16RTRP-B069124-04

저심도도시철도시스템인터페이스및성능검증연구 최종보고서 2020

국토교통과학기술진흥원

국토교통부

보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호(11-B551201-000207-01)

철도사업 최종연도 저심도 도시철도시스템 기술개발 보고서

R&D / 16RTRP-B069124-04

저심도 도시철도시스템 인터페이스 및 성능검증 연구 최종보고서

2020. 9.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원
협동연구기관 / ㈜다원시스
협동연구기관 / ㈜테크빌
협동연구기관 / ㈜큐브인
협동연구기관 / ㈜파워닉스

국토교통부
(전문기관) 국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부 장관(국토교통과학기술진흥원) 귀하

'저심도 도시철도시스템 인터페이스 및 성능검증 연구' (연구개발 기간 : 2013. 12. 20 ~ 2020. 06. 29) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2020. 9.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원 (나희승) (인)

협동연구기관명 : ㈜다원시스 (박선순) (인)

협동연구기관명 : ㈜테크빌 (이희진) (인)

협동연구기관명 : ㈜큐브인 (황순기) (인)

협동연구기관명 : ㈜파워닉스 (윤광희) (인)

주관연구기관책임자: 한국철도기술연구원 박기준
협동연구기관책임자: ㈜다원시스 김동호
협동연구기관책임자: ㈜테크빌 이영수
협동연구기관책임자: ㈜큐브인 이동형
협동연구기관책임자: ㈜파워닉스 정영식

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

과제 고유 번호	16RTRP-B06 9124-04	해당 단계 연구 기간	2017.8.1. ~ 2020.6.29	단계구분	5차년도/ 5차년도
연구사업명	중사업명	철도기술연구사업			
	세부사업명	철도기술연구사업			
연구과제명	대과제명	저심도 도시철도시스템 기술개발			
	세부과제명	저심도 도시철도시스템 인터페이스 및 성능검증 연구			
연구책임자	박기준	해당단계 참여연구원 수	총: 45명 내부: 명 외부: 45명	해당단계 연구비	정부:800,000천원 민간:266,667천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:1,066,667천원
		총 연구기간 참여연구원 수	총: 225명 내부: 명 외부: 225명	총 연구비	정부:10,773,000원원 민간:3,720,667천원 정부외: 천원 상대국: 천원 계:14,493,667천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국철도기술연구원 / 차세대차량본부			참여기업명 ㈜다원시스, ㈜테크빌, ㈜규브인, ㈜ 파워닉스	
국제공동연구	상대국명:			상대국 연구기관명:	
위탁연구	연구기관명:			연구책임자:	

※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음

연구개발성과의 보안등급 및 사유	- 해당사항 없음

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명 정보	생물 자원	정보	실물
등록·기탁 번호	6	18				4					

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

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

요약

◦ 역사 슬림화/통합화 기술개발

- 역사 슬림화/통합화 설계 및 정거장/환승평의시설 설계 지침 작성

보고서 면수 126

- 상대식, 섬식 정류장 개요도 및 설계도 작성 - 기존시설 대비 역사 슬림화/통합화 경제적 효과 분석 ◦ 저비용 역간전자폐색방식 신호시스템 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 지상제어창치 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 차상제어창치 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 선로전환기 제어기 개발 ◦ 저비용/고효율 도시철도용 신호관제시스템 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 자동열차 감사창치 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 열차 스케줄 및 이벤트 관리장치 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 차량상태 표시/제어장치 개발 ◦ 슬림화/통합화 된 정보통신시스템 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 패킷광전송설비 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 장치 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 승객안내 설비 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 요금징수 설비 개발 ◦ 급전거리 증대형 PWM 방식 전력공급시스템 개발 - PWM 전련공급시스템 병력운전용 4 Module 개발 ◦ 차량, E&M설비 기능검증용 시험선 구축 및 신뢰성 시험 - 차량 주행장치 기능검증용 시험선 구축 - E&M 설비기능검증용 시험선 구축/운영 및 신뢰성시험	

요약문

연구의 목적 및 내용	◦ 저심도(5~7m)로 저렴하게 건설 및 운영이 가능한 새로운 도시철도시스템 보급으로 비용 절감 및 운영 효율성 확보 - 저비용으로 저심도(5~7m)에 건설 및 운영할 수 있는 저심도 도시철도시스템이 적극 활용될 수 있도록 도시철도 건설 관련 규정 개정 지원 - E&M 설비 슬림화와 통합화를 통하여 기존 경전철 대비 30%의 건설 비용 및 운영비 절감 - 신호시스템 안전레벨의 최상위 레벨인 SIL4 인증 획득 - 저비용 저심도 도시철도시스템을 구성하는 차량, 토목, E&M 기술들의 성능 및 상호 인터페이스 요구사항들을 평가할 수 있는 시험선의 구축
연구개발성과	◦ 역사 슬림화/통합화 기술개발 - 역사 슬림화/통합화 설계 및 정거장/환승평의시설 설계 지침 작성 - 상대식, 섬식 정류장 개요도 및 설계도 작성 - 기존시설 대비 역사 슬림화/통합화 경제적 효과 분석 ◦ 저비용 역간전자폐색방식 신호시스템 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 지상제어창치 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 차상제어창치 개발 - 역간전자폐색방식 신호시스템을 구성하는 선로전환기 제어기 개발 ◦ 저비용/고효율 도시철도용 신호관제시스템 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 자동열차 감사창치 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 열차 스케줄 및 이벤트 관리장치 개발 - 신호관제시스템을 구성하는 차량상태 표시/제어장치 개발 ◦ 슬림화/통합화 된 정보통신시스템 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 패킷광전송설비 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 장치 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 승객안내 설비 개발 - 정보통신시스템을 구성하는 요금징수 설비 개발 ◦ 급전거리 증대형 PWM 방식 전력공급시스템 개발 - PWM 전련공급시스템 병력운전용 4 Module 개발 ◦ 차량, E&M설비 기능검증용 시험선 구축 및 신뢰성 시험 - 차량 주행장치 기능검증용 시험선 구축 - E&M 설비기능검증용 시험선 구축/운영 및 신뢰성시험
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	◦ 기술개발 이후 시행/계획되는 경전철 사업(위례-신사 민자 경전철 등)에 기술 성과 활용 계획 ◦ 저비용 역간전자폐색방식의 신호시스템 적용으로 시스템 구축비용 및 유지보수 비용 30% 절감 가능 ◦ 통합화/슬림화 된 정보통신시스템 적용으로 시스템 구축비용 및 유지보수 비용 30% 절감 가능 ◦ PWM 방식 전력공급시스템 적용으로 급전거리 50% 향상 및 시스템 구축 및 운영비 10% 절감 가능

국문핵심어 (5개 이내)	저심도	신호	전력	정보통신	통합화
영문핵심어 (5개 이내)	Near Surface	Signal	Power	Info. and Comm.	Integration

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 1

2. 연구수행내용 및 성과 ····· 5

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 115

4. 연구개발성과의 활용 계획 등 ····· 116

1. 연구개발과제의 개요

1-1. 필요성

○ 도시철도시스템은 도심지내 교통수요의 증가로 인하여 지속적으로 확충되고 있으며 후발로 건설되는 도시철도시스템은 심도가 깊어지고 비용 또한 증가하는 추세임
  * 지하철 1기역사 평균심도: 14.5m, 2기역사 평균심도: 22.1m로 고심도 추세

○ 따라서, 도심지내 도로 하부 저심도(지하 5 ~ 7m) 지하공간에 적용 가능한 철도시스템 개발을 통하여 지상부 교통체계와의 상호연계 및 교통약자의 환승이 용이하고 고가(高架) 경전철 건설비 수준의 새로운 지하철 개발이 필요함

○ 저비용으로 저심도 도시철도시스템을 구축하기 위해 역사의 규모를 줄일 수 있도록 역 기능실 슬림화/통합화가 필요하며, 이를 위해 역에 설치되는 E&M설비의 슬림화/통합화가 필요함.

1-2. 연구 목표 및 내용

가. 연구 목표

○ 저심도(5~7m)로 저렴하게 건설 및 운영이 가능한 도시철도시스템의 비용 절감 및 운영 효율성 확보.

- 저비용으로 저심도(5~7m)에 건설 및 운영할 수 있는 저심도 도시철도시스템이 적극 활용될 수 있도록 도시철도 건설 관련 규정 개정 지원
- 저렴한 비용으로 건설 및 운영하기 위한 E&M 설비들의 적극적인 슬림화와 통합화를 통하여 기존 경전철 대비 10% 이상의 건설 비용 저감이 목표임. 더불어, 저심도 신호시스템의 경우 적극적인 실용화를 위한 SIL4 인증이 목표임.
- 저비용 저심도 도시철도시스템을 구성하는 차량, 토목, E&M 기술들의 성능 및 상호 인터페이스 요구사항들을 평가할 수 있는 시험선의 구축

○ 저비용 역간전자폐색방식 신호시스템 개발로 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 저비용 고효율 도시철도용 신호관제시스템 개발로 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 통합화/슬림화 된 정보통신시스템 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 급전거리 증대형 PWM방식 전력공급시스템 개발로 급전거리 50% 향상 및 유지보수비 10% 절감

나. 주요 연구내용

○ 저심도 도시철도 건설관련 규정 연구 및 고시지원

○ E&M 통합 기능실 설계 및 표준도면 연구

○ 저심도 도시철도용 역간전자폐색방식의 신호시스템 개발 및 SIL4 인증

○ 저심도 도시철도용 신호관제시스템 개발

○ 저심도 도시철도용 정보통신시스템 개발

○ 저심도 도시철도용 전력공급시스템 개발

○ 저심도 기능시험선 구축 및 운영

1-3. 연구개발 추진전략・방법 및 추진체계

가. 연구개발 추진전략/방법

기간	단계별 주요 연구활동	세부추진내용
1단계	■ 선행연구 사례조사 및 목표성능 설정	- 기존 경전철 인터페이스 사례 분석 - 기존 경전철 E&M 설비 사례 분석 - 시험선 위치 현장 조사 및 분석
	■ 개념 정립 및 요구사항 분석	- 저심도 건설을 위한 관련 규정 조사·분석 (도시철도건설규칙, 정거장 설계지침, 철도안전법) - 기능실 통합을 위한 관련 규정 3종 검토 - 저심도 경전철시스템 요구사항 분석 - 신호 시스템 슬림화/통합화 개념 수립 및 요구사항 분석 - 통신 시스템 슬림화/통합화 개념 수립 및 요구사항 분석 - 전력 시스템 슬림화/통합화 개념 수립 및 요구사항 분석 - 설계단계 RAMS 관리 계획서 작성 - 시험선 구축 기본계획 수립
	■ 시작품 설계	- 신호 설비 슬림화 개념 및 상세 설계 - 통신 설비 슬림화 개념 설계 - 전력 설비 슬림화 개념 설계 - 신호/통신/전력 설비 통합화 개념 설계 - 시험선 장비 개념 설계
2단계	■ 시작품 제작 설계	- 규정 개정안 작성 (도시철도건설규칙, 저심도 정거장 설계지침) - 차량-토목-E&M 각 분야간 인터페이스 사항 관리 - 차량-토목-E&M 간 인터페이스 조정 - 신호 설비 슬림화 상세 설계 및 제작 - 통신 설비 슬림화 상세 설계 - 전력 설비 슬림화 상세 설계 - E&M 시스템 통합화 상세 설계 (신호시스템, 통신시스템, 전력시스템) - 제작단계 RAMS 활동 - 시험선 장비 상세 설계(신호시스템, 통신시스템, 전력시스템)
	■ 시작품 제작	- 저심도 전력공급시스템 시작품 제작 - 저심도 정보통신설비 시작품 제작 - 저심도 신호설비 시작품 제작
	■ 시작품 실내 성능시험	- 저심도 전력공급시스템 시작품 실내시험 - 저심도 정보통신설비 시작품 실내시험 - 저심도 신호설비 시작품 실내시험
3단계	■ 현장시험	- E&M 통합 기능실 설계 - E&M 통합 기능실 표준 도면 작성 - 시험선 내 E&M 설비 설치 - 시험/검증단계 RAMS 문서 작성 및 시스템 성능 통합 테스트

		- ISA Audit 및 SIL4 인증 - 저심도 시험선 및 주변시설 구축 - 저심도 시험선 신호시스템 시험평가 - 저심도 시험선 통신시스템 시험평가 - 저심도 시험선 전력시스템 시험평가 - 저심도 시험선에서 개발 장치 신뢰성 시험 및 평가
	■ 시스템 운영을 위한 추진 과정 정립	- 규정 개정 고시안 작성 및 보완 (도시철도건설규칙, 저심도 정거장 설계지침)

나. 연구개발 추진체계

1 세부과제	
과제명	저심도 도시철도시스템 인터페이스 및 성능 검증 연구
협동기관	한국철도기술연구원

총 참 여 연 구 원
협동연구책임자 (박기준)외 45명

기 관 별 참 여 현 황			
구 분	기관수	인원수	총인원 수
산 업 계	4	38	46
대 학			
국공립(연)			
출 연 (연)	1	8	
기 타			

협 동 연 구 기 관	공 동 연 구 기 관	공 동 연 구 기 관	공 동 연 구 기 관	공 동 연 구 기 관
한국철도기술연구원	㈜한터기술 ㈜다원시스	㈜테크빌	㈜큐브인	㈜비츠로시스 ㈜파워닉스
참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원
협동연구책임자 (박기준)	연구책임자 (차기호) (김동호)	연구책임자 (이영수)	연구책임자 (이동현)	연구책임자 (김창식) (정영식)
담당연구개발내용	담당연구개발내용	담당연구개발내용	담당연구개발내용	담당연구개발내용
과제명: 저심도 도시철도시스템 인터페이스 및 성능검증 연구 ○ 저심도 도시철도 건설 관련 규정 개정 연구 ○ 저심도 기능시험선 운영 및 신뢰성 시험 주관	과제명: 저심도 도시철도용 역간 전자폐색 방식의 신호시스템 개발 ○ 신호시스템 개발 ○ 신호시스템 신뢰성 시험	과제명: 저심도 도시철도용 신호관제시스템 개발 ○ 신호관제시스템 개발 ○ 신호관제시스템 신뢰성 시험	과제명: 저심도 도시철도용 정보통신시스템 개발 ○ 정보통신시스템 개발 ○ 정보통신시스템 신뢰성 시험	과제명: 저심도 도시철도용 전력공급시스템 개발 ○ 전력공급시스템 개발 ○ 전력공급시스템 신뢰성 시험

참여기업	

1-4. 연구기간 및 연구개발비

○ 총 연구기간 : 2013.12.20 ~ 2020.6.29 (6년 7개월)
- 당해연도 연구기간 : 2017.8.1 ~ 2020.6.29 (2년 11개월)

○ 연구개발비

(단위 : 천원)

연도	정부 출연금	기업부담금			정부외 출연금			합계
		현금	현물	소계	현금	현물	소계	
1차년도	1,515,000	51,700	465,300	517,000	-	-	-	2,032,000
2차년도	3,298,000	115,100	990,900	1,106,000	-	-	-	4,404,000
3차년도	2,660,000	93,200	793,800	887,000	-	-	-	3,547,000
4차년도	2,500,000	94,400	849,600	944,000	-	-	-	3,444,000
5차년도	800,000	26,667	240,000	266,667	-	-	-	1,066,667
총계	10,773,000	381,067	3,339,600	3,720,667	-	-	-	14,493,667

2. 연구수행내용 및 성과

2-1. 저심도 도시철도 건설 관련 규정 연구

1. 저심도 도시철도시스템 건설관련 규정 검토

<중량전철과 경량전철 주요 건설규칙 비교 및 저심도 철도 기준 설정>

구 분	중량전철	경량전철 특례조항	저심도 철도
궤간	•1천435밀리미터	•철제차륜: 1천435밀리미터 •고무차륜: 1천700밀리미터	•도시철도 및 광역철도 등 기존철도와의 연계성 및 장래 수송수요 예측을 고려하여 차량 형식과 선로 특성에 맞는 기준 정립 필요
확대궤간	•곡선구간 안쪽레일 설치 •25밀리미터 이하	•곡선 반경 등을 고려 시·도지사 등이 정함	
캔트	•곡선구간 바깥레일 설치 •160밀리미터 이하 •캔트체감거리: 캔트의 600배 이상 (부득이한 경우 450배 이상)	•캔트의 크기 및 체감거리, 완화곡선의 삽입기준 및 길이, 직선의 삽입길이, 본선의 기울기 한도, 측선의 기울기 한도, 종곡선의 삽입기준 및 길이, 곡선구간의 건축한계 등에 관하여는 차량의 형식 및 선로의 특성 등을 고려하여 시·도지사 등이 다르게 정할 수 있음	
완화곡선	•곡선반경 800미터 이하인 곡선과 직선접합부 •길이: 캔트 600배 이상 (부득이한 경우 450배 이상)		
기울기	•본선 35‰이하		
전기방식	•전차선로: 직류 1,500볼트 가공선식 •고압배전선: 교류 3상 6,600볼트, 22,000볼트 또는 22,900볼트	•직류 750볼트 또는 1,500볼트 제3레일방식 •차량의 형식 또는 선로의 특성에 따라 정함	•저심도 차량개발과 연동하여 경제성 및 시공성을 갖춘 시스템이 선정될 수 있도록 관련 기준 정립 필요
전선로	•조명 및 동력용 고압배전선은 2회선 이상으로 설치	•조명 및 동력용 전원 공급이 이중화된 경우 전선로의 구성을 다르게 할 수 있음	
전차선로 기울기	•본선 3‰이하, 측선 10‰이하 •부득이한 경우: 본선 5‰이하, 측선 15‰이하	•차량의 운행조건 등을 고려 시·도지사 등이 정함	
비상통신장치 (승강장)	•세군데 이상 분산 설치	•설치개소는 시·도지사 등이 정함	
선로의 표지	•100m마다, 기울기 변경지점, 곡선방경 시작점·끝점, 분기부 차량의 접수한계 표시, 열차속도 제한지점, 정거장 중심표시 등	•무인운전 적용선로는 표지를 선택적으로 설치	
선로의 대피시설	•다리 및 고가부 양쪽, 중간 기둥이 있는 지하부, 지하분기부 양쪽 벽면, 터널 안이나 차량기지	•경량전철 차량에 방재기능을 갖추거나 비상탈출설비 구비 시 선로에 대피시설을 설치하	

	의 필요지점 등	지 않을 수 있음	
무인운전 안전설비	-	•무인운전 적용시 한국산업표준 KS C IEC PAS62267의 자동도시철도교통(AUGT)에 따른 안전설비 설치	
노면전차 형식	-	•노면전차형식의 경우 시・도지사 등이 도시철도 건설규칙과 다르게 규칙 적용가능	

<중량전철과 경량전철 정거장 주요기준 비교 및 저심도 철도 기준 설정>

구 분		중량전철	경량전철	저심도 철도
승강장	승강장 최소폭	상대식 4m, 섬식 8m	상대식 3m, 섬식 5m	•저심도 도시철도의 서비스 수준 결정 후 승강장, 대합실, 내부계단 등 정거장 및 편의시설에 관한 규모 설정에 관한 기준정립 필요.
	승강장연단~계단간 여유거리	2.5m 이상	1.5m 이상	
	여유길이 (정차 여유 확보)	5m	2.5m	
대합실	게이트~전면계단 이격거리	6m 이상	6m 이상	
	지장물 금지범위	게이트, 계단앞 10m 이내	게이트, 계단앞 4m 이내	
내부계단	설치개소	상대식4개소, 섬식 2개소	상대식4개소, 섬식 2개소	
	지장물 금지범위	계단전후 10m 이내	계단전후 4m 이내	
	계단 최소폭	3m	2m	
	통로~계단간 여유거리	4m 이상	4m 이상	
	계단~외부도로간 여유거리	6m 이상	6m 이상	
외부계단	최소폭	3m (부득이한 경우 2m)	2m (서비스수준 D 수준)	
E/L	설치기준	도로양측에 각1개소	도로양측에 각1개소	
E/S	E/S 통로간 여유거리	4m 이상	4m 이상	
	E/S~게이트간 여유거리	8m 이상	6m 이상	
	E/S~지상도로 여유거리	6m 이상	4m 이상	
	Moving Walk~ 통로간 여유거리	6m 이상	4m 이상	

<중량전철과 경량전철에는 없는 정류장 개념 도입>

관련조항	저심도 적용 방안	비고
제2조(정의) 이 규칙에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 4. “정거장“이란 승객이 열차(본선에서 운행할 목적으로 편성된 차량을 말한다. 이하 같다)를 타고 내리는데 사용되는 장소를 말한다.	제2조(정의) 이 규칙에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 4. “정거장“ 또는 “정류장” 이란 승객이 열차(본선에서 운행할 목적으로 편성된 차량을 말한다. 이하 같다)를 타고 내리는데 사용되는 장소를 말한다.	
제3장 정거장 제30조(정거장의 시설·설비) 정거장에는 승강장·대합실·화장실 및 통로 등 승객의 도시철도 이용에 필요한 시설과 전기·통신설비 등을 설치하여야 하며, 이에 필요한 세부적인 사항은 국토교통부장관이 정하여 고시한다.	제3장 정류장 제30조(정류장의 시설·설비) 정류장에는 승강장 및 통로 등 승객의 도시철도 이용에 필요한 시설과 전기·통신설비 등을 설치하여야 한다.	

2. 경량전철편 내의 ‘정류장편’에 다음과 같은 내용으로 신설

구 분		정거장	정류장
1. 여객시설	1.1 승강장	대합실과 승강장이 수직층으로 별도 분리되지 않은 역사의 경우에는 별도의 기준을 따로 정한다.	저심도의 경우 대합실과 승강장층의 통합설치를 적극 권장 한다
	1.2 대합실	필수 설치	선택적으로 설치 가능
2. 승강시설	2.1 내부계단	최소폭 : E/S와 병행할 경우에는 1.5 m 이상으로 한다.	최소폭 : E/S와 병행할 경우에는 1.2 m 이상으로 한다.
	2.2 외부계단	최소폭 : E/S와 병행할 경우에는 1.5 m 이상으로 한다.	최소폭 : E/S와 병행할 경우에는 1.2 m 이상으로 한다.
	2.3 E/V, E/S, 통로	특이사항 없다.	정거장과 동일하다
3. 통로		편리하게 설계 한다.	최소화 해서 설계한다
4. 기타시설	4.1 화장실	- 선택적 설치 가능 - 단 교통약자의 이동편의 증진법 시행령에 따라 장애인 화장실은 필수사항이다.	필요시 통합하여 설치 가능
	4.2 집개표구	특이사항 없음	정거장과 동일
	4.3 기능실	선택설치 가능	정거장과 동일
5. 연계시설	5.1 자전거보관소	필수 선택설치 가능	정거장과 동일 통합설치 기능 명문화
	5.2 환승 주차장	선택적으로 설치 가능	필요시 통합하여 설치 가능

3. 「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 설계지침」내에 <정류장편> 신설 지침 최종(안) 작성

경량전철 정거장	경량전철 정류장
제6장 정거장내 시설	**제9장 정류장내 시설**
6.1 일반사항 본 지침의 중량전철편과 같다	**9.1 일반사항** 본 지침의 6.1 일반사항과 같다
6.2 적용범위 본 지침의 중량전철편과 같다	**9.2 적용범위** 본 지침은 도시철도 정류장에 적용한다. "정류장"이란 경량전철 정거장 중에서 무인으로 운영 관리되며, 승객이 열차를 이용하는데 필요한 최소한의 시설을 갖춘 정거장을 말한다. 최소한의 시설이란 승강장(대합실과 승강장 통합), 기능실, 통로, 승강시설을 말한다.
6.3 여객 시설 **6.3.1 승강장** (1) 경량전철의 승강장은 이용객의 승하차가 용이하고 보다 경제적으로 설치할 수 있는 섬식 승강장을 가능한 한 설치한다. 다만, 수용공간에 비해 이용 수요가 많은 경우에는 상대식 승강장을 설치한다. (2) 승강장내 기능실은 가능한 억제하도록 하여 원활한 동선을 확보하고 개방감을 향상시킨다. (3) 승하차동선을 단순화하여 방향성을 제고한다. (4) 대합실과 승강장이 수직층으로 별도 분리되지 않은 역사의 경우에는 별도의 기준을 따로 정한다.	**9.3 여객 시설** **9.3.1 승강장** (1) 정류장의 승강장은 이용객의 승하차가 용이하고 보다 경제적으로 설치할 수 있는 섬식 승강장을 가능한 한 설치한다. 다만, 수용공간에 비해 이용 수요가 많은 경우와 지상 여건에 따라 상대식 승강장을 설치한다. (2) 2개층 이상의 층을 갖는 정류장은 승강장내 기능실을 가능한 억제하도록 하여 원활한 동선을 확보하고 개방감을 향상시킨다. (3) 단, 한개층으로 구성된 정류장의 경우 승강장내 기능실을 설치 할 수 있다. (4) 승하차동선을 단순화하여 방향성을 제고한다.

4. 지침 최종(안) 해설서 작성

제 3 절 도시철도 경량전철편 정류장 해설서 작성

도시철도 경량전철편 정류장 해설서

- 「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 보완 설계 지침」의 경량전철편 정거장과 비교를 중심으로 -

경량전철 정거장	경량전철 정류장
제6장 정거장내 시설	제9장 정류장내 시설
6.1 일반사항 본 지침의 중량전철편과 같다	9.1 일반사항 본 지침의 6.1 일반사항과 같다

해 설

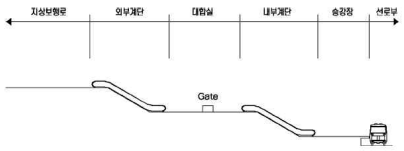
「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 보완 설계 지침」(국토교통부고시 제 2013-162호, 2013.4.18)중 3.1 일반사항의 내용과 동일.

경량전철 정거장	경량전철 정류장
6.2 적용범위 본 지침의 중량전철편과 같다	9.2 적용범위 본 지침은 도시철도 정류장에 적용한다. "정류장" 이란 경량전철 정거장 중에서 무인으로 운영 관리되며, 승객이 열차를 이용하는데 필요한 최소한의 시설을 갖춘 정거장을 말한다. 최소한의 시설이란 승강장(대합실과 승강장 통합), 기능실, 통로, 승강시설을 말한다.

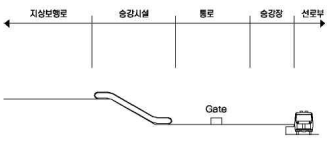
해 설

1. 경량전철은 기존의 중전철(重電鐵)과 반대되는 가벼운 전기철도라는 뜻으로, 지하철도와 대중버스의 중간 정도인 시간당 5,000명-30,000명의 수송능력을 갖고 일정한 궤도를 따라 주행하는 철도시스템으로, 기존 도시철도보다 작고 자동화된 차량운행방식을 채택한 첨단 궤도교통 시스템이다.
2. 경량전철의 특징은 건설, 운용, 유지보수 비용이 저렴하고, 완전자동 무인운전이 가능하며, 유연한 노선계획이 가능하여 기존 시가지에 적용하기 쉽고 지상, 노면, 지하 어디에나 실현가능하며 상대적으로 건설에 따른 민원 발생을 줄일 수 있다.
3. 경량전철 정류장은 기존의 도시철도 정거장과 버스정류장의 중간적 의미로 경량전철의 특징을 살려 최소한의 시설만을 갖춤으로써 정거장의 무인 운영이 가능하게 하고 승강장을 제외한 나머지 부분의 규모를 최소화 할 수 있어 운영비 및 초기공사비를 절감 할 수 있다.
4. 기존 경량전철 정거장과 정류장의 차이점.

기존 경량전철 정거장	경량전철 정류장
1. 유인역사	1. 무인역사
2. 승강장, 대합실, 역무실, 기능실, 화장실로 구성	2. 승강장, 통로, 기능실로 구성
3. 일반화장실(선택), 장애인화장실(필수) 설치	3. 일반화장실, 장애인화장실 모두 설치 안함
4. 대합실내 집개표구 설치	4. 승강장 또는 통로에 집개표구 설치
5. 에스컬레이터 상/하행 동시설치	5. 에스컬레이터 상행만 설치가능
6. 각정거장에서 정거장 관리	6. 운영에 따라 몇 개 정류장 마다 유인 정거장을 두어 통합관리



<정거장의 구성>



<정류장의 구성>

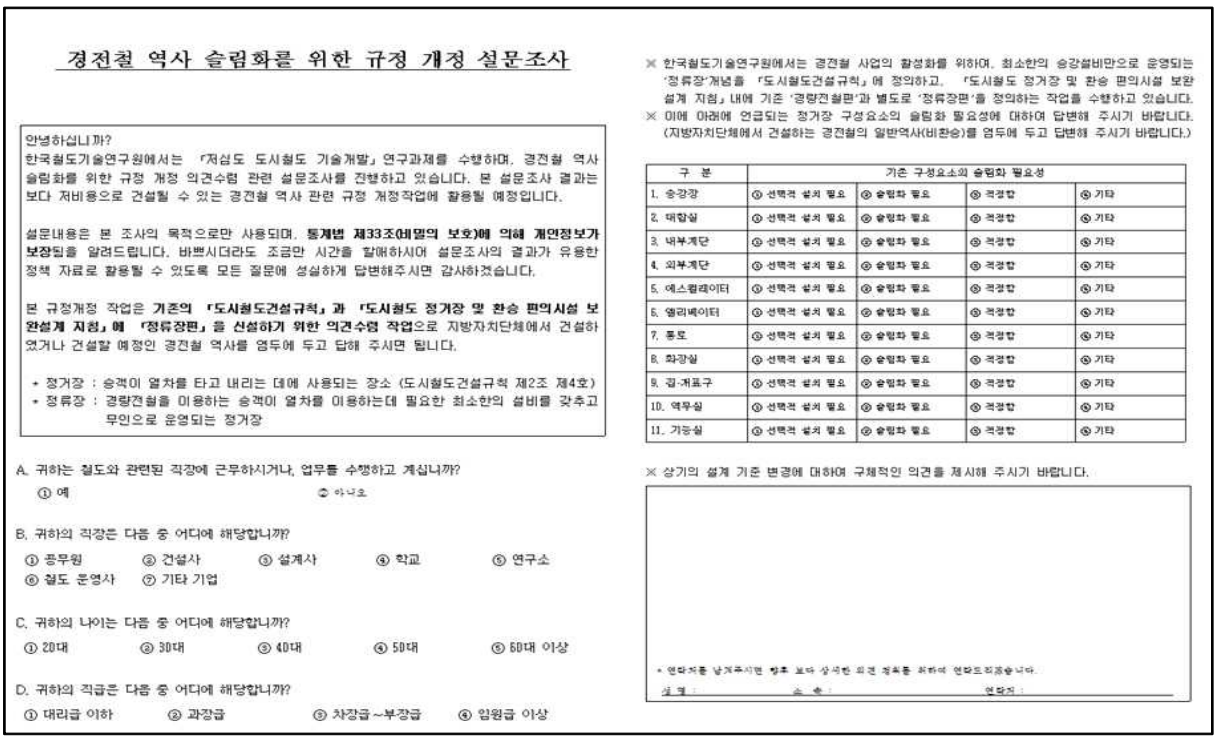
5. 토론회 및 설문조사 등 의견수렴 시행

- 경전철 역사 슬림화를 위한 규정개정 토론회 (2016. 4. 14, 국토교통인재개발원)





- 경전철 역사 슬림화를 위한 규정 개정 설문조사 시행



경전철 역사 슬림화를 위한 규정 개정 설문조사

안녕하십니까?
한국철도기술연구원에서는 「저심도 도시철도 기술개발」 연구과제를 수행하며, 경전철 역사 슬림화를 위한 규정 개정 의견수렴 관련 설문조사를 진행하고 있습니다. 본 설문조사 결과는 보다 저비용으로 건설될 수 있는 경전철 역사 관련 규정 개정작업에 활용될 예정입니다.

설문내용은 본 조사의 목적으로만 사용되며, **통계법 제33조(비밀의 보호)에 의해 개인정보가 보장됨**을 알려드립니다. 바쁘시더라도 조금만 시간을 할애하시어 설문조사의 결과가 유용한 정책 자료로 활용될 수 있도록 모든 질문에 성실하게 답변해주시면 감사하겠습니다.

