

보안과제(), 일반과제(○) / 공개(), 비공개(○)
국토교통기술사업화 지원사업 최종보고서

R&D / 15TBIP-C092264-01

화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 국산화 개발 최종보고서

2017. 6. 1.

주관연구기관 / (주)재영테크
협동연구기관 / LS전선(주),
한국전기산업기술연구조합
위탁연구기관 / 한국철도공사

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 국산화 개발’(연구개발 기간 : 2015.4.26. ~ 2017. 4.27.) 과제의 최종보고서 10부를 제출합니다.

2017 . 6. 1

주관연구기관명 : (주)재영테크	(대표자) 김용범 (인)
참여연구기관명 : LS전선(주)	(대표자) 명노현 (인)
참여연구기관명 : 한국전기산업기술연구조합	(대표자) 장세창 (인)
위탁연구기관명 : 한국철도공사	(대표자) (인)

주관연구기관책임자: 김연원
참여연구기관책임자: 배상준
참여연구기관책임자: 강용진
위탁연구기관책임자: 이병곤

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	15TBIP-C0922 64-01	해당 단계 연구 기간	2015.4.26.~ 2017.4.27	단계구분	TRL9 / TRL9
연구사업명	중사업명	국토교통기술사업화 지원사업			
	세부사업명	화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 국산화 개발			
연구과제명	대과제명				
	세부과제명	화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 국산화 개발			
연구책임자	김연원	해당단계 참여 연구원 수	총: 35 명 내부: 10 명 외부: 25 명	해당단계 연구개발비	정부:407,000천원 기업:407,000천원 정부 외: 천원 계:814,000천원
		총 연구기간 참여 연구원 수	총: 35 명 내부: 10 명 외부: 25 명	총 연구개발비	정부:817,000천원 기업:817,000천원 정부 외: 천원 계:1,634,000천원
연구기관명 및 소속 부서명	(주)재영테크 연구소			참여기업명 LS전선(주) 한국전기산업기술연구조합	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:한국철도공사			연구책임자:이병곤	
요약				70	

요약문

연구의 목적 및 내용	• 화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 개발 및 평가 - 국산화 개발 및 제작 (국산화율 90% 이상) - 부품 특성 시험 및 설치적합성 평가 - TEST BED 구축 및 종합시운전 - 운용 시험 및 효율성 검증 • 표준화 - 시스템 사양(안) 및 유지보수(안) 수립				
연구개발성과	• 화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템 개발 - 주요 구성품 국산화 개발 (국산화율 93%) - 부품 제작 및 공인기관 시험 - TEST BED 구축 (옥천역) - 종합 시운전 및 운용 시험 (입환생략모델 구현) • 표준화 - 시스템 사양(안) 및 유지보수(안) 수립 - 한국전기산업진흥회 단체표준 제안				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	• 국내 신규 및 개량 화물취급선 적용 - E&S 시스템 (입환생략모델)과 연계 - 컨테이너 취급역 중 전철화 구간 7개역 우선 대상 • 기대효과 - 국가철도교통 물류비 절감 - 디젤기관차를 전기기관차로 대체 함으로써, CO2 저감 및 환경 오염 방지 - 수입 대체 및 기술 수출				
핵심어 (5개 이내)	철도 운송	컨테이너야드	물류	이동식전차선	입환생략

SUMMARY

Purpose & Contents	• Development & Test of Movable Overhead Rigid Catenary for Container Yards - Localization Development & Manufacturing (Localized Ratio : above 90%) - Products Test and Installation Compatability Test - Building a Test-Bed & Comprehensive Commissioning - Operating Test & Efficiency Verification • Standardization - Making Drafts of System Specification & Maintenance Manual				
Results	• Development of Movable Overhead Rigid Catenary for Container Yards - Main Part Localization Development (Localized Ratio : xx%) - Manufacturing Parts & 3rd Party Test - Building a Test-Bed (Okcheon Station) - Comprehensive Commissioning & Operating Test (Implementation of E&S System) • Standardization - Drafts of System Specification & Maintenance Manual - Draft of KOEMA(Korea Electrical Manufacturing Association) Standard				
Expected Contribution	• Applying to New & Modified Container Yards in Korea - Connection with E&S System - 7 Priority Target among Electrified Container Yards • Expected Benefit - Reducing National Railroad Transportation logistics Expense - Upon Replacing a Diesel Locomotive with Electric Locomotive, Low CO₂ & Air Pollution - Import Substitution & Export Technology				
Keywords	Railroad Transportation	Container Yard	Logistics	Movable Overhead Rigid Conductor System	E&S

CONTENTS

1. Overview of R&D Project	8
2. Domestic & International Technology Developments	9
3. Research Contents and Achievements	12
4. Goal Achievement and Contribution of Related Field	58
5. Plan to Use R&D Achievements	60
6. Collected Overseas Science & Technology Information during Research ...	65
7. Security rating of R & D achievement	67
8. Research Facilities & Equipment Registered in the NTIS(National Science & Technology Information System)	67
9. Performance of Safety Work in laboratories during R&D Project	68
10. Representative Research Achievements in R&D Project	69
11. Etc	69
12. References	69

목 차

1. 연구개발과제의 개요	8
2. 국내외 기술 개발 현황	9
3. 연구 수행 내용 및 성과	12
4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도	58
5. 연구개발성과의 활용 계획	60
6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보	65
7. 연구개발성과의 보안등급	67
8. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 · 장비 현황	67
9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적	68
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적	69
11. 기타 사항	69
12. 참고 문헌	69

제1장. 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

- 가. 이동식전차선 시스템(Movable Catenary System)은 상시 가압되어 있는 전차선 설비를 회전 또는 슬라이딩 방법으로 위치를 변경시키는 설비로, 전차선로를 분리 이동시켜, 작업을 위한 안전 공간 확보 및 전차선로 횡단 통행을 가능토록 함.
- 나. 이동식전차선 시스템은 주로 전기철도 차량기지의 검수고에서 차량 상부의 작업을 위해 적용되고 있으며, 국내를 포함하여 프랑스, 스페인, 독일, 일본 등에서는 급전방식, 차량 형식 등의 다양한 요소를 고려한 독자적인 형식의 이동식전차선 시스템을 개발하여 설치 운영하고 있음.
- 다. 이동식전차선 시스템은 구동 방식에 따라 회전형, 횡행 슬라이딩형, 주행 슬라이딩형, 오픈(Lifiting)형이 있으며, 철도차량 기지용은 주로 회전형이 적용되고 있음.
- 라. 항만 철송장, 역사 철송장, 컨테이너 내륙 통관기지 철송장에 전기기관차의 입환을 위해서는 철송장내에 전차선로를 설치하여야 하는데, 고정 전차선로가 있으면, 갠트리 크레인 또는 리치스태커 등으로 컨테이너 상하역 작업을 할 수 없으나, 화물취급선(CY선)용 이동식전차선 시스템을 설치하면, 컨테이너 운송 전기기관차가 진입, 리치스태커 혹은 크레인을 사용한 컨테이너 상하역 작업이 가능함.
- 마. 전기 기관차로 입환이 가능하므로, 별도의 입환용 디젤기관차가 불필요하고, 물류기지에서의 컨테이너 상하차 과정이 단순화되어 물류 처리 시간 단축이 가능하며, E&S (Effective & Speedy Container Handling System:정거장 입환 생략모델) 구현이 가능하여 화물 취급량 증가 및 물류비용 절감이 가능함.
- 바. 철도화물수송의 운송서비스 향상을 위한 운송 시간 단축 및 운송운임 인하 등을 위해서, 효율적인 컨테이너 운송방안 수립의 필요성이 제기 되었으며, 특히 컨테이너 취급시설의 운송 경쟁력 향상을 위한 개선이 필요함
- 사. 국내에서도 E&S 도입을 계획하고 있으며, E&S 구현을 위한 대안으로 본 연구를 통해 개발된 화물취급선용 이동식전차선 시스템이 활용 가능하며, 이단적재차량, 피기백 방식(화물열차의 대차위에 트레일러나 트럭에 컨테이너를 함께 적재하여 운송하는 방식)을 적용하고 있는 해외에 이동식전차선 시스템을 활용한 E&S 시스템을 수출 가능함

2. 연구개발의 필요성

- 가. 철도화물 물류비 절감을 위하여 전기기관차 운송이 가능하도록 최적설비 구축
- 나. 환경오염 저감을 위하여 디젤기관차의 철도 화물 운송에 대한 대체운송수단으로서 전기기관차 활용을 위한 시스템 구축.
- 다. 전철화 시대의 전기기관차 활용 불가피성에 대한 대안으로써 화물취급선 이동식전차선의 연구개발 필요성 대두
- 라. 철도기술 선진화로 철도기술 수출여건을 조성 국익에 이바지
- 바. 철도물류의 증대에 따른 물류처리의 신속화가 가능한 E&S(입환생략모델) 기반구축

3. 연구개발 범위

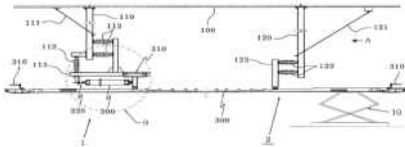
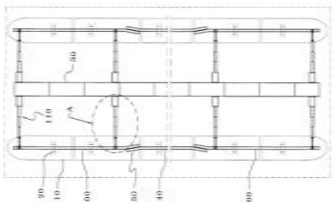
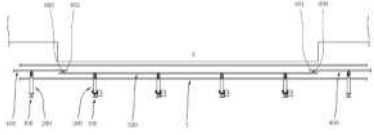
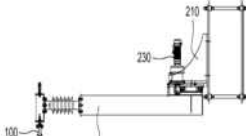
- 가. 요구 사양 및 기능 검토
 - 나. 설계 및 제작
 - 다. 시험 및 설치
 - 라. 종합시험 및 시범운영
 - 마. 효율성검증
 - 바. 평가보고서 작성
-

제2장. 국내외 기술 개발 현황

1. 기술 동향 분석 및 사업화 전망

가. 기술 동향 분석

국내 이동식전차선 시스템의 지적재산권은 횡행 슬라이딩 방식과 주행 슬라이딩 방식, 회전형 브래킷 취부에 관련한 사항으로 차량기지 및 건널목에 적용하는 시스템에 관한 특허가 있으며 주권기관이 보유한 특허는 철도 물류 효율 향상을 위한 컨테이너 상하역이 가능한 특허 임.

No.	특허 번호	명칭	특허 권자	출원일 (만료일)	요약
1	100 728 467 000 0	건널목이식 전차선	대우엔지니어링 / 엔트란	2005 년 11 월 22 일 (2025 년 11 월 22 일)	건널목의 이동식 전차선에 관한 것으로, 그 목적은 건널목 구조에 배치되는 전차선이 평상시에는 건널목의 좌우측으로 이동되어 ; 목 구간으로부터 제거되며, 열차의 운행시에만 건널목 구간으로 치되어 열차의 운행이 가능하도록 하는 건널목의 이동식 전차선 제공하는 것이다. 
2	100 939 040 000 0	고전선조스 수장장치	김연원	2009 년 11 월 06 일 (2029 년 11 월 05 일)	검수고 내부에 가설된 전차선에 장력을 부여하기에 적합한 구조장력조절시스템이 제공된다. 
3	100 940 767 000 0	평행이동식 전차선	강이엠테크 / 김연원	2009 년 11 월 02 일 (2029 년 11 월 02 일)	수평 평행이동식 전차선 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로 이동 공간을 최소화하고 구조적 안정성과 내구성을 향상시킬 수 있도록 전차선을 수평으로 평행이동시킬 수 있는 신축수단을 마련한다. 
4	100 977 745 000 0	기열을한이운용식전차선 전차선 화물용컨테이너반이전차선	(주)재영테크	2009 년 12 월 28 일 (2029 년 12 월 28 일)	전기 화물열차를 이용한 컨테이너 운반용 이동식 전차선 시스템에 관한 것 
5	101 030 868 000 0	이동식 전차선	대우엔지니어링	2010 년 12 월 31 일 (2030 년 12 월 31 일)	이동식 전차선에 관한 것으로, 그 목적은 이동식 전차선이 설치 구조물의 구조 오차를 보정하기 위한 구조를 

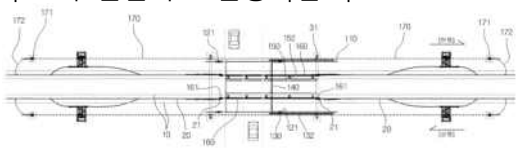
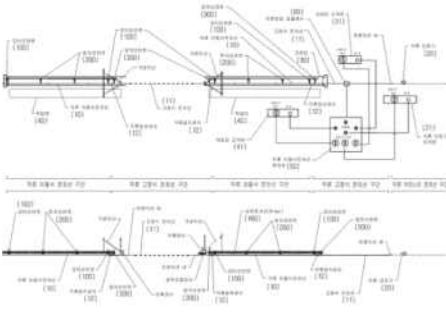
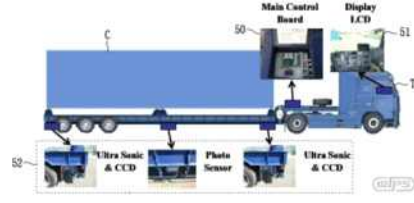
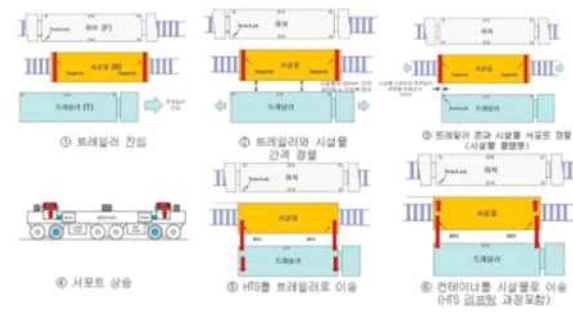
6	101 466 354 000 0	개 트 리 형 형 동 이 식 전 차 선	김연원	2014 년 09 월 12 일 (2034 년 09 월 12 일)	갠트리형 건널목 이동식 전차선에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 구조가 간단하고 안정적인 구조 
7	102 014 004 426 7	직 류 전 차 선 기 시스템	강이엠테크 / 김연원	2014 년 04 월 14 일 (2034 년 4월 14일)	직류 전기철도 이동식 전차선 시스템에 관한 것으로, 더욱 구체적으로는 직류 누설전류를 방지하고 절연강도를 유지하면서 절연이격 거리를 감소시킬 수 있도록 하여 직류 전기철도 이동식 전차선 시스템이 제공된다. 
9	114 035 4	컨 테 이 너 로딩 / 언로딩 시스템	동아대학교산학협력단, (주)범창중합기술	2010 년 08 월 13 일 (2030 년 08 월 13 일)	본 발명은 컨테이너의 로딩/언로딩 시스템의 수평이송부를 통하여 화차로부터 트레일러에 또는 트레일러로부터 화차에 컨테이너를 로딩/언로딩하는 과정에서 화차-트레일러 정렬 정확도를 높일 수 있도록 한 컨테이너의 로딩/언로딩을 위한 위치 인식 시스템에 관한 것 
10	133 915 5	시 구 컨 터 평 송 스 이 컨 터 평 송 법 실 동 테 템 용 테	동아대학교산학협력단, (주)범창중합기술	2011 년 09 월 29 일 (2031 년 09 월 29 일)	본 발명은 화차(F)와 트레일러(T) 사이에 컨테이너 이재를 위한 구동형 시설물(B)(buffer)을 설치하여 시설물 구동을 통해 화차(F)와 트레일러(T) 사이의 컨테이너 이재가 효율적이면서도 안정적으로 이루어질 수 있도록 하기 위한 것 

표 1. 기술동향

나. 사업화 전망

철도노선과 연결되어 있는 주요 물류시설로서 CY는 오봉, 부산진, 태금, 군산 등 33개소, CFS는 오봉, 부산진, 신창원 4개소, 양회싸이로는 수색, 신탄진, 약목, 북전주 등 37개소, 지류센터는 성북, 온산, 진주 등 33개소, 자동차하치장은 성북과 울산 2개소, 철강기지는 의왕과 오봉 2개소, 철강하치장은 신창원과 인천 7개소, 광석창고는 동해 4개소, 지류센터 8개소, 무연탄기지 23개소, 군화물기지 22개소가 전국에 조성되어 운영중.

화물취급선용 이동식전차선 시스템이 필요한 곳은 전국적으로 175개소로 필요 개소에 각각 1개의 시스템이 적용된다고 했을 경우, 시장 규모는 대략 1,750억원~2,625억원 수준임.

