

남북 및 대륙철도 연계를 위한
화물운송시스템 및 환적최적화
기반기술 연구 최종보고서

2015 . 12 .

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / 한국철도기술연구원
공동연구기관 / 한국교통연구원
한국교통대학교
서울과학기술대학교
위탁연구기관 / 미래철도연구원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

<표지-뒷면>

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 철도기술연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 철도기술연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

제 출 문

국토교통부 장관 귀하

이 보고서를 "남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 및 환경최적화 기반기술에 관한 연구"과제의 보고서로 제출합니다.

2015 . 12 .

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원

주관연구책임자 : 나희승 수석연구원

연구 원 : 박정준 선임연구원

" : 윤혁진 선임연구원

" : 최찬용 선임연구원

" : 박 영 책임연구원

" : 박철민 선임연구원

" : 문형석 책임연구원

" : 김경태 책임연구원

" : 조용현 선임연구원

" : 윤재찬 연구 원

" : 김병우 연구 원

공동연구기관명 : 한국교통연구원

한국교통대학교

서울과학기술대학교

공동연구책임자 : 이호 부연구위원

서광석 교수

정성봉 교수

위탁연구기관명 : 미래철도연구원

위탁연구책임자 : 정예성 원장

보 고 서 요 약 서

과제고유번호		해 당 단 계 연 구 기 간	2014. 12. 23. ~2015. 12. 22	단 계 구 분	(해당단계)/ (총 단 계)
연 구 사 업 명		철도기술연구사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명	남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 및 환적 최적화 기반기술 연구			
	세부과제명				
연 구 책 임 자	나희승	해당단계 참 여 연구원수	총 : 41명 내부 : 41명 외부 : 명	해당단계 연 구 비	정부 : 1,018,921천원 기업 : 천원 계 : 1,018,921천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 41명 내부 : 41명 외부 : 명	총연구비	정부 : 1,018,921천원 기업 : 천원 계 : 1,018,921천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한국철도기술연구원/ 대륙철도연계팀		참여기업명	-	
국제공동연구	상대국명 : -		상대국연구기관명 : -		
위 탁 연 구	연구기관명: 미래철도연구원		연구책임자 : 정예성		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	
1) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 기반기술 연구 · 다국가간 화물열차, 기관사 운용 현황 조사·분석 · 북한 및 동북아 화차운용현황 조사·분석 · 남북중 공동화차 운용을 위한 핵심 기술(연결기, 제동 장치) 개발 · 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 조사·분석 2) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 통관·환적 기반기술 연구 · 국제철도화물 통관·환적·추적 시스템 현황 조사·분석 · 국제철도화물 보안시스템 현황 조사·분석 · 철도화물 원스톱 국경통과 프로세스 분석 및 화물정보시스템 개발 · 국경 통과구간의 철도화물 환적장 현황 분석을 통한 최적설계기술 개발 · 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 및 공동 대량 환적시스템 개발 3) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 네트워크 협력 연구 · 남북 및 대륙철도 물류망의 경쟁력 제고 방안 연구 · 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자 및 다자간 기술협력체계 구축 방안 연구					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	대륙철도, 화차, 통관, 환적, 국경통과, 물류망			
	영 어	Continental railway, wagon, Custom clearance, Transshipment, Border Crossing, Logistic Network			

요 약 문

I. 제 목

남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 및 환적최적화 기반기술 연구

II. 연구개발과제 개요(목적, 필요성, 범위 등을 기술)

1. 연구개발 필요성

- 정부는 ‘유라시아 이니셔티브’를 발표하고, ‘하나의 대륙’, ‘창조의 대륙’, ‘평화의 대륙’을 제안한 바, 핵심과제인 실크로드 익스프레스(SRX) 실현을 위한 ‘남북 및 유라시아 철도 기술개발’이 시급함.
- 아시아와 유럽을 잇는 교통, 물류의 대동맥인 유라시아 철도사업을 위하여 남북 및 유라시아 철도 이니셔티브를 위한 연구 선도, 유라시아철도 협력, 유라시아철도 기술개발 추진이 필요함.
- 최근 동북아 및 유라시아 육상운송 환경의 정치적 변화와 시장의 변화, 니즈의 변화, 시설과 장비의 변화, 그리고 운송기업의 변화 등 한반도와 동북아의 교통물류환경이 급변함에 따라 유라시아철도 연계구축에 대비한 실제 적용 가능한 핵심연구가 필요함.
- 특히 최근 추진되고 있는 남북 및 유라시아철도 사업, 나진-하산 프로젝트, 한중 FTA에 따른 한·동북아 국가 간 물동량이 큰 폭으로 증가될 가능성이 높기 때문에 이를 뒷받침하기 위한 제반 연구가 시급함.
- 우리나라는 중국, 러시아를 포함한 동북아 지역 국가 간의 교역이 지속적으로 증가하고 있는 가운데, 지금까지 철도-도로, 항만-철도 위주로 화물 환적·운송되고 있는 관계로 향후 남북 및 대륙 철도 연계시 국경지역에서의 철도간 효율적인 화물 환적·운송 기술 확보가 필요함.
- 이에 따라 ‘남북 및 유라시아 철도 기술개발’을 위해서는 국경 지역에서 발생하는 화물의 운송을 원활하게 수행할 수 있는 ‘화물운송시스템 및 환적 최적화 기반기술 연구’가 필요하며, 유라시아철도 연계에 대비한 실제 적용 가능한 핵심기술 연구가 필요함.
- 국가 정책목표와 부합성
 - 남북 및 대륙철도 사업은 국가 간 다자협력 사업이자, 정치·외교적 이익을 포함하고 있는 국가의 중장기발전계획으로 공공의 이익측면이 강하며 정부지원 및 국책연구 사업임.

- 남북 및 대륙철도 연계사업, 동북아 통합 교통체계 구축은 정부의 1) 국토종합 계획, 2) 국가기간교통망계획, 3) 국가철도망구축계획, 4) 국가물류기본계획 등 에 반영되어 있는 등 국가정책 목표와 연계되어 있는 과제임.

국가 정책목표	관련 주요 내용
1) 국토 종합 계획 수정 계획	○ 동북아의 통합 교통·물류체계 구축을 위한 국제협력 강화 ○ 한반도 종단철도(TKR : 경의선, 동해선)와 대륙철도(TCR, TSR, TMR, TMGR ¹⁾)와의 연결을 위한 협력 추진
2) 국가 기간 교통 망계획 수정 계획	○ 동북아 단일교통시장(Single Transport Market)의 기틀 마련 ○ 아시안하이웨이(Asian Highway) 및 아시아횡단철도(TAR ²⁾)의 연결추진 ○ 남북간 교류확대에 대비한 종합교통망 구축
3) 국가 철도 망 구 축계획	○ 남북 및 대륙철도 연결노선 완비 ○ 남북 관계 개선에 따른 남북한 철도 운행에 대비하여 남북철도 시스템통합 및 기술 교환 추진
4) 국가 물류 기본 계획 수정계획	○ 대륙철도 연계사업 추진 ○ 남북철도연계사업 지속적 추진

2. 연구개발 목적

- 최근 나진-하산 프로젝트 및 한·중 FTA로 인한 남북 및 유라시아철도 사업 에 적극적으로 대응하기 위하여, 동북아 역내 고부가가치 복합물류 및 공동물 류를 지원하는 S/W 및 H/W 핵심기술을 개발
 - 정부의 통일사업인 남북 및 대륙철도 연결과 나진-하산 프로젝트 등에서 남북 뿐만 아니라 남북중, 남북러 간의 철도운행을 위한 핵심기술개발 필요
 - 남북 및 동북아 역내 국가 간 이중철도 시스템으로 인한 국경지역에서의 물류적체에 적극적으로 대응 필요
- 현재 국가 간 육상운송 시 주요 의제는 국경통관이 1순위이며, 주요원인으로 낙후된 이중운송시스템, 통관 시스템의 비표준화 등으로, 특히 국제철도 상호 운영 시스템의 핵심기술개발 및 표준화구축 등이 시급함
 - ※ 세계은행(WB)의 물류성과지표(LPI)에 따르면 유라시아 지역의 많은 국가 가 LPI 100위권 밖에 머물러 있음
 - 중국, 러시아 등 대륙국가에서의 운행특성 및 환경조건을 고려하여 국제화

1) TCR(Trans Chinese Railway) : 중국횡단철도, TSR(Trans Siberian Railway) : 시베리아횡단철도, TMGR(Trans Mongolian Railway) : 몽고횡단철도, TMR(Trans Manchurian Railway) : 만주횡단철도
2) TAR(Trans Asia Railway) : 아시아 횡단 철도

차 운영을 위한 핵심기술개발을 추진할 필요가 있음

- 기존 궤간변환 지점에서 수작업 중심의 환적·대차교환 프로세스를 자동화·고속화·대용량화하여 국경통과시스템을 선진화할 필요가 있음
- 국가 간 운송정보의 비표준화로 인한 통관절차의 비효율성을 제거하고, 운송수단간 정보연계를 통한 효율성 극대화 필요

○ 본 연구는 남북 및 대륙철도 연결시, 다국가간 철도화물의 고속·대용량 수송을 위한 화물운송시스템 및 환적최적화 기반기술 확보를 목적으로 하며, 이를 위하여 다음과 같은 연구를 수행하였음

- 동북아 지역의 다국가 및 노선별 상호운영을 위한 현황분석 연구
- 국경통과시 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템 개발
- 국경통과 효율 향상 기술 개발
- 특히, 각국의 운송장 정보 등을 토대로 필수적인 정보를 도출하고 이를 상호교환할 수 있는 화물정보시스템 기술과 남북중 공동화차 운용에 필요한 연결기 및 제동 장치를 개발하고, 향후 대용량 화물을 효율적으로 환적하기 위한 기반기술에 대한 연구를 수행함.

3. 연구개발 범위

○ 본 연구의 RFP 개발 내용 및 범위는 다음과 같음

1) 동북아 지역의 다국가간 화물열차 상호운영 기반기술 연구

- 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 조사·분석
- 국제철도화물 통관·환적·추적 시스템 현황 조사·분석
- 국제철도화물 보안시스템 현황 조사·분석
- 북한 및 동북아 화차운용현황 조사·분석
- 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자(남북, 한러, 한중) 및 다자(UNESCAP, UNDP, OSJD 등)간 기술협력체계 구축 방안연구
- 남북 및 대륙철도 물류망의 경쟁력 제고 방안 연구

2) 국경통과시 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템 개발

- 다국가간 화물열차, 기관사 운용 현황 조사·분석
- 철도화물 윈스톱 국경통과 프로세스 분석 및 화물정보시스템 개발 (TRL 2)

3) 국경통과 효율 향상 기술 개발

- 남북중 공동화차 운용을 위한 핵심 기술(연결기, 제동 장치) 개발(TRL 2)
- 국경 통과구간의 철도화물 환적장 현황 분석을 통한 최적설계기술 개발 (TRL 2)
- 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 및 공동 대량 환적 시스템 개발 (TRL 2)

○ 본 연구의 보고서는 RFP 연구내용의 연계성을 통해 가시적인 연구성과를 도출하고자, “ 1) 남북 및 대륙철도 연계시, 시급한 국제화차 운영을 위한 핵심기술개발, 2) 국경역 환적·대차교환 프로세스의 자동화·고속화·대용량화 핵심기술개발 및 국경통과 표준프로세스 선진화 연구, 3) 기타 네트워크 협력 연구”를 연구목표로 선정하여, 다음과 같이 3개 부문으로 나누어 연구·기술하였음

1) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 기반기술 연구

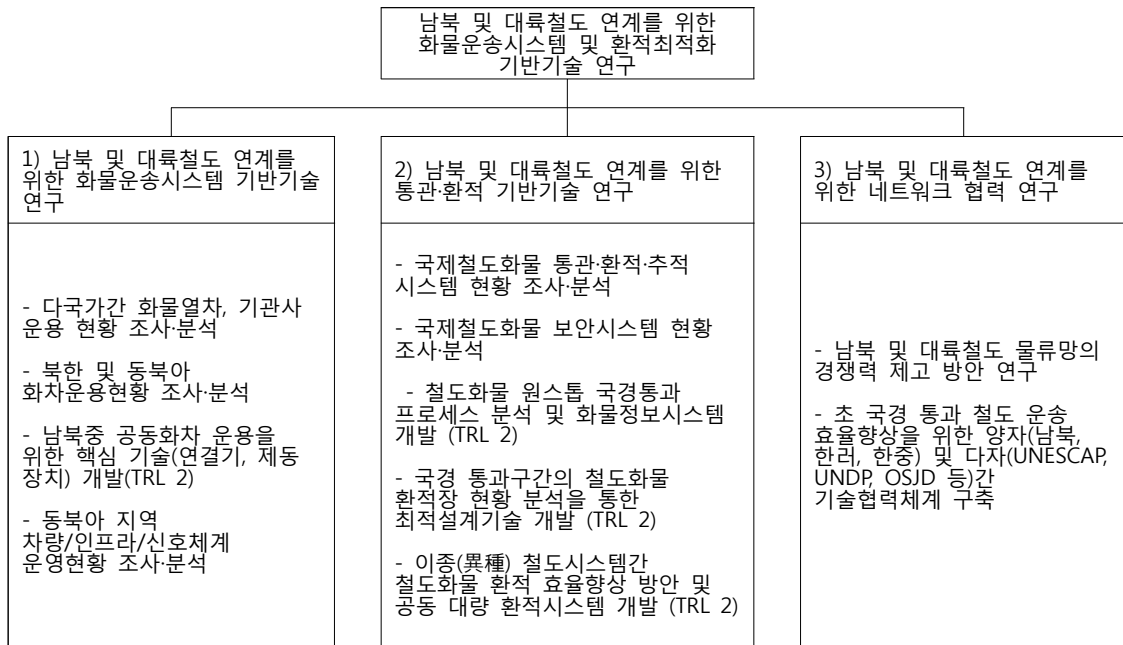
- 다국가간 화물열차, 기관사 운용 현황 조사·분석
- 북한 및 동북아 화차운용현황 조사·분석
- 남북중 공동화차 운용을 위한 핵심 기술(연결기, 제동 장치) 개발(TRL 2)
- 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 조사·분석

2) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 통관·환적 기반기술 연구

- 국제철도화물 통관·환적·추적 시스템 현황 조사·분석
- 국제철도화물 보안시스템 현황 조사·분석
- 철도화물 윈스톱 국경통과 프로세스 분석 및 화물정보시스템 개발 (TRL 2)
- 국경 통과구간의 철도화물 환적장 현황 분석을 통한 최적설계기술 개발 (TRL 2)
- 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 및 공동 대량 환적 시스템 개발 (TRL 2)

3) 남북 및 대륙철도 연계를 위한 네트워크 협력 연구

- 남북 및 대륙철도 물류망의 경쟁력 제고 방안 연구
- 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자(남북, 한러, 한중) 및 다자(UNESCAP, UNDP, OSJD 등)간 기술협력체계 구축 방안연구



Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과(연구수행과정, 연구수행결과 등을 기술)

1. 연구개발 수행과정

- 국토부 한-러, 한-중 정부 간 철도협력 회의 정책제안 2건('15.9, '15.12)
- 한-러 철도협력 국제 컨퍼런스 개최 및 논문집 발간('15.4)
- 유라시아 철도 공동조사단 사전보고서 및 사후보고서 발간('15.5)
- 유라시아 철도 공동조사단 언론홍보 1건 ('15.4)
- 초 국경통과 철도운송효율향상을 위한 기술협력체계 구축 국제 세미나 개최 ('15.11)
- 국내외 학술지 게재 2건 ('15.12)
- 동북아 지역 다국가간 화물열차 상호운영 기반기술연구 조사분석서('15.12)
- 다국가간 화물열차 및 기관사 운영현황 조사 분석서('15.12)
- 철도화물 윈스톱 국경물류 프로세스 분석서 및 화물정보시스템 개념설계서 ('15.12)
- 이종철도시스템 간 공동대량 환적시스템 기술관련 특허 3건 출원 ('15.11,'15.12)
- 가변형 연결기 시작품 제작 2건 ('15.12)
- 남북 중 공동화차 운용을 위한 핵심기술(연결기, 제동장치) 개념설계서 ('15.12)
- 국경통과구간 철도화물 환적장 현황최적설계 요구분석서('15.12)
- 이종철도시스템 간 환적 효율향상방안 및 공동대량 환적시스템 개념설계서 ('15.12)

2. 연구개발 수행결과

번호	세부연구목표	연구수행결과
----	--------	--------

		○ 다국가간 화물열차, 기관사 운용 현황 조사·분석 - 동북아 지역 주요국 화물열차 운행현황 및 기관사 운영조직 및 현황조사 비교 분석 · 중국 및 러시아 등 지역이 광대한 국가들은 정부의 통제 하에 지역별 관리기구 설치 운영 중
--	--	---

구분	한국	러시아	중국	몽고	북한
철도정책	국토교통부	철도부	교통운수부	도로교통부철도청	철도성
철도운영	한국철도공사	러시아철도공사	중국철로총공사	몽골철도공사	철도성
관할조직	각 지역본부	16개 지역철도국	24개 지역철도국	본사 내 운영관리센터	지역철도국
현업운영조직	기관차승무사업소	현업 기관차사무소	현업 기관차사무소	없음	현업 기관차사무소
운영조직배치	주요거점에 승무사업소 설치	주요거점에 사무소 설치	68개 사무소(단) 지역별 설치	교대역 3개를 지정하여 운영	주요거점에 사무소 설치

동북아 5개 국 기관사 운용조직 비교

구분	한국	러시아	중국	몽고	북한
운영조직	승무사업소	지역철도국	차무단	운영관리센터	현업 사무소
운용방법	승무사업 다이아에 의한 교번제로 운용	교대제로 운용	교대제	교대제로 운용	교대제
승무구간	대부분 관할하는 해당 구간만 승무	관할구간 이내만 승무	타 관할구간까지 승무	3개 거점을 중심으로 관할지역내 승무	사무소 관할구간 승무

동북아 5개 국 기관사 운용현황 비교

1	남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 기반기술 연구	- 주요 대륙횡단철도노선 별 화물열차 거리/시간 별 시뮬레이션 수행
---	----------------------------------	--



구분	한국	몽고	러시아	중국	몽고	러시아	중국
소요시간	2일	2~3일	3일	2~3일	12일	21~23일	
거리(km)	415	981	9,288	10,884			

TSR 화물열차 수송리인



구분	한국	몽고	중국	중국	중국	중국	중국	중국
소요시간	2일	2~3일	3일	2~3일	3일	2~3일	7일	21~24일
거리(km)	415	1,080	1,538				8,982	9,805

TMR 화물열차 수송리인



구분	한국	몽고	러시아	중국	중국	중국	중국	중국
소요시간	2일	2~3일	2~3일	3일	2~3일	2일	2~3일	23~27일
거리(km)	415	428	1,820	1,180	5,759	9,802		

TMGR 화물열차 수송리인



구분	한국	몽고	중국	중국	중국	중국	중국	중국
소요시간	2일	2~3일	2~3일	3일	2~3일	3일	2~3일	24~28일
거리(km)	415	428	5,250	2,035		2,180	10,317	

TCR 화물열차 수송리인

		○ 북한 및 동북아 화차운용현황 조사·분석 - 북한 및 동북아 화차 운용현황 조사·분석
--	--	--

■ 북한의 궤도와 화차 조사

- 차량보유현황 : 총 28,166량 (화차 : 24,896량, 약 88%)
- 화차 : 25톤, 30톤, 60톤, 100톤급 화차 보유 (유개차, 무개차, 조차, 장물차 등)
- 대차형식 : 2대차 3축 또는 2대차 2축 형식
- 궤도 : 표준궤(1,435mm), 광궤(762mm)

■ 북한의 화차



■ 러시아의 궤도와 화차 조사

- 화차 : 약 109만량 (총 수송능력 : 2,196,217 백만톤-km), 궤도 : 1,520mm
- 종류 : Flatcars, Gondola car, Hoppers (설계속도 : 120km/h)

■ 러시아의 화차



■ 중국의 궤도와 화차 조사

- 화차 : 약 60만량 (총 수송능력 : 약 33백만), 궤도 : 1,435mm
- 종류 : Covered/Hopper/Flat/Side Dump/Tank/Special Wagon (설계속도 : 80-120km/h)

■ 중국의 화차



■ 몽골의 궤도와 화차 조사

- 화차 : 약 8만량(총 수송능력 : 약 18백 만톤), 궤도 : 1,520mm
- 종류 : 러시아와 중국에서 수입하여 운영 중

■ 몽골의 화차(동역차)



북한,중국,러시아,몽골의 화차 조사

○ 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 조사·분석

- 동북아 지역 주요국가별 철도시스템 현황 조사

<동북아 주요국가별 철도시스템 현황>

구 분	남한	북한	중국	러시아
궤간(mm)	1,435	1,435	1,435	1,520
전력(kV)	25(교류)	3(직류)	25(교류)	25(교류), 3(직류)
신호	ETCS L1, ETCS L2	통표	CTCS L3 (ETCS L2)	KLUB-U (ETCS L2)
최고속도 (km/h)	여객	300	60	350
	화물	120	40	110
최대축중(ton)	16~27 (22)	25 (16.8)	23	23.5

· 주요국 신호시스템 인프라 현황조사 및 분석

- 유라시아 철도 공동조사단('15.3.25~'15.4.4) 및 한러 국제세미나 개최('15.3.28)

· 국경역 현지조사 및 철도협력 논의(조사단 보고서 발간)



한러 국제세미나(3.28, 이루크츠크)



러 국동교통대 방문(3.26, 하바로프스크)



몽골 철도청 방문(4.1, 울란바토르)



중국 몽골 국경역 조사(3.31, 에렌후트)

- 국토교통부 한·러, 한·중 철도협력 정책제안 2건



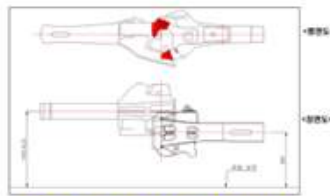
한러 철도협력(9.7, 서울)



한중 철도협력(12.2, 서울)

○ 남북중 공동화차 운송을 위한 핵심 기술(연결기, 제동 장치) 개발 (TRL 2)

- 한·중(AAR타입)과 러시아(CA-3타입) 간 연결기간 발생하는 간섭 현상을 해결하기 위한 가변형 연결기 개념설계 수행
- 시제품(1:1, 1:3 스케일)을 제작하여 설계의 적합성과 연결기간 정합성 검증



한중-러 연결기 간섭현상



한-중 AAR 타입



가변형 연결기 개념설계

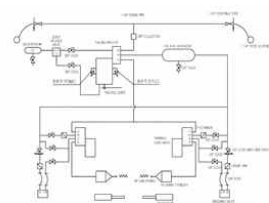


러시아 CA-3 타입

- 한중러간 편성량수 차이로 인해 충기/완해 문제 발생을 해결하기 위해 충기시간을 조절하기 위한 타이밍 밸브를 이용한 제동다이아그램 설계

구분	한국	중국	러시아
BRAKE SYSTEM	P4a / KRF-3 SYSTEM	120 형 SYSTEM	GOST 3202-2013 SYSTEM
제동 본관 압력	5 Kg / cm ²	5 Kg / cm ²	5 Kg / cm ²
브레이크 강도 방법	Rubber Diaphragm	Rubber Diaphragm	Rubber Diaphragm
본배면	P4a	120 형	GOST 3202-2013