본 규정개정 작업은 **기존의 「도시철도건설규칙」과 「도시철도 정거장 및 환승 편의시설 보완설계 지침」에 「정류장편」을 신설하기 위한 의견수렴 작업**으로 지방자치단체에서 건설하였거나 건설할 예정인 경전철 역사를 염두에 두고 답해 주시면 됩니다.

* 정거장 : 승객이 열차를 타고 내리는 데에 사용되는 장소 (도시철도건설규칙 제2조 제4호)
* 정류장 : 경량전철을 이용하는 승객이 열차를 이용하는데 필요한 최소한의 설비를 갖추고 무인으로 운영되는 정거장

※ 한국철도기술연구원에서는 경전철 사업의 활성화를 위하여, 최소한의 승강설비만으로 운영되는 '정류장'개념을 「도시철도건설규칙」에 정의하고, 「도시철도 정거장 및 환승 편의시설 보완설계 지침」 내에 기존 '경량전철편'과 별도로 '정류장편'을 정의하는 작업을 수행하고 있습니다.
※ 이에 아래에 언급되는 정거장 구성요소의 슬림화 필요성에 대하여 답변해 주시기 바랍니다. (지방자치단체에서 건설하는 경전철의 일반역사(비환승)를 염두에 두고 답변해 주시기 바랍니다.)

구 분	기존 구성요소의 슬림화 필요성			
1. 승강장	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
2. 대합실	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
3. 내부계단	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
4. 외부계단	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
5. 에스컬레이터	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
6. 엘리베이터	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
7. 통로	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
8. 화장실	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
9. 장·애표구	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
10. 역무실	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타
11. 기승실	① 선택적 설치 필요	② 슬림화 필요	③ 적정함	④ 기타

※ 상기의 설계 기준 변경에 대하여 구체적인 의견을 제시해 주시기 바랍니다.

A. 귀하는 철도와 관련된 직장에 근무하시거나, 업무를 수행하고 계십니까?
① 예 ② 아니오

B. 귀하의 직장은 다음 중 어디에 해당합니까?
① 공무원 ② 건설사 ③ 설계사 ④ 학교 ⑤ 연구소
⑥ 철도 운영사 ⑦ 기타 기업

C. 귀하의 나이는 다음 중 어디에 해당합니까?
① 20대 ② 30대 ③ 40대 ④ 50대 ⑤ 60대 이상

D. 귀하의 직급은 다음 중 어디에 해당합니까?
① 대리급 이하 ② 과장급 ③ 차장급~부장급 ④ 임원급 이상

- 한국철도학회 / 한국도시철도학회 회원을 대상으로 의견수렴 (2016. 4. 5 ~ 16, 7천여명)



6. 국토교통부에 관련 규정개정(안) 제출

'PRIDE KRRI, 미래교통 신기술 창조의 리더'

한 국 철 도 기 술 연 구 원

수신자 광역도시철도과장
(경유)
제목 「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 설계지침」 개정(안) 제출

1. 문서 광역도시철도과-3002(2016.08.18.) 관련입니다.

2. 외국인 도시철도 정거장 이용시 불편사항 조사 결과 및 최근 3년간의 민원, 친환경성 관련 지침 및 최근 사회적 현안 등을 반영한 「도시철도 정거장 및 환승·편의시설 설계지침」 개정(안)을 붙임과 제출합니다.

붙 임 : 1. 설개지침 개정 개요 1부(별송)
2. 지침개정(안) 전문 1부(별송)
3. 개정수요 반영현황 1부(별송)
4. 신구문 대비표 1부(별송), 끝.

한국철도기술연구원장

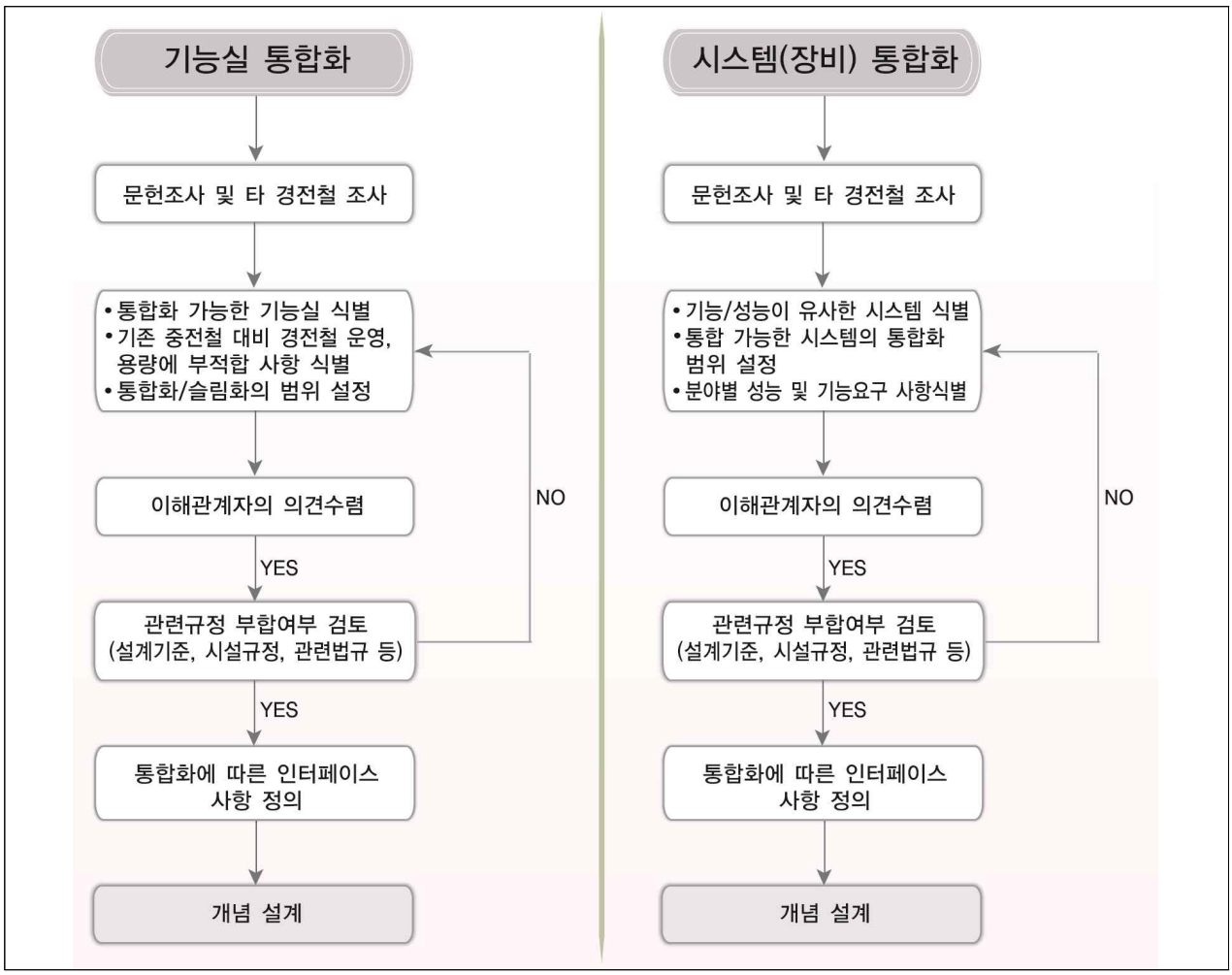
팀원	이나현	팀장	전결 12/21. 김치호

2-2. 저심도 정류장 기능실 슬림화/통합화

1. E&M 설비 슬림화 개념설계

- 국내 도입된 경량전철 시스템의 기능실 통합 방법, 장비의 통합, 시스템 통합 사례를 조사하여 도입 가능여부 검토
- 도시철도 기능실 종류, 기능, 규모, 인터페이스 사항을 분석하여 통합 가능한 실의 식별
- 변전실, 전기실, 통신기계실, 신호기계실, 사령실, UPS실 등 기능실의 요구 사항 분석
- 분야별 유사한 기능, 성능의 장비를 파악하여 장비의 통합화 가능여부 분석
- 장비 및 기능실 통합화에 따른 인터페이스 사항 식별, 이해 관계자 요구사항 식별
- 통합화/슬림화에 따른 기능실 규정, 장비의 성능 요구사항 등을 분석하여 대안제시
- 통합된 기능실, 장비에 대한 신뢰성, 유지관리성 등에 대한 검토

- 기존 중전철 대비 국내에 도입된 경전철의 기능실, 시스템 등이 상이함으로 인해 이해관계자들의 요구사항이 서로 부조화가 발생됨
- 무인운영 개념인 경량전철 운영 및 유지보수 개념을 이해하고, 시스템 및 장비의 통합 개념으로 접근하여 기능실의 통합화/슬림화/시스템의 통합화 방안을 제시



2. 기능실 통합화 슬림화를 위한 설계지침(안)

제 4 절 보완된 설계 지침 내 '정류장 내 시설' 편

제9장 정류장내 시설

9.1 일반사항

본 지침의 경량전철편과 같다

9.2 적용범위

본 지침은 경량전철 정류장에 적용한다.

"정류장"이란 경량전철 정거장 중에서 무인으로 운영 관리되며, 승객이 열차를 이용하는데 필요한 최소한의 시설을 갖춘 정거장을 말한다. 최소한의 시설이란 승강장, 기능실, 통로, 승강시설을 말한다.

9.3 여객 시설

9.3.1 승강장

(1) 정류장의 승강장은 이용객의 승하차가 용이하고 보다 경제적으로 설치할 수 있는 섬식 승강장을 가능한 한 설치한다. 다만, 수용공간에 비해 이용 수요가 많은 경우와 지상 여건에 따라 상대식 승강장을 설치한다.

(2) 2개층 이상의 층을 갖는 정류장은 승강장내 기능실을 가능한 억제하도록 하여 원활한 동선을 확보하고 개방감을 향상시킨다.

(3) 단, 한개층으로 구성된 정류장의 경우 승강장내 기능실을 설치 할 수 있다.

(4) 승하차동선을 단순화하여 방향성을 제고한다.

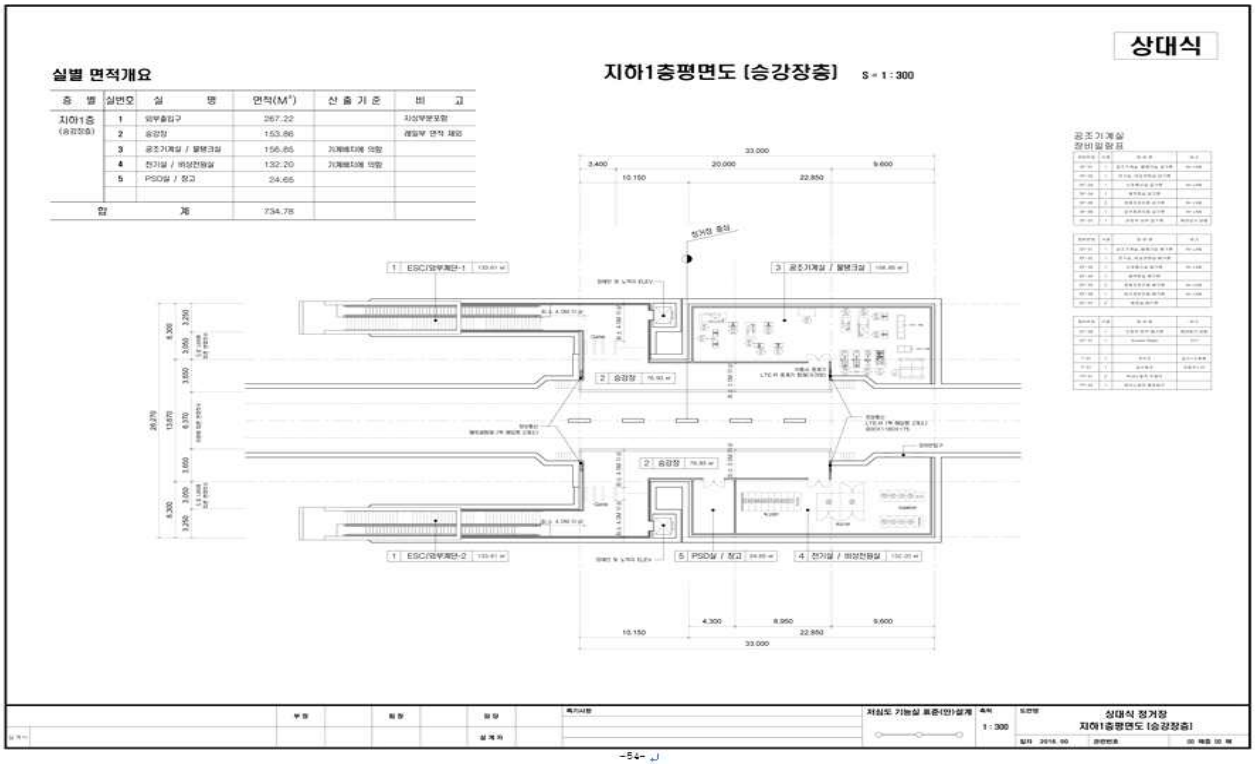
(5) 계단부 계획

1) 계단부는 승강장 마다 1개소를 설치한다 단, 필요한 경우 승강장의 길이를 고려하여 1개소 이상을 설치할 수 있다.

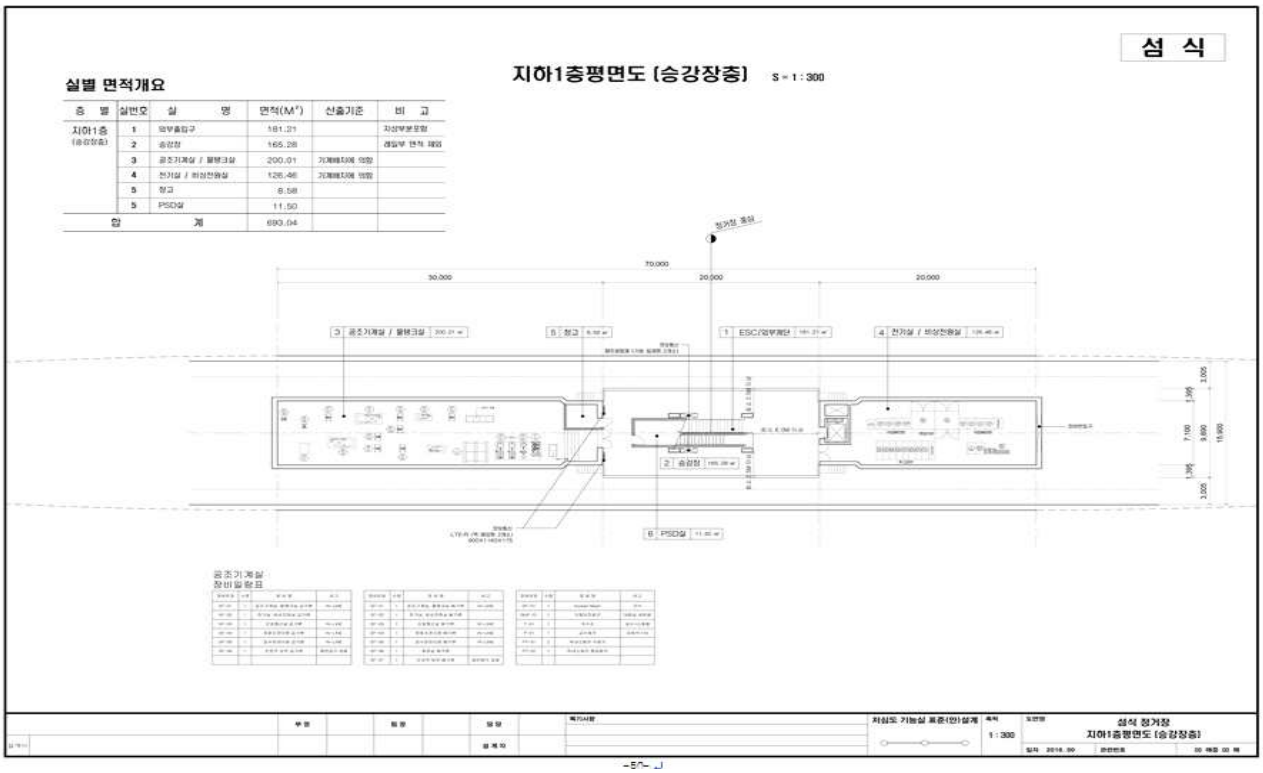
2) 계단부가 승강장 끝단에 설치되지 않은 경우, 계단부 옆면의 여유공간은 승강장 연단으로부터 최소 1.5 m 이상이 되어야 한다.

3) 승강장별로 계단이 2개소 이상인 경우에는 계단간 순간격이 충분하여야 하며, 계단

3. 기능실 통합화 슬림화된 설계도면 최종(안)

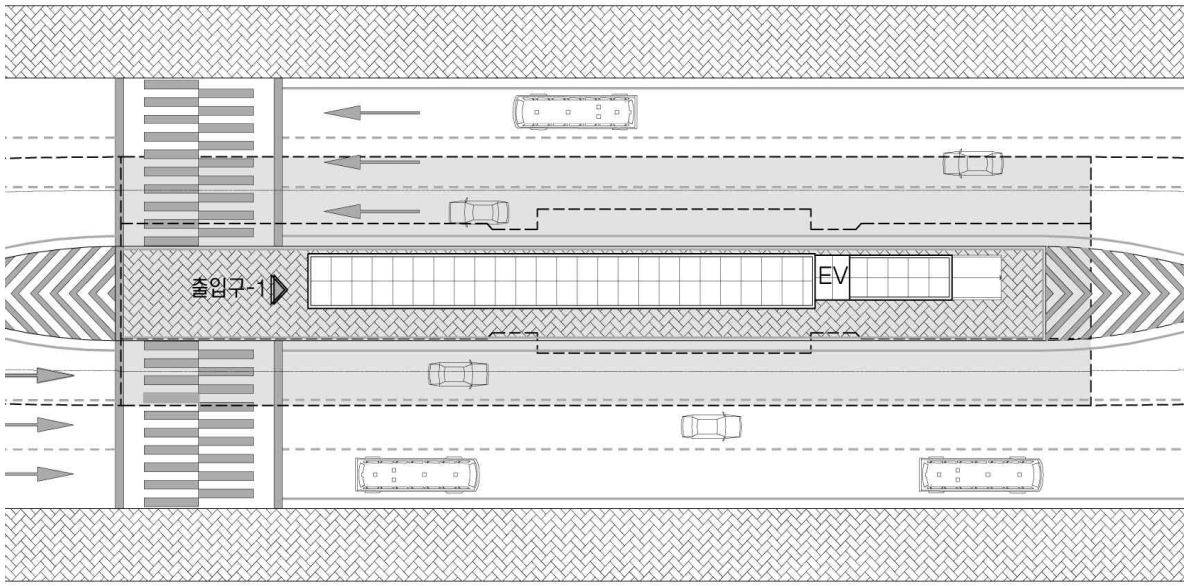


상대식 정류장 설계도

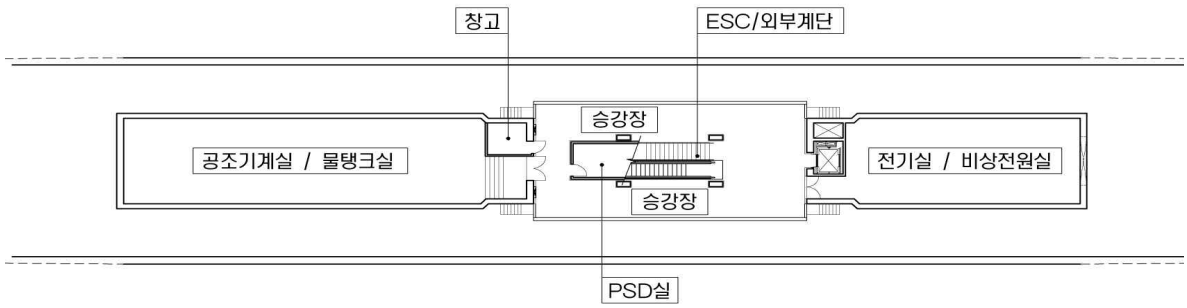


섬식 정류장 설계도

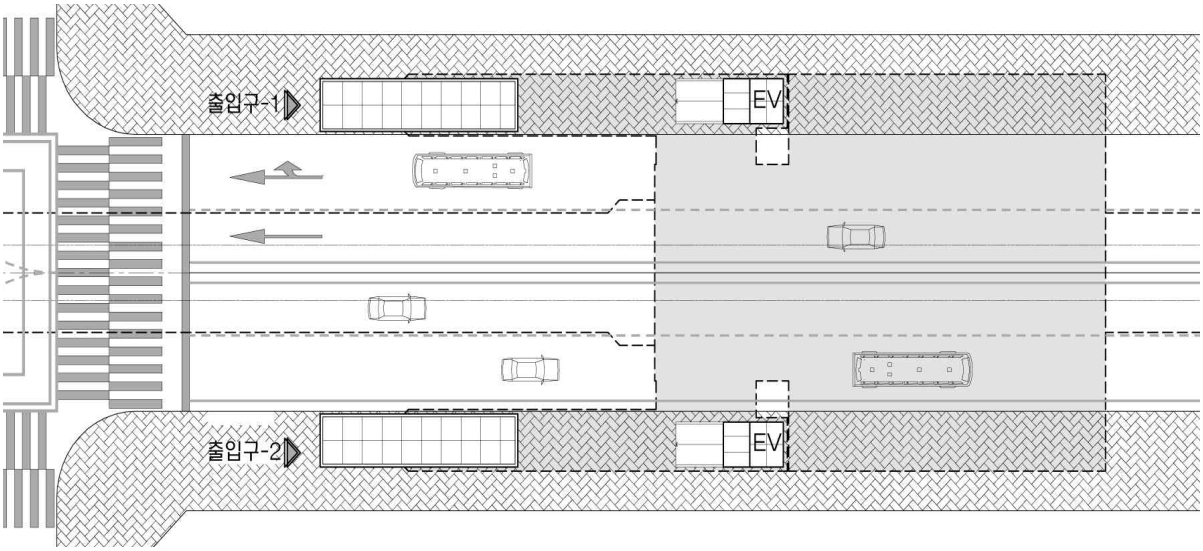
4. 표준 설계도면 (권장 개요도) 최종(안)



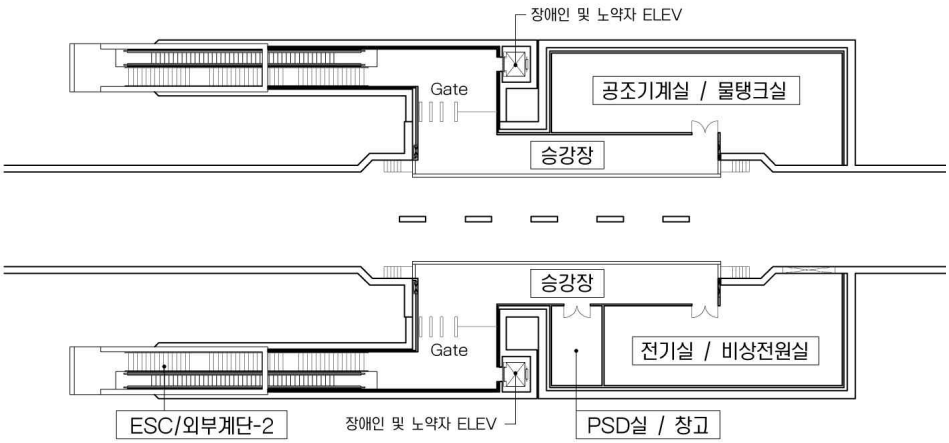
<섬식 정류장 외부출입구 개요도>



<섬식 정류장 승강장 개요도>

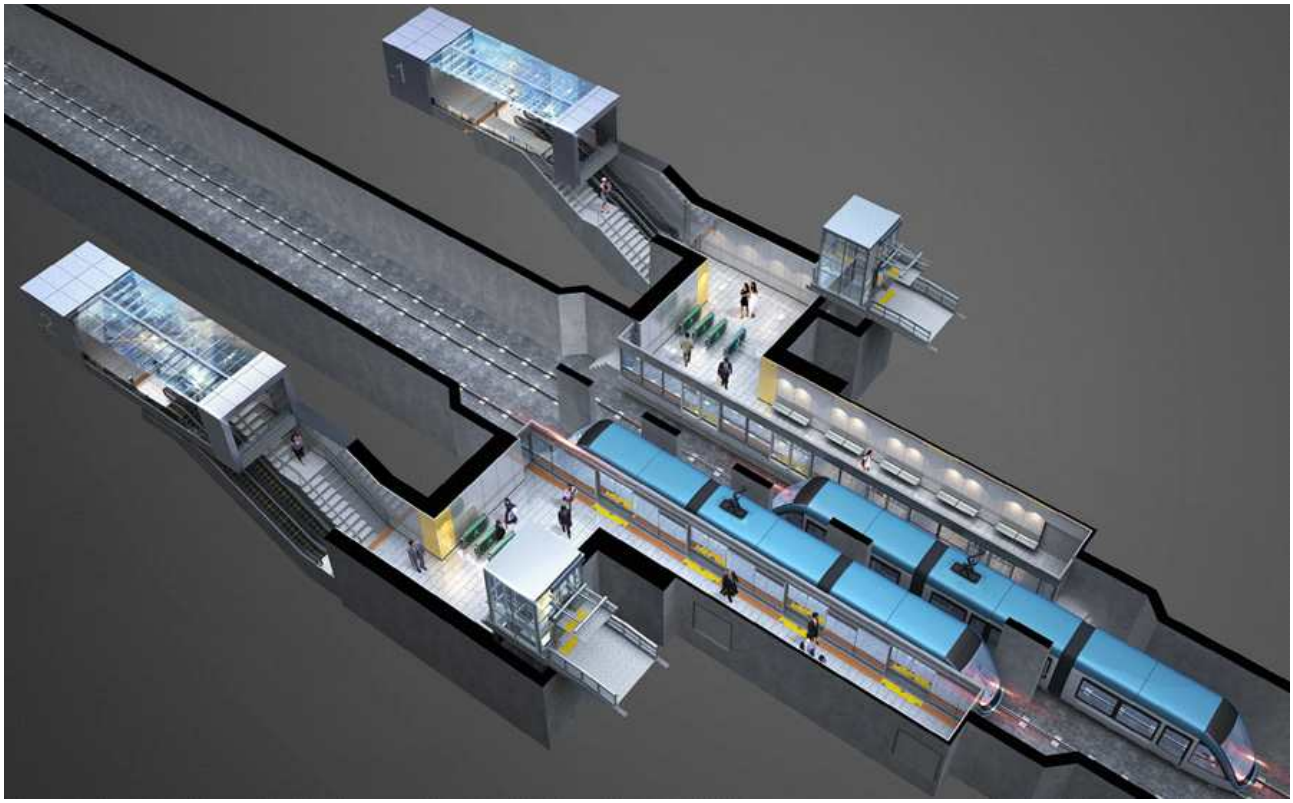


<외부출입구 개요도>



<승강장 개요도>

5. 역사 및 기능실 슬림화 검증을 위한 3D 모델 제작





6. 역사 슬림화/통합화 결과

- 우이-신설 도시철도 대비 53% 축소
- 김포 도시철도 대비 84.7% 축소

구 분				우이-신설 도시철도	김포 도시철도	현재지침	정류장 (통합설계)
일반역	상대식	건축면적(m²)		1,587	4,811	1,052	735
		승하차 동선 (m)	수평	54.8	70.6	40	35.0
			수직	9.3	34.8	7.5	7.5
			합계	64.1	105.4	47.5	42.5
		공사비 (백만원)		10,815	28,683	6,779	4,955
	섬식	건축면적(m²)		-	3,269	865	693
		승하차 동선 (m)	수평	-	50.8	35	35.0
			수직	-	12.0	7.5	7.5
			합계	-	62.8	42.5	42.5
		공사비 (백만원)		-	19,675	7,628	5,912

- 각 노선의 최소규모 역사 기준
- 공사비는 「도로철도부문사업의 예비타당성조사 표준지침수정보완연구(제5판)」의 194p 나.경량 전철 개략공사비 집계표와 물가상승률을 고려하였음

7. 경제성 평가

가. 경제성 분석 대상 및 범위

1) 경제성 분석 대상

저심도 역사 슬림화 및 신호, 전력, 정보통신 시스템

2) 경세성 분석의 범위

경제성분석 범위

직접 경제성분석

· 기술이 창출하는 이익의 현재가치
· 경제적 직접성과를 화폐가치를 측정
· 측정이 용이함

+

간접 경제성분석

· 기술이 경제활동에 미치는 효과
· 일반적으로 승수효과로 분석
· 측정이 어려움

나. 경제성 분석 기준

현재 연구 개발 중인 슬림화 역사 및 관련 신호, 관제, 전력, 정보통신 시스템에 대한 분석으로 기존 역사 설치와 관련된 기준 및 신규 설치 계획에 대한 기준이 있어야 분석이 가능함.

1) 역사 설치기준

광주2호선, 우이경전철 등 유사 규모의 시설 사례 검토

도시철도역사 설계기준인 “도로・철도 부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 수정・보완연구(제5판)” (한국개발연구원, 2018.12)를 기준으로 기초비용 분석

2) 경제성 분석 물리기준

① 노선 연장 : 12km

② 역사간 거리 : 1km

③ 노선 내 역사 수 : 12개

④ 관리역사 : 3개소

⑤ 장비 사용내구연한 : 15년

다. 경제성 분석 방법

비용・편익분석(CBA : cost benefit analysis)

- 기업차원의 재무성 분석과는 달리 사회적 관점 또는 국민경제 전체의 관점에서 비용과 편익을 파악.

비용・편익 분석에서의 의사결정에 관한 기본원칙은 어떠한 상황에서도 가장 큰 순편익(net benefits)을 제공해 주는 대안을 선택

순편익이란 총편익에서 총비용을 뺀 금액

라. 경제성 분석 결과

B/C	1.940
순편익	183,156백만원

(단위:백만원)

구 분	기존역사	저심도역사
시설공사 및 설치비	161,157.04	126,113.43
운영비의 현재가치	216,677.00	68,565.00
계	377,834.04	194,678.43

◎ 초기 시설비용 (단위:백만원)

구분	기존역사 공사비	저심도역사 공사비	절감차액	절감율
정거장 공사비	6,670.00	2,818.10	-3,851.90	-57.75%
건축공사비	3,814.04	1,611.33	-2,202.71	-57.75%
변전설비	22,753.00	14,148.00	-8,605.00	-37.82%
전기공사비	40,000.00	40,000.00	-	-
관제시스템	6,100.00	4,000.00	-2,100.00	-34.43%
통신설비 및 시스템	39,460.00	28,064.00	-11,396.00	-28.88%
신호공사비	42,360.00	35,472.00	-6,888.00	-16.26%
합계	**161,157.04**	**126,113.43**	**-35,043.61**	**-21.75%**

◎ 운영비 현재가치 (단위:백만원)

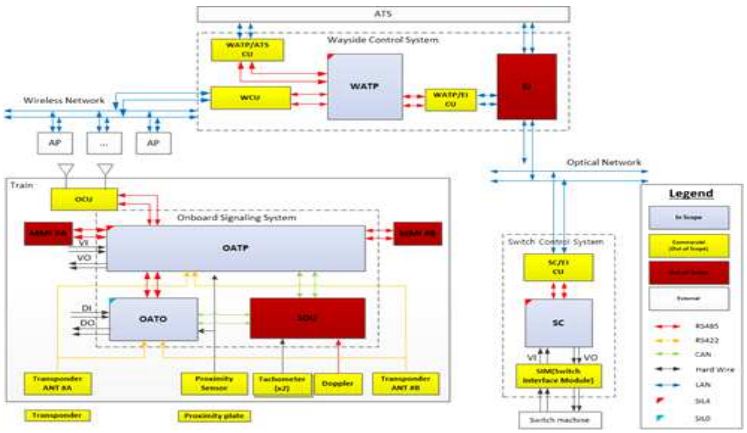
구분	기존역사 공사비	저심도역사 공사비	절감차액	절감율
역사 운영비	12,021	2,183	-9,838.00	-81.84%
관제 운영비	2,056	1,599	-457.00	-22.23%
기술유지보수비	1,411	1,119	-292.00	-20.69%
계	15,488	4,901	-10,587.00	-68.36%
관리기간	15	15		
실질할인율	0.88%	0.88%		
연등가액현재가치환산계수(PWAF)	13.99	13.99		
현재가치	**216,677**	**68,565**	**-148,112.00**	**-68.36%**

2-3. 저심도 도시철도용 역간전자폐색방식의 신호시스템 개발

1. 열차제어시스템 시제품 제작(3종)

가. 개 요

차상신호장치(Onboard Signaling System)는 열차제어 및 감시 등의 기능을 수행하는 OATP 장치와 열차의 자동운전 및 정위치 정차들의 기능을 수행하는 OATO 장치로 구분하여 제작하였고, 지상제어장치(Wayside Control System)는 선로내 모든 열차를 제어하고 감시하는 기능을 수행하는 WATP장치로 제작하였다. 또한, 진로 및 선로 전환기 제어, 감시 기능을 수행하는 선로전환기 제어기(SC)를 제작하였다.



