전타당성 검토 ····· 244
(1) 정책적 타당성 검토 ····· 244
(2) 기술적 타당성 검토 : 화차 정시성 운영측면 ····· 252
(3) 기술적 타당성 검토 : 화차 운행속도 측면 ····· 262
(4) 경제적 타당성 검토 ····· 286
(5) 북한 및 유라시아 철도연결 시 파급효과 분석 ····· 320
마. 인력투입계획 및 소요예산 산정 ····· 364
(1) 연구 일정에 따른 인력투입계획 ····· 364
(2) 소요예산 산정 ····· 366
바. 과제제안요구서 ····· 374
(1) 과제 제안요구서 ····· 374
(2) 평가기준 설정 ····· 381

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 383
가. 목표 ····· 383
(1) 연구개발 목표 및 내용 ····· 383
나. 목표 달성여부 ····· 385
다. 목표 미달성시 원인(사유) 및 차후대책 ····· 386

4. 연구개발성과의 활용계획 등 ····· 387

참고문헌 ····· 388

<표 차례>

<표 2-1> 일반철도 고속화 건설선 사업 추진단계 현황(1) ····· 16
<표 2-2> 일반철도 고속화 건설선 사업 추진단계 현황(2) ····· 17
<표 2-3> 코레일 철도 노선 구간별 사업 추진현황(1) ····· 18
<표 2-4> 코레일 철도 노선 구간별 사업 추진현황(2) ····· 19
<표 2-5> 코레일 준고속화 노선 및 연계노선 사업 추진현황 ····· 20
<표 2-6> 철도분담율 1%포인트 증가시 사회비용 효과 ····· 27
<표 2-7> 화물 품목별 화물열차 표정속도 ····· 30
<표 2-8> 국내 노선별 화물열차 표정속도 ····· 31
<표 2-9> 화물 품목별 화물열차 정시율 ····· 32
<표 2-10> 제3차 국가철도망 구축계획 사업내역 ····· 40
<표 2-11> 철도전환 교통보조금 집행현황 ····· 47
<표 2-12> 품목별 협약물량 및 배정금액(2019년도) ····· 47
<표 2-13> 일대일로 추진 연혁 ····· 49
<표 2-14> 중·유럽 열차 건설 반전 계획 ····· 50
<표 2-15> 중·유럽 고속화물 열차운행 횟수 및 물동량(2011~2017) ····· 51
<표 2-16> 중·유럽 고속화물 열차 주요 노선 및 화물정보 ····· 52
<표 2-17> 충칭~뒤스부르크 운임 및 시간(40피트 컨테이너 기준) ····· 53
<표 2-18> 영국의 주요 철도화물육성정책 ····· 54
<표 2-19> 철도화물보조금 제도의 변화 ····· 56
<표 2-20> 프랑스 SNCF 무인화 단계 ····· 56
<표 2-21> 포장 유형에 따른 철도화물 운송 ····· 58
<표 2-22> 프랑스 복합운송 운영 지원금(2013~2018) ····· 58
<표 2-23> 물류 혁신 2030 프로그램 ····· 60
<표 2-24> 국가별 알프스 횡단 물동량(2018년 기준) ····· 62
<표 2-25> 블록체인 제도권 및 비제도권 현황 ····· 66
<표 2-26> 블록체인 장점 ····· 66
<표 2-27> 국외 블록체인 기술 정책 동향 ····· 67
<표 2-28> 사업계획서 평가항목 ····· 71
<표 2-29> 경유 가격 추이 ····· 71
<표 2-30> 국내화물 수송실적(톤 기준) ····· 72
<표 2-31> 국내화물 수송분담률(톤-km 기준) ····· 72
<표 2-32> 연도별 LPI 지수 ····· 75
<표 2-33> 국내 택배 시장 매출액 추이 ····· 76
<표 2-34> 국내 택배 물동량 추이 ····· 77
<표 2-35> 신선 물류 물동량 추이 ····· 79
<표 2-36> 한국의 인구추이 ····· 80
<표 2-37> 수요계층별 소비 형태 및 식품 니즈 ····· 81
<표 2-38> 이커머스 새벽 배송 서비스 현황 ····· 82
<표 2-39> 국내 블록체인 기술개발 업체 및 현황 ····· 84

<표 2-40> 연도별 화물 수송실적 ····· 86
<표 2-41> EU 화물운송 실적 ····· 87
<표 2-42> 유럽 국가별 화물 수송분담률 ····· 87
<표 2-43> 일본의 수단별 수송량 및 분담률 현황 ····· 90
<표 2-44> 중국 공유경제 일자리 창출 실적 ····· 94
<표 2-45> 상위 10개 유니콘 기업중 공유경제 기업 ····· 94
<표 2-46> 콜드 체인 현황 및 블록체인 장점 ····· 95
<표 2-47> 검색DB 및 검색범위 ····· 96
<표 2-48> 분석대상 기술 분류 ····· 97
<표 2-49> 유효특허 선별결과 ····· 99
<표 2-50> 경쟁자 Landscape ····· 111
<표 2-51> 대분류 기술의 주요 출원인 현황(Top10) ····· 122
<표 2-52> 미국 등록 특허기준 특허지표 설명 ····· 128
<표 2-53> 국가별 기술 수준 지표분석 결과 ····· 129
<표 2-54> 논문 분석 기준 ····· 132
<표 2-55> 유효 논문 확보 과정 ····· 132
<표 2-56> 분석대상 유효논문 선별 결과 ····· 133
<표 2-57> 저널별 최근 5년 주요 논문 현황 ····· 136
<표 2-58> 선행연구내용 및 결과분석 ····· 142
<표 2-59> 기존 연구와 본 연구의 차별성 비교 ····· 145
<표 2-60> 이탈리아 수단별 내·외수 물동량 변화 ····· 147
<표 2-61> 이탈리아 수단별 내수 물동량 변화 ····· 148
<표 2-62> 중·유럽 고속화물열차 노선 및 수송품목 ····· 150
<표 2-63> 철도물류산업 현황조사 세부내용 ····· 166
<표 2-64> 기술수요조사 설문지 양식 ····· 167
<표 2-65> 철도 물류 운영사 수요조사 세부 내용 ····· 169
<표 2-66> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 적정 운임 수요조사 결과 ····· 170
<표 2-67> 철도물류 운영사 운영 방식 수요조사 결과 ····· 171
<표 2-68> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 적정 운행속도 수요조사 결과 ····· 171
<표 2-69> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술 ····· 173
<표 2-70> 화주 수요조사 세부 내용 ····· 174
<표 2-71> 식료품 업체 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술 ····· 179
<표 2-72> 전자제품업체 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술 ····· 180
<표 2-73> 물류 운영사업자 수요조사 내용 ····· 181
<표 2-74> 물류 운영사업자 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술 ····· 182
<표 2-75> 고속화 복합화물 열차 수요조사 결과 요약 ····· 185
<표 2-76> KMI 2019국내 물류기술 수요조사 및 분석 도출 후보 과제 및 세부 요구기술 ····· 186
<표 2-77> 과제도출 요소기술 ····· 190
<표 2-78> 제1차 철도 물류 산업 육성계획 ····· 193
<표 2-79> 고속화 복합화물 운송 철도화물 운영방안 ····· 201
<표 2-80> 고속화 복합화물 화차 컨셉 구성방향 ····· 206

<표 2-81> LPI 순위 ····· 213
<표 2-82> 콜드 체인 품목 농식품 수출입 물동량 및 금액 ····· 214
<표 2-83> 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발 연구내용 ····· 219
<표 2-84> 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발 연구내용 ····· 220
<표 2-85> 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발 ····· 221
<표 2-86> 컨테이너 화물열차 운행 현황 ····· 223
<표 2-87> 의왕시에서 유출/유입되는 철도 컨테이너 물동량 ····· 223
<표 2-88> 부산광역시 강서구에서 유출/유입되는 철도 컨테이너 물동량 ····· 224
<표 2-89> 주요 수요 발생지역 특성 ····· 226
<표 2-90> 2019년 부산신항역 출/도착 컨테이너 물동량 ····· 227
<표 2-91> 사업 시행 시/미시행 시 수송시간 및 수송 속도(예시) ····· 227
<표 2-92> 고속화 복합화물 열차운행 시 통행시간 개선 효과 ····· 228
<표 2-93> 인천공항 수출화물의 시·도별 기점 ····· 231
<표 2-94> 정책성 분석 항목의 범주화 ····· 244
<표 2-95> 동해북부선 및 동해선 강릉~제진 구간 추진 연혁 ····· 251
<표 2-96> 경의선 남북연결 및 전철화 추진 연혁 ····· 252
<표 2-97> 분석모형에 사용된 파라미터 ····· 255
<표 2-98> 화물열차 10편성의 운행정보 ····· 259
<표 2-99> 여객열차 속도에 따른 화물열차 지연효과 분석결과 ····· 260
<표 2-100> 열차 중량 ····· 263
<표 2-101> 속도별 주행저항 ····· 264
<표 2-102> 고속전철 점착계수 비교표 ····· 266
<표 2-103> 8량 편성 고속화 복합화물화차 추진성능 검토 결과 ····· 267
<표 2-104> 국내 고속열차의 추진성능 비교 ····· 268
<표 2-105> 250km/h 8량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능 ····· 270
<표 2-106> 220km/h 8량 편성 고속화 복합화물화차 추진성능 ····· 272
<표 2-107> 200km/h 8량 편성 고속 화물열차 추진성능 ····· 274
<표 2-108> 철도차량의 가속도 비교 ····· 276
<표 2-109> 10량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능 ····· 277
<표 2-110> 11량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능 ····· 278
<표 2-111> 화물차량의 적재 중량 검토 ····· 280
<표 2-112> 화물적재 방법 개선 ····· 281
<표 2-113> 고속화 복합화물 화차의 총 제동력 ····· 282
<표 2-114> TSI 점착계수 값 ····· 282
<표 2-115> KTX-산천 회생제동력 ····· 283
<표 2-116> 300km/h 고속화 복합화물 화차 제동성능 계산 결과(8모터 정상운전) ····· 284
<표 2-117> 운행속도별 제동거리 ····· 285
<표 2-118> 고속화 복합화물 화차 검토대상 및 물동량 ····· 288
<표 2-119> 고속화 복합화물 화차 검토대상 및 물동량 ····· 289
<표 2-120> 품목별 최적운행방안 ····· 290
<표 2-121> 신선물류 관련 선행연구 ····· 292

<표 2-122> 최적 운행속도 설정시 고려사항 ····· 293
<표 2-123> 물류 운영사업자별 중앙 집배송 위치 ····· 294
<표 2-124> MTI 코드표 대분류 ····· 299
<표 2-125> MTI 분류에 따른 수송 검토대상 품목 ····· 300
<표 2-126> 주요 수송 검토대상 품목 ····· 301
<표 2-127> 2017년 전국 컨테이너 화물물동량 OD ····· 303
<표 2-128> 2017년 전국 전체 품목 화물물동량 OD ····· 304
<표 2-129> 2017년 전국 화물자동차 OD ····· 305
<표 2-130> 2017년 수출·일 적·공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위) ····· 306
<표 2-131> 2017년 수출 적 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위) ····· 307
<표 2-132> 2017년 수출 공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위) ····· 307
<표 2-133> 2017년 수입 적 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위) ····· 308
<표 2-134> 2017년 수입 공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위) ····· 308
<표 2-135> 2017년 부산항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분) ····· 309
<표 2-136> 2017년 부산항 수출입 컨테이너 처리실적(운송수단 구분) ····· 310
<표 2-137> 부산항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 310
<표 2-138> 부산항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 311
<표 2-139> 부산항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 311
<표 2-140> 부산항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 312
<표 2-141> 부산항 철도운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 312
<표 2-142> 부산항 철도운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 313
<표 2-143> 2017년 광양항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분) ····· 314
<표 2-144> 2017년 광양항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분) ····· 314
<표 2-145> 광양항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 314
<표 2-146> 광양항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 315
<표 2-147> 광양항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 315
<표 2-148> 광양항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 316
<표 2-149> 광양항 철도운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 316
<표 2-150> 광양항 철도운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 317
<표 2-151> 2017년 인천항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분) ····· 317
<표 2-152> 2017년 인천항 수출입 컨테이너 처리실적(도로/연안운송 구분) ····· 317
<표 2-153> 인천항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 318
<표 2-154> 인천항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 318
<표 2-155> 인천항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 319
<표 2-156> 인천항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년) ····· 319
<표 2-157> 유라시아 주요국 대상 인천공항 수출입 현황 ····· 320
<표 2-158> 유라시아 주요국 대상 부산항 수출입 현황 ····· 320
<표 2-159> 유라시아 주요국 대상 인천항 수출입 현황 ····· 320
<표 2-160> 수송 검토대상 품목 수출입 현황 ····· 321
<표 2-161> 한국~유럽 육상 및 해상 경로 요약 ····· 326
<표 2-162> 부산-함부르크-베를린 복합운송 노선 운임·거리 및 리드타임 ····· 327

<표 2-163> 부산-블라디보스톡-베를린 복합운송 노선 운임·거리 및 리드타임 ····· 327
<표 2-164> 인천～상하이～유럽 해운+철도 경로 개요 ····· 328
<표 2-165> 고속화 복합화물 철도물류 TKR 연결 전후 부산-블라디보스토크-유럽 경로 비교 ····· 330
<표 2-166> 고속화 복합화물 철도물류 TKR 연결 전후 서울(인천)-다롄-유럽 경로 비교 ····· 331
<표 2-167> 유라시아 물동량 일부 철송에 따른 편익(한국철도공사의 운임 수입) 전망 332
<표 2-168> MTI 분류에 따른 수송 검토대상 품목 ····· 338
<표 2-169> KTDB 화물품목구분 ····· 339
<표 2-170> 분석대상범위의 화물 수단분담 현황 ····· 342
<표 2-171> 로짓모형의 효용함수 ····· 343
<표 2-172> 로짓모형 초기 입력값 ····· 344
<표 2-173> 선행연구의 화물시간가치 ····· 344
<표 2-174> 기준연도 수단분담 산출결과 ····· 345
<표 2-175> 수송대상품목 물동량 ····· 346
<표 2-176> 수단분담률 산출 결과(컨테이너) ····· 347
<표 2-177> 수단분담률 산출 결과(일반화물/신선화물) ····· 347
<표 2-178> 시나리오1 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과 ····· 348
<표 2-179> 시나리오2 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과 ····· 348
<표 2-180> 시나리오3 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과 ····· 349
<표 2-181> 차종별・속도별 차량운행비용(2018년 가격 기준) ····· 351
<표 2-182> 수단별 평균 통행시간가치(전국권) ····· 353
<표 2-183> 도로유형별 교통사고 발생비율 ····· 353
<표 2-184> 도로부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함) ····· 354
<표 2-185> 차종별・속도별 대기오염비용(2018년 기준) ····· 355
<표 2-186> KTDB 지역(존) 체계 ····· 356
<표 2-187> 편익 분석결과 ····· 358
<표 2-188> 고속화물열차 운행횟수 ····· 359
<표 2-189> 화차 소요량 수 산정 ····· 360
<표 2-190> 토공 표준공사비 ····· 361
<표 2-191> 교량 표준공사비 ····· 362
<표 2-192> 궤도 표준공사비 ····· 362
<표 2-193> 시스템(전력, 신호, 전철화) 공사비 추정 결과 ····· 362
<표 2-194> 경제성 분석결과 ····· 363
<표 2-195> 전체과제별 연구 인력 구성 ····· 364
<표 2-196> 세부내용별 연구 인력 구성 ····· 365
<표 2-197> 세부과제별 총괄 예산 ····· 367
<표 2-198> 연구개발비 소요예산 ····· 368

<그림 차례>

[그림 2-1] 고속화 복합화물 운송철도 물류 혁신기술 개념 ····· 11
[그림 2-2] 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021) 목표 및 전략 ····· 14
[그림 2-3] 코레일 여객 수송량 추이 비교 ····· 14
[그림 2-4] 코레일 화물수송량 추이 비교 ····· 15
[그림 2-5] 코레일 고속선 및 주요화물거점 영향권 ····· 21
[그림 2-6] 한반도 신경제지도 구상 3대 경제벨트 ····· 22
[그림 2-7] 유라시아 물류 인천-다롄-유럽 해운 철도 경로 ····· 22
[그림 2-8] 남북 및 대륙철도 미래핵심요소 기술 전문화 분야 ····· 23
[그림 2-9] 도로 온실가스 배출량 추이 ····· 24
[그림 2-10] 운송수단별 온실가스 배출량 비교 ····· 25
[그림 2-11] 도로교통 사고 및 교통체증 문제 사례 ····· 25
[그림 2-12] 차종별 교통사고 비교(자전거 사고 상대 차량) ····· 26
[그림 2-13] 차종별 교통사고 치사율 비교(1당사자 및 2당사자) ····· 26
[그림 2-14] 지역간 도로의 교통환잡비용 추정결과(2011년) ····· 27
[그림 2-15] 저속화물 및 고속 여객열차와의 경합 개념도 ····· 28
[그림 2-16] EMU 250 투입으로 인한 여객 및 화물열차의 영향 분석결과 ····· 30
[그림 2-17] 철도 수단선택 중요도 ····· 34
[그림 2-18] 화물 주요품목 특성별 중요도 ····· 34
[그림 2-19] 국내 택배 시장 물동량 추이 ····· 35
[그림 2-20] 국내 새벽 배송 시장 규모 ····· 35
[그림 2-21] 콜드 체인 관리 부재로 인한 위험 ····· 36
[그림 2-22] 제3차 국가철도망 구축계획(안) ····· 41
[그림 2-23] 아시아 횡단철도 기본망 ····· 43
[그림 2-24] 중국 일대일로 구상도 ····· 48
[그림 2-25] 중·유럽 고속화물 열차 3개 루트 ····· 50
[그림 2-26] 중·유럽 고속화물 열차운행 횟수 및 물동량 ····· 51
[그림 2-27] 영국 화물철도 분기별 화물수송량 변화 추이 ····· 55
[그림 2-28] 2019년 영국 철도화물 수송량 ····· 55
[그림 2-29] 프랑스 복합운송 ····· 57
[그림 2-30] 독일 물류 혁신 2030 목표 ····· 59
[그림 2-31] 독일 교통부 도로, 철도투자 2003년 대비 2030 증가분 ····· 59
[그림 2-32] 스위스 연도별 알프스 횡단 트럭 대수 ····· 61
[그림 2-33] 프랑스, 스위스, 오스트리아 2018년 기준 알프스 횡단 물동량 ····· 62
[그림 2-34] 스위스 철도 확장 2030 ····· 63
[그림 2-35] 한국 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율 ····· 73
[그림 2-36] 미국 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율 ····· 73
[그림 2-37] 일본 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율 ····· 74
[그림 2-38] 국내 택배 시장 매출액 추이 ····· 76
[그림 2-39] 국내 택배 물동량 추이 ····· 77

[그림 2-40] 국내 택배 시장 단가 추이 ····· 78
[그림 2-41] 국내 택배 이용 횟수 추이 ····· 79
[그림 2-42] 국내 식품산업 규모 ····· 80
[그림 2-43] 새벽 배송 서비스 시장 규모 및 영향력 ····· 82
[그림 2-44] 국내 블록체인 업체별 변화 ····· 84
[그림 2-45] 국내 블록체인 시장 전망 ····· 85
[그림 2-46] 중국 운송수단별 화물 운송량 추이 ····· 89
[그림 2-47] 중국 및 일본의 철도물동량 변화 추이 ····· 90
[그림 2-48] 글로벌 블록체인 시장 규모 ····· 91
[그림 2-49] 블록체인 솔루션 인식 현황1 ····· 92
[그림 2-50] 블록체인 솔루션 인식 현황2 ····· 92
[그림 2-51] 물류 산업군별 블록체인 관심 수준 ····· 92
[그림 2-52] 블록체인 사용 요인 ····· 93
[그림 2-53] 연도별 특허 동향 ····· 100
[그림 2-54] 국가별 특허출원 현황 ····· 102
[그림 2-55] 주요 국가별 내·외국인 특허 출원 현황 ····· 103
[그림 2-56] 연도별 국가별 내·외국인 특허 출원 현황 ····· 105
[그림 2-57] 특허기술 성장단계별 의미 ····· 106
[그림 2-58] 국가별 전체 기술 성장단계 파악 ····· 107
[그림 2-59] 국가별 기술 성장단계 파악 ····· 109
[그림 2-60] 주요 경쟁자별 세부 기술별 특허분포 ····· 112
[그림 2-61] 국가별 주요 출원인 현황 ····· 113
[그림 2-62] 대분류 기술의 연도별 특허 동향 ····· 114
[그림 2-63] 고속화 복합화물 화차 기술(A) ····· 115
[그림 2-64] 고속화 복합화물 수송화차 기술(B) ····· 116
[그림 2-65] 대분류 기술의 세부기술별 연도별 출원 추이(추세분석) ····· 117
[그림 2-66] 대분류 기술의 구간별 집중도 추이 ····· 118
[그림 2-67] 중분류 기술별 최근 증가율 ····· 119
[그림 2-68] 중분류 기술별 최근 점유율 ····· 120
[그림 2-69] 주요 경쟁자별 세부 기술별 특허 분포 ····· 121
[그림 2-70] 대분류A 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황 ····· 124
[그림 2-71] 대분류B 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황 ····· 125
[그림 2-72] 대분류C 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황 ····· 126
[그림 2-73] 국가별 출원 건수 및 시장확보 지수 ····· 130
[그림 2-74] 국가별 인용도 지수 ····· 130
[그림 2-75] 국가별 영향력 지수 및 기술력 지수 ····· 131
[그림 2-76] 연도별 논문 발표 추이 ····· 134
[그림 2-77] 논문 발행주요 기관 현황 ····· 135
[그림 2-78] 연도별 논문 발표 추이 ····· 135
[그림 2-79] MERCITALIA FAST 운행 방식 ····· 146
[그림 2-80] Mercitalia Fast 서비스에 사용되는 롤 컨테이너 ····· 147

[그림 2-81] 이탈리아 물동량 변화 ····· 148
[그림 2-82] Mercitalia Fast 서비스에 사용되는 ETR 500 열차 ····· 149
[그림 2-83] ETR 500 객차 좌석 모습 ····· 149
[그림 2-84] ETR 500 화차 개조 모습 ····· 149
[그림 2-85] 중·유럽 고속화물 열차 ····· 151
[그림 2-86] TGV La Poste 노선 ····· 151
[그림 2-87] 프랑스 TGV La Poste ····· 151
[그림 2-88] Parcel InterCity 노선 ····· 152
[그림 2-89] Parcel Intercity Train ····· 152
[그림 2-90] Swedish postal 노선 ····· 153
[그림 2-91] PostNord Sverige train ····· 153
[그림 2-92] Rail Class 325 노선 ····· 154
[그림 2-93] Rail Class 325 ····· 154
[그림 3-94] 기획 연구 비전 및 전략 개념 ····· 155
[그림 3-95] 연구 목표 연계 개념도 ····· 156
[그림 2-96] 고속화 복합화물 철도물류 혁신기술개발 필요성 개념도 ····· 157
[그림 2-97] 조사대상업체 매출 규모 ····· 174
[그림 2-98] 화주 고속화 복합화물 열차 수요조사 표본 ····· 174
[그림 2-99] 식료품 화주 철도 물류 이용 문제 여부 ····· 175
[그림 2-100] 전자부품 화주 철도 물류 이용 문제 여부 ····· 176
[그림 2-101] 제지업체 화주 철도 물류 이용 문제 여부 ····· 176
[그림 2-102] 식료품 업체 운임 비용 수요조사 결과 ····· 177
[그림 2-103] 전자제품업체 운임비용 수요조사 결과 ····· 178
[그림 2-104] 제지업체 운임비용 수요조사 결과 ····· 178
[그림 2-105] 우선순위 핵심기술 과제도출 과정 ····· 192
[그림 2-106] 고속화 복합화물 운송 철도물류 최종 핵심기술 과제도출 ····· 192
[그림 2-107] 고속·복합운송 철도 물류 혁신 기술분류 ····· 193
[그림 2-108] 고속화 복합화물 화차 기술개발(영업운행속도:200Km/h) ····· 198
[그림 2-109] 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상하역 기술 개념도 ····· 199
[그림 2-110] 고속 복합운송 정보통합 플랫폼 ····· 200
[그림 2-111] 고속화 복합화물 운송 및 인프라 공유플랫폼 개념도 ····· 201
[그림 2-112] 고속화 복합화물 철도 수송시스템 기술 트리 ····· 202
[그림 2-113] 고속화물철도 수송 속도(200km/h) 선정의 적합성 비교 ····· 203
[그림 2-114] 세부과제별 연구과제 추진 방향 체계도 ····· 205
[그림 2-115] 고속화 복합화물 화차 편성 개념도 ····· 207
[그림 2-116] 고속화 복합화물 스마트 자동상하역 개념도 ····· 209
[그림 2-117] 고속복합화물 통합 플랫폼 모니터링(예시) ····· 210
[그림 2-118] 실시간 화물상태 모니터링(예) ····· 211
[그림 2-119] 운전자용 애플리케이션 통한 실시간 육상정보 및 예약 애플리케이션 ····· 211
[그림 2-120] 인프라 공유플랫폼 ····· 212
[그림 2-121] 대륙 간 열차 모니터링 및 블록체인 통한 스마트 컨트랙트, 인수증명 ·· 212

[그림 2-122] 국가별 물류비 및 GDP 대비 물류비 ····· 213
[그림 2-123] 고속화 복합화물 기술개발 로드맵 ····· 218
[그림 2-124] 지역별 철도 컨테이너 화물 운송 비율 ····· 222
[그림 2-125] 주요 수요 발생지역 위치 현황 ····· 225
[그림 2-126] 수색역 인근 현황 ····· 228
[그림 2-127] 인천공항발 고속철도(ATX) 노선도 ····· 230
[그림 2-128] 인천공항발 고속철도(ATX) 노선도 상세 ····· 230
[그림 2-129] 국가철도망 구축 계획도 ····· 248
[그림 2-130] 철도 물류 산업육성 추진과제 ····· 250
[그림 2-131] 시공간 네트워크에서의 열차 경합 검지 ····· 254
[그림 2-132] 중앙선 열차운행 패턴 ····· 256
[그림 2-133] EMU 250 열차운행에 따른 열차운행 패턴과 경합 ····· 257
[그림 2-134] 열차경합이 해소된 열차선도 ····· 258
[그림 2-135] EMU 250 열차 정차패턴의 가정 ····· 259
[그림 2-136] EMU 250 속도증가에 따른 10편성 화물열차 지연분석 ····· 260
[그림 2-137] EMU 250 속도증가에 따른 15편성 화물열차 지연분석 ····· 261
[그림 2-138] EMU 250 속도증가에 따른 20편성 화물열차 지연분석 ····· 261
[그림 2-139] 고속화 복합화물 화차 8량 기본편성도 ····· 262
[그림 2-140] SNCF 고속용 점착계수 ····· 266
[그림 2-141] 고속화 복합화물 화차 8량 편성 견인력 선도 ····· 267
[그림 2-142] 250km/h에서 8량 편성 견인력 선도 ····· 271
[그림 2-143] 220km/h에서 8량 편성 견인력 선도 ····· 273
[그림 2-144] 200km/h에서 8량 편성 견인력 선도 ····· 275
[그림 2-145] 고속화 복합화물 화차 10량 편성 견인력 선도 ····· 277
[그림 2-146] 고속화 복합화물 화차 11량 편성 견인력 선도 ····· 279
[그림 2-147] 고속화 복합화물 화차 제동력 선도(8모터 정상운전) ····· 285
[그림 2-148] 연구의 분석 흐름 ····· 287
[그림 2-149] 부산-베를린 해운 경로 ····· 326
[그림 2-150] 인천-다롄-유럽 해운+ 철도 경로 ····· 327
[그림 2-151] 인천-상하이-유럽 해운_철도 경로 ····· 328
[그림 2-152] TKR과 연결 가능한 대륙철도 노선 ····· 331
[그림 2-153] 인천공항 화물처리량 ····· 333
[그림 2-154] 독일 DB SCHENKER의 Sea & Air 서비스 설명 ····· 333
[그림 2-155] 인천공항발 고속철도(ATX) 연결 기본방향 ····· 335
[그림 2-156] 시나리오별 노선도 ····· 338
[그림 2-157] 로짓모형의 일반식 ····· 342
[그림 2-158] 기획연구 내용 및 과제간 성과 연결 개념도 ····· 384

1. 연구개발 과제의 개요

가. 기획연구의 목적 및 필요성

○ 전국 고속화 철도망(200km/h 이상) 확대 및 스마트 첨단운영환경 변화에 맞추어, 국내 도로 중심의 물류 운송체계와 저속 노후 화물철도(최고 운행속도 120km/h)의 한계를 극복할 수 있는 철도화물수송 중심의 고속화 복합화물 운송 물류 서비스 기술개발 및 실증 체계구축 등 관련 기술개발 기획

- 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 혁신기술에 필요한 요구조건 검토
- 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 혁신 활용방안 및 실용화방안 제시
- 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 혁신기술개발 전략 수립 및 RFP 작성

○ 기획연구의 기본 연구방향은 고속화 철도망을 중심으로 한 복합운송 스마트 철도물류 구축 및 이를 위한 제반 운영기술을 개발하는 것으로 설정

- 고속화 일반철도노선(180-200km/h이상)를 중심으로 한 국가 고속화 복합화물물류체인중심 축 구축
- 대륙철도 국가물류효율화 제고 및 세계 기술선도형친환경적 물류서비스 환경 구축
- 타 수단간물류산업 참여자 모두가 상생하는 하는 스마트 복합운송 물류사업화모델 제시
- 현재의 Point-to-Point Model을 Hub-&-Spoke Model 로 전환하여 철도중심의 물류수송 체계로 수단전환

○ 수요자 맞춤형 철도 물류 서비스의 고도화 필요

- 화주는 종합물류서비스(포장, 상하차, 수송, 보관, 정보서비스) 요구

  : 철도물류는벌크화물과 컨테이너에 집중되고 운송 위주 서비스 제공

- 수출입 , 택배, 생활물류, 콜드체인 등 고부가가치 서비스 요구

  : 콜드체인은 안전성, 신뢰성, 신선도가 생명으로 고속화는 이를 충족할 수 있는 수송 수단임

- 세계 콜드체인 시장은 2015년 이후 연평균 14%, 2024년까지 약 3,860억 달러규모 성장 예상

  : 코로나19 등으로 인해 콜드체인 품목에 대한 수요가 더욱 증가할 것으로 예상

○ 국내 철도화물 운영기관인 코레일의 경우 최근 철도 고속화 환경변화에 따른 수송서비스 체계의 변화 요구에 직면

- 준고속선 확대 운영(고속 여객EMU 투입) 에 따른 화물열차 운행방안 검토 필요

  : 강릉선, 영동선 연결(동해- 강릉), 중앙선, 서해선 등 준고속및 일반 선로에 대한 화물열차 운영방안 및 화물수송시스템 구축방안

○ 고속화 영업노선에서의 여객열차 수준의 속도 경쟁력 향상 필요

- 여객열차 고속화에 따라 저속화물열차의 지연발생 심화

  : 낮은 우선 순위로 인해 표정속도운행(화물 60km/h, 여객 93.9km/h)

- 물류서비스 품질 수준 매우 낮음

  : 정시율 수준 화물열차 68.3%, 여객열차 98.8% 정도

○ 도로대비 경쟁력 약화 주요 원인으로 셔틀 수송, 상하역시간 지연 및 환적 부대비용 큰 비중이 문제

- 셔틀 수송 및 하역시간 지연에 따른 수송시간 지연(2-3시간 소요)

  : 철송장작업시간 및 중간취급역입환시간과다소요(30량 1편성 84분, 입환시간:최소 1시간 이상)

- 높은 환적부대 비용(철도물류비용의 50% 차지)

  : Trainstainer 및 Reach Stacker 구입 및 유지비용 과다소요(T/T 대당 약30억, R/S대당 약 6.5억)

○ 정부 주도의 동아시아 철도 공동체 추진을 통한 대륙연결 고속화물철도 수송수단 연구의 필요성 제시

- 한반도 신경제지도 구상 3대 경제벨트을 통한 신 성장동력 확보 및 북방경제연계 추진을 위해 고속으로 대륙을 연결하는 고속화물 국제연견 수단

의 필요성 대두

○ 철도화물 수송분담율 증가 정책에 따른 친환경 비용 절감 효과 기대

- 철도화물 수송분담율 1%p 증가 시 도로교통사고, 혼잡비용 등 사회 환경적으로 2,303억원의 비용절감 효과가 발생할 것으로 분석(톤km기준 수송분담율:5.5%)

○ 코레일 KTX 소화물 특송서비스의 물량 정체 도달에 따른 해결책 마련 시급

- 여객열차의 캐리어 공간을 이용한 적재/이송 서비스로 인해 적재량의 한계가 발생
- 여객과 동일한 이동 통로를 사용함에 따라 원활한 화물취급이 어려움
- 짧은 정차 시간에 많은 물량을 처리해야 함● 열악한 환경으로 인해 낙상사고 발생 등 안전한 작업환경 미흡
- 화물 취급을 위해 많은 작업인력이 소요 및 화물 보안문제 등

○ 무궁화호를 이용한 일반철도 기반의 당일 특송서비스의 수준 향상 필요

- 현재 우체국의 경우 당일 특송을 진행하고 있지만 소량에 그치고 있음

나. 기획연구의 내용 및 범위

(1) 기술개발 동향 및 수요조사, 기술 및 모델 정의

○ 기술의 정의 및 분류체계

- 고속화 철도망 중심의 복합화물 운송 고속물류 체인 서비스 개발을 위한 기술 정의 및 분류체계 설정
- 새로운 철도 물류 수송 수단 및 플랫폼 개발 관련 기술 정의 및 분류체계 설정
- 기술의 효과 검증과 관련 기술의 고도화 가능성 검토를 위한 실증연구 방향 및 세부 체계 설정

○ 기술개발 동향 및 환경 분석

- 국내외 고속화 철도망 중심의 복합운송 고속물류 체인 서비스와 관련한 정책・시장・기술・DB 구축 동향 및 전망 분석
- 국내・외 기술개발현황 및 국내 기술 인프라·기술 인력 현황(기업, 연구소, 대학 등) 분석
- 기술개발에 대한 국내 수요처 의견수렴 및 시장 요구사항 분석
  - 본 기술의 주요 수요처인 국토교통부 및 물류 산업체, 물류 운송사, 철도 물류 주체 및 관련 기관의 의견수렴 및 요구사항, 구체적 여건 분석 포함

○ 기술수요/한계, 기술예측 조사 및 실용화를 위한 개선방안 제시

- 특허/논문 동향분석을 통해 국내외 기관의 원천특허 보유 여부, 기술경쟁력 등 분석

○ 동향분석 결과를 바탕으로 기술개발 추진 방향 정립(SWOT 분석 등)

○ 기술개발에 따른 미래상 및 필요성 분석

(2) 기술개발 전략 수립, 연구내용 설정

○ 기술개발 전략 수립

- 고속화 철도 물류 중심의 복합화물 고속물류 체인 서비스 운영에 필요한 핵심기술 비전 및 기술발전 시나리오, 기술 로드맵 제시
- 비전 달성을 위한 세부 목표 및 중점분야 설정
- 중점 추진 분야별 연구개발 후보 과제 설정

○ 연구개발 후보 과제 우선순위 도출

- 고속화 물류 체인 서비스 구현을 위한 핵심기술에 대한 기술적 시급성, 실현성, 진보성, 경제적 탁월성을 보장할 수 있는 후보 과제 군 도출
- 후보 과제별 기술개발 목표 및 최종성과물 설정, 후보 과제 간 연계 및 중복 검토(특허 분석 포함) 등 종합검토

○ 과제추진 체계(연구단, 일반과제 등)설정

(3) 연구개발과제 기획

○ 연구 목표 및 범위 설정

- 목표 및 연구범위 설정
- 연구범위 및 핵심과제 설정
  - 기술개발의 정의 및 추진체계 수립
  - 고속화 철도 중심의 물류 체인 수송시스템 핵심기술, 스마트 물류 상·하역 환적 기술, 서비스 운영시스템, 실증 방안 등
- 세부과제(핵심 요소기술) 도출 및 연구내용 설정
  - 핵심 요소기술별 기술유형 제시
- 세부과제 연차별·단계별 성과목표(정량적, 정성적)와 성과지표(필수지표 포함)설정 및 성과 로드맵 제시
  - 요소기술별 가능한 정량적 목표(목표 성능, 기술 수준, 시장 진입 가격 수준 등)를 제시하고, 실용화 기술의 경우 시장경쟁력 확보방안을 반드시 포함
  - 핵심 성과는 연구개발과정에서 도출되는 산출물(Output)과 연구개발 종료시(종료 후) 최종 달성되는 성과물(Outcome)로 구분하여 제시

○ 연구 목표 달성을 위한 추진방안 수립

- 기존기술·인프라 등의 활용 및 연계방안 수립
  - 기술 수요기관(화주, 공사, 민간기업 등)의 충분한 의견수렴을 통한 실용성

확보

· 국내 관련 기관과 실무 전문가 분석, 활용계획 포함

- 컨소시엄 형태 등 최적 연구추진체계 제안

· 참여 주체별 역할과 전문영역을 고려한 바람직한 추진체계 제시

○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시

- 제도·정책 활용, 현장 적용, 테스트베드 및 시범사업 추진 효율성 극대화를 위해 국내 물류 거점 지역을 Hub-&-Spoke Model로 전환하여 스마트 고속화 철도망을 중심으로 한 고속화 물류 서비스 인프라 구축 협력 및 효율적 업무추진 방안제시

- 주요 전국 고속화 철도망인 준고속(200km/h 이상) 고속화 신설노선 및 기존 일반철도 노선(150km/h 이하) 등을 대상으로 테스트베드 설치 및 실증연구를 위한 시범운영 실행방안 제시

· 국토교통부 및 물류 운영 주체, 철도 물류 운영기관과의 중장기적 업무 협조체계 구성방안 및 관련 업무 지원·협업을 위한 포괄적 실행방안 제시

· 테스트베드 설치 또는 실증 연구 등과 관련하여 주요 수요기관인 국토교통부, 코레일, 물류 운영사 등 해당 기관과 관련 기술의 유치희망기관(공사, 민간기업 등)을 조사하고, 가능한 범위에서 유치 희망 의사와 후보지, 규모, 실증/테스트베드 예산 등 제시

- 성과분석 및 검증방안 제시

· 핵심성과별 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 질적 성과점검(측정) 기준 및 측정방법 제시

- 관련 제품/기술의 해외시장 진출전략 제시

○ 사전타당성 검토

- (정책적 타당성 검토) 국가 전략적 중요성, 상위계획과의 부합성, 연구개발 추진상의 위험요인과 대응 방안 등에 대한 검토

- (기술적 타당성 검토) 기술개발 계획의 타당성, 기술개발 목표 수준 및 개발 성공 가능성 등에 대한 검토

- (경제적 타당성 검토) 경제성 분석, 경제·사회적 파급효과 등에 대한 검토

○ 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준설정

- 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성
- 연차별 평가 기준설정

다. 기획과제의 결과

○ 본 연구 기획은 최근 점점 축소되고 있는 철도의 물류 수송 분담율을 제고하기 위한 국가 정책을 효과적으로 성취하기 위하여 고속화, 자동화, 지능화를 기반으로 하는 복합화물 수송 관련 기술 개발을 도출.

○ 이를 위하여 본 기획과제는 물류 관련 국내외 국가의 정책, 물류시장동향, 기술개발 동향, 유사 수행과제 및 연구개발 인프라 등을 분석하였음.

○ 이를 기반으로 연구개발을 위한 세부 추진과제, 전략 및 일정계획, 및 예산 등을 연구하여 제시함.

○ 또한 사전 타당성 분석을 통해 화물 수송 분담율 변화를 전망하고 편익을 산정하여 제시함.

○ 본 기획과제는 철도화물 수송체계를 재정립하고 관련 기술을 정의하기 위하여 철도화물 수송체계의 문제점을 기반으로 추진되고 있는 (1) 국가의 물류 활성화 정책, (2) 철도물류활성화 정책, (3) 국가 철도망 구축계획, (4) 철도의 화물 수송 동향, (5) 해외 주요 국가의 물류정책 등을 분석힘.

○ 국내외 정책 동향 및 환경 분석, 기술분석을 통해 기술개발의 타당성 확보 및 연구 방향 제시

- 수송, 환적, 정보・운영시스템 및 실용화 기반기술 개발을 포괄하는 연구개발 과제 도출

○ RFP 연구과제 및 연구개발 주요 내용 및 예산, 추진방안을 제시

- 200km/h급 고속화 복합화물 화차 차량 설계 및 제작 핵심기술 기술개발
- 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상·하역 이송장치 기술, 실시간 정보 종합운영시스템 기술개발 및 테스트베드 구축/평가 기술

라. 기대효과

(1) 정책적 측면

○ 제3차 국가철도망 구축계획안에서 제시하는 국민의 행복과 지역발전을 실현하는 철도로서 고속화 복합화물 운송을 통한 지역 간 물류 서비스 격차 해소

○ 국가균형발전과 기간교통망의 공공성 강화 정책들이 지역경제 활성화라는 직·간접적인 공통의 목표를 지향하고 있는 것에 착안하여 도심 중심의 생활 물류를 고속화 복합화물 서비스를 활용하여 사각지대 없는 물류 서비스 제공

○ 남북한 통일시대 및 신북방 정책에 대비한 유라시아 대륙철도 기술 구축

(2) 기술적 측면

○ 국가의 차세대 성장동력 산업인 IT, BT, NT 및 부품 소재 산업의 긴급성, 민감도, 기회비용이 높은 화물에 대한 수송 안정성 및 신속성을 보장하는 정부주도의 혁신적 고속화 복합화물 철도 물류 혁신 핵심 기술개발

○ 낙후된 화물철도 부문에 첨단 스마트 물류 상·하역 시스템 기술을 도입함으로써 화물 환적에 걸리는 시간, 인력 등을 최소화하고, 타 운송 수단과의 연계기술을 향상

○ 고속화 복합화물 운송철도 수요 특성 분석 기술개발로 실질적인 수요에 따른 운송 계획에 기초자료로 활용이 가능. 운영노선 및 정차역 변화에 따른 수송수요 예측이 가능하며, 이에 따른 수송계획의 수정 및 변경이 가능

○ 남북철도 개통 및 유라시아 철도와 연계를 통한 수송 수요 및 수송 수단의 변화 분석이 가능

○ 고속화 복합화물 운송철도 운송에 있어 변화가 필요한 고속화 복합화물 화차, 스마트 철도물류 상하역 환적기술 등의 기술개발의 가이드 라인을 제시하여 더욱 효율적인 기술개발을 추진할 수 있음

(3) 경제·산업적 측면

○ 여객 수송에 편중된 고속화 복합화물 철도수송 기술을 화물수송 분야까지 확장함으로써 국내 철도수송기술의 비약적 향상 도모

○ 기존 벌크화물 위주의 철도화물 수송에서 고부가 가치 상품으로 철도수송의 물류서비스 스펙트럼을 넓혀 철도화물 시장을 활성화

○ 고속화 철도의 정시성, 신속성, 안전성을 통한 물류 인프라 및 수송서비스 향상으로 국내·외 물류 시장 점유율 향상

○ 고속화 철도기술 경쟁력 향상으로 해외 고속화물철도 사업 진출을 위한 유리한 위치를 선점하고, 국내 고속철도기술을 수출함으로써 철도시스템 엔지니어링 등 전 분야에 걸친 시너지효과 기대

○ 효율적인 환적화물 처리 및 운송 수단 간의 신속한 연결을 통하여, 세계 경제 중심으로 주목받는 동북아 경제권에서 우리나라를 국제적 물류 허브 국가로 자리매김할 수 있게 함

(4) 사회·환경적 측면

○ 녹색 물류를 실현할 수 있는 철도 중심의 간선 간 저탄소·고효율 화물수송 체계구축으로 도로중심에서 철도해운중심으로서의 친환경 녹색물류 체계를 강화하고 '30년까지 국가온실가스 감축목표를 37%로 상향

○ 공로수송으로 발생하는 도로혼잡 및 교통사고 발생 비용을 철도수송으로 전환함으로써 사회적 비용 저감

○ 친 환경수단 이용증진으로 인한 온실가스 배출량 감소로 탄소배출권을 확보하여 국가 주요 수출 부문으로 성장

○ 철도의 고속화 및 편의성 증진으로 기존 철도수송에 대한 화주들의 인식 전환 유도

○ 항공, 철도, 항만 간 철도를 통한 고속화 물류 네트워크 구축으로 국내 물류 수송의 패러다임 전환

2. 연구수행내용 및 성과

가. 기술의 정의 및 필요성

(1) 기술 정의

○ 고속화 복합화물 운송철도 물류 혁신기술은 화물철도 수송시간 단축기술, 철도화물 환적시간 단축기술, 복합일괄 물류 정보 통합운영관리 기술임

- 유라시아 철도, 물류 유통망 연계, 장거리 수송 철도화물 경쟁력 확보를 위해 화물열차 고속화를 통한 철도 물류 고속화 및 서비스 품질 고도화 기술을 개발하고 이를 통해 국가 물류경쟁력 및 산업경쟁력을 확보하기 위함
- 수송 및 환적시간 단축으로 일반 고속화 여객열차 수준(EMU 250km/h급)의 고속화 복합화물 화차(최고설계속도 300km/h, 영업운행속도 200km/h, 표정속도 120km/h)를 개발하고, 혼합화물(컨테이너, 일반화물, 콜드 체인 등)을 환적 할 수 있는 스마트 물류 상·하역 기술과 실시간 복합운송(Intermodal) 정보 통합운영 기술 등을 개발함

○ 새로운 철도 중심의 고속화 복합화물 운송, 철도 물류 혁신 운영서비스 체계를 구축하고, 철도 물류 서비스의 품질을 향상함으로써 급성장 물류 시장의 수요를 철도 물류체계로 수용할 수 있는 견인차 구실을 함



[그림 2-1] 고속화 복합화물 운송철도 물류 혁신기술 개념

(2) 기술 필요성

○ 철도는 다른 교통수단에 비해 정시성, 신속성, 대량수송성의 우수한 점을 갖고 있음. 하지만 자동차의 장점인 고객이 원하는 지점까지 전달하는 것은 철도 서비스만으로 성취하기엔 곤란하므로 복합수송시스템의 활성화가 필요

○ 철도는 국가 수송의 기둥과 같은 역할을 수행하여 경제에 이바지하여야 하며, 국가 간 연계체계를 구축하여 국제 수송의 중심이 되어야 하므로 국제 복합수송체계를 구축하는 것이 매우 필요

○ 개별 수송방식의 도로수송에 비해 매우 낮은 환경 영향으로 최근 탄소배출권 문제가 국제적 이슈로 되어 있어 철도수송의 국제화는 매우 필요한 실정

○ 유럽, 중국 등 주요 수출국들은 복합 철도화물수송 활성화를 위한 계획을 추진하고 있고, 심지어 보조금을 지원하여 물류의 수송에서 철도 역할을 증가시키고 있음

○ 철도화물의 복합화물 수송은 더 효과적이고 효율적으로 고객을 만족시키기 위하여 수송 시간의 단축, 자동화 및 지능화를 통해 구현되는 것이 국제적인 연구추세임

○ 철도화물의 고속화, 환적 설비의 자동화 및 복합물류 관리의 통합화를 위한 플랫폼 구축을 통해 효율적인 스마트 물류 서비스 체계를 구축하고, 국제화하는 것이 필요

(가) 국가 정책적 측면

○ 국가철도망 고속화 정책 기조에 대한 대책 방안 수립

- 제2차 국가철도망 구축계획(2011~2020)에 따르면 일반철도의 여객 운행속도를 200km/h 이상급으로 고속화하고 있어 화물철도 수송 속도 차이는 더욱 벌어지게 됨
- 철도의 수송 분담률을 높이기 위해서는 광역철도의 확대와 지역 간 철도의 속도향상이 필요함. 일반철도는 고속화가 되지 않아 속도 경쟁력이 낮으므로 고속화를 통한 중장거리 경쟁력을 높일 필요 제기

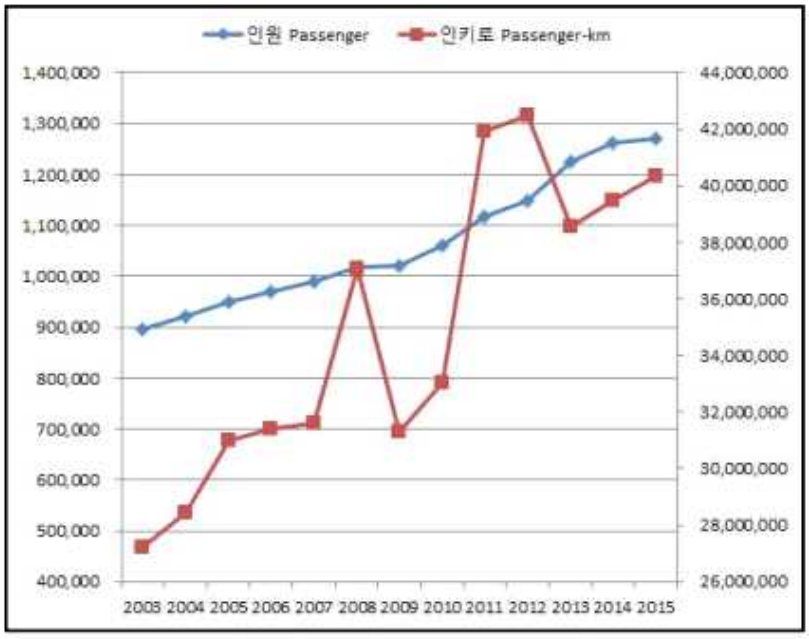
- 일반철도 여객열차 EMU 150, EMU 180, EMU 200, EMU 250등 여러 종류와 저속 화물열차의 혼용으로 기존 화물철도 수송은 더욱 정시성 보장 등 서비스 품질 향상이 어려운 상황으로 처하게 됨.
- 제2차 국가철도망 구축계획(2011~2020)에서 국내 일반철도 노선들이 대부분 200km/h급 이상으로 고속화되고 있음. 따라서, 여객과 철도화물 열차 속도 차이에 따라 철도화물 수송은 운영이 더욱 어려운 상황에 놓이게 됨
  - 저속 화물열차의 경우 고속 여객열차 투입 시 대피 횟수가 더욱 증가함.
- 또한, 정부 주도의 철도 물류 산업 활성화를 위한 관련 '철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률' 제5조 및 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021) 등에서 고속화 화물 열차 기술을 물류 활성화 목표를 충족시킬 수 있는 기반 기술로 제시.
- 정부 주도의 철도 물류 산업 활성화를 위한 관련 '철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률' 제5조 및 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021) 등에서 제시한 고속화 화물열차 기술을 물류 활성화 목표를 충족시킬 수 있는 기반 기술을 제시
- 제1차 철도 물류 산업 육성계획에 따르면 지속 가능하며 효율적인 국가물류체계를 선도하는 철도 물류 산업육성을 위해 철도화물 수송 분담률을 10%까지 높이기 목표를 제시하고 있음, 하지만 여객 수송량 및 화물 수송량의 추이를 살펴볼 때 화물 수송량은 지속해서 감소하고 있는 것이 현실임

비 전	지속가능 · 효율적인 국가물류체계를 선도하는 철도물류산업 육성
목 표	철도화물 수송 분담율 10% 달성(톤 · km, '21)

전 략	추진 과제 및 세부 목표
경쟁력 있는 운영체계 구축	◈철도운임 경쟁력 확보 ◈철도운송 서비스 질 제고 ◈철도물류 전문성·효율성 강화
신속한 인프라 정비·확충	◈대량·복합일관수송 체계 구축을 위한 인프라 확충 ◈수송효율 강화를 위한 인프라 확충 ◈통일대비 철도물류 인프라 확충
다양한 산업육성 기반 마련	◈투자확대 및 민간참여 환경조성을 위한 제도개선 ◈운송업 외 타 산업 육성 ◈도심물류 확대 ◈전문인력 양성 및 산업육성 기반 마련
스마트·효율적인 기술개발	◈대량·고속 수송 기술 개발 ◈철도물류 효율화 기술 개발 ◈철도물류 표준화·정보화

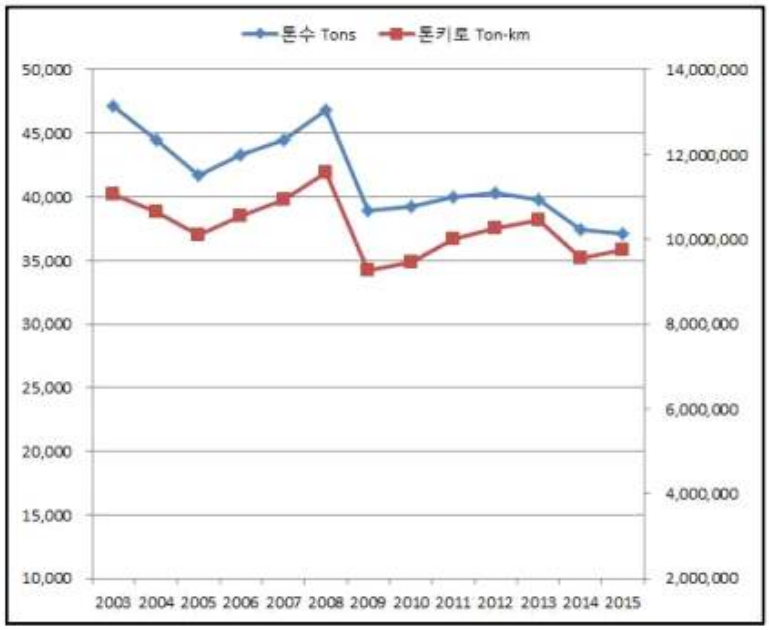
[그림 2-2] 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021) 목표 및 전략

○ '08년-'15년 여객수송량 추이



[그림 2-3] 코레일 여객 수송량 추이 비교

○ '08년-'15년 화물수송량 추이



[그림 2-4] 코레일 화물수송량 추이 비교

- 한편, 정부의 일반철도 고속화 사업은 활발하게 추진되고 있어 전 국토의 고속화 철도망 구축이 현실화하고 있음. 이에 따라 여객 고속화 서비스 확대는 전국적으로 확대되고 있으며, 지속적인 일반철도 고속화 건설선 사업이 단계별로 추진되고 있는 현실임

<표 2-1> 일반철도 고속화 건설선 사업 추진단계 현황(1)

사업명	구간	사업 기간	사업개요	추진단계
인천발 KTX 직결사업	수인선 어천역~경부고속선	'16~'24	고속철도/복선전철 (단선 병렬)	기본계획 중
수원발 KTX 직결사업	경부선 서정리역~수서고속철도 지제역	'16~'24	고속철도/복선전철 (단선 병렬)	기본계획 중
경부고속철도 2단계	동대구~부산	'02~'21	고속철도/복선전철	시공 중
호남고속철도 2단계	광주 송정~고막원 고막원~목포	06~'25	고속철도/복선전철	광주송정~고막원(시공중) 고막원~목포(설계 중)
수도권고속철도(수서~평택)건설사업	수서~평택	'08~'19	고속철도/복선전철	시공 중
원주~강릉 복선전철	원주~강릉	'97~'19	일반철도/복선전철	시공 중
천안~청주공항 복선전철	천안~청주공항	'14~'25	일반철도/ 복선전철	기본설계 중
보성~임성리 철도건설	보성~임성리	'02~'20	일반철도/단선철도	시공 중
포항~삼척 철도건설	포항~삼척	'02~'20	일반철도/단선철도	시공 중
원주~제천 복선전철	원주~제천	'03~'20	일반철도/복선전철	시공 중
익산~대야 복선전철	익산~대야	'05~'20	일반철도/복선전철	시공 중
대구선 복선전철	동대구~영천	'06~'20	일반철도/복선전철	시공 중
포승~평택 철도건설	포승~평택	'04~'20	일반철도/단선철도	시공 중
울산~포항 복선전철	울산~포항	'03~'20	일반철도/복선전철	시공 중
군장산단인입철도	대야~군장국가산업단지	'05~'20	일반철도/단선철도	시공 중
울산신항 인입 철도	망향~울산신항	'10~'19	일반철도/단선철도	시공 중
포항 영일만 신항 인입 철도	포항~영일만신항	'10~'19	일반철도/단선철도	시공 중
부산~울산 복선전철	부산~울산	'93~'21	일반철도/복선전철	시공 중
서해선 복선전철	송산~홍성	'09~'20	일반철도/복선전철	시공 중
이천~문경 철도건설	이천~문경	'05~'21	일반철도/단선 전철	시공 중
장항선 개량 2단계	신성~주포, 남포~간치	'10~'20	일반철도/단선 직선화 개량	남포~간치(시공 중), 신성~주포(설계 중)

<표 2-2> 일반철도 고속화 건설선 사업 추진단계 현황(2)

사업명	구간	사업 기간	사업개요	추진단계
철도종합 시험선로구축	오송~전동	'10~'19	일반철도/시험선로	시공 중
도담~영천 복선전철	도담~영천	'10~'20	일반철도/복선전철	시공 중
영천~신경주 복선전철	영천~신경주	'10~'20	일반철도/복선전철	시공 중
충청권 광역철도(1단계)	신탄진~계룡	'16~23	광역철도 / 전철(기존선 활용)	설계발주 중
수원~인천 복선전철	수원~인천	'95~'19	광역철도/복선전철	시공 중
신안산선 복선전철(BTO-rs)	안산~여의도	'19~'24	광역철도/복선전철	설계 중
용산~강남 복선전철(BTO)	용산~강남	'16~'22	광역철도/복선전철	시공 중
진접선 복선전철	당고개~진접	'12~'21	광역철도/복선전철	시공 중
삼성~동탄 광역급행철도	삼성~동탄	'14~'21	광역철도/복선전철	시공 중
대구권 광역급행철도	구미~경산	'15~'21	광역철도/복선전철	설계 중
수도권광역급행철도 (BTO)	파주~삼성	'18~'23	광역철도/복선전철	착공준비 중
여주~원주 철도건설	여주~원주	14~'26	일반철도/단선 전철	기본설계 중
월곶~판교 복선전철	월곶~판교	16~'25	일반철도/복선전철	설계발주 중
인덕원~수원 복선전철	인덕원~수원	15~'26	일반철도/복선전철	기본설계 중
춘천~속초 철도건설	춘천~속초	14~'25	일반철도/단선 전철	기본계획 중
대곡~소사 복선전철(BTL)	대곡~소사	'16~'21	일반철도/복선전철	시공 중
부전~마산 복선전철(BTL)	부전~마산	'14~'20	일반철도/복선전철	시공 중
동두천~연천 복선전철	동두천~연천	'10~'21	일반철도/복선 전제 단선 전철	시공 중

<표 2-3> 코레일 철도 노선 구간별 사업 추진현황(1)

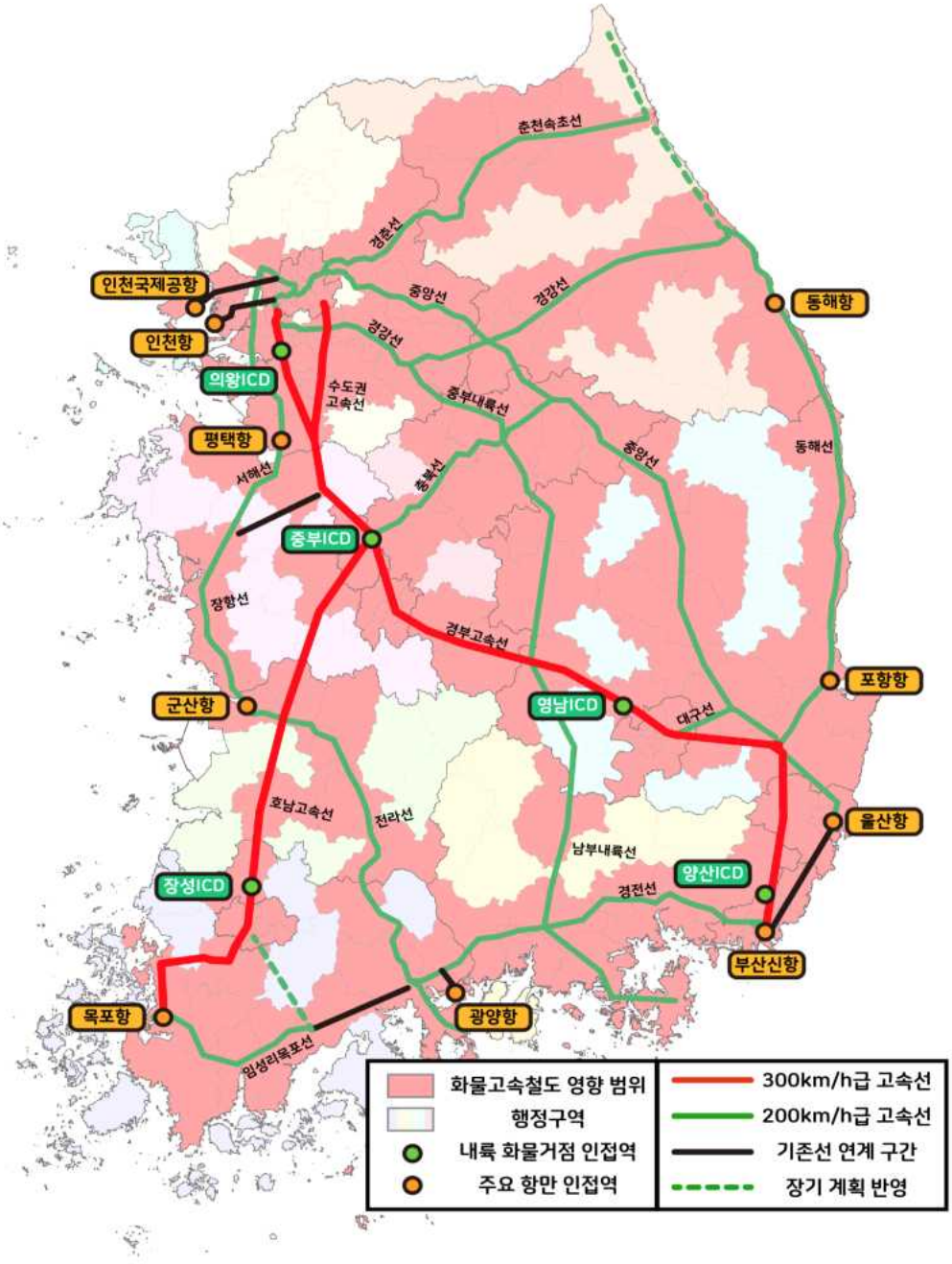
사업 명	사업 구간	건설 기간	개통일
경부고속철도 1단계	서울~대구	'92~'04	'04.04
경부고속철도 2단계	동대구~부산, 도심 구간	'02~'21	'15.08
호남고속철도 건설사업(오송~광주 송정)	오송~광주 송정	'06~'20	'15.04
수도권 고속철도(수서~평택)건설사업	수서~평택	'08~'19	'16.12
원주~강릉 철도건설	원주~강릉	'97~'19	'17.12
경부선 수원~천안 간 2 복선전철 건설사업	수원~천안	'90~'09	'05.01
전라선 신리~순천 간 개량사업	신리~순천	'89~'04	'04.08
경부선 천안~조치원간 전철화	천안~조치원	'00~'03	'05.03
충북선 조치원~봉양 간 전철화	조치원~봉양	'99~'04	'05.03
호남선 송정리~목포 간 복선화 사업	송정리~목포	'91~'03	'03.12
호남선 전철화	대전~목포	'02~'04	'04.04
영동선 동해~강릉 간 전철화 사업	동해~강릉	'02~'05	'05.09
왕십리~오리 복선전철 건설사업	선릉~오리	'90~'12	'03.09
장항선 천안~온양온천 간 복선전철화사업	천안~온양온천	'01~'10	'08.12
장항선 온양온천~장항 간 철도개량사업	온양온천~장항	'01~'10	'08.12
장항선 개량 장항~군산 간 철도개량사업	장항~군산	'01~'10	'07.12
경부선 조치원~대구 간 전철화 사업	조치원~대구	'03~'08	'06.12
경인복복선전철 구로~인천 간 건설사업	주안~동인천	'91~'05	'05.12
부산신항 배후철도 건설공사	삼랑진~부산신항	'05~'14	'10.12
중앙선 덕소~원주 간 복선전철 건설사업	덕소~서원주	'03~'14	'12.09
영동선 동백산~도계 간 철도이설 건설사업	동백산~도계	'01~'13	'12.06
인천국제공항철도 민간투자사업	서울역~인천국제공항	``03~'13	'10.12
동순천~광양 간 복선전철사업	동순천~광양	'04~'15	'12.06
중앙선 제천~도담 간 철도 복선화 사업	제천~도담	'04~'12	'12.09
전라선 순천~여수 복선전철사업	순천~여수	'04~'15	'11.04
전라선 복선전철화사업(전기부문)	신리~순천	'05~'12	'11.10

<표 2-4> 코레일 철도 노선 구간별 사업 추진현황(2)

사업 명	사업 구간	건설 기간	개통일
전라선 익산~신리 간 복선전철 민간투자시설사업(BTL)	익산~신리	'07~'12	'11.10
경원선 신탄리~철원 철도복원사업	신탄리~철원	'93~'14	'12.11
경춘선 금곡~춘천 간 복선전철 건설사업	금곡~춘천	'02~'16	'10.12
경전선 삼랑진~진 주간 복선전철 건설사업	마산~진주	'05~'18	'12.12
태백선 제천~쌍용 복선전철 건설사업	제천~쌍용	'06~'14	'13.11
공항철도 연계시설 확충사업 건설공사	수색~DMC	'12~'15	'14.06
울산~포항 복선전철	신경주~포항(부분개통)	'03~'20	'15.04
부산~울산 복선전철	부전~일광(부분개통)	'93~'21	'16.12
진주~광양 복선화 사업	진주~광양	'09~'17	'16.07
성남~여주 복선전철 건설사업	성남~여주	'08~'19	'16.09
포항~삼척 철도건설사업	포항~영덕(부분개통)	'02~'20	'17.01
소사~원시 복선전철(BTL)	소사~원시	'03~'19	'18.06
중앙선 청량리~덕소 복선전철 건설사업	청량리~덕소	'99~'10	'05.12
경원선 의정부~동안 복선전철 건설사업	의정부~동안	'93~'07	'06.12
경춘선 망우~금곡 복선전철 건설사업	망우~금곡	'05~'17	'10.12
경의선 용산~문산 복선전철 건설사업	용산~문산	'99~'17	'14.12
왕십리~오리 복선전철 건설사업	왕십리~선릉	'90~'12	'12.10
오리~수원 간 복선전철 건설사업	망포~수원	'05~'15	'13.11
신분당선 전철(강남~정자) 민간투자사업	강남~정자	'05~'11	'11.10

<표 2-5> 코레일 준고속화 노선 및 연계노선 사업 추진현황

구 분	준고속노선(200~250km/h)	연계노선(150km/h이하)
서해선축 (259.9km)	서해선(송산~홍성), 장항선 (신성~주포, 남포~간치, 대야~익산)	대곡~소사, 소사~원시, 신안산선(원시~송산), 장항선(홍성~대야)
중앙선축 (427.6km)	중앙선(청량리~원주, 원주~제천, 도담~영천, 영천~신경주)	중앙선(제천~도담), 동해남부선(신경주~태화강, 태화강~부전)
경전선축 (358.8km)	경전선(광주~순천, 부전~마산)	경전선(광양~순천, 진주~광양, 마산~진주), 동해남부선(태화강~부전, 신경주~태화강)
원강선축 (280.5km)	중앙선(청량리~원주)*, 원주~강릉	공항철도(공항~수색), 신경의선(수색~용산), 경의중앙(용산~청량리)
중부내륙선축 (221.3km)	수서~광주, 중부내륙선(이천~문경)	경강선(광주~이천), 문경선(문경~점촌), 경북선(점촌~김천)
경강선축 (205.4km)	수서~광주, 여주~원주, 원주~강릉	경강선(광주~이천~여주)



[그림 2-5] 코레일 고속선 및 주요화물거점 영향권

○ 동아시아 철도공동체 추진 : 대륙연결 고속화물철도 수송수단 연구

- 정부는 신경제지도 구상을 추진하기 3대 경제벨트 즉, 환동해 경제벨트, 접경지역 경제벨트, 환서해 경제벨트 구축을 통해 한반도 신성장동력 확보 및 북방경제 연계를 추진하고 있으며 이를 위해 고속으로 대륙을 연결하는 국제 화물연결 수단인 고속화물철도 수송 수단 연구 필요를 제시함
- 동아시아 철도공동체 구상은 유라시아 철도 및 물류, 유통망 구축으로 유라시아 대륙의 북쪽 노선을 경유한 시베리아-유럽 노선, 중국-중앙아시아-중동 노선과 중국-베트남 또는 중국-인도차이나-인도(파키스탄) 등 서남아시아 노선 서비스를 가능하게 함



[그림 2-6] 한반도 신경제지도 구상 3대 경제벨트



[그림 2-7] 유라시아 물류 인천-다롄-유럽 해운 철도 경로

- 유라시아 대륙철도 교통·물류거점 육성을 위하여 기존에 남북 및 대륙철도연계를 위한 화물운송 시스템에 관한 다양한 연구가 최근까지 수행되었음

- 남북 및 접경지역 화물철도 상호운영을 위한 연결기, 제동장치 및 화물정보연동시스템 기술개발(철도연, 2016-07-29~2018-04-28)
  - 남북 및 접경지역 화물철도 상호운영을 위한 제동장치, 연결장치, 연결기 어댑터 기술개발

- KTX 광명역 유라시아 대륙철도 교통·물류 거점 육성 연구용역(철도연, 2016. 11)
  - 광명역 동북아 및 유라시아 지역 대륙철도 거점역 추진전략 수립
  - 고속화물 수송 인프라 구축 및 고속화물철도 수송시스템 기술활용



[그림 2-8] 남북 및 대륙철도 미래핵심요소 기술 전문화 분야

- 남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물 운송시스템 및 환적 최적화 기반기술 연구(철도연, 2014-12-23~2015-12-22)
  - 남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물 운송시스템 기반 기술 연구
  - 남북 및 대륙철도 연계를 위한 통관, 환적 기반 기술 연구
  - 남북 및 대륙철도 연계를 위한 네트워크 협력 연구

- 남북 및 대륙철도의 실용주의적 진출을 위한 상호연계기술 개발(철도연, 2009-01-01~2013-12-31)
  - 대륙연계형 궤간 가변 대차 개발(120km/h)
  - 북한 선로 노후화 진단 및 평가
  - 전철 전력 효율적 연계를 위한 현장 적용기술 개발

(나) 사회적 · 환경적 측면

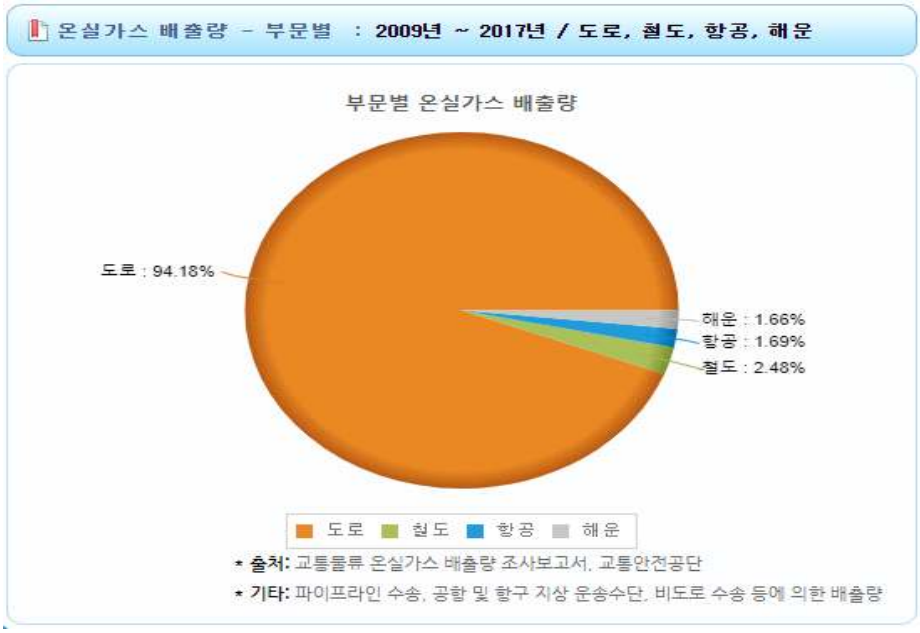
○ 대기오염 및 온실가스 저감 시급히 필요

- 철도의 CO2 배출량은 백만ton-km당 13t으로 공로의 259t보다 1/20 수준임
- 미세 먼지에 의한 대기오염이 심각한 수준이며 아래 그림과 같이 도로 온실가스 배출은 점차 증가추세임
- 운송 수단별 온실가스 배출량 비교와 같이 도로 온실가스 배출량이 94.18%로 매우 높고 화물트럭 등에서 배출되는 오염물질이 높으므로 친환경 교통수단인 고속화 철도화물 수송시스템으로 전환될 필요가 있음



출처: 교통물류 온실가스 배출량 조사보고서, 교통안전공단

[그림 2-9] 도로 온실가스 배출량 추이



출처: 교통물류 온실가스 배출량 조사보고서, 교통안전공단

[그림 2-10] 운송 수단별 온실가스 배출량 비교

○ 도로교통 혼잡 및 교통사고에 대한 저감 대책 시급히 필요

- 도로에 많은 대형화물트럭으로 인해 발생하는 교통의 사고의 수준이 매우 심각하여 전체 발생 건수 측면에서 승용차 다음으로 큰 비중을 차지함. 교통사고에 대한 치사율도 높아 100명당 5명이 사고로 목숨을 잃는 것으로 나타남

- 전국 도로의 교통혼잡 비용을 분석해 보면 고속도로, 일반도로, 지방도로에서 모두 승용차 다음으로 화물차량이 혼잡비용을 유발하는 것으로 조사됨



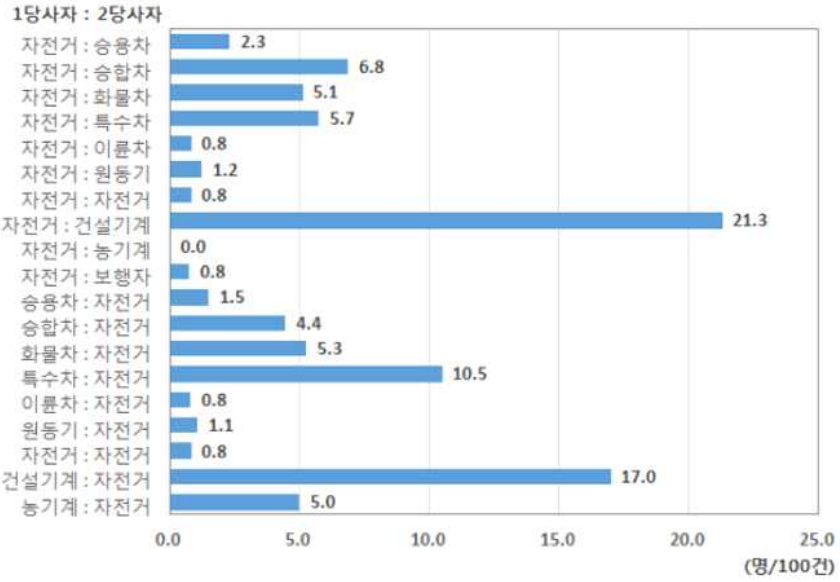
[그림 2-11] 도로교통 사고 및 교통체증 문제 사례

(단위 : 건, 명, %)

구분 / 당사자차종		발생건수		사망자			부상자	
1당사자	2당사자		구성비		구성비	치사율		구성비
자전거	계	15,981	100.0	440	100.0	2.8	16,599	100.0
	승용차	7,067	44.2	162	36.8	2.3	7,104	42.8
	승합차	993	6.2	68	15.5	6.8	1,018	6.1
	화물차	1,350	8.4	69	15.7	5.1	1,311	7.9
	특수차	35	0.2	2	0.5	5.7	33	0.2
	이륜차	612	3.8	5	1.1	0.8	759	4.6
	원동기	332	2.1	4	0.9	1.2	408	2.5
	자전거	1,464	9.2	12	2.7	0.8	1,725	10.4
	건설기계	47	0.3	10	2.3	21.3	37	0.2
	농기계	11	0.1	0	0.0	0.0	11	0.1
	보행자	3,319	20.8	25	5.7	0.8	3,520	21.2
	기타불명	751	4.7	83	18.9	11.1	673	4.1
계		47,619	100.0	1,052	100.0	2.2	48,440	100.0
승용차		31,597	66.4	465	44.2	1.5	32,078	66.2
승합차		3,069	6.4	136	12.9	4.4	3,091	6.4
화물차		6,570	13.8	345	32.8	5.3	6,380	13.2
특수차		143	0.3	15	1.4	10.5	133	0.3
이륜차	자전거	1,846	3.9	15	1.4	0.8	2,028	4.2
원동기		1,020	2.1	11	1.0	1.1	1,117	2.3
자전거		1,464	3.1	12	1.1	0.8	1,725	3.6
건설기계		265	0.6	45	4.3	17.0	223	0.5
농기계		20	0.0	1	0.1	5.0	20	0.0
기타불명		1,625	3.4	7	0.7	0.4	1,645	3.4

출처: 2014년 판 교통사고 요인분석, 도로교통공단

[그림 2-12] 차종별 교통사고 비교(자전거 사고 상대 차량)



출처: 2014년 판 교통사고 요인분석, 도로교통공단

[그림 2-13] 차종별 교통사고 치사율 비교(1당사자 및 2당사자)

단위 : 억 원

구분	승용차	버스	화물차	계
고속국도	17,015 (17,015)	6,151 (5,415)	7,521 (1,430)	30,687 (23,860)
일반국도	29,593 (29,593)	9,166 (8,066)	14,354 (2,232)	53,113 (39,890)
지방도	10,370 (10,370)	6,329 (5,902)	6,920 (2,843)	23,619 (19,116)
계	56,977 (56,977)	21,647 (19,383)	28,795 (6,505)	107,419 (82,866)

주 : ( )의 수치는 고정비를 제외한 금액임

출처: 전국교통혼잡비용 산출과 추이분석 한국교통연구원

[그림 2-14] 지역간 도로의 교통환잡비용 추정 결과(2011년)

- 철도화물 수송 분담률 1%p 증가 때 도로교통사고, 혼잡비용 등 사회 환경적으로 2,303억 원의 비용 절감 효과가 발생할 것으로 분석

<표 2-6> 철도분담율 1%포인트 증가시 사회비용 효과

구분	내용	절감 효과 (억 원)
차량운행관련 비용 편익	차량운행비용 절감편익	549.3
	통행시간 절감편익	605.1
사회환경적 관련 비용	대기오염비용 감소	1,043.2
	온실가스비용 감소	288.6
	소음비용 감소	78.1
	교통사고비용 감소	303.2
	혼잡비용 감소	590.4
	합계	2,303.4
에너지 비용 절감		366.7
총합계		3,824.5

[철도물류산업 현황조사 연구, '17]

(다) 기술적 측면

○ 여객열차 고속화에 따른 저속 화물열차 운행에 대한 영향분석

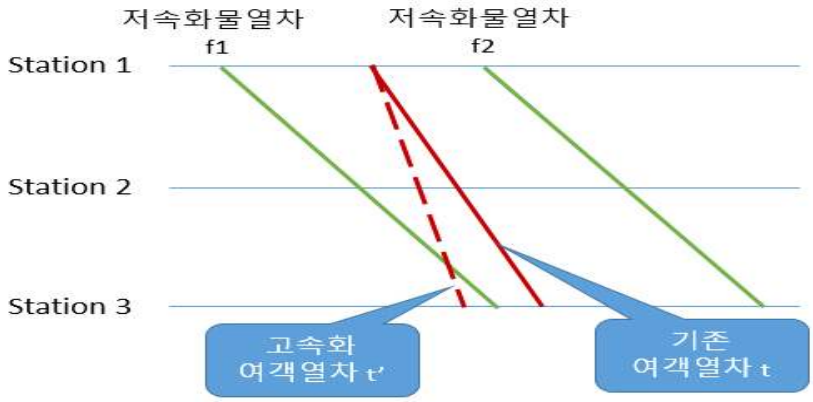
- 여객열차보다 우선순위가 낮은 화물열차의 경우 후속 여객열차의 진로를 위해 대피선에 정차하는 등 낮은 정시율 수준을 향상할 필요성이 있으며 스마트 물류 상·하역 장비 개발로 화물 환적 시간을 단축하여 육송 대비 수송비용 경쟁력을 강화할 필요가 있음

- KTX가 운행되는 고속노선을 제외한 일반철도 노선에서는 속도가 다른 일반 여객열차와 화물열차가 동시에 운행되며 이 경우, 각 열차 종류별 속도 차이에 따라 열차 간의 경합 발생비율이 높고 열차 지연이 발생함. 이는 다른 열차에 지연을 초래하며 화물열차의 경우 일반 여객열차보다 운행속도도 낮고 취급 우선순위도 낮아서 여러 역에서 대피로 인해 정시성 확보에 더욱 어려운 상황을 초래함

- 코레일 철도 고속화 환경변화에 따른 수송 서비스 체계 변경을 위해 준고속선 확대 운영(고속 여객 EMU 투입) 에 따른 화물열차 운행방안 검토추진

  * 강릉선, 영동선 연결(동해- 강릉), 중앙선, 서해선 등 준고속 및 일반선로에 대한 화물열차 운영방안 및 화물수송시스템 구축방안

- 그림에서 저속 화물열차(f1, f2: 녹색 실선)가 운행되는 노선의 경우 기존 여객열차(t : 적색 실선)의 운행속도가 고속화(t': 적색 점선)될 때 화물열차 운행패턴은 대피 횟수가 증가하여 표정속도 및 정시성이 저하되는 요인으로 작용함. 이는, 여객열차의 고속화에 따른 운행 빈도수 증가에 따른 여객서비스 질 향상에도 어려움을 주는 제한 요소로 작용할 수 있음

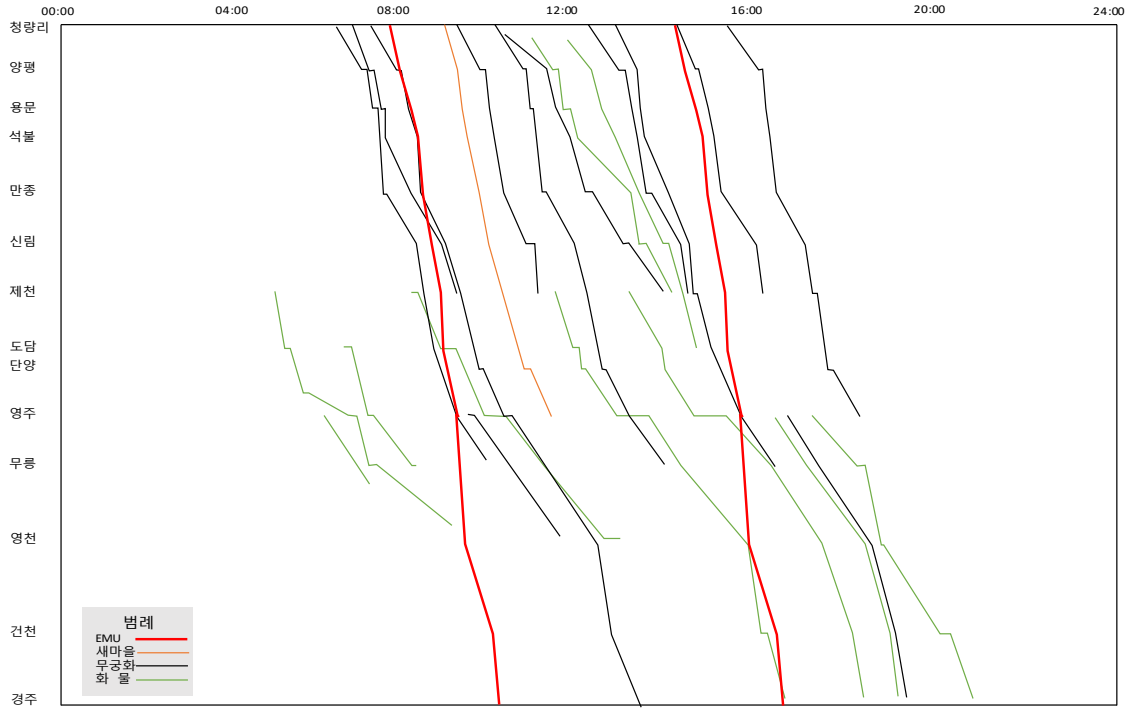


[그림 2-15] 저속화물 및 고속 여객열차와의 경합 개념도

○ 여객열차 고속화에 화물열차 및 저속열차에 대한 영향분석 실험

- 여객열차 고속화에 따른 저속 화물열차의 운행 지연 영향분석 시뮬레이션을 위해 중앙선을 대상으로 분석하였음. 현재, 중앙선은 일일 20개 열차와 화물열차 23개 열차가 운행되고 있음

- 시뮬레이션 조건으로 EMU 250 고속화 여객열차를 오전 8시와 오후 2시 20분에 2개의 열차를 운행하며 EMU 250 열차 속도는 기존 무궁화 열차의 1.5배 속도로 가정하였음. 무궁화 열차가 청량리에서 경주역까지 총 5시간 11분(정차 시간 제외) 소요되며 평균 73km/h로 운행되며 EMU 250 열차의 경우 총 3시간 27분(정차 시간 제외) 소요되며 평균 109km/h로 운행됨
- 실험 결과 오전 8시에 투입된 고속화 여객열차는 오전 8시 이전에 운행되고 있던 5개의 열차에 영향을 주었음. 고속화 여객열차와의 경합을 해소하기 위해서는 기존 여객열차와 화물열차를 지연 출발하거나 중간 정차역에서 정차 시간을 추가해야 하는 경우가 발생함
- 특히, 기존 제천에서 북영천까지 운행되는 화물열차의 경우 원래 계획 대비 7분의 추가 지연이 발생하였으며 계획되지 않은 역에서의 추가 대피가 발생하는 것을 확인할 수 있었음
- 또한, 오후 2시 20분에 추가된 열차가 8시에 추가된 열차와 같은 조건으로 청량리에서 경주역까지 운행하는 것을 가정하였으며 이 경우도 5개의 열차에 영향을 미치는 것을 확인하였음
- 실험 결과를 분석하면 고속화 여객열차가 운행될 때 저속 화물열차와 같이 열차 속도 차이가 있으면 추가적인 지연이 발생하는 것을 확인하였음. 여객열차의 운행 대수가 많아질수록 그 영향을 많아지므로 화물열차의 운행 속도를 고속화할 필요가 있음
- 아래 그림은 실험을 통해 고속화 여객열차의 투입으로 지장을 받는 열차 다이어그램을 표현한 것임



[그림 2-16] EMU 250 투입으로 인한 여객 및 화물열차의 영향 분석 결과

<표 2-7> 화물 품목별 화물열차 표정속도

단위 : km/h

품목		평균	최대	최소
전체		64.19	87.63	32.00
컨테이너		72.46	87.63	53.62
비 컨테이너		52.70	67.60	32.00
	양회	54.98	67.60	39.85
	냉연/열연코일	52.40	61.78	32.00
	기타	42.80	43.33	42.23

출처: 철도 물류 정보서비스(logis.korail.go.kr)에서 재가공(2020년 1월~2월 내 30일간 실제 운행실적 기준)
경부/호남선 대전조차장역 경유 열차 기준(품목은 열차번호 기준으로 분류)

<표 2-8> 국내 노선별 화물열차 표정속도

단위 : km/h

노선	평균	최대	최소
경부선	61.75	79.93	37.82
충북선	53.68	67.75	32.81
전라선	53.54	63.97	39.16
장항선	48.97	55.34	42.29
대구선	48.74	48.74	48.74
경전선	48.43	52.11	42.89
호남선	44.70	46.32	43.08
중앙선	39.87	59.87	24.86
태백선	33.92	40.77	28.31
영동선	33.38	42.91	26.87

출처: 철도 물류 정보서비스(logis.korail.go.kr)에서 재가공[운행시간표(2017.12) 기준]

○ 국내 화물열차 운행에 대한 서비스 질 향상 분석을 위한 기준에 있어서 정시성(Punctuality)는 가장 중요한 주요 인자 중의 하나임. 국제 표준기준에서 제시하는 정시성에 대한 기본 평가 개념을 재정립하고, 객관적인 측정기준과 방법에 대한 분석 및 대책 마련 방안을 검토 중임

- 유럽 화물열차 정시성은 1년간 모든 운행 화물열차에 대하여 스케쥴 운행시간 대비 실제 열차 운행 시간이 5분 또는 15분 이상 늦게 종착역에 정차하는 화차의 비율로써 판단함

  * 코레일은 30분이며 지연 보상은 3시간임

- 또한, 정부 주도의 철도 물류 산업 활성화를 위한 관련 '철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률' 제5조 및 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021) 등에서 고속화 화물열차 기술을 물류 활성화 목표를 충족시킬 수 있는 기반 기술로 제시

<표 2-9> 화물 품목별 화물열차 정시율

품목	총 열차 수	정시운행 열차 (15분 이내)	정시율	정시운행 열차 (30분 이내)	정시율	정시운행 열차 (60분 이내)	정시율
전체	1333	768	57.6%	898	67.4%	1107	83.0%
컨테이너	694	310	44.7%	386	55.6%	518	74.6%
양회	215	149	69.3%	178	82.8%	204	94.9%
냉연/열연코일	256	186	72.7%	203	79.3%	240	93.8%
기타	41	28	68.3%	33	80.5%	39	95.1%
유류	23	5	21.7%	5	21.7%	10	43.5%
단행/근거리	104	90	86.5%	93	89.4%	96	92.3%

출처: 철도 물류 정보서비스(logis.korail.go.kr)에서 재가공, 2020년 1월~2월 내 30일간 실제 운행실적 기준

○ 비효율적인 타 수단간 연계체계를 근본적으로 개선하기 위해서는 물류거점을 연결하는 고속화 철도화물 수송 네트워크를 기반으로 하는 복합화물 운송 물류 서비스 혁신 기술개발이 필요

- 2016년 기준 인천공항을 통해 처리되는 국제선화물 수출입 물량은 연간 265만 톤이고, 환적화물 104만 톤을 제외한 161만 톤 정도가 인천공항과 국내 생산공장 또는 소비지 간에 수송되고 있는데, 인천공항을 연결하는 화물수송체계는 도로가 유일하므로 이 물량은 전량 트럭을 통해 수송되고 있음
- 국내 택배 수송물량은 2019년 기준 약 279만 톤[1]으로 역시 전량 트럭으로 수송되고 있음
- 트럭으로 운송되는 항공화물 및 택배 물동량의 합은 연간 총 310만 톤을 수송하는 경부선 물량(2010년 기준)에 거의 대등할 정도로 많은 물량임
- 철도 물류 경쟁력을 높이고 철도 물류 산업을 활성화하기 위해 '철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률' 제5조를 근거로 제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021)이 추진 중이며, 본 사업은 철도차량 고속화·상·하역 장비 현대화 등을 통한 국내 철도 물류 산업경쟁력 강화 목적임.

1) 택배 물량은 box 단위로 집계되며, 통상적으로 1 box 당 1kg으로 환산

- 물류비용에 직접 영향을 끼치는 유가는 2001년 이후 10년간 보통 휘발유 가격은 약 50% 상승하였으며 특히 화물수송 트럭에 주로 사용되는 경유는 약 170% 상승하였는데, 이 상승 추이는 앞으로도 계속될 전망임

○ 향후 수요 특성 분석 및 운송 계획, 최적화 기반 구축을 위해 고속화 복합 화물운송 정보 통합관리 플랫폼을 통한 Big Data 구축 기반을 마련할 필요가 있음

- 운영노선 및 정차역 변화에 따른 수송 수요 예측이 필요하며 이에 따른 수송계획의 수정 및 변경을 지원할 수 있는 Big Data 구축이 필요
- 남북철도 개통 및 유라시아 철도와 연계뿐만 아니라 고속·복합운송철도 이외의 화물 운송철도에 대하여 더 세분된 품목에 대하여 경로 변화, 수단 변화, 경제성 분석 등의 분석이 필요함

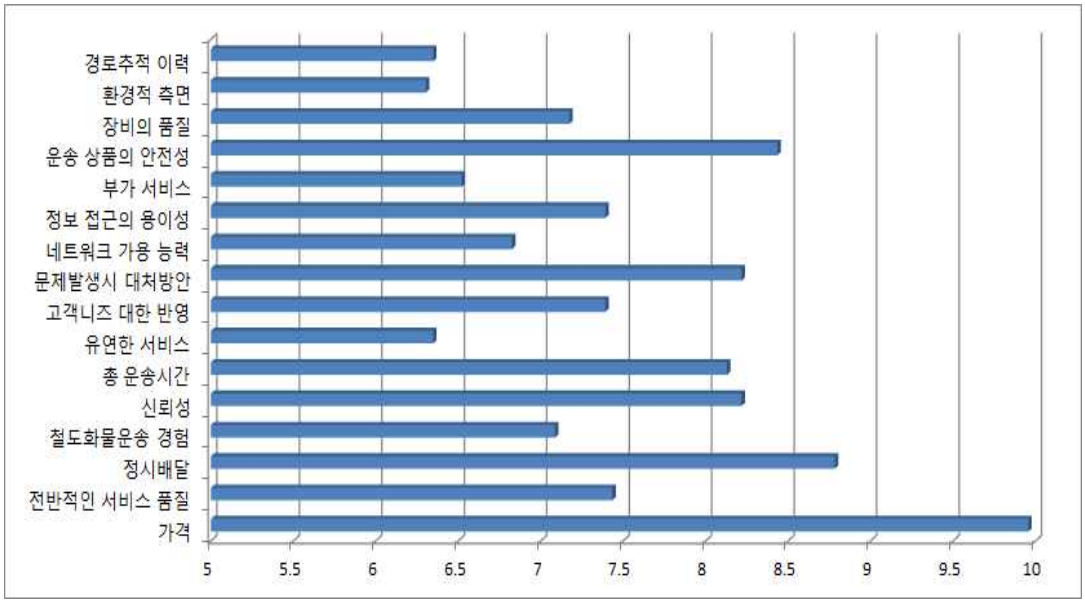
(라) 경제 산업적 측면

○ 철도 물류 산업의 수송 시간 고속화 요구 확대

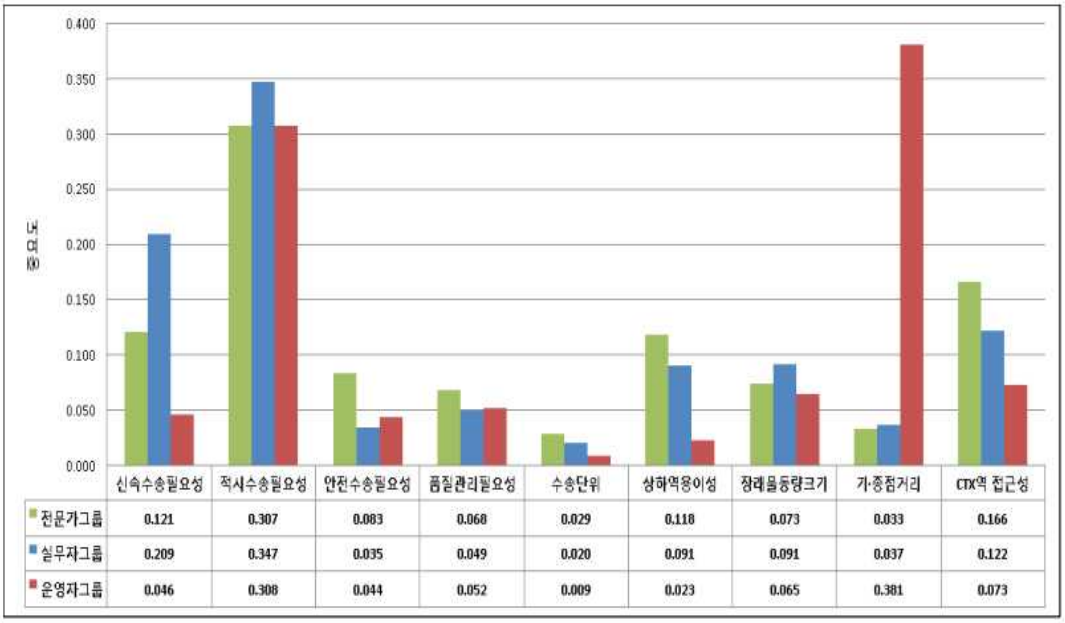
- 철도 물류 산업 관련 전문가, 운영자, 실무자 대상 의견조사 결과, 철도 물류 수송 수단선택에 대한 중요도로서 가격, 수송 거리, 수송 시간(정시도착, 신속 운송), 상·하역 용이성, 안전성이 먼저 조사 분석됨

○ Door to Door를 달성하기 위한 높은 비효율적인 타 수단간 연계체계 환경을 근본적으로 개선하기 위해서는 물류거점을 잇는 고속화 철도화물 수송 네트워크를 기반으로 하는 복합화물 운송 물류 서비스 혁신 기술개발이 필요

- 항공화물은 대부분 시간가치가 매우 높은 고부가 가치 상품으로 우리나라는 IT 제품 등 첨단산업 부품 및 생산품이 전체 품목의 50% 이상을 차지하고 있음



[그림 2-17] 철도 수단선택 중요도



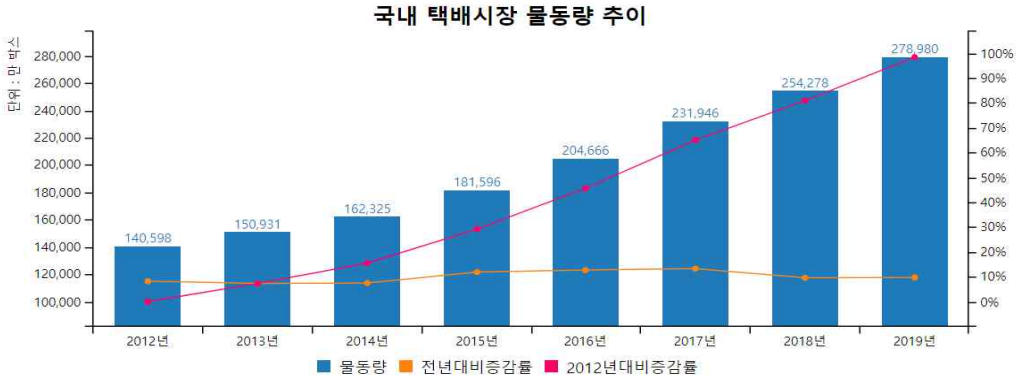
	신속수송필요성	적시수송필요성	안전수송필요성	품질관리필요성	수송단위	상하역용이성	장례물동량크기	가·종점거리	CTX역 접근성
전문가그룹	0.121	0.307	0.083	0.068	0.029	0.118	0.073	0.033	0.166
실무자그룹	0.209	0.347	0.035	0.049	0.020	0.091	0.091	0.037	0.122
운영자그룹	0.046	0.308	0.044	0.052	0.009	0.023	0.065	0.381	0.073

출처 : '고속복합운송철도 대상품목 특성분석 및 수요예측 연구용역 최종보고서(서울시립대학교, 2014)에서 재정리

[그림 2-18] 화물 주요품목 특성별 중요도

○ 생활 물류 및 신 물류 시장 대응 필요: 철도 물류의 대상 화물은 벌크화물과 컨테이너에 집중되어 있어 물류 산업의 성장을 이끈 e-commerce, omni-channel 시장에 대응하지 못하고 있으며, 질적 성장의 대책으로 부상되

고 있는 생활 물류, 콜드 체인 등에 대해서 전혀 대응하지 못하고 있음



[그림 2-19] 국내 택배 시장 물동량 추이



[그림 2-20] 국내 새벽 배송 시장 규모

- 최근 10년간 국내 택배 산업의 물동량은 매년 18% 수준으로 증가하고 있으며, 온라인 시장이 성장과 함께 지속해서 성장할 것으로 보임
- 택배수송은 주요 지역에 터미널을 두고 Hub & spoke 방식과 Door-to-door 수송방식을 결합한 형태를 취하며 수송비용 절감과 운송시간 절감을 위해 지역 간 간선 수송에서는 대량수송을 바탕으로 한 공동화를 지향하고 있음
- 식자재, 의약품과 같은 Cold-chain[2] 물류도 증가하고 있는데, 이들 역시 신속한 수송이 관건이며, 화물의 상태에 따라 화물의 가치가 달라지기 때문

2) 온도 변화에 민감한 화물의 수송을 뜻하며 신속한 수송과 각 수송단계에서 철저한 온도 관리유지가 요구됨

에 수송과정에 있어 온도 관리와 신뢰성을 확보하기 위한 수송과정에서의 온도 변화에 대한 Data가 필요함

- 이미 콜드 체인 과정에서 발생하는 관리 부재로 인해 국민 건강이 위협받는 사례가 발생하고 있음



[그림 2-21] 콜드 체인 관리 부재로 인한 위험

○ 공유 물류의 요구 확대

- 공유경제는 다양한 산업에서 접목됐으며, 특히 물류 산업에서 다양한 형태의 공유경제 비즈니스 모델이 등장하였으며, 물류 분야에서도 보관 및 운송 분야에서 활발하게 이루어지고 있음
- UN에 따르면, 2050년까지 전 세계적으로 25억 명의 인구가 도시에 거주할 것이며, 메가시티 화가 더욱 빨라질 것으로 예측됨. 이에 따라, 도시에 거주하는 소비자 및 소규모 업체가 개인 소지품 및 재고 보유를 위한 공간을 충분히 보유하는 것이 더욱 어려워질 것임
- 도시 내 개인 창고의 개념은 모바일 및 웹 플랫폼을 통해 주택이나 점포의 후방공간, 차고 등의 소규모 저장 공간을 공유하는 것으로, 사용하지 않는 공간을 통해 수익을 창출할 수 있으며, 도시 내 저장 공간 부족 문제를 해결할 수 있음. 반면 철도의 경우 유휴부지 등 다양하게 활용할 수 있는 공간이 많아 소상공인과 중소기업을 대상으로 한 공유 물류 서비스를 제공할 수 있는 여지가 많음
- 이외에도 현재 수요 및 인프라 부족으로 인한 지역사회에 대한 물류 서비스 품질이 저하되고 있음. 수요 및 인프라가 많은 도심지역의 경우 가장

폭발적으로 성장하고 있는 e-commerce 및 새벽 배송 등 다양한 서비스가 제공되고 있으나 지역사회는 이러한 혜택을 받지 못하고 있음. 특히 2020년 코로나19 사태로 인해 새벽 배송 식자재 배송의 수요는 폭발적으로 증가하였으나 지역사회는 이를 사용하지 못해 불편함을 호소하는 상황이 발생하였음

- 이에 공유 물류 시스템을 도입 지역사회에서도 차별 없는 물류 서비스를 받을 수 있는 기반이 마련되어야 함

나. 국내·외 동향 및 환경 분석

(1) 국내·외 정책 동향

(가) 국내 정책 동향

○ 정부는 철도투자를 효율적 체계적으로 수행하기 위하여 중장기(10년 단위) 국가철도망구축계획을 수립하였음

- 국가철도망 구축계획은 「철도건설법」 제4조의 규정에 따른 법정계획으로 국가 기간교통망 계획, 교통시설 투자계획 및 대도시권 광역교통계획과 연계 계획임

구분	1차	2차	3차
시간적 범위	2006~2015	2011~2020	2016~2025
비전	철도경쟁력의 획기적 제고	철도망을 통해 국토를 통합 다핵 개방형 구조로 재편	국민의 행복과 지역발전을 실현하는 철도
목표	속도 경쟁력 대폭 향상:운행속도 180km/h~200km/h 이상, 대도시 간 2~3시간이 내 이동 접근성 개선: 주요 철도역에 30분 이내 접근 안전성·친환경성·쾌적성 등 향상:인간.환경 중심적 교통수단으로서 역할 강화	전국 주요거점 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결하여, 하나의 도시권으로 통합	효율적이고 경쟁력 있는 철도, 지역발전 을 선도하는 철도 안전하고 편리한 철도
추진 방향	속도 경쟁력의 획기적 향상, 접근성 대폭 개선 안전성 친환경성 쾌적성 등 향상	전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결 대도시권 30분대 광역, 급행 철도망 구축 녹색 철도물류체계구축 편리한 철도 이용환경 조성	철도운영 효율성 제고 주요거점 간 고속이동서비스 제공 대도시권 교통난 해소 안전하고 이용하기 편리한 시설조성 철도 물류 경쟁력 강화 통일시대를 대비한 한반도 통합철도망 구축

- 제3차 국가철도망 구축계획(2016~2025)은 효율적이고 경쟁력이 지역발전을 선도하고 안전·편리한 철도 구현을 위한 6대 추진 방향을 설정하였음

- 2차 계획 기조를 유지하여 전국 주요 거점의 고속연결, 대도시권 교통난 해소, 철도 물류 활성화, 이용하기 편리한 환경조성과 더불어, 투자의 효율성을 높이기 위한 사업에 중점 투자하고, 한반도 통합철도망 구축의 기틀 마련

국토해양부 고시 제2016-374호 「철도건설법」 제4조의 규정에 따라 수립된 【제3차 국가철도망 구축계획(2016～2025)】 중

- 주요 거점 간 고속 이동 서비스 제공
  ① 호남고속철도 2단계(광주 송정～목포), 수도권 고속철도(수서～평택) 등 계속사업은 계획대로 진행
  ② 고속철도 수요는 많으나 이용이 불편한 지역(수원, 인천, 의정부)에 대해 고속철도 서비스 확대를 지속 추진
  ③ 지역의 신성장 동력 창출, 이용자 편의 개선, 안전향상 등을 위해 기존 철도 선형 개량(230km/h 내외)을 추진
  ④ 고속화 서비스가 제공되지 않는 지역 거점 간 고속화 일반철도 (250km/h급 내외)를 건설하여 전국을 단일 생활권으로 형성

- 철도 물류경쟁력 강화
  ① 주요 산업단지와 항만의 물동량을 원활하게 처리하기 위해 철도운송 수요가 많은 지역에 철도 인입선 건설
  ② 유라시아 시대 철도 물류경쟁력 확보를 위해 화물 취급 주요 간선의 유효장을 확장(600m 이상)하고, 화물열차를 장대화
  ③ 신규철도 건설 시 철도 물류기지와 철도 CY 조성(예시 : 서해선 안중역, 송산역 등)하여 철도 물류 활성화 추진

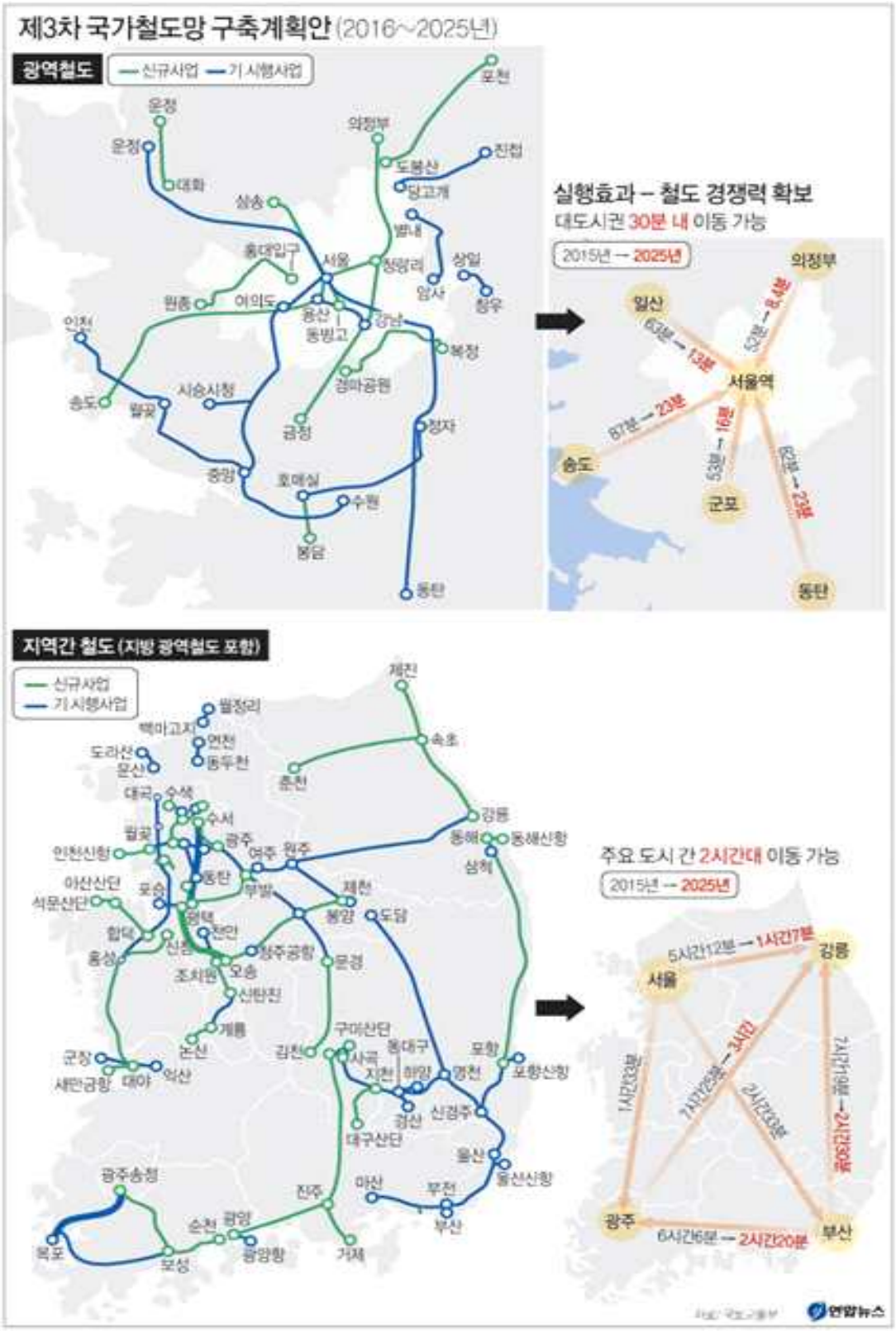
- 대륙철도망 운송기반 조성
  ① 남북철도(TKR) 및 유라시아 대륙 철도망(TSR, TCR 등) 연결을 위해 남측 단절구간 연결을 우선 추진
  ② 중장기적으로 남북철도 통합운영을 위해 북한철도 개보수 및 구축방안을 마련하고, 대륙철도 운송을 위한 기반(국제철도협력기구 가입, 궤간 차이 극복 등)도 조성

- 제3차 국가철도망구축계획 중 신규사업 총연장 1,719km, 36개 사업추진 중

<표 2-10> 제3차 국가철도망 구축계획 사업내역

	노 선 명	사업구간	사업내용	연장(km)	총 사업비(억원)
① 운영효율성 제고사업					
고속	경부고속선	수색~서울~금천구청	복선전철	30.0	19,170
		평택~오송	2복선전철	47.5	29,419
일반	중앙선	용산~청량리~망우	2복선전철	17.3	13,280
	수서광주선	수서~광주	복선전철	19.2	8,935
	경전선	진주~광양	전철화	57.0	1,524
		광주송정~순천	단선전철화	116.5	20,304
	장항선	신창~대야	복선전철화	121.6	7,927
	동해선	포항~동해	전철화	178.7	2,410
	문경.점촌선	문경~점촌~김천	단선전철화	73.0	13,714
	경전선	보성~목포1)	단선전철화	82.5	1,702
	경북선	점촌~영주1)	단선전철화	56	980
소계(11개 사업)				799.3	119,365
② 지역거점 간 고속연결 사업					
일반	어천 연결선	어천역~경부고속선	복선전철(직결선)	2.4	1,540
	지제 연결선	서정리역~수도권고속선	복선전철(직결선)	4.7	2,800
	남부내륙선	김천~거제	단선전철	181.6	47,440
	강원선	춘천~속초	단선전철	94.0	19,632
	평택부발선	평택~부발	단선전철	53.8	16,266
소계(5개 사업)				336.5	87,678
③ 노후시설 개량 사업					
일반	충북선	조치원~봉양	고속화	82.8	4,606
	호남선	가수원~논산2)	고속화	29.3	4,596
소계(2개 사업)				112.1	9,202
④ 대도시권 교통난 해소사업					
광역	수도권광역급행철도	송도~청량리	복선전철	48.7	58,319
	수도권광역급행철도	의정부~금정	복선전철	45.8	30,736
	신분당선	호매실~봉담	복선전철	7.1	6,728
	신분당선서북부 연장	동빙고~삼송	복선전철	21.7	12,119
	원종홍대선	원종~홍대입구	복선전철	16.3	21,664
	위례과천선	복정~경마공원	복선전철	15.2	12,245
	도봉산포천선	도봉산~포천	복선전철	29.0	18,076
	일산선 연장	대화~운정	복선전철	7.6	8,383
	서울 9호선 연장	강일~미사2)	복선전철	1.4	1,891
	충청권 광역철도(2단계)	신탄진~조치원3)	2복선전철(기존선)	22.5	5,081
소계(10개 사업)				215.3	175,242
⑤ 철도물류 활성화 사업					
일반	새만금선	대야~새만금항	단선전철	43.1	6,160
	구미산단선	사곡~구미산단	단선철도	11.0	2,472
	아산석문 산단선	합덕~아산.석문산단	단선철도	36.5	6,991
	대구산업선	서대구~대합산단	단선전철	40.1	8,164
	동해신항선	삼척해변정거장~동해항	단선철도	3.6	578
	인천신항선	월곶~인천신항	단선철도	12.5	5,470
	부산신항 연결지선	부산신항선~부전마산선	단선전철(연결선)	4.4	1,502
소계(7개 사업)				151.2	31,337
⑥ 한반도 통합철도망 구축사업					
일반	동해선	강릉~제진	단선전철	104.6	23,490
소계(1개 사업)				104.6	23,490
총 계(36개 사업)				1,719.7	446,314

1) 공청회 이후 신규사업으로 추가 2) 공청회 안에서 추가검토사업 → 신규사업으로 변경
3) 충청권 광역철도 2단계 사업에서 계룡~논산구간 제외 (신탄진~조치원은 유지)
4) 국가재정운용계획 등을 고려, 2.4일 공청회 대비 총사업비는 3.7조원 감소(74.1→70.4조원)



출처: 국토교통부, 연합뉴스 재인용

[그림 2-22] 제3차 국가철도망 구축계획(안)

○ 제1~3차까지 이어지는 국가철도망 구축 계획과 더불어 현 정부는 남북한 간 경협 재개 및 '한반도 신경제지도' 구상을 국정과제로 제시하였음

- 이 국정과제는 남북 간 경협 재개 및 한반도 신경제지도 구상 추진, 남북한 하나의 시장협력을 지향함으로써 경제 활로 개척 및 경제통일 기반 구축하는데 목표를 두고 있음

한반도 신경제지도 구상 및 경제통일 구현

• 과제 목표

- 남북 간 경협 재개 및 한반도 신경제지도 구상 추진, 남북한 하나의 시장협력을 지향함으로써 경제 활로 개척 및 경제통일 기반 구축

• 주요 내용

- (한반도 신경제지도 구상 실행) 3대 벨트 구축을 통해 한반도 신성장동력 확보 및 북방경제 연계 추진
  · 동해권 에너지 · 자원 벨트 : 금강산, 원산 · 단천, 청진 · 나선을 남북이 공동개발 후 우리 동해안과 러시아를 연결
  · 서해안 산업 · 물류 · 교통 벨트 : 수도권, 개성공단, 평양 · 남포, 신의주를 연결하는 서해안 경협 벨트 건설
  · DMZ 환경 · 관광지구 : 설악산, 금강산, 원산, 백두산을 잇는 관광지구 구축 및 DMZ를 생태 · 평화안보 관광지구로 개발
- (남북한 하나의 시장) 민 · 관 협력 네트워크를 통해 남북한 하나의 시장협력 방안을 마련하고, 여건 조성 시 남북 시장협력을 단계적으로 실행하여 생활공동체 형성
- (남북경협 재개) 남북경협기업 피해 조속 지원하고, 남북관계 상황을 고려하여 유연하게 민간 경협 재개 추진
  · 여건 조성 시 개성공단 정상화와 금강산 관광을 재개하고, 남북공동 자원 활용을 위한 협력 추진
- (남북접경지역 발전) 통일경제특구 지정 · 운영, 남북 협의를 통해 남북 접경지역 공동관리위원회 설치, 서해평화협력특별지대 추진 여건 조성

• 기대효과

- 남북경협 활성화로 통일 여건 조성 및 고용 창출과 경제성장률 제고
- 동북아 경제공동체 추진으로 한반도가 동북아지역 경협의 허브로 도약



[그림 2-23] 아시아 횡단철도 기본망

① 국가통합교통체계효율화법

○ 1992년 2월 8일 '국가통합교통체계효율화법'을 제정하고 교통체계의 효율성, 통합성 및 연계성을 향상하기 위하여 육상·해상·항공 교통정책에 대한 종합적인 조정과 각종 교통시설 및 교통수단 등 국가교통체계의 효율적인 개발·운영 및 관리에 대한 방안을 제시함[법률 제15996호, 2018.12.18., 타법개정]

【국가통합교통체계효율화법】 중 관련 내용[시행 2019. 3. 19.]