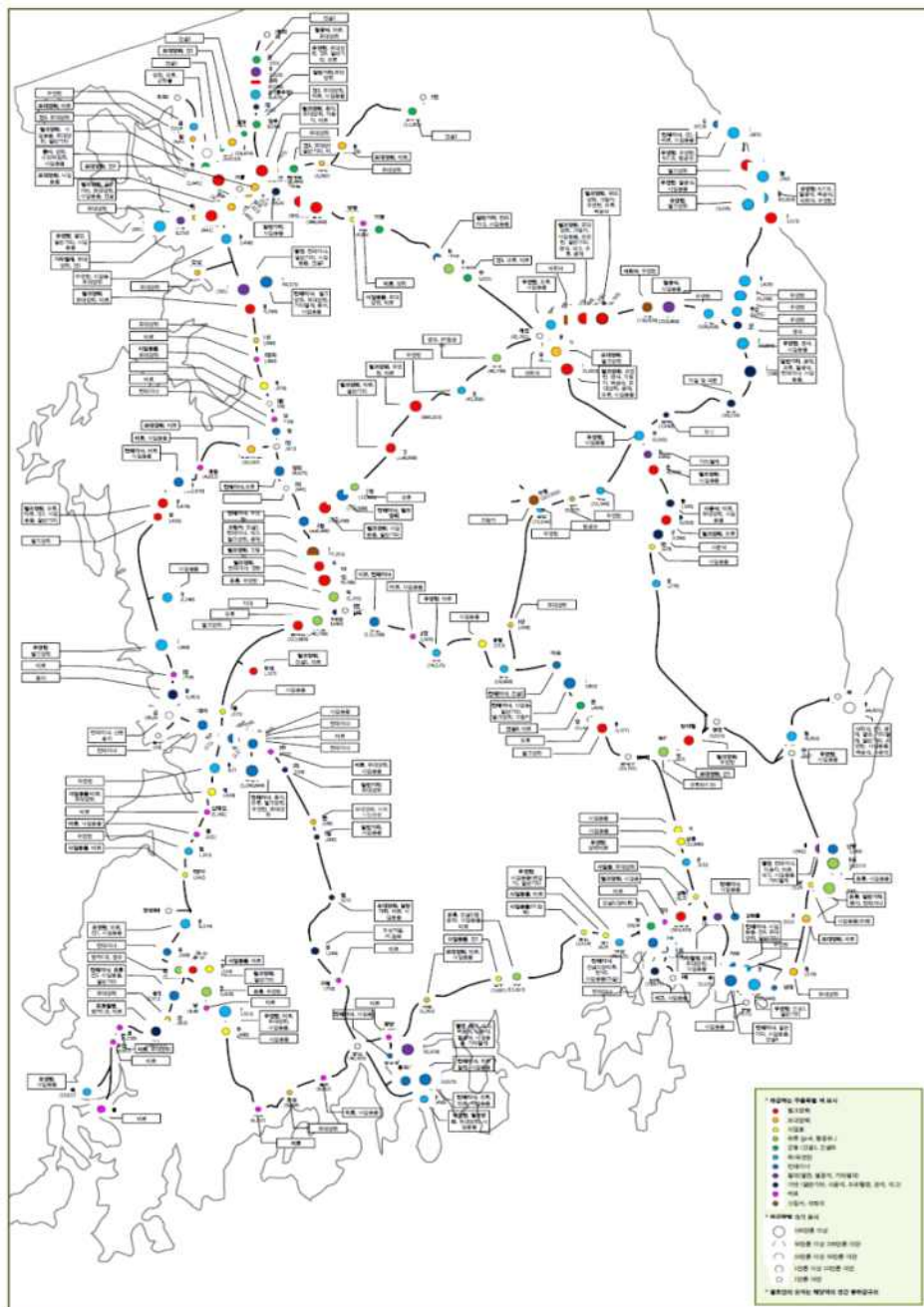


그림 1. 노선별 화물취급역 현황

제3장. 연구 수행 내용 및 성과

구분 (연도)	세부과제명	세부연구목표	연구개발 수행내용	연구결과
1차 년도 (2015. 4.26.~ 2016.4. .27)	이 동 식 전 차 선 Test-Bed설치	Test-Bed설치장소 선정	T/B 후보지 현장조사	충북 “옥천역” 최종선정
		T/B 적용 시스템 설계	T/B 현장 정밀조사	T/B제작/시공 도면 작성
	시 스템 보 호 장 치 개발	컨테이너 간섭검지	제작설치 & 공장시험	초음파 장치 설계적용
		전차선 가압상태 검지	제작설치 & 공장시험	유도전압 검지장치 적용
		열차정위치 검지	제작설치 & 공장시험	RADAR 장치 설계적용
		판토타이프 검지	제작설치 & 공장시험	LASER 장치 설계적용
	브래킷 및 지지클 램프 개발	지지하중 안전성 검증	공장시험설비 설치 & 공인 기관 시험의뢰	공인기관 시험성적서
	운영효율성 평가	현재 운영효율성 조사	위탁기관(코레일)	검토보고서
		유지보수 매뉴얼	위탁기관(코레일)	검토보고서
	표준화추진	검토보고서	▫기술자료 수집	▫단체표준(안) 마련 : 1종
		▫사업화 지원	▫자문위원회 구성 및 운영 ▫수행책임자 회의개최	▫자문위원회 회의 : 2회 ▫수행책임자 회의 : 6회
2차 년도 (2016. 4.26.~ 2017.4. .27)	이 동 식 전 차 선 Test-Bed설치	Test-Bed 구축	이동식전차선 설치	검사성적서(전차선로, 금구)
		CY선 이동식전차선시스 템 신기술 신청	시스템 신기술신청(1)	-
	이동식전차선성능	전차선 이동 분리 시간 (2분이내)	전차선 이동 분리 시운전 (2분이내)	시험성적서
	국산화 개발	국산화개발	부품 국산화율(90% 이상)	검사성적서
	운영효율성평가	유지보수	유지보수매뉴얼 작성	매뉴얼
		운영 효율	운영효율성검토보고서 작성	보고서
	내 후성검증	R-BAR	중성염수분무시험	-
		브래킷	중성염수분무시험	공인시험성적서
		지지클램프	중성염수분무시험	공인시험성적서
	표준화 추진 및 사업화 지원	표준화 추진 및 사업화 지원	수행책임자 회의(6)	회의록
			자문위원회구성 및 개최(2)	회의록
			기술 및 표준자료 수집	보고서
			단체표준 추진(1)	보고서

[1차년도]

1. 이동식전차선 Test Bed 설치

가. Test Bed 설치장소 선정

2015년도 국토교통기술사업화/ 중소기업 보유품 사업화/ 화물취급선용 이동식전차선 시스템 국산화 개발을 진행하기 위하여 철도 컨테이너 하치장(CY)을 보유한 철도역사 중에 당 과제의 추진에 대한 최적 조건을 가진 테스트베드를 선정을 위하여 후보지를 선정 현장조사를 진행함.

(1) 최적 후보지의 범위

한국철도공사에서 제공한 자료에 의하면 총 33개역(오봉역 등)으로서 제1후보지를 1차선정한 결과 옥천역 등 7개 화물취급선역(신탄진역, 소정역, 충주역, 동익산역, 동산역, 군산역, 옥천역)로 1차선정 후 현장조사 추진

(2) 현장조사

일자 : 9/1(화)

내용 : 현황 및 운영체계 확인(각 지역 사무소 직원 입회)

(3) 현장조사 및 검토 결과

- 1) 동익산역: 군산역, 동산역, 동익산역의 물류를 일괄하여 물류처리를 하는 특성 및 동산역 전차선 미가설 등의 요인으로 후보지로서 최적지에 미부합



그림 2. 동익산역 현장 전경

- 2) 소정리역: 궤간이 매우 협소하여 시설물 설치한계의 문제점 및 하역처리 물량이 3~4량/일 로서 당 과제의 전후 비교평가 시 최적지로 미부합



그림 3. 소정리역 현장 전경

- 3) 신탄진역: 인입선의 무가선 길이(약3KM)의 문제 및 인입선로 주변 민원제기 및 이로 인한 인입선 이설가능성 제기로 최적지로 미부합

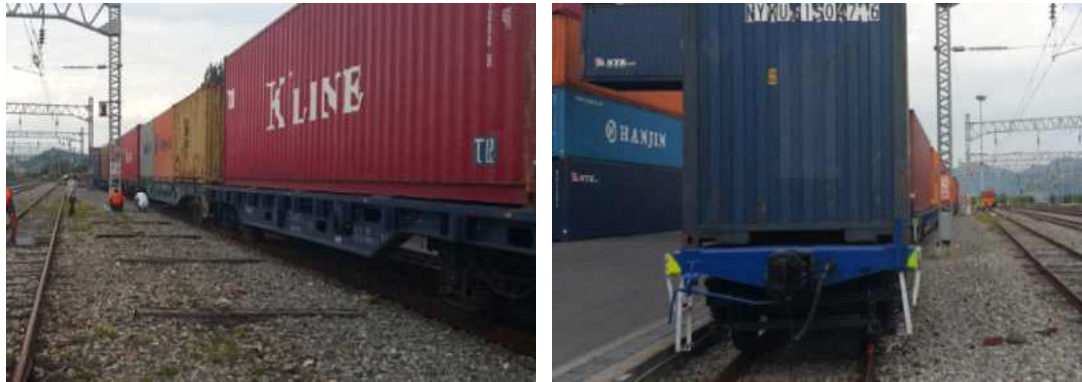


그림 4. 소정리역 현장 전경

- 4) 충주역: 조사한 역들 중에서는 최선이라는 평가로 충주역은 인입선은 있지만 인출선을 위해 궤도연결공사를 추가하여야 하는바 신호개량공사 등 다수의 설계검토 및 승인에 장기간의 소요기간이 필요하므로 최적지로 미부합



그림 5. 충주역 현장 전경

- 5) 옥천역 : 현장조사 결과 궤간이 약5M로서 전주설치 기준거리 3.7m 이상으로 인입선, 인출선이 있고, 일일 하역량 7~8량/일로서 적절하여 Test-Bed 후보지 검토 결과 최적지로서 옥천역에 대한 당과제의 적용에 대한 세부 기술검토를 한국철도공사 전기사업단에 의뢰하기로 하였음.



그림 6. 옥천역 현장 전경

(4) 결론

옥천역 등 6개 화물취급역 후보지선정을 위한 현장조사 결과, 최적지로서 옥천역의 TEST BED 적합도가 가장 우수하게 평가되었으며 화물취급선 입출고 및 컨테이너 하역 등과 더불어 컨테이너 물류운송에 대한 효율성 평가가 용이하여 해당 역에 화물취급선용 이동식전차선 시스템을 시범적용 하는 것에 대해서 기본설계를 추진함.

나. Test Bed 적용 시스템 설계

(1) Test Bed(옥천역) 현장 정밀조사

일자 : 9/1(화)

내용 : 궤간 지반상태 조사, 궤간 지반 지중매설관로 탐침, 궤간 거리측정



그림 7. 옥천역 TEST BED 현장 정밀조사

(2) 조사결과

1) 전철주 설치위치 철도설계기준 적합

철도설계기준 전주건식한계(3.5m이상)에 따라 전철주주와 궤도 중심과의 거리는 4.8~ 5.0m로 최적으로 판단됨.

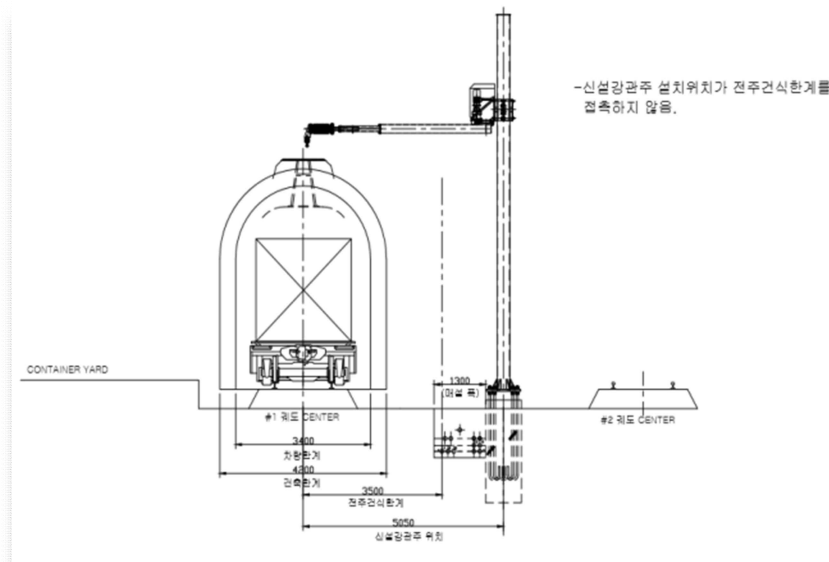


그림 8. 전주건식한계

2) 인류장치 전철주 설치위치

인류장치 전철주는 궤도 중심에서 2.85M 로서 역구내 전주간식한계인 3.5m 범위 내이나 검토한 바와 같이 수송원의 승차 후 한쪽 팔을 벌렸을 때 전철주와의 약 0.43M의 여유가 있으므로 설치가 가능한 것으로 판단되었으며 한국철도공사에 규정확인을 필하고 시공도면에 반영함.

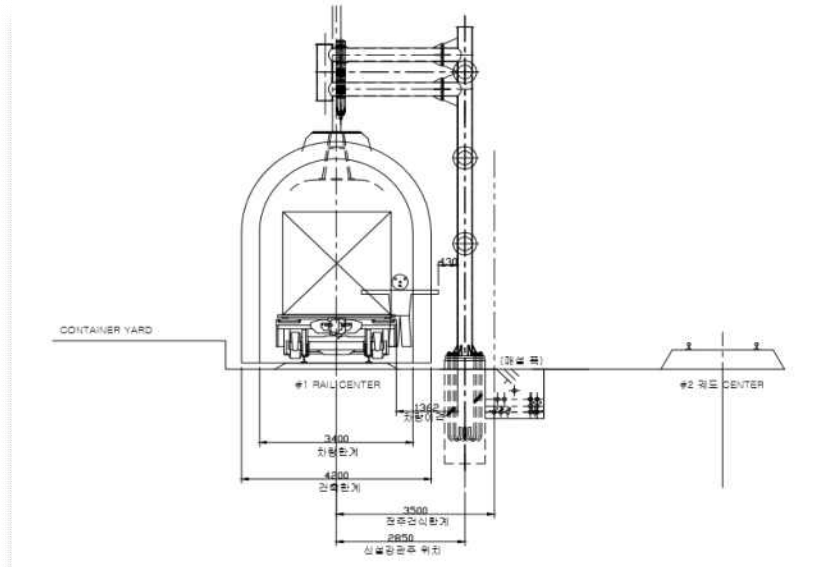


그림 9. 인류장치 전철주 설치위치

3) Test Bed(옥천역) 화물취급선용 이동식전차선 설치평면도

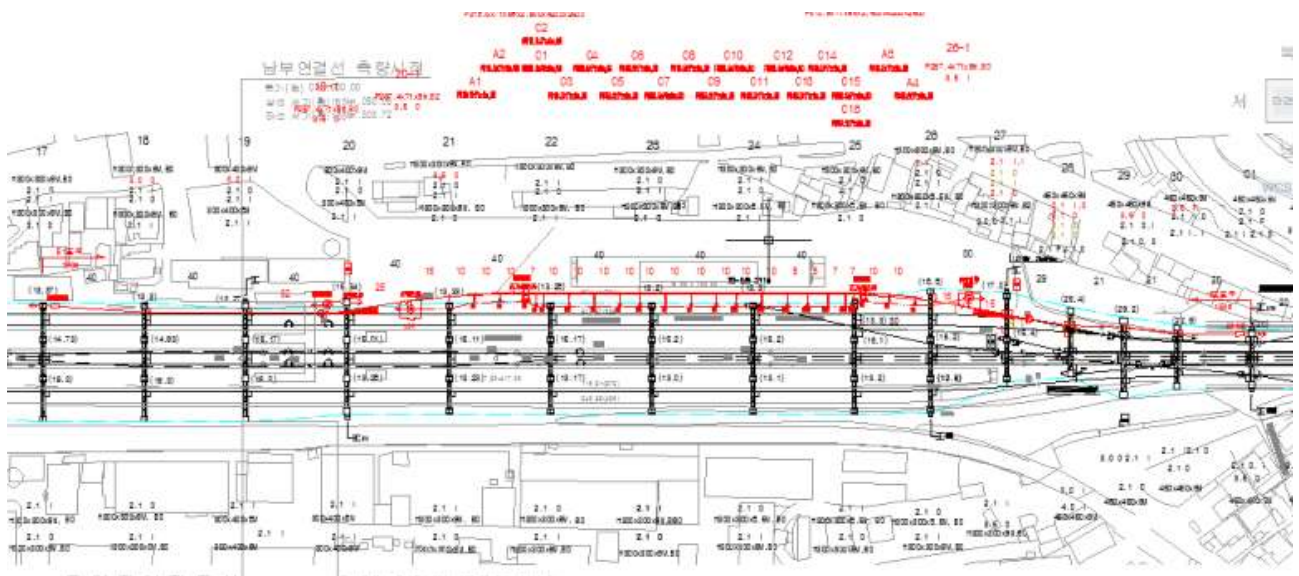


그림 10. 옥천역 이동식전차선 설치평면도

2. 제어장치 및 시스템보호장치 개발

가. 구성 및 기능

- 제어장치 및 시스템 보호장치의 구성 및 인터페이스는 다음과 같으며 시스템 보호장치로부터 수신되는 정보는 제어장치의 PLC에서 Interlock 로직으로 구현됨.
- 판토크래프 감지, 컨테이너 간섭감지, 가압감지 및 열차감지 센서로 구성된 시스템 보호장치와의 인터페이스 방식은 Hard wire (+24VDC) 방식으로 채택하여 Plug & Play로 교체가 용이함.