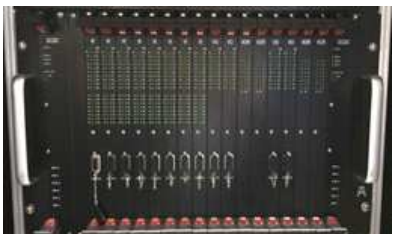
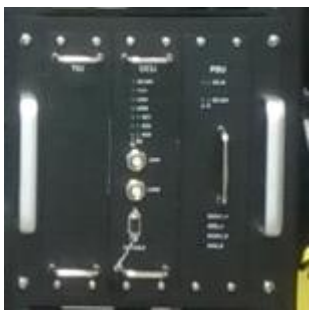
<시스템 구성도>

나. 장치 구성 및 기능

1) 차상신호장치(Onboard Signaling System)



차상신호장치는 OATP 장치, OATO 장치, SDU 장치, MMI(상용 구매품) 장치 등으로 구성된다.

No.	형 상	설 명
①		**OATP(Onboard ATP)** -. 연산 및 논리판단을 수행하며, Application이 구동 -. SIL4 수준을 만족 -. 2 out of 3 구조의 Fail-Safe 원칙 적용 -. OCU장치를 통하여 WATP와 통신하며, 통신의 가용성을 위해 통신 채널은 이중계로 구성. -. RS422 및 CAN을 이용하여 차상신호장치들과 통신
②		**OATP VIVO** -. SIL4 수준을 만족. -. 외부 장치로부터 Vital 입력 신호를 수신하여 OATP에 전달 -. OATP의 명령으로 Vital 신호를 출력
③		**PSU** -. 차량의 DC100V를 DC24V로 변환하여 OATP장치에 전달
④		**OATO(Onboard ATO)** -. 열차의 자동운전 및 정위치 정차들의 기능을 수행하는 장치 -. SIL0 수준을 만족 -. OATO sub rack에 SDU도 포함
⑤		**TIU(Train Interface Unit)** -. 차상신호장치와 외부 장치간 물리적 Interface를 맞추기 위한 장치
⑥		**OCU(Onboard Communication Unit)** -. OATP와 WATP 간의 통신을 위한 장치
⑦		**PSU** -. 차량의 DC100V를 DC24V로 변환하여 Tag Reader, Dopplor, Proximity sensor, TIU Source 등에 전원을 공급
⑧		**GR(Gravity Relay)** -. OATP 장치의 Vital 신호의 Source 전원을 제공하기 위한 장치 -. OATP 장치에 에러가 발생하면 Source 전원을 공급하지 않음.
⑨		**Breaker Switch, CAM Switch**
⑩		**CN Connector** -. 외부 장치와 인터페이스 connector

2) 지상제어장치(Wayside Control System)



지상의 열차제어를 수행하는 장치로 지상제어장치(Wayside ATP)와 전자연동장치(EIE)로 구성된다.

① 지상제어장치(Wayside Control System)
: 지상의 ATP 기능을 수행하는 장치로 지상제어의 하부장치로 WATP(Wayside ATP), WATP/ATS CU, WATP/EIE CU, WCU, PSU로 구성되어 있다.

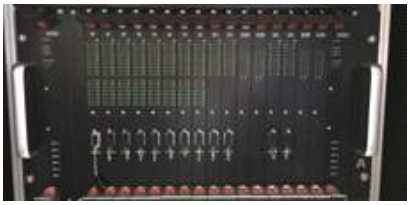
② 전자연동장치(Electronics Interlocking)
: 일반 상용구매품

No.	형 상	설 명
①		**WATP** -. 연산 및 논리 판단을 수행하며, Application이 구동 -. SIL4 수준을 만족 -. 2 out of 3 구조의 Fail-Safe 원칙 적용 -. WCU장치, WATP/ATS CU장치, WATP/EIE CU장치와 RS 485통신으로 인터페이스 -. 통신의 가용성을 위해 통신 채널은 이중계로 구성
②		**WCU** -. WATP장치와 차상신호장치간 통신
③		**WATP/ATS CU 장치** -. WATP 장치와 ATS(Automatic Train Supervision, 자동열차감시시스템) 장치간 통신
④		**WATP/EIE CU 장치** -. WATP 장치와 EIE장치간 통신
⑤		**PSU 장치** -. AC220V를 DC24V로 변환하여 WATP장치에 전달
⑥		**PSU 장치** -. AC220V를 DC24V로 변환하여 WCU 장치, WATP/ATS CU 장치, WATP/EIE CU장치에 전달
⑦		**Breaker Switch, CAM Switch**

3) 선로전환기 제어기(SC)



선로변의 선로전환기(Switch, Point Machine)를 제어 및 감시하는 장치이다.

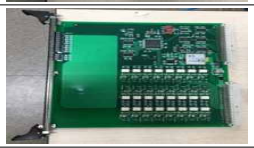
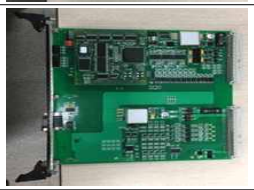
No.	형 상	설 명
①		**SC ATP** -. 연산 및 논리 판단을 수행하며, Application이 구동 -. SIL4 수준을 만족 -. 2 out of 3 구조의 Fail-Safe 원칙 적용 -. SC/EIE CU 장치와 RS 485통신으로 인터페이스 -. 통신의 가용성을 위해 통신 채널은 이중계로 구성
②		**SC VIVO** -. SIL4 수준을 만족 -. 외부 장치로부터 Vital 입력 신호를 수신하여 SC ATP에 전달 -. SC ATP의 명령으로 Vital 신호를 출력
③		**선로전환기 제어 Relay** -. 선로전환기를 제어하는 Relay 이며, 선로전환기와는 Wire로 연결 -. 무극선조계전기, 자기유지계전기, 유극선조계전기로 구성
④		**PSU 장치** -. AC220V를 DC24V로 변환하여 SC ATP장치에 전달
⑤		**PSU 장치** -. AC220V를 DC24V로 변환하여 SC/EIE CU, SIM Source, 선로전환기 장치에 전달
⑥		**SC/EIE CU 장치** -. SC 장치와 EIE장치간 통신
⑦		**SIM(Switch Interface Module)** -. SC 장치와 외부 장치간의 물리적 Interface를 맞추기 위한 장치
⑧		**GR(Gravity Relay)** -. SC 장치의 Vital 신호의 Source 전원을 제공하기 위한 장치 -. SC 장치에 에러가 발생하면 Source 전원을 공급하지 않음.
⑨		**Breaker Switch, CAM Switch**

다. 회로 구성 및 제작 사진

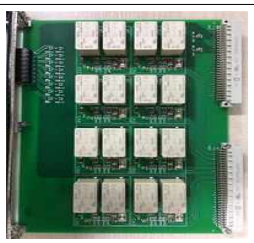
1) OATP/WATP/SC ATP(2 out of 3 System)

No.	형 상	설 명
1		**CPU Board(OATP / WATP / SC ATP)** -. CAN 2CH로 Local Board와 Interface -. CPU Board간 RS-485 Interface -. Power Monitoring -. External Equipment 간 RS-422 Interface 구성 -. SCC간 VME Bus Interface -. 2 out of 3 구성
2		**SCC Board(OATP / WATP / SC ATP)** -. External Equipment 간 RS-485 Interface 구성 -. External Equipment의 각종 정보 전달 -. VEM Bus로 CPU Board와 Interface.

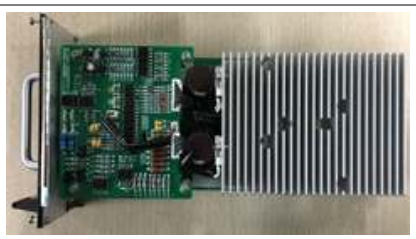
2) OATO

No.	형 상	설 명
1		**CPU Board** -. OATO 내 모든 연산 수행 -. VMEbus를 통하여 OATO DI, DO Board와 데이터를 송수신 -. CAN 을 통하여 SDU와 통신 -. RS485를 통하여 OATP와 통신 -. RS422을 통하여 Transponder와 통신
2		**DI Board** -. 외부장치에서 입력 되는 DATA를 수신하여, 적정 Level로 변환 후 VMEbus를 통하여 CPU Board로 전달
3		**DO Board** -. CPU Board에서 전달된 DATA 출력기능 수행 -. Relay board로 전달.
4		**Relay board** -. DO Board에서 입력을 받아 적정 Level 전환 후 외부 장치에 Data를 출력기능 수행
5		**SDU Board** -. 차량내 Tacho 신호를 입력 받아 속도 Data를 CPU에 전달하는 기능 수행 -. 차량내 Dopplor 신호를 입력 받아 속도 Data를 CPU에 전달하는 기능 수행
6		**PSU Board** -. 차량내 DC100V를 DC24V로 변환하여 OATO 장치에 공급하는 기능 수행

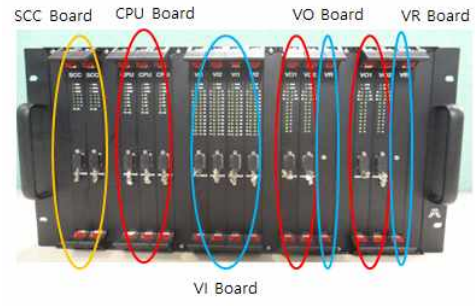
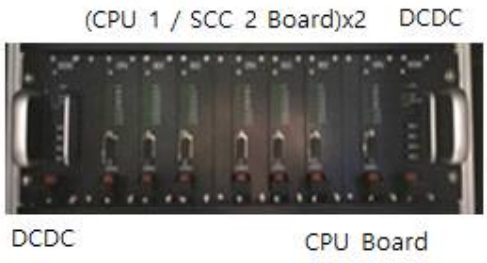
3) OATP VIVO / SC VIVO

No.	형 상	설 명
1		**VI Board(OATP VIVO / SC VIVO)** -. TIU로부터 DC24V Level의 Vital Input -. Check Logic에 의한 정상 동작 상태 감시 -. CPU Board와 CAN Interface -. Other VI Board와 입력 신호 비교 -. Other VI Board와 RS-485 Interface -. Input : 32CH
2		**VO Board(OATP VIVO / SC VIVO)** -. DC24V의 Source로 Vital Output -. CPU Board와 CAN Interface -. Inherent Control에 의한 CPS Enable 제어 -. Other VO Board의 CPS Enable 제어 -. Output Signal의 Feedback으로 출력 감시 -. Output : 16CH
3		**VOR Board(OATP VIVO / SC VIVO)** -. Forcibly Guide Relay 구성 -. 2 out of 2 구조의 Output : VO#A & VO#B 모두 정상 시 Output -. Output Signal을 VI Board로 Feedback : 정상 출력 상태 감시 -. TIU로 DC24V Level로 Output -. Output 16CH

4) OCU, CU, WCU, TIU, SIM, PSU

No.	형 상	설 명
1		**OCU, CU, WCU** -. WATP, OATP, SC 장치간 통신 기능
2		**TIU, SIM** -. 차상신호장치, SC 장치와 외부 인터페이스를 맞춰주는 기능
3		**PSU** -. 차량내 DC100V를 인가 받아 DC24V로 변환 후 OATP 장치에 공급하는 기능

라. ATP(2 out of 3) System 개선사항

구 분	시작품(6U)	시제품(3U)
Size 축소 및 경량화 및 공간 제약 개선	Sub-rack Size : 481.8×265.9×218.2	Sub-rack Size : 481.8×132.6× 297.7
Sub-rack 단위 Module 화	제어부 및 VIVO의 혼합 구조	제어부 및 VIVO의 별도 구성
형 상		

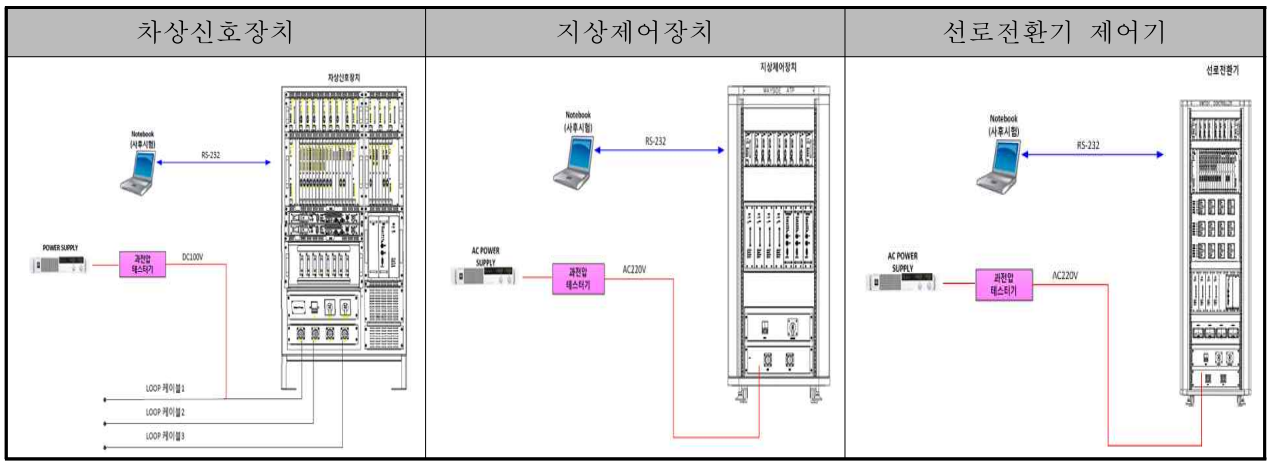
2. 열차제어시스템 Environment 적합성 검증

가. 목적

철도시스템은 다수의 국민이 이용하는 편익시설인 만큼 안전성이 보장되어야 하므로, 저심도 신호시스템용으로 개발된 장치(3종)에 대하여 철도안전법에서 요구하는 규격에 의한 전기적 특성 등에 대한 적합성을 공인인증기관의 시험을 통해 검증하였다.

나. 시험 환경 및 시험장비 동작 확인절차

1) 시험 환경 구축



2) 시험장비 동작 확인 절차

각 장치별 시험 시작 및 종료 시, 다음의 절차에 의해 시험장비 동작을 하여야 한다.

No.	확인 절차	확인 내용	비 고
1	차상, 지상, 선로전환기 제어기 장치 통신상태 확인	- Power supply에 CN1 외부케이블 연결 - CN2와 CN4에 외부케이블 연결 - CPU_A의 RS232케이블을 노트북에 연결 - 노트북에서 Secure CRT의 통신설정 후 상태 확인(“0”) - 시험 절차에 의해 시험 진행	
2	차상, 지상, 선로전환기 제어기 장치 전원상태 확인	시험 시작, 종료 후 PSU 및 DCDC 전원장치의 LED가 정상인지 확인 	
3	차상신호장치 Vital Input 상태 확인	1 ~ 12번까지의 Vital Input이 정상인지 확인한다. 	

다. 시험 환경조건

시험장소의 온도 및 습도에 대해 특별히 지정하지 않는 경우, EN60721-3-3에 준한다.

□ 표준온도 조건 : 표준온도 20 ℃(온도범위 : 18℃ ~ 27℃)

□ 표준습도 상태 : 표준습도 65 %(습도범위 : 20% ~ 75%)

□ 시험인증기관

인증기관명	주소지	시험 항목
(주)원텍	경기도 광주시 초월읍 진새골길 43-14	전도, 방사, 정전기 방전내성, 전기자기 방사내성, 서지 내성, 과전압 내성, 전압 변동 시험 등
한국화학융합시험 연구원(KTR)	경기도 용인시 처인구 양지면 중부대로 2517번길 42-27	저온, 고온, 고온/고습, 온도싸이클, 충격, 기능 시험 등

라. 시험 종류

시험은 실제 사용 조건과 동등 이상의 환경에서 실시하며 관련 장치와의 조합시험을 실시하여야 하며, 장치별 시험의 종류 및 구분은 다음과 같다.

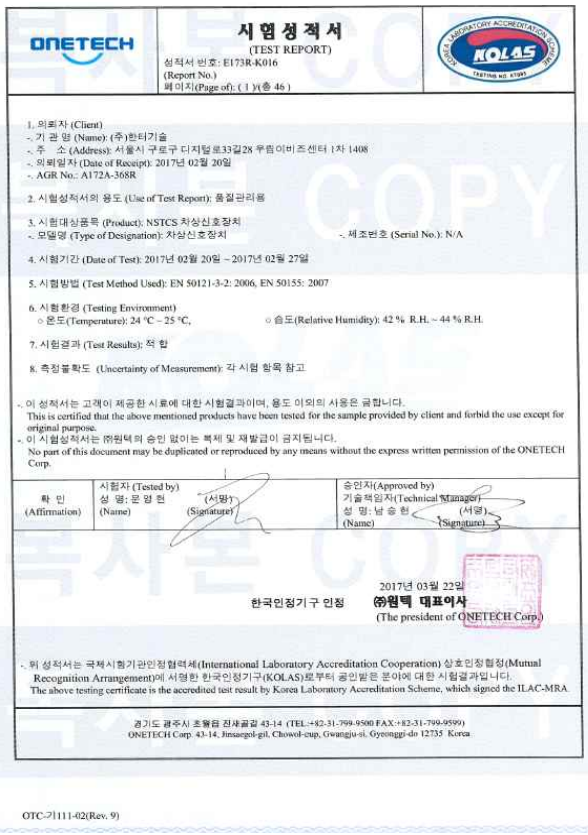
No	시험 항목	적용 규격	차상신호 장치	지상제어 장치	선로전환기 제어기
1	절연 저항 시험	EN50155 (2007), Section 12.2.9.1	○	○	○
2	내전압 시험	EN50155 (2007), Section 12.2.9.2	○	○	○
3	과전압 시험	EN50155 (2007), Section 12.2.6	○	○	○
4	전압변동 시험	EN50155 (2007), Section 5.1.1.1	○	○	○
5	서지 시험	EN50121-3-2(2006), Table 7.3	○	○	○
6	정전 방전 시험	EN50121-3-2(2006), Table 9.3	○	○	○
7	과도 버스트 시험	EN50121-3-2(2006), Table 7.2 / Table 8.2	○	○	○
8	무선주파수 전도 내성 시험	EN50121-3-2(2006), Table 8.1	○	○	○
9	무선주파수 방사 내성 시험	EN50121-3-2(2006), Table 9.1 / Table 9.2	○	○	○
10	전도 장해 시험	EN50121-3-2(2006), Table 5.1	○	○	○
11	방사 장해 시험	EN50121-3-2(2006),Table 6.1	○	○	○
12	저온 시험	IEC 60068-2-1(2007)	○	○	○
13	고온 시험	IEC 60068-2-2(2007)	○	○	○
14	고온·고습 시험	IEC 60068-2-30(2005)	○	○	○
15	온도 사이클링 시험	IEC 60068-2-14(2009)	○	○	○
16	진동, 충격 시험	EN 50125-3(2003)	○	×	×

마. 시험 결과

장치별로 시험 항목을 구분하여 2곳의 공인인증기관에서 시험을 시행하였으며, 시험 결과 및 성적서는 아래와 같다.

No	장치명	(주) 원텍	KTR	비 고
1	차상신호장치	적 합	이상없음/정상동작	
2	지상제어장치	적 합	이상없음/정상동작	
3	선로전환기 제어기	적 합	이상없음/정상동작	

□ 장치별 공인인증기관 시험성적서



시험성적서

(TEST REPORT)

성적서 번호: E173R-K016

(Report No.)

페이지(Page of): (1)(총 46)

1. 의뢰자 (Client)
-. 기 관 명 (Name): (주)한터기술
-. 주 소 (Address): 서울시 구로구 디지털로33길28 우림이비즈센터 1차 1408
-. 의뢰일자 (Date of Receipt): 2017년 02월 20일
-. AGR No.: A172A-368R

2. 시험성적서의 용도 (Use of Test Report): 품질관리용

3. 시험대상품목 (Product): NSTCS 차상신호장치
-. 모델명 (Type of Designation): 차상신호장치 -. 제조번호 (Serial No.): N/A

4. 시험기간 (Date of Test): 2017년 02월 20일 ~ 2017년 02월 27일

5. 시험방법 (Test Method Used): EN 50121-3-2: 2006, EN 50155: 2007

6. 시험환경 (Testing Environment)
○ 온도(Temperature): 24 ℃ ~ 25 ℃, ○ 습도(Relative Humidity): 42 % R.H. ~ 44 % R.H.

7. 시험결과 (Test Results): 적 합

8. 측정불확도 (Uncertainty of Measurement): 각 시험 항목 참고

-. 이 성적서는 고객이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 용도 이외의 사용은 금합니다.
This is certified that the above mentioned products have been tested for the sample provided by client and forbid the use except for original purpose.
-. 이 시험성적서는 (주)원텍의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다.
No part of this document may be duplicated or reproduced by any means without the express written permission of the ONETECH Corp.

확 인 (Affirmation)	시험자 (Tested by) 성 명: 문 영 현 (Name) (서명) (Signature)	승인자(Approved by) 기술책임자(Technical Manager) 성 명: 남 승 현 (Name) (서명) (Signature)

2017년 03월 22일

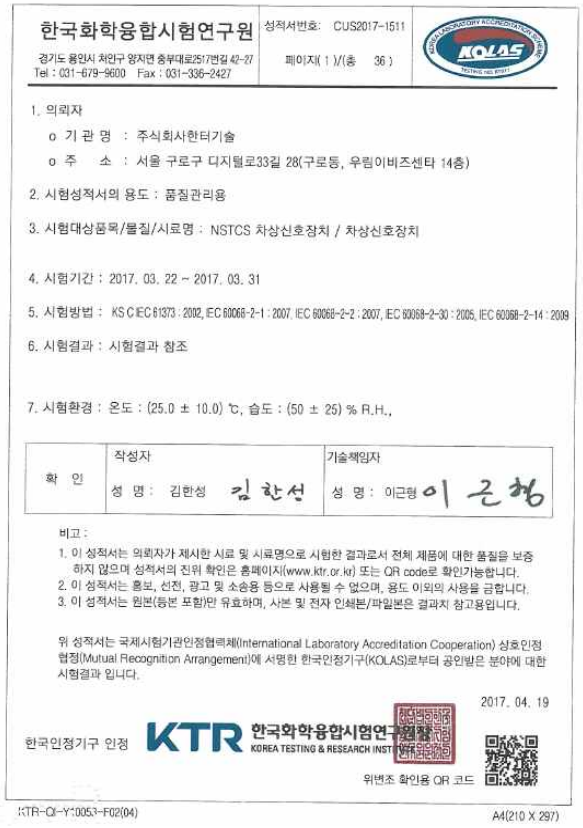
한국인정기구 인정 ㈜원텍 대표이사 (The president of ONETECH Corp.)

-. 위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.
The above testing certificate is the accredited test result by Korea Laboratory Accreditation Scheme, which signed the ILAC-MRA.

경기도 광주시 초월읍 진새골길 43-14 (TEL:+82-31-799-9500 FAX:+82-31-799-9599)
ONETECH Corp. 43-14, Jinsaegol-gil, Chowol-eup, Gwangju-si, Gyeonggi-do 12735 Korea

OTC-기111-02(Rev. 9)

차상신호장치((주) 원텍)



한국화학융합시험연구원

경기도 용인시 처인구 양지면 중부대로2단길 42-27
Tel : 031-679-9600 Fax : 031-336-2427

성적서번호: CUS2017-1511

페이지(1)/(총 36)

1. 의뢰자
o 기 관 명 : 주식회사한터기술
o 주 소 : 서울 구로구 디지털로33길 28(구로동, 우림이비즈센타 14층)

2. 시험성적서의 용도 : 품질관리용

3. 시험대상품목/물질/시료명 : NSTCS 차상신호장치 / 차상신호장치

4. 시험기간 : 2017. 03. 22 ~ 2017. 03. 31

5. 시험방법 : KS C IEC 61373 : 2012, IEC 60068-2-1 : 2007, IEC 60068-2-2 : 2007, IEC 60068-2-30 : 2005, IEC 60068-2-14 : 2009

6. 시험결과 : 시험결과 참조

7. 시험환경 : 온도 : (25.0 ± 10.0) ℃, 습도 : (50 ± 25) % R.H.,

확 인	작성자	기술책임자
	성 명 : 김한성 김 한 선	성 명 : 이근형 이 근 형

비고 :
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며 성적서의 진위 확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(등본 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과 입니다.

2017. 04. 19

한국인정기구 인정 KTR 한국화학융합시험연구원 KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

위변조 확인용 QR 코드

KTR-QI-Y0053-F02(04) A4(210 X 297)

차상신호장치(KTR)



ONETECH

시험성적서

(TEST REPORT)

성적서 번호: E173R-K015
(Report No.)
페이지(Page of): (1)/(총 40)

1. 의뢰자 (Client)
- 기 관 명 (Name): (주)한터기술
- 주 소 (Address): 서울시 구로구 디지털로33길28 우림이비즈센터 1차 1408
- 의뢰일자 (Date of Receipt): 2017년 02월 20일
- AGR No.: A172A-368R

2. 시험성적서의 용도 (Use of Test Report): 품질관리용

3. 시험대상품목 (Product): NSTCS 지상제어장치
- 모델명 (Type of Designation): 지상제어장치 - 제조번호 (Serial No.): N/A

4. 시험기간 (Date of Test): 2017년 02월 27일 ~ 2017년 03월 06일

5. 시험방법 (Test Method Used): EN 50121-4: 2006

6. 시험환경 (Testing Environment)
○ 온도(Temperature): 21 °C ~ 25 °C, ○ 습도(Relative Humidity): 41 % R.H. ~ 44 % R.H.

7. 시험결과 (Test Results): 적 합

8. 측정불확도 (Uncertainty of Measurement): 각 시험 항목 참고

- 이 성적서는 고객이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 용도 이외의 사용은 금합니다.
This is certified that the above mentioned products have been tested for the sample provided by client and forbid the use except for original purpose.
- 이 시험성적서는 ㈜원텍의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다.
No part of this document may be duplicated or reproduced by any means without the express written permission of the ONETECH Corp.

확 인 (Affirmation)	시험자 (Tested by) 성 명: 문 열 헌 (Name) (서명) (Signature)	승인자(Approved by) 기술책임자(Technical Manager) 성 명: 남 승 현 (Name) (서명) (Signature)

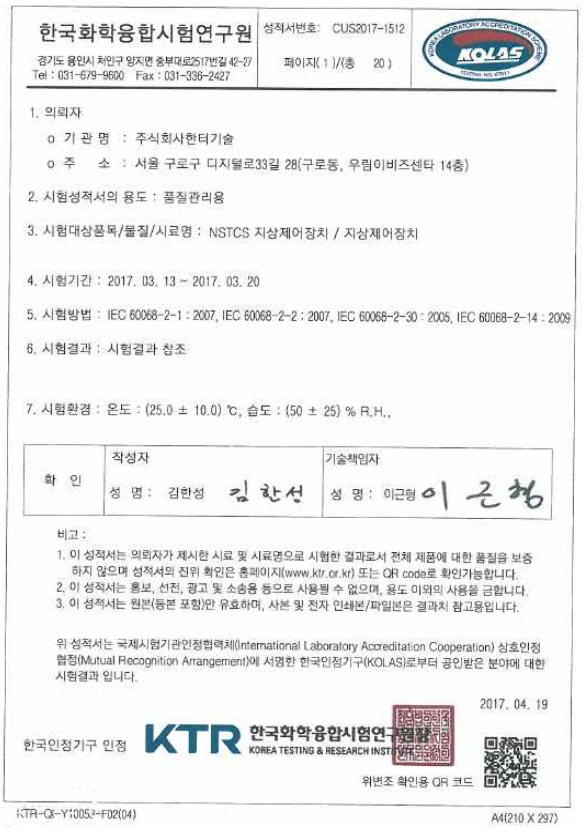
2017년 03월 22일
한국인정기구 인정 ㈜원텍 대표이사
(The president of ONETECH Corp.)

- 위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.
The above testing certificate is the accredited test result by Korea Laboratory Accreditation Scheme, which signed the ILAC-MRA.

경기도 광주시 초월읍 전세골길 43-14 (TEL:+82-31-799-9500 FAX:+82-31-799-9599)
ONETECH Corp. 43-14, Jinsaegol-gil, Chowol-eup, Gwangju-si, Gyeonggi-do 12735 Korea

OTC-기111-02(Rev. 9)

지상제어장치((주) 원텍)



한국화학융합시험연구원

경기도 용인시 처인구 양지면 중부대로2517번길 42-27
Tel : 031-679-9600 Fax : 031-336-2427

성적서번호: CUS2017-1512
페이지(1)/(총 20)

1. 의뢰자
- o 기 관 명 : 주식회사한터기술
- o 주 소 : 서울 구로구 디지털로33길 28(구로동, 우림이비즈센타 14층)

2. 시험성적서의 용도 : 품질관리용

3. 시험대상품목/물질/시료명 : NSTCS 지상제어장치 / 지상제어장치

4. 시험기간 : 2017. 03. 13 ~ 2017. 03. 20

5. 시험방법 : IEC 60068-2-1 : 2007, IEC 60068-2-2 : 2007, IEC 60068-2-30 : 2005, IEC 60068-2-14 : 2009

6. 시험결과 : 시험결과 참조

7. 시험환경 : 온도 : (25.0 ± 10.0) ℃, 습도 : (50 ± 25) % R.H.,

확 인	작성자	기술책임자
	성 명 : 김한성 김한선	성 명 : 이근형 이근형

비고 :
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며 성적서의 진위 확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(등본 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과 입니다.

2017. 04. 19

한국인정기구 인정 KTR 한국화학융합시험연구원 KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

위변조 확인용 QR 코드

KTR-QI-Y1005J-F02(04) A4(210 X 297)

지상제어장치(KTR)



ONETECH

시험성적서

(TEST REPORT)

성적서 번호: E173R-K014
(Report No.)
페이지(Page of): (1)/(총 44)

1. 의뢰자 (Client)
- 기 관 명 (Name): (주)한터기술
- 주 소 (Address): 서울시 구로구 디지털로33길28 우림이비즈센터 1차 1408
- 의뢰일자 (Date of Receipt): 2017년 02월 20일
- AGR No.: A172A-368R

2. 시험성적서의 용도 (Use of Test Report): 품질관리용

3. 시험대상품목 (Product): NSTCS 선로전환기 제어기
- 모델명 (Type of Designation): 선로전환기 제어기 - 제조번호 (Serial No.): N/A

4. 시험기간 (Date of Test): 2017년 03월 06일 ~ 2017년 03월 09일

5. 시험방법 (Test Method Used): EN 50121-4: 2006

6. 시험환경 (Testing Environment)
○ 온도(Temperature): 21 °C ~ 25 °C, ○ 습도(Relative Humidity): 41 % R.H. ~ 44 % R.H.

7. 시험결과 (Test Results): 적 합

8. 측정불확도 (Uncertainty of Measurement): 각 시험 항목 참고

- 이 성적서는 고객이 제공한 시료에 대한 시험결과이며, 용도 이외의 사용은 금합니다.
This is certified that the above mentioned products have been tested for the sample provided by client and forbid the use except for original purpose.
- 이 시험성적서는 ㈜원텍의 승인 없이는 복제 및 재발급이 금지됩니다.
No part of this document may be duplicated or reproduced by any means without the express written permission of the ONETECH Corp.