한-중-러 제동장치 사양비교



제동장치 연결개념도

- 국가별 차량 운행 최저기온이 상이하며, 이에 따른 호스 커플러 규격차, 막판식 고문 내한성, 윤활유 운행조건 차를 극복하기 위한 방안 수립

● 국가별 차량 운행 최저기온

한국	중국	러시아
-35 °	-50 °	-60 °

IEC 62498-1 참고 : (railway application environmental conditions for equipment)

구분	공용화차 기술적 문제점	해결책	한국	중국	러시아
1.	국내 · 외 환경상 상이에 따른 동기, 완충 시간 불일치	동기시간 조절 타이밍 설정 방법 개발, 완충 · 완해 시간율 일치			
2.	각 국가별 공기압력 호스 커넥터 상이성에 의한 호스 체결 불가	각 호스 Coupler를 Tube 입수 및 결속할 수 있도록 Adapter 설계 제작			
3.	막판식 고무 내연성 기준 상이에 의한 제동결함 발생	최저 기준인 러시아의 내연성 기준으로 막판식 고무 개발이 필요			
4.	운행유 내연성, 운행유 운행조건 불일치에 따른 결함 발생	러시아의 운행유 점검시기, 기준치제 규격을 입수하여 수입 또는 개발			
5.	각 국가별 차량의 운행속도에 따른 제동력이 상이할 것으로 예상	제동력 전환관크 개발, 적용으로 국내 운행과 국외 운행을 동시에 수행			

제동장치 기술적 문제 해결책

한중러 Hose Coupler 규격 차이

○ 국제철도화물 통관·환적·추적 시스템 현황 조사·분석

- 주요국별 통관·환적·추적 시스템 현황 비교분석

- 통관절차는 유사하지만, 통관서류, 기간, 비용, 법체계 등은 상이한 것으로 조사됨

구분	러시아	중국	몽골
통관절차	· 신고 → 세관가격비교 → 수입신고 금액 결정 → 세관검토 → 통관	· 신고 → 심사(서면/전자) → 관세 확정 → 납세 → 세관검토 → 통관	· 신고 → 서류검사 → 과세 → 물품 및 차량 검사 → 통관
통관서류	· 공통: B/L (Bill of Lading), P/L (Packing List), 세관(수입/수출) 신고서 · 수입: C/I(상업 송장) 등 7개 문서 · 수출: 원산지 증명서 등 7개 문서	· 수/출입: C/I(상업 송장) 등 2개 문서(수/출입 동일) · 수입: 원산지 증명서 등 8개 문서	· 수입: C/I(상업 송장) 등 9개 문서 · 수출: 원산지 증명서 등 8개 문서
통관기간	· 수입 20일, 수출 22일	· 수입 24일, 수출 21일	· 수입 45일, 수출 44일
통관비용	· 수입 \$2,920, 수출 \$2,705	· 수입 \$615, 수출 \$620	· 수입 \$2,900, 수출 \$2,745
관련법	· 311-FZ (On customs regulation in the Russian Federation)	· 해관법 · 대외무역법 · 수출입상품검역법	· 관세법

국가별 통관시스템 현황-해당국 수출입

- 국가별 환적시스템의 경우 환적절차 서류는 동일하지만 소요시간 및 비용이 상이하며, Block Train의 경우 환적절차가 생략되어 비용 및 시간에 우위를 지님

구분	러시아	중국	몽골
환적절차	· 입항/도착 → 하역 → 보세구역 반입 → 장치/보관 → 보세구역 반출 → 적하 → 출항/출발		
환적서류	· 신용장 통일규칙(UCP, Uniform Customs & Practice for documentary credits, 국제상업회의소 규칙) · 화물운송장, 화물수취증, 화물수취증, 내륙수운운송서류 등 · 강제성은 없으나 OSJD, OTIF 가입국가의 경우 UCP를 따름.		
환적시간	· 2일	· 3일	· 5일
환적비용	· \$480	· \$140	· \$190
관련법	· 311-FZ (On customs regulation in the Russian Federation)	· 해관법 · 대외무역법 · 수출입상품검역법	· 관세법

국가별 환적시스템 비교

- 국가별 위치추적은 위성항법시스템, RTLS, RFID 사용

구분	러시아	중국	몽골
위치추적방법	· 위성항법시스템, RTLS · RFID Tag(일부)	· 위성항법시스템, RTLS · RFID Tag	· 위성항법시스템 · RFID Tag(일부)
위성항법 시스템 종류	· GLONASS, GPS	· GLONASS, GPS, 베이더우	· GLONASS, GPS
시스템 운용 현황	· RailTrace · 러시아-유럽간 화물운송정보에 활용 · 화물의 출발, 국경통과, 재적재, 도착시 화물정보 제공	· 95306網站 · 중국철도총공사 개발 · 여객 및 화물 철도운송 관련 통합 시스템 · 화물 운송신청, 운임조회, 위치 추적 기능	· UNI-PASS(전자통관시스템) · 한국의 시스템 수입 · 시스템 내 화물추적기능 탑재 · 입국/출국/반출/반입 등록, 통관예정 화물관리 등

국가별 위치 추적 시스템 비교

○ 국제철도화물 보안시스템 현황 조사·분석

- 대륙철도 물류 보안 현황 및 문제점 분석
- 중국은 TSR 수준으로 향상시키는 것을 목표로 웹기반 철도화물정보시스템 구축, 국경통관 시간 단축 등의 노력을 기하고 있음

노선	문제점	주요원인	해결책
TSR	육안 계간차로 인한 환적 복잡한 통관절차 등으로 화물의 파손 ·도난 발생	장시간의 환적 및 통관대 기시간으로 야기됨	스마트카드 진출입시스템, CCTV, 모니터링 요원 배치 등 감시환경조성 필요
TCR	건조한 기후 관제/정보처리시스템 미흡 카자흐스탄과 환적시 수작업으로 인한 파손 빈번		

TSR/TCR 물류보안 현황 및 문제점/해결책

- 국가간 위험물 수송에 따른 보안수송체계 조사
- 9.11테러 이전 보안의 초점이 도난방지(theft-proof)에 있다면, 테러 이후는 화물물품기록 조작/위조를 방지(tamper-proof) 정책으로 선회
- 특히 신설된 물류보안 프로그램으로 미국 주도의 ACI, ISPS, CCP (중국), 10+2, 100% scanning 등 이 있음

○ 철도화물 원스톱 국경통과 프로세스 분석 및 화물정보시스템 개발 (TRL 2)

- 대륙철도관련 국제철도협정, 철도화물 국경통과 업무현황조사, 철도 화물 정보시스템 운영현황 조사(해운/항공/우편)를 통한 현황 및 문제점 분석

구분	특징	관련주체	주요서류
해운항만물류 통합시스템 (PLISM)	해운물류와 관련된 수작업 및 업무효율 향상을 위한 WEB 기반의 정보시스템으로 다양한 이해관계자들 간의 운송장, 선적서류 등 업무를 처리할 수 있는 통 합시스템	포워더(화주), 선사, 운송사, 터미널, 관세청 등	선적요청서, 선적지시서, 선하증권, 적하목록신고서, 화물도착통지서, 화물인도지시서, 화물상태정보, 조업현황, 정산내역서 등
항공물류통합 시스템 (AIRCIS)	항공물류 이해관계자가 다수인 관계로 처리절차가 복잡한 한계점을 극복하고자 항공사간의 단일항 연계 및 포워더 등 항공물류 종사자들이 편리하게 업무를 할 수 있도록 한 분야 관련 업무를 처리할 수 있는 통합시스템	포워더(화주), 조업사, 항공사, 관세청 등	인도명세서, 우편봉기내역서, 우편물목록서, 우편상대정보, 세관신고서, 정산내역서 등
만국우편연합 EDI 시스템 (UPU EDI)	국제우편의 효율적인 처리와 우편화물의 가시성 확보를 위한 국제우편 화물의 EDI 표준체계 구축	우체국, 항공사, 관세청 등	인도명세서, 우편봉기내역서, 우편물목록서, 우편상대정보, 세관신고서, 정산내역서 등

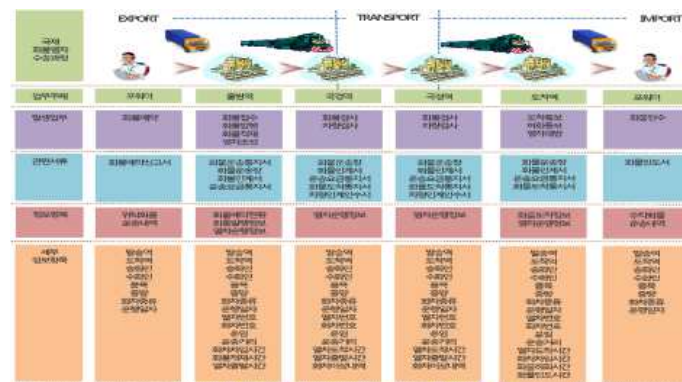
타 교통수단 화물정보시스템 비교 분석

- 중·몽 국경역, 도라산역 등 현장방문 및 다수의 전문가 인터뷰를
통한 철도화물 국경통과 표준프로세스 수립

업무명	업무내용	주요 서류
입국심사	-승무원 입국심사와 열수송, 열입국자 제출 목적(국경순비대 시명) -도착전에 입국 수 사수분배, 외부인 출입 통제 -승무원(기관사 등)의 신분확인 및 열차의 상부, 하부, 대차부동 등 외부의 의심장소 검사	승무원(기관사) 신분확인서
통관검사	-통관신고서, 출발명세표 도착여객지 청사 업무프로세스에 의거하여 이루어지며, 중간역에서는 간담차서본인인상여객지 시명	통관신고서 열차진출명사 화물운송장 등
차량검사 및 연수	-입국심사, 통관검사 완료 후 차량이 소지한 각종 서류(화자인계부, 화물도착통지서 등)를 연수 차량 점검에 연계 -화차(자랑)연계에서는 차량번호, 차량별 적재화물 종류, 규모, 종류 등 기재 -차량의 수(차량관리번호) 열차 수, 열차번호에 차량에 대한 검사 실시 *연수시간은 1축당 3분 소요(표형 4축 기준 4분 소요)	화차(자랑)연계서 화물운송장 운송고급통지서 화물연계서 화물도착통지서 등
화물검사 및 운수	-입국심사, 통관검사 완료 후 차량이 소지한 각종 서류(화자인계부, 화물도착통지서 등)를 연수 차량 점검에 연계 -화물운송장은 승수여객, 발적역, 품목, 중량 등 운송화물에 대한 사항 기재 -화물적금원은 화물의 품명, 상태, 수량 등 검사 실시	

철도화물 국경통과 표준 프로세스

- 업무주체/업무내용/관련서류/정보화 항목/세부 정보항목을 포함한 화물정보시스템 개념도 도출



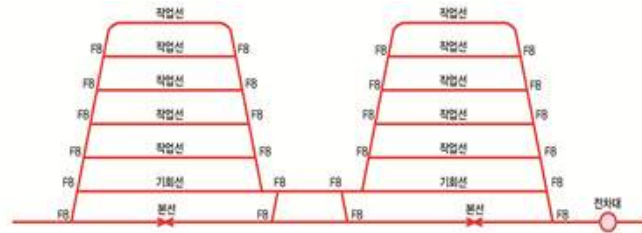
국제화물열차 화물정보시스템 개념도

- 국경 통과구간의 철도화물 환적장 현황 분석을 통한 최적설계기술 개발 (TRL 2)
 - 국경역 환적장 설계시 유의사항을 검토하고, 국내외 사례검증을 통한 국경역 산정기준 및 설계요소 도출