시행령 제 39조(연계교통체계 구축 등의 재원 부담)

① 국가 또는 지방자치단체는 대통령령으로 정하는 바에 따라 제37조 제2항에 따른 연계교통체계의 구축 및 제38조 제1항에 따른 연계교통체계구축대책의 수립 · 시행에 필요한 재원의 전부 또는 일부를 보조하거나 부담할 수 있다.

② 지방자치단체는 연계교통시설이 원활하게 건설될 수 있도록 제1항에 따른 지방자치단체의 부담분을 다른 사업보다 우선하여 해당 연도 예산에 계상하여야 한다.

③ 제1항에 따른 지방자치단체의 부담분을 해당 연도 예산에 계상하지 아니하는 경우 국가는 그 보조분 또는 분담분을 회수할 수 있으며, 다른 연계교통시설에 대한 재정 지원을 중단하거나 축소할 수 있다.의 연계철도: 해당 연계철도의 개발에 필요한 비용의 100분의 50 이내

② 물류정책기본법

○ 2007년 8월 3일에 제정된 '물류정책기본법'은 물류체계의 효율화, 물류 산업의 경쟁력 강화 및 물류의 선진화·국제화를 위하여 국내외 물류 정책·계획의 수립·시행 및 지원에 관한 기본적인 사항을 정함으로써 국민경제의 발전에 이바지함을 목적으로 제정되었음 [법률 제15780호, 2018. 9. 18., 일부개정]

○ 이 법에 근거해 물류 정책의 기본방향을 설정하는 10년 단위의 물류 기본계획을 5년마다 수립하여야 하는데, 이 기본계획에는 효율적인 물류 활동을 위하여 필요한 물류 시설 및 장비의 확충, 표준화, 물류 정보화, 그리고 물류 산업의 육성 등의 내용을 담고 있으며, 개정 및 신설 부분에 환경친화적 물류 활동에 대해 강조하고 있음

【물류정책기본법】 중 관련 내용[시행 2019. 3. 19.]

제59조(친환경적 물류의 촉진)

① 국토교통부 장관 · 해양수산부장관 또는 시 · 도지사는 물류 활동이 환경친화적으로 추진될 수 있도록 관련 시책을 마련하여야 한다.

② 국토교통부 장관 · 해양수산부장관 또는 시 · 도지사는 물류 기업 또는 화주기업이 환경친화적 물류 활동을 위하여 다음 각호의 활동을 하는 경우에는 행정적 · 재정적 지원을 할 수 있다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2013. 8. 6.>

1. 환경친화적인 운송수단 또는 포장재료의 사용
2. 기존 물류시설 · 장비 · 운송수단을 환경친화적인 물류시설 · 장비 · 운송수단으로 변경
3. 그 밖에 대통령령으로 정하는 환경친화적 물류 활동

제60조(친환경적 운송수단으로의 전환촉진)

① 국토교통부 장관 · 해양수산부장관 또는 시 · 도지사는 물류 기업 및 화주기업에 대하여 환경친화적인 운송수단으로의 전환을 권고하고 지원할 수 있다. <개정 2008. 2. 29., 2013. 3. 23., 2013. 8. 6.>

② 제1항에 따른 지원대상의 세부적인 기준 및 지원내용에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

③ 시 · 도지사는 제1항의 조치를 하려는 경우에는 중복을 방지하기 위하여 미리 국토교통부 장관 및 해양수산부 장관과 협의하고, 그 내용을 제14조에 따른 지역 물류 기본계획과 제16조에 따른 지역 물류 시행계획에 반영하여야 한다. <신설 2013. 8. 6.>

제49조(자금의 지원)

① 국가는 국제물류 주선업의 육성을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 국제물류주선업자에게 그 사업에 필요한 소요자금의 융자 등 필요한 지원을 할 수 있다.

③ 지속 가능 교통물류발전법

○ ‘지속 가능 교통물류발전법’은 기후 변화, 에너지 위기 및 환경 보로 요구 등 교통물류 여건 변화에 대응하는 지속 가능 교통물류 정책의 기본방향과 그 수립 및 추진 등에 관한 사항을 규정함으로써 현재 세대와 미래 세대를 위한 교통물류의 지속 가능한 발전기반을 조성하기 위하여 2009년 12월 10일에 시행된 법률로서 교통물류체계의 전환에 따른 보조금 지급 및 가격 인센티브를 부여할 수 있는 법적 근거를 마련함[시행 2017. 3. 30.] [법률 제14115호, 2016. 3. 29., 타법개정]

○ 수단전환 지원금은 도로로 운송되던 화물을 철도운송수단으로 전환하거나, 새로이 철도로 운송하는 화물로 한정하고, 다음에서 해당할 경우 지원을 제외함

- 연안 해운으로 운송하던 화물을 철도로 운송하는 경우
- 철도로 운송하던 화물을 운송사를 달리하여 철도로 운송하는 경우
  (단, 운송사 폐업물량은 제외)
- 운송시간, 비용, 화물의 기종점, 입지 등 제반 물류 여건상 철도에 의한 운송만이 가능한 경우

○ 수단전환 지원금 추진현황

- 2010년 7월부터 2011년 12월까지 정부가 17.5억 원, 철도공사가 7.5억 원의 보조금을 출자한 사업으로 ‘지속 가능 교통물류발전법’ 제 21조에 근거하여 추진하였음
- 보조금 지원사업을 통하여 2011년 4월 기준 83만 톤의 물동량이 철도수송으로 전환 및 신규 유치되는 효과가 발생하였으며, 2010년 사업만 전략적 품목을 선정하여 시범 사행을 시행하였음
- 2010년 보조금 사업 참여품목은 시멘트(성신양회 등 4개 업체), 철강(천일정기화물 등 2개 업체), 컨테이너(삼성전자로지텍 등 8개 업체)로서 전환수송에 따른 보조금을 지원하였음
- 2011년도는 30억 원 규모로서 전액 국가에서 보조금을 지원하며 직전 3년간의 구간별, 화물종류별 철도수송 평균실적을 적용하여 참여업체 선정 및 지원금액을 정함

【지속 가능 교통물류발전법】 중 관련 내용

제3장 16조(온실가스 배출 감축 조치)

① 국가 및 지방자치단체는 「기후 변화에 관한 국제연합 기본협약」의 시행을 위하여 교통물류체계를 전환하거나 조정함으로써 온실가스 배출량을 감축할 수 있도록 필요한 조치를 하여야 한다.

② 국토교통부 장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 교통물류의 단위당 온실가스 배출량을 산출하는 계수(係數)(이하 "온실가스 배출계수"라 한다)를 개발하여 관련 자료를 작성하여야 하며, 이를 활용하여 지속 가능 교통물류발전 정책을 추진하여야 한다. <개정 2013. 3. 23.>

③ 국토교통부 장관은 온실가스 배출계수를 효율적으로 개발하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 공동으로 전담기관을 지정·운영할 수 있다. <개정 2013. 3. 23.>

④ 제2항과 제3항에 따른 온실가스 배출계수의 개발 등에 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제 21조(전환교통 지원)

① 국가 및 지방자치단체는 전환교통을 촉진하기 위하여 환승·환적(換積) 시설과 장비의 설치대책을 마련하여야 한다.

② 국토교통부 장관·해양수산부장관·특별시장·광역시장·특별자치 시장·시장 또는 군수는 교통물류 운영자 및 교통물류 이용자, 화주(貨主) 등에게 효율적인 교통수단으로의 전환을 권고할 수 있다. <개정 2013. 3. 23., 2014. 5. 28.>

③ 국토교통부 장관·해양수산부장관·특별시장·광역시장·특별자치 시장·시장 또는 군수는 교통물류 운영자 및 교통물류 이용자, 화주(貨主) 등과 전환교통에 관한 협약을 체결하고 예산의 범위에서 보조금 등을 지원할 수 있다. <개정 2013. 3. 23., 2014. 5. 28.>

④ 제3항에 따른 전환교통협약의 체결, 보조금 등 지원의 기준 및 절차 등에 관하여 필요한 사항은 대통령령으로 정한다.

제 28조(환경친화적 교통수단의 운행 확대 지원)

① 국토교통부 장관·해양수산부장관·특별시장·광역시장·특별자치 시장·시장 또는 군수는 온실가스 등으로 인한 지구온난화를 방지하고 쾌적한 교통물류 여건을 조성하는 데 필요하다고 인정하면 관계 중앙행정기관의 장과 협의를 거쳐 환경친화적 교통수단의 운행 확대를 위한 다음 각호의 조치를 하여야 한다. <개정 2013. 3. 23., 2014. 5. 28.>

1. 환경친화적 교통수단에 대한 교통물류 가격의 감면 등의 지원
2. 환경친화적 교통수단 구매자에 대한 교통물류 관련 사업 인가·허가 등에서의 우대
3. 그 밖에 환경친화적 교통수단의 운행을 확대하기 위하여 대통령령으로 정하는 조치

- 2013년도 44억 원 규모, 2018년 31억 규모로 집행되었으며, 2016년도에는 한시적으로 24억 원 수준으로 집행액이 감소하였음

<표 2-11> 철도전환 교통보조금 집행현황

구분	물량 (천 톤/㎞)	집행액 (천 원)	온실가스 감축량 (tCO2eq)	사회환경적 비용 절감액 (천 원)	사회 환경적 비용 절감효과 (집행액 대비)
2013년도	974,841	4,488,216	184,495	23,520,003	5.2배
2014년도	1,075,441	3,994,388	201,841	25,562,533	6.4배
2015년도	775,742	3,000,760	141,621	17,535,656	5.8배
2016년도	646,327	2,452,026	128,069	13,528,828	5.5배
2017년도	715,302	3,005,869	144,856	15,719,038	5.2배
2018년도	720,333	3,130,952	133,485	12,865,597	4.1배

출처: (사)한국철도 물류협회

<표 2-12> 품목별 협약물량 및 배정금액(2019년도)

구분	물량(천 톤 ㎞)		배정(천 원)	
	기준	협약	금액	비율(%)
컨테이너	936,363	355,389	1,624,931	52
시멘트	598,352	112,155	427,478	13.7
철강	398,963	240,435	915,101	29.3
일반	31,950	31,120	157,490	5
계	1,965,628	739,099	3,125,000	100

출처: (사)한국철도 물류협회

(나) 국외의 철도 물류 정책 동향

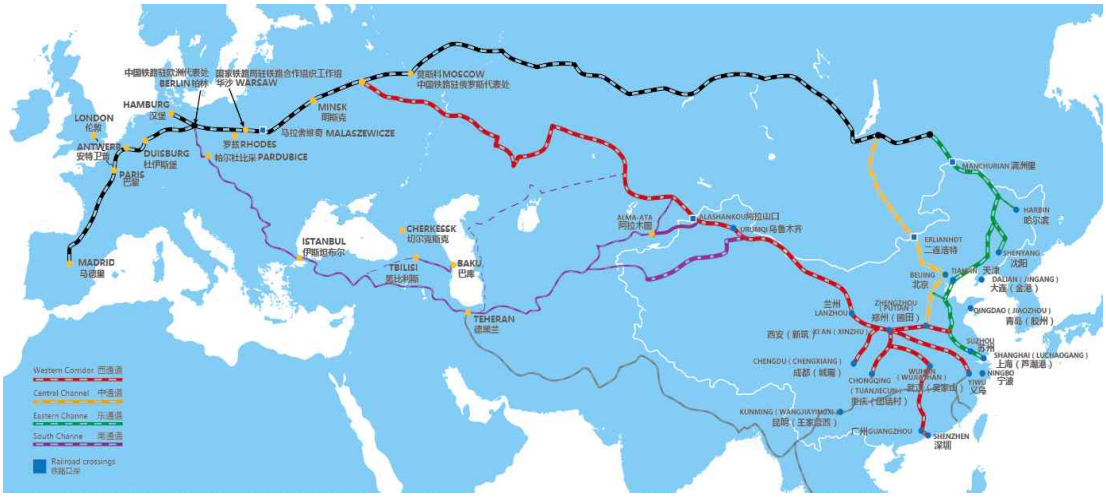
① 중국

○ 전 세계적으로 철도 물류 정책이 가장 활발하게 이루어지고 있는 국가는 바로 중국으로 가장 대표적인 정책은 일대일로(一帶一路) 정책으로 중국이 서부 진출을 위해 제시한 국가급 상위전략(國家級頂層戰略) 정책임

- 이 정책은 2013년 8월 카자흐스탄에서 최초로 실크로드 경제 벨트에 대해 제안을 하면서 주목을 받았으며, 연선 국가만 64개국(2017년 기준), 추진 기

간은 150년에 달하는 중국의 대외 국책사업으로 피치 보고서에 따르면, 중국은 일대일로 프로젝트 예산을 9,000억 달러(약 1041조3,000억 원)를 책정했음

- 일대(一帶)는 산시성의 시안 혹은 내몽골 자치구의 후허하오터에서 시작하여 신장 위구르 자치구의 우루무치, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 이란, 터키, 독일로 이어지는 육상 실크로드이고, 일로(一路)는 베이징에서 시작하여 톈진, 칭다오, 상하이시, 푸젠성의 취안저우, 광저우, 하이난성의 하이커우, 말레이시아, 태국, 미얀마, 방글라데시, 인도, 스리랑카, 몰디브, 파키스탄, 예멘, 케냐, 탄자니아, 그리스, 이탈리아를 잇는 해상 실크로드이다.



출처: http://www.crct.com/[3)]

[그림 2-24] 중국 일대일로 구상도

3) CRCT: China Railway Container Transport로 중국 철도 컨테이너 운송 유한책임공사

- 일대일로 정책의 추진 과정을 살펴보면, 다음 표와 같음

<표 2-13> 일대일로 추진 연혁

구분	내용
2013년 9월	시진핑 주석이 카자흐스탄을 방문하여 나자르바예프대학 강연에서 '실크로드경제벨트' 공동 건설을 제안
2014년 3월	리커창 총리「정부 업무보고」에서 실크로드경제벨트와 21세기 해상 실크로드 건설계획을 2014년 중점업무로 발표
2014년 11월	시진핑 주석이 APEC 정상회담에서 실크로드 기금(AIIB) 조성을 위한 400억 달러 출자 계획을 발표
2014년 12월	중앙경제 공자 회의에서 일대일로, 징진지 협동 발전, 장강 경제 벨트를 3개 지역발전전략으로 발표
2015년 3월	발개위, 외교부, 상무부에서「실크로드경제벨트 및 21세기 해상 실크로드 공동 건설 추진을 위한 비전과 동(推动共建西抽之路经济带和21世纪海上丝绸之路的愿景与行动)」공동 발표함으로 일대일로 전략의 구체적인 추진 의사를 드러냄
2015년 6월	베이징에서 AIIB 협정 서명식 진행
2016년 3월	「국민경제와 사회발전 제13차 5개년 계획 강요」에서 일대일로 건설 추진 내용을 포함. 5개년 계획 강요에 최초로 포함됨
2017년 5월	'국제협력 강화, 일대일로 공동 건설, 공동 발전 실현'을 주제로 일대일로 국제협력 정상포럼('一带一路'国际合作高峰论坛)을 개최

출처: KOTI, '중국 일대일로 추진성과와 교통물류 부분에서의 우리나라와 협력 방향', 2018.1.

○ 중•유럽 열차 건설발전 계획(2016~2020)

- 중국과 유럽은 일대일로 사업과 관련하여 중국 유럽 철도 조정위원회 사무국을 구축하였으며, 2020년까지 기초적인 배치 완성, 시설 개선, 운송능력 안정화, 편리화 및 고효율 추구, 안전운행 서비스 체계구축, 연평균 4,000대 운행을 목표로 하였음
- 이 정책은 서부 통로, 중부 통로, 동부 통로 3개의 루트로 구분하여 제시하였으며, 현재 추진 중인 노선과 이후 추진할 노선에 대해 발표하였음

<표 2-14> 중·유럽 열차 건설 반전 계획

구분	구 간
서부통로	· 아라산커우(후얼궈스)세관~카자흐스탄~러시아 시베리아 철도 · 후얼궈스(아라산커우)세관~카자흐스탄, 투르크메니스탄, 이란, 터키 등 유럽국가 · 후얼궈스(아라산커우)세관~카자흐스탄(해상루트를 통해)~아제르바이잔, 그루지야, 불가리아 · 투얼가터세관~지우 철도와 연계(현재 건설계획 중)~키르기스스탄, 우즈베키스탄, 투르크메니스탄, 이란, 터키 등
중부통로	· 네이멍구 얼렌하오터세관~몽골, 러시아 시베리아철도 연결~유럽
동부통로	· 네이멍구 만저우리세관(헤이룽장 쑤이`펀허)~러시아 시베리아철도

출처: KOTI, '중국 일대일로 추진성과와 교통물류 부분에서의 우리나라와 협력 방향', 2018.1.



출처: 국가발전개혁위원회, 중·유럽 고속화물 열차 건설 발전계획(2016-2020년), 2016. 10. 재인용

[그림 2-25] 중·유럽 고속화물 열차 3개 루트

○ 중·유럽 고속화물 열차 현황

- 중·유럽 간 열차는 2011년 정식 운행이 시작되었으며, 충칭, 청두, 정저우, 우한, 소주, 이우 등에서 출발하여 독일, 폴란드, 스페인 등 유럽 14개 국가와 42개의 주요 도시를 연결하고 있음(2018년 기준)

- 중·유럽 고속화물 열차운행 횟수 및 물동량을 살펴보면, 운행 첫해인

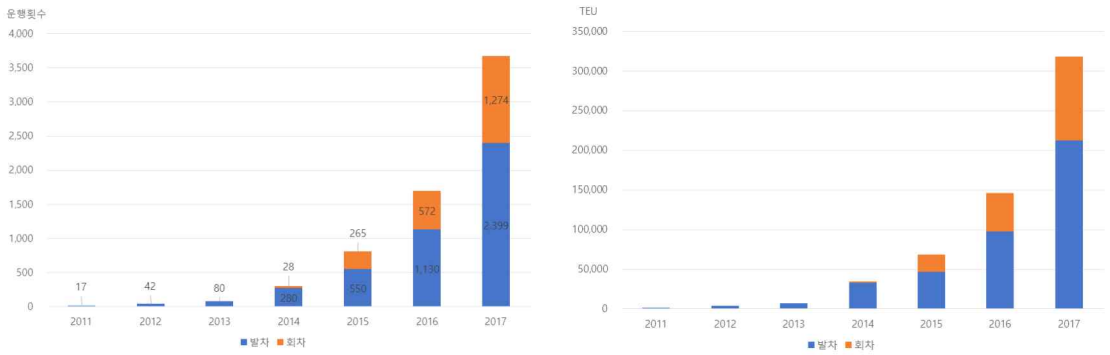
2011년에는 총 17회(발차 기준, 2011년에는 회차가 발생하지 않음) 운행을 하였으며, 물동량은 1,404TEU에 그쳤으나 2017년에는 3,673회 운행(발차, 회차 포함) 물동량 317,930TEU를 달성하였음

- 이는 2011~2017년간 운행 횟수로는 약 216배 증가, 물동량은 226.4배 증가한 분으로 고속화물 열차에 대한 수요가 폭발적으로 증가한 것을 알 수 있음
- 다만 발차와 회차의 운행 횟수 및 물동량 차이 나는 것은 중국과 유럽 간의 무역 불균형으로 이루어지는 것으로 향후 이에 대한 대책이 필요할 것으로 보임
- 공 컨테이너 회수 등 다양한 정책이 필요한 것으로 판단됨

<표 2-15> 중·유럽 고속화물 열차운행 횟수 및 물동량(2011~2017)

구분		운행	TEU	물동량 합계 (TEU)	구분		운행	TEU	물동량 합계 (TEU)
2011	발차	17	1,404	1,404	2015	발차	550	47,132	68,902
	회차	0	0			회차	265	21,770	
2012	발차	42	3,674	3,674	2016	발차	1,130	97,400	145,794
	회차	0	0			회차	572	48,394	
2013	발차	80	6,960	6,960	2017	발차	2,399	212,000	317,930
	회차	0	0			회차	1,274	105,930	
2014	발차	280	32,804	35,070	운행합계		6,637회	물동량 합계	579,734
	회차	28	2,266						

출처: http://www.crct.com/



출처: http://www.crct.com/

[그림 2-26] 중·유럽 고속화물 열차운행 횟수 및 물동량

<표 2-16> 중·유럽 고속화물 열차 주요 노선 및 화물정보

노선	개통	운행시간 (일)	운행거리 (km)	경유 국가	주요 화물
충칭~뒤스부르크~충칭	2011. 3.19.	14~15	10,987	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	IT 전자제품, 식품, 백화점, 기계와 장비
청두~우치/틸뷔르흐/뉘른베르크~청두	2012. 12.19.	11~12	9,965	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	IT 전자제품, 수출 제품
정저우~함부르크~정저우	2013. 7.18.	13	10,461	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	타이어, 고급의류, 문화 및 스포츠용품, 공예품
우한~함부르크/뒤스부르크/파르두비체~우산	2012. 10.24.	15	10,880	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 체코, 독일	노트북, 전자제품, 의류와 기계 부속품 회수: 목재
이우~마드리드/런던/리가~이우	2014. 11.18	18~20	13,052	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일, 프랑스, 스페인	의류, 직물, 소화물
소주~바르샤바~소주	2013. 09.29	14	11,190	러시아, 벨로루시, 폴란드	노트북, 태블릿, LCD 디스플레이, 하드디스크, IT 제품
선양~함부르크/뉘른베르크~선양		12~14	9,985	러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	LG 전자제품, 기계부품, 일회용품, 중국 직물, 한국/일본 운송상품
허페이~함부르크	2015. 6.29.	15	10,647	카자흐스탄, 러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	에어컨, 냉장고, 기타 가전
실롱~함부르크		17	12,283	러시아, 벨로루시, 폴란드, 독일	전자제품, 가전제품, 생활용품
중앙아시아 열차(연운항 중앙아시아 5개국) 운행예정	예정	5~6		카자흐스탄, 우즈베키스탄, 키르기스탄, 타지키스탄~유럽	10개 카테로리 400종 한국, 동남아 국가 중고차, 자동차 부품 및 전기·전자 제품

○ 중·유럽 고속화물 열차 경제성

- 중·유럽 고속화물 열차의 주요 화물의 성격을 살펴보면, IT의 발달로 인한 e-commerce, omni-channel을 통한 다품종 소량 화물 운송이 증가하고 있으며, 이로 인해 정시성, 운송빈도 등에 대한 요구사항이 높아지고 있음
- 현대의 소비 문화화 변화는 주문량과 화물량이 기존의 대량생산체제와 달라 풀 컨테이너화하기 어려운 상황이며, 이러한 상황은 해운 운송보다 철도운송이나 항공운송이 더욱 적합함
- 실례로 중국의 물류회사를 대상으로 한 2016년 수출입 해운 운송결과에 따르면, 풀 컨테이너 운송은 전체 운송량의 약 30% 수준이며, LCL 운송이 전체의 70%를 차지하는 것으로 나타나 대량수송을 주로 하는 해운 운송과 달리 운송빈도와 속도가 빠른 철도운송과 항공운송이 더욱 적합하다는 결론에 이르게 됨 (KMI 중국리포트 제18-15호 인용)
- 중국 유럽 간(충칭~뒤스부르크) 고속화물 열차의 운송비용을 살펴보면, 항공운송의 1/4 수준이며, 해운 운송보다는 약 2.3배 더 드는 것으로 나타남
- 운송 기간을 살펴보면, 같은 구간 고속화물 열차는 15일, 해운 36일, 항공 3일로 나타남

<표 2-17> 충칭~뒤스부르크 운임 및 시간(40피트 컨테이너 기준)

운송수단	운송비용구성	운송 비용	운송시간
중·유럽 고속화물 열차 (충칭)	국내운송 구간 : 충칭~아라산커우	2,500USD	3일
	통관 : 국경에서 통관 및 환적	1,150USD	2일
	국외 운송 : 아라산커우~뒤스부르크	4,000USD	10일
	기타 비용(화물대리비용, 철도 건설비용, 기타 부가비용)	1,350USD	-
	합계	9,000USD	15일
수운(창장)~해운 연계운송	-	4,000USD	36일
항공운송	-	36,000USD	3일

출처: KMI, '중국리포트 제18-15호', 2018.08.17. 재인용

② 영국

○ 1953년에 370억ton・km에서 1995년에는 130억ton・km까지 감소하였으며, 트럭 중심의 화물수송이 이루어졌으나 2010년 친환경 수송수단인 철도수송을 장려하는 MSRS 정책(환경친화적인 철도를 육성하기 위한 정책으로 모들 시프트를 통한 철도수송을 하면 보조금을 지원함) 펼친 이후 철도수송이 증가추세로 돌아서서 2019년에는 174억ton・km로 증가하였음

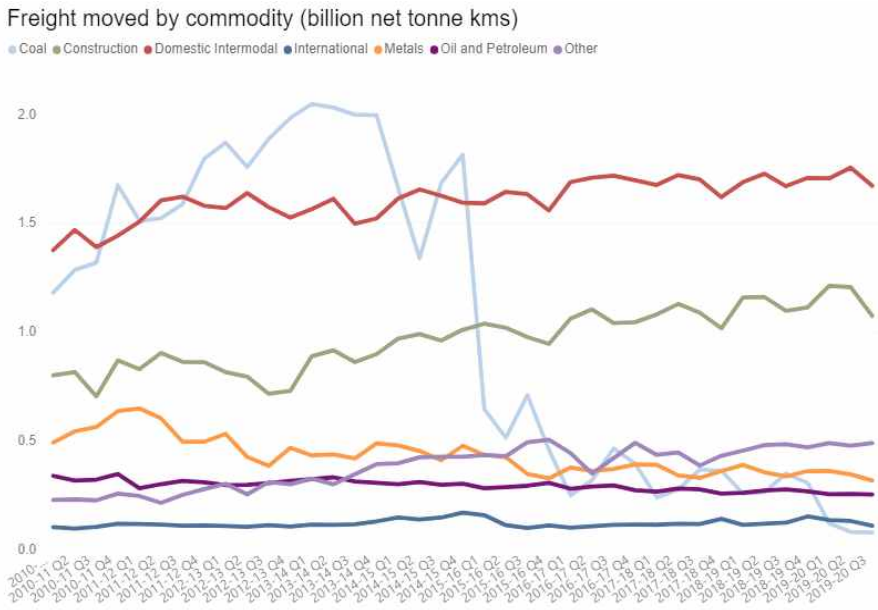
○ 2010년부터 시행된 MSRS 정책으로 인해 석탄을 제외한 주요 화물의 수송량이 꾸준히 증가하였음

- 2010년에는 철도로의 수단 전환을 위한 보조금인 MSRS(intermodal)를 도입하였으며 이 제도는 철도로 움직이는 영국 내 철도를 활용하는 화물에 대해 지원하는 제대로 표준 복합운송 장치인 컨테이너, 스왑바디 또는 피기백 트레일러 등에 지원을 지속해서 진행하고 있으며, 최근 이 사업을 2020~2025년까지 연장을 확정 지어 철도화물 육성을 위해 강력한 정책을 추진 중임

○ 석탄의 경우 EU 등의 환경정책으로 인한 석탄 사용 감소와 관계있으며, 철도화물의 가장 큰 수요를 차지한 석탄을 제외하고도 수송량이 증가한 것을 보았을 때 모달 시프트 지원정책이 철도화물 증가에 큰 영향을 미친 것을 확인할 수 있음

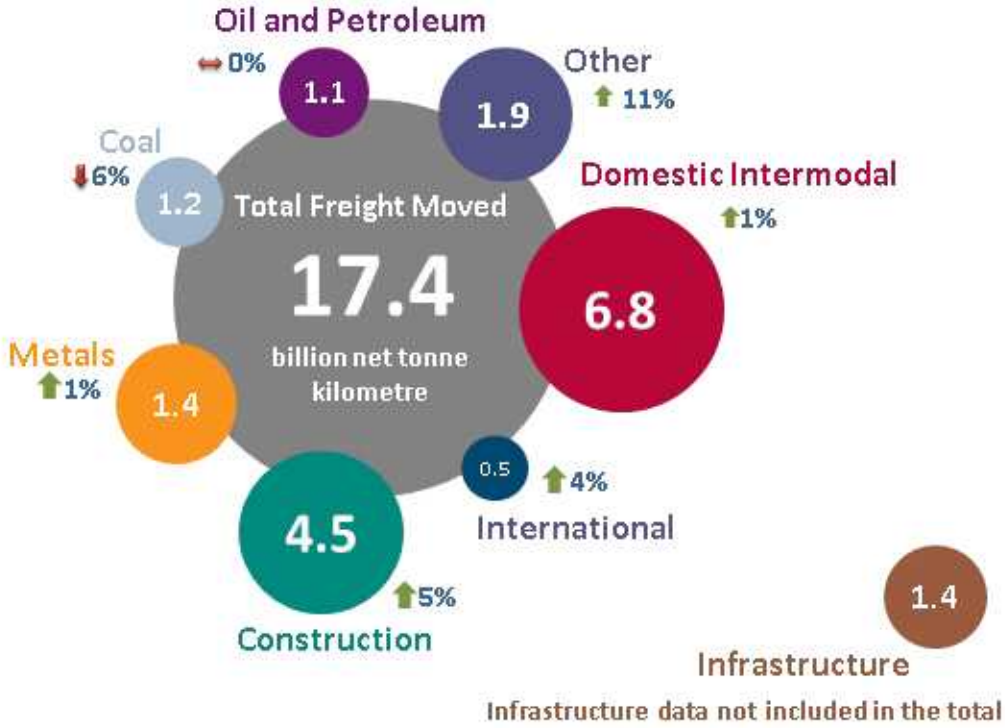
<표 2-18> 영국의 주요 철도화물육성정책

연도 및 근거	정책	주요 내용	지원금
1974년 철도법	철도화물보조금 제도	FFG (철도시설이용보조금으로 철도시설을 가지고 있는 운송회사와 화주에 지원)	2007: 1.7백만 파운드 2008: 1.3백만 파운드 2009년에 7백만 파운드 2013년에 5백만 파운드
2000년 Transport 2010	철도화물육성 목표 설정	철도분담률 6%에서 10%로 향상	
2007년 Delivering a Sustainable Railway	환경 편익 차원에서 보조금 지급	REPS (철도환경 편익제도: 철도운임이 도로보다 비싼 경우 철도회사에 지급)	2008~2010년 2.37백만 파운드 지출, 115,000대의 화물차 감소
2010년 4월 ~ 2025년	모달 시프트 정책	MSRS(Mods Shift Revenue Scheme)	REPS을 더욱 강화한 내용



출처: https://dataportal.orr.gov.uk/

[그림 2-27] 영국 화물철도 분기별 화물수송량 변화 추이



출처: Office of Rail and Road, ' reight Rail Usage 2018-19 Q4 Statistical Release;, 2019.

[그림 2-28] 2019년 영국 철도화물 수송량

<표 2-19> 철도화물보조금 제도의 변화

구분	종래의 제도	새로운 제도
화물 보조금제도	FFG(1974~)	FFG지속
	TAG(1993~2007.3)	REPS(Bulk)(2007.4~2010.3)
	CNRS(2003~2007.3)	REPS(2007.4~2010.3)
		MSRS(2010.4~2025)

③ 프랑스

○ 프랑스는 철도개혁 이후 철도화물수송량은 2000년을 정점으로 계속 하락하였는데, 2003년에는 SNCF 영업 손실은 4.5억 유로로 철도화물이 이 적자분의 1/3을 기록함

- 이러한 적자는 지속하여 2018년 5월에 이르러서는 SNCF의 부채는 545억 유로에 달하였음
- 이러한 문제를 해결하기 위해 SNCF는 철도 무인화를 통해 부채를 줄이고자 하는 움직임을 보임
- 이 계획은 2016년 이전부터 추진해온 정책으로 2017년 6월 공식 발표하였으며, 2022년 고속철도 무인화 운행을 실현을 목표로 하였음
- 무인화 추진 요인으로 정시 현격히 낮은 정시 출발률과 운행횟수를 높이는 것이 목표이며, 4단계로 나뉘어서 진행하고 있음

<표 2-20> 프랑스 SNCF 무인화 단계

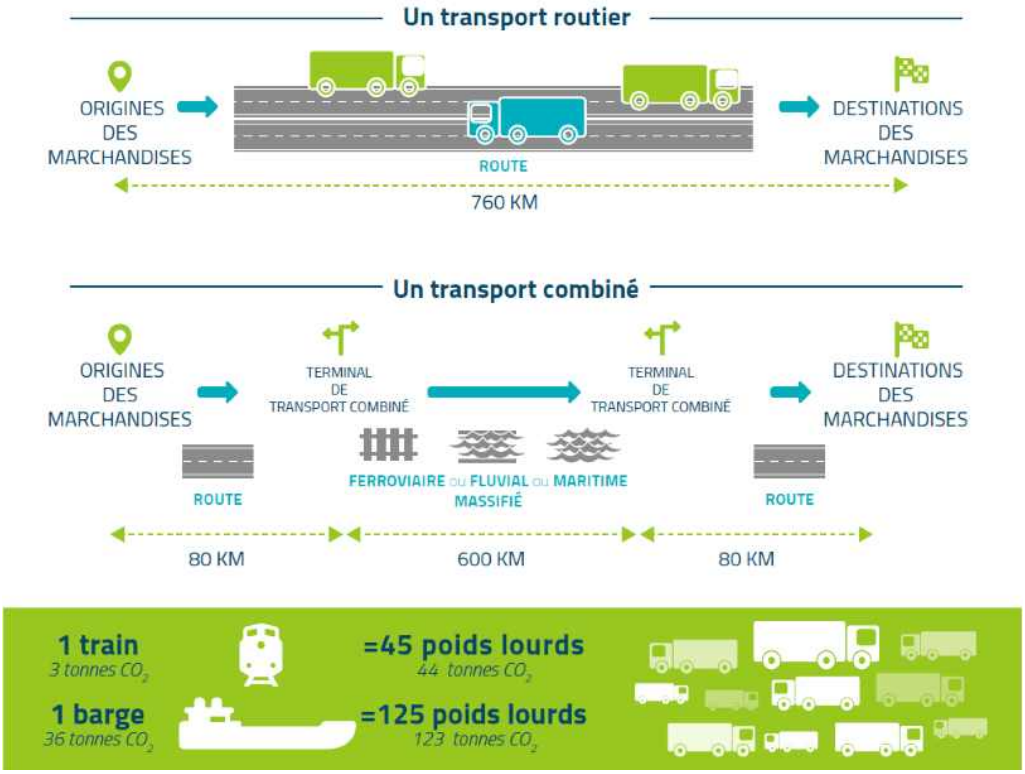
구분	내 용
1, 2 단계	- 기관사의 운행 참여
3단계	- 기관사 없음 - 승무원 있음
4단계	- 기관사 없음 - 승무원 없음

출처: 한국노동연구원, '프랑스에 부는 무인화 바람:프랑스 국영철도(SNCF)사례를 중심으로', 2018. 7

- 특히 단거리 화물 운송 부분에 있어 2019년부터 원격조정 테스트를 진행하고자 하고 있으며, 2021년부터는 거리를 확대하여 무인 열차를 통한 지역간 화물 운송에 관해 시험 운행을 시작할 계획에 있음

○ 이외에도 복합운송에 대한 지원정책이 활발하게 이루어지고 있음

- 프랑스 환경회의는 복합운송에 대해 탄소배출 등에 있어 지속 가능한 운송서비스를 지원하기 위해 2015년 로드맵을 발표하였으며, 2015년 8월 17일 재무 지원을 확정 지었음



출처: 프랑스 교통부 홈페이지

[그림 2-29] 프랑스 복합운송

- 이러한 복합운송을 확립하기 위해서 13개의 강(하버 터미널), 27개의 철도 터미널, 9개의 모달 터미널 등 총 49개의 복합운송 터미널을 운영 중임

○ 프랑스내 철도화물 운송서비스는 주축인 북부(Dunkerque / Lille / Paris, Paris / Dijon / Lyon / Marseille /Perpignan, Paris / Bordeaux / Hendaye)에에서 남쪽(Bordeaux / Toulouse / Narbonne et Rennes / Lyon, Le Havre / Strasbourg)까지 횡단 네트워크 서비스를 지원하고 있음

○ 이 복합운송을 통해 이루어진 운송량을 살펴보면, 2017년 334억 톤에 이름

<표 2-21> 포장 유형에 따른 철도화물 운송

(단위: 10억 톤)

구분	2009년	2013년	2017년
복합	7.5	8.4	7.0
복합 용기(컨테이너 등)	6.3	7.5	5.3
복합 세미트레일러(샤시 등)	1.3	0.9	1.7
화차 등	24.6	23.8	26.5
총 계	32.1	32.2	33.4

출처: Chiffres clés du transport – Édition 2019 SDES, CCTN 2018

○ 철도, 수로, 근해에 이르는 복합수송 지원금은 2013년 1천 9백만 5천 유로가 지금 되었으며, 2018년 2천 7백만 유로가 지급되었으며 이는 2013년 대비 약 38%가 증가한 금액으로 복합수송에 대한 지원을 지속해서 증가시킨 것을 알 수 있음

- 또한, 지속적 지원을 위해 프랑스 정부는 2018-2022 동안 정기 복합운송서비스 운영 지원하기 위한 시스템을 2019년 10월 29일에 승인을 받았음

<표 2-22> 프랑스 복합운송 운영 지원금(2013~2018)

(단위: 백만 €)

구분	2013년	2014년	2015년	2016년	2017년	2018년
재정 금액	19.5	25.5	24.3	25.8	25.9	27

출처: 프랑스 교통부 홈페이지

④ 독일

○ 2020년 독일 교통부 장관은 철도의 디지털화를 위해 슈투트가르트를 독일 최초의 디지털 철도 허브화를 진행하겠다고 발표하였으며 철도의 디지털화를 위해 도이치반(Deutsche Bahn)과 함께 제어 및 신호 장비(ETCS)와 자동 열차운행(ATO)으로 업그레이드하기 위해 2023년까지 5억 5천만 유로가 집행될 계획임

○ 또한, 물류 2030 혁신 프로그램을 발표하였으며, 총 2백만 유로를 투자하기로 하였으며 이중 철도 부분은 예산의 42%인 112.3 백만 유로를 투자하기로 함

- 이 투자 금액은 2003년에 발표된 프로그램의 173.2백만 유로 대비 약 36%가 증가한 금액이며, 철도 부분에만 한정하여 살펴본다면, 2003년 72.3백만 유로에서 55% 증가한 112.3백만 유로를 투자를 결정하여 도로 부분인 2003년 89.2백만 유로에서 132.8백만 유로 증액분인 49%보다 중요도 부분에서 철도 부분에 높은 것을 간접적으로 알 수 있음



출처: 독일 교통부

[그림 2-30] 독일 물류 혁신 2030 목표



출처: 독일 교통부

[그림 2-31] 독일 교통부 도로, 철도투자 2003년 대비 2030 증가분

- 이를 통해 철도운송을 42%까지 올리겠다는 장기적인 계획을 세웠으며, 총 10가지의 과제를 제안하였음
- 물류 2030 혁신은 총 10개의 프로그램을 발표하였으며, 5G, 플랫폼, 라스트 마일이 중요 과제로 선정되었음
- 디지털 인프라, 데이터 처리 및 플랫폼 솔루션은 5G 기반으로 스마트 콘트랙트 즉 블록체인 기술이 도입된 플랫폼을 강조하였는데 이는 복합물류에 따라 물류 활동의 참여자가 많아 계약 관계를 보다 투명하게 하며, 스마트 인수증명을 통해 복합물류 참여자의 행정절차를 단순하게 하고자 함임
- 또한, 실시간 모니터링을 통해 물류 활동의 생산성 및 효율성을 높이고자 하고 있음

<표 2-23> 물류 혁신 2030 프로그램

Field of Action 1	디지털 인프라, 데이터 처리 및 플랫폼 솔루션
Field of Action 2	모든 운송모드에서 디지털 화물 운송 관리 -디지털 공급망
Field of Action 3	미래의 일의 세계
Field of Action 4	혁신적인 화물 운송을 통한 기후 변화 완화
Field of Action 5	화물 운송의 연결된 세계
Field of Action 6	스마트 철도, 지능형 열차
Field of Action 7	스마트 포트 및 수로
Field of Action 8	혁신적인 항공화물
Field of Action 9	미래의 길
Field of Action 10	라스트 마일 솔루션

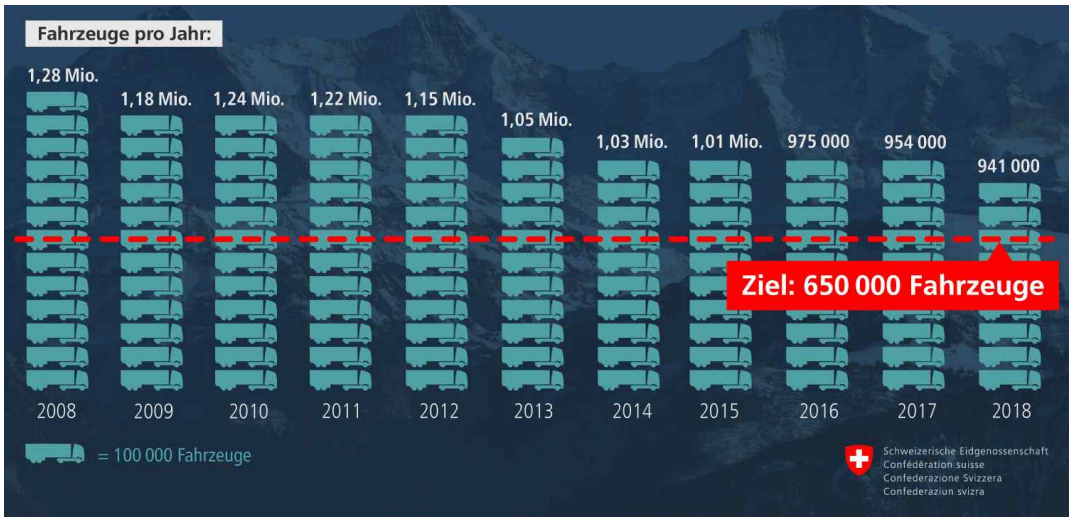
출처: 독일 교통부

⑤ 스위스

○ 스위스 운송정책은 중량물, 화물 운송을 도로에서 철도로 바꾸는 것을 목표로 함

- 이러한 정책은 1992년 NEAT(New Railway Alpine Transversal) 프로그램을 승인한 것을 시작으로 1994년 알파인 조항 및 1998년 성능 관련 중화물 차량 관련 철도 프로젝트를 지원하였음
- 알파인 보호 조항은 스위스 국경을 넘어 알프스를 가로지르는 화물 운송이 철도로 수행되고 알파인 지역의 도로 운송이 증가 되어서는 안 된다고 규정하고 있으며, 연간 최대 650,000대 트럭이 횡단하는 것을 목표로 하였으

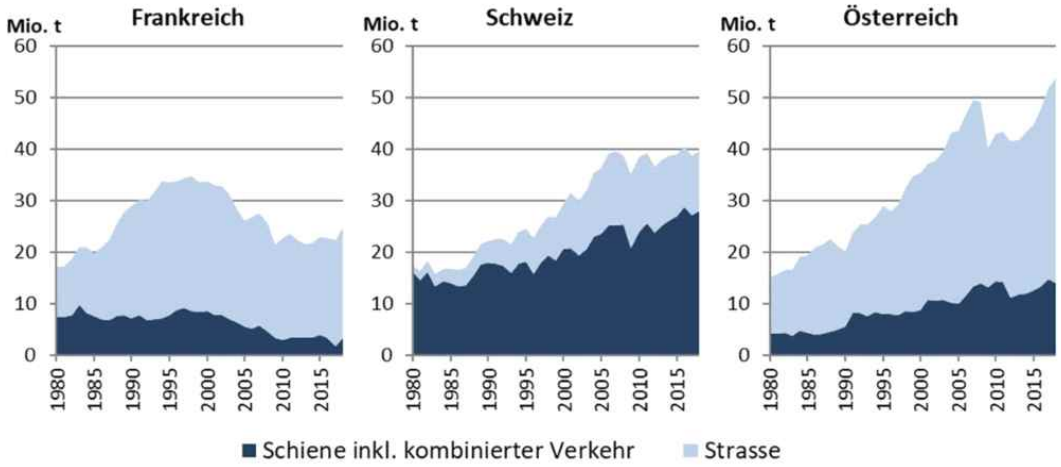
나 2018년 941,000대의 트럭이 스위스 알프스를 주행 목표치를 달성하지 못하였으나 지속해서 트럭을 이용한 횡단이 줄고 있어 정책의 소가 목표는 달성한 것으로 보임



출처: 스위스 환경교통에너지 통신부

[그림 2-32] 스위스 연도별 알프스 횡단 트럭 대수

- 스위스 의회는 화물 운송법의 요구사항을 명시하고 2018년에 개장된 Gotthard Base Tunne fh chleo 250,000대의 트럭이 스위스 알프스를 횡단할 수 있다고 규정하여 트럭 횡단에 대한 규제를 더욱 강화하였음
- 알프스 횡단 화물 운송현황을 살펴보면 알프스 횡단 국가 중 가장 많은 운송량을 보인 것은 스위스이며, 도로와 철도를 비교해 보았을 시 도로 29.5% 11만 7천 톤, 철도 70.5% 2,790만 톤으로 타국 대비 월등하게 높음



출처: 스위스 환경교통에너지 통신부

[그림 2-33] 프랑스, 스위스, 오스트리아 2018년 기준 알프스 횡단 물동량

<표 2-24> 국가별 알프스 횡단 물동량(2018년 기준)

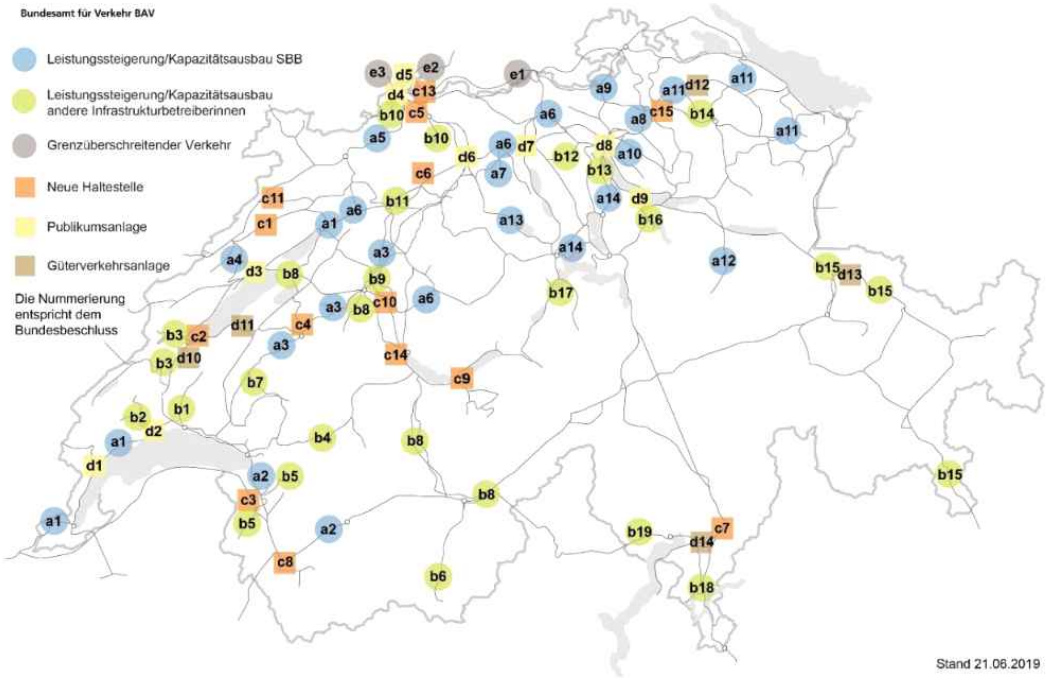
(단위: 만 톤)

구 분	프랑스(2018)	스위스(2018)	오스트리아(2018)
도 로	21.3(86.3%)	11.7(29.5%)	39.8(72.1%)
철 도	340(13.7%)	2,790(70.5%)	14(27.9%)
총 계	2,470(100%)	3,960(100%)	5,380(100%)

출처: 스위스 환경교통에너지 통신부

○ 철도 인프라 (FABI:Finanzierung und Ausbau der Eisenbahninfrastruktur)와 관련해서 2014년에 금융지원을 할 수 있는 토대를 마련하였으며, 2016년 초 FABI 헌법 조항과 연방 법률 및 조례를 수정 시행하였음

- 이 인프라 계획은 2025년까지 66억 스위스 프랑이 투입되며 로잔-제네바, 베른-루체른, 취리히-추르, 루체른-기스 윌, 벨린 초나-테 네로, 체르마트-피치 노선 및 기타 여러 부문에 대한 투자가 포함되며, 이를 더욱 확대하여 2035철도 확장 단계를 발표 187억 스위스 프랑을 투자하기로 함
- 특히 화물 운송의 경우 화물 운송이 동서축에서 고속연결을 사용할 수 있는데 목표를 두고 있음



출처: 스위스 환경교통에너지 통신부

[그림 2-34] 스위스 철도 확장 2030

⑥ 일본

○ 현재 일본 정부는 '강한 물류'를 목표로 종합물류 시책 대강 2017~2020을 결정하였음

- 일본 물류 현황을 살펴보면 화물 운송량 기준(톤킬로) 자동차가 약 50%, 내항 해운 약 40%, 철도 5% 정도를 차지하고 있음
- 일본의 물류 정책은 종합물류 시책 대강을 예로 들 수 있음 종합물류 시책 대강은 일본 정부의 물류 정책이나 물류 행정 지침을 제시하고, 관계 부처와의 제휴로 정책적 일체적 추진을 도모하는 것으로 1997년 4월에 5개년 계획으로 각의 결정되었음
- 2020년 현시점까지 경제 정세 등의 변화와 과제 등을 토대로 6차례 책정하였음(1997~2001, 2001~2005, 2005~2009, 2009~2013, 2013~2017, 2017~2020)
- 종합 물류 시책 대강 2017~2020은 물류 생산성 향상을 위해 6가지 시점에서 물류 시책을 추진하고 있음

1) ‘공급망 전체의 효율화·가치창조에 이바지하는 동시에 자체적으로 높은 부가가치를 창출하는 물류로의 변혁’

2) ‘물류의 투명화·효율화 및 이를 통한 근무방법 개혁 실현’

3) ‘스톡효과 발현 등 인프라의 기능 강화를 통한 효율적인 물류 실현’

4) ‘재해 등의 리스크·지구환경 문제에 대응한 지속 가능한(sustainable) 물류 구축’

5) ‘新기술(IoT, BD, AI 등) 활용을 통한 물류 혁명’

6) ‘인재의 확보·육성, 물류에 대한 이해를 돕도록 국민에 대한 계몽 활동 등’

(다) 국내•외 블록체인 정책 동향

○ 고속화 복합화물 운송은 물류의 참여자가 많은 활동으로 물류 참여자 간의 투명한 거래와 복합물류 참여자의 행정절차를 단순하게 할 필요성이 있음. 이를 위해서는 스마트 콘트랙트와 스마트 인수증명 즉 블록체인 기술이 도입된 플랫폼이 무엇보다 필요하며, 이를 위해 복합물류의 효율성을 높여 도로 운송대비 경쟁력을 가져올 수 있는 환경을 조성하는 것이 무엇보다 중요함

① 국내 블록체인 정책 동향[4)]

○ 우리 정부는 가상통화 투기를 막기 위한 규제를 추진하는 한편, 블록체인 기술과 산업의 발전을 지원하고자 중장기 계획을 마련하고 있음

○ 과학기술정보통신부는 2017년 한국인터넷진흥원(KISA)에 블록체인 확산팀을 설치하고 정보통신 기획평가원(IITP)을 중심으로 블록체인 기술개발 중장기 계획을 준비하고 있음

○ 또한, 블록체인 산업육성을 위해 2018년 6월 ‘블록체인 기술발전 전략’을 발표하였음

○ 우리나라는 아직 블록체인에 대한 사회적 공감대가 부족한 상태에서 가상통화 투자 관련 정책과 블록체인 도입·산업 육성에 대한 전략을 동시에 마련해야 하는 상황으로 블록체인은 기존 비즈니스 방식을 바꿈에 따라 기존 법률 체계에 편입하기 어려움 따라서 실제 비즈니스를 만들어 가고 있는 민간 분야와

4) 과학기술정보 통신부·한국과학기술기획평가원 2018년 기술영향평가 결과보고 블록체인의 미래 인용

공동으로 제도를 만들 필요가 있음

○ 민간 분야의 블록체인 도입이 매우 빠르게 퍼지고 있으므로 이를 저해하지 않으면서 국내의 기술 역량을 높일 수 있는 지원책이 필요한 상황임

② 국외 블록체인 정책 동향

○ 2016년 세계경제포럼(World Economic Forum, WEF)에서 제4차 산업혁명 시대를 이끌 핵심기술 중 하나로 선정됨

○ 블록체인 기술은 암호화폐, 자산발행기술, 자산 중심기술, 확장응용플랫폼, 허가형 분산원장으로 구분하여 발전하고 있음

○ 자산발행기술

- 자산을 등록하기 위해 분산 장부를 사용하는 기술로 컬러드 코인, 메타 코인 등이 있음
- 분산 장부 상의 작은 거래기록을 통해서 자산(주식, 자동차, 건물, 도메인 이름 등)에 대한 소유권을 증명할 수 있음

○ 자산 중심기술

- 자산 존재의 디지털 표현과 관리에 초점을 맞춘 기술
- 퍼블릭 원장에 데이터를 추가하는 방식이 아닌 개인 네트워크를 구현하여 자산의 거래를 쉽게 하는 기술
- 리플, 스텔라 등이 있음

○ 확장형 응용플랫폼

- 블록체인의 암호화폐 기술을 플랫폼화하여 타 분야에 적용하는 기술
- 분산 네트워크상에서의 애플리케이션 개발과 실행을 위한 플랫폼 개발이 주된 목표
- 리플, 비트 공유, 이더리움 등이 있음

○ 허가형 분산원장

- 청산기관, 중앙은행, 수탁 기관 등 수많은 매개 기관을 통해야만 거래가 가능한 기존의 금융시스템의 비용·속도 등을 해결하기 위해 나온 개념

○ 블록체인 기업의 특성은 제도권(중앙화된) 블록체인 기업과 비제도권(탈중앙된) 블록체인 기업으로 나뉠 수 있음

<표 2-25> 블록체인 제도권 및 비제도권 현황

구분	국외	국내
제도권 블록 체인	- R3는 프라이빗 블록체인 기술 제공회사로서 분산원장을 통해 은행과 금융기관들의 업무 효율화 기술들을 개발 - Monax Industries는 기업용 분산원장 전문 개발회사로서 SDK와 여러 개발이 가능한 블록체인 플랫폼을 제공하고 있음 - 이외에 DA, Chain, Symbiont, Axoni, Paxos, Setl 등이 금융 관련 블록체인 서비스를 제공하고 있음	- 코인플러그가 인증을 위한 파이도레저(Fidoledger)를 개발 - 더루프가 금융거래용 분산원장 기술을 개발
비 제도권 블록 체인	- 비트코인(Bitcoin)은 기존의 중앙화된 절차를 없애고 전 세계에 퍼진 노드를 네트워크로 묶음으로써 기존 제도권과 완전히 분리된 독자적 시장을 구축 - 이더리움(Ethereum)은 블록체인 기반 스마트컨트랙트 플랫폼으로서 300개 이상의 스마트컨트랙트 프로그래밍 기반 애플리케이션이 등록되어 있음 - 어거(Augur)는 예측시장 플랫폼으로서 사용자가 미래예측에 관한 상품을 등록하고 베팅하여 실제 결과에 따라 배당률대로 디지털 자산을 획득하는 서비스를 운영 - 골렘(Golem)은 분산 컴퓨팅 솔루션의 일종으로 사용자가 보유한 컴퓨팅파워를 등록하고 거래할 수 있는 플랫폼. 일종의 유휴자원 거래시장 - 크로노뱅크(Chronobank)는 인적자원시장을 블록 체인화한 솔루션 - 코스모스(Cosmos)는 개별적으로 운영되는 블록체인들을 연결해 블록체인의 인터넷화를 목표로 하는 프로젝트	- 삼성SDS는 기업용 블록체인 플랫폼인'넥스레저(Nexledger)'를 기반으로 계열사인 삼성카드의 디지털 신분증 및 지급결제 서비스 등을 개발 - 블록체인 OS가 퍼블릭 블록체인을 내보내 스마트컨트랙트의 비결정성 문제 및 거버넌스 문제를 연구

○ 이처럼 제도권 블록체인과 비제도권 블록체인 기술개발이 활발하게 진행 될 수 있는 요인으로 첫 번째로 블록체인의 장점인 보안성, 비용감소, 거래속도, 가시성 극대화와 더불어 국외 주요국에서 정책적으로 블록체인 기술개발에 적극적으로 지원하기 있기 때문임

<표 2-26> 블록체인 장점

보안성 향상	- 암호화된 데이터와 키 값으로만 거래가 진행되므로 보안성이 향상. - 참여 노드의 분산화로 해킹이 불가능하므로 블록안의 데이터 변조와 탈취가 불가능
비용감소	- 중앙 서버와 집중화된 시스템이 필요 없으며, 해킹 리스크의 감소로 보안 비용이 대폭 감소 - 분산장부 시스템을 통한 투명한 거래로 보안, 감독, 규제 비용 절감 가능 - 참여자간 직접 거래가 이루어지기 때문에 중개기관 수수료 절감 가능 - 막대한 IT 비용과 인력이 수반되는 대규모 인프라를 필요로 하지 않음
거래속도 향상	- 거래관련 여러 인증과 증명에 제3자를 배제시키는 실시간 거래이므로 전체 시스템의 처리속도를 향상시킬 수 있음
가시성 극대화	- 네트워크 참여자들의 실시간 거래 모니터링이 가능

<표 2-27> 국외 블록체인 기술 정책 동향

국가	정책
미국	- 미국 정부 시스템에 블록체인 기술 도입을 위해 연방 및 주 정부의 법률제정을 추진 - 연방정부, 주 정부, 지방정부 단위로 운영되며, 의료산업에 환자 의료 데이터 공유체계를 위해 블록체인 기술이 중시되고 있음 - 비트코인 등의 디지털 통화에 대한 규제를 마련 - 재무성 소속 핀센(FinCEN; Financial Crimes Enforcement Network)과 뉴욕 주가 거래소를 위한 비트 라이선스를 제정
EU	- 디지털 통화의 리스크에 대한 조사를 진행 - 2016년 유럽위원회(EC)는 디지털 통화거래소와 지갑 관리서비스 제공자에게 자금세탁방지법과 고객확인 규정을 준수하도록 하는 지침서를 제출
독일	- 2013년 세계최초로 비트코인 등의 디지털 화폐를 가치 단위를 지닌 개인화폐로 은행법 내 금융상품으로 규정 - 비트코인 사업체는 금융서비스 회사로 규정되어 엄격한 운영 기준을 적용받음 - 디지털 화폐를 통한 시세차익도 자본이득으로 간주하여 소득세 대상이 됨
덴마크	- 디지털 통화 거래에 대해서 세금면제 결정을 내림
영국	- 과학부 중심으로 블록체인 기술을 국가적으로 도입할 것을 선언 - 정부 서비스를 비롯한 다양한 영역에서 블록체인 사업을 지원하기 위해 투자 및 기술 연구에 집중 - 규제보다는 스타트업이 쉽고 빠르게 고객 보호에 관한 규제를 준수하면서 시장에 진입할 수 있는 Project Innovate라는 프로그램을 도입
두바이	- '스마트 두바이' 전략의 목적으로 정부 효율성, 신사업 창출, 글로벌 리더쉽을 목표로 블록체인 로드맵 제시 - 블록체인 기반 정부 시스템 구축을 위해 정부 전략을 공공 영역 적용에 본격화 중
중국	- 암호화폐 관련 규제는 강력히 유지되고 있으나 블록체인 산업 진흥을 위한 정책은 빠르게 선보이며, 기업 육성을 위한 파급효과가 큰 스마트시티 사업 등 민간 주도의 대형 프로젝트 진행
일본	- 블록체인 기술에 대한 거래소 양성화 작업 및 경제 활성화(지역·도시 등) 뿐만 아니라 지역사회 문제를 해결해 나가는 등 사회경제적인 선순환 블록체인 생태계를 조성 - 디지털 통화를 일반상품으로 간주해서 교환 시 8%의 소비세와 기타 세금을 부과함 - 금융감독청은 디지털 통화 관련 사업자들에 대한 현장검증하고 있음

(라) 국내·외 공유 경제 정책 동향

○ 공유 경제란 플랫폼 등을 활용해 자산 및 서비스를 다른 사람과 공유해 사용함으로써 효율성을 높이는 경제 모델로 개인 기업 공공기관 등이 유휴자원을 일시적으로 공유하는 활동도 공유경제에 포함되는 개념임

① 국내 정책 동향

○ 2017년 7월 국정운영 5개년 계획에 의하여 사회적 경제 활성화 분야의 핵심

과제 중 하나로 공유경제를 채택하며 주요 내용으로 사회적 경제 기본법 등 법 제정 및 사회적 경제의 통합적 추진체계 구축을 통해 사회적 경제 정책 지원을 효율화하고자 '17년 사회적 경제 기본법 등 정부 대안 마련, 사회적 경제 정책 조정·시행을 위한 전담 조직 구축 등 추진하였음

○ 또한, 공유경제 생태계 구축을 위해 금융 접근성 제고, 공공조달 활성화, 인재 양성 등 사회적 경제가 지속해서 성장할 수 있는 제도 기반 마련하였으며, '18년부터 사회혁신기금, 사회투자 펀드 조성, 신용보증 심사기준 및 한도 완화 등 사회적 경제의 특성이 반영된 금융시스템 구축 추진하였음

- '17년부터 공공 조달 과정에서 사회적 가치 반영 등 사회 책임 조달 체계 구축
- '17년 인력 양성 로드맵 수립, 사회적 경제 학습체계 구축 등 사회적 경제에 대한 인력 양성 체계 마련
- '17년부터 유휴 국·공유 시설 등의 사회적 경제 기업의 활용을 촉진토록 제도를 개선하는 등 공유경제 실현
- (좋은 일자리 창출 및 지역공동체 활성화) '17년부터 도시재생 분야 등의 진출을 지원하고, '18년부터 지역 일자리 사업 등과의 연계 강화 추진

② 국외 정책 동향[5)]

㉮ 미국 정책 현황

○ 미국은 연방정부 차원에서 공유경제와 관련한 논의를 활발하게 진행하고 있음. 대표적인 사례로 2015년 6월 미국 연방거래위원회(FTC: Federal Trade Commission)가 주최한 '공유경제: 플랫폼, 참가자 및 규제 당국이 직면한 문제(The "Sharing" Economy: Issues Facing Platforms, Participants, and Regulators)' 워크숍과 이를 바탕으로 2016년 발간된 같은 제목의 보고서를 참고해볼 수 있음

○ 동 워크숍을 통해서 연방거래위원회는 각계의 전문가들과 이해관계자들이 모여 공유경제가 확장됨에 따라 발생하는 문제점 및 합리적인 규제 방향에 대한 의견수렴과 관련 논의를 진행했음

5) KIEP 대외경제정책연구원 국제사회의 공유경제 추진현황과 시사점 인용

○ 2015년 논의된 결과를 바탕으로 연방거래위원회는 공유경제라는 새로운 경제 모델에서 창출되는 사회적 효용은 극대화하되 혁신의 동력은 저해하지 않는 합리적이고 균형적인 규제의 필요성을 제시하였음

㈏ EU 정책 현황

○ EU는 2016년 6월 공유경제 활성화와 관련한 유럽 내 협력 어젠다(A European agenda for the collaborative economy)를 채택하였으며, 유럽 단일 시장 내에서의 공유경제의 균형발전을 촉진하기 위한 정책적 노력을 전개하기로 하였음

○ 특히 EU는 시장 진입 요건, 책임 규정, 사용자 보호, 자영업자와 근로자, 과세 등 5가지 핵심 쟁점으로 보았음

○ 이와 관련하여 European Commission(2016a)의 공유경제 정책에 대한 5개의 분야별 제안사항은 다음과 같이 정리해볼 수 있음. 첫째, 시장 진입 요건과 관련하여 단순히 공유활동을 금지하는 것은 최후의 수단으로 고려되어야 하며, 간헐적으로 서비스를 공급하는 개인과 전문적인 사업자를 구분할 수 있는 분야별 기준을 마련하여 시장 진입 기준을 차별적으로 적용할 필요가 있다고 밝히고 있으며 둘째, 공유 플랫폼이 개별적인 서비스 공급자를 대신하여 보유하는 정보에 대한 책임은 없으나, 지급서비스 등과 같이 직접 제공하는 서비스에 대한 책임은 부담해야 한다고 규정하고 있으며 또한, 공유 플랫폼 차원에서 불법적인 정보를 차단하는 등의 자체적인 노력을 지속할 필요가 있다고 제안하였음 셋째, 사용자 보호와 관련하여 각국은 소비자들이 불공정한 거래 관행으로부터 보호를 받을 수 있도록 조치할 필요가 있으나, 전문적인 사업자가 아닌 간헐적으로 서비스를 제공하는 개인에게는 지나친 의무를 부과하지 않아야 하며, 넷째, 고용과 관련한 부분은 각 국가의 자율권에 맡기는 것이 원칙이나, 근로자의 플랫폼 고용 여부에 관한 판단 시에는 근로자와 플랫폼 간의 계약관계, 근로의 특성, 보수의 여부 등을 기준으로 판단할 수 있음 다섯째, 공유경제와 관련한 서비스 공급자나 플랫폼은 여타 경제주체와 마찬가지로 개인소득세, 법인세, 부가가치세 등을 내야 하며, 각국은 관련 세법규정을 단순화·명료화하고 플랫폼 운영자의 경우는 영업활동에 대한 기록 등 과세 당국에

적극적으로 협조하여야 함

㉰ 중국 정책 현황

○ 최근까지 중국 정부가 공유경제 육성을 위해 도입한 정책을 요약하면, △적

○ 극적 지지 선언 △주요 국가정책과의 연계 추구 △규제 및 관리·감독 수단의 점진적 도입 △지방정부의 관리·감독 권한 강화 등으로 정리할 수 있음. 중국은 이러한 노력을 통해 국가 차원의 발전 이념이나 목표를 실현하고자 하며, 국내 자원의 효율적 배치와 이용, 취업·창업 활성화, 소비자의 다양한 수요 충족 등을 위한 정책 수단으로서 공유경제를 활용하고자 함

(마) 국내•외 정책 분석 시사점

○ 국내의 철도 물류 정책은 주로 일반철도의 고속화 복선화 인프라 위주의 정책을 펼치고 있음

○ 반면 유럽의 주요 철도 강국의 경우 인프라의 고속화와 함께 전환교통 즉 복합물류에 대한 지원정책을 강화하여 철도를 통한 화물 운송을 독려하고 있으며, 법적인 규제를 통해 도로운송을 억제하고 있음

○ 이에 반해 우리나라는 철도전환교통 보조금을 2013년부터 지급하고 있지만, 유럽의 지원 정책자금과 규모가 다르며, 신청과정 및 조건이 까다로워 일반 운송업체가 이용하기에 무리가 있음

○ 또한, 글로벌 금융위기 해인 2008년부터 시행된 유가보조금으로 인해 수송비 부분에 있어 육송과 철도운송의 경쟁력이 더욱 차이가 벌어진 계기가 되었으며, 이러한 형태는 현시점까지 이어지고 있어 철도수송 분담률이 지속해서 낮아지고 있음

<표 2-28> 사업계획서 평가항목

평가항목	평가 내용
보조금 지급물량	보조금은 협약물량을 상한으로 실적 물량에서 기준 물량을 뺀 물량에 대하여 지급, 지급물량이 협약물량을 초과한 경우, 예산의 허용하는 범위에서 초과 달성률이 높은 물량을 우선하여 보조금을 지급할 수 있음.
보조금 지급방법*	1) 중간 정산횟수와 시기를 합산하여 결정하고 보조금 지급물량을 계산하여 중간정산 지급, 협약 기간 종료 후 2개월 이내에 최종정산 2) 중간 정신 없이 협약 기간 종료 후 2개월 이내에 최종정산 3) 협약 체결 후 2개월 이내에 50% 범위 내 미리 지급, 종료 후 최종정산

* 지급 시기 및 방법은 평가 내용 3가지 방법 중 협의하여 정함, 출처: (사)한국철도 물류협회

(2) 국내·외 시장현황 및 전망

(가) 국내 시장현황

① 우리나라의 국가 물류 동향

○ 2016년 국가물류비는 159조 9,245억 원으로 2001년 이후 실질 가치 기준 연평균 1.1% 증가하였지만 2015년 대비 5.28% 감소한 것으로 나타남

- 물류비 감소의 주요 요인으로 셰일 가스 등으로 인한 유가 인하로 인해 국가물류비 중 가장 큰 비중을 차지하는 수송비가 감소한 것이 가장 큰 요인으로 볼 수 있음

<표 2-29> 경유 가격 추이

(단위: 원)

연도	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
경유 가격	644.58	677.58	772.03	907.93	1079.73	1,228.17	1,272.73	1,614.44
연도	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
경유 가격	1,397.47	1,502.80	1,745.71	1,806.34	1,729.61	1,636.68	1,299.57	1,182.54

출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1

- 국내화물 톤-km 기준 수송실적 및 분담률을 살펴보면, 도로수송이 '16년 기준 74% 이상을 차지하고 있으며, 철도화물은 '11년 기준 7.05%에서 '16년 4.65%로 감소하고 있으며, 해운화물은 19.2%에서 20.48%로 소폭의 분

담률이 증가하였음

<표 2-30> 국내화물 수송실적(톤 기준)

(단위: 백만 톤-km, %)

구 분	도 로	철도	해운	항공	계
2011	104,476	9,997	27,220	115	141,808
2012	111,529	10,271	25,804	109	147,713
2013	118,582	10,459	30,476	104	159,621
2014	124,650	9,564	29,900	111	164,224
2015	132,382	9,479	31,841	112	173,815
2016	135,259	8,414	37,036	115	180,824
연평균 증감률	5.3	-3.39	6.35	-	4.98

출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1

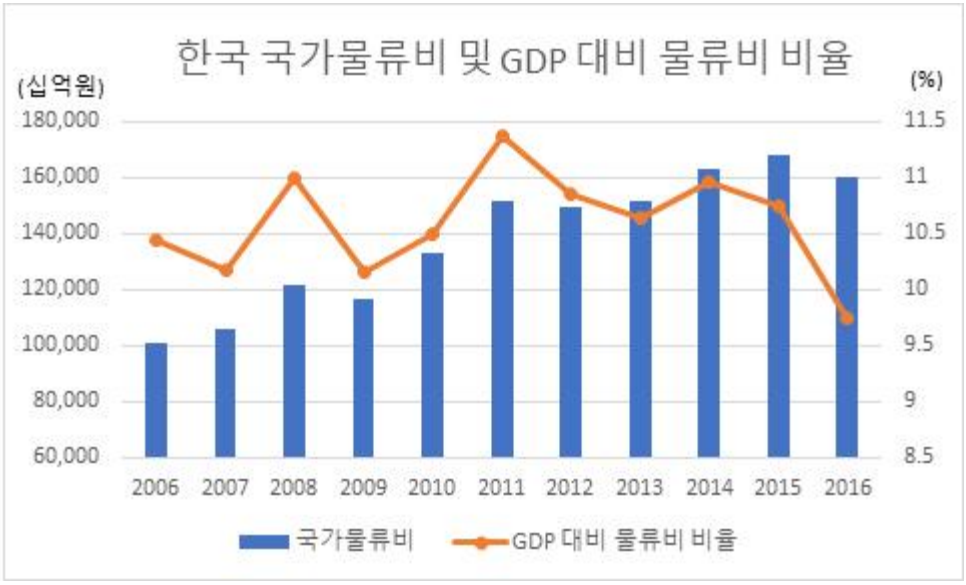
<표 2-31> 국내화물 수송분담률(톤-km 기준)

(단위: %)

구 분	도 로	철도	해운	항공	계
2011	73.67	7.05	19.2	0.08	100
2012	75.5	6.95	17.47	0.07	100
2013	74.29	6.55	19.09	0.07	100
2014	75.9	5.82	18.21	0.07	100
2015	76.16	5.45	18.32	0.06	100
2016	74.8	4.65	20.48	0.06	100
연평균 증감률	0.30%	-7.99%	1.30%	-5.59%	0.00%

출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1

- GDP 대비 국가물류비의 비중은 '06년 10.44%에서 '16년 9.74%까지 지속해서 하락하였으나 미국 7%에 비해 높은 것으로 나타나 이에 대한 일본의 8~9%대에 비하면 매우 높은 수준임
- 물류 시장의 확대와 물류 산업의 매출 증가에도 불구하고, GDP 대비 국가물류비용이 증가하는 현상은 현재의 물류체계가 시장 보다 진화 하지 못하고 있다는 증거이며, 같은 맥락에서 물류 수송 부문에서도 도로수송이라는 일원화된 수송체계에 의존하고 있는 점이 하나의 큰 요인으로 분석됨



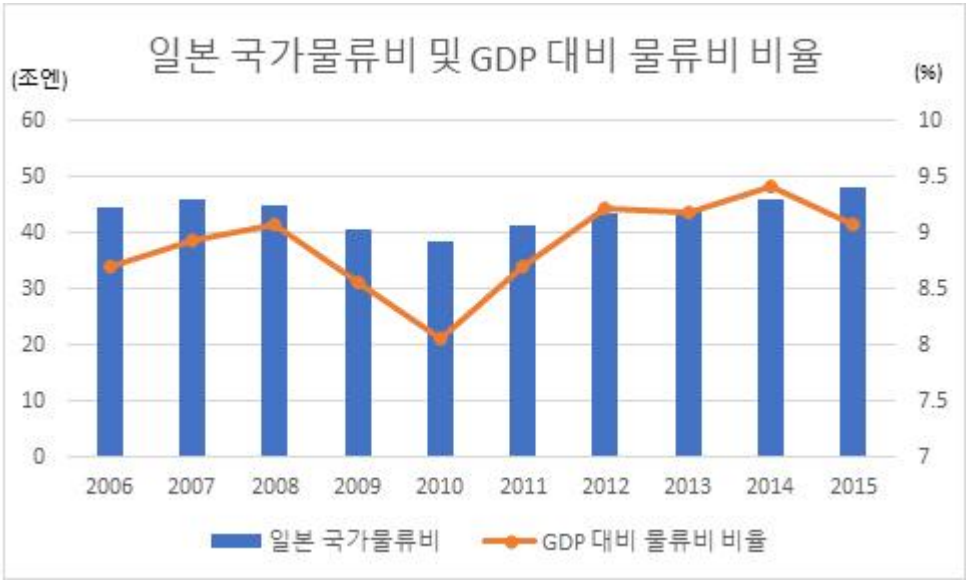
출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1 재인용

[그림 2-35] 한국 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율



출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1 재인용

[그림 2-36] 미국 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율



출처: KOTI, '2016 국가물류비 조사 및 산정', 2019.1 재인용

[그림 2-37] 일본 국가물류비 및 GDP 대비 물류비 비율

○ 국가 물류경쟁력 확보를 위해서는 도로와 철도, 해운, 항공 등 각 수송 수단 간의 균형 있는 물류수송체계의 구축, 물류의 공동화 및 거점화, 그리고 물류 전문 기업의 활성화를 통해 물류체계의 선진화, 효율화를 위한 노력이 필요함

<표 2-32> 연도별 LPI 지수

구분	2010		2012		2014		2016		2018	
순위	국가	점수	국가	점수	국가	점수	국가	점수	국가	점수
1	독일	4.11	싱가포르	4.13	독일	4.12	독일	4.23	독일	4.20
2	싱가포르	4.09	홍콩	4.12	네덜란드	4.05	룩셈부르크	4.22	스웨덴	4.05
3	스웨덴	4.08	핀란드	4.05	벨기에	4.04	스웨덴	4.20	벨기에	4.04
4	네덜란드	4.07	독일	4.03	영국	4.01	네덜란드	4.19	오스트리아	4.03
5	룩셈부르크	3.98	네덜란드	4.02	싱가포르	4.00	싱가포르	4.14	일본	4.03
6	스위스	3.97	덴마크	4.02	스웨덴	3.96	벨기에	4.11	네덜란드	4.02
7	일본	3.97	벨기에	3.98	노르웨이	3.96	오스트리아	4.10	싱가포르	4.00
8	영국	3.95	일본	3.93	룩셈부르크	3.95	영국	4.07	덴마크	3.99
9	벨기에	3.94	미국	3.93	미국	3.92	홍콩	4.07	영국	3.99
10	노르웨이	3.93	영국	3.90	일본	3.91	미국	3.99	핀란드	3.97
11	아일랜드	3.89	오스트리아	3.89	아일랜드	3.87	스위스	3.99	아랍 에미리트	3.96
12	핀란드	3.89	프랑스	3.85	캐나다	3.86	일본	3.97	홍콩	3.92
13	홍콩	3.88	스웨덴	3.85	프랑스	3.85	아랍 에미리트	3.94	스위스	3.90
14	캐나다	3.87	캐나다	3.85	스위스	3.84	캐나다	3.93	미국	3.89
15	미국	3.86	룩셈부르크	3.82	홍콩	3.83	핀란드	3.92	뉴질랜드	3.88
16	덴마크	3.85	스위스	3.80	호주	3.81	프랑스	3.90	프랑스	3.84
17	프랑스	3.84	아랍 에미리트	3.78	덴마크	3.78	덴마크	3.82	스페인	3.83
18	호주	3.84	호주	3.73	스페인	3.72	아일랜드	3.79	호주	3.75
19	오스트리아	3.76	대만	3.71	대만	3.72	호주	3.79	이탈리아	3.74
20	대만	3.71	스페인	3.70	이탈리아	3.69	남아프리카 공화국	3.78	캐나다	3.73
21	뉴질랜드	3.65	대한민국	3.70	대한민국	3.67	이탈리아	3.76	노르웨이	3.70
22	이탈리아	3.64	노르웨이	3.68	오스트리아	3.65	노르웨이	3.73	체코	3.68
23	대한민국	3.64	남아프리카 공화국	3.67	뉴질랜드	3.64	스페인	3.73	포르투갈	3.64
24	아랍 에미리트	3.63	이탈리아	3.67	핀란드	3.62	대한민국	3.72	룩셈부르크	3.63
25	스페인	3.63	아일랜드	3.52	말레이시아	3.59	대만	3.70	대한민국	3.61

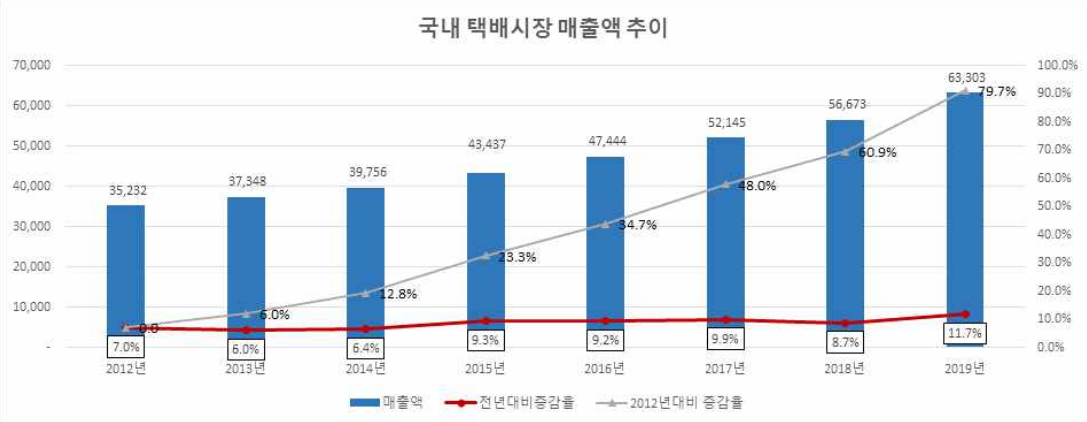
출처: world bank

○ 세계은행에서 발표한 물류성과지수(LPI) 따르면, 우리나라의 물류경쟁력은 ‘18년 기준 25위로 이는 ’12, ‘14년도 21위보다 떨어진 수치로 물류경쟁력 향상을 위한 방안이 필요함

② 택배 화물수송 현황 및 전망

○ 택배 산업은 2019년 약 6조 3천300억 원 규모로 이는 2018년 대비 11.7% 성장한 것으로 나타났으며, 2012년 대비 총매출액은 79.7% 증가한 것으로 나타났음

- 이러한 급격한 성장 요인으로는 '19년 134조 5천 8백억 원('18년 대비 18.3% 성장)에 이르는 온라인 쇼핑몰의 시장 성장에 기인한 것으로 보임



출처: 한국 통합물류협회

[그림 2-38] 국내 택배 시장 매출액 추이

<표 2-33> 국내 택배 시장 매출액 추이

(단위: 억 원)

구분	매출액	전년 대비증감률	2012년 대비 증감률
2012년	35,232	7.0%	0.0
2013년	37,348	6.0%	6.0%
2014년	39,756	6.4%	12.8%
2015년	43,437	9.3%	23.3%
2016년	47,444	9.2%	34.7%
2017년	52,145	9.9%	48.0%
2018년	56,673	8.7%	60.9%
2019년	63,303	11.7%	79.7%

출처: 한국 통합물류협회

- '19년 총 택배 물량은 27억 9천만 개며 이는 '18년 25억 4천 3백만 개보다 9.7% 성장함



출처: 한국 통합물류협회

[그림 2-39] 국내 택배 물동량 추이

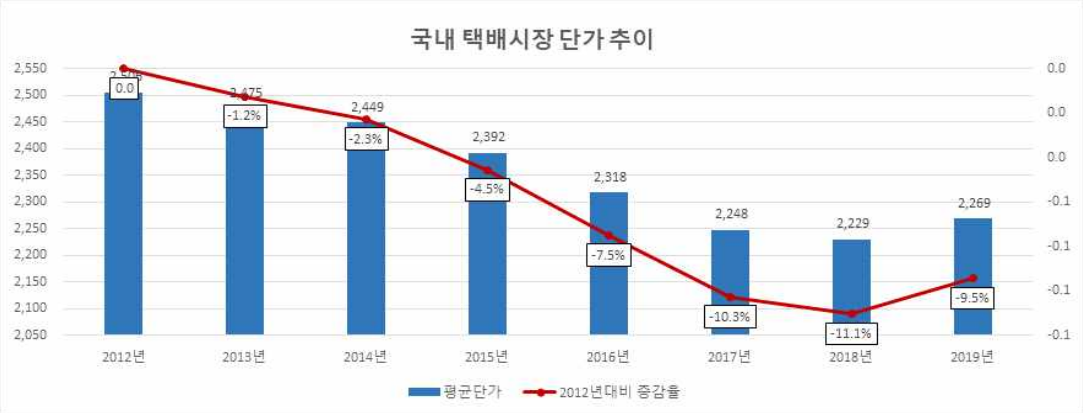
<표 2-34> 국내 택배 물동량 추이

(단위: 만 박스)

구분	물동량	전년 대비증감률	2012년 대비 증감률
2012년	140,598	8.2%	0.0
2013년	150,931	7.3%	7.3%
2014년	162,325	7.5%	15.5%
2015년	181,596	11.9%	29.2%
2016년	204,666	12.7%	45.6%
2017년	231,946	13.3%	65.0%
2018년	254,278	9.6%	80.9%
2019년	278,980	9.72%	98.4%

출처: 한국 통합물류협회

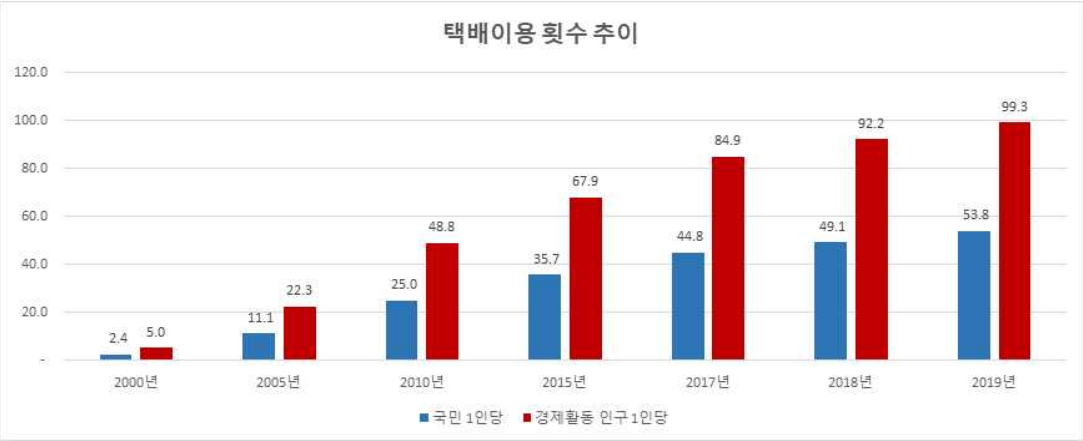
- 온라인 시장의 활성화 등으로 인해 택배 물동량 및 매출이 증가하여 양적인 성장을 하였으나 실상을 들여다보면 출혈적 경쟁으로 인해 질적인 성장을 못 하고 있음
- 특히 택배 평균단가는 '12년 기준 2,506원이었으나 '18년 2,229원까지 지속해서 단가가 낮아졌으며, '19년 처음으로 택배 평균단가가 40원 인상된 2,269원으로 나타났음
- 이는 그동안 단가에 반영하지 못했던 규격 초과품 및 비규격 이형 화물에 대한 원가 일부를 단가에 반영했기 때문이며, 택배 산업의 특성상 대규모 시설투자가 뒷받침되어야 하고 작업환경 개선 및 안전시설 보강을 위한 투자가 지속하여야 할 것으로 보여 택배 단가 인상에 대한 노력이 지속할 것으로 보임



출처: 한국 통합물류협회

[그림 2-40] 국내 택배 시장 단가 추이

- 우리나라 국민 1인당 택배 이용 횟수는 연 53.8회이며, 국내 경제활동인구로 한정 지어서 볼 때는 1인당 99.3회를 이용하는 것으로 나타남



출처: 한국 통합물류협회

[그림 2-41] 국내 택배 이용 횟수 추이

③ 신선 물류(Cold-Chain) 물류 현황

○ 콜드 체인은 사회적 구조인 고령화, 1인 가구, 소득과 밀접한 관계가 있음 국내의 경우 2020년 65세 이상 인구는 약 813만 명으로 총인구의 15.7%이며, 2023년 18.2% 증가할 것으로 나타났음

- 또한, 1인 가구 비율은 '18년 기준 29.3%로 나타났음, 이러한 사회적 구조의 변화 가운데 식품 시장의 소비는 오프라인에서 온라인으로 소비의 추세가 변화되고 있음

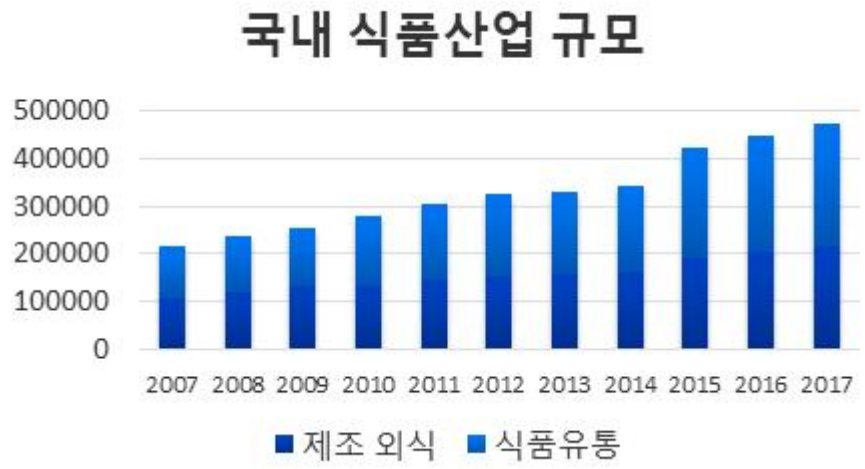
<표 2-35> 신선 물류 물동량 추이

(단위: 전가구, %)

구분	2015	2016	2017	2018
전체 가구	19,092	19,354	19,590	19,816
1인 가구	5,238	5,434	5,613	5,788
1인 가구 비율	27.4	28.1	28.7	29.3

출처: 통계청

- 국내 식품산업 규모는 '17년 기준 474조 713억 원으로 이는 '16년 대비 5.3% 증가한 규모임



출처: at, '2019 식품 외식산업 주요 통계', 2019

[그림 2-42] 국내 식품산업 규모

- 소인 가구는 현재 2000년대 이후 결혼 시기가 늦춰지고 이혼율 증가와 함께 고령화 사회로 진입하면서 1인 가구 수의 비중이 높아지고 있음. 현재 전체 가구 중에서 27%를 차지하고 있고, 2020년에는 30%를 차지할 것으로 예상하며 상승률 또한 눈에 띄게 증가하는 추세임
- 주목할 것은 '1인 가구'의 증가로 가장 변화하고 있는 소비 형태는 '싱글슈머(Singlesumer)'이며 '솔로 이코노미(Solo economy)' 형태의 경제 현상이 발생하고 있음

<표 2-36> 한국의 인구추이

(단위:만 명)

연도	2018	2023	2028	2031	2032
2010	5,163	5,238	5,285	5,296	5,295
전년 대비 증감률	-	0.2%	0.1	0.0	-0.0

출처: 통계청, '성 및 연령별 누계인구-중위추계

○ 이들의 특징은 왕성한 소비 성향 및 소용량, 소포장 제품들을 선호하는 것임

- 새로운 소비 시장을 형성하면서 리테일 동향 또한 바뀌는 추세이며, 최근 기업들은 1인 가구를 겨냥한 제품을 집중적으로 개발하여 판매하고 있으며, '1인 가구'에 대한 제품 시장이 활성화되며 급격하게 성장하고 있음

<표 2-37> 수요계층별 소비 형태 및 식품 니즈

수요계층	소비 형태	식품니즈
독신 세대	혼술, 혼밥	소량다품목 포장, 식품 융합 냉동 혹은 냉장 상태 유지
핵가족화	소용량, 소포장, HMR(간편 조리식품)	
실버세대	건강, 웰빙, 가성비	실버세대용 신선식품
커리어우먼	미용, 기능성, HMR	간편조리=콜드체인

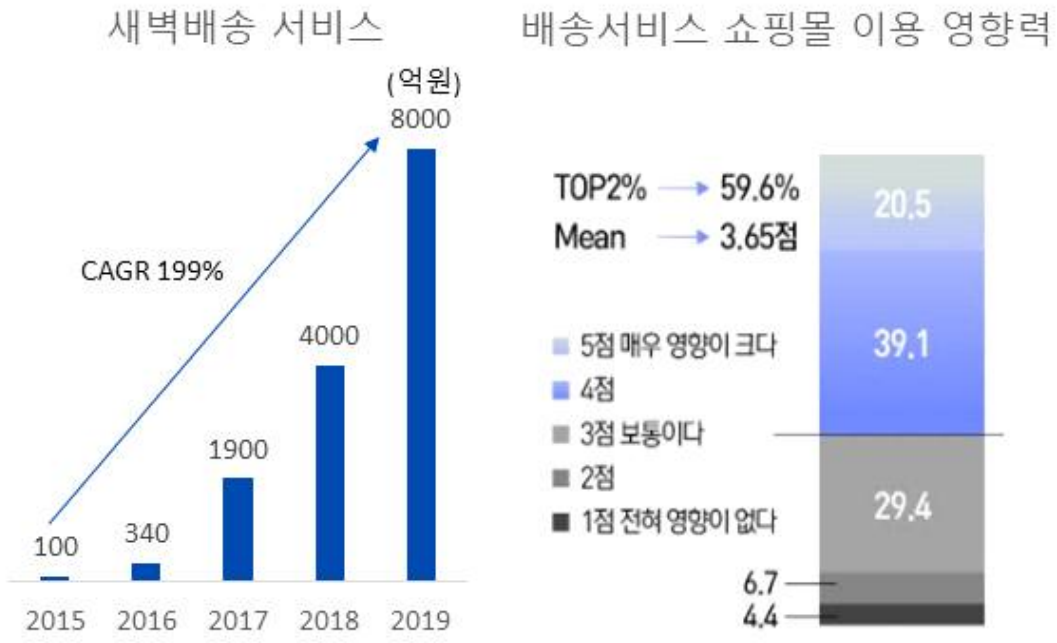
출처: 한국해양수산개발원, '한중일 콜드체인 산업 활성화 방안', 2017.12. P13.

○ 소비하는 주요 채널은 '온라인'이며 판매자와 구매자를 연결해주는 가교역할이 바로 'PC 및 모바일' 플랫폼임

- 온라인 쇼핑 거래액 중에서 모바일 채널 판매액 비중은 지난 2013년 17%에서 2017년 60%로 확대되었으며, 2019년에는 온라인 소비의 70% 이상이 모바일 채널에서 이루어질 것으로 예상함
- 초기 온라인 시장은 컴퓨터 통신을 이용했던 지금의 30대 중반 ~ 40대 초반이며 판매 품목은 주로 전자제품, 책, 음반 등임
- 하지만, 현재 구성원은 40대 이하 젊은 부부, 맞벌이 부부뿐만 아니라 중·장년층까지 다양하며 구매 품목은 생필품, 패션, 식품으로 확대됨
- 현재 구성원들은 스마트폰에 익숙한 세대이며 구매력이 있는 30~40대로 진입하면서 자연스럽게 모바일 쇼핑 생태계에 적응 가능함

○ 이러한 모바일 쇼핑 생태계가 형성되면서 새벽 배송 서비스 시장도 급격하게 성장하였음

- '15년 100억 원 규모였던 새벽 배송 서비스는 '19년 기준 8,000억 원 규모의 산업으로 성장하였으며, 2020년 코로나 19 사태 등으로 인해 새벽 배송 서비스 시장은 더욱 성장할 것으로 판단됨



출처: 농촌진흥청, 인투데이 재인용

[그림 2-43] 새벽 배송 서비스 시장 규모 및 영향력

○ 급성장하고 있는 콜드 체인 시장은 기본적으로 인프라, 시스템 구축 등 비용이 많이 들어 소상공인과 중소기업이 쉽게 진입하지 못하는 거대한 진입장벽과 도심 중심의 서비스 제공은 지역사회에 물류 서비스 오지화를 남김

<표 2-38> 이커머스 새벽 배송 서비스 현황

업체명 (서비스 시작)	배송 가능지역	무료배송 주문액	하루 주문 건수
마켓컬리 (2015년)	서울, 경기, 인천 매일, 나머지 지역 주 6일	4만 원	4만 건
쿠팡 로켓프레시 (2018)	서울, 경기, 인천, 전 지역, 부산, 대구 대전 등 10여 개 도시	1만 5,000원(쿠팡 로켓와우클럽 회원만 가능)	4만 건
헬로네이처 (2016)	서울 전 지역, 인천, 경기 주요지역	4만 원	3,000~4,000
쓱닷컴 (2019)	서울 강남 서초 등 10개 구	4만 원	3,000
롯데홈쇼핑 (2019)	서울 강남, 서초, 송파구	4만 원	200(예상)

출처: 각 사업계, 중앙일보 재인용

○ 새벽 배송 서비스는 사회구조의 변화로 인해 수요가 더욱 증가할 그것으로 예상하여지나 주요 도시 및 도심 집중형이기 때문에 지역사회에 대한 물류 서비스가 제공되도록 구조적 변화를 꾀할 필요가 있음

④ 블록체인 시장현황

○ 국내 기업의 경우 블록체인 기술 검증과 서비스 실증사례 확보에 중점적인 상황이며, 국외의 경우 시범사업 진행을 통한 결과를 활용하여 블록체인 플랫폼 확산을 통한 상용화 진행 중임

- 삼성SDS는 기업용 블록체인 플랫폼인 '넥스레저(Nexledger)'를 기반으로 계열사인 삼성카드의 디지털 신분증 및 지급결제 서비스 등을 개발
- 블록체인 OS가 퍼블릭 블록체인을 런칭하여 스마트컨트랙트의 비결정성 문제 및 거버넌스 문제를 연구 중임

○ 블록체인은 단순한 디지털 화폐의 형태에서 스마트 컨트랙트를 활용한 2세대 블록체인을 거쳐 속도·확장성·상호운용성에 중점을 둔 3세대로 진화하였음

- (1세대 블록체인) P2P 기반 분산원장 등과 같은 송금 및 암호화폐 중심의 기술·서비스
- (2세대 블록체인) 분산원장 기술의 고도화를 통한 스마트 콘트랙트(Smart Contract) 기반의 자동 지급 결제 시스템
- (3세대 블록체인, 진행 중) 다양한 유·무형 자산의 공유·유통·거래 플랫폼을 기반으로 스마트 콘트랙트 고도화를 통한 타 산업과의 융합 발전 및 활용 분야 확대

○ 블록체인 업체는 크게 SI사, 전자/제조사, 통신사로 크게 나뉠 수 있음

- SI사의 경우 기존 보유하고 있는 IT 솔루션 중심으로 클라우드를 활용한 블록체인 플랫폼을 확장
- 전자/제조사의 경우 스마트폰 시장을 중심으로 dApp 기반 블록체인 플랫폼 생태계 구축 중
- 통신사 등 7개사 참여 컨소시엄 형태로 DID 사업을 추진 중이며, 특정 산업 분야가 아닌 기존 산업에 블록체인 기술을 활용하기 위한 기반을 조성하고 있음



출처: 정보통신산업진흥원, '블록체인 산업 현황 및 국외 정책 동향', 2019.12.17

[그림 2-44] 국내 블록체인 업체별 변화

○ 그러나 현시점에서의 국내 블록체인 기술은 종합물류 중 스마트 콘트랙트, 거점 정보 등 일부분에 지나지 않으며, 콜드 체인 등을 고려하지 않고 있음

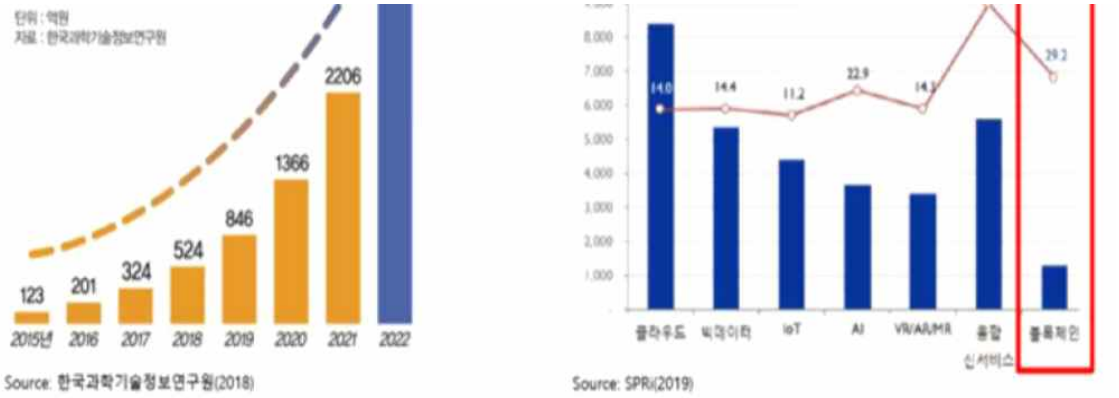
○ 또한, 대기업, 중견 기업 이상의 업체를 대상으로 한 클로즈 시스템이기 때문에 소상공인과 중소기업이 서비스를 이용하기에 부담이 큰 서비스임

<표 2-39> 국내 블록체인 기술개발 업체 및 현황

구분	현황
삼성 SDS	블록체인 기술을 도입하여 개발된 '넥스레저(Nexledger)'를 이용하여 은행권, 물류, 제조업 등으로 확대 추진 중
SK C&C	다양한 이해관계자로 인한 무역 거래의 가시성 확보를 위해 물류 관련 정보를 실시간 공유할 수 있는 블록체인 기반 물류 서비스 개발 및 시범 적용 테스트 실시
LG CNS	하이퍼레저 패브릭 오픈소스를 기반으로 개발된 블록체인 플랫폼을 이용하여 디지털 인증, 디지털 커뮤니티 화폐, 디지털 공급망 관리 서비스 제공 추진 중

○ 한국과학기술정보연구원에 따르면 블록체인 국내 시장 규모는 '22년까지 연평균 약 61.5% 성장하며, 3,500억 수준에 도달할 것으로 전망하였음

○ 평균 성장률은 높지만, 아직 본격적인 시장이 형성되고 있어서 클라우드, 빅데이터 등 타 SW 대비 시장 규모는 적음



[그림 2-45] 국내 블록체인 시장 전망

⑤ 철도화물 시장현황

○ 국내 철도화물 수송은 연간 약 3천만 톤 규모로 전체 국가 물류수송의 4.65% 수준이며, 주요 수송 품목은 양회 및 양회생산 부원료(경석·석고·광재) 및 생산 연료인 유연탄 등 부가가치가 낮은 원자재나 항만을 통한 수출입 컨테이너 수송을 주임

○ 국내 물류 시장규모는 지속적인 성장을 함에도 철도 물류수송 실적이 감소하는 요인으로는 현재 물류 산업의 주요 부분인 온라인 시장에 대응하는 택배 등의 시장에 대응하지 못하는 것과 고질적인 Door to Door 부분에 대한 경쟁력을 확보하지 못한 것이 가장 큰 요인으로 볼 수 있음

○ 철도수송은 친환경적이며, 에너지효율이 도로수송보다 20배 이상 높지만, 열악한 인프라, 전근대적 운영방식, 제도와 정책 지원 미비, 사용자의 부정적 인식 등 복합적인 원인과 특히 낮은 운송 속도 및 접근성 부족을 가장 큰 이유로 들 수 있음

<표 2-40> 연도별 화물 수송실적

(단위: 천 톤)

구분	합계	컨테이너	시멘트	석탄	유류	광석	철강	일반기타	건설	순수사업용	위수탁사업용
'15	37,094	9,841	14,891	3,820	1,016	2,057	2,713	2,162	115	214	265
'16	32,555	8,500	13,488	3,308	735	1,710	2,296	1,995	109	190	225
'17	31,670	8,466	13,223	2,724	508	1,660	2,486	2,063	107	197	237
'18	30,915	9,874	12,396	2,029	191	1,656	2,356	1,853	115	184	261

출처: 국토해양부, '2018 철도통계연보', 2019.10.21.