확 인 (Affirmation)	시험자 (Tested by) 성 명: 문 열 헌 (Name) (서명) (Signature)	승인자(Approved by) 기술책임자(Technical Manager) 성 명: 남 승 현 (Name) (서명) (Signature)

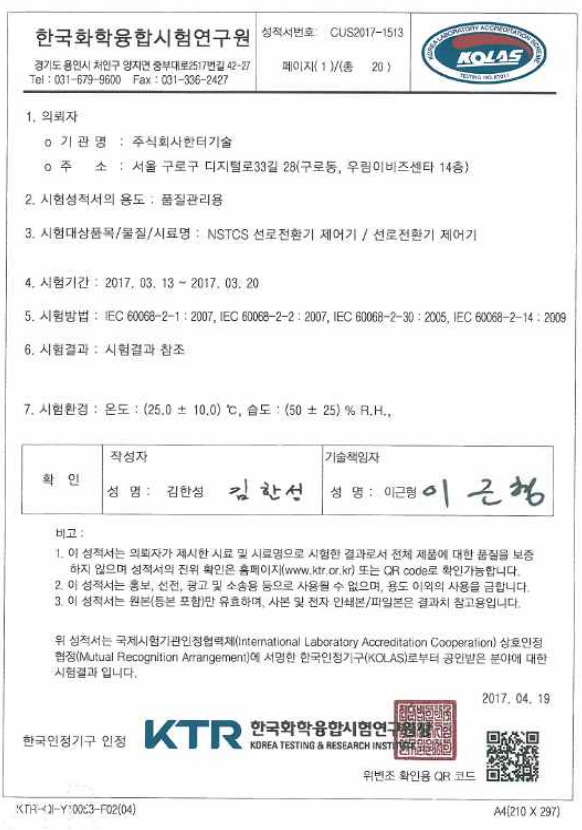
2017년 03월 22일
한국인정기구 인정 ㈜원텍 대표이사
(The president of ONETECH Corp.)

- 위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.
The above testing certificate is the accredited test result by Korea Laboratory Accreditation Scheme, which signed the ILAC-MRA.

경기도 광주시 초월읍 전세골길 43-14 (TEL:+82-31-799-9500 FAX:+82-31-799-9599)
ONETECH Corp. 43-14, Jinsaegol-gil, Chowol-eup, Gwangju-si, Gyeonggi-do 12735 Korea

OTC-기111-02(Rev. 9)

선로전환기 제어기((주) 원텍)



한국화학융합시험연구원

경기도 용인시 처인구 양지면 중부대로2517번길 42-27
Tel : 031-679-9600 Fax : 031-336-2427

성적서번호: CUS2017-1513
페이지(1)/(총 20)

1. 의뢰자
- o 기 관 명 : 주식회사한터기술
- o 주 소 : 서울 구로구 디지털로33길 28(구로동, 우림이비즈센타 14층)

2. 시험성적서의 용도 : 품질관리용

3. 시험대상품목/물질/시료명 : NSTCS 선로전환기 제어기 / 선로전환기 제어기

4. 시험기간 : 2017. 03. 13 ~ 2017. 03. 20

5. 시험방법 : IEC 60068-2-1 : 2007, IEC 60068-2-2 : 2007, IEC 60068-2-30 : 2005, IEC 60068-2-14 : 2009

6. 시험결과 : 시험결과 참조

7. 시험환경 : 온도 : (25.0 ± 10.0) ℃, 습도 : (50 ± 25) % R.H.,

확 인	작성자	기술책임자
	성 명 : 김한성 김한선	성 명 : 이근형 이근형

비고 :
1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지 않으며 성적서의 진위 확인은 홈페이지(www.ktr.or.kr) 또는 QR code로 확인가능합니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용될 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.
3. 이 성적서는 원본(등본 포함)만 유효하며, 사본 및 전자 인쇄본/파일본은 결과치 참고용입니다.

위 성적서는 국제시험기관인정협력체(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 서명한 한국인정기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과 입니다.

2017. 04. 19

한국인정기구 인정 KTR 한국화학융합시험연구원 KOREA TESTING & RESEARCH INSTITUTE

위변조 확인용 QR 코드

KTR-QI-Y1003J-F02(04) A4(210 X 297)

선로전환기 제어기(KTR)

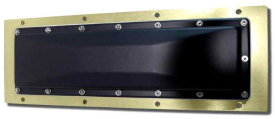
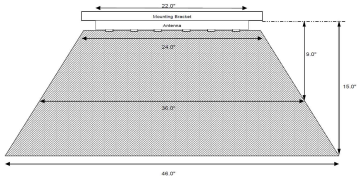
3. 시험선 신호시스템 구축

가. 시험선 차상/지상 신호시스템구축 요구사양서 작성

저심도 도시철도 시스템 기술개발 과제에서 개발된 저심도 도시철도용 차•지상장치의 성능검증을 위해 경산 경량전철 시험선 및 개/보수된 고무차륜 차량에 저심도 도시철도용 차•지상장치 및 주변장치를 구축하기 위한 요구사항(설계도면 포함)을 작성하였다.

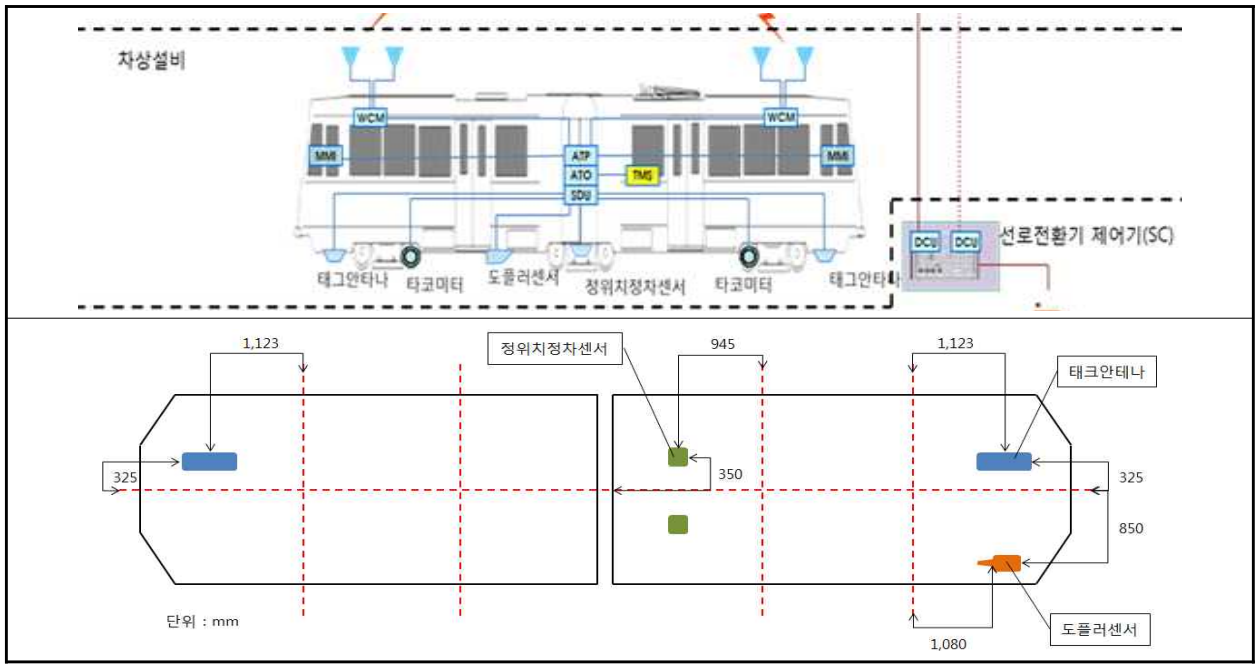
1) 차상신호설비

(1) 주요 장치별 요구사항

No.	장치명	형 상	요구사항
1	테그안테나		-. 태그 브라켓(지상면)으로부터 130mm에 설치 -. Metal Free Zone 준수 
2	정위치정차 센서		-. 정위치정차를 위하여 차량 하부에 설치되며, 정위치 정차시 정거장 중앙에 설치되어 있는 정위치 정차판을 검지하여 차상 자동운전장치로 정보를 제공 -. 정위치 정차센서는 센서면이 지상면으로부터 430mm에 설치, 차량 MC2에 두대를 설치하며 정위치 정차센서간 거리는 500mm로 설치
3	도플러센서		-. 도플러 효과를 이용하여 움직이는 차량의 속도를 측정 -. 도플러센서는 강철이나 비슷한 강도의 물질인 받침대를 사용하여 차량의 몸체 아래에 장착되며 이 받침대는 반사면 위로 500mm에서 1000mm에 수평으로 고정

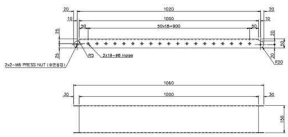
(2) 차상신호설비 구성

차상신호설비는 태그안테나, 정위치정차센서, 도플러센서로 구성되며 다음과 같이 설치한다.



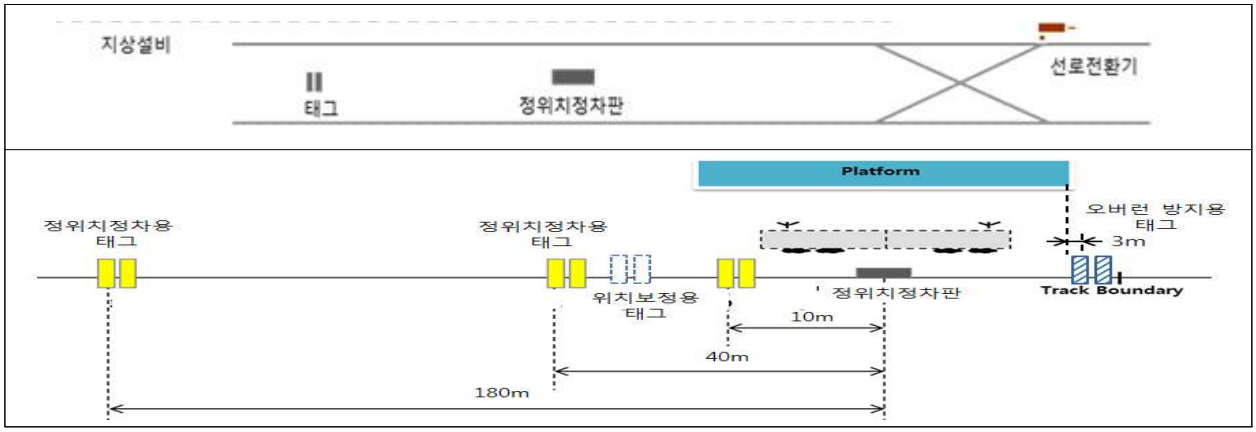
2) 지상신호설비

(1) 주요 장치별 요구사항

No.	장치명	형 상	요구사항
1	태그		-. 정위치정차용, 위치보정용, 오버런 방지용으로 사용되며. 모든 태그는 1pair로 구성되어 있으며, 1pair로 구성되는 태그 간격은 5[m] 이상 -. 정위치정차용 태그는 정위치 정차판으로부터 10m, 40m, 180m 지점에 설치 -. 위치보정용은 역 가상궤도 경계 지점에 설치 -. 오버런 방지용은 선로종단 등 방호가 필요한 구간에 설치
2	정위치 정차판		-. 정거장 선로 중앙에 설치되며 열차가 정차하려고 하는 지점에 정밀하게 정지하고자 할 때 사용되는 장비 -. 열차의 정위치정차센서에 의해 검지되어 정거장 정위치정차 여부를 판정하는 기준으로 사용하며, 정위치 정차판은 정위치정차 근접판과 정위치정차 근접판 취부대로 구성

(2) 지상신호설비 구성

지상신호설비는 태그, 정위치 정차판으로 구성되며 다음과 같이 설치한다.



3) 기타 작업

No.	작업명	요구사항
1	배관 및 배선 작업	-. 배관 루트는 기존 라인을 충분히 활용하고 클램프 등을 사용하여 열차의 운행, 진동 등에 견딜 수 있는 구조로 견고히 부착한다. -. 외장형 케이블을 직접 사용할 경우 케이블의 곡률 반경을 감안하여 천공 작업을 실시한다.
2	케이블 작업	-. 모든 케이블작업은 규정된 케이블 작업툴을 사용해서 작업해야 한다. -. 실드 접지 부분을 제외한 배선 작업을 위해 벗겨낸 케이블 길이는 10cm 미만이어야 하며, 가능한 짧게 배선되어야 한다. -. 테스트 장비를 이용하여 절연저항을 측정한다. -. 테스트 장비로 도통 시험을 실시하여 케이블의 단선여부를 체크한다.
3	기계실 작업	-. 선로변 주 공동관로는 신호기계실과 현장여건을 고려한 인접구간으로 선정한다. -. 신호기계실, 전원실 및 축전지실 바닥은 액세스플로어로 설치한다. -. 기기별 결선거리의 최소화 및 작업자의 유지보수 공간을 확보하여야 한다.

나. 시험선 신호시스템 구축

시험선 구축사양(설계도면 포함) 및 여러 차례의 현장 실측을 통해, 차량, 관제(사령)실 및 현장에 설치되는 각 장치별 위치를 최적화하여 구축하였으며, 장기간 사용하지 않은 선로 전환기의 완벽한 작동을 위해 동작 점검을 시행하였다.

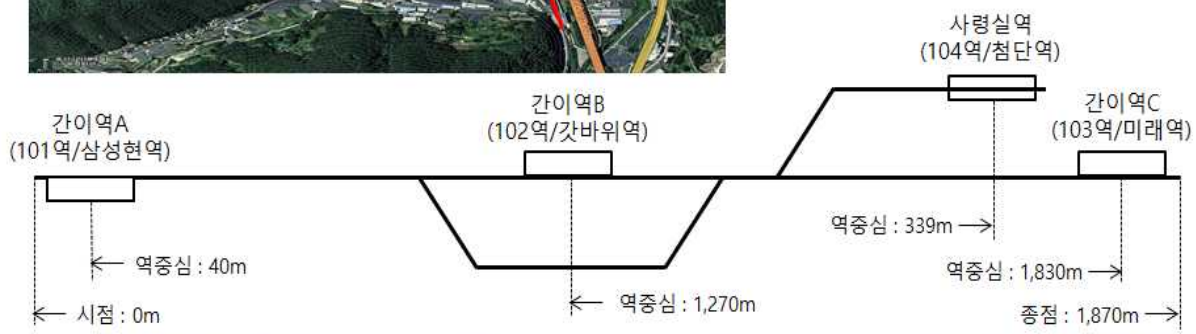
1) 시험선로 및 시험차량 개요

(1) 시험선로

□ 위치 : 경상북도 경산시 흥산리-지압리-삼성 1리(약 1.87km) / 기존 경량차량 시험선 활용













(2) 시험 차량

2008년도 경전철 기술개발 사업 일환으로 개발된 차량 1편성(2량)을 저심도 열차제어시스템의 기능 검증을 위해 차량의 노후화된 주요 전장품 등을 교체(철도기술연구원 주관)한 차량임.

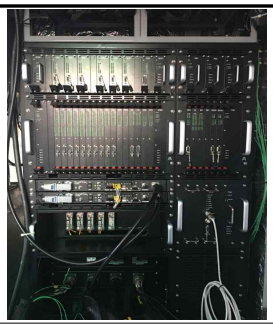


2) 차상신호설비 구축

(1) 태그안테나, 정위치정차센서, 도플러센서

		
태그안테나 설치	정위치정차센서 설치	도플러센서 설치

(2) 차상신호장치(ATP/ATO) 설치 및 MMI 배선 작업

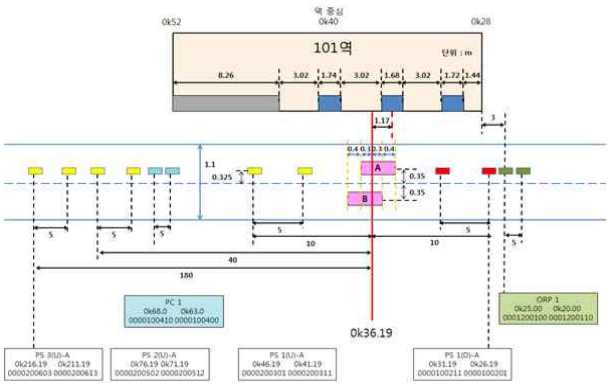
	
차상신호장치 설치	차상신호장치 설치
	
MMI 케이블 작업	MMI 설치

3) 지상신호설비

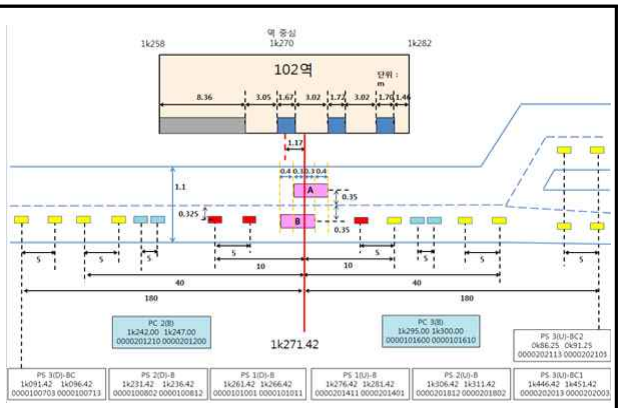
(1) 관제실 설비

		
지상제어장치(WATP)	선로전환기 제어기 장치(SC)	연동장치(EIE)

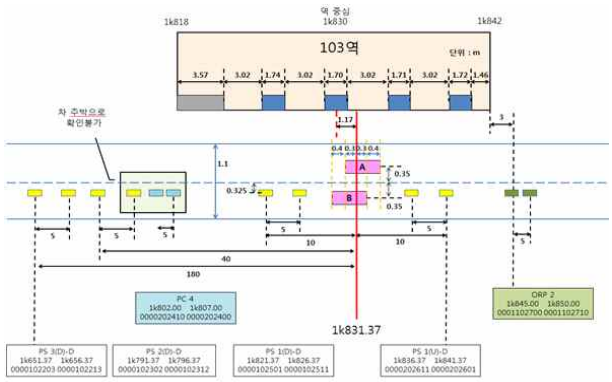
(2) 현장 설비 설치 개요도



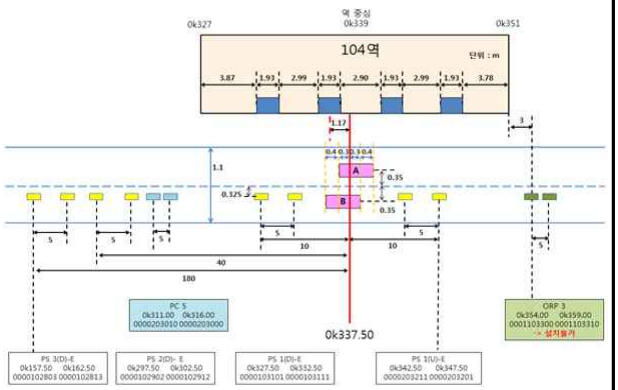
101역 지상설비 설치개요도(삼성현역)



102역 지상설비 설치개요도(갓바위역)



103역 지상설비 설치개요도(미래역)



104역 지상설비 설치개요도(첨단역)

(3) 태그 및 정위치 정차판 설치





태그 설치





정위치 정차판 설치

3) 시험 항목 및 결과

저심도 신호시스템의 인터페이스 시험 항목 및 결과는 아래와 같다.

구 분	시 험 항 목	결 과	비 고
1	Tag 인식 시험	정상 동작	
2	SDU 속도 시험	정상 동작	
3	차량 ↔ OATP 인터페이스 시험	정상 동작	
4	차량 ↔ OATO 인터페이스 시험	정상 동작	
5	OATO/OATP ↔ Tag 인터페이스 시험	정상 동작	
6	OATO/OATP ↔ SDU 인터페이스 시험	정상 동작	
7	OATP ↔ MMI 인터페이스 시험	정상 동작	
8	WATP ↔ OATP 인터페이스 시험	정상 동작	
9	OATP ↔ OATO 인터페이스 시험	정상 동작	
10	관제 ↔ 연동장치 인터페이스 시험	정상 동작	
11	관제 ↔ WATP 인터페이스 시험	정상 동작	
12	연동장치 ↔ WATP 인터페이스 시험	정상 동작	
13	선로전환기 제어기 ↔ 선로전환기 인터페이스 시험	정상 동작	
14	연동장치 ↔ 선로전환기 제어기 인터페이스 시험	정상 동작	

4) 인터페이스 시험 사진



SDU 속도 시험



관제설비와의 인터페이스 시험



차량과 OATP/OATO간 인터페이스 시험



선로전환기 제어기와 연동장치간 인터페이스 시험

나. 현차 시험

1) 목적

저심도 열차제어시스템에 대하여 현차시험을 통해 무인자동운전(Driverless)을 위한 기능 및 성능을 검증하기 위함.

2) 시험 환경

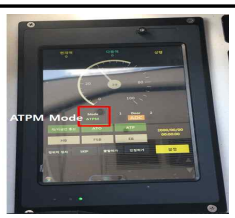
경산 경량전철 시험선에 구축된 저심도 차상, 지상 신호시스템에 대한 장치간 기능 및 성능 인터페이스 검증완료 후 관제분야와 연계하여 자동운전(Driverless) 및 모드별 운전을 수행함으로써 신호시스템에 대한 종합적인 기능 및 성능 검증을 진행하였다.

3) 시험 항목 및 결과

저심도 신호시스템의 현차 시험 항목 및 결과는 아래와 같다.

구 분	시 험 항 목	결 과	비 고
1	궤도 표시 및 해제 시험	정상 동작	
2	열차 출입문 상태 표시 및 제어 시험	정상 동작	
3	열차 위치보고 및 열차 등록 시험	정상 동작	
4	열차 운행종료 시험	정상 동작	
5	열차 방향전환 시험(ATPM)	정상 동작	
6	열차 방향전환 시험(AM)	정상 동작	
7	열차 방향전환 시험(DM)	정상 동작	
8	열차 역 출발 시험(ATPM)	정상 동작	
9	열차 역 출발 시험(AM)	정상 동작	
10	열차 역 출발 시험(DM)	정상 동작	
11	열차 역 도착 시험(ATPM)	정상 동작	
12	열차 역 도착 시험(AM)	정상 동작	
13	열차 역 도착 시험(DM)	정상 동작	

4) 현차 시험 사진

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>AM 주행 및 정위치 정차 확인</td><td>ATPM 주행</td><td>DM 주행 및 정위치 정차 확인</td></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td colspan="2">궤도 표시 및 해제 시험</td><td colspan="2">열차 위치 보고 및 열차등록 시험</td></tr>
</table>

다. 종합시운전

1) 목적

공동연구기관에서 개발 설치한 모든 저심도 시스템에 대한 종합적인 기능을 확인하는 시운전을 시행하여 각 분야 시스템별 주요 기능 및 위급사항 발생시, 계획된 상태로 동작되는지를 확인함으로써 신호시스템에 대한 기능 및 성능을 검증하기 위함

2) 시험 항목 및 결과

저심도 신호시스템에 대한 종합시운전 시험 항목 및 결과는 아래와 같다.

구 분	시 험 항 목		결 과	비 고
1	정위치 정차 시험 (+/- 30cm 이내 정차)	104역 → 102역	정차 위치 -13cm : OK	
		102역 → 101역	정차 위치 -11cm : OK	
		101역 → 102역	정차 위치 -3cm : OK	
		102역 → 103역	정차 위치 -11cm : OK	
		103역 → 102역	정차 위치 +3cm : OK	
		102역 → 104역	정차 위치 +5cm : OK	
2	ORP Tag 인식시험	101역	비상제동체결 : OK	
		103역	비상제동체결 : OK	
3	차상/지상 통신 단절 시험 (+/- 30cm 이내 정차)	101역 → 102역	정차 위치 -8cm : OK	
		103역 → 102역	정차 위치 -2cm : OK	

3) 시험 사진



정위치 정차 확인(+/- 30cm)



차상&지상 통신단절 시험

5. 신호시스템 SIL 4 인증

가. 안전 무결성 레벨(SIL-4) 인증 취득을 위한 RAMS 활동

안전 무결성 레벨 4(SIL-4) 인증을 취득하기 위해, 개발 초기단계부터 독립 안전성 평가기관인 로이드(리카르도로 변경)와의 계약 체결을 통해 업무를 추진하고 있다.

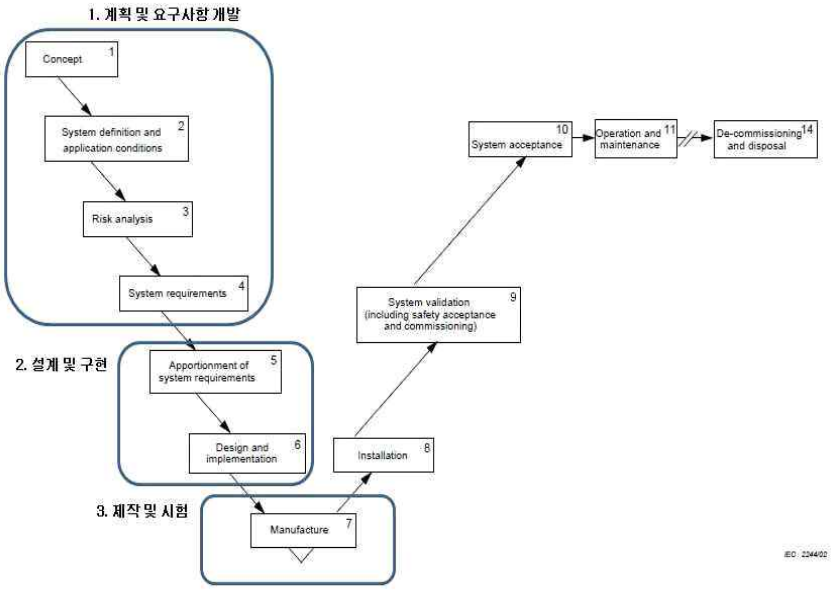
총괄적인 인증 취득 계획은 다음과 같다.

구 분	내 용
인증 목표 레벨	SIL 4(Generic Application)
인증 범위	차상제어장치, 지상제어장치, 선로전환기 제어기
적용 규격	IEC 62278/62279/62425
추진 일정	2020. 6 목표
사용 기법	KRTCS로부터 습득한 위험도-기반 접근 방식

나. 시스템 수명주기

IEC62278 에 따른 14 단계의 시스템 수명주기는 다음 그림과 같이 3 단계로 통합될 수 있다. 개념설계, 시스템 정의, 위험도 분석 및 시스템 요구사항 정의 단계는 계획 및 요구사항 개발 단계로 통합되고, 시스템 요구사항 할당, 설계 및 구현 단계를 통합하여 설계 및 구현단계로 통합할 수 있다.

특히, 본 프로젝트의 개발 업무 적용 수준인 Generic Application 특성상 설치단계에서부터 시스템 폐기까지의 단계는 RAMS 분석 범위로부터 제외된다. 따라서, 차후 만약 본 저심도 도시철도 열차제어시스템이 특정 구간의 철도 시스템에 적용될 경우 제작(양산)을 포함한 설치단계 이후의 단계에 대한 RAMS 활동이 추가적으로 수행된다.



- 주요 성과물 및 개요는 아래의 표와 같다.

문서명	개 요
NSTCS SW Module Test Report	NSTCS에 포함된 소프트웨어가 소프트웨어 모듈 시험 요구사항 및 규격 IEC-62279의 요구사항에 부합하고, 할당된 안전 무결성 수준 (SIL)에 따라 합리적으로 수용 가능한 (ALARP) 위험도를 달성하기 위해 소프트웨어 모듈 시험 사양서에 따라 소프트웨어 시험 수행 및 결과 보고
NSTCS SW Integration Test Report	NSTCS에 소프트웨어가 소프트웨어 통합 시험 요구사항 및 규격 IEC-62279의 요구사항에 부합하고, 할당된 안전 무결성 수준 (SIL)에 따라 합리적으로 수용 가능한 (ALARP) 위험도를 달성하기 위해 소프트웨어 통합 시험 사양서에 따라 소프트웨어 시험 수행 및 결과 보고
NSTCS SW & HW Integration Test Report	NSTCS에 포함된 소프트웨어가 소프트웨어/하드웨어 통합 시험 요구사항 및 규격 IEC-62279의 요구사항에 부합하고, 할당된 안전 무결성 수준 (SIL)에 따라 합리적으로 수용 가능한 (ALARP) 위험도를 달성하기 위해 소프트웨어/하드웨어 통합 시험 사양서에 따라 소프트웨어 시험 수행 및 결과 보고

문서명	개 요
NSTCS SW Validation Report	NSTCS에 포함된 소프트웨어가 소프트웨어 요구사항 시험 사양 및 규격 IEC-62279의 요구사항에 부합하고, 할당된 안전 무결성 수준 (SIL)에 따라 합리적으로 수용 가능한 (ALARP) 위험도를 달성하기 위해 소프트웨어 요구사항 시험 사양서에 따라 소프트웨어 확인 시험 수행 및 결과 보고
NSTCS Safety Case	NSTCS 시스템이 의도된 적용을 통해 적절하게 안전하다고 받아들일 수 있도록 만족되어야 하는 조건들에 대해 설명한 문서로 IEC-62425에서 권고하는 다음 사항을 포함하고 이에 부합하도록 작성된다. 1) NSTCS 시스템 정의 2) 품질관리 요구사항 및 관리활동 (IEC-62425의 5.2절 참조) 3) 안전성 관리 요구사항 관리활동 (IEC-62425의 5.3절 참조) 4) 기술적 안전성 요구사항 관리활동 (IEC-62425의 5.4절 참조) 5) 관련된 서브시스템 및 항목들의 Safety Case 및 이에 상응하는 기술자료

- SIL 4 인증을 위해 ISA 기관이 요구한 사항은 “형상관리 계획 명확화 ‘, ” 소프트웨어 안전성 요구사항이 식별되고 추적되는지 명시 “ 등의 요구사항을 받아 검토하여 반영하였습니다.
- SIL 4 인증을 위해 작성된 RAMS 문서 List

No	문 서 명	비 고
1	System Requirement Specification	
2	RAMS Plan	
3	Verification & Validation Plan	
4	Preliminary Hazard Analysis	
5	Hazard Log	
6	System Hazard Analsys	
7	S/W Quality Assurance Plan	
8	S/W Configuration Management Plan	
9	S/W Development Plan	
10	S/W Verification Plan	
11	S/W Validation Plan	
12	Sub-System & Interface Hazard Analysis	
13	Traceability Matrix	

14	System Architecture Specification	
15	FMECA	
16	RAM Prediction	
17	Verification Report	
18	H/W Design Specification	
19	H/W Unit Test Plan	
20	H/W Unit Test Report	
21	S/W Requirement Specification	
22	S/W Requirement Test Specification	
23	S/W Requirement Verification Report	
24	S/W Architecture Specification	
25	S/W Design Specification	
26	S/W Architecture & Design Verification Report	
27	S/W Integration Test Plan	
28	S/W & H/W Integration Test Plan	
29	S/W Module Design Specification	
30	S/W Module Test Specification	
31	S/W Module Verification Report	
32	Operating & Support Hazard Anaysis	
33	S/W Source Code	
34	S/W Source Code Verification Report	
35	S/W Module Test Report	
36	S/W Integration Test Report	
37	S/W & H/W Integration Test Report	
38	S/W Validation Report	
39	Safety Case	작성 중

- Voter에 대한 인증은 SIL 4 인증 시 별도로 진행하는 것이 아니며, Voter는 2oo3 구조로 만들어지는 차상신호장치(OATP), 지상제어장치(WATP), 선로전환기 제어기(SC)의 부분 기능으로 이에 대해서는 HW 및 SW 기능을 포함하여 ISA HW Audit 시 협의 및 확인되어 관련 업무가 진행되고 있습니다
- 또한, 각 장치에 대한 2oo3 구조의 Test가 완료되면 Voter에 대해서도 장치별 인증이 되는 것입니다.
- 4차년도 연구개발 목표인 저심도 열차제어시스템(3종)에 대한 시제품 제작 추진 시, 열차 제어 및 감시 기능을 수행하는 ATP 장치(2 out of 3 시스템)을 당초 6U 서브랙 구조로 개발하였으나, 아래와 같은 장단점 등을 고려하여 3U 서브랙 구조로 구조를 변경하여 재개발하였다.