산정기준	역어표	용어해석 및 적용	단위
Tvan=3.600/Ct =3.600/82.8 =43.5 van/hr	Tvan Ct	크레인의 이론적인 시간당 컨테이너 처리갯수 컨테이너 1van을 처리하는 평균적인 Cycle time. Ct=82.3초 적용	van/hr sec
Avan=Tvan × nT =43.5 × 0.45 =19.58 van/hr ≈ 20 van/hr	Avan nT	크레인 작업(역어효율)을 nT = 0.45적용 실제 크레인 작업시간당 처리능력	상수 van/hr
Wy=350일/년	Wy	연간작업일수로 기상조건, 장비고장, 기타일수를 제외한 순수작업일수	일/년
Wd=20hr/일	Wd	일일작업시간으로 3조2교대의 형태로 교대 2시간과 식사시간 2시간을 제외한 시간	hr/일
TEU(T2011)=763,000 TEU/year	TEU (T2011)	목표연도에 발생하는 철정화물	TEU/년
VAN(2011)=TEU(2011)/TEUF =763,000/1.6 =476.875VAN/년	VAN (2011)	목표연도의 철정 컨테이너 TEU를 VAN갯수로 환산한 철정 화물량	VAN/년
Fn=1.3	Fn	피크계수로 1.2~1.4초 추가시간인 1.3을 적용	개수

철도 CY 산정기준 및 용어 정의

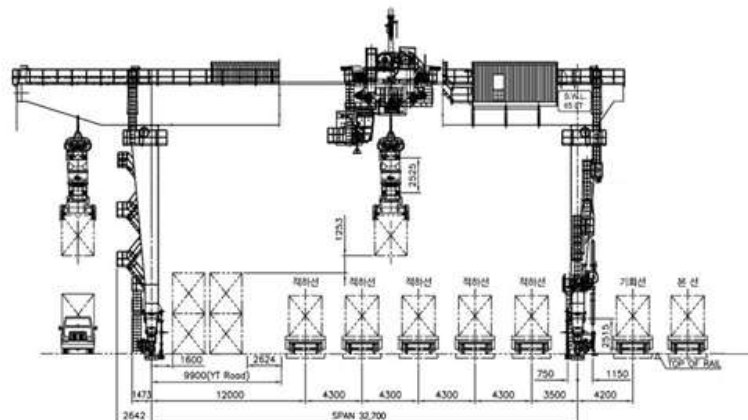
- 남북철도 연결시 국정부에서 환적역 철송장 기본설계요소를 산정하고 설계(안)을 제시
- 유효장 산정 → 환적장비 소요대수 산정 → 철송장 소요 선로수 산정 → 적하장 및 CY규모 검토



철송장 배선약도(안)

구분	연간 발도착 (TEU) 2036년 예상	작업선수	적하장 면적	크레인수
철송장	934,579	10선	24,000m ²	6대

철송장 시설현형(2036년 기준)



철송장 야드 단면도(안)

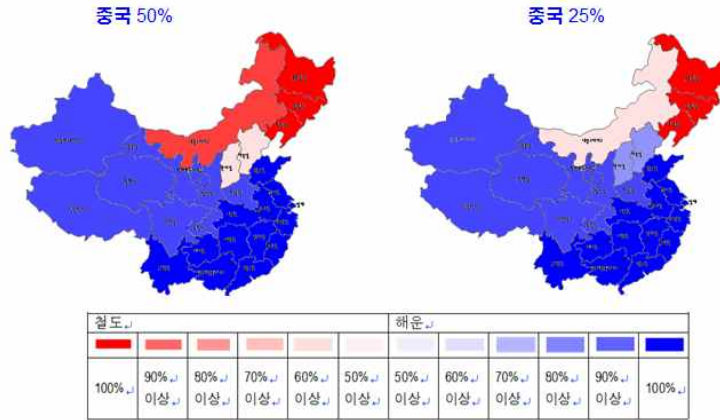
- 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 및 공동 대량 환적시스템 개발 (TRL 2)
 - 유라시아철도 공동조사단('15.3.25~'15.4.4)을 통해 중국과 몽골 국경역 대차교환시설 현장기술조사



자민우드(몽골)-중국(에렌후트) 국경통과시 대차교환방식

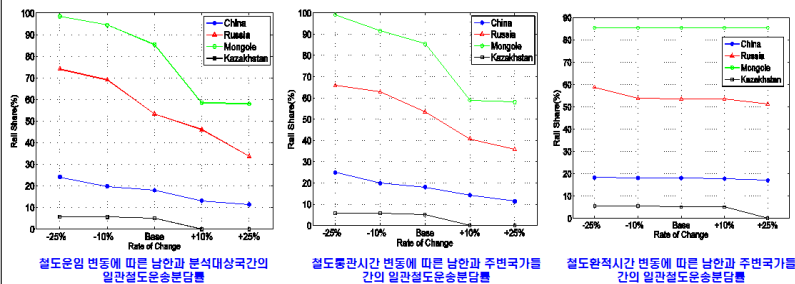
- 프로세스 분석 및 문제점 분석

	대차교환 프로세스 flow chart (광궤 > 표준궤) - 이중궤간지역에서 기존 노동집약적인 수작업 중심의 대차교환기술을 자동화하여 공동화차 대량 환적시스템에 대한 개념설계 수행 · 표준궤/광궤 매립형 궤도기술 · Turn Table 기술/ Sliding Lift 기술 - 기술확보를 위한 특허 3건 출원 완료 전체교환시스템 개념설계 상세교환 시스템 Sliding lift 표준궤/광궤 매립형 궤도																																		
3	남북 및 대륙철도 연계를 위한 네트워크 협력 연구 ○ 남북 및 대륙철도 물류망의 경쟁력 제고 방안 연구 - OD 물량을 추정하여 한국 7개, 중·러·몽·중앙아를 39개 Zone으로 구분하여 일관철도운송과 복합철도운송의 경쟁력 비교 중국 러시아 <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">철도</th> <th colspan="5">해운</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100%</td> <td>90%</td> <td>80%</td> <td>70%</td> <td>60%</td> <td>50%</td> <td>50%</td> <td>60%</td> <td>70%</td> <td>80%</td> <td>90%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> <td>이상</td> </tr> </tbody> </table> 일관철도운송(철도)와 복합철도운송(철도+해운) 권역별 운송분담도(용량제한 없음) - 철도수송용량 허용률에 따른 철도운송도 조사 분석 수행	철도					해운					100%	90%	80%	70%	60%	50%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상
철도					해운																														
100%	90%	80%	70%	60%	50%	50%	60%	70%	80%	90%	100%																								
이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상	이상																								



철도 수송용량 허용률(50%, 25%)에 따른 일관철도운송(철도) 운송분담도

- 철도운임과 통관시간 및 환적시간 변화에 따른 남한과 분석대상국 간 일관철도운송 분담률의 민감도 분석 수행



- 중국 권역별로는 동북3성, 내몽골자치구는 철도운송이 강세인 반면 동부해안은 철도+해운 수송이 우세함
- 러시아는 극동연방, 시베리아 연방, 우랄 연방인 철도운송이 강세인 반면 북서연방 및 중앙연방은 해운 수송이 우세함
- 철도운임과 통관시간이 철도운송분담률에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 분석됨

- 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자(남북, 한러, 한중) 및 다자(UNESCAP, UNDP, OSJD 등)간 기술협력체계 구축 방안연구
- 유라시아 철도 네트워크 구축을 위한 기술협력체계 구축방안을 논의하기 위한 국제세미나 개최 ('15.11.18~19)



기술협력체계 구축을 위한 국제 세미나('15.11.18)



양국 기술협력체계 구축 관련 협력 방안 논의('15.11.19)

- 양자/다자간 협력체계 구축을 위한 MOU현황 조사 및 체결을 위한 방안 연구 수행

구분	특징	핵심주제
양자간 기술협력 방안	- 교육 및 인적교류 - 철도관련기술적인 문제협력 - 제도적인 측면에서 상호교류 - 공동연구과제 발굴과 협력방안 강구 - 별도의 협의체보다는 정기적 인적 교류 필요	화물수송회사와 화주들이 핵심주제이므로 이들의 참여를 유도하거나 지속적인 의견 반영이 필요
다자간 기술협력 방안	- 국제기구들 중심으로 진행- - 수송부문 뿐만 아니라 지역개발부문이 포함 - 타지역과의 연결을 통해 낙후된 지역의 개발을 원함 - 상호호혜 원칙	지역개발을 담당할 민간개발업자 참여 필요

양자간 / 다자간 기술협력 방안 비교

IV. 최종 연구성과 및 적용실적

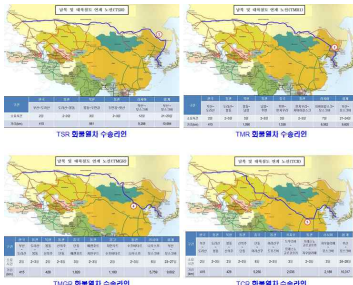
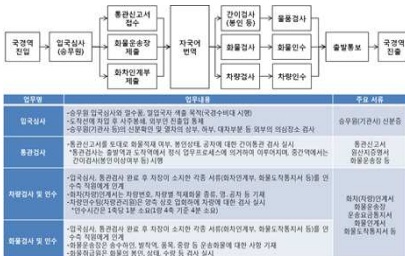
1. 최종연구성과

1) 핵심성과명: 동북아 지역의 다국가간 화물열차 상호운영 기반 기술

관련 그림 / 사진	북한, 중국, 러시아, 몽골의 열차 조사 일관열차운송(열도)·복합열차운송(열도·해운)·광역물 운송본담도(물·항만·공항) 없음
정의	북한을 포함, 중국, 러시아, 몽골과 연결되는 국경에서 운영되는 화물열차 상호운영과 관련한 다분야의 기술 현황 조사 및 분석 연구
목적	동북아 지역의 다국가간 화물열차 상호운영에 필요한 국내외 현황을 조사 분석하여 기반 기술을 확보하고 양자 및 다자 간 협력체 구축 방안 모색
성능목표	(기존기술 수준) ○ 철도운영기준은 오직 국내에서만 독립적으로 적용되며 다 국가에 영향을 미치지 못함 ○ 남북 및 대륙철도가 통과하는 국가에 대해 통관, 환적, 추적시스템에 대해 종합적·체계적으로 조사한 연구는 부재. 다만, 각 항목별 개괄적인 수준으로 현황조사는 이루어져 있으나, 각 분야별 구체적인 내용에 대한 검토는 미비한 상황 ○ 국경 통과시 화물 운송 보안시스템 기술 적용 조사 및 분석 미흡 ○ 북한 및 동북아 화차운영 현황 조사 및 분석 미흡 ○ 다국가간 신호체계 조사 및 분석 미흡 ○ 대륙철도를 운영 시 발생할 수 있는 문제들을 해결하고 운영의 효율화를 기할 수 있는 기술협력 체계 미흡 ○ 남북 및 대륙철도 화물수송과 관련한 효율적 물류망 구상 및 경제성 분석에 관한 연구 부재 (개발기술 수준)

		○ 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 분석을 통해 상호연계를 위한 국가별·노선별 연계를 위한 실용적 운영기술 기반 제시 ○ 남북, 러시아, 중국, 몽골 등 대륙철도가 통과하는 지역의 철도화물 통관, 환적, 추적 시스템에 대한 현황 및 기술수준을 체계적으로 분석하고, 현재 통합 운송시스템을 운영하고 있는 유럽에 대한 사례조사를 수행하여, 향후 남북 및 대륙철도 건설 시 국경통과 효율향상 기술개발을 위한 기초자료 및 정책방향을 제시 ○ 국제적 기준에 맞는 화물운송 보안시스템 기술 적용 자료 제시 ○ 남북 및 대륙철도 연계를 위한 북한 및 동북아 화차운영 현황 Back 데이터 제시 ○ 국가간 차이점을 분석하고, 다국가간 열차 상호 운영을 위한 신호/통신 체계를 분석하여 이를 향후 국내 적용시 대응방안 제시 ○ 대륙철도 운영 필요한 양자 또는 다자간 협의체구축방안 제시 ○ 남북 및 대륙철도에 대한 물류망을 검토하고 지역별 철도 해운과의 경쟁력을 비교하고 추후 남북 및 대륙철도 물류망에 대한 기초자료 및 정책방향을 제시						
핵심성과	양적 성과	1차년도	특허출원	특허등록	SCI 논문	비SCI논문(발표)	S/W	기타
	질적 성과	1차년도	언론 홍보 1건을 통한 대국민 홍보 정책제안 2건을 통한 정부 정책에 반영					