⑥ 공유경제시장 현황

○ 세계 대비 우리나라의 공유경제 시장은 작으나, 20~30대의 참여도(55%)가 높고, 40대 이상의 관심도(64.7%)도 높아서 수요 확대가 예상됨

○ 2019년 7월, 중소벤처기업부와 한국벤처캐피탈협회에서 발표한 '상반기 벤처투자 동향'을 보면 벤처투자액은 1조8,996억 원으로 2018년 같은 기간 투자액 1조6,327억 원보다 16.3% 증가하였음

○ 2018년 상반기에 기록했던 사상 최고치를 2019년에도 경신하였음. 그중 최근 공유형 주방서비스업 등 공유경제로 주목받고 있는 유통·서비스 분야 투자비율이 전체의 18.8%에 달함. 지난해 같은 기간보다 큰 폭으로 증가(27.6%↑)한 것이 특징임

○ 현재 우리나라에서도 공유 주거, 공유사무실, 공유주방, 승차 공유(모빌리티), 취미공유 플랫폼까지 다양한 공유경제 서비스가 늘어나고 있으며, 특히 보관 분야에 대한 공유경제 서비스에 대한 요구사항이 증가하고 있음

(나) 국외 시장현황

① EU(유럽연합)

○ EU 28개국의 화물수송량은 2017년 3,730.7 십억 톤·km으로서 연평균증가율은 1.08%이며, 이중 철도의 증가율은 0.96%로 나타나고 있음

○ 수단분담률의 변화를 살펴보면 도로의 경우 2010년 49.4%에서 2017년 50.1%로 거의 변화가 없었으며, 철도 또한 2010년 11.37%에서 2017년 11.28%로 거의 변화가 없는 것으로 나타남

<표 2-41> EU 화물운송 실적

(단위: 십억톤키로, %)

구분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	증가율
도로	1,710	1,694	1,638	1,661	1,669	1,720	1,786	1,870	1.29%
해운	1,079.3	1,104.4	1,075.2	1,089.2	1,127.6	1,110.2	1,180.8	1,175.9	1.23%
철도	393.5	422.1	406.6	406.7	410.8	415.2	411.8	420.8	0.96%
수로	155.5	142.0	150.0	152.8	150.9	147.5	147.3	147.2	-0.78%
파이프라인	121.1	118.4	114.9	112.2	111.3	114.3	115.1	114.0	-0.86%
항공	2.3	2.3	2.3	2.2	2.5	2.6	2.6	2.6	1.77%
계	3,461.6	3,483.5	3,387.0	3,424.1	3,472.3	3,509.8	3,644.1	3,730.7	1.08%

출처: European Commission(2019), Transport Statistics

<표 2-42> 유럽 국가별 화물 수송분담률

국가	도로	철도	항공	해상
그리스	75.13%	0.20%	0.01%	24.66%
네덜란드	50.92%	3.31%	0.14%	45.63%
노르웨이	56.02%	6.95%	0.03%	37.01%
덴마크	66.72%	3.39%	0.07%	29.82%
독일	82.47%	9.63%	0.12%	7.78%
라트비아	37.17%	28.04%	0.01%	34.78%
루마니아	68.77%	16.74%	0.01%	14.47%
룩셈부르크	91.60%	7.13%	1.27%	0.00%
리투아니아	40.37%	30.26%	0.01%	29.36%
스웨덴	64.91%	10.11%	0.02%	24.95%
스페인	74.02%	1.53%	0.04%	24.41%
슬로바키아	76.65%	23.34%	0.01%	0.00%
슬로베니아	65.36%	16.20%	0.01%	18.44%
에스토니아	38.36%	28.13%	0.02%	33.49%
영국	73.70%	3.99%	0.13%	22.18%
오스트리아	78.51%	21.45%	0.05%	0.00%

<표 계속> 해외 주요국 화물 수송분담률

국가	도로	철도	항공	해상
이탈리아	66.24%	6.83%	0.07%	26.86%
일본	91.44%	0.92%	0.02%	7.61%
중국	77.46%	7.72%	0.02%	14.80%
체코	81.49%	18.50%	0.01%	0.00%
포르투갈	61.87%	4.29%	0.06%	33.78%
폴란드	81.70%	13.84%	0.01%	4.45%
핀란드	67.38%	8.73%	0.04%	23.84%
헝가리	79.78%	20.19%	0.03%	0.00%

출처: KTDB의 주요국 화물 수송실적 자료 재가공
2016년 기준
유럽은 국내·외 화물운송 실적 기준
유럽 외 지역은 국내 화물운송 실적 기준

② 중국[6)]

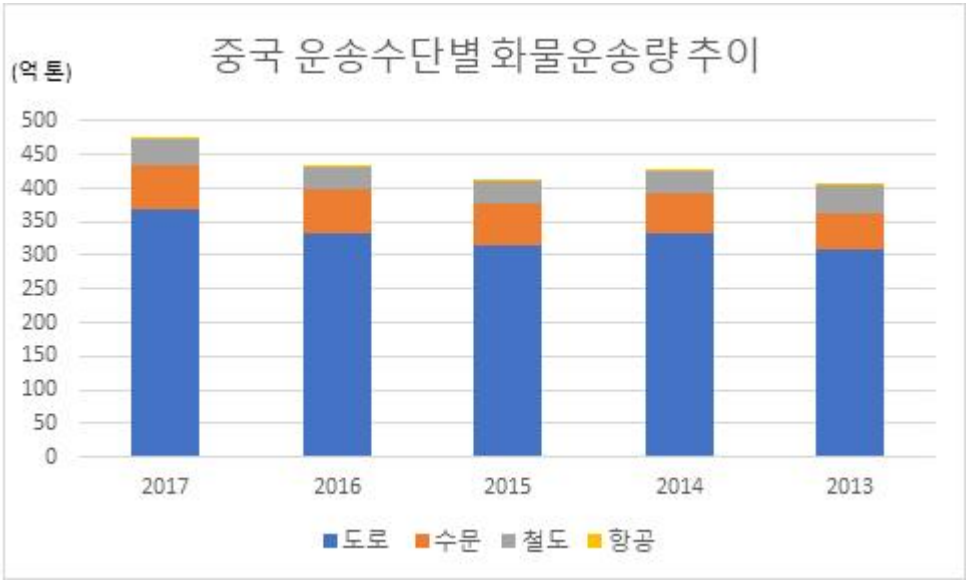
○ 2017년 중국의 '영업' 화물 운송량은 전년 대비 9.5% 증가한 472억 4,300만 톤을 기록했으며, 화물회전량은 192,501억 톤킬로(Ton-kilo, 1t의 화물을 1km 운송할 시 1톤킬로)로 전년 대비 5.6% 증가했다. 2013~2017년간 중국의 화물 운송량은 2015년을 제외하고 모두 전년 대비 증가했으며, 동 기간 연평균증가율(CAGR)은 4.0%를 나타냄

○ 2017년 운송수단별로는 도로운송이 전체 화물 운송량의 78%인 368억 6,900만 톤을 기록했으며, 전년 대비 10.3% 증가했으며 수운의 경우 전년 대비 4.6% 증가한 66억 7,800만 톤이었으며, 그중 내하 운송이 37억 500만 톤, 연해 운송이 22억 1,300만 톤, 원양 운송이 7억 6,000만 톤을 기록했다. 철도운송량은 36억 8,900만 톤으로 전년 대비 10.7% 증가해 각 운송수단 중에서 가장 높은 증가율을 기록했다. 항공화물 운송량은 전년 대비 5.7% 증가한 705.8만 톤이었음

○ 2017년 중국 철도, 도로, 수운 인프라 건설 관련 고정자산 투자는 총 3조 1,151억 위안으로 전년 대비 11.6% 증가했으며, 이는 2016년 증가율 4.7% 대비 6.9%P 높은 것으로 이러한 지속적인 교통 운송 인프라 건설 투자에 힘입

6) KMI 중국리포트 인용

어 중국의 화물 운송량 역시 안정적인 증가세를 보이며, 2018년에도 고속도로 5,000km 신설 등 다양한 교통인프라 건설이 계획되어 있음



출처: 중국교통운수부, '2013~2017년 교통운수업 발전 통계공보', KMI 중국리포트 재인용

[그림 2-46] 중국 운송수단별 화물 운송량 추이

③ 일본

○ 일본은 열차 조성 및 상·하역에 많은 시간이 소요되는 야드 방식에서 컨테이너화, 직송 운송방식으로 전환하고 여객과 화물을 분리하기 위하여 일본화물철도 주식회사(JR 화물)를 설립하여 철도수송의 전담 화를 시행함

○ 그에 따라 철도를 이용한 화물수송의 영업적자가 점차 감소하고 있으며, 정거장 입환 생략모델(E&S 시스템)과 같은 시스템 도입 및 화물 고속화에 관한 연구를 지속해서 수행함으로써 화물열차 수송 활성화를 도모하고 있음

<표 2-43> 일본의 수단별 수송량 및 분담률 현황

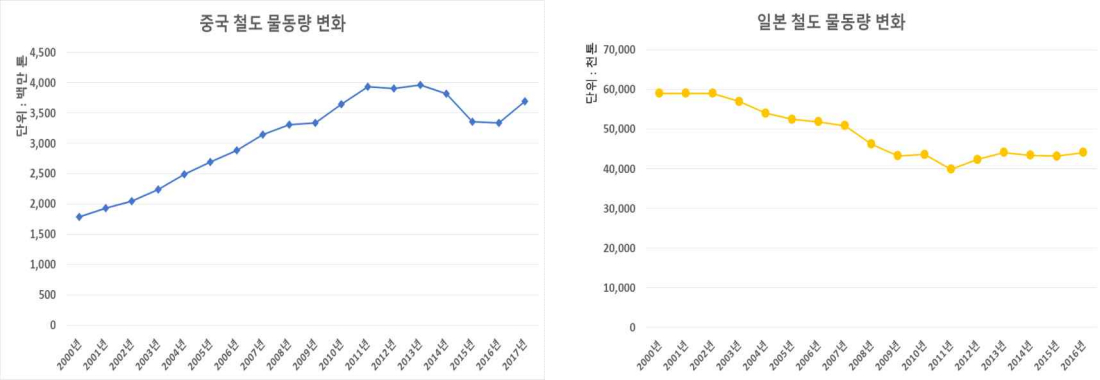
(톤-km 기준)

구분	년도	도로	철도	해운	항공	합계
수송량 (백만 톤)	2010	245,633	20,398	179,898	1,032	446,961
	2011	233,451	19,998	174,900	992	429,341
	2012	209,956	20,471	177,791	1,017	409,235
	2013	214,092	21,071	184,860	1,049	421,072
	2014	210,008	21,029	183,120	1,050	415,207
	2015	204,316	21,519	180,381	1,056	407,272
분담률 (%)	2010	54.96	4.56	40.25	0.23	100
	2011	54.37	4.66	40.74	0.23	100
	2012	51.3	5	43.44	0.25	100
	2013	50.84	5	43.9	0.25	100
	2014	50.58	5.06	44.1	0.25	100
	2015	50.17	5.28	44.29	0.26	100

출처: http://www.mlit.go.jp/statistics/details/kamotsu_list.html

○ 일본의 총 화물수송량은 2015년 기준 4,072억 톤-km 수준으로 이중 도로가 약 50%를 분담하고 있음

○ 철도의 경우 '10년 4.56%에서 '15년 5.28%로 증가한 것을 알 수 있음



[그림 2-47] 중국 및 일본의 철도물동량 변화 추이

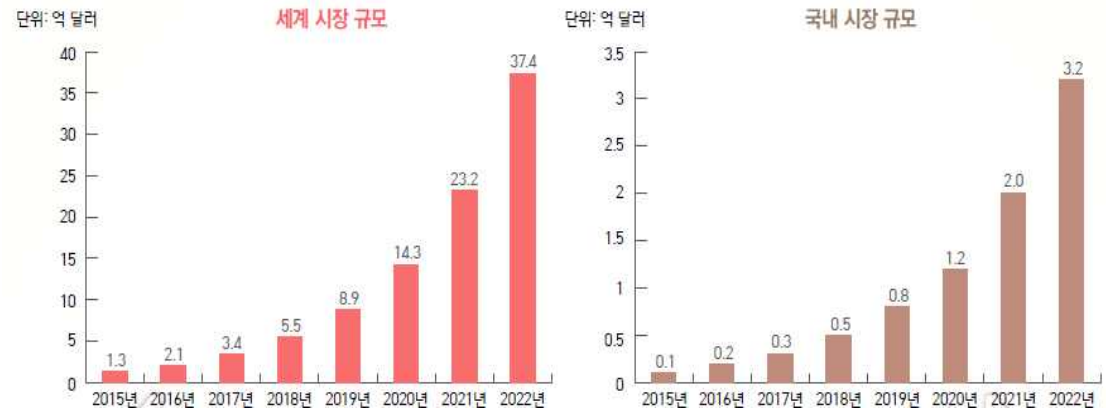
④ 국외 블록체인 시장현황

○ 한국과학기술정보연구원의 마켓 리포트에 따르면 2015년 기준 1억 3,000만 달

러에서 연평균 성장률 61.5% 성장하여 2022년 37억 4,000만 달러 규모에 이를 것으로 전망하였음

○ 이에 반해 미국 시장조사기관 얼라이드 마켓리서치는 2025년 글로벌 블록체인 시장 규모를 98억 5,000만 달러로 예측하였으며, 2018년부터 2025년까지 시장 누적 성장률 80.2%로 예상하였음

○ 시장 규모 조사 기관마다 다소 차이는 있지만 공통적으로 높은 시장 규모 성장률을 전망하고 있음

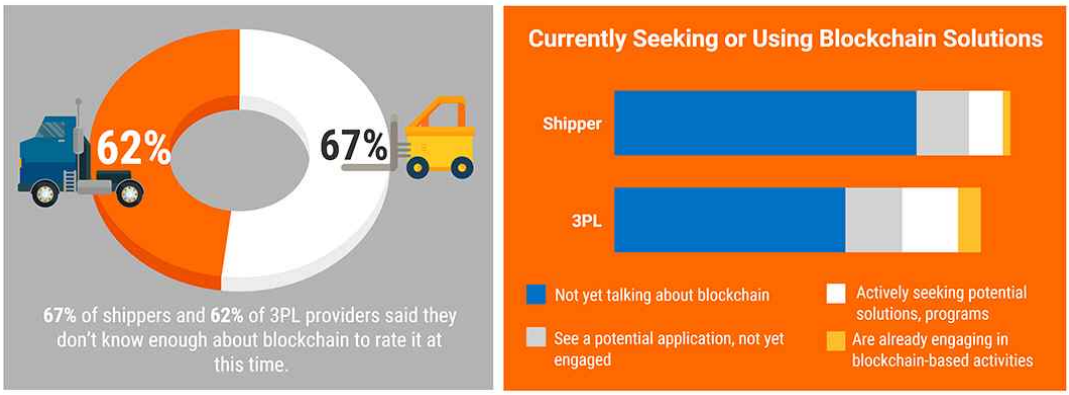


출처: 한국과학기술정보연구원, 'KISTI 마켓리포트', 2017.

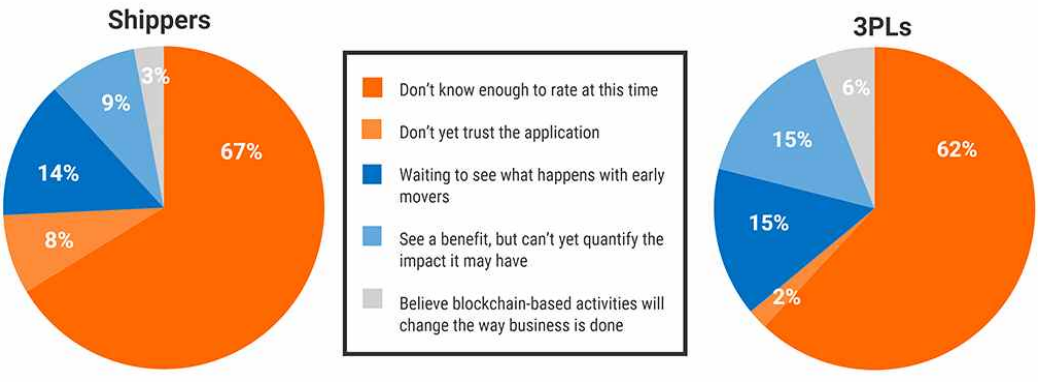
[그림 2-48] 글로벌 블록체인 시장 규모

○ 블록체인 시장 중 가장 높은 성장률을 보일 산업으로 식료품, 의료보건 등 주요 콜드 체인 산업이 차지하고 있으며, 이외에도 제조, 가스, 석유 등이 주요 산업으로 거론됨

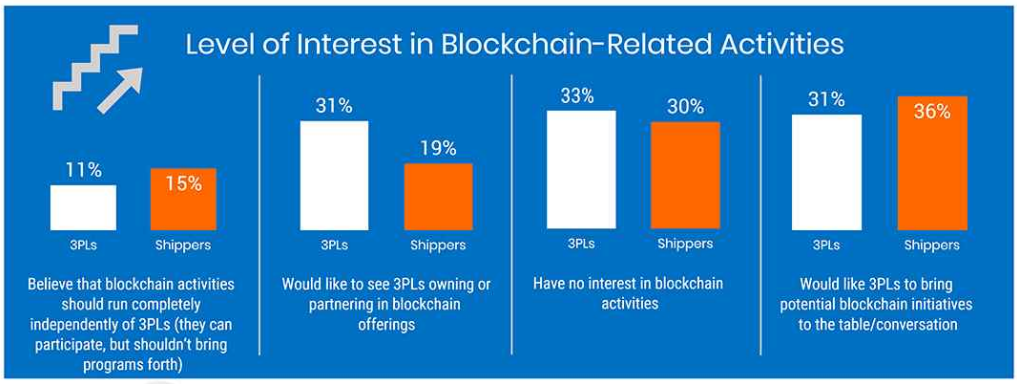
○ 3PL 전문업체이자 물류 리서치 전문업체인 dated 사의 보고에 따르면, Shipper(62%), 3P(67%)가 아직 블록체인을 논하기에는 충분하지 않다고 답을 하였으나 향후 물류의 잠재적인 해결책으로 적극적으로 알아보고 있다는 응답 등 긍정적인 나와 블록체인에 대해 현재 물류의 문제점을 해결하는 방안으로 인식하고 있다는 것을 알 수 있음



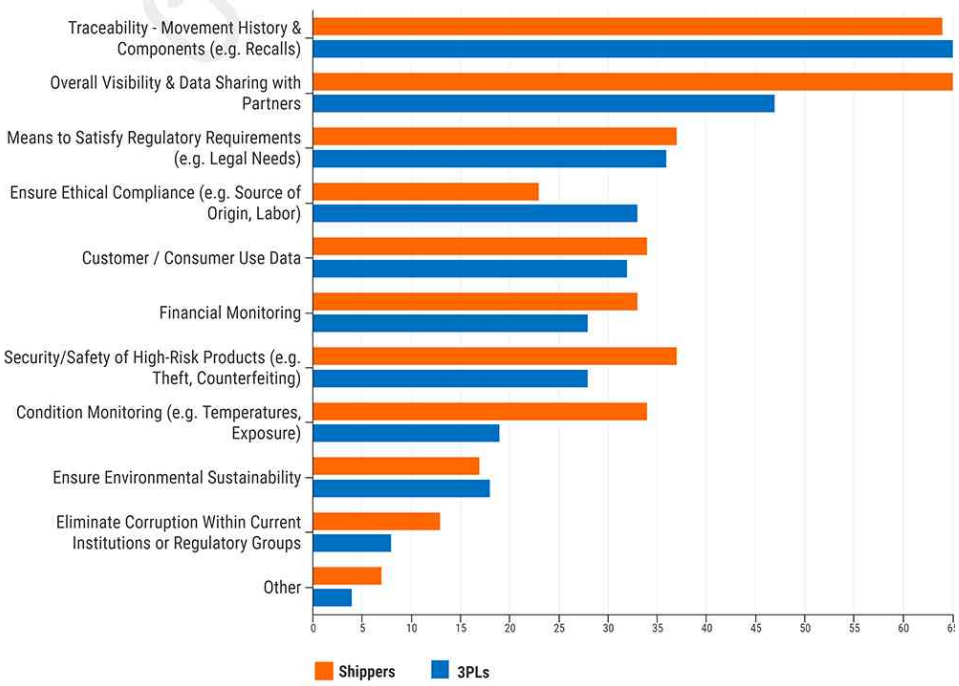
[그림 2-49] 블록체인 솔루션 인식 현황1



[그림 2-50] 블록체인 솔루션 인식 현황2



[그림 2-51] 물류 산업군별 블록체인 관심 수준



[그림 2-52] 블록체인 사용 요인

○ 또한, 블록체인 중요한 요소로 수송명세, 가시성, 안정성, 컨디션 모니터링(화물 상태)에 대한 답이 나왔으며, 이는 콜드 체인과 물류 활동에서 생기는 여러 형태의 계약관계에서 가져야 할 필수 항목으로 앞서 언급한 것처럼 콜드 체인과 물류 활동의 완결함을 위해 블록체인은 융복합해야 할 대상으로 판단됨

⑤ 국외 공유경제 시장현황

○ 세계적으로 공유경제의 유형 및 분야가 광범위하게 넓어지고 있으며 특히 교통, 물류에 대한 영역은 공유경제에서 가장 중요한 영역으로 손꼽히고 있음

○ 세계 공유경제 시장(기업매출 기준)은 미주, 유럽을 중심으로 급성장해 2017년 186억 달러에서 2022년 402억 달러로 확대가 예상됨

○ 1인 가구 증가, 합리적 소비 확산 등으로 인해 소비의 방식(패러다임)이 '소유'에서 '공유'로 전환되며 공유경제가 활성화되고 있음

○ 최근 이동통신(모바일) 기반의 개인 간 실시간 거래환경이 조성되면서 교통·숙박 등 다양한 분야에서 혁신적인 개인 간(P2P) 공유경제 모델이 퍼지고 있음

○ 빈방을 이용한 숙박 서비스로 공급자-수요자를 연결하는 '에어비앤비' 플랫폼은 세계적으로 이미 자리를 잡은 공유경제의 본보기로 교통 분야에서도 '우버' 등이 세계적으로 유명한 공유 플랫폼 서비스로 주목받고 있음

○ 특히 공유경제의 경우 일자리 창출 부분에서 큰 효과를 보고 있음

○ 중국의 공유경제발전 보고서에 의하면, '15년 기준 500만 명의 일자리가 창출되었으며, '16년에는 85만 명이 증가한 585만 명의 일자리가 창출한 것으로 보고하였음

<표 2-44> 중국 공유경제 일자리 창출 실적

(단위: 명)

구분	'15년	'16년
서비스 이용자	5억	6억
서비스 제공자	5천만	6천만
공유경제 기업 취업자	500만	585만

출처: 중국 공유경제발전보고서, 대한민국 정책 브리핑 재인용

○ 또한, 글로벌 상위 10개 유니콘 기업 중 공유경제 기업이 4개 기업이 차지하고 있어 공유경제는 새로운 서비스 시장 관련 일자리 창출과 경제 사회의 효율성을 높이는데 이바지하는 것으로 나타남

<표 2-45> 상위 10개 유니콘 기업중 공유경제 기업

순위	기업	분야	기업가치
1	우버	교통	720억달러
2	디디추싱	교통	560억달러
3	에어비앤비	숙박	293억달러
6	위워크	공간	200억달러

출처: CB Insights('18), 대한민국 정책 브리핑 재인용

(다) 국내외 시장현황 분석 시사점

○ 4차 산업혁명 시대에 접어든 지금 국내외 시장은 과거와 달리 대량생산 체제가 아닌 맞춤형 소품종 소량 생산시대로 접어들었음

○ 따라서 화물수송의 형태는 소포장 형태로 바뀌었으며, 대량수송, 기점 수송에 최적화되어 있는 철도수송은 변화된 시장 환경에 적응하지 못하고 있는 것으로 판단됨

○ 이 가운데 소비의 추세는 고령화, 1인 가구 증가 등 사회적 구조 변화에 따라 온라인 시장으로 탈바꿈하였으며, 온라인 시장 내에서도 공산품에서 식자재 등 콜드 체인으로 중심이 이동하였음

○ 이러한 소비패턴의 변화는 우리나라뿐만 아니라 전 세계적인 현상으로 특히 코로나 19로 인한 팬데믹 등으로 인해 소비패턴의 변화는 더욱 가속화되었음

○ 이에 철도화물이 대응하기 위해서는 콜드 체인에 대한 대응과 함께 단순 기점별 수송이 아닌 기점을 활용한 공동물류 플랫폼과 블록체인의 융복합을 통해 콜드 체인에 대한 안정성을 확보할 필요성이 있으며, 특히 콜드 체인 부분에 있어 Data 변질이 불가능한 블록체인을 활용할 필요성이 있음

<표 2-46> 콜드 체인 현황 및 블록체인 장점

구분	콜드 체인 현황	블록체인 장점
보안성	콜드 체인 DATA는 변조 및 탈취가 손쉬움	- 암호화된 데이터와 킷값으로만 거래가 진행되므로 보안성이 향상. - 참여 노드의 분산화로 해킹이 불가능하므로 블록 안의 데이터 변조와 탈취가 불가능
비용감소	콜드 체인 자체가 인프라 구축, 시스템 구축 등에 비용이 많이 들며, 이로 인해 진입장벽이 높음	- 중앙 서버와 집중화된 시스템이 필요 없으며, 해킹 리스크의 감소로 보안 비용이 대폭 감소 - 분산장부 시스템을 통한 투명한 거래로 보안, 감독, 규제 비용 절감 가능 - 참여자 간 직접 거래가 이루어지기 때문에 중개 기관 수수료 절감 가능 - 막대한 IT 비용과 인력이 수반되는 대규모 인프라를 필요로 하지 않음
거래속도 및 가시성	콜드 체인의 정보 특히 화물상태의 정보는 시시각각 다르며, 이를 모니터링하여 대응하여 식자재 및 의약품에 대한 관리가 이루어져야 하나 현 상황에서는 실시간 모니터링과 이를 공유하는 플랫폼이 전무한 상황임	- 거래관련 여러 인증과 증명에 제3자를 배제시키는 실시간 거래이므로 전체 시스템의 처리속도를 향상시킬 수 있음 - 네트워크 참여자들의 실시간 거래 모니터링이 가능

○ 즉 콜드 체인이 요구하는 보안성, 비용감소, 거래속도 및 가시성 부분에 있어 블록체인이 보완하는 관계이며, 서로 간의 시너지 효과를 낼 수 있는 융복합 기술이 될 수 있음

(3) 기술 동향 분석

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야에 대한 국내외 기관의 원천특허 보유 여부, 기술경쟁력 등을 검토하기 위해, 고속화 복합화물 화차 설계 기술 및 스마트 물류 상하역 시스템 기술, 정보통합관리 플랫폼 기술 등 3가지 분야에 대한 특허 및 논문 동향분석을 함

○ 또한, 이를 통해 고속화 복합화물 철도 물류기술 분야의 최근 큰 흐름을 살펴보고, 국내외 기술개발 현황을 분석하는 한편, 최근 부상기술 등을 도출하여, 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용할 수 있도록 객관적이고 체계적인 특허/논문 정보를 제공하는 목적이 있음

○ 분석은 특허기술 Landscape 분석, 세부 기술분석, Main IP 분류로 구분하여 수행함

(가) 특허기술 분석

① 분석 범위

○ 한국, 일본, 유럽, 미국 및 중국 공개/등록 특허를 대상으로 하여, 각 기술 트리에 부합하는 유효 특허를 추출하였고, 검색구간은 한정하지 않음

㉮ 분석대상 특허 검색 DB 및 검색범위 한정

<표 2-47> 검색DB 및 검색범위

자료 구분	국가	검색 DB	검색 연도	검색범위
공개/등록 특허 공개/등록 실용신안	한국	WISDOMAIN	~ 검색일 2019.10 (출원일 기준)	특허 공개 및 등록 전문
	미국			특허 공개(공표, 재공표 포함) 및 등록 전문
	일본			특허 공개 및 등록 전문
	유럽			EP-A(Application) 및 EP-B(Granted) 전문
	중국			특허 공개 및 등록 전문

주: 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 지난 때에 출원 관련 정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2018~2019년 출원된 특허는 그 정량적 의미가 유효하지 않으므로 정량분석은 2017년까지 한정함. 다만, 정석 분석은 전체 데이터를 대상으로 분석함

㈏ 분석대상 기술분류체계

○ 고속화 복합화물 철도 물류 혁신 기술 분야의 기술분류를 확립하여 분석을 수행하였으며, 대분류, 중분류, 소분류별 기술 명세는 아래의 표와 같음

<표 2-48> 분석대상 기술 분류

대분류	중분류	소분류(요소기술)	기술설명
고속화 복합화물 화차 및 운영 기술 (A)	고속화 복합화물 화차 요소기술 (AA)	고속화복합화물 화차 대형 도어(AAA)	화물 입출에 최적화된 사이즈의 화차 대형 도어기술 (일반/콜드화물 컨테이너 화물)
		화물적재 이송장치(Bed) (AAB)	화차 내 화물이송을 위한 시스템 기술
		복합화물 화차 중량 배치기술 (AAC)	주행 안정성 유지를 위한 체적 산출 및 화물 자동 배치기술
		복합화물 화차 전용 콜드 체인 운송기술 (AAD)	콜드 체인 화차 전용 패키지 개발
	고속화 복합화물 화차 실용화 운영 기술 (AB)	복합화물 화차 성능평가 (ABA)	화차 및 개별 요소 시스템의 성능평가 및 종합계측 기술
		화차 신뢰성 평가 및 인증기술 (ABB)	시험 운전을 통한 신뢰성 평가 및 검증 기술
	고속화 복합화물 화차 설계/제작 기술 (AC)	고속화 복합화물 화차 경량차체 설계(ACA)	차량 설계 전반 중 화차 차체(body) 경량화 설계
		고속화 복합화물 화차 대차(ACB)	고속화물 열차에 최적화된 화물 대차 설계
		연결 인터페이스 (ACC)	화물용 객차 간의 연결 수단, 객차와 플랫폼 간의 연결 수단
		응하중 제어/안티스키드 (ACD)	화물 하중에 따른 제동력 제어/화물 무게를 고려한 미끄럼 방지/진동 흡수 등의 방진 장치
스마트 철도 물류 상·하역 기술 (B)	고속화 복합화물(컨테이너, 소화물) 자동 상·하역 기술 (BA)	컨테이너 자동 상·하역 (BAA)	수출입 컨테이너를 고속화 복합화물 화차에 자동 상·하역하는 기술
		비정형 소화물 자동 상·하역 기술 (BAB)	컨테이너를 제외한 택배, 콜드 체인 물류 등의 자동 상·하역 기술
		이동 가능한 자동 상·하역 설비 기술 (BAC)	터미널 외의 중간역에서 화물상·하역이 필요한 경우 사용 가능한 자동 상·하역 기술
		안전 및 적재효율 향상을 위한 화물 최적배치 기술	고속화물 화차에 적재되는 화물로 인한 주행안전성 및 적재효율

		(BAD)	향상을 위한 배치기술
		화물 결박기술 (BAE)	고속화물열차에 적재된 모든 화물의 결박기술
	멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술 (BB)	고속화물열차 전용 플랫폼 설계 및 구축 기술 (BBA)	고속화물열차의 멀티모달 복합화물 자동 상·하역을 위한 플랫폼 설계 및 구축기술
		화물종류별 수직수평 이송시스템 기술 (BBB)	역 구조에 따른 공간 확보를 위해 화물종류에 따른 수직수평 이송시스템 구축기술
	도심인근 라스트 마일 연계기술 (BC)	도심 철송 화물 환적기술 (BCA)	도심 지하철송과의 연계를 위한 터미널 및 역에서의 환적 및 이송기술
고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발 (C)	고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼 기술 (CA)	고속 복합화물수송 화차 운영제어기술 (CAA)	화차 및 서브시스템 간 정보 인터페이스 및 운영 기술, 화물열차 스케줄링 분석
		고속 복합화물수송 화물 통합제어기술 (CAB)	고속화차 도어, Dry·Reefer 컨테이너 체결장치, 환경관리시스템 실시간 제어 기술, 화물 하중 상태 모니터링 등 적재 화물 통합 관리/화물정보 연계
		대륙 연계 정보관리 기술 (CAC)	통관, 환적, 위치 모니터링 기술
		빅데이터 통한 수송 최적화 기술 (CAD)	배차, 수송 최적화 기반 마련
	고속화 복합화물 상태 관리 플랫폼 (CB)	고속화 복합화물 상태 모니터링 기술 (CBA)	화물 상태(파손, 온습도 등) 실시간 모니터링
	고속화 복합화물 공유 플랫폼 (CC)	철도 공유 플랫폼/철도 인프라 공유 기술 (CCA)	철도 중심의 공유 플랫폼 및 철도 인프라 공유

㉰ 분석대상 기술 검색 건수

○ 분석대상 기술 검색 결과 고속화 복합화물 수송화차 기술은 중국이 가장 많은 1,114건으로 가장 많았으며, 스마트 철도 물류 상·하역 기술 즉 자동화 기술 관련해서는 중국 303건, 플랫폼의 또한 중국이 303건으로 중국이 분석대상 기술 관련하여 가장 많은 유효 특허를 보유하는 것으로 분석됨

<표 2-49> 유효특허 선별결과

대분류	중분류	국가별 건수					총합계
		한국	미국	일본	유럽	중국	
고속화 복합화물 화차 기술 (A)	고속화 복합화물 화차 요소기술(AA)	18	136	48	94	177	473
	고속화 복합화물 화차 실용화 기반기술 (AB)	10	22	5	6	112	155
	고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC)	94	356	124	217	825	1,616
고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술 (B)	컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술 (BA)	20	80	24	39	160	323
	멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술 (BB)	23	56	13	20	91	203
	도심 인근 라스트 마일 연계 기술 (BC)	16	46	1	15	52	130
고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 (C)	고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼 (CA)	15	102	17	38	125	297
	화물상태 관리 플랫폼 (CB)	11	19	3	7	75	115
	철도 공유 플랫폼 (CC)	5	46	28	28	88	195

② 국가별 Landscape

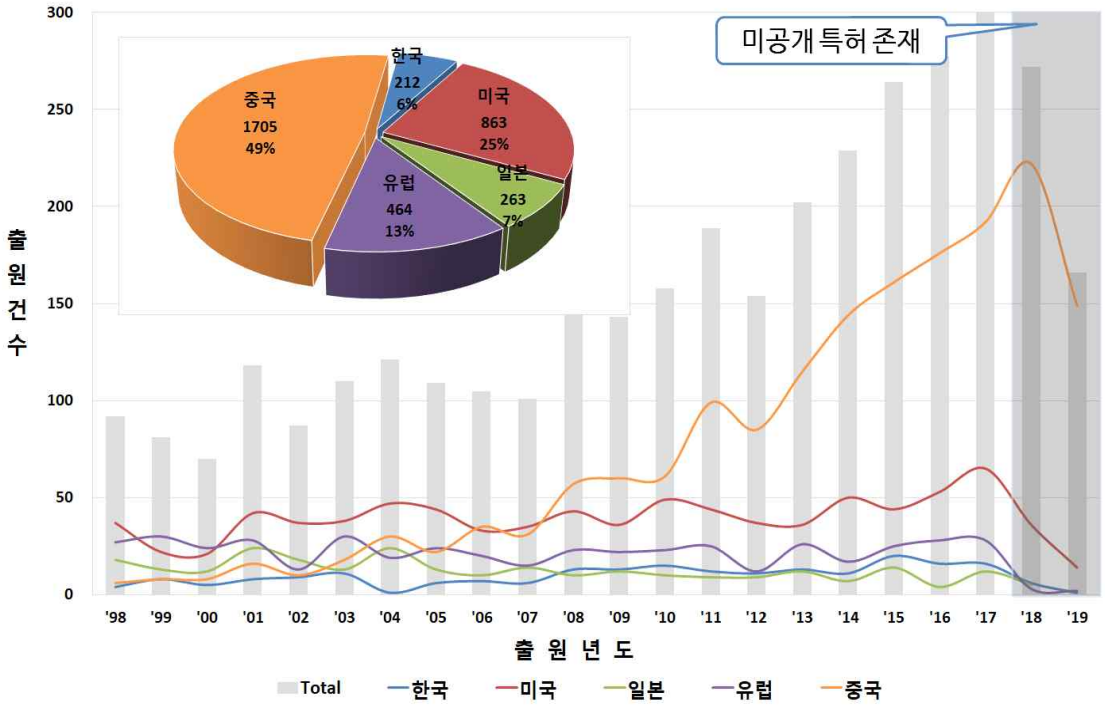
㉮ 주요 국가 연도별 특허 동향

○ 주요 시장국 연도별 특허 동향에서는 출원 연도를 이용하여 특허출원 건수의 연도별 변화추이를 살펴봄. 출원 연도에 따라 특허출원 건수를 시계열로 표현한 선형그래프로써, 출원 국가별로 연도별 동향을 나타낸 것은 특정 시장에서의 출원 활동을 분석하기 위함. (주의할 점은 특허출원 후 1년 6개월이 지나

야 공개되는 특허제도의 특성상, 전체 데이터에 반영되지 못하기 때문에 출원 건수가 감소하는 것으로 나타나지만, 실제로 출원 건수가 감소한 것으로 분석해서는 안 되므로 유의해야 함)

○ 출원 국가별 연도별 특허 동향은 해당 시장에서의 출원 활동을 나타낸 것으로 일본, 한국은 다 출원주의 채택국가로 국가별 전략적 특허출원을 장려하고 있어 특허출원 건수 자체가 기술력을 의미하지 않으며, 특허출원의 증가율이 높다는 것은 최근 해당 시장에서의 기술개발 활동이 활발함을 의미함

○ 분석의 범위가 되는 유럽 특허는 유럽 개별국가별로 직접 출원한 특허가 아닌 유럽특허청(EPO)을 통해 지정국을 정하여 출원하는 건이며, 타 국가 특허와 비교적 기술적 중요도, 상품연계 가능성, 패밀리의 크기가 큰 특징이 있음. 또한, 글로벌 정책으로부터의 영향이 상당히 크다고 할 수 있음. 전체 특허기술의 증감 추세를 주도하는 구간 또한 나타나지 않으나, 유럽 특허 자체의 기술적 중요도를 고려하여 다출원기관 및 유럽에 진출한 글로벌 기업의 출원 추세를 살펴보는 것은 의미가 있음



[그림 2-53] 연도별 특허 동향

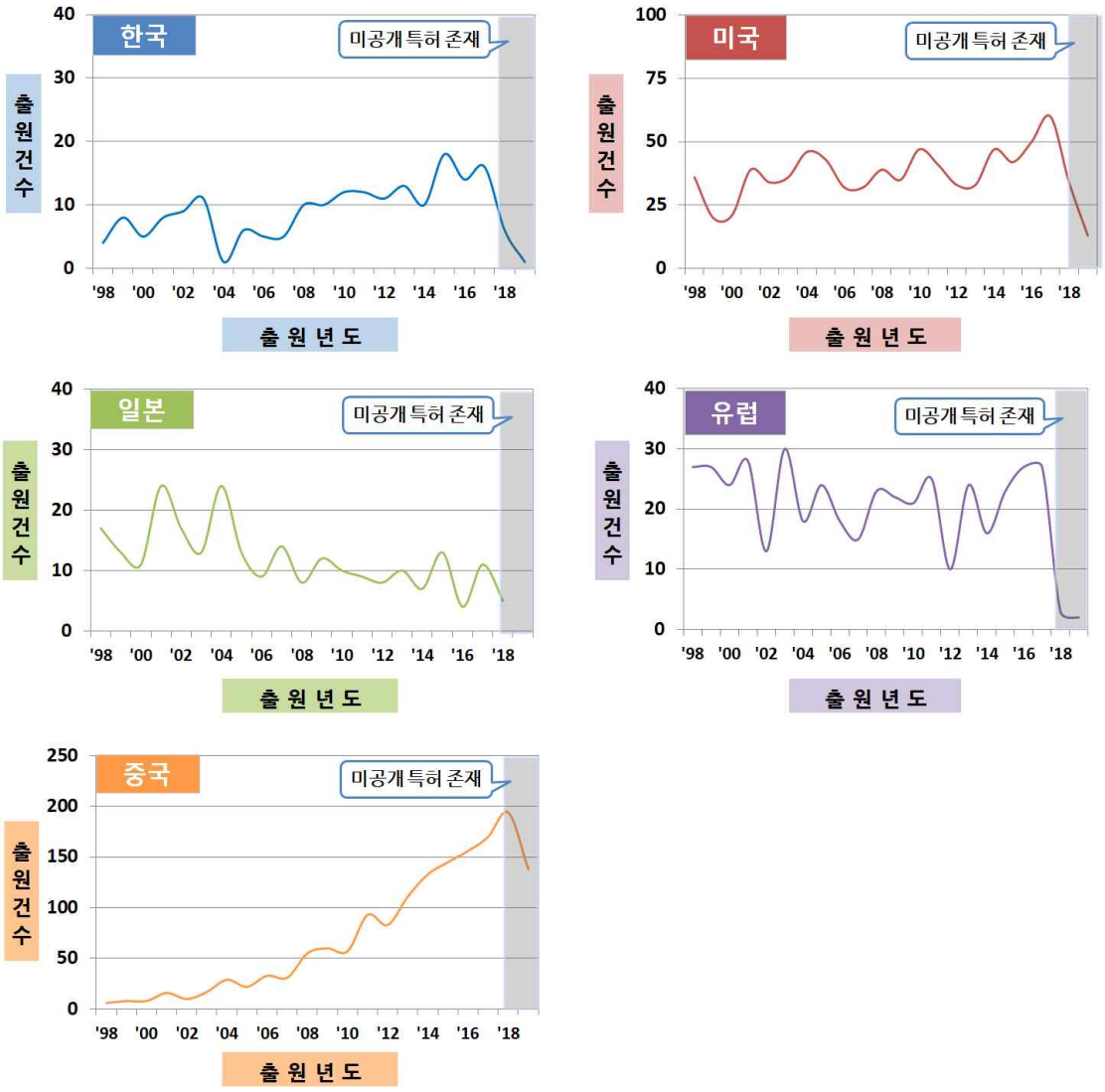
○ 고속화 복합화물 철도 물류기술 분야의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근까지 지속해서 특허출원 건수가 증가하고 있으며 이러한 특허 증가세는 철도 물류기술에 관한 관심이 최근 높아지고 있기 때문으로 짐작해 볼 수 있음

○ 국가별 특허 점유 현황을 살펴보면, 한국 212건(6%), 미국 863건(25%), 일본 263건(7%), 유럽 464건(13%), 중국 1,705건(49%)의 특허가 출원되어, 본 기술은 중국이 가장 많은 특허기술을 점유하고 있는 것으로 나타남

○ 한국의 특허출원 경향을 살펴보면, 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근 2015년까지 지속적인 특허출원 증가세를 나타내다가 2016년 다소 감소한 후 2017년 소폭 증가하는 경향을 보임

○ 미국 및 중국은 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근까지 특허출원 건수가 지속해서 증가하는 경향을 보임. 특히 중국은 2012년 이후부터 특허출원이 급증하는 양상임

○ 일본은 2004년까지 특허출원이 증가하다가 2005년 이후부터 최근까지 특허출원이 지속해서 감소하는 경향을 보이고 있으며, 유럽은 분석 초기구간인 1998년 이후 특허출원 증감을 지속해서 반복하고 있음

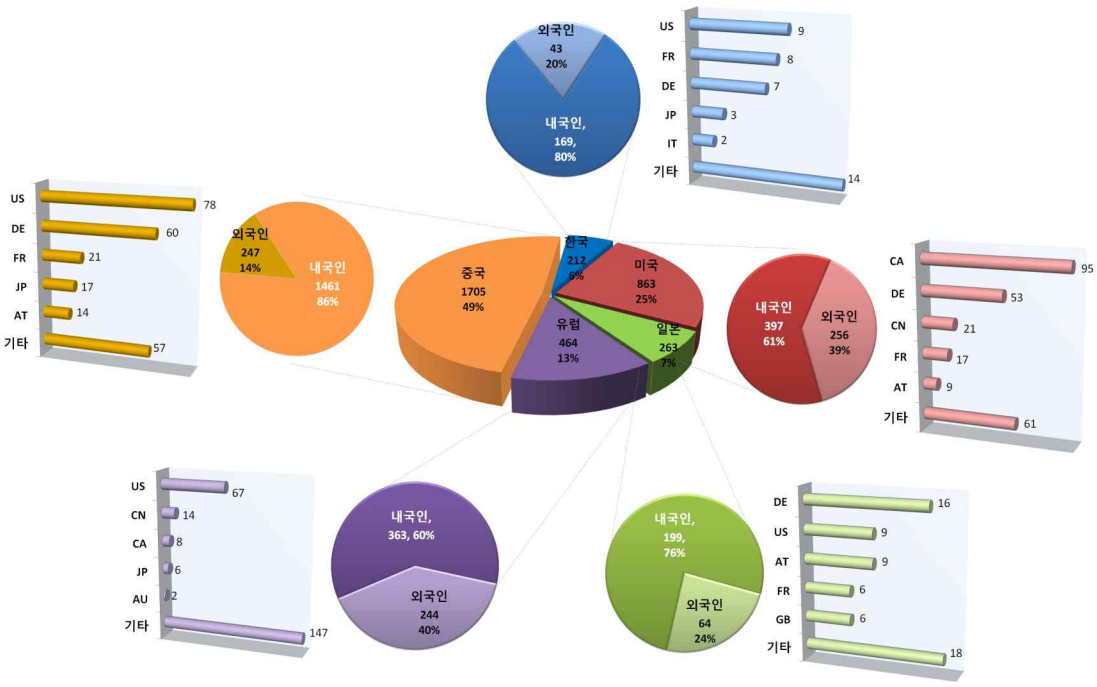


[그림 2-54] 국가별 특허출원 현황

㈏ 주요 시장 국가 내외국인 특허 출원 현황

○ 주요 시장 국가 내·외국인 특허 출원 현황 분석은 한국, 미국, 일본, 유럽 국가별 출원인 국적을 구분하여 내국인과 외국인의 출원 분포를 분석하는 방법임

○ 이를 통해 국가별 외국인 국적별 출원 건수를 분석하여 해당 국가 내 국외 기술의 유입 상황 및 국외 기술에 대한 의존도 여부, 자국 기술력 등을 유추해 볼 수 있으며, 과거부터 최근까지의 국가별 내·외국인 출원 건수를 비교하여 해당 국가 내에서 기술개발을 주도하는 내·외국인 여부의 변화 추이를 파악해 볼 수 있음



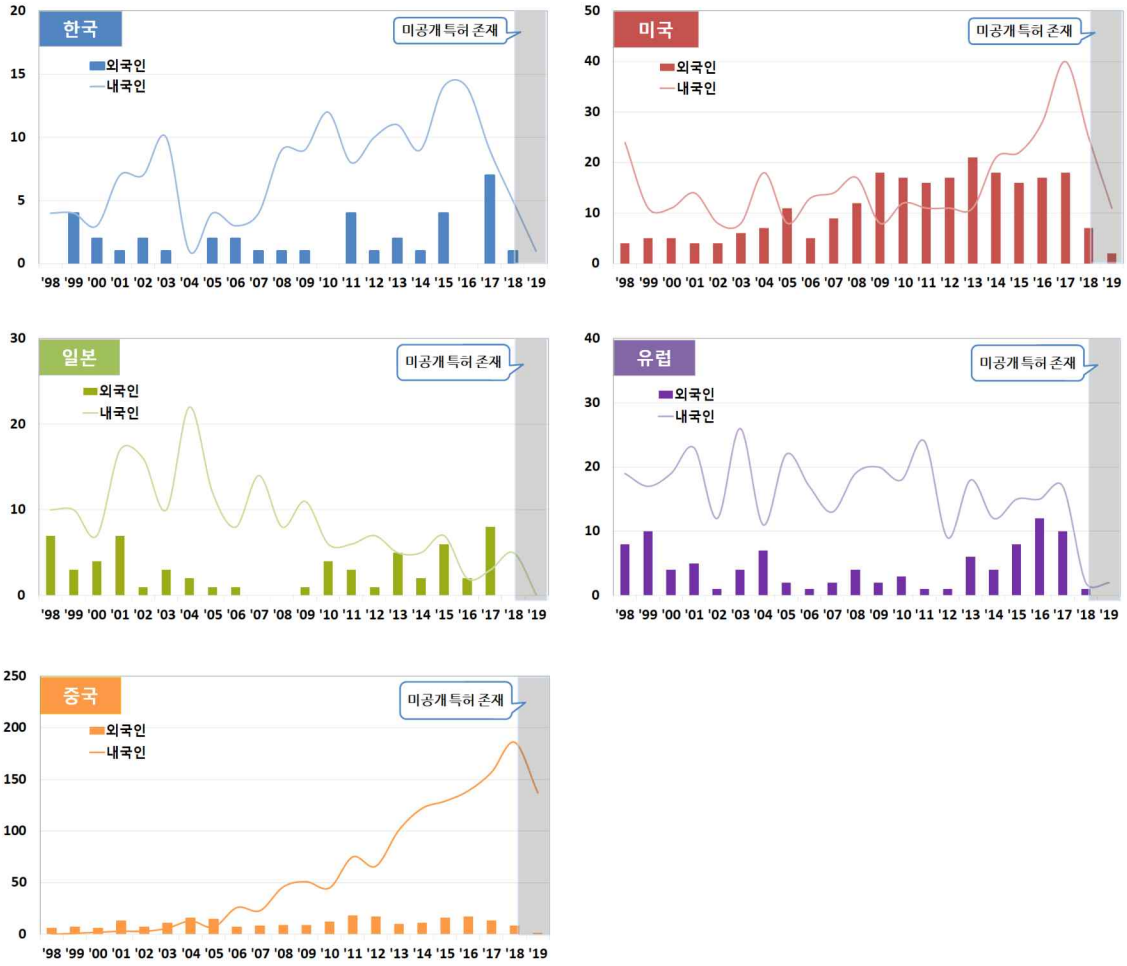
[그림 2-55] 주요 국가별 내·외국인 특허 출원 현황

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야에 대한 내·외국인의 특허출원 비율 및 현황은 국가별로 상이함

- 한국의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 80%(169건), 외국인 20%(43건)의 비율이 나타남
- 타 기술 분야에서 통상적으로 나타나는 한국의 특허출원 경향은 내국인 출원 비율 약 70~75%로서 자국 중심의 출원 경향이 강한 것으로 나타나는데, 본 과제 기술 분야에도 역시 타 기술 분야와 마찬가지로 내국인에 의한 특허출원 비중이 외국인보다 더 높은 분야인 것으로 나타남
- 한국에서 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 미국 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 다음으로 프랑스, 독일 등 유럽 국적의 출원인이 한국 내 특허를 출원하였음
- 미국의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 61%(397건), 외국인 39%(256건)의 비율이 나타남
- 타 기술 분야에서 통상적으로 나타나는 미국의 특허출원 경향이 내국인 출

원 비율 약 65% 내외인 것과 비교했을 때, 본 과제 기술 분야에도 역시 타 기술 분야와 마찬가지로 내국인에 의한 특허출원 비중이 외국인보다 더 높은 분야인 것으로 나타남

- 미국에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 캐나다 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 독일, 중국 국적의 출원인 순으로 미국 내 특허를 출원하였음
- 일본의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 76%(199건), 외국인 24%(64건)의 비율이 나타남
- 타 기술 분야에서 통상적으로 나타나는 일본의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 85% 내외인 것과 비교하여, 해당 기술 분야에서는 통상적 기술 분야와 비교하여 내국인 비율이 비교적 낮은 분야인 것으로 나타남
- 일본에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 독일 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 미국, 오스트리아 등 국적의 출원인 순으로 일본 내 특허를 출원하였음
- 유럽의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 60%(363건), 외국인 40%(244건)의 비율이 나타남. 유럽 특허에서의 내국인은 유럽연합(EU) 가입국 국적의 출원인을 의미하고 외국인은 그 외 국적의 출원인을 의미함
- 유럽에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 미국 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 중국, 캐나다, 일본 등 국적의 출원인 순으로 유럽 내 특허를 출원하였음
- 중국의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 86%(1,461건), 외국인 14%(247건)의 비율이 나타남. 중국에 출원한 외국인의 국적을 살펴보면, 미국 국적의 출원인이 가장 많은 특허를 출원하였으며, 독일, 프랑스, 일본 등 국적의 출원인 순으로 중국 내 특허를 출원하였음



[그림 2-56] 연도별 국가별 내·외국인 특허 출원 현황

○ 한국 특허기술의 내·외국인 출원 현황을 살펴보면, 분석 구간 전 연도에 걸쳐 내국인에 의한 특허출원 건수가 외국인의 특허출원 건수보다 많은 것으로 나타남. 이에 따라 한국은 자국 중심 연구·개발이 활발하게 진행되고 있는 것으로 추측해볼 수 있음

○ 미국 특허기술의 내·외국인 출원 현황을 살펴보면, 전반적으로 내국인에 의한 특허출원이 강세이나, 2009년~2013년 사이 구간에서는 외국인에 의한 특허출원 비중이 높게 나타나고 있음

○ 일본 특허기술의 내·외국인 출원 현황을 살펴보면, 분석 구간 초기부터 최근 2016년까지 내국인에 의한 특허출원이 강세이나, 최근 2017년에는 외국인에 의한 특허출원 비중이 높게 나타나고 있음

○ 유럽 특허기술의 내·외국인 출원 현황을 살펴보면, 분석 구간 전 연도에 걸쳐 내국인에 의한 특허출원 건수가 외국인의 특허출원 건수보다 많은 것으로 나타남

○ 중국 특허기술의 내·외국인 출원 현황을 살펴보면, 분석 구간 초기인 2005년까지는 외국인에 의한 특허출원 비중이 높게 나타나다가, 2006년 이후부터는 내국인에 의한 특허출원 비중이 점차 높아지고 있는 것으로 나타남. 이에 따라 중국은 2006년 이후부터 최근까지 자국 중심 연구·개발이 활발하게 진행되고 있는 것으로 추측해볼 수 있음

㉰ 주요 시장 국가 기술 성장단계 파악



[그림 2-57] 특허기술 성장단계별 의미

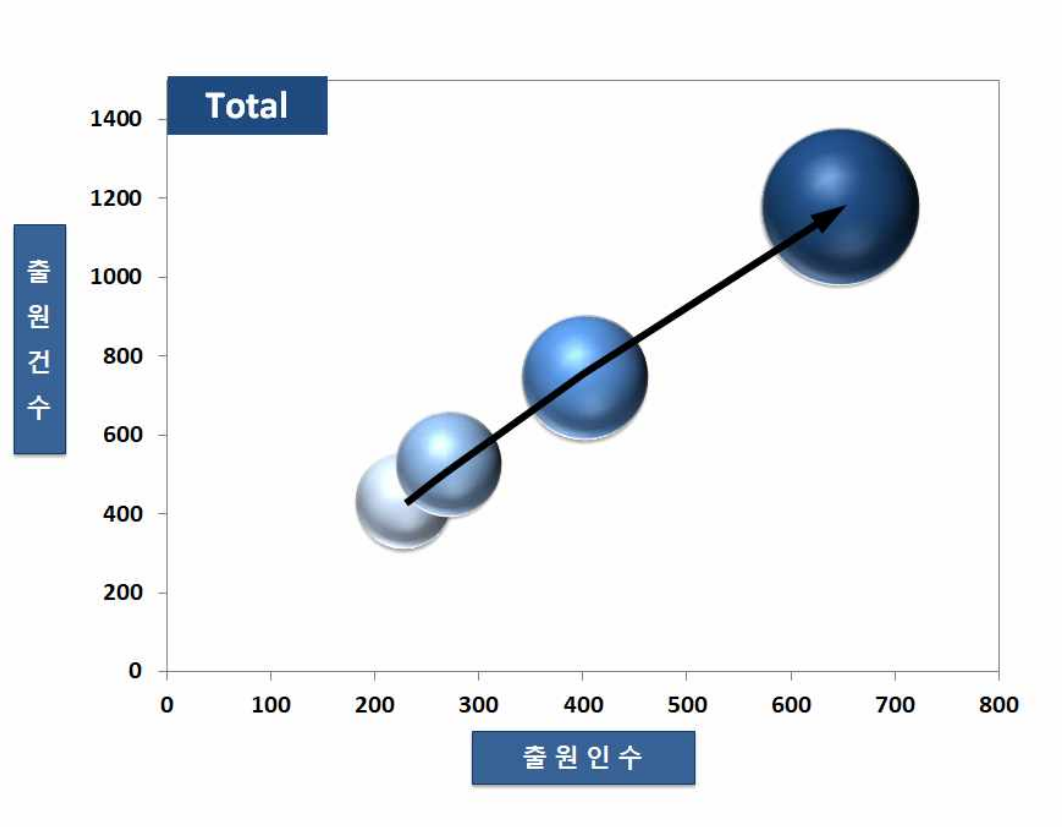
○ 주요 시장국가 특허기술 성장단계 분석은 분석대상이 되는 전체 출원 기간을 일정한 구간으로 나누어 구간별 출원 건수와 출원인 수의 증감 변화를 토대로 해당 기술 분야의 특허기술 성장단계를 파악함

○ 특허기술 성장단계 분석에서 출원 건수의 증가는 기술개발이 활발한 것을 의미하고 출원인 수의 증가는 기술시장에의 신규 진입자가 증가하는 것을 의미하며, 종합적으로 출원 건수와 출원인 수의 동시 증가는 해당 기술시장이 확대되고 있다는 것을 의미함

○ 특허기술 성장단계 중 태동기 단계는 출원인과 출원 건수의 증가가 시작되는 형태로 이후 연구개발 활동이 활발해질 것으로 예상할 수 있는 단계이며, 성

장기 단계는 출원인 수와 출원 건수가 급격하게 증가하는 형태로 본격적으로 해당 기술 분야의 연구개발 활동이 이루어지고 있는 단계로 해석할 수 있음. 태동기와 성장기의 구분은 분석 데이터의 모수 대비 해당 구간의 증가 건수, 기술 분야의 특성 및 출원인의 성격 등을 고려하여 판단할 수 있음. 성숙기 단계는 출원 건수의 증가가 다소 주춤하고 출원인 수가 감소하는 형태로 일부 선진 출원인만이 출원을 유지하고 그 외 진입자들은 도태가 되는 단계임. 쇠퇴기 단계는 출원 건수 및 출원인 수 모두 감소하는 형태로 해당 기술의 시장이 위축되는 단계로 해석할 수 있으며, 회복기 단계는 원천기술을 이용하여 최근 기술 경향 및 신규 아이디어 등에 부합하는 기술이 개발되어 시장이 재형성되는 단계로 판단할 수 있음

○ 특허기술 성장단계 분석 구간의 설정은 전체 기간을 일정한 연간 단위로 구간을 구분하되, 최근 급부상하거나 이슈가 있는 기술 분야의 경우, 최근 기간 등으로 한정하여 구간을 설정하여 분석하는 것이 유의미할 수 있음



[그림 2-58] 국가별 전체 기술 성장단계 파악

○ 고속화 복합화물 철도 물류기술 분야의 특허기술 성장단계를 분석하고자, 전체 분석 구간 20년을 5년 단위 4개 구간으로 구분하여, 1구간(1998년~2002년), 2구간(2003년~2007년), 3구간(2008년~2012년), 4구간(2013년~2017년)을 설정하였음

○ 특허기술을 기반으로 한 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야의 성장단계는 그래프상에서 출원 건수 및 출원인 수가 최근 급격히 증가하고 있는 성장기의 양상을 보임. 더욱 자세히 살펴보면, 1구간과 3구간까지 특허출원 건수와 출원인 수가 지속해서 소폭 증가하다가 최근 4구간에서 그 증가 폭이 급증하고 있는 것으로 나타남. 이에 따라, 본 과제 기술 분야는 최근 운송 플랫폼의 다변화 및 응용 분야 확대에 따른 관심 증가와 더불어 많은 연구주제에 의한 연구개발이 매우 활발히 진행되고 있는 분야인 것을 알 수 있음

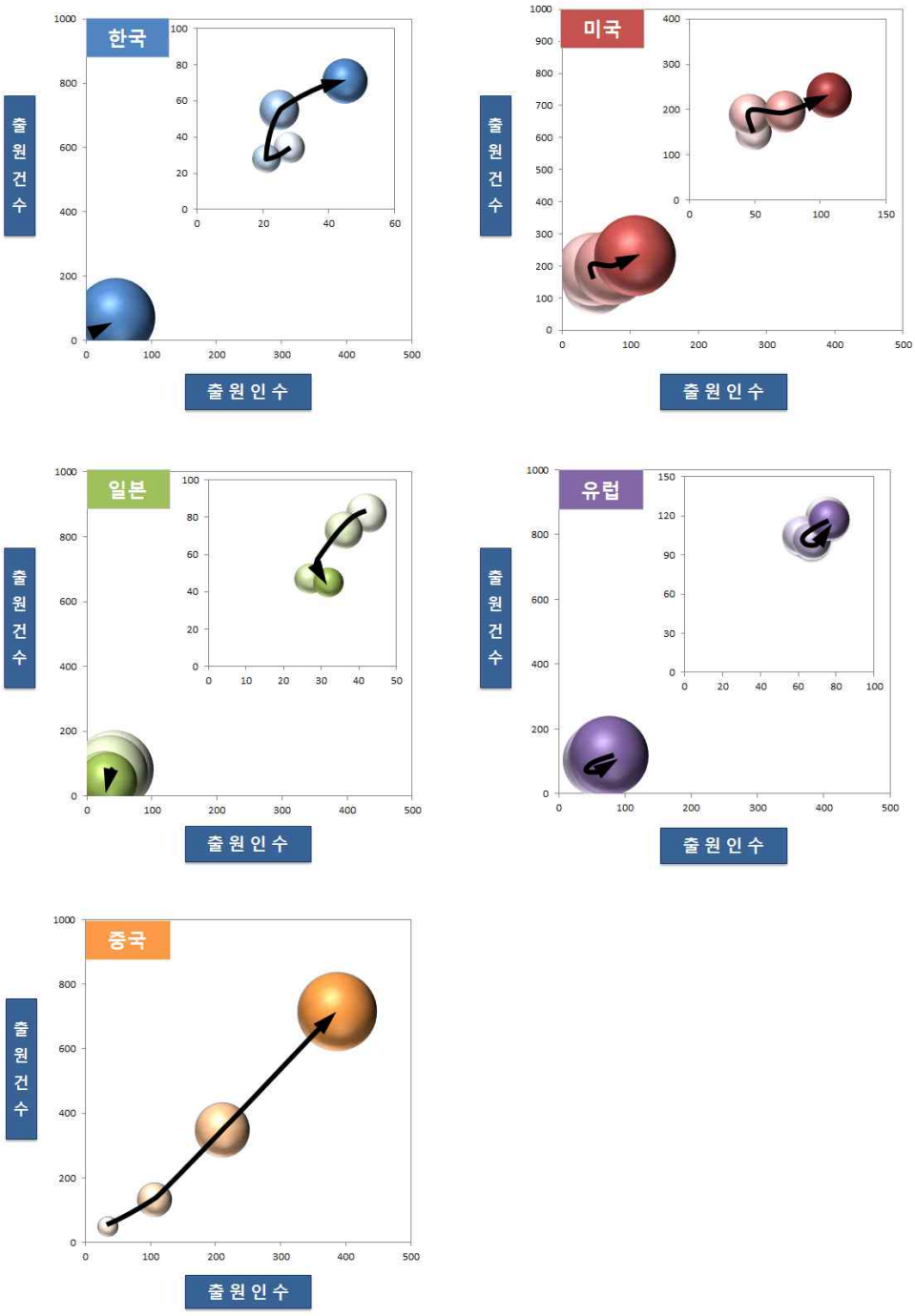
○ 한국의 특허기술 성장단계는 최근 출원인 수와 출원 건수 모두 증가하고 있어 성장기 단계인 것으로 나타남. 더욱 자세히 살펴보면, 1구간과 2구간에서는 출원 건수 및 출원인 수가 모두 감소하다가, 3구간 이후부터는 출원인 수와 출원 건수 모두 증가하는 추세를 보임

○ 미국의 특허기술 성장단계는 출원 건수 및 출원인 수가 최근 증가하고 있는 성장기의 양상을 보임. 더욱 자세히 살펴보면, 1구간과 2구간에서 출원 건수가 증가하고, 출원인 수는 다소 감소하고 있지만, 3구간 이후부터는 출원인 수와 출원 건수 모두 증가하는 추세를 보임

○ 일본의 특허기술 성장단계는 1구간에서 3구간까지 출원 건수 및 출원인 수 모두 감소하는 쇠퇴기 양상을 보이다가 최근 4구간에서 출원인 수가 다시 증가하고 있어 회복기 양상의 조짐을 보임

○ 유럽의 특허기술 성장단계는 1구간에서 2구간까지 출원 건수 및 출원인 수가 모두 감소하다가 3구간에서는 출원 건수 감소는 지속했지만 출원인 수가 다소 증가하는 양상을 보임. 이후 4구간에서는 출원 건수 및 출원인 수 모두 증가하고 있음. 한편 유럽 특허의 특성상 글로벌 정책에 따른 다 출원기관 및 유럽에 진출한 세계적 기업의 출원 추세의 영향이 있을 수 있으므로 주요 출원인별 출원 건수를 지속적으로 모니터링하여 파악할 필요가 있음

○ 중국의 특허기술 성장단계는 전형적인 성장기 단계의 양상을 보임



[그림 2-59] 국가별 기술 성장단계 파악

③ 경쟁자 Landscape

㉮ 주요 출원인 현황

○ 주요 IP 시장국별 경쟁자 분석에서는 특허의 정량적인 요소를 기준으로 하여, 한국, 미국, 일본, 유럽, 중국 등 국가별 기술을 주도하는 기관과 기업을 파악함. 이를 토대로 타 국가 대비 국내 기관과 기업의 출원 활동 현황 및 수준을 파악하여 거시적 관점의 향후 경향을 예측해 볼 수 있음

○ 캐나다 최대 철도차량 제조업체인 NATIONAL STEEL CAR가 다 출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 SHIN MEIWA IND 및 중국의 CRRC YANGTZE, CSR ERQI 등이 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남

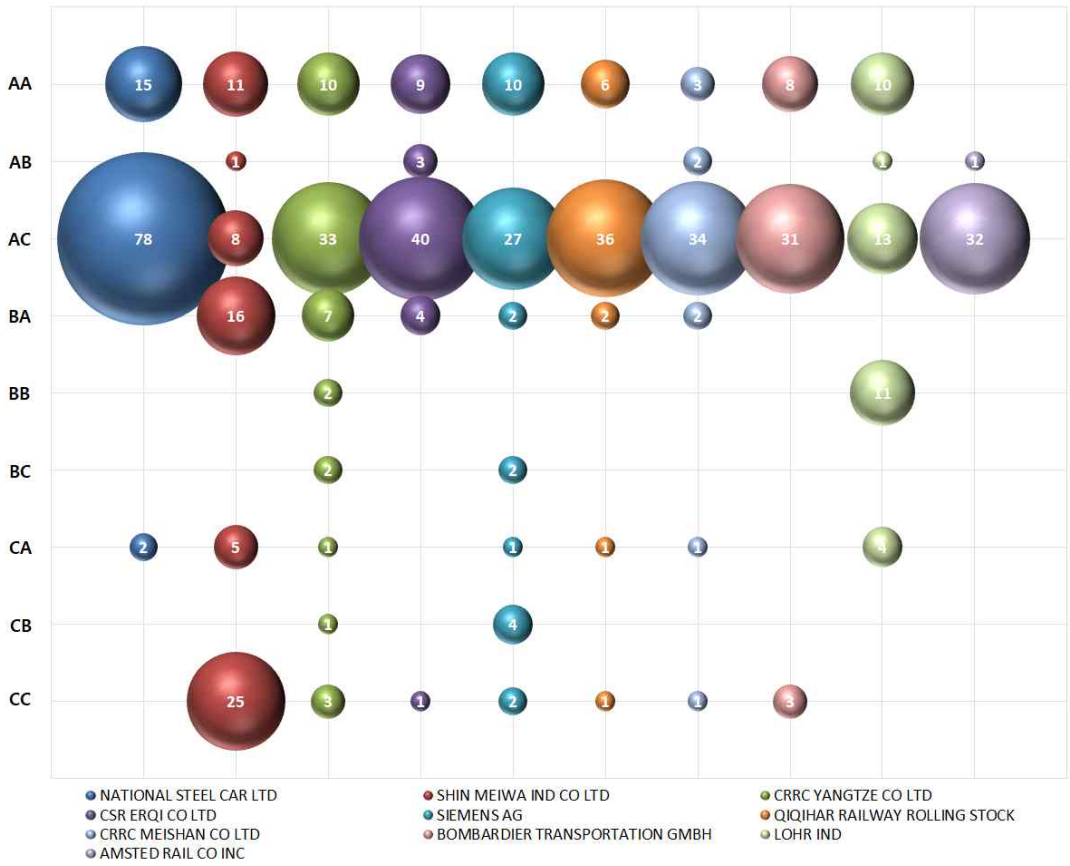
○ 한국 국적의 출원인으로는 한국철도기술연구원이 28건의 특허를 보유하고 있는 것으로 나타남

○ IP 시장국 종합 결과 전반적으로 중국 및 미국 국적의 출원인에 의한 특허 활동이 활발한 상태임

<표 2-50> 경쟁자 Landscape

순위	출원인(Top20)	국적	전체 건수	주요 IP 출원국				
				한국	미국	일본	유럽	중국
1	NATIONAL STEEL CAR LTD	CA	95	0	87	0	6	2
2	SHIN MEIWA IND CO LTD	JP	66	1	0	64	0	1
3	CRRC YANGTZE CO LTD	CN	59	0	2	0	2	55
4	CSR ERQI CO LTD	CN	57	0	0	0	0	57
5	SIEMENS AG	DE	48	0	9	0	28	11
6	QIQIHAR RAILWAY ROLLING STOCK	CN	46	0	1	0	1	44
7	CRRC MEISHAN CO LTD	CN	43	0	0	0	1	42
8	BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH	DE	42	1	4	3	25	9
9	LOHR IND	FR	39	4	6	2	15	12
10	AMSTED RAIL CO INC	US	33	1	15	0	3	14
11	GUNDERSON INC	US	31	0	28	0	1	2
12	CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES	CN	30	0	0	0	0	30
13	GOODRICH CORP	US	29	0	21	0	6	2
14	한국철도기술연구원	KR	28	28	0	0	0	0
15	WESTINGHOUSE AIR BRAKE TECH CO	US	24	0	11	5	3	5
16	CSR YANGTZE CO LTD	CN	24	0	1	0	0	23
17	CRRC QIQIHAR VEHICLE CO LTD	CN	23	0	0	0	0	23
18	CRRC SHANDONG CO LTD	US	22	0	0	0	0	22
19	CHINA RAILWAY WUHAN SURVEY AND DESIGN RES INSTITUTE	CN	21	0	0	0	21	21
20	CRRC QINGDAO SIFANG CO LTD	CN	19	0	2	0	1	16

㈏ 주요 경쟁자 세부 기술 분포 현황

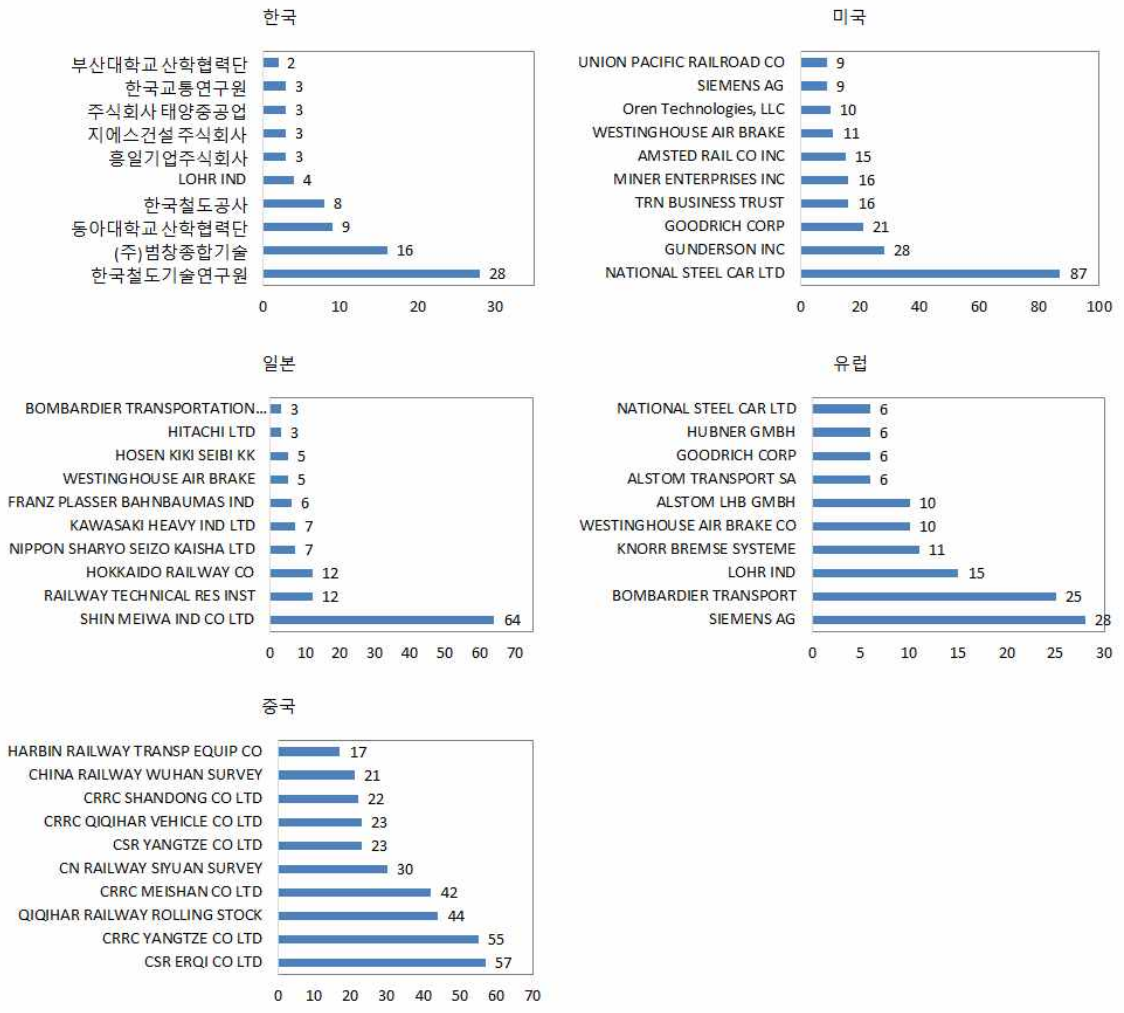


AA : 고속화 복합화물 화차 요소기술
AB : 고속화 복합화물 화차실용화 기반 기술
AC : 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술
BA : 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술
BB : 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술
BC : 도심인근 라스트 마일 연계기술
CA : 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼
CB : 화물상태 관리 플랫폼
CC : 철도 공유 플랫폼

[그림 2-60] 주요 경쟁자별 세부 기술별 특허분포

○ 상위 주요 출원인(TOP10)에 대한 세부기술별 특허 분포 현황을 살펴보면, 가장 많은 특허를 보유하고 있는 캐나다의 NATIONAL STEEL CAR는 응하중 제어/안티스키드 기술(AC) 분야에 78건의 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 다음으로 일본의 SHIN MEIWA는 철도 공유 플랫폼 기술(CC) 분야에 가장 많은 특허(25건)를 보유하고 있음

○ 중국의 CRRC YANGTZE 및 CSR ERQI 등은 상위 주요출원인 다수가 응하중 제어/안티스키드 기술(AC)분야에 가장 많은 특허를 보유하고 있음



[그림 2-61] 국가별 주요 출원인 현황

○ 국가별 주요 출원인 현황을 살펴보면, 한국은 한국철도기술연구원이 28건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 다음으로 범창종합기술 16건, 동아대학교 산학협력단 9건 등의 순인 것으로 나타남

○ 미국은 캐나다의 NATIONAL STEEL CAR가 87건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 다음으로 미국의 GUNDERSON 28건, GOODRICH 21건 등의 순인 것으로 나타남

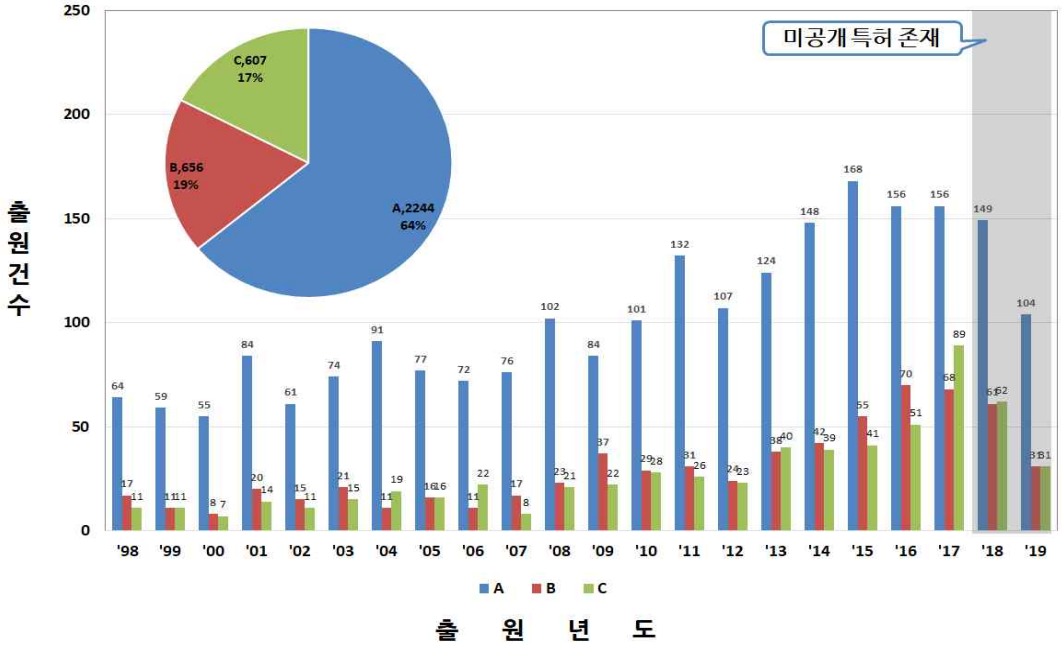
○ 일본은 SHIN MEIWA IND 64건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 다음으로 RAILWAY TECHNICAL RES INST 12건, HOKKAIDO RAILWAY 12건 등의 순인 것으로 나타남

○ 유럽은 독일 SIEMENS가 28건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 다음으로 독일 BOMBARDIER TRANSPORT 25건, 프랑스의 LOHR IND 15건 등의 순인 것으로 나타남

○ 중국은 CSR ERQI가 57건으로 가장 많은 특허를 보유하고 있으며, 다음으로 CRRC YANGTZE 55건, QIQIHAR RAILWAY ROLLING STOCK 44건 등의 순인 것으로 나타남

④ 세부기술별 분석

㉮ 대분류 기술의 연도별 동향



A : 고속화 복합화물 수송화차 기술
B : 스마트 철도 물류 상·하역 기술
C : 고속 복합운송정보 통합관리 플랫폼

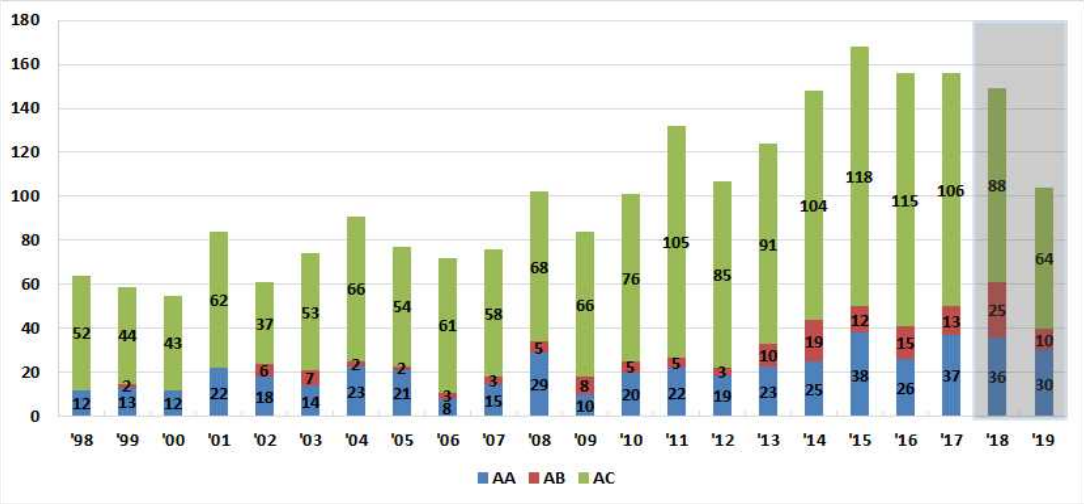
[그림 2-62] 대분류 기술의 연도별 특허 동향

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야에서는 고속화 복합화물 수송화차 기술(A)에 대한 특허가 2,244건(64%)으로 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)의 656건(19%), 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼 기술(C)의 607건(17%)보다 많은 것으로 나타남

○ 연도별 동향을 살펴보면, 고속화 복합화물 화차 기술(A)은 분석 초기구간부터 최근까지 증감이 반복되는 양상이나 전체적으로 증가추세를 나타내고 있음. 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)은 2012년까지 증감이 반복되는 양상을 보이나 2013년부터 증가추세를 이어가다 2017년 소폭 감소함. 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼 기술(C)은 특허출원 증감이 반복되다가 2013년 소폭으로 증가한 이후 지속적인 특허출원 증가세를 유지하고 있고, 2017년 큰 폭으로 상승함. 이는 최근 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼 기술(C)에 관한 최근 연구·개발이 활발하게 진행되고 있는 것으로 추측해볼 수 있음

㈏ 대분류 기술의 세부기술별 연도별 출원 추이

○ 고속화 복합화물 수송화차 기술(A)은 분석 구간 초기부터 증감을 반복하고 있으나 전체적으로는 증가세를 나타내고 있고, 2015년 이후 소폭 감소한 후 다소 주춤한 양상임

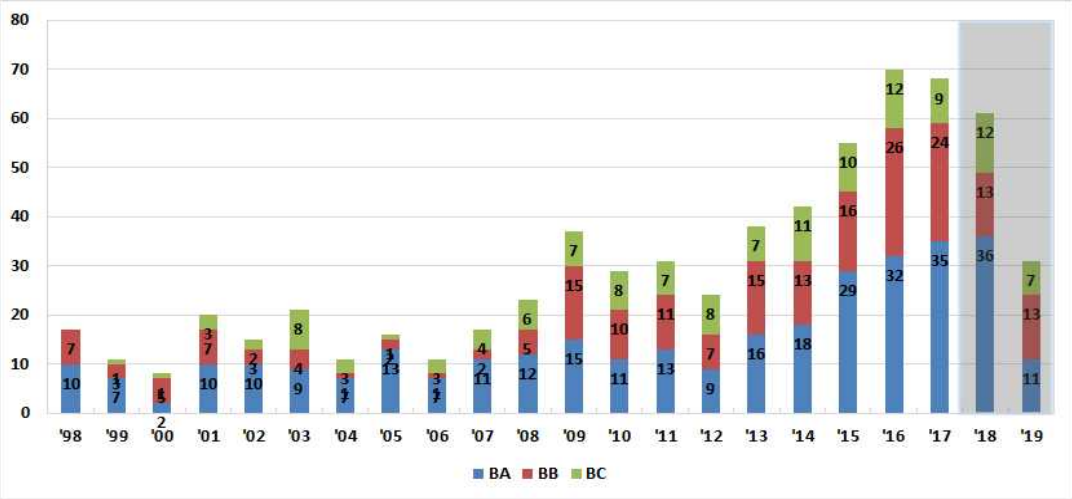


AA : 고속화 복합화물 화차 요소기술,
AB : 고속화 복합화물 화차실용화 기반기술
AC : 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술

[그림 2-63] 고속화 복합화물 화차 기술(A)

○ 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)은 분석 구간 초기부터 증감을 반복하고 있으나 전체적으로는 증가세를 나타내고 있고, 2009년 멀티모달 대응 복합화물

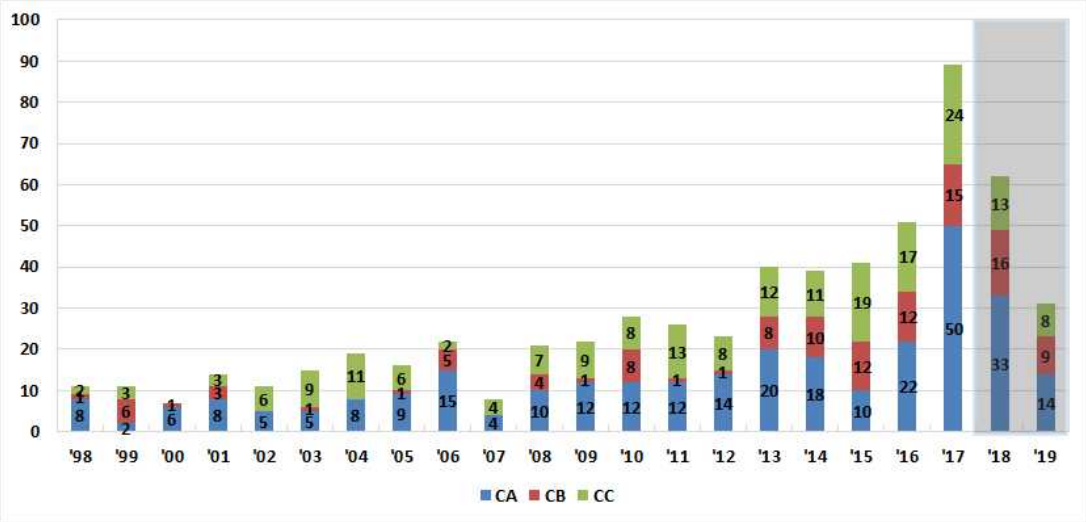
인프라 구축 기술(BB)의 출원 건수의 증가로 인해 일시적으로 큰 폭으로 상승한 이후 주춤한 양상을 보이다가 2012년부터 2016년까지 지속적인 상승세를 나타내고 있음. 그러나 2017년 출원 건수는 2016년 대비 소폭 감소하였음



BA : 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술
BB : 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술
BC : 도심 인근 라스트 마일 연계 기술

[그림 2-64] 고속화 복합화물 수송화차 기술(B)

○ 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 또한 분석 구간 초기부터 증감을 반복하였으나 2013년 소폭으로 상승 후 다소 주춤한 양상을 보였으나 2017년 큰 폭으로 상승한 것으로 나타남. 큰 폭으로 상승한 이유는 철도 공유 플랫폼 기술의 출원 건수의 상승으로 인한 것으로 최신 관련 기술 분야의 기술개발이 활발히 진행되는 것으로 추측해볼 수 있음



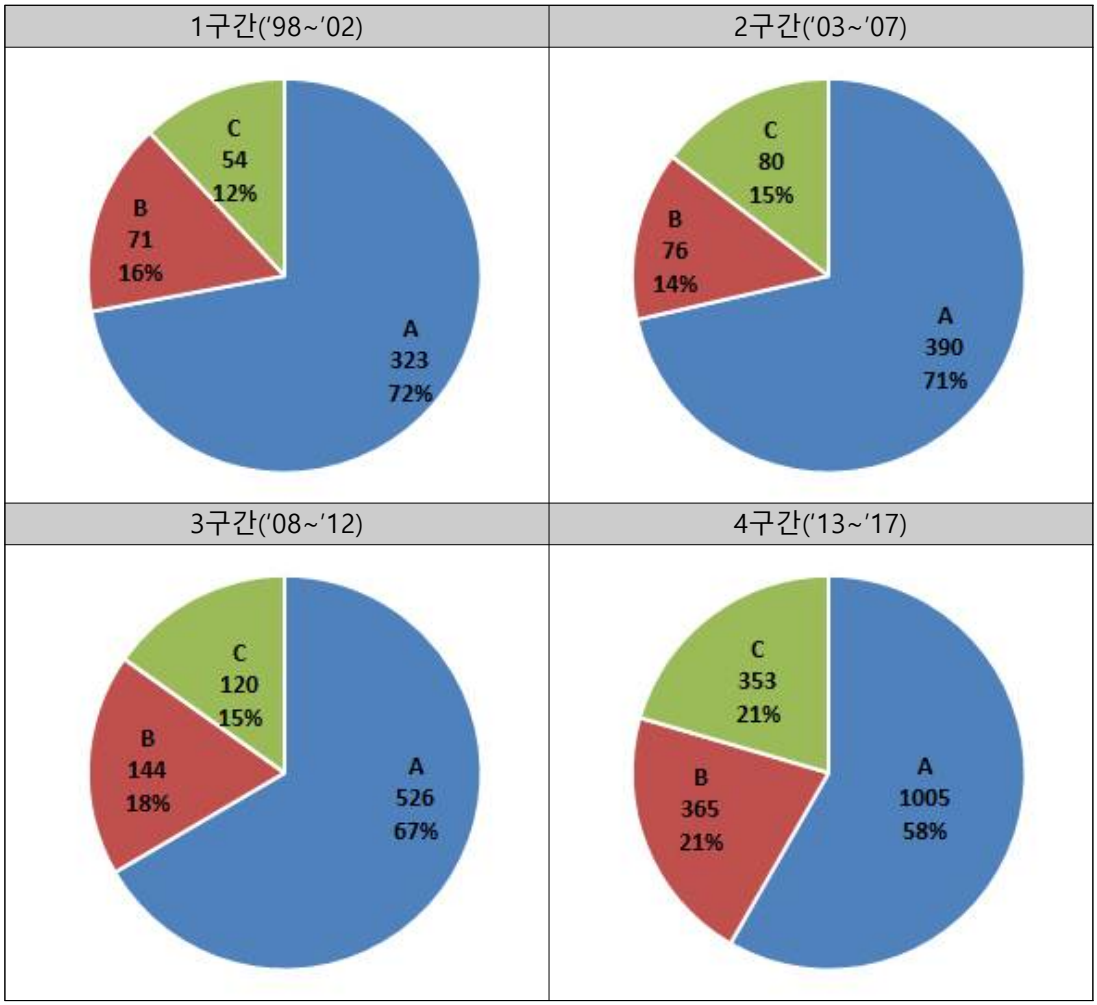
CA : 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼
CB : 화물상태 관리 플랫폼
CC : 철도 공유 플랫폼

[그림 2-65] 대분류 기술의 세부기술별 연도별 출원 추이(추세분석)

㉰ 기술 분야별 구간별 추이

○ 대분류 기술의 구간별 집중도 동향

- 구간별 대분류 기술의 집중도 추이를 살펴보면, 분석 초기구간인 1998년~2002년 구간에서 최근 구간인 2013년~2017년 구간까지 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 특허출원 집중도가 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)과 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 대비 집중된 양상을 나타냄
- 다만, 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 특허출원 집중도는 1구간인 1998년~2002년 구간에서 72%의 집중도를 보이다가, 2구간(2003년~2007년)에서 71%, 3구간(2008년~2012년)에서 67%, 4구간(2013년~2017년)에서는 58% 등 감소세를 나타내고 있음
- 반면, 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼 기술(C)의 집중도는 1구간인 1998년~2002년 구간에서 12%의 집중도를 보이다가, 2구간(2003년~2007년)에서 15%, 3구간(2008년~2012년)에서 15%, 4구간(2013년~2017년)에서는 21% 등 증가세를 보임

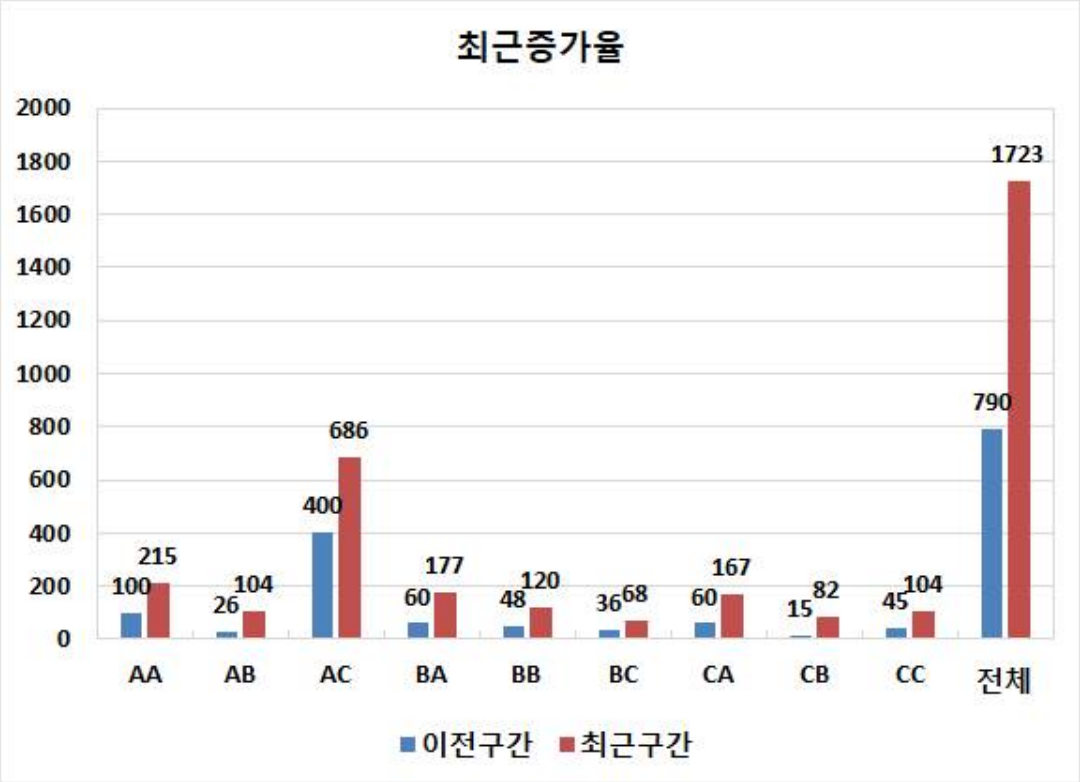


A : 고속화 복합화물 화차 기술
B : 스마트 철도 물류 상·하역 기술
C : 고속화 복합화물 운송정보 통합관리 플랫폼

[그림 2-66] 대분류 기술의 구간별 집중도 추이

○ 중분류 기술별 최근 증가율

- 고속화 복합화물 운송 철도 물류 전체 기술의 최근 증가율을 살펴보면, 이전구간(2008년～2012년) 대비 최근 구간(2013년～2017년) 특허출원 건수(1,723건)는 평균 186.3% 증가한 것으로 파악됨
- 중분류 기술별로 살펴보면, 화물상태 관리 플랫폼(CB) 446.7%, 고속 복합화물수송화차실용화 기반 기술(AB) 300%, 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술(BA) 195% 순으로 평균 이상의 증가율을 나타내고 있음



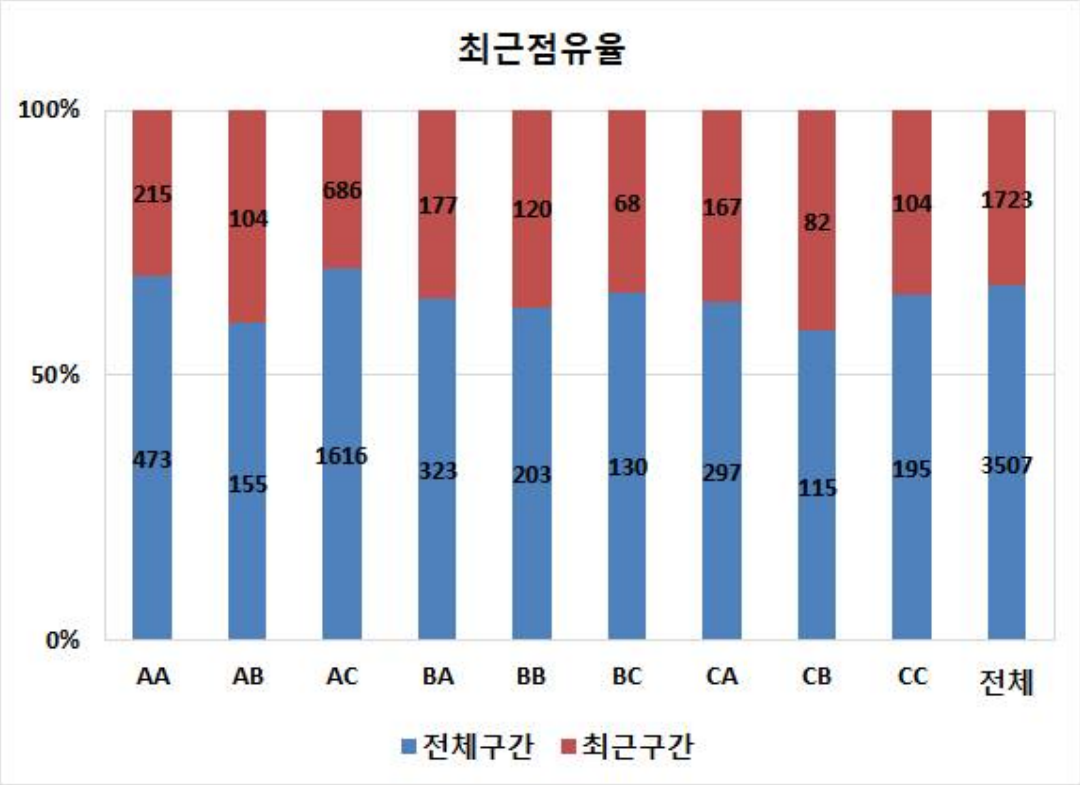
AA : 고속화 복합화물 화차 요소기술
AB : 고속화 복합화물 화차실용화 기반기술
AC : 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술
BA : 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술
BB : 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술
BC : 도심 인근 라스트 마일 연계 기술
CA : 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼
CB : 화물상태 관리 플랫폼
CC : 철도 공유 플랫폼

[그림 2-67] 중분류 기술별 최근 증가율

○ 중분류 기술별 최근 점유율

- 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 특허출원의 최근 점유율을 살펴보면, 전체구간 대비 최근 구간(2013년~2017년)의 출원 점유율이 평균 55.8%인 것으로 파악됨

- 중분류 기술별로 살펴보면, 화물상태 관리 플랫폼(CB) 71.3%, 고속화 복합화물 화차실용화 기반 기술(AB) 67.1%, 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술(BB) 59.1%, 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼(CA) 56.2% 등의 순으로 전체 기술의 최근 점유율(55.8%) 평균을 상회하는 것으로 나타남



AA : 고속화 복합화물 화차 요소기술
AB : 고속화 복합화물 화차실용화 기반기술
AC : 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술
BA : 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술
BB : 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술
BC : 도심 인근 라스트 마일 연계 기술
CA : 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼
CB : 화물상태 관리 플랫폼
CC : 철도 공유 플랫폼

[그림 2-68] 중분류 기술별 최근 점유율

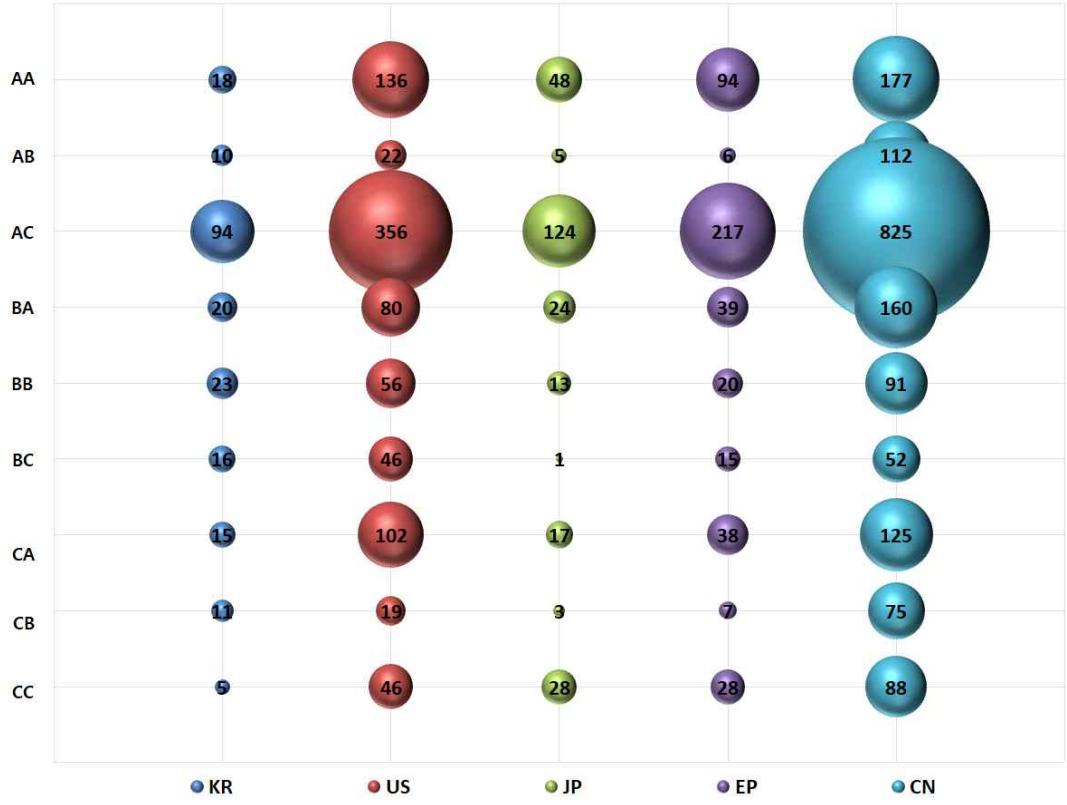
㉮ 국가별 세부 기술 분포 현황

○ 국가별 세부기술 특허 분포 현황을 살펴보면, 한국은 고속화물 열차 차량 설계 기술(AC) 분야에 94건, 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술(BB) 분야에 23건 순으로 많은 특허를 보유한 것으로 나타나고 있음

○ 미국은 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC) 분야에 356건 (AA) 기술 분야에 136건, 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼(CA) 분야에 102건, 일본은 고속화물 열차 차량 설계 기술(AC) 분야에 124건, 고속화 복합화물 화차 요소기술(AA) 분야에 48건, 유럽은 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC) 분야에 217건, (AA) 분야에 94건, 중국은 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC) 분야에 825건, 고속화 복합화물 화차 요소기술(AA) 분야에 177건 및 컨

테이너, 소화물 자동 상·하역 기술(BA) 분야에 160건 등의 순으로 많은 특허를 보유한 것으로 나타남

○ 한국, 미국 등 모든 국가에서 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC) 분야에서 가장 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 나타나고 있고, 중국은 모든 분야에서 다른 국가에 비해 전 기술 분야에 걸쳐 많은 특허 건수를 보유하는 있는 것으로 파악되며, 중국 다음으로 미국은 모든 기술분야에 걸쳐 많은 특허를 보유하고 있는 것으로 파악됨



AA : 고속화 복합화물 화차 요소기술
AB : 고속화 복합화물 화차실용화 기반기술
AC : 고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술
BA : 컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술
BB : 멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술
BC : 도심 인근 라스트 마일 연계 기술
CA : 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼
CB : 화물상태 관리 플랫폼
CC : 철도 공유 플랫폼

[그림 2-69] 주요 경쟁자별 세부 기술별 특허 분포

⑤ 기술 분야별 경쟁자 Landscape

㉮ 대분류 기술별 주요출원인 현황

<표 2-51> 대분류 기술의 주요 출원인 현황(Top10)

순위	고속화 복합화물 화차 기술(A)		스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)		고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C)	
	주요 출원인(TOP10)	건수	주요 출원인(TOP10)	건수	주요 출원인(TOP10)	건수
1	NATIONAL STEEL CAR LTD	93	SHIN MEIWA IND CO LTD	16	SHIN MEIWA IND CO LTD	30
2	CSR ERQI CO LTD	52	(주)범창종합기술	14	FEDEX CO SERVICE INC	10
3	CRRC YANGTZE CO LTD	43	CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES	13	CHINA RAILWAY WUHAN SURVEY AND DESIGN RES INSTITUTE	9
4	QIQIHAR RAILWAY ROLLING STOCK	42	OREN TECH LLC	11	CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES	7
5	BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH	39	LOHR IND	11	SIEMENS AG	7
6	CRRC MEISHAN CO LTD	39	CRRC YANGTZE CO LTD	11	한국철도 기술연구원	6
7	SIEMENS AG	37	GOODRICH CORP	10	DALIAN HUARUI HEAVY IND GROUP	6
8	AMSTED RAIL CO INC	33	CHINA RAILWAY WUHAN SURVEY AND DESIGN RES INSTITUTE	10	STRANG LPP NOMINEES PTY LTD	6
9	GUNDERSON INC	31	한국철도기술연구원	9	WANG YUBIN	6
10	WESTINGHOUSE AIR BRAKE TECH CO	24	HARRY NIJENHUIS MANAGEMENT BV	9	CRRC YANGTZE CO LTD	5

○ 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 주요 출원인 현황을 살펴보면, 캐나다의 NATIONAL STEEL CAR가 93건으로 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타나며, 다음으로 중국의 CSR ERQI 52건, CRRC YANGTZE 43건 등의 순인 것으로 나타남

○ 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)에 대한 주요출원인 현황을 살펴보면, 일본의 SHIN MEIWA IND가 46건으로 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타나며, 다음으로 한국의 (주)범창종합기술이 14건 등의 순인 것으로 나타남

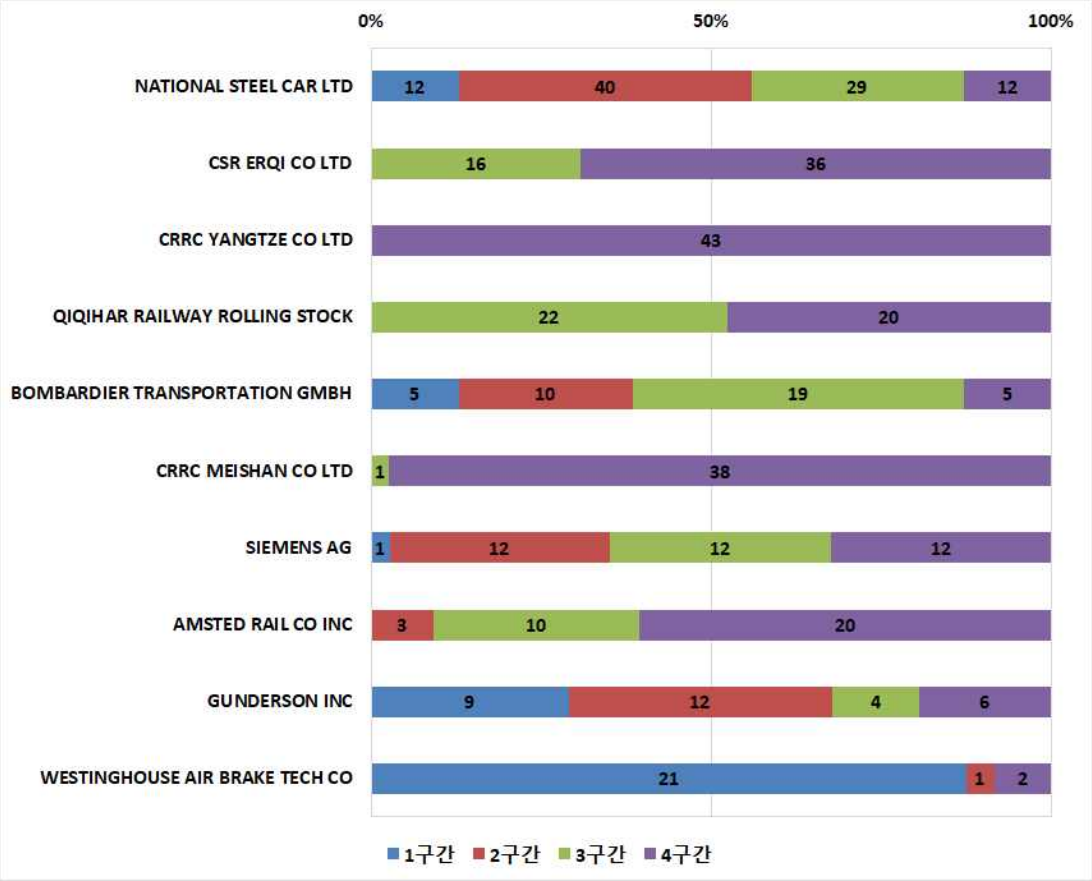
○ 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C)에 대한 주요출원인 현황을 살펴보면, 일본의 SHIN MEIWA IND가 30건으로 가장 많은 특허를 출원한 것으로 나타나며, 다음으로 미국의 FEDEX CO SERVICE INC가 10건 등의 순인 것으로 나타남

○ CRRC YANGTZE은 모든 기술 분야에서 상위 Top 10에 포함되어 있고, SIEMENS AG는 고속화 복합화물 화차 기술(A), 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 분야에서 주요 출원인 TOP10에 포함된 것으로 나타남

㈏ 대분류 기술별 주요 출원 구간별 현황

○ 고속화 복합화물 화차 기술(A)

- 고속화 복합화물 화차 기술(A)에서 가장 많은 특허를 보유한 캐나다의 NATIONAL STEEL CAR는 주로 2003년~2007년 구간에 특허출원을 많이 하였고, 다음으로 많은 특허를 보유한 중국의 CSR ERQI 및 CRRC YANGTZE 등은 최근 5년(2013년~2017년) 동안 특허출원을 활발히 진행한 것으로 나타남

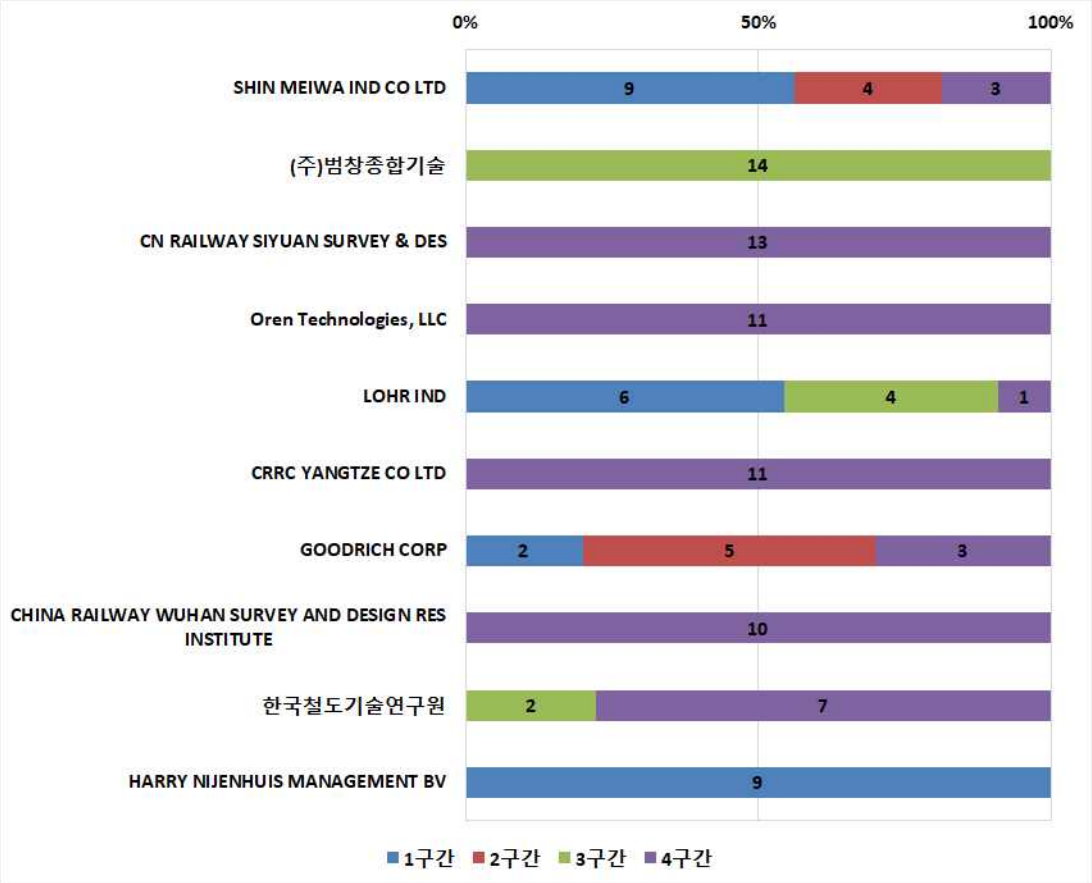


1구간 : 1998년~2002년 2구간 : 2003년~2007년
3구간 : 2008년~2012년 4구간 : 2013년~2017년

[그림 2-70] 대분류A 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황

○ 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)

- 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)에서 가장 많은 특허를 보유한 일본의 SHIN MEIWA IND는 주로 1998년~2002년 구간에 특허출원을 많이 하였고, 다음으로 많은 특허를 보유한 한국의 ㈜범창종합기술은 2008년~2012년 구간, CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES 및 OREN TECH LLC 등은 최근 5년(2013년~2017년) 동안에만 특허를 집중적으로 출원한 것으로 나타남

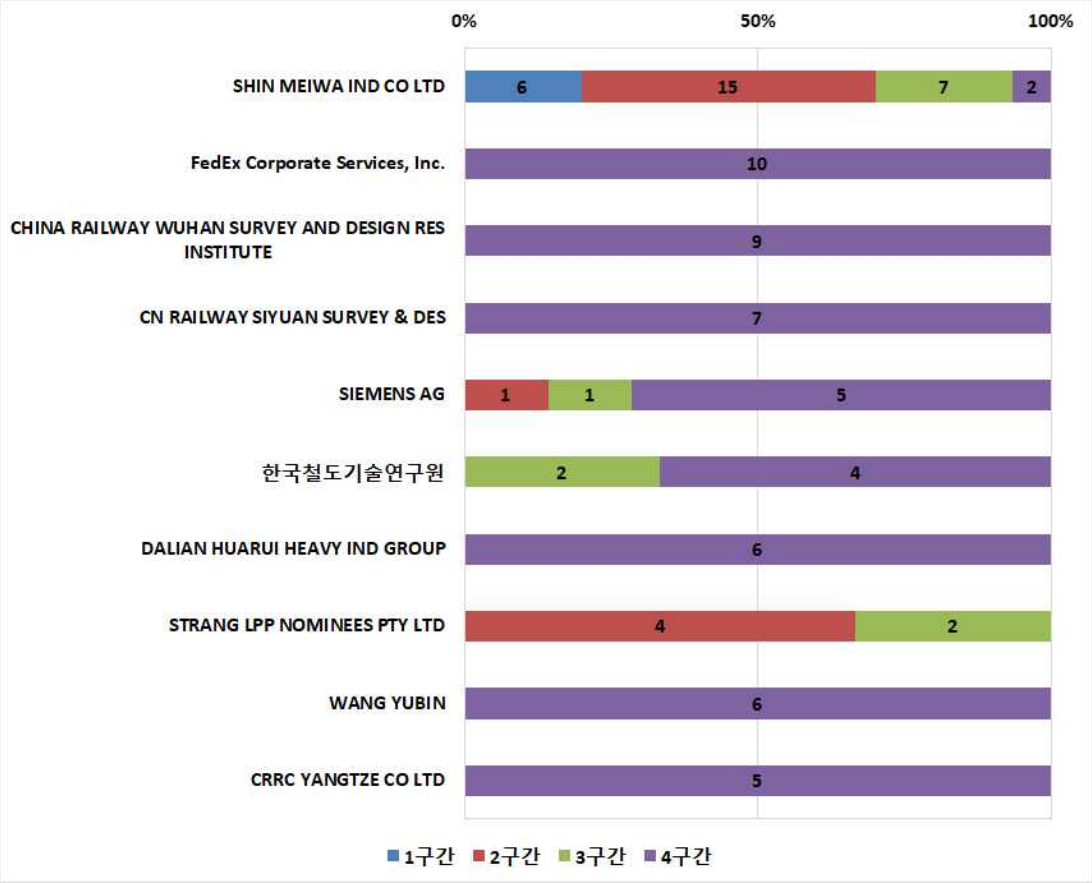


1구간 : 1998년~2002년 2구간 : 2003년~2007년
3구간 : 2008년~2012년 4구간 : 2013년~2017년

[그림 2-71] 대분류B 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황

○ 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C)

- 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C)에서 가장 많은 특허를 보유한 일본의 SHIN MEIWA IND는 주로 2003년~2007년 구간에 특허출원을 많이 하였고, 다음으로 많은 특허를 보유한 FEDEX CO SERVICE INC, CN RAILWAY SIYUAN SURVEY & DES 및 CHINA RAILWAY WUHAN SURVEY AND DESIGN RES INSTITUTE 등은 최근 5년(2013년~2017년) 동안에만 특허를 집중적으로 출원한 것으로 나타남



1구간 : 1998년~2002년 2구간 : 2003년~2007년
3구간 : 2008년~2012년 4구간 : 2013년~2017년

[그림 2-72] 대분류C 기술 주요 출원인의 출원 구간별 현황

(나) 기술 수준 지표분석

○ 미국등록 특허는 특허마다 선행 특허에 대한 인용 정보를 기재하게 되어 있으며, 이를 활용하여 특허기술의 수준을 파악하는 것이 가능함. 또한 패밀리(Family) 건수는 타 국가로의 진출 의지에 기인한 것으로 판단하는바, 패밀리 지수가 큰 것은 시장 확보력이 큰 것으로 가늠함. 본 분석에서는 인용도 지수(CPP), 특허 영향지수(PII), 기술력 지수(TS), 시장확보지수(PFS)에 대한 값을 세부기술별 국적별로 산출하여 한국 국적 출원기관 특허기술의 전체 국가 대비 위치하는 정도를 파악하고자 함

○ 인용도는 특정 등록 특허가 다른 특허 때문에 인용된 횟수를 나타냄. 특허권자의 관점에서 인용도 값이 클수록 질적 수준이 우수한 특허를 보유하고 있을 가능성이 크다는 것을 의미하며, 다수 인용되는 특허를 가진 특허권자는 경쟁

에서 유리한 위치를 차지할 수 있음. 인용도 지수(CPP) 값이 클수록 질적 수준이 높은 핵심 특허 또는 원천특허를 많이 보유하고 있을 가능성이 크다고 판단할 수 있음

○ 특허 영향지수(PII)는 CPP를 이용하여 산출하는 것으로, 특정 국가 또는 기업이 보유한 특허의 질적 수준을 상대적으로 평가함. 평균적인 기술 수준과 대비하여 분석대상의 기술 수준을 측정하며, PII가 1이면 해당 국가 또는 기업의 질적 수준이 평균 수준이고, 1 이상일 경우는 질적 수준이 평균보다 높음을 의미함. 특허 영향 지수(PII)는 특허의 피인용 횟수를 특정 기술 분야 내에서 상대적인 값으로 전환한 지수로, 관심 대상인 특정 국가 또는 기업의 상대적인 기술 수준 파악에 활용할 수 있음

○ 기술력 지수(TS)는 인용 관계에 의한 영향력 지수(PII)에 특허 활동의 규모를 나타내는 특허 건수를 곱해줌으로써 특허 활동의 질적 수준과 함께 양적인 측면을 고려한 평가가 가능하게 해주며, 기술력 지수가 클수록 해당 출원 국가의 특허가 질적 및 양적으로 높은 기술력을 가지고 있음을 의미함. 기술력 지수(TS)를 통해 어느 국가가 질적으로 우수하고 많은 특허를 출원하였는지에 대한 기술력을 판단할 수 있음. 출원 연도를 구간별로 나누어 기술력의 변화를 분석하여 기술력 변화추이를 살펴볼 수 있으므로, 과거부터 계속하여 기술력이 높은 국가와 최근 들어 기술력이 급성장하고 있는 국가에 대한 파악이 가능함