구 분	장 점	단 점
시작품(6U)	○ 동작에 의한 열분산 효과가 큼 ○ 회로의 Block 단위 구분이 명확하여 Block별 기능 확인 및 성능 확인용이	○ 중량화 및 취부 공간의 제약 ○ 제어부와 VI, VO 혼합 구조에 의한 확장성 결여 ○ 제어부와 입출력부(VI, VO)간 데이터 처리 복잡 ○ SIL4 / SIL0 영역 혼합에 따른 시스템 구조가 복잡(SIL4 인증 접근이 복잡)
시제품(3U)	○ Size 축소로 경량화 구현 및 취부 공간 활용도 증대(해외 선진 신호업체의 경우, 3U Type 장치 사용) ○ 제어부와 VI, VO 별도 구성에 의한 확장성 확보 ○ 제어부와 입출력부(VI, VO)간 데이터 처리 간단 ○ SIL4 / SIL0 영역 분리에 따른 시스템 구조가 간단, 명료함(SIL4 인증 접근 용이)	○ 동작에 의한 열분산 효과가 다소 미흡 ○ Board의 2-Layer 구조로 회로 Block단위 기능 확인 시 접근성이 다소 어려움

- ATP시스템(2 out of 3) 변경에 따라, 당초 4차년도 종료전까지 SIL 4 인증을 취득할 계획이었으나, 독립평가기관(ISA)인 리카르도에 제출 및 평가된 4차년도 RAMS 활동 문서의 재평가 및 문서보완을 수행되어야 하므로 5차년도 종료전에 SIL 4 인증을 취득하여 주관연구기관인 철도기술연구원에 제출할 예정이며, 이에 따라 5차년도 연구개발 기간동안 수반되는 비용은 연구개발비 증액 없이 추진되었다.

6. 역간 폐색방식 신호시스템 구축비용 추정

[단위 : 천원]

1. 기 구축 경전철 부산 4호선 : 14역사, 1차량기지, 본선(총 12.7Km) / 교산시스템					
구분	기자재 비용	공사비/기타비용	계	비고(증감율)	
확정	41,639,000	7,500,000	49,139,000	100%	※ 1Km당 ≒ 38.7억원

2. 구축 중 경전철 인천2호선 : 27역사, 1차량기지, 1주박기지 본선(총 29.3Km) / 탈레스 시스템					
구분	기자재 비용	공사비/기타비용	계	비고(증감율, km당) 1.항 대비	
확정	95,907,000	31,970,000	127,877,000	113%	※ 1Km당 ≒ 43.6억원 ➔ 1Km당 ≒ 4.9억원 증

3. 저심도 시스템으로 구축시, 인천 2호선 : 27역사, 1차량기지, 1주박기지 본선(총 29.3Km)					
구분	기자재 비용	공사비/기타비용	계	비고(증감율, km당) 2.항 대비	
예상	65,206,000	21,419,000	86,625,000	67.74%	※ 1Km당 ≒ 29.6억원

2-4. 저심도 도시철도용 신호관제시스템 개발

1. 신호관제시스템 시제품 제작

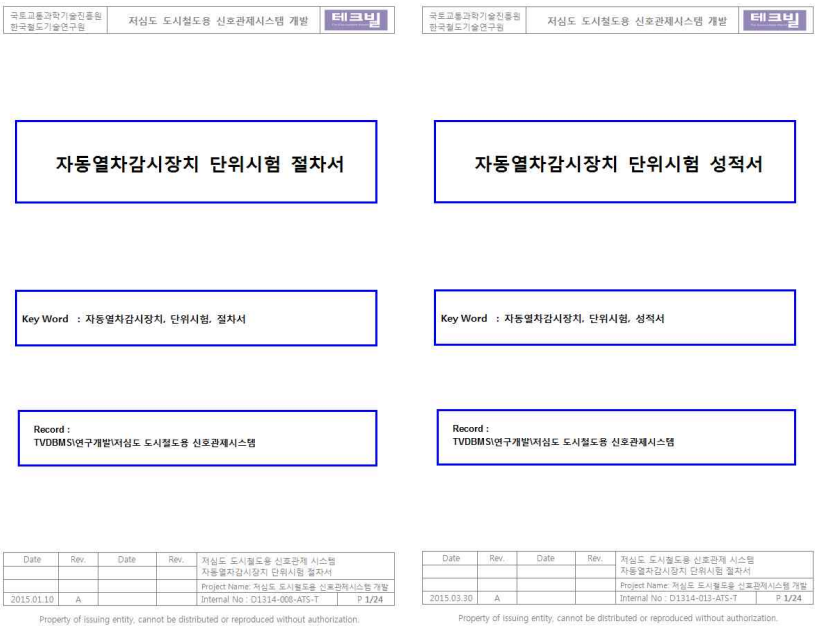
가, 자동열차감시장시 시제품 제작

- 상세설계를 기반으로 소프트웨어 제작
  - 신호설비 감시 및 제어
  - 열차운행 감시
  - 열차번호 관리
  - 자동진로 제어
  - 열차운행계획 관리
  - 열차운행실적 관리
  - 운영 관리, 역 제어모드 관리 등



(자동열차감시장치 시제품)

- 단위시험 : 단위시험 절차서 및 성적서 작성
  - 지상 신호설비(ATP 및 EIE)의 기능을 수행하는 시뮬레이터를 이용하여 자동열차감시장치 소프트웨어에 대한 기능 검증 수행
  - 지상제어장치 시뮬레이터에서 ATP가 관리하는 데이터 및 전자연동장치가 관리하는 연동 데이터를 자동열차감시장치로 전송
  - 자동열차감시장치는 지상제어장치 시뮬레이터가 전송한 정보를 분석하고 처리하여 그 결과를 데이터베이스에 저장
  - 자동열차감시장치는 데이터베이스에 있는 정보를 관제콘솔로 전송
  - 자동열차감시장치가 지상제어장치로 제어 메시지를 전송하면, 이 메시지는 시뮬레이터에 표시되고, 그 제어 결과가 다시 자동열차감시장치로 전송



(자동열차감시장치 단위시험 절차서 및 성적서)

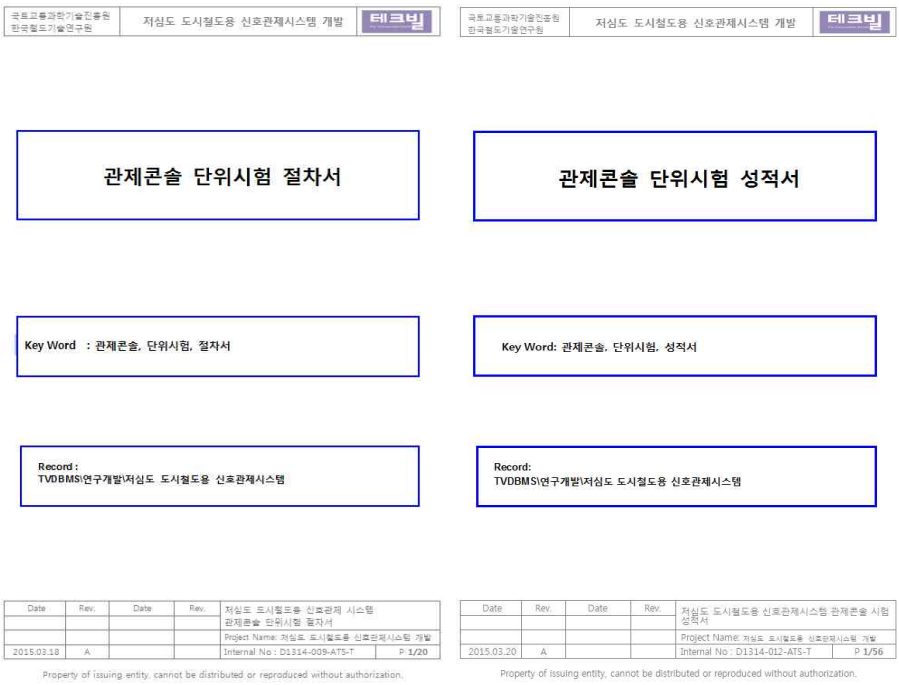
나. 관제콘솔 시제품 제작

- 상세설계를 기반으로 소프트웨어 제작
  - 감독자, 운영자 및 스케줄 콘솔 기능
  - GUI기반의 MMI 및 L/S를 이용하여 신호설비의 상태 감시 및 제어
  - 음성출력을 통한 감시의 효율성 증대
  - 열차운행에 필요한 열차운행계획 작성 및 관리



(관제콘솔 시제품)

- 단위시험 : 단위시험 절차서 및 성적서 작성
  - 지상 신호설비(ATP 및 EIE)의 기능을 수행하는 시뮬레이터를 이용하여 관제콘솔 소프트웨어에 대한 기능 검증 수행
  - 자동열차감시장치는 지상제어장치 시뮬레이터가 전송한 ATP 및 연동 데이터를 분석하고 처리하여 그 결과를 데이터베이스에 저장한 후, 열차운행 및 설비 상태 정보를 관제콘솔로 전송
  - 관제콘솔은 자동열차감시장치로부터 수신한 정보를 L/S에 실시간으로 표시



(관제콘솔 단위시험 절차서 및 성적서)

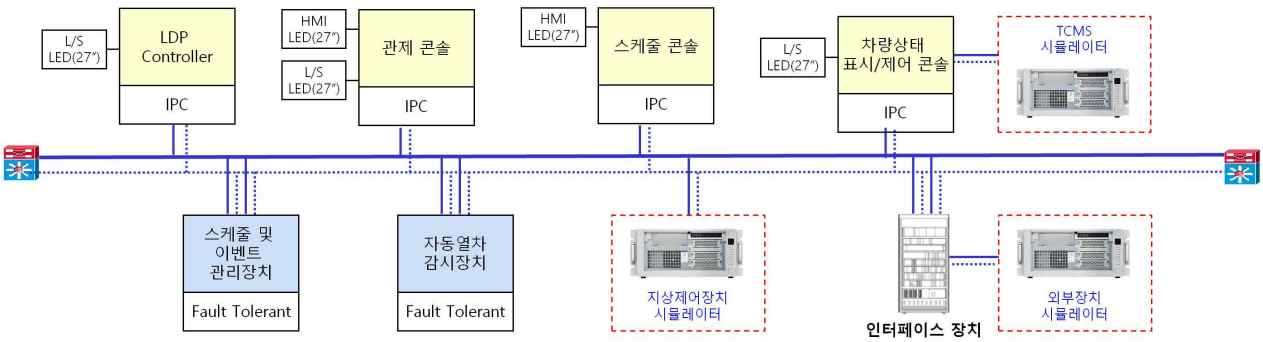
3.. 실험실 통합시험

가. 신호관제시스템 통합시험

○ 신호관제시스템 통합시험은 실험실에서 수행하였으며, 신호관제시스템의 기능 및 성능 검증을 위한 통합시험 환경을 구축함

<신호관제시스템 통합시험 구성표>

구성품	수량	설명
자동열차감시장치	1식	자동열차감시 소프트웨어가 탑재된 장치
스케줄 및 이벤트 관리장치	1식	스케줄 및 이벤트 관리 소프트웨어가 탑재된 장치
관제콘솔	1식	관제 기능 소프트웨어가 탑재된 콘솔
스케줄 콘솔	1식	스케줄 기능 소프트웨어가 탑재된 콘솔
차량상태 표시/제어 콘솔	1식	차량 상태 감시 및 제어 기능 소프트웨어가 탑재된 콘솔
인터페이스 장치	1식	외부장치 인터페이스 기능 소프트웨어가 탑재된 장치
스위칭 허브	2개	네트워크용 스위치
시뮬레이터	3개	지장제어장치 시뮬레이터, 외부장치 시뮬레이터, TCMS 시뮬레이터

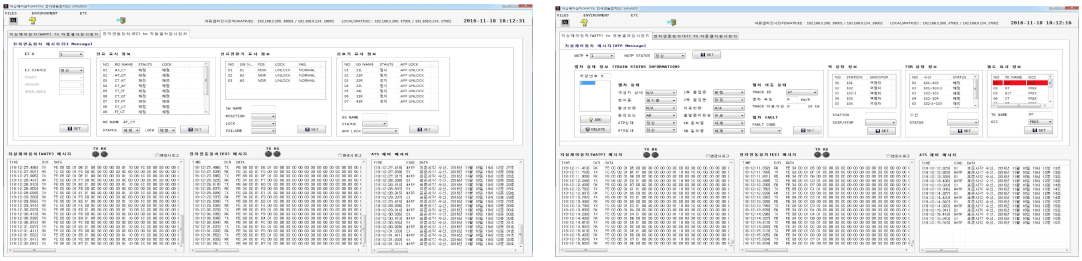


<신호관제시스템 통합시험 전체 구성도>

○ 신호관제시스템의 인터페이스를 위한 지상제어장치 및 관련된 외부장치는 시뮬레이터를 개발하여 통합시험에 적용함

○ 시뮬레이터의 종류

- 지상제어장치 시뮬레이터 : 지상제어장치(ATP) 기능 시뮬레이션, 전자연동장치(EIE) 기능 시뮬레이션, 자동열차감시장치로 전송하는 데이터의 수동 및 자동 생성, 자동열차감시장치로부터 수신되는 제어 명령의 수동 및 자동 시뮬레이션 등
- 외부장치 시뮬레이터 : ATS의 외부장치 기능 시뮬레이션, 각종 외부장치(표준시각, SCADA, 행선안내정보, 기상정보 등)의 인터페이스 기능 시험 및 확인
- TCMS 시뮬레이터 : 차상 TCMS 기능 시뮬레이션



<지상제어장치 시뮬레이터 : EIE 및 WATP 화면>

○ 통합시험 항목

<통합시험 항목 : 신호설비 감시 및 제어>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T01-01	진로 자동 설정 제어	역 제어모드가 CA일때, 진로 설정을 자동으로 제어확인
T01-02	열차 자동 제어	역 제어모드가 CA일 때, 열차의 홈 도착 후 정차시간 관리, 출입문 관리, 출발제어, 열차방향전환, Awake/Sleep, 인칭제어 관리를 확인
T01-03	표준시각 전송	일일업무시작 시, 자동열차감시장치가 콘솔 및 현장신호설비로 표준시각을 올바르게 전송하는지 확인
T01-04	진로 수동 설정 제어	역 제어모드가 Local이 아닐 경우, HMI로 진로 설정 및 해정에 대한 제어가 가능한지 확인
T01-05	열차번호 제어	HMI로 열차번호 삽입, 삭제, 이동 및 수정 제어 가능 여부 확인
T01-06	임시속도 제한 제어	선택한 역의 TSR에 대하여 HMI로 임시속도 설정 또는 해정에 대한 제어의 가능 여부 확인
T01-07	비상정지 제어	운행 중인 열차번호에 한하여 HMI로 비상정지 설정 또는 해정에 대한 제어 가능 여부 확인
T01-08	SKIP/STOP 제어	선택한 역에 대하여 HMI로 SKIP/STOP 제어 가능 여부 확인
T01-09	선로전환기 제어	선택한 역의 선로전환기에 대해 HMI로 방향 전환, 쇄정 및 해정 제어 가능 여부 확인
T01-10	열차 수동 제어	운행 중인 열차에 한하여 HMI로 열차방향전환, 출발제어, Awake/Sleep 제어 및 인칭제어 가능 여부 확인
T01-11	출발대기 제어	선택한 역의 TWC에 대하여 HMI로 출발대기 설정 또는 해정 제어 가능 여부 확인
T01-12	시스템 상태 조회	신호설비 시스템에 대한 표시 상태를 확인
T01-13	자동열차감시장치 모니터링	자동열차감시장치의 이벤트 플래그, 프로세스 및 메일박스의 표시 상태를 확인하고, 메일박스 수동 dump 수행 가능 여부 확인
T01-14	기상정보 조회	기상정보(풍향, 평균 풍속, 기온, 상대습도, 기압 및 강우/강설량) 표시 확인

<통합시험 항목 : 열차운행 감시>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T02-01	진로구간 열차번호 이동	열차가 진로 구간에서 진로를 설정한 상태에서 이동할 때, 해당 진로의 첫 번째 궤도를 점유하면, 진로의 출발점에 있는 열차번호가 도착점에 있는 열차번호 표시창으로 이동하는지 확인
T02-02	회차구간 열차번호 이동	열차가 회차할 수 있는 구간은 본선의 양 종단, 또는 중간 부분으로, 이 부분에서 열차의 운행 방향이 바뀔 때, 스케줄을 참조하여 자동으로 해당 열차의 열차번호를 회차할 열차번호로 변경하는지 확인

<통합시험 항목 : 열차운행 계획 관리>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T03-01	일일업무시작 처리	일일업무시작 시, 당일의 열차운행 스케줄을 올바르게 데이터베이스에 로드하고, 일련의 업무시작 절차를 진행하는지 확인
T03-02	수동 스케줄 업로드	수동으로 스케줄을 로드 시, 스케줄을 올바르게 데이터베이스에 로드하는지 확인
T03-03	임시열차 생성	수동 스케줄 업로드 후, 스케줄 내 열차를 기준으로 임시로 운행할 열차의 스케줄을 생성하는지 확인
T03-04	열차운행계획 수정	HMI로 당일 스케줄 내, 열차에 대한 정보와 역 정보를 수정할 수 있는지 확인
T03-05	운휴열차 지정 및 복귀	HMI로 당일 스케줄 내, 열차의 운휴를 지정하거나 복귀를 설정할 수 있는지 확인
T03-06	출발예고열차 관리	HMI로 출발예고열차 삽입, 삭제 및 정리를 수행할 수 있는지 확인

<통합시험 항목 : 열차운행 실적 관리>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T04-01	열차운행 실적 생성	홈 궤도 점유 시 도착 실적(시간 및 진로) 생성하는지 확인
		홈 궤도 점유 시 출발 실적(시간 및 진로) 생성하는지 확인
T04-02	열차운행 실적 전송 및 저장	일일업무종료 시 열차별 실적 파일을 생성하는지 확인
		스케줄 및 이벤트 관리장치로 열차별 실적, 경보 파일을 전송하는지 확인

<통합시험 항목 : 로그 관리>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T05-01	알람	시스템 운영 중 발생한 알람을 저장하고, 콘솔에 올바르게 표시하는지 확인
T05-02	이벤트	시스템 운영 중 발생한 이벤트를 저장하고, 콘솔에 올바르게 표시하는지 확인
T05-03	운영자 조작기록	시스템 운영 중 발생한 운영자 조작기록을 저장하고, 콘솔에 올바르게 표시하는지 확인

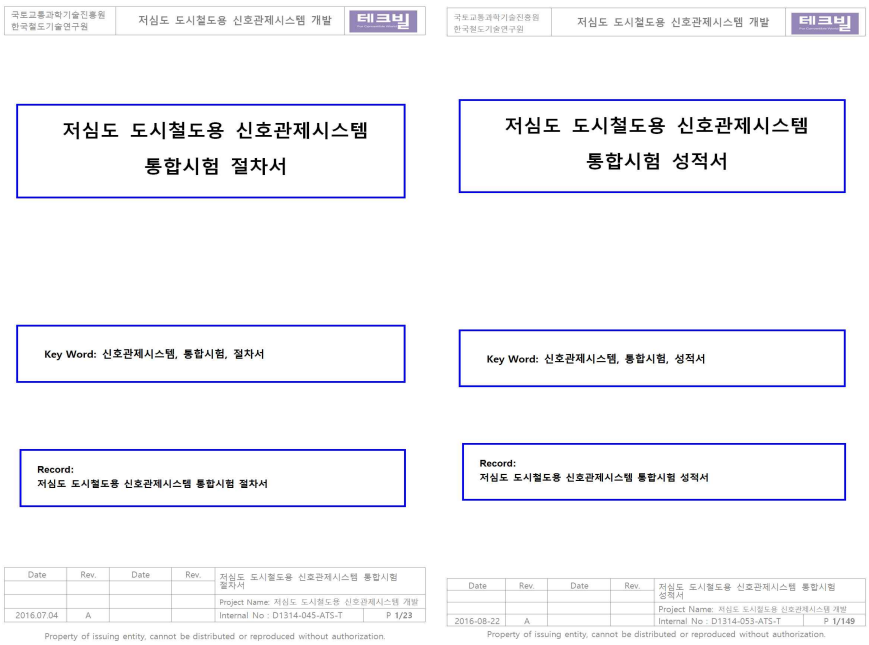
<통합시험 항목 : 운영 관리 및 역 제어 모드>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T06-01	DIA 관리	일 별 DIA 및 일년 DIA type을 올바르게 설정하고 저장하는지 확인
T06-02	지연기준시간 설정	콘솔의 HMI에서 지연기준시간을 설정하고, 열차가 홈에 도착 시 지연기준시간보다 늦게 도착한 열차의 도착지연 경보를 발생하는지 확인
T06-03	운행계획시차 설정	콘솔의 HMI에서 운행계획시차를 설정하고, 모든 열차스케줄에 반영하였는지 확인(자동 스케줄링)
T06-04	사용자 변경	콘솔의 HMI에서 다른 계정으로 로그인하여 로그인 계정 변경을 확인
T06-05	사용자 관리	콘솔 사용자의 계정을 추가, 수정 및 삭제하고 계정 목록을 조회할 수 있는지 확인
T06-06	업무 시간 관리	업무 시작 및 종료 시간 설정 기능을 확인
T06-07	서버 절체	HMI로 자동열차감시장치와 스케줄 및 이벤트 관리장치의 절체 기능을 확인
T06-08	역 제어모드 설정 및 제어 권한	콘솔의 SMV에서 역 제어모드를 변경하고, 변경한 역 제어모드를 올바르게 표시하는지 확인

<통합시험 항목 : 열차운행 계획/실적 조회>

시험 번호	기능	상세 시험 내용
T07-01	열차별 운행계획/실적 조회	HMI로 당일 열차의 열차별 운행계획/실적을 조회 및 인쇄 확인
T07-02	역별 운행계획/실적 조회	HMI로 당일 열차의 역별 운행계획/실적을 조회 및 인쇄 확인
T07-03	지연열차 조회	HMI로 당일 스케줄에 대한 지연 열차를 조회 및 인쇄 확인
T07-04	운휴 열차 조회	HMI로 당일 스케줄에 대한 운휴 열차를 조회 및 인쇄 확인
T07-05	임시 열차 조회	HMI로 당일 스케줄에 대한 임시 열차를 조회 및 인쇄 확인
T07-06	열차운행곡선 조회	HMI로 당일 스케줄을 곡선 형태로 조회 및 인쇄 확인

○ 통합시험 절차서 및 성적서



<통합시험 절차서 및 성적서>

○ 통합시험 결과

<통합시험 결과>

항목	상세 기능	시험 결과	항목	상세 기능	시험 결과
신호설비 감시 및 제어	진로 자동 설정 제어	적합	열차운행 계획관리	일일업무시작 처리	적합
	열차 자동 제어	적합		수동 스케줄 업로드	적합
	표준시각 전송	적합		임시열차 생성	적합
	진로 수동 설정 제어	적합		열차운행계획 수정	적합
	열차번호 제어	적합		운휴열차 지정 및 복귀	적합
	임시속도 제한 제어	적합		출발예고열차 관리	적합
	비상정지 제어	적합	열차운행 실적관리	열차운행 실적 생성	적합
	SKIP/STOP 제어	적합		열차운행 실적 전송 및 저장	적합
	선로전환기 제어	적합	운행관리 및 제어모드	DIA 관리	적합
	열차 수동 제어	적합		지연기준시간 설정	적합
	출발대기 제어	적합		운행계획시차 설정	적합
	시스템 상태 조회	적합		사용자 변경	적합
	자동열차감시장치 모니터링	적합		사용자 관리	적합

	기상정보 조회	적합		업무 시간 관리	적합
열차운행 감시	진로구간 열차번호 이동	적합		서버 절체	적합
	회차구간 열차번호 이동	적합		역 제어모드 설정 및 제어 권한	적합
로그관리	알람	적합	스케줄 콘솔의 열차운행 계획관리	기준정보 관리	적합
	이벤트	적합		열차운행계획 관리	적합
	운영자 조작기록	적합		열차운행계획 그래프	적합
열차운행 계획/실적 조회	열차별 운행계획/실적 조회	적합		열차별 운행계획 운행표	적합
	역별 운행계획/실적 조회	적합		역별 운행계획 운행표	적합
	지연열차 조회	적합		열차운행계획 백업/로드	적합
	운휴 열차 조회	적합		열차운행계획 전송	적합
	임시 열차 조회	적합	스케줄 콘솔의 열차운행 계획/실적 조회	열차별 운행계획/실적 조회	적합
	열차운행곡선 조회	적합		역별 운행계획/실적 조회	적합
콘솔관리	경보음 설정 관리	적합		열차운행계획/실적 그래프	적합
	운영 환경 설정	적합		지연열차 운행계획/실적 조회	적합
	화면 구성 설정	적합		경보 조회	적합
	단축 아이콘 설정	적합	차량상태 표시/제어 콘솔	표시 시험	적합
				제어 시험	적합

나. 신호관제시스템 및 지상 제어장치 통합시험

○ 신호관제시스템과 지상 제어장치간 통합시험은 경산 시험선에서의 시험 및 시운전을 시행하기 이전에 실시함

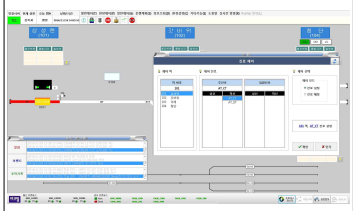
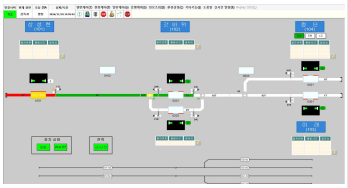
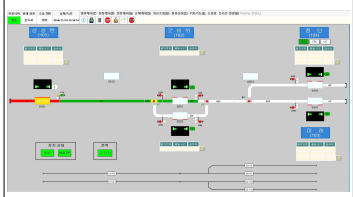
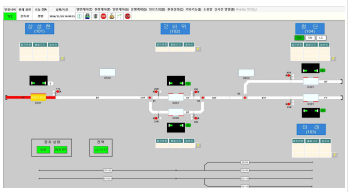
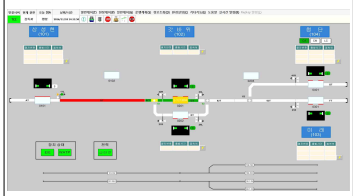
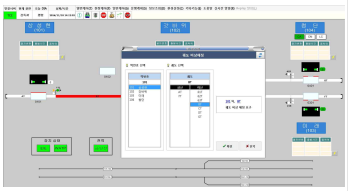
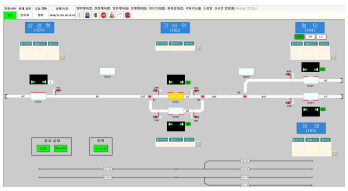
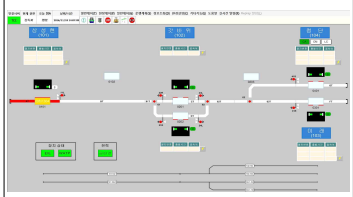
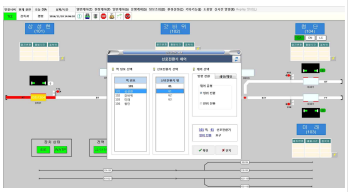
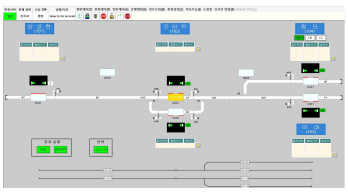
○ 시험 항목

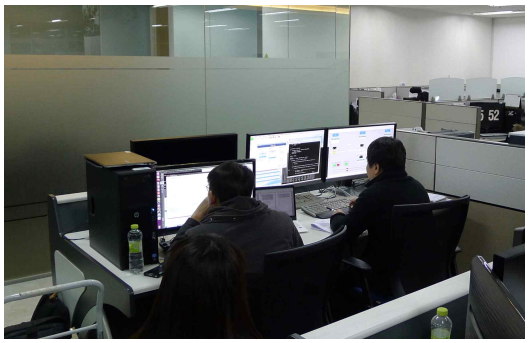
- 열차 제어 및 표시시험
- 진로 제어 및 표시시험
- 신호기 표시시험
- 궤도 표시시험 및 비상해정 제어시험
- 선로전환기 제어 및 표시시험 등

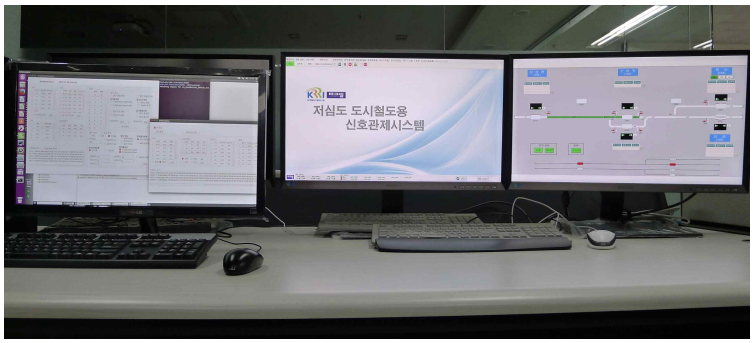
○ 시험 내용

<신호관제 시스템 및 지상 제어장치 통합시험 내용>

시험 번호	시험 사진

열차제어 및 표시 시험	 (MC1 활성 표시)	 (MC2 활성 표시)	 (Slep 제어)
진로 제어 및 표시시험	 (진로 설정 제어 전)	 (진로 설정 제어 후)	 (WATP의 진로 설정 화면)
신호기 표시시험	 (신호기 진행 표시)	 (신호기 정지 표시)	 (EIE 신호기 설정 화면)
궤도 점유 및 비상해정 제어시험	 (궤도 점유 표시)	 (비상해정 제어 화면)	 (비상해정 표시)
선로전환기 제어 및 표시시험	 (선로전환기 제어 전)	 (선로전환기 제어 화면)	 (선로전화기 제어 후)





<신호관제시스템과 지상 제어장치의 실험실 통합시험>

3. 시험선 설치

가. 시험선 개요

○ 노선명 : 경산 시험선

○ 전체 연장 : 2.37km(본선 1,870m, 측선 380m, 대피선 120m)

○ 배선 : 단선(지상 및 고가)

○ 급전 방식 : 직류 750V

○ 차량 : 고무차륜 경전철(K-AGT)




<경산 시험선 및 시험 열차>

나. 설치 공사 내역

○ 설치 장소 : 경산 시험선 관제센터

○ 신호관제시스템의 서버, 콘솔 및 부가 장치 설치

○ 네트워크 및 통신 인터페이스 설치




<신호관제시스템 설치(경산 시험선 스마트 관제센터)>



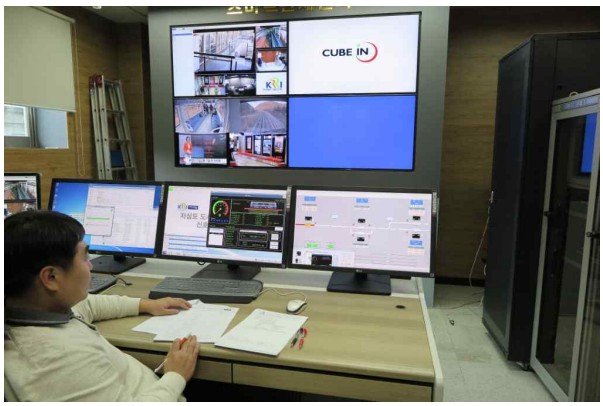
<경산 시험선 스마트 관제센터 통합 LDP(신호, 신호, 전력)>

다. 시험 내용

○ 신호관제시스템과 지상 제어장치간 인터페이스 시험

○ 열차 운행을 위한 각종 제어 및 표시시험

○ 외부 장치를 위한 인터페이스 및 기능시험





<신호관제시스템 종합시험(경산 시험선)>

라. 시험 결과

○ 시험 결과는 다음과 같다.