2) 핵심성과명 : 국경통과시 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템

관련 그림 / 사진	  철도연계 국경통과 표준 프로세스
정의	국경통과시 환적 대기시간을 단축하기 위한 S/W 측면에서의 효율 향상 기술 개발
목적	국경지역 화차 운용 시 필요한 화물열차 및 기관사의 운용 자료를 확보하고, 운송장의 필수정보를 교환할 수 있는 화물 정보시스템의 기본개념을 설계
성능목표	(기존기술 수준) ○ 국제적 수준에 이르는 국경지역 내 화물열차 및 기관사의 운용에 대한 미래 계획 및 준비 부족 ○ 대형철도터미널에서는 철도와 철도의 환적이 이루어지고 있으나, 주로 화차 단위로 열차를 재구성하는 형태가 많으며, 세관 통과 및 국경 통과시에는 화차 단위가 아닌 화물의 환적이 이루어지는 형태임 ○ 국경역에서의 화물통관절차가 복잡하고 운송장에는 각 국의 언어가 사용되는 등 통일되지 않음으로 인한 불필요한 절차 및 낭비 발생

		(개발기술 수준) ○ 해외 환적 운용시스템을 고려하여 향후 국경지역에서의 운용기초자료 확보 ○ 환적의 효율성 확보를 위해서는 환적에 필요한 여러 자원(인력, 스테커, 야드 등)을 유기적으로 조합하여 이를 적시에 활용할 수 있는 시스템 확보 ○ 통관절차의 표준화·간소화를 지원하고 통관화물에 대한 정보체계 표준화를 통해 관련국간 화물정보의 공유 및 관리체계를 구축함						
핵심성과	양적 성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문 (발표)	S/W	기타
	질적 성과	1차년도				발표 2건		개념설계서 1건

3) 핵심성과명 : 국경통과 효율향상 기술

관련 그림 / 사진								
정의		국경통과시 환적 대기시간을 단축하기 위한 H/W 측면에서의 효율 향상 기술 개발						
목적		화차운영을 효과적으로 할 수 있는 공동화차의 핵심기술을 개발하며, 환적 시 필요한 환적장 설계 기술 및 대용량 환적 장치의 기초기술을 확보함						
성능목표		(기존기술 수준) ○ 유라시아/한국 화물철도 연계 검토기술 없음 ○ 경의선 시범운영 이외에 대륙철도를 통한 대용량 철도화물 물류운용 경험 없음 ○ 궤도 궤간 불일치 구간에 있어서의 운행방식과 중장기적으로는 환적시간 지연 (개발기술 수준) ○ 유라시아/한국 화물철도 기술사양 분석을 통한 연계에 필요한 기술적 연계 가용성 판단 및 사양 /운영 기술의 개선 ○ 향후 대륙철도 운영에 대비하여 물동량을 고려한 환적장 요구사항 도출 ○ 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율을 향상하기 위한 공동 형태의 대량 환적 기초기술 개발						
핵심성과	양적 성과	1차년도	특허 출원	특허 등록	SCI 논문	비SCI논문 (발표)	S/W	기타
	질적 성과	1차년도	3건			(2건)		시작품제작 2건

V. 연구목표 달성 및 효과

1. 연구목표 달성

번호	연구성과	실적	달성도
1	동북아 지역의 다국가간 화물열차 상호운영 기반 기술	○ 동북아 지역 차량/인프라/신호체계 운영현황 조사·분석서 ○ 국제철도화물 통관·환적·추적 시스템 현황 조사·분석서 ○ 국제철도화물 보안시스템 현황 조사·분석서 ○ 북한 및 동북아 화차운용현황 조사·분석서 ○ 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자(남북, 한러, 한중) 및 다자(UNESCAP, UNDP, OSJD 등)간 기술협력체계 구축 방안연구 보고서 ○ 남북 및 대륙철도 물류망의 경제성 분석서	100%
2	국경통과시 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템	○ 다국가간 화물열차, 기관차 운용 현황 조사·분석서 ○ 철도화물 원스톱 국경통과 프로세스 분석서 및 정보 시스템 개념 설계서	100%
3	국경통과 효율향상 기술	○ 공동화차 핵심 기술(연결기, 제동 장치) 개념 설계서 ○ 국경 통과구간의 철도화물 환적장 최적설계 요구분석서 ○ 이중 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 보고서 ○ 이중 철도시스템간 공동 대량 환적시스템 개념 설계서	100%
4	국내외 지적재산권 확보	목표: 출원 1건 / 실적: 출원 3건	300%
5	국내외 논문 발표 및 게재	목표: 발표 5건, 게재 2건 / 실적: 발표 11건, 게재 2건	186%
6	국제세미나 개최	목표: 1건 / 실적: 2건	200%
7	시작품 제작	목표: - / 실적: 2건	목표외 달성
8	정책제안	목표: - / 실적: 2건	목표외 달성
9	언론홍보	목표: - / 실적: 1건	목표외 달성

2. 파급효과

○ 기술적 기대성과

- 남북철도(경의선 및 동해선)가 완공되면 유라시아 철도를 연계하여 21세기 교통물류 중심지로 도약할 수 있는 기회가 될 것임
- 유라시아 대륙 연계철도망과 연계하여 한반도를 시점으로 하는 철도망의 구축이 가능해 짐으로서 경제적 효과를 기대할 수 있음. 유라시아 대륙철도망과 연계하여 한반도를 시점으로 하는 철도망의 구축이 가능해짐으로써 물류 수송

비의 획기적 절감이 기대됨 (남북간 수송 물류비는 1/5 수준으로 절감되고, 유럽 물동량의 경우수송기간은 8-15일 정도 단축)

- TKR~TSR, TCR, TMR, TMGR~유럽 연계 시 유라시아 철도 네트워크 통합기술 개발에 관련국이 경쟁적으로 참여할 것으로 예상
- 유라시아 철도 연결에 따른 남북한 철도 운송수입 증대(운송수입은 북한이 약 1억불 남한이 약 7천7백만 불 정도 전망)

○ 사회·경제적 파급효과

- 남북철도가 연결되어 남북경협이 활성화되면, 동북아 철도 네트워크가 급속히 형성될 것이고, 철도화물의 고속화·대용량화는 유라시아 철도의 새로운 기술수요를 창출할 것임
- 유라시아 철도의 핵심기술인 시스템 인터페이스 및 통합기술의 한 단계 진일보로 현재 많은 부분 외국기술자에게 의존하는 철도기술에 대한 대체 수입효과가 기대됨
- 북한 및 유라시아 철도에 대해 기술적으로 접근이 가능함으로써 통일 또는 상호 교류 시 철도차량의 정비를 효과적으로 수행할 수 있음
- 국경통과시 병목현상이 해결되어 보다 신속하고 원활한 물류서비스 제공 및 물동량 활성화에 기여
- 개발된 기술의 국내 철도에 적용 : 안전한 승객 및 화물 수송
- 남북중러 사이의 정치적 우호 증진/ 경제 협력 증진
- 북중러에 진출하려는 기업의 영업활동 활성화

VI. 연구성과 활용계획

- 동북아 지역 철도 상호 연계 시 기초자료로 활용
- 향후 남북 및 대륙철도 건설 시 국경통과 효율향상의 기초자료 및 정책 수립에 활용
- 남북 및 대륙철도 연계를 위한 북한 및 동북아 화차운영 현황 Back 데이터로 활용
- 다국가간 신호/통신 체계 기술의 국내 적용 시 활용
- 대륙철도 협력을 위한 양자 또는 다자간 협의체 구축에 활용
- 남북 및 대륙철도 물류망에 대한 기초자료 및 정책 수립에 활용
- 향후 국경지역에서 화물열차 및 기관차 운용 시 필요한 운용기초자료 확보
- 통관절차의 표준화·간소화를 지원하고 통관화물에 대한 정보체계 표준화를 통해 관련국간 화물정보의 공유 및 관리체계 구축 자료로 활용
- 동북아 공동화차 운용시 핵심기술인 연결기 및 제동장치에 대한 기초자료 활용

- 향후 대륙철도 운영 시 국경지역 환적장 요구사항에 활용
- 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율을 향상하기 위한 공동 형태의 대량 환적 기초기술 개발에 활용

<제목 차례>

제1장 연구개발과제 개요	39
제1절 연구개발의 필요성 및 목적	39
1.1. 연구개발 필요성	39
1.2. 연구개발 목적	39
1.3. 연구개발 범위	40
제2절. 시나리오 및 과제별 기술 로드맵	42
2.1. 남북 철도 연결 및 유라시아 철도 연계 시나리오	42
제2장 남북 및 대륙철도 연계를 위한 화물운송시스템 기반기술 연구	50
제1절 남북 및 대륙철도 관련국의 철도운영 정책	50
1.1. 관련국가의 철도운영 정책 개요	50
1.2. 러시아의 철도운영 정책	61
1.3. 중국의 철도운영 정책	67
1.4. 몽고의 철도운영 정책	76
1.5. 북한의 철도운영 정책	80
1.6. 중앙아시아 각국의 철도운영 정책	85
제2절 남북 및 대륙철도 관련국의 화물열차 운영현황 조사·분석	91
2.1 러시아의 화물열차 운영	91
2.2. 중국의 화물열차 운영	94
2.3. 몽고의 화물열차 운영	101
2.4. 북한의 화물열차 운영	111
2.5. 중앙아시아 각국의 화물열차 운영	117
제3절 남북 및 대륙철도 관련국의 기관사 운용현황 조사·분석	121
3.1 러시아의 지역별 화물열차 기관사 운영	121
3.2. 중국의 지역별 화물열차 기관사 운영	124
3.3. 몽고의 화물열차 기관사 운영	127
3.4. 북한의 화물열차 기관사 운영	130
3.5. 중앙아시아의 각국의 화물열차 기관사 운영	132
3.6. 우리나라의 화물열차 기관사 운영	134
3.7. 관련국가별 기관사 운영 비교	137
3.8. 북한 및 동북아 화차현황 조사	140
제4절 남북 및 대륙철도 관련국의 신호체계 현황 조사·분석	157
4.1. 동북아 각국의 신호체계 기초 자료 조사	157
4.2. 다국가간 열차 상호운행을 위한 자료 분석	170
4.3. ERTMS/ETCS Level 분석을 통한 유럽철도 이중 신호체계 구현 방안 자료 수집	175