(1) 제어장치 및 시스템 보호장치 인터페이스 구성

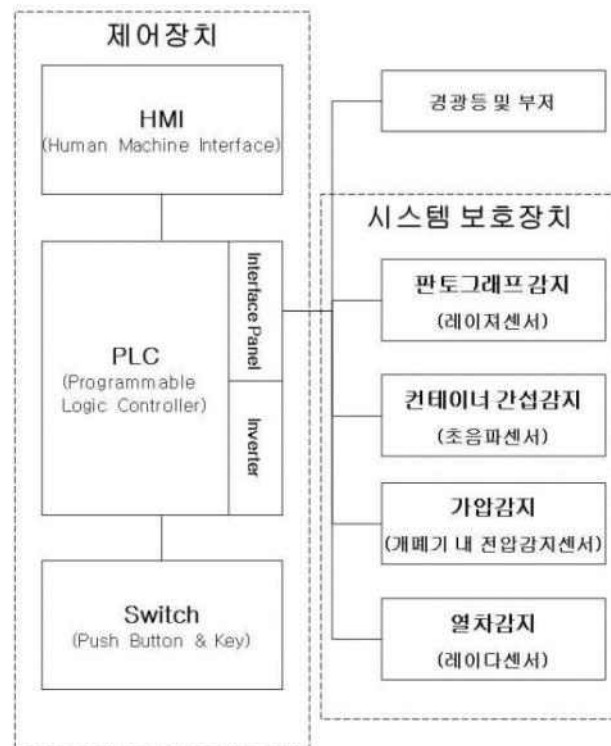


그림 11. 옥천역 이동식전차선 제어 및 보호장치 구성도

(2) 기능

1) 제어장치

이동식전차선 시스템의 연결 및 분리 제어는 PLC에 의해 동작되며 시스템의 조작 및 상태 현시를 위해 HMI를 사용함.

2) 시스템 보호장치

시스템 보호장치를 구성하는 판토크래프 감지, 컨테이너 간섭감지, 열차감지는 제어장치와 연계되어 주요한 Interlock Logic으로 연산 처리됨.

(3) 동작 흐름

이동식전차선 시스템의 이동 및 분리는 보호장치와의 Interlocking으로 구현되어 동작조건에 충족하는 경우만 동작하도록 함.

연결

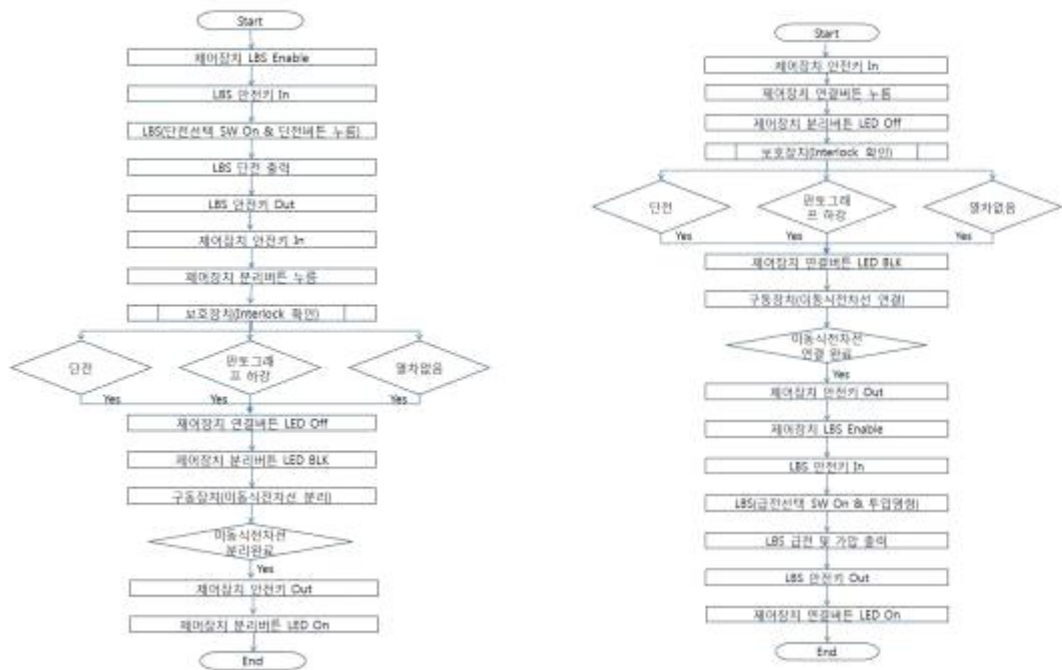


그림 12. 옥천역 이동식전차선 동작흐름도

(4) 설계도면

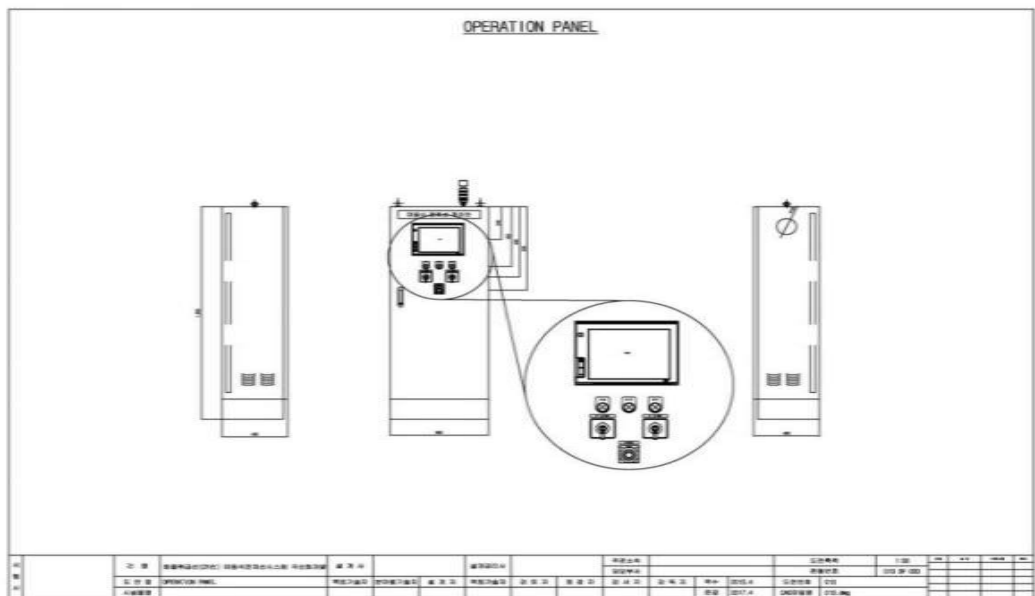


그림 13. 옥천역 이동식전차선 제어장치 도면

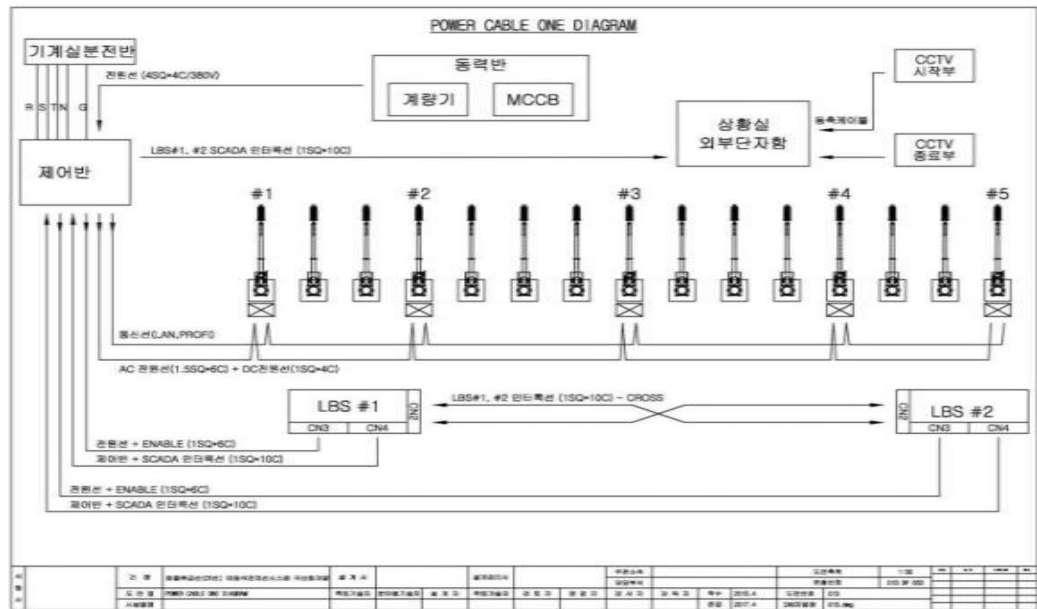


그림 14. 옥천역 이동식전차선 제어장치 배선도

(5) 시스템 보호장치 기능

- 이동식전차선 시스템의 연결 및 분리가 진행 전 철도차량과 이동식전차선 시스템을 보호하기 위한 장치.

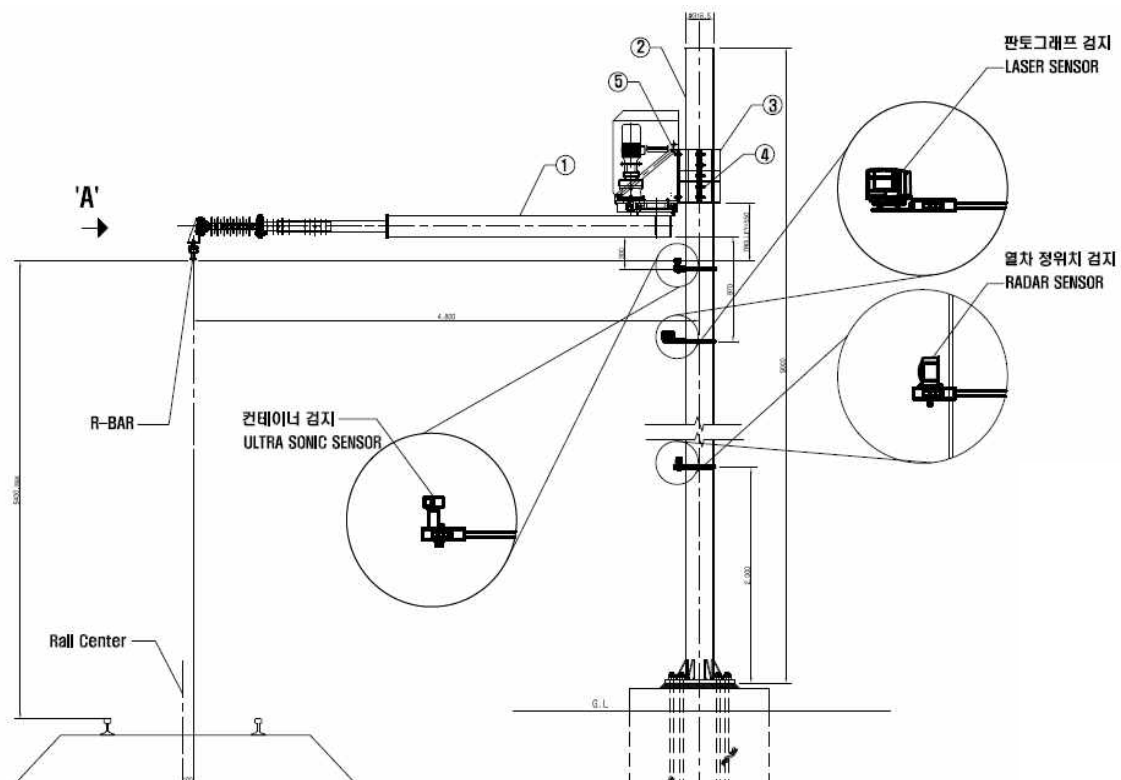


그림 15. 옥천역 이동식전차선 보호장치 설치도

1) 판토티그래프 감지

- Pantograph의 비정상적인 전기접촉을 사전에 차단하고 Pantograph 상승상태에서 이동식전차선 시스템의 연결 및 분리에 따른 물리적인 충돌을 방지하도록 Interlock Logic 구현.

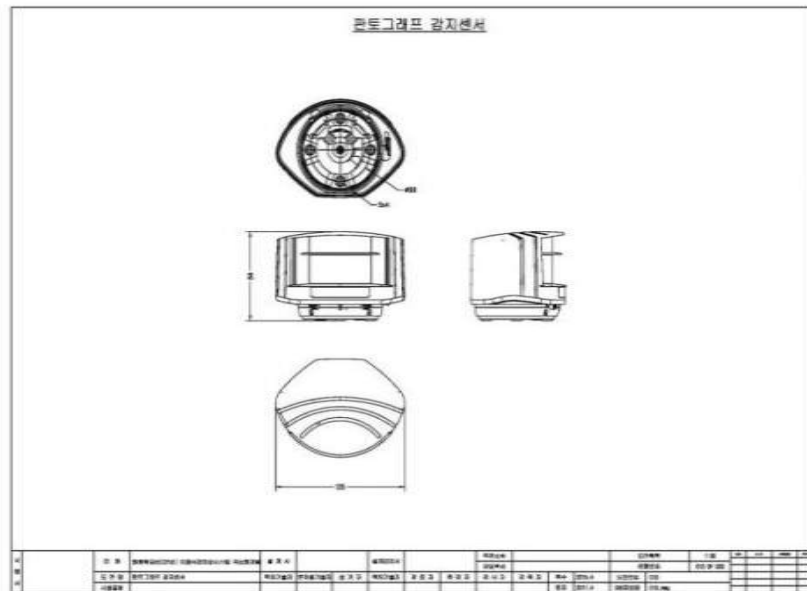


그림 16. 판토티그래프 감지센서

2) 열차 감지

- 화차를 견인하는 철도차량의 진입방향을 확인하고 철도차량 유무를 확인하는 Interlock Logic에 의해 이동식전차선이 분리 및 연결이 가능한 조건에서만 동작이 가능하도록 사용.

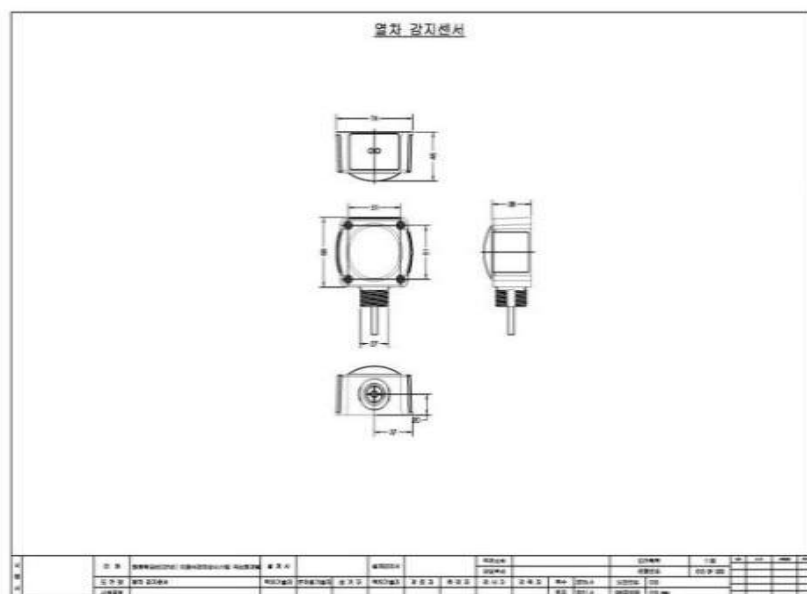


그림 17. 열차 감지센서

3) 컨테이너 간섭감지

- 이동식전차선 시스템이 분리 상태에서 컨테이너 야드에서 하역을 위해 운용되는 리치스태커가 컨테이너 취급 시 컨테이너가 R-BAR에 충돌되는 것을 방지하기 위해 이동식전차선 시스템의 가동부가 설치되는 전철주에 사용.

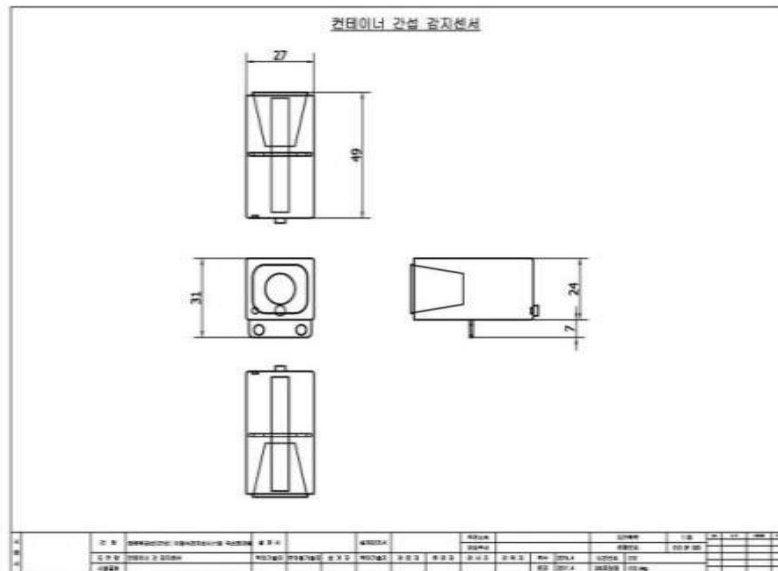


그림 18. 컨테이너 간섭 감지센서

4) 가압 감지

- 이동식전차선 시스템의 급단전 여부를 감지하여 개폐기의 투입 및 개방에 따른 오동작을 감시하여 작업자의 안전과 이동식전차선 시스템 및 철도차량을 보호하기 위해 사용.