항목	상세 기능	시험 결과	항목	상세 기능	시험 결과
신호설비 감시 및 제어	진로 자동 설정 제어	적합	열차운행 계획관리	일일업무시작 처리	적합
	열차 자동 제어	적합		수동 스케줄 업로드	적합
	표준시각 전송	적합		임시열차 생성	적합
	진로 수동 설정 제어	적합		열차운행계획 수정	적합
	열차번호 제어	적합		운휴열차 지정 및 복귀	적합
	임시속도 제한 제어	적합		출발예고열차 관리	적합

	비상정지 제어	적합	열차운행 실적관리	열차운행 실적 생성	적합
	SKIP/STOP 제어	적합		열차운행 실적 전송 및 저장	적합
	선로전환기 제어	적합	운행관리 및 제어모드	DIA 관리	적합
	열차 수동 제어	적합		지연기준시간 설정	적합
	출발대기 제어	적합		운행계획시차 설정	적합
	시스템 상태 조회	적합		사용자 변경	적합
	자동열차감시장치 모니터링	적합		사용자 관리	적합
	기상정보 조회	적합		업무 시간 관리	적합
열차운행 감시	진로구간 열차번호 이동	적합		서버 절체	적합
	회차구간 열차번호 이동	적합		역 제어모드 설정 및 제어 권한	적합
로그관리	알람	적합	스케줄 콘솔의 열차운행 계획관리	기준정보 관리	적합
	이벤트	적합		열차운행계획 관리	적합
	운영자 조작기록	적합		열차운행계획 그래프	적합
열차운행 계획/실적 조회	열차별 운행계획/실적 조회	적합		열차별 운행계획 운행표	적합
	역별 운행계획/실적 조회	적합		역별 운행계획 운행표	적합
	지연열차 조회	적합		열차운행계획 백업/로드	적합
	운휴 열차 조회	적합		열차운행계획 전송	적합
	임시 열차 조회	적합	스케줄 콘솔의 열차운행 계획/실적 조회	열차별 운행계획/실적 조회	적합
	열차운행곡선 조회	적합		역별 운행계획/실적 조회	적합
콘솔관리	경보음 설정 관리	적합		열차운행계획/실적 그래프	적합
	운영 환경 설정	적합		지연열차 운행계획/실적 조회	적합
	화면 구성 설정	적합		경보 조회	적합
	단축 아이콘 설정	적합	차량상태 표시/제어 콘솔	표시 시험	적합
				제어 시험	적합

마) 신호관제시스템 및 지상 제어장치 종합시험

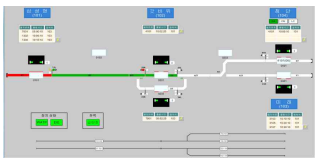
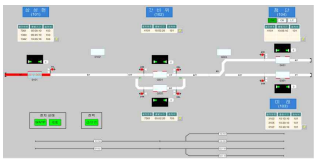
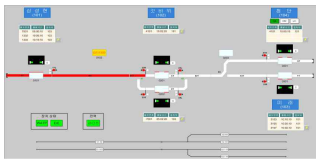
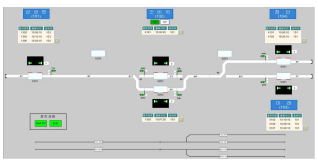
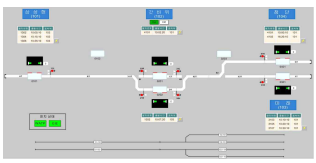
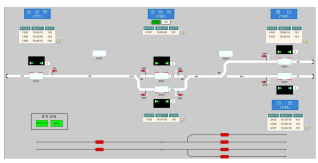
○ 신호관제시스템과 지상 제어장치간 종합시험은 경산 시험선에서 실시함

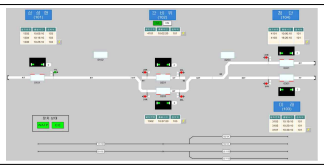
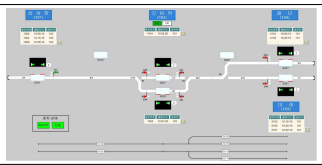
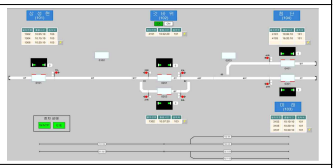
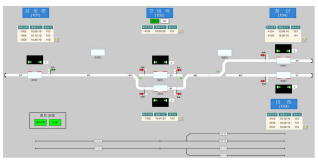
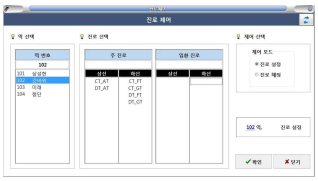
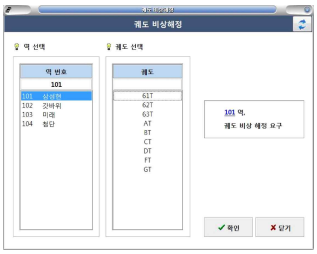
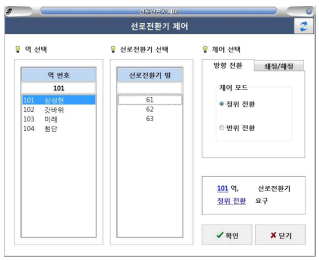
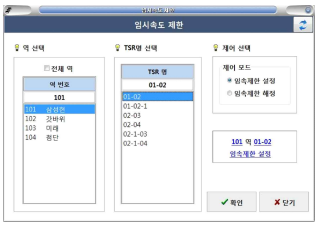
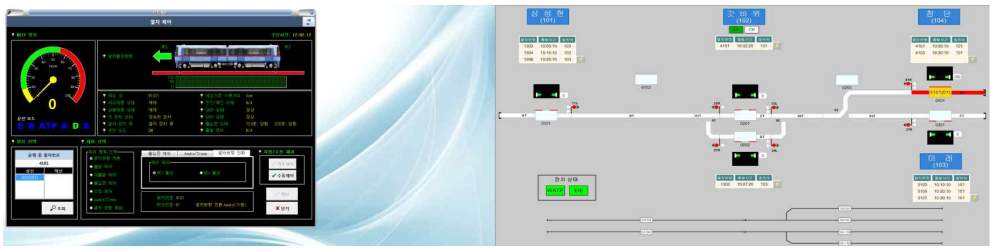
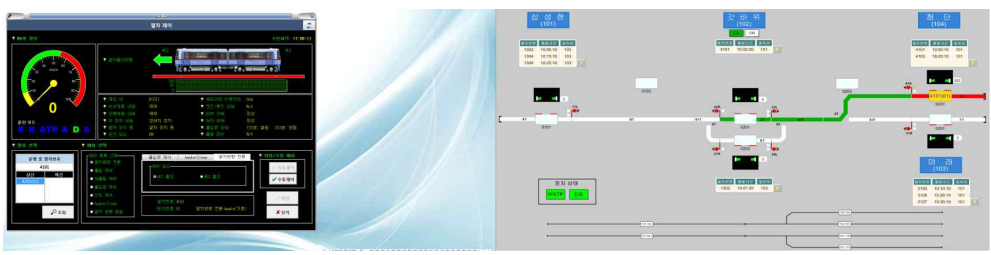
○ 시험 항목

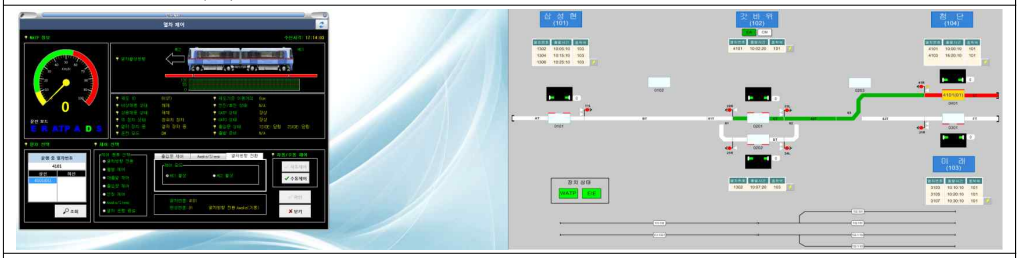
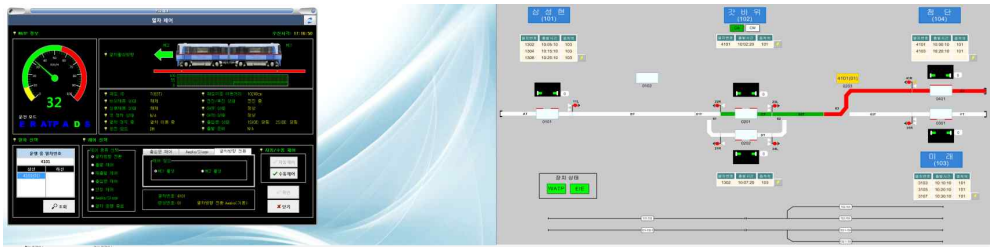
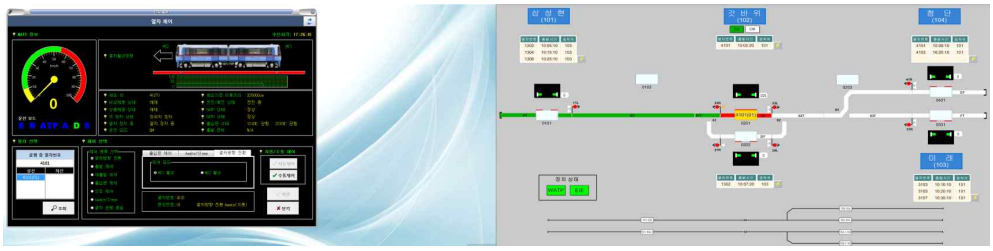
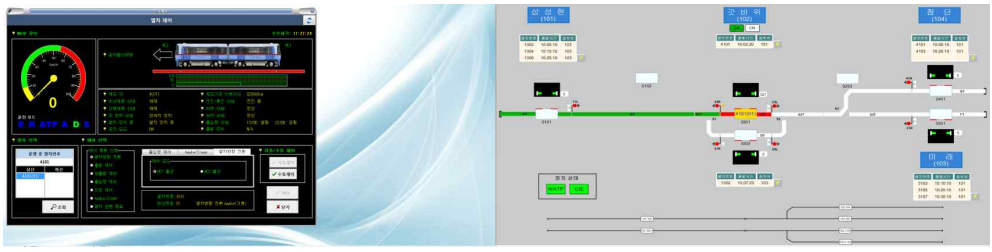
- WATP 표시 시험
- WATP 제어 시험
- 연동장치 표시 시험
- 연동장치 제어 시험
- 차량 자동 운행 시험

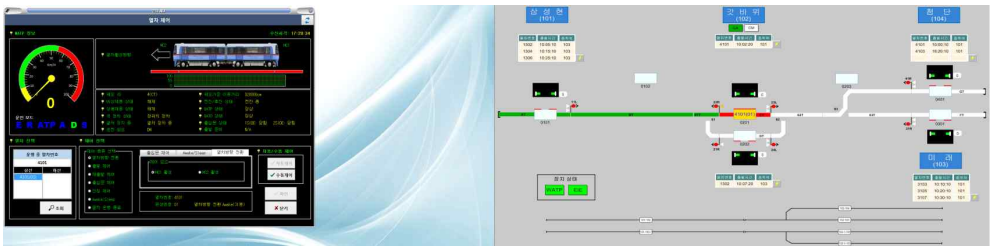
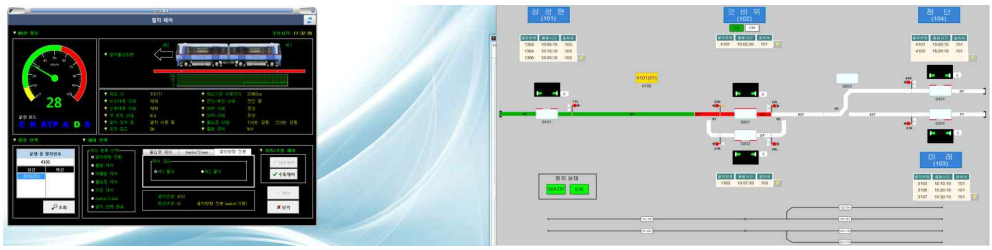
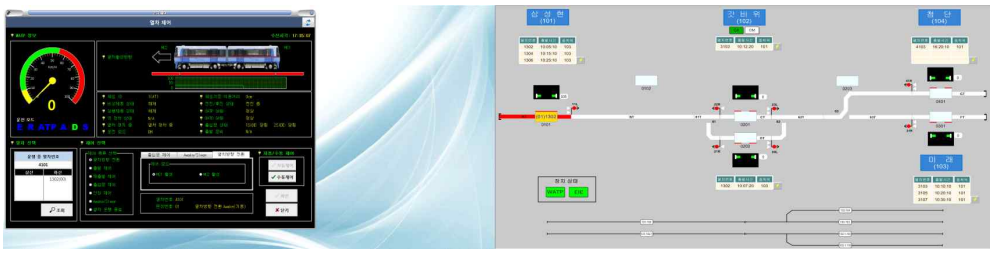
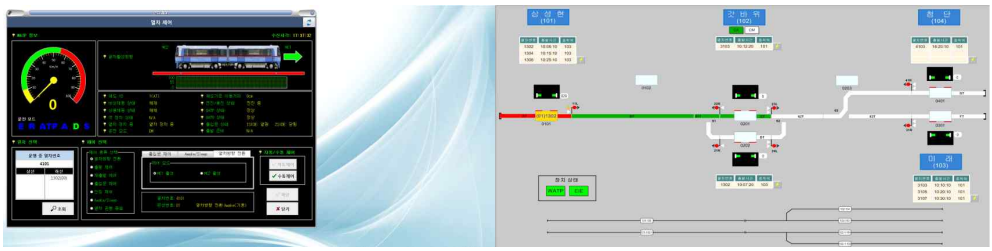
○ 시험 내용

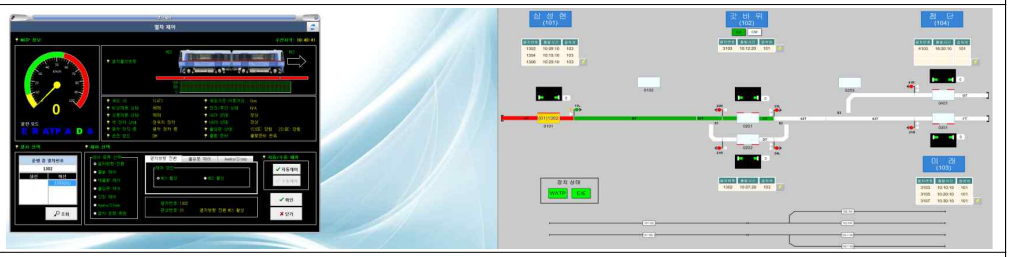
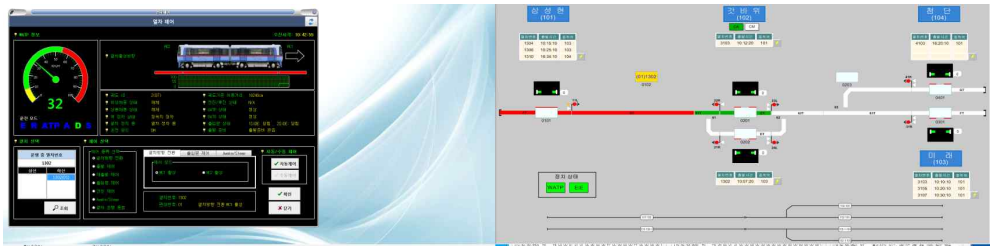
시험 내용	상태		
WATP 표시 시험			
	역 정차 상태 - 과주정차	역 정차 상태 - 미달정차	궤도기준 이동거리
			
	비상제동 상태 - 해제	상용제동 상태 - 설정	열차 운전 속도
			
	열차이동상태 - 이동 중	열차이동상태 - 정차 중	열차활성방향-MC1
			
	열차활성방향-MC2	열차 운전 모드-ATP	열차 운전 모드-RM
			
	열차 운전 모드-AM	역 정차 - 정위지 정차	열차 출입문 - 열림

시험 내용	상태		
			
	운전 방향 -차량 전진 중	OATO 상태 - 정상	OATP 상태 - 정상
WATP 제어 시험			
	차량 Awake/Sleep 제어	차량 비상정지 제어	열차 출입문 제어
			
	열차 방향 전환	차량 출발 제어	재 출발 제어
			
	인칭 제어	차량운행종료	
연동장치 표시 시험			
	진로 설정 상태	궤도 점유	열차 이동 정보
			
	신호기 진행 상태	신호기 정지 상태	임시속도제한 설정

<table>
<tr><td>시험 내용</td><td colspan="3">상태</td></tr>
<tr><td rowspan="4"></td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>임시속도제한 해제</td><td>선로전환기 반위</td><td>선로전환기 정위</td></tr>
<tr><td>  </td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>선로전환기 LOCK</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="4">연동장치
제어 시험</td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>진로 제어</td><td>궤도 비상 해정</td><td>선로전환기 제어</td></tr>
<tr><td>  </td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>임시속도 제한</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>차량
자동 운행 시험
차량
자동 운행 시험</td><td colspan="3"> 
1. 기지 출고
2. 본선 열차번호 및 편성번호 할당
3. 104역 정차시간 설정
  </td></tr>
</table>

시험 내용	상태
	1. 차량 Door 열림 수신 및 표시 2. 정차 시각 Count 3. 출발 진로 제어
	
	1. 104역 차량 Door 닫힘 제어 2. 104역 열차 Door 닫힘 정보 수신 3. 차량 확인(고장정보 및 상태 정보) 4. 차량 출발 제어
	
	1. 104역 차량 출발
	
	1. 102역 상선 열차 도착 2. 102역 정차시간 설정 3. 출발진로 설정
	
	1. 102역 차량 Door 열림 수신 및 표시

시험 내용	상태
차량 자동 운행 시험	2. 정차 시각 Count
	
	1. 102역 차량 Door 닫힘 제어 2. 102역 열차 Door 닫힘 정보 수신 3. 차량 확인(고장정보 및 상태 정보) 4. 차량 출발 제어
	
	1. 102역 차량 출발
	
	1. 101역 도착 2. 회차번호 변경(4101 -> 1302) 3. 101역 정차시간 설정
	
	1. 101역 차량 Door 열림 수신 및 표시 2. 정차 시각 Count 3. 열차 활성 방향 전환 제어(MC2 -> MC1)

시험 내용	상태
	
	1. 101역 차량 Door 닫힘 제어 2. 101역 열차 Door 닫힘 정보 수신 3. 차량 확인(고장정보 및 상태 정보) 4. 차량 출발 제어
	
	1. 101역 차량 출발

3. 관제시스템 구축비용 추정

구분	중량전철 관제시스템 (서울)	경전철 관제시스템 (부산)	저심도 관제시스템
노선 연장	약 17.3km (총 32km 예정)	약 13km	약 41.9km
정거장 수	6개역 (최종 11역 + 기지 예정)	14역 + 기지	44역 + 기지
구축비	약 90억원	약 75억원	**30억원 미만**
인건비 (신호 관제)	약 8.5억	약 8억	**약 5억**
유지보수비	약 1.5억/년	약 1.2억/년	약 0.5억/년

2-5. 저심도 도시철도용 정보통신시스템 개발

1. 개요

가. 연구개발 최종 목표

○ 국내 도시철도 노선의 신호관제시스템은 고비용·고효율의 시스템으로 구축되어 있으며, 이로 인한 운영 및 유지보수 비용이 과다하게 발생하고 있으므로, 비용 절감 및 운영기관의 경영효율 향상을 위한 스마트 관제시스템의 개발이 요구되고 있음.

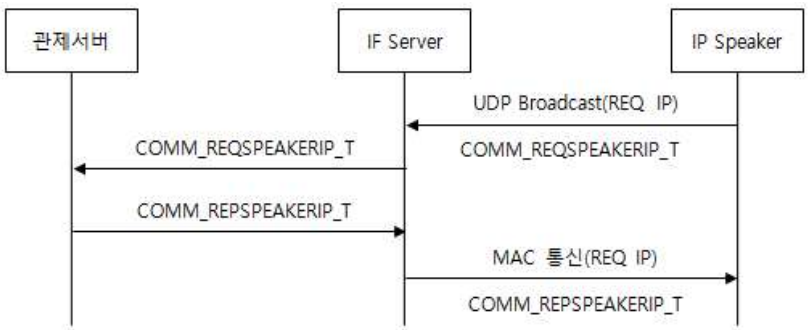
○ 관리 관제시스템의 단일화와 시스템 첨단화를 통해 역사관리의 효율화를 추구하여 구축 및 운영비 경제성을 확보함.



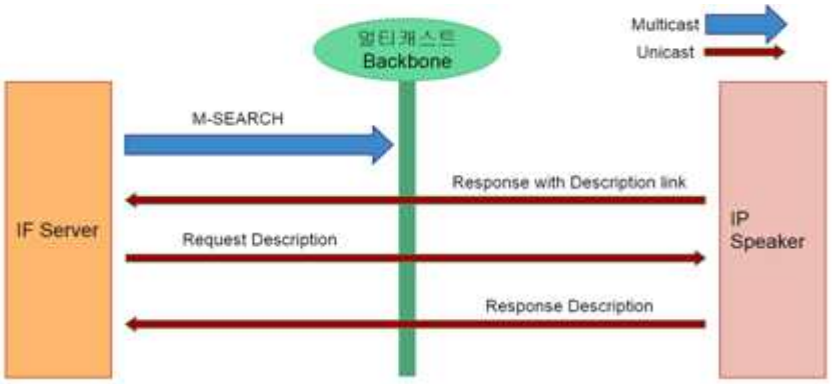
<저심도 도시철도용 정보통신시스템 개발 최종 목표>

2. 저심도 도시철도용 정보통신시스템 보완

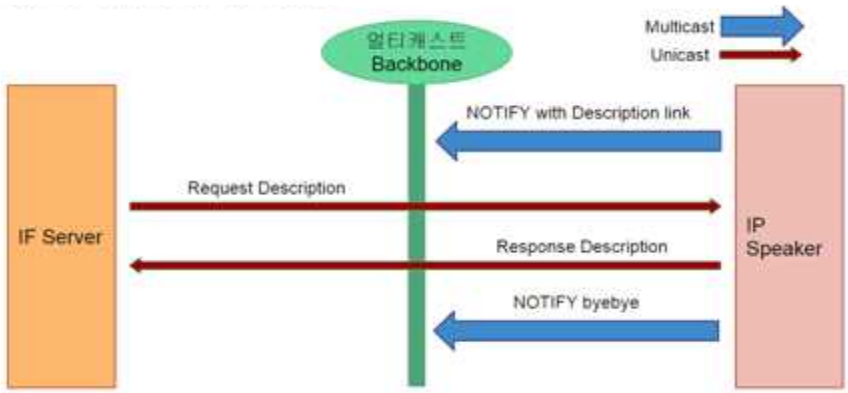
1) 네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 보완



<자동접속 인식 및 탈퇴>



<자동접속 인식 및 탈퇴 방법 1>



<자동접속 인식 및 탈퇴 방법 2>

2) 자동 접속 구현

```
[0x004fe524] Len=91 ConSer_Send SendConnInfo
[00000000] 52 00 00 00 01 00 00 00 03 00 5a 00 00 00 00 00 R          Z
[00000010] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000020] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000030] 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 49 46 2d 53 65 72            IF-Ser
[00000040] 76 65 72 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ver
[00000050] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 0c
```

<접속 정보(Connection Info)>

```
[0x006b6d28] Len=53 ConSer_Recv HMsgType_CONNINFO
[00000000] 00 00 00 00 03 00 00 00 03 00 34 00 00 00 00 00           4
[00000010] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 32 30 31 36 2d 30           2016-0
[00000020] 33 2d 31 31 20 31 33 3a 31 34 01 00 00 00 00 00 3-11 13:14
[00000030] 00 00 fc 00 45                                          ?E
```

<응답(ACK)>

```
[0x02c6d030] Len=170 UDP Recv
[00000000] a1 00 00 00 02 00 00 00 08 00 a9 00 00 00 01 00 ?        ?
[00000010] 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000020] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000030] 00 00 28 cc 01 5e 55 4b 00 00 00 00 00 00 00 00   (?^UK
[00000040] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000050] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000060] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000070] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000080] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000090] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[000000a0] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 a7                    ?
```

<IP 등록 요청(Broadcast)>

```
[0x02c6d030] Len=170 ConSer_Send SetKReqDevReg
[00000000] a1 00 00 00 02 00 00 00 08 00 a9 00 00 00 01 00 ?        ?
[00000010] 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000020] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000030] 00 00 28 cc 01 5e 55 4b 00 00 00 00 00 00 00 00   (?^UK
[00000040] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000050] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000060] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000070] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000080] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[00000090] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
[000000a0] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 a7                    ?
```

<IP 등록 요청(TCP)>

```
[0x006b6d28] Len=170 ConSer_Recv HMsgType_REQ_DEV_SET
[00000000] a1 00 00 00 02 00 00 00 08 00 a9 00 00 00 01 00 ?        ?
[00000010] d0 07 01 00 00 00 00 00 00 00 32 30 31 36 2d 30 ?        2016-0
[00000020] 33 2d 31 31 20 31 33 3a 31 35 01 00 00 00 00 00 3-11 13:15
[00000030] 00 00 28 cc 01 5e 55 4b 01 00 00 00 c0 a8 0a 6b   (?^UK    윅 k
[00000040] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 ff ff ff 00
[00000050] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 c0 a8 0a 01             윅
[00000060] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 c0 a8 0a 0a             윅
[00000070] 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 00 00
[00000080] 01 c0 a8 0a 03 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  윅
[00000090] 00 c0 a8 0a 05 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00  윅
[000000a0] 00 03 00 01 00 09 00 00 00 1e
ConSer_Recv MAC=28CC015E554B IP=192.168.10.107
```

<IP 등록 응답(TCP)>

2. 저심도 도시철도용 정보통신시스템 시제품 제작 및 시험선 구축

1) 네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 현장구축

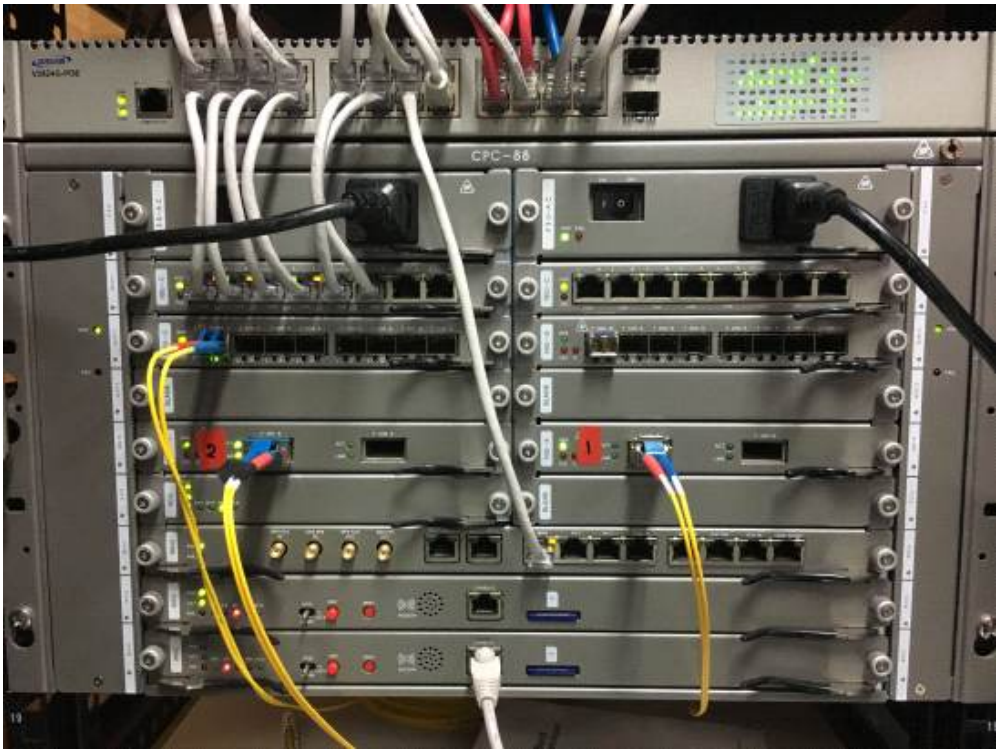


3) <네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 서버 현장 설치>



<네트워크 자동 접속 표준 인터페이스 서버 서비스 작동 화면>

2) 패킷광 전송설비



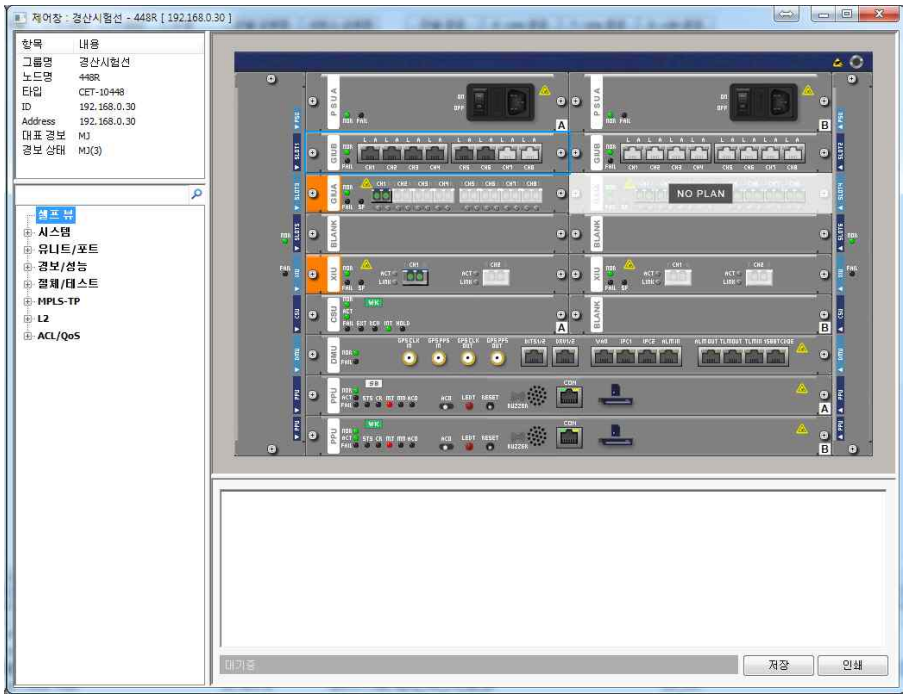
<패킷광 전송설비 COT 설치 사진>



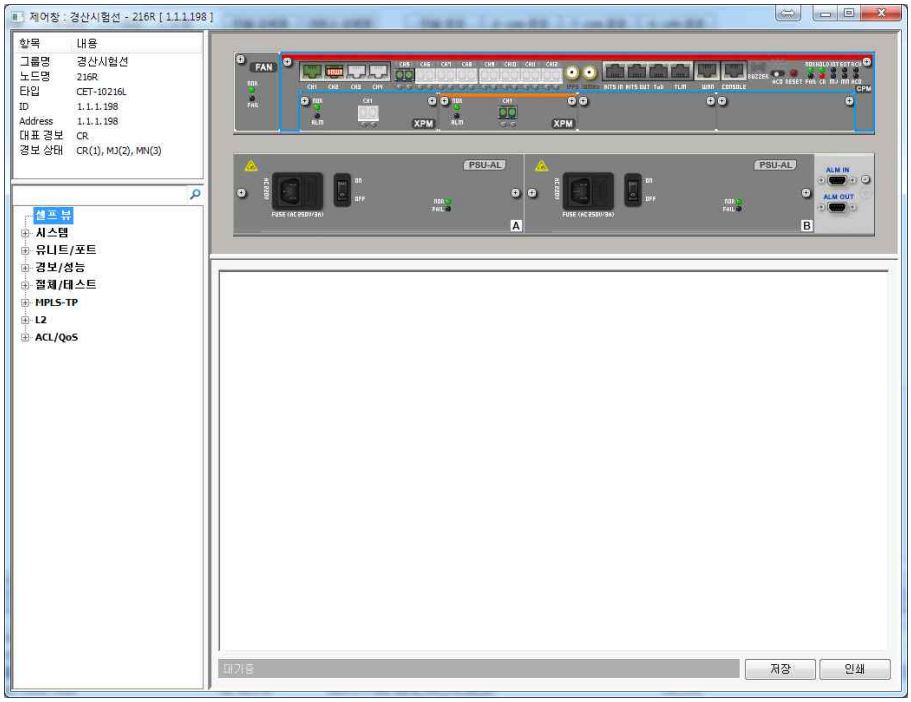
<벽부형 패킷광 전송설비 RT1 설치>



<팬리스형 패킷광 전송 설비 RT2 시험선의 전력실에 설치>



<패킷광 전송설비 EMS COT 제어>

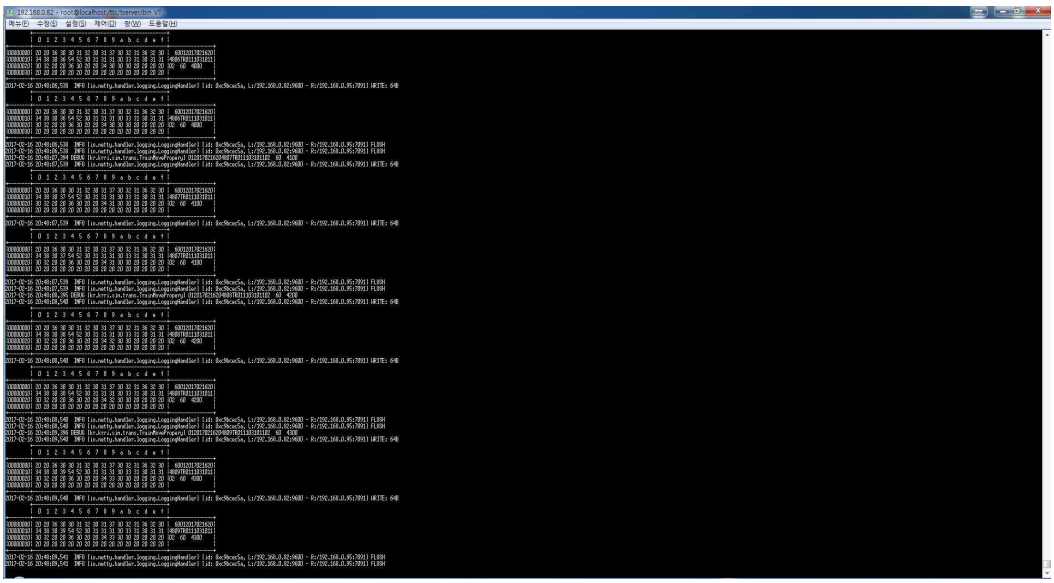


<패킷광 전송설비 EMS RT 제어>

가) 승객안내설비



<승객안내설비 내장 스크린도어>



<승객안내설비 서버 접속 테스트>

나) 요금징수설비(AFC 설비)