4.4. 소결	188
제5절 공동화차 운영을 위한 핵심기술개발(연결기, 제동장치)	189
5.1. 한중러 화차 운영 기술 현황	189
5.2. 제동장치 및 연결기 현황 및 연결을 위한 기술적 문제점 검토	191
제3장 남북 및 대륙철도 연계를 위한 통관·환적 기반기술 연구	245
제1절 철도화물 통관·환적·추적·보안 시스템 현황 조사·분석	245
1.1. 중국, 몽골, 러시아 통관 시스템 분석	245
1.2. 중국, 몽골, 러시아 환적 시스템 분석	278
1.3. 중국, 몽골, 러시아 위치 추적 시스템 분석	295
1.4. 화물보안시스템	310
1.5. 소결	324
제2절 철도화물 국경통과 표준 프로세스 정립 및 화물정보시스템 개발 (TRL2)	330
2.1. 철도화물 국경통과 업무현황 조사	330
2.2. 철도화물 정보시스템 운영현황 조사	386
2.3. 철도화물 국경통과 표준 프로세스 정립 및 화물정보시스템 개념 설계	419
2.4. 결론 및 향후연구	443
제3절 국경통과 구간의 철도화물 환적장 현황 분석을 통한 최적설계기술개발(TRL 2)	451
3.1. 철도 환적관련 설계 사례	451
3.2. 남북철도 국경 환적역 설계(안)	496
3.3. 국경 환적 정거장 설계시 검토사항 도출	516
제4절 이종(異種) 철도시스템간 철도화물 환적 효율향상 방안 및 공동 대량 환적시스템 개발	539
4.1. 철도화물 환적기술 조사분석	539
4.2. 이종(異種) 철도시스템간 환적 효율향상 방안 도출	543
4.3. 공동 대량 환적시스템 개념 설계	551
제4장 남북 및 대륙철도 연계를 위한 네트워크 협력 연구	561
제1절 남북 및 대륙철도 물류망 경쟁력 제고 방안	561
1.1. 개요	561
1.2. 개요남북 및 대륙철도 연계 효과 분석	562
제2절 초 국경 통과 철도 운송 효율향상을 위한 양자 및 다자간 기술협력체계 구축 방안	615
2.1. 국제철도 협력기구 및 협정체제	615
2.2. 양자간 기술협력 방안	644
2.3. 다자간 기술협력 방안	655
2.4. 기술협력을 위한 국제철도현황 및 협력방안	660
2.5. 소결	682

제5장 결론	688
제6장 연구성과 및 적용실적	696
제1절 연구성과	696
1.1. 핵심성과명: 동북아 지역의 다국가간 화물열차 상호운영 기반 기술	696
1.2. 핵심성과명: 국경통과시 화차간 환적을 고려한 화물열차 운영시스템	697
1.3. 핵심성과명: 국경통과 효율향상 기술	698
제7장 연구목표 달성 및 효과	699
제1절 연구목표 달성	699
제2절 파급효과	700
제8장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성	701
제1절 연구성과의 활용	701
제2절 추가연구의 필요성	701
제9장 참고문헌	705
부록 1. 유럽 및 아시아 철도현황	709
부록 2. 국제철도화물운송협정(SMGS)	713
부록 3. 컨테이너/비컨테이너 화물의 물동량	768
부록 4. 항만 물동량 OD (단위: 톤/일)	770
부록 5. 존 번호별 명칭	772
부록 6. 각 화차별 하중(철도화차보유통계, 2011, 국가물류통합정보센터)	773
부록 7. 해외 화차 생산 목록(북차집단- 중국)	775
부록 8. 동결응해 관리 방안	784
부록 9. 유라시아 공동조사단 보고서 요약	802
부록 10. 유라시아 철도 기술로드맵	807

<표 차례>

표 1-1. 국가 정책목표와의 관련성	38
표 1-2. 연구과제의 구성	42
표 2-1. 한국과 중국·러시아 간 직교역화물과 환적화물 물동량(2011년 부산항 기준)	52
표 2-2. 한국과 중국·러시아 간 직교역화물과 환적화물 물동량(2011년 인천항 기준)	53
표 2-3. 한국과 중국·러시아 간 직교역화물과 환적화물 물동량(2011년 광양항 기준)	53
표 2-4. 한국과 중국, 러시아, 몽고 간 항구 수출입량	53
표 2-5. 남북한간 해상물동량 변동 추이	54
표 2-6. 주요수출입 상위품목	56
표 2-7. 석탄(HS코드 2701) 및 광석(HS코드 2601) 주수입국	57
표 2-8. 중국과의 수출입 품목	57
표 2-9. 러시아와의 수출입 품목	58
표 2-10. 몽고 자원개발 계획	59
표 2-11. 러시아철도의 화물 수송 품목(2011년도)	63
표 2-12. 러시아 2010~2020년 주요 철도투자사업	64
표 2-13. 러시아 항만의 물동량 전망 (단위 : 백만 톤)	65
표 2-14. 창지투 선도구 대외통로 부문 단계별 발전계획	72
표 2-15. 창지 투자개발계획 중 국제철도망 관련 사업	72
표 2-16. 동변도철도의 국경역 현황	74
표 2-17. 중국 동북지방의 주요 철도 개발계획	74
표 2-18. 몽고의 철도조직	76
표 2-19. 몽고의 교통관련 투자계획 및 소요예산	77
표 2-20. 몽고의 운송 현황	78
표 2-21. 몽고철도 프로젝트 목록	79
표 2-22. 남북한 철도통계 비교	82
표 2-23. 남북한 건축한계 현황 비교	83
표 2-24. 남북한 철도차량 한계 비교	83
표 2-25. 남북한 대표화차 주요제원	83
표 2-26. 철도부문 주요 목적	87
표 2-27. 중앙아시아 주요5개국 철도현황	90
표 2-28. TSR 지선	92
표 2-29. TSR 통과 컨테이너 열차 주요 노선	93
표 2-30. TSR 구간별 화물열차 운행 현황	94
표 2-31. 주요 국경역 현황('07년)	98
표 2-32. 국제여객열차 운행현황	99
표 2-33. 중국~유럽간 국제화물열차 운행현황	99
표 2-34. 북한과의 국제열차 운행 현황	101
표 2-35. 몽고 여객열차 시간표	105
표 2-36. 몽고와 기타 내륙국의 철도 운임비교	106
표 2-37. 자민우드~울란바토르	108
표 2-38. 울란바토르~자민우드	108
표 2-39. 국제화물열차의 주요수송물품	109
표 2-40. 몽고의 국제화물열차 운행 현황	110

표 2-41. 몽고의 통관지점 현황	110
표 2-42. 북한의 주요 철도노선 현황	111
표 2-43. 북한의 철도노선별 화물수송능력	112
표 2-44. 북한의 주요 철도노선과 대륙철도 연계 현황	115
표 2-45. 북한철도의 국제열차 운영현황	116
표 2-46. 러시아의 지역철도국 현황	122
표 2-47. 북한 철도성 조직	130
표 2-48. 레일 기관차승무사업 승무원근무표(예시)	135
표 2-49. 한국철도공사 기관차승무사업소별 승무사업 현황	136
표 2-50. 한국철도공사 기관사 인력 구분	137
표 2-51. 관련국가별 기관사 운용조직 비교	138
표 2-52. 관련국가별 기관사 운용현황 비교	138
표 2-53. 가동 차량수(천량)	144
표 2-54. 차량 생산성	144
표 2-55. 러시아 열차의 평균무게(톤)	144
표 2-56. 중국철도 기관차, 객차, 화차 보유량	147
표 2-57. 속도제어 범위	158
표 2-58. 노선별 신호시스템 적용	160
표 2-59. 북한철도의 신호방식	166
표 2-60. 북한철도의 신호방식	166
표 2-61. 각국 철도노선 신호시스템 조사 결과	169
표 2-62. 분야별 조사 계획	173
표 2-63. 노선별 연장거리	174
표 2-64. ERTMS/ETCS 구조	177
표 2-65. ERTMS 기능과 역할	177
표 2-66. Baseline 3 ETCS 운영모드 변경>	183
표 2-67. 국가간 연결기 제동시스템 호환 성능 검토	189
표 3-1. 일반적 통관 절차	245
표 3-2. 해관 업무 관련 부서 업무 분장	249
표 3-3. 중국 전자통관시스템 주요 항목	251
표 3-4. 중국 통관 기본 서류	252
표 3-5. 수출·입 서류	253
표 3-6. 중국 무역 종류별 통관 구비 서류	254
표 3-7. 중국 인증제도	256
표 3-8. 중국과 FTA 협정 통관 내역	258
표 3-9. 몽골의 통관지점 현황	260
표 3-10. 러시아 관세청 조직	267
표 3-11. 러시아 세관조직	267
표 3-12. 러시아 인증제도	272
표 3-13. 러시아 수출입 소요기간 및 비용	273
표 3-14. World Bank 평가 항목 및 측정 요소	276
표 3-15. 국가 별 수출 통관 비교	276
표 3-16. 국가 별 수입 통관 비교	277

표 3-17. 국가별 통관 관련 제도 비교	277
표 3-18. 국제 철도 연계 노선 현황	281
표 3-19. 각 수단별 화물 운송량	285
표 3-20. 주요 궤간변경 및 환적 지점	287
표 3-21. 자민우드 철도 CY 현황	291
표 3-22. 국가별 인프라 점수 및 순위 비교	294
표 8-23. 국제철도 노선별 특징	295
표 3-24. GNSS 사용 분야	298
표 3-25. GSM/CDMA에 비교	300
표 3-26. RFID 기반 물류 정보 조회	305
표 3-27. 외부연계시스템 주요 기능	307
표 3-28. 각 국가별 위치 추적 관련 LPI 점수	310
표 3-29. SCS 프로그램	318
표 3-30. 각 국가별 수입 기간과 비용 비교	325
표 3-31. 각 국가별 수출 기간과 비용 비교	326
표 3-32. 수입 서류 비교	327
표 3-33. 수출 서류 비교	328
표 3-34. 각 국가별 물류성과 평가	329
표 3-35. 남북철도 연계관련 추진경과	331
표 3-36. 기본합의서 목차(좌) 및 용어비교(우) 내용	332
표 3-37. 남북사이의 열차운행에 관한 기본합의서 부속서 주요내용	333
표 3-38. 철도차량 인도인수서 양식	334
표 3-39. 불량차량유치조서 양식	335
표 3-40. 위탁수리의뢰서 양식	336
표 3-41. 불량차량 등록부 양식	337
표 3-42. 남북 출입사무소 주요 역할	340
표 3-43. 남북 출입사무소 인원현황	340
표 3-44. 철도동선 물품 반출 절차	346
표 3-45. 철도동선 물품 반입 절차	346
표 3-46. 철도작업장 배치방법 비교	349
표 3-47. 에렌호트역 대차교환시설 작동 프로세스	373
표 3-48. 충청 ~ 유럽 간 국제화물철도 운행특성	375
표 3-49. 국경역 출입관리시설(C.I.Q.) 주요 업무내용	385
표 3-50. 주체별 역할과 업무 내역	394
표 3-51. 화물예약 업무내역	394
표 3-52. 화물적재 업무내역	395
표 3-53. 화통관리 업무내역	395
표 3-54. 도착화물관리 업무내역	396
표 3-55. 철도화물정보 분야별 관리항목	400
표 3-56. AIRCIS EDI 서비스 내역	412
표 3-57. 국가별 철도화물정보시스템 특성비교	417
표 3-58. 타 교통수단 화물정보시스템 특성비교	418
표 3-59. 철도화물 국경통과 프로세스	419