그림 19. 부하개폐기 가압 감지센서

3. 브래킷 및 지지클램프 개발

가. 브래킷 설계

- (1) 설계기준 : 화물취급선용 이동식전차선 구동장치의 주요구성품인 브래킷 및 지지클램프는 옥외형으로서 지상에서 5~6m 상부에 설치되므로 풍하중(최대 45m/s)에 충분한 내력을 갖고 사계절 기후에 적합하도록 내후성을 감안하여 설계 됨.
- (2) 브래킷 : 브래킷은 모터브래킷, 힌지브래킷, 앵커브래킷 3종
- 1) 모터브래킷 : 이동식전차선을 선회 및 구동시키는 CYCLO모터 및 선회베어링을 장착한 브래킷.

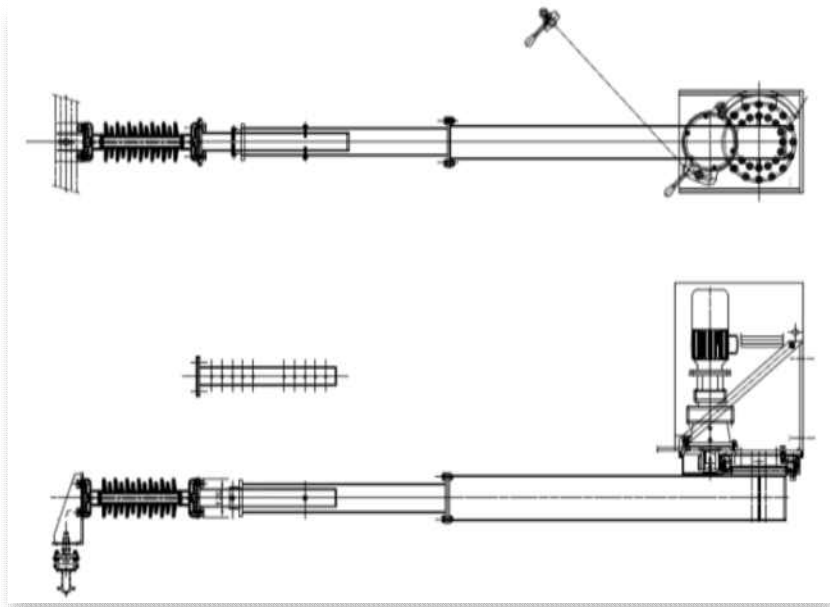


그림 20. 구동장치 모터브래킷

- 2) 힌지브래킷 : 이동식전차선을 지지 및 선회하는 선회베어링을 장착한 브래킷.

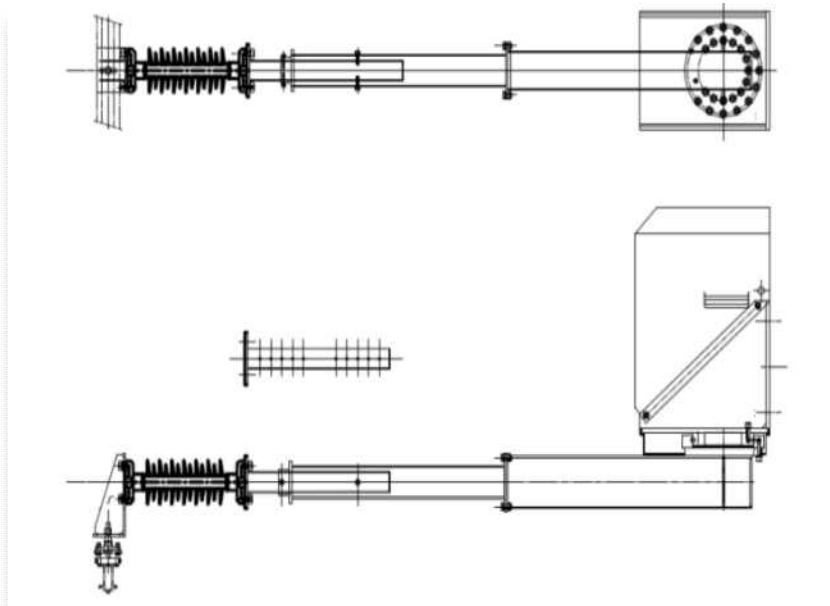


그림 21. 구동장치 힌지브래킷

3) 앵커브래킷 : 이행장치를 지지하여 이동식전차선과 연결시켜주는 브래킷.

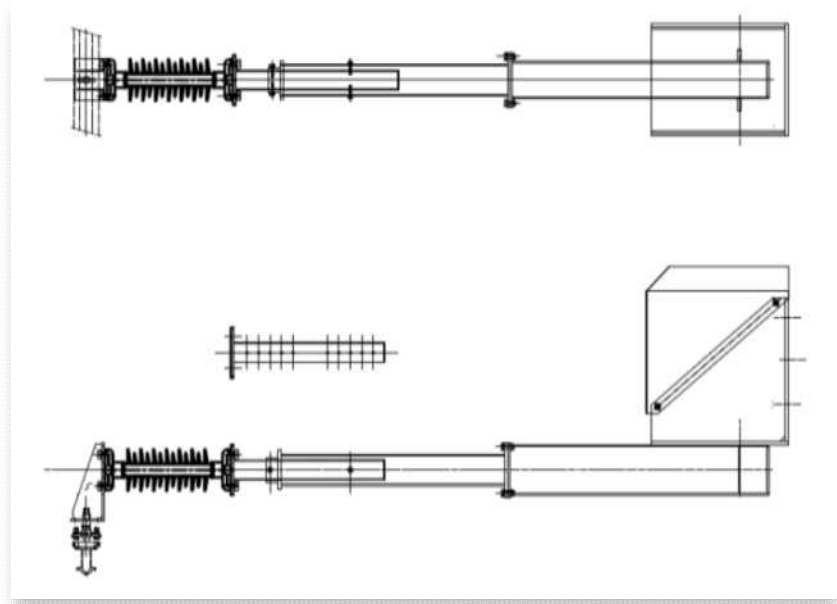


그림 22. 구동장치 고정브래킷

(2) 지지클램프 설계

1) 설계기준 : 화물취급선용 이동식전차선 구동장치의 주요구성품인 브래킷에 장착되어 R-BAR 시스템을 지지하여 평행선회할 수 있도록 충분한 강도 및 기능을 갖도록 설계됨.

2) 지지클램프 설계형상

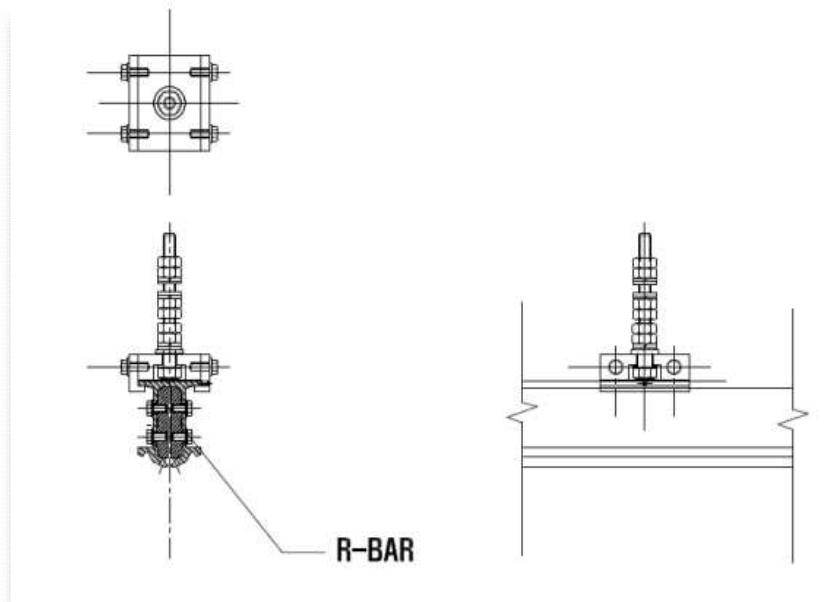


그림 23. R-BAR 지지클램프

(3) 공인기관 입회시험(공장시험설비)

1) 시험일정 : 9/1(화) ~

2) 입회시험원 : 철도기술연구원 기술책임자 함영삼 수석연구원, 실무자 김규완 연구원

- #1 브래킷 : 수직지지하중 : 120kgf 하중 하에서 3분간 이상이 없을 것.
- #1 지지클램프 : 수직지지하중 : 120kgf 하중 하에서 3분간 이상이 없을 것.

	시 험 항 목 (Test List)	시 험 결 과 (Test Result)	시 험 방 법 (Test Process)
#1	수 직 하 중 시 험	125 kgf 에서 3분간 유지 후 이상 없었음.	KRS PW 0019-15(R):2015

표 2. 수직 지지하중 시험



그림 24. 공인기관 입회시험

4. 운영효율성 평가

가. 기술자료 수집 및 분석

(1) 국내 철송 컨테이너 취급역의 운영현황

- ☐ 국내 컨테이너 취급역은 총 33개역으로서 오봉 등 개역은 민간화물운송사에 의해 운영되고 있으며 코레일 직영으로 운영되는 역은 부산진역 등 3개역이다.
- ☐ 화물취급선 이동식전차선 개발 시부터 코레일을 주축으로 민간운영사와 긴밀한 협조 하에 국산화 개발을 수행하여야 사업화 시 문제점에 대한 대책을 수립할 수 있음.

역명	비고	역명	비고	역명	비고
오봉	11개사	옥계	철송중단	온산	철송중단
부산진	직영+1개사	흥국사	2개사	아포	취급중지
☆동산	1개사	약목	1개사	☆소정리	1개사
삽교	공사직영	청주	2개사	☆군산	KR+2개사
부강	1개사	☆충주	1개사	두정	1개사
☆동익산	BTL	★옥천	2개사	석포	1개사
조치원	철송중단	울산항	3개사	강릉	1개사
매포	철송중단	가야	철송중단	괴동	철송중단
☆신탄진	1개사	신창원	1개사	동해	1개사
인천	1개사	부산신항	항만공사	광양항	항만공사
신광양항	항만공사	문수	1개사	하남	공사직영

★: 옥천역(테스트베드 최종후보지), ☆: 테스트베드 후보지

표 3. 국내 철송 취급역 현황

5. 표준화 추진

가. 기술자료 수집 및 분석

(1) 이동식 전차선 시스템의 차량기지 적용 기술

- ☐ 이동식 전차선은 차량기지에서 30m~420m 이상의 이동식 전차선 적용사례가 있으며 국내·외 전반적으로 설치구조가 간편한 회전식 이동식 전차선 시스템을 사용함.
- ☐ 차량기지 적용 사례 분석결과, 국내에는 회전식으로 강제전차선을 이용한 총 5개의 차량기지에 설치되어 있음.

구분	설치장소 (차량기지)	급 전 전 압	구동 방식	구동장치	브래킷 지지경간	강체 전차선	설치연도
국내	중부(오송)	25k V	회전식	Cyclo Motor	20m	특수이형	1999
	고양	25k V	회전식	Cyclo Motor	7.5m	R형	2001
	부산	25k V	회전식	Cyclo Motor	15m	R형	2003
	광주역	25k V	회전식	Cyclo Motor	7.5m	R형	2004
	여수역	25k V	회전식	Cyclo Motor	12m	R형	2012
	광주	25k V	회전식	Cyclo Motor	10m	R형	2016
프랑스	Villeneuve	25k V	회전식	Geared Motor	20m	특수이형	-
	Landy	25k V	회전식	Geared Motor	20m	특수이형	-
	Nantes Dalby	750 V	회전식	Linear Motor	7.5m	R형	-
	Noisy-Le-Sec	750 V	회전식	Geared Motor	20m	특수이형	-
	T-2	750 V	회전식	Geared Motor	7.5m	R형	-
스페인	Lasagre	25k V	회전식	Linear Motor	10m	R형	-

표 4. 국내외 이동식전차선 적용사례

☐ 국내에서 초기에는 해외제품을 수입하여 설치(오송 차량기지)하였으며, R-BAR 전차선의 처짐이 있어 판토티그래프의 습동판 마모가 심하였음.

☐ 최근에는 R-BAR 브래킷 경간 등을 조절함에 따라 전차선의 처짐 현상이 감소되었음.

☐ 차량기지 이동식 전차선은 R-BAR, 브래킷, 제어시스템 등으로 구성되어 있음.

○ R-BAR 및 애자 등

- 가선작업이 용이하며 동일한 경간에서 전차선 처짐량이 작아 경간을 넓게 할 수 있어 지지하는 브래킷의 수가 감소함.
- 스프라이스 : R-BAR와 이행장치 및 램프를 연결시키는 부속자재임.
- End Section 금구 : 표준 R-BAR를 굽힘 가공으로 제작되어 이동식 전차선의 이행구간에 설치됨에 따라 판토티그래프의 이행을 원활하게 함.
- 이행장치 : 표준 R-BAR를 가공하여 차량기지 외부 전차선과 이동식 전차선의 접속이행구간에 설치되며 전차선 접속 구간에 경첩현상을 완화시켜 판토티그래프가 원활하게 이행하도록 함.

- 장간애자 : 이동식 전차선의 장간애자는 충격에 강한 고분자애자를 사용하며 브래킷에 조립되어 설치됨.
- 앵커클램프 : 이동식 전차선의 고정점에서 전차선을 고정시키는 역할을 함.
- 행거클램프 : 이동식 전차선 브래킷의 전단부에 설치되어 R-BAR를 지지함.
- 헤비듀티앵커 : 외부전차선의 이행구간에 설치되어 외부 전차선의 인류장력을 지지함.

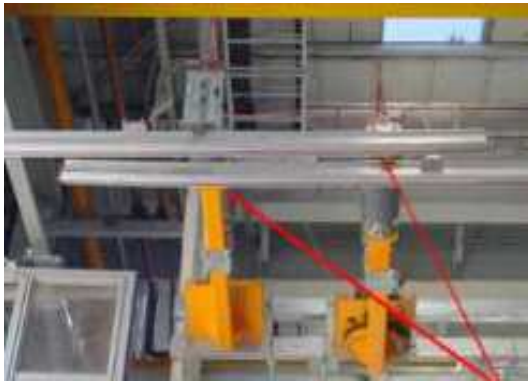


그림 25. End Section 설치



그림 26. 장간애자 설치

○ 브래킷

- 구동브래킷 : 서포트, 몸체, 장간애자, 선회베어링, 싸이크로 모터감속기 등을 구동시키며, 전차선의지지 및 선회를 담당함.
- 힌지브래킷 : 구동브래킷의 싸이크로 모터감속기가 없이 구동브래킷 사이에 설치됨.
- 고정브래킷 : 이동식 전차선과 접속되는 외부 전차선의 단말에 설치되어 R-BAR를 지지 및 고정함.

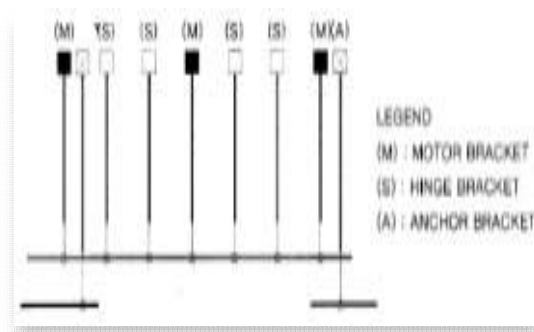


그림 27. 브래킷 설치 기준

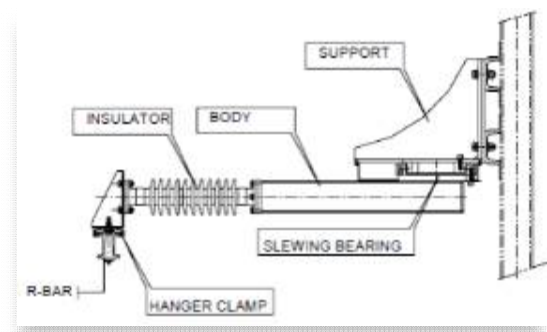


그림 28. 브래킷 구성도

○ 제어시스템

- 주기검수선의 제어시스템
 - 단로기, 천정크레인, 차량기지 차량도어 등 관련설비 제어반과 연동되어 이동식 전차선 시스템의 안전회로가 고려되어야 함.
 - 연동제어는 릴레이 접점 구성 및 Key Safety가 병렬로 이중 안전제어조건을 갖도록 함.
- 드로핑테이블선의 제어시스템

- 트로핑테이블선은 실내전차선 전 구간이 이동식 전차선으로 되어 있음.
- 이동식 전차선은 구간별로 연결되어 있으며, 각 구간은 전기적으로 연결되며 제어반에서 분리스위치를 동작하면 구간에 맞게 회전하도록 되어 있음.
- 크레인의 안전회로는 크레인이 횡행 시 중앙에 위치하는 것을 근접센서로 감지하여 무선 송·수신방식으로 확인됨.
- 단로기 급전 및 단전 확인은 안전키 삽입 후 급전 위치로 돌려서 단로기가 단전상태임을 확인함.