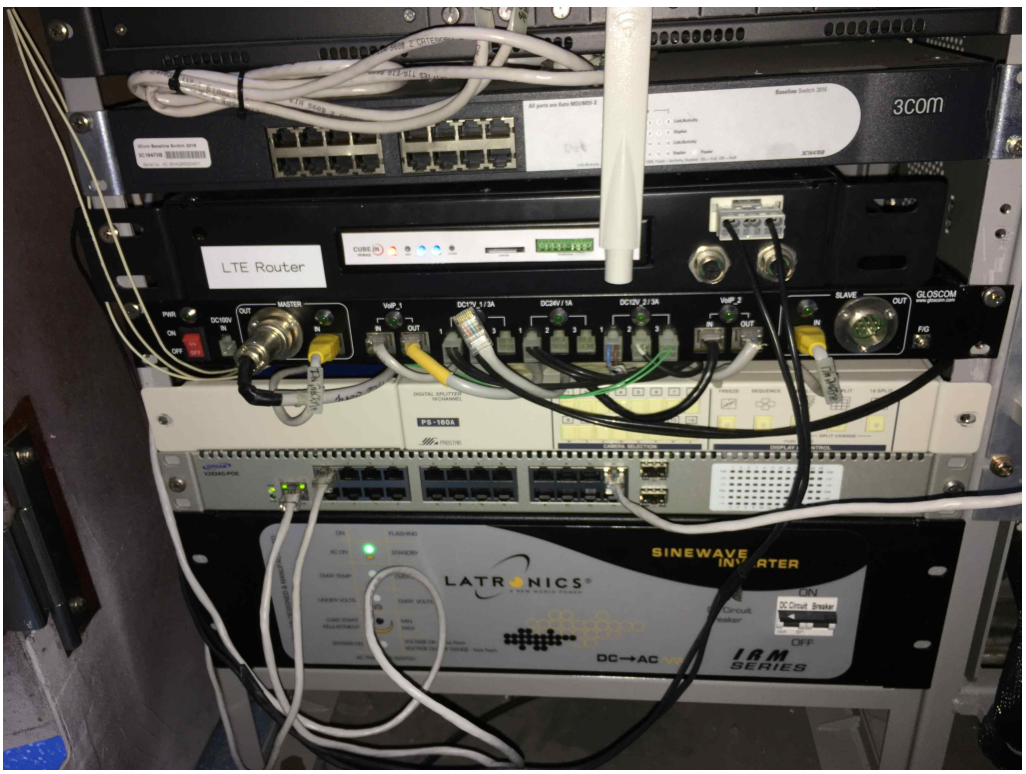


<요금징수 설비(AFC 설비) 1형>



<요금징수 설비(AFC 설비) 3, 5형>

다) 열차무선설비



<시험선 운영중인 차량내에 설치된 열차무선설비>

라) 차량내 CCTV와 IP 스피커



<차량내부에 설치된 CCTV와 IP 스피커 유닛>



<승강장에 설치된 IP 스피커>



<승강장측 검수고에 설치된 CCTV>

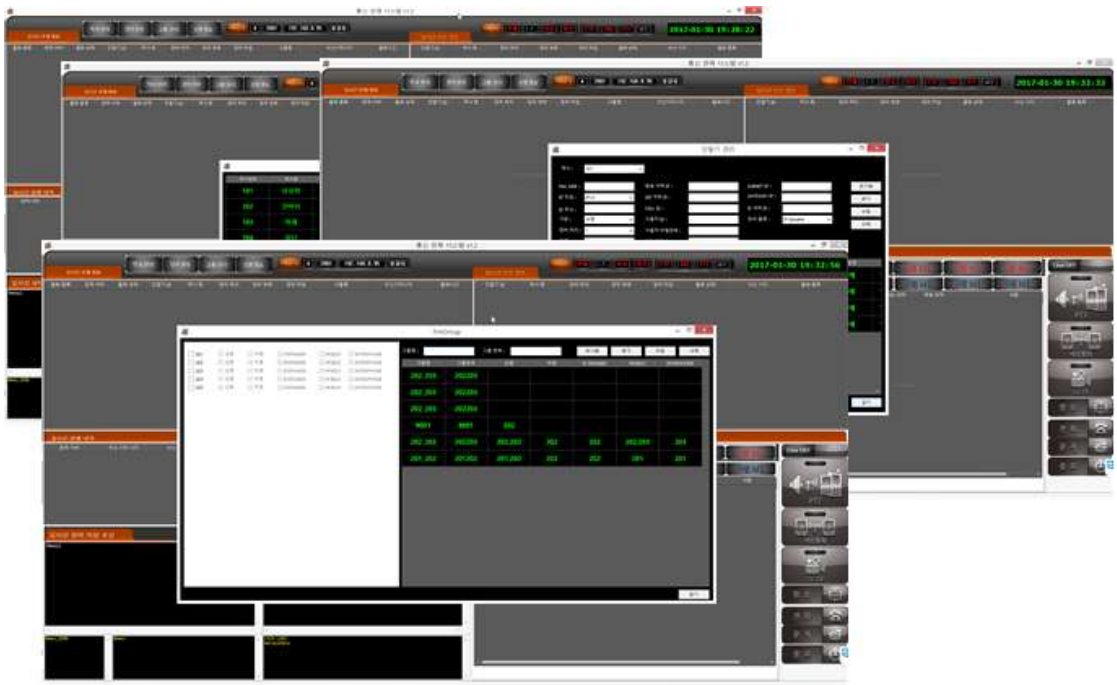


<승강장에 설치된 CCTV>

4) 통합관리 시스템 현장구축



<통합관리설비 서버 사진>



<통합관리 시스템 작동>

2. 저심도 도시철도용 정보통신시스템 기능 및 성능 시험

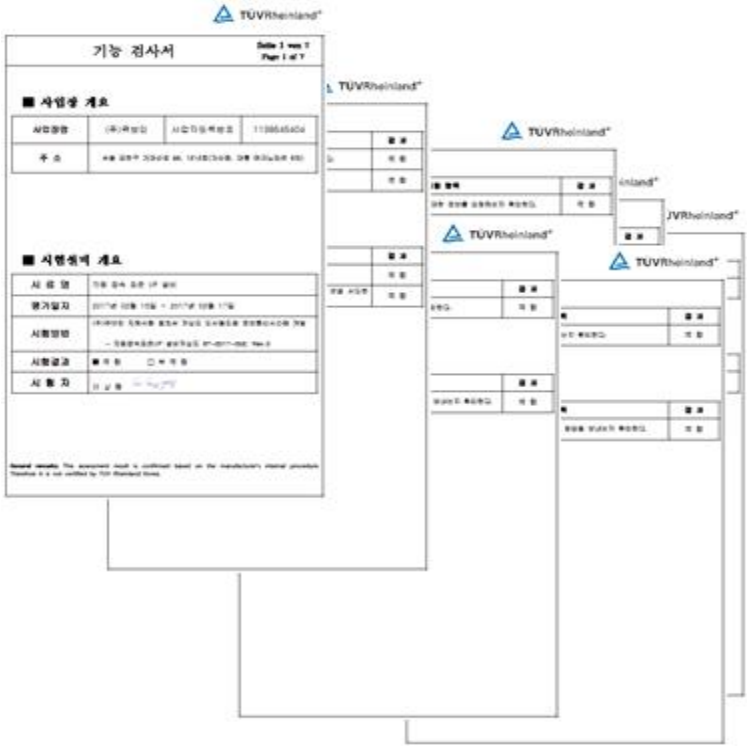
1) 공인인증 시험기관 기능 시험

가) 통합관리 설비



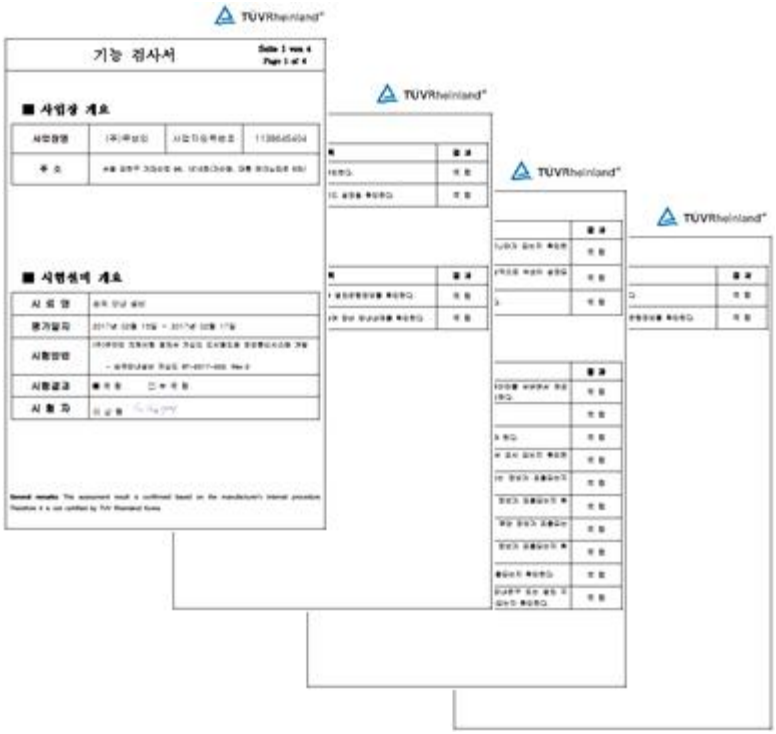
<통합관리 설비 기능 검사서>

나) 자동접속 표준 인터페이스 설비



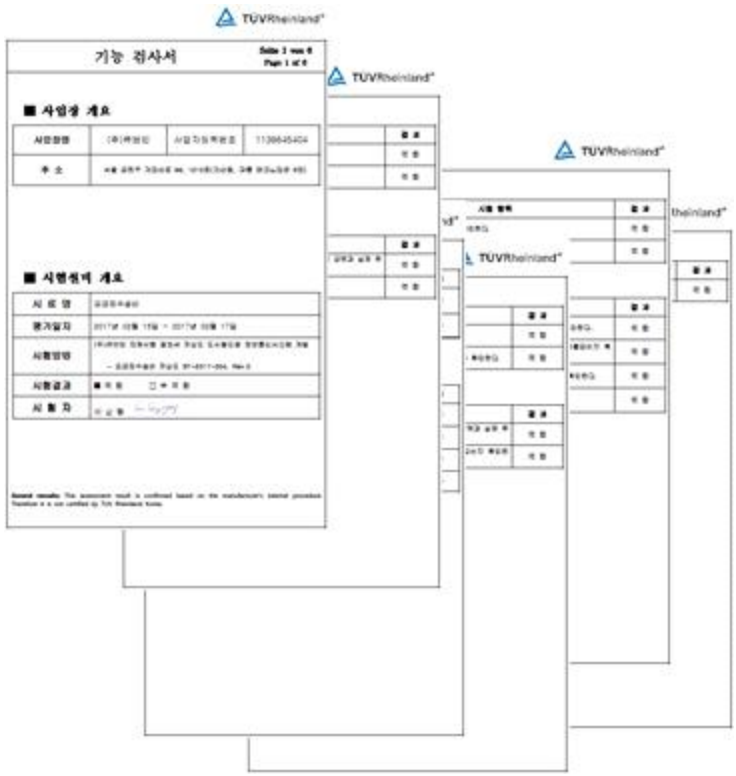
<자동접속 표준 인터페이스 설비 기능 검사서>

다) 승객안내 설비



<승객안내 설비 기능 검사서>

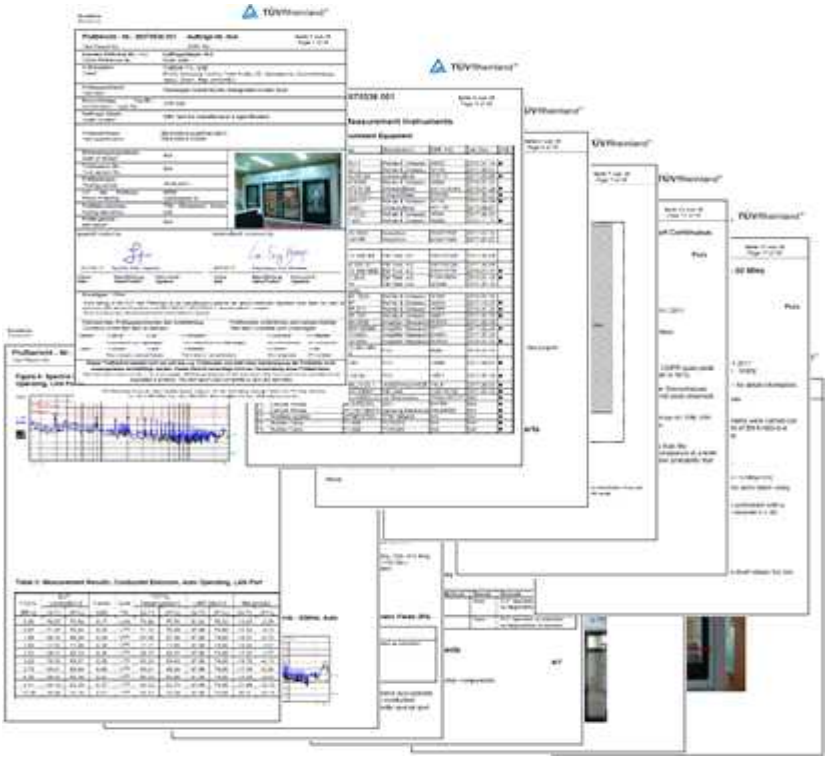
라) 요금징수 설비(AFC)



<요금징수 설비(AFC) 기능 검사서>

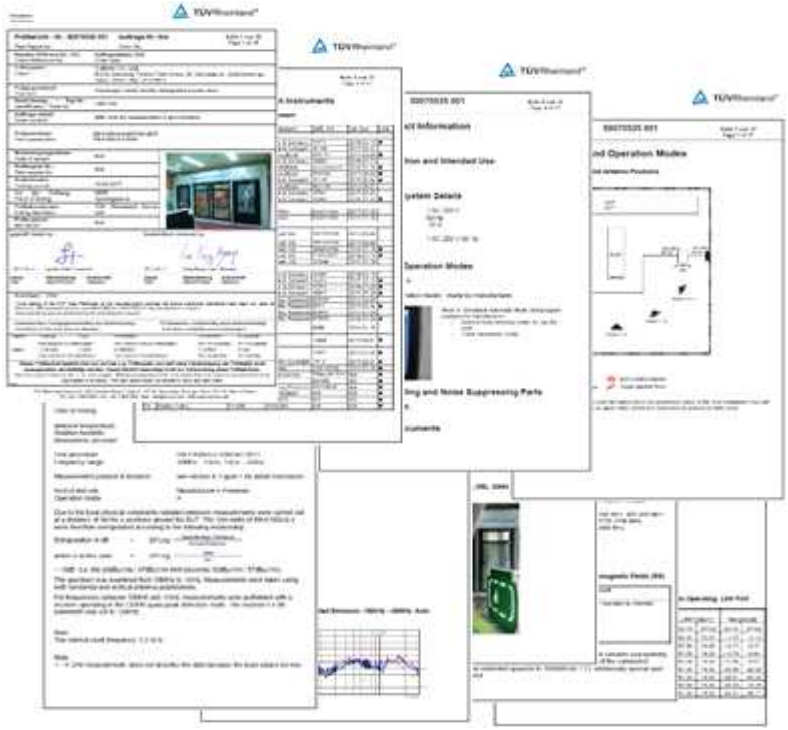
2) 성능시험

가) 승객안내 설비



<승객안내 설비 성능 검사서>

나) 요금징수설비(AFC)



<요금징수 설비(AFC) 성능 검사서>

다) 패킷광 장비



방송통신기자재등의 적합등록 필증

Registration of Broadcasting and Communication Equipments

상호 또는 성명 Trade Name or Registrant	주식회사 큐브인 (Cube In Co. Ltd.)
기자재 명칭 Equipment Name	광전송장비
기본모델명 Basic Model Number	CPR-48
파생모델명 Series Model Number	
등록번호 Registration No.	MSIP-REM-Qbi-CPR-48
제조자/제조(조립)국가 Manufacturer/Country of Origin	주식회사 큐브인 (Cube In Co. Ltd.) / 한국
등록연월일 Date of Registration	2017-03-27
기타 Others	

위 기자재는 「전파법」 제58조의2 제3항에 따라 등록되었음을 증명합니다.
It is verified that foregoing equipment has been registered under the Clause 3, Article 58-2 of Radio Waves Act.

2017년(Year) 03월(Month) 27일(Date)

국립전파연구원장

Director General of National Radio Research Agency

※ 적합등록 방송통신기자재는 반드시 "적합성평가표시" 를 부착하여 표시하여야 합니다.
위반시 과태료 처분 및 등록이 취소될 수 있습니다.

<패킷광장비 형식승인>

라) 스크린도어형 승객안내설비 부산, 대구 설치



<부산 2호선 서면역 승객안내설비 설치 완료>



<대구 상인역 1호선 스크린도어형 승객안내설비 설치 완료>

3. 정보통신시스템 구축비용 추정

1. 15개 역사(차량기지 포함)

구분	총구축비	구축비 /1개역	일반역사 통신기계실(평균)	역사별 금액 절감율(%)	기계실 면적 절감율(%)
운영중	467.5억	31.2억	10m X 8m	0	0

2. 29개 역사(차량기지 포함)

구분	총구축비 (예상)	구축비 /1개역(예상)	일반역사 통신기계실(예상평균)	역사별 금액 절감율(%)	기계실 면적 절감율(%)
구축중	601.4억	20.7억	8m X 4m	34%	60%

3. 46개 역사(차량기지 포함)

1.항 대비

구분	총구축비 (예상)	구축비 /1개역(예상)	일반역사 벽취부(예상평균)	역사별 금액 절감율(%)	기계실 면적 절감율(%)
설계중	800억	17.4억	1m X 1m	44%	98%

2-6. 저심도 도시철도용 전력공급시스템 개발

1. 전력공급시스템 시제품 제작

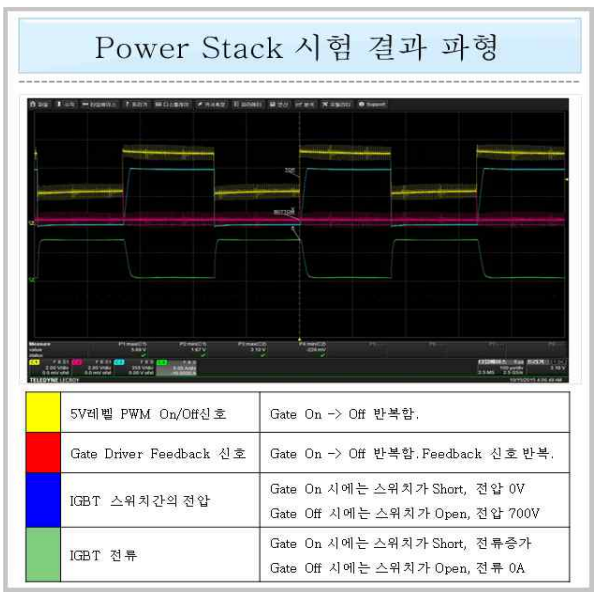
온도시험결과 주변온도가 12℃일 때, HeatSink 포화온도는 38℃로 발열의 정도가 심하지 않았다. 이에 Heat Pipe 타입에서 No Heat Pipe 타입으로 변경하여 설계 보완을 하였다. 보완 제작된 파워스택 시험결과 주위온도 12℃일 때, 42℃로 만족하였다.





IGBT Pole 파형은 DC 700V에서 Gate On/Off를 반복하는 파형이다. 이를 윗상(Top), 아랫상(Bottom)을 바꾸어가며, U, V, W 3상에 대해서 모든 시험을 완료하였다.





PWM 전력공급시스템 단위모듈 제작을 완료 하였다. 각 모듈 함체는 정격용량 250kW이며, 나머지 함체를 추가 제작하여 최종 4병렬 1MW로 구성하였다.

PWM 전력공급시스템 단위 모듈 제작 완료





사이즈	1100 * 1500 * 2400 (W*D*H)
무게	2.4T
타입	IGBT PWM 전력변환기 (양방향 형)
용도	철도 전동차 직류급전용

PWM 전력공급시스템 단위 모듈 제작 완료

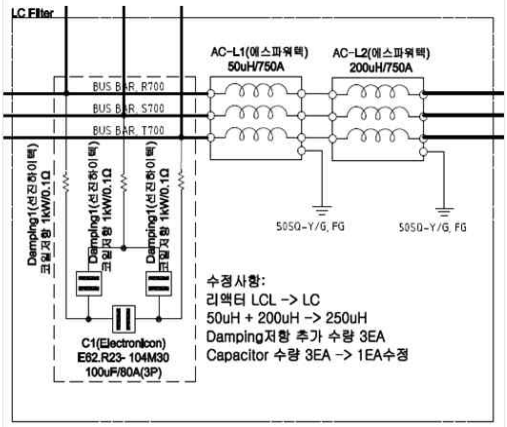
함체 전면



함체 후면



LC필터 적용

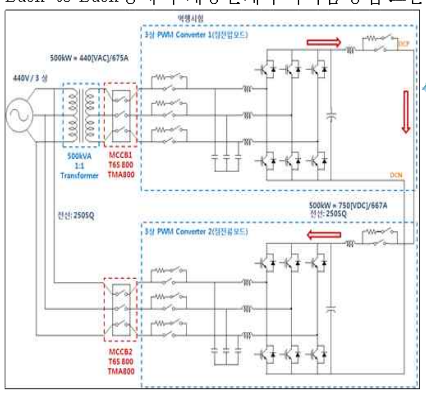


MCU	TMS320F28335(150MHz)기반 제어모듈
차단기	3상 입력단 및 DC 출력단 MC
결선	Bus-Bar Type
필터	LC 필터 (설계보완 적용)

- 시뮬레이션 자료 기반하여 리액터 방열 및 노이즈 개선을 위해 LC필터 방식으로 변경 함.
- 제어기 게인 설정에 이점이 있음.

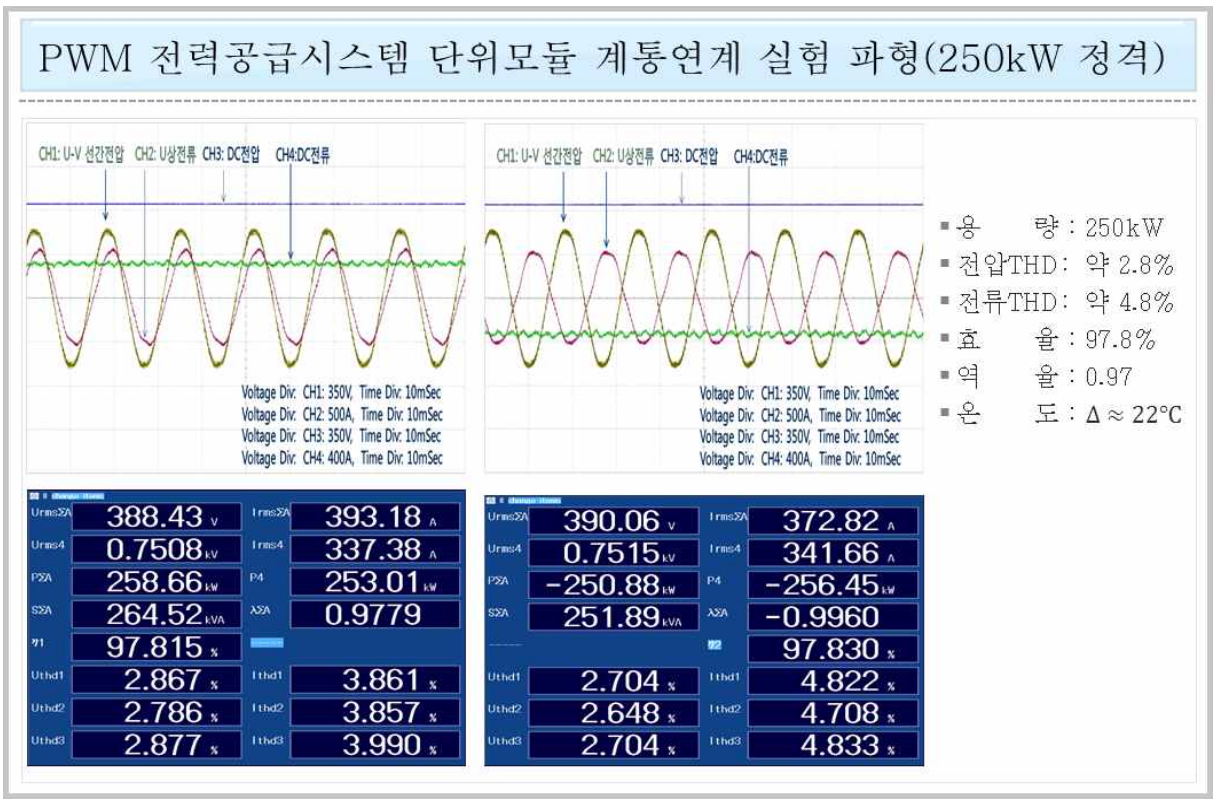
개발된 250kW PWM 전력공급시스템의 검증을 완료 하였다. 각 전력공급시스템의 한 시료는 정전압 모드로 동작시키고, 또 다른 한 시료는 정전류 모드로 동작시킨다. 두 전력공급시스템은 Back to Back 형태로 계통에 연계되기 때문에 전류를 공급받고 다시 계통으로 회생시킴으로 각 시스템의 부하시험 검증이 가능하다.

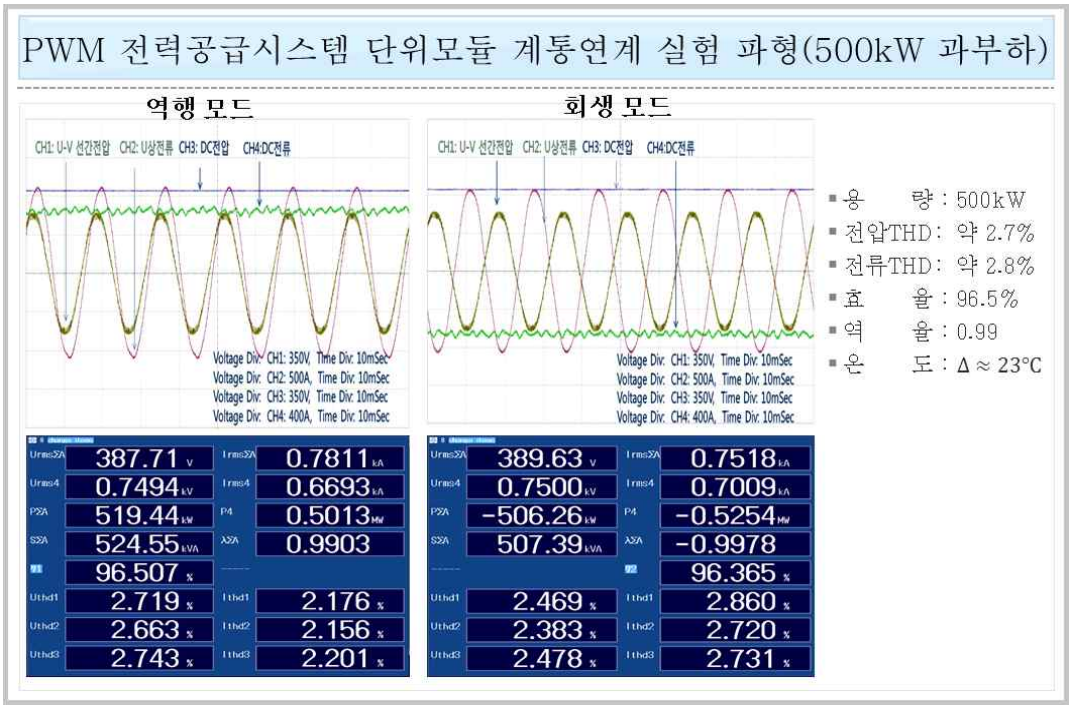
Back to Back형태의 계통연계부하시험방법 도출





- 시험장소 : 충남 부여시 비즈로 C&C공장(장소 대여)
- 수전용량 : 500kW
- 시험내용 : 250kW 정격시험, 200% 과부하 시험, 각 모듈 양방향 부하 시험
- 판단기준 : 시험성적서 기준 성능 만족 시



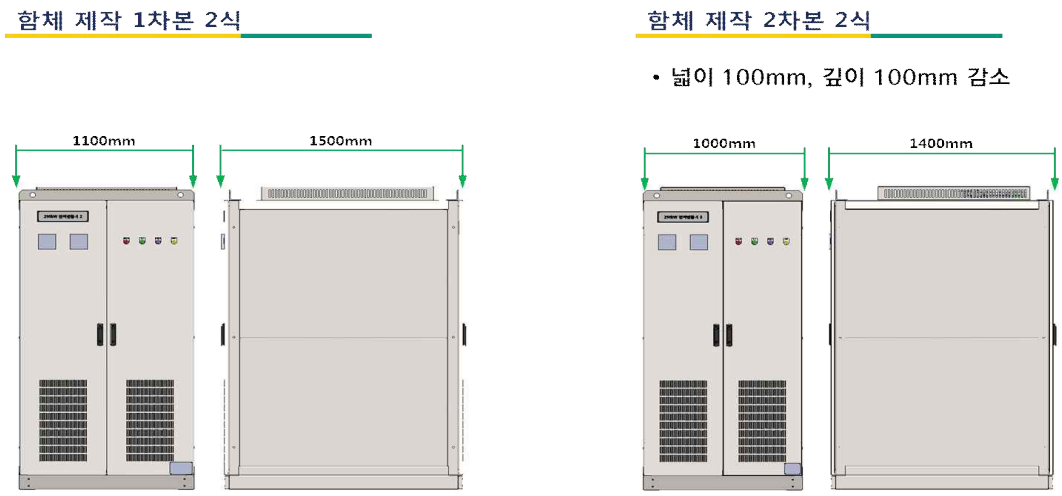


2. PWM 전력변환기 구성 및 무부하 동작시험

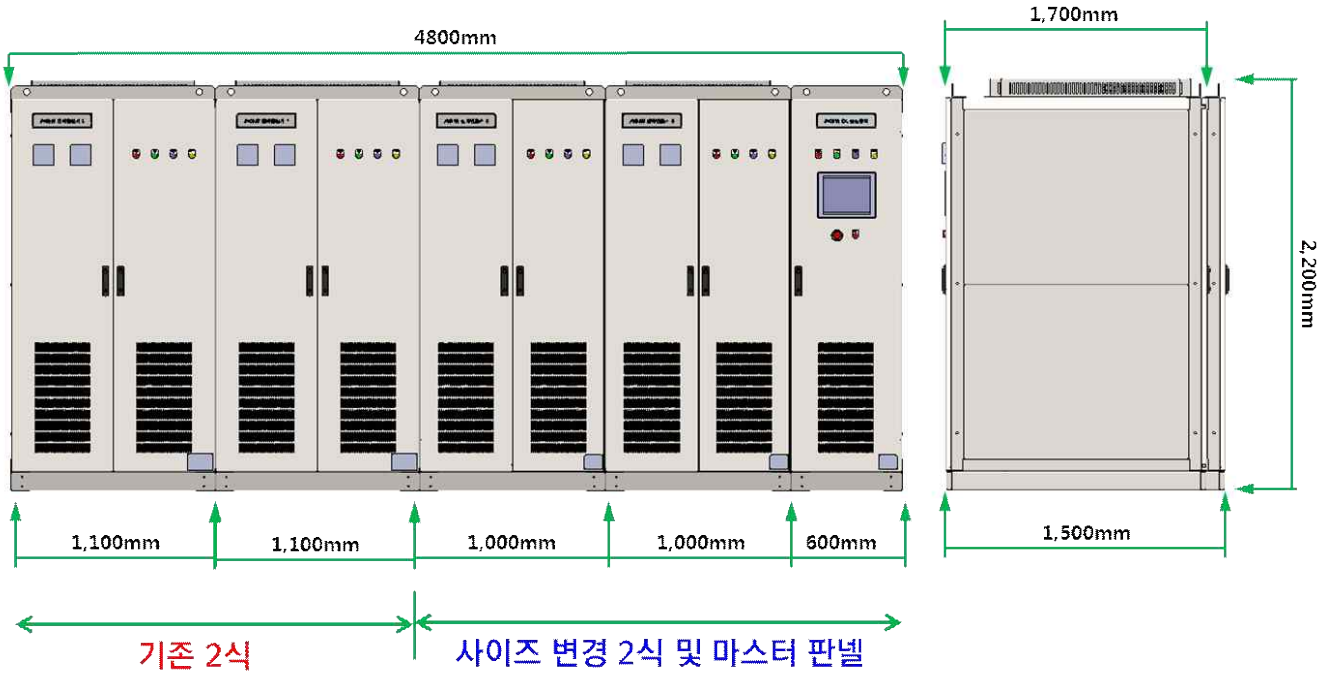
2.1 PWM 전력변환기 구성

1차 제작된 함체 사이즈를 축소하기 위해 단위 모듈 Back to Back 시험을 수행 하였다. 시험 결과를 통해 얻은 데이터를 기반으로 내부 리액터 및 차단기 위치 등을 변경하였고 함체 사이즈를 축소한 2차본 함체를 제작 하였다.