○ 한 발명에 대해 국가마다 출원된 특허를 Family patent라 지칭하며, 기술 영향력과 시장성은 각각 피인용 수와 패밀리 특허 수를 기준으로 나타내는 특허 인용 지수(Cites Per Patent) 및 시장확보지수(Patent Family Size)로부터 파악함. 타 특허에 많이 인용될수록 그리고 동일 출원에 대해 여러 국가에 출원할수록 지수가 커지는 특징이 있음. 해당 국가에서 상업적인 이익 또는 기술 경쟁 관계에 있을 때만 해외에 특허를 출원하므로 Family patent 수가 많을 때는 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장 확보력의 지표로 사용함. 시장확보 지수(PFS)는 출원인 국적별 패밀리 지수를 분석하는 것은 기술 보유국 중 여러 시장에서 기술개발 활동을 하는 국가가 어디인가를 나타냄으로, 해당 기술 분야에서 세계 시장을 목표로 한 연구개발 분야가 무엇인지 파악 가능함

<표 2-52> 미국 등록 특허기준 특허지표 설명

특허지표	산출식
인용도지수 (CPP, Cites Per Patent)	CPP = 등록특허의 피인용횟수 / 등록특허 건수
특허영향지수 (PII, Patent Impact Index)	PII = 분석대상 주체의 CPP / 전체 CPP
기술력지수 (TS, Technology Strength)	TS = 특허건수 × 영향력지수(PII)
시장확보지수 (PFS, Patent Family Size)	PFS = 해당출원인의 평균 Patent Family 수 / 전체평균 Patent Family 수

① 기술 수준 지표분석 결과

○ 미국은 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야 전체에서 가장 높은 기술 수준을 나타내고 있는 것으로 조사됨

○ 특허가 이후의 기술혁신 활동에 미친 영향을 지표화한 인용도 지수(CPP)를 살펴볼 때, 최근 구간에서는 캐나다, 미국, 프랑스 등의 순으로 특허의 질적 수준 및 기술의 원천성이 높은 것으로 나타남. 특히 미국 및 캐나다의 특허 질적 수준이 과거보다 향상된 것으로 나타남

○ 시장확보지수(PFS)의 경우, 전체구간에서 캐나다, 프랑스, 미국 등의 순으로 높게 나타나고 있으며, 최근 구간에서는 캐나다, 미국, 프랑스 등의 순으로 나타나 미국의 시장확보지수가 과거보다 향상된 것으로 보임

<표 2-53> 국가별 기술 수준 지표분석 결과

국가	미국등록 특허 건수		인용도지수 (CPP)		특허 영향지수 (PII)		기술력 지수 (TS)		시장확보지수 (PFS)	
	전체 구간	최근 구간	전체 구간	최근 구간	전체 구간	최근 구간	전체 구간	최근 구간	전체 구간	최근 구간
US	270	86	48.3	95.2	0.9	1.4	249.8	118.0	1.0	1.2
CA	82	9	115.5	123.9	2.2	1.8	181.6	16.1	1.4	1.3
DE	41	20	8.4	8.0	0.2	0.1	6.6	2.3	0.6	0.3
FR	12	8	11.3	10.0	0.2	0.1	2.6	1.2	1.1	1.0
CN	7	5	10.7	9.2	0.2	0.1	1.4	0.7	0.4	0.3
AU	7	0	14.6	-	0.3	-	2.0	-	0.8	-
IT	6	3	6.5	8.0	0.1	0.1	0.7	0.3	0.8	0.6
SE	5	1	12.4	8.0	0.2	0.1	1.2	0.1	0.8	0.5
JP	1	0	29.0	-	0.6	-	0.6	-	0.2	-
KR	1	0	4.0	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-

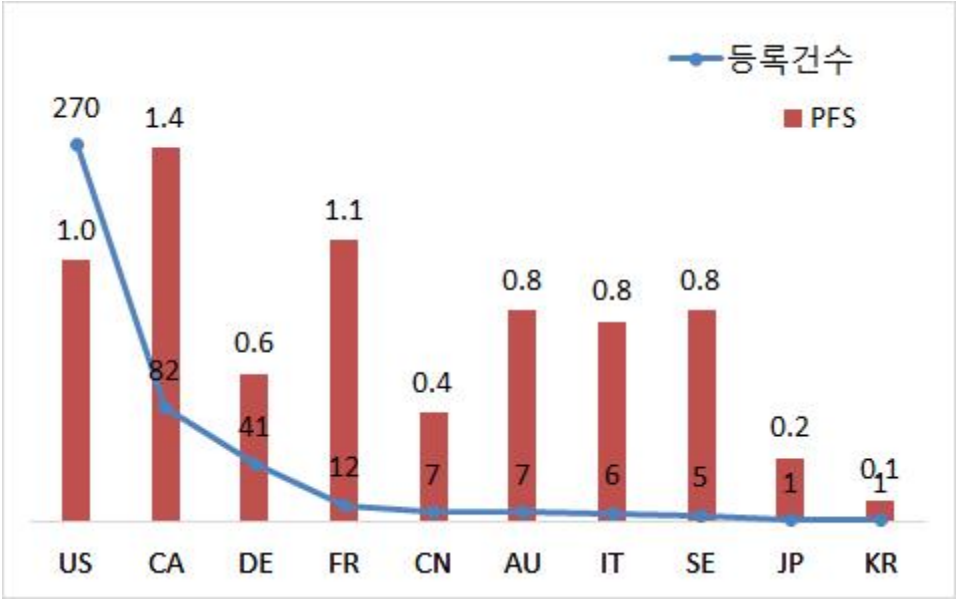
② 국가별 특허 분포 지수 분석

㉮ 대시장확보 지수(PFS : Patent Family Size)

○ 특정 국가에서 상업적인 이익 또는 기술경쟁 관계에 있을 때 해외에 특허를 출원하므로, Family Patent 국가 數가 많을 때 특허를 통한 시장성이 크다고 판단되어 이를 시장 확보력의 지표로 사용함

○ 국가별 시장확보 지수(PFS) = (∑ 해당국가 특허별 패밀리) / 해당 국가 특허

○ 분석 결과, 캐나다의 시장확보지수(PFS)가 1.4로 가장 높게 나타났고, 다음으로 프랑스, 미국의 시장 확보력이 높게 나타남. 한국은 미국에 등록된 특허 건수가 작고, 이에 따른 시장 확보력 또한 가장 낮은 것으로 나타남

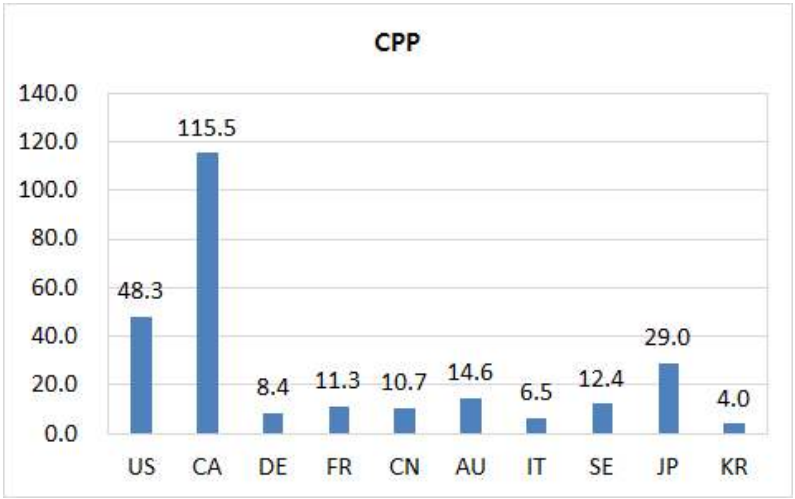


[그림 2-73] 국가별 출원 건수 및 시장확보 지수

㈏ 인용도 지수(CPP : Cites Per Patent)

○ 특정 국가의 특허들이 이후 등록되는 특허들로 인용되는 횟수가 많을수록 기술경쟁력이 높으므로, 인용도 지수(CPP)가 클수록 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 정도를 나타내는 지표로 사용함

○ 국가별 인용도 지수(CPP) = (∑ 해당 국가 특허 別 피인용 수) / 해당 국가 특허 건수



[그림 2-74] 국가별 인용도 지수

○ 분석 결과, 캐나다의 인용도 지수(CPP)가 115.5로 다른 나라에 비해 월등히 높게 나타난 것으로 보아 캐나다가 원천특허/핵심특허를 많이 보유한 것으로 판단할 수 있음

○ 반면, 한국은 다른 나라에 비해 인용도 지수가 아주 낮아 원천특허/핵심특허 비중이 상대적으로 낮은 것으로 판단할 수 있음

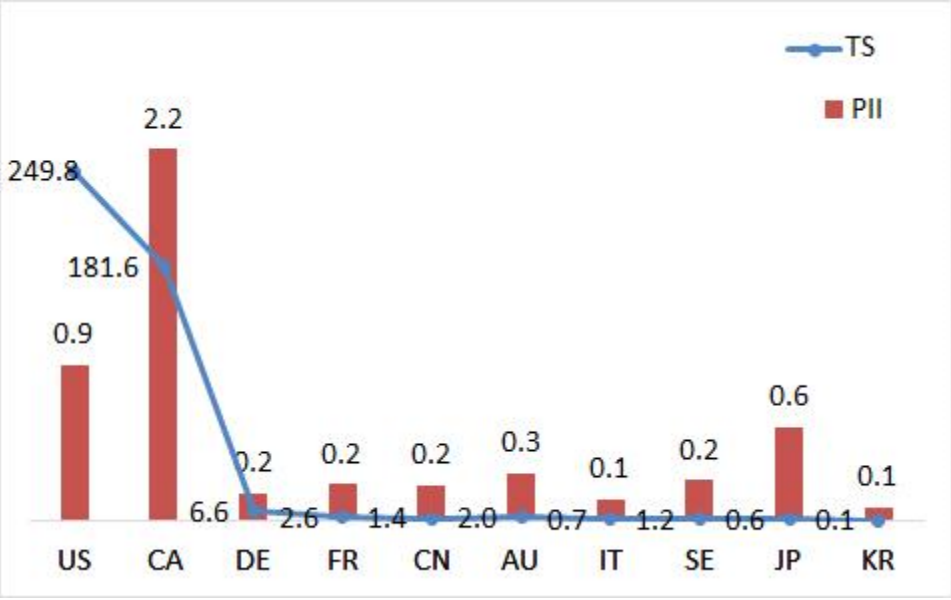
㉰ 영향력 지수(Patent Impact Index) 및 기술력 지수(Technology Strength)

○ 영향력 지수는 특정 국가가 소유한 기술의 질적 수준을 측정하는 지수이며, 기술력 지수는 특정 국가의 기술보유 양적 수준(특허 건수)과 영향력 지수(질적 수준)를 함께 나타냄

○ 계산식

- 국가별 영향력 지수(PII) = 해당 국가 특허 인용도 지수/전체(모든 국가) 특허 인용도 지수

- 국가별 기술력 지수(TS) = 해당 국가 특허 건수 × 해당 국가 영향력 지수



[그림 2-75] 국가별 영향력 지수 및 기술력 지수

○ 분석 결과, 캐나다의 영향력 지수(PII)가 2.2로 가장 높게 나타나 질적 수준에서 가장 경쟁력 있는 것으로 보이고, 양적 수준(특허 건수)을 고려한 기술력

지수(TS)에서는 미국이 249.8로 다른 나라에 비해 월등하게 높게 나타남

○ 우리나라 영향력 지수, 기술력 지수 모두 최하위 수준으로, 향후 지속적인 기술 역량 강화가 필요할 것으로 판단됨

③ 논문분석

㉮ 분석 범위

○ 분석 대상 논문 검색 DB 및 검색범위 한정

<표 2-54> 논문 분석 기준

구 분	분석 기준
논문검색 DB	국가과학기술정보센터 NDSL
분석 구간	~ 2020.01.31
검색범위	Title, Abstract

○ 유효논문 확보 과정

- 검색식에 의해 검색된 Raw 데이터에 대한 필터링 통한 노이즈 제거를 수행

<표 2-55> 유효 논문 확보 과정



○ 유효논문 선별결과

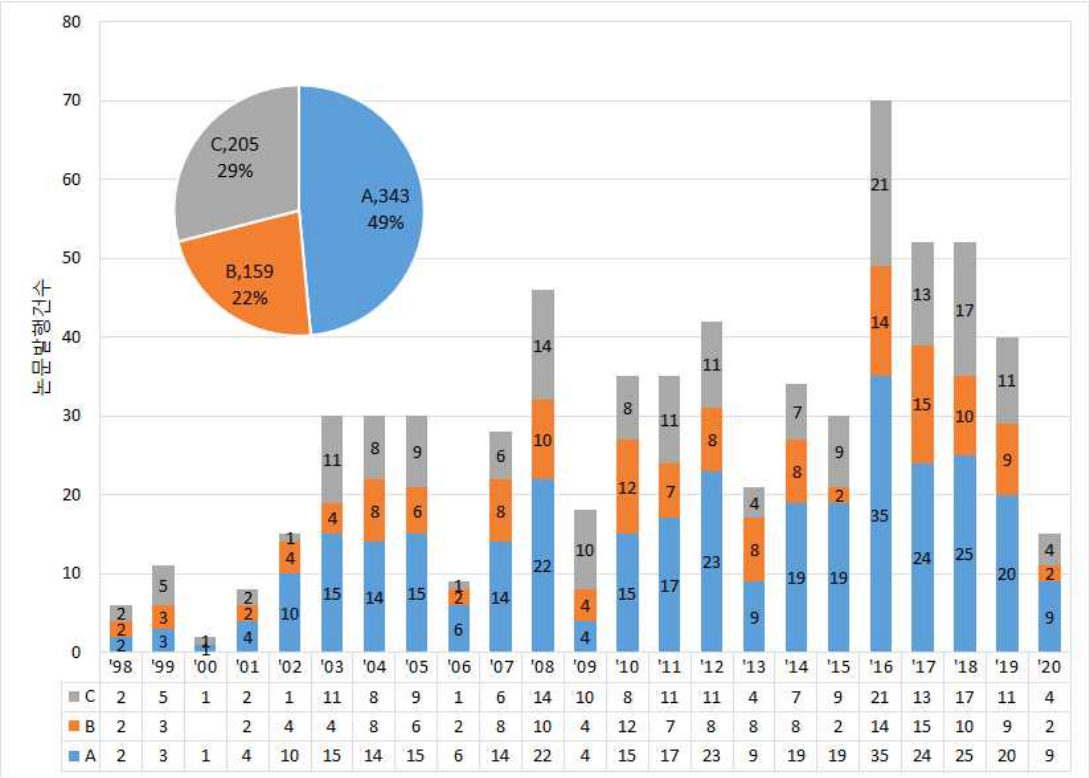
<표 2-56> 분석대상 유효논문 선별 결과

대분류	중분류	유효논문 건수
고속화 복합화물 화차 기술(A)	고속화 복합화물 화차 요소기술(AA)	62
	고속화 복합화물 화차실용화 기반 기술(AB)	81
	고속화 복합화물 화차 차량 설계 기술(AC)	200
고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)	컨테이너, 소화물 자동 상·하역 기술(BA)	149
	멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술(BB)	6
	도심 인근 라스트 마일 연계 기술(BC)	4
고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼기술(C)	고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼(CA)	101
	화물상태 관리 플랫폼(CB)	72
	철도 공유 플랫폼(CC)	32

㈏ 논문 기술 연도별 동향

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술에 대한 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면, 고속화 복합화물 화차 기술(A)은 343건, 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)은 159건, 고속 복합운송 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 등으로, 본 과제 기술은 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 논문 발표 건수가 가장 많은 것으로 나타남

○ 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면 고속화 복합화물 화차 기술(A), 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B), 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 모두 유사한 추이를 보임. 전체적으로 논문 발표 건수가 지속적인 증가세를 보이며, 최근 2016년 논문 발표 건수가 가장 많았던 것으로 나타남



A : 고속화 복합화물 화차 기술

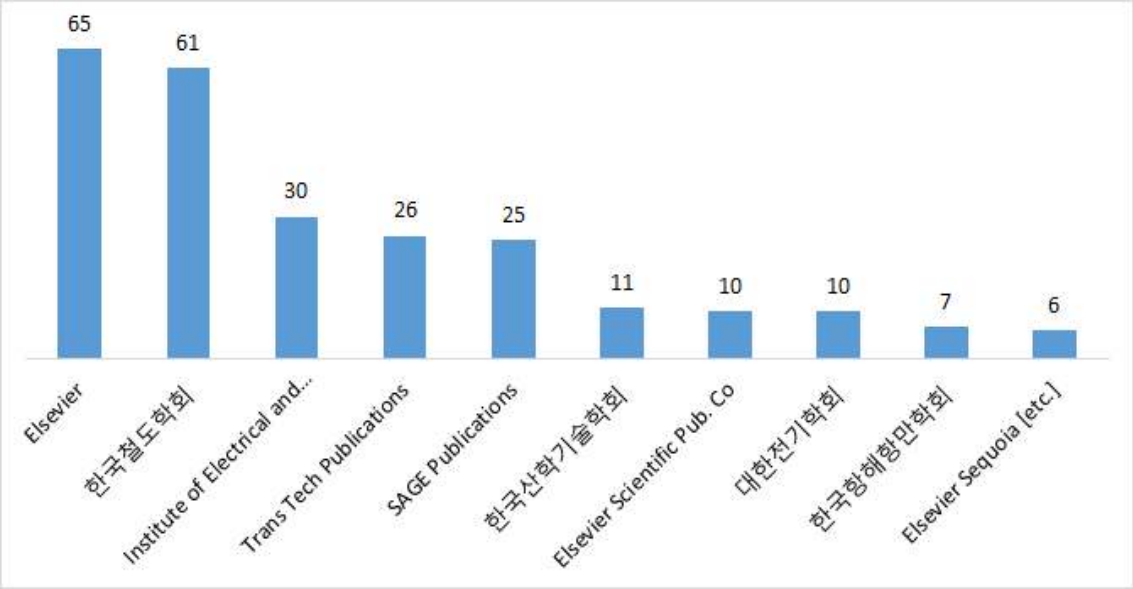
B : 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술

C : 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술

[그림 2-76] 연도별 논문 발표 추이

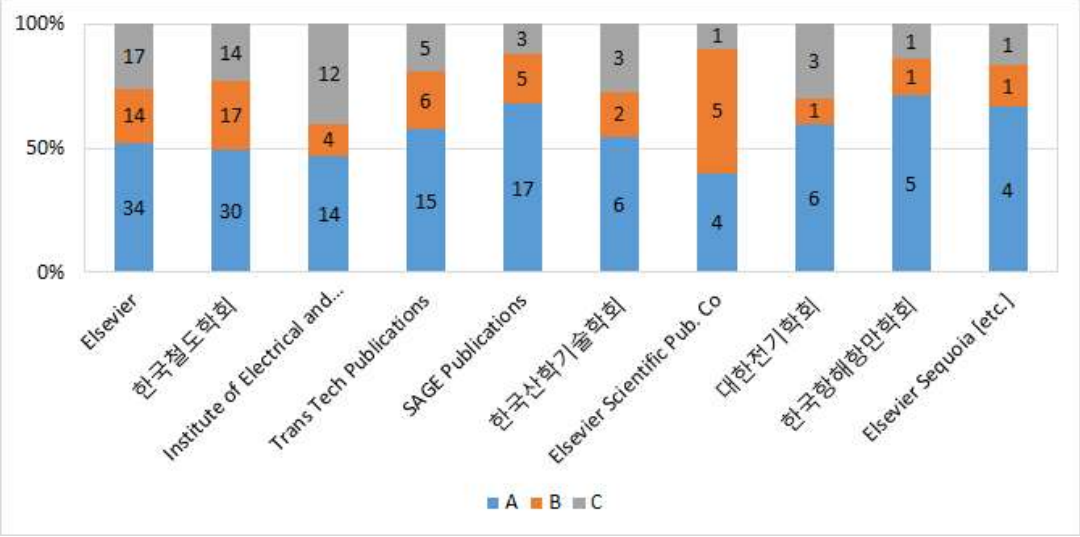
㉰ 주요 발행기관 동향

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술에 대한 논문 주요 발행기관을 살펴보면, Elsevier가 65건으로 가장 많은 논문을 발행하였으며, 다음으로 한국철도학회 61건, Institute of Electrical and Electronics Enginee 30건 등의 순인 것으로 나타남



[그림 2-77] 논문 발행주요 기관 현황

○ 가장 많은 논문을 발행한 Elsevier, 한국철도학회, Institute of Electrical and Electronics Enginee 등은 모두 고속화 복합화물 화차 기술(A) 관련 논문을 가장 많이 발행한 것으로 나타남



A : 고속화 복합화물 화차 기술
B : 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술
C : 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술

[그림 2-78] 연도별 논문 발표 추이

㉮ 주요 핵심논문 분석

○ 최근 5년 內 발표 논문 중 기술적 유사도가 높은 논문을 보면 주로 고속화 복합화물 화차 기술, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술 등과 관련된 연구내용이 주로 발표되고 있어 관련 분야가 최근 주목받고 있는 분야임

<표 2-57> 저널별 최근 5년 주요 논문 현황

No.	논문명	저자	저널명	발행년도
1	On the effect of crosswinds on the slipstream of a freight train and associated effects	Flynn, D.	Journal of wind engineering and industrial aerodynamics	2016
2	Application of RFID Technology in Railway Transport Services and Logistics Chains	Masek, J.	Procedia engineering	2016
3	Effects of a thermal load on the wheel/brake-block subsystem: The thermal conicity of railway wheels	Mańka, Adam	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part F, Journal of rail and rapid transit	2016
4	ADAMS를 이용한 3-Piece 마찰 웨지 댐퍼가 장착된 화차의 동특성 해석	이철형	Journal of the Korean Society for Railway	2017
5	Railway Rolling Stock Compressors Capacity and Main Reservoirs Volume Calculation Methods	Petrenko, V.	Procedia engineering	2017
6	Research on Intermodal Terminal Interaction in International Transport Corridors	Sakalys, R.	Procedia engineering	2017
7	Energy-efficient rail guided vehicle routing for two-sided loading/unloading automated freight handling system	Hu, W.	European journal of operational research	2017
8	EWMA 기법을 적용한 효율적 철도차량 차축온도검지 모니터링 방법 연구	최석중	Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society	2017
9	High-speed freight trains for intermodal transportation: Wind tunnel study on the aerodynamic coefficients of container wagons	Giappino, S.	Journal of wind engineering and industrial aerodynamics	2018
10	RETRACTED: An automatic online inspection system for a coupler yoke for freight trains	Zheng, Chao	Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part F, Journal of rail and rapid transit	2018
11	An optimization model for freight transport using urban rail transit	Ozturk, Onur	European journal of operational research	2018
12	한국, 중국 및 러시아 화물철도 차량 상호운영을 위한 연결기 연구	천준호	Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society	2018
13	인터모달 자동화물운송시스템을 위한 회전정렬형 대차의 개념설계 및 해석	안창선	Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society	2019
14	P4a 분배밸브를 사용하는 화물열차의 경험적 제동모델들의 비교	최돈범	Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society	2020

○ 고속화 복합화물 철도 물류기술에 대한 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면, 고속화 복합화물 화차 기술(A)은 343건, 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)은 159건, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 등으로, 본 과제 기술은 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 논문 발표 건수가 가장 많은 것으로 나타남

○ 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면 고속화 복합화물 화차 기술(A), 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B), 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 모두 유사한 추이를 보임. 전체적으로 논문 발표 건수가 지속적인 증가세를 보이며, 최근 2016년 논문 발표 건수가 가장 많았던 것으로 나타남

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술에 대한 논문 주요 발행기관을 살펴보면, Elsevier가 65건으로 가장 많은 논문을 발행하였으며, 다음으로 한국철도학회 61건, Institute of Electrical and Electronics Enginee 30건 등의 순인 것으로 나타남

○ 가장 많은 논문을 발행한 Elsevier, 한국철도학회, Institute of Electrical and Electronics Enginee 등은 모두 고속화 복합화물 화차 기술(A) 관련 논문을 가장 많이 발행한 것으로 나타남

○ 최근 5년 內 발표 논문 중 기술적 유사도가 높은 논문을 보면 주로 고속화 복합화물 화차 기술, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술 등과 관련된 연구내용이 주로 발표되고 있어 관련 분야가 최근 주목받고 있는 분야임

(다) 기술 동향 분석 및 시사점

① 기술 동향 분석

○ 고속화 복합화물 철도 물류기술 분야의 전체 특허 동향을 살펴보면, 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근까지 지속해서 특허출원 건수가 증가하고 있음. 이러한 특허 증가세는 철도 물류기술에 관한 관심이 최근 높아지고 있기 때문으로 짐작해 볼 수 있음

○ 한국의 특허출원 경향을 살펴보면, 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근

2015년까지 지속적인 특허출원 증가세를 나타내다가 2016년 다소 감소한 후 2017년 소폭 증가하는 경향을 보이지만, 미국 및 중국은 분석 초기구간인 1998년 이후부터 최근까지 특허출원 건수가 지속해서 증가하는 경향을 보임. 특히 중국은 2012년 이후부터 특허출원이 급증하는 양상임

○ 한국의 내·외국인 특허출원 비율 및 현황을 살펴보면, 내국인 80%(169건), 외국인 20%(43건)의 비율이 나타나는데, 타 기술 분야에서 통상적으로 나타나는 한국의 특허출원 경향이 내국인 출원 비율 약 70~75%인 것과 비교하여, 본 과제 기술 분야에도 역시 타 기술 분야와 마찬가지로 내국인에 의한 특허출원 비중이 외국인보다 더 높은 분야인 것으로 나타남

○ 특허기술을 기반으로 한 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술 분야의 성장단계는 그래프상에서 출원 건수 및 출원인 수가 최근 급격히 증가하고 있는 성장기의 양상을 보임. 이러한 양상은 한국은 물론, 미국, 중국 등에서 공통으로 나타남

○ 주요 IP 시장국별 경쟁자 분석결과에 따르면, 캐나다 최대 철도차량 제조업체인 NATIONAL STEEL CAR가 다출원인 1위로 나타났으며, 그 뒤를 이어 일본의 SHIN MEIWA IND 및 중국의 CRRC YANGTZE, CSR ERQI 등이 다수의 특허를 출원하고 있는 것으로 나타남. 해당 분야에서는 전반적으로 중국 및 미국 국적의 출원인에 의한 특허 활동이 활발한 상태이며, 한국 국적의 출원인은 한국철도기술연구원만이 TOP 20에 랭크하고 있어, 한국 국적의 출원인에 의한 특허 활동은 다소 저조한 상태임

○ 기술 분야별 분석 결과에 따르면, 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 특허 비중이 가장 높은 것으로 나타났고, 다음으로 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B), 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 등의 순인 것으로 나타남. 다만, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C)의 경우 지속해서 특허 비중이 증가하고 있음. 세부기술별로 살펴보면, 화물상태 관리 플랫폼 기술(CB) 및 고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼(CA) 등의 최근 점유율이 큰 폭으로 증가함

○ 고속화 복합화물 철도 물류기술에 대한 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면, 고속화 복합화물 화차 기술(A)은 343건, 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B)은 159건, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 등

으로, 본 과제 기술은 고속화 복합화물 화차 기술(A)에 대한 논문 발표 건수가 가장 많은 것으로 나타남

○ 연도별 논문 발표 추이를 살펴보면 고속화 복합화물 화차 기술(A), 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술(B), 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술(C) 모두 유사한 추이를 보임. 전체적으로 논문 발표 건수가 지속적인 증가세를 보이며, 최근 2016년 논문 발표 건수가 가장 많았던 것으로 나타남

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술에 대한 논문 주요 발행기관을 살펴보면, Elsevier가 65건으로 가장 많은 논문을 발행하였으며, 다음으로 한국철도학회 61건, Institute of Electrical and Electronics Enginee 30건 등의 순인 것으로 나타남

○ 가장 많은 논문을 발행한 Elsevier, 한국철도학회, Institute of Electrical and Electronics Enginee 등은 모두 고속화 복합화물 화차 기술(A) 관련 논문을 가장 많이 발행한 것으로 나타남

○ 최근 5년내 발표 논문 중 기술적 유사도가 높은 논문을 보면 주로 고속화 복합화물 화차 기술, 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술 등과 관련된 연구내용이 주로 발표되고 있어 관련 분야가 최근 주목받고 있는 분야임

② 시사점

○ 철도를 이용한 화물수송기술 관련 특허는 이미 국내외 주요국가들을 중심으로 다양하게 분포함. 특히 중국의 경우 최근 특허출원 증가세가 두드러짐. 기술별로 살펴보면 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술이 최근 부상하고 있음

○ 다만, 특허 분석 결과에 따르면 철도를 이용한 화물 운송 기술 특허 중, 본 과제의 특징적 기술인 고속철도를 이용한 화물수송 관련 특허는 많지 않은 것으로 분석되고 있어 아직 까지는 고속철도를 통한 화물수송 분야에 관한 기술개발이 활발하지 않은 것으로 파악되고 있으며, 세부기술별로 살펴보았을 때 도심 철송 화물 환적 기술에 대한 글로벌 특허 건수가 타 기술 분야 대비 상대

적으로 작으며, 국내의 경우는 철도 공유플랫폼 기술에 대한 특허 건수가 다른 선진국보다 미흡한 수준인 것으로 파악되고 있음

○ 따라서, 철도 인프라 공유를 위한 철도 공유 플랫폼 기술에 대한 국내 연구개발이 시급할 것으로 판단되며, 고속철도에 특화된 기술개발을 통해 선진국 대비 기술경쟁력 확보가 필요할 것으로 판단됨. 또한, 도심 지하철송과의 연계를 위한 터미널 및 역에서의 환적과 관련된 기술에 대해서도 고속철도에 특화된 방향으로 기술개발을 진행한다면 해당 분야에 대한 기술 선점이 가능할 것으로 판단됨

(4) 유사과제 분석

(가) 기존 유사 과제 및 관련 연구

○ 이전에 수행했던 유사 연구용역보고서로는 「CTX 장래수요예측 및 경제성 분석 연구용역」 등이 있음

- 고속전용선 주행을 목표로 하는 고속화물철도의 수송대상 품목 선정, 수요예측 및 타당성 분석 시행

○ 국내 다수의 고속화물철도 관련 논문 존재

- 최근 연구로는 화물철도 노선별 운송 품목의 경쟁구조에 관한 연구와 신개념 철도 자동화물운송시스템 기술동향 연구가 있으며, 주로 2010년대 중반을 중심으로 다수의 KTX 객차 개조 관련 연구, 고속화물철도 운영 최적화 방안, 철도 물류 활성화 방안 등의 연구가 존재

○ 최신 국내 철도화물 고속화 기술개발사업 관련 기획 연구 존재

- 2006년 12월 한국철도기술연구원에서 최고속도 150km/h급 고속화차 개발을 위한 철도화물 고속화 기술개발사업에 대한 기획연구가 수행됨.
- 2008년 11월 수송력 향상 철도시스템 기술개발 기획연구로서 최고운행속도 150km/h급 고속화차기술개발에 대하여 타당성 분섞 연구를 수행함.
- 2019년 150km/h 고속화차용 스윙모션 대차시스템 국산화 개발에 따른 주행안전성 시험연구가 수행됨.

○ 국내외 인터모달 복합운송 철도화차 상하역 환적관련 유사 기술 존재

- 해외 복합운송 인터모달 철도화차 기술 사례

수평이적재형	화차회전형	피기백(Piggyback)형	차축(Bogie)교환형
			
수평이송장치(HTI)를 이용하여 환적	터미널의 고정 시설물을 이용 회차회전	트럭이 화차에 순차적으로 상하역	트레일러에 차축(bogie)을 탈 부착
별도의 환적장비 불필요 전용 적재용기 필요	별도의 전용 터미널 필요 트레일러 적재함 일체형	저상 전용 화차 건축한계 저촉 우려	차축 교체시간 과다소요 대륙철도에 적합
카고도미노 (스위스) 카고비머 (독일)	모달로우 (프랑스) 플렉시 웨건, 카고 스피드	ROLA Experts(오스트리아)	미국의 바이모달

- 국내 복합운송 인터모달 철도화차 기술개발 사례

DMT(Dual Mode Trailer) 시스템개발 : 2007.12 – 2011.12 범창종합기술



표준컨테이너 수송용 이단적재 화차 개발 : 2016.8 – 2017.7 철도연



<표 2-58> 선행연구내용 및 결과분석

연구명	연구목적	연구 결과
CTX 장래 수요예측 및 경제성 분석 연구용역 최종보고서(2015, 서울시립대학교)	CTX의 도입으로 인한 장래 수요예측 및 경제성 분석을 통한 사업의 타당성 평가	- CTX 대상품목 중 항공화물을 대상으로 수요예측 및 타당성 분석을 수행하고 향후 품목확대 고려 - 일반화비용 방법론을 이용한 수단분담을 통해 장래수요 추정, 항목별 편익산정을 통한 경제성 분석
CTX 대상품목 특성분석 및 수요예측 연구용역 최종보고서(2014, 서울시립대학교)	CTX의 도입 효과추정 및 운영전략 수립에 필요한 기초자료 구축	- CTX의 수송특성과 대상 품목의 특성을 분석하고 델파이 조사를 통하여 품목선정평가체계 구축 및 평가항목별 중요도 산정(AHP 분석)을 통해 대상 품목선정 - 품목선정결과 수출입 화물은 국제특송, 반도체, 통신 핸드폰, 의약품, 액정장치, 항공 기계, 고급 농산물이 선정되었고, 내수 화물은 의약품, 택배가 선정됨
화물철도 노선별 운송 품목의 경쟁구조에 관한 연구 (2019, 송민주 외 1인)	주요 품목별 수송량을 분석 하고, 국내 화물철도의 내부 경쟁력 구조 파악	- 철도물류 집중도(HHI) 분석 결과, 2010년 0.213에서 2018년 0.238으로 상승하였으며, 이는 시멘트, 컨테이너화물이 수송량이 증가한 결과임 - 입지계수(LQ) 분석 결과, 컨테이너의 경우 경부선·경전선·전라선·장항선, 시멘트는 중앙선·태백선, 광석은 태백선, 철강은 동해선·경전선·장항선이 특화된 것으로 확인됨 - 품목별, 시간대별, 거리별 운임을 차등화하여 운임 경쟁력 확보, 복합일괄수송을 위한 인프라 확충 등 필요
신개념 철도 자동화물운송시스템 기술동향 연구(2017, 신승진 외 3인)	국산 신개념 철도 자동화물운송시스템의 기술 개발 방향성 제시를 목적으로 국내외 철도 자동화물운송시스템 기술 동향 파악, 시사점 도출	- 운송수단관점에서는 지역특성을 고려한 order-made 기술이 주를 이루고 있음 - 자동화 관점에서는 무인자동화를 향한 기술적 지향점이 뚜렷함 - 공간적 관점에서는 기존 도로교통 흐름과 분리를 위해 고가화 - 에너지 관점에서는 환경적 측면을 고려하여 전기를 동력으로 이용하는 경우가 대부분 - 지역적으로는 미국, 독일, 네덜란드, 일본 등지에서 활발히 진행 중 - 화물 형태적 관점에서는 컨테이너 화물형태가 우선적으로 고려되고 있음 - 별도의 전용화차를 이용하여 궤도(전용노선)를 따라 군집형으로 움직이는 기술이 늘어나는 추세
고속철도와 항공을 연계한 물류수송시스템 도입 방안(2012, 박재현 외 3인)	KTX 인천공항 진입과 연계하여 기존 인프라를 활용한 고속화물철도 수송시스템 구상 및 대안 분석	- 최종수요자 관점에서 항공화물을 포함한 신속한 처리를 해야 하는 물류의 간선수송에 있어 수단 전환을 유도하기 위한 국가 차원의 제도적 보완, 화물수송의 신뢰성 제고가 가능한 기술적 연구개발이 필요함

<표 계속> 선행연구내용 및 결과분석

연구명	연구목적	연구 결과
고속화물철도 수송시스템 도입 가능성에 관한 고찰(2012, 김병관 외 3인)	답보 상태에 있는 고속화물서비스에 대한 몇 가지의 수송시스템의 대안 모색 및 적용 가능성 고찰	- 기존 사업자, 정부, 지자체 등 고속철도 화물수송시스템 도입 추진 절차 검토 - 반도체, 무선통신 전자기기, 수화물 등 주요 수송품목 검토 - KTX 고속동력 객차 개조 가능성 검토 - 고속화물철도 터미널 운영, 인프라 확보 등 타 수단간 연계 추진전략 검토
고속화물철도(CTX) 대상 품목선정에 관한 연구(2014, 도우석 외 4인)	CTX 잠재이용품목을 선정하기 위한 평가체계를 구축 및 전문가 델파이 조사를 통한 평가항목별 가중치 산정 및 대상 품목선정	- 평가지표의 가중치 중 '적시수송의 필요성', 'CTX 역 접근성', '신속수송의 필요성'이 중요한 것으로 나타남 - 수출품목, 수입품목, 보세화물, 내수품목 순서대로 가중치가 높음 - 적합한 품목으로 택배(국내외), 의약품(국내외), 반도체, 휴대전화, LCD, 항공 장비, 농업품 선정
고속화물철도(CTX) 장래 수요예측에 관한 연구(2015, 오정화 외 4인)	CTX 대상 품목의 장래 수요예측	- 수단분담방법론은 일반화 비용 적용, 반도체 품목의 수단별 운송시간, 운송비용의 원 단위 및 시간가치 산정 - 항공화물의 특성을 반영한 원 단위는 자료 부족으로 일반화물의 자료 적용 - 반도체 품목 수출입 실적자료를 바탕으로 장래물동량 산출
고속화물철도시스템(CTX) 도입에 따른 변화항목 선정에 관한 연구(2015, 박형준 외 4인)	CTX 도입으로 인한 물류체계, 공간구조 등 사회 전반적인 변화항목 도출	- 기존 문헌 분석 및 전문가 회의(델파이 기법)를 통한 항목 도출 - 접근성이 우수한 입지로 공장 이전, 철도산업 투자 촉진, 철도 관련 기술의 수출 등이 변화항목으로 도출됨
여객화물 고속복합열차를 이용한 소화물 운송 최적 서비스 모델 연구(2014, 염병수 외 2인)	여객/화물 복합열차를 활용한 다양한 서비스 모델 제안 및 최적의 소화물 운송 서비스 모델 선정	- AHP를 활용한 서비스 모델간 우선순위 도출 - 열차를 활용한 반일 택배 서비스가 가장 높은 우선순위 점수를 획득함
철도화물 이용요인 분석을 통한 철도 물류 활성화 방안에 관한 연구(2009, 조삼현)	철도운송 서비스 활성화 방안 강구	- 기존 철도화물 이용자를 대상으로 AHP 분석을 통한 철도화물 선택에 관한 요인분석 시도 - 운송 우위성 > 운송 안정성 > 물류 연결성 > 정보 연결성 순으로 선택요인이 나타나는 등 시간과 비용적인 측면에 대한 중요성이 높음 - 운송비용 절감을 위한 대량운송의 효과를 더욱 확대할 방안 강구 및 고속장대 화물열차의 운행 검토 필요

<표 계속>

연구명	연구목적	연구 결과
고속화물철도 수송시스템 도입 가능성에 관한 고찰(2012, 김병관 외 3인)	KTX 특송 서비스 활성화 방안	- KTX 특송 서비스는 정시성, 항공수단 대비 우수한 접근성, 퀵서비스를 접목한 배송 서비스의 완결성이 장점 - 그러나 홍보 부족, 직원이 동승하지 않아 고가품 운송 어려움, 적재공간 제약, 사업 확장 및 시장 상황에 적극적 대응 어려움 등의 문제로 성장 정체
우리나라 화물 시간가치의 적정 크기와 적용 가능 범위 연구(2013, 최창호 외 1인)	화물 운송수단별 통행시간가치 탐구	-도로운송 화물의 적정 시간가치 크기는 20,000원/대·시간
고속화물열차 실용화를 위한 사용자 요구사항 고찰(2014, 김주원 외 6인)	고속화물열차 개발시 사용자요구사항 적용방안 및 구체적 요구사항 분석	-철도차량관련 연구개발 시 사용자요구 사항의 정량화 필요 -고속화물열차 개발 시 공기조화장치, 차내기밀유지, 자동문, 자동이송장치, 보조전력장치 등은 재검토 필요
High-speed rail freight: sub-report in efficient train systems for freight transport (2005, Troche)	화물 운송에 적합한 효율적인 철도시스템 연구	- 고속철도 화물 운송을 도로운송보다 신속하며 항공운송보다 경제적인 사업모델로 개념화 - 고속철도 화물 운송의 정의 세분화, 시장 요소 분석, 관련 물류 업체 및 화물특성 분석 - 수송 단위(loading units) 종류, 터미널 종류 및 위치, 차량 종류, 열차 운영방식에 대한 고찰 - 스웨덴, 덴마크, 프랑스, 영국, 독일, 국제화물의 사례 분석
Parcels and mail by high speed rail – A comparative analysis of Germany, France and China (2016, Liang)	고속철도를 이용한 최적의 택배 운송 운영 기법 고찰	- 여객/화물 복합운송보다 전용의 화물열차를 운영하는 것이 고속철도의 이점을 살릴 수 있으며 규모의 경제의 측면에서도 유리함 - 민감도 분석 결과, 혼잡한 노선에서는 최소한 5%, 혼잡하지 않은 노선에서는 30%의 수단분담률이 필요한 등 최소한의 운송량을 확보하는 것이 중요하며, 경쟁력 있는 가격 설정이 필요함 - 주요 노선에 한정된 고속화물철도망을 운영하는 것이 규모의 경제 측면에서 유리함
An Operation Optimization for Express Freight Trains Based on Shipper Demands (2014, Yuzhao Zhang · Yusong Yan)	고속화물열차 운행계획 최적화	- 운송량, 서비스 빈도, 운송시간 등 운송업자 수요에 근거하여 유전자 알고리즘을 통해 고속화물열차 운행계획 최적화

(나) 기존 고속화물열차 연구와 본 연구의 차별성

○ 기존 연구(CTX 장래수요예측 및 경제성 분석 연구용역)와의 가장 큰 차이점은, 본 연구는 고속전용선이 뿐만 아니라 준 고속화 노선 운영을 목표로 한다는 것임

- 이러한 대상 노선 확대를 통해 이용수요 증대, 타당성 제고

<표 2-59> 기존 연구와 본 연구의 차별성 비교

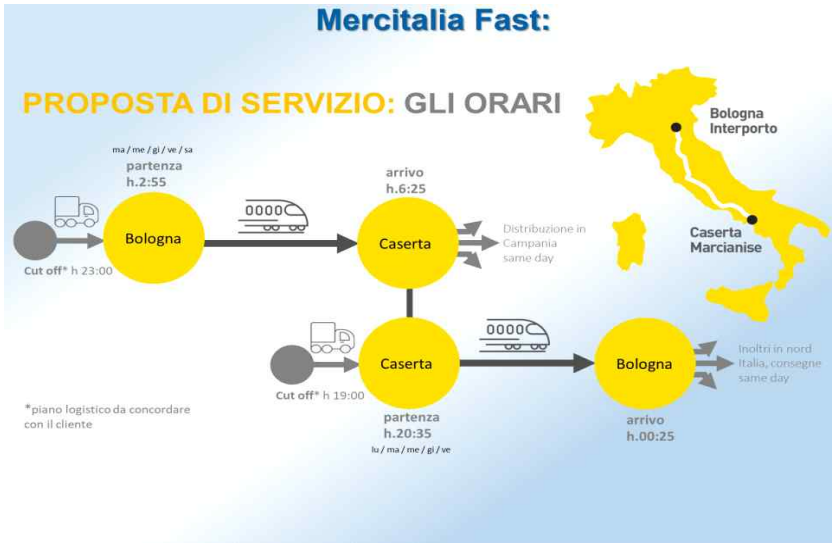
구분	기존 연구	본 연구	추가 검토 사항
대상 노선	영업운행속도 300km/h급 고속철도전용선 (경부· 호남고속철도)만 대상	영업운행속도 200km/h급 준고속노선 및 인프라 조성이 유리한 일반 고속화 노선대상	대상 노선 확대를 통해 이용수요 증대, 타당성 제고
분석대상 범위	국내 수출입 화물 중심	국내 지역 간 화물 및 장래 북한, 유라시아 화물 수요 검토	남북교류협력 시대 대비, 사업 타당성 제고
수송대상 품목선정	관련자 대상 델파이 조사(설문 조사 및 AHP 분석)를 통한 품목선정	전문가와 실무자 대상 심층 면접을 통한 품목선정	심층 면접을 통해 고속복합운송철도 수송 가능 품목을 재검토하고 확대
통행분포	물동량분포가 기준연도와 같다고 가정	프라타모형, 이중제약 중력모형을 적용한 물동량분포 예측	통행분포모형을 적용함으로서 장래 물동량 분포 영향요인 반영, 분포예측의 정확성 향상
수단분담	일반화비용 기반 전량배정법 적용	일반화비용 기반 로짓모형 적용	수단분담 예측의 정합성과 설명력 향상

(5) 해외 선진 국가 운행사례

(가) 이탈리아 Mercitalia Fast

○ 이탈리아 FS(Italian State Railways) 그룹의 자회사인 Polo Mercitalia는 화물 수송 및 물류사업을 하는 그룹으로 2017년 11월 7일부터 Mercitalia Fast 서비스를 시작하였음

- Mercitalia Fast 서비스는 특급택배, 물류 사업자, 생산 및 유통자의 요구를 충족시키기 위해 180km/h의 고속열차 화물수송 서비스를 이탈리아의 중요한 물류 허브 중 하나인 Bologna 인근 Maddaloni-Marcianise 구간을 3시간 30분 만에 연결함
- 화물수송에 사용되는 차량은 이탈리아 ETR 500 고속 여객열차를 개량하여 사용하고 있으며 개량된 화물열차는 12차량 1편성으로 구성하고 있으며 각 화차에는 70×80×180 크기의 롤테이너를 실어서 수송하고 있으며 이는 보잉 747 화물 수송기 2대 또는 18개 트럭 물동량과 같은 효과를 내고 있음
- 환경적인 영향분석을 보면 고속화물 열차 서비스를 통해 매년 9,000대의 트럭을 도로에서 전환하여 교통량을 줄이고 이산화탄소 배출량을 80%를 줄이는 효과를 거둔다고 보고 있음



[그림 2-79] MERCITALIA FAST 운행 방식



[그림 2-80] Mercitalia Fast 서비스에 사용되는 롤 컨테이너

- 이탈리아 내·외수 전체물동량은 MERCITALIA FAST 개통 이전인 2018년 3분기 2,289만 톤보다 2018년 4분기에 2,410만 톤, 2019년 1분기에 2,436만 톤으로 증가하였으며, 내수 물동량 또한 2017년 3,270만 톤에서 2018년 3,570만 톤으로 증가

<표 2-60> 이탈리아 수단별 내·외수 물동량 변화

단위 : 천 톤

년도	2017				2018				2019
분기	1	2	3	4	1	2	3	4	1
철도	23,916	24,274	22,030	23,168	24,200	24,899	22,891	24,099	24,363
도로	210,161	229,340	238,260	247,179	220,199	222,540	224,881	241,617	250,200
항공	246	284	268	279	250	278	263	272	235
해운	106,306	118,597	121,643	119,293	108,916	128,829	129,879	123,211	107,415

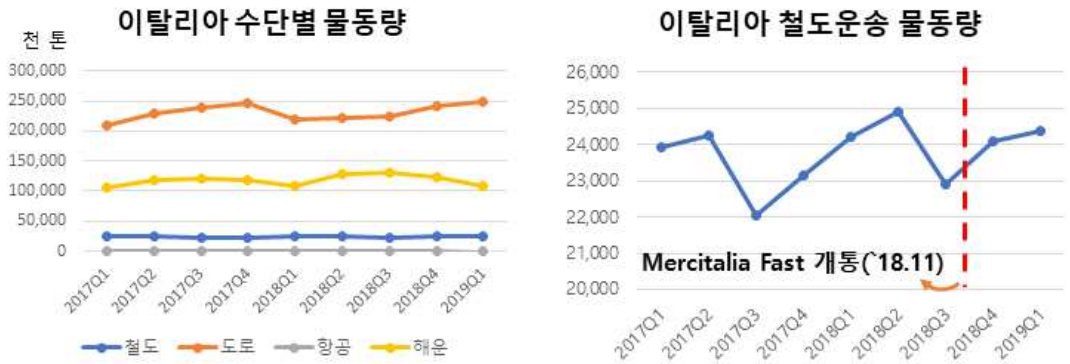
출처: eurostat, "Railway transport measurement – goods" - "Goods transported - Quarterly data"
eurostat, "road freight transport measurement" - "Summary of quarterly road freight transport by type of operation and type of transport"
eurostat, "Air transtport measurement – freight and mail" - "Freight and mail air transport by reporting country"
eurostat, "Maritime transport – main quarterly results" - "Country level - gross weight of goods handled in main ports
: 자료 누락으로 보간법 적용

<표 2-61> 이탈리아 수단별 내수 물동량 변화

단위 : 천 톤

	2014	2015	2016	2017	2018
도로	937,371	934,836	881,323	864,243	896,436
해운	177,741	173,020	189,893	200,374	196,790
철도	32,318	33,149	33,201	32,709	35,069
항공	25,983	22,050	30,047	28,145	24,082

출처: 이탈리아 통계청(https://www.istat.it)



[그림 2-81] 이탈리아 물동량 변화

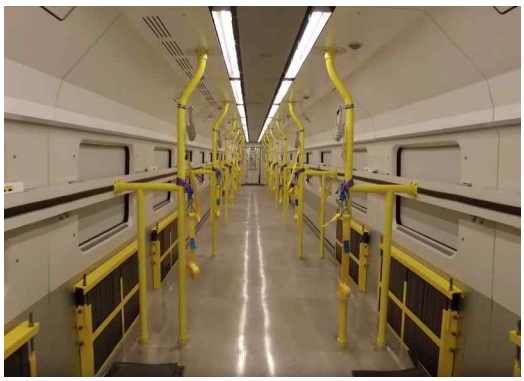
- 이탈리아의 Mercitalia Fast 서비스 5개월이 지난 후 96%의 정시성을 달성했고 4%는 30분 이내의 지연을 발생하였음
- 고속화물 열차로 사용되는 ETR 500 여객열차는 이탈리아 TREVI 사가 알스톰, 봄바디어, 알살도브레다와 컨소시엄을 통해 제조되었으며 1993년부터 운영되었으며 아래 그림과 같이 객차 내의 좌석을 모두 제거하고 롤테이너를 고정할 수 있도록 개조되었음
- 2019년 1월 기사에 따르면 Mercitalia Fast 서비스는 연간 약 1억 유로의 수익을 올리고 있으며 향후 5년 안에 총 10억 유로를 투자 계획하고 있으며 이미 5억 유로는 지출되었음



[그림 2-82] Mercitalia Fast 서비스에 사용되는 ETR 500 열차



[그림 2-83] ETR 500 객차 좌석 모습



[그림 2-84] ETR 500 화차 개조 모습

(나) 중국 中歐班列(중·유럽 고속화물 열차, CHINA RAILWAY Express)

○ 개요

- 정식 명칭 : 중·유럽 고속화물 열차(中歐班列, CHINA RAILWAY Express)
- '중·유럽 고속화물 열차는 중국 철도 총공사(中國鐵道總公司)가 편성한 고정 열차 편, 고정 노선과 스케줄에 따라 운행되며, 중국과 유럽 및 '일대일로' 연선국가 간을 연계하는 국제컨테이너 블록트레인(Block Train)임

○ 2011년 3월 충칭에서 출발하여 독일 뒤스부르크를 최종목적지로 하는 '위신어우(渝新歐)' 열차가 시초

○ 운행시간은 초기의 20일 이상에서 현재 12~14일 수준으로 단축되었고, 전체 운송비용도 운행 초기보다 약 40% 감소

- 운송화물의 종류도 초기의 휴대전화, 컴퓨터 등 IT 상품의 중심에서 의류와 신발, 자동차 및 부속품, 식품, 와인, 커피콩, 목재, 가구, 화장품, 기계설비 등으로 확대

- 연간 운송화물의 총액도 2011년에는 6억 달러에도 미치지 못했지만 2017년 현재는 145억 달러까지 증가

○ 직통 노선과 환적 노선으로 구분

○ 주요 수송 품목

<표 2-62> 중·유럽 고속화물열차 노선 및 수송품목

노선		개통	노선길이/ 소요기간	주요 화물 공급지/ 주요 제품	2017년 운행수	주기
1	위신어우 (충친-뒤스부르크 등)	`11.3.	11,179km/ 약 13일	현지 및 인근지역 화물 중심/IT제품(충칭), 자동차 부푸므 완성차 , 커피콩, 식품 등	700회	1편/일 이상
2	롱어우 (청두~우치 등)	`12.12.	9,826km/ 약 10일	청두 생산품 및 샤먼, 쿤밍 수출품/IT제품(청두), 완성차 및 차량 부품, 일용품, 특용작물, 의류, 신발 등	777회	1편/일 이상
3	창안호 (시안~바르샤바 등)	`13.11.	9,048km/ 약 12일	창삼각-주삼각 지역 텐진, 산둥 등/기계설비, 가구, 음료기기, 제빙기, 알루미늄제품, 전자설비 등	166회	2~3편/주
4	한신어우 (우한~체코/폴란드 등)	`12.10.	10,700km/ 약 15일	후베이성, 화둥·화남지역/노트북·컴퓨터, 의류, 완구, 기계, 자동차, 목재(희귀)	375회	1편/일
5	정어우 (정저우~뒤스부르크 등)	`12.7	10,245km/ 약 15일	허난, 산둥, 저장, 푸젠성/타이어, 고급의류, 문화·체육용품, 공예품	493회	1편/일 이상

출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외, 「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018

- 위 제품군을 정리하면 다음과 같음

  IT제품(컴퓨터, 노트북, 컴퓨터 부품), 기계(기계설비, 음료기기, 제빙기, 전자설비), 자동차와 차량 부품, 식품(커피콩, 특용작물), 의류·신발, 기타 소제품(완구, 공예품)

- 위 제품군의 특성은 ①제품의 가격이 높고, ②부패 등의 이유로 빠른 운송

이 필요하며, ③열차로 운송이 가능한 크기라는 것임



[그림 2-85] 중·유럽 고속화물 열차

(다) 프랑스 TGV La Poste

○ 정식 명칭은 TGV Postal로, 우편 전용 열차. La Poste는 프랑스 우정국을 의미

○ 1984년 10월 1일 운행 시작 - 2015년 6월 27일 운행 종료.

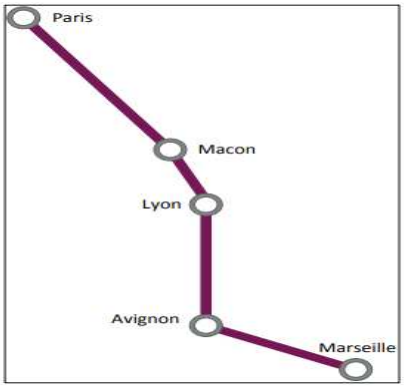
- 2009년 1일 8회 운행에서 6회로 감축
- 2012년엔 런던까지 시험운행 시행

○ 동력차 2량 + 화물운반 차량 8량으로 구성

- 승강문은 여객용 TGV와 달리 차량 중앙에 설치됨

○ 차량마다 30개의 롤 팔레트가 적재되며, 중량한계는 약 10t

○ 최고속도 280km/h



[그림 2-86] TGV La Poste 노선



[그림 2-87] 프랑스 TGV La Poste

(라) 미국 Amtrak

○ Amtrak(전미여객철도공사)은 여객열차를 이용하여 화물과 우편을 운반하는 방식으로 화물 급행 서비스 제공

- 일부 암트랙 노선은 화물 급행 서비스를 통해 얻는 수입이 총 수익의 약 40%를 차지

○ 또한, 객차와 연결할 수 있는 특수냉장 객차를 개발하여 운용 중

(마) 독일 Parcel InterCity

○ 2000년에 운행 시작

○ DB Cargo사가 주도하고 독일 우편 DHL과의 계약 형식을 통해 운영

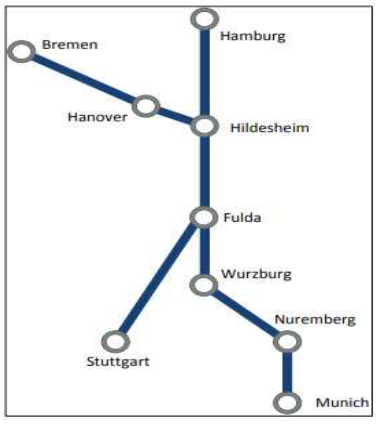
- DB Cargo는 열차의 정시율을 보증하고 DHL은 이 서비스 30%의 사용을 보장

- 이를 통해 DB Cargo는 수익을 보장받고 다원화된 화물 공급원을 유치

○ 96.5%의 높은 정시율을 자랑하며, DHL이 약 80%를 이용 중

○ 고속전용선이 아닌 일반 선에서 우선순위를 부여하는 방식으로 시속 140km/h로 운행

- 최고속도가 160km/h였으나 2010년 비용 문제로 인해 140km/h로 감축



[그림 2-88] Parcel InterCity 노선



[그림 2-89] Parcel Intercity Train

○ 운행 시각표가 고정되어 있고 오후 7시~9시에 출발하여 오전 3시~5시에 도착

○ 우편, 화물 센터를 연결하는 노선에 따라 운행

(바) 스웨덴 : PostNord Sverige train

○ 스웨덴 우체국 전용 우편 열차

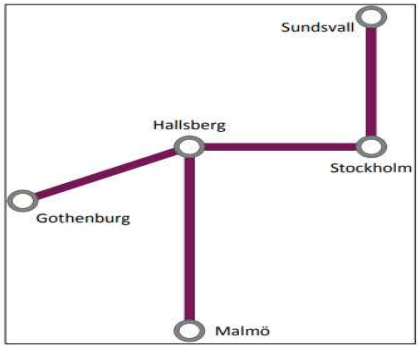
○ 2000년부터 운행 시작

○ 우편, 작은 규모의 화물을 운송

○ 스웨덴의 서부 및 남부 본선과 동부 연안 노선을 운행

- Stockholm - Malmö (Southern line)
- Stockholm - Gothenburg (Western line)
- Stockholm - Sundsvall (East Coast line)

○ 최고속도 : 160km/h



[그림 2-90] Swedish postal 노선



[그림 2-91] PostNord Sverige train

(사) 영국 : British Rail Class 325

○ 1995년 운행 시작

○ 매일 10회 운행

○ 4대의 열차로 구성

○ 두 개의 노선으로 구성

- London - Warrington - Glasgow line
- London - Newcastle line

○ 우편, 작은 규모의 화물을 운송

○ 각 역에는 열차가 메인 라인에서 터미널로 분기되는 Royal Mail이 있음

○ 16개 열차가 운행하였으나 1개의 열차는 손상으로 인해 2012년에 폐기

○ 슬라이딩 도어 대신 창문이 없는 롤러 도어가 존재

○ 최고속도 : 160km/h



[그림 2-92] Rail Class 325 노선



[그림 2-93] Rail Class 325

(아) 해외사례 소결

○ 해외의 고속화물 열차는 크게 고속전용선을 운행하는 열차와 기존 선을 준고속으로 운행하는 열차로 나뉨

- 국내 고속·복합운송 철도물류시스템 도입 시 두 가지를 모두 고려할 필요 있음

○ 유럽의 고속화물 열차는 우편 및 소화물 운송이 다수를 이룸

- 그러나 TGV La Poste의 운행 종료, 국내 우편 열차의 운행 종료 사례처럼 우편만으로는 수요가 충분치 않으며, 독일 Parcel InterCity처럼 안정적인 수요처를 마련할 필요 있음

○ 이탈리아 MERCITALIA FAST 사례에서 알 수 있듯이, 롤 컨테이너 등을 활용하여 최대한 환적시간을 단축하려는 노력이 필요

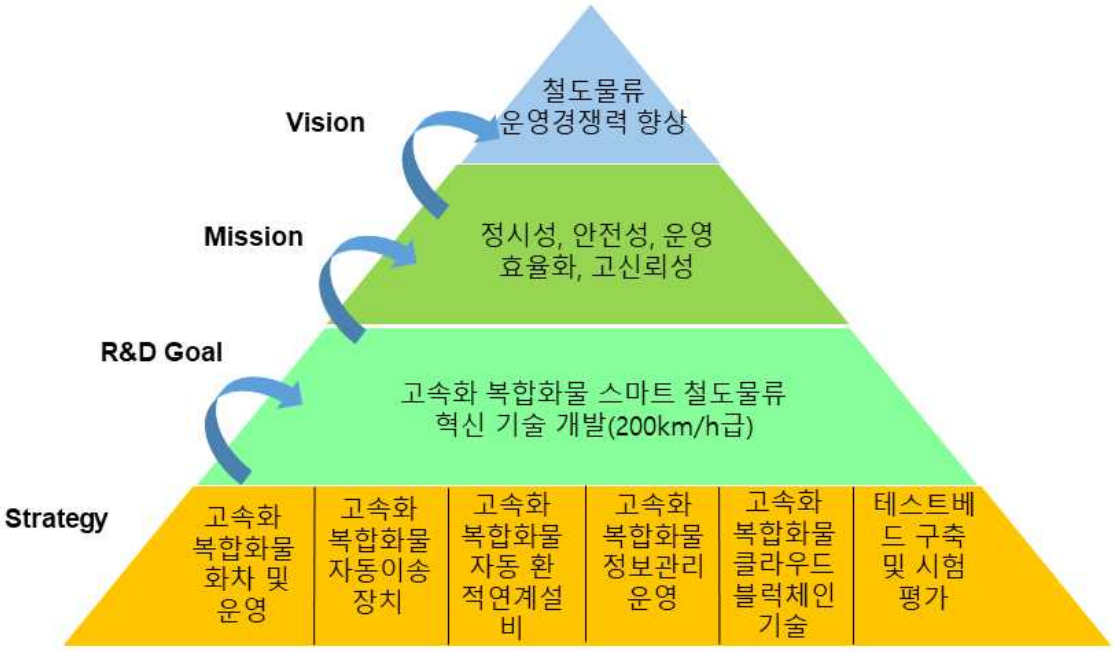
- 이전 연구에서 수송대상 품목 특성으로 선정된 상·하역의 용이성을 롤 컨테이너로 상당 부분 해소할 수 있을 것으로 보임

다. 연구개발과제 구성 및 추진전략

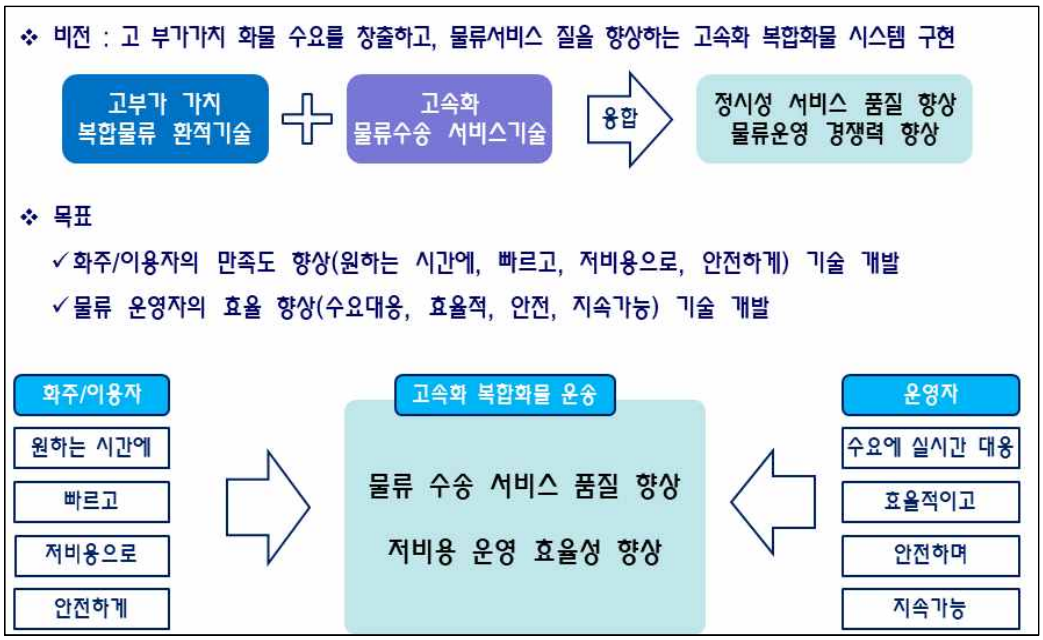
(1) 비전 및 목표

○ 고속화 복합화물 운송 철도 물류기술은 도로화물 수송에 따라 발생 되는 사회적 비용 절감 및 국가 물류경쟁력, 산업경쟁력 향상을 위한 물류수송부문의 새로운 대안으로서, 국내에서 보유한 고속화 철도 차량·인프라·운영 기술을 접목하여 영업운행속도 200km/h급으로 고속화 화물 수송을 달성하기 위한 기술을 의미함

- 고속화 복합화물 운송기술은 화물수송 화차만을 의미하는 것이 아니라 고속화 철도노선을 통한 철도 물류의 효율성 제고를 위해 요구되는 물류시설, 운영체계, 정보·보안시스템을 포괄하는 개념임



[그림 3-94] 기획 연구 비전 및 전략 개념



[그림 3-95] 연구 목표 연계 개념도

- 기술구현을 위해 필요한 기술은 고속화 복합화물 화차 기술, 고속화 스마트 철도 물류 취급 기술, 고속화 복합화물 화차 정보 통합관리 운영 기술, 테스트 베드 구축 및 검증을 포함한 실용화 확보 기술 등을 종합적으로 포함함
- 현재 범부처(국토부, 해수부, 환경부, 정보통신부 등)에서 진행하고 있는 다양한 국가 연구개발사업(도로, 철도, 항만 연계 물류 인프라 구축, 친환경 운송수단, 유라시아 대륙 연계 경제 활성화, 4차 산업혁명 기술 등)의 첨단 복합운송 철도 물류 서비스 확보전략 수립

○ 물류산업계와 관련 부처 및 물류 운송수단 운영 주체에 대한 국내외 기술개발 현황을 고려한 기술개발 범위 설정

- 다양한 기술 및 분야 융합 특성을 반영한 철도 물류 중심의 고속화 복합화물 운송 철도물류망 서비스 모델 정의
- 대륙 물류연계 및 세계선도형 물류 체인 기술을 확보할 수 있는 운송수단간(도로, 공항, 항만, 철도)의 연계 및 고속화 철도망(200km/h 이상) 물류 중심의 고속화 복합화물 운송 철도 물류 사업모델 구축을 위한 핵심기술개발 추진계획 도출 및 실증 구현을 위한 연구방안 도출



[그림 2-96] 고속화 복합화물 철도물류 혁신기술개발 필요성 개념도

(2) 기술개발에 따른 미래상

(가) 현황

○ 코로나19 시대와 글로벌 팬더믹 시대를 맞이하는 시점에서 물류수송의 중요성이 더욱 가속화됨에 따라 글로벌 단일시장이라는 거대한 기회를 활용하고 동시에 글로벌 무한 경쟁이라는 새로운 위협에 대처하기 위해 사회·경제·기술적으로 적극적으로 대응해야 함

- 빅데이터를 기반으로 하는 세계 시장 체제에서 국가 간 물류정보와 교역량의 급격한 변화, 유라시아와 동북아에서의 중국과 러시아의 주요 물류거점의 출현 및 통합 네트워크 구축의 움직임이 인접 강대국 국가 간 역학적 관계에서 흐르고 있는 긴박한 상황에서 우리나라는 남북한의 물류수송체계 구축을 통해 동북아의 물류 중심지로서의 위치를 조속히 확보해야 함
- 2020년 현재 우리나라는 대부분의 국제무역 연계가 해운으로 진행되고 있으나 동북아·유라시아 철도망의 진행 및 향후 통일을 대비한 내륙수송 연

계방안 마련을 위해 일본, 러시아 및 중국 등 인접 국가와의 상호 효율적인 물류연계 체계를 지향함과 동시에 상대적 물류경쟁력 우위 확보를 추구해야 함

○ 국내 물류산업 시장에서는 물류 산업의 급속한 성장에 따라 상품품목별 시장 세분화가 빠르게 이루어지고 있으며 또한 국내 산업이 점차 고부가 가치 첨단 산업으로 급속히 전환됨에 따라 물류수송 분야에서 고부가 가치 서비스를 창출할 기회가 더욱 확대될 것으로 예상함

- 트럭 등 공로에 지나치게 편중된 물류 수송체계를 벗어나 친환경적 물류수송 대안이 절실히 요구되며 동시에 물류수송 프로세스의 다양화 및 고효율화, 스마트 자동화를 통해 타 산업의 지속적 경제성장을 지원하고 물류 산업의 고부가가치화를 추진하여 물류 강국으로서 세계 시장을 선도할 수 있도록 도약할 수 있음

- 물류 산업의 성장에 따라 수송물류 품목 특성별 시장의 세분화가 이루어지고 있으며 이로 인해 물류 분야에서 고부가 가치를 창출할 기회가 확대되고 있음. 철도화물의 정시성·안전성에 있어서 저속화물열차의 고속화 및 운영기술의 첨단화, 고속화 철도노선를 활용한 고속화 복합화물 화차 운영기술과 같은 새로운 고부가 가치 시장확보를 위한 철도 물류 혁신 기술 확보가 시급히 요구되고 있음

○ 현재의 철도화물 수송은 벌크화물, 항만 컨테이너와 같이 대량수송에 적합하도록 시스템이 구축되어 있지만, 이런 품목들은 수송의 정시성 및 시급성이 크게 중요한 서비스 요소가 아니었으며 또한 고속화 여객열차 우선의 철도운영으로 인해 낮은 서비스 질로 운영되고 있음

- 역간 수송을 근간으로 하는 철도수송은 물류에 요구되는 Door-to-Door 서비스를 위해 공로를 통한 셔틀 서비스가 꼭 동반되어야 하는데, 이 과정에서 물류 취급시간 및 비용이 발생하여 공로수송보다 경쟁력이 감소하게 됨

- 철도 화물열차의 표정속도는 60km/h 내외의 낮은 속도로 운행되고 있으며, 철도 물류취급 역에서 화물의 상·하역을 위해 포크레인, 리치스태커, 지게차등과 같은 장비를 활용해 환적 작업을 수행하고 있어 전체적인 정시성 확보를 만족시키지 못하고 있음

- 철도 화물수송의 대량수송능력, 정시성, 안전성 보장 능력이 다른 수송 수단에 비해 큰 장점을 갖는 것임에도 불구하고 화물의 환적 절차(transhipment procedure)의 복잡화와 비효율화로 인해 급성장 고부가 가치 물류 시장이 요구하는 요구조건을 제공하지 못하고 있는 실정임
- 공로수송은 환적 절차가 거의 없고 문전 서비스가 가능하다는 장점과 무진동 차량, 냉장 차량 등 화물 특성에 따라 다양한 품목에 대하여 취급할 수 있는 장점이 있지만, 도로혼잡 가속, 도로정체에 따른 정시성 부족, 배기가스 배출 등 높은 사회적 비용을 초래하는 수단임

○ 철도 물류 운영 인프라 측면에서는 국가 철도망 구축계획 등에 주요 산단과 항만을 연결하는 산업선의 구축계획 및 철도 물류시설 개량사업 등이 반영되어 일부 추진되고 있지만, 고속화 여객열차 우선의 열차운영으로 인해 화물열차의 운영관리 및 통합정보 체계가 부족한 실정임

(나) 기술개발 전략

○ 고속화 복합화물 철도물류 운송기술은 철도 물류의 고 효율성 서비스 경쟁력을 위해 고속화 복합화물 화차, 스마트 철도물류 상하역설비, 물류 정보시스템 등을 포함하는 통합운영 시스템으로 구현함. 핵심 기술개발 전략은 기존의 개발된 기술을 최대한 도입 활용하여 개발비용의 최소화 및 실용화 중심의 개발을 추진함

○ 고속화 복합화물 화차의 동력방식은 현재 운행되고 있는 KTX, SRT 고속 여객열차(300km/h) 및 EMU 준고속 여객열차(150km/h～250km/h)를 최대한 개조 활용 개발함으로써 고속화 복합화물 화차의 설계 및 제작 기술의 완성도를 높임과 동시에 초기 사업화 추진비용을 최소화하도록 함.

- 고속화 복합화물 화차에 편성되는 차량 종류는 대상 수송 품목에 적합한 형태로 개량 설계하며, 기존 컨테이너 화물수송용 화차, 일반화물수송을 위한 화차, 신선 물류 등 콜드 체인 수송용 화차 유형으로 활용이 가능하도록 개량 설계함.

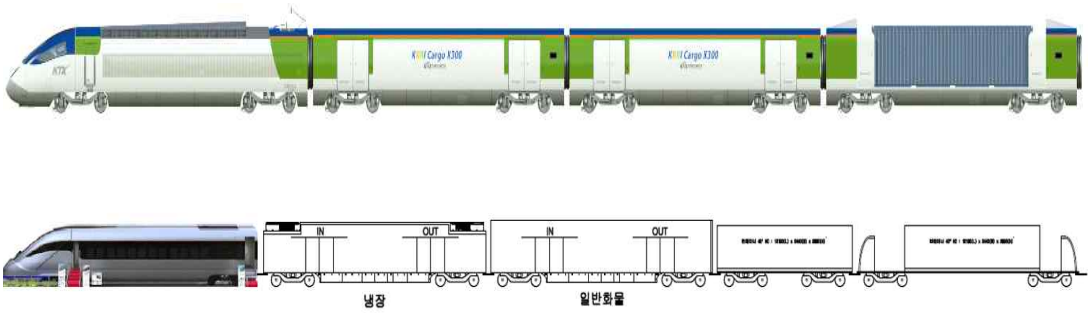
- 고속화 복합화물 화차의 화물용 도어는 최대한 대형으로 설계하여 화물의 입·출고 환적의 효율성을 높이고 열차 내에는 화물적재 편의성 및 이동성을 최대한 확보하기 위하여 화물적재에 접합한 컨테이너 수송 용기를 개발하여 상·하역 이송에 대한 용이성과 시간 단축을 도모함.
- 고부가 가치 화물, 신선도 유지가 필요한 화물의 수송 신뢰성 확보를 위해 온도, 습도, 무진동 등 수송환경의 최적화 기준 및 이에 따른 시스템 설비를 갖추고, 실시간 위치정보, 화차 내 상태정보, 영상정보 등을 안전하고도 쉽게 관리하도록 개발함.

○ 고속화 화물복합 운송 열차 실시간 정보통합관리 기술은 공로수송과 대등하거나보다 단축된 수송시간을 보장하고 수송품목별 물류 서비스를 제공하는 형태로 개발해야 함

- 고속화 복합화물 철도 물류 통합운영시스템의 경우 공로, 항만, 항공 등 타 수단과의 물류정보 연계가 원활하도록 구축해야 함
- 고속화 복합화물 화물수송은 적재 효율성의 극대화를 위해 컨테이너 수송에 적합한 크기를 개발하여 복합 일괄수송이 가능하도록 추진함
- 고속화 철도 물류 네트워크 구축 및 영업운영을 위해 요구되는 관련 법·제도 보완, 비즈니스 모델 개발 등 실질적인 영업이 가능한 목표를 달성하고 이를 위한 기반 기술을 관련관기관 및 운영 수요처 등과 긴밀하게 협력하여 추진해야함.
- 실용화 기술 확보를 위해 대상 노선을 선정하고 테스트 베드를 구축하여 고속화 복합화물 화차 운영에 필요한 여러 가지 운영 프로세스 및 인터페이스를 도출하고 시운전을 통한 신뢰성 검증 및 실용화 연구를 추진해야 함

(다) 기술개발에 따른 미래상

핵심 항목	현재 수준(모습)	R&D 수행시 개선수준(모습)		향후 수준(모습)
		'21년 수준	최종 목표수준	
년도별	~'20	'21	'22~'25(종료년도)	'26(종료이후)~
철도화물수송시간단축 (최고속도,표정속도향상)	■ 국내 고속화차 영업운영수준 : **90-120km/h** ■ 세계 최초 고속화차 영업 운영 수준 : **최고속도 300km/h (이태리)** ■ 화물열차 표정속도: **45.6km/h**(경부선, 일반화물), **60.5km/h**(경부선, 컨테이너)	■ 고속화차 화차 제작 및 운영기술 개념설계 (150km/h급) ■ 화물 화차 차상 적재/체결기술 개념설계 수준	■ 고속화 복합화물 화차 제작 및 운용 기술 완료 ■ 고속화 복합화물 화차 차상 적재/체결기술 개발	■ 국내 고속화 노선 여객열차 수준의 고속화 화차 운영: **(영업운행속도: 200km/h급 최고설계속도: 300km/h급)** ■ 화물열차 표정속도: **120km/h** (경부선, 일반화물, 컨터이너)
철도 화물 환적시간 단축 (셔틀운송, 상하역 시간 단축)	■ 셔틀수송 및 환적으로 인한 상하역 시간 : **2~3시간 소요** ■ 컨테이너 상하역 설비, 일반화물 상하역설비 별도로 존재	■ 복합화물 상하역 자동화설비 개념설계수준 ■ 복합일관 화물 플랫폼 운영기술 개념설계수준	■ 스마트 복합화물 자동상하역 Seamless 이동자동화설비 개발 완료 ■ 스마트 복합일관 화물 플랫폼 운영 기술 개발완료	■ 셔틀수송 및 환적으로 인한 상하역 시간 : **60분 이내 소요** ■ 복합운송 실현이 가능한 스마트 상하역 및 환적 시스템 도입으로 화물운송시간 **30%이상 감축**
철도화물서비스 질 향상	■ 철도화물 정시율 : **68%**	■ 화물품목/화주/물류전문기업 등의 차별화된 신개념 서비스 모델 개념설계수준 ■ 빅데이터 실시간 고속 복합화물 운송관리개념설계 수준	■ 화물품목/화주/물류전문기업 등의 차별화된 신개념 서비스 운영 모델 확보 ■ 빅데이터 실시간 고속 복합화물 운송관리 기술 개발 완료	■ 철도화물 정시율 : **90%** ■ 화물품목/화주/물류전문기업등의 차별화된 서비스 제공

고속화 복합화물 화차 및 운영 기술	
기술 구성	
	
현재(As-Is)	미래(To-Be)
- 일반철도 고속화 및 고속철도 전용선로의 여객열차의 운행기술은 준고속 150km/h, 180km/h, 신설 고속화 EMU 250km/h, KTX-산천 300km/h, SRT 300km/h가 상업 운행 중임. - 국내 화차 운영기술 수준은 최고 운행속도 120Km/h이며, 화물열차 표정속도는 52.7Km/h(경부선 일반화물), 72.5Km/h(경부선 컨테이너 화물)임. - 고속화 철도 운영기술은 여객수송에만 국한되어 있고 화물의 경우 벌크화물 또는 컨테이너 등 낮은 속도의 대량수송에 적합하도록 최적화되어 있음. - 고부가가치 물류 시장인 시간가치가 높은 품목 또는 소량다품종 물류의 수송에 적합한 철도화물 수송기술은 전혀 갖추고 있지 않음. - KTX 여객열차에 특별수송 서비스가 있으나 문전수송의 어려움, 협소한 화물적재공간으로 수송량의 한계 등으로 활성화되고 있지 않음	- 여객 고속열차의 설계 및 제작 기술을 기반으로 다양한 물류품목을 수송할 수 있는 형태의 고속화 화물열차 기술을 적용함. - 국내 화차 운영기술 수준을 설계속도 300km/h, 영업운행속도 200km/h 수준으로 향상해 철도 물류수송의 활성화를 촉진함. - 차량 내 적재화물의 다양성을 고려하여 첨단 물류설비를 철도차량에 적용하고, 이에 적합한 상·하역 설비 기술을 연계하여 환적 소요시간 및 인력 소요를 감소시켜 물류 운영 효율화를 달성함. - 고속화 철도화물의 수송시간 단축 및 정시성, 안전성 확보로 철도 물류 체인 서비스 프로세스의 기술 선진화를 달성함. - 여객열차 운행속도 수준의 고속화 복합화물 열차 운영기술을 통해 친환경 물류수송의 국가기관 물류수송 체계를 구축하고 이에 따른 사회적 비용을 감소함으로써 선진 물류 시스템 운영국가로서의 경쟁력 강화 이미지 확보함.

고속화 복합화물 스마트 철도물류 상·하역 기술	
기술 구성	
	
현재(As-Is)	미래(To-Be)
- 철도는 문전수송을 위해서 인입선과 같은 인프라가 구축되지 않는 한 공로를 통한 셔틀수송이 반드시 수반되는데, 이 과정에서 물류 취급시간 및 비용이 발생, 결국 트럭수송보다 경쟁력이 크게 저하됨 - 그간 벌크화물 위주로 이루어진 철도수송은 온도와 진동 등에 민감도가 높은 화물의 수송이 불가능하고 낮고 수송 중 파손 등에 대한 대비가 없어 수송 신뢰도가 매우 낮음. 따라서 이러한 품목은 거의 전량 도로로 수송되고 있음 - 기존 철도역의 화물 프로세스는 단순한 상·하역, 보관 기능만을 제공함으로써 다변화, 다품종화물들에 대하여 대처능력이 부족하고 서비스 미흡으로 철도이용률이 감소함 - 철도 물류의 취급에는 리치스태커 또는 지게차 등의 장비로 매우 느린 속도로 진행되며 역당 평균 1~2개의 장비만 갖춰지어 있어 상·하역에 많은 시간이 소요되고 있음	- 철도의 낮은 접근성을 시간·비용적으로 보완하기 위해 이송설비 기능을 가진 스마트 상·하역 기술로 신속하게 화물 취급함으로써 철도수송이 가진 환적 시간의 단점을 극복하고 수송경쟁력을 확보함 - 고속화물 수송시스템은 배송 시간에 민감한 택배, 콜드 체인 물류, 백색가전, 반도체 등의 화물품목을 대상으로 빠르고 안전한 수송이 가능토록 한 자동화된 설비를 통해 수송과 타 수송수단과의 멀티모달 연계가 가능하도록 함 - 기존 철도역 또는 ICD에서의 환적 기능을 대폭 강화함으로써 화주들에게 효과적인 물류 서비스를 제공하고 최종수요자의 물류비용을 절감하여 국가산업경쟁력 제고에 기여 - 컨테이너, 소화물 등 자동 상·하역 기술을 통해 상·하역 및 환적 속도를 대폭 개선함으로써 물류 시간과 비용을 절감할 수 있도록 함

9 9

고속화 복합화물 정보 운영 관리 플랫폼 기술	
기술 구성	
	
현재(As-Is)	미래(To-Be)
- 철송의 경우 외부 작업자 즉 육송에 대한 정보가 단절되어 있어 이에 따른 장비 운영의 계획을 세우기 어려워 효율성 및 생산성이 떨어짐 - 육송 물류의 경우 철도운송 기점(의왕ICD 등) 작업 현황을 모르기 때문에 피크 타임에 쏠림 현상 등으로 인해 대기시간이 길어지며, 이에 따라 경제적 손실이 이루어지기도 함 - 화주, 수화주의 경우 화물의 위치 및 보관 등에 정보를 쉽게 얻을 수 있으며, 이에 따른 신뢰성을 확보하기 어려움 - 콜드 체인 등 물류 시장을 이끄는 산업에 대한 대응을 못 하고 있음 - 도심 중심의 물류 서비스로 인한 물류 서비스 사각지대 발생	- 고속화 복합화물 운송 플랫폼과 화주, 운전자용 애플리케이션을 통해 예약 시스템 등을 도입 seamless 물류 달성 및 효율성 및 생산성 향상 기여 - 인프라 공유플랫폼을 통한 일자리 창출 및 물류 서비스 사각지대 문제 해결 - 예약 시스템 도입으로 인한 장비 운영의 효율화로 인한 효율성 및 생산성 향상 - 실시란 위치, 화물상태 모니터링으로 인한 철도수송 신뢰성 확보 - 블록체인 기술 도입으로 인한 안정성 확보와 콜드 체인 신뢰성 확보 생활 물류 대응 - 철도 인프라 공유로 인한 신규 일자리 창출 및 소상공인과 중소기업 고속화 복합화물 운송시장 참여 - 고속화 복합화물 운송으로 인한 물류 서비스 사각지대 해소

(3) 기술수요조사

(가) 수요조사 배경 및 목적

○ 정부는 친환경 수단인 철도를 활용한 화물 운송을 유치하고자 하고 있으며, 철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률을 개정하고 활성화를 위한 정책 및 노력을 강구 중임

○ 이 가운데 일반철도의 고속화를 진행하고 있어 향후 고속화 복합화물 운송 또한 진행돼야 하는 상황임

○ 현재 철도화물 열차는 표정속도가 60km/h대로 여객열차가 올 때 회피 등을 진행해야 하는 등 철도 물류 운영상에 어려움을 겪고 있으며, 향후 일반철도의 고속화가 진행된다면, 이런 문제는 더욱 발생할 것으로 보임

○ 이로 인해 발생하는 문제는 철도 물류의 정시성, 총 운송시간 등에 대해 도로 물류 대비 경쟁력이 떨어져 철도 물류의 성장을 억제하는 주요 요인으로 지목되었음

○ 이에 고속화 복합화물 운송 기술개발을 통해 여객열차와 같은 속도로 철도 물류를 운송하며, 생활 물류대응과 라스트 마일에 대응하여 기존의 벌크화물중심의 철도 물류에서 탈바꿈하여 수익의 다변화를 꾀할 개발기술을 발굴하고자 함

(나) 조사 범위 및 기술조사 설계

① 조사 범위 및 방법

○ 본 고속화 복합화물 운송철도 물류 핵심기술의 기술수요조사는 철도 물류 운영사와 철도 물류 서비스를 진행하고 있는 물류회사 향후 고속화 복합화물 운송 수요 주체와 관련 전문가를 중심으로 기술수요 조사를 진행하였음

○ 수요조사 대상으로는 철도 물류 운영사, 수요 업체, 관련 전문 연구기관의 관점에서 기술수요 조사를 하였으며, 자문회의, FGI, 집중면담을 통해 이루어졌음

○ 본 기획과제에 앞서 기술수요 조사는 물류에 종사하는 전문가들을 대상으로

물류 13개 중분류 업종에 대한 기술수요자 관점에서 조사대상을 선정 조사하고자 하였으나 2020년 코로나-19 범유행으로 인해 폭넓은 수요조사를 진행하는 데 한계가 있어 철도운영사와 우리나라를 대표할 수 있는 철도 물류 활용 물류가 및 화주 업체와 관련 학계 및 연구원을 대상으로 수요조사를 진행함

- 첫째, 철도운영사의 관점을 살펴보면, 기존과 다른 고속화 복합화물을 적용했을 시 다양하게 발생하는 애로점과 문제점을 해결하고자 하는 것이었으며, 기술개발 요구사항이 있을 수 있음
- 둘째, 철도 물류 서비스사 및 수요 업체를 대상으로 고속화 복합화물을 서비스 및 수요 함에 있어 최소한의 필요조건과 우선 해결해야 할 문제점 고속화 복합화물 운송이 갖춰야 할 기술임
- 셋째, 정부 출연금 등을 통해 물류 연구·개발을 수행, 물류기술을 공급하고 있는 학계, 연구원 등이 이에 해당함

○ 수요조사 시간적 범위는 2020년 3월 9일~ 2020년 4월 30일까지 조사를 수행하였음

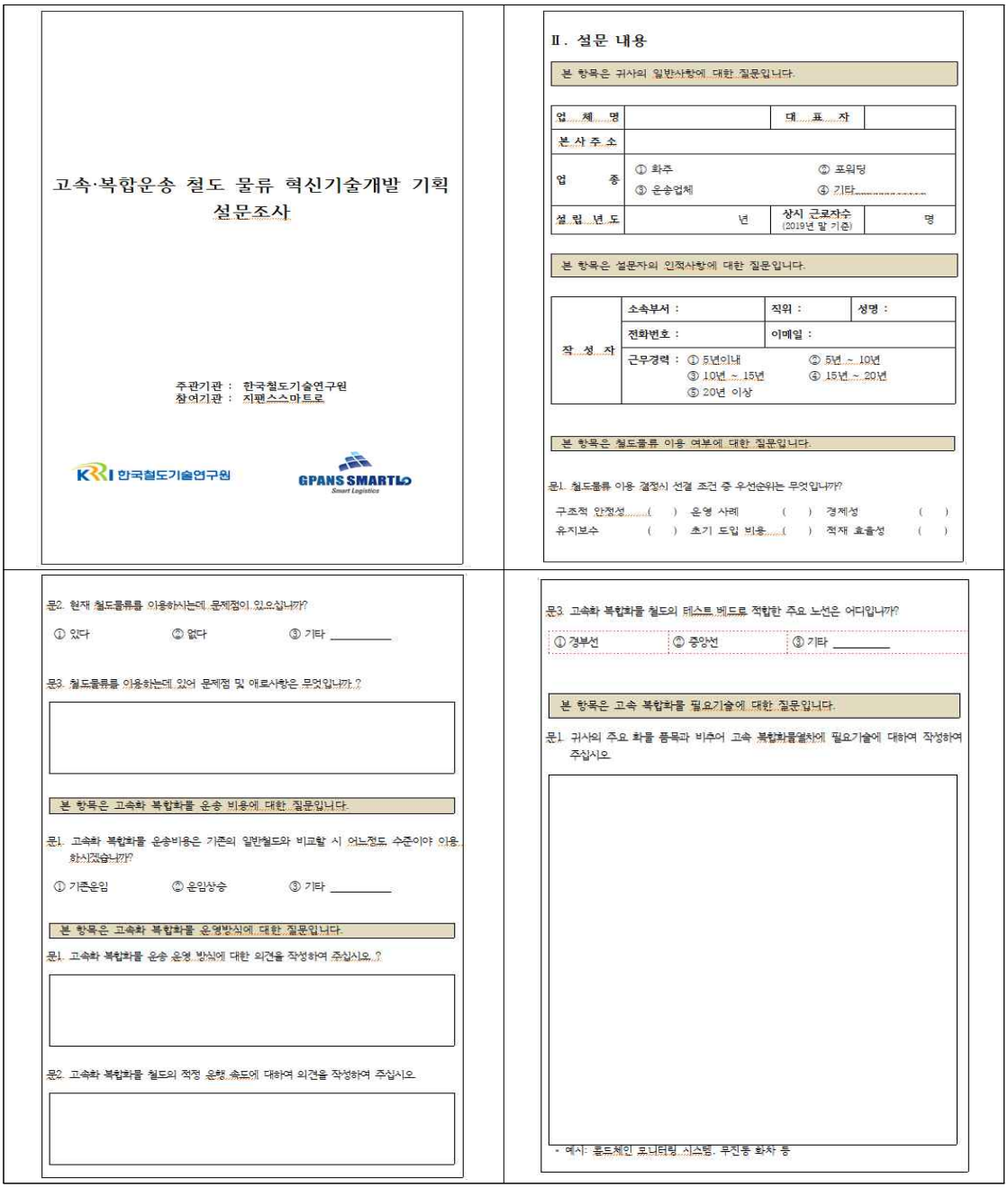
② 조사 내용

○ 설문지는 업종구분, 사업체 개황, 철도물류 이용현황, 고속화 복합화물 운영방안, 고속화 복합화물 필요기술, 고속화 복합화물 테스트 베드 선정 및 기타 의견으로 세부내용은 다음표와 같음

<표 2-63> 철도물류산업 현황조사 세부내용

구분	세부내용
사업체 개황	- 회사명 - 조직형태 - 매출액 - 물동량 - 출고단위
철도 물류 이용	- 문제점 및 애로사항
고속화 복합화물 운영방안	- 운송 비용 - 운영 방식 - 적정 운행속도
고속화 복합화물 필요기술	- 필요기술
고속화 복합화물 시험대	- 시험대 적정 노선

<표 2-64> 기술수요조사 설문지 양식



고속·복합운송 철도 물류 혁신기술개발 기획
설문조사

주관기관 : 한국철도기술연구원
참여기관 : 지펜스스마트로

Ⅱ. 설문 내용

본 항목은 귀사의 일반사항에 대한 질문입니다.

업 체 명		대 표 자	
본 사 주 소			
업 종	① 화주 ② 포워딩 ③ 운송업체 ④ 기타		
설 립 년 도	년	상시 근로자수 (2019년 말 기준)	명

본 항목은 설문자의 인적사항에 대한 질문입니다.

작 성 자	소속부서 :	직위 :	성명 :
	전화번호 :	이메일 :	
	근무경력 : ① 5년이내 ② 5년 ~ 10년 ③ 10년 ~ 15년 ④ 15년 ~ 20년 ⑤ 20년 이상		

본 항목은 철도물류 이용 여부에 대한 질문입니다.

문1. 철도물류 이용 결정시 선결 조건 중 우선순위는 무엇입니까?

구조적 안정성 ( ) 운영 사례 ( ) 경제성 ( )
유지보수 ( ) 초기 도입 비용 ( ) 적재 효율성 ( )

문2. 현재 철도물류를 이용하시는데 문제점이 있으십니까?

① 있다 ② 없다 ③ 기타 _____

문3. 철도물류를 이용하는데 있어 문제점 및 애로사항은 무엇입니까 ?

본 항목은 고속화 복합화물 운송 비용에 대한 질문입니다.

문1. 고속화 복합화물 운송비용은 기존의 일반철도와 비교할 시 어느정도 수준이야 이용하시겠습니까?

① 기존운임 ② 운임상승 ③ 기타 _____

본 항목은 고속화 복합화물 운영방식에 대한 질문입니다.

문1. 고속화 복합화물 운송 운영 방식에 대한 의견을 작성하여 주십시오. ?

문2. 고속화 복합화물 철도의 적정 운행 속도에 대하여 의견을 작성하여 주십시오.

문3. 고속화 복합화물 철도의 테스트 베드로 적합한 주요 노선은 어디입니까?

① 경부선 ② 중앙선 ③ 기타 _____

본 항목은 고속 복합화물 필요기술에 대한 질문입니다.

문1. 귀사의 주요 화물 품목과 비추어 고속 복합화물열차에 필요기술에 대하여 작성하여 주십시오.

* 예시: 롤도체인 모니터링 시스템, 무진동 화차 등

(다) 수요조사 모집단 선정

○ 수요조사 모집단은 크게 4분야로 나뉘어 수요조사를 진행하였음 첫째, 철도 물류 운영사로 현재 우리나라의 경우 철도 물류 운영사는 한국철도공사 밖에 없으므로 관련 5개 부처 전문가 자문을 진행하였음

○ 둘째, 실제 고속화 복합화물 운송을 사용할 화주로써 화주사 모집단을 선정하기에 앞서 현재 중국에서 고속화물 철도 서비스를 진행 중인 물류사 전문가 자문과 중국 일대일로 등 해외사례 분석 등을 통해 신규물동량 화물을 선정하였음

○ 자문 및 해외사례 분석 결과 고속화 복합화물 운송은 고부가 가치를 발생시키는 고속물류로써 기존의 철도 물류 대상인 벌크가 아닌 신규물동량 대상 화주 업체를 대상으로 식료품, 전자제품이 가장 많은 신규물동량을 차지할 것으로 분석되었으며, 철도화물을 기본적으로 일정 수준 이상의 물동량을 가져야 한다는 전제로 중견기업 이상의 신규물동량인 식료품, 전자제품 관련 화주 업체와 기존의 벌크업체 31개 사를 대상으로 기술수요조사를 진행하였음

○ 셋째, 물류사로써 우리나라의 대표적인 물류사 6개 사를 대상으로 기술수요 조사를 하였음

○ 마지막으로 학계 및 전문 연구원 8명을 대상으로 기술수요 조사를 진행하였음

(라) 기술수요 조사 결과

① 철도 물류 운영사

○ 철도운영사의 수요조사는 철도 물류 현황과 애로사항, 해결하기 위한 필요기술에 대한 의견으로 구성되어 있으며, 항목별 세부 내용은 다음 표와 같음

<표 2-65> 철도 물류 운영사 수요조사 세부 내용

구분	세부 내용	비고
철도 물류 이용	- 문제점 및 애로사항	
고속화 복합화물 운영방안	- 운송 비용 - 운영방식 - 적정 운행속도	
고속화 복합화물 필요기술	- 필요기술	
고속화 복합화물 시험대	- 시험대 적정 노선	

㉮ 철도 물류 문제점 및 애로사항

○ 철도 물류 운영사의 경우 2가지의 측면에서 문제점 및 애로사항을 겪고 있음

○ 첫째, 철도화물 수송량은 1991년 14,4백만 톤 기로를 정점으로 지속해서 감소하고 있으며, 5대 철도수송 화물인 시멘트, 컨테이너, 석탄, 광석, 유류의 철도 수송량 또한 지속해서 감소 및 굳어지어 있는 상태로 철도 물류의 수익 감소에 대한 해결방안을 모색하고 있음

○ 둘째, 기존의 철도 주요 화물에 대한 수요는 감소하고 있는 가운데 온라인 상점과 라스트 마일에 대한 물류 수요가 증가하고 있는 가운데 코로나19 범유행 사태로 인해 기존에 철도 물류가 대응하지 못하였던 시장의 가치와 규모가 더욱 커져 이에 대한 대응 방안이 필요하다는 데 있음

㉯ 고속화 복합화물 운영방안

○ 적정 운임 수요조사 결과

- 고속화 복합화물의 적정 운임은 크게 운임 가치이론, 운임 비용이론, 절충이론 3가지 측면에서 결정돼야 하며, 고속화한다면, 현재의 운임과 다른 체계로 변경할 필요가 있음
- 다만 현재 주요 철도화물 대상인 벌크화물의 경우 고속화로 인한 운임 증가는 부가가치 등을 고려하면 어려움이 따른 것으로 판단하였음
- 신규산업 대상군인 신선 물류의 경우 고속화 복합화물 운송에 적합한 거로

판단되나 이를 적용할 수 있는 화차 등이 부재한 상황에서 이에 대응하기 어려움이 있음

<표 2-66> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 적정 운임 수요조사 결과

구분	수요조사 결과
2.1. 적정 운임	• 고속화물 열차의 적정 수송운임 운임 결정은 크게 3가지 측면에서 결정되는 것이 일반적임 1. 운임 가치이론 : 운송서비스가 제공으로 발생하는 부가가치에 근거 2. 운임비용이론 : 운송서비스에 드는 비용에 근거 3. 절충이론 : 부담능력과 수송원가 사이에서 결정
	• 고속화물 열차가 도입된다면 현재의 운임체계를 운임과 서비스(속도향상을 통한 시간 단축)에 따른 요금체계로 변경할 필요가 있음.
	• 화물 운임이 증가할 경우, 고속화물의 경쟁력이 떨어질 우려가 있어 현재 화물수송 품목에 적용하는 것은 어려움
	• 신선 물류의 경우 가치가 기존의 벌크화물 대비 고부가가치가 높으므로 고속화에 따른 운임 증가에도 철도화물 경쟁력을 갖추는 데 무리가 없을 것으로 보이나 콜드 체인에 대응할 화차가 부재한 상황임

○ 고속화 복합화물 운영방안 수요조사 결과

- 고속화물 열차의 효율성을 확보하기 위해서는 상하역 시스템의 자동화가 필수적으로 필요한 상황이라 밝힘
- 거점별 운행을 한다고 하더라도 상하역 시간이 고속을 통한 경쟁력을 상실하게 만드는 요소가 될 것이며, 의미가 없어짐
- 특히 거점 운송을 할 시 결국 라스트 마일을 위해 셔틀 및 외부 차량운송이 이루어져야 하나 현재는 효율적인 외부 차량 연계방식이 없다고 밝힘

<표 2-67> 철도물류 운영사 운영 방식 수요조사 결과

구분	수요조사 결과
2.2. 운영 방식	• 고속화물 열차를 효율적으로 운용하기 위해서는 상하역 시스템의 자동화가 필요함 - 컨테이너 자동 상하역 기술은 대륙 물류연계를 고려하여 북한, 중국, 러시아와 상하역 장비와 고속차량의 시스템 호환성 확보 필요 - 상하역 시간은 "철도운송시간 + 상하역 시간 + 셔틀시간"이 도로운송의 기종착 운송시간과 시간 경쟁력이 있는 취급시간 개발 목표 설정 - 항공 수출입 컨테이너와의 호환성 확보를 위해 IATA(국제항공운송협회)에서 정한 항공화물 탑재 용기 ULD(Unit Load Device)의 규격과 재질에 부합하는 용기를 고속화차에 탑재할 수 있도록 화차 제작 - 출발·도착역에서 최대한 신속한 상·하역을 위해 트레일러로 수평 적재할 수 있는 시스템 필요 - 이동 가능한 자동 상하역 설비는 고속화물 열차가 승객이 없는 시간 또는 여객열차를 이용하고 있는 승객이 있는 기존 철도역에서 화물을 취급할 경우를 고려하여 개발
	• 직통개념의 고속화물열차 운행을 기본으로 하는 것이 바람직함 - 경유를 한다면, 고속화에 대한 경쟁력 및 장점이 상실되어 직통운행이 필요함

○ 고속화 복합화물 적정 운행속도

- 고속화물 열차 적정 운행속도는 고속노선(KTX 노선 300km/h), 준고속 노선(일반철도 고속화 노선 250km/h)에 따른 정책이 필요하다고 함
- 철도운영사에서 철도 물류의 애로사항으로도 말하였던 표정속도 및 최대속도에 대한 언급을 다시 한번 하였으며, 노선에 따른 최대속도에 대응할 수 있는 고속복합화물 운송이 필요성을 강조함
- 신규사업 대상으로 생각하고 있는 신선 물류의 경우 노선에 따른 최대속도와 함께 최소한의 표정속도인 120km/h를 달성해야 경쟁력이 있다고 밝힘

<표 2-68> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 적정 운행속도 수요조사 결과

구분	수요조사 결과
2.3. 고속화 복합화물 열차 적정 운행속도	• 고속노선일 경우 300km/h, 준고속 노선 250km/h가 최적일 것으로 판단
	• 신규 품목대상인 신선 물류의 경우 화주가 요구하는 도착시각을 확보하는 수준에서 운송속도가 결정돼야 함 - 신선 물류의 경우 최소 표정속도가 120km/h까지는 향상되어야 함

㉰ 고속화 복합화물 운송철도 물류 핵심 필요기술

○ 고속화 복합화물 운송철도 물류를 위한 핵심 필요기술로 첫 번째로 상하역 자동화 시스템을 손꼽았음

- 요인으로 고속화에 따른 본선에서의 운송 속도가 빨라져도 거점에서의 상하역이 더딜 경우 고속화에 대한 장점과 정시성 부분에 있어 경쟁력을 상실하기 때문임 또한 기존의 벌크화물과 달리 소화물의 경우 기존의 시스템으로 신속하게 대응하지 못하기 때문이라 밝힘

○ 둘째로 고속화 화차 및 콜드 체인 대응 화차로 국내의 경우 고속차량기술에 대한 원천기술을 보유하고 있으나 고속 화차기술은 보유하고 있지 않은 상황임

- 현재 보유하고 있는 화차 보유 대수는 약 1,200여 대로 이중 사유화차는 약 4,300여 대를 보유하고 있음

- 이 가운데 2030년까지 사유화차는 4,018여 대를 폐기 예정으로 이에 대한 대응으로 신규화차 도입이 필요한 상황임(운영사 보유 화차 폐기 예정량 제외)

- 신규화차 도입에 있어 고속화 복합화물 운송에 적용이 가능한 화차를 도입하는지 하는 방법도 고려해봐야 할 상황이며, 신선 화물에 대응 가능한 화차와 소화물 등을 다룰 수 있는 화차개발이 필요한 상황임

○ 셋째, 현재 거점에서 이루어지는 하역작업 및 도로운송의 경우 셔틀은 그나마 계획적으로 이루어지고 있으나 외부에서 들어오는 차량의 경우 효율적인 일정관리가 어려운 상황이며, 이로 인해 하역작업 및 화주에 운송되는 시간이 늦어지는 경우가 많으므로 철도와 외부 작업 차량에 대한 일정 관리가 되는 시스템이 필요한 상황임

○ 넷째, 생활 물류 등에 대응하기 위해서는 앞서 필요기술인 자동화 상하역, 콜드 체인 화차와 함께 풀필먼트(fulfillment)[7]가 필요한 상황임

- 대표적으로 수색역 등 공항 물류와 도심 물류에 대응할 수 있는 최적의 위치가 있으며, 이를 활용하여 풀필먼트를 조성한다면, 신선 물류, 도심 물류 등 철도 물류를 통한 신규물동량 확보에 도움이 될 것으로 판단함

7) 풀필먼트란 판매 상품의 입고, 분류, 재고 및 품질관리, 배송 등 고객에게 도착하는 전 과정을 일괄처리하는 서비스임

<표 2-69> 철도 물류 운영사 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술

구분	수요조사 결과
3. 고속화 복합화물열차 필요기술	• 상하역 자동화 시스템 - 고속화에 따른 신속한 상하역 필요 - 택배, 소화물을 대응 가능한 상하역 기술 필요
	• 고속화 화차 및 콜드 체인 대응 화차 - 신선 화물에 대한 상태 모니터링 필요 - 신선 화물 대응 전용 용기 - 기존 보유 화차 폐기 대응 필요
	• 고속화 화물 화차 결박 시스템 - 고속화에 따른 화물의 흔들림 등을 고정할 수 있는 장치 필요
	• 외부 차량 스케줄링 시스템 - 고속화에 따른 신속한 라스트 마일 내지는 화주에 배송을 위한 시스템 필요
	• 풀필먼트 시스템 인프라 - 생활물류 등을 대응하기 위해서는 거점 내지는 도심 유휴부지를 활용한 풀필먼트 필요

㉮ 고속화 복합화물 열차 테스트베드 적정 노선

○ 테스트베드 최적지로 오봉↔부산진에 이르는 경부선이 가장 적합한 테스트 베드지로 답하였음

- 주요 요인으로 국내 가장 많은 물동량을 가지고 있으며, 부가가치가 높은 노선으로써 고속화 복합화물 운송의 가장 적합하다고 답하였음

② 화주사

○ 화주사를 조사함에 있어 화물품목과 함께 철도화물을 고속화 복합화물 운송 철도 물류의 실수요대상 업체를 대상으로 수요조사를 하였음

○ 화주사는 크게 식료품 업체, 전자업체, 제지업체를 대상으로 하였으며, 식료품 업체 평균 매출 규모 9,535억원, 전자업체 평균 매출 규모 약 23족억원 대기업 제외시 3,886억원, 제지업체 평균 매출 규모 3,478억원으로 나타났음



[그림 2-97] 조사대상업체 매출 규모

○ 철도 물류 이용에(선택사항) 대한 애로사항, 해결하기 위한 필요기술에 대한 의견으로 구성되어 있으며, 항목별 세부 내용은 다음 표와 같음

<표 2-70> 화주 수요조사 세부 내용

구분	세부 내용
철도 물류	- 문제점 및 애로사항
고속화 복합화물 운영방안	- 운송 비용 - 운영 방식 - 적정 운행속도
고속화 복합화물 필요기술	- 필요기술

○ 화주 선정 부분에 있어서 먼저 중견기업 이상의 업체, 고속화 복합화물 운송을 통한 신규물동량 대상인 식료품, 전자, 제지업체 등을 대상으로 수요조사를 진행하였음



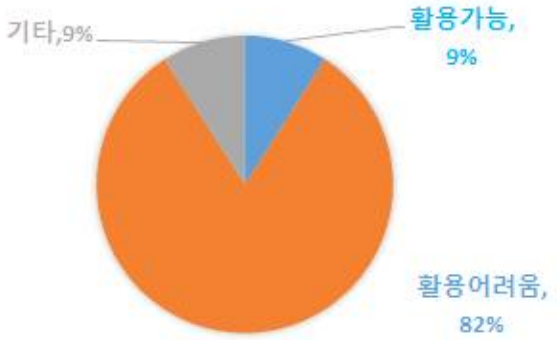
구분	모집단
식료품	11
전자	13
제지	7

[그림 2-98] 화주 고속화 복합화물 열차 수요조사 표본

㉮ 화주사 철도 물류 이용 문제점 및 애로사항

○ 식료품 업체의 경우 기본적으로 콜드 체인이 보장된 수송을 진행하기 때문에 현 철도물류시스템으로는 수송할 수 없다고 82%가 답하였음

- 문제없다고 답한 업체는 상온보관 하는 식료품을 취급하는 업체였으며, 그 외의 업체의 경우 HMR(Home Meal Replacement) 및 냉장 보관이 필요한 식료품 생산 업체로, 사실상 수송 부분에서 철도 물류는 선택지에서, 없다고 밝힘



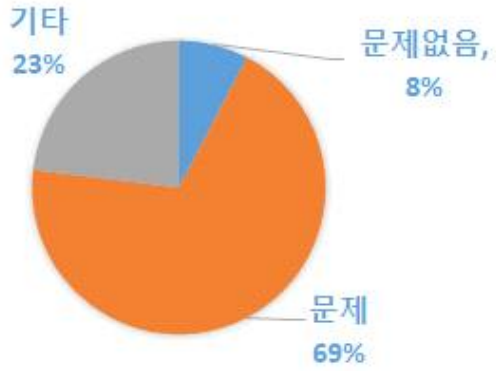
항목	빈도
활용가능	1
활용 어려움	9
기타	1

[그림 2-99] 식료품 화주 철도 물류 이용 문제 여부

○ 전자부품 업체의 경우 철도화물을 이용하는 데 문제가 있다고 90%가 답하였음 전자부품의 경우 화물의 가치가 높을뿐더러 상자 포장의 손상 여부에 따라 반납 등 다양한 문제가 발생할 수 있다고 밝힘

- 특히 상하역이 도로대비 최소 2번 이상씩 발생하는 데 있어 화물의 안정성을 확보하는 데 문제가 있을 것이라 답하였으며, 특히 대형 디스플레이의 경우 안정성이 무엇보다 중요하기 때문에 상하역과 운송과정에서 무진동 확보가 중요하다고 답함

○ 기타 의견으로 전자제품 형태별로 상이하다는 의견을 주었으며, 일정만 정확하다면 상관없다는 의견이 있었음



항목	빈도
문제없음	1
문제	9
기타	3

[그림 2-100] 전자부품 화주 철도 물류 이용 문제 여부

○ 제지업체의 경우 현 철도물류시스템에도 활용하는 데 있어 문제없다는 답변을 들었음



항목	빈도
문제	0
문제없음	7
기타	0

[그림 2-101] 제지업체 화주 철도 물류 이용 문제 여부

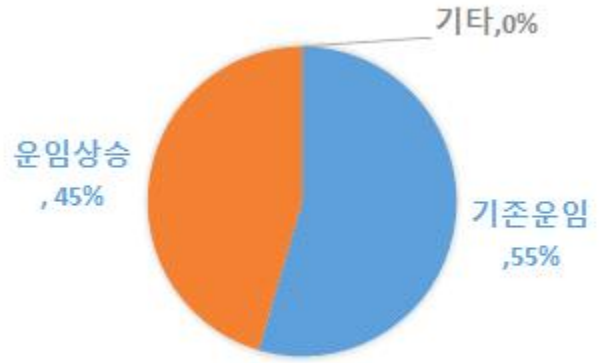
㈏ 화주사 고속화 복합화물 운영방안

○ 식료품 업체의 고속화 복합화물 운영비용에 관한 답변 관련하여 기존운임 그대로의 답변이 55%였으며, 운임상승에 대한 긍정적인 답변은 45%로 나타났음

- 전통적으로 물류비용에 관련하여 화주의 관점에서 낮을수록 좋다고 생각하는 기존의 답변과는 사뭇 다른 답변을 받은 데에 주목할 필요가 있음
- 주요 요인으로 새벽 배송 등 기존과 다른 서비스가 등장하면서 비용 절약

보다는 소비자가 원하는 서비스를 충족하는 게 보다 경쟁력을 갖출 수 있다는 의견이 점차 커지고 있는 상황으로 풀이됨

- 이는 코로나 19 범유행 사태를 겪으면서 전자상거래 등 식료품 구매와 당일 배송, 새벽 배송, 비대면 배송에 대한 요구가 커지면서 단순 비용적 경쟁력 보다. 원하는 시간, 위치에 배송을 받기 원하는 고객의 요구가 커진 것으로 보임