- 회전식 이동식 전차선 시스템은 R-BAR와 회전형 브래킷을 사용하여 전차선을 벽면으로 이동하는 방식을 사용하며 단로기, 천정크레인, 작업대 등이 제어반과 연동제어되는 안정적인 제어시스템임.
- 일반적인 회전식 이동식 전차선의 구동방식은 싸이크로 감속모터를 브래킷서포트 상부에 탑재시켜 싸이크로 감속모터의 회전력으로 브래킷 상부에 설치된 선회베어링을 동작시킴.
- 운영방식은 차량기지의 특성을 반영하며 일반적인 검수를 위한 주기검수선과 차량 분리검수를 위한 트로핑테이블선에 적용함.

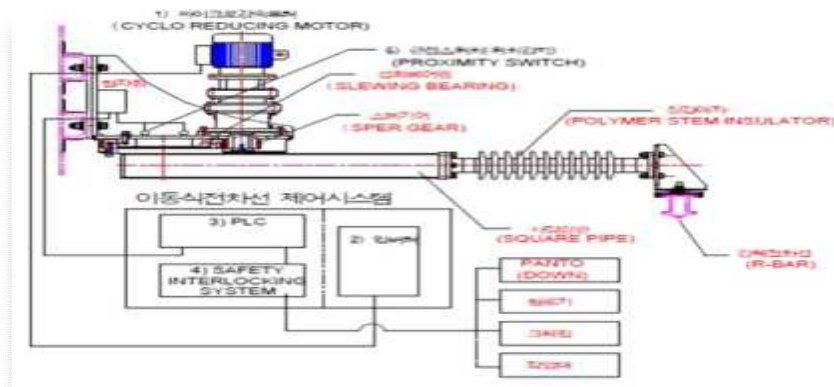


그림 29. 차량기지 이동식 전차선 구동장치

- 이동식 전차선의 지지애자는 현재 DC 및 AC 차량기지에서 요구되는 사양이 상이함.

시험항목	DC (1,500V)	AC (25kV)	비고
상용주파건조섬락전압(kV)	140	135	▣DC : 서울도시철도 자재 사양 ▣AC: 기존 이동식 전차선시스템 사양
상용주파내전압(kV)	65 이상	125 이상	
뇌충격내전압(kV)	180 이상	230 이상	
굽힘 파괴하중	315(kgf)이상	24(kN)(2,447kgf)	
인장내하중	2,300(kgf)	100(kN)(10,197kgf)	
재질	자기체	폴리머	
연면거리(mm)	600	1,220	

표 5. 지지애자의 사양 비교

- 이동식 전차선의 회전형 브래킷의 설치 및 지지경간은 강체 전차선을 R-BAR로 하는 경우, 보통 10~12m까지 허용하고, 10m에서 최대 처짐은 8mm 이내로 함.
- 회전을 위한 모터의 용량은 0.4kW로 상용하고, 473:1의 감속비를 적용하면 기어에 작용하는 힘, 굽힘 강도, 면압 강도 등에 안전함.
- 브래킷의 회전각도는 83°를 표준으로 하고 모터의 회전편차는 인버터를 사용하여 오차를 감소함.

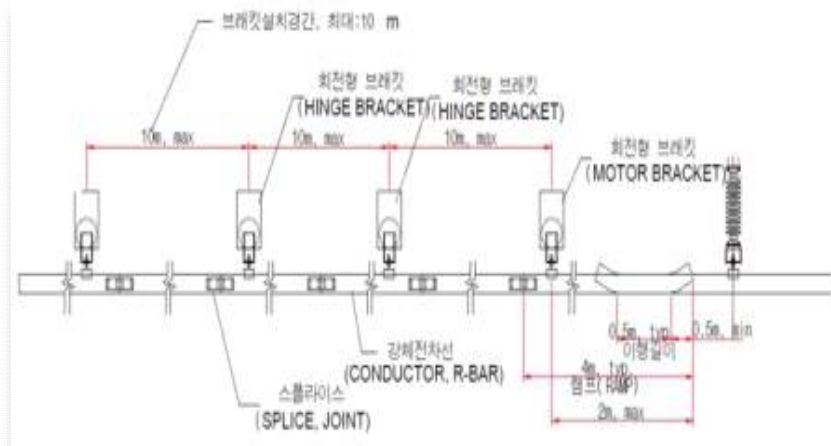


그림 30. 차량기지 이동식 전차선 설치 예

- 차량기지 이동식 전차선은 크게 R-BAR, 브래킷, 제어시스템으로 구성되어 있음.
- 차량기지 이동식 전차선 시스템의 제어는 차량 입·출고 시 엄격한 동작기준에 의하여 관리되어야 하며, 이동식 전차선 제어반은 안전과 관련된 모든 정보가 연동되고 안전 확보를 최우선으로 함.

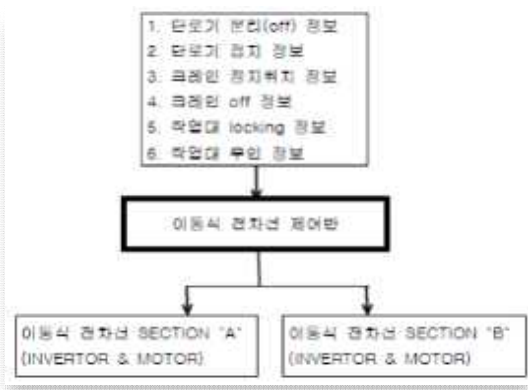


그림 31. 차량기지 이동식 전차선 제어반

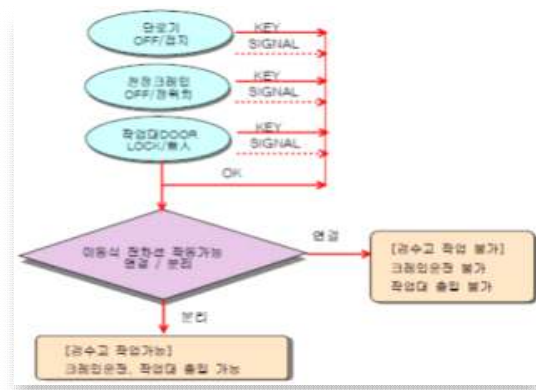


그림 32. 차량기지 이동식 전차선 제어 흐름

나. 이동식 전차선 시스템의 특수 건설목 적용 기술

- 전기철도의 건설목은 전차선이 필연적으로 가공으로 지나게 되며 전차선의 높이(약 5.2m)에 대하여 일반 건설목은 통행 제한높이(4.5m)로 통행공간이 확보됨.
- 특수 건설목에서의 이동식 전차선 해외 설치사례는 미국에서 코네티컷강 선개교에 주행

슬라이딩 방식으로 적용되었음.

- 국내에서는 대불 건널목에 대형화물 수송을 위해 이동식 전차선 시스템이 설치되어 운용하고 있음.
- 국내적용 이동식 전차선 시스템은 슬라이딩형 방식이 R-BAR를 지지하는 소형구조가 되고 공간적인 조건에 적합하여 선정됨.
- 슬라이딩형 방식에서는 전차선을 분리 및 연결할 수 있도록 R-BAR가 설치된 이동식 구동장치가 설치되어 있고, 지지구조물 등이 설치됨.
- 건널목 중앙부분 양측의 말단에는 R-BAR에 의한 에어섹션 형태를 구성하고, 건널목 양측의 전차선을 급전케이블로 접속하여 급전되도록 구성함.
- 외부 전차선과 강제전차선의 연결은 이행장치에 접촉 장치에 의해 분리 및 접속을 수행하도록 구성함.

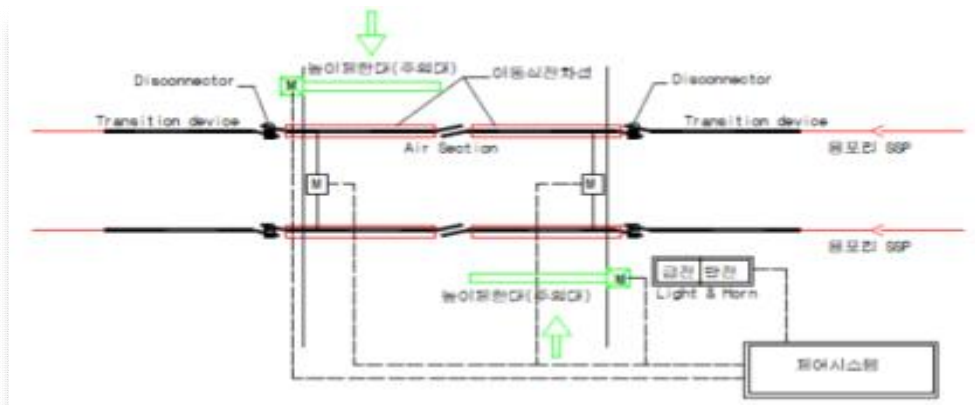


그림 33. 건널목 이동식 전차선 제어시스템 구성도

- 이동식 전차선 붐은 상부에 설치된 랙 기어와 맞물린 피니언 기어의 회전력으로 직선 슬라이딩 운동을 하며 아우터 붐에 설치된 베어링의 구름운동으로 동작함.

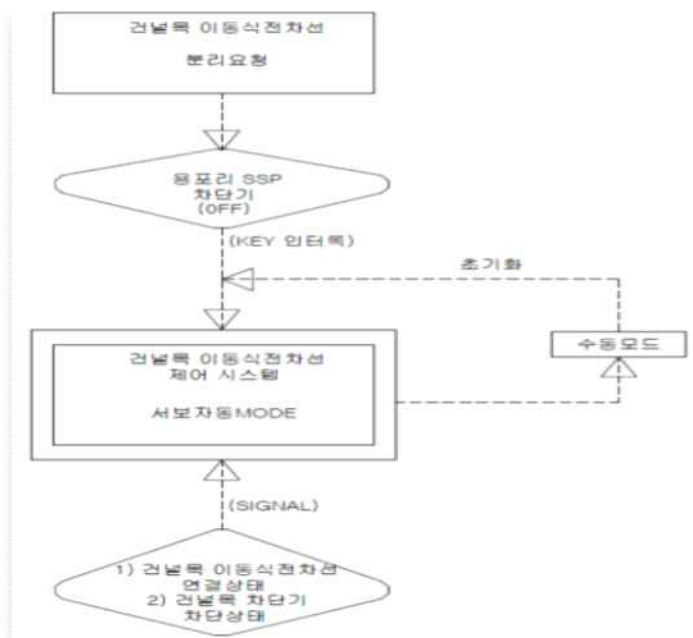


그림 34. 건널목 이동식 전차선 제어 흐름도

- 작동조건 연동이 전기적으로 확인되면 이동식 전차선 제어반의 분리 동작이 되어, 제어반과 전기적으로 연결된 구동부(모터 등)가 동작하여 아우터 붐 내부의 이동식 전차선 장착 내부 붐을 동작시킴.
- 건널목 이동식 전차선은 상시접속 방식과 상시분리 방식으로 운용이 가능함.
 - 분리조건
 - 단로기 개로 정보(무가압 상태)
 - 인접역 열차정지 확인정보 수신
 - 건널목 차단정보
 - 기타 안전정보
 - 접속조건
 - 단로기 폐로 정보(무가압 상태)
 - 인접역 열차출발 확인정보 수신
 - 건널목 접속정보
 - 기타 안전정보



그림 35. 대불 건널목(접속상태)



그림 36. 대불 건널목(분리상태)

다. KOEMA 단체표준(안) 마련

- 이동식전차선 시스템의 요구사항서를 기본으로 단체표준(안)을 마련함.

연번	목차	주요내용
1	적용범위	화물취급선용 이동식 전차선
2	인용표준	KRSA-3072-R1 강제전차선(R-BAR) 시스템 등
3	정 의	이동식 전차선 설치장비 등
4	사용조건	정상 및 특수 사용조건
5	필요조건	구성, 재료, 형태, 제조 및 가공, 성능

표 6. 화물취급선용 이동식전차선 시스템 KOEMA 단체표준(안)

라. 사업화 지원

(1) 자문위원회 구성 및 운영

- 과제의 성공적인 사업 수행을 위해 외부전문가를 자문위원으로 위촉하여 운영함.
- 사업화 지원을 위한 Test-Bed 구축 및 기기 사양(안) 등에 대한 전문가 의견을 반영함.

○ 제1차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2016. 2. 3(수), 15:30 ~
- 장 소 : 한국철도공사 회의실
- 내 용 : 연구개발 기기별 설계사양(안) 및 시험항목(안) 자문 등

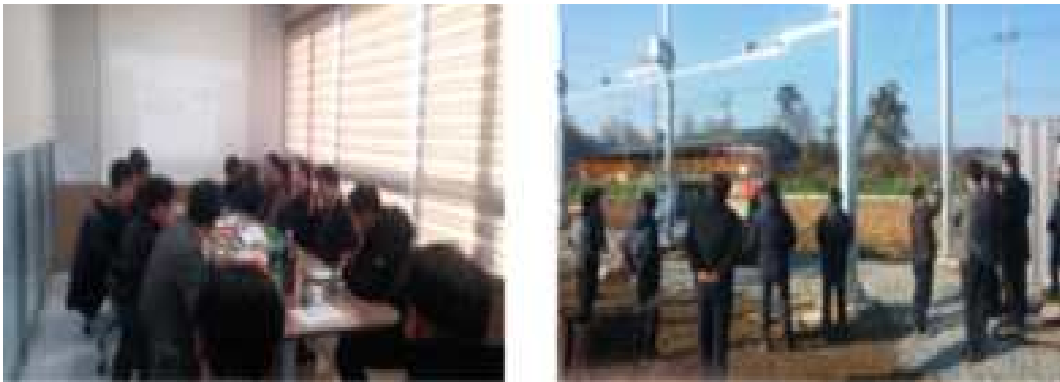


그림 37. 제1차 자문위원회 회의사진

○ 제2차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2016. 2. 17(수), 15:30 ~
- 장 소 : ㈜재영테크 회의실 및 공장설비 시험장
- 내 용 : 공장설비 시험 시연(점검), Test-Bed 사양(안) 및 공정계획 자문 등



그림 38. 제2차 자문위원회 회의사진

(2) 수행책임자(공정) 회의 개최

- 주관, 공동 및 위탁기관의 책임자 및 실무자들이 참여하여 기술개발 현황 및 사업화 진행 계획을 점검함.
- 각 기관별 연구개발 내용의 공유 및 목표 대비 실적을 점검함.

○ 제1차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 5. 6(수), 16:00~
- 장 소 : 한국전기산업기술연구조합 회의실
- 내 용 : Test-Bed용 CY선 검토 및 선정 일정 협의 등



그림 39. 제1차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제2차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 7. 8(수), 15:30 ~
- 장 소 : 한국철도공사 회의실
- 내 용 : 운영매뉴얼 관련 포함 내용 점검 및 Test-Bed 구축 현장 검토 등



그림 40. 제2차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제3차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 7. 16(목), 14:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 폴리머 애자, 단로기 및 개폐기 사양 검토 등



그림 41. 제3차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제4차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 9. 17(목), 14:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : Test-Bed 후보지역(동익산역, 충주역, 옥천역 등) 최종 검토 등



그림 42. 제4차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제5차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 1. 6(수), 11:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 공장시험설비(R-BAR, 구동장치 등) 제작 점검 등



그림 43. 제5차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제6차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 2. 18(목), 10:30 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 기기별 개선항목 논의 및 향후 일정(공인기관시험 등) 협의 등



그림 44. 제6차 수행책임자(공정) 회의사진

[2차년도]

1. 이동식전차선 Test-Bed 구축

(1) 옥천역 화물취급선 이동식전차선 시스템 구축을 위한 행정절차 수행

1) 연구기관(재영테크, LS전선) <--> 한국철도공사 기술연구처 <--> 안전본부

☐ 이동식전차선 안전성검증 완료 : 2016.5.31.

☐ 관련문서

- 안전성 검증 검토의견 조치완료서 제출 공문(N0 161)
- 안전성 검증 의견 조치완료(계획)서
- 위험성 분석 및 평가표(이동식전차선)
- 이해관계도(이동식전차선)
- 동종유사업무 사고발생현황 (이동식전차선)
- 안전관리계획서(이동식전차선)
- 확약서(재영테크, LS전선)

2) 연구기관(재영테크, LS전선) <--> 한국철도공사 <--> 철도시설공단

☐ 철도보호지구 행위신고 : 2016.6.28.

☐ 관련문서

- 철도보호지구 행위(이동식 전차선 설치) 관련 검토의견 요청(철도공사 기술연구처)
- 철도보호지구에서의_행위신고서
- 경부선 옥천역(전철주 기초 부지관련)
- 옥천정거장 CY 이동식전차선 평면도
- 안전관리계획서(이동식전차선)
- 옥천정거장 CY 이동식전차선 구성도



그림 45. 이동식전차선 현장점검

3) 연구기관 <-- 한국철도공사

☐ 공사시공 알림 공문접수 : 2016.6.28.