표 3-60. 철도화물 국경통과 프로세스별 업무정의	420
표 3-61. 입국심사업무 흐름도	420
표 3-62. 일반적인 통관절차	421
표 3-63. 국경역 통관업무 흐름도	422
표 3-64. 화물업무 흐름도	423
표 3-65. 화물운송장 등 관련서류 항목별 설명	432
표 3-66. 차량업무 흐름도	435
표 3-67. 출입관리시설(C.I.Q.) 개념도	435
표 3-68. 세관 수출·수입절차 개념도	436
표 3-69. 출입국관리 출국·입국절차 개념도	437
표 3-70. 수입검역절차 개념도	437
표 3-71. 출입관리시설(C.I.Q.) 최소요구시설	438
표 3-72. 기타 공공시설	439
표 3-73. 국제화물열차 화물정보시스템 기본정보항목	442
표 3-74. 국가별 철도화물정보시스템 특성비교	446
표 3-75. 타 교통수단 화물정보시스템 특성비교	447
표 3-76. 철도화물 국경통과 프로세스별 업무정의	448
표 3-77. 철도화물 국경통과 프로세스별 업무정의	448
표 3-78. 철송장 계획 검토대상 및 기본방향	453
표 3-79. 철송장 계획시 필요인자	454
표 3-80. 국내 CY 현황	456
표 3-81. ICD 현황	458
표 3-82. 의왕ICD 시설 규모	459
표 3-83. 주요 항만별 시설 현황 비교	459
표 3-84. 부산항 철도시설 현황	460
표 3-85. 신선대역 철도시설 현황	461
표 3-86. 부산신항 시설 현황	461
표 3-87. 철도화물운송의 수단적 특성 비교	464
표 3-88. 2036년 컨테이너 철성물동량	477
표 3-89. 영일신항 철송 크레인 주요 사양	484
표 3-90. 영일신항 철송장 기본계획	489
표 3-91. 철송장 산정기준 및 용어 해석	496
표 3-92. 철송장 소요 선로수 산정 예시	497
표 3-93. 철송장 1개 선로의 최대 처리능력 예시	498
표 3-94. 철송장 1개 선로의 연간 처리능력	498
표 3-95. 계획별 철송장 소요선로 산정	499
표 3-96. 철송장 하역능력 산정	499
표 3-97. 철송장 기준 1개 열차당 적재시간 산정	500
표 3-98. 화물근대화를 위한 적하장의 폭	502
표 3-99. 적하장의 높이 설정	503
표 3-100. 리치스태커 제원 예시	507
표 3-101. 컨테이너 최소·최대 공차율	508
표 3-102. 일반화물 최소·최대 공차율	509

표 3-103. 화차별 평균이동시간, 유치시간, 회전을	509
표 3-104. RTGC와 RMGC 비교	510
표 3-105. Reach Stacker 제원 및 사양	512
표 3-106. RTGC와 R/S의 비교	513
표 3-107. 국내 철송장 장비 운영사례	515
표 3-108. 설계속도에 따른 궤도의 중심간격	516
표 3-109. 광궤 간격 요약	518
표 3-110. 유라시아 국가의 궤간 현황(2)	519
표 3-111. 유라시아 주요국가 차량한계	520
표 3-112. 유라시아 주요국가 철도 궤간 및 축하중 현황	520
표 3-113. 유라시아 주요국 철도시설 현황	520
표 3-114. 국경구간 이종궤간 운행방안	521
표 3-115. 자민우드 철도CY 현황	526
표 3-116. 얼렌 환적야드 물류시설	528
표 3-117. 해외사례 분류	539
표 3-118. 이종궤간 극복기술별 특징 비교	543
표 4-1. 남한 및 분석대상국가의 존별 일반현황	566
표 4-2. 국내 무역항 현황	567
표 4-3. 2014년 기준 분석대상국가들에 대한 국내 무역항 별 수출입 이용현황	568
표 4-4. 남한 교역항구별 대상국가간 수출입 물동량	570
표 4-5. 중국 성별 지역내 총생산	571
표 4-6. 러시아 연방별 지역내 총생산	571
표 4-7. 연도별 남한과 대상국가간 교역량	573
표 4-8. 분석에 포함된 남한 및 북한 철도망	574
표 4-9. 주요 구간 연장 길이	581
표 4-10. 주요 항로 연장	582
표 4-11. 유라시아 진출 기업 이용노선 조사결과	583
표 4-12. 추정된 국가별 철도 일일 최대화물수송용량	589
표 4-13. 철도운임 변동에 따른 국가별 일관철도운송분담율 및 기준대비 증감율	597
표 4-14. 통관시간변화에 따른 국가별 일관철도운송분담율 및 기준대비 증감율	602
표 4-15. 환적시간변화에 따른 국가별 일관철도운송분담율 및 기준대비 증감율	606
표 4-16. 일관철도운송비율	610
표 4-17. 국제철도 협력기구 및 운송체계 현황	623
표 4-18. SMGS와 CIM의 협정 특성 비교	624
표 4-19. 최근 UNESCAP 주관 회의 내용 정리	635
표 4-20. 철도화물 운임체계 비교	641
표 4-21. 국가별 국제철도 협정 가입여부	643
표 4-22. 국제철도노선 현황	660
표 4-23. 해상과 TSR 노선 비교	662
표 4-24. 보스토치니항과 블라디보스톡 항 상세정보	663
표 4-25. 환급시 필요한 서류 내역	666
표 4-26. 특이사항 주요 사례	666
표 4-27. 노선별 운임 및 리드타임	667

표 4-28. Suzhou → Poland, Mlawka까지 노선별 비용과 리드타임	668
표 4-29. TCR 도난 사례	671
표 4-30. 물류비용 최적화 내용	673
표 4-31. 통관절차 간소화 방안	674

<그림 차례>

그림 1-1. 유라시아 이니셔티브와 실크로드 익스프레스(SRX)	39
그림 1-2. 남북 철도 연결 및 유라시아철도 연계를 위한 단계별 북한철도현대화 시나리오	43
그림 1-3. 남북 및 유라시아철도 네트워크 구축 전략	44
그림 1-4. 남북 및 유라시아철도 상호호환 및 연계 기술	49
그림 2-1. 몽고의 15개 전략 광산지대	59
그림 2-2. 중국의 중장기 철도망 계획	67
그림 2-3. 중국의 중장기 국제철도 건설계획	68
그림 2-4. 몽고정부의 철도건설 확충 계획	78
그림 2-5. 몽고철도 및 도로운송 비율	79
그림 2-6. 카자흐스탄 철도망	86
그림 2-7. 시베리아 횡단철도 노선도	91
그림 2-8. TCR 노선	95
그림 2-9. 몽고의 주요 간선 철도	102
그림 2-10. 몽고철도 운송현황	103
그림 2-11. TMGR 노선도	104
그림 2-12. TMGR 국제화물열차 운행 소요시간	109
그림 2-13. 북한의 기술역 현황	113
그림 2-14. 카자흐스탄의 국제철도연결 노선	117
그림 2-15. «Dostyk»와 «Altynkol» 역 사진	118
그림 2-16. 러시아철도공사 조직도	123
그림 2-17. 중국의 철도조직 현황	125
그림 2-18. 중국철도총공사의 조직도	125
그림 2-19. 중국 기관차사무소 위치	126
그림 2-20. 몽고 철도청 조직도	127
그림 2-21. 몽고의 기관사 운영 조직도	128
그림 2-22. BTZ의 기관사 운용시스템	128
그림 2-23. 북한의 지역철도관리국 현황	131
그림 2-24. 기관차승무사업소 배치 현황	134
그림 2-25. 동력차 행로표 예시(원강선 차량운행로표)	135
그림 2-26. 한국철도공사 기관사 승무사업다이아 예시	137
그림 2-27. 남한의 화차	141
그림 2-28. 북한의 기관차	142
그림 2-29. 북한의 객차	142
그림 2-30. 북한의 화차	143
그림 2-31. Flatcars(TRANSMASHHOLDING)	145
그림 2-32. Gondola car 12-3090 (TRANSMASHHOLDING)	146
그림 2-33. Hoppers(TRANSMASHHOLDING)	146
그림 2-34. Covered Wagons(북차집단)	148
그림 2-35. Hopper Wagons(북차집단)	149
그림 2-36. Flat Wagons(북차집단)	150
그림 2-37. Side Dump Wagons(북차집단)	151
그림 2-38. Tank Wagons(북차집단)	152

그림 2-39. Tank Wagons(북차집단) - 계속	153
그림 2-40. Special Wagons(북차집단)	154
그림 2-41. Special Wagons(북차집단) - 계속	155
그림 2-42. Covered Wagons(남차집단)	156
그림 2-43. 신호현시 계통도	158
그림 2-44. 열차속도 패턴	159
그림 2-45. 이동폐색 원리	161
그림 2-46. 신호제어설비 현황	167
그림 2-47. 각 국의 신호체계>	176
그림 2-48. ERTMS-Level-1 개요도>	178
그림 2-49. ERTMS Level-2 개요도>	179
그림 2-50. ERTMS Level-3 개요도>	179
그림 2-51. Baseline 공정표	181
그림 2-52. Baseline 지원활동 계획	182
그림 2-53 한국 연결기 충격감쇄 시스템 및 자동연결기 작동원리	189
그림 2-54. 화차 제동시스템 구성도	190
그림 2-55. KFR-3형 삼동밸브	199
그림 2-56. KRF-3 삼동밸브 부분 단면상태	202
그림 2-57. 파이프 브라켓 분해도	202
그림 2-58. 제어밸브 분해도	203
그림 2-59. 제어밸브 분해도	204
그림 2-60. 주막판 조립체 분해도	205
그림 2-61. 영공 중계밸브 분해도	206
그림 2-62. 급기 및 감압유지 밸브 분해도	207
그림 2-63. 충기억제 지연밸브 분해도	208
그림 2-64. 차단코트 분해도	209
그림 2-65. 자동완해밸브 분해도	210
그림 2-66. 연결기 외관	221
그림 2-67. 상작용식 연결기의 내부구조	222
그림 2-68. 요크	223
그림 2-69. 고무안전기 조립상태	223
그림 2-70. 완충기 키	224
그림 2-71. 리테이너	225
그림 2-72. 리테이너 토크	225
그림 2-73. 샹크 가이드	226
그림 2-74. 요크 가이드	226
그림 2-75. 스트라이커	227
그림 2-76. 해방레버	227
그림 2-77. CA-3, 3M 자동 연결기 운반 장치s 비파괴 검사 영역	229
그림 2-78. CA-3 자동 연결기 요크 비파괴 검사 영역	229
그림 2-79. CA-3M 자동 연결기 요크 비파괴 검사 영역	230
그림 2-80. 가변형 연결기(정면뷰)	242
그림 2-81. 가변형 연결기(우측뷰)	242

그림 2-82. 가변형 연결기(평면뷰)	243
그림 2-83. 가변형 연결기 실물 scale 목업	243
그림 2-84. 가변형 연결기 1:3 축소모형 한국형 연결기 결합 모습	244
그림 2-85. 가변형 연결기 1:3 축소모형 러시아 연결기 결합 모습	244
그림 3-1. 통관의 기본 절차	246
그림 3-2. 수입화물 통관 절차	248
그림 3-3. 수출화물 통관 절차	248
그림 3-4. 해관 기구 설치 모델	250
그림 3-5. 중국 통관 절차	250
그림 3-6. 몽골 내륙 운송 환적 지점	261
그림 3-7. 몽골 육로 운송 네트워크 현황	261
그림 3-8. 몽골의 주요 수출·입 경로	262
그림 3-9. 몽골 관세국 조직도	263
그림 3-10. 몽골 세관 수속절차	264
그림 3-11. 러시아 통관 절차	269
그림 3-12. 인증절차도	271
그림 3-13. 화물 포트와 터미널에서 환적	278
그림 3-14. 환적 화물 처리 Process	280
그림 3-15. 대륙철도 현황	281
그림 3-16. 국경역 통관 절차	283
그림 3-17. 렌윈강항 조감도	286
그림 3-18. 중국과 몽골의 국경역 환적 지역	288
그림 3-19. 몽골 - 중국 국경 환적 절차	289
그림 3-20. 자우민드 컨테이너 터미널	291
그림 3-21. 블라디보스톡 항 환적 구역	292
그림 3-22. 블라디보스톡 광물 환적	292
그림 3-23. 보스초티니항 현황	293
그림 3-24. GNSS 3가지 구성 요소	297
그림 3-25. GCTS의 시스템 개요	300
그림 3-26. 국가 항만/내륙물류에 대한 RFID 이용국가	301
그림 3-27. 한진 수출·입 컨테이너 화물 추적	302
그림 3-28. 국가물류통합정보센터 시스템 개념도	303
그림 3-29. 국가물류통합정보센터 제공 서비스	304
그림 3-30. Hazardous Goods Monitoring and Control System	308
그림 3-31. 위치 추적 시스템(RailTrace)	308
그림 3-32. 물류 보안 대책 마련과 실효성	315
그림 3-33. 로테르담 항으로 연결되어 있는 철로에 설치되어 있는 Rapiscan사의 x-ray 스캐너	321
그림 3-34. 남북간 철도연결 및 국경역 현황	338
그림 3-35. 남북간 출입사무소 현황	339
그림 3-36. 남북간 출입사무소 현황(좌 : 도라산, 우 : 제진)	339
그림 3-37. 출경, 입경자 세관절차	341
그림 3-38. 화물 세관절차	341
그림 3-39. 북한 방문증명서	342