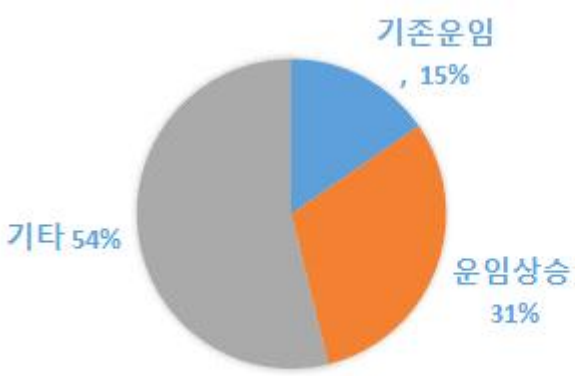
항목	빈도
기존운임	6
운임상승	5
기타	0

[그림 2-102] 식료품 업체 운임 비용 수요조사 결과

○ 전자업체의 고속화 복합화물 운영비용에 관한 답변 관련하여 기존운임 15%, 운임상승 31%, 기타 의견이 54%로 나타남

- 전자업체의 경우 대륙 간 고속 화물열차를 고려한 답변을 하였으며, 기타라 답한 54%의 업체는 대륙 간 고속화물 열차일 경우 운임이 기존보다 2배 이상이 되더라도 상관이 없다는 답변을 받았음
- 요인으로는 현재 대량수송의 경우 선박을 이용한 수송이 이루어지고 있으나 최근 국내외적으로 고객들은 최대한 빨리 제품을 받길 원하고 있는 상황으로 수요를 예측하여 미리 해외 지사 및 대리점에 재고를 확보하는 방식으로 하고 있으나 이 또한 비용이기 때문에 효율적인 방법을 찾고 있음
- 특히 고가의 제품일 경우 항공을 이용하여 배송하고 있으나 이는 중국에서 유럽까지 가는 고속열차와 항공 요율을 비교해 봤을 시 최소 9배 이상 차이가 나기 때문에 고속화 열차가 비용적인 우위에 있다고 판단되기 때문이라고 함

- 운임상승 31%의 업체의 경우 현재 전자제품이 대부분 재고를 가지고 판매를 하는 것이 아닌 주문과 동시에 생산이 되는 서비스를 제공하고 있는 상황에서 더 고객에게 신속하게 배송이 되는 것이 고품질의 서비스를 제공하는 것이 기업의 경쟁력을 향상하는 방법이라고 생각하기 때문이라고 함



항목	빈도
기존운임	2
운임상승	4
기타	7

[그림 2-103] 전자제품업체 운임비용 수요조사 결과

○ 제지업체의 경우 기존운임과 같아야 한다는 의견이 100%로 제지업체 성격상 고속화에 따른 부가가치를 창출과는 거리가 멀다는 의견이었음



항목	빈도
기존운임	7
운임상승	0
기타	0

[그림 2-104] 제지업체 운임비용 수요조사 결과

㉰ 화주사 고속화 복합화물 운송 철도 물류 핵심 필요기술

○ 철도운영사의 경우 현재 인프라 및 운영 부분에서 필요한 기술을 제시하였다면, 화주의 경우 생산 제품의 특성에 따른 필요기술을 제시하였음

○ 식자재 업체 고속화 복합화물 운송철도 물류 핵심 필요기술

- 먼저 식자재 업체의 경우 네 가지의 필요기술을 제시하였음 첫 번째로 콜드 체인 화차기술을 요구하였음. 현 상황에서의 철도 물류를 이용하는 것은 불가능하며, 콜드 체인 전용화차를 통해 콜드 체인이 가능하게 하는 기술이 무엇보다 중요하다고 밝힘
- 둘째, 콜드 체인 모니터링기술로 현재 냉장 냉동 차량의 타코그래프를 통해 냉동 냉장 여부를 확인하고 있으나 정확하지 않으며, 무엇보다 연비에서 차이가 크게 나 차주의 경우 냉장 냉동을 끄고 운영하는 시간을 길게 하여 상품의 가치가 떨어지거나 훼손되는 경우가 발생하고 있음
- 문제는 실시간 모니터링이 이루어지지 않기 때문에 물류센터, 수송, 하역 등 물류 활동에서 책임소재를 묻기 어려움 이에 실시간 모니터링기술이 필요함
- 셋째, 블록체인 기술로 앞서 말한 요인과 같은 맥락으로 콜드 체인에 대한 이력 정보를 변조 불가능하게 하여 책임 소재를 명확히 해야 할 필요가 있다고 함
- 넷째, 코로나 19 범유행 사태 등으로 인해 비대면, 데일리 수송 제품의 비중이 높아졌으며, 또한 새벽 배송 등 양질의 서비스에 대한 요구 등 라스트 마일의 중요성이 커졌으나 현재의 철도물류시스템으로는 이를 소화하기 어려운 것이 사실임 때문에 고속화와 라스트 마일 업체 간의 연계가 필요하며, 이를 위해서는 플랫폼을 통한 라스트 마일이 이루어져야 함

<표 2-71> 식료품 업체 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술

구분	수요조사 결과
3. 식료품 업체 고속화 복합 화물열차 필요기술	• 콜드 체인 대응 화차 - 신선 화물에 대한 상태 모니터링 필요 - 신선 화물 대응 전용 용기
	• 콜드 체인 모니터링기술 - 실시간 모니터링기술
	• 블록체인 기술 - 온습도 관리 관련하여 변조 불가능한 데이터 필요
	• 라스트 마일 연계기술 - 플랫폼 통한 라스트 마일 연계

○ 전자제품업체 고속화 복합화물 운송 철도 물류 핵심 필요기술

- 전자제품업체의 필요기술로는 크게 4가지의 기술을 제안하였음 첫 번째로 화물 포장의 파손이 가지 않는 자동 상하역 기술을 제시하였음. 앞서 수요조사에서 밝혔듯이 전자제품의 경우 포장 상자의 조그마한 파손에도 반품 등이 이루어져 이를 방지할 수 있는 자동 상하역 기술이 무엇보다 중요하다고 밝힘
- 두 번째로 무진동 화차 및 결박기술로 육로로 배송하는 차량도 마찬가지로 무진동 차량으로 고가의 전자제품을 배송하고 있으며, 첫 번째 이유와 마찬가지로 포장의 파손 방지와 더불어 디스플레이 등 충격에 약한 전자제품의 특성상 무진동과 결박기술은 필수적으로 갖추어져야 할 기술로 제시하였음
- 세 번째 대형 가전제품을 상하차 할 수 있는 화차 화물도어로 냉장고, TV 등은 점차 대형화가 되고 있어 이를 상차 하고자 한다면, 화차의 게이트가 일반 여객차량 게이트보다 최소 2~3배 이상의 넓이가 확보돼야 한다고 밝혔음
- 네 번째 기술로는 현재 전자제품업체의 생산 방식은 주문이 들어올 시 생산 다음 날 배송하는 시스템으로 고객의 배송속도를 중시하여 리드 타임이 중요

<표 2-72> 전자제품업체 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술

구분	수요조사 결과
3. 전자제품업체 고속화 복합화물열차 필요기술	• 자동 상하역 장비 - 화물 포장훼손 되지 않는 자동 상하역
	• 무진동 화차 및 결박 기술 - 포장 및 디스플레이 훼손 방지
	• 대형 고속복합화물 열차 게이트 - 냉장고, TV등 대형가전 상차를 위한 대형 게이트
	• 리드 타임 줄이기 위한 셔틀 등 배송 차량 연계기술

③ 물류 운영사업자

○ 물류 운영사업자의 경우 화주사와 달리 철도 물류를 실제 활용하고 있는 업체를 대상으로 단순 설문이 아닌 자문형태의 수요조사를 진행하였음

○ 물류 운영사업자는 주요 취급 화물에 따라 요구로 하는 필요기술과 운임에 대한 의견을 달리하였으나 공통으로 대륙 간 고속화 복합화물 운송이 이루어진다면, 모두 사용을 하겠다는 긍정적인 답변을 하였음

<표 2-73> 물류 운영사업자 수요조사 내용

구분	세부 내용
철도 물류	- 문제점 및 애로사항
고속화 복합화물 운영방안	- 운송 비용 - 운영 방식 - 적정 운행속도
고속화 복합화물 필요기술	- 필요기술

㉮ 철도 물류 문제점 및 애로사항

○ 물류 운영사업자 철도 물류의 가장 큰 애로사항으로 첫 번째로 정시성, 두 번째, 비용, 세 번째 총 운송 시간으로 손꼽았음

- 다소 특이 사항으로 과거 물류 운영사업자의 경우 가장 큰 애로사항으로 비용이 가장 큰 요인이었으나 정시성과 총 운송시간의 중요성이 커진 것이 다소 변화된 사항으로 이는 생활 물류가 중요시되면서 리드 타임의 중요성이 커진 것으로 판단됨
- 또한, 철도 물류의 경우 벌크 외에 특별히 운송에 대한 경쟁력을 못 느끼고 있는 것으로 나타남
- 그 외에 대륙 간 고속화 화물열차를 운행한다면, 국내 최대 물류 운영사업자 C 사의 경우 중국↔유럽 간 운송되고 있는 고속화물 열차 서비스의 20% 이상을 국내선으로 대처할 수 있다는 의견을 주었음
- 그 외의 물류 운영사업자 역시 마찬가지로 대륙 간 고속화 복합화물 운송이 이루어진다면, 항공으로 이루어지는 운송을 고속화 복합화물 운송으로 대처할 수 있다는 의견을 주었음

㉯ 고속화 복합화물 운영방안

○ 물류 운영사업자 운송비용 수요조사

- 운송비용과 관련하여 콜드 체인이 된다면 운임이 다소 증가해도 상관없다고 하였으며, 특히 Dry 화물이라도 대륙 간 운송이 이루어진다면, 기존보다 2~4배가 올라도 상관없다는 의견을 다수 주었음
- 다만 국내 운송의 경우 총 리드 타임의 절감이 없다면, 큰 장점이 없을 것으로 의견을 주었음

○ 물류 운영사업자 운영 방식

- 운영 방식 관련하여 콜드 체인과 전기제품은 고정 시간의 차량편성이 돼야 한다는 의견을 주었음

○ 적정 운행속도

- 콜드 체인의 경우 KTX와 같은 속도로 운행하는 것이 좋을 것으로 보이며, 만약 고속화 노선에 도입할 경우 마찬가지로 최대속도로 운행할 수 있는 것이 필요할 것으로 보임

㉰ 물류 운영사업자 고속화 복합화물 필요기술

○ 물류 운영사업자의 필요기술로는 생활 물류에 대응하기 위한 콜드 체인기술 당일 배송 등을 위한 라스트마일기술로 현 철도 물류 시스템 체계에서는 구현하기 어려운 실정임

○ 이에 필요기술로 콜드 체인 화차, 라스트 마일 연계 플랫폼 기술을 답하였음

<표 2-74> 물류 운영사업자 고속화 복합화물 열차 핵심 필요기술

구분	수요조사 결과
3. 물류 운영사업자 고속화 복합 화물열차 필요기술	• 콜드 체인 화차 - 콜드 체인 실시간 모니터링
	• 라스트 마일 연계기술 - 플랫폼 통한 도심 연계 플랫폼

④ 학계, 관련 전문가 수요조사

○ 학계 및 관련 전문가 수요조사는 현재 물류 트랜드에 따른 필요기술을 조사하였음

- 조사 결과 주로 4차 산업혁명에 따른 IoT, 블록체인, 플랫폼 통한 정보공유, 빅데이터, AI, 자동화 기술, 콜드 체인, 표준화 기술로 나타남
- 이를 다시 정리해보면, 크게 고속화 복합화물 운송 철도 물류 정보공유 기술, 고속화 복합화물 운송 콜드 체인기술 3가지로 함축할 수 있음

㉮ 고속화 복합화물 운송 철도 물류 화차 및 스마트 물류 상하역 기술

○ 기술 정의

- 고속철도 전용화차로 200~300km/h 속도에서 화물을 안전하게 수송할 수 있는 화차로 대형화물, 콜드 체인 화물 등을 취급할 수 있음
- 거점 물류의 효율성 향상을 위한 자동 상하역 기술로 고부가가치의 화물을 안전하고 신속하게 상하역 할 수 있는 기술

㉯ 고속화 복합화물 운송 철도 물류 정보공유 기술

○ 기술 정의

- 철도 물류 관련 정보(운송, 반·출입(CY, ICD 등), 콜드 체인 정보, 하역 장비, IoT 등)를 수집하며, 빅데이터화 하여 최적화 알고리즘을 바탕으로 수요 및 공급 예측에 활용하여 효율적으로 물류 자원과 정보를 공유할 수 있도록 하여 철도 물류 분야의 공유경제를 달성할 수 있도록 도와주며, 특히 철도의 가장 취약한 분야인 Door to Door를 달성하기 위해 후방 전방 라스트 마일 배송 등에 플랫폼을 통한 정보공유로 막힘없는 철도 물류를 달성할 수 있음
- 또한, 블록체인 기술을 활용하여 철도 물류 참여자에 대해 스마트 콘트랙트와 스마트 인수증명기술을 도입하여 투명성 및 효율성 증진에 도움을 줌

㉰ 고속화 복합화물 운송 철도 물류 콜드 체인기술

○ 기술 정의

- 콜드 체인 전용화차로 기존의 벌크 중심의 철도 물류에서 생활 물류에 대응하는 첨단 철도물류시스템
- IoT 기술, 블록체인 기술, 예측 물류기술, AI 기술, 클라우드 기술을 활용하여, 콜드 체인의 실시간 모니터링과 콜드 체인 정보 수집 및 공유 방법을 표준화하여 공급자, 수요자에 콜드 체인에 대한 신뢰성 및 안정성 확보에 도움을 줌

(마) 기술수요 조사 시사점

○ 철도 물류 운영사, 화주사, 물류 운영사업자, 학계 및 관련 전문가 수요조사 결과 공통으로 물류 트랜드 변화에 따른 기술을 요구하였음
- 물류의 트랜드는 생활 물류, 코로나 19 범유행 사태로 인한 비대면 물류 서비스로 기존의 철도물류시스템으로는 대응하기 어려운 부분이었음
- 이에 고속화 복합화물 열차의 핵심 필요기술은 생활 물류, 비대면 물류 서비스를 달성하며, 화물의 가치를 지킬 수 있는 기술이었음

○ 주어진 수요조사를 토대로 요약을 해보면, 애로사항으로 고질적인 철도 물류의 문제점인 정시성, 총 운임, 생활 물류대응 불가가 가장 큰 애로사항으로 나타났음
- 정시성의 경우 고속화가 이루어진다면, 해결될 수 있는 문제이나 총 운임 및 생활 물류대응의 경우는 물류 정보공유에 따른 라스트 마일 등이 이루어져야만 해결할 수 있는 문제로 육상과 철도 물류를 연계할 수 있는 플랫폼 기술 도입이 필요할 것으로 보임
- 운송비용에 관해서는 대륙 간 고속화 열차의 경우 운임상승은 받아들일 수 있다는 의견이 다수였으나 기존의 벌크화물 업체의 경우 고속화에 대한 부가가치를 필요하지 않다는 의견이 많았음
- 결국, 철도 물류의 고속화는 기존의 벌크화물이 대상이 아니라 물류 트랜드 변화에 따른 생활 물류 등에 대응하여 부가가치를 창출할 수 있도록 하는 것이 중요할 것으로 보임

○ 고속화 복합화물 화차의 운영방식은 시간 절감에 따른 부가가치를 생산하는

것으로 직통, 고정 시간이 이루어져야 함

○ 운행속도는 노선별 최대속도로 운영하는 것이 필요하다고 하였으며, 특히 콜드 체인의 경우 평균속도 및 최대속도를 최대한 내는 것이 화물의 가치를 지키는 데 중요하다는 것을 말하였음

<표 2-75> 고속화 복합화물 열차 수요조사 결과 요약

구분	수요조사 결과
문제점 및 애로사항	• 정시성, 총 운임, 생활 물류대응 불가
운송 비용	• 대륙 간 고속화 열차 운임상승 가능 • 기존 벌크화물 운임상승 불가 • 콜드 체인 운임상승 가능
운영 방식	• 고정 운행
운행속도	• 노선별 최대속도 운영 • 콜드 체인 경우 운행속도 중요
필요기술	• 콜드 체인 화차기술 • 콜드 체인 모니터링기술 • 자동 상하차 시스템 • 대형화물 상차 가능 게이트 • 무진동 화차 및 결박 시스템 • 콜드 체인 블록체인 기술 • 라스트 마일 연계 플랫폼(철도 물류 플랫폼)

(4) 고속화 복합화물 철도 물류 혁신시스템 기술개발 과제도출

(가) 핵심기술개발 과제도출

○ 고속화 복합화물 운송철도 물류 핵심기술개발 과제를 도출하기 위해 철도 물류기술 동향, 국내외 특허 분석, 수요 조사 결과, KMI의 2019국 내 물류기술 수요조사 및 분석에서 발굴하였음. 기술개발 요구사항 102개의 수준 통일화 작업을 거쳐 도출된 우선 추진과제의 24개의 주요 요술 기술 80개를 가지고 중복성 검토 및 과제화하였음. 철도 물류 산업 육성계획과 고속화 복합화물 운송철도 물류기술과 부합하는지를 산학연 전문가의 의견을 통해 고속화 복합화물 운송철도 물류 핵심기술 과제를 도출하였음

<표 2-76> KMI 2019국내 물류기술 수요조사 및 분석 도출 후보 과제 및 세부 요구기술

대분류	중분류	번호	후보 과제	세부 요구기술
물류 시설 자동화	물류 센터	1	물류센터 내 물류 작업 자동화 기술	(1) 비규격/이형 화물 인식 및 대량상하차 기술 (2) 비규격/이형 화물 피킹을 위한 Gripper 및 로봇 암 기술 (3) 비규격/이형 화물 초고속 정력(싱귤레이터) 및 분배 기술 (4) IoT/AI 기반 이형 화물 포장(제암기) 및 적충(팔레타이징)자동화 기술
		2	원터치 로지스틱스 물류자동화 기술	(1) IoT 기반 공급망 데이터 확보 기술 (2) IoT 기반 데이터 전송 기술(Main Control Center로 전송) (3) One Stop 공급망 데이터 처리 기술 (4) One Stop Platform 기술
	거점 운송 (철도)	3	화물철도 운용자동화 기술	(1) 벌크화물 자동 고속토출 기술 (2) 다 국가 대륙횡단 철도 정보 자동 연계 및 통제 기술 개발
물류 운영 고도화	항만	4	AI 기반 차세대 TOS(항만 운영시스템) 기술	(1) 자동 선석계획시스템 기술 (2) 자동 야드적재계획시스템 기술 (3) 자동 선박 화물적재계획시스템 기술 (4) 항만 내 장비 스마트 할당 및 풀링(pooling)시스템 기술 (5) 터미널 내 하역장비 및 차량 스마트라우팅(routing)시스템 개발

		5	IoT/빅데이터 기반 지능형 항만운영 기술	(1) 항만 커스터마이징 빅데이터/ICT 시스템 개발 (2) IoT 기반 실시간 화물 모니터링시스템 개발 (3) 컨테이너 콘 체결 모니터링 컨테이너 및 작업 안전화 기술개발
		6	무인배송차 라스트 마일 운용 고도화 기술	(1) 빅데이터 기반 라스트 마일 배송 경로 최적화 기술 (2) 협소공간 자율주행 배송차 기술 (3) 자율주행 배송차 인프라 제약요인 제거기술 (4) 자율 주행 배송차 초정밀 맵 생성 기술 (5) 자율주행배송차 전용 고효율 초고속 무선급전 기술
		7	무인화물 트럭 운용 고도화 기술	(1) 인공지능 기반 트럭 화물적재효율 최적화 기술 (2) 무인트럭 무결점 데이터(VtoI, VtoX)전송 및 타 물류시설 연계기술 (3) 무인트럭용 AI 기반 실시간 상황처리 기술 (4) 무인트럭 최적운영을 위한 도로시스템 기술 (5) 무인트럭 운영을 위한 초정밀 물류지도 개발
물류 공급망 효율화	물류 공급망	8	물류자원 및 정보공유 시스템 기술	(1) 클라우드 기반 화물(컨)적재 및 보관공간 공유 시스템 기술 (2) IoT 기반 물류자원(작업자, 차량, 화물 등) 실시간 관제 기술 (3) 클라우드 기반 물류정보공유 플랫폼 기술 (4) 빅데이터 기반 국제물동량 예측시스템 개발 (5) 국내외 도로 및 항공운송환경(충격, 진동, 온습도 등) 지도 구축
		9	블록체인을 활용한 물류공급망 효율화 기술	(1) 블록체인을 활용한 다자간 국제물류 스마트 계약 기술 개발 (2) 블록체인을 활용한 국제물류 공급망 데이터 투명성 제고 기술
	물류 센터	10	차세대 물류용기 및 제반 기술 개발	(1) 경량 접이식 롤테이너 기술 (2) 포장재 래핑 재활용을 통한 완충제 차징 기술
	라스트마일	11	콜드체인 라스트마일 서비스 고도화 기술	(1) 배송용 Cold/Frozen Container(보냉 장치) 개발 (2) 냉장냉동 공공 택배(수취)보관 센터 개발

	거점 운송 (트럭)	12	화물운송차량 및 용기 효율화 기술	(1) 도로화물 운송 효율화를 위한 트레일러 공기저항저감 및 경량화 (2) 운송용기 최적화 기술 (3) 다 온도(냉동, 냉장)대역 제품 동시 적재 및 배송 기술 (4) 에너지 절감형 고효율 저비용 냉동냉장 차량 기술
물류 시설 친환경화	물류 센터/ 항만	13	물류센터 에너지 절감 기술	(1) LNG 폐냉열을 활용한 냉동냉장창고 운영기술 (2) IoT/빅데이터 기반 에너지사용 모니터링, 예측 및 자동제어 기술 (3) 물류센터 및 물류시설 신재생에너지(태양광) 활용 기술
	항만	14	벌크부두(석탄, 모래 등) 친환경 기술 개발	(1) 물류환경관리시스템(logistics environmental management system) 구축 (2) 비산먼지 방지를 위한 돔 형태 벌크화물 야적장 개발
작업 공간 안전화	물류 센터	15	물류센터 내 작업자 위험 회피기술	(1) 물류작업자 시선 인식 및 추적기술 (2) 모션센서, 광커튼 기반 물류작업안전영역 설정 기술 (3) 스마트지게차 (RTLS : Real-time location systems) / RFID, 센싱카메라 장착) 개발 (4) 작업안전을 위한 몰입형(AR/VR) 미래창고 사용자 환경 기술 개발 (5) 지게차 충돌충격 흡수장치 개발 기술
	항만	16	항만작업 안전화를 위한 하역장치, 용기 및 제반 기술	(1) 경량 컨테이너 기술 개발 (2) IoT/AI 기반 지능형크레인 개발(위험감지, 위치보정, 체결성능개선) (3) IoT/AI 기반 항만하역 및 운송작업 위험경고시스템 기술 (4) 위험물 안전 수송 안전 감시(SMS: Safety Monitoring Service) 기술 (5) 항만작업용 Anti-slip mat 및 cover 기술 개발
	거점 운송 (선박)	17	스마트 선박안전운항 기술	(1) 선박-해상 위험물 간 충돌 예측 및 방지 기술 (2) AI 기반 운항환경 모니터링 및 재난 대응시스템 구축 기술
물류 공급 체계 표준화	물류 공급 망	18	콜드체인, 위험물 및 포장 물류 표준화 기술	(1) IoT 기반 표준 저온유통체계 및 온도환경 Profile 구축 (2) 제품유형 및 환경별 물류포장표준화(치수/강도/설계) 및 관리기술 (3) 포장 표준화 기준 및 제품 분실 방지를 위한 코드 개발

				(4) 스마트 액체류 벌크 화물 관리 기술 및 용기 표준화 기술
	항만	19	항만하역작업 안전시험 표준기술	(1) 적재화물고박/래싱 시험표준 개발 (2) 선적 전 검사 및 안전 작업표준 개발
물류 작업 노동 편의화	물류 공급망	20	물류공급망 내 작업자 스마트폰 앱 개발 기술	(1) 물류센터별 작업자 스마트폰 앱 개발기술 (2) 항만별 작업자 스마트폰 앱 개발기술 (3) 운송수단별(선박, 트럭, 화차) 작업자 스마트폰 앱 개발기술
	물류 센터	21	물류센터 내 작업자 노동편의 향상 기술	(1) 수작업 작업자 근골계보호 위한 컨베이어 높이 자동조절기술 (2) 다착지 분류 멀티슈트 솔루션 기술 (3) 초경량 인공지능 상하차 보조 및 작업자보호장비 개발 (4) 물류창고용 협업로봇 기술
	항만	22	항만 내 작업자 노동편의 향상 기술	(1) 항만 내 중량화물 상하역을 위한 Exoskelton Robot(웨어러블 로봇) 개발
화물 보호 /보안화	물류 공급망	23	물류공급망 내 화물보호 기술	(1) 드론활용 물류감시 및 보안시스템 기술 (2) 스마트 CCTV 기반 벌크화물(석탄, 원료 등) 위험상태감시 기술
	물류 센터	24	콜드체인 물류센터 화물보호 기술	(1) 냉동 및 냉장 물류센터 급속냉각 기술 (2) IoT 기반 창고 내 온습도 모니터링 및 제어기술 (3) Building Enveloping(항온/항습/압력 제어) 기술 (4) 스마트센서 기반 식품(육류, 농산물) 상태 모니터링 및 관리 기술

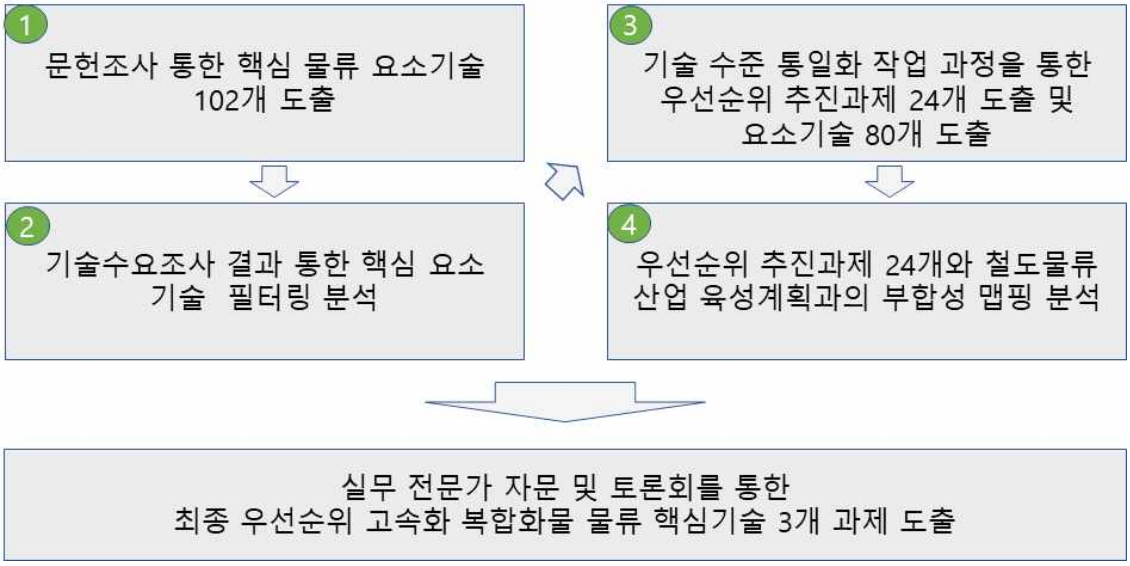
출처: KMI, ‘2019 국내 물류기술 수요조사 및 분석’,2018.11.

<표 2-77> 과제도출 요소기술

No.	요소기술
1	고속화 복합화물 화차 기술
2	고속화 복합화물 운영 모니터링기술
3	고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상하차 기술
4	대형 화물 상하차 가능 환적 게이트
5	콜드체인/무진동 수송 화차 및 결박 시스템
6	콜드체인 블록체인 기술
7	라스트마일 연계 플랫폼(철도물류 플랫폼)
8	비규격/이형화물 인식 및 대량상하차 기술
9	비규격/이형화물 피킹을 위한 Gripper 및 로봇 암(Arm) 기술
10	비규격/이형화물 초고속 정렬(싱귤레이터) 및 분배 기술
11	IoT/AI 기반 이형화물 포장(제함기) 및 적층(팔레타이징) 자동화 기술
12	IoT 기반 공급망 데이터 확보 기술
13	IoT 기반 데이터 전송 기술(Main Control Center로 전송)
14	One Stop 공급망 데이터 처리 기술
15	One Stop Platform 기술
16	벌크화물 자동 고속토출 기술
17	다 국가 대륙횡단 철도 정보 자동 연계 및 통제 기술 개발
18	자동 선석계획시스템 기술
19	자동 야드적재계획시스템 기술
20	자동 선박 화물적재계획시스템 기술
21	항만 내 장비 스마트 할당 및 풀링(pooling)시스템 기술
22	터미널 내 하역장비 및 차량 스마트라우팅(routing)시스템 개발
23	항만 커스터마이징 빅데이터/ICT 시스템 개발
24	IoT 기반 실시간 화물 모니터링시스템 개발
25	컨테이너 콘 체결 모니터링 컨테이너 및 작업 안전화 기술개발
26	빅데이터 기반 라스트 마일 배송 경로 최적화 기술
27	협소공간 자율주행 배송차 기술
28	자율주행 배송차 인프라 제약요인 제거기술
29	자율 주행 배송차 초정밀 맵 생성 기술
30	자율주행배송차 전용 고효율 초고속 무선급전 기술
31	인공지능 기반 트럭 화물적재효율 최적화 기술
32	무인트럭 무결점 데이터(VtoI, VtoX)전송 및 타 물류시설 연계기술
33	무인트럭용 AI 기반 실시간 상황처리 기술
34	무인트럭 최적운영을 위한 도로시스템 기술
35	무인트럭 운영을 위한 초정밀 물류지도 개발
36	클라우드 기반 화물(컨)적재 및 보관공간 공유시스템 기술
37	IoT 기반 물류자원(작업자, 차량, 화물 등) 실시간 관제 기술
38	클라우드 기반 물류정보공유 플랫폼 기술
39	빅데이터 기반 국제물동량 예측시스템 개발
40	국내외 도로 및 항공운송환경(충격, 진동, 온습도 등) 지도 구축
41	블록체인을 활용한 다자간 국제물류 스마트 계약 기술 개발
42	블록체인을 활용한 국제물류 공급망 데이터 투명성 제고 기술
43	경량 접이식 롤테이너 기술
44	포장재 래핑 재활용을 통한 완충제 차징 기술

45	배송용 Cold/Frozen Container(보냉 장치) 개발
46	냉장냉동 공공 택배(수취)보관 센터 개발
47	도로화물 운송 효율화를 위한 트레일러 공기저항저감 및 경량화
48	운송용기 최적화 기술
49	다 온도(냉동, 냉장)대역 제품 동시 적재 및 배송 기술
50	에너지 절감형 고효율 저비용 냉동냉장 차량 기술
51	LNG 폐냉열을 활용한 냉동냉장창고 운영기술
52	IoT/빅데이터 기반 에너지사용 모니터링, 예측 및 자동제어 기술
53	물류센터 및 물류시설 신재생에너지(태양광) 활용 기술
54	물류환경관리시스템(logistics environmental management system) 구축
55	비산먼지 방지를 위한 돔 형태 벌크화물 야적장 개발
56	물류작업자 시선 인식 및 추적기술
57	모션센서, 광커튼 기반 물류작업안전영역 설정 기술
58	스마트지게차(RTLS(Real-time location systems)/RFID, 센싱카메라 장착) 개발
59	작업안전을 위한 몰입형(AR/VR) 미래창고 사용자 환경 기술 개발
60	지게차 충돌충격 흡수장치 개발 기술
61	경량 컨테이너 기술 개발
62	IoT/AI 기반 지능형크레인 개발(위험감지, 위치보정, 체결성능개선)
63	IoT/AI 기반 항만하역 및 운송작업 위험경고시스템 기술
64	위험물 안전수송안전감시(SMS: Safety Monitoring Service) 기술
65	항만작업용 Anti-slip mat 및 cover 기술 개발
66	선박-해상 위험물 간 충돌 예측 및 방지 기술
67	AI 기반 운항환경 모니터링 및 재난 대응시스템 구축 기술
68	IoT 기반 표준 저온유통체계 및 온도환경 Profile 구축
69	제품유형 및 환경별 물류포장표준화(치수/강도/설계) 및 관리기술
70	포장 표준화 기준 및 제품 분실 방지를 위한 코드 개발
71	스마트 액체류 벌크 화물 관리 기술 및 용기 표준화 기술
72	적재화물고박/래싱 시험표준 개발
73	선적전 검사 및 안전 작업표준 개발
74	물류센터별 작업자 스마트폰 앱 개발기술
75	항만별 작업자 스마트폰 앱 개발기술
76	운송수단별(선박, 트럭, 화차) 작업자 스마트폰 앱 개발기술
77	수작업 작업자 근골계보호 위한 컨베이어 높이 자동조절기술
78	다착지 분류 멀티슈트 솔루션 기술
79	초경량 인공지능 상하차 보조 및 작업자보호장비 개발
80	물류창고용 협업로봇 기술
81	항만 내 중량화물 상하역을 위한 Exoskelton Robot(웨어러블 로봇) 개발
82	드론활용 물류감시 및 보안시스템 기술
83	스마트 CCTV 기반 벌크화물(석탄, 원료 등) 위험상태감시 기술
84	냉동 및 냉장 물류센터 급속냉각 기술
85	IoT 기반 창고 내 온습도 모니터링 및 제어기술
86	Building Enveloping(항온/항습/압력 제어) 기술
87	스마트센서 기반 식품(육류, 농산물) 상태 모니터링 및 관리 기술

출처: 7KMI, '2019국내 물류기술 수요조사 및 분석'. 2018, 본 기획보고서 수요조사 결과



[그림 2-105] 우선순위 핵심기술 과제도출 과정



[그림 2-106] 고속화 복합화물 운송 철도물류 최종 핵심기술 과제도출

(나) 도출된 기술과제 분류 및 내용

○ 고속·복합운송 철도 물류 혁신기술 분류는 아래와 같음

- 기술 분류는 연구 필요성, 철도 물류 산업 육성계획에 따라 정의되었으며 아래 표의 진한 부분이 고속·복합운송 철도 물류 혁신기술과 관련된 부분임



[그림 2-107] 고속·복합운송 철도 물류 혁신 기술분류

<표 2-78> 제1차 철도 물류 산업 육성계획

대분류	소분류
경쟁력 있는 철도 물류 운영체계 구축	철도운임 경쟁력 확보
	철도운송 서비스 질 재고
	철도 물류 분야 전문성 효율성 강화
신속한 철도 물류 인프라 정비 및 확충	대량복합 일관수송 체계구축을 위한 인프라 확충
	수송 효율성 강화를 위한 인프라 확충
	통일대비 철도 물류 인프라 확충
다양한 철도 물류 산업육성 기반 마련	투자확대를 위한 제도개선 및 민간 참여
	운송업 외 다양한 산업 분야 육성
	철도를 활용한 도심 물류 확대
	인력 양성 및 국제철도 물류 시대 대비
스마트 효율적인 철도 물류 기술개발	대량·고속 수송 기술개발
	철도 물류 효율화 기술개발
	철도 물류 표준화·정보화

(다) 세부과제별 기술분류

① 고속화 복합화물 고속화차 및 운영기술개발

대분류	중분류	소분류(요소기술)	기술설명
고속화 복합화물 화차 및 운영 기술	고속화 복합화물 화차 요소기술	고속화 복합화물 화차 대형 도어 기술	화물 고속 상하차 대형 도어 기술(일반/콜드체인, 컨테이너)
		화물적재 내부이송장치(bed)	화차 내 화물이송을 위한 시스템 기술
		복합화물 화차 중량 자동배치기술	주행 안정성 유지를 위한 체적 산출 및 화물 자동 배치기술
		복합화물 화차 전용 콜드 체인 운송기술	콜드 체인 전용 화차수송기술
	고속 복합화물 화차 실용화 기반 운영기술	종합성능평가기술	화차 및 개별 요소 시스템의 성능평가 및 종합계측 기술
		시운전 및 신뢰성 평가기술	시험 운전을 통한 신뢰성 평가 및 검증 기술
	고속화 복합화물 화차 설계/제작 기술	고속화 복합화물 화차 경량 차체 설계기술	차량 설계 전반 중 화차 경량화 차체(body) 부분 설계
		고속화 복합화물 화차 대차 설계기술	고속화물 열차에 최적화된 화물 대차 설계
		복합화물 화차 자동화 연결기 설계 기술	화차 간의 자동화 연결기 기술
		응하중 제어/안티스키드	- 화물하중 변동에 따른 화차 제동력 제어기술 - 화차 무진동 장치기술

② 고속화 복합화물 스마트 물류 상·하역 기술개발

대분류	중분류	소분류(요소기술)	기술설명
고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술	고속화 복합화물 (컨테이너, 소화물) 자동 상·하역 기술	컨테이너 자동 상·하역 기술	수출입 컨테이터를 고속화물 열차에 자동 상·하역하는 기술
		비정형 소화물 자동 상·하역 기술	컨테이너를 제외한 택배, 콜드 체인 물류 등의 자동 상·하역 기술
		이동 가능한 자동 상·하역 설비 기술	터미널 외의 중간역에서 화물 상·하역이 필요한 경우 사용 가능한 자동 상·하역 기술
		안전 및 적재효율 향상을 위한 화물 최적 배치기술	고속화 복합화물 화차에 적재되는 화물로 인한 주행 안전성 및 적재효율 향상을 위한 배치기술
		화물 결박기술	고속화 복합화물 화차에 적재된 화물 결박기술
	멀티모달 대응 복합화물 인프라 구축 기술	고속화 복합화물 화차 전용 플랫폼 설계 및 구축 기술	고속화 복합화물 화차의 자동 상·하역을 위한 플랫폼 설계 및 구축 기술
		화물종류별 수직 수평 이송시스템 기술	역 구조에 따른 공간 확보를 위해 화물 종류에 따른 수직 수평 이송시스템 구축 기술
	도심 인근 라스트 마일 연계 기술	도심 철송 화물 환적기술	도심 지하철송과의 연계를 위한 터미널 및 역에서의 환적 및 이송기술

③ 고속화 복합화물 정보통합관리 플랫폼 기술개발

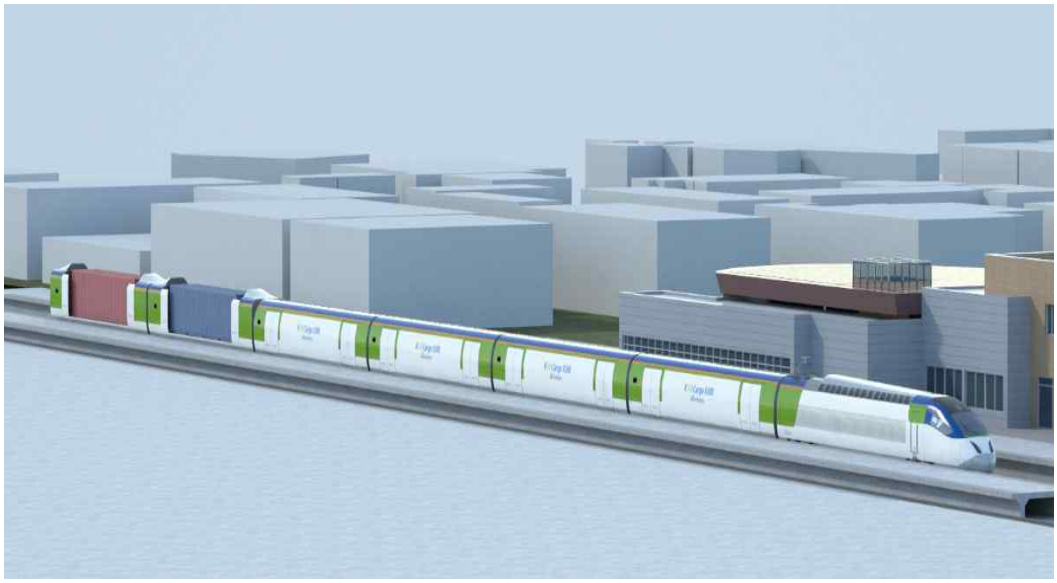
대분류	중분류	소분류(요소기술)	기술설명
고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발	고속화 복합화물 화차 운영 플랫폼 기술	고속화 복합화물 화차 운영제어기술	화차 및 서브 시스템 간 정보 인터페이스 및 운영 기술, 화물열차 스케줄링 분석
		고속화 복합화물 통합제어 기술	고속화차 도어, Dry·Reefer 컨테이너 체결장치, 환경관리시스템 실시간 제어 기술, 화물 하중 상태 모니터링 등 적재화물 통합관리/화물정보 연계
		대륙연계 정보관리 기술	통관, 환적, 위치 모니터링 기술
		빅데이터 통한 수송 최적화 기술	배차, 수송 최적화 기반 마련
	고속화 복합화물 상태 관리 플랫폼	고속화 복합화물 상태 모니터링 기술	화물 상태(파손, 온습도 등) 실시간 모니터링
	고속화 복합화물 공유 플랫폼	철도 공유 플랫폼/철도 인프라 공유 기술	철도 중심의 공유 플랫폼 및 철도 인프라 공유

(라) 기술내용

① 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술

○ 수송시간 고속화 : 고속 복합화물 화차(최고운행 설계속도 300km/h, 영업운행 속도 200km/h) 개발

국내현황	• 국내 화차 운영수준 : 최고운행속도 120Km/h • 화물열차 표정속도 : 52.7Km/h(경부선 일반), 72.5Km/h(경부선 컨테이너) • 화물철도 정시율 : 58% (15분/여객기준 적용 시) • 물류 거점 역과의 연계성 미흡 : 화물 취급 전용역 44% 수준
해외사례	• Mercitalia Fast (Italy) - 고속화물 열차, 최고속도 300Km/h, 영업평균속도 180Km/h - 2018년 11월부터 운행 개시 • TGV La Poste (France) - 우편 전용 열차, 최고속도 280Km/h, - 2015년 운행 종료
문제점	• 해외 대비 낮은 화물 운행속도 • 여객열차에 비해 낮은 우선순위로 잦은 대피 발생 • 낮은 표정속도로 시간 경쟁력 약화 • 낮은 정시율로 인한 신뢰성 하락 • 서비스 평가체계의 일관성 부재(정시율 기준 : 15분/여객, 60분/화물)
연구개발 목표 ('22년～'25년)	• 고속 복합화물수송 화차 제작 및 운용 기술 완료(최고운행 설계속도 : 300km/h, 영업운행속도 200km/h) • 고속화 복합화물 화차 차상 적재 국산화 기술 개발(200Km/h 급), 국산화 기술 확보
향후 수준 ('26년 이후)	• 국내 고속화 노선 여객열차 수준의 고속화 복합화물화차 운영(영업운행속도 : 200Km/h 급 이상) • 화물열차 표정속도 120Km/h (경부선 컨테이너 66% 향상) • 철도화물 정시율 : 90% 이상 확보

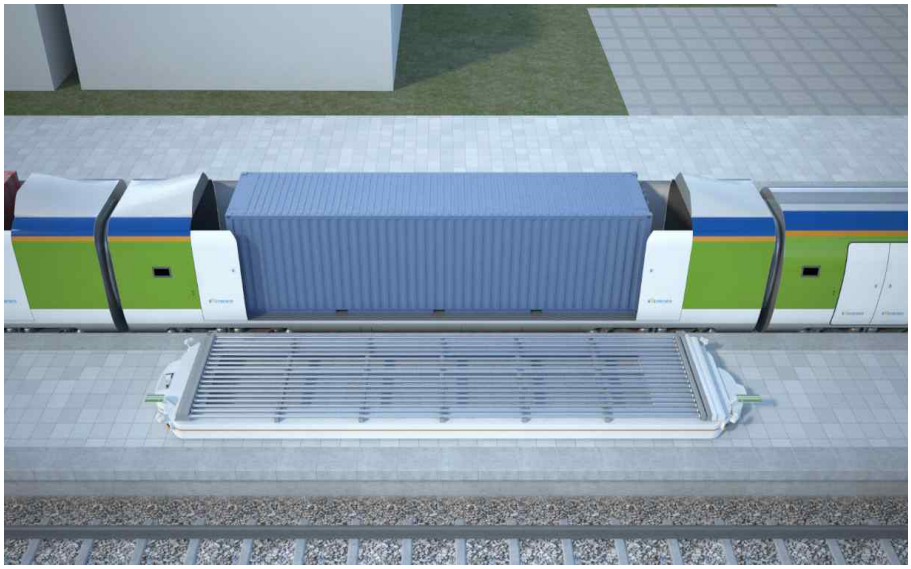


[그림 2-108] 고속화 복합화물 화차 기술개발(영업운행속도:200Km/h)

② 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술

○ 스마트 철도 물류 상·하역 기술 : 복합화물 일괄 상·하역 자동화 기술개발

국내현황	• 셔틀 운송 및 환적으로 인한 상·하역 시간 : 2~3시간 • 철도물류비용 중 셔틀수송 및 상·하역 비용 비중 : 44%~53% • 컨테이너 상·하역 설비, 일반화물 상·하역 설비 별도 존재
해외사례	• 미국 SkyTech Transportation에서 선형유도전동기(LIM)방식을 적용한 무인자동 방식
문제점	• 복합운송으로 인한 환적 시간 과다 소요 → 도로 운송 대비 경쟁력 약화 • 환적 시설낙후 및 인입 철도 등 인프라 시설 개량 및 수송 접근성 저조
연구개발목표 ('22년~'25년)	• 스마트 복합화물취급 플랫폼 자동 상·하역 Seamless 장치 개발 • 스마트 복합화물취급 터미널 자동 환적·연계 Seamless 설비 개발
향후 수준 ('26년 이후)	• 셔틀 수송 및 환적으로 인한 상·하역 시간 : 10분, 60분 이내 소요 • 철도물류비용 중 셔틀수송 및 상·하역 비용 비중: 20% 이내



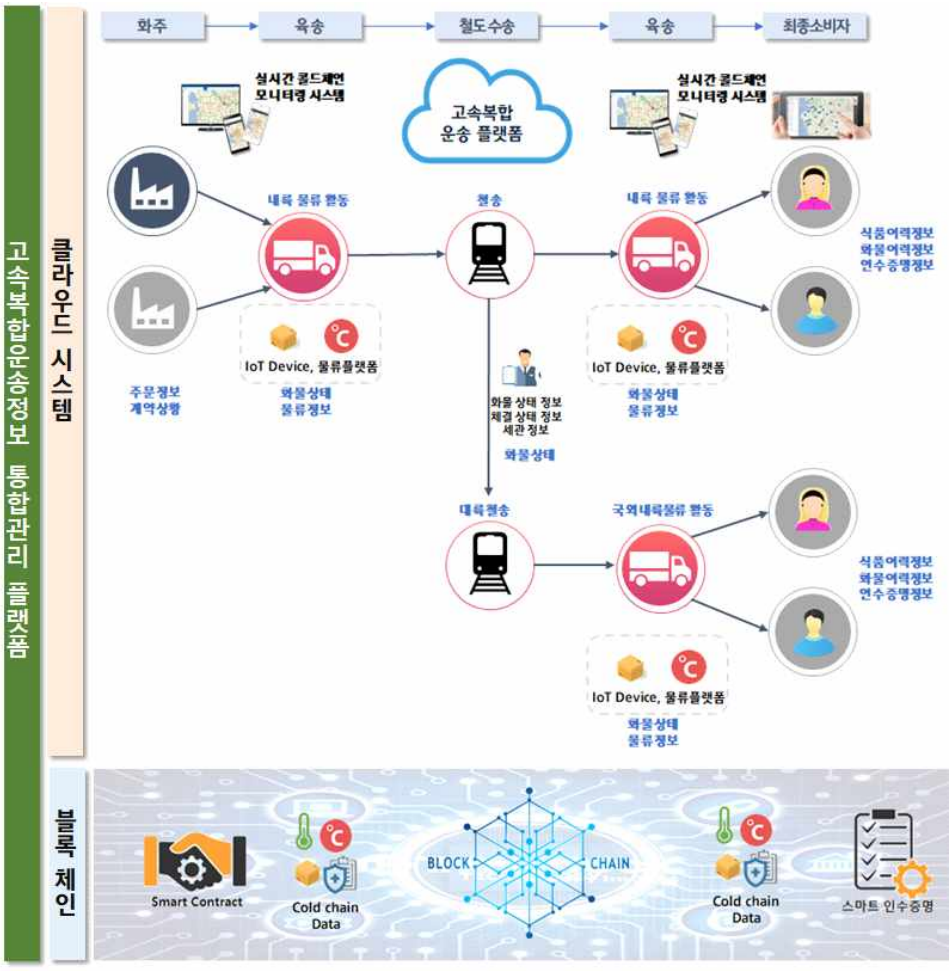
[그림 2-109] 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상하역 기술 개념도

③ 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술

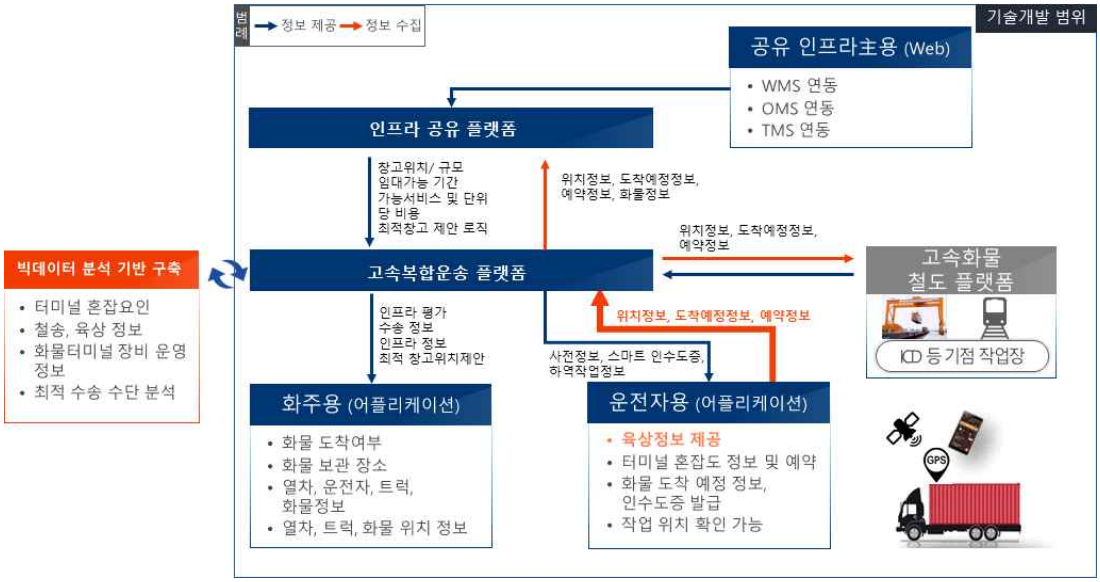
○ 고속화 복합화물 통합관리 플랫폼 기술 : 복합일관 물류통합운영관리 기술→ 효율적, 생산성 향상, 부가가치 창출, 고속 복합운송 달성을 위한 통합운영관리 플랫폼 기술개발

국내현황	• 운송 수단간(철도, 육송, 항공, 항만) 정보 연계를 위한 플랫폼 부재 • 콜드 체인 등 신규 물류시장 대응 미흡
해외사례	• 물류 취급 전용 터미널 영업 운영확대(선진 유럽국가, 스페인 Can Tunis 복합터미널) • 중국 콜드 체인 대응 가능한 화차 적용 • 독일 2030플랜 통한 복합운송 플랫폼 통한 실시간 모니터링 및 스마트 컨트랙트, 스마트 인수증명 블록체인화 추진 • 플랫폼 통한 공간, 수송수단 등에 대한 공유경제 실현
문제점	• 시설 노후화 및 거점역 배치 비효율화 - 낮은 수준의 물류 역에서의 작업 효율성 • 복합운송 플랫폼 부재로 인한 유기적 수송 수단간 연계 단절 • 수송 수단간 정보(스케줄) 공유 단절로 인한 비효율적 장비운영 : 사전예약, 작업정보 부제로 인한 하역 쏠림 현상으로 인한 하역작업 비효율화 및 생산성 하락 • 지역사회 물류 인프라 부재에 따른 보편적 물류 서비스의 어려움
연구개발	• 화물 품목/화주/3PL 등 차별화된 고부가가치 화물 운송서비스

목표 ('22년~ '25년)	통합운영관리 기술개발 • 복합일관 화물 터미널 운영 기술개발 세계최초 핵심기술 • 수송수단 간 정보(화물정보, 스케줄, 계약 등) 공유 가능한 복합운송정보통합관리 플랫폼 개발 • 고속화 복합화물 화차 실시간 모니터링 및 블록체인기술 도입한 스마트 콘트랙트 및 스마트 인수증명 개발 • 인프라(물류센터 등) 공유 플랫폼 개발 및 빅데이터 기반 마련
향후 수준 ('26년 이후)	• 고부가가치 허브 기능을 갖춘 고속화 복합화물 수송 전용서비스 비중 : 60% 달성 • 빅데이터 통한 AI 기술 도입 등 첨단관리 및 최적화 기술 선도 • 항만, 항공, 고속철도의 정보 연계 통한 고속 복합물류 달성 • 인프라 공유 플랫폼 등을 통한 지역 물류 서비스 차별 해소 • 콜드 체인 및 생활 물류대응 가능한 고속복합화물 운송 통한 철도수송 분담률 향상 기반 마련



[그림 2-110] 고속 복합운송 정보통합 플랫폼



[그림 2-111] 고속화 복합화물 운송 및 인프라 공유플랫폼 개념도

(마) 기존 철도화물 기술과의 차이점

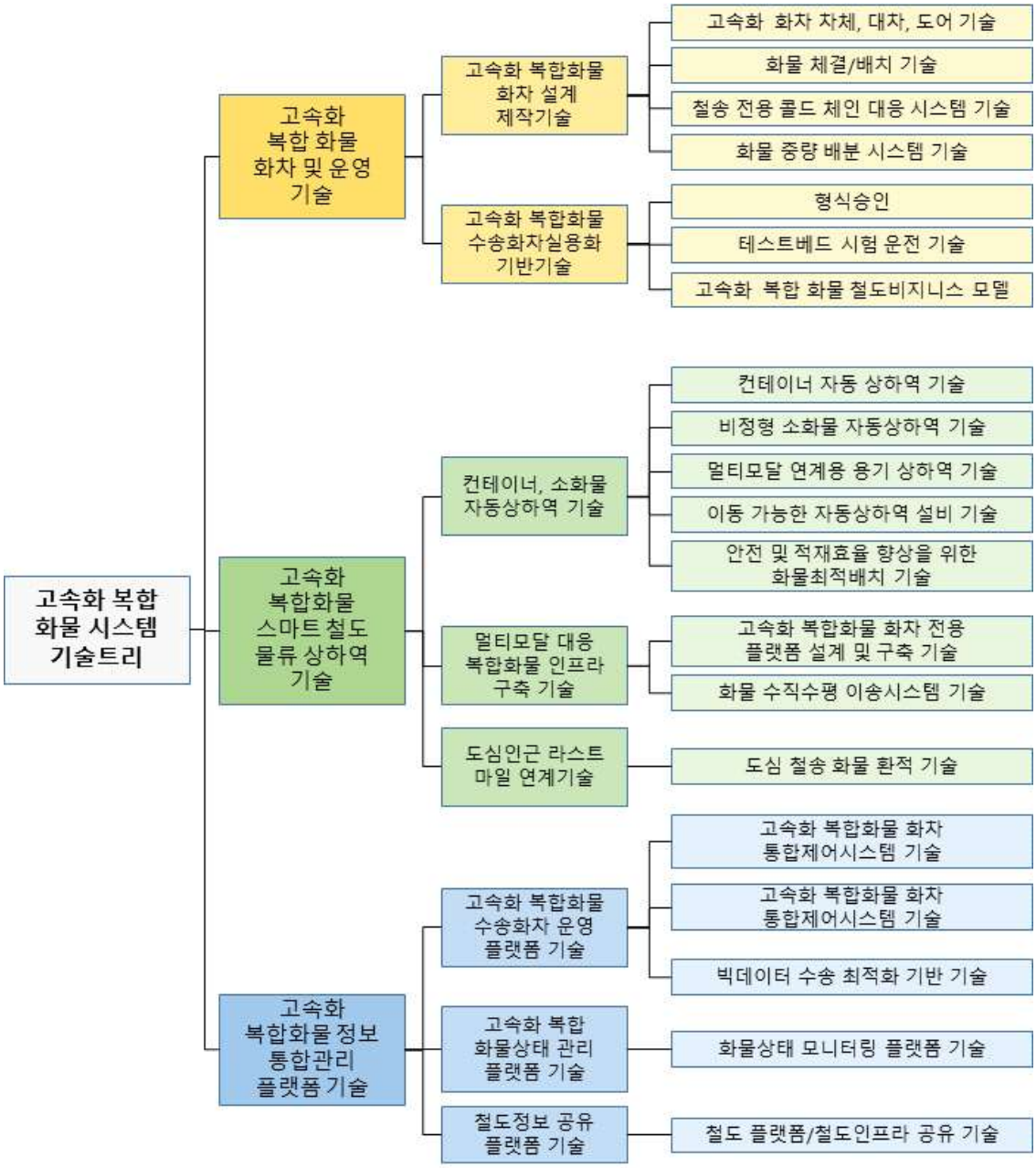
○ 고속화 복합화물 운송철도 물류 혁신기술 개발로 인하여 기존 철도화물운영과의 차이점을 아래 표와 같음

<표 2-79> 고속화 복합화물 운송 철도화물 운영방안

구분	기존 철도화물 운영	고속화 복합화물 운영
연계방식	도로 운송과 별개 운영	환적 비용을 포함한 일괄수송 방식
환적시설	ICD, CY, Silo, 야적장 등	통합물류 기능을 갖춘 복합화물 터미널
환적장비	지게차, 리치스태커, 페이로더, 포크레인 등	자동화된 일괄 상·하역시스템
운영방식	고정 기종점 간 화물접수 실적에 따른 비정기적 운행	화주와 선계약에 따른 고정편성 운행
최고운행 설계속도	150km/h (동력차 성능기준)	300km/h (동력차 성능기준)
영업운행 속도	120km/h	200km/h급 이상
플랫폼	운송수단간, 인프라간 정보 연계 플랫폼 부재	플랫폼 통한 유기적 정보 연계 및 공유경제 달성
계약 및 인수증명	전자서명, 페이퍼 서명	블록체인 기술 통한 계약 및 물류정보 안정성 확보(대륙열차 대비)
모니터링	화물상태 정보 단절	콜드체인 등 실시간 화물상태 모니터링 블록체인 통한 화물 상태 정보 변조 불가능

(5) 연구개발과제의 구성

○ 고속화 복합화물 철도 수송시스템 기술개발을 위한 세부과제를 구성하기 위한 사전단계로서 아래 그림과 같이 고속화 복합화물 화차의 기술을 구성하였음



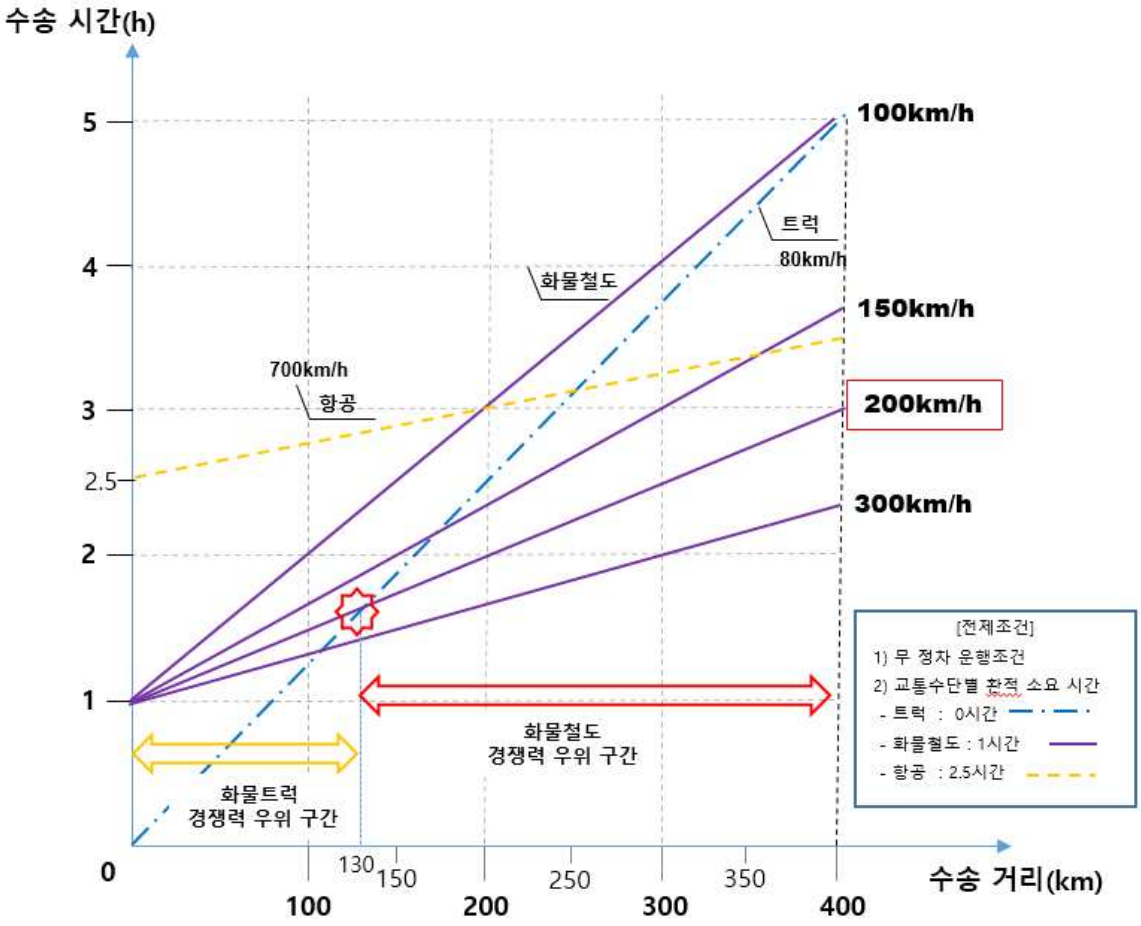
[그림 2-112] 고속화 복합화물 철도 수송시스템 기술 트리

(6) 세부과제별 주요 내용 및 추진전략

(가) 연구개발 목표

① 연구개발의 최종목표

○ 기존 일반철도 노선과 고속화 준고속 철도 인프라를 활용한 200km/h급 고속 화물철도 차량 및 환적을 위한 상·하역 이송, 수송 용기 기술을 확보하고, 타 수단 간의 효율적 연계를 위한 실시간 정보 통합관리 기술을 통해 실용화를 위한 최적의 시스템 개발



[그림 2-113] 고속화물철도 수송 속도(200km/h) 선정의 적합성 비교

○ 고속화물 열차 최고속도 선정에 있어서 수송 거리 대비 수송시간의 비례 추이를 화물트럭 80km/h, 항공 700km/h를 기준으로 검토한 결과, 200km/h 이상

300km/h 대역의 경쟁력 우위 상승 폭보다 150km/h 이상 200km/h 사이의 수송시간 경쟁력 우위 효과 더 효율적인 것으로 판단되었음.

○ 따라서, 본 연구는 영업 운행속도 200km/h급 고속화 화물열차 수송수단을 대상으로 고속화 일반철도 노선에서 운행하는 서비스 모델 개발에 중점을 두고 연구개발 목표를 설정함

② 연구개발의 세부목표

○ 영업 운행속도 200km/h급 속도로 고부가 가치의 화물수송을 위한 고속화 복합화물 화차 기술개발

- 기존 고속열차 동력차용 대차에 1량당 최대 35t의 화물수송이 가능한 화물수송 전용의 차체 설계 기술 확보 및 시제차 제작
- 일반급송화물, 신선 물류 화물, 컨테이너 화물수송용 화차를 열차에 편성해서 운영할 수 있는 기술개발(고속화 화차용 대차, 화물도어 기술, 냉장설비 기술 등)

○ 고속화 복합화물 화차로 수송할 화물을 신속하게 상·하역하고 타 수송 수단간 환적 할 수 있는 스마트 상·하역 이송설비 및 수송 용기 개발

- 화물 철도역과 타 수송수단 연계가 가능한 역과 터미널, ICD 등에서 컨테이너, 일반화물, 신선 물류 화물종류별 상·하역 및 환적 시간을 대폭 절감할 수 있는 이송설비 개발
- 고속수송 물품 대상인 신선식품, 전자제품, 택배, 컨테이너 내부에 적재되는 물품을 8량의 고속화 복합화물 열차에 상·하역 및 환적 고속화를 위한 물품별 수송 용기의 크기와 중량 등의 설계 및 개발
- 고속수송 물품 수송 화물 철도역, 터미널, ICD에서의 이송장치 운영방안 제시

○ 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발

- 실시간 화물 상태(체결, 온도 등) 모니터링 시스템 개발

- 수송수단 간 정보공유를 위한 철도 외부자 화주, 육송 운전자 전용 애플리케이션 개발
- 인프라 공유를 위한 인프라 공유플랫폼 및 공유 인프라용 Web 개발
- 인프라 공유플랫폼, 화주용 애플리케이션, 운전자용 애플리케이션 개발
- 스마트 콘트랙트, 스마트 인수증명 블록체인 개발

(나) 연구개발 주요 내용

① 세부연구과제 방향

○ 본 과제 사업의 주요 내용

- 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발
- 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발
- 고속화 복합화물 정보통합관리 기술개발



[그림 2-114] 세부과제별 연구과제 추진 방향 체계도

② 세부연구과제 내용

㉮ 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발

○ 기존 고속열차 기술을 바탕으로 영업 운행속도 200km/h 속도로 운행되는 화물수송 전용 차량 기술을 의미함

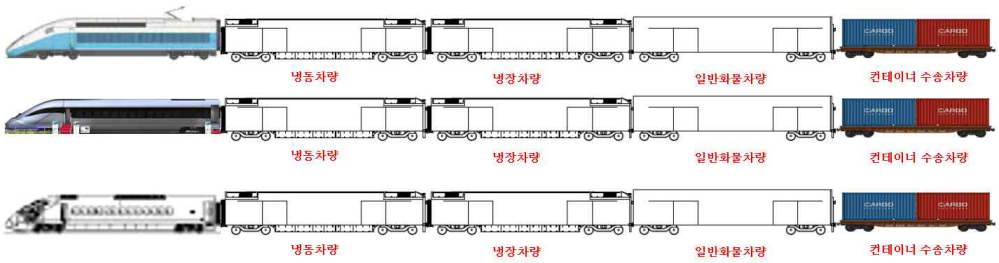
○ 차체와 대차는 화물 운송에 유리한 경량화 기술을 확보하여 고속화 및 주행안전성, 화차 편성방식에 적합하도록 제작하여 수송용량 측면에서 유리하도록 개발

○ 차체의 화물도어는 빠른 화물 입출이 가능하도록 대형의 화물전용문을 설치하되 고속화 화차의 공력 및 주행 동특성을 고려하여 충분한 강성을 가질 수 있도록 개발

○ 200km/h이상의 속도에서의 공력을 고려하여 외부형상을 개발하며, 실내는 화물적재 최적화를 고려하여 차체 및 내장재, 설비 등 개발

<표 2-80> 고속화 복합화물 화차 컨셉 구성방향

순번	구 분	화차 구분			비고
		냉장차	일반차	컨테이너차	
1	차체				AI 기준
	① UNDER FRAME	O	O	O	
	② SIDE FRAME	O	O	X	
	③ END FRAME	O	O	X	
	④ ROOF FRAME	O	O	X	
2	INTERIOR				
	① 냉장냉동 SYSTEM(Duct 포함)	O	O	X	냉동 : -20℃이하
	② 냉방 SYSTEM(Duct 포함)	O	O	X	냉장 : -5℃ ~ +4℃
	③ DOOR SYSTEM(Plug-In, Air)	O	O	X	냉방 : +15 ~ +30℃
	④ 내장판넬	O	O	X	
	⑤ 단열 SYSTEM	O	O	X	
	⑥ 바닥 구조체	O	O	X	
3	물류 이송 SYSTEM				
	① 적재 SYSTEM	O	O	X	
	② 상하역 SYSTEM	O	O	X	
4	장치				
	① 제동장치	O	O	O	
	② 대차장치	O	O	O	
	③ 연결장치	O	O	O	
	④ 고정장치	X	X	O	
	⑤ 전기장치	O	O	O	
	ⓐEquipment	O	O	X	
	ⓑ배선(차량내부)	O	O	O	
	ⓒ차량연결	O	O	O	
	ⓓ등구류	O	O	X	



[그림 2-115] 고속화 복합화물 화차 편성 개념도

○ 고속화 복합화물 화차 환경 관리시스템 기술

- 주요 대상 화물은 IT 제품, 반도체, 신선 물류 등 온도·습도에 민감한 품목으로 구성될 것으로 예상하므로 CCTV, 에어 컨디셔닝 설비 등 차량 내 수송환경의 관리와 유지를 할 수 있는 시스템 개발
- 수요자의 요구조건을 반영하여 품목별로 적합한 수송환경 기준을 개발함이 필요
- 화물특성에 따른 수송환경을 제어하고 화물파손, 분실 등에 따른 화물보험 및 보안의 객관적인 자료를 제공함에 따라 운영자와 이용자 간의 수송 신뢰도를 높이고 취급관리가 쉬울 수 있도록 하는 기술을 포함함

○ 고속화 복합화물 화차 통합제어시스템 기술

- 차량의 도어, 안전장치(도어 체결장치 등), 환경관리시스템 등을 제어하고, 기존 고속열차의 동력제어시스템과 연동 호환할 수 있는 차량 컴퓨터(car computer) 기술개발
- 고부가가치 품목의 수송 신뢰성 제고를 위해 CCTV 및 센서에서 입력된 화물상태 데이터는 통합제어시스템을 통해 전달, 가공되어 고속복합운송시스템 운영자와 화주, 물류 기업으로 제공되도록 개발

○ 고속화 복합화물 화차 성능평가 및 검증 기술

- 200km/h의 영업운행 운영을 위해 차량 및 핵심구성품에 대한 성능평가 기술 및 성능평가를 위한 종합계측기술 개발
- 본 성능평가 기술 및 종합계측 기술은 시제 차량의 시험 운전을 통해 신뢰성 평가 및 검증하고, 200km/h급 고속화 복합화물 화차 차량이라는 새로운 형식에 대한 성능검증 기준 개발 및 상업 운영을 전제로 철도안전법을 근거로 형식 승인의 적용절차를 포함한 법 제도적 개선안을 제시하기 위한

연구가 필수적임

○ 고속화 복합화물 철도 비즈니스 모델 기술개발

- 고속화 복합화물 철도 운영방안 및 최소 서비스 수준 연구
- 고속화 복합화물 철도에 적합한 운행계통 설정
- 고속화 복합화물 철도의 효율성 극대화를 위한 운행계획안 도축
- 정차역 선정 및 운행방안(배차 등) 도출
- 효율을 극대화할 수 있는 열차기술, 열차 운영시스템, 환적기술 등에 대한 가이드라인 제시
- 고속화 복합화물 운송철도 활성화 방안 연구
- 고속화 복합화물 운송철도의 장점을 극대화할 수 있는 활성 안 방안제시
- 고속화 복합운송 철도를 이용한 신사업모델 연구 및 제안

○ 고속화 복합화물 운송철도 고부가가치 품목별 수요 특성 분석기술 개발

- 고속화 복합화물철도 수송에 적합한 고부가가치 품목 산정 방법론 연구
- 정략적인 요소를 고려한 품목선정 방법론 개발 및 모듈 개발
- 고속화 복합화물 운송철도 수단선택모형 및 전환수요 추정연구
- 고속화 복합화물철도 장래 수요산출 및 타당성 평가 연구
- 고속화 복합화물철도의 장래 수요산출 및 경제성 결과 산출

㈏ 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발

○ 컨테이너 자동 상·하역 기술개발

- 고속화물 철도를 이용하여 수출입 화물과 향후 대륙 물류연계를 고려한 컨테이너 수송은 자동화 기술을 통해 화물을 신속한 이동을 지원할 수 있도록 기술을 개발함



[그림 2-116] 고속화 복합화물 스마트 자동상하역 개념도

○ 콜드체인, 비정형 소화물 자동 상·하역 기술개발

- 비정형 소화물 자동 상·하역 기술은 컨테이너를 제외한 택배, 신선 물류 등 규격화되지 않은 소화물의 자동 옮겨 싣기를 위한 기술임

○ 멀티모달 연계용 용기 상·하역 기술개발

- 타 수송수단과의 화물을 옮겨 싣기를 위한 용기 개발과 자동 상·하역이 가능한 이송설비의 개발

○ 이동 가능한 자동 상·하역 설비 기술개발

- 이동 가능한 자동 상·하역 설비 기술은 멀티모달 복합화물 인프라가 갖추어진 터미널 이외의 중간 정차역에서 화물 상·하역이 필요할 경우 이를 지원할 수 있는 이동형 상·하역 설비 기술임

○ 안전 및 적재효율 향상을 위한 화물 최적 배치 기술개발

- 안전 및 적재효율 향상을 위한 화물 최적 배치기술은 고속화물 열차의 주행 안전을 보장하고 적재 및 하역의 편의성을 높이기 위해 최적화 기술을 통한 화물적재 순서 및 위치를 결정하는 기술임

○ 고속화 복합화물 화차 전용 플랫폼 설계 및 구축 기술

- 고속화 복합화물 화차 전용 플랫폼 설계 및 구축 기술은 고속화 복합화물 화차를 취급하는 멀티모달 터미널에서 화물 상·하역 기술을 지원하는 플랫

폼 인프라 기술임

○ 화물종류별 수직 수평 이송시스템 기술

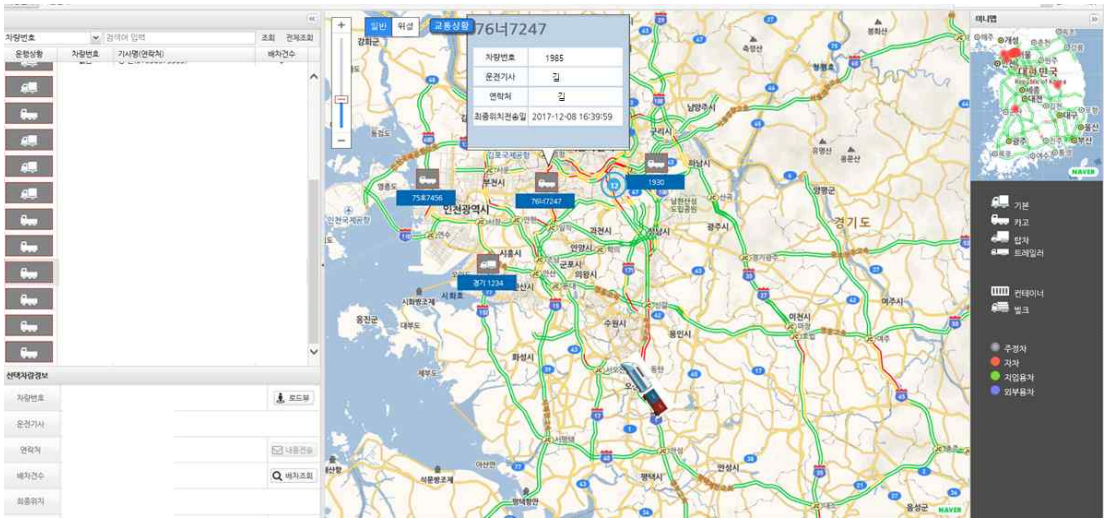
- 화물종류별 수직 수평 이송시스템 기술은 대형화물인 컨테이너뿐만 아니라 소화물의 수직 수평 이송이 필요한 경우 이를 지원하기 위한 기술로써 향후 도심 지하철과 연계되어 운영될 경우 역 구조로 인한 공간 확보가 부족한 경우 화물이송을 위해 필요한 기술임

○ 도심 철도운송 화물 환적 기술개발

- 도심 철도운송 화물 환적 기술은 간선 철도로 운영되는 고속화물 열차와 도심 지하 철도를 이용하는 점점이 되는 곳에서 필요한 환적 기술임

㉰ 고속화 복합화물 정보통합관리 플랫폼 기술개발

○ 화주용 애플리케이션 개발 통한 화물 도착 여부, 보관장소, 열차, 운전자, 트럭, 화물정보에 대한 실시간 모니터링 가능한 기술



[그림 2-117] 고속복합화물 통합 플랫폼 모니터링(예시)



[그림 2-118] 실시간 화물상태 모니터링(예)

○ 운전자용 애플리케이션을 통해 의왕ICD 등 주요 기점에 육상정보(차량 위치, 도착 예정정보, 예약정보)제공

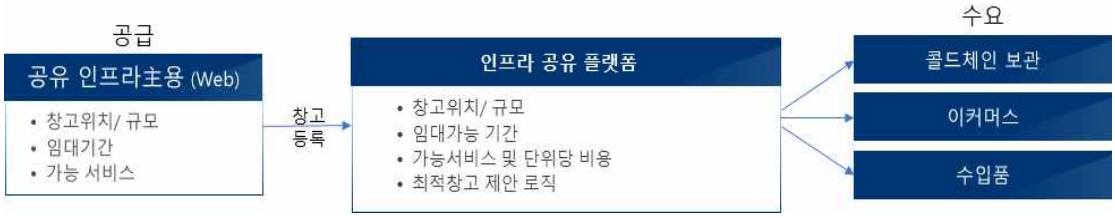


[그림 2-119] 운전자용 애플리케이션 통한 실시간 육상정보 및 예약 애플리케이션

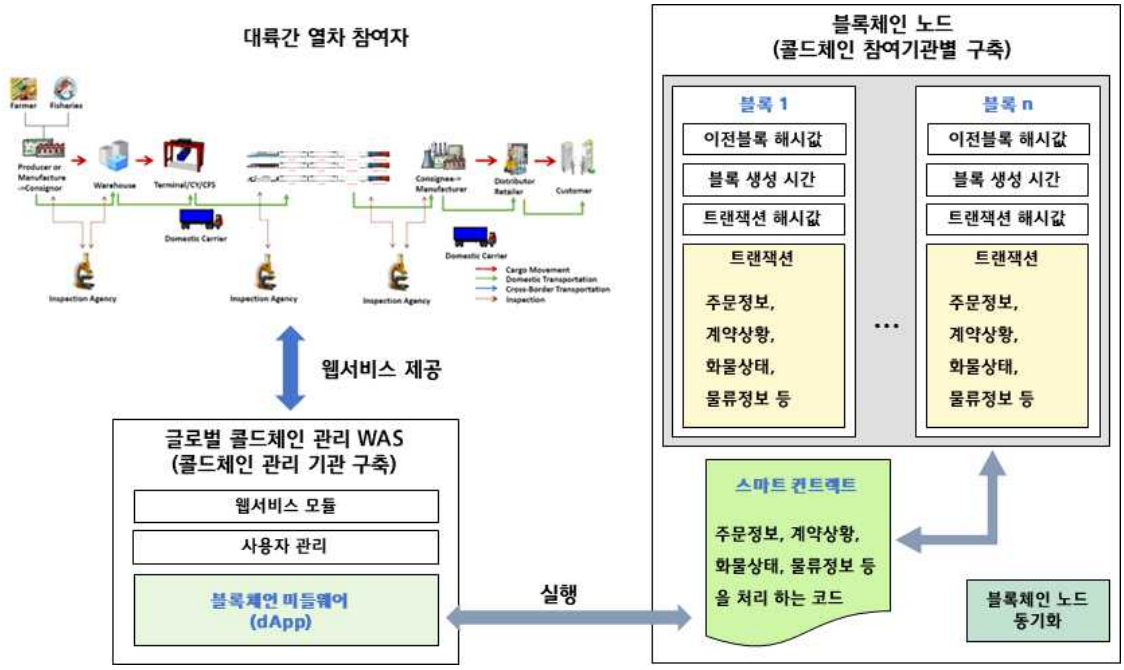
○ 인프라 공유플랫폼 통한 창고 위치/규모, 임대 가능 기간, 가능 서비스 및 단위당 비용, 최적 창고 제안 로직 제공

○ 대륙 간 열차 실시간 모니터링(열차, 화물 등), 세관 정보공유, 스마트 콘트랙트, 스마트인수증명 통한 고속복합운송 신뢰성 및 안정성 확보

○ 빅데이터 분석 기반 구축



[그림 2-120] 인프라 공유플랫폼



[그림 2-121] 대륙 간 열차 모니터링 및 블록체인 통한 스마트 컨트랙트, 인수증명

(다) 연구개발 필요성 및 정부 지원 필요성

① 연구개발의 필요성

○ 2019년 1~11월까지 우리나라는 수출 규모로 세계 7위이며 무역의존도 또한 높은 국가이나, 산업경쟁력의 잣대가 되는 물류 인프라 및 시스템은 그 교역 규모보다 미비한 실정임

- 우리나라의 물류 시장은 2016년 기준 약 159조 원/년 수준으로 매년 성장하고 있으며, 국제교역량은 약 958,9백만불(2019년 기준) 수준임(한국무역협회)

- GDP 대비 물류비를 살펴보면, 우리나라는 '16년 기준 9.74%로 미국 7%

일본의 8~9%(일본' 15년 기준)에 비해 상대적으로 높은 수준



출처: Koti, '국가물류비 조사 및 산정', 2019.1

[그림 2-122] 국가별 물류비 및 GDP 대비 물류비

- 물류경쟁력을 나타내는 LPI 평가에는 세계 25위 수준으로 교역량보다 상당히 낮은 수준이며, 특히 2012년 21위에서 2018년 25위까지 떨어져 물류경쟁력 향상이 시급한 실정임

<표 2-81> LPI 순위

구분	2010		2012		2014		2016		2018	
순위	국가	점수	국가	점수	국가	점수	국가	점수	국가	점수
1	독일	4.11	싱가포르	4.13	독일	4.12	독일	4.23	독일	4.20
5	룩셈부르크	3.98	네덜란드	4.02	싱가포르	4.00	싱가포르	4.14	일본	4.03
10	노르웨이	3.93	영국	3.90	일본	3.91	미국	3.99	핀란드	3.97
15	미국	3.86	룩셈부르크	3.82	홍콩	3.83	핀란드	3.92	뉴질랜드	3.88
20	대만	3.71	스페인	3.70	이탈리아	3.69	남아프리카 공화국	3.78	캐나다	3.73
21	뉴질랜드	3.65	**대한민국**	3.70	**대한민국**	3.67	이탈리아	3.76	노르웨이	3.70
22	이탈리아	3.64	노르웨이	3.68	오스트리아	3.65	노르웨이	3.73	체코	3.68
23	**대한민국**	3.64	남아프리카 공화국	3.67	뉴질랜드	3.64	스페인	3.73	포르투갈	3.64
24	아랍에미리트	3.63	이탈리아	3.67	핀란드	3.62	**대한민국**	3.72	룩셈부르크	3.63
25	스페인	3.63	아일랜드	3.52	말레이시아	3.59	대만	3.70	**대한민국**	3.61

출처: World bank

○ 우리나라의 산업구조는 국제무역에 크게 의존하고 있으며, 최근 들어 IT 산업의 수출량 증가 등 고부가 가치 화물의 수출비율이 지속해서 증가하고 있음

- 국가 미래 성장동력 산업으로 양성되고 있는 IT, BT, NT 산업 생산물의 물동량은 앞으로 더욱 증대될 것으로 예상함
- 이러한 물류품목의 특징은 가치보다 중량이나 부피가 작고 진동 등 외부충

격에 취약하거나, 적시에 신속한 수송이 요구되기 때문에 주로 국제 교역시 주로 항공을 통해 수송되고 있음

○ 최근 국내 택배 산업의 물동량의 경우 2018년 기준 25억 4천 3만 박스로 이는 2012년 약 14억 박스 대비 98.4% 증가하였으며, 2015년 이후 매년 10% 내외의 성장세를 보임

○ 이와 함께 식품류, 의약품과 같은 Cold-chain 물동량도 증가하고 있는데, 이들 역시 신속한 수송이 관건인 품목들이라 할 수 있음

- 택배수송은 주요지역에 터미널을 두고 Hub & Spoke 방식으로 대량수송과 Door-to-Door 수송방식을 결합하여 수송비용 절감과 운송시간 절감을 도모하고 있음
- 국내 Cold-chain logistics 주요품목인 농식품 수출입 물량은 2019년 기준 약 6천4백만 톤으로 의약품 등을 포함한다면, 물동량은 더욱 많은 것으로 추정됨

<표 2-82> 콜드 체인 품목 농식품 수출입 물동량 및 금액

(단위: 천 톤, 백만 USD)

년도	수출(중량)	수입(중량)	합계	수출(금액)	수입(금액)	합계
2010	3,104.0	47,177.8	50,281.8	5,880.0	25,787.2	31,667.2
2011	3,479.4	47,529.4	51,008.8	7,691.3	33,184.0	40,875.3
2012	3,914.4	51,365.9	55,280.3	8,006.1	33,424.7	41,430.8
2013	4,023.1	52,555.0	56,578.1	7,875.9	34,192.9	42,068.8
2014	4,306.8	53,290.3	57,597.1	8,249.7	36,140.2	44,389.9
2015	4,285.4	54,591.5	58,876.9	8,028.4	34,776.7	42,805.1
2016	4,486.6	55,485.7	59,972.3	8,592.6	34,462.4	43,055.0
2017	4,466.4	58,377.8	62,844.2	9,153.4	37,555.4	46,708.8
2018	4,815.4	61,192.4	66,007.8	9,300.3	41,421.5	50,721.8
2019	4,741.2	59,824.4	64,565.6	9,531.2	40,092.7	49,623.9

출처: KATI 농식품 수출정보

○ 한편, 우리나라의 육상물류수송(surface freight-transportation)체계는 도로에 크게 편중되어 있는데, 시간가치가 높은 화물은 대부분 공로로 수송되고 철도는 수송시간에 민감하지 않은 벌크화물이나 컨테이너 위주로 수송하고 있음

- 국내 택배 수송물량은 2018년 기준 약 254만 톤[8]으로 역시 전량 트럭으로 수송되고 있음

○ 간선 물류수송에서 공로에의 전격 의존은 도로정체 심화, 온실가스 배출, 유가 상승에 따른 물류비용 증가 등에 따른 높은 사회적 비용을 초래함

- 정부는 2020년까지 교통부문 온실가스를 34% 감축하도록 목표[9]를 제시하고 공로에서 철도로의 수단전환을 적극적으로 권장하고 있음
- 철도의 CO2 배출량은 백만ton-km당 13t으로 공로의 259t보다 1/20 수준임
- 물류비용에 직접적으로 영향을 끼치는 경유 가격은 2001년(644.58원)부터 2012년(1,806.34)까지 약 2.8배 상승하였으나 2008년 글로벌 외환위기 이후 유가보조금 제도가 생겨 운송비의 부담이 줄어 철도는 경쟁력을 잃었음.
- 2014년부터 세일 가스 등으로 인해 경유 가격은 2016년 35% 하락한 1,182.54원으로 유가보조금을 합하면 약 900원으로 수송비용에 대한 부담이 더욱 줄어 도로운송과 철도운송의 비용 차이가 더욱 벌어져 철도수송에 대한 경쟁력이 지속해서 약화하고 있음

○ 환경 및 에너지 문제는 앞으로도 더욱 심화할 예정이며 탄소배출권 등 강제적 의무이행의 요구에 대비해 저탄소 고효율에너지 수단으로의 이행이 시급한 사항임

② 정부 지원의 필요성

㉮ 기술개발투자의 시의성, 시급성('21년)

○ 국내 물류 시장의 성장과 다변화

- 우리나라 물류 소비 추세는 e-commerce, omni-channel을 통해 이루어지며, 맞춤형 소품종 소량생산·콜드 체인으로 바뀌었으나 철도 물류는 이에 대응하지 못하고 있어 이에 대한 대응책이 필요함
- 국내 물류 산업은 그 성장 속도보다 제도적 측면, 기술적 측면 및 인프라 수준이 열악하여 국내 물류 산업 매출액은 세계물류 시장 규모의 1%에도

8) 택배 물량은 box 단위로 집계되며, 통상적으로 1 box 당 1kg으로 환산
9) '제1차 지속 가능 교통물류 기본계획' (국토해양부, 2011년)

미치지 못하고 있음. 따라서, 국가 산업기반의 동맥 역할을 하는 물류 산업의 발전을 위해서는 적극적인 정부의 지원과 물류기술의 발전이 시급함

○ 물류비용 증가 및 도로정체 현상 심화

- 우리나라의 GDP 대비 국가물류비는 2000년대 이후 현재까지 9.74%대를 기록하고 있는데, 이는 8~9% 수준인 미국과 일본보다 매우 높은 수준임
- 유류비 및 물가 상승에 따라 물류비용은 2002년 87조 원에서 2016년 약 159.9조 원으로 연평균 4.5% 수준으로 증가하고 있으며 이 중 수송비가 67.74%를 차지하고 있음('15년까지 70% 이상이었으나 셰일 가스 등으로 인해 수송비가 감소됨)
- 트럭을 통한 공로의 단위수송비(원/톤·km)는 매년 6% 수준으로 증가하고 있으며, 우리나라의 차량 대수 당 도로연장비율은 낮은 수준으로 도로혼잡으로 인한 물류비증가가 더욱 심화할 것으로 전망됨
- 철도의 단위수송비는 도로의 1/7 수준으로 국가 물류비용의 절감 등 국가 편익 향상을 위해 여객부문뿐만 아니라 물류 부문에서도 Modal Shift를 위한 투자가 시급함

○ 일반철도노선의 여객열차의 고속화 투입에 따른 저속화물열차의 운행지연 문제 가속화 문제에 대한 시급한 해결 문제 대두

㉯ 정부 상위계획과의 부합성

○ 제3차 국가철도망 구축계획(2016-2025)에서는 철도망을 통해 산업단지 물류기점을 연결하는 대량수송 철도 물류 네트워크 구축, 핵심물류거점을 간선 철도망과 연결을 명시하고 있음.

○ 복합 일관수송체계 강화를 위한 철도운영시스템 개선을 위해 고속철도를 이용한 택배 및 특별수송체계 구축 등 철도시설을 활용한 복합물류 서비스 개선사업 발굴

○ 철도산업발전 기본계획(2011-2015)에서는 산단, 항만의 수송 모드간 연계 계획을 시행하여 철도화물분담률을 2020년까지 20%로 명시하고 있으며, 제4차 국토종합계획 철도시설 관련 계획에서 교통수단 간 유기적 연계성 및 통합교

통서비스 제공 미흡, 친환경 녹색 물류 달성을 위한 인터모달 구축 필요성을 언급하고 있지만, 구체적인 실행계획은 부재함

㉰ 국토부 주도의 개발 및 지원 필요성

○ 철도 물류 효율성 제고를 위한 인프라 구축으로 수출입 화물 집결지인 부산항, 광양항 등 주요 항만에 철도운송 접근성 개선을 위한 인입 철도건설, 국제경쟁력 강화를 위한 국제 물류거점의 지속 확충과 협력 체계구축

○ 철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률 제정(법률 제140-94호, 2016.3.22. 제정, 2016. 9. 23. 시행)에서 거점 화물역의 지정기준 및 비용지원 절차, 인입철도를 건설한 물류거점에 대한 기준, 철도 물류시설투자에 대한 비용지원 절차 등을 마련하도록 하고 있음

㉱ 정부 미지원시 문제점

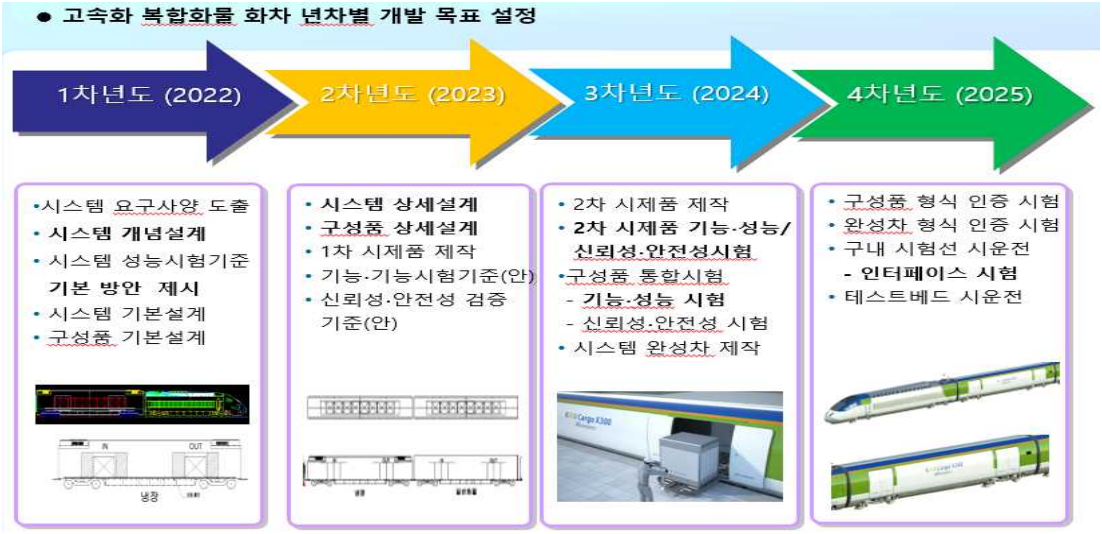
○ 정부 미지원 시 선로사용료, 운임, 정부 보조금과 연관된 재무성 확보, Time-slot 확보, 공공기반시설로서의 인프라 관리 및 운영에 대한 대책 해결이 어려워 고속화 복합화물 열차 사업이 실현 불가능함

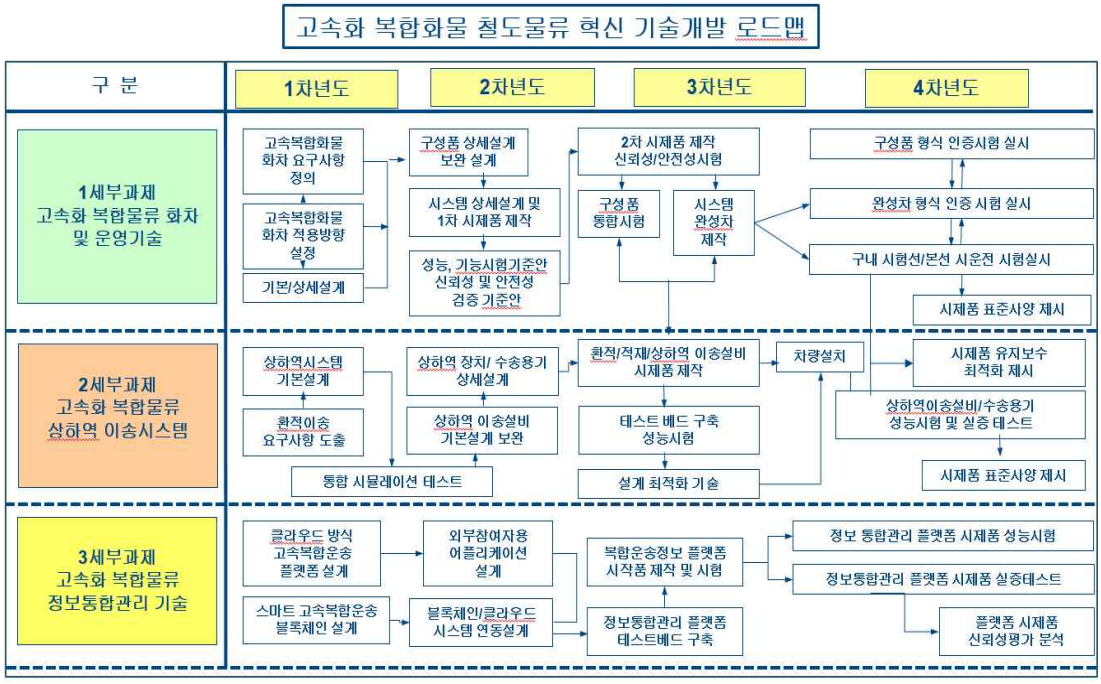
○ 물류는 다양한 과정이 유기적으로 연관되어 프로세스를 이루게 되는데, 일부 이해관계의 불균형으로 중간 병목이 일어나게 되면 전체 물류 흐름의 원활한 처리가 불가능하고 비용증가, 물류 시간 증가 등으로 효율성이 저하되는 특성이 있는바, 이를 조정하기 위해 연구개발 단계부터 정부의 지원이 필요함

(라) 연구개발과제 TRM

○ 고속화물철도 수송시스템(고속화 복합화물 열차) 연구개발사업은 과제의 규모 및 기술개발 소요시간을 고려하여 총 4년간 수행하는 것으로 계획하였음

○ 각 세부과제의 성과목표 및 산출물, 요소기술의 기능 및 시간적 연계를 고려하여 아래 그림과 같이 기술개발 로드맵(TRM)을 구성하였음





[그림 2-123] 고속화 복합화물 기술개발 로드맵

(마) 최종성과물 및 성과지표

<표 2-83> 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발 연구내용

과제	연구 단계	연구내용	성과물	비고
고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발	1차 연도	- 200km/h급 고속화 복합화물 시스템 화차 기본설계 , 구성품 기본설계	- 200km/h급 고속복합운송철도 고속화차 기본설계 도면, 구성품 상세설계	
		- 고속화 복합화물 운송 철도 물류 서비스 운영관리 지원시스템 기본설계	-고속복합운송철도 운영지원 시스템 기본설계 도면	
	2차 연도	- 고속화 복합화물 시스템 화차 시스템 상세설계 및 1차 시제품 단품제작	-고속화 복합화물시스템 고속화차 상세설계도면 및 1차 시제품 단품제작 유닛	
		- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 운영관리 지원시스템 상세설계 및 단품제작	-고속화 복합화물시스템 운영지원시스템 상세설계도면 및 단품제작 유닛	
	3차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 2차 시제품 제작 및 구성품 성능시험, 완성차 조합 기능시험 및 테스트 베드 구축 - 고속복합운송철도 운영방안 및 최소 서비스 수준 연구	-고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 시제품 세트 -테스트 베드 구축 -성능시험 성적서	
	4차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 시제품 형식승인시험 및 실증테스트 시운전 시험 연구 - 고속복합운송철도 활성화 방안 연구	-고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 시제품 실증 시운전 시험성적서	

<표 2-84> 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발 연구내용

과제	연구 단계	연구내용	성과물	비고
고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발	1차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재 장치 기본설계	- 화물 환적/적재 장치 기본설계 도면	
		- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 상 하역이송설비 및 수송용기 기본설계	- 상 하역이송설비 및 수송용기 기본설계 도면	
	2차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재 상세설계	- 화물 환적/적재 상세설계 도면	
		- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 상·하역 이송설비 및 수송용기 상세설계	- 상·하역 이송설비 및 수송용기 상세설계 도면	
	3차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재/상·하역 이송설비, 수송용기 시제품 제작 및 성능시험 - 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 테스트 베드 구축	- 이송설비, 수송용기 시제품 - 성능시험 성적서	
	4차 연도	- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 성능시험 및 실증테스트	- 성능시험 결과서 - 실증 테스트 결과서	

<표 2-85> 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발

과제	연구 단계	연구내용	산출물	비고
고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발	1차 연도	-클라우드 방식 고속·복합운송 플랫폼 설계	-고속화 복합화물 운송 플랫폼 개발 분석 및 계획 수립 -고속 복합 운송 플랫폼 개발 설계 -현장 요구사항 분석	
		-스마트 고속·복합운송 블록체인 설계	-클라우드 및 블록체인 방식 결정 위한 테스트(이더리움, 하이퍼 레저 패블릭 등 비교 분석) -스마트 컨트랙트 설계 -스마트 인수증명 설계 -현장 요구사항분석	
	2차 연도	-고속복합운송 외부 참여자용 어플리케이션 설계	-화주용 어플리케이션 설계 -운전자용 어플리케이션 설계	
		-블록체인, 클라우드 시스템 연동 설계	-클라우드, 블록체인 시스템 연동 설계	
	3차 연도	-고속 복합운송정보 플랫폼 시작품 제작 및 성능시험 -고속 복합운송 정보 통합 관리 플랫폼 테스트 베드 구축	-테스트 통한 피드백 요구조건 도출 -고속 복합운송 정보 통합 관리 플랫폼 시작품 고도화	
	4차 연도	-고속 복합운송 정보 통합관리 플랫폼 시제품 성능시험 및 실증테스트	-통합 테스트 베드, 공인 인증	

(바) 실용화 방안

① 시범사업 방안

㉮ 기본 시범사업 구간

○ 시범사업의 경우 유발 물동량이 많으며 벌크화물과 달리 전기, 전자 등의 고부가가치화물을 생산하는 대상지에 대하여 선정 시행

○ 전철화 노선이며, 화물 운송이 가장 활발한 노선인 경부선을 대상지로 선정함

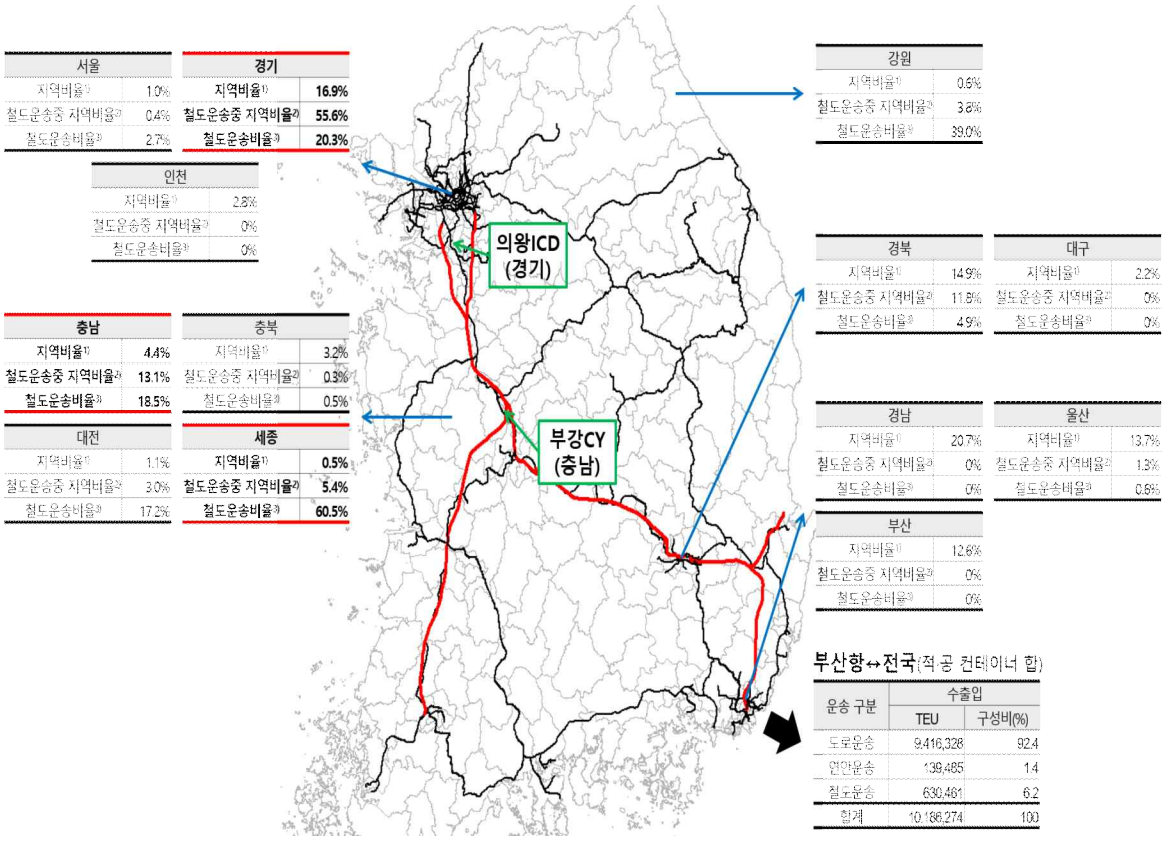
- 부산신항역에서 경부선 진입 시 회차, 입환 등의 별도 운전 취급이 필요하지 않음

- 전 구간 복선전철화가 완료되어 있어 전기기관차, 전기동차 투입이 가능하

며, 선로용량에 여유가 있을 것으로 예상함

- 연선 ICD, 양산ICD, 영남 ICD, 중부 ICD, 의왕ICD 등 철도 컨테이너 화물을 취급하는 내륙물류단지가 인접해 있음
- 2020년 1월 기준으로 하루 컨테이너 열차 76회 중 42%인 34회가 부산신항역을 출발하여 경부선에서 (부산신항~부강화물, 오봉, 삽교, 천안, 약목)에서 운행되고 있음

○ 부산항의 콜드 체인 물동량은 2014년 16,9천 톤에서 2018년 34,5천 톤으로 연평균 26% 증가하여 국내 최대의 물동량을 보이며, 인프라 시설인 냉동 냉장 창고 또한 122개로 전국 대비 15.9% 보관능력은 전국 대비 29.7%를 차지해 신규 화물대상인 콜드 체인 물동량 및 인프라가 갖추어 있어 시범사업 대상지로 적합함(해운 항만물류통계, 냉동냉장업 통계자료 인용)



[그림 2-124] 지역별 철도 컨테이너 화물 운송 비율

<표 2-86> 컨테이너 화물열차 운행 현황

시발역	주운행선	종착역	운행횟수	시발역	주운행선	종착역	운행횟수
군산	장항선	태금	2	부산진	경부선	부강화물	2
부산신항	경부선	부강화물	2			오봉	8
		오봉	22			삽교	2
		삽교	6			약목	2
		천안	2		중앙선	동해	4
		약목	2			문수	2
	경전선	황등	4	신광양항	전라선	동산	2
		순천	1			오봉	2
		흥국사	1			황등	3
	중앙선	동해	2			군산	1
		태화강	2	적량	전라선	동산	1
익산	전라선	적량	1	합계			76

출처: 철도물류정보서비스 – 화물열차 시간표(2020)를 바탕으로 수정

<표 2-87> 의왕시에서 유출/유입되는 철도 컨테이너 물동량

도착지역	컨테이너 물동량		비율	출발지역	컨테이너 물동량		비율
	(톤/년)	(TEU/일)			(톤/년)	(TEU/일)	
부산 강서구	1,719,038	336	70.13%	부산 강서구	1,306,374	256	70.70%
부산 동구	672,663	132	27.44%	부산 동구	446,528	87	24.17%
전남 광양시	50,496	10	2.06%	전남 광양시	93,300	18	5.05%
세종 세종시	8,910	2	0.36%	세종 세종시	1,440	0	0.08%
합계	2,451,107	480	100.00%	합계	1,847,642	362	100.00%

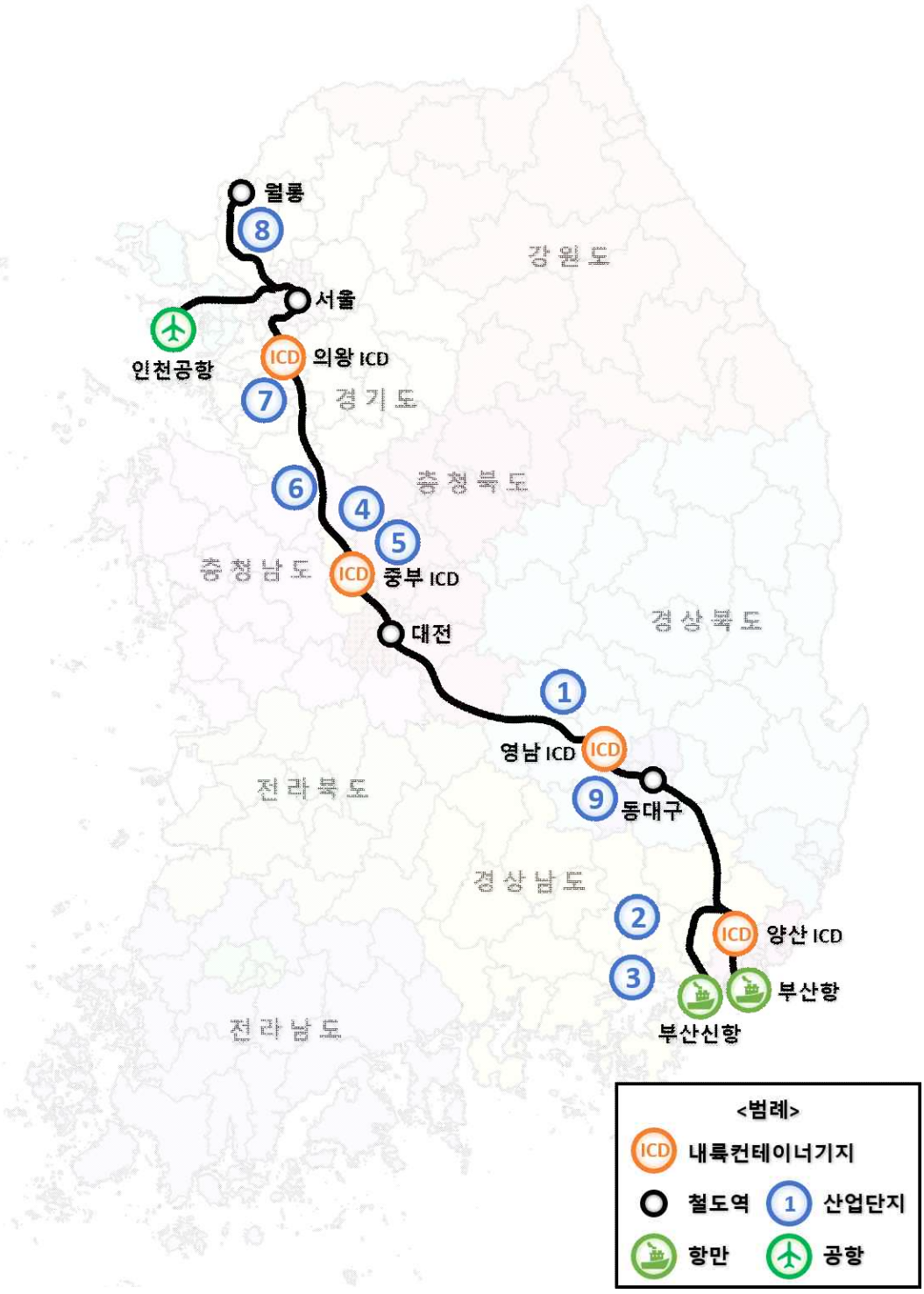
출처:『KTDB 전국 지역간 품목별 도로 물동량 OD』를 바탕으로 수정

<표 2-88> 부산광역시 강서구에서 유출/유입되는 철도 컨테이너 물동량

도착지역	컨테이너 물동량		비율	출발지역	컨테이너 물동량		비율
	(톤/년)	(TEU/일)			(톤/년)	(TEU/일)	
경기 의왕시	1,306,374	256	69.46%	경기 의왕시	1,719,038	336	58.20%
충남 예산군	169,254	33	9.00%	충남 예산군	420,990	82	14.25%
경북 칠곡군	90,330	18	4.80%	경북 칠곡군	171,036	33	5.79%
대전 대덕구	56,922	11	3.03%	전남 여수시	137,178	27	4.64%
세종 세종시	52,026	10	2.77%	경북 봉화군	96,252	19	3.26%
충남 천안시 서북구	50,196	10	2.67%	전북 군산시	92,698	18	3.14%
경북 봉화군	48,150	9	2.56%	세종 세종시	68,952	13	2.33%
전북 군산시	43,896	9	2.33%	대전 대덕구	65,676	13	2.22%
울산 남구	24,234	5	1.29%	충남 천안시 서북구	58,104	11	1.97%
전북 익산시	14,610	3	0.78%	울산 남구	57,384	11	1.94%
충북 옥천군	8,352	2	0.44%	전북 익산시	29,160	6	0.99%
전북 전주시 덕진구	7,416	1	0.39%	전북 전주시 덕진구	23,154	5	0.78%
전남 여수시	5,412	1	0.29%	충북 옥천군	8,046	2	0.27%
경북 영주시	3,480	1	0.19%	경북 영주시	3,294	1	0.11%
				전남 광양시	2,868	1	0.10%
합계	1,880,652	368	100.00%	합계	2,953,830	578	100.00%

자료:『KTDB 전국 지역간 품목별 도로 물동량 OD』를 바탕으로 수정

○ 호남선의 경우 영향권 지역인 광주 및 군산 등 지역에 대부분 중량화물 화주들이 위치해 시범사업 구간으로는 적합하지 않아 경부선을 대상으로 선정을 하였으며, 서울에 인접한 산업시설에 대해서는 고려를 하지 않음



[그림 2-125] 주요 수요 발생지역 위치 현황

<표 2-89> 주요 수요 발생지역 특성

구분	산업단지명	주요 입주기업	주요 생산 품목
1	구미 국가산업단지	LG디스플레이 LG이노텍	전기,전자
2	창원 국가산업단지	LG전자, STX메탈	기계, 조립금속
3	마산 자유무역지역	㈜노키아티엠씨 한국소니전자	기계, 전기전자
4	청원오창 과학산업단지	파워로직스,SFC	전기,전자
5	청주 일반산업단지	하이닉스,LG전자	전기,전자
6	아산 탕정테크노산업단지 천안 산업단지	삼성전자, 삼성SDI	전기,전자
7	화성 일반산업단지	삼성전자	전기,전자
8	파주 LCD산업단지	LG전자,LG디스플레이	전기,전자
9	대구 달성산업단지 대구 성서산업단지	동아제약,쌍용머티리얼 중소섬유업체	기계, 섬유