☐ 관련문서

- 국가 R&D 공사시공 알림 공문(경부선 옥천역 이동식 전차선시스템 설치공사)
- 공사설명서(옥천역 이동식전차선 구축)
- 철도보호지구 행위(이동식전차선 설치)에 대한 회신(코레일 기술연구처)
- 협의조건(옥천군코레일기술연구처)-국가R&D화물취급선용이동식전차선설치
- 철도보호지구안전교육메뉴얼

4) 옥천역 TEST BED 화물취급선 이동식전차선 시공내역

N0	공 종	수량	전주번호	비고
1	전주(P12)	23개소	C1~C16, 19-1, 20-1, 26-1, A1, A2, A3, A4	브래킷 등
2	인류장치(P12)	2개소	E1, E2	인류장치
3	지선기초	2개소	G1~G2	장력조절장치
4	부하개폐기	1개소	20-1호	부하개폐기
5	동상구분장치	2개소	20-1호, 26-1호	동상구분장치
6	전차선	363m	G1~E1, E2~G2	인류~장력
7	이동식전차선	120m	C1~C16	강체전차선

표 7. 이동식전차선 시공내역

(2) 이동식전차선 시스템 기자재 제작

1) 구동장치

□ 브래킷 3종

-구동형브래킷 : 5대 (브래킷+CYCLO 감속기+선회베어링)

-회전형브래킷 : 9대 (브래킷+선회베어링)

-고정형브래킷 : 4대 (브래킷)



그림 46. 브래킷 3종

□ 브래킷 주요부품

-선회베어링(GEARLESS) : 9대

-선회베어링(GEAR TYPE) : 5대

-CYCLO 감속기 : 5대

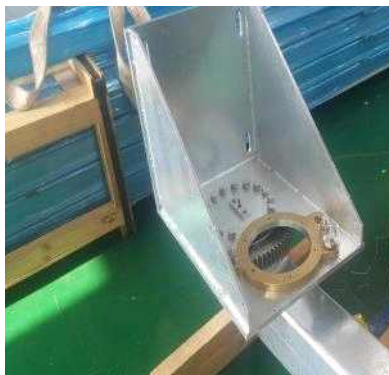


그림 47. 브래킷 주요부품

□ 전철주

-전철주(P12) : 25EA

-클램프 : 25EA



그림 48. 전철주 및 클램프

2) 강제전차선(R-BAR)

-R-BAR(12M) : 1 LOT

-ACCESSARIES : 1 LOT



그림 49. R-BAR 및 ACCESSARIES

3) 제어장치

-MAIN 제어반 : 1면

-LOCAL 반 : 5면



그림 50. MAIN 제어반 및 LOCAL 반

4) 보호장치

- 컨테이너감지 : 1식
- 열차감지 : 1식
- 판토그래프감지 : 1식
- 가압감지 : 1식



그림 51. 보호장치

(3) 옥천역 현장사무실 개설

1) TEST BED 시공 현장사무실, 자재아적장 부지 사용신청 및 승인(2016.6.13,6.30)

- 연구기관(재영테크,LS전선) <--> 한국철도공사 <--> 한국철도시설공단

No	항목	사유
1	옥천역 구내 자재 아적지 사용	구내 CY선 입점 유류저류 이동식전차선 시스템 설치에 필요한 구성품 적치개소(10x20m) 전주 183-6번 주변 
2	제어장치 설치를 위한 공간 확보	전기통신사업소 건물내 주차장에 이동식전차선 시스템 제어장치 설치 (3x5m, 차령2대분, 조립식판넬 격벽 시공) 



그림 52. 현장사무실 개설

(4) 이동식전차선 시스템 시공 (2016.7.1.~)

1) 주요 공사내용

- 경부선 옥천역구내 CY선용 이동식전차선 시스템 설치
- 강체전차선(R-BAR) 130m 가선
- 인류장치 · 브래킷 · 부하개폐기 강관주 25본 터파기 및 강관주 설치
- 강체전차선 이행구간 40m 가선
- 진입 · 진출구간 전차선 300m 가선
- 부하개폐기 설치
- 제어장치 및 보호장치류 설치

2) 2차전기공사 피트용 콘크리트 절단시공

- 제어실 <--> 맨홀



그림 53. 콘크리트 절단시공

2) 경부선 옥천역구내 CY선용 이동식전차선 시스템 설치

A. 전철주 기초 시공

□ 옥천역 TEST BED 남측, 북측 공사표지판 설치



그림 54. 공사중 표지 설치 및 전철주 위치 마킹

□ 전철주 기초 터파기



그림 55. 전철주 기초터파기

□ 전철주 기초 거푸집



그림 56. 전철주 기초거푸집

□ 전철주 기초 콘크리트 타설



그림 57. 전철주 기초 콘크리트 타설

□ 전철주 기초 콘크리트 양생 및 후처리



그림 58. 전철주 기초 콘크리트 양생 및 후처리

2) 전철주 신설
B. 전철주 시공

□ 전철주 및 인류철주시공(야간 단전 작업)



그림 59. 전철주 및 인류철주 시공

□ 구동장치 브래킷 3종

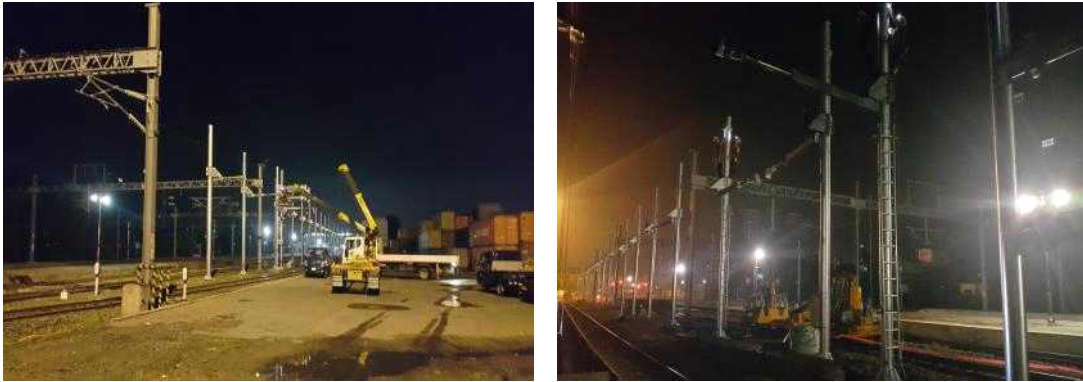


그림 60. 구동장치 브래킷 3종 시공

□ 인류장치 전철빔 시공(2개소)



그림 61. 인류장치 전철빔 시공(남북 각1개소)

3) 제어장치 신설

□ 분산형 제어장치

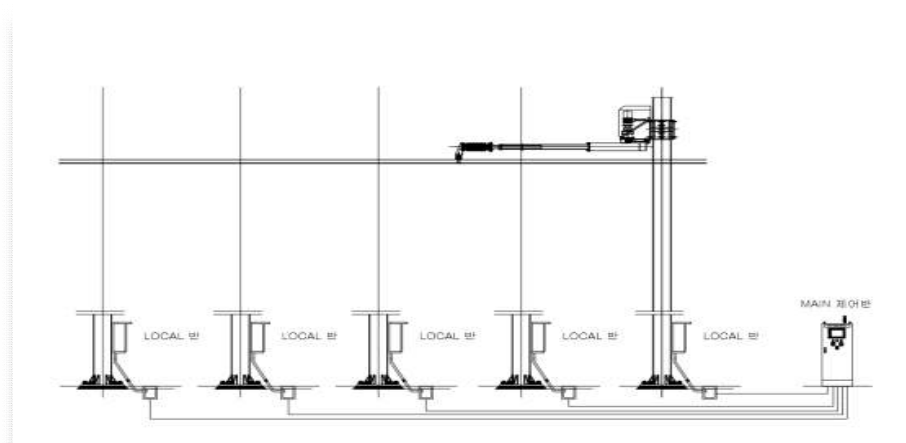


그림 62. 분산형 제어장치

□ 주제어장치 설치



그림 62. 제어실 및 주제어장치 설치(1개소)

□ 보조제어장치 설치



그림 63. 보조제어장치 설치(5개소)

4) 보호장치 신설

□ 컨테이너 간섭 감지센서 설치



그림 64. 컨테이너 간섭 감지

□ 열차 감지센서 설치



그림 65. 열차 감지

□ 판토품 그래프 감지센서 설치



그림 66. 판토품 그래프 감지

□ 가압 감지(부하개폐기 2차측) 회로 구성



부하개폐기 설치 전경



부하개폐기 본체
그림 67. 가압 감지



부하개폐기 조작반

(5) 이동식전차선 시스템 조정 및 시험

1) 이동식전차선 연결 및 분리 운전 및 조정작업(야간 단전작업)

- 시험 및 확인: 코레일 기술연구처/연구기관 합동



그림 68. 이동식전차선 운전 및 ALIGNMENT 조정

2) 이동식전차선 연결 및 분리 운전 시운전(주간 작업)

□ 시험 및 확인: 코레일 기술연구처/연구기관 합동



그림 69. 이동식전차선 운전 및 ALIGNMENT 확인

3) 이동식전차선 모터카 습동시험(편위 등 확인)

□ 시험 및 확인: 충남대전전기사무소/코레일 기술연구처/연구기관 합동



그림 70. 이동식전차선 모터카 습동시험

4) 화물취급선(옥천역구내 #1번선) RAIL BONDING 작업

□ 전기기관차 입환 대비; 디젤기관차로만 입환하고 있었으므로 레일본딩이 안되어 있었음



그림 71. 화물취급선(옥천역구내 #1번선) RAIL BONDING 작업

5) 화물취급선(옥천역구내 #1번선) 전차선로 가압개시(2016.8.9.~)



그림 72. 화물취급선(옥천역구내 #1번선) 전차선로 가압개시

6) 화물취급선(옥천역구내 #1번선) 전기기관차 최초입환(2016.9.5.)



그림 73. 화물취급선(옥천역구내 #1번선) 전기기관차 최초입환

(5) 이동식전차선 시스템 운영시험

1) 옥천역 화물취급선 이동식전차선 운영교육(이론)



그림 74. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 운영교육

2) 옥천역 화물취급선 이동식전차선 운영교육(현장)



그림 75. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 운영교육

3) 옥천역 화물취급선 이동식전차선 한시적 상업 운영시험 개시(2017.3.2.~ 4.24)



그림 76. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 한시적 상업 운영시험 개시

4) 옥천역 화물취급선 이동식전차선 E&S(입환생략모델)운영시험(2017.4.13.)

- 한국철도공사 물류본부 주관/기술연구처, 연구기관 협력



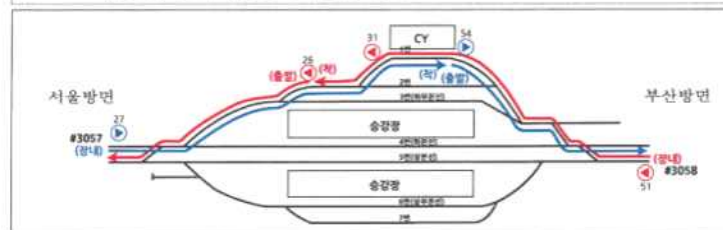
그림 77. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 E&S(입환생략모델)운영시험

□ 옥천역 E&S(입환생략모델) 운영시험 PLAN (철도공사 물류본부)

□ 옥천역 E&S 적용 검토

- (신호) 입환표지에 의해 작업선¹번선에 #3058, #3057열차 직접 작발 가능

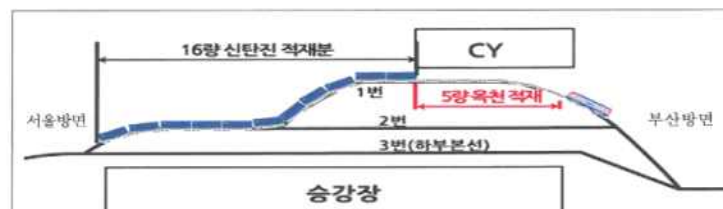
- #3058 (장내) 표지 51호⇒1번, 표지 31호⇒26호 현시 (2번선까지 저장)
(출발) 표지 26호⇒상본선 현시
- #3057 (장내) 표지 27호⇒1번선 현시
(출발) 표지 54호⇒하본선 현시



- * 운전취급규정 191, 192조에 의해 수신호 생략으로 작업선 진·출입

- (유효장) 옥천역 2번선 지장시 작업선 25량(362m) 수용 가능

- 신탄진 CY작업선, 하부분선 유효장 25량(기관차 + 현차 보통21량)



- * 1번 작업선 유효장 13량 (이동식 전차선 가선 유효장 8량)

그림. 78 옥천역 E&S(입환생략모델) 운영시험 PLAN

2. 이동식전차선 성능

가. 전차선 이동 분리 시간(2분이내)

(1) 이동식전차선 분리 동작시간: 40초



그림 78. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 분리상태

(2) 이동식전차선 연결 동작시간: 40초



그림 78. 옥천역 화물취급선 이동식전차선 분리상태

3. 국산화 개발

가. 부품국산화율(90% 이상); 이동식전차선 600M 구간 기준

단위:천원

주요외자재	외산			국산화			국산화율 (%)	비고
	단가	수량	금액	단가	수량	금액		
R-BAR(강체전차선)	1,200	50	60,000	450	50	22,500		
애자류	1,000	60	60,000	100	60	6,000		
감속기	3,500	30	105,000	1,800	30	54,000		
센서류	3,000	6	18,000	n/a	6	18,000	93	
합 계			243,000			100,500		

표 8. 이동식전차선 국산화율

4. 운영효율 평가

가. 유지보수

- (1) 유지보수매뉴얼 작성 (별첨)

나. 운영효율

- (1) 효율성보고서 작성 (별첨)

5. 내후성 검증

가. R-BAR

- (1) 중성염수분무시험
-한국철도시설공단 규격인 KRSA-3072 R-BAR 적용

나. 브래킷

- (1) 중성염수분무시험
-공인기관 시험

다. 지지클램프

- (1) 중성염수분무시험
-공인기관 시험

6. 표준화 추진 및 사업화 지원

가. 자문위원회구성 및 개최

☐ 과제의 성공적인 사업 수행을 위해 외부전문가를 자문위원으로 위촉하여 운영함.

☐ 사업화 지원을 위한 Test-Bed 구축 및 기기 사양(안) 등에 대한 전문가 의견을 반영함.

○ 제1차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2016. 2. 3(수), 15:30 ~
- 장 소 : 한국철도공사 회의실
- 내 용 : 연구개발 기기별 설계사양(안) 및 시험항목(안) 자문 등



그림 138. 제1차 자문위원회 회의사진

○ 제2차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2016. 2. 17(수), 15:30 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실 및 공장설비 시험장
- 내 용 : 공장설비 시험 시연(점검), Test-Bed 사양(안) 및 공정계획 자문 등



그림 139. 제2차 자문위원회 회의사진

○ 제3차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2017. 2. 17(금), 15:00 ~
- 장 소 : 전기진흥회관 3층 회의실
- 내 용 : 과제 2차년도 추진 실적, 기술 및 단체표준(안) 관련 자문



그림 79. 제3차 자문위원회 회의사진

○ 제4차 자문위원회 회의

- 일 시 : 2017. 3. 16(목), 15:00 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 과제 2차년도 추진 실적, 기술 및 단체표준(안) 관련 자문



그림 80. 제4차 자문위원회 회의사진

나. 수행책임자 회의

- ☐ 주관, 공동 및 위탁기관의 책임자 및 실무자들이 참여하여 기술개발 현황 및 사업화 진행 계획을 점검함.

- ☐ 각 기관별 연구개발 내용의 공유 및 목표 대비 실적을 점검함.