그림 3-40. 화물 세관절차	342
그림 3-41. 제진역 출입관리시설(C.I.Q.) 토지이용계획도	343
그림 3-42. 제진역 출입관리시설(C.I.Q.) 철도 동선계획	347
그림 3-43. 제진역 컨테이너야드 계획	348
그림 3-44. 제진역 철도작업장 평면 및 단면 예시	349
그림 3-45. 철도 C.I.Q. 건축계획	350
그림 3-46. 화물인계서(중국 단둥 → 북한 신의주)	356
그림 3-47. 차량인계인수서(중국 단둥 → 북한 신의주)	357
그림 3-48. 불량차량등록서	358
그림 3-49. 열차조성순서표(중국 단둥 → 북한 신의주)	360
그림 3-50. 화물운송장	361
그림 3-51. 연운차량인계인수차량표(중국 단둥 → 북한 신의주)	366
그림 3-52. 위탁수리 의뢰서	367
그림 3-53. 불량개소 조서	368
그림 3-54. 폐차·대차차량 수리의뢰서	369
그림 3-55. 철도용 화물 X-RAY 예시	371
그림 3-56. 자민우드역 야드현황 및 개발개념도	372
그림 3-57. 충칭 ~ 유럽 간 국제화물철도 운행 경로	374
그림 3-58. 중국 ~ CIS 간 국제철도 연계구간	376
그림 3-59. 중국 ~ CIS 간 국제화물철도 운행 경로	376
그림 3-60. 중국 ~ CIS 국가간 철도화물 운송장 사본	377
그림 3-61. 러→몽→중 VS 중→몽→러간 화물열차 운행시간 비교	378
그림 3-62. 국제화물열차 운행시간에 미치는 항목별 영향도	379
그림 3-63. 나진~하산 철도노선 및 4선 복합궤 현황	381
그림 3-64. 러시아 철도화물 정보시스템 개념도	387
그림 3-65. 몽골 철도화물 정보시스템 개념도	388
그림 3-66. 몽골철도 철도정보시스템 개선방향	390
그림 3-67. RITS 개념도(중국)	391
그림 3-68. TCR 철도화물의 Trancing Report	392
그림 3-69. XROIS 초기화면(좌)과 열차운행상황 모니터링 화면(우)	393
그림 3-70. 철도물류정보서비스 개념도	397
그림 3-71. 열차운행계획 화면	398
그림 3-72. 차량정보 화면	398
그림 3-73. 컨테이너 위치정보 화면	399
그림 3-74. 컨테이너 정보 화면	399
그림 3-75. PLISM 기본 개념도	403
그림 3-76. PLISM Web Page	403
그림 3-77. PLISM 서비스 개요	404
그림 3-78. 항만 수출입 물류 프로세스 개념도	406
그림 3-79. 컨테이너 수입업무 프로세스	406
그림 3-80. 컨테이너 수출업무 프로세스	407
그림 3-81. AIRCIS 개발배경	408
그림 3-82. AIRCIS 개념도	409

그림 3-83. AIRCIS와 포워더간 화물정보 연계개념	410
그림 3-84. 포워더, AIRCIS, 항공사간 화물정보 연계개념	411
그림 3-85. 항공화물정보 연계개념	411
그림 3-86. UPU EDI 개념도	413
그림 3-87. UPU EDI 정보흐름 상세 개념도	416
그림 3-88. 통관신고서 양식	422
그림 3-89. 화물운송장(앞장)	424
그림 3-90. 화물운송장(뒷장)	425
그림 3-91. 운송요금 청구서(앞장)	426
그림 3-92. 운송요금 청구서(뒷장)	427
그림 3-93. 화물인계서(앞장)	428
그림 3-94. 화물인계서(뒷장)	429
그림 3-95. 화물 도착 통지서(앞장)	430
그림 3-96. 화물 도착 통지서(뒷장)	431
그림 3-97. 국제화물열차 화물정보시스템 개념도	443
그림 3-98. 국제화물열차 화물정보의 주체 간 전송 관계도	449
그림 3-99. 철도 운송 터미널의 기본적인 구조	455
그림 3-100. 부산신항 컨테이너 부두 조성현황	462
그림 3-101. 부산신항 북철송장역 선로배치도	462
그림 3-102. 철도운송경로	463
그림 3-103. 컨테이너 화물 흐름도	463
그림 3-104. 컨테이너 통행거리별 수단분담률	465
그림 3-105. 비컨테이너 통행거리별 수단분담률	465
그림 3-106. 광양항 위치도	470
그림 3-107. 광양항 철송장 #1 단면도	471
그림 3-108. 광양항 철송장 #2 단면도	471
그림 3-109. 광양항 철송장 #2 설치 전경	471
그림 3-110. 부산신항만 북철송장 배선약도	475
그림 3-111. 부산신항만 북철송장 야드 단면	475
그림 3-112. 부산신항만 북철송장 전체 전경	476
그림 3-113. 부산신항만 철송장 #1 전경	476
그림 3-114. 부산신항만 철송장 #2 전경	476
그림 3-115. 부산신항만 철송장 #2 크레인 전경	476
그림 3-116. 울산신항 철송장 배선현황(기본계획 수립내용)	483
그림 3-117. 울산신항 철송장 설치단면도	483
그림 3-118. 영일신항 철송 크레인	484
그림 3-119. 영일신항 철송장 배선계획	490
그림 3-120. 영일신항 철송장 설치단면도	490
그림 3-121. 수분하역 환적 개념도	491
그림 3-122. 수분하역 하역장비	491
그림 3-123. 프랑스(Cerbrere)-스페인(Port Bou) 국경역 배선약도	493
그림 3-124. 적하장의 단면	503
그림 3-125. 리치스태커 사용 예	506

그림 3-126. 교형크레인 설치 도면	511
그림 3-127. T/T 크레인	511
그림 3-128. 여러 종류의 Reach Stacker	512
그림 3-129. T/T와 R/S	513
그림 3-130. 야드 샤시(Yard Chassis)	513
그림 3-131. 야드 트랙터(Yard Tractor)	514
그림 3-132. 톱 핸들러(Top Handler)	514
그림 3-133. 해외 철송장 장비 운영사례	515
그림 3-134. TSR, TCR, TMGR, TMR 노선	519
그림 3-135. 유라시아 국가의 궤간 현황(1)	519
그림 3-136. 자민우드(몽골)~중국(에렌후트) 국경통과시 대차교환방식	521
그림 3-137. 자민우드(몽골) ~ 중국(에렌후트) 화물환적 방식	522
그림 3-138. 화물환적 개념도	524
그림 3-139. 몽골-중국 국경환적 흐름	526
그림 3-140. 국경통화 화물환적 소요시간	527
그림 3-141. 얼렌 환적 통관 절차	527
그림 3-142. 중국 알라산커우 환적 과정	529
그림 3-143. 카자흐스탄 도시틱 환적 통관절차	530
그림 3-144. 중국 엘렌하오터 전경	532
그림 3-145. 몽고 자민우드 전경	532
그림 3-146. 중국 만저우리 전경	534
그림 3-147. 러시아 자바이칼스크	535
그림 3-148. 중국 알라타우파스 전경	536
그림 3-149. 카자흐스탄 드루즈바 전경	537
그림 3-150. 중국 수이페이 전경	538
그림 3-151. 캡슐-튜브식 운송 시스템>	541
그림 3-152. LIM방식 운송 시스템>	541
그림 3-153. 고무바퀴식 운송 시스템	542
그림 3-154. 엘렌후트(중) 대차교환시설	544
그림 3-155. 대차교환 프로세스 flow chart (광궤 > 표준궤)	545
그림 3-156. 대차교환 Turn Table 기술 개념도 (좌/우)	552
그림 3-157. Sliding Stopper 열림상태(좌) Sliding Stopper 닫힘 상태(우)>	552
그림 3-158. 표준궤 대차 적용상태 (좌, 한국/중국) 광궤 대차 적용상태 (우,러시아)	553
그림 4-1. 연구의 공간적 범위	564
그림 4-2. 중국 및 러시아의 존 세분화	565
그림 4-3. 분석 대상 국가들과 교역이 이루어지는 국내 항구	569
그림 4-4. 남북 철도네트워크	575
그림 4-5. 북한의 간선철도망과 대륙철도 연계노선	576
그림 4-6. 시베리아 횡단철도 노선도	577
그림 4-7. 중국 횡단철도의 노선	578
그림 4-8. 몽골종단 철도 노선도	579
그림 4-9. TMR 노선 및 중국내 주변 철도	580
그림 4-10. 남북한과 주요분석대상국가간의 철도망	581

그림 4-11. 남한과 해상교역이 발생하는 중국과 러시아의 주요 항만	582
그림 4-12. 일반화비용만을 고려하였을시 남한과 분석대상국가 권역별 일관철도운송분담률	590
그림 4-13. 일반화 비용 기준에 따른 중국 권역별 일관철도운송 분담도	591
그림 4-14. 일반화 비용 기준에 따른 러시아 연방별 일관철도운송 분담도	592
그림 4-15. 철도수송용량 허용률에 따른 남한과 분석대상 국가별 일관철도운송 분담률	593
그림 4-16. 철도수송용량 허용률에 따른 철도분담률 변화	594
그림 4-17. 철도수송용량 허용률에 따른 중국 권역별 일관철도운송 분담도	595
그림 4-18. 철도수송용량 허용률에 따른 러시아 권역별 일관철도운송 분담도	596
그림 4-19. 철도운임 변동에 따른 남한과 분석대상국간의 일관철도운송분담률	598
그림 4-20. 철도운임 변동에 따른 분석대상국가 세부존 별 일관철도수송분담률	600
그림 4-21. 철도통관시간 변동에 따른 남한과 주변국가들간의 일관철도운송분담률	603
그림 4-22. 철도통관시간 변동에 따른 분석대상국가 세부존 별 일관철도수송분담률	604
그림 4-23. 철도환적시간 변동에 따른 남한과 주변국가들간의 일관철도운송분담률	607
그림 4-24. 철도환적시간 변동에 따른 분석대상국가 세부존 별 일관철도운송분담률	608
그림 4-25. OSJD 조직도	618
그림 4-26. OTIF조직체계	622
그림 4-27. CIT 조직도	630
그림 4-28. 아시아 횡단철도(TAR) 노선	634
그림 4-29. 국제철도 노선	661
그림 4-30. TSR 노선	661
그림 4-31. 한국 연계 항만	662
그림 4-32. 통관 절차	665
그림 4-33. 국제철도운송 Route	667
그림 4-34. Suzhou → Poland, Mlawa	668
그림 4-35. TSR 운송구간 상세도	669
그림 4-36. TCR 노선 현황	670
그림 4-37. TCR Process	671
그림 4-38. TCR 운송 구간 상세도	672
그림 4-39. TMR 운송 구간 상세도	672
그림 4-40. TCR과 TSR Railway Bill 비교	674
그림 4-41. TSR 및 TCR SEAL 규정	675