○ 선정된 산단은 대부분 전기, 전자, 기계금속과 같은 소량 다품종의 고부가가치 화물 생산지로서, 해당 화물은 국가 주요 수출화물 품목이며 수송에 있어 민감도와 신속성이 요구되는 특성을 보임

○ 시범사업의 효과적인 운영을 위해 충분한 물동량을 보장하며, 수출입 활동이 많아 공항과의 수송빈도가 많은 산단을 파악하기 위하여 '군장국가산업단지 인입 철도 건설사업 예비타당성조사(2001, KDI)'와 '국가교통 수요조사 및 DB 구축사업(2008, KOTI)'을 근거로 추정하였음

○ 특히 산업단지별 연간 항공수출 화물 물량은 각 산업단지의 생산 및 수출 금액 비율을 이용하여 내수물량 및 수출물량을 구분하고 그 후 항공/항만 수출 비율을 이용하여 수단별로 추정함

○ 고속화 복합화물 열차 시범사업을 수행하기 위하여 충분한 물동량 확보가 가능한 부산신항-오봉(의왕ICD) 간 시범사업을 추진하도록 함

○ 고속화 복합화물 열차의 목표 표정속도는 120km/h 이상으로 설정

<표 2-90> 2019년 부산신항역 출/도착 컨테이너 물동량

출/도착역	출/도착역	컨테이너 물동량		점유율
		(톤/년)	(TEU/년)	
부산신항역	오봉역	2,821,654	271,348	57.47%
	삽교역	752,038	67,269	14.25%
	약목역	325,049	26,202	5.55%
	흥국사역	284,208	18,040	3.82%
	석포역	202,476	14,814	3.14%
	울산항역	236,203	14,001	2.97%
	두정역	254,450	13,897	2.94%
	군산역	174,539	11,453	2.43%
	신탄진역	127,651	10,976	2.32%
	부강화물역	59,379	6,456	1.37%
	동산역	67,495	4,680	0.99%
	동익산역	91,765	4,200	0.89%
	소정리역	81,753	4,140	0.88%
	충주역	18,156	2,848	0.60%
	옥천역	10,621	1,540	0.33%
	문수역	4,528	320	0.07%

출처: 철도 물류 정보서비스 - 물류수송통계

<표 2-91> 사업 시행 시/미시행 시 수송시간 및 수송 속도(예시)

사업 미시행 시/시행 시 수송시간 및 수송속도			
미시행 (도로)	<도로 수송> 부산신항 372km 의왕ICD 279분	거리	372km
		시간	279분
		운행속도	中
	부산신항 278km 중부ICD 209분	거리	278km
		시간	209분
		운행속도	中
미시행 (철도)	<철도 수송> 부산신항 402km 의왕ICD 부산신항역 283분 오봉역	거리	402km
		시간	283분
		운행속도	中
	부산신항 292km 중부ICD 부산신항역 306분 부강역	거리	292km
		시간	306분
		운행속도	下
시행 (철도)	<철도 수송> 부산신항 292km 중부ICD 110km 의왕ICD 부산신항역 146분 부강역 55분 오봉역	거리	402km
		시간	201분
		운행속도	上

○ 고속화 복합화물 열차 운영 시 다음과 같은 통행시간 개선 효과가 발생할 것으로 예상함

<표 2-92> 고속화 복합화물 열차운행 시 통행시간 개선 효과

구분	수단	부산신항~의왕ICD	부산신항~중부 ICD
미시행 시	도로 운송	279분	209분
	철도운송	283분	306분
시행 시	철도운송	201분	146분
개선 효과 (도로 운송 대비)		78분(28%)	63분(30%)

㈏ 시범사업 구간의 확장

○ 수색역 일대는 차량기지와 다수의 물류 운영사업자 물류센터가 산재해 있어 장래 철도물류기지로의 발전을 기대할 수 있는 곳임



[그림 2-126] 수색역 인근 현황

○ 「제1차 철도 물류 산업 육성계획(2017-2021)」(2018, 국토교통부)에서는 “대량화된 국제철도화물 운송에 적합하도록 물류시설을 개량하고, 수도권에 철도 물류거점 조성 검토”의 목적으로 수색역 종합물류 기지 조성을 제시하였으며, 철도 종합물류 기지 조성에 6,777억 원을 투자하는 것으로 계획함

- 수색역이 자리 잡은 서울 은평구 또한 “대북 진출의 전략적 전진기지, 통일시대 국제화물 운송거점”으로서 수색역과 디지털미디어시티역을 통합역사화해 지하화하는 방안을 추진 중[10)]

○ 수색역에 철도 물류기지가 조성 시 수도권 철도 물류 접근성 향상, 최적화된 스마트 상하역 시스템 구축 등이 기대됨

- 수색역에서 반경 25km 이내에 서울시 전역이 포함되어 수도권 철도 물류 접근성 향상
- 철도운송 후 도로운송을 통해 최종목적지까지 도달하는 시간이 단축됨으로써 수도권 철도 물류경쟁력의 비약적인 향상이 기대됨
- 기존 철도 물류기지는 개별 상황에 따라 본 기획과제에서 제시하는 스마트 상하역 시설의 설치가 곤란하거나 효율이 감소할 수 있으나, 신규 철도 물류기지 조성 시 설계단계부터 고속·복합운송 철도물류시스템과 최적화 가능

○ 또한, 인천공항발 고속철도(ATX) 구상은 연계 가능성이 매우 커 시범사업 확장 후보지로 적합함

- 인천공항발 고속철도(ATX) 구상은 인천발 고속철도를 인천공항 화물청사역으로 연장하고, 수인선/경강선(월곶~판교선)을 거쳐 전국으로 연결하는 구상

10) 「수색·DMC역, 통합·지하화...'서울북부역'으로 확대 추진」(2020.08.18., 서울경제)



[그림 2-127] 인천공항발 고속철도(ATX) 노선도



[그림 2-128] 인천공항발 고속철도(ATX) 노선도 상세

출처 : 「AIRPORT TRAIN EXPRESS, ATX 연결구상」(인천국제공항공사 내부자료, 2020)

○ 콜드 체인, 소부장비, 살아있는 동식물, 예술품 등 AIR-RAIL 화물수송(年 36만 톤 목표)

- 여객/화물 병용수송을 통해 운임을 7만 원/톤 이내로 낮춰 화물차와의 경

쟁력 확보한다는 목표를 갖고 있음

<표 2-93> 인천공항 수출화물의 시·도별 기점

지역	물동량	비율	지역	물동량	비율
경기	238,100	35.4	울산	9,437	1.4
인천	109,766	16.3	광주	7,733	1.1
서울	102,902	15.3	대전	4,954	0.7
경북	39,118	5.8	전북	3,889	0.6
충남	38,386	5.7	제주	3,593	0.5
경남	37,199	5.5	전남	3,317	0.5
충북	28,439	4.2	강원	3,248	0.5
부산	26,491	3.9	세종	2,323	0.3
대구	13,750	2.0	전체합계	672,645	100.0

출처: 인천국제공항공사 내부자료

○ 인천공항발 고속철도(ATX)의 화물 운송전략은 다음과 같음

- 여객/화물 병용수송을 기본으로, 일부 화물전용 추진
- 아웃바운드 수송(인천공항 → 수요처)은 화물터미널 및 공항 물류단지와 화물청사 역 차량기지를 연결하는 화물전용 인입선 이용
- AIR-RAIL 물류수송모델은 여객수송 Non-Peak 시간 등 활용 가능
- 인바운드 수송(지역생산거점 → 인천공항)은 Block Train 형태로 지역 거점 GDC 역할을 하는 대형 물류창고와 연계된 제한된 역에 정차

○ 인천공항의 경우 장래 서해선을 통해 호남과의 연계 또한 쉬움

② 시제 차량 고속화 복합화물 화차 형식 승인 추진방안

○ 형식 승인 신청한 차량의 적용 기술기준은 고속철도 차량 기술기준을 대상으로 하였으며, 이 중에서 화차 관련된 부분만을 적용대상으로 한정

○ 설계 적합성의 입증은 기술기준 항목별 제시하는 설명서, 도면, 해석서, 기술검토서 등을 바탕으로 하며, 검사업무를 수행하면서 일부 항목은 협의로 조정할 수 있으며, 입증방법에 대해 신청자와 검사기관의 의견 차이가 있는 일부 항목의 경우 다른 항목 형식 승인 검사 진행하면서 협의 후 검사 진행 추진함

○ 합치성 검사는 설계 적합성 검사의 결과에 따라 기술항목별 실시 여부 및 범

위를 결정하며 기술항목별 가능한 경우는 합치성 검사와 형식시험을 동시에 수행할 수 있음

○ 형식시험의 부품시험은 형식 승인 신청 대상 차량이 고속철도 차량 기술기준에 따름

○ 형식승인검사에서는 안전품목검사를 수행하지 않지만, 본 프로젝트가 형식 승인만 진행 예정이므로 고속화차에 해당하는 안전품목검사 대상 항목들은 형식 승인 단계에서 수행하기로 함

○ 본 고속화차 형식 승인 과제에서 추가로 시험하는 부품시험, 안전품목검사에 해당하는 시험 등 고속철도 차량 기술기준을 적용하며, 주행 안전성 시험은 2016년 제13회 철도기술심의위원회 심의를 통해 축 중 225kn, 최고속도 120km/h 이하의 특수차량은 단순화 방법을 적용하도록 임시기술기준이 제정되됨. 본 차량은 고속화차 형식에서 별도의 방법을 마련하여, 시험절차서에 시험대상 차량이 이 기준을 만족하는지가 반영되어야 함

○ 각 시험 항목들은 설계 적합성 검사 결과, 승인기관 및 발주와의 협의에 따라 조정될 수 있으며, 또한 설계 적합성 검사 결과에 따라 상세한 합치성 검사 및 형식시험 절차서를 협의 및 작성함

<표 2-93> 고속화 복합화물 열차 설계 적합성 입증방안 검토 결과

적합성 평가항목	적용 여부 및 검토사항	신청자 제안 입증방법	검토 결과
3.2.1 차량한계			
1) 차량한계	기존의 철도 차량한계를 참조하고 일반철도차량 기술기준을 적용한 차량한계로 설계를 수행하여, 제작된 차량의 차량 한계시험으로 입증	차량 한계시험	정적한계 : 차량한계 측정시험, 도면 동적한계 : 계산서(또는 해석서)
2) 차량중량	설계단계에서 차량중량계산서를 작성하고, 차량 중량 측정시험으로 입증	중량 계산서 중량측정 시험	좌동
3) 중량분포	설계단계에서 차량중량분포계산서(중량포함)를 작성하고, 차량 중량 측정시험으로 입증	중량 분포계산서 중량측정 시험	좌동
4) 차량구조	차량일반도, 언더프레임 조립도 도면으로 입증	차량구조시험	시험 및 도면
5) 차량표시	차량표기 도면으로 입증	관련도면	도면

적합성 평가항목	적용 여부 및 검토사항	신청자 제안 입증방법	검토 결과
3.2.2 주행안전			
6) 차량-선로 작용력	대차 동특성 해석을 통하여 검증	동특성 해석 보고서	좌동
7) 윤중 감소량	대차 동특성 해석을 통하여 검증	동특성 해석 보고서	좌동
8) 횡압	대차 동특성 해석을 통하여 검증	동특성 해석 보고서	좌동
9) 탈선계수	대차 동특성 해석을 통하여 검증	동특성 해석 보고서	좌동
10) 전복방지	해당 차량은 무게중심이 낮아 전복우려가 없음	해당사항없음	좌동
3.2.3 충돌안전	승객이 위치한 부분에 대하여 규정하고 있으므로 해당 사항 없음	해당사항없음	
3.2.4 화재안전	규정된 "기관사, 열차 승무원 도는 승객이 탑승하는 동력차, 객차 등의 철도차량"이 아니므로 해당사항 없음	해당사항없음	
3.2.5 전기안전	전기 관련 설비 검증	전기설비 검토보고서	좌동
3.2.6 위험도분석	규정에 "신규로 제작 조립 수입되는 기관사 승무원, 또는 승객이 탑승하는 동력차, 객차" 에 대하여 실시한는 것으로 되어 있어 해당 사항 없음	해당사항없음	
3.2.7 철도소프트웨어	소프트웨어 설비가 없으므로 해당사항 없음	해당사항없음	
3.3 성능			
3.3.1 운행조건	기 납품 운용 차량과 동일한 형식으로 미해당 되는 것으로 판단됨.	해당사항없음	발주사양 확인
3.3.2 운행성능			
1) 최고속도	편성열차 구성 검증	편성시스템 검토보고서	좌동
2) 역행성능	동력차 성능시험 검증	동력차 성능검토서	좌동
3) 제동성능		제동시험	제동시험 제동거리계산서
4) 집전성능	집전설비 성능시험 검증	집전성능시험검토서	좌동
5) 열차주행저항	시스템 성능시험 검증	성능시험 검토서	좌동
6) 진동	영공차 조건 협의하여 시험으로 입증	진동시험	기술검토서
7) 승차감	승객이 탑승하지 않으므로 미해당	해당사항없음	
3.4 인터페이스			
3.4.1 차량-전력	전력장치 성능시험 검증	전력성능 검토서	좌동
3.4.2 차량-신호	신호장치가 없으므로 미해당	해당사항없음	
3.4.3 차량-통신	통신장치가 없으므로 미해당	해당사항없음	
3.4.4 차량-궤도			기술검토서

적합성 평가항목	적용 여부 및 검토사항	신청자 제안 입증방법	검토 결과
3.4.5 차량-기관사	운전실 없음으로 미해당	해당사항없음	
3.5 운영 및 유지관리	유지보수종류, 부품의 교체, 세부 시행 방법 정보 제공	유지보수 매뉴얼	좌동
3.5.1 유지보수 기준		유지보수 매뉴얼	좌동
3.5.2 유지보수를 위한 자료			
1) 일반자료		유지보수 매뉴얼	좌동
2) 유지보수 자료		유지보수 매뉴얼	좌동
3) 운행관련 자료		유지보수 매뉴얼	좌동
4) 리프팅 도해 및 지침		유지보수 매뉴얼	좌동
5) 구조 관련자료		유지보수 매뉴얼	좌동
3.6 운용한계			
3.6.1 안전운행	제4장(주요장치별 기준) 조항들의 기능 및 기술 규격들을 충족 3.2.1(차량한계)과 3.2.2(주행안전)의 기능 및 기술 규격을 충족	구체 구조해석 보고서 대차 구조해석 보고서 대차 동특성 해석 보고서	좌동
3.6.2 보건	산업안전보건법시행령 제29조 제1항에 규정된 유해물질을 함유하는 재료 포함여부	제륜자 비석면 시험 성적서	좌동
3.6.3 소음	자체 소음원이 포함되어 있지 않으며, 승객이 탑승하지 않음. 화차는 자체 동력원이 없어 화차만의 소음 측정이 불가능	해당사항없음	
3.6.4 구원운전		해당사항없음	
제4장 주요장치별 기준			
4.1 일반사항			
4.2 차체 및 설비			
1) 구조체 설계	구조체 설계 적합성은 구조해석 및 하중시험으로 대체 가능한 것으로 판단	구체 해석 보고서 구조체 하중 시험	좌동
2) 구조체 안전		구체 해석 보고서 구조체 하중 시험	좌동
3) 실내설비	실내설비 성능검토서	실내성능 검토서	좌동
4) 리프팅		차체 리프팅 시험	기술검토서
5) 장애물 제거기	운전실이 설치된 철도차량이 아니므로 미해당	해당사항없음	
6) 부식억제	같은 강재 재질 부품으로 해당사항 없음	해당사항없음	
7) 출입문	출입문 성능검토서	출입문성능 검토서	좌동

적합성 평가항목	적용 여부 및 검토사항	신청자 제안 입증방법	검토 결과
8) 승무원출입문	승무원 출입문 없음으로 미해당	해당사항없음	
9) 차량간 통로문	차량간 통로문 없음으로 미해당	해당사항없음	
10) 냉난방환기장치	냉난방 환기장치 없음으로 미해당	해당사항없음	
11) 등구류	등구류 없음으로 미해당	해당사항없음	
12) 의자 및 선반	의자 및 선반 없음으로 미해당	해당사항없음	
13) 전면유리창	전면유리창 없음으로 미해당	해당사항없음	
14) 측면유리창 및 기타 유리창	유리창 없음으로 미해당	해당사항없음	
15) 운전실 및 비상탈출구	운전실 없음으로 미해당	해당사항없음	
16) 승객용 비상 출구	승객이 없음으로 미해당	해당사항없음	
17) 경적	경적이 없음으로 미해당	해당사항없음	
18) 열차비상용품	미해당-화차기술기준안에 해당없음으로 제안	해당사항없음	
19) 고압가스 운송차량 특수장치	해당사항없음	해당사항없음	
4.3 주행장치			
1) 주행장치 설계	3축대차는 해석을 통해 입증하는 것으로 되어 있음(5.2.3)	동특성 해석 보고서	좌동
2) 주행장치틀	강도평가, 정하중시험, 피로시험 및 선로주행시험으로 평가 다만, 선로주행시험은 신소재 또는 유사 사례없는 경우 실시	구조해석 보고서 정하중 시험 피로 시험	구조해석보고서, 기술검토서
3) 윤축 및 차륜특성	압입성적서및 설명서로 입증	차축 설명서 차륜 설명서 차축강도 계산서 압입성적서	좌동
4) 축상조립장치	베어링 수명계산과 어댑터 키 구조로 분리방지구조 입증	베어링 수명 계산서 관련도면	좌동
5) 현가장치		대차 스프링 설명서 대차 스프링 강도계산서	좌동
6) 구동장치	구동장치 없음으로 미해당	해당사항없음	
4.4 제동장치		14" 제동통 설명서 화차용 막판식제동장치 설명서 제동거리 계산서 수용제동력 계산서 제동 자동 조절기 계산서	좌동
1) 제동장치 설계		관련도면 제동시험	좌동
2) 제동 요구사항		관련도면	좌동

적합성 평가항목	적용 여부 및 검토사항	신청자 제안 입증방법	검토 결과
		제동장치시험	
3) 비상제동		관련도면 제동시험	좌동
4) 상용제동		관련도면 제동시험	좌동
5) 주차제동		수용제동력 계산서	좌동
6) 기초제동		관련도면 제동시험	좌동
7) 압축공기 공급장치	압축공기 공급장치 없음으로 미해당	해당사항없음	
8) 활주방지	활주 방지 기능 없음	해당사항없음	
9) 제동상태 표시	향후 요구 시 반영	해당사항없음	
4.5 추진장치	해당 사항 없음	해당사항없음	
4.6 보조전원장치	해당 사항 없음	해당사항없음	
4.7 차상신호장치	해당 사항 없음	해당사항없음	
4.8 종합제어	해당 사항 없음	해당사항없음	
4.9 연결장치			
1) 연결기		자동연결기 설명서 연결기 수진각 계산서	좌동
2) 통로연결장치	통로연결장치 없음으로 해당사항 없음	해당사항없음	-

(사) SWOT 분석


Strength
• 화물수송의 정시성 확보
• 화물수송의 신속성 보정
• 복합물류서비스 제공
• 고부가 가치 다양한 화물이송 처리
Weakness
• 물류거점기지와의 연계기인프라 한계
• 지역별 수송가능 화물품목의 차별성 공급
• 고속여객열차 중심의 철도수
SWOT
Opportunity
• E-commerce 거래시장증가
• 택배, 신선물류 시장 물동량 증대
• 미세먼지, 친환경 녹색교통정책에 따른 철도 투자 활성화
• 수단전환지원금 증대
• 도시권 중심의 화물차 통행금지 구간 점진적 확대
Threat
• 낮은 표정속도, 정시성으로 인한 철도화물 서비스에 대한 선입견 극복
• 기존 화물운송체계 및 산업계의 반발
S-O 전략
▪ 고속화 복합화물열차 수단을 기반으로 하는 서비스 모델 개발 및 지속적인 타 수단간 연계 전략 수립
S-T 전략
▪ 일관 복합운송 수단연계 방안 구축
▪ 테스트베드 구축 연구를 통한 혁신적인 철도물류의 새로운 패러다임에 대한 적극적인 이해관계 설득 및 협력
SWOT 전략
W-O 전략
▪ 고부가가치 화물품목을 적재할 수 있는 수송수단 시스템을 구축하여 도로이용 화주의 철도전환 수요를 창출하고 증대화 함.
▪ 신속성, 정시성, 안전성을 확보한 고속화 고품질 서비스 전략을 수립하여 새로운 시장의 윈윈전략 수립
W-T 전략
▪ 고속화 철도네트워크 기반의 철도화물 영업 체제도입으로 타 수간간에 협력 및 지원 방안 수립

(아) 연구추진 일정계획

연구년차	연구내용	추진 일정															
		1차연도				2차연도				3차연도				4차연도			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1차년도	1. 고속복합운송철도 수송에 적합한 고부가가치 품목선정 방법론 연구	■	■														
	2. 고속화 복합화물 화차 기본설계(경량차체, 대형도어 등)			■	■												
	3. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재 장치 기본설계			■	■												
	4. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 상하역플랫폼 기본설계		■	■	■												
	5. 고속화 복합화물 정보 통합 관리 플랫폼 기술 기본설계		■	■	■												
2차년도	1. 고속화복합운송철도 장래 수요 산출 및 평가 연구					■	■	■	■								
	2. 고속화 복합화물 시스템 화차 상세설계 및 1차 단품제작					■	■	■	■								
	3. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 운영관리 지원시스템 상세설계 및 단품제작					■	■	■	■								
	4. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적 설비 상세설계					■	■	■	■								
	5. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 적재설비 상세설계					■	■	■	■								
	6. 고속화 복합화물 정보 통합 관리 플랫폼 어플리케이션 및 클라우스 블록체인 연동시스템 설계					■	■	■	■								
3차년도	1. 고속화 복합화물 운영방안 및 최소 서비스 수준 연구									■	■	■	■				
	2. 고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 2차 시제품 제작 및 테스트베드 구축									■	■	■	■				

연구년차	연구내용	추진 일정															
		1차연도				2차연도				3차연도				4차연도			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	3. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재/상하역 플랫폼 시제품 제작 및 성능시험									━	━	━	━				
	4. 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 인프라 테스트베드 구축									━	━	━	━				
	5. 고속화 복합화물 철도 물류 성능시험 기술기준(안), 시험 규격(안) 입증 시험방안 수립											━	━				
	6. 고속화 복합화물 정보 플랫폼 시작품 제작 및 테스트베드 구축									━	━	━	━				
4차년도	1. 고속화 복합화물 운송철도 활성화 방안 연구													━			
	2. 고속화 복합화물 운송 철도 물류 고속화차 시제품 성능시험 및 실증테스트 연구														━	━	━
	3. 고속화 복합화물 운송 철도 물류 서비스 종합 성능시험 및 실증테스트														━	━	━
	4. 시험결과정리 및 최종보고서 작성																━
	5. 고속화 복합화물 운송 정보 통합관리 플랫폼 시제품 성능 인증 및 통합 테스트														━	━	━
연차별 연구비		5,372 백만원				7,970 백만원				6,581 백만원				6,641 백만원			
총 연구비		26,564 백만원															

(자) 예상되는 본 연구 소요예산

[백만 원]

연구내용		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	계
1. 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술 개발		2,000	3,190	2,500	2,482	10,172
2. 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상하역 기술개발		1,300	1,800	1,680	1,500	6,280
3. 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발		730	989	757	1,000	3,476
총 연구비	정부	**4,030**	**5,979**	**4,937**	**4,982**	**19,928**
	민간	1,342	1,991	1,644	1,659	6,636
	계	5,372	7,970	6,581	6,641	26,564

(차) 성과의 활용방안

① 기술적 측면

- 국가의 차세대 성장동력 산업인 IT, BT, NT 및 부품 소재 산업의 긴급성, 민감도, 기회비용이 높은 화물에 대한 수송 안정성 및 신속성을 보장하는 정부 주도의 혁신적 철도화물 수송 기술개발
- 철도부문에 고속화 스마트 상·하역시스템 기술을 도입함으로써 환적에 걸리는 시간, 인력 등을 최소화하며, 타 운송수단과의 연계기술을 향상
- 여객수송에 편중된 고속화 철도 수송기술을 화물수송 분야까지 확장함으로써 국내 철도수송기술의 비약적 향상 도모
- 스마트 철도물류 상·하역 장비, 화물정보시스템 등 일부 개발기술은 고속복합운송시스템뿐만 아니라 일반 화물철도, 공로, 항공, 항만 등 폭넓은 물류수송 분야에 적용 가능
- 고속화 복합화물 운송철도 수요 특성분석 기술개발로 실질적인 수요에 따른 운송 계획에 기초자료로 활용이 가능
- 운영노선 및 정차역 변화에 따른 수송 수요예측이 가능하며, 이에 따른 수송계획의 수정 및 변경이 가능
- 남북철도 개통 및 유라시아 철도와 연계를 통한 수송 수요 및 수송수단의 변화 분석이 가능

- 고속화 복합화물 운송철도 이외의 화물 운송 철도에 대하여 보더 세분된 품목에 대하여 경로 변화, 수단변화, 경제성 분석 등의 분석이 가능
- 투자평가지침, 예비 타당서 표준지침 등에서 사용하고 있는 화물철도 수단 선택모형의 최신화 및 변경이 가능
- 고속 · 복합운송철도 운송에 있어 변화가 필요한 열차 시스템, 환적기술 등의 기술개발의 가이드라인은 제시하여 더욱 효율적인 기술개발을 추진할 수 있음
- 일반적인 시스템의 변화가 아닌 실제 고속화 복합화물 운송철도의 활성화를 위한 환적의 최소화, 최적의 운행계획 등의 적용에 가능
- 고속화 복합화물 운송철도 활성화 방안 연구
- 국내 택배물류시스템의 신규사업 추진방안 방향 제시
- 수출입 운송시스템 최적화와 고속화 복합화물 운송철도 도입에 따른 사업 방향제가 가능

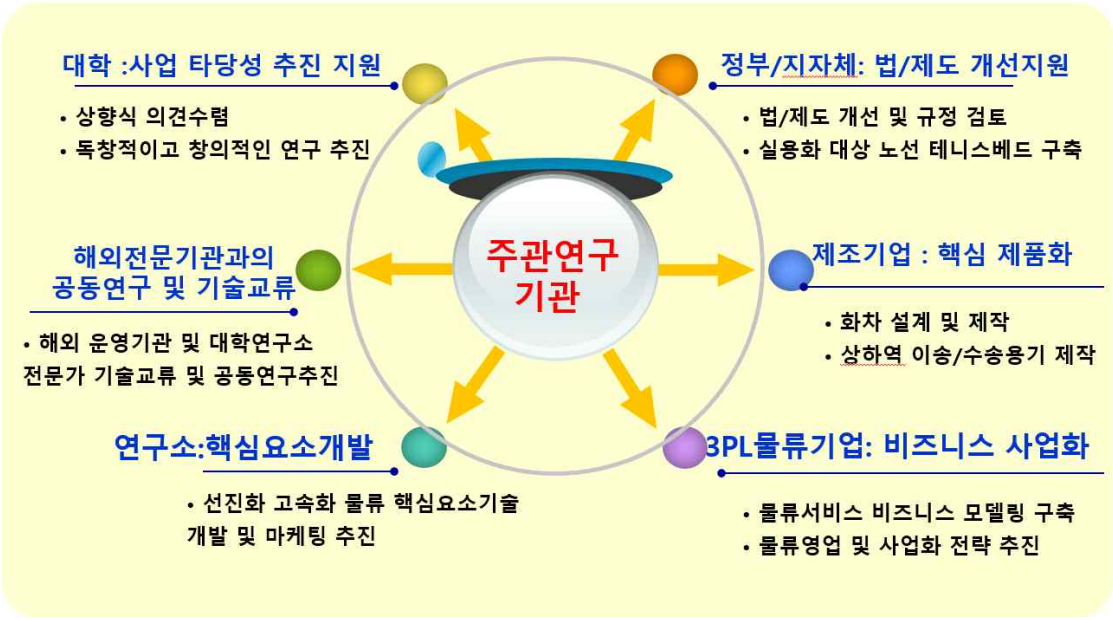
② 경제·산업적 측면

- 기존 벌크화물 위주에서 고부가 가치 상품으로 철도수송의 스펙트럼을 넓혀 철도화물 시장 활성화
- 고속화 철도노선의 정시성, 신속성, 대량수송을 통한 물류 인프라 및 수송 서비스 향상으로 국내·외 물류시장 점유율 향상
- 고속철도기술 경쟁력 향상으로 해외 고속화물철도 사업 진출을 위한 유리한 위치를 선점하고, 국내 고속철도기술을 수출함으로써 토목, 건축, 기계 등 전 분야에 걸친 시너지효과 기대
- 국내 철도의 효율적 운영을 통하여 운영 적자 폭을 감소시켜 철도의 공공성 증진에 기여
- 효율적인 환적화물 처리 및 운송수단 간의 신속한 연결을 통하여, 세계 경제 중심으로 주목받는 동북아 경제권에서 우리나라를 국제적 물류 허브 국가로 자리매김할 수 있게 함
- 미래철도 원천기술로서 국가 신성장동력 확보 가능

③ 사회·환경적 측면

- 녹색 물류를 실현할 수 있는 철도 중심의 간선 간 저탄소·고효율 화물수송 체계구축으로 2030년까지 교통부문 온실가스 37% 감축 목표달성에 기여
- 공로수송으로 발생하는 도로혼잡 및 교통사고 발생 비용을 철도수송으로 전환함으로써 사회적 비용 저감
- 친환경수단 이용증진으로 인한 온실가스 배출량 감소로 탄소배출권을 확보하여 국가 주요 수출부문으로 성장
- 철도의 고속화 및 편의성 증진으로 기존 철도수송에 대한 화주들의 인식 전환 유도
- 항공, 철도, 항만 간 철도를 통한 고속화 철도 물류 네트워크 구축으로 국내 물류수송의 패러다임 전환

(카) 연구수행체계 제안



○ 각 세부 기술별로 고속화 복합화물 화차, 스마트 상·하역 설비, 운영 정보통합 플랫폼 연계 기술이 상호 연관 관계가 높으므로 전체를 총괄 및 통합할 수 있도록 연구단 형태로 추진함.

- 주요 연구 분야가 고속화 복합화물 화차와 스마트 철도물류 상하역기술, 정보 운영 통합관리기술로 개별적으로 연구가 가능하나 개별적으로 연구가 수행될 때는 통합 시 운영이나 효율 등에 문제가 있으므로 세부 연구는 개별적으로 하되, 연구단 형태로 총괄하여 계획을 수립, 연구추진이 필요함.

○ 주요 연구추진체계 방향

- 연구소 및 대학, 정부와 지방자치단체에서 이미 확보된 주요 핵심기술의 성능 보완 및 최적화 추진하고 물류 기업에서는 현실적인 서비스 방안을 제시하며, 제조 기업에서는 핵심기술의 제품화를 추진할 수 있도록 산학연 공동연구 추진함.

○ 고속화 복합화물 물류 혁신 기술 분야가 크게 화차 부분, 물류 상하역 시설부문, 운영 정보관리 부분으로 나누어져 있으므로 각 연구 분야를 총괄하여 운영할 수 있는 기관이 주관기관의 임무를 수행하고 상용화 및 인증을 위하여 시제품별 제작 기업과 인증 기준을 수립하고 인증할 수 있는 기관이 참여 기관으로 참여하여 세부적으로 추진하도록 함.

○ 주관연구기관에서 종합적으로 연구 진행 관리 및 연구내용 관리를 하되, 빠른 상용화를 위하여 시제품 개발이나 추가적인 연구개발 시 참여기업들이 적극적으로 참여 및 주도하여 추진하도록 함.

○ 참여 연구기관의 컨소시엄 구성 시에는 과제 종료 후에도 지속해서 실용화에 적극 이바지할 수 있는 대상을 우선하여 실용화 협의체와 같은 개념을 구성하여 Test Bed의 구축 및 향후 유지관리를 원활히 담당할 수 있도록 고려함.

○ 정부 기관과의 지원 및 협력을 통해 고속화 복합화물 화차의 영업화에 필요한 관련 자격 요건 및 규정, 법률을 검토하여 필요하면 관련 규정/법률의 수정 또는 제정, 고시하는 방향으로 추진함.

라. 사전타당성 검토

(1) 정책적 타당성 검토

(가) 개요

○ 정책적 타당성 분석은 경제성 분석에는 포함되지 않으나 사업의 타당성을 평가하는데 고려하여야 할 평가 요소들에 대한 분석을 포함

- 이는 사업 시행으로 인한 사회적 편익 또는 비용을 계량화하여 비용편익분석 틀 속에 포함할 수는 없으나 사업의 시행 여부를 판단한 데 있어서 고려하여야 할 평가 요소임

○ 정책성 분석의 평가 내용은 모든 예비타당성조사 대상 사업에 공통으로 적용되는 '기본 평가항목'과 사업별 특수한 성격 및 배경을 고려하여 선정하는 '사업특수 평가항목'으로 구분할 수 있음

- 기본 평가항목은 지역 균형발전을 위한 지역낙후도 분석, 지역경제 파급효과 분석, 관련 계획 및 정책 방향과의 일치성 분석, 사업추진 의지 및 선호도, 재원 조달 가능성 분석, 환경성 평가 등을 포함
- 사업 특수평가 항목은 해당 사업을 평가하는 데 특히 중요하게 고려하여야 할 특수한 평가항목으로서 국방·문화·도시문제 등 사업내용에 따라 다양할 수 있음

○ 일반적으로 정책성 분석은 '지역 균형발전', '정책의 일관성 및 추진 의지', '사업 추진상의 위험요인' 및 '사업특수 평가항목'으로 범주화하여 수행함

<표 2-94> 정책성 분석 항목의 범주화

중분류		세부 평가항목
기본 평가항목	지역 균형발전	지역 균형발전을 위한 지역낙후도, 지역경제 파급효과
	정책의 일관성 및 추진의지	관련 계획 및 정책방향과의 일치성, 사업 추진의지 및 선호도
	사업 추진상의 위험요인	재원 조달 가능성, 환경성
사업특수 평가항목		국방·문화·도시문제 등 사업내용에 따라 다양

○ 본 연구는 실제 사업추진을 위한 기획연구단계이므로 정책성 분석의 모든 항목을 검토하는 것은 무리가 있을 것으로 판단되며, '정책의 일관성 및 추진 의지' 항목 및 '사업특수 평가항목'을 검토하고자 함

(나) 정책의 일관성 및 추진 의지

① 관련 규정 검토

○ 철도 물류 관련 규정으로는 「철도 물류 산업육성 및 지원에 관한 법률」이 있음

○ 「철도 물류 산업육성 및 지원에 관한 법률」은 철도 물류 산업의 육성 및 지원을 위해 2019년 시행된 법률

- "철도 물류 산업의 육성에 관한 사항을 정함으로써 그 경쟁력을 높이고 철도 물류 산업을 활성화해 국가물류체계를 효율화하며 나아가 국민경제 발전에 이바지함(제1조)"을 목적으로 함

○ 해당 법률은 철도 물류 산업의 육성 및 지원을 위한 시책의 수립·시행, 철도와 타 교통 수단간 공정한 경쟁 유도, 철도 물류 활성화를 위한 행정적·재정적 지원을 국가와 지자체의 책무로 명시하고 있음

< 철도물류산업 육성 및 지원에 관한 법률 일부 >

제3조(국가 등의 책무) ① 국가는 철도물류산업의 육성 및 지원을 위하여 필요한 시책을 수립·시행하여야 한다. ② 국가는 효율적인 물류체계를 확립하기 위하여 철도를 이용한 화물의 운송이 다른 교통수단과 공정한 경쟁이 이루어지도록 하여야 한다. ③ 지방자치단체는 국가의 철도물류정책 및 계획과 조화를 이루면서 철도물류의 활성화를 위하여 필요한 행정적·재정적 지원을 위하여 노력하여야 한다.

- 철도 물류 표준화의 목적으로 "철도 물류의 효율성을 높이고, 다른 교통수단과의 복합운송을 활성화(제14조 ①)"하기 위한 것임을 제시

- "철도 물류 사업자의 해외 진출을 활성화하고 철도 물류 산업의 국제화를 촉진(제19조)"하기 위해 해외 진출을 위한 기술개발 및 인력 양성 등에 행정적·재정적 지원을 할 수 있음을 명시

○ 검토 결과, 철도 물류 산업 육성 및 지원에 관한 법률에서 규정한 지자체의 책무와 철도 물류 표준화의 목적, 해외 진출 활성화는 고속·복합운송 철도 물류

혁신기술개발 연구과제의 목표와 맞으며, 해당 법률에서 규정한 지원대상에 부합함

② 상위 계획 검토

㉮ 제3차 국가철도망 구축계획(국토교통부, 2016)

○ 국가철도망 구축계획은 「철도건설법」 제4조의 규정에 따른 법정계획

- 제3차 국가철도망 구축계획의 비전은 "국민의 행복과 지역발전을 실현하는 철도"

○ 목표

- 이전 계획은 철도망을 통해 전국주요 거점을 일상 통근 시간대인 1시간 30분대로 연결하여 하나의 도시권으로 통합하는 것을 목표로 함
- 본 계획은 효율적이고 경쟁력 있는 철도, 지역발전을 선도하는 철도, 안전하고 편리한 철도를 목표로 함

○ 세부 추진과제

- 철도 운영 효율성 제고
  - 용량 부족 해소(경부선, 중앙선 등)
  - 단절구간 연결
  - 시설 수준 일치
- 주요 거점 간 고속 이동 서비스 제공
  - 고속철도 수혜지역 확대(의정부, 인천, 수원 등)
  - 일반철도 고속화 개량 및 고속화 일반철도 신설
- 대도시권 교통난 해소
  - 수도권의 광역(급행)철도망 구축
  - 지방대도시권은 기존철도를 활용한 광역철도망 구축
- 안전하고 이용하기 편리한 시설조성
  - 노후 철도시설 적기 개량 및 철도 운행 안전성 강화
  - 철도 이용 편의 제고
- 철도 물류 경쟁력 강화
  - 철도를 통한 산업활동 지원(철도 인입선 건설 등)
  - 화물 취급시설 개선(유효장 확장, 화물열차 장대화, 철도 물류기지와 철도 CY

조성)

- 통일시대를 대비한 한반도 통합철도망 구축
  - 통일 대비를 위한 남북철도 연결 - 남북철도(TKR) 및 유라시아 대륙 철도망(TSR, TCR 등) 연결을 위해 남측 단절구간 연결을 우선 추진
  - 남북/대륙철도 운송을 차질 없이 준비 - 중장기적으로 남북철도 통합운영을 위해 북한철도 개보수 및 구축방안을 마련하고, 대륙철도 운송을 위한 기반 조성



[그림 2-129] 국가철도망 구축 계획도

○ 제3차 계획은 제2차 계획의 한계 중 하나로 남북 및 대륙철도 미고려를 지적하였으며, 중국, 러시아 등 유라시아 지역으로 철도 물류 네트워크 구축을 위한 준비(장대화, 환적 시스템, 화물 위치 추적시스템 구축 등)가 필요하다고 제시함

- 또한, 여건 변화 및 대응과제 중 하나로 유라시아를 하나로 연결하는 실크로드 익스프레스(SRX) 구현을 위한 철도 중심 복합물류체계 필요성이 대두하였다고 분석함.

○ 이는 본 고속·복합운송 철도 물류 혁신기술개발 연구과제의 목표에도 부합함

< 제3차 국가철도망 구축계획 일부 >

[6] 남북관계 변화 및 유라시아 대륙 경제협력 대두

□ 남북관계 변화 등에 따라 경원선 남측구간 복원 착수('15.8) 등 **남북간 단절구간 철도연결** 등에 대한 관심이 고조

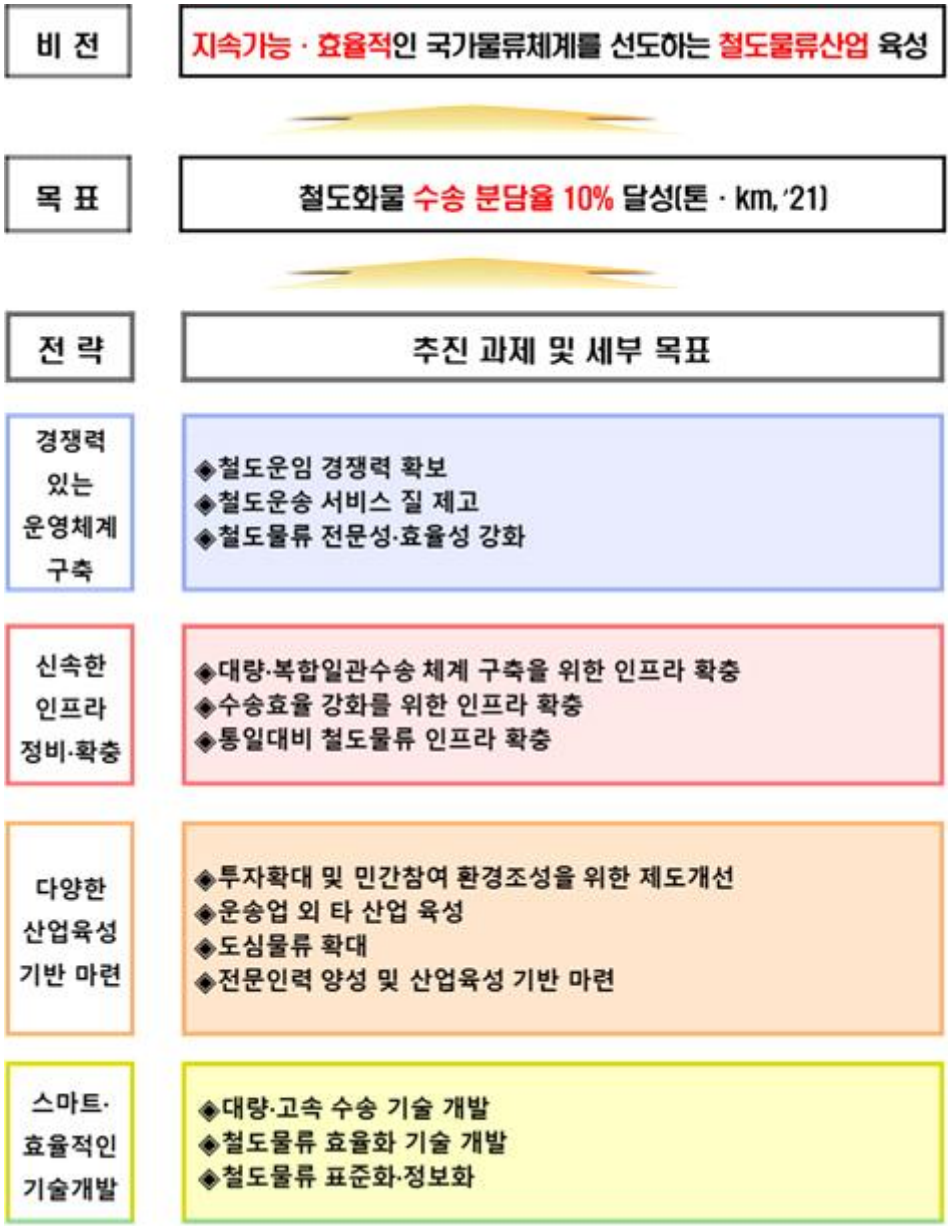
□ 또한, 유라시아를 하나로 연결하는 **실크로드익스프레스**(SRX) 구현을 위한 **철도 중심 복합물류체계** 필요성 대두

* 유라시아 이니셔티브 중 '하나의 대륙'은 유라시아 국가들의 교통인프라 연결 추진

㈏ 제1차 철도 물류 산업 육성계획(국토교통부, 2018)

○ 철도 물류 산업 육성계획은 「철도 물류 산업의 육성 및 지원에 관한 법률」 제5조의 규정에 따라 철도 物류경쟁력을 높이고 철도 물류 산업을 활성화하기 위해 수립하는 5년 단위 법정계획

- 제1차 철도 물류 산업 육성계획은 "지속 가능·효율적인 국가물류체계를 선도하는 철도 물류 산업육성"이라는 비전과 함께, 철도화물 수송분담률 10% 달성을 목표로 제시함



[그림 2-130] 철도 물류 산업육성 추진과제

○ 비전 및 목표를 실현하기 위한 세부목표 중 하나로 고속화물 열차 확대를 통한 화물열차 정시성·서비스 수준 제고, 첨단기술을 활용한 안전한 화물수송체계 확보 등을 제시하여 본 고속·복합운송 철도 물류 혁신기술개발 연구과제의 목표와 부합함

- 또한, 속도 경쟁력 향상을 위한 고속화 기술 및 고속 택배 화물열차 수송 시스템 개발, 신속한 상·하역 작업을 위한 각종 기술개발 등을 제시함

(다) 사업특수 평가항목

○ 고속·복합운송 철도 물류 혁신기술개발 연구과제에 고려해야 할 정책적인 사업특수 평가항목으로는 **남북 철도연결**이 있음

○ 남북 철도연결 시 철도 수송여건이 개선되어 고속·복합운송 철도 물류 시스템의 효용이 극대화될 것으로 판단됨

○ 정부 또한 남북 철도연결을 꾸준히 추진하고 있음

- 동해북부선(제진-감호)이 2007년 완공되었으며, 동해선 강릉-제진 구간이 2020년 4월 예비타당성조사 면제 확정됨

<표 2-95> 동해북부선 및 동해선 강릉～제진 구간 추진 연혁

일자	내용
1997. 05	동해선 철도건설 타당성 조사 (B/C 1.06)
1999. 12	국가기간교통망 계획(1999.12, 건설교통부)에 후반기 계획(2010~2019년)으로 포함
2004. 03	국가물류체계 개선대책(재정경제부)에 포함
2006. 03	건설교통부 국가철도망구축계획에 신규사업으로 포함 (강릉-제진) 건설교통부 철도산업발전기본계획에 2010년내 착수사업으로 포함 (강릉-제진)
2007. 05	동해북부선(제진-감호) 열차 시험운행
2007. 06	동해북부선(제진-감호) 준공
2011. 04. 03	국토해양부 제2차 국가철도망 구축계획에 추가 검토대상 사업(중장기 계획)으로 포함
2016. 06. 27	국토교통부 제3차 국가철도망 구축계획에 포함
2018. 04. 17	동해북부선 연결 추진위원회 발족
2018. 04. 27	남북정상 한반도의 평화와 번영, 통일을 위한 "판문점 선언"(동해선 철도 연결)
2018. 12. 26	남북 철도, 도로 연결 착공식
2019. 04. 26	문재인 대통령, 평화경제 강원비전 전략보고회에서 강릉-제진 철도 건설 언급
2020. 04. 23	제313차 남북교류협력추진협의회에서 남북협력사업으로 인정
2020. 04. 24	「국가재정법」 제38조 제2항 제4호에 따라 예비타당성조사 면제
2020. 04. 27	동해북부선 추진 기념식

출처 : 미래철도DB

- 경의선은 2007년 이후 개성공단(봉동역)행 화물열차가 정기운행한 바 있으며, 최근 남북철도·도로 연결 및 현대화 착공식 개최, 경의선 문산～임진강 전철화 개통이 이루어짐

<표 2-96> 경의선 남북연결 및 전철화 추진 연혁

일자	내용
2000. 07 2000. 08	7월 제1차 남북장관급회담과 8월 제2차 장관급회담에서 경의선 철도 연결 합의
2002. 12	경의선(문산~개성) 시설공사 완료
2004. 04	남북철도·도로연결실무협의회 제4차 회의에서 '남북사이의 열차운행에 관한 합의서' 가서명(2005년 8월 발효)
2007. 05	경의선(문산~개성) 시험운행 실시
2007. 10	10·4 남북정상회담 이후 경의선 문산~봉동 구간에서 개성공단사업과 관련하여 화물열차를 정례적으로 운행하기로 합의
2007. 12. 11	개성공단 화물열차 운행 시작(1일 1왕복)
2008. 11. 28	화물열차 운행 중단
~2016. 07	화물열차 운행 재개와 중단 반복하다 2016년 이후 운행 중단
2016. 07. 14	한국철도시설공단, 경의선 문산~도라산 구간 전철화사업 추진계획 수립
2018. 09. 21	경의선 문산~임진강 전철화사업 착공
2018. 12. 26	남북 철도·도로 연결 및 현대화 착공식 개최(서울↔판문 특별열차 운행)
2020. 03. 28	경의선 문산~임진강 전철화 개통
2020. 04. 16	경의선 문산-임진강 전철화사업 실시계획 변경하여 사업구간을 문산-도라산으로 확대

출처 : "경의·동해선철도연결"(한국민족문화대백과)
「06시48분 '서울↔개성' 열차 출발...운임료는 1만4000원」(아시아경제, 2018.12.26.)
엔레일
미래철도DB

○ 이를 종합하면, 고속·복합운송 철도 물류 시스템은 남북 철도연결 시 그 효용이 극대화된다는 점에서 남북 철도연결을 지속해서 추진하는 정부의 정책 방향과 부합함

(2) 기술적 타당성 검토 : 정시성 운영측면

(가) 개요

○ 기존철도 노선 고속화 계획에 따라 일반철도 주요 노선 고속화 사업이 진행 중이며 중앙선의 경우 2020년까지 선로 고속화 사업이 완료되고 250km/h 급 EMU 열차가 운행될 예정임

○ 기존철도 노선이 고속화되면 각 열차의 속도 차이에 의해서 선로용량이 낮아지게 되며 특히 가장 저속인 화물열차의 경우 여객열차보다 열차 취급 우선순위가 낮으므로 운행에 심각한 차질을 초래할 것으로 예상함

○ 열차 종류가 각기 다른 열차운행의 경우 각 열차종류별 속도 차이에 따라 열차 간의 경합 발생비율이 높고 열차 지연이 발생하면 다른 열차에 지연을 초래하며, 화물열차의 경우 일반 여객열차보다 운행속도도 낮고 취급 우선순위도 낮아서 여러 역에서 대피로 인해 정시성 확보에 더욱 어려운 상황을 초래함

○ 기존선 고속화 노선에서 고속 여객열차가 운행될 경우 기존 화물열차의 운행에 따른 문제점과 영향을 분석하고 고속열차 운행속도의 증가가 현 상황에서 고속화물 열차운행의 기술적 타당성으로 제시함

(나) 분석 방법 및 모델

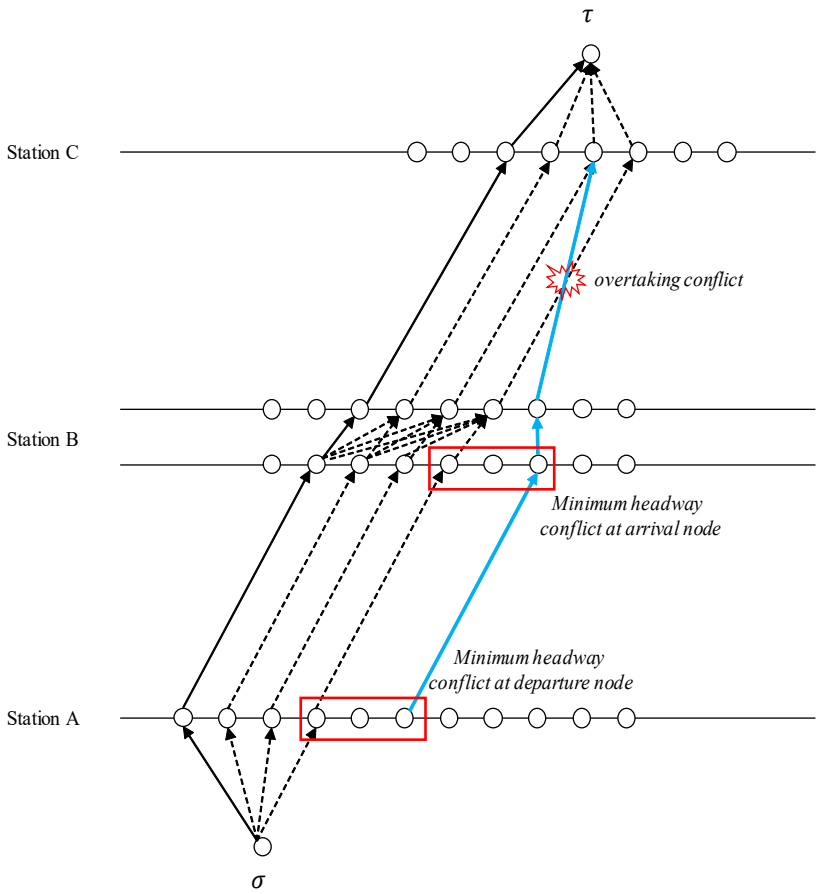
① 분석 방법

○ 기존선 고속화 정책에 따라 여객열차 운행속도 향상에 따라 화물열차 지연이 어떻게 발생하는지 분석하였고 노선은 중앙선 구간 청량리에서 경주구간이며 열차 종류 기존에 운행되는 여객열차 ITX-새마을, 누리로, 무궁화열차의 시각표를 활용하였으며 화물열차는 철도 물류 정보서비스에서 제공되는 실제 운행실적 데이터를 활용하였음

○ 열차 간 경합 분석을 위해 역과 열차들의 경로 표현을 위해 시공간 네트워크를 비순환 네트워크 G=(V, A) 형태로 표현하고 네트워크상의 V는 역의 출발과 도착 노드를 A는 열차 이동 경로상의 아크를 의미함

○ 아래 그림은 시공간 네트워크상의 화물열차 경로와 준고속열차와의 경로로 나타낸 것으로 열차경합 검지는 출발역 및 도착역 노드에서 운행 안전 시격(operational headway) 경합 검지와 역과 역 사이의 추월 경합 검지를 함

○ 역에서의 각 노드 간격은 1분을 의미하고 출·도착역에서의 안전 시격은 최소 3분으로 하였고 시각표에 있는 화물열차의 경로는 가상출발 노드(σ)에서 출발하여 가상도착 노드(τ)까지 실선으로 표현하였으며 경합이 해소된 경로 생성을 위해 점선으로 표현한 지연허용범위를 갖도록 하였으며 모든 실험에서는 화물열차의 경로가 총 지연이 1시간이 넘으면 경로를 생성하지 않도록 하였음



[그림 2-131] 시공간 네트워크에서의 열차 경합 검지

② 분석모형

○ 준고속 열차의 운행을 통해 화물열차와의 경합과 지연을 분석하기 위해 화물열차의 경로를 $f_k(p)$ 결정변수로 사용하였으며 경합이 해소된 화물열차 지연분석을 위해 열 생성(Column generation)기법으로 문제를 해결하였으며 변수와 파라미터는 아래와 같음

<표 2-97> 분석모형에 사용된 파라미터

Notations	Definition
K	Set of delayed trains, $k \in K$
P	Set of train route, $p \in P$
P^k	Set of routes for delayed train k
γ	Set of conflict prevention train-arc pair, $\gamma \in (k,a)$ arc a is response arc for delayed train k
Γ	A collection of conflict prevent train-arc pairs, γ sets
$c^k(p)$	Profit from route p of train k
c_a^k	Arc cost of time-space network

$$\max \sum_{k \in K} \sum_{p \in P^k} c^k(p) f_k(p) \tag{1}$$

subject to

$$\sum_{p \in P^k} f_k(p) \leq 1, \quad \forall k \in K \tag{2}$$

$$\sum_{k \in K} \sum_{p \in P^k | p \cap \gamma \neq 0} f_k(p) \leq 1, \quad \forall \gamma \in \Gamma \tag{3}$$

$$f_k(p) \in \{0,1\}, \quad \forall p \in P^k, \quad k \in K \tag{4}$$

$$\sum_{a \in p} c_a^k - \sum_{a \in p} \sum_{\gamma | (k,a) \in \gamma} \sigma_r - \pi_k \leq 0 \tag{6}$$

$$\sum_{a \in p} c_a^k - \sum_{a \in p} \sum_{\gamma | (k,a) \in \gamma} \sigma_r = \sum_{a \in p} [c_a^k - \sum_{\gamma | (k,a) \in \gamma} \sigma_r] \tag{7}$$

$$c_a^k - \sum_{\gamma | (k,a) \in \gamma} \sigma_r \tag{8}$$

- 목적함수인 식(1)은 열차 k에 대한 경로 p에 따른 출발 및 도착 지연 허용치 범위에서 최대한 많은 열차가 수락될 수 있도록 하며, 경로수익 $c^k(p)$는 경합 회피를 위해 역에서 1분씩 지연되는 것을 확인하며, 제약식 (2)는 지연허용 범위에서 한 개의 경로가 지정되도록 했으며, 제약식 (3)은 안전시격 및 추월 제약 등 경로와 아크가 동시에 포함되지 않는 제약조건이며, 제약식(4)는 열차 k에 대한 경로 p가 선택되거나 선택되지 되지 않는 경우

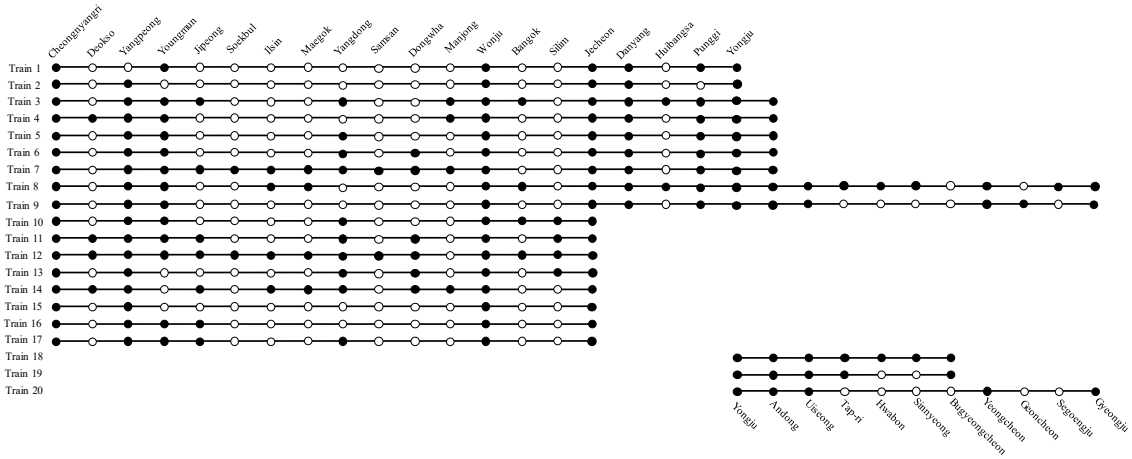
이며, 제약식(6)은 목적함수의 값을 개선하기 위해 수정비용을 사용한 부문제 작성을 위해 제약식 (2), (3)의 쌍대 변수를 각각 π_k, σ_γ라 하면 선형완화식의 최적 조건을 표현한 것임

(다) 실험 시나리오

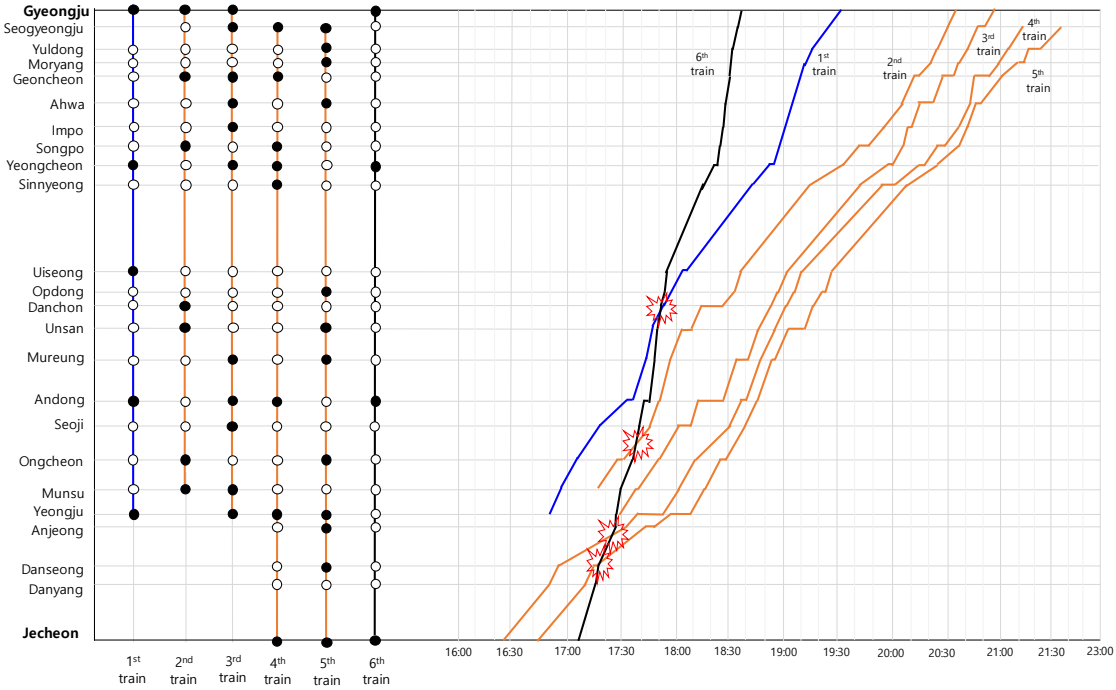
① 중앙선 열차운행 패턴 분석

○ 중앙선에 운영되는 여객열차는 ITX-새마을 2대(train 1, 2), 누리로, 무궁화 열차가 운영되고 있으며 20개의 정차패턴을 가지고 있으며 태백선과 영동선을 통해 중앙선으로 운행되는 열차를 포함하여 20편성의 열차가 하루에 운행되고 있음

- 청량리에서 경주까지 운행되는 무궁화 열차 2편성(Train 9, 10)이 있으며 나머지 열차는 대부분 청량리에서 영주, 안동, 제천까지 운행되며 화물열차의 경우 하루에 25편성의 화물열차가 운행되고 있으며 여객열차와 마찬가지로 각기 다른 정차패턴을 가지고 있음
- 여객열차의 경우 여객 취급을 위해 정해진 정차역에 정차하는 반면 화물열차는 여객열차 취급을 우선하기 위해 계획되어 있는 정차역 대신 계획되지 않은 역에 대피를 위해 정차함
- 중앙선의 경우 운행되는 화물열차 일주일을 분석해 보면 계획대비 평균 2시간 26분 정도의 지연이 발생하는 것을 확인하였음



[그림 2-132] 중앙선 열차운행 패턴



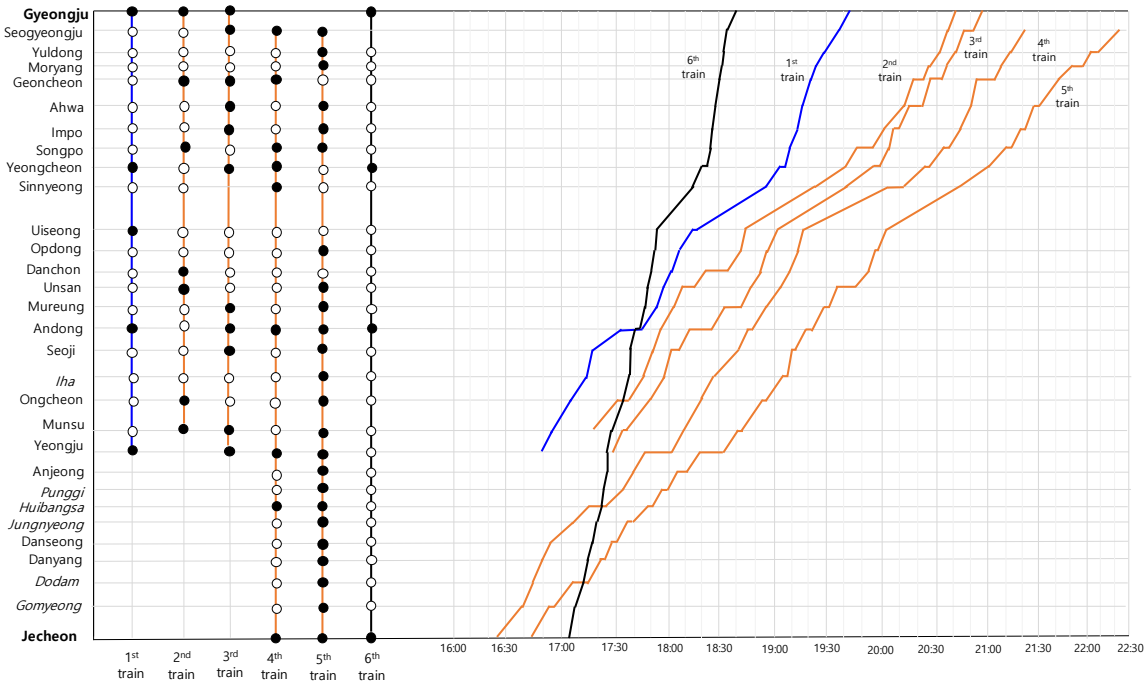
[그림 2-133] EMU 250 열차운행에 따른 열차운행 패턴과 경합

② 여객열차 고속화에 따른 화물열차 경합 분석

○ 여객열차 고속화에 따른 화물열차 경합상황 분석을 위해 제천역에서 경주역 구간을 대상으로 실험을 하였음

- 대상 열차는 무궁화 열차 1대(1번 열차), 화물열차(2번~5번 열차)이며, EMU 250열차(6번 열차)를 표정속도 159 km/h로 운행한 것을 가정하였음
- 열차의 정차패턴과 열차 선도의 정차패턴 ●은 정차역을 ○은 통과역을 의미함
- 주어진 데이터를 시공간 네트워크와 경합모형을 통해 분석해 보면 6번 열차로 인해 3번 열차를 제외한 모든 열차가 경합이 발생하는 것을 확인할 수 있음

○ 아래 그림은 분석모형을 통해 열차경합을 해소한 경우를 나타내었음

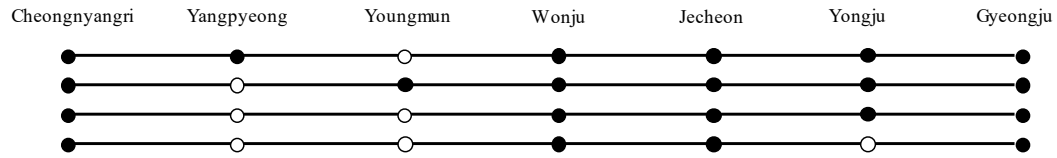


[그림 2-134] 열차경합이 해소된 열차선도

③ 순환 시각표를 가정한 경합 분석

○ 기존선에 준고속 열차운행을 가정하면 순환 시각표(Cyclic timetable) 운영이 여객 서비스 측면에서는 좋으므로 여객열차 운행횟수와 속도별 차이에 따라 화물열차 지연시간을 분석하였음

- 실험구간은 중앙선을 대상으로 하였고 EMU 250 열차 투입을 5시간, 2시간, 1시간 30분, 1시간 간격의 투입을 가정하였으며 열차 속도는 100km/h에서 190km/h까지의 범위를 실험하였음
- 하루 운행되는 화물열차의 대수로 하루 10대에서 20대까지 운행되는 것으로 하였으며 화물열차 간격은 EMU 250 시격 사이에 균일한 간격으로 투입하였고 EMU 250 열차의 정차패턴은 아래 그림과 같이 4개의 패턴이며 모든 열차는 청량리에서 경주까지 운행을 가정했고 화물열차는 현재 운행되고 있는 정차패턴 중에서 10개를 선택하였으며 상세 정보는 아래표에 나타내었음



[그림 2-135] EMU 250 열차 정차패턴의 가정

<표 2-98> 화물열차 10편성의 운행정보

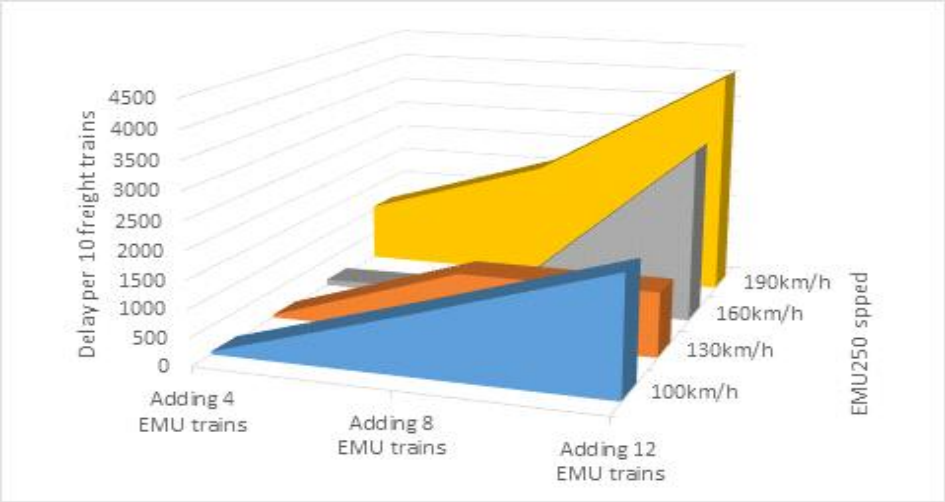
No.	OD	No. of stations	No. of stop station
1	Youngju~Gyeongju	14	1
2	Youngju~Gyeongju	14	3
3	Cheongnyangni~Jecheon	16	4
4	Deokso~Jecheon	15	4
5	Jipyeong~Jecheonjochahang	10	2
6	Deokso~Jecheon	15	1
7	Jecheon~Sinnyeong	16	5
8	Jecheon~Geoncheon	20	6
9	Jecheon~Gyeongju	21	8
10	Cheongnyangni~Jecheon	16	1

○ 아래 표는 준고속 열차의 순환 시각표에 따라 투입되는 화물열차의 지연을 실험결과를 나타내었음

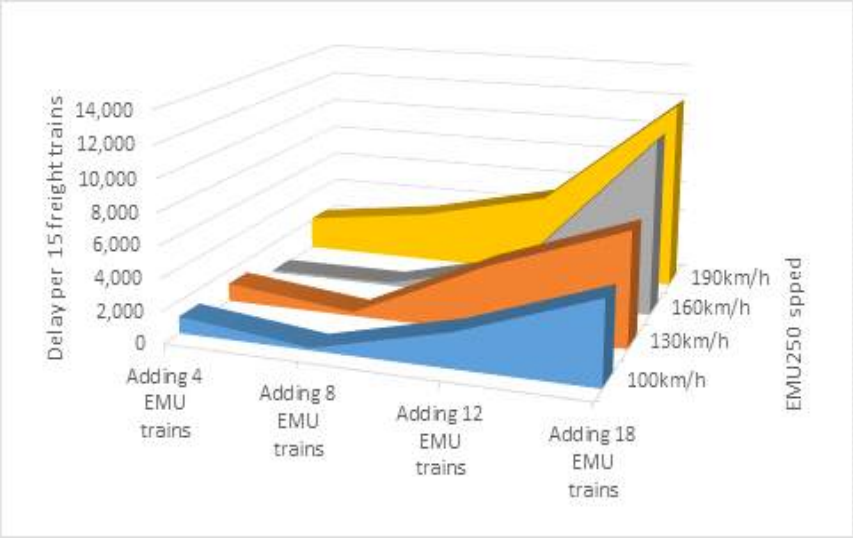
- 화물열차는 운행구간의 수익을 1,000으로 가정하였으며 1분 지연 시 수익을 1씩 차감하는 것으로 계산하였음
- EMU 250 열차를 하루 8대 표정속도 190km/h로 운행하고 화물열차를 10대 운행하는 것을 가정하였을 경우, 총 지연시간은 2.122이며 화물열차 10대 중 2개가 지연이 1시간 넘게 발생하여 8대만 운행 가능한 것으로 분석되었음
- 또한, 화물열차 2대가 운행 불가능한 것 이외의 8대 화물열차도 경합을 회피하기 위해 원래 계획대비 122분의 지연이 발생하는 것으로 분석되었음

<표 2-99> 여객열차 속도에 따른 화물열차 지연효과 분석결과

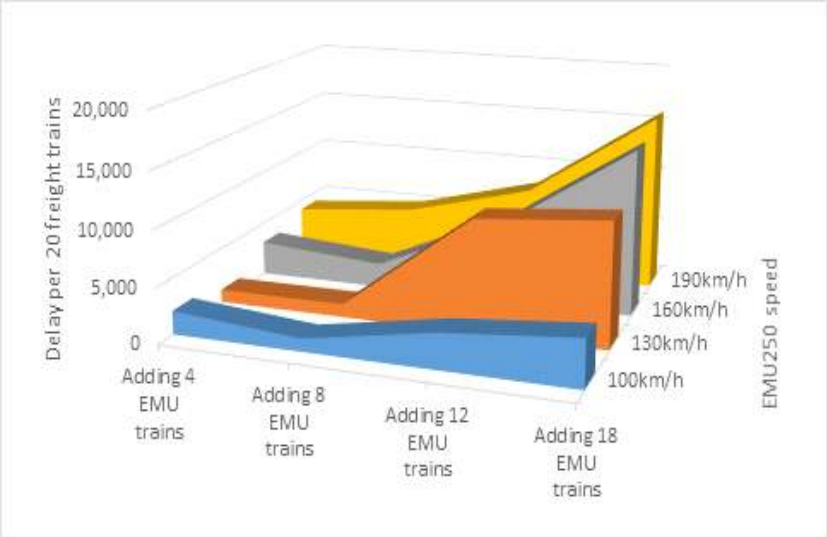
No. of EMU 250 trains (time interval)	No. of freight trains / Speed	delay time of freight trains(min)			Number of freight trains not accepted		
		10	15	20	10	15	20
4 (5 hour)	100km/h	53	79	62	0	0	0
	130km/h	48	153	661	0	0	0
	160km/h	109	146	1,169	0	0	1
	190km/h	1,068	1,161	1,143	1	1	1
8 (2 hour)	100km/h	1,058	156	1,162	1	0	1
	130km/h	1,150	257	1,205	1	0	1
	160km/h	152	213	2,225	0	0	2
	190km/h	2,122	3,223	5,154	2	3	5
12 (1.5 hour)	100km/h	2,106	2,183	3,189	2	2	3
	130km/h	1,154	4,157	10,165	1	4	10
	160km/h	3,107	2,262	7,292	3	2	7
	190km/h	4,097	5,155	8,167	4	5	8
18 (1 hour)	100km/h		5,183	4,274		5	4
	130km/h		7,200	11,154		7	11
	160km/h		11,072	15,056		11	15
	190km/h		12,032	16,046		12	16



[그림 2-136] EMU 250 속도증가에 따른 10편성 화물열차 지연분석



[그림 2-137] EMU 250 속도증가에 따른 15편성 화물열차 지연분석



[그림 2-138] EMU 250 속도증가에 따른 20편성 화물열차 지연분석

(라) 소결

○ 본 절에서는 여객열차 고속화 정책에 따라 화물열차 운행에 어떠한 영향을 주는지 분석하였음

- 여객열차의 운행속도를 증가할수록 화물열차의 지연시간은 점차적으로 증가하는 것과 화물열차의 지연시간이 1시간 이상 발생하여 열차를 운행할 수 없는 경우 또한 증가한 것을 확인하였음

- 따라서, 화물열차의 고속화는 여객열차 고속화 정책과 더불어 반드시 추진되어야만 하는 필요성과 기술적 타당성을 확인하였음

(3) 기술적 타당성 검토 : 영업 운행속도 측면

(가) 고속화 복합화물 화차의 운행 속도별 편성량 수 검토

① 개요

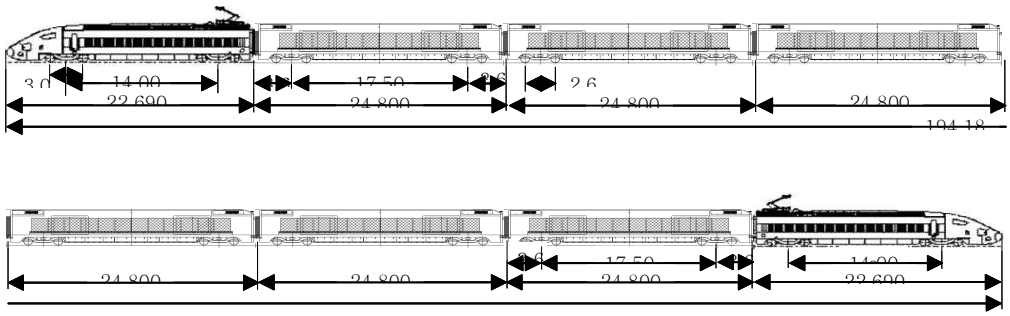
○ 고속화 복합화물 화차의 편성량 수 검토는 열차의 전·후에 KTX 동력차를 연결하고 운행 속도별 편성 당 연결이 가능한 차량 수를 검토하여, 기존의 KTX 및 KTX 산천 고속전철 등과 성능 비교 검토 분석을 수행함.

② 주요제원 및 성능

○ 열차 편성 구성

- 고속화 복합화물 화차의 8량 편성의 구성은 아래와 같이 전·후부에 동력차를 2량 배치하고, 중간에 6량의 화차를 연결함.
- 기본편성(8량) : Pc1 - FC1 - FC2 - FC3 - FC4 - FC5 - FC6 - Pc2

여기서 : Pc : Power Car(동력차), FC1~FC6 : Freight Car(화물차)



[그림 2-139] 고속화 복합화물 화차 8량 기본편성도

○ 열차 최고 운행속도 : 300km/h, 250km/h, 220km/h 및 200km/h

○ 견인전동기 출력 : 1,100kW/모터

○ 총 출력 : 8,800kW/편성

○ 견인전동기 회전속도 : 4,100rpm

○ 기어비 : 2.278

○ 기어 효율 : 0.975 이상

○ 점착계수 : 0km/h : 0.198 ~ 300km/h : 0.07

○ 차륜 직경 : - 신차륜/마모차륜 : 920/850 mm
- 성능계산 : 885 mm(반마모)

○ 출발저항 Rs = 3kg/ton

○ 열차주행저항 : - Fx(kN) = 2.769 + 0.03586V + 0.000424V2(KTX 산천 식)

여기서 : V : km/h

○ 추진 성능 : 가속도 : 40km/h까지 평균 가속도 : 0.45㎨ 이상

○ 제동 성능 : 상용감속도 : 3.8km/h/s(1.04m/s2) 이상

- 비상 감속도 : 3.8km/h/s(1.04/s2) 이상

- 제동거리 : 300km/h : 3,300m, 200km/h : 1,600mm

○ 관성질량 보상계수 : p = 1.038

○ 관성질량

- 관성질량 보상중량 = 동력차 공차중량(AW1) x 관성질량계수(p)

○ 량당 화물 개수 및 중량 : ULD 7셋/량 : 15톤/량

○ 열차 중량

<표 2-100> 열차 중량

[단위: 톤]

차 종	Pc1	FC1~FC6	Pc1	총중량	관성중량
				8량	
공차중량(AW1)	68	50	68	436	136
하중(L2)	-	15	-	90	-
만차중량(AW2)	68	65	68	526	136

○ 편성당 견인전동기 대수 및 동력차의 량수

- 견인전동기 : 8대 / 편성

- 동력차 : 2량 / 편성

○ 최대축하중 : 만차 시 : 17.0 ton, 공차 시 : 12.5 ton

○ 선로 최급구배 : G = 35 ‰

(나) 고속화 복합화물 화차의 견인 성능 검토 분석

① 개요

○ 최고 운행속도 300km/h로 고속화 복합화물화차가 주행하기 위한 견인력은 필요한 가속도로 주행하기 위한 힘과 열차의 주행저항을 이기는데 필요한 힘의 합으로 산출됨

○ 일반적으로 열차의 가속도는 직선평단선로에서 열차가 정지 상태에서 출발하여, 정토오크운전점(60~70km/h)의 속도에 이르기까지의 평균속도를 의미함

○ 300km/h의 고속화 복합화물화차의 견인력 계산에 적용하는 열차의 가속도는 차량의 견인성능조건에서 제시한 바와 같이 1.62km/h/s(0.45 ㎧) 이상으로 한다. 또한 5‰의 선로구배에서 설계속도 330km/h의 주행이 가능해야 함

② 열차의 추진 성능계산

㉮ 주행저항

○ 주행저항

- Rs(N/kN) = 2.769 + 0.03586V + 0.000424V2(KTX 산천식)

○ 속도별 주행저항

- 300km/h 에서 R_s(N/kN) = 2.769 + 0.03586x300 + 0.000424x300^2 = 51.6N

<표 2-101> 속도별 주행저항

속도(km/h)	주행저항(N)
0	29.4
200	29.4
220	31.1
250	38.2
300	51.7

㈏ KTX 동력차 견인전동기 정격성능

○ 출력(P) : 1.100 kw

○ 회전속도(N) : 4,100 rpm

○ 회전력$(\tau_M) = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} = \frac{1,100 \times 60}{2 \times 3.14 \times 4,100} \times 10^3 = 2,563N \bullet m$

㈐ 견인력 산출

○ 출발 시 견인력

- 8량 기본편성 열차가 만차 하중 상태로 평탄선로에서 가속도 1.62km/h/s (0.45m/s2)로 출발 시 견인력은 아래와 같이 산출됨

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.62 \times [(136 \times 1.038) + 390] + 3 \times 526$$
$$= 25,947kg(254,280N)$$

여기서 : . 환산계수$K = \frac{1,000}{3.6 \times g} = 28.32$. R_S : 출발저항 3kg/ton

. 관성계수f_i = 1.038(KTX 고속전철) . W_M : 관성중량 136톤

. 가속도 $\alpha = 1.62km/hs(0.45m/s^2)$. W2 : 만차중량 526톤

- 8량의 편성열차가 필요한 견인력은 25,947kg(254kN)이 소요되는 것으로 산출되었음

○ 차륜 점착 계수

○ 고속화 복합화물화차의 동력차 차륜 점착 계수를 검토하여, 열차 출발 시 차륜에서 슬립이 일어나지 않도록 하여 견인전동기 회전력이 차륜으로 잘 전달되어 원만한 주행이 이뤄져야 함

- 동력차 당 견인력 : 량 당 견인력 = F/2 = 25,947kg/2 = 12,973kg/량

- 견인전동기 당 견인력 : 견인전동기 대당 견인력=12,973kg/4대=3,243kg/대

- 출발 시 축 당 점착계수 :

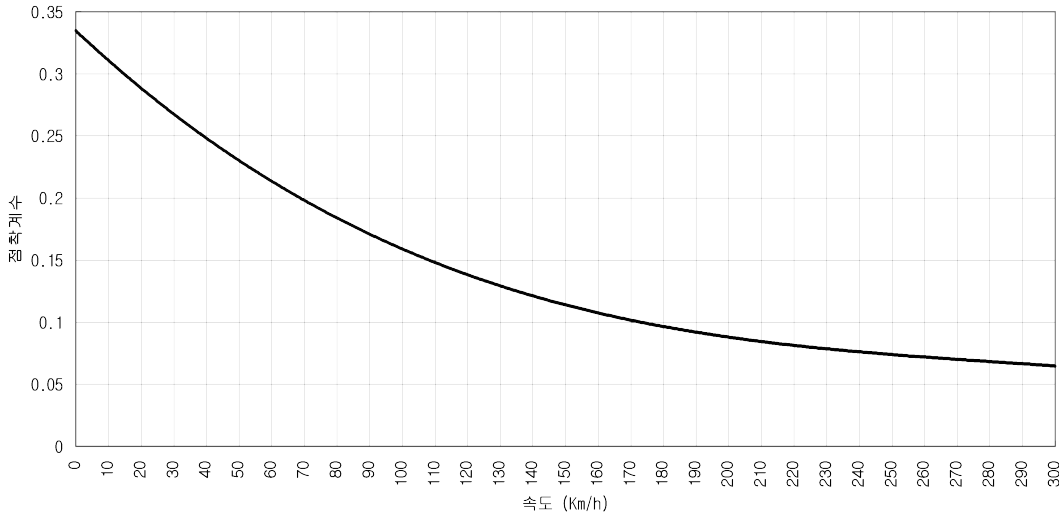
축당 점착계수 = 견인력/축중(동력축)

축당 점착계수 = 3,243kg / 17,000 = 0.19 .

<표 2-102> 고속전철 점착계수 비교표

속도(km/h)	0~30	30~60	60~ 300	350
KTX(20량 편성)	0.198	0.196~0.184	0.184~0.09	0.07
SNCF	0.335~0.27	0.268~0.215	0.215~0.068	-
고속화물열차 (8량 편성)	0.19			

- 상기 점착계수 비교표에서 알 수 있듯이 고속 화물열차의 8량 편성 점착계수는 0.19로 기동시 SNCF와 KTX 점착계수 한계 내에 있어 안전함



[그림 2-140] SNCF 고속용 점착계수

○ 최고속도 300km/h의 열차 정격 견인력

$$F_{RS} = \tau \times n \times R \times \frac{2 \times 1{,}000}{D} \times \eta$$

$$= 2{,}563 \times 8 \times 2.278 \times \frac{2 \times 1000}{885} \times 0.975 = 102{,}916N$$

- 여기서 : 동력전달 기계효율 η : 0.975
- 전동기 전단력 τ = 2,563N.m
- 견인전동기 수 n : 8대
- 감속기 감속비 R : 2.278 : 1
- 차륜직경(성능계산) D : 885mm

○ 열차 최고속도 산출

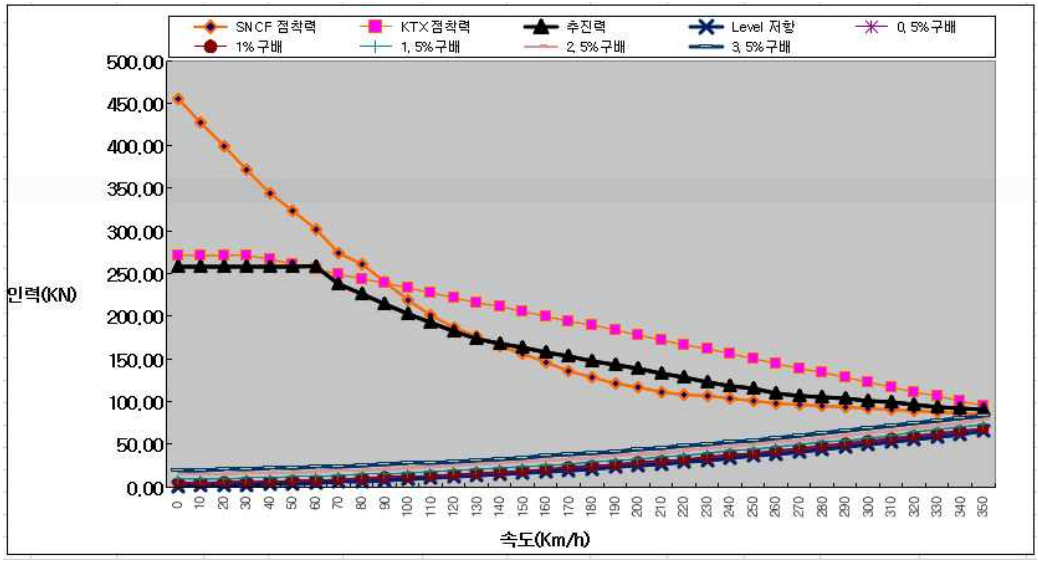
$$V = \frac{60 \times \pi \times D \times N}{R} \times 10^{-3} = \frac{60 \times 3.14 \times 885 \times 4,100}{2.278} \times 10^{-3} = 300 km/h$$

여기서 : 견인전동기 회전속도 N : 4,100rpm

○ 고속화 복합화물 화차 8량 편성 견인력 성능

<표 2-103> 8량 편성 고속화 복합화물화차 추진성능 검토 결과

구분	주요 성능
1) 기동시	60km/h이하
점착력	273.9kN
견인력	254kN(60km/h까지)
가속도	0.47m/s2(60km/h까지)
2) 최고운행속도	300km/h
점착력	124.5kN
견인력	102.9kN
주행저항	51.7kN
가속도 여력	0.10m/s2
도달거리	19.88km
도달시간	371초
3) 설계속도	330km/h
가속여력	0.07m/s2
평행속도	380km/h



[그림 2-141] 고속화 복합화물 화차 8량 편성 견인력 선도

○ 검토 의견

○ 고속화 복합화물 화차의 8량 편성에 대한 추진성능을 검토한 결과 기동시 0~60km/h까지는 가속도는 0.47m/s2으로 주행이 가능한 것으로 검토되었음

- 한편 최고운행속도 300km/h에서의 가속 여력은 0.10m/s2으로 산출되었으며 300km/h의 속도까지 도달거리는 약 19.8km이고, 도달시간은 약 371초로 산출되어, 고속철도 노선에서 최고운행속도 300km/h의 운행을 위하여 정상적인 운영이 가능한 것으로 판단됨

○ 고속화 복합화물 화차는 화물을 90톤 적재하고 운행해야 하므로 열차 중량이 526톤으로 KTX 산천 10량 중량 434톤 보다 무거워 열차는 8량 편성으로 구성해야 KTX 산천 고속전철 등과 같은 성능을 갖게 되어 정상운행이 가능한 것으로 검토되었음

㉱ 열차추진 성능 비교

○ KTX, KHSR-350 한국형 고속열차, KTX-산천 및 고속 화물열차에 대한 열차의 추진성능을 비교한 것이 표에 나타나 있음

○ 고속화 복합화물 화차는 기동 시 0~60km/h까지는 평균 가속력은 0.47㎨로 KTX 산천 0.45㎨(0~60km/h)보다 높고, 운용이 가능한 것으로 검토되었음

<표 2-104> 국내 고속열차의 추진성능 비교

편성항목		KTX	KHSR 한국형 고속열차	KTX-산천	고속화 복합화물 화차
열차 편성		20량(2P+2M+16T)	20량(2P+4M+16T)	10량(2P+2E+6T)	8량(2P+6FC)
설계속도[km/h]		330	385	330	330
최고운행속도[km/h]		300	350	300	300
열차 중량[ton]		773.8	780	434	526
전동기 출력[Kw]		1,130	1,100	1,100	1,100
전동기 대수		12	16	8	8
총출력[Kw]		13,560	17,600	8,800	8,800
견인력[kN] - 기동시		383.6	400	210	254
- 최고속도		136	175.8	-	102.9
가속도[㎨]	- 평균	0.126	0.277		0.29
	-기동시(60km/h까지)	0.498	0.584	0.45	0.47
	- 300km에서	0.073	0.134		0.10

- 350km/h에서	-	0.057		-
최대등판 구배(‰) 최고속도에서	8‰	5.5‰		35‰
최고속도 300km/h - 가속거리[km] - 가속시간[sec]	 58.1 774	 27.2 407	 - -	 19.8 371

(다) 고속화 복합화물 화차의 운행속도별 편성량 수 검토

① 개요

○ 본 열차 운행속도별 편성량 수 검토에서는 고속화 복합화물 화차의 운행속도를 250km/h, 220km/h 및 200km/h로 운행할 경우 열차의 편성량 수를 검토하였음

- 일반적으로 고속전철의 요구사양은 정토오크영역 40~60km/h에서 가속도 0.45m/s2 이상이어야 하고, 최고속도에서는 0.07m/s2 이상이 되어야 함
- 앞에서 검토한 바와 같이 고속화물열차의 동력차 2대로 정토오크 영역 40~60km/h에서 가속도 0.45m/s2를 유지하는 것은 최대 8량 편성 열차만 가능하므로 편성당 량수를 늘리기 위해서는 정토오크영역의 가속도를 낮춰 방안을 아래와 검토하였음

② 열차운행속도별 편성량 수 검토

㉮ 250km/h 고속화 복합화물 화차의 편성량 수 검토

○ 추진력 산출

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.62 \times [(136 \times 1.038) + 390] + 3 \times 526$$
$$= 25{,}947kg(254{,}280N)$$

여기서 : - 가속도(정토오크 영역) : 1.3km/h(0.36m/s^2)

- 열차중량(W2) : 526톤
- 관성중량(W_M) : 136톤(동력차 2대)
- 관성계수 : f_i
- 출발저항 : 3kg/톤
- 환산계수(K) : $= \dfrac{1{,}000}{3.6 \times g} = 28.32$

○ 추진성능 검토

- 정 토오크영역에서 가속도 : 1.62km/h(0.45m/s2)

- 출발 시 축당 점착계수 = 3,175kg / 17,000 = 0.186

- 250Km/h에서 견인전동기 견인력 :

. 회전수 $N = \frac{V \times R}{60 \times \pi \times D} \times 10^3 = \frac{250 \times 2.278}{60 \times 3.14 \times 885} \times 10^6 = 3,415\,rpm$

. 회전력$(\tau_M) = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} = \frac{1,100 \times 60}{2 \times 3.14 \times 3,415} \times 10^6 = 3,077N \cdot m$

. 견인력 $F_{RS} = \tau \times n \times R \times \frac{2 \times 1,000}{D} \times \eta$

$= 3,077 \times 8 \times 2.278 \times \frac{2 \times 1000}{885} \times 0.975 = 123,555N$

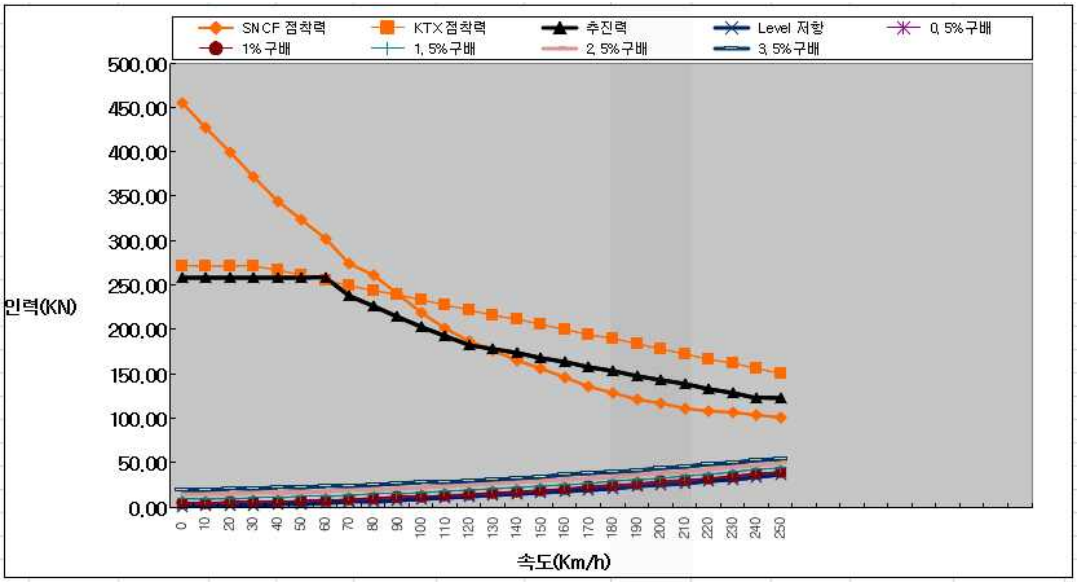
여기서 : . 동력전달 기계효율 η : 0.975 . 견인전동기 수 n : 8대

. 감속기 감속비 R : 2.278 : 1

. 차륜직경(성능계산) D : 885mm

<표 2-105> 250km/h 8량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능

구분	8량 편성 성능
1) 기동시	60km/h이하
점착력	273.9kN
견인력	254.2kN(70km/h까지)
가속도	0.48m/s2(60km/h까지)
2) 최고운행속도	250km/h
점착력	152kN
견인력	123.5kN
주행저항	56.8kN
가속도 여력	0.16m/s2
도달거리	10.0km
도달시간	240초



[그림 2-142] 250km/h에서 8량 편성 견인력 선도

○ 검토 의견

- 8량 편성 고속화 복합화물 화차의 최고운행속도를 250km/h로 낮춰도 기동토오크에는 영향이 없음, 즉 열차 속도는 정토오크 영역의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)에 영향을 주지 않기 때문임
- 하지만 최고운행속도 250km/h에서 견인력은 123.5kN이고, 주행저항은 56.8kN이어서 가속여력은 0.16m/s2로 300km/h에서 0.10m/s2보다는 좋아졌음
- 따라서, 최고운행속도 250km/h로 주행 시 편성량 수를 늘리면 고속열차의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)를 준수할 수 없기때문에 편성량 수 증가는 어려운 것으로 판단됨

㉯ 220km/h의 고속화 복합화물 화차의 편성량 수 검토

○ 추진력 산출

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.62 \times [(136 \times 1.038) + 390] + 3 \times 526$$
$$= 25{,}947kg(254{,}280N)$$

여기서 :

- 가속도(정토오크 영역) : 1.3km/h(0.36m/s2)
- 열차중량(W2) : 526톤

- 관성중량(WM) : 136톤(동력차 2대)

- 관성계수 : f_i

- 출발저항 : 3kg/톤

- 환산계수(K) : $= \frac{1,000}{3.6 \times g} = 28.32$

○ 검토결과

- 가속도 : 1.62km/h(0.45m/s2)

- 출발 시 축당 점착계수 = 3,175kg / 17,000 = 0.186

- 220Km/h에서 견인전동기 견인력 :

. 회전수 $N = \frac{V \times R}{60 \times \pi \times D} \times 10^3 = \frac{220 \times 2.278}{60 \times 3.14 \times 885} \times 10^6 = 3,005 rpm$

. 회전력$(\tau_M) = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} = \frac{1,100 \times 60}{2 \times 3.14 \times 3,005} \times 10^6 = 3,497 N \bullet m$

. 견인력 $F_{RS} = \tau \times n \times R \times \frac{2 \times 1,000}{D} \times \eta$

$= 3,497 \times 8 \times 2.278 \times \frac{2 \times 1000}{885} \times 0.975 = 140,420 N$

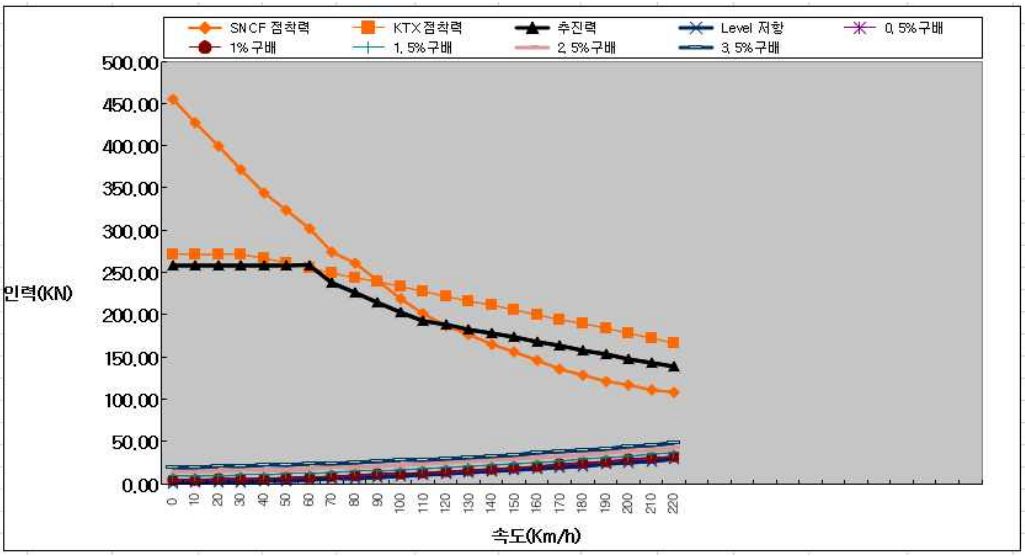
여기서 : . 동력전달 기계효율 η : 0.975. 견인전동기 수 n : 8대

. 감속기 감속비 R : 2.278 : 1

. 차륜직경(성능계산) D : 885mm

<표 2-106> 220km/h 8량 편성 고속화 복합화물화차 추진성능

구분	8량 편성 성능
1) 기동시	60km/h이하
점착력	273.9kN
견인력	254.2kN(70km/h까지)
가속도	0.48m/s2(60km/h까지)
2) 최고운행속도	220km/h
점착력	168kN
견인력	140kN
주행저항	49.7kN
가속도 여력	0.20m/s2
도달거리	6.6km
도달시간	186초



[그림 2-143] 220km/h에서 8량 편성 견인력 선도

○ 검토 의견

- 8량 편성 고속화 복합화물 화차의 최고운행속도를 220km/h로 낮춰도 기동토오크에는 영향이 없음. 즉 열차의 속도는 정토오크 영역의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)에 영향을 주지 않기 때문임
- 하지만 최고운행속도 220km/h에서 견인력은 140kN이고, 주행저항은 49.7kN이어서 가속 여력은 0.20m/s2로 300km/h에서 0.10 m/s2보다는 좋아졌음
- 따라서, 최고운행속도 220km/h로 주행 시 편성량 수를 늘리면 고속열차의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)를 준수할 수 없기 때문에 편성량 수 증가는 어려운 것으로 판단됨

㉰ 200km/h의 고속화 복합화물 화차의 편성량 수 검토

○ 추진력 산출

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.62 \times [(136 \times 1.038) + 390] + 3 \times 526$$
$$= 25{,}947kg(254{,}280N)$$

여기서 :

- 가속도(정토오크 영역) : 1.3km/h(0.36m/s2)
- 열차중량(W2) : 526톤

- 관성중량(WM) : 136톤(동력차 2대)
- 관성계수 : f_i
- 출발저항 : 3kg/톤
- 환산계수(K) : $= \frac{1,000}{3.6 \times g} = 28.32$

○ 검토결과

- 가속도 : 1.62km/h(0.45m/s2)
- 출발 시 축당 점착계수 = 3,175kg / 17,000 = 0.186
- 20Km/h에서 견인전동기 견인력 :

. 회전수 $N = \frac{V \times R}{60 \times \pi \times D} \times 10^3 = \frac{200 \times 2.278}{60 \times 3.14 \times 885} \times 10^6 = 2,732 rpm$

. 회전력$(\tau_M) = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} = \frac{1,100 \times 60}{2 \times 3.14 \times 2,732} \times 10^6 = 3,846 N \bullet m$

. 견인력 $F_{RS} = \tau \times n \times R \times \frac{2 \times 1,000}{D} \times \eta$

$= 3,846 \times 8 \times 2.278 \times \frac{2 \times 1000}{885} \times 0.975 = 154,435 N$

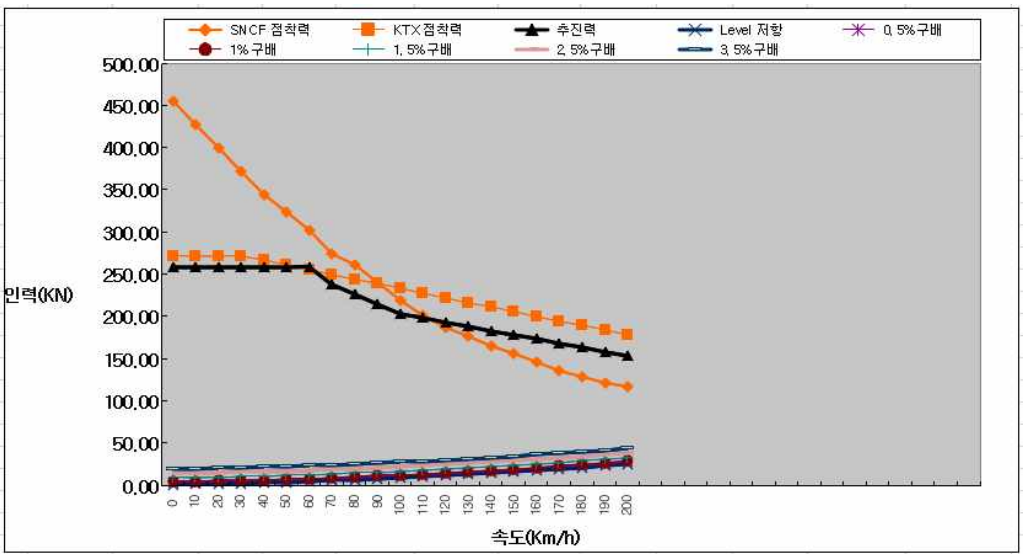
여기서 : . 동력전달 기계효율 η : 0.975 . 견인전동기 수 n : 8대

. 감속기 감속비 R : 2.278 : 1

. 차륜직경(성능계산) D : 885mm

<표 2-107> 200km/h 8량 편성 고속 화물열차 추진성능

구분	8량 편성 성능
1) 기동시	60km/h이하
점착력	273.9kN
견인력	254.2kN(70km/h까지)
가속도	0.48m/s2(60km/h까지)
2) 최고운행속도	200km/h
점착력	179kN
견인력	155kN
주행저항	45.4kN
가속도 여력	0.24m/s2
도달거리	4.94km
도달시간	157초



[그림 2-144] 200km/h에서 8량 편성 견인력 선도

○ 검토 의견

- 8량 편성 고속화 복합화물 화차의 최고운행속도를 200km/h로 낮춰도 기동 토오크에는 영향이 없음 즉, 열차의 속도는 정 토오크영역의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)에 영향을 주지 않기 때문임
- 하지만 최고운행속도 220km/h에서 견인력은 155kN이고, 주행저항은 45.4kN이어서 가속 여력은 0.24m/s2로 300km/h에 0.10m/s2 보다는 좋아졌음
- 따라서, 최고운행속도 200km/h로 주행 시 편성량 수를 늘리면 고속열차의 가속도 1.62km/h(0.45m/s2)를 준수할 수 없기때문에 편성량 수 증가는 어렵다고 판단됨

③ 열차 편성량 수 증대방안

㉮ 가속도 조정 편성당 연결 가능한 량 수 검토

○ 가속도 기준

- 화물열차의 가속도는 철도차량(화차) 기술기준에 따르면 가속도 기준(3.4.1.4)은 안전을 고려하여 2.5km/h/s(0.69m/s2) 이하로 규정하고 있음

<표 2-108> 철도차량의 가속도 비교

구분	KTX	KTX 산천	틸팅열차	ITX 새마을	ITX 청춘	고속화 복합화물화차
최고운행속도(km/h)	300	300	180	150	180	300
가속도(m/s2)	0.498	0.45	0.5	0.69	0.55	0.45
가속거리 (km)	58.1					19.7

- 위 표에 고속 화물열차가 가속도 0.45m/s2일 경우에는 앞에서 검토한 바와 같이 KTX 동력차 2대로 화물차량 6량을 연결하여 8량 편성으로 운행 가능한 값임
- 따라서, 고속화 복합화물 화차의 가속도를 조정하여 편성 가능한 량수를 아래와 같이 검토하였음

○ 10량 편성 고속화 복합화물 화차 성능검토

- 추진력 산출

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.3 \times [(136 \times 1.038) + (656 - 136)] + 3 \times 656$$
$$= 26{,}309kg(257{,}828N)$$

여기서 :

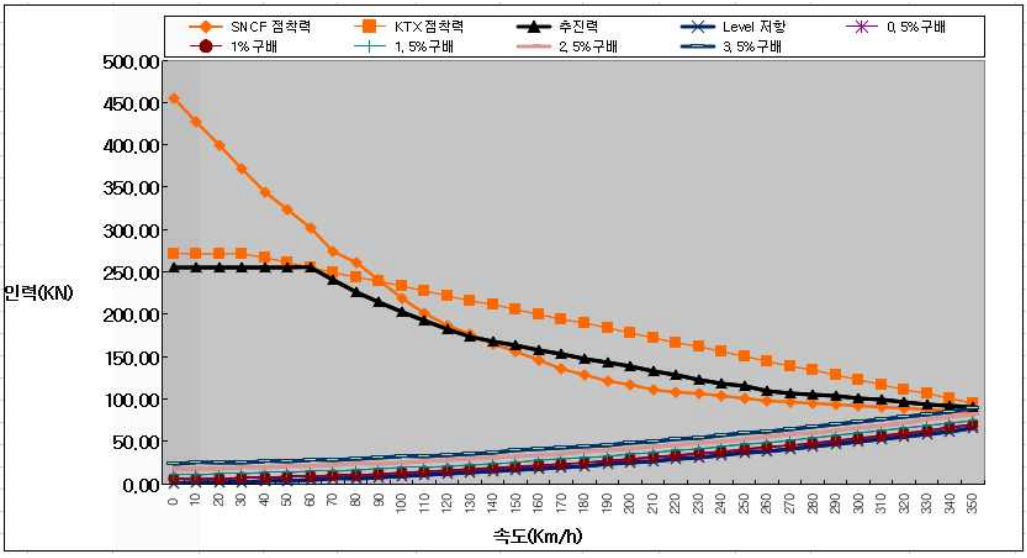
- 가속도(정토오크 영역) : 1.3km/h(0.36m/s2)
- 열차중량(W2) : 656톤
- 관성중량(WM) : 136톤(동력차 2대)
- 관성계수 : f_i
- 출발저항 : 3kg/톤
- 환산계수(K) : 28.32

○ 검토결과

- 가속도 : 1.3km/h(0.36m/s2)
- 출발 시 축당 점착계수 = 3,288kg / 17,000 = 0.193 .

<표 2-109> 10량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능

구분	10량 편성 성능	비고
1) 기동시	60km/h이하	
점착력	273.9kN	
견인력	257.8kN(70km/h까지)	
가속도	0.38m/s2(60km/h까지)	
2) 최고운행속도	300km/h	
점착력	124.5kN	
견인력	103kN	
주행저항	74.8kN	
가속도 여력	0.08m/s2	
도달거리	24.7km	
도달시간	461초	
3) 250km/h	가속여력 : 0.12 m/s2	가속거리 : 13.0km
220km/h	가속여력 : 0.15 m/s2	가속거리 : 8.8km
200km/h	가속여력 : 0.17 m/s2	가속거리 : 6.7km



[그림 2-145] 고속화 복합화물 화차 10량 편성 견인력 선도

○ 11량 편성 고속화 복합화물 화차 성능 검토

- 추진력 산출

$$F = K \times \alpha \times [(W_M \times f_i) + (W2 - W_M)] + R_S \times W2$$
$$= 28.32 \times 1.16 \times [(136 \times 1.038) + (721 - 136)] + 3 \times 721$$
$$= 26{,}018kg(254{,}976N)$$

여기서 : - 가속도(정토오크 영역) : 1.2km/h(0.33m/s^2)

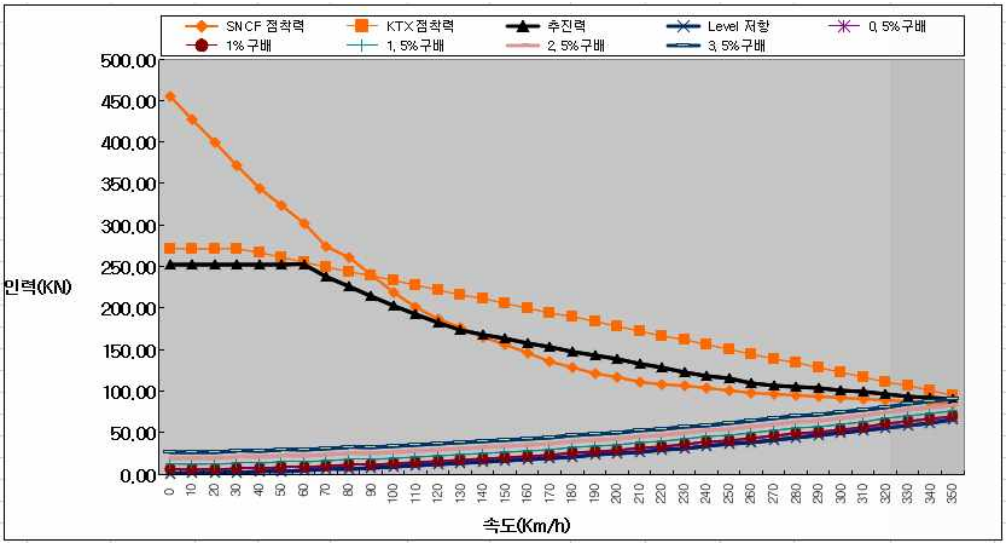
- 열차중량(W2) : 721톤

- 관성중량(W_M) : 136톤(동력차 2대)
- 관성계수 : f_i
- 출발저항 : 3kg/톤
- 환산계수(K) : 28.32

- 검토결과
  - 가속도 : 1.16km/h(0.32m/s^2)
  - 출발 시 축당 점착계수 = 3,187kg / 17,000 = 0.187 .