○ 제1차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 5. 6(수), 16:00~
- 장 소 : 한국전기산업기술연구조합 회의실
- 내 용 : Test-Bed용 CY선 검토 및 선정 일정 협의 등



그림 142. 제1차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제2차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 7. 8(수), 15:30 ~
- 장 소 : 한국철도공사 회의실
- 내 용 : 운영매뉴얼 관련 포함 내용 점검 및 Test-Bed 구축 현장 검토 등



그림 143. 제2차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제3차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 7. 16(목), 14:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 폴리머 애자, 단로기 및 개폐기 사양 검토 등



그림 144. 제3차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제4차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2015. 9. 17(목), 14:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : Test-Bed 후보지역(동익산역, 충주역, 옥천역 등) 최종 검토 등



그림 145. 제4차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제5차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 1. 6(수), 11:00 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 공장시험설비(R-BAR, 구동장치 등) 제작 점검 등



그림 146. 제5차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제6차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 2. 18(목), 10:30 ~
- 장 소 : (주)재영테크 회의실
- 내 용 : 기기별 개선항목 논의 및 향후 일정(공인기관시험 등) 협의 등



그림 147. 제6차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제7차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 6. 22(수), 13:30 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 옥천역 이동식 전차선 시스템 현장점검(옥천역) 및 공사 관련 협의



그림 81. 제7차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제8차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 6. 30(목), 16:00 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 옥천역 이동식 전차선 시스템 현장점검(옥천역)



그림 82. 제8차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제9차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 8. 12(금), 10:00 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 옥천역 이동식 전차선 시스템 합동점검(옥천역)



그림 83. 제9차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제10차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 8. 25(목), 10:00 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 옥천역 이동식 전차선 시스템 합동점검(옥천역)



그림 84. 제10차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제11차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2016. 12. 22(목), 10:00 ~
- 장 소 : ㈜재영테크 회의실
- 내 용 : 이동식 전차선 경제성 분석 및 표준화 관련 논의



그림 85. 제11차 수행책임자(공정) 회의사진

○ 제12차 수행책임자(공정) 회의

- 일 시 : 2017. 4. 13(목), 09:00 ~
- 장 소 : 충북 옥천역
- 내 용 : 이동식 전차선 입환 시연 및 현장 점검



그림 86. 제12차 수행책임자(공정) 회의사진

다. 기술 및 표준자료 수집

(1) 기술 및 자료수집 (별첨)

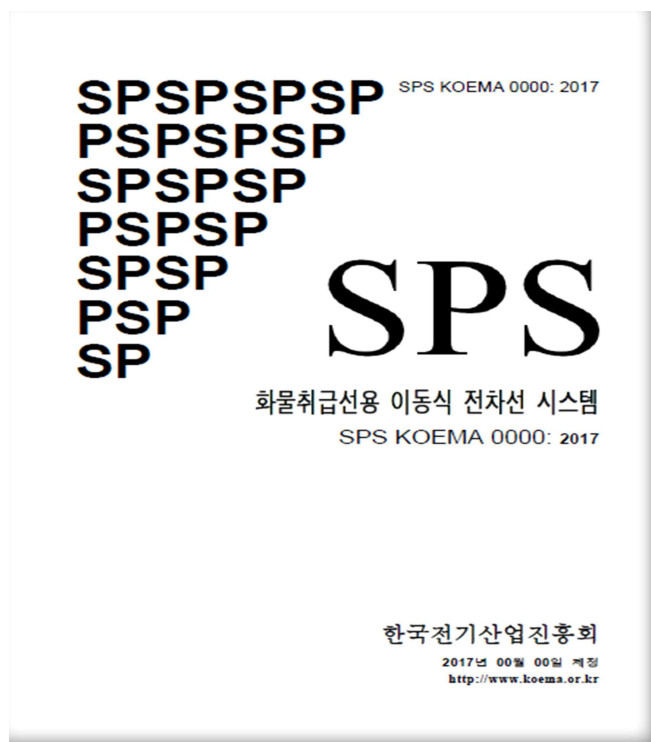
번호	구분	제목	발행기관	발행년도	주요 내용
1	논문	Overhead Power Supply on the Galata Bascule Bridge	UITP Light Rail Conference	2008	□ Conductor Rail에 대한 기술 □ 이동식 전차선(Bridge) 적용 사례
2	논문	Electrification of Swing and Bascule Bridges with Overhead Conductor Rails Furrer+ Frey System	Furrer+ Frey	2000	□ 이동식 전차선(Bridge) 적용 사례 □ 이동식 전차선 동작 구성도
3	보고서	Metrolinx Electrification Project	Metrolinx	2014	□ 이동식 전차선 적용 사례(런던 차량기지) □ 유지보수 및 테스트 방안
4	논문	ISAF S.A. Designing for Major Abroad Projects	Railway Pro Technology & Service Forum	2016	□ Retractable Catenary 적용 사례 □ 전차선 시스템 구성(안)

표 9. 기술 및 자료수집

라. 단체표준 추진

(1) 단체표준 작성 (별첨)

-화물취급선용 이동식전차선 시스템 KOEMA 규격(안)



제4장. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

1. 목표 달성도

성과목표		성과지표	목표치	측정방법	달성도(%)	목표치 달성 근거
이동식전차선 Test-Bed 설치	1차년도	Test-Bed 설치 개소	설치개소 선정	설치개소 확인	100	Test-Bed 선정 (옥천역)
		시스템 설계	제작 도면 작성	설계도면 확인	100	제작 도면
	2차년도	이동식전차선 설치	시제품 제작 및 설치	시제품	100	Test-Bed 구축 (옥천역)
		시스템 신기술신청	1건	신청유무	50	원가계산서 외 필요 서류 준비 완료 신청서 접수 예정
		시스템 문	1건	논문게재	0	
이동식전차선 성능	2차년도	전차선 이동 분리 시간	2분 이내	시간측정	100	기능 시험 및 사용자 운영 시험
국산화 개발	2차년도	부품 국산화율	90%이상	부품가격	100	국산화율 93%
시스템 보호장치 개발	1 / 2차년도	컨테이너 간섭 감지	CY선 길이 감지	1차년도: 자체 기능시험 2차년도: 공인기관 입회시험	100	121m 감지
		가압감지	AC25kV 가압감지		100	사용전압 AC25kV 에서 감지기 정상 작동
		열차감지	감지길이 3m이상		100	26m 이상 감지
		판토그래프 감지	감지길이 1m이상		100	18.4m 이상 감지
브래킷 및 지지클램프 개발	1차년도	지지하중	120kgf 이상	공인기관 입회시험	100	120kgf 하중에서 이상없음
		지지하중	120kgf 이상		100	120kgf 하중에서 이상없음
내후성검증	2차년도	R-Bar 중성염수분무 시험	기계적강도 변화 없음 (2시간 분무, 12시간 방치, 3회 반복)	공인기관 시험	0	KRSA-3072 만족 제품 적용(KS D 9502 에 따라 중성염수분무 시험 후 도전을 측정)
		브래킷 중성염수분무 시험	기계적강도 변화 없음 (2시간 분무, 12시간 방치, 3회 반복)	공인기관 시험	100	기계적강도 변화 없음
		지지클램프 중성염수분무 시험	기계적강도 변화 없음 (2시간 분무, 12시간 방치, 3회 반복)	공인기관 시험	100	기계적강도 변화 없음
운영효율성 평가	2차년도	유지보수매뉴얼	유지보수 매뉴얼	매뉴얼 확인	100	유지보수 매뉴얼
		운영효율검토	효율성평가보고서	보고서 확인	100	운영효율성 평가 보고서
표준화 및 추진 사업화 지원	1 / 2차년도	수행책임자 회의	1차년도: 6회 2차년도: 6회	회의록	100	1차년도: 6회 2차년도: 6회
		자문위원회 구성 및 개최	1차년도: 2회 2차년도: 2회	회의록	100	1차년도: 2회 2차년도: 2회
		기술 및 표준 수집	1차년도: 1건 2차년도: 1건	보고서	100	1차년도: 1건 2차년도: 1건
		단체표준추진	1차년도: 1건 2차년도: 1건	보고서	100	1차년도: 1건 2차년도: 1건

2. 관련 분야 기여도

가. 과학기술적 측면

- CY선 이동식전차선의 활용으로 E&S (Effective & Speedy Container Handling System: 정거장 입환 생략모델) 구현 시 전기기관차 입환으로 신개념의 철도물류체계가 구축될 수 있으며 이를 바탕으로 연관기술의 재생산 효과를 가져올 수 있음.
- 입환기관차 조성작업, 견인작업 등이 불필요하게 되어 컨테이너 상하역을 위한 시간과 인력 절감되어 상하역 효율이 향상되어 안정적 물류체계 구축이 가능함.
- 국산화 핵심자재를 개발 및 시제작을 통해 이동식전차선 시스템의 기술 내재화

나. 사회·경제적 측면

- 친환경, 장거리 대량수송의 장점을 가진 철도수송은 통일시대에 가장 효율적인 미래지향적 운송수단으로서 전기기관차를 이용한 컨테이너 운반용 이동식전차선은 각 철송장 간 연계가 가능하도록 시공할 경우 획기적인 물류수송이 가능함.
- 국산화를 통해 설비 투자비용을 절감할 수 있고, 더 많은 CY선에 적용할 수 있게 될 것으로 예상됨.

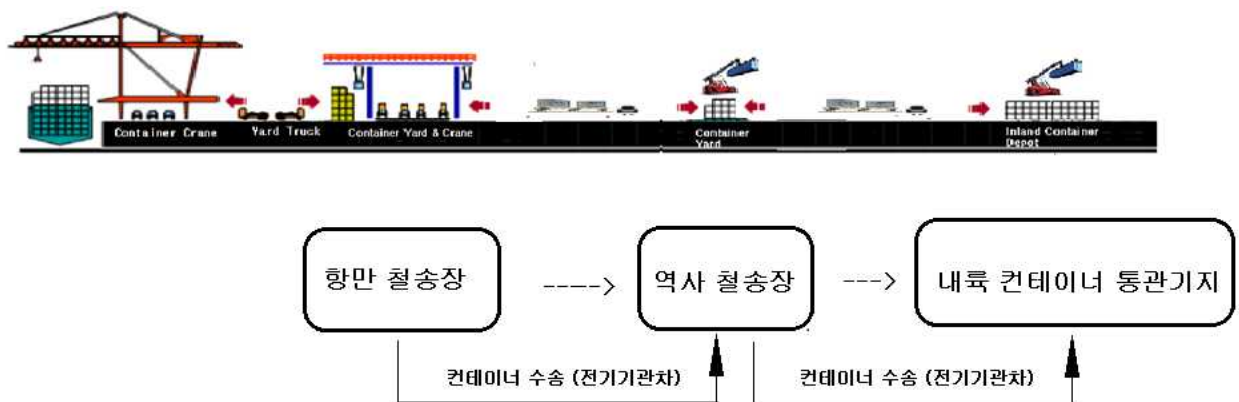


그림 87. 이동식전차선을 이용한 철송장간 컨테이너 수송방안

- 지구온난화 등 환경문제의 중요성이 날로 증폭되는 현재 디젤기관차에서 사용되는 경유 1L 당 CO₂ GAS 2.59kg 이 배출(철도공사 자료)된다고 하며 이는 컨테이너 물류 수송(경제적 측면 참조 : 3,319,050L, 경유소모량)시 발생하는 CO₂ GAS 배출량은 약8,590 TON 임. 컨테이너 화물운송량의 대부분이 트럭의 육상운송에 치중되어 있고 환경오염비용이 트럭의 경우 철도에 비해 4~12배(한국환경정책평가연구원 육상교통수단의 경성비교분석, 2002년)에 달하는 등 상대적으로 친환경적인 물류교통수단으로 인식되어 온 것이 사실임.

“전기기관차를 이용한 컨테이너 운반용 이동식전차선 시스템”을 도입한다면 철도수송 시 발생하는 CO₂ GAS 배출량의 제로화에 크게 기여함.

2012년도 철도 컨테이너 운송량(철도공사 자료) 1,138,000 TEU를 운송 시 컨테이너 운송 1편성 당 60 TEU 로 가정하고 운송거리를 서울-부산간 거리 (350km)를 왕복 운송 시 $1,138,000\text{TEU} \div 60\text{TEU} \approx 18,966\text{회} \times 700\text{km} = 13,276,200\text{KM}$ (4km/hr; 연비기준:3,319,050L; 경유소모량) 가 된다. 디젤기관차의 연료는 경유로서 연비는 4km/hr 정도이므로 연간 총 연료비는 약 43억원 정도가 소요됨.

이에 비해 전기기관차는 연료비가 디젤기관차에 비해 49%가 소요되므로 연간 약21억원의 연료비 절감효과를 가져오게 되며 철송장 입환 시 디젤기관차-전기기관차의 입환작업 시간 및 조성작업 인력절감 등 경제적인 효과가 매우 큼.

다. 정책적 측면

- 산업경쟁력 강화 국부창출에 기여하는 신성장동력산업으로 발전, 지속가능한 산업기반 조성을 통해 “글로벌 물류강국” 달성
- 국가물류체계의 효율성 제고 : 매출액 대비 물류비를 9.1%에서 5.5%수준까지 낮춰 우리기업의 글로벌 가격경쟁력을 3.6% 개선
- 물류를 통한 국부창출 : 국가전체 산업매출액 대비 물류산업 매출 비중을 3.65%에서 5.0%까지 높여 매출기준 5위의 대표산업으로 육성
- 도로에서 철도/연안해운으로 전환하는 화물에 대한 보조금 지원사업을 통해 3,123톤의 화물을 전환하고 CO2 28.8만톤 감축 계획임.
- 철도물류 활성화를 위해 양방향 신호시스템을 구축하고(23개소) 맞춤형 직통 전세열차운행을 확대(1일 30회 → 40회)
- 교역량은 증가하는 반면 연도별 철도 컨테이너 수송량은 제자리걸음을 반복하거나 줄어드는 경우도 있으나 전기기관차에 의한 컨테이너 운송체계는 보다 체계적이고 예측가능한 물류 전달체계로 이어질 수 있어 철도물류분야의 수요가 획기적으로 증대되는 계기가 될 수 있음.

단위 : 천TEU

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
계	825	835	956	1,069	1,1126	1,185	799	934	1,099	1,138
전년대비	108	101	114	111	105	105	67.5	116	117	103

표 11. 연도별 철도 컨테이너수송량 현황(2013~2012), 철도공사 자료

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 성과물의 활용방안

가. Container Yard선 및 철도화물터미널 확대 적용

- 국내외 철도수송기지 인입선에 공급하여 철도물류의 친환경, 수송비 절감효과를 통해 철도물류 개선을 통한 물류 선진화가 가능할 것으로 예상됨.

나. 해외 철도물류시설 수출시장 개척

- CY선 이동식전차선 시스템의 최종제품은 국내외 최초로 개발되는 것으로서 유사제품이 없으며 E&S (Effective & Speedy Container Handling System: 정거장 입환 생략모델) 구현 시 필수적인 시스템으로서 매우 높은 경쟁력을 보유하고 있음.
- 유럽 일본 등 철도화물운송 증대정책에 맞추어 홍보자료를 제작하여 철도물류시설 해외진출

2. 기대성과 및 파급 효과

가. 운영비 절감 및 친환경교통수단 이미지 제고

이동식전차선은 작업선에서 전차선을 접었다 폈다 하도록 설치하여 에너지 효율이 높은 전기기관차의 운행률을 높임으로써 운영비 절감은 물론 친환경 교통수단의 이미지 제고

나. 첨단교통시스템과 접목 시 시너지 발생

E&S*시스템과 DST* 등의 시스템을 함께 도입하게 되면 철도 물류산업 발전에 더욱 효과적일 것으로 판단 됨.

* E&S시스템(입환생략 시스템) : Effective & Speedy Container Handling System

* DST(컨테이너 2단적재) : Double Stack Train

다. 유류비 절감

(1) 디젤기관차와 전기기관차 동력비

대전에서 부산신항간 1회 운행하는 화물열차 동력비를 비교했을 때 대략 299,021원 절감

< 디젤 및 전기기관차 동력비 비교 >

구분	km당 소비량	단가 ('16년 평균)	거리 (km)	1회 동력비	차액
디젤	3.18 l	1,034원	289.6	952,865	299,021
전기	16.37kW	137원		653,844	

표 12. 디젤 및 전기기관차 동력비 비교

(2) Test-Bed 옥천역 동력비 절감

본 과제의 Test-Bed인 경부선 옥천역의 경우 주2회 운행하지만 연간 동력비가 약 1억원(' 17년 기준) 절감

< 동력비 산출근거 >

구 분	발송역	도착역	운행횟수	화물거리 [km]	연간 운행일	1일 운행횟수	총 운행키로 [km]	연간 동력비(원)
디젤기관차	대전조차장	부산신항	월,목 주 2회	289.6	170	2	98,464	323,974,366
전기기관차			왕복(#3057, #3058)					222,307,135
차 액								101,667,231

표 13. 동력비 산출근거

- 디젤기관차 1km당 3.18L 사용 / 1L=1,034원(2016년 평균 단가)

* 1km당 ≒3,290원

- 전기기관차 1km당 16.37kw 사용 / 1kw=137원(2016년 평균 단가)

* 1km당 ≒2,257원

- 연간운행일 : XR0IS*-전용열차(BT) 수송실적조회 기준(BT구분명 BCDJ-5, 신탄진↔북철송장)

* XR0IS : 한국철도공사에서 사용하고있는 열차운행정보 시스템

(2) 연간 동력비 절감효과

동력비 산출은 옥천역을 대상으로 대전조차장~부산신항간 까지만 산출하였지만 운행횟수와 운행일을 같은 값으로하여 전국 화물운송거리(3064.3km)로 확대하게 되면 연간 10억원의 동력비 절감효과가 있음.

라. E&S시스템 적용

(1) E&S(Effective & Speedy Container Handling System, 입환생략모델) 인건비 절감

경부선 옥천역에 E&S시스템 적용시 인건비는 연간 대략 4천만원의 인건비 절감 효과가 있음.

< 인건비 산출근거>

직 급	기본급(원)	근무형태	하루 근무시간	60분(1시간) 인건비	입환시간 (20분) 인건비	연간운행일	1일 입환횟수 (회)	입환시 연간 인건비
5급	2,870,000	통상일근	8	358,750	119,583	170	2	40,658,333

표 14. 인건비 산출근거

- 산출시 한국철도공사의 5급직원을 가정하여 기본급과 근무형태, 입환시간 등을 계산하여 산출함

(2) E&S(Effective & Speedy Container Handling System, 입환생략모델) 시범운영 실시

- 한국철도공사 물류본부에서는 경부선 옥천역 이동식전차선 시스템에 E&S시스템을 적용하여 시범운영(' 17.4.13.)