<표 2-110> 11량 편성 고속화 복합화물 화차 추진성능

구분	11량 편성 성능	비고
1) 기동시	60km/h이하	
점착력	273.9kN	
견인력	254kN(60km/h까지)	
가속도	0.34m/s2(60km/h까지)	
2) 최고운행속도	300km/h	
점착력	124.5kN	
견인력	103kN	
주행저항	77.1kN	
가속도 여력	0.07m/s2	
도달거리	27.2km	
도달시간	507초	
3) 250km/h	가속여력 : 0.11 m/s2	가속거리 : 14.3km
220km/h	가속여력 : 0.14 m/s2	가속거리 : 9.6km
200km/h	가속여력 : 0.16 m/s2	가속거리 : 7.3km



[그림 2-146] 고속화 복합화물 화차 11량 편성 견인력 선도

○ 검토 의견

- KTX 동력차 2량을 열차의 전·후에 편성하고, 가운데 화물차량을 연결하여 고속철도 노선에서 가속도 1.62km/h/s(0.45m/s2) 수준에 맞춰 운행 가능한 편성량 수는 8량 편성이 적정한 것으로 검토되었음
- 본 항에서는 고속화 복합화물 화차에 화물차량을 추가 연결하여 운행 가능한 방안으로 정토오크 영역의 가속도를 낮춰 운행하는 방법을 검토한 결과 정토오크 영역의 가속도를 1.3km/h(0.36m/s2)로 하였을 때는 10량 편성이 가능하고, 가속도는 1.16km/h(0.32m/s2)로 하였을 때는 11량 편성이 가능함
- 상업운전을 위하여 열차 출발 시(0~60km/h)에 정토오크 영역의 가속도를 낮추는 것은 운영기관 등과 협의가 필요함

㈏ 고속화 복합화물 화차 적재화물 증대방안 검토

○ 차량의 제원

- 차축 하용 하중 : 17,000kg
- 량 당 허용 가능한 중량 : 68톤
- 차량 중량 : 50톤
- 화물적재 하중 : 15톤

- 차량 만차 중량 : 65톤

○ 적재화물 증대방안 검토

- 량당 허용 중량에 따른 화물 증대방안은 아래와 같이 검토하였음

<표 2-111> 화물차량의 적재 중량 검토

항목	1량	6량 (8량 편성)	8량 (10량 편성)	9량 (11량 편성)
차축 허용 하중	68톤	408톤	544톤	612톤
차량 중량	50톤	300톤	400톤	450톤
화물 중량	18톤	108톤	144톤	162톤
차량 만차 중량	68톤	408톤	544톤	612톤

- 위 표에 따르면 차축 허용 하중에서 차량 중량을 제외하면 량당 18톤이 적재 가능함
- 현재 고속열차는 15톤의 화물을 적재하는 것으로 계획되어 있기 때문에 3톤의 화물을 추가 적재할 수 있음
- 즉 8량 편성의 경우 18톤, 10량 편성 24톤, 11량 편의 27톤을 추가 적재할 수 있음

○ 화물 차량의 중량감소 방안

- 고속화 복합화물 화차 차량의 경우 현재 50톤으로 설계되어 있으나, 경량차체 설계를 수행하여 10~20%(5~10톤)의 경량화가 필요함
- 화물차량 경량화가 실현되는 것만큼 화물 적재가 가능하며 이것은 추진동력 증가 없이 화물 수송량을 증대할 수 있음

○ 화물적재방안 개선에 의한 편성량 수 조정 검토

- 고속화 복합화물 화차의 차량의 적재 하중은 15톤으로 설계되어 있으나, 축중 허용하중까지 적재하면 18톤까지 적재할 수 있고, 편성 량 수를 감소할 수 있음

<표 2-112> 화물적재 방법 개선

구분	8량 편성 개선전		8량 편성 개선 후	
	1량	6량	1량	5량
차량중량	50톤	300톤	50톤	250톤
화물 하중	15톤	90톤	18톤	90톤
총중량	65톤	390톤	68톤	340톤

- 위 표에 나타나 있는 바와 같이 화물 하중 15톤에서 18톤으로 증대 시 화물차량이 6량에서 5량으로 축소 편성해도 동일한 화물을 수송할 수 있는 효과가 있음

(라) 열차 제동성능 검토 분석

① 개요

○ 고속화 복합화물 화차의 제동성능은 KTX 산천, 기존철도, 광역철도 등에서 요구하는 제동 감속도와 비상 제동거리를 기준으로 검토하였음

- 고속화 복합화물 화차는 최고운행 설계속도 300Km/h로 주행하므로 열차의 주행저항을 검토하여 열차제동성능 산출에 포함 시킴
- 열차의 제동 감속도는 일반적으로 고속 화물열차가 직선 평단 선로에서 주행 시 최고운행 설계속도 300Km/h에서 열차가 정지 시까지의 평균 감속도를 말함
- 최고운행 설계속도 300km/h를 포함하여 주행속도별 고속화 복합화물 화차의 제동시스템 성능은 다음과 같이 검토되었음

② 열차 제동성능 계산

㉮ 총 제동력

○ 8량 편성의 고속열차의 총제동력은 비상 제동 감속도 3.8km/h/s(1.05 ㎨) 이상을 확보하기 위하여 고속화 복합화물 화차의 총제동력 Fb는 다음과 같이 산출됨

- 총 요구 제동력

Fb = K x 가속도 x (관성질량보상중량 + 견인중량)

= K x 가속도 x (관성중량 x 관성질량보상계수 + 견인중량)

여기서 K = (1,000 / 3.6 x g) = 28.32

Fb = 28.32 x 3.8 x (136 x 1.038 + 390)

= 57,162 kg 이상

이때 적용되는 평균 점착 계수는 다음과 같다.

- 평균 점착 계수

fa = 총제동력 / 총축중

= 57,162 / 526 = 0.1084 = 10.86 %

- 이와 같이 제동력을 계산하여 정리한 열차의 총제동력은 아래표와 같음

<표 2-113> 고속화 복합화물 화차의 총 제동력

구 분	중 량	총 제동력		평균점착계수
공차중량(AW1)	436 ton	47,476 kg	465,264 N	10.88 %
만차중량(AW2)	526 ton	57,162 kg	560,187 N	10.86 %

○ 점착계수

- 제동계산에 적용되는 차륜과 레일간의 점착계수 값은 국제규격에 맞춘 철도차량에 관한 기술사양(TSI)에서 제시하는 점착계수 값을 기준으로 하며, 고속화 복합화물 화차의 제동력은 기준값 이하로 함

<표 2-114> TSI 점착계수 값

속도(km/h)	점착계수
0~210	0.15
220~240	0.14
250~270	0.13
280~300	0.12

㈏ 기계 제동력

- 고속화 복합화물 화차의 기계제동력은 추진시스템, 주행장치 등의 고장이나 기타의 이유로 전기제동시스템이 불가할 경우를 대비하여, 요구하는 감속도로 차량을 정지시키는데 필요한 총제동력이 확보되어야 함

- 최고운행 설계속도 300km/h 및 주행속도별 고속화 복합화물 화차의 제동력 증대를 위하여 동력대차에 차륜디스크 제동을 추가하여 검토하였음

○ 제동장치 구성

- 동력대차 : . 2대/량, 4대/편성
  . 차륜디스크 : 4 셋/대차, 16셋 /편성
  . 답면제동 : 4셋/대차, 16셋/편성
- 객차대차 : . 12대/편성
  . 차축 디스크 : 4셋/축 , 96셋/편성
- 축수 : . 동력축 : 8개/편성
  . 비구동축 : 24개/편성

○ 기계 제동력

- 차륜디스크 : 25kN/축
- 차축 디스크 : 상용 26.5kN/대차(2.4bar), 비상 40.2kN/대차(3.2bar)
- 답면제동 : 18kN/대차(정상시 20km/h 이하 사용, 3.5bar)

㉰ 전기 제동력

- 고속화 복합화물 화차의 전기제동력은 응하중 신호에 의해 최대사용 점착계수를 기준으로 하여 생성되며, 요구 제동력이 생성되는 전기 제동력보다 큰 경우에 기계제동력으로 보충시키며 이를 위해 제동시스템의 블랜딩(Blending)은 차량의 중량을 입력받아 전기제동력을 계산하는 시스템의 채용이 필수적임

<표 2-115> KTX-산천 회생제동력

속도(km/h)	회생제동력(kN)
20~160	170
170~200	164~140
210~250	112~133
260~300	107~93.5

- 고속화 복합화물 화차의 회생 제동력은 견인전동기를 KTX 산천과 같은

출력인 1,100kW/대를 사용하므로 KTX 산천의 회생 제동력 값을 사용하였음

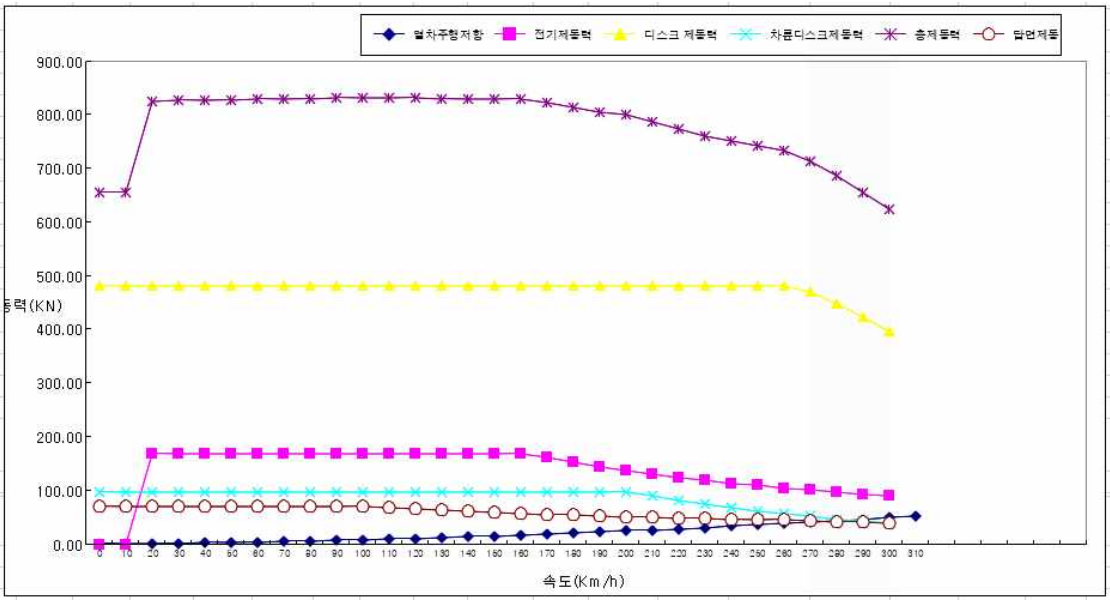
㉮ 제동성능 계산결과

○ 앞항에서 기술된 고속화 복합화물 화차의 제동장치 구성, 운행조건, 제동조건, 전기 및 기계 제동장치의 성능 등으로 제동성능을 계산한 결과 아래 표와 같이 검토되었음

- 고속화 복합화물 화차의 제동성능 계산 결과에 의하면, 비상제동 시에는 회생 제동, 차축/차륜디스크 제동 및 답면 제동력 사용하여, 최고운행속도 300km/h에서 제동을 작동시키면 제동거리는 2,810m, 제동시간은 58초 및 평균 감속도는 1.48m/s2(5.36km/h/s)로 분석되었고, 고속차량기술기준의 300km/h의 요구 제동거리 3,300m를 만족하였고, 제동 감속도는 1.48m/s2(5.36 Km/h/s)로 산출되어 적정함

<표 2-116> 300km/h 고속화 복합화물 화차 제동성능 계산 결과(8모터 정상운전)

구분	량수	회생 제동	차축 디스크	차륜 디스크	답면 제동	주행저항	제동거리 (m)	제동 시간(초)	평균 감속도 (m/s2)
상용시	8량	사용	사용	사용	사용	적용	3.571	74	1.17
비상시	8량	사용	사용	사용	사용	적용	2,810	58	1.48



[그림 2-147] 고속화 복합화물 화차 제동력 선도(8모터 정상운전)

<표 2-117> 운행속도별 제동거리

최고운행속도	고속차량기술기준	제동거리	비고
300km/h	3,300m	2,810m	만족
250km/h	-	1,877m	
220km/h	-	1,443m	
200km/h	1,600m	1,192m	만족

- 최고운행 설계속도 200~300Km/h에서 고속화 복합화물 화차의 제동성능은 고속차량기술기준에서 요구하는 사양을 만족하는 충분한 제동력을 확보하고 있음

(4) 경제적 타당성 검토

(가) 개요

① 분석의 범위

㉮ 시간적 범위

○ 기준연도 : 2017년

○ 분석연도 : 개통연도로부터 40년간

- 개통연도 : 2025년
- 중간분석연도 : 2030년, 2035년, 2040년, 2045년, 2050년, 2055년, 2060년
- 최종분석연도 : 2065년

㉯ 공간적 범위

○ 경부선 연선지역과 항만, 공항, 산업단지, 물류단지 등 연계 기대효과가 높은 곳

② 조사분석의 방향

㉮ 기초분석

○ 기존문헌 및 자료를 수집하고, 수송대상 품목선정 수행

③ 수요산출

○ KTDB 전국화물 O/D자료(기준년도 2017년), 전국 항만 및 공항자료, 기타자료를 활용하여 통행발생량을 산정하고 유라시아 물동량을 고려

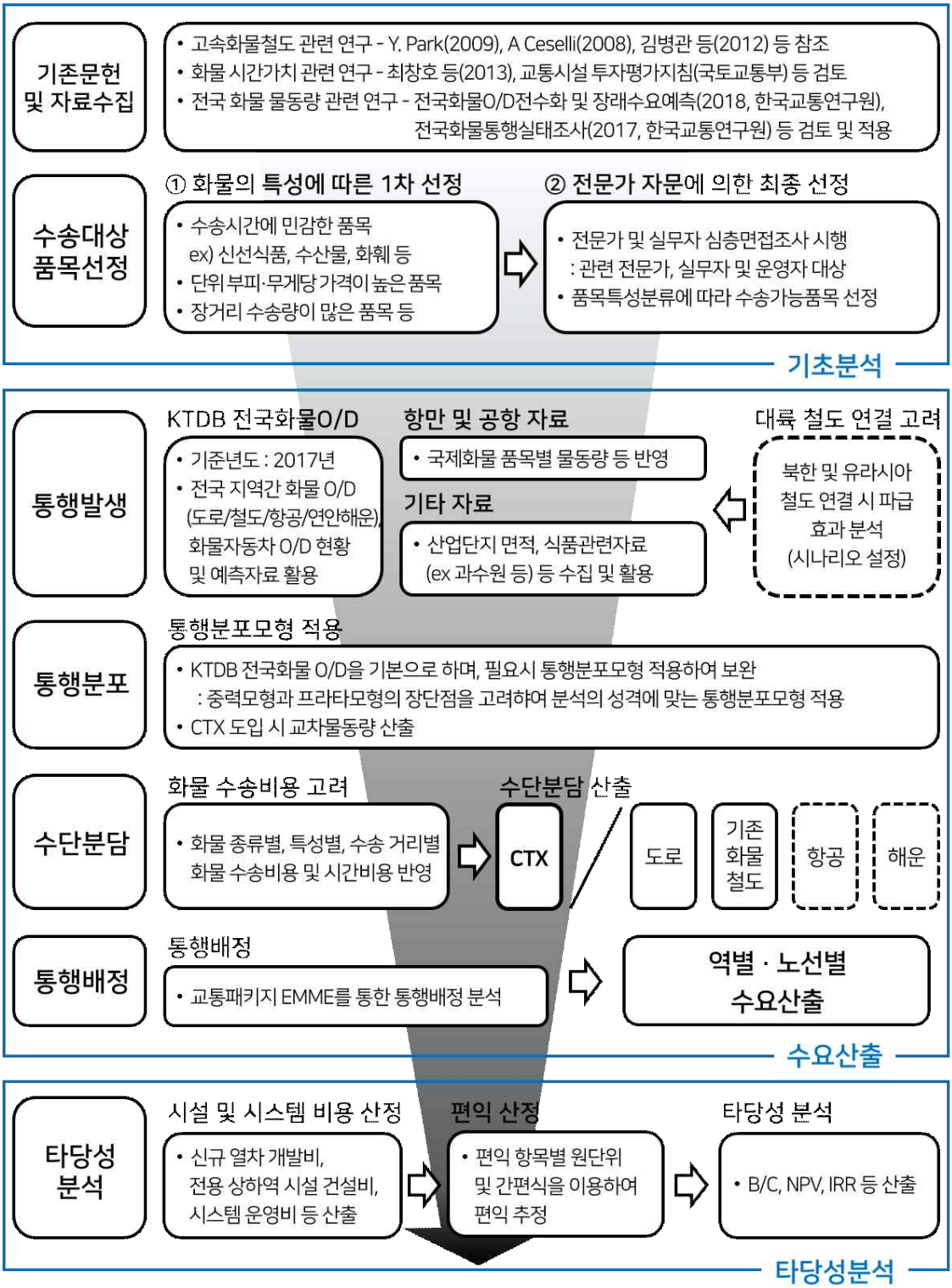
○ KTDB 전국화물O/D자료의 화물통행분포를 기본으로 하며, 통행분포모형 적용을 통해 보완, 화물 수송비용을 고려한 수단분담비율 산출

○ 교통패키지 EMME/4를 통한 통행배정 분석

④ 타당성 분석

○ 비용산정, 수요에 따른 편익산정 및 최종적인 경제성 분석

분석흐름도



[그림 2-148] 연구의 분석 흐름

(나) 수송 품목 및 물동량 분석

① 고속화 복합화물 화차 수송 검토대상 품목선정

㉮ 기술수요조사 결과

○ 국내 대표 운송기업의 시장 분석 자료와 자문을 통해 조사 시행

○ 철도화물 수송실적이 있으며, 대규모 물량을 취급하는 제조업체 대상

○ 주류, 전자제품, 식료품, 자동차(부품), 제철 등 비교적 철도수송이 쉬운 품목 생산사 위주로 선정되었으며, 회사별 물동량은 15,840t/년(C 전자제품사) ~ 400,000t/년(H 제철, P 제철) 수준

○ 조사대상 업체 총 물동량은 6,869,400t/년

<표 2-118> 고속화 복합화물 화차 검토대상 및 물동량

회사명	매출액(억원)	물동량(연간, 톤)	주요품목	운송구간
A 주류사	15,453	100,000	주류, 공병	(전라)광주,이천→부산, 광양
B 주류사	18,902	120,000	주류, 공병	전주→의왕
C전자제품사	9,589	15,840	전지, 배터리	부산→수도권
D 전자제품사	15,000	24,440	가전	광주→수도권
㈜동진쎄미캠	6,425	122,720	LCD, 반도체	의왕→부산
S전자	2,018,667	356,400	가전	광주→수도권
L 전자회사	553,670	90,000	가전	창원→수도권
H제지사	15,305	200,000	인쇄, 산업지 등	장항→성북(광운대)
M 제지사	13,000	150,000	인쇄, 산업지 등	온산→수색
L 제지사	5,313	150,000	인쇄, 산업지 등	온산→의왕
S 양회	6,536	140,000	양회	제천→수색
H 시멘트	10,677	500,000	양회	제천→수색
j식료품사	14,563	50,000	식품	인천→경남
H 부품제조사	5768	150000	자동차 휠	인천→울산
대한사료	3,378	100,000	사료	인천→전남, 영남
A 화장품사	56,454	100,000	화장품	김천, 김해→오산
K 자동차부품사	2,666	100,000	자동차 부품	울산→경기화성, 광주
E 유통사	116,312	100,000	식자재, 생활용품	여주, 대구→제주
J개발공사	2,331	200,000	식음료	목포→수도권
H제철	166,915	400,000	철강	당진→광양, 포항
C제철	1,489	100,000	철강	송악→부산
K화학사	34,905	150,000	페인트	대산→경남
J페이퍼사	7,516	50,000	인쇄, 산업지 등	전주→서빙고
P제철	530,835	400,000	철강	광양→대구
기타(택배 등)		3,000,000		
합 계	3,631,669	6,869,400		

② 운영사 및 물류회사 심층면담 결과

㉮ 면담 개요

○ 면담 문항

- 운송가능 및 희망 품목, 희망 운임, 도입 희망 대수 및 운행횟수, 상하역 시스템을 위해 요구되는 기술, 적정 운행속도, 고속화물수송화차 컨셉 구성 방향, 테스트베드 노선 등 총 8개 문항에 대해 심층 면담 실시

<표 2-119> 고속화 복합화물 화차 검토대상 및 물동량

주제	문항
운송 가능 및 희망 품목	본 개발과제는 신선식품, 전자제품, 의약품 등 고부가가치 품목을 운송품목으로 설정하고 있습니다. 이에 대한 귀 기업의 의견과 고속복합운송 철도를 이용하여 운송 가능하거나 운송을 희망하시는 품목에 대한 의견을 제시하여 주십시오.
희망 운임	귀 기업이 생각하는 고속화물열차의 적정 수송운임에 대해 의견을 제시하여주십시오.(원/톤·km)
도입 희망 대수 및 운행횟수	귀 기업의 고속화물열차 도입 희망 대수와 적정 운행횟수는 무엇입니까? 또한 콜드체인 전용 냉장/냉동 전용화차 도입을 희망하십니까?
상하역 시스템을 위해 요구되는 기술	귀 기업이 고속화물열차를 효율적으로 운용하기 위해 개발을 희망하는 상하역 시스템에 대해 의견을 제시하여 주십시오. (ex>상하역 소요시간, 필수적인 요건(신속성, 안정성, 등))
적정 운행속도	본 개발과제는 설계속도 200km/h 최고운행속도 180km/h, 평균운행속도 120km/h를 목표로 하고 있습니다. 귀 기업이 생각하는 고속화물열차의 적정 운행속도에 대한 의견을 제시하여 주십시오.
고속화물수송화차 컨셉 구성방향	본 개발과제에서는 냉장/냉동, 저진동 등의 화차를 구성하고자 합니다. 화차 구성 방향에 대하여 귀 기업의 의견을 제시하여 주십시오.
테스트베드 노선	본 개발과제는 차후 준고속노선(서해선 등) 투입을 목표로 하고 있으나, 테스트베드 노선으로 경부선을 설정하고 있습니다. 테스트베드로서 경부선의 적합 여부와, 적정한 테스트베드 노선에 대한 의견을 제시하여 주십시오. (ex> 노선의 적절성, 중간 정차역, 운행시간대)
기타	고속복합운송 철도물류 사업에 추가적으로 필요한 부분에 대한 의견을 부탁드립니다. (ex> 운행방안, 환적연결 방법 등)

○ 면담 회사

- 한국철도공사, 용마로지스, 5개 물류 운영사업자 및 2개 화주(석탄, 양회)

㉯ 한국철도공사

○ 면담 개요

- 2020년 5월 6일~7일 서면 면담을 진행하였음

○ 면담자1 : 물류사업본부 ○○○

- 고속화 복합화물 화차의 적정 수송운임(원/톤·km)에 대한 의견
  - 고속화 복합화물 화차의 임율은 운영자 관점에서 운송원가, 선로사용료 지불 여부 이윤이 고려되어야 하며, 이용자 관점에서는 도로운임, 부대비용 등이 고려 되어야 함
  - 상기 고려요인이 확정되지 않은 상황에서 임율(톤km당 단가)에 대한 의견 제시는 매우 어려우나, 상하역 시간, 셔틀운송 시간 등을 고려할 때 현행 임율(컨테이너 km당 20ft 516원, 40ft 800원, 일반화물 톤km당 45.9원) 이상의 운임설정에 한계가 있을 것으로 판단
- 고속화 복합화물 화차 운영 시 적정 운행횟수와 운행 시간대(주간/야간)에 대해 의견
  - 택배 또는 우편 물량의 확보가 가능할 경우 야간운행으로 최종 목적지 배송을 위한 재분류 작업을 위해 도착역 주변 물류창고에 새벽 2~3시경 도착
  - 항공 또는 선박 연계 수출입 화물의 물동량 확보가 가능할 경우 화주와의 협의를 통해 희망 도착 시간 파악 열차운행시각 설정
  - 기타 물량은 물량확보 가능 시 주중 주간 운행이 합리적일 것으로 판단(야간, 휴일 작업자 확보 곤란)

<표 2-120> 품목별 최적운행방안

구분	내용
택배 및 우편 화물	- 야간운행 최종 목적지배송을 위한 재분류 작업 위해 도착역 주변 물류창고에 새벽 2~3시경 도착
항공 및 선박 연계 수출입 화물	- 화주와의 협의를 통해 희망 도착시간 파악 후 열차운행시각 설정
기타	- 주중 주간 운행이 합리적 야간, 휴일 작업자 확보 곤란

- 콜드체인 전용 냉장/냉동 전용화차 도입에 대한 의견
  - 냉동/냉장 컨테이너를 철도로 수송할 경우 안정적인 전원공급이 필요하나 급전장애가 발생할 수 있어 전원공급이 가능하도록 발전차 또는 대형발전기 연결 필요
  - 또한, 도착역에 리퍼컨테이너(reefer container)의 장치(보관)를 위한 전원공급 가능한 보관장소 설치가 필요
- 고속화 복합화물 화차를 효율적으로 운용하기 위해 개발을 희망하는 상하

역시스템에 대한 의견

- 컨테이너 자동 상하역 기술은 대륙물류 연계를 고려하여 북한, 중국, 러시아와 상하역 장비와 고속차량의 시스템 호환성 확보 필요
- 상하역 시간은 (철도운송시간 + 상하역 시간 + 셔틀시간)이 도로운송의 기종착 운송시간과 시간 경쟁력이 있는 취급시간 개발 목표 설정
- 항공 수출입 컨테이너와의 호환성 확보를 위해 IATA(국제항공운송협회)에서 정한 항공화물 탑재 용기 ULD(Unit Load Device)의 규격과 재질에 부합하는 용기를 고속화차에 탑재할 수 있도록 화차 제작
- 출발도착역에서 최대한 신속한 상하역을 위해 트레일러로 직접 수평 이적재할 수 있는 시스템 필요
- 이동 가능한 자동 상하역 설비는 고속화물열차가 승객이 없는 시간 또는 여객열차를 이용하고 있는 승객이 있는 기존 철도역에서 화물을 취급할 경우를 고려하여 개발

- 고속화 복합화물 화차 운행시 적정 운행속도에 대한 의견

- 준고속노선 운행을 목적으로 고속화물열차를 개발한다면 기술적 측면에서는 설계속도 250km/h에 KTX의 설계속도와 영업속도 차이를 적용하여 영업속도는 215km/h가 적정할 것으로 판단

○ 면담자2 : 경영연구처 ◇◇◇

- 고속화 복합화물 화차의 적정 수송운임(원/톤·km)에 대한 의견

- 고속 화물열차가 도입된다면 시간과 거리에서 도로에 비해 경쟁우위를 점하기 때문에 도로보다 높은 운임을 수수할 수 있을 것으로 사료됨

- 고속화 복합화물 화차 운영 시 적정 운행횟수와 운행 시간대(주간/야간)에 대해 의견

- 운행시간대는 주간/야간 크게 상관이 없지만 고속화물열차의 특성상 주간에 운행하는 것이 비용측면이나 효율성 측면에서 타당할 것으로 판단됨

- 콜드체인 전용 냉장/냉동 전용화차 도입에 대한 의견

- 향후에 신선물류 시장이 활성화된다면 콜드체인 전용 냉장/냉동 전용화차 도입할 필요가 있다고 판단됨

<표 2-121> 신선물류 관련 선행연구

수행기관(연도)	연구명	한계점
한국철도기술연구원('19)	스마트 고단열 컨테이너	용기 기술개발에 중점
한국해양수산개발원('17)	한중일 신선물류산업 활성화 방안	동아시아의 전체연구로, 철도관련내용 미미
제주발전연구원	제주지역 신선물류 유통활성화 방안	제주 농축산물 유통에 국한

- 고속화 복합화물 화차 운행시 적정 운행속도에 대한 의견
  - 고속화 복합화물 화차 도입으로 120km/h까지 향상된다면 운행시간 단축에 따른 철도물류 경쟁력 강화, 고객서비스 향상 및 동력차·화차 운용율 향상에 도움이 될 것으로 판단됨
- 테스트베드로서 경부선의 적합 여부와, 적정한 테스트베드 노선에 대한 의견
  - 한국철도공사 물류사업본부와 협의를 통해 테스트베드를 선정하는 것이 우선이고 모든 여건이 가능하다는 전제하에 오봉~부산진/오봉~부산항의 운행구간이 테스트베드 노선으로 적합하다고 판단됨

○ 면담자3 : 경영연구처 □□□

- 고속화 복합화물 화차의 적정 수송운임(원/톤·km)에 대한 의견
  - 운임결정은 크게 3가지 측면에서 결정되는 것이 일반적임
  - 1. 운임가치이론 : 운송서비스이 제공으로 발생하는 부가가치에 근거
  - 2. 운임비용이론 : 운송서비스에 소요되는 비용에 근거
  - 3. 절충이론 : 부담능력과 수송원가 사이에서 결정
  - 현재 철도로 수송하는데 있어 시간이 중요 요인이 아니기 때문에 현 시장에서는 운임비용이론에 근거하여 수송원가에 기반하여 산정하는 것이 적합
  - 하지만 증가된 운임으로 고속화물의 경쟁력이 떨어질 우려가 있어 현재 화물 수송 품목에 적용하는 것은 어려울 것으로 사료됨
  - 단 남북철도 연결로 운행거리가 1,000km 수준 이상이 될 경우 가치가 향상될 수 있어 현행운임보다 높은 임율을 설정할 수 있을 것으로 판단
- 고속화 복합화물 화차 운행시 적정 운행속도에 대한 의견
  - 수요 측면에서는 신규 품목을 먼저 선정하고 품목별로 화주가 요구하는 도착시간을 확보하는 수준에서 운송속도가 결정나야 할 것으로 판단됨 신선물류의 경우 최소 표정속도가 120km/h까지는 향상되어야 함
  - 단, 운영 측면에서 운행대상 노선이 준고속선일 경우 기존 열차와의 경합이 불

가피하므로 설계속도에 따라 열차다이아 작성시 중간역 대기시간이 늘어 표정속도에 부정확한 영향을 미칠 수 있어 현행 열차와의 조화가 필요할 것으로 사료됨

<표 2-122> 최적 운행속도 설정시 고려사항

구분	내용
수요 측면	신규 품목을 먼저 선정하고 품목별로 화주가 요구하는 도착시간을 확보하는 수준에서 운송속도가 결정나야 할 것으로 판단됨 신선물류의 경우 최소 표정속도가 120km/h까지는 향상되어야 함
운영 측면	운행대상 노선이 준고속선일 경우 기존 열차와의 경합이 불가피하므로 설계속도에 따라 열차다이아 작성시 중간역 대기시간이 늘어 표정속도에 부정확한 영향을 미칠 수 있어 현행열차와의 조화가 필요할 것으로 사료됨
영업적 측면	예상물동량의 품목별 출발 도착지에 따라 운행 대상 목표노선을 설정하고, 목표노선의 선로 최고속도를 감안하여 운행하고 있는 현행 열차의 최고 속도와 조화가 필요함

- 테스트베드로서 경부선의 적합 여부와, 적정한 테스트베드 노선에 대한 의견
  - 경부선은 부산진(or 부산신항)에서 오봉 구간이 가능함
  - 기타 부산역, 인천공항, 서울역 등은 상하역 공간이 부족해 수평이적재 방식이 적용되어야만 가능
  - 단 경부선을 테스트베드 노선으로 할 경우 고속선의 중요도로 인해 협조가 어려울 수 있음. 연구기간을 고려할 때 익산~송산(2022년 말 완공) 준고속 구간이 차선책으로 적합할 수 있음

㉰ 용마 로지스

○ 면담 개요

- 2020년 5월 29일 용마로지스 ▽▽▽ 이사와 대면면담 실시

○ 적정 운행속도 / 상하역 시스템을 위해 요구되는 기술

- 철도는 지금 속도도 충분히 빠르다고 생각되며, 제일 중요한 것은 접근성과 환적 시간의 개선임
- 기계화 혹은 자동화를 통해 환적시간을 최소화 하는 것이 철도 자체의 속도를 높이는 것보다 유용

문: 적정운행 속도가 어느 정도면 좋겠다 하는 바람이 있는지?
답: 철도는 지금 속도라도 충분히 빠르다고 생각한다. 제일 중요한 것은 접근성과 환적 시간, 그게 가장 큰 걸림돌이었다. 이게 해결이 되면 철도 자체의 속도는 크게 중요하지 않다고 생각한다. 상하역을 하기 위한 접근성, 철도역까지 갈려면 육로 운송을 해야 하는데 (…) 이러한 시간들을 최적화하지 않으면 철도 자체의 운행 속도가 아무리 빨라도 의미가 없다.

○ 콜드체인 전용 냉장/냉동 전용화차 도입을 희망 여부

- 6월 30일부터 법이 개정되어, 의약품은 무조건 실온으로 배송해야 하기 때문에 도입 의향이 높지 않음

○ 운송가능 및 희망 품목

- 택배의 간선집화, 간선수송은 철도 수요가 있음
  - 중앙 집배송 위치는 아래 표와 같음

<표 2-123> 물류 운영사업자별 중앙 집배송 위치

업체	위치
용마로지스	안성
CJ (대한통운)	오포
한진택배	대전
롯데글로벌로지스	진천
경동택배	천안

- 가격대비 물류비가 높은 음료품의 경우 철도복합운송 시 철도 소요가 필요할것으로 판단 됨

- 화장품 또한 경쟁력이 있을 것으로 판단됨
  - · 화장품시장 규모는 18년 기준 생산 10억달러(12조) 정도. 그중 수출입이 8조 5천억이며, 물동량은 시장규모의 85% 정도임. 성장률은 매년 6.5%, 연평균 5.4% 수준
  - · 그런데 화장품의 경우 회사별 일일 물동량이 화차 한 량에 못 미치는 경우가 많으므로, 각 회사의 통합 적재를 유도하는 정책이 필요할 것으로 보임

문: 택배도 철송이 가능한지?
답: 간선 집화 나 간선 수송, 간선 수송은 철도 수요가 있다. 우리는 안성에서 바로 싣는다. 소요가 있다면 지제역이 가장 가까울 것이다.
문: 그러하면 경부선을 타고 올라오는 것이 가장 좋아보인다.
답: 여객이나 화물이나 가장 중요한 것은 경부선이다.
문: 시 운송 가능 하거나, 운송을 희망하는 품목이 있는지? 특히, 이런 것들이 어떠한 특징을 가지고 있는지?
답: 생수는 부피가 크고, 물동량이 많다. 생수와 음료가 비슷한 소요인데, 가격 대비하여 물류비가 높은 편이다. 움직이는 단위가 대량이고, 그래서 철도 소요가 필요할 수도 있을 것 같다.

㉮ 기타 물류회사 및 화주

○ 면담 개요

- 40개 물류기업, 65개 화주사(양회, 석탄, 철강, 광업, 기타), 5개 차량제작사 대상
- 5월 11일 1차 이메일 발송, 미응답 회사 대상으로 5월 18일 2차 이메일 발송하여 회신 내용 취합
- 대표적인 내용 중심으로 회신 내용 정리함

○ K 물류 운영사업자

- 일부 컨테이너의 고속 화물열차 이용의향이 있음
- 운임은 현행 철도 운임 수준이 적정할 것으로 생각함
- 운행속도 및 테스트베드 노선은 현 구상이 적정한 것으로 생각함

○ H 물류 운영사업자

- 향후 상황에 따라 휴대폰 등 정기적인 고가제품 운송은 경쟁력이 있을 것으로 생각함
- 육류업체 등과 장기 계약 체결이 가능하다면 콜드체인 전용 화차 도입 또한 경제성이 있을 것으로 보임
- 운임은 화물차와의 경쟁이 가능한 수준이면 적정하다고 생각함
- 운행속도, 테스트베드 노선은 이견 없음

○ L 물류 운영사업자

- 현시점에서는 신선식품, 전자제품, 의약품 등 고부가 가치 품목을 철송으로 운송하기엔 부적합
- 당사에서 철도운송으로 선호하는 품목은 제지, 건초, 피혁 등임
- 운임은 현 철송 임율 수준 (20FT-516원/km, 40FT-800원/km)에서 정해진다면 철도운송에 대한 경쟁력이 더 올라갈 수 있을 것으로 보임
- 상하역 관련하여 컨테이너 추적시스템을 필요로 하며, 콜드체인 전용화차는 현재로서는 도입 의향이 높지 않음
- 운송 속도는 빠르면 빠를수록 좋겠지만, 그로 인해 사고의 위험성이 높아지는 것은 바라지 않음
- 가장 많은 물량과 가장 긴 거리를 가진 노선에서 운영이 가능하여야 고속

열차 운영에 대한 경제성 및 경쟁력이 확보될 것으로 보이므로, 테스트베드 노선은 경부선이 가장 적합함

○ I 물류 운영사업자

- 위험물 및 유해화학물질은 현재 CY내 보관이 불가하고 본선 선적 시 대기시간이 오래걸려 대부분 육로운송으로 진행하는데, 이에 따른 안전사고 위험 및 높은 운송료로 화주의 부담이 가중되는 상황이므로 위험물 및 유해화학물질의 고속·복합운송 철도물류 시스템 운송을 희망함
- 안전운임(육로운임) 대비 80%수준의 운임설정이 적절하다 사료 됨
- 일일 운행횟수는 1일 2회정도면 충분하며, 냉장/냉동 컨테이너의 물동량이 많지 않아 전용화차 도입 상 약점으로 사료됨
- 여러 차량을 동시에 상하역 할 수 있는 시스템 개발이 필요하며, 운송사의 화차번호 확인작업은 전산화 및 RFID를 통해서 자동화 할 수 있는 방안을 강구해야 함
- 적정운행속도는 현재 목표수준이면 충분함
- 만약 콜드체인 화차를 도입할 경우, 빠른 상하역 및 전원연결과정을 최소화 할 수 있는 피기백 방식을 추천함
- 테스트베드 노선은 오봉역-부강역-부산이 적절함

○ C 물류 운영사업자

- 현재 SRT 특송서비스를 통해 연간 서류 10만건, 저온상품 2만건 운송중
- 중국내 고속화물열차를 통해서는 캠코더, 카메라 등 소형 고가제품 운송중이며, 전체 34.9 TEU 중 10% 수준 물동량으로 3 TEU 수준으로 높지 않음
- 국내 고속·복합운송 철도물류 시스템 도입시 서류송달, 저온상품, 고가제품 등 단가는 높으나 시급성을 요하는 제품의 운송이 적합하다고 판단됨
- 국내 대륙간 고속화물열차 운행시 전체 34.9 TEU 중 20% 수준(7TEU)까지 확대 가능

○ K 석탄사

- 연탄제조 업체로서 지역내 광업소의 무연탄을 자동차로 수송하고 있으며,

고속 화물열차는 해당 사항이 없는 것으로 생각함

○ U 양회사

- 중량대비 저부가가치 제품이며 공장과 가장 가까운 철도역이 약 20km 이상으로 거리가 멀어, 철도운송을 활용하지 못하고 있으며 향후 이용 가능성도 낮음
- 만약 이용여건이 될 경우, 운임은 공장 소재지에서 수도권간 평균 화물차 운임인 약 10,500원/톤·km보다 낮아야 할 것으로 보임

㈐ 결론

○ 운송 가능 및 희망 품목

- 택배의 간선 집화 및 간선수송, 음료품, 화장품(용마로지스), 휴대폰 등 정기적인 고가제품 운송(H 물류 운영사업자), 제지, 건초, 피혁(L 물류 운영사업자), 위험물 및 유해 화학물질(I 물류 운영사업자), 서류송달, 저온상품, 고가제품(C 물류 운영사업자) 등 다양
- 현시점에서는 신선식품, 전자제품, 의약품 등 고부가 가치 품목의 철송은 부적합하다는 의견도 존재하나, 고속·복합운송 철도물류시스템이 부재한 현시점의 철송에 대한 평가임
- 대체적으로 전자제품 등 고부가 가치 상품이나 음료품 등 빠른 운송이 필요한 상품을 주력 운송 상품으로 하려는 본 연구의 개발 방향과 부합함

○ 희망 운임

- 현행 임율(컨테이너 km당 20ft 516원, 40ft 800원, 일반화물 톤km당 45.9원)이 적정하다는 의견이 다수이므로 본 연구의 목표 운임은 현행 임율과 동일하게 설정
- 안전운임(육로운임) 대비 80% 수준의 운임설정이 적정하다는 의견(I 물류 운영사업자), 남북철도 연결 시 경쟁력 향상으로 현행운임보다 높은 임율을 설정할 수 있다는 의견(한국철도공사) 존재

○ 도입 희망 대수 및 운행 횟수

- 일일 2회 내외(편도기준)가 적정하다는 의견 존재

○ 상하역 시스템을 위해 요구되는 기술

- 북한, 중국, 러시아와의 호환, 항공화물 탑재용기 ULD 규격 호환(한국철도공사), 다수 차량을 동시에 상하역 할 수 있는 시스템, 화차번호 확인작업의 전산화 및 RFID를 통한 자동화(I 물류 운영사업자) 등

○ 적정 운행속도

- 물류 운영사업자 및 화주 경우 개발목표속도(설계속도 200km/h, 표정속도 120km/h)가 적정하다는 의견 다수
- 한국철도공사의 경우 준고속선의 설계속도(250km/h)에 맞춰 개발목표속도를 상향해야한다는 의견 존재
- 현 개발목표속도는 일반선인 경부선의 설계속도를 고려한 것으로, 향후 개발과정에서 준고속선 투입가능여부와 개발목표속도 상향 검토 필요

○ 고속화물수송화차 컨셉 구성방향

- 콜드체인 화차의 경우 전원공급이 가능하도록 발전차 또는 대형발전기 연결이 필요하다는 의견과 도착역에 리퍼컨테이너(reefer container)의 장치(보관)를 위한 전원공급 가능한 보관장소 설치가 필요하다는 의견이 있음(한국철도공사)
- 콜드체인 화차를 도입할 경우 빠른 상하역 및 전원연결과정을 최소화 할 수 있는 피기백 방식을 추천함(I 물류 운영사업자)
- 콜드체인 화차의 경우 도입을 희망하지 않는다는 의견이 일부 존재하나, 이는 전례가 부재함에 따른 우려 때문으로 보이며 식품업체와 장기계약을 통해 경쟁력 확보가 가능하다는 의견 또한 존재
- 대륙 철도 연결 시 콜드체인 화차의 경쟁력은 더욱 증가할 것으로 예상되며, 본 개발연구에서는 물동량 예측에 따라 편성당 1량 이상을 콜드체인 화차로 조성하고자 함

○ 테스트베드 노선

- 테스트베드 노선으로서 경부선이 적합하다는 의견이 대다수

③ MTI 코드에 따른 수송 검토대상 품목선정

○ 해외사례 및 이전 연구 분석결과를 토대로 수송대상 품목 선정을 위한 4가지 기준을 수립함

- 신속·적시수송 필요성 : 고가격·고수요 상품으로 빠르고 정확한 수송이 필요한 품목, 또는 농산물 등 부패 등으로 인해 빠른 수송이 필요한 품목
- 안전수송 필요성 : 전자·전기제품 등 충격에 취약한 품목
- 수송 용이성 : 철도로 수송하기에 부피 및 무게가 지나치게 크거나 작지 않은 품목
- 물동량 크기 : 물동량이 지나치게 과소하지 않은 품목

○ 위 기준과 운영사 및 물류회사 심층면담 결과를 종합하여 최종적으로 수송 검토대상 품목을 선정함

○ 선정 결과

- MTI 분류상 22개의 품목이 수송 검토대상 품목로 선정됨
- MTI(Ministry of Trade and Industry) : 산업통상자원부가 분류한 산업별·품목별 수출입 분류체계
- MTI 코드는 0~9의 총 10가지 대분류로 나뉘어 있음

<표 2-124> MTI 코드표 대분류

MTI 코드	품목명	MTI 코드	품목명
0	농림수산물	1	광산물
2	화학 공업제품	3	플라스틱 고무 및 가죽제품
4	섬유류	5	생활용품
6	철강금속제품	7	기계류
8	전자·전기제품	9	잡제

- MTI 분류에 따른 수송 검토대상 품목은 아래 표와 같음

<표 2-125> MTI 분류에 따른 수송 검토대상 품목

MTI 코드	품목명	MTI 코드	품목명
0116	과실류	0121	채소류
0155	인삼류	0156	식물성 한약재
022	육류	04	수산물
227	비누치약및화장품	711	원동기 및 펌프
7142	복사기	812	무선통신기기
8121	무선 전화기	8131	컴퓨터
8132	보조기억장치	8133	프린터
8134	모니터	8211	컬러TV
823	냉장고	8241	세탁기
8242	에어컨	8245	진공청소기
8255	전기밥솥	836	평판디스플레이 및 센서

○ 주요 수송대상 품목

- 주요 수송대상 품목별 품목 정의, 고속철도 운송 장·단점, 주요 생산사

<표 2-126> 주요 수송 검토대상 품목

품목구분	분류	품목정의
신선식품	품목 정의	-수산물, 저장성이 낮은 고급농산물
	고속철도 운송 장점	-유통기한이 짧고 시간이 지날수록 상품성이 떨어져 빠른 운송이 필요한 상품들로, 고속운송이 필요함
	고속철도 운송 단점	-부피나 무게 대비 상품의 가격이 낮아 고속철도 운송 필요성이 낮을 수 있음
	주요 생산사	농협, 수협
화장품	품목 정의	-인체를 청결·미화하여 매력을 더하고 용모를 밝게 변화시키거나 피부·모발의 건강을 유지 또는 증진하기 위하여 인체에 사용되는 물품
	고속철도 운송 장점	-화장품은 부피·무게 대비 상품의 가격이 높고, 유행이 존재함 -화장품 시장의 연평균 성장률은 5.4%로, 갈수록 규모가 팽창하고 있음 -용마로지스와의 면담 결과 수송 대상 가능성을 확인할 수 있었음
	고속철도 운송 단점	-부피·무게가 적고 저장성이 좋아 고속철도운송의 필요성을 체감하지 못할 수도 있음
	주요 생산사	아모레퍼시픽, LG생활건강, 한국콜마 등
컴퓨터 및 주변기기	품목정의	-전자회로를 이용해 다양한 종류의 데이터를 처리하는 기기
	고속철도 운송 장점	-컴퓨터는 고가치 상품으로 운송시간으로 인한 기회비용이 크며, 일부 컴퓨터 부품은 가격변동이 심해 빠른 운송이 요구됨 -진동에 취약하므로 일반화물열차에 비해 훨씬 안정적
	고속철도 운송 단점	-철도는 차량에 비해 좌우진동이 크므로 좌우진동을 억제할 수 있는 화차 개발 필요
	주요 생산사	삼성, LG, 한성컴퓨터
액정 디바이스	품목정의	-동작 전압이 낮고 소비전력이 적어 휴대용으로 쓰일 수 있으며, 손목시계, 컴퓨터 등에 널리 쓰고 있는 평판디스플레이
	고속철도 운송 장점	-액정디바이스는 충격에 민감해 차량운송 시에도 무진동 특수차량으로 운송하므로, 차량에 비해 상하진동이 적은 고규격 고속철도 운송에 적합 -액정디바이스는 수요에 민감해 빠른 운송이 요구됨
	고속철도 운송 단점	-철도는 차량에 비해 좌우진동이 크므로 좌우진동을 억제할 수 있는 화차 개발 필요
	주요 생산사	삼성, LG

<표 계속> 주요 수송 검토대상 품목

품목 구분	분류	품목 정의
휴대전화	품목정의	- 손에 들거나 몸에 지니고 다니면서 장거리 통신을 할 수 있는 소형 무선 통신기기
	고속철도 운송 장점	-국내생산 휴대전화를 빠르게 인천공항으로 운송 가능 -인천공항으로 고속화물열차가 직통운행할 경우 차량운송대비 환적 또한 불리하지 않음
	고속철도 운송 단점	-해외생산공장이 증가함에 따라 국내 휴대전화 생산량 및 운송량 저하로 차량운송대비 경쟁력 저하 우려
	주요 생산사	삼성, LG
가전제품	품목정의	-텔레비전, 냉장고, 세탁기, 에어컨 등의 여러 가지 가정 생활용 전기 기계·기구
	고속철도 운송 장점	-냉장고,세탁기 등의 주요 가전제품은 부피와 무게가 커 차량으로 운반할 경우 운송 가능 개수가 적으므로, 열차로 대량운송하는 것이 경제적일 것으로 생각됨 -가전제품 생산지는 경남, 중국(→인천공항) 등 수도권과 먼 경우가 많아, 차량운송보다 열차 운송이 저렴할 것으로 보임 -진동에 취약하므로 일반화물열차에 비해 훨씬 안정적 -향후 중국, 유럽방면 수출물량 수송에 강점
	고속철도 운송 단점	-환적이 복잡해짐 -차량운송에 비해 우위를 가질만큼의 수송단가, 안전성이 관건
	주요 생산사	삼성, LG, 웅진코웨이, SK매직
우편 및 택배	품목 정의	-우편으로 전달되는 서신이나 물품의 통칭
	고속철도 운송 장점	-기존에 우편 열차가 존재한 바 있으므로 환적, 수송 등에서 노하우 존재 -빠른 등기 등 신속한 운송이 필요한 우편물의 운송에 용이
	고속철도 운송 단점	-기존 우편 열차 운송이 중단된 이유에 대한 분석 필요
	주요 생산사	우체국, 한진택배, CJ대한통운

④ 전국 화물물동량 분석

㉮ 전국 화물 OD

- KTDB에서 배포한 전국 화물 OD(2017년 기준) 자료를 간략히 분석함

○ KTDB 전국 컨테이너 화물물동량 OD(2017년 기준)

- 전국 화물물동량 중 컨테이너 물동량
- 총 컨테이너 물동량은 23,305만 톤/년
- 출발량 기준 부산(6,990만 톤/년), 인천(3,636만 톤/년), 경기(2,922만 톤/년) 순, 도착량 기준 부산(9,307만 톤/년), 경기(3,490만 톤/년), 인천(3,135만 톤/년) 순
- 경부선 기종점 지역인 경기-부산 간 물동량은 부산→경기 1,517만 톤/년,경기→부산 1,459만 톤/년

<표 2-127> 2017년 전국 컨테이너 화물물동량 OD

단위 : 만 톤/년

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	-	75	-	7	-	-	-	0.04	-	-	-	-	4	-	-	-	-	86
부산	108	1,662	129	261	55	49	527	1,517	45	303	276	107	73	775	1,052	-	51	6,990
대구	-	203	-	22	-	-	-	1	0.01	-	-	1	0.1	-	-	-	-	227
인천	88	236	9	1,931	1	15	3	1,158	30	16	69	11	57	10	2	-	0.2	3,636
광주	-	188	-	7	-	-	-	0.3	0	-	-	-	303	-	-	-	-	499
대전	-	121	-	13	-	-	-	0.3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	138
울산	0.1	1,204	1	3	-	-	506	5	0	-	0.01	-	1	21	1	-	-	1,742
경기	2	1,459	1	702	10	1	25	520	2	14	83	5	55	37	3	-	2	2,922
강원	-	43	-	9	-	-	-	0.4	1	-	-	-	0.1	-	0.01	-	-	54
충북	-	210	-	9	-	-	-	10	0.01	-	-	-	3	-	0.4	-	-	232
충남	-	412	-	84	-	-	-	82	0.01	-	127	3	8	-	-	-	-	716
전북	0.1	153	0.5	34	0.1	0.2	0.04	4	0.1	0.04	0.4	57	197	-	0.04	-	-	446
전남	21	109	4	12	92	4	9	178	1	84	30	228	1,253	17	35	-	85	2,163
경북	-	1,297	-	19	-	-	-	9	0.1	-	-	-	8	117	0	-	-	1,450
경남	-	1,904	-	12	-	-	0.3	1	0.01	-	-	-	8	-	24	-	-	1,948
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
세종	-	32	-	7	-	-	-	4	-	-	-	-	13	-	-	-	-	57
전국	219	9,307	146	3,135	157	70	1,071	3,490	79	417	586	412	1,986	976	1,116	-	139	23,305

출처 : KTDB,『전국화물OD전수화 및 장래수요예측』, 2018

○ 전국 화물물동량 OD

- 총 물동량은 185,401만 톤/년이며, 출발량 기준 경기(27,472만 톤/년), 전남(21,950만 톤/년), 인천(21,175만 톤/년) 순
- 도착량 기준 경기(33,007만 톤/년), 전남(21,688만 톤/년), 경북(15,831만 톤/년) 순

<표 2-128> 2017년 전국 전체 품목 화물물동량 OD

단위 : 만톤/년

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	3,032	106	25	180	21	32	84	1,963	88	120	227	31	86	150	83	-	19	6,246
부산	240	4,313	186	325	77	68	1,154	1,736	87	371	398	154	217	1,147	2,275	-	77	12,824
대구	82	292	1,085	46	26	30	181	270	61	110	168	69	103	901	332	-	57	3,812
인천	1,271	309	54	9,301	38	72	283	6,769	358	384	849	152	554	401	235	-	146	21,175
광주	36	225	20	41	642	21	98	167	17	44	111	97	924	92	127	-	13	2,675
대전	16	131	8	22	7	316	31	90	11	66	93	22	40	57	31	-	27	965
울산	41	1,500	59	43	14	14	8,760	195	47	62	138	47	251	618	470	-	19	12,277
경기	1,982	1,665	136	1,811	119	222	573	12,932	630	892	3,509	491	659	964	597	-	291	27,472
강원	211	165	73	149	30	54	248	1,304	3,643	540	481	136	499	704	330	-	115	8,682
충북	180	337	101	146	48	160	337	1,385	560	1,929	944	211	619	700	363	-	361	8,382
충남	270	532	86	317	76	234	342	2,297	264	584	8,758	420	691	542	340	-	341	16,093
전북	220	306	110	140	198	211	256	996	215	403	1,035	3,085	1,284	596	518	-	143	9,715
전남	168	378	105	112	504	84	543	1,086	247	398	766	731	13,783	733	2,077	-	238	21,950
경북	182	1,632	420	146	67	98	1,024	856	362	468	548	209	734	6,968	866	-	111	14,691
경남	228	2,918	243	106	85	73	1,066	729	200	249	440	237	1,142	1,161	6,730	-	81	15,687
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	836	-	836
세종	26	47	12	27	7	44	29	233	55	255	322	43	102	97	45	-	576	1,919
전국	8,183	14,855	2,722	12,912	1,959	1,731	15,008	33,007	6,844	6,873	18,786	6,133	21,688	15,831	15,418	836	2,614	185,401

출처 : KTDB,『전국화물OD전수화 및 장래수요예측』, 2018

○ 전국 화물자동차 OD

- 전국 총 화물자동차 통행량은 4,513,133대/일
- 출발량 기준 경기(937,251대/일), 서울(641,789대/일), 경남(302,619대/일) 순
- 도착량 기준 경기(948,905대/일), 서울(639,402대/일), 부산(301,107대/일) 순

<표 2-129> 2017년 전국 화물자동차 OD

단위 : 천 대/일

	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	세종	전국
서울	519.5	0.8	0.5	16.1	0.3	1.2	0.1	88.5	2.8	4.1	3.9	0.8	0.7	1.2	1.0	-	0.2	641.8
부산	0.8	233.5	3.1	1.4	0.7	0.4	9.8	4.4	0.5	1.0	1.6	1.0	1.8	5.7	32.5	-	0.1	298.2
대구	0.7	2.1	200.4	0.6	0.1	0.6	1.0	2.2	0.3	0.8	0.6	0.3	0.4	13.4	4.4	-	0.1	227.9
인천	17.1	1.3	0.6	207.4	0.3	0.7	0.2	60.9	2.0	1.9	3.1	0.8	0.9	1.1	1.0	-	0.2	299.6
광주	0.3	0.8	0.1	0.3	134.2	0.4	0.1	1.3	0.2	0.4	0.8	1.9	9.5	0.2	0.7	-	0.1	151.1
대전	1.1	0.7	0.4	0.6	0.4	149.0	0.2	3.1	0.4	3.6	3.3	1.2	0.5	1.0	0.6	-	0.7	166.9
울산	0.1	9.4	1.0	0.1	0.1	0.2	85.9	0.4	0.2	0.2	0.3	0.2	0.6	3.5	6.0	-	0.0	108.1
경기	84.4	5.3	1.8	58.8	1.2	3.2	0.4	698.5	16.4	20.5	28.2	4.0	3.4	6.0	3.7	-	1.4	937.3
강원	3.3	0.6	0.4	2.2	0.2	0.4	0.3	18.1	110.9	5.8	2.1	0.8	0.8	3.6	1.1	-	0.2	150.6
충북	3.1	1.1	0.8	2.0	0.4	3.5	0.3	20.3	5.5	122.7	6.5	2.0	1.2	5.7	2.2	-	2.8	180.0
충남	4.5	1.9	0.6	3.9	0.8	3.3	0.3	29.8	2.1	6.6	166.7	7.6	2.3	3.0	2.0	-	2.7	238.0
전북	1.0	1.1	0.4	1.0	1.9	1.3	0.3	4.7	0.8	2.2	7.9	151.7	7.9	2.0	3.3	-	0.2	187.8
전남	0.8	2.1	0.4	1.1	9.2	0.6	1.0	3.9	0.8	1.4	2.5	7.8	183.4	1.6	7.1	-	0.3	224.0
경북	1.4	6.4	13.6	1.3	0.3	1.1	3.8	7.1	3.7	5.7	3.0	1.9	1.5	236.2	10.1	-	0.3	297.1
경남	1.0	34.0	5.8	1.1	1.0	0.5	6.0	3.9	1.1	1.7	1.7	3.1	6.9	10.1	224.8	-	0.1	302.6
제주	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84.2	-	84.2
세종	0.3	0.2	0.1	0.2	0.0	0.8	0.0	1.6	0.2	2.7	2.8	0.2	0.2	0.3	0.2	-	8.3	18.0
전국	639.4	301.1	229.8	298.1	151.1	167.1	109.5	948.9	147.9	181.3	234.8	185.5	221.8	294.5	300.7	84.2	17.7	4,513.1

출처 : KTDB,『전국화물OD전수화 및 장래수요예측』, 2018

나. 수출입 컨테이너의 항만별 기종점

○ 수출입 컨테이너 항만별·시도별 기종점

- 2017년 국내 모든 항만의 수출·입 적·공 컨테이너 물동량 합은 16,311,334TEU
- 부산항의 수출·입 적·공 컨테이너 물동량은 10,186,274TEU로 전체 항만의 62.4%를 차지함
- 인천항, 광양항도 각각 2,978,310TEU, 1,753,603TEU로 전체의 18.3%, 10.8%를 차지해 2, 3순위임

<표 2-130> 2017년 수출·일 적·공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위)

단위 : TEU, %

시도	부산항	인천항	광양항	평택 당진항	울산항	대산항	포항항	군산항	기타항	계
서울	104,348	64,995	12,847	2,732	64	0	0	42	1,683	186,714
부산	1,285,100	120,998	61,699	2,673	42,261	9,868	13,992	918	3,145	1,540,655
대구	225,138	15,660	2,495	1,391	659	0	2,196	838	120	248,496
인천	286,673	1,341,437	93,578	37,544	1,658	26,388	0	2,003	14,558	1,803,839
광주	188,668	4,631	245,760	8,798	0	0	0	28	59	447,944
대전	110,689	15,868	4,621	1,884	0	0	0	93	88	133,245
울산	1,396,166	4,651	1,978	14,880	381,097	0	2,618	70	75	1,801,536
세종	56,001	5,988	56,100	3,446	0	0	0	0	33	121,569
경기	1,725,654	1,177,636	125,883	407,797	745	1,852	438	1,557	6,577	3,448,140
강원	61,456	23,645	592	1,202	0	0	184	50	1,692	88,820
충북	321,851	17,624	50,534	16,609	0	0	0	97	412	407,127
충남	447,497	113,510	22,801	95,316	3	63,937	0	1,839	107	745,008
전북	204,336	21,246	249,742	6,661	50	0	0	47,520	55	529,610
전남	150,784	26,565	775,285	3,091	5,089	715	239	851	2,644	965,266
경북	1,514,886	14,607	23,656	29,687	21,283	0	79,048	0	229	1,683,397
경남	2,107,027	9,248	26,031	1,954	475	0	0	14	15,222	2,159,971
전국	10,186,274	2,978,310	1,753,603	635,667	453,384	102,760	98,714	55,920	46,704	16,311,334
비율	62.4	18.3	10.8	3.9	2.8	0.6	0.6	0.3	0.3	100.0

출처 : KTDB, 『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-131> 2017년 수출 적 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위)

단위 : TEU, %

시도	부산항	인천항	광양항	평택 당진항	울산항	대산항	포항항	군산항	기타항	계
서울	37,735	3,537	1,795	20	-	-	-	-	91	43,179
부산	350,657	30,164	20,902	561	7,636	9,721	9,591	217	24	429,474
대구	101,294	10,956	39	618	-	-	-	590	10	113,507
인천	104,577	191,417	28,226	3,264	-	-	-	1,131	1,147	329,763
광주	94,239	3,630	151,279	165	-	-	-	-	54	249,369
대전	60,466	6,569	1,698	172	-	-	-	-	-	68,906
울산	601,851	1,708	306	1,834	239,101	-	522	-	2	845,324
세종	16,042	3,629	6,719	2,075	-	-	-	-	16	28,481
경기	729,116	336,649	27,163	71,678	-	945	438	-	1,928	1,167,917
강원	21,531	4,690	33	105	-	-	-	-	407	26,765
충북	104,751	4,483	1,415	4,907	-	-	-	-	336	115,892
충남	205,957	41,863	3,945	41,140	-	50,300	-	1,618	13	344,835
전북	76,259	16,227	98,654	658	-	-	-	8,178	8	199,984
전남	51,277	783	453,223	48	4,227	345	37	-	2,205	512,146
경북	648,475	9,648	3,998	4,447	-	-	31,112	-	67	697,749
경남	951,807	5,981	3,751	264	158	-	-	-	7,605	969,567
전국	4,156,036	671,934	803,147	131,957	251,122	61,311	41,700	11,733	13,916	6,142,856
비율	67.7	10.9	13.1	2.1	4.1	1.0	0.7	0.2	0.2	100.0

출처 : KTDB, 『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-132> 2017년 수출 공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위)

단위 : TEU, %

시도	부산항	인천항	광양항	평택 당진항	울산항	대산항	포항항	군산항	기타항	계
서울	9,083	18,489	714	1,507	-	-	-	-	-	29,793
부산	176,505	74,789	6,266	1,969	131	147	2,632	630	726	263,796
대구	18,858	74	227	100	11	-	-	-	-	19,269
인천	9,958	360,444	2,188	19,910	-	-	-	1	7,423	399,924
광주	14,535	71	5,183	3,869	-	-	-	-	-	23,658
대전	7,211	1,989	425	1,068	-	-	-	-	-	10,693
울산	106,696	1,713	553	13	2,770	-	2,096	50	-	113,891
세종	9,749	1,704	6,666	50	-	-	-	-	-	18,170
경기	94,371	250,189	3,650	133,505	12	-	-	54	30	481,812
강원	13,568	2,767	-	-	-	-	21	-	275	16,631
충북	43,066	4,489	6,835	4,283	-	-	-	78	-	58,751
충남	38,292	34,158	1,788	8,016	-	344	-	39	-	82,637
전북	24,468	771	26,715	3,084	-	-	-	18,559	-	73,597
전남	36,945	24,558	16,211	2,773	605	370	202	748	-	82,412
경북	129,176	188	10,688	6,758	261	-	422	-	-	147,492
경남	255,436	2,238	4,604	100	11	-	-	-	363	262,751
전국	987,917	778,632	92,712	187,005	3,800	861	5,373	20,160	8,818	2,085,277
비율	47.4	37.3	4.4	9	0.2	0	0.3	1	0.4	100

출처 : KTDB, 『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-133> 2017년 수입 적 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위)

단위 : TEU, %

시도	부산항	인천항	광양항	평택 당진항	울산항	대산항	포항항	군산항	기타항	계
서울	54,149	42,289	10,326	1,185	64	-	-	42	1,592	109,649
부산	480,378	13,237	3,427	141	53	-	241	3	79	497,560
대구	64,414	4,623	2,150	620	648	-	-	248	110	72,813
인천	100,467	768,694	5,273	12,796	2	-	0	741	4,269	892,241
광주	27,292	645	45,966	4,764	-	-	-	28	5	78,699
대전	24,672	7,299	2,146	589	-	-	-	93	88	34,888
울산	256,017	1,194	306	12,732	14,001	-	-	20	73	284,343
세종	25,311	94	42,712	1,236	-	-	-	-	17	69,369
경기	757,815	571,093	89,047	188,266	733	-	-	1,283	4,619	1,612,856
강원	22,340	15,012	558	692	-	-	-	50	169	38,821
충북	151,426	7,924	42,216	6,760	-	-	-	19	76	208,421
충남	128,463	34,597	14,461	40,677	3	13,013	-	182	94	231,490
전북	53,248	4,243	113,778	2,706	-	-	-	20,152	46	194,173
전남	15,673	71	170,946	267	-	-	-	91	377	187,427
경북	377,888	4,766	8,375	18,039	10,070	-	27,141	-	160	446,439
경남	525,959	1,024	17,254	1,564	279	-	-	14	4,379	550,473
전국	3,065,512	1,476,804	568,942	293,035	25,854	13,013	27,382	22,966	16,153	5,509,661
비율	55.6	26.8	10.3	5.3	0.5	0.2	0.5	0.4	0.3	100

출처 : KTDB, 『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-134> 2017년 수입 공 컨테이너의 항만별 기종점(시도 단위)

단위 : TEU, %

시도	부산항	인천항	광양항	평택 당진항	울산항	대산항	포항항	군산항	기타항	계
서울	3,381	680	12	20	-	-	-	-	-	4,093
부산	277,560	2,808	31,104	2	34,441	-	1,528	68	2,316	349,825
대구	40,572	7	79	53	-	-	2,196	-	-	42,907
인천	71,671	20,882	57,891	1,574	1,656	26,388	-	130	1,719	181,911
광주	52,602	285	43,332	-	-	-	-	-	-	96,218
대전	18,340	11	352	55	-	-	-	-	-	18,758
울산	431,602	36	813	301	125,225	-	-	-	-	557,978
세종	4,899	561	3	85	-	-	-	-	-	5,549
경기	144,352	19,705	6,023	14,348	-	907	-	220	-	185,555
강원	4,017	1,176	1	405	-	-	163	-	841	6,603
충북	22,608	728	68	659	-	-	-	-	-	24,063
충남	74,785	2,892	2,607	5,483	-	280	-	-	-	86,046
전북	50,361	5	10,595	213	50	-	-	631	1	61,856
전남	46,889	1,153	134,905	3	257	-	-	12	62	183,281
경북	359,347	5	595	443	10,952	-	20,373	-	2	391,717
경남	373,825	5	422	26	27	-	-	-	2,875	377,180
전국	1,976,809	50,940	288,802	23,670	172,608	27,575	24,259	1,061	7,817	2,573,540
비율	76.8	2	11.2	0.9	6.7	1.1	0.9	0	0.3	100

출처 : KTDB, 『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

다. 항만별 컨테이너 처리실적 및 운송수단

○ 부산항

- 2017년 부산항 수출·입 적·공 컨테이너 처리실적은 10,186,274TEU
- 그 중 도로운송이 92.4%, 철도운송 6.2%, 연안 운송 1.4% 순
- 지역별로 보면 전체 운송수단 물동량은 경남(2,107,027TEU), 경기(1,725,624TEU), 경북(1,514,886TEU) 순
- 한편 철도운송 물동량은 경기(350,659TEU, 55.6%), 충남(82,859TEU, 13.1%), 경북(74,526TEU, 11.8%) 순으로 나타남
- 위 지역은 경부선 연선지역이라는 공통점이 있음. 경부선은 화물열차의 최대속도가 약 80km/h, 평균 약 62km/h에 달해 타 노선에 비해서는 상대적으로 화물열차의 속도 경쟁력이 높아 철도의 수단분담률이 높은 것으로 파악됨
- 더욱이 의왕ICD, 부강 CY 등 철도운송을 위한 물류시설도 구축되어있음
- 따라서 고속·복합운송 철도물류시스템 도입 시 경부선의 철도 수단분담률은 더욱 증가할 수 있을 것으로 전망됨

<표 2-135> 2017년 부산항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분)

컨테이너	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
적	4,156,036	80.8	3,065,512	60.8	7,221,548	70.9
공	987,917	19.2	1,976,809	39.2	2,964,726	29.1
계	5,143,952	100	5,042,321	100	10,186,274	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-136> 2017년 부산항 수출입 컨테이너 처리실적(운송수단 구분)

운송 구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
도로운송	4,708,218	91.5	4,708,109	93.4	9,416,328	92.4
연안운송	77,025	1.5	62,460	1.2	139,485	1.4
철도운송	358,709	7.0	271,752	5.4	630,461	6.2
합계	5,143,952	100	5,042,321	100	10,186,274	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-137> 부산항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	37,735	1	51,379	1.8	89,114	1.3
부산	350,657	9.2	480,378	16.7	831,035	12.4
대구	101,294	2.6	64,414	2.2	165,708	2.5
인천	104,474	2.7	100,465	3.5	204,939	3.1
광주	94,239	2.5	27,292	0.9	121,532	1.8
대전	52,218	1.4	17,375	0.6	69,594	1
울산	596,994	15.6	255,348	8.9	852,342	12.7
세종	2,987	0.1	13,750	0.5	16,737	0.2
경기	536,393	14	625,148	21.7	1,161,541	17.3
강원	21,523	0.6	10,202	0.4	31,726	0.5
충북	104,202	2.7	150,822	5.2	255,024	3.8
충남	161,097	4.2	120,576	4.2	281,673	4.2
전북	64,185	1.7	50,773	1.8	114,959	1.7
전남	35,592	0.9	15,665	0.5	51,258	0.8
경북	616,263	16.1	365,233	12.7	981,495	14.6
경남	951,807	24.8	525,959	18.3	1,477,766	22
합계	3,831,662	100	2,874,779	100	6,706,441	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-138> 부산항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	9,083	1	3,381	0.2	12,464	0.5
부산	176,505	20.1	277,560	15.1	454,065	16.8
대구	18,858	2.2	40,572	2.2	59,430	2.2
인천	8,011	0.9	20,862	1.1	28,873	1.1
광주	14,535	1.7	52,602	2.9	67,137	2.5
대전	5,837	0.7	16,213	0.9	22,050	0.8
울산	72,782	8.3	428,826	23.4	501,608	18.5
세종	4,687	0.5	685	0	5,372	0.2
경기	83,211	9.5	128,216	7	211,428	7.8
강원	2,839	0.3	2,896	0.2	5,735	0.2
충북	42,823	4.9	22,424	1.2	65,246	2.4
충남	35,407	4	47,558	2.6	82,964	3.1
전북	23,913	2.7	44,117	2.4	68,030	2.5
전남	5,819	0.7	39,279	2.1	45,098	1.7
경북	119,153	13.6	334,316	18.2	453,469	16.7
경남	253,093	28.9	373,825	20.4	626,918	23.1
합계	876,557	100	1,833,330	100	2,709,887	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-139> 부산항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	103	2.3	2	18.2	105	2.3
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	75	1.7	-	-	75	1.7
세종	-	-	-	-	-	-
경기	-	-	-	-	-	-
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	-	-	-	-	-	-
전북	-	-	9	81.8	9	0.2
전남	4,289	95.5	-	-	4,289	95.2
경북	26	0.6	-	-	26	0.6
경남	-	-	-	-	-	-
합계	4,493	100	11	100	4,504	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-140> 부산항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	1,947	2.7	50,809	81.4	52,756	39.1
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	33,914	46.8	75	0.1	33,989	25.2
세종	-	-	-	-	-	-
경기	-	-	2,027	3.2	2,027	1.5
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	-	-	-	-	-	-
전북	534	0.7	188	0.3	722	0.5
전남	31,052	42.8	6,725	10.8	37,777	28
경북	2,742	3.8	2,626	4.2	5,368	4
경남	2,343	3.2	-	-	2,343	1.7
합계	72,532	100	62,449	100	134,981	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-141> 부산항 철도운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	2,771	1.5	2,771	0.5
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	8,248	2.6	7,297	3.8	15,545	3
울산	4,782	1.5	669	0.4	5,451	1.1
세종	13,055	4.1	11,561	6.1	24,616	4.8
경기	192,723	60.2	132,667	69.6	325,390	63.7
강원	8	0	12,138	6.4	12,146	2.4
충북	549	0.2	604	0.3	1,153	0.2
충남	44,860	14	7,887	4.1	52,747	10.3
전북	12,074	3.8	2,466	1.3	14,540	2.8
전남	11,396	3.6	8	0	11,404	2.2
경북	32,186	10.1	12,655	6.6	44,841	8.8
경남	-	-	-	-	-	-
합계	319,881	100	190,722	100	510,603	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-142> 부산항 철도운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	1,374	3.5	2,127	2.6	3,501	2.9
울산	-	-	2,701	3.3	2,701	2.3
세종	5,062	13	4,214	5.2	9,276	7.7
경기	11,160	28.7	14,109	17.4	25,269	21.1
강원	10,729	27.6	1,121	1.4	11,850	9.9
충북	243	0.6	184	0.2	427	0.4
충남	2,885	7.4	27,227	33.6	30,112	25.1
전북	21	0.1	6,056	7.5	6,077	5.1
전남	74	0.2	886	1.1	960	0.8
경북	7,280	18.7	22,405	27.7	29,685	24.8
경남	-	-	-	-	-	-
합계	38,828	100	81,030	100	119,858	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

○ 광양항

- 2017년 광양항 수출·입 적·공 컨테이너 처리실적은 1,753,604TEU

- 그 중 도로 운송이 90.8%, 연안 운송 5.1%, 철도운송 4.1% 순

<표 2-143> 2017년 광양항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분)

컨테이너	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
적	803,147	89.7	568,942	66.3	1,372,089	78.2
공	92,712	10	288,803	34	381,515	21.8
계	895,859	100	857,745	100	1,753,604	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-144> 2017년 광양항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분)

운송 구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
도로운송	834,887	93.2	757,112	88.3	1,591,998	90.8
연안운송	26,779	3	63,077	7.4	89,856	5.1
철도운송	34,194	3.8	37,556	4.4	71,750	4.1
합계	895,859	100	857,745	100	1,753,604	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-145> 광양항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	1,795	0.2	10,326	1.9	12,121	0.9
부산	2,121	0.3	3,033	0.6	5,154	0.4
대구	39	0	2,150	0.4	2,189	0.2
인천	28,226	3.7	5,261	1	33,487	2.6
광주	151,279	19.9	45,966	8.6	197,245	15.2
대전	1,698	0.2	2,146	0.4	3,844	0.3
울산	269	0	128	0	397	0
세종	6,719	0.9	42,712	8	49,431	3.8
경기	22,996	3	81,804	15.4	104,800	8.1
강원	33	0	59	0	92	0
충북	1,415	0.2	42,216	7.9	43,631	3.4
충남	3,945	0.5	14,341	2.7	18,286	1.4
전북	80,132	10.5	85,599	16.1	165,732	12.8
전남	453,223	59.5	170,946	32.1	624,170	48.2
경북	3,998	0.5	8,375	1.6	12,373	1
경남	3,751	0.5	17,254	3.2	21,006	1.6
합계	761,640	100	532,318	100	1,293,958	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-146> 광양항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	714	1	12	0	726	0.2
부산	437	0.6	1,927	0.9	2,364	0.8
대구	227	0.3	79	0	306	0.1
인천	568	0.8	28,734	12.8	29,303	9.8
광주	5,183	7.1	43,332	19.3	48,515	16.3
대전	425	0.6	352	0.2	778	0.3
울산	53	0.1	122	0.1	175	0.1
세종	6,666	9.1	3	0	6,669	2.2
경기	3,568	4.9	3,183	1.4	6,751	2.3
강원	-	-	1	0	1	0
충북	6,835	9.3	68	0	6,903	2.3
충남	1,718	2.3	2,237	1	3,955	1.3
전북	15,350	21	9,023	4	24,372	8.2
전남	16,211	22.1	134,905	60	151,116	50.7
경북	10,688	14.6	393	0.2	11,081	3.7
경남	4,604	6.3	422	0.2	5,026	1.7
합계	73,247	100	224,793	100	298,040	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-147> 광양항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	18,781	99.8	394	67.5	19,175	98.8
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	12	2.1	12	0.1
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	37	0.2	178	30.5	215	1.1
세종	-	-	-	-	-	-
경기	-	-	-	-	-	-
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	-	-	-	-	-	-
전북	-	-	-	-	-	-
전남	-	-	-	-	-	-
경북	-	-	-	-	-	-
경남	-	-	-	-	-	-
합계	18,818	100	584	100	19,402	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-148> 광양항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	5,829	73.2	29,177	46.7	35,006	49.7
대구	-	-	-	-	-	-
인천	1,620	20.4	29,157	46.7	30,777	43.7
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	500	6.3	691	1.1	1,191	1.7
세종	-	-	-	-	-	-
경기	-	-	2,775	4.4	2,775	3.9
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	-	-	370	0.6	370	0.5
전북	12	0.2	121	0.2	133	0.2
전남	-	-	-	-	-	-
경북	-	-	202	0.3	202	0.3
경남	-	-	-	-	-	-
합계	7,961	100	62,493	100	70,454	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-149> 광양항 철도운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	-	-	-	-	-	-
세종	-	-	-	-	-	-
경기	82	0.7	65	4.3	147	1.1
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	70	0.6	-	-	70	0.5
전북	11,353	98.7	1,451	95.7	12,804	98.3
전남	-	-	-	-	-	-
경북	-	-	-	-	-	-
경남	-	-	-	-	-	-
합계	11,505	100	1,516	100	13,021	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-150> 광양항 철도운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	-	-	-	-	-	-
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	-	-	-	-	-	-
세종	-	-	-	-	-	-
경기	82	0.7	65	4.3	147	1.1
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	70	0.6	-	-	70	0.5
전북	11,353	98.7	1,451	95.7	12,804	98.3
전남	-	-	-	-	-	-
경북	-	-	-	-	-	-
경남	-	-	-	-	-	-
합계	11,505	100	1,516	100	13,021	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

○ 인천항

- 2017년 인천항 수출·입 적·공 컨테이너 처리실적은 2,978,310TEU
- 그 중 도로운송이 96.7%, 연안운송 3.3% 순
- 인천항은 철송장이 부재하여 철도운송이 없는 것으로 파악됨

<표 2-151> 2017년 인천항 수출입 컨테이너 처리실적(적공 구분)

컨테이너	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
적	671,934	46.3	1,476,804	96.7	2,148,738	72.1
공	778,632	53.7	50,940	3.3	829,572	27.9
계	1,450,566	100	1,527,744	100	2,978,310	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-152> 2017년 인천항 수출입 컨테이너 처리실적(도로/연안운송 구분)

운송 구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
도로운송	1,318,314	91	1,524,791	100	2,843,105	95.5
연안운송	132,253	9	2,952	0	135,205	4.5
합계	1,450,566	100	1,527,744	100	2,978,310	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-153> 인천항 도로운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	3,537	0.5	42,289	2.9	45,826	2.2
부산	6,783	1	13,188	0.9	19,971	0.9
대구	10,956	1.7	4,623	0.3	15,579	0.7
인천	191,417	29.5	768,694	52.1	960,111	45.2
광주	3,630	0.6	645	0	4,275	0.2
대전	6,569	1	7,299	0.5	13,868	0.7
울산	1,708	0.3	1,194	0.1	2,902	0.1
세종	3,629	0.6	94	0	3,722	0.2
경기	336,649	52	571,093	38.7	907,742	42.7
강원	4,690	0.7	15,012	1	19,701	0.9
충북	4,483	0.7	7,924	0.5	12,407	0.6
충남	41,824	6.5	34,597	2.3	76,421	3.6
전북	16,227	2.5	4,243	0.3	20,470	1
전남	222	0	71	0	294	0
경북	9,648	1.5	4,766	0.3	14,414	0.7
경남	5,981	0.9	1,024	0.1	7,004	0.3
합계	647,953	100	1,476,755	100	2,124,708	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-154> 인천항 도로운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	18,489	2.8	680	1.4	19,169	2.7
부산	20,492	3.1	577	1.2	21,068	2.9
대구	74	0	7	0	81	0
인천	360,444	53.8	20,882	43.5	381,326	53.1
광주	71	0	285	0.6	356	0
대전	1,989	0.3	11	0	2,001	0.3
울산	87	0	36	0.1	124	0
세종	1,704	0.3	561	1.2	2,266	0.3
경기	248,623	37.1	19,614	40.8	268,237	37.3
강원	2,767	0.4	1,176	2.4	3,942	0.5
충북	4,489	0.7	728	1.5	5,217	0.7
충남	8,016	1.2	2,892	6	10,908	1.5
전북	641	0.1	4	0	645	0.1
전남	48	0	573	1.2	621	0.1
경북	188	0	5	0	194	0
경남	2,238	0.3	5	0	2,243	0.3
합계	670,360	100	48,037	100	718,397	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-155> 인천항 연안운송 적 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	23,381	97.5	49	100	23,430	97.5
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	-	-	-	-	-	-
세종	-	-	-	-	-	-
경기	-	-	-	-	-	-
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	39	0.2	-	-	39	0.2
전북	-	-	-	-	-	-
전남	561	2.3	-	-	561	2.3
경북	-	-	-	-	-	-
경남	-	-	-	-	-	-
합계	23,981	100	49	100	24,030	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

<표 2-156> 인천항 연안운송 공 컨테이너의 광역시도별 기종점(2017년)

구분	수출		수입		수출입	
	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)	TEU	구성비(%)
서울	-	-	-	-	-	-
부산	54,298	50.1	2,231	76.9	56,529	50.8
대구	-	-	-	-	-	-
인천	-	-	-	-	-	-
광주	-	-	-	-	-	-
대전	-	-	-	-	-	-
울산	1,626	1.5	-	-	1,626	1.5
세종	-	-	-	-	-	-
경기	1,566	1.4	91	3.1	1,657	1.5
강원	-	-	-	-	-	-
충북	-	-	-	-	-	-
충남	26,142	24.1	-	-	26,142	23.5
전북	130	0.1	1	0	131	0.1
전남	24,510	22.6	580	20	25,090	22.6
경북	-	-	-	-	-	-
경남	-	-	-	-	-	-
합계	108,272	100	2,903	100	111,175	100

출처 : KTDB,『전국해상화물O/D 전수화 및 장래예측』, 2018

(5) 북한 및 유라시아 철도연결 시 파급효과 분석

(가) 유라시아 대륙 주요국 대상 수출입 통계지표 총괄

○ 유라시아 주요국 대상 인천공항 수출입 현황

- 수출 물동량은 중국이 106,069톤으로 가장 많으며, 수입 물동량은 EU가 156,835톤으로 가장 많음

<표 2-157> 유라시아 주요국 대상 인천공항 수출입 현황

단위 : 톤

국가명	수출	수입
전체	560,214	581,061
중국	106,069	87,204
EU	86,178	156,835
러시아	5,881	945

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

○ 유라시아 주요국 대상 부산항 수출입 현황

- 수출 물동량은 러시아가 5,821,107톤으로 가장 많지만, 수입 물동량은 중국이 10,333,069톤으로 가장 많음

<표 2-158> 유라시아 주요국 대상 부산항 수출입 현황

단위 : 톤

국가명	수출	수입
전체	40,173,376	37,206,070
중국	3,846,098	10,333,069
EU	1,221,564	715,228
러시아	5,821,107	4,225,438

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

○ 유라시아 주요국 대상 인천항 수출입 현황

- 수출·수입 물동량 모두 중국이 각각 4,627,734톤, 10,111,965톤으로 가장 많음

<표 2-159> 유라시아 주요국 대상 인천항 수출입 현황

단위 : 톤

국가명	수출	수입
전체	12,617,358	66,217,409
중국	4,627,734	10,111,965
EU	172,801	399,383
러시아	4,145	5,458,598

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

(나) 수송 검토대상 품목 수출입 세부 통계

○ 채소류, 육류, 수산물 등은 수출입 물량이 100만 톤을 상회하여 큰 물동량을 보임

○ 한편 휴대전화, 컴퓨터 등 높은 기술이 필요한 전자제품의 경우 수출입액이 각각 약 80억 달러, 50억 달러에 이를 정도로 큰 시장을 형성하고 있음

○ 고속·복합운송 철도물류시스템 도입 시 상당량의 물동량이 전환될 것으로 기대됨

<표 2-160> 수송 검토대상 품목 수출입 현황

단위 : 톤, 천 달러

MTI 코드	품목명	항만/공항	국가명	중량			금액		
				수출	수입	합계	수출	수입	합계
0116	과실류	항만	전체	44,406	792,673	837,079	120,435	1,228,761	1,349,196
			중국	253	15,820	16,073	3947	27812	31,759
			EU	61	4,249	4,310	262	6786	7,048
			러시아	923	0	923	924	0	924
		공항	전체	8,037	27,854	35,891	74,740	176,689	251,429
			중국	94	7	101	1,794	320	2,114
			EU	4	46	50	17	843	860
			러시아	22	0	22	321	0	321
0121	채소류	항만	전체	157,886	914,911	1,072,797	199,403	704,389	903,792
			중국	1,860	756,564	758,424	1,265	529,137	530,402
			EU	535	22,114	22,649	2,085	29,082	31,167
			러시아	241	70	311	351	73	424
		공항	전체	801	2,254	3,055	4,716	15,974	4,731
			중국	0	18	18	8	207	215
			EU	38	484	522	271	3,960	4,231
			러시아	2	0	2	12	3	15
0155	인삼류	항만	전체	3,304	51	3,355	154,919	2,800	157,719
			중국	354	22	376	53,079	2,528	55,607
			EU	19	0	19	1,497	0	1,497
			러시아	8	0	8	309	0	309
		공항	전체	144	6	150	14,750	755	15,505
			중국	27	1	28	2,581	140	2,721
			EU	5	0	5	1,228	58	1,286
			러시아	1	0	1	43	0	43
0156	식물성 한약재	항만	전체	1	31,832	31,833	1,778	121,702	123,480
			중국	167	20,685	20,852	821	80,958	81,779
			EU	0	238	238	2	2,070	2,072
			러시아	22	66	88	39	107	146
		공항	전체	2	625	627	62	5,571	5,633
			중국	0	5	5	1	92	93
			EU	0	50	50	2	817	819
			러시아	0	1	1	0	5	5

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

<표 계속> 수송 검토대상 품목 수출입 현황

단위 : 톤, 천 달러

MTI 코드	품목명	항만/공항	국가명	중량			금액		
				수출	수입	합계	수출	수입	합계
022	육류	항만	전체	52,814	1,287,933	1,340,747	72,107	5,545,753	5,617,860
			중국	124	12,477	12,601	841	46,125	46,966
			EU	2	283,914	283,916	9	890,793	890,802
			러시아	40	0	40	102	0	102
		공항	전체	104	4,821	4,925	3,406	65,601	69,007
			중국	0	1	1	0	11	11
			EU	0	206	206	0	4,886	4,886
			러시아	0	0	0	0	0	0
04	수산물	항만	전체	422,274	1,461,291	1,883,565	2,100,198	5,075,755	7,175,953
			중국	125,461	444,214	569,675	504,037	1,283,647	1,787,684
			EU	29,374	51,168	80,542	169,674	203,309	372,983
			러시아	7,847	252,046	259,893	34,997	922,874	957,871
		공항	전체	3,828	34,591	38,419	116,660	533,406	650,066
			중국	230	546	776	5,872	12,373	18,245
			EU	21	498	519	843	8,777	9,620
			러시아	21	8	29	228	1,110	1,338
227	비누치약 및 화장품	항만	전체	176,939	31,153	208,092	2,919,557	446,092	3,365,649
			중국	156,688	13,701	170,389	2,642,907	87,716	2,730,623
			EU	6,601	7	6,608	111,809	358,285	470,094
			러시아	13,650	17,445	31,095	164,841	91	164,932
		공항	전체	11,596	5,652	17,248	574,450	395,129	969,579
			중국	8,219	142	8,361	435,676	5,300	440,976
			EU	2,325	5,507	7,832	94,356	389,681	484,037
			러시아	1,052	3	1,055	44,418	148	44,566
711	원동기 및 펌프	항만	전체	592,661	288,230	880,891	6,517,966	4,129,842	10,647,808
			중국	108,188	146,184	254,372	1,357,069	1,132,093	2,489,162
			EU	66,018	58,759	124,777	886,739	1,219,755	2,106,494
			러시아	7,991	23	8,014	105,975	236	106,211
		공항	전체	21,521	17,362	38,883	1,203,386	1,760,768	2,964,154
			중국	3,227	1,232	4,459	147,323	50,924	198,247
			EU	1,083	10,290	11,373	228,460	667,323	895,783
			러시아	75	7	82	3,106	3,285	6,391
7142	복사기	항만	전체	407	489	896	9,644	9,892	19,536
			중국	76	438	514	4,125	7,866	11,991
			EU	31	0	31	1,066	0	1,066
			러시아	0	0	0	0	0	0
		공항	전체	21	19	40	2,594	1,096	3,690
			중국	1	12	13	63	509	572
			EU	6	0	6	1,467	53	1,520
			러시아	0	0	0	0	0	0

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

<표 계속> 수송 검토대상 품목 수출입 현황

단위 : 톤, 천 달러

MTI 코드	품목명	항만/공항	국가명	중량			금액		
				수출	수입	합계	수출	수입	합계
812	무선 통신기기	항만	전체	27,096	28,601	55,697	2,650,410	2,881,217	5,531,627
			중국	2,282	20,241	22,523	754,091	1,965,276	2,719,367
			EU	4,683	438	5,121	478,876	51,963	530,839
			러시아	522	0	522	23,727	1	23,728
		공항	전체	14,995	16,015	31,010	11,404,444	10,743,774	22,148,218
			중국	929	5,736	6,665	2,113,635	4,140,896	6,254,531
			EU	1,719	823	2,542	699,651	374,186	1,073,837
			러시아	116	2	118	23,053	962	24,015
8121	무선 전화기	항만	전체	76	502	578	26,538	179,390	205,928
			중국	33	317	350	15,701	92,266	107,967
			EU	0	1	1	0	236	236
			러시아	0	0	0	0	0	0
		공항	전체	3,107	3,338	6,445	4,717,688	3,599,274	8,316,962
			중국	91	1,743	1,834	67,056	2,547,441	2,614,497
			EU	370	3	373	457,869	4,374	462,243
			러시아	6	0	6	5,569	73	5,642
8131	컴퓨터	항만	전체	1,675	11,083	12,758	70,333	1,990,476	2,060,809
			중국	288	10,680	10,968	11,021	1,946,762	1,957,783
			EU	38	12	50	7,227	1,892	9,119
			러시아	1	0	1	125	0	125
		공항	전체	797	7,971	8,768	350,283	2,763,501	3,113,784
			중국	115	4,348	4,463	54,100	1,466,351	1,520,451
			EU	154	239	393	73,661	111,196	184,857
			러시아	19	0	19	5,563	6	5,569
8132	보조 기억장치	항만	전체	580	1,191	1,771	4,221	61,498	65,719
			중국	129	1,159	1,288	23	56,266	56,289
			EU	0	0	0	66	2	68
			러시아	0	0	0	30	0	30
		공항	전체	253	2,453	2,706	364,421	812,184	1,176,605
			중국	134	330	464	190,500	105,355	295,855
			EU	8	257	265	14,972	149,656	164,628
			러시아	0	0	0	8	19	27
8133	프린터	항만	전체	14,718	30,968	45,686	266,581	437,436	704,017
			중국	3,081	20,445	23,526	44,856	291,406	336,262
			EU	1,596	21	1,617	35,290	1,282	36,572
			러시아	377	0	377	5,385	0	5,385
		공항	전체	493	367	860	48,178	28,264	76,442
			중국	19	217	236	2,657	16,661	19,318
			EU	102	25	127	9,658	2,554	12,212
			러시아	2	0	2	197	0	197

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

<표 계속> 수송 검토대상 품목 수출입 현황

단위 : 톤, 천 달러

MTI 코드	품목명	항만/공항	국가명	중량			금액		
				수출	수입	합계	수출	수입	합계
8134	모니터	항만	전체	9,171	21,495	30,666	321,427	512,419	833,846
			중국	335	20,517	20,852	13,287	477,468	490,755
			EU	1,067	1	1,068	38,915	97	39,012
			러시아	22	0	22	8,779	0	8,779
		공항	전체	941	494	1,435	73,023	45,687	118,710
			중국	23	364	387	2,714	23,261	25,975
			EU	340	25	365	25,827	8,987	34,814
			러시아	35	1	36	2,914	57	2,971
8211	컬러TV	항만	전체	32,815	32,614	65,429	615,163	582,857	1,198,020
			중국	678	14,193	14,871	12,787	225,502	238,289
			EU	1,969	230	2,199	24,002	3,442	27,444
			러시아	921	0	921	6,682	33	6,715
		공항	전체	928	4,506	5,434	47,923	147,897	195,820
			중국	42	48	90	3,836	1,830	5,666
			EU	202	115	317	8,615	2,922	11,537
			러시아	24	3	27	663	60	723
8241	세탁기	항만	전체	84,995	88,766	173,761	574,536	411,389	985,925
			중국	4,945	25,771	30,716	49,308	91,266	140,574
			EU	7,584	2,829	10,413	49,085	18,875	67,960
			러시아	2,500	4	2,504	18,848	33	18,881
		공항	전체	835	571	1,406	16,851	6,939	23,790
			중국	80	85	165	5,588	708	6,296
			EU	88	89	177	1,347	1,601	2,948
			러시아	29	19	48	672	180	852
8242	에어컨	항만	전체	6,503	45,281	51,784	74,268	284,190	358,458
			중국	474	37,142	37,616	5,936	211,942	217,878
			EU	1,552	0	1,552	25,543	0	25,543
			러시아	44	0	44	527	0	527
		공항	전체	12	23	35	106	339	445
			중국	5	7	12	36	64	100
			EU	3	0	3	19	2	21
			러시아	0	0	0	4	0	4
8245	진공 청소기	항만	전체	716	17,115	17,831	48,664	370,770	419,434
			중국	5	10,478	10,483	603	173,817	174,420
			EU	57	811	868	2,662	14,598	17,260
			러시아	63	0	63	3,782	0	3,782
		공항	전체	18	219	237	1,638	8,809	10,447
			중국	0	16	16	5	624	629
			EU	0	18	18	47	799	846
			러시아	0	0	0	29	19	48

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

<표 계속> 수송 검토대상 품목 수출입 현황

단위 : 톤, 천 달러

MTI 코드	품목명	항만/공항	국가명	중량			금액		
				수출	수입	합계	수출	수입	합계
8255	전기 밥솥	항만	전체	3,536	5,801	9,337	50,414	49,938	100,352
			중국	1,329	5,796	7,125	18,851	49,718	68,569
			EU	234	0	234	3,168	0	3,168
			러시아	114	0	114	1,970	0	1,970
		공항	전체	20	7	27	450	122	572
			중국	17	4	21	358	41	399
			EU	0	0	0	12	4	16
			러시아	1	0	1	10	0	10
823	냉장고	항만	전체	169,139	101,859	270,998	1,336,139	431,223	1,767,362
			중국	4,472	73,181	77,653	51,782	311,047	362,829
			EU	15,990	2,480	18,470	119,245	14,015	133,260
			러시아	1,268	3	1,271	14,951	95	15,046
		공항	전체	826	303	1,129	17,628	4,020	21,648
			중국	32	156	188	398	1,768	2,166
			EU	139	36	175	2,016	812	2,828
			러시아	17	3	20	470	37	507
836	평판 디스플레이 및 센서	항만	전체	232,343	91,066	323,409	13,397,319	3,313,580	16,710,899
			중국	101,342	61,833	163,175	8,313,485	2,105,876	10,419,361
			EU	23,364	1,012	24,376	736,917	49,394	786,311
			러시아	3,301	11	3,312	66,265	342	66,607
		공항	전체	11,136	8,072	19,208	6,967,443	1,610,111	8,577,554
			중국	3,709	3,116	6,825	865,281	446,426	1,311,707
			EU	1,431	1,284	2,715	87,943	182,711	270,654
			러시아	69	3	72	4,228	729	4,957
총계 (천톤, 백만 달러)		항만	전체	2,034	5,285	7,319	31,532	28,771	60,303
			중국, EU 러시아	713	2,410	3,123	17,013	14,986	31,999
		공항	전체	80	138	218	26,005	22,726	48,715
			중국, EU 러시아	27	38	65	5,699	10,744	16,443
		합계	전체	2,114	5,422	7,537	57,537	51,497	109,018
			중국, EU 러시아	740	2,448	3,188	22,712	25,730	48,442

주 : 2019년 기준(※EU에 영국 포함)
출처 : 한국무역협회 K-STAT

(다) 한국～유럽 육상 및 해상 경로 현황

○ 요약

- 해운만으로 운송하는 경로와 해운으로 중국 또는 러시아 철도거점으로 운송 후 철도로 운송하는 경로가 있음
- 철도 경로는 블라디보스토크에서 TSR(시베리아 횡단철도)을 이용하는 경로, 다롄에서 TMR(만주횡단철도) 및 TSR을 이용하는 경로, 상하이에서 TCR(중국횡단철도) 및 TSR을 이용하는 경로로 나눌 수 있음

<표 2-161> 한국～유럽 육상 및 해상 경로 요약

종류	경로	상세	
해운	부산-유럽	경로 예시	부산 – 함부르크(해상) - 베를린(트럭킹)
		운송시간	38~39일
해운 + 철도	부산-블라디보스토크	경로예시	부산 – 블라디보스톡(해상) – 베를린(TSR)′
		운송시간	30~31일
	인천-다롄	경로예시	인천 – 다롄(해상) - 울란우데(TMR) - 유럽(TSR)
		운송시간	약 20일
	인천-상하이	경로예시	인천 – 상하이(해상) - 도스틱(TCR) - 카자흐스탄 – 러시아(TSR) – 유럽
		운송시간	15~35일

- 부산～유럽 해운 경로
  - 해상운송(Deep Sea) 노선은 '부산 - 함부르크(해상) - 베를린(트럭킹)'임
  - 운송비용은 1,737$/TEU, 소요시간은 약 38～39일



출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외, 「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018

[그림 2-149] 부산-베를린 해운 경로

<표 2-162> 부산-함부르크-베를린 복합운송 노선 운임·거리 및 리드타임

구분		운임	거리	시간
		($/TEU)	(km)	(Day, hour)
부산 → 함부르크	해상운송	805	2,0457.51	37 days
함부르크	환적	372	0	1~2 days
함부르크 →베를린	현지 내륙운송	560	289.79	8 h
합계		1,737	20,747.3	38d8h~39d8h

출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외,「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」,『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018

○ 부산～블라디보스토크～유럽 해운+철도 경로

- TSR(시베리아횡단철도)를 이용한 해륙복합운송 노선은 '부산 - 블라디보스톡(해상) - 베를린(TSR)'임
- 운송비용은 2,665$/TEU, 소요시간은 약 30～31일

<표 2-163> 부산-블라디보스톡-베를린 복합운송 노선 운임·거리 및 리드타임

구분		운임	거리	시간
		($/TEU)	(km)	(Days)
부산 →블라디보스톡	해상운송	140	972.81	3
블라디보스톡	환적	150	0	1~2
블라디보스톡 → 베를린	철도운송	2,375	11,033.78	26
합계		2,665	12,006.59	30~31

출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외,「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」,『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018

○ 인천～다롄～유럽 해운+철도 경로

- TMR(만주횡단철도)를 이용한 해륙복합운송 노선은 '인천 - 다롄(해상) - 울란우데(TMR) - 유럽(TSR)'임
- 인천 - 다롄 해상운송이 16시간 소요되는 등 총 약 20일 소요

○ 인천～상하이～유럽 해운+철도 경로

- TCR(중국횡단철도)를 이용한 해륙복합운송 노선은 '인천 - 상하이(해상)



출처 : 김영필 기자, 「중국 다롄서 러 모스크바까지 철도운송... 삼성 '북방 실크로드' 열었다」, 『서울경제』, 2016.01.27. (https://www.sedaily.com/NewsVIew/1KRDG6F83R)

[그림 2-150] 인천-다롄-유럽 해운+철도 경로

- 도스틱(TCR) - 카자흐스탄 - 러시아 - 유럽'임

- 운송비용은 2000~4000$/TEU이며, 소요시간은 약 15~35일이나 여러 나라의 국경을 통과하므로 통관시간이 변수임

<표 2-164> 인천~상하이~유럽 해운+철도 경로 개요

노선	인천항/부산항→ 롄윈강항/상하이항(중국)→ 도스틱(카자흐스탄)→타슈켄트(우즈베키스탄)
	인천항/부산항→ 롄윈강항/상하이항(중국)→ 울란바토르(몽골)
주요도착지	중국, 중앙아시아, 북유럽, 중부유럽, 몽골 등
주요화물	자동차, 차량, 레진, 건설자재, 전자제품, 윤활유, 및 엔진오일
운송기간	약 15~35일
평균운임	2,000~4,000달러

출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외, 「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018



출처 : 한국해양수산개발원 이언경 외, 「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018

[그림 2-151] 인천-상하이-유럽 해운_철도 경로

라. 북한 및 유라시아 철도 연결 이후 수송 경로 및 시간 변화

○ 철도운송 속도 산정

- 북한의 철도 사정은 극히 열악하여 관리가 잘 된 노선의 표정속도가 40km/h 정도로 알려져 있으므로, 선로개량 이전까지 북한지역 철도의 표정속도는 40km/h로 산정

- 고속·복합운송 철도는 표정속도 120km/h로 산정

○ 부산~블라디보스토크~유럽 경로

- 통행시간 산정

- 부산~고성 : 거리 약 420km, 통행속도 120km/h → 통행시간 : 3시간 30분
- 고성~선봉(나진)
(선로개량 이전) - 거리 : 741.5km, 통행속도 40km/h → 통행시간 : 약 18시간 30분
(선로개량 이후) - 거리 : 741.5km, 통행속도 120km/h → 통행시간 : 약 6시간 10분
- 선봉(나진)~블라디보스토크
(선로개량 이전) - 거리 : 약 150km, 통행속도 40km/h → 약 3시간 45분 소요
(선로개량 이후) - 거리 : 약 150km, 통행속도 120km/h → 약 1시간 15분 소요

- 부산~블라디보스토크 해운+환적 4~5일에 비해 3~4일 단축

<표 2-165> 고속화 복합화물 철도물류 TKR 연결 전후 부산-블라디보스토크-유럽 경로 비교



구분			거리(km)	시간
현재	부산 →블라디보스톡	해상운송	972.81	3일
	블라디보스톡	환적	0	1~2일
	블라디보스톡 →베를린	철도운송	11,033.78	26일
	합계		12,006.59	30~31일

TKR연결 (개량 이전)	부산 →블라디보스톡	철도운송	1311.5	26시간
	블라디보스톡 →베를린		11,033.78	26일
	합계		12,345.28	27일 2시간

TKR연결 (개량 이후)	부산 →블라디보스톡	철도운송	1311.5	11시간
	블라디보스톡 →베를린		11,033.78	26일
	합계		12,345.28	26일 11시간

주 : 한국해양수산개발원 이언경 외,「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」,『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018을 바탕으로 분석

○ 서울(인천)~다롄~유럽 경로

- 통행시간 산정

- 서울~신의주
  (선로개량 이전) - 거리 480.9km, 통행속도 40km/h → 약 12시간 소요
  (선로개량 이후) - 거리 480.9km, 통행속도 120km/h → 약 4시간 소요
- 신의주~센양 : 거리 218.5km, 통행속도 120km/h → 약 1시간 50분 소요

- 인천~다롄~센양 해운+환적_철도 4~5일에 비해 3~4일 단축

<표 2-166> 고속화 복합화물 철도물류 TKR 연결 전후 서울(인천)-다롄-유럽 경로 비교



구분			거리(km)	시간
현재	인천→다롄	해상운송	489	16시간
	다롄	환적	-	1~2일
	다롄→션양	철도운송	357	2일
	션양→베를린		약 9,000	16일
	합계		약 9,800	20일

TKR 연결 (개량 이전)	서울→신의주	철도운송	480.9	12시간
	신의주→션양		218.5	1시간 50분
	션양→베를린		약 9,000	16일
	합계		약 9,700	16일 14시간

TKR 연결 (개량 이후)	서울→신의주	철도운송	480.9	4시간
	신의주→션양		218.5	1시간 50분
	션양→베를린		약 9,000	16일
	합계		약 9,700	16일 6시간

주 : 한국해양수산개발원 이언경 외, 「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』18-26-01, 2018; SEARATES(https://www.searates.com/)을 바탕으로 분석

마. 소결

○ 수송 검토대상 품목의 2019년 기준 유라시아 주요국 수출입 물동량은 319만 톤, 수출입 금액은 484억 달러에 달함

○ 북한 및 유라시아 철도 연결 시 수송시간은 약 3~4일 가량 단축되는 것으로 분석됨

- 환적이 최소화되어 환적 과정에서 발생할 수 있는 충격 등의 위험요인 감소



출처 : 한국철도공사

[그림 2-152] TKR과 연결 가능한 대륙철도 노선

○ 유라시아 물동량의 경우 국내에서 활용되는 교통 수요추정 및 편익 산정 방법론을 적용하여 편익을 산출하는 것은 불가능함

○ 따라서 유라시아 물동량 중 일부를 한국철도공사가 직접 운송할 경우를 가정하여 한국철도공사의 직접적인 운임 수입을 대략적으로 산출함

○ 산출 결과 한국철도공사의 운임 수입은 연간 58억 원~585억 원 수준

- 철도운송에 따른 수송시간 절감편익 등 사회적 편익은 더욱 클 것으로 판단됨

<표 2-167> 유라시아 물동량 일부 철송에 따른 편익(한국철도공사의 운임 수입) 전망

단위 : 백만 원

국가	고속·복합운송 철도물류 시스템 수단분담률		
	1%	5%	10%
중국	1,320	6,598	13,196
러시아	2,684	13,420	26,840
EU	1,841	9,207	18,414
합계	5,845	29,225	58,450

주1 : 적용한 거리는 다음과 같음
중국 : 서울~베이징 1,300km / 러시아 : 서울~모스크바 10,000km / EU : 서울~모스크바~파리 13,000km
주2 : 한국철도공사의 운임은 일반화물 톤·km당 45.9원 적용

(라) 화물수단 분담률 변화 산정

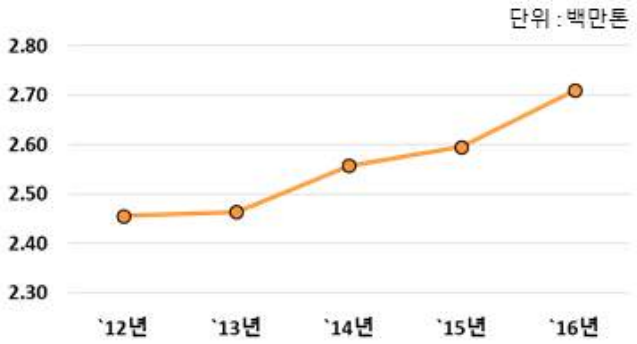
① 개요

○ 고속·복합운송 철도물류시스템의 실제적인 편익을 산출하기 위해 KTDB 전국 화물 OD(2017년 기준)를 바탕으로 고속·복합운송 철도물류시스템 도입 시 수송 대상품목의 화물 수단분담 변화 및 화물 OD 변화를 분석함

② 인천공항발 고속철도 구상과의 연계

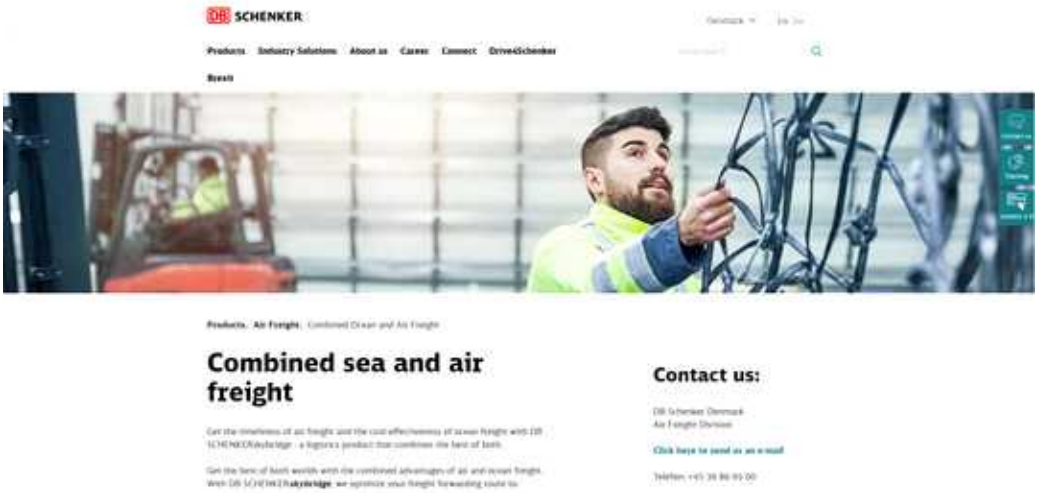
㉮ 인천공항 물동량의 증가

○ 2012년~2016년 인천공항 화물처리량은 연평균 2.5% 증가하여 2016년 기준 271만톤



[그림 2-153] 인천공항 화물처리량

○ 해외는 항공-해운간 연계 강화를 위해 Sea & Air 물류서비스를 적극적으로 구축하고 있으나, 우리나라는 인천공항-부산항 각각의 물동량은 많으나 연계가 부족함



[그림 2-154] 독일 DB SCHENKER의 Sea & Air 서비스 설명

㈏ 인천공항발 고속철도(ATX, Airport Train Express) 구상의 개요

○ 인천국제공항공사는 항공과 철도물류의 결합과 혁신을 위해 인천공항발 고속철도(ATX) 구상을 수립중

○ 인천공항발 고속철도(ATX)의 필요성

- 인천공항은 대한민국의 대표 관문이지만, KTX 운영중단을 계기로 국내 연결성은 낙제점 수준
- 국내 연결성 미흡이 국가적 기회비용 발생과 인천공항 경쟁력 손실로 연결되고 있음
  - 국가적으로는 인천공항을 통한 지방관광 활성화, 지역 생산 부가가치 및 지역 소비품의 원활한 교류에 장애물
  - 인천공항은 인터모달 허브기능 상실 → 인천공항까지 2시간(中/日), 5시간(동남아) 비행기를 타고 와서 부산까지 5~6시간 소요
- 특히 국제선 집중정책을 통한 허브화 기대효과가 대한민국 구석구석까지 연결되지 못하고 인천공항에서 단절
  - 육상교통망 한계(도로정체, 안정성), 국내 항공망 발달제한 감안시, 인천공항 접근교통에는 고속철도(HSR) 활용이 필수적

○ 인천공항발 고속철도(ATX) 연결 기본방향

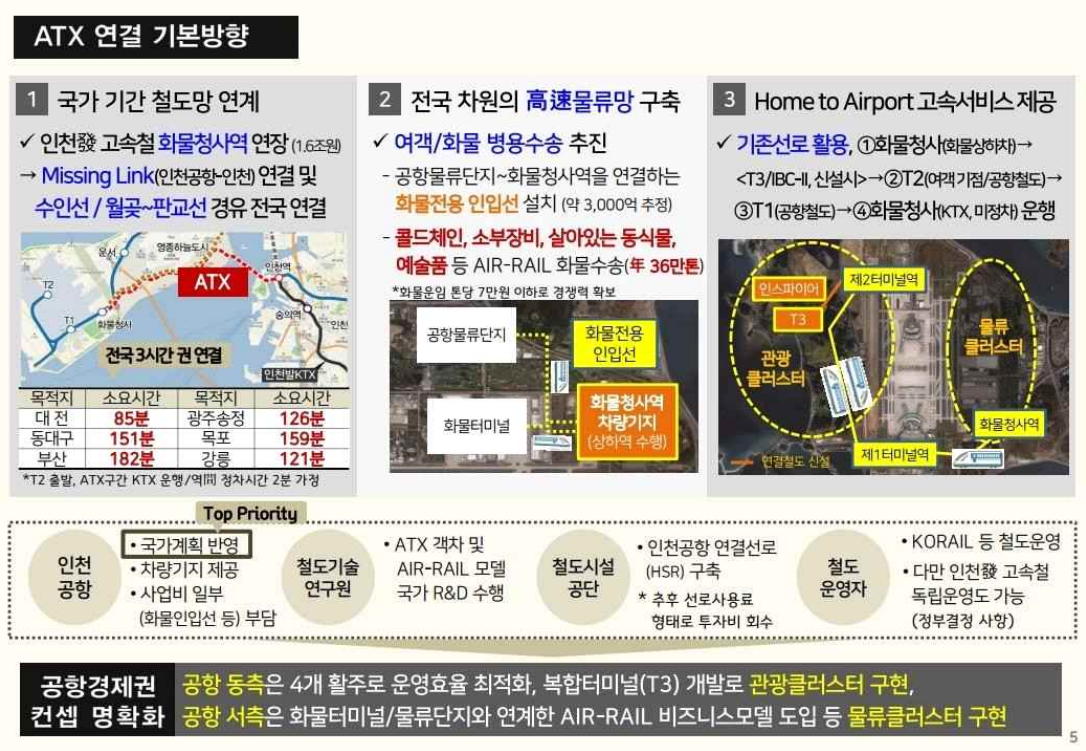
- 인천발 고속철도를 인천공항 화물청사역으로 연장(약 1.6조원)
  - 수인선/경강선(월곶~판교선)을 경유하여 전국으로 연결
- 공항물류단지~화물청사역을 연결하는 화물전용 인입선 설치(약 3,000억 추정)
  - 콜드체인, 소부장비, 살아있는 동식물, 예술품 등 AIR-RAIL 화물수송(年 36만톤)
- 여객/화물 병용수송 추진

○ 공항경제권 컨셉 명확화

- 공항 동측은 4개 활주로 운영효율 최적화, 복합터미널(T3) 개발로 관광클러스터 구현
- 공항 서측은 화물터미널/물류단지와 연계한 AIR-RAIL 비즈니스모델 도입 등 물류 클러스터 구현

○ 인천공항발 고속철도(ATX) 실현을 위해 국가계획 반영을 최우선 목표로 함

출처 : 「AIRPORT TRAIN EXPRESS, ATX 연결구상」(인천국제공항공사 내부자료, 2020)



출처 : 「AIRPORT TRAIN EXPRESS, ATX 연결구상」(인천국제공항공사 내부자료, 2020)

[그림 2-155] 인천공항발 고속철도(ATX) 연결 기본방향

㉰ 인천공항발 고속철도(ATX) 국가계획 반영을 위한 선결과제

○ AIR-RAIL 물류수송모델 성공 가능성

- 콜드체인, 소부장비, 살아있는 동식물, 예술품 등을 핵심 타겟으로 하며, 이는 연 36만톤에 달함
- 여객/화물 병용수송을 통해 운임을 7만원/톤 이내로 낮춰 화물차와의 경쟁력 확보
- 철도기술연구원과 AIR-RAIL 고도화를 위해 고속 상하역 시스템, 표준 ULD 개발 등 국가 R&D 수행 추진 계획
- 성공시 세계 최초의 AIR-RAIL 화물 고속철도 운영으로 First Mover 선점 가능

○ 인천공항 주도 최적 스케줄링 모델 도입

- 기존 KTX는 운행편수도 부족했지만, 제한된 7편의 운행편수를 적절히 배분하는 데도 실패
- 여객 출도착 흐름과 연계한 최적 스케줄링을 통해 대기시간 최소화
- 독일 사례와 달리, 공항이 주도적으로 여객 흐름과 연계한 최적 스케줄링 모델 R&D 제안

○ 전용 차량기지 제공방안 수립

- 기존 KTX의 공차운행비용은 32억원/년으로 추산되므로, 인천공항 차량기지 제공은 사업추진의 큰 메리트
  · · 공항철도가 활용중인 용유차량기지는 규모가 협소하여 활용 한계

㈑ 기대효과 및 우려사항 해소

○ 인천발 KTX 연장을 통해 인천공항은 사통팔달 연결망 구축

- 서울 및 수도권은 공항철도(일반철도)로, 非수도권은 ATX(고속철)로 연결
  · 인천공항에만 도착하면 전국 어디든 3시간 권으로 연결

○ 인천항/인천지역사회 연결, 인천을 세계 물류중심 도시로 포지셔닝

- 전국 차원의 고속물류망 구축은 세계와 대한민국 전역을 1일 생활권으로 연결하는 물류 패러다임의 획기적 전환점 역할 전망

○ AIR-RAIL 결합은 글로벌 수출모델

- AIR-RAIL 물류수송을 포함한 ATX 모델은 공항과 고속철도 패키지로 수출할 수 있는 컨텐츠 매력도를 보유함

○ 남북철도의 새로운 비전 제시 가능

- ATX를 기반으로 인천공항-신도-강화도-개성-해주-남포로 이어지는 남북철도 개통

㈒ 소결

○ 인천공항발 고속철도(ATX) 구상은 Sea & Air 물류서비스 및 고속·복합운송 철도물류시스템 구축에 매우 적합하여 시나리오에 포함

○ 인천공항발 고속철도(ATX) 구상과 고속·복합운송 철도물류시스템의 결합을 통해 항공 허브인 인천공항과 해운 허브인 부산항을 빠르게 연결할 수 있을 것으로 기대됨

③ 시나리오 및 수송대상 품목 설정

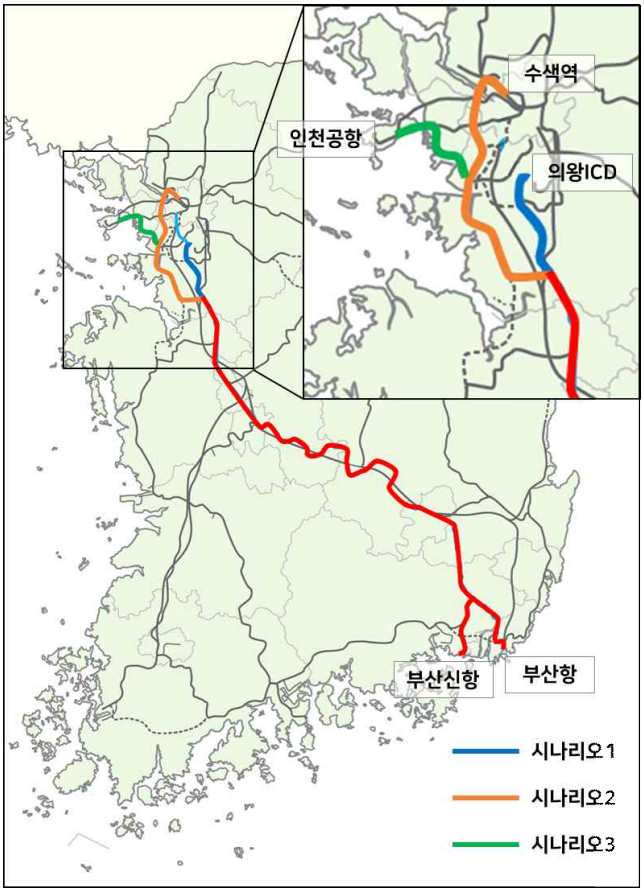
㉮ 분석대상 시나리오

○ 분석대상 시나리오 설정 배경

- 운영사 및 물류회사 심층면담 결과 테스트베드 노선으로 적합한 것으로 판단되는 부산항/부산신항 ↔ 의왕ICD를 시나리오1로 설정
- 장래 철도물류기지 개발 가능성이 있는 수색차량기지를 기종점으로 포함하는 안을 시나리오2로 설정
- 시나리오2를 기반으로, 인천공항발 고속철도(ATX)와의 연계 시나리오를 시나리오3로 설정

○ 분석 대상 시나리오 설정 결과

- 시나리오1 : 부산항/부산신항 ↔ 의왕ICD
- 시나리오2 : 부산항/부산신항 ↔ 의왕ICD/수색역
- 시나리오3 : 부산항/부산신항 ↔ 의왕ICD/수색역/인천공항



[그림 2-156] 시나리오별 노선도

㈏ 수송대상품목 선정

○ 앞서 선정한 <표2-51> 수송 검토대상 품목은 MTI 분류에 따른 품목이기 때문에, KTDB 화물 OD로 분석을 수행하기 위해서는 품목 매칭이 필요함

<표 2-168> MTI 분류에 따른 수송 검토대상 품목

MTI 코드	품목명	MTI 코드	품목명
0116	과실류	0121	채소류
0155	인삼류	0156	식물성 한약재
022	육류	04	수산물
227	비누치약및화장품	711	원동기 및 펌프
7142	복사기	812	무선통신기기
8121	무선 전화기	8131	컴퓨터
8132	보조기억장치	8133	프린터
8134	모니터	8211	컬러TV
823	냉장고	8241	세탁기
8242	에어컨	8245	진공청소기
8255	전기밥솥	836	평판디스플레이 및 센서

- KTDB 화물OD의 품목은 품목1~31과 도매제품, 컨테이너로 구성됨

<표 2-169> KTDB 화물품목구분

코드	품목분류	대분류품목	세 분 류
1	농산물	대분류 1 농림수축산품	작물생산물 및 달리 분류되지 않은 기타작물생산물, 통작업생산물, 채소, 회훼작물 및 종묘생산물, 채소작업생산물, 종묘생산물, 시설작물 생산물
2	임산물		임산물, 벌목 및 관련 서비스물, 영림생산물, 종묘, 육림생산물, 벌목업, 임업관련 서비스품
3	수산물		일반어업, 원양어업, 근해어업, 연안어업, 양식업, 수생동식물종묘생산업과 관련 생산물, 어업관련서비스품
4	축산물		소, 말 및 양사육업, 양잠업, 양돈업, 양봉업, 가금 부화업, 양계업, 육우 사육업, 기타 축산업과 관련생산물
5	석탄광물	대분류 2 광산품	무연탄 광물, 무연탄 채굴품, 연탄 및 기타 응집 무연탄 생산물, 갈탄광물, 토탄광물 등의 생산품
6	석회석광물		석고 및 석회석
7	원유 및 천연가스 채취물		원유 및 천연가스 채취물, 원유 및 천연가스채취관련 서비스생산물
8	금속광물		철광
9	비금속광물		비철금속, 텅스텐, 망간, 금, 은, 동, 연, 아연, 몰리브덴, 달리 분류되지 않은 비철금속
10	음식료품	대분류 5 경공업품	도축업, 육류가공 및 저장처리업, 수산동물 가공 및 저장 처리업, 수산식물 가공 및 저장 처리업, 과실, 채소 가공 및 저장 처리업, 동물성 및 식물성 유지 제조업, 낙농제품 및 식용빙과류 제조업, 곡물가공품 제조업, 전분제품 및 당류 제조업, 떡, 빵 및 과자류 제조업, 설탕 제조업, 면류, 마카로니 및 유사식품 제조업, 조미료 및 식품 첨가물 제조업, 기타 식료품 제조업, 동물용 사료 및 조제식품 제조업, 발효주 제조업, 증류주 및 합성주 제조업, 비알콜음료 및 얼음 제조업
11	담배제품		담배 제조업
12	섬유제품; 의복제외		방적 및 가공사 제조업, 직물 직조업, 직물제품 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
13	의복, 의복 액세서리 및 모피제품		정장 제조업, 내의 및 잠옷 제조업, 한복 제조업, 기타 봉제의복 제조업, 모피가공 및 모피제품 제조업, 편조의복 제조업, 편제의복 액세서리 제조업, 기타 의복액세서리 제조업
14	가죽, 가방 및 신발제품		원피가공 및 가죽 제조업, 핸드백, 가방 및 기타 보호용 케이스 제조업, 기타 가죽제품 제조업, 신발 제조업, 신발부분품 제조업

<표 계속> KTDB 화물품목구분

코드번호	품목분류	대분류품목	세 분 류
15	목재 및 나무제품 (가구제외)	대분류 6 잡공업품	제재 및 목재 가공업, 박판, 합판 및 강화목제품 제조업, 건축용 나무제품 제조업, 목재상자, 드럼 및 적재판 제조업, 기타 나무제품 제조업, 코르크 및 조물제품 제조업
16	펄프, 종이 및 종이제품		펄프제조업, 종이 및 판지 제조업, 골판지 및 골판지상자 제조업, 종이포대, 판지상자 및 종이용기 제조업, 기타종이 및 판지제품 제조업
17	인쇄 및 기록매체		인쇄업, 인쇄관련 산업, 기록매체 복제업
18	코크스, 연탄 및 석유정제품	대분류 4 화학공업품	코크스 및 연탄 제조업, 원유 정제처리업, 석유 정제물 재처리업
19	화합물 및 화학제품		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 의약물질 및 생물학적 제제 제조업, 완제 의약품 제조업, 한의약품 제조업, 동물용 의약품 제조업, 의료용품 및 기타 의약관련제품 제조업
20	고무제품 및 플라스틱 제품		고무타이어 및 튜브 생산업, 기타 고무제품 제조업, 1차 플라스틱제품 제조업, 건축용 플라스틱제품 제조업, 포장용 플라스틱제품 제조업, 기계장비 조립용 플라스틱제품 제조업, 플라스틱 발포 성형제품 제조업, 기타 플라스틱제품 제조업
21	비금속 광물제품		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
22	제1차 금속 제품	대분류 3 금속기계 공업품	제철, 제강 및 합금철 제조업, 철강 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 철강관 제조업, 기타 1차 철강 제조업, 비철금속 제련, 정련 및 합금 제조업, 비철금속 압연, 압출 및 연신제품 제조업, 기타 1차 비철금속 제조업, 철강 주조업, 비철금속 주조업
23	금속가공 제품; 기계 및 가구제외		구조용 금속제품 제조업, 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
24	기타기계 및 장비제조품		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
25	전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비		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

<표 계속> KTDB 화물품목구분

코드번호	품목분류	대분류품목	세 분 류
26	전기장비 제품	대분류 3 금속기계 공업품	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
27	의료,정밀,광학 기기및시계		방사선장치 및 전기식 진단기기 제조업, 기타 의료용 기기 제조업, 측정, 시험, 항해, 제어 및 기타 정밀기기 제조업, 안경 제조업, 광학기기 및 사진장비 제조업, 시계 및 시계부품 제조업
28	자동차 및 트레일러		자동차용 엔진 제조업, 자동차 제조업, 자동차 차체 및 트레일러 제조업, 자동차 엔진용 부품 제조업, 자동차 차체용 부품 제조업, 기타 자동차 부품 제조업
29	기타운송 장비		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
30	가구 제품	대분류 7 기타	침대 및 내장가구 제조업, 목재가구 제조업, 기타 가구 제조업
31	기타제품		귀금속 및 관련제품 제조업, 모조 귀금속 및 모조 장신용품 제조업, 악기 제조업, 운동 및 경기용구 제조업, 인형, 장난감 및 오락용품 제조업, 간판 및 광고물 제조업, 사무 및 회화용품 제조업, 가발, 장식용품 및 교시용 모형 제조업, 그 외 기타 분류안된 제품 제조업
도매제품			도매업은 세분류 구분없이 단일 품목으로 처리
컨테이너			운송용기의 개념으로 세분류 구분 없음

○ KTDB 화물 품목 매칭 결과

- 고속화 복합화물 운송 철도 물류 도입 시 수단분담 변화 분석 및 편익 산정을 위해 KTDB 화물 품목분류로 수송대상 품목을 재선정함

- 음식료품(10)(KTDB품목분류번호)
  - 농수산물 가공품, 육류 가공품, 음료 등
- 화합물 및 화학제품(19)
  - 화장품 등
- 전자부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비(25)
  - 컴퓨터, TV, 디스플레이, 휴대전화 등
- 전기장비 제품(26)
  - 가전기기 등

④ 고속화 복합화물 철도물류 전환물동량 산출

㉮ 부산항/부산신항 ↔ 수도권 간 화물 수단분담 현황

○ 분석대상범위의 화물 수단분담 현황은 <표 2-53>과 같음

- '부산'은 부산항이 소재한 부산 동구(28)(KTDB 교통존번호), 남구(32) 및 부산신항이 소재한 부산 강서구(37)을 의미함
- '수도권'은 서울, 경기, 인천의 모든 시군구 단위 교통존을 의미함

<표 2-170> 분석대상범위의 화물 수단분담 현황

단위 : 톤/년

		부산→수도권	수도권→부산	합계
일반화물/신선화물	도로	675,701	864,682	1,540,383
	철도	1,649	2,646	4,295
	철도분담률	0.24%	0.31%	**0.28%**
컨테이너	도로	18,859,380	17,672,140	36,531,520
	철도	1,752,902	2,391,701	4,144,603
	철도분담률	8.5%	11.9%	**10.2%**

주 : 일반화물/신선화물은 모든 비컨테이너 화물을 통칭함
출처 : KTDB,『전국화물OD전수화 및 장래수요예측』, 2019(2017년 기준)

㉯ 화물 수단분담 모형

○ 화물 수단분담 모형은 이항 로짓 모형을 활용함

- 로짓 모형은 모든 의사결정 주체가 선택 가능한 모든 대안 중에서 총 효용이 가장 큰 대안을 선택한다는 사실에 기초하였으며, 교통 수요분석에 일반적으로 적용되는 모형임

$$P_i = \frac{e^{V_i}}{\sum_j e^{V_j}}$$

Pi: 교통수단 i를 선택할 확률
Vi: 교통수단 i의 효용함수

$$V_i = \beta_1 time_i + \beta_2 Cost_i + \beta_3 SL + \cdots$$

time: 교통수단 i의 수송시간
Cost: 교통수단 i의 의한 금전적 수송비용
SL: 교통수단 i의 서비스 수준

[그림 2-157] 로짓모형의 일반식

○ 로짓 모형의 계수는 「철도 물류사업 발전방안 연구」(한국개발연구원, 2012)에서 제시한 통행시간 및 통행비용, 서비스 수준 계수를 활용함

- 분석대상 범위의 화물 수단분담 현황과 모형의 기준연도 수단분담 산출결과를 일치시키기 위해 철도 더미를 수정하여 적용함

<표 2-171> 로짓모형의 효용함수

화물종류	철도더미	수송시간	서비스수준	수송비용
컨테이너	-4.26	-0.2857	0.0373	-0.1986
일반화물/ 신선화물	-7.57			

○ 로짓모형의 시간 및 비용 입력값은 <표 2-55>와 같음

- 화물자동차의 상하역 소요시간은 이전 연구인 「CTX 장래수요예측 및 경제성 분석 연구용역」(서울시립대학교, 2015)에서 적용한 상하역 소요시간의 평균값인 60분을 적용함
  - 48분/회 : 반도체, 통신 핸드폰, 액정장치, 항공 기계
  - 72분/회 : 고급농산물, 의약품
- 철도의 상하역 시간은 일반화물 열차 120분, 고속·복합운송 철도물류시스템 30분으로 가정
- 수송비용은 다음 자료를 참고함
  - 상하차료 및 CY 사용료 : 「철도 물류사업 발전방안 연구」(한국개발연구원, 2012)
  - 철도 수송비용 : 코레일 내부자료
  - 컨테이너 화물자동차 수송비용 :「2020년 적용 화물자동차 안전운임」(국토교통부)
  - 일반화물 화물자동차 수송비용 : 관련 업체 견적 참조
- 수송 속도는 현황을 참고하여 화물자동차 80km/h, 일반 화물열차 60km/h로 설정하였으며, 고속·복합운송 철도물류시스템은 목표 표정속도인 120km/h로 설정함
  - 단 시나리오3의 경우 일부 TAX 노선을 운행하는 점을 고려하여 표정속도를 140km/h로 설정함

<표 2-172> 로짓모형 초기 입력값

구분		화물자동차	일반화물 열차	고속·복합
시간	상하역소요시간(분)	60	120	**30**
	상하역횟수(회)	2	4	4
	수송속도(km/h)	80	60	**120**(140)
비용	상하차료(원)	10,500		
	CY사용료(원)	-	10,000	
	컨테이너 수송비용	2,277원/km	800원/km	-
	일반화물 수송비용	175원/톤·km	45.9원/톤·km	-

○ 화물 품목별 시간가치는 본 기획연구에서는 적용하지 않는 것으로 함

- 화물 품목별 시간가치에 관한 선행연구와 그 제시 값은 아래 표와 같음

<표 2-173> 선행연구의 화물시간가치

단위 : 원/톤·시

연구명	연구자	품목 및 시간가치			
		품목명	품목별 시간가치	품목명	품목별 시간가치
1	서울시립대	반도체	37,910	항공기계	36,345
		액정디바이스	37,910	고급농산물	37,190
		통신핸드폰	37,075	의약품	40,195
2	박동주 외	양회	189	40FT 컨테이너	14,387
		철강	200		
3	주지원 외	섬유제품	6,954	전자부품	37,672
		고무·플라스틱	16,014	자동차 및 부품	23,563
		정밀기기	15,527	*평균*	19,946

출처 : 연구명1-「CTX 장래수요예측 및 경제성 분석 연구용역」(서울시립대학교, 2015)
연구명2-「SP자료를 이용한 화물품목별 수단선택모형 구축」(박동주 외, 2007)
연구명3-「로짓모형을 이용한 화물 품목별 화물운송 시간가치 산정 연구」(주지원 외, 2009)

- 이를 통해 알 수 있듯이, 화물 시간가치는 공인된 표준적인 지침이 존재하지 않아 연구마다 결과가 상이함

○ 고부가가치 화물을 수송대상 품목으로 하는 고속·복합운송 철도물류시스템 특성상, 화물 시간가치를 반영하지 않으면 현실보다 수단분담률이 과소하게 산출될 우려가 있음

- 그러나 공인된 표준적인 지침이 부재하고, 산출과정 및 적용조건이 다른 선행연구를 본 연구에 그대로 적용하는 것은 무리가 있다고 판단하여 화물

시간가치는 본 기획연구의 수단분담 산출 모형에서 제외

㉰ 화물 수단분담을 위한 가정

○ 현재 KTDB 전국 화물 OD 중 철도화물 OD는 화물의 실제 최종 출발지/목적지가 아닌, 화물역을 기/종점으로 정리하여 자료 제공

- 따라서 의왕ICD(시나리오 2, 3의 경우 수색역과 인천공항 화물청사역 포함)를 기종점으로 하는 철도화물의 경우, 실제로는 수도권 각 시군구가 최종 출발지/목적지이며, 의왕ICD에서 환적한다고 가정하는 것이 합리적임

○ 또한, 의왕ICD ↔ 수도권 시군구 간 환적 물동량 비율은 해당 시군구와 의왕ICD 간 거리에 반비례하는 것으로 가정함

○ 이를 바탕으로 철도 더미를 수정하여 기준연도 수단분담 산출결과가 현황과 일치하도록 함

<표 2-174> 기준연도 수단분담 산출결과

구분	합계		물류기지와의 육송 거리에 따른 철도분담률 추정				
	철도분담률	철도물동량(톤)	20km	40km	60km	80km	100km
일반화물 /신선 화물	0.29%	4,500	0.57%	0.38%	0.25%	0.16%	0.11%
컨테이너	10.5%	4,291,945	25.3%	11.3%	4.6%	1.8%	0.7%

㉱ 컨테이너 화물의 정의

○ 고속화 복합화물운송 철도물류시스템을 통해 운송되는 컨테이너 화물은 현재 철도를 통해 운송되는 일반적인 컨테이너 화물과 그 특성이 상이함

○ 고속화 복합화물운송 철도물류시스템의 수송대상 품목인 음식료품은 부패 및 변질에 취약하며, 전자제품 등은 진동에 취약함

- 반면 수송시간이 과다하게 소요되고 진동이 심한 기존 화물열차의 한계로 인해, 수송대상 품목은 현재 철도운송이 이루어지지 않음

○ 따라서 본 수요분석에서 산출된 컨테이너 화물의 철도 수송분담률 증가는 수송 속도의 증대, 고속·저진동 화차의 개발, 리퍼 컨테이너(reefer container, 냉동 컨테이너) 체결장치 개발 및 고속 상하역 시스템 도입을 통해 수송대상 품목의 철도 수송분담이 새롭게 발생한 효과로 분석하는 것이 타당함

○ 수송대상 품목이 차지하는 비율은 전체 컨테이너 중 9.49%로 산출됨

- 수송대상 품목(품목 10, 19, 25, 26)이 품목 1~31 물동량 중 차지하는 비율을 산출 후, 컨테이너에 해당 비율을 적용하여 수송대상 물동량을 산출함

<표 2-175> 수송대상품목 물동량

단위 : 톤/년

기종점	화물종류	품목				합계
		음식료품(10)	화학제품(19)	전자부품(25)	전기장비(26)	
수도권 →부산신항	일반화물 /신선화물	12,227	13,562	1,043	4,542	31,373
	컨테이너	474,266	526,050	40,438	176,162	1,216,915
수도권 →부산항	일반화물 /신선화물	15,338	26,267	1,004	18,076	60,685
	컨테이너	202,408	346,642	13,246	238,547	800,844
소계	일반화물 /신선화물	27,565	39,829	2,047	22,618	92,058
	컨테이너	676,674	872,692	53,684	414,709	2,017,759
부산신항 →수도권	일반화물 /신선화물	13,505	11,740	1,413	19,444	46,101
	컨테이너	266,817	231,941	27,907	384,143	910,809
부산항 →수도권	일반화물 /신선화물	2,290	2,827	356	1,901	7,374
	컨테이너	219,280	270,659	34,115	182,006	706,060
소계	일반화물 /신선화물	15,795	14,567	1,769	21,345	53,475
	컨테이너	486,097	502,600	62,022	566,149	1,616,869

라. 고속화 복합화물의 화물 수단분담률 및 전환물동량 산출결과

○ 철도 물류기지(의왕ICD 등)로부터의 거리에 따른 수단분담률 차이, 철도 물류기지 신설(수색역, 인천공항)에 따른 변화를 반영하기 위해 철도 물류기지와의 거리에 따라 교통존을 분류하여 수단분담률을 차등 산출함

- 시나리오2는 의왕ICD 인접 교통존과 수색역 인접 교통존을 분류하여 수단분담률 산출
- 시나리오3은 시나리오2를 기반으로 인천공항(인천 중구(50))의 수단분담률을 조정함

<표 2-176> 수단분담률 산출 결과(컨테이너)

시나리오	물류기지	철송거리	물류기지와의 육송거리				
			20km	40km	60km	80km	100km
미시행	의왕ICD	380	25.3%	11.3%	4.6%	1.8%	0.7%
시나리오1	의왕ICD	380	57.5%	28.6%	10.6%	3.4%	1.4%
시나리오2	의왕ICD	380	57.5%	28.6%	10.6%	3.4%	1.4%
	수색역	400	64.4%	34.9%	13.7%	4.5%	1.4%
시나리오3	의왕ICD	380	57.5%	28.6%	10.6%	3.4%	1.4%
	수색역	400	64.4%	34.9%	13.7%	4.5%	1.4%
	인천공항	420	81.0%	-	-	-	-

<표 2-177> 수단분담률 산출 결과(일반화물/신선화물)

시나리오	물류기지	철송거리	물류기지와의 육송거리				
			20km	40km	60km	80km	100km
미시행	의왕ICD	380	0.57%	0.38%	0.25%	0.16%	0.11%
시나리오1	의왕ICD	380	4.7%	1.4%	0.4%	0.1%	0.0%
시나리오2	의왕ICD	380	4.7%	1.4%	0.4%	0.1%	0.0%
	수색역	400	6.2%	1.9%	0.6%	0.2%	0.1%
시나리오3	의왕ICD	380	4.7%	1.4%	0.4%	0.1%	0.0%
	수색역	400	6.2%	1.9%	0.6%	0.2%	0.1%
	인천공항	420	13.4%	-	-	-	-

○ 거리별 수단분담률을 적용하여 OD별 고속화 복합화물 철도물류시스템 물동량을 산출한 결과는 <표 2-61~63>과 같음

- 시나리오1 시행 시 2045년 기준 연간 일반화물 8,619t, 컨테이너 46,033TEU가 수송될 것으로 전망됨
- 시나리오2 시행 시 2045년 기준 연간 일반화물 22,515t, 컨테이너 58,234TEU가 수송될 것으로 전망됨
- 시나리오3 시행 시 2045년 기준 연간 일반화물 23,078t, 컨테이너 67,740TEU가 수송될 것으로 전망됨

<표 2-178> 시나리오1 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과

단위 : 톤/년, TEU/년

O	D	화물종류	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년
부산항	의왕ICD	일반화물/신선화물	372	393	411	424	435
		컨테이너	3,893	4,067	4,259	4,377	4,482
부산신항		일반화물/신선화물	3,370	3,521	3,690	3,794	3,883
		컨테이너	18,248	19,068	19,964	20,517	21,013
의왕ICD	부산항	일반화물/신선화물	2,112	2,210	2,313	2,370	2,431
		컨테이너	4,095	4,279	4,480	4,604	4,715
	부산신항	일반화물/신선화물	1,619	1,701	1,782	1,828	1,870
		컨테이너	13,741	14,359	15,034	15,450	15,823
합계		일반화물/신선화물	7,473	7,825	8,196	8,416	8,619
		컨테이너	39,977	41,773	43,737	44,948	46,033

<표 2-179> 시나리오2 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과

단위 : 톤/년, TEU/년

O	D	화물종류	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년
부산항	의왕ICD	일반화물/신선화물	551	576	603	620	635
		컨테이너	3,490	3,647	3,818	3,924	4,019
부산신항		일반화물/신선화물	5,099	5,328	5,579	5,733	5,872
		컨테이너	15,788	16,498	17,273	17,751	18,180
의왕ICD	부산항	일반화물/신선화물	1,981	2,070	2,168	2,228	2,281
		컨테이너	3,587	3,748	3,924	4,033	4,130
	부산신항	일반화물/신선화물	1,601	1,673	1,752	1,800	1,844
		컨테이너	12,260	12,811	13,413	13,785	14,118
부산항	수색역	일반화물/신선화물	752	786	823	845	866
		컨테이너	1,175	1,228	1,285	1,321	1,353
부산신항		일반화물/신선화물	6,383	6,669	6,983	7,176	7,350
		컨테이너	6,698	6,999	7,328	7,531	7,713
수색역	부산항	일반화물/신선화물	1,886	1,971	2,064	2,121	2,172
		컨테이너	1,905	1,990	2,084	2,142	2,193
	부산신항	일반화물/신선화물	1,298	1,356	1,420	1,459	1,495
		컨테이너	5,669	5,923	6,202	6,374	6,528
합계		일반화물/신선화물	19,551	20,429	21,392	21,982	22,515
		컨테이너	50,572	52,844	55,327	56,861	58,234

<표 2-180> 시나리오3 고속화 복합화물 철도물류 시스템 물동량 산출 결과

단위 : 톤/년, TEU/년

O	D	화물종류	2025년	2030년	2035년	2040년	2045년
부산항	의왕ICD	일반화물/신선화물	547	572	599	615	630
		컨테이너	3,291	3,439	3,600	3,700	3,789
부산신항		일반화물/신선화물	5,064	5,292	5,541	5,694	5,832
		컨테이너	15,305	15,992	16,744	17,208	17,624
의왕ICD	부산항	일반화물/신선화물	1,976	2,064	2,161	2,221	2,275
		컨테이너	3,535	3,693	3,867	3,974	4,070
	부산신항	일반화물/신선화물	1,597	1,669	1,747	1,796	1,839
		컨테이너	12,096	12,640	13,234	13,600	13,929
부산항	수색역	일반화물/신선화물	752	786	823	845	866
		컨테이너	1,175	1,228	1,285	1,321	1,353
부산신항		일반화물/신선화물	6,383	6,669	6,983	7,176	7,350
		컨테이너	6,698	6,999	7,328	7,531	7,713
수색역	부산항	일반화물/신선화물	1,886	1,971	2,064	2,121	2,172
		컨테이너	1,905	1,990	2,084	2,142	2,193
	부산신항	일반화물/신선화물	1,298	1,356	1,420	1,459	1,495
		컨테이너	5,669	5,923	6,202	6,374	6,528
부산항	인천공항	일반화물/신선화물	44	46	47	49	50
		컨테이너	2,029	2,120	2,219	2,281	2,336
부산신항		일반화물/신선화물	382	400	418	429	440
		컨테이너	4,921	5,142	5,384	5,533	5,666
인천공항	부산항	일반화물/신선화물	65	68	70	73	75
		컨테이너	531	555	582	598	613
	부산신항	일반화물/신선화물	47	49	50	52	54
		컨테이너	1,672	1,747	1,830	1,880	1,926
합계		일반화물/신선화물	20,041	20,941	21,923	22,530	23,078
		컨테이너	58,827	61,469	64,359	66,141	67,740

(마) 편익 분석

① 편익 분석의 개요

○ 도로 물동량의 수단전환으로 발생하는 편익 산출

- 기존 공로수송이 이루어지던 물동량이 철도로 전환됨에 따라 화물자동차의 통행이 감소하게 되고 이에 따른 편익이 발생함.
- 컨테이너 물동량의 수단전환에 따른 개략적인 편익을 산출함.
- 『2018년 철도 통계연보』를 활용하여 컨테이너의 철도운송이 이루어지는 존에서 물동량의 수단전환이 이루어지는 것으로 가정함.
- 교통 수요 패키지인 Emme 4를 이용한 교통량 배정 및 편익 산출

○ 편익 분석 방법론

- 편익 분석 방법론은 현재 예비타당성조사에서 사용하는 방법론을 준용하되, 각종 계수를 2018년 기준으로 현행화하여 분석함.
- 편익은 차량운행비용 절감편익, 통행시간 절감편익, 교통사고비용 절감편익, 환경비용 절감편익 4가지 항목을 산출

② 편익 항목

○ 차량운행비용 절감편익

- 링크를 기반으로 하여 통행 배정 작업의 결과로 산출된 링크의 주행속도와 교통량을 이용하여 주행속도에 따른 차량운행비 원 단위를 적용하여 산출
- 분석 도로망 내에 있는 모든 링크를 대상으로 합한 뒤 사업 미시행시와 시행 시의 비교된 차액을 운행비용 절감편익으로 산출
- 일반도로의 차량운행비용은 고속도로 기준으로 일정 비율(승용차 125%, 버스 115%, 트럭 120%) 할증하여 적용
- 차량운행비용의 원 단위는 KDI에서 제시한 2019년 예비타당성조사 착수회의 자료 적용

<표 2-181> 차종별·속도별 차량운행비용(2018년 가격 기준)

(단위: 원/km)

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어비	유지 관리비	감가 상각비	합계
승용차	10	133.02	3.00	1.12	8.05	386.12	531.30
	20	85.03	2.51	2.07	9.51	329.07	428.19
	30	65.46	2.17	3.18	11.27	280.82	362.90
	40	55.35	1.83	4.62	11.70	236.93	310.44
	50	49.68	1.83	5.91	13.18	201.82	272.42
	60	46.59	1.83	7.49	13.91	182.07	251.89
	70	45.29	1.83	9.24	14.63	166.72	237.71
	80	45.52	1.66	11.16	16.09	149.17	223.61
	90	47.33	1.50	13.55	16.53	138.21	217.13
	100	51.12	1.83	16.11	17.57	128.57	215.20
	110	57.90	2.33	19.60	19.47	117.58	216.89
	120	70.16	3.50	23.29	21.22	103.99	222.17
소형버스	10	192.00	4.26	0.87	9.46	512.28	718.87
	20	121.07	3.87	1.59	10.68	423.20	560.41
	30	92.75	3.45	2.58	11.76	347.46	458.00
	40	78.28	3.05	3.59	12.11	289.57	386.61
	50	70.23	3.05	4.61	13.33	249.46	340.69
	60	65.91	2.83	5.76	13.95	220.51	308.95
	70	64.19	2.64	7.18	14.55	198.24	286.80
	80	64.71	2.43	8.76	15.77	178.20	269.87
	90	67.56	2.24	10.64	17.34	163.49	261.26
	100	73.42	2.24	12.64	18.67	151.45	258.43
	110	83.97	2.43	15.37	20.24	138.11	260.12
	120	103.41	2.83	18.67	21.82	126.96	273.70
대형버스	10	466.36	6.87	2.28	11.28	443.24	930.02
	20	332.57	5.87	3.70	12.94	386.05	741.13
	30	269.17	5.02	5.41	14.44	314.57	608.61
	40	234.25	4.59	7.54	14.92	257.37	518.68
	50	214.20	4.15	10.09	17.09	218.76	464.29
	60	203.52	3.87	13.09	19.07	193.02	432.58
	70	199.84	3.57	16.52	19.91	175.86	415.70
	80	202.41	3.28	21.09	23.22	157.27	407.27
	90	211.75	3.72	26.34	25.38	138.69	405.89
	100	229.87	4.43	32.62	27.04	124.40	418.37
	110	261.54	5.43	39.60	28.71	112.95	448.23
소형트럭	10	179.69	4.21	1.01	9.36	273.29	467.56
	20	131.08	3.80	1.86	10.55	225.76	373.07
	30	108.00	3.41	3.04	11.63	185.37	311.45
	40	95.63	3.01	4.21	12.00	154.47	269.32
	50	89.11	3.01	5.39	13.19	133.07	243.77
	60	86.54	2.80	6.74	13.79	117.63	227.50
	70	87.29	2.61	8.41	14.40	105.75	218.47
	80	91.55	2.40	10.27	15.60	95.06	214.89
	90	100.42	2.20	12.45	17.15	87.22	219.44
	100	116.83	2.20	14.82	18.48	80.80	233.13

<표 계속> 차종별·속도별 차량운행비용(2018년 가격 기준)

(단위: 원/km)

차종	속도	유류비	엔진 오일비	타이어비	유지 관리비	감가 상각비	합계
중형 트럭	10	369.93	4.98	2.11	11.82	348.54	737.38
	20	250.52	4.51	3.34	12.59	294.90	565.87
	30	200.34	4.02	4.74	13.37	259.17	481.64
	40	175.35	3.53	6.50	14.20	218.96	418.54
	50	163.25	3.22	8.61	15.70	192.14	382.92
	60	159.76	2.91	10.72	16.79	172.03	362.21
	70	163.81	2.73	13.00	18.86	156.41	354.81
	80	176.65	2.41	16.17	20.66	142.98	358.86
	90	202.89	2.73	19.33	22.93	130.93	378.80
	100	255.89	3.06	23.20	24.55	121.98	428.68
대형 트럭	10	660.13	9.21	3.27	15.26	371.80	1,059.66
	20	499.57	8.23	5.70	19.27	305.40	838.17
	30	416.81	7.05	8.61	22.89	252.27	707.63
	40	369.39	6.28	12.25	24.09	212.46	624.46
	50	341.79	5.78	16.05	25.28	176.59	565.49
	60	327.34	5.19	21.21	28.09	152.68	534.52
	70	323.12	4.61	26.55	28.09	136.77	519.15
	80	328.39	3.82	33.81	32.10	119.51	517.63
	90	344.11	4.12	42.58	37.33	116.85	544.99
	100	373.47	4.61	52.25	41.34	104.91	576.58

출처: KDI,『2019년 제4회 예비타당성조사 착수회의 자료』2020.

○ 통행시간 절감편익

- 통행 배정 결과로 산출된 링크의 통행시간과 차종별 교통량의 곱을 이용하여 총 통행시간 산출
- 사업 미시행시와 시행 시에 대해 수단별로 산출된 총 통행시간에 시간가치를 적용하여 총 통행시간 비용을 산출한 후 비교된 차액을 통행시간 절감편익으로 산출
- 차종별 시간가치 원 단위는 KDI에서 제시한 2019년 예비타당성조사 착수 회의 자료 적용

<표 2-182> 수단별 평균 통행시간가치(전국권)

구분	승용차		버스		화물자동차		철도(1인당)	
	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무	업무	비업무
재차인원(인)	0.32	1.06	0.43	10.35	1	-	0.21	0.79
시간가치(원)	22,775	9,748	17,260(1인) 22,775(0.43인)	5,011	16,374	-	22,775	5,033
시간가치(원/대·시)	7,288	10,528	27,053	51,859	16,374	-	4,783	3,976
2013년 기준 평균 시간가치(원/대)	17,816		78,912		16,374		8,759	
2018년 기준 평균 시간가치(원/대)	18,992		84,120		17,455		9,337	

주: 1) 재차인원은 한국교통연구원에서 2019년 6월 배포한 국가교통DB에 부합하는 재차인원을 적용함.
2) 2018년 기준 가치는 2013년 가치에 편익보정지수(소비자 물가지수) 106.6을 적용한 값임.
출처: KDI,『2019년 제4회 예비타당성조사 착수회의 자료』2020.

○ 교통사고 감소 편익

- 교통사고로 발생한 모든 경제적 손실에 해당하는 사회적 비용
- 직접적인 손실비용, 교통사고처리비용, PGS 비용 등이 포함됨
- 도로유형별 1억 대·km당 교통사고 발생 건수를 기준으로 통행 배정 결과를 이용하여 고속도로, 국도, 지방도 링크로 구분하여 사업 시행 때와 사업 미시행시의 억대·km 산출, 그 차이를 활용하여 교통사고 감소 편익 산출

<표 2-183> 도로유형별 교통사고 발생비율

도로유형		인적피해(인)		물적피해(건)	
		1억대·km당 사망자수	1억대·km당 부상자수	1억대·km당 차량손해 사고건수	1억대·km당 대물피해 사고건수
고속국도	4차로 이하	0.72	46.88	52.57	51.59
	6차로 이상	0.24	38.08	45.33	45.25
	평균	0.46	42.28	48.82	49.16
일반국도	2차로 이하	4.32	145.60	221.38	222.92
	4차로 이상	1.35	103.09	161.45	162.43
	평균	1.83	110.16	171.44	172.50
지방도		2.59	33.252	566.71	570.20

주: 기타 도로는 제외하였음.
출처: 1) KDI,『2019년 제4회 예비타당성조사 착수회의 자료』2020.
2) 경찰청,『2012~2014 교통사고 통계』, 각 연도.
3) 국토교통부,『2012~2014 도로교통량통계연보』, 각 연도.
4) 도로교통공단,『`2012~2014 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 각 연도.

<표 2-184> 도로부문의 교통사고비용 원단위(PGS 포함)

(단위: 만원)

구분	인적피해(인)		물적피해(건)	
	사망	부상	차량손해	물적피해
2015년 기준	72,230	1,905	163	172
2018년 기준	75,480	1,991	170	180

주: 1) 인적피해비용구성 = 순평균비용(위자료, 장례비, 생산손실비, 의료비 및 기타)+교통경찰비용+보험행정비용+ PGS 비용
2) 물적피해비용구성 = 순평균비용+교통경찰비용+보험행정비용
3) 부상의 경우에는 PGS 비용 중 가중평균값을 적용
4) 2018년 도로 부문의 교통사고비용 원단위(PSG 포함)은 2015년 기준단가에 2018년 소비자물가지수(104.50)를 적용하여 산출함.

출처: 1) KDI,『2019년 제4회 예비타당성조사 착수회의 자료』2020.
2) 도로교통공단,『2014 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2015.
3) 한국교통연구원,『2013년 교통사고비용 추정』, 2016.

○ 환경비용 절감편익

- 환경 영향에 대한 평가 및 가치화가 쉬운 대기오염과 소음 발생에 대하여 환경비용 추정
- 자동차 주행으로 인해 발생하는 오염물질 별 배출계수를 한정하고, 오염물질 단위당 환경피해비용 산출
- 사업 시행으로 인한 오염원별, 오염물질 배출량의 변화를 산정하고 이를 오염물질 별 환경피해비용 원 단위를 곱하여 화폐 가치화

<표 2-185> 차종별·속도별 대기오염비용(2018년 기준)

(단위: 원/km)

차종	속도	CO	NOx	VOC	PM2.5			CO2	합계
					도심	교외	지방		
승용차	10	0.25	9.82	0.38	6.55	1.70	0.68	17.34	34.34
	20	0.14	6.33	0.16	4.92	1.29	0.51	11.45	23.00
	30	0.09	4.93	0.10	4.18	1.09	0.44	8.99	18.29
	40	0.07	4.14	0.07	3.72	0.97	0.39	7.57	15.57
	50	0.06	3.62	0.06	3.41	0.89	0.36	6.61	13.76
	60	0.05	3.25	0.05	3.17	0.83	0.32	5.94	12.45
	70	0.05	2.97	0.04	2.98	0.77	0.31	5.41	11.44
	80	0.04	2.74	0.04	2.82	0.73	0.29	5.00	10.65
	90	0.04	2.56	0.04	2.70	0.70	0.28	4.66	9.99
	100	0.04	2.40	0.03	2.58	0.67	0.27	4.37	9.44
버스	10	0.36	86.79	1.61	16.02	4.17	1.67	62.93	167.71
	20	0.29	61.39	1.38	11.04	2.87	1.15	44.29	118.39
	30	0.27	50.76	1.30	8.88	2.31	0.92	36.08	97.28
	40	0.25	44.63	1.24	7.61	1.98	0.79	31.21	84.96
	50	0.24	40.56	1.21	6.75	1.76	0.70	27.90	76.66
	60	0.24	37.61	1.18	6.12	1.59	0.64	25.46	70.61
	70	0.23	35.35	1.17	5.64	1.46	0.59	23.56	65.96
	80	0.23	33.55	1.15	5.26	1.37	0.54	22.04	62.23
	90	0.23	32.09	1.14	4.93	1.29	0.51	20.77	59.17
	100	0.22	30.86	1.13	4.67	1.21	0.48	19.71	56.59
화물차 (평균)	10	0.32	67.76	0.98	72.55	18.86	7.54	27.55	169.16
	20	0.21	47.64	0.65	51.23	13.32	5.33	20.85	120.56
	30	0.16	38.84	0.51	41.83	10.88	4.35	17.72	99.08
	40	0.14	33.64	0.44	36.25	9.43	3.77	15.80	86.25
	50	0.11	30.11	0.39	32.45	8.44	3.38	14.45	77.51
	60	0.10	27.5	0.34	29.65	7.71	3.08	13.44	71.04
	70	0.09	25.49	0.31	27.47	7.15	2.85	12.63	66.00
	80	0.08	23.87	0.29	25.72	6.69	2.68	11.99	61.95
	90	0.08	22.52	0.27	24.26	6.31	2.53	11.43	58.57
	100	0.07	21.38	0.26	23.04	5.99	2.39	10.97	55.72

③ 편익 분석 방법

○ KTDB OD 및 네트워크 사용

- 기준연도 2017년으로 배포된 KTDB OD, 네트워크 자료를 2018년 기준으로 현행화하여 수요분석

<표 2-186> KTDB 지역(존) 체계

존번호	존명	존번호	존명	존번호	존명	존번호	존명
1	서울 종로구	41	부산 기장군	81	경기 성남시분당구	121	강원 속초시
2	서울 중구	42	대구 중구	82	경기 의정부시	122	강원 삼척시
3	서울 용산구	43	대구 동구	83	경기 안양시만안구	123	강원 홍천군
4	서울 성동구	44	대구 서구	84	경기 안양시동안구	124	강원 횡성군
5	서울 광진구	45	대구 남구	85	경기 부천시	125	강원 횡성군
6	서울 동대문구	46	대구 북구	86	경기 광명시	126	강원 영월군
7	서울 중랑구	47	대구 수성구	87	경기 평택시	127	강원 평창군
8	서울 성북구	48	대구 달서구	88	경기 동두천시	128	강원 정선군
9	서울 강북구	49	대구 달성군	89	경기 안산시상록구	129	강원 철원군
10	서울 도봉구	50	인천 중구	90	경기 안산시단원구	130	강원 화천군
11	서울 노원구	51	인천 동구	91	경기 고양시덕양구	131	강원 양구군
12	서울 은평구	52	인천 남구	92	경기 고양시일산동구	132	강원 인제군
13	서울 서대문구	53	인천 연수구	93	경기 고양시일산서구	133	강원 고성군
14	서울 마포구	54	인천 남동구	94	경기 구리시	134	강원 양양군
15	서울 양천구	55	인천 부평구	95	경기 남양주시	135	충북 청주시상당구
16	서울 강서구	56	인천 계양구	96	경기 오산시	136	충북 청주시흥덕구
17	서울 구로구	57	인천 서구	97	경기 시흥시	137	충북 청주시청원구
18	서울 금천구	58	인천 강화군	98	경기 군포시	138	충북 청주시서원구
19	서울 영등포구	59	인천 옹진군	99	경기 의왕시	139	충북 충주시
20	서울 동작구	60	광주 동구	100	경기 하남시	140	충북 제천시
21	서울 관악구	61	광주 서구	101	경기 용인시처인구	141	충북 보은군
22	서울 서초구	62	광주 남구	102	경기 용인시기흥구	142	충북 옥천군
23	서울 강남구	63	광주 북구	103	경기 용인시수지구	143	충북 영동군
24	서울 송파구	64	광주 광산구	104	경기 파주시	144	충북 증평군
25	서울 강동구	65	대전 동구	105	경기 이천시	145	충북 진천군
26	부산 중구	66	대전 중구	106	경기 안성시	146	충북 괴산군
27	부산 서구	67	대전 서구	107	경기 김포시	147	충북 음성군
28	부산 동구	68	대전 유성구	108	경기 화성시	148	충북 단양군
29	부산 영도구	69	대전 대덕구	109	경기 광주시	149	충남 천안시동남구
30	부산 부산진구	70	울산 중구	110	경기 양주시	150	충남 천안시서북구
31	부산 동래구	71	울산 남구	111	경기 포천시	151	충남 공주시
32	부산 남구	72	울산 동구	112	경기 여주시	152	충남 보령시
33	부산 북구	73	울산 북구	113	경기 연천군	153	충남 아산시
34	부산 해운대구	74	울산 울주군	114	경기 가평군	154	충남 서산시
35	부산 사하구	75	경기 수원시장안구	115	경기 양평군	155	충남 논산시
36	부산 금정구	76	경기 수원시권선구	116	강원 춘천시	156	충남 계룡시
37	부산 강서구	77	경기 수원시팔달구	117	강원 원주시	157	충남 금산군
38	부산 연제구	78	경기 수원시영통구	118	강원 강릉시	158	충남 부여군
39	부산 수영구	79	경기 성남시수정구	119	강원 동해시	159	충남 서천군
40	부산 사상구	80	경기 성남시중원구	120	강원 태백시	160	충남 청양군

<표 계속> KTDB 지역(존) 체계

존번호	존명	존번호	존명	존번호	존명	존번호	존명
161	충남 홍성군	186	전남 곡성군	211	경북 문경시	236	경남 거제시
162	충남 예산군	187	전남 구례군	212	경북 경산시	237	경남 양산시
163	충남 태안군	188	전남 고흥군	213	경북 군위군	238	경남 의령군
164	충남 당진시	189	전남 보성군	214	경북 의성군	239	경남 함안군
165	전북 전주시완산구	190	전남 화순군	215	경북 청송군	240	경남 창녕군
166	전북 전주시덕진구	191	전남 장흥군	216	경북 영양군	241	경남 고성군
167	전북 군산시	192	전남 강진군	217	경북 영덕군	242	경남 남해군
168	전북 익산시	193	전남 해남군	218	경북 청도군	243	경남 하동군
169	전북 정읍시	194	전남 영암군	219	경북 고령군	244	경남 산청군
170	전북 남원시	195	전남 무안군	220	경북 성주군	245	경남 함양군
171	전북 김제시	196	전남 함평군	221	경북 칠곡군	246	경남 거창군
172	전북 완주군	197	전남 영광군	222	경북 예천군	247	경남 합천군
173	전북 진안군	198	전남 장성군	223	경북 봉화군	248	제주 제주시
174	전북 무주군	199	전남 완도군	224	경북 울진군	249	제주 서귀포시
175	전북 장수군	200	전남 진도군	225	경북 울릉군	250	세종특별자치시
176	전북 임실군	201	전남 신안군	226	경남 창원시의창구		
177	전북 순창군	202	경북 포항시남구	227	경남 창원시성산구		
178	전북 고창군	203	경북 포항시북구	228	경남 창원시마산합포구		
179	전북 부안군	204	경북 경주시	229	경남 창원시마산회원구		
180	전남 목포시	205	경북 김천시	230	경남 창원시진해구		
181	전남 여수시	206	경북 안동시	231	경남 진주시		
182	전남 순천시	207	경북 구미시	232	경남 통영시		
183	전남 나주시	208	경북 영주시	233	경남 사천시		
184	전남 광양시	209	경북 영천시	234	경남 김해시		
185	전남 담양군	210	경북 상주시	235	경남 밀양시		

- 여객수요는 고속화 복합화물 운송 철도 시행에 따른 변화가 없다고 가정하여 분석함
- 여객수요는 전국 지역 간 주수단 OD의 승용차, 버스 통행량을 재차 인원을 고려하여 반영하며, 여객 OD의 변화는 없음
- 화물 OD는 전국 지역 간 화물자동차 OD를 반영하며, 품목에 따라 물동량 및 평균 적재 톤수를 이용하여 화물자동차 통행량을 산출함

④ 편익 분석결과

○ 시나리오별 편익 분석결과는 <표 2-70>와 같음

- 고속·복합운송 철도 개통 시 최대 연간 447억 원의 편익 발생
- 시나리오 3 - 시나리오 2 - 시나리오 1 순으로 편익이 큰 것으로 분석됨
- 전체 편익 중 운행비용 절감편익이 39.6%, 통행시간 절감편익(혼잡비용 절감편익)이 41.2%, 환경 편익이 2.1%, 교통사고 절감편익이 17.2%로 분석됨

<표 2-187> 편익 분석결과

(단위: 백만원/년)

시나리오	운행비용 절감	통행시간 절감	환경비용 절감	교통사고 절감	합계
시나리오 1	7,819	7,444	318	3,021	18,301
시나리오 2	15,450	15,966	904	6,723	39,043
시나리오 3	17,675	18,380	924	7,672	44,651

주 : 2045년 기준

(바) 경제성 분석

① 경제성 분석의 개요

○ 비용-편익 분석기법

- 경제성 분석을 위하여 현행 예비타당성조사 제도에서 사용되는 비용-편익 분석기법 사용
- 편익/비용 비율(B/C ratio)은 장래에 발생될 비용과 편익을 현재가치로 환산하여, 편익의 현재가치를 비용의 현재가치로 나눈 것, 'B/C≥1'이면 경제성이 있음
- 순현재가치(NPV)는 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준연도의 현재가치로 할인하여 총편익에서 총비용을 제한 값. 'NPV≥0'이면 경제성이 있음.
- 내부수익률(IRR)은 편익과 비용의 현재가치로 환산된 값이 같아지는 할인율을 구하여, 사업의 시행으로 인한 순현재가치를 0으로 만드는 할인율. IRR이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있음
- 본 사업의 사회적 할인율은 사업 시행 후 30년까지는 4.5%, 30년 이후로는 3.5%로 적용함

② 비용 추정

㉮ 차량 구입비 추정

○ 운행횟수 산정

- 고속화 복합화물 운송 철도물류시스템의 화차는 일반화물 35톤, 또는 20FT 컨테이너 2대(2TEU) 적재 가능하며, 총 8량 또는 10량 1편성(화차 6량 또는 8량, 동력차 2량)을 기본으로 하고 있음, 여기서는 10량 1편성을 기준으로 운행횟수를 산출함
- 물동량을 수송하기 위해, 화차 8량 중 1량은 일반화물 화차, 1량은 콜드체인 화차, 6량은 컨테이너 화차로 편성하는 것을 가정하여 열차운행횟수를 산정함
- 본 수요분석에서 산출된 컨테이너 화물은 수송 속도의 증대, 고속·저진동 화차의 개발, 리퍼 컨테이너(reefer container, 냉동 컨테이너) 체결장치 개발 및 고속 상하역 시스템 도입을 통해 수송대상 품목의 철도수송 컨테이너 물동량이 새롭게 발생한 효과로 분석하는 것이 타당함
- 수송 물동량 추정치가 가장 높은 2045년을 기준으로 산정
- 산정결과 시나리오1,2의 의왕ICD-부산신항간 운행횟수는 일일 5회(편도기준), 시나리오3의 의왕ICD-부산신항간 운행횟수는 일일 4회, 시나리오2,3의 수색역-부산신항간 운행횟수 및 시나리오3의 인천공항-부산신항간 운행횟수는 일일 2회, 그 외 기종점 간에는 일일 1회 운행이 필요한 것으로 분석됨

<표 2-188> 고속화물열차 운행횟수

단위 : 회/일

기종점		시나리오1	시나리오2	시나리오3
의왕ICD	부산항	1	1	1
	부산신항	5	5	4
수색역	부산항	-	1	1
	부산신항	-	2	2
인천공항	부산항	-	-	1
	부산신항	-	-	2

주: 편도기준

○ 소요편성 수 산정

- 추정된 물동량에 따라 차량의 필요 편성 수 산정
- 차량 구입단가는 화차 구입비의 추정 단가인 306억원/편성으로 설정(10량 1편성)
  - 이는 2017년 KTX-산천 도입단가를 기준으로 산정한 것[11)]
  - 일반적으로 화물열차는 여객열차에 비해 단가가 낮음
  - 그러나 본 고속화물열차의 경우 콜드체인 화차 도입, 스마트 상하역 시스템 도입 등으로 인해 도입단가가 일반 화물열차에 비해 높을 것으로 예상되는 점을 감안함
- 소요 편성수 산정 시 예비율은 10%로 적용함
  - 「수서~광주 복선전철 건설사업 예비타당성조사」(KDI, 2019)에서는 예비율 12% 적용하는 등, 일반적인 철도사업의 예비율이 10%내외인 점을 감안함
- 열차 1편성 당 1일 1왕복 기준으로 소요 편성 수를 산정함
  - 열차의 왕복 운행시간을 생각했을 때, 1편성당 1일 1왕복 이상 운행은 힘들 것으로 보임

<표 2-189> 화차 소요량 수 산정

시나리오	운행횟수	소요 편성 수 (편성)	차량 구입비 (억원)
시나리오 1	6	7	2,142
시나리오 2	9	10	3,060
시나리오 3	11	12	3,672

㈏ 상하역 시설 건설비

○ 역당 17억원 소요될 것으로 추정됨.

- 시나리오 1에서는 부산신항역 2개소(북철송장, 남철송장), 오봉역에 상하역 시설을 건설하며, 총 3개소 51억원 소요됨
- 시나리오 2에서는 부산신항역 2개소(북철송장, 남철송장), 오봉역, 수색역에 상하역 시설을 건설하며, 총 4개소 68억원 소요됨
- 시나리오 3에서는 부산신항역 2개소(북철송장, 남철송장), 오봉역, 수색역, 인천공항역에 상하역 시설을 건설하며, 총 5개소 85억원 소요됨

11) 「2018 철도통계연보」(국토교통부·한국철도공사·한국철도시설공단, 2019)

㉰ 운영비

○ 운영비는 상하역시설 건설비의 15% 수준이 연간 소요될 것으로 가정함

- 역당 연간 2.5억원 소요될 것으로 추정됨

㉱ 공사비

○ 연결선 건설 필요 구간

- 시나리오 2의 경우 경의선 및 경부선 수색~금천구청 구간의 선로용량이 포화상태인 문제로 서해선 우회진입이 필요할 것으로 판단됨
  - 서해선 우회 진입을 위해 평택선-서해선 연결선(1.0km 추정)과 서해선-경의선 연결선(1.7km 추정) 건설 필요
- 시나리오 3의 경우 인천공항과 수인선, 경부선을 직결하기 위하여 평택선-서해선 연결선(1.0km 추정), 송도역~인천공항역간 철도 건설(18.0km 추정)이 필요하며, 시나리오2와 마찬가지로 서해선-경의선 연결선(1.7km 추정) 건설 필요

○ 공사비 산출

- 연결선 공사비 산출을 위해 「인천발 KTX 직결사업 예비타당성조사」(KDI, 2016)을 검토하였으며, 연결선 건설을 위한 토공, 교량, 궤도 및 시스템의 표준 공사비는 <표 2-190~193>와 같음

<표 2-190> 토공 표준공사비

(단위: 억원/km)

공종		단선		비고
		일반부	도시부	
토공	일반구간	70.04	99.47	
	연약구간	90.34	128.91	

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외
출처: 「인천발 KTX 직결사업 예비타당성조사」(KDI, 2016)
「도로 및 철도부문 비용 추정 지침 변경 PIMAC 업무 GUIDELINE」(KDI, 2015)

<표 2-191> 교량 표준공사비

(단위: 억원/km)

공종		단선		비고
		일반부	도시부	
교량	직접기초	195.90	253.75	
	말뚝기초	242.59	313.64	

주: 1) 교량 상부 복선 폭(B) = 10.9m, 상부 단선 폭(B) = 6.0m 기준.
2) 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외
출처: 「인천발 KTX 직결사업 예비타당성조사」(KDI, 2016)
「도로 및 철도부문 비용 추정 지침 변경 PIMAC 업무 GUIDELINE」(KDI, 2015)

<표 2-192> 궤도 표준공사비

(단위: 천원/m)

구분	공사비	주요 자재비	폐기물 처리비	장비 사용료	총계	비고
자갈도상 궤도부설	381	158	-	38	577	
콘크리트도상 궤도부설	873	205	-	-	1,078	
궤도철거	25	-	6	-	31	
선로전환기부설(자갈도상)	20	88	-	1	109	백만원/틀당
선로전환기철거	4	-	-	-	4	백만원/틀당

주: 제비율 적용공사비 포함, VAT 제외
출처: 「인천발 KTX 직결사업 예비타당성조사」(KDI, 2016)
「도로 및 철도부문 비용 추정 지침 변경 PIMAC 업무 GUIDELINE」(KDI, 2015)

<표 2-193> 시스템(전력, 신호, 전철화) 공사비 추정 결과

(단위: 억원/km)

구분			단선전철	복선전철(일반)	비고
ABS 신호설비			636	980	{전자연동장치 중역1개소(1km)+ 소역 1개소(1km)+자동폐색 8km} / 10km
시스템	전력설비		539	800	
	전철화	송전선로	107	107	가공선로
		변전설비	435	580	단선 간선 60km 환산
		전차선로	589	905	카터너리 방식
	신호설비	전자연동자치(소역)	2,720	2,720	역당
		차상신호설비(지상)	984	1,514	단선은 복선 공사비의 65% 적용
		차상신호설비(차상)	-	-	차량에 포함
	자동폐색장치(ABS)		198	305	

출처: 「인천발 KTX 직결사업 예비타당성조사」(KDI, 2016)
「도로 및 철도부문 비용 추정 지침 변경 PIMAC 업무 GUIDELINE」(KDI, 2015)

- 인천발 KTX 어천연결선의 km당 총사업비 중 정거장 관련 비용을 제외한 후, 2018년 기준 화폐가치로 환산한 결과 km당 공사비는 479억원/km로 산출되어 이를 적용함

- 송도역~인천공항역 간 철도 건설비의 경우 ATX 계획에서 제시하는 공사비 1조 6000억 원을 기준으로 함
- 그러나 송도역~인천공항역 간 철도의 경우 인천공항발 고속철도(ATX) 계획에 따라 인천공항공사 주도로 건설비를 확보할 것으로 보이므로 건설비 반영비율을 0%, 50%, 100% 나누어 경제성 분석을 수행함

③ 경제성 분석 결과

○ 경제성 분석 결과

- 시나리오 1의 B/C는 1.27, 시나리오 2의 B/C는 1.36, 시나리오 3-1(송도역~인천공항역간 철도 건설비 미반영)의 B/C는 1.36으로 분석됨
  - 송도역~인천공항역간 철도 건설비 50% 반영한 시나리오 3-2의 B/C는 0.53, 송도역~인천공항역간 철도 건설비 100% 반영한 시나리오 3-3의 B/C는 0.33으로 분석됨
- 시나리오 1의 NPV는 526억 원, 시나리오 2의 NPV는 1,403억 원, 시나리오 3-1의 NPV는 1,598억 원으로 분석됨
  - 시나리오 3-2는 -5,268억 원, 시나리오 3-3은 -1조 2,134억 원으로 분석됨
- 시나리오 1의 IRR은 6.16%, 시나리오 2의 IRR은 6.62%, 시나리오 3의 IRR은 6.62%로 분석됨
  - 시나리오 3-2는 1.07%, 시나리오 3-3은 -1.04%로 분석됨

<표 2-194> 경제성 분석결과

(단위: 백만원)

항목	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3-1	시나리오 3-2	시나리오 3-3
총 할인비용	247,783	528,711	604,659	604,659	604,659
총 할인편익	195,188	388,368	444,872	1,131,485	1,818,099
B/C	**1.27**	**1.36**	**1.36**	**0.53**	**0.33**
NPV	52,595	140,343	159,787	-526,827	-1,213,441
IRR(%)	6.16%	6.62%	6.62%	1.07%	-1.04%

○ 종합하면, 시나리오 3(3-1 기준) - 시나리오 2 - 시나리오 1 순으로 경제성이 있는 것으로 분석됨

마. 인력투입계획 및 소요예산 산정

(1) 연구 일정에 따른 인력투입계획

○ 고속화 복합화물 철도 물류 혁신기술개발의 연구 목표 달성을 위해 주요 전략 핵심기술을 바탕으로 세부 과제를 분류하여 연구내용의 중요 기술 난이도와 연구수행의 집중도에 따라 난이도에 따라 최적의 적정한 해당 분야 전문가 인력을 구성하여 연구를 수행하도록 함

○ 주요 핵심 전략 기술에 따라 주관연구기관, 협동연구기관, 참여기업 등에서 수행할 세부 연구내용을 구분하고 각 해당 연구수행기관의 연구내용에 부합하는 전문인력을 참여연구원으로 구성하여 최대의 성과를 도출할 수 있도록 구성함.

○ 연구 초기 연도에는 실질적인 개발 사양을 도출하기 위해 실무 전무가 그룹으로 구성된 물류 학계 및 연구소, 철도 물류 운영기관 위주로 연구 인력을 투입하여 수행하며, 연차별 과제수행 로드맵에 맞게 도출되는 핵심 성과 기술 사양을 바탕으로 물류 운영사, 철도 부품제작사, 물류설비 제조업체 등의 컨소시엄 연구개발을 체계적으로 협력하여 추진하도록 계획을 수립함.

○ 주요 핵심기술 과제에 대한 예상되는 연구성과물들에 대하여 실용화가 가능한 수준까지 구체적인 연구 결과 도출을 할 수 있도록 추진하며, 해당 관련 운영기관이나 참여기업의 현장 실무전문가들의 적극적인 참여로 실질적인 설계가 이루어지도록 추진함.

(가) 전체사업 인력투입계획

<표 2-195> 전체과제별 연구 인력 구성

(단위 : 명)

과제명	1차년	2차년	3차년	4차년	합계
	인원	인원	인원	인원	인원
고속화 복합화물 철도물류 혁신기술개발	13	30	31	31	105

(나) 세부 내용별 인력투입계획

<표 2-196> 세부내용별 연구 인력 구성

과 제 명/ 핵심 과제명	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	합계
1. 핵심과제 : 고속화 복합화물 화차 및 운영기술 개발					
1-1. 고속화 복합화물 고속화차 시스템 설계 및 제작 기술 개발	2	5	5	5	17
1-2. 고속화 복합화물 고속화차 성능 평가 기술 개발	2	4	4	4	14
1-3. 고속화 복합화물 시범 비즈니스 모델 시범운영 및 테스트 베드 시험평가	1	2	2	3	8
소 계	**5**	**11**	**11**	**12**	**39**
2. 핵심과제 : 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상·하역 기술 개발					
2-1. 고속화 복합화물 스마트 이송시스템 기술 개발	2	5	5	4	16
2-2. 고속화 복합화물 환적·연계 시스템 기술개발	2	5	4	4	15
2-3. 고속화 복합화물 전용 플랫폼 설계 및 구축 기술 개발	1	1	2	3	7
소 계	5	11	11	11	38
3. 핵심과제 : 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발					
3-1. 고속화 복합화물 클라우드방식 플랫폼 기술개발	2	5	5	4	16
3-2. 고속화 복합화물 정보통합 플랫폼 시작품 제작 및 실증 테스트	1	3	4	4	12
소 계	**3**	**8**	**9**	**8**	**28**
합 계	**13**	**30**	**31**	**31**	**105**

(2) 소요예산 산정

(가) 예산 산정방법

○ 고속화 복합화물 철도물류 혁신시스템 기술개발을 위하여 핵심기술을 바탕으로 선별된 세부과제별에 따른 전문인력 및 보유 인프라, 기술개발 요소를 고려함

○ 신기술개발, 기존시설 개량, 시제품제작과 같은 기술적인 부문과 사업 기간, 기술중요도, 소요 인력수와 같은 계획부문을 고려하여 세부과제별로 협력할 참여 기관과 협의하여 예산을 편성하도록 함

○ 고속화 복합화물 철도물류 혁신시스템 기술개발의 세부과제가 기술개발이 원활히 수행될 수 있도록 협력 기관 및 자문기관과의 유기적인 회의를 통하여 예산 누락 또는 부족과 같은 상황이 발생하지 않도록 면밀히 검토하여 추진

(나) 세부과제별 소요예산

<표 2-197> 세부과제별 총괄 예산

(단위 : 억원)

과제명	1차년도			2차년도			3차년도			4차년도			합계		
	정부	민간	소계	정부	민간	소계	정부	민간	소계	정부	민간	소계	정부	민간	합계
세부과제 1 : 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발	20.00	6.66	26.66	31.90	10.62	42.52	25.00	8.33	33.33	24.82	8.27	33.09	101.72	33.87	135.59
1-1. 고속화 복합화물 화차 시스템 설계 및 제작 기술개발	20.00	6.66	26.66	26.90	8.96	35.86	20.00	6.66	26.66	14.00	4.66	18.66	80.90	26.94	107.84
1-2. 고속화 복합화물 화차 시스템 성능 평가 기술개발	0.00	0.00	0.00	5.00	1.67	6.67	4.00	1.33	5.33	1.82	0.61	2.43	10.82	3.60	14.42
1-3. 고속화 복합화물 화차 테스트베드 구축 및 시험평가	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.33	1.33	9.00	3.00	12.00	10.00	3.33	13.33
세부과제 2 : 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상·하역 기술개발	13.00	4.33	17.33	18.00	5.99	23.99	16.80	5.59	22.39	15.00	5.00	20.00	62.80	20.91	83.71
2-1. 고속화 복합화물 화물 플랫폼 자동이송장치 기술개발	7.00	2.33	9.33	9.00	3.00	12.00	7.80	2.60	10.40	1.00	0.33	1.33	24.80	8.26	33.06
2-2. 고속화 복합화물 화물 터미널 자동 환적·연계 기술개발	6.00	2.00	8.00	9.00	3.00	12.00	7.00	2.33	9.33	1.00	0.33	1.33	23.00	7.66	30.66
2-3. 고속화 복합화물 자동 상·하역 테스트베드 구축 및 시험평가 기술개발	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.67	2.67	13.00	4.33	17.33	15.00	5.00	20.00
3. 핵심과제 : 고속화 복합화물 정보통합관리 플랫폼 기술개발	7.30	2.43	9.73	9.89	3.29	13.18	7.57	2.52	10.09	10.00	3.33	13.33	34.76	11.58	46.34
3-1. 고속화 복합화물 플랫폼 테스트 모듈 기술개발	7.30	2.43	9.73	9.89	3.29	13.18	6.57	2.19	8.76	1.00	0.33	1.33	24.76	8.25	33.01
3-2. 고속화 복합화물 정보통합 플랫폼 테스트베드 구축 및 실증 테스트	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.33	1.33	9.00	3.00	12.00	10.00	3.33	13.33
합 계	40.30	13.42	53.72	59.79	19.91	79.70	49.37	16.44	65.81	49.82	16.59	66.41	199.28	66.36	265.64

<표 2-198> 연구개발비 소요예산

(단위: 천원)

예산항목	세부항목	예 산 항 목						
		단가 (연급여)	연평균 인원 참여율	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	소계
인건비	책임급 연구원	8,230 (85,440)	15 50%	1,309,400	1,302,900	1,480,400	1,104,000	5,196,700
	선임급 연구원	6,560 (66,720)	9 50%	180,600	762,100	864,600	546,000	2,353,300
	연구 보조원 (박사과정)	2,170 (26,040)	4 30%	28,400	103,900	130,700	205,000	468,000
	연구 보조원 (석사과정)	1,800 (21,600)	6 30%	26,200	126,200	130,600	90,000	373,000
	소 계			1,544,600	2,295,100	2,606,300	1,945,000	8,391,000
직접비	연구장비 재료비			2,111,400	3,078,900	1,026,300	2,496,000	8,713,000
	연구활동비			1,196,000	826,000	938,000	700,000	3,660,000
	연구수당			109,200	460,200	522,600	390,000	1,482,000
	소 계			3,416,600	4,365,100	2,487,300	3,586,000	13,855,000
위탁연구개발비				192,400	389,400	442,200	330,000	1,354,000
간접비				218,400	920,400	1,045,200	780,000	2,964,000
합 계				5,372,000	7,970,000	6,581,000	6,641,000	26,564,000

(다) 세부과제 년차별 소요예산

① 세부과제 1 : 고속화 복합화물 화차 및 운영기술개발

㉮ 1차년도

과제 코드	연차별 연구목표	연차별 연구내용	예상연구비 (억원)
1-1-1	고속화 복합화물 화차 사양 및 기본설계	고속화 복합화물 화차 시스템 기술사양 및 기본설계	10.00
1-1-2		고속화 복합화물 화차 구성품 기술사양 및 기본 설계	10.00
1-1-3		고속화 복합화물 화차 통합제어시스템 기본설계	6.66
합 계			26.66

㉯ 2차년도

과제 코드	연차별 연구목표	연차별 연구내용	예상 연구비 (억원)
1-2-1	고속화 복합화물 화차 시스템 상세 설계 및 단품 제작	고속화 복합화물 화차 시스템 상세설계	18.00
1-2-2		고속화 복합화물 화차 1차 시제품 단품 제작	15.00
1-2-3		고속화 복합화물 화차 통합제어시스템 상세설계	9.52
합 계			42.52

㉰ 3차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (억원)
1-3-1	고속화 복합화물 화차 시제품 제작 및 조합성능 시험 기술개발	고속화 복합화물 화차 시제품 제작 기술개발	26.66
1-3-2		고속화 복합화물 화차 구성품 성능시험 및 조합 성능시험	5.33
1-3-3		고속화 복합화물 고 부가가치 품목별 수요 특성 분석기술 개발	1.33
합 계			33.33

㉱ 4차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (억원)
1-4-1	고속화 복합화물 화차 테스트베드 구축 및 성능평가 기술개발	고속화 복합화물 실용화 및 활성화 방안 제시 연구	2.43
1-4-2		고속화 복합화물시스템 화차 테스트 베드 구축 및 시운전 성능평가 기술	30.66
합 계			33.09

② 세부과제 2 : 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상ㆍ하역 기술개발

㉮ 1차년도

과제 코드	연차목표	연구내용	예상 연구비 (억원)
2-1-1	고속화 복합화물 화물스마트 자동 상·하역 장치 기본설계	고속화 복합화물 자동물류시스템 요구사양 분석	1.33
2-1-2		고속화 복합화물 화물취급 플랫폼 자동이송장치 기본설계	8.00
2-1-3		고속화 복합화물 화물취급 터미널 자동환적·연계 설비 기본설계	8.00
합 계			17.33

㉯ 2차년도

과제 코드	연차목표	연구내용	예상 연구비 (억원)
2-2-1	고속화 복합화물 화물스마트 자동 상·하역 장치 상세설계	고속화 복합화물 화물취급 플랫폼 자동이송장치 상세설계	12.00
2-2-2		고속화 복합화물 화물취급 터미널 자동환적·연계 설비 상세설계	11.99
합 계			23.99

㉰ 3차년도

과제 코드	연차목표	연구내용	예상 연구비 (억원)
2-3-1	고속화 복합화물 화물스마트 자동 상·하역 장치 시제품 제작	고속화 복합화물 화물취급 플랫폼 자동이송장치 시제품 제작 및 성능시험	13.06
2-3-2		고속화 복합화물 화물취급 터미널 자동환적·연계 설비 시제품 제작 및 성능시험	9.33
합 계			22.39

㉱ 4차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (억원)
2-4-1	고속화 복합화물 화물스마트 자동 상·하역 장치 테스트베드 구축 및 실증시험	고속화 복합화물 철도 물류 서비스 테스트 베드 구축	2.66
2-4-2		고속화 복합화물 철도 물류 서비스 성능시험 및 실증테스트	17.34
합 계			20.00

③ 세부과제 3 : 고속화 복합화물 정보통합관리 플랫폼 기술개발

㉮ 1차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (억원)
3-4-1	고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기본 설계	고속화 복합화물 정보 통합관리 기술 요구사양 분석	1.73
3-4-2		고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기본설계	8.00
합 계			9.73

㉯ 2차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (억원)
3-4-1	고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 상세 설계	고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 테스트 모듈 상세설계	10.00
3-4-2		고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 테스트 세부 기능 설계	3.18
합 계			13.18

㉰ 3차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (천원)
3-4-1	고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 테스트 모듈 제작	고속화 복합화물 블록체인 테스트 모듈 제작	4.00
3-4-2		고속화 복합화물 외부 참여자용 어플리케이션 테스트 모듈 제작	3.09
3-4-3		고속화 복합화물 블록체인, 클라우드 시스템 연동 설계 및 모듈 제작	3.00
합 계			10.09

㉱ 4차년도

과제 코드	연차목표	세부연구내용	예상 연구비 (천원)
3-4-1	고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 테스트베드 구축 및 실증 연구	고속화 복합화물 정보 통합 관리 플랫폼 테스트 베드 구축	3.33
3-4-2		고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 시제품 성능시험 및 실증테스트	10.00
합 계			13.33

(라) 주요 소요예산 산출 근거

○ 본 기획연구의 핵심 주요 요소기술에 대한 순수 재료비, 제작비, 개발비에 대하여 현장 실무자와 해당 관련 기업의 자문의견을 토대로 상세 예산내역을 산출하였음.

① 고속화 복합화물 화차 재료/제작비 상세 산출내역

[단위: 백만원]

NO	구 분	냉장화차				일반화차				컨테이너화차				합계
		수량	재료비	제작비	소계	수량	재료비	제작비	소계	수량	재료비	제작비	소계	
1	차체													
	① MOLD	14벌	560		560	10벌	400		400	6벌	240		240	1,200
	② JIG & FIXTURE	1식		300	300	1식		250	250	1식		200	200	750
	③ Ass'y 제작	1식		300	300	1식		270	270	1식		150	150	720
	④ 소재	20톤	80		80	15톤	60		60	12톤	50		50	190
SUB TOTAL			640	600	1,240		460	520	980		290	350	640	2,860
2	INTERIOR													
	① 냉장 SYSTEM	1식		200	200				-					200
	② DOOR 장치	1식		200	200	1식		200	200				-	400
	③ 내장판넬	1식		150	150	1식		150	150				-	300
	④ 단열 SYSTEM	1식		50	50	1식		50	50				-	100
	⑤ 바닥 구조체	1식		80	80	1식		80	80				-	160
	⑥ 배전반	1식		20	20	1식		20	20	1식	50		50	90
	⑦ 스커트	1식		50	50	1식		50	50	1식	50		50	150
SUB TOTAL			-	750	750		-	550	550		100	-	100	1,400
3	화물적재설비													
	-. 적재 SYSTEM	1식	300		300	1식	300		300					600
	-. 상하역SYSTEM													
SUB TOTAL			300		300		300		300					600
4	주요부품장치													
	① 제동장치	1식	100		100	1식	100		100	1식	100		100	300
	② 대차장치	1식	100		100	1식	100		100	1식	100		100	300
	③ 연결장치	1식	50		50	1식	50		50	1식	50		50	150
	④ 고정장치	1식	50		50	1식	50		50	1식	50		50	150
	⑤ 전기장치 ⓐEquipment ⓑ배선(차량내부) ⓒ차량연결 ⓓ등구류	1식	100		100	1식	100		100	1식	100		100	300
	⑥ 기타 기기	1식	120		120	1식	20		20	1식	60		60	200
SUB TOTAL			520	-	520		420	-	420		460	-	460	1,400
TOTAL			1,460	1,350	2,810		1,180	1,070	2,250		850	350	1,200	6,260

② 고속화 복합화물 스마트 철도물류 상 · 하역 기술개발 상세내역 산출

구 분	항 목	단가	수량	합계
중간역 플랫폼 자동이송장치 기술개발	컨테이너 자동 상·하역 이송장치 기술개발	4.1억	1세트	4.1억
	일반/신선 화물 자동 상·하역 이송장치 기술개발	3.3억	1세트	3.3억
	복합화물 화차 전용 컨테이너 용기 기술개발	1.5억	1세트	1.5억
터미널 자동 환적 · 연계설비 기술개발	자동 환적 · 연계설비 셔틀 이송 시스템	10억	1세트	10억
	자동 환적 · 연계설비 플랫폼 리프트 설비	5.5억	1	5.5억
합 계				24.4억

③ 고속화 복합화물 정보통합관리 플랫폼 개발 소요 예산 산출

[단위 : 백만원]

기술개발 성과품		1차연도	2차연도	3차연도	4차연도	계
1. 고속화 복합화물 실시간 모니터링 및 화물 상태 관제 플랫폼 기술 개발		80	105	79	106	370
2. 인프라 공유 플랫폼 기술개발		120	156	120	159	555
3. 콜드체인 IoT 플랫폼 연계 기술개발		100	131	99	133	463
4. 기존 철도물류정보시스템 연계 기술개발		80	105	79	106	370
5. ICD(인입선)반·출입차량정보 연계 기술개발		150	209	150	200	709
6. 콜드체인등 고속복합열차 IoT 디바이스 개발		90	118	120	150	478
7. 고속 복합열차 물류 지능형 매칭, 수요공급 예측 알고리즘 개발		80	135	80	116	411
8. 연구협의체 운영지원		30	30	30	30	120
총 연구비	정부	730	989	757	1,000	3,476
	민간	243	319	242	323	1,127
	계	973	1,278	969	1,293	4,513

바. 과제제안요구서

(1) 과제 제안요구서

연구과제명	**고속화 복합화물 철도 물류 혁신화 기술 개발**
1. 연구개발 목표	
	○ 고속화 철도 인프라(영업 운행속도 200km/h급 이상)를 활용한 고속화 복합화물 철도 물류 화차 및 스마트 환적을 위한 상·하역 자동 이송기술을 확보하고, 타 수단 간의 효율적 물류 수송 연계를 위한 실시간 정보 통합관리 시스템을 개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	
□연구개발의 필요성	○ 비효율적인 타 수단간 연계체계를 근본적으로 개선하기 위해서는 물류거점을 연결하는 고속화 철도화물 수송 네트워크를 기반으로 하는 복합화물 운송 물류 서비스 혁신 기술개발이 필요 ○ 국내 화물열차 운행에 대한 서비스 질 향상 분석을 위한 기준에 있어서 국제 표준기준에서 제시하는 정시성에 대한 기본 평가 개념을 재정립하고, 객관적인 신뢰성 분석 및 대책 마련 방안을 검토 중임 ○ 국내 기존철도 물류는 수송의 저속화, 높은 환적 시간 및 비용, 야드의 접근성 취약 등 급성장 물류 시장의 환경변화에 대응하지 못하고 있어 타 물류 운송 수단과의 복합운송 서비스 기능이 지속적으로 침체 ○ 여객열차 고속화에 따른 저속 화물열차 운행에 대한 영향분석 여객열차보다 우선순위가 낮은 화물열차의 경우 후속 여객열차의 진로를 위해 대피선에 정차하는 등 낮은 정시율 수준을 향상할 필요성이 있으며 자동화 일괄 상·하역 장비 개발로 화물 상·하역 시간을 단축하여 육송 대비 수송비용 경쟁력을 강화할 필요가 있음 ○ 고부가 가치, 신선, 택배, 수출입 화물의 급속한 물류 성장을 수용할 수 있는 고속화 수송기술 및 물류 취급 시간 단축 기술로 화물 재고 및 적재공간의 최소화, 공차 운영 및 이동 거리의 최소화 등 중단없는 적기 공급을 통한 물류비용 최소화 기술개발이 시급 ○ 유라시아 북방지역과의 물류 교역을 대비한 글로벌 물류 서비스 경쟁 모델을 미리 구축하고 국내 물류 기업 간의 협업 및 상생을 위한 새로운 미래 물류 산업 생태계 조성 필요

	○ 대기오염 및 온실가스 저감 시급히 필요 철도의 CO2 배출량은 백만 ton-km당 13t으로 공로의 259t보다 1/20 수준임. 미세 먼지에 의한 대기오염이 심각한 수준이며 아래 그림과 같이 도로 온실가스 배출은 점차 증가추세임 운송 수단별 온실가스 배출량 비교와 같이 도로 온실가스 배출량이 94.18%로 매우 높고 화물트럭 등에서 배출되는 오염물질이 높으므로 친환경 교통수단인 고속철도화물 수송시스템으로 전환될 필요가 있음
□ 기술 동향	○ 해외 철도선진국에서는 2050 미래철도 기술의 발전 방향으로서 서비스 향상, 수송력 및 안전성 향상, 비용 절감 등이 가능한 디지털 철도 시스템을 구현하는 것으로 규정하고 이용자의 만족도(요구시간, 운행 시간, 편의성, 안전성 등)를 향상하고, 서비스 운영자의 효율성(비용 절감, 수요만족, 안전성, 유지보수성, 자율성)을 향상하는 기술개발을 활발히 진행하고 있음. ○ 철도선진국들은 기존의 철도 시스템 기술에 IoT, ICT, Big Data, AI 등의 기술을 활용하여 승객 서비스 향상과 철도 시스템의 운영효율 향상을 꾀하고 있으며, 친환경 교통수단으로서 CO2 배출을 최소화하는 철도 기술을 개발하고 있음. ○ 철도 중심 물류 서비스 구현을 위해 유럽의 알스톰과 지멘스가 공동으로 화물수송을 위한 고속철도차량 개발을 추진한 바 있으며, 주요 공항에 철도 전용 화물 터미널을 구축하여 공항시설과의 연계성을 향상하고, 주위 인근 산업시설의 화물을 흡수함으로써 간선 물류 수송 수요를 흡수를 도모하고 있음. ○ 중국 고속화물 철도수송은 ‘일대일로’ 전략의 상징으로 부상하며 4년간 이미 57개의 새로운 유럽연계 노선이 개통되었고 2017년 말 기준, 중국 내 38개 도시를 출발지로 하여 유럽 13개국 36개 도시 간을 연계하고 있다. 특히 2017년 ‘중·유럽 고속 화물열차’는 총 3,673회가 운행되어 2011년부터 2016년까지 총 누계 운행 횟수(2,964회)를 넘어섰다. ○ 일본은 신칸센 초기계획 단계에서부터 화물수송을 계획에 포함하고 있었으나, 개통 이후 여객 수요의 급증으로 실현되지 못하였으나, 최근 들어 JR 화물에서 도로 중앙분리대를 이용한 화물전용 신칸센 방안을 연구하고 있으며, JR 북해도에서는 일부 구간에 고속열차에 일반화차가 결합하는 방식으로 연구가 추진되는 등 꾸준히 철도 물류 중심의 물류 수송 고속화를 추진하고 있음. ○ 국내에서는 스마트 철도 물류의 활성화를 위해 첨단 IoT, ICT 기술개발을 추진하고 있으며, 철도 인프라 개선을 통해 철도 물류 수송의 운영 효율화 및 비용 절감 도모, 인입선 및 화물역을 정비하여 접근

성 향상, 운송보조금 등 정부의 제도적, 정책적 지원 등 철도로의 Modal Shift를 유도하는 방안 등을 노력하고 있음. 하지만, 최근에 요구되는 Seamless 수송기술, 수량 다품종 수송, 전자·전기·반도체 등 고부가 가치 화물 수요의 성장 등 최신 물류 시장의 변화 대응에는 매우 부족한 실정임.

○ 철도화물 수송을 기반으로 하는 전국 5대 거점 내륙물류 기지의 활성화 추진방안 마련과 국내외 물류 환경변화에 따라 국가 물류거점 시설의 개발 및 운영 방향에 대응할 필요성이 있으며, 물류기지, 항만, 공항, 도로, 철도 등 거점 물류 시설 간 연계체계구축 및 스마트 화물철도 운송 도입으로 녹색 물류 구현 가능함.

3. 연구개발내용	

□ 세부과제 1: 고속화 복합화물 화차 및 운영 기술개발

○ 200km/h급 고속화 복합화물 화차 시스템 기술개발
- 고속화 복합화물 화차 기술사양 연구
- 고속화 복합화물 화차 기본설계 및 구성품 기본설계
  ※ 신선 화물화차, 일반화물화차, 컨테이너 화차,
  대형화차 도어, 화물적재설비, 동력차 I/F제어설비, 대차개선 등
- 고속화 복합화물 화차 시스템 상세설계 및 1차/2차 시제 단품 제작
- 고속화 복합화물 화차 시제품 제작 및 구성품 성능시험, 완성차 조합 기능시험 및 테스트 베드 구축

○ 200km/h급 고속화 복합화물 화차 시스템 성능평가 및 검증 기술
- 고속화 복합화물 화차 시제품 형식승인시험 및 시 운전 성능평가

○ 200km/h급 고속화 복합화물 철도 비즈니스 모델 기술개발
- 고속화 복합화물 고 부가가치 품목별 수요 특성 분석기술 개발
- 고속화 복합화물 실용화 및 활성화 방안 제시 연구

□ 세부과제 2: 고속화 복합화물 스마트 철도 물류 상·하역 기술개발

○ 200km/h급 고속화 복합화물 중간역 플랫폼 자동이송 장치 기술개발
- 컨테이너 자동 상·하역 이송 장치 기술개발
- 일반/신선 화물 자동 상·하역 이송 장치 기술개발
- 복합화물 화차 전용 컨테이너 용기 기술개발

○ 200km/h급 고속화 복합화물 터미널 자동 환적·연계설비 기술개발
- 고속화 복합화물 자동 환적·연계설비 기술 사양 분석
- 고속화 복합화물 자동 환적·연계설비 기본/상세설계
- 고속화 복합화물 자동 환적·연계설비 시제품 제작 및 성능시험
- 복합화물 최적화 배치 적재 프로그램 개발

○ 고속화 복합화물 자동상·하역시스템 성능시험 및 실증시험
- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 테스트베드 구축

- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 성능시험 및 실증테스트

□ 세부과제 3 : 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 기술개발

○ 고속화 복합화물 통합관리 플랫폼 기술개발
- 공유를 위한 사용자 요구사항 도출
- 물류센터 공유플랫폼 아키텍처(시스템 구조, DB 스키마) 설계
- 복합화물 플랫폼 연계를 위한 인터페이스 설계
- 플랫폼 아키텍처 상세설계 및 기능 구현
- 고속화 복합화물 외부 참여자용 애플리케이션 설계 및 제작
- 고속화 복합화물 블록체인, 클라우드 시스템 연동 설계 및 제작
- 고속 복합열차 물류 지능형 매칭, 수요공급 예측 알고리즘 개발
- 인프라 공유플랫폼에 철도 물류정보시스템 연계기술 적용

○ 고속화 복합화물 정보 플랫폼 테스트베드 구축 및 평가
- 플랫폼 및 알고리즘 시험 운영 및 사용자 평가
- 플랫폼 시험 및 보완
- 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 테스트베드 구축
- 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 통합 테스트 및 평가

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 고속화 복합화물 물류 서비스 목표를 단계별로 수립하고, 실용화에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

○ 고속화 복합화물 관련 기업, 공공부문 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
- 연구성과를 현장에 적용할 수 있도록 관련 기술수요처 의견수렴
- 현장 애로사항 및 의견을 연구개발에 반영

○ 국내·외 고속화 복합화물 물류시스템 관련 분야 전문가 자문
- 해외 선진 유사 관련 철도 물류 시스템과 적용 사례에 대한 조사
- 해외 최신 기술에 대한 지속적인 벤치마킹을 위한 공동 및 협력 연구 방안 추진
- 연구개발의 성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견수렴

○ 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모

○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고

□ 추진체계

○ 각 세부 기술별로 화물차량, 상·하역이송설비, 정보통합연계 기술이 상호 연관 관계가 높으므로 전체를 총괄 및 통합할 수 있도록 연구단 형

태로 추진함.

- 주요 연구 분야가 차량과 물류 기술, 정보통신기술로 개별적으로 연구가 가능하나 개별적으로 연구가 수행될 때는 통합 시 운영이나 효율 등에 문제가 있으므로 세부 연구는 개별적으로 하되, 연구단 형태로 총괄하여 계획을 수립, 연구추진이 필요함.

○ 연구 결과의 상용화를 위해 연구개발 초기부터 기술수요처 및 사업화 주체가 적극적으로 동참하도록 하여 연구개발 후 사업모델을 명확히 설정

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모

○ 참여 연구기관 간 협력을 통한 기술개발 과제 간 연계성 확보 및 협조체계 구축

○ 실용화 중심의 연구개발사업임을 고려하여 산학연 공동연구 추진방안을 모색

○ 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

○ 200km/h급 고속화 복합화물 화차 시스템 기술개발

- 200km/h급 고속화 복합화물 화차 기본설계, 구성품 상세설계
- 고속화 복합화물 화차 시스템 상세설계 및 1차 시제품 단품
- 고속화 복합화물 화차 시제품 제작 및 구성품 성능시험, 완성차 조합 기능시험 및 테스트베드
- 고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 시제품 형식승인시험 결과
- 고속화 복합화물 운송철도 고부가 가치 품목별 수요 특성 분석 결과
- 고속화 복합화물 운송철도 실용화 및 활성화 방안 제시 연구

○ 200km/급 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 화물 환적/적재 장치 기술개발

- 고속화 복합화물 자동 상·하역 설비 기술 사양서
- 고속화 복합화물 화물 취급 터미널 자동 환적/적재 연계설비 시제품
- 고속화 복합화물 중간역 SWL(Single Wagonload) 상하역 시제품
- 터미널과 중간역 화물 환적/적재/상·하역 이송설비, 수송용기 시제품의 성능시험 결과서
- 안전 및 적재효율 향상을 위한 화물 최적 배치 프로그램

○ 고속화 복합화물 철도 물류 고속화차 시제품 성능시험 및 실증테스트 연구

- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 테스트베드 구축
- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 성능시험 및 실증테스트

- 고속화 복합화물 철도 물류 서비스 인프라 종합 성능시험 및 실증 테스트 결과서

○ 고속화 복합화물의 효율적 운영을 위한 플랫폼 기술개발
- 고속화 복합화물 실시간 모니터링 및 화물 상태 관제 플랫폼 기술
- 인프라 공유플랫폼 기술 : 3개 사 이상(물류센터 중심)
- 기존 철도 물류 정보망 연계기술 : 500건/초 이상
- 고속복합화물 철도 콜드 체인 IoT 디바이스
- 고속복합화물 콜드 체인 국제표준에 입각한 실시간 모니터링 개발
- 철도 물류 지능형 매칭, 수요공급 예측 알고리즘 개발 : 정확도 85% 이상
- 고속복합 화물 주요 정보 블록체인 기술개발
- 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 통합 테스트 평가서

6. 기대효과 및 파급효과

○ 공로수송으로 발생하는 도로혼잡 및 교통사고 발생 비용을 철도수송으로 전환함으로써 사회적 비용 저감

○ 항공, 철도, 항만 간 철도를 통한 고속의 물류 네트워크 구축으로 국내 물류 수송의 패러다임 전환

○ 효율적인 환적화물 처리 및 운송 수단 간의 신속한 연결을 통하여, 세계 경제 중심으로 주목받는 동북아 경제권에서 우리나라를 국제적 물류 허브 국가로 자리매김할 수 있게 함

○ 고부가 가치 상품 유치 및 효율적인 열차 운영방안을 제시하여 국내 철도화물시장 활성화

○ 여객 수송에 편중된 고속철도 수송기술을 화물수송 분야까지 확장함으로써 국내 철도수송기술의 비약적 향상 도모

○ 국가의 차세대 성장동력 산업인 IT, BT, NT 및 부품 소재 산업의 긴급성, 민감도, 기회비용이 높은 화물에 대한 수송 안정성 및 신속성을 보장하는 정부 주도의 혁신적 철도화물 수송 기술개발

○ 스마트 상·하역 장비, 화물 정보시스템 등 일부 개발기술은 고속복합운송시스템뿐만 아니라 일반 화물철도, 공로, 항공, 항만 등 폭넓은 물류 수송 분야에 적용

○ 남북철도 개통 및 유라시아 철도와 연계를 통한 수송 수요 및 수송수단의 변화 추진

7. 연구개발기간 및 소요예산
○ 총 연구 기간 : 2022.01 ~ 2025.12 (48개월) - 1차연도 연구 기간 : 2022.01 ~ 2022.12(12개월) ○ 총 정부출연금 : 20,000백만원 이내 - 1차연도 정부출연금 : 4,000백만원 ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능 ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능
8. 기 타

(2) 평가 기준 설정

연구내용	주요성과물	성과지표
200km/h급 고속화 복합화물화차 경량 차체 설계 및 제작	- 고속화 복합화물 화차 차체 기본, 상세설계 도면 - 고속화 복합화물 화차 시제차량 성능평가서	- 영업운행속도 200km/h(최고설계속도 300km/h) - 최적수송용량 18톤/량, 40톤/량 - 기존 고속화열차 동력차량과의 인터페이스 호환성 검증
200km/h급 고속화 복합화물 스마트 물류 환적·연계 시스템	- 고속화 복합화물 수요예측 모델 - 자동화 상하역 플랫폼 시제품 - 수직수평 이송장치 시제품 - 고속화 복합화물 전용 복합수송 용기	시간가치가 높은 화물의 전환수요예측 모형의 정확도 - 고속화물 자동설비 상하역 목표 시간 · 터미널 : 60분 이내[12] · 정차역 : 20분 이내[13] - 자동 상하역 장치와 호환을 가진 복합수송 용기
200km/h급 고속화 복합화물테스트 베드 구축 및 성능 검증	- 고속화 복합화물 스마트 물류시스템 성능평가서	- 고속화 복합화물 화차, 스마트 상하역장비, 수직수평 이송장치 시험 가능한 테스트 베드 구축 - 성능평가, 평가항목 적정성 - 정시율 향상 : 90%
고속화 복합화물의 효율적 운영을 위한 플랫폼 기술개발	- 고속화 복합화물 실시간 모니터링 및 화물상태 관제 플랫폼 기술 개발 - 고속복화물 철도 콜드체인 IoT 디바이스 - 고속복합 화물 주요 정보 블록체인 기술 개발 - 고속화 복합화물 정보 통합관리 플랫폼 통합 테스트 평가서	- 인프라 공유 플랫폼 기술 : 3개사 이상(물류센터 중심) - 기존 철도물류 정보망 연계 기술 : 500건/초 이상 - 고속복화물 콜드체인 국제표준에 입각한 실시간 모니터링 개발 - 철도물류 지능형 매칭, 수요공급 예측 알고리즘 개발 : 정확도 85% 이상

12) 자동 상·하역 설비가 갖추어진 플랫폼이며 화물은 컨테이너 4TEU, 소화물 2량, 신선화물 2량 화물량에 한정함

13) 정차역 상·하역 설비를 이용하며 화물차량 3량에 한정함

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목표

(1) 연구개발 목표 및 내용

(가) 개발 목표

○ 주관연구기관(한국철도기술연구원): 고속 · 복합운송 철도 물류 혁신 연구개발 과제 기획연구

- 물류 산업계와 관련 부처 및 물류 운송모드 주체에 대한 국내외 기술개발 현황을 고려한 기술개발 범위 설정

○ 협동연구기관(서울시립대학교 산학기술협력단): 고속 · 복합운송 철도 물류 혁신 연구개발 타당성 조사연구

- 철도 물류 중심의 고속화, 복합운송 고속물류 체인 서비스 관련 수송 수요 예측 및 타당성 분석

(나) 개발 내용 및 범위

○ 주관연구기관(한국철도기술연구원):

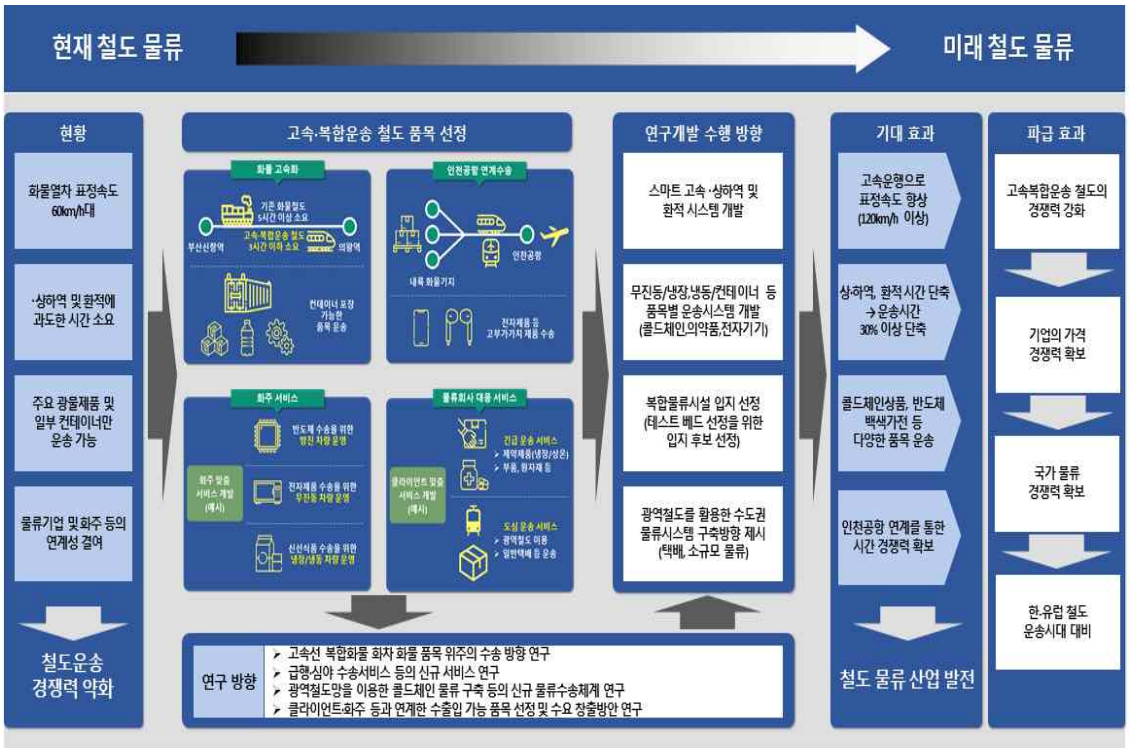
- 기술개발 동향 및 수요조사 실사, 기술 및 모델 정의
- 기술의 정의 및 분류체계
- 기술개발 동향 및 환경 분석
- 연구개발 후보 과제 우선순위 도출
- 과제추진 체계(사업단, 연구단, 일반과제 등)설정
- 연구목표 및 범위 설정
- 연구 목표 달성을 위한 추진방안 수립
- 과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준설정

○ 협동연구기관(서울시립대학교 산학기술협력단):

- 복합운송철도 수송 가능 품목선정 방법론 개발

- 도로·철도·항공·해운 간 수단선택 모형 개발 방향서 제시
- 고속화 복합화물 운송철도의 장래 수요 산출 모형 정립
- 고속화 복합화물 운송철도의 기술개발 방향성 제시
- 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안 제시
- 사전타당성 검토

(다) 개발 과제 간 성과도출 시점의 유기적 연결성 검토 및 기여도



[그림 2-158] 기획연구 내용 및 과제 간 성과 연결 개념도

나. 목표 달성 여부

세부 연구목표	세부 연구개발 내용	평가목표 및 착안점	가중치 (연구비)	추진 일정				달성도(%)
				1분기 (1/4)	2분기 (2/4)	3분기 (3/4)	4분기 (4/4)	
고속화 복합화물 운송철도 물류 혁신 연구개발과제 기획연구	-기술개발 동향 및 환경 분석 -연구개발 후보 과제 우선순위 도출	-학회발표 또는 학회지 등재 1건 -고속복합운송 과제기획보고서 1건	64% (100,000천 원)					90% (추계학술 대회 발표예정 1건)
	-과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가 기준 설정							
고속화 복합화물 철도 물류 혁신 연구개발 타당성 조사연구	-고속·복합 화물철도수요 산출 수송대상 품목선정, -장래물동량 추정기술 개발	-학회발표 또는 학회지 등재 1건 -사전 타당성 분석 보고서 1건	36% (50,000천 원)					90% (추계학술 대회 발표예정 1건)
	-경제적 타당성 분석, 정책적 타당성분석							

다. 목표 미달성시 원인 및 차후 대책

○ 당초 한국철도학회 학술대회에 각 1건씩 2건에 대한 발표를 계획하였으나 최종 연구결과가 8월1일에 끝나는 관계로 2020년도 대한교통학회 주최 제83회 학술발표회 1건, 2020년도 한국철도학회 정기총회 및 추계학술대회(2020.11.13.) 1건 발표할 예정임.

발 표 확 인 증

소 속 : 서울시립대학교
성 명 : 양훈, 박동주
발 표 제 목 : 고속복합 철도 물류 효과분석 연구

상기인은 (사)대한교통학회가 주최하는 제 83회 학술발표회에서 상기내용으로 발표접수 하였음을 확인합니다.

발표 예정일 : 2020년 10월 30일
장 소 : 강릉 세인트존스호텔

2020년 9월 9일

사단법인 대한교통학회 회장

날짜	시간	발표장	세션명	발표형식	발표분야	제출자	소속	제목
11월13일(금)	09:30-10:30	코리스탈홀A+B	전기	포스터	전기신호	장경동	LS전선(주)	전트계 따라 경사조정이 가능한 강체전차선용 지지클램프 및 브래킷 연구
11월12일(목)	14:00-15:00	코리스탈홀A+B	전력	포스터	전기신호	한은섭	한국철도기술연구원	지그재그변압기의 직류장흐름조계서 발생하는 고조파저감 효과
11월13일(금)	12:30-13:30	다이아몬드홀B	철도정책	구두	정책운영	박민철	한국교통대학교	화물운임 변화에 따른 철도화물수요 민감도 분석
11월12일(목)	15:10-16:10	코리스탈홀A+B	시스템,차량전기	포스터	전기신호	이상호	씨엔스아이인터크	모듈형 기반의 철도차량 화재감지장치 시스템에 신회성 확보를 위한 국제인증표준 인증(SIL2)
11월12일(목)	14:00-15:00	코리스탈홀A+B	전력	포스터	전기신호	김주락	한국철도기술연구원	고속 급전시스템의 정전입 제어형 전력공급장치를 이용한 급전거리 향상 특성 분석
11월12일(목)	11:00-12:00	코리스탈홀E	모니터링/유지보수, 철도건설	구두	궤도토목	이종응	리뉴시스템	방성 고무 플러어 접을 이용한 철도 구조물의 입벽 방수기술
11월13일(금)	13:40-14:40	다이아몬드홀A	철도서비스,철도운영,철도정책	구두	정책운영	유재윤	네모시스	시뮬레이션을 활용한 고속철도 차량 정비출계 대한 적정성 평가
11월13일(금)	09:30-10:30	코리스탈홀A+B	철도운영	포스터	정책운영	민성호	한국철도기술연구원	고속 객밥운송 철도물류 수송을 위한 시스템 분석 연구
11월13일(금)	13:40-14:40	다이아몬드홀A	철도서비스,철도운영,철도정책	구두	정책운영	양동호	네오트랜스(주)	전동차 냉난방 안국도 향상을 위한 개선 방안 연구
11월12일(목)	14:00-15:00	코리스탈홀A+B	철도시스템 및 안전	포스터	정책운영	박재범	한국교통안전공단	철도안전관리체계 수시감사의 개선방안을 통한 발전 방향 분석
11월12일(목)	14:00-15:00	코리스탈홀A+B	철도시스템 및 안전	포스터	정책운영	조정일	한국교통안전공단	철도안전관리 수준평가 평가지표 개선방안 연구
11월12일(목)	11:00-12:00	코리스탈홀C	구조/충돌/해프	구두	차량기계	강동은	한국철도기술연구원	탄가철강형 철도차량용 복합재료 라미네이트 제설제작 기술
11월12일(목)	15:10-16:10	코리스탈홀A+B	시스템,차량전기	포스터	전기신호	이준희	한국철도기술연구원	철도 추진용 대용량 영구자석 동기전동기의 전 속도영역 운전을 위한 Look up Table 생성 실험

4. 연구개발성과의 활용계획 등

구 분	연구개발 성과 활 용 계 획 등
연구성과 활용 및 응용 계획	○ 고속·복합운송 철도물류시스템 혁신 기술개발 기획을 통하여 국가 연구개발과제를 도출하고, 실용화 연구수행을 추진하고자 함. ○ 기존 철도 물류 활성화를 위한 기술개발 및 산업/시장 동향 기반 기술확보전략 수립에 활용하고자 함.
연구성과 홍보의 계획	○ 철도 물류 관련 기관인 시설공단, 철도 공사, 지자체 및 도시철도 운영기관 등 사업 수요처 방문 및 관련 기술 협의 ○ 고속철도 물류 관련 대학, 기업, 연구소 등 기초기술 보유 기관 및 전문가 그룹과의 기술개발 협력방안 수립을 위한 의견수렴추진(공청회, 자문회의 등)
실용화 등 기술마케팅 실적 또는 기업화 추진계획	○ 성과물에 대한 활용방안 및 실용화 추진방안으로서 철도 물류 활성화를 위한 제도.정책에 활용, 현장 적용 및 테스트베드/시범사업 추진방안 추진 검토. ○ 국내 물류거점 지역을 대상으로 스마트 고속화 철도망 연계를 고려한 고속화 물류 서비스 인프라 구축 협력 및 효율적 업무추진 방안제시
추가 연구의 필요성	○ 주요 전국 고속화 철도망인 준고속(200km/h 이상) 고속화 신설노선(서해선축, 중부내륙선축, 경전선축, 경강선축, 중앙선축, 원강선축 등) 및 기존 일반철도 노선(150km/h 이하) 등을 대상으로 신규 물류 서비스 영업화 모델을 제시와 이를 기반으로 한 테스트베드 설치 및 실증연구 등 실질적인 현장 적용 시범운영 실행방안 추가 연구가 필요함. ○ 유라시아 연계 고속화물 물류 연계망 구축 등 지속적인 남북 물류 교류에 기반으로 대륙연계 활성화 해외 공동 협력 연구가 필요함.

참고문헌

1. 경향신문(2012. 03. 11), 기사자료 참조
2. 국토해양부(2008), 국가물류비 산정 및 추이 분석연구
3. 국토해양부(2010), 국내화물통계연보
4. 국토해양부(2010), 물류정책기본법
5. 국토해양부(2010), 철도통계연보
6. 국토해양부(2011), 국가통합교통체계효율화법
7. 국토해양부(2011), 제2차 국가철도망 구축계획('11-'20)
8. 국토해양부(2011), 지속 가능 교통물류발전법
9. 인천국제공항공사(2010), 항공화물 통계연보, 인천국제공항공사
10. 건설교통부,『2007 도로교통량통계연보』, 2008
11. 경찰청,『교통사고통계』, 2008
12. 도로교통공단,『07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008
13. 보험개발원, FY2007 종목별 총괄손해 상황(미 발간자료), 2008
14. 산업연구원, 「한국산업의 발전비전 2020」, 2006
15. 한국개발연구원,『도로・철도부문 사업의 예비타당성조사 표준지침연구(제5판)』, 2008
16. 한국교통연구원,「전국지역 간 여객 기종점 통행량 자료의 전수화」, 2007
17. 한국교통연구원,「전국지역 간 화물 기종점 통행량 자료의 전수화」, 2007
18. 한국교통연구원,『2005년 교통사고비용 추정』, 2007
19. 한국철도시설공단·한국교통연구원,『철도투자평가편람 전면개정 연구』, 2010
20. 한국해양수산개발원,「항만-대륙철도(TKR 등) 연계 복합물류망 구축 위한 기반 연구」, 『경제·인문사회연구회 협동연구총서』 18-26-01, 2018
21. 인천국제공항공사(2010), 물류시장
22. 세계무역기구(WTO), http://www.wto.org
23. 세계은행(IBRD), http://www.worldbank.org
24. 일본통계청, http://www,stat.go.jp
25. 중국통계청, http://www.stats.gov.cn
26. 영국교통청, www.dft.gov.uk/pgr/statistics
27. 전국화물자동차운송사업연합회(2009), 국토해양부신고요금
28. 한국관세무역개발원, 무역통계서비스 TRASS
29. 한국은행(2010), 국내총생산(GDP)대비 수출입 비중
30. 현대로템, 철도차량 소개자료(https://www.hyundai-rotem.co.kr)

31. MERCITALIA RAIL 홈페이지 http://www.mercitaliarail.it/
32. 이용상, 정병현, 해외 철도화물정책의 분석 및 시사점에 관한 연구, 물류학회지, 2011.06
33. 문대섭, “대륙횡단철도 관련 용어”, 철도저널 18(4), 2015. 8.
34. AAS(2003), Creating Viable Concepts for Combined Air/Rail cargo Transport
35. Chancay port, www.youtube.com/watch?v=D8OrPWDRJeE
36. Container Stuffers LLC, http://www.containerstuffers.com
37. KTH Railway Group(2005), Eifficient train systems for freight transport A systems study
38. KTH Railway Group(2005), High-Speed rail freight 'Sub-report in Eifficient train systems for freight transport'
39. LOGEN Solution(2007), CubeMaster Professional, 2007
40 Euro carex(2011), PROJECT OF HIGH-SPEED EUROPEAN RAIL FREIGHT SERVICE CONNECTED TO AIRPORT AND LOGISTIC AREAS
41. European Commission(2010), Transport Statistics
42. Class I Railroad Statics, Association of American Railroads, June 10, 2009
43. CO-ACT Final Summary Report, 2003.10
44. INARA WATSON, AMER ALI & ALI BAYYATI, 「FREIGHT TRANSPORT USING HIGH-SPEED RAILWAYS」, 『International Journal of Transport Development and Integration』 Volume3 Issue2, 2019
45. 何必胜, 张宏翔, 闻克宇, 张光远, 「国外高铁货运产品发展及对我国的启示」, 『物流与供应链经济』 第41卷 第8期, 2019
46. 기사 자료
- 유희복 기자, 「이탈리아, 10월부터 고속화물열차 운행 개시」, 『레일뉴스』, 2018.04.16.
- Jose Gutierrez, 「Rhenus jumps aboard Italian high-speed train for home delivery」, 『RailFreight.com』, 2019.06.26
- 「Mercitalia Fast: the world’s first high-speed rail freight service」, 『RAILWAY TECHNOLOGY』, 2019.01.15
- 「Mercitalia launches high speed freight service」, 『Railway Gazette international』, 2018.11.07.
- Jean-Michel Gradt, 「Le premier TGV Fret a relié Lyon à Londres」, 『Les Echos』, 2012.03.21.
- 「Demonstration high speed freight train links Lyon and London」, 『Railway

Gazette international』, 2012.03.21.
47. 기타 자료
- 위키백과 「SNCF TGV 라포스테」
- 네이버 블로그 'TrainStory

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통 연구기획 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통 연구기획 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.