* 물류신사업처-187(2017.04.05.)호

옥천역 CY작업선 E&S 시범 적용 방안

신사업처장 유동희 (인)

물류신사업처 임인순 (17.3.23 4143)

□ 추진배경

- 옥천역 CY작업선에 이동식전차선의 설치 및 시험운영 중임에 따라 E&S(입환생략)시스템을 적용을 검토하여 입환 업무 효율성 제고

□ 현 황

- (화물열차) 옥천역은 주 2회 하루 5량의 컨테이너화차를 취급하고 있으며, 신탄진역 열차 21량과 조합하여 1개 열차(26량) 조성

옥천역 5량	신탄진역 21량
--------	----------

- 신탄진 => 부산신항간 #3056, #3057열차 주 2회(월, 목) 운행
- #3056 부산신항 05:22 => 옥천 09:13~35 => 신탄진 10:28
- #3057 신탄진 15:46 => 옥천 16:24~44 => 부산신항 20:17

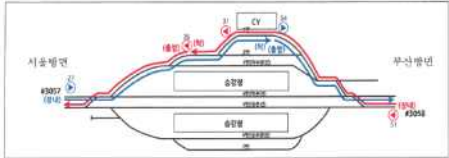
- (이동식전차선) 옥천역 CY작업선(1번선)에 전기기관차 운행이 가능하도록 국가 R&D사업으로 이동식 전차선 구축
- '16. 8 옥천역 이동식전차선 설치 완료 (개영테크, LS전선)
- '16. 9. 전기기관차 운행 시험
- '17. 2. 6 이동식 전차선 사용 개시 승인 (철차운영단)
- '17. 3. 2 - 4. 24 운영 시험 및 성능평가

□ E&S 조건

- (신호) 화물열차가 적하선에 바로 착발 가능한 신호 또는 표지 설치
- (적하선 유효장) 화물열차 측면성 수용 가능한 적하선 길이 확보
- (품목) 신속한 하역이 가능한 컨테이너, 철강품 등

□ 옥천역 E&S 적용 검토

- (신호) 입환표지에 의해 작업선¹번선에 #3056, #3057열차 직접 착발 가능
- #3058 (장내) 표지 51호=>1번, 표지 31호=>26호 현시 (2번선까지 지장)
- (출발) 표지 26호=>상본선 현시
- #3057 (장내) 표지 27호=>1번선 현시
- (출발) 표지 54호=>하본선 현시



- 운전취급규정 191, 192조에 의해 수신호 생략으로 작업선 진·출입

- (유효장) 옥천역 2번선 지장시 작업선 25량(362m) 수용 가능
- 신탄진 CY작업선, 하부본선 유효장(기관차 + 편차 보통21량)



- 1번 작업선 유효장 13량 (이동식 전차선 가선 유효장 8량)

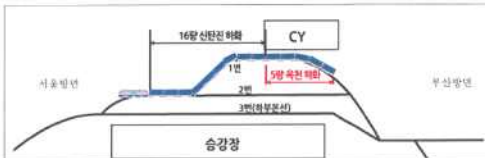
□ 검토결과

- 옥천역 E&S 시범은 작업선에 열차착발이 가능(관계사 승인에 의한 수신호 생략)하고, 옥천 및 신탄진역의 작업선-유효장 제한으로 현재 21량 이내 취급이 가능하므로 컨테이너물량 비수거인 원초에 시행
- 4월 시범 적용 가능일 4/6, 4/10, 4/13 (월·목·금) => 업체와 협의 후 확정

참고 1 육천역 작업선 E8S 취급 절차

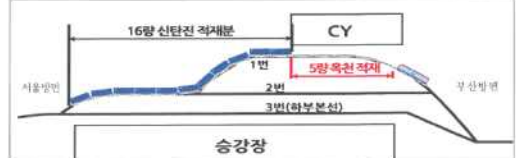
< 상행 제3058열차 >

취급사항	소속	비고
#3058열차 뒤쪽 5량에 육천역 하차 컨테이너 적재	부산신항역	(방)신탄전16+육천5
부산신항 → 육천역으로 운행	대기승소	
1번 작업선 전차선 급전위치 이동 및 급전	육천역	
상본선 입환표지 51호⇒1번, 표지 31호⇒26호 현시 (표지 26호앞에 적자, 2번선 지장)	육천역	수신표생략 승인 (관계사)
1번 작업선 단전 및 전차선 점검	육천역	
뒤쪽 5량 컨테이너 하차 작업(리저 스택터)	육천역	화차해방 금지
하차 완료 후 입환표지 26호⇒상본선 현시	육천역	수신표생략 승인 (관계사)
#3058열차 발차⇒대전초(가교제)⇒신탄전	대기승소	(방)신탄전16+공차5
신탄전 CY작업선 21량 차입	신탄전역	컨테이너 15량 하차



< 하행 제3057열차 >

취급사항	소속	비고
#3057열차 앞쪽 5량 공차 연결	신탄전역	(방)공차5+신탄전16
신탄전 ⇒ 대전초(가교제) ⇒ 육천역으로 운행	대기승소	
1번 작업선 전차선 급전위치 이동 및 급전	육천역	
상본선 입환표지 27호⇒1번선 현시 (표지 54호앞에 적자)	육천역	수신표생략 승인 (관계사)
가편차 팬터 하강 후, 1번 작업선 단전 및 전차선 점검	육천역	
앞쪽 5량 컨테이너 적제 작업(리저 스택터)	육천역	
적제 후 전차선 급전위치 이동, 급전 및 가편차 팬터 상승	육천역	
입환표지 54호⇒하본선 현시	육천역	수신표생략 승인 (관계사)
#3057열차 발차⇒부산신항	대기승소	(방)육천5+신탄전16
CY작업선 21량 차입	부산신항	



참고 2 작업선 착발 및 수신호 생략

< 운전취급 규정 >

제191조 (수신표 현시취급) ① 신호기 고장인 신호 또는 신호기가 설치되지 않은 신호(반대선로 운전 포함)에 열차를 진입, 진출시키는 경우에는 관계 선로전환기의 점검 상태 및 관계선로에 이상 없음을 조작반이나 육안으로 확인한 후 진행수신표를 현시하여야 한다.

제192조 (수신표 현시생략) ① 진행수신표를 생략하고 관계사의 운전명령번호로 열차를 진입, 진출시키는 경우는 다음 각 호의 어느 하나와 같다. <개정 2014.06.09>
3. 역 조작반(GTC 포함) 취급으로 신호연동장치에 의하여 전로를 점갈 수 있는 선로

< #3058열차 육천역 1번 작업선 도착 및 출발 >



< #3057열차 육천역 1번 작업선 도착 및 출발 >

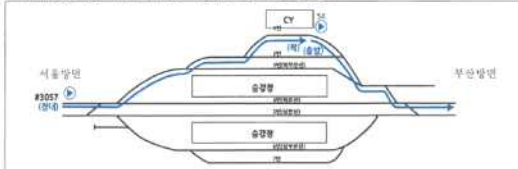


그림 88. 물류신사업처-187(2017.04.05.) 호

마. DST 적용시 예상 효과

(1) DST(Double Stack Train, 컨테이너 2단적재)

- DST는 기후변화협정의거 온실가스 저감, 교통혼잡 및 에너지 문제에 대응하고자 철도운송 부담을 15% 확대하는 국가 정책목표로 철도화물 수송분담율 1% 증가 시 국가 물류비 3,000억 절감의 효과가 있고, 철도화물 운송 도로운송 대비 온실가스 배출량은 1/8로 감소함.
- 기존 DST 투입방안은 인프라 개량비용에 따른 경제성 논란으로 중단되었음.

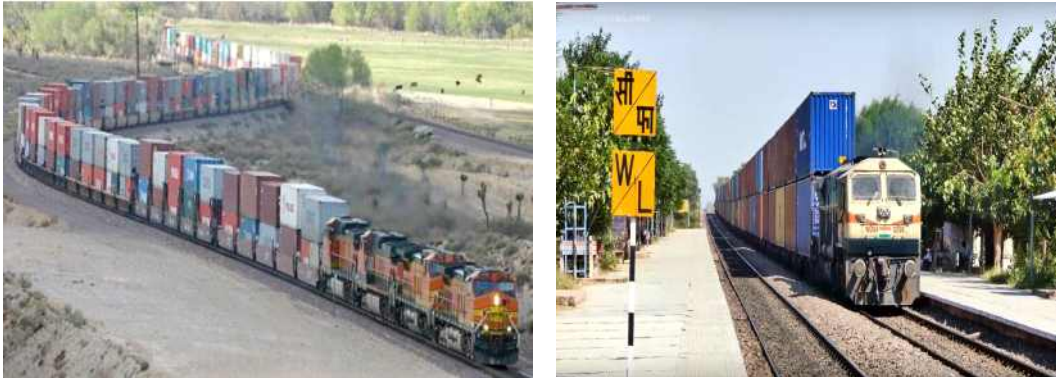


그림 89. 해외 2단적재 모습

(2) K-DST(KOREA-Double Stack Train, 컨테이너 2단적재)

- 한국철도기술연구원에서는 인프라 개량 없이 수송용량을 60%향상으로 고용량 저비용 운송수단인 “한국형 이단적재 수송시스템(K-DST)” 컨셉을 수립하고, 2015년부터 주요사업으로 개발 착수하였음.



그림 90. 한국형 이단적재 수송시스템(K-DST)

- 한국철도공사 물류신사업처에서는 한국형 이단적재(K-DST) 열차시운전을 시행(' 17.3월)
- 시험운전은 증속시험시 탈선안전도 및 진동가속도, 곡선통과와 제동시험 등.
- 이동식전차선 시스템 도입 시 전기기관차 대체로 인한 물류비 절감 및 온실가스 배출량이 'zero' 되어 환경 친화적임.

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

1. 해외 각국의 컨테이너 운송현황

국가	운송기관차	컨테이너규격	운송방식
일본	전기기관차	12ft(국내용)	E & S(입환 無)
		20,40ft	입환 有
미국	디젤기관차	20,40ft	입환 有
중국	디젤기관차	20,40ft	입환 有
기타	디젤기관차	20,40ft	입환 有

표 15. 각국의 컨테이너 운송현황

가. 일본 JR (일본철도화물주식회사)

- 컨테이너를 본선상의 열차에서 하역하는 것을 "E & S 방식 (착발 선 하역)"라고 함.
- 착발 선상에 하역 홈이 있고, 열차가 역에 도착한 직후에 하역 작업을 시작하고 그대로 발차 하는 것을 말함.
- 현재 이 방식의 역은 일본내에 29 개 역이 있으며, 역 구내에서의 복잡한 입환 작업이 필요 없기 때문에 상당한 리드 타임 단축과 비용 절감을 도모 할 수 있음.
- 단, 20~40피트의 대형 컨테이너에는 적용하지 못하고 있으며 12피트 국내용 컨테이너에 국한되고 있음. --> 전기기관차 운송



그림 91. 일본 JR (일본철도화물주식회사) 컨테이너 운송 전기기관차

나. 미국

- 20, 40 및 53 피트 컨테이너가 혼재된 2단적재기차(DST)로 컨테이너 운송을 하고 있음.
- > 디젤기관차 운송



그림 92. 미국 2단적재 컨테이너 운송 디젤기관차

다. 중국

(1) 중국 절강성 <--> 스페인마드리드 Yixinou 열차

- 세계에서 가장 긴 철도로서 중국의 절강 성을 스페인 마드리드에 연결하는 새로운 Yixinou 열차이며 컨테이너 82개를 적재 및 운송하고 있으며 21일이 소요됨.
- 6개국(러시아, 카자흐스탄, 벨로루스, 폴란드, 독일, 프랑스)을 통과 (개통: 2014.11.28.)
- > 디젤기관차 운송



그림 93. 중국 절강성 <--> 스페인 마드리드행 컨테이너 운송 디젤기관차

라. 국내 외 현황 및 전망

(1) 컨테이너 화물열차 운송수단의 대체

- 국내의 철도 운송환경은 전철화율 85%를 앞두고 있고 해외의 철도 운송환경도 전철화율이 점차적으로 확대될 것으로 사료됨
- 따라서 효율성 측면에서 디젤기관차 운송은 점차적으로 전기기관차 운송으로 대체되어 갈 것으로 판단됨.
- 중국과 스페인 등 철도의 국제운송이 획기적인 비용절감과 환경오염방지 등의 목표를 달성하기 위한 수단으로서 화물취급선 이동식전차선의 필요성이 더욱 커질 것으로 사료됨.
- 컨테이너 화물을 90% 이상 운송하고 있는 도로교통의 수송 부담률을 낮추기 위해서 최적요건의 솔루션으로서 “화물취급선 이동식전차선 국산화개발” 이 될 수 있다고 판단됨.

2. 논문 및 보고서

번호	구분	제목	발행기관	발행년도	주요 내용
1	논문	Overhead Power Supply on the Galata Bascule Bridge	UITP Light Rail Conference	2008	□ Conductor Rail에 대한 기술 □ 이동식 전차선(Bridge) 적용 사례
2	논문	Electrification of Swing and Bascule Bridges with Overhead Conductor Rails Furrer+ Frey System	Furrer+ Frey	2000	□ 이동식 전차선(Bridge) 적용 사례 □ 이동식 전차선 동작 구성도
3	보고서	Metrolinx Electrification Project	Metrolinx	2014	□ 이동식 전차선 적용 사례(런던 차량기지) □ 유지보수 및 테스트 방안
4	논문	ISAF S.A. Designing for Major Abroad Projects	Railway Pro Technology & Service Forum	2016	□ Retractable Catenary 적용 사례 □ 전차선 시스템 구성(안)

제7장. 연구개발성과의 보안등급

보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	○ 국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제47조의4(보안등급 분류기준)에 따라 보안과제에 해당되지 않음	

제8장. 국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입 기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입 가격 (천원)	구입처 (전화번호)	비고 (설치 장소)	NTIS장비 등록 번호

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적

1. 주관기관: (주)재영테크

가. 기술적 위험요소 분석

- (1) 개발 정보(도면, 자료)가 외부 유출 가능성이 있음
- (2) 부설 연구소 출입시 관리자의 통제/제어가 필요함

나. 안전관리대책

- (1) 연구실 안전관리 규정 비치
 - (가) 법령, 비상연락망 비치 및 게시
- (2) 연구소 안전점검 실시
 - (가) 년 1회 이상 안전점검 의무시행 및 점검기록표 비치
 - (나) 안전점검 결과에 대한 위험요소제거 및 보완사항 즉시 시정 조치
- (3) 연구활동 종사자 보험가입
 - (가) 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제 14조 제 1항 및 시행령 제 15조 항에 의거 의무적 가입
 - (나) 가입대상 : (주)재영테크 임직원
- (4) 연구실 안전시설 보완
 - (가) 연구실 출입문 출입제한 및 안전표시 부착
 - (나) 연구실 구급상자 비치 및 비상시 행동요령 게시

2. 공동기관: LS전선(주)

가. 기술적 위험요소 분석

- (1) 개발 정보(도면, 자료)가 외부 유출 가능성이 있음
- (2) 부설 연구소 출입시 관리자의 통제/제어가 필요함

나. 안전관리대책

- (1) 연구실 안전관리 규정 비치
 - (가) 법령, 비상연락망 비치 및 게시
 - (2) 연구소 안전점검 실시
 - (가) 년 1회 이상 안전점검 의무시행 및 점검기록표 비치
 - (나) 안전점검 결과에 대한 위험요소제거 및 보완사항 즉시 시정 조치
 - (3) 연구활동 종사자 보험가입
 - (가) 연구실 안전환경 조성에 관한 법률 제 14조 제 1항 및 시행령 제 15조 항에 의거 의무적 가입
 - (나) 가입대상 : LS전선(주) 임직원
 - (4) 연구실 안전시설 보완
 - (가) 연구실 출입문 출입제한 및 안전표시 부착
 - (나) 연구실 구급상자 비치 및 비상시 행동요령 게시
-

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	구분 (논문/ 특허/ 기타)	논문명/특허명/ 기타	소속 기관명	역할	논문 게재지/ 특허 등록 국가	영향력 지수	논문 게재일 /특허 등록일	사사 여부 (단독 사사 또는 중복 사사)	특기 사항 (SCI 여부/인용 횟수 등)
1	특허	이동식강체전차 선 제어시스템 및 그 제어방법	LS전선		대한민국		2015.12.8. (출원)		
2	기타	SPS KOEMA 화물취급선용 이동식 전차선 시스템	한국 전기 산업 기술 연구 조합	단체 표준 (안) 추진					

제11장. 기타 사항

-해당사항 없음.

제12장. 참고 문헌

1. 한국철도공사, “전차선로 이동식전차선 기술조사용역 보고서”, 2004
2. “Rigid Catenary System(R-bar System) and data”, Railtech International
3. “Magazine of Germany”, Elektrische bahnen 78, S.265~269, S.278~282
4. Siemens,, “Contact Lines for Electric Railways”, Germany
5. SNCF, “Traction Electrique et Thermo-electrique”, France
6. 강인권, “전기철도 시스템 공학”, 2002
7. 강인권, “전기철도 구조물의 응용역학과 강도”, 2003
8. 한국철도공사, “대불 건널목 특수 이동식 전차선 유지보수 매뉴얼”, 2005
9. Metrolinx, "Conceptual Design Report Part 6 - Maintenance Facilities", 2014. 10
10. Siemens AG, "Sicat SR", 2016
11. Siemens AG, "Sicat SRD", 2016
12. 대우엔지니어링, "여수 차량기지 이동식전차선 운영자 교육", 201

주 의

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