<1,2차 함체 사이즈>



<최종 4병렬 함체 구성>



<PWM 전력변환기 단위 모듈 사양>

항목			사양
Model 명			VIT_PS_16_K250
AC 측	정격용량		250[kW] (4병렬 1MW구성)
	정격전압		440[V]
	정격전류		328[A]
	상수		3P
	주파수		60Hz
	전류 THD		5% 이하
	과부하		200% 2시간, 300% 1분
	역률		0.95 이상
	Topology		PWM Method
	Grid Connection		Transformer
DC 측	정격용량		250kW
	정격전압		DC 750V
	정격전류		333.3[A]
	전압변동률	정상상태	± 0.5%
		과도상태	± 6%
보호기능	Protection		OV,LV,OC,Arm-Short,OH,OL, Fuse Open
	기타		
제어방식			Current Control, Voltage Control Mode
최대효율			95% 이상
통신방식			RS-232/485, CAN 2.0B
제어전원			DC 110V
구조	냉각방식		풍냉식
	보호등급		IP21
	무게		2.2T
	외형치수		1000 x 1400 x 2200 (W*D*H)
기타	사용장소		결로,부식성,인화성GAS,직사광선이 없는 실내
	주위온도		-10 ~ 40도(동결이 없는 곳)

	보존온도	-20 ~ 60도(동결이 없는 곳)
	주위습도	RH 90% 이하
	표고	1000m 이하

<PWM 전력변환기 단위 모듈 시험검사>

구분	대분류	소분류	규격코드	당사	비고
1	외관 검사	외관 검사		○	
2	기능 검사	기능 검사		○	
3	보호 기능 검사	보호 기능 검사		○	
4	시험	전압 기동 시험		○	
5		전압 가변 시험		○	
6		250kW 정격부하시험		○	
7		250kW 효율 및 역률측정시험		○	
8		250kW 계통전압 THD측정시험		○	
9		500kW(200%) 과부하시험		○	
10		500kW 효율 및 역률측정시험		○	
11		500kW 계통전압 THD측정시험		○	
		100kW Step부하시험		○	
12		Heat Sink 온도시험		○	
13		절연 저항 시험		○	
		절연 내력 시험		○	

<PWM전력변환기 단위모듈 외관 검사>

번호	검사내용	결과	비고
1	도색, 오염상태	OK	
2	전면패널 필름 상태	OK	
3	버튼 조작 기능	OK	
4	케이스 및 부품의 볼트 체결 상태	OK	
5	실크 및 라벨의 내용	OK	
6	케이블 및 하네스 결선상태	OK	
7	커넥터 체결 상태	OK	

<PWM전력변환기 단위모듈 기능검사>

번호	검사내용	결과	비고
1	Run/Stop 스위치 동작확인	OK	
2	Emergency 스위치 동작확인	OK	
3	Reset 스위치 동작확인	OK	

4	Run Lamp 동작확인	OK	
5	Fault Lamp 동작확인	OK	
6	AC 초기충전 Relay 동작확인	OK	
7	AC 메인 Relay 동작확인	OK	
8	DC 초기충전 Relay 동작확인	OK	
9	DC 메인 Relay 동작확인	OK	
10	AC Fan 동작확인	OK	
11	DC Fan 동작확인	OK	

<PWM전력변환기 단위모듈 보호기능 검사>

번호	검사내용	결과	비고
1	Over Voltage Trip발생	OK	
2	Low Voltage Trip발생	OK	
3	Over Current Trip발생	OK	
4	Arm Short Trip발생	OK	
5	Over Heat Trip발생	OK	
6	Fuse Open Trip발생	OK	
7	Over Load Trip발생	OK	

<안전 및 전자파 인증 성적서>



SGS 시 험 성 적 서

성적서번호 :SGS-E16-0067 페이지(1)/(총 15)

접수번호 : TON-R16-1656
신청회사 : ㈜비츠로시스
주소 : 서울 성동구 성덕정길 151
제품명 : 도시철도 전력공급용 250kW PWM 컨버터
모델명 : VPS-P500325
환경조건 : 온도 (최저 23.7 ℃, 최고 23.9 ℃),
상대습도 (최저 48.3 % R.H., 최고 48.6 % R.H.),
기압 (최저 100.3 ㎪, 최고 100.3 ㎪)
시험규격 : IEC 62236-3-2:2008
접수일 : 2016 년 06 월 27 일
시험일 : 2016 년 07 월 07 일
발행일 : 2016 년 07 월 15 일
시험결과 : 적합
용 도 : 품질평가용

이 시험성적서의 결과는 시험을 실시한 결과에 한합니다.
본 성적서는 한국에스지에스㈜의 서면 동의없이 무단 전재 및 복사를 할 수 없습니다.

확 인 | 시험자 성 명 : 이 현 규 | 승인자 직 위 : 기술책임자 성 명 : 최 은 주

한국에스지에스(주) 군포시험소 (인)

(15807) 경기도 군포시 엘에스로 182번길 4(산본동)



SGS 시 험 성 적 서

발행번호 : SGS-R16-1276-KR00
의뢰기관 : ㈜비츠로시스
의뢰자 : ㈜비츠로시스
회사주소 : 서울 성동구 성덕정길 151
제품명 : 도시철도 전력공급용 250kW PWM 컨버터
모델명 : VPS-P500325
환경조건 : (25 ± 6) ℃, (35 ± 6) % R.H.
시험일자 : 2016년 07월 07일
시험규격/방법 : 의뢰자 규격
시험결과 : 성적서 참조
측정불확도 : N/A
용도 : 품질 평가용

이 성적서 내의 내용은 시험의뢰인에 의해 제공된 시료에 한하며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

확인 | 작성자 성 명 : 김 현 진 | 기술책임자 성 명 : 김 인 기

* 이 성적서는 용도 이외와 사용을 금함.
* 이 성적서는 서면 승인 없이 일부만 복사하여 사용할 수 없음.

2016.07.19.

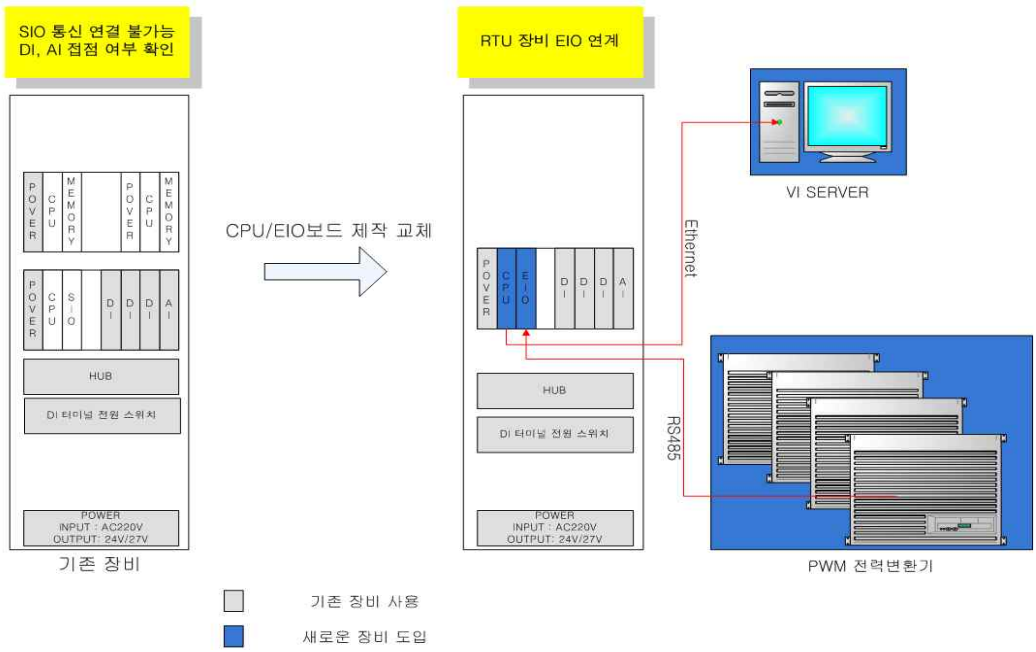
한국에스지에스(주) 기흥시험소

3. 상위 인터페이스 통신 시스템 구축

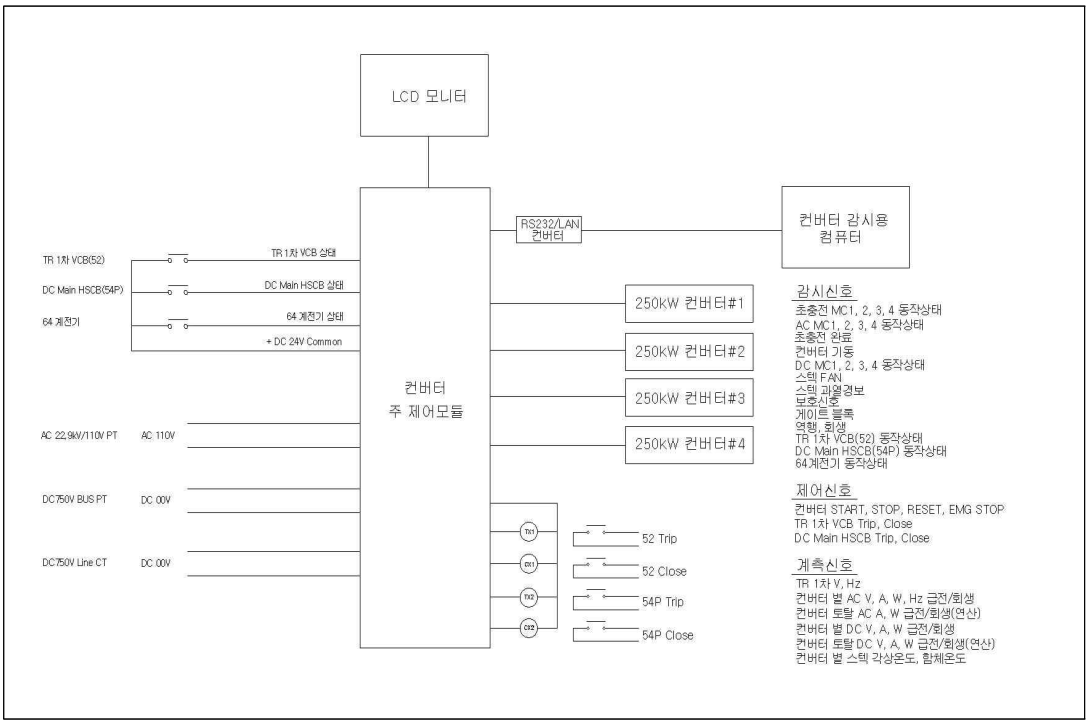
가. RTU(Remote Terminal Unit) 구성

경산 시험선 변전실 수전설비 원격제어를 위해 기존 노후화 된 RTU장비의 CPU보드와 EIO통신 보드를 교체하고 각 차단기(VCB/HSCB 보호계전기)에 접점 연결 배선 작업을 다시 하였다. 아래 그림은 RTU 구성도이며, 최종적으로 관제실에 모니터링용 시스템을 구축하여 수전설비 및 PWM전력변환기의 원격 감시/제어가 가능하도록 구성하였다.

<RTU 구성도>



<PWM 전력변환기 주제어반 구성도>



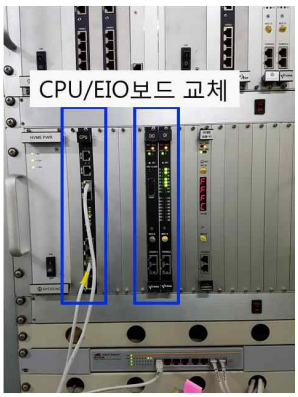
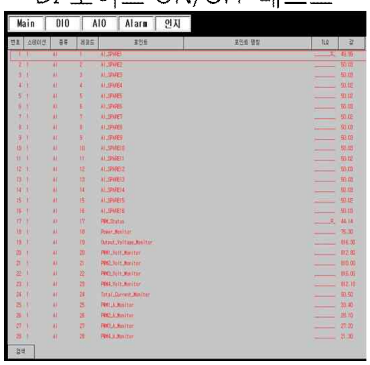
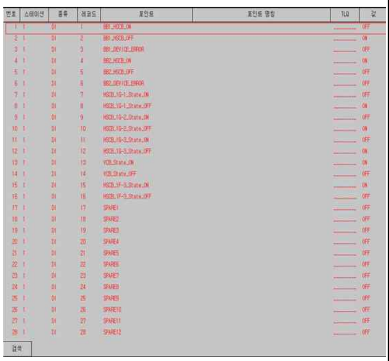
<접점 Point MAP>

항목	설 명
RTU DI Point	A접점: Main VCB/HSCB(BB2)/HSCB(1G-2)/HSCB(Feeder)

번호	ID	M	P	이름	ID0	ID1	상태	접점	출력설정
0	0	0	0	BB1_HSCB_ON	0	65535	열림/닫힘	A	출력금지
1	0	0	1	BB1_HSCB_OFF	1	65535	열림/닫힘	A	출력금지
2	0	0	2	BB1_DEVICE_ERROR	2	65535	열림/닫힘	A	출력금지
3	0	0	3	BB2_HSCB_ON	3	65535	열림/닫힘	A	출력금지
4	0	0	4	BB2_HSCB_OFF	4	65535	열림/닫힘	A	출력금지
5	0	0	5	BB2_DEVICE_ERROR	5	65535	열림/닫힘	A	출력금지
6	0	0	6	HSCB_FEEDER_1G-1_State...	6	65535	열림/닫힘	A	출력금지
7	0	0	7	HSCB_FEEDER_1G-1_State...	7	65535	열림/닫힘	A	출력금지
8	0	0	8	HSCB_FEEDER_1G-2_State...	8	65535	열림/닫힘	A	출력금지
9	0	0	9	HSCB_FEEDER_1G-2_State...	9	65535	열림/닫힘	A	출력금지
10	0	0	10	HSCB_FEEDER_1G-3_State...	10	65535	열림/닫힘	A	출력금지
11	0	0	11	HSCB_FEEDER_1G-3_State...	11	65535	열림/닫힘	A	출력금지
12	0	0	12	VCB_ON_1C-2_ON	12	65535	열림/닫힘	A	출력금지
13	0	0	13	VCB_NC	13	65535	열림/닫힘	A	출력금지
14	0	0	14	HSCB_1F-3_ON	14	65535	열림/닫힘	A	출력금지
15	0	0	15	HSCB_NC	15	65535	열림/닫힘	A	출력금지

항목	설 명
RTU DO Point	A접점: Main VCB/HSCB(BB2)/HSCB(1G-2)/HSCB(Feeder)

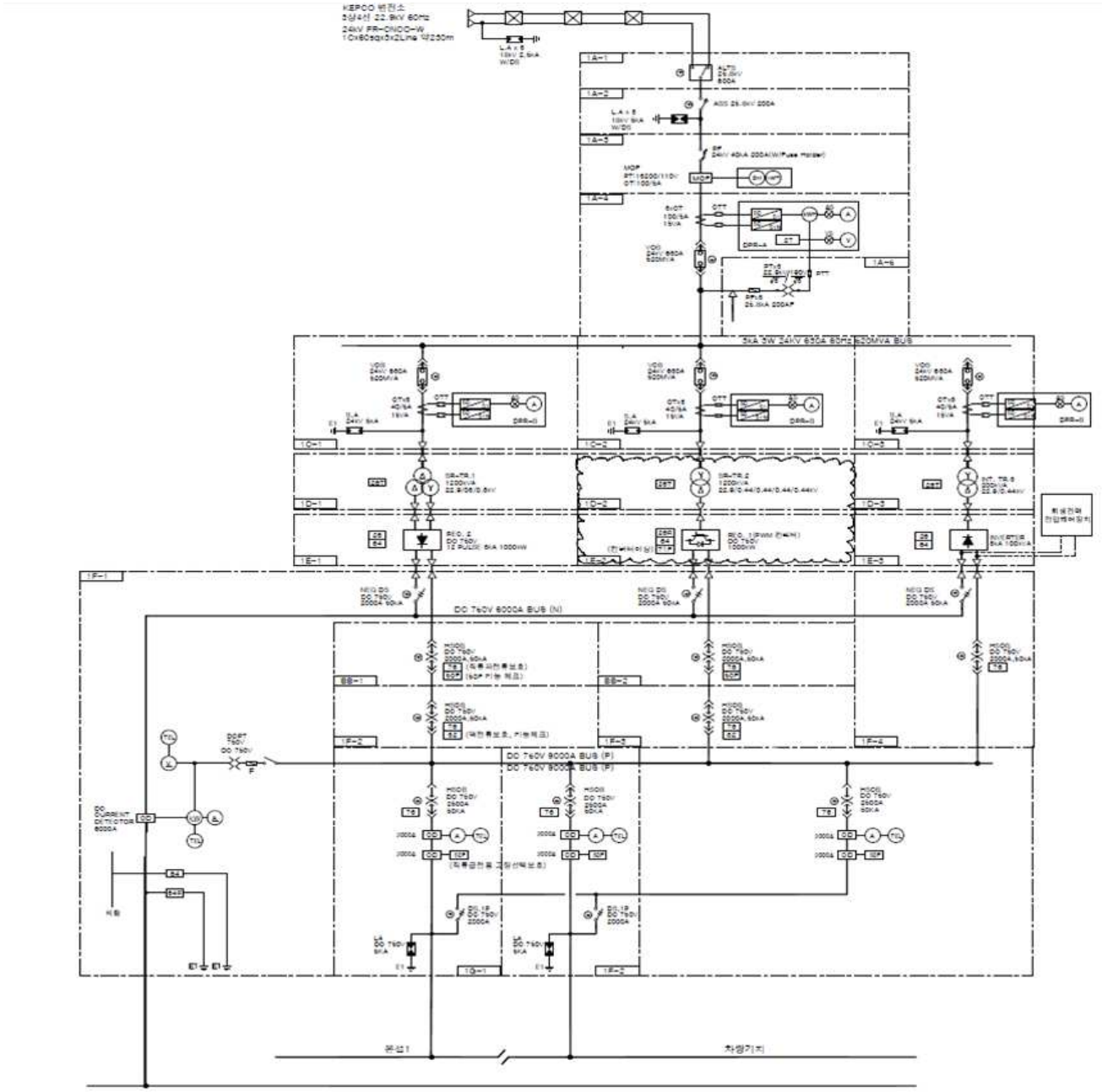
번호	ID	M	P	이름	ID0	DI ID	Trip	Close
0	0	1	0	DO_SPARE1	0	0	5	5
1	0	1	1	VCB_1C-2_ON/OFF	1	0	5	5
2	0	1	2	HSCB_M_1F-3_ON/OFF	2	0	5	5
3	0	1	3	HSCB_F_1G-1_ON/OFF	3	0	5	5
4	0	1	4	HSCB_F_1G-2_ON/OFF	4	0	5	5
5	0	1	5	HSCB_F_1G-3_ON/OFF	5	0	5	5
6	0	1	6	DO_SPARE7	6	0	5	5
7	0	1	7	DO_SPARE8	7	0	5	5
8	0	1	8	DO_SPARE9	8	0	5	5
9	0	1	9	DO_SPARE10	9	0	5	5
10	0	1	10	DO_SPARE11	10	0	5	5
11	0	1	11	DO_SPARE12	11	0	5	5
12	0	1	12	DO_SPARE13	12	0	5	5
13	0	1	13	DO_SPARE14	13	0	5	5
14	0	1	14	DO_SPARE15	14	0	5	5
15	0	1	15	DO_SPARE16	15	0	5	5

항목	구성내용	구현사진
변전실 RTU	기존 노후와 CPU/ 통신 보드 교체	 변전실 RTU 
수전설비 접점연결	변전실 수전설비 VCB/HSCB 제어접점 배선 공사	
DI/DO 접점 결선	RTU DI/DO 포인트 접점 확인 및 맵핑 작업 후 기능 테스트	DI 포인트 ON/OFF 테스트  DO 포인트 ON/OFF 테스트 
V-EYE 알람기능	모니터링용 알람기능 테스트	

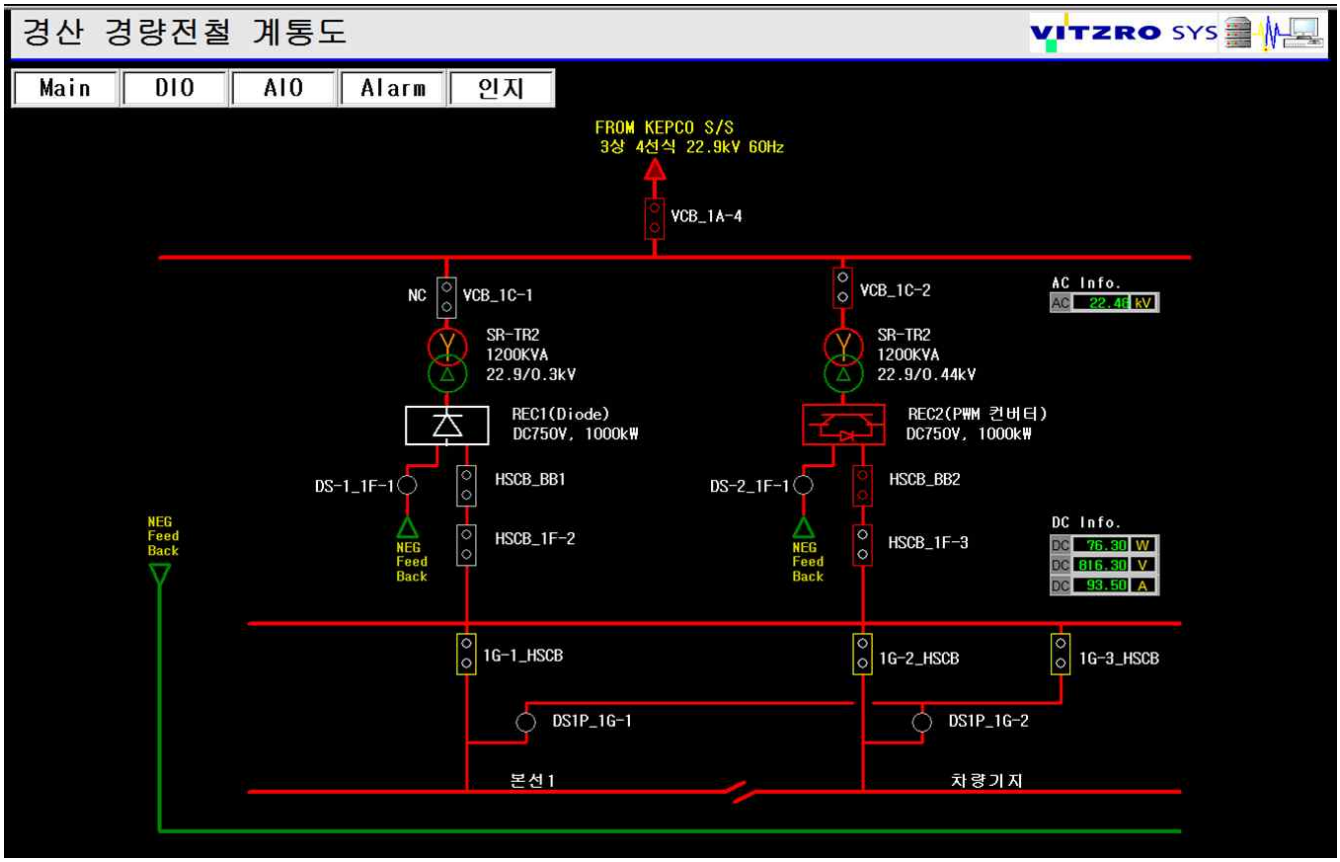
나. V-EYE 구현 및 관제실 모니터링 시스템 구축

변전실에 설치된 RTU 통신을 통해서 모니터링용 시스템을 구축하였다. 변전실 단선 계통도를 기반하여 감시제어가 가능한 V-EYE 화면을 구성하고 통신 연결을 통해 변전실 수전 설비와 PWM 전력변환장치의 조작이 가능하도록 하였다.

<경산시험선 변전실 계통도>



<V-EYE 메인 화면 구성>



<V-EYE PWM전력변환기 상세 화면>



항목	설 명
상위 인터페이스용 모니터링 시스템 구축	경산 시험선 변전실에 설치되 기존 RTU를 활용하여 노후 장비는 교체 작업을 수행하고, PWM 전력변환기와 연계하여 원격 감시 시스템을 구축하고 관제실 내부에서 모니터링이 가능하도록 구성하였다.



<변전실 RTU>



<V-EYE 구현>



<관제실 모니터링 시스템>

3. 경산 경량전철 시험선 개발품 설치



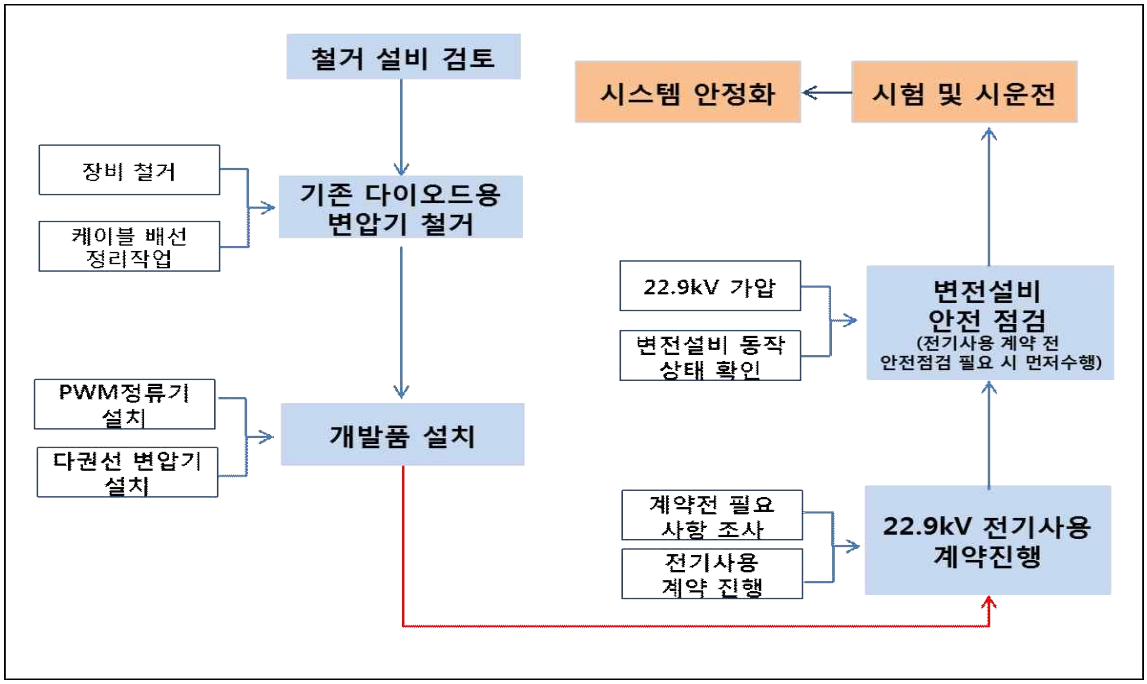
주소	경북 경산시 남천면 흥산리 645
총 노선 길이	2.4[km]
급전방식	직류 750 [V]
선로방식	3 궤조
변전소 용량	1,000[kW]

가. 목적

제작된 함체와 추가 제작한 나머지 함체를 병렬 운전 시험을 수행하고, 경산경량전철시험선 변전실 내부에 설치하여 실제 전동차 운전을 통해 전력공급 시험을 진행 하였다. 개발품 설치 전에 기존 변전실 재가압을 위한 변전설비 안전점검을 수행하였으며, 전기안전공사 사용전 검사 인증을 진행하고 개발품을 설치하였다.

1.1 시험선 안전점검 및 설치 로드맵

<경산 시험선 설치 로드맵>



사용전 검사 인증을 위해 변전설비 관련된 개발품을 설치하여 결선 작업을 완료하고, 최종적으로 전기안전공사 안전점검을 수행하였다.

<경산 시험선 설치 일정>

일	월	화	수	목	금	토
8월 28일	29일	30일	31일	9월 1일	2일	3일
	변전실 판넬 청소 점검(조명, 축전지 발주)					
		3궤조 절연 점검 작업				
			시험선 청소 시작			
4일	5일	6일	7일	8일	9일	10일
			전기 안점 점검			
11일	12일	13일	14일	15일	16일	17일
	송전시작		추 석 연 휴			
18일	19일	20일	21일	22일	23일	24일
	DC 배전반 점검					
25일	26일	27일	28일	29일	30일	10월 1일
	변압기 철거					
		개발품 설치(변압기(사용인증), PWM컨버터)				

설치 일정: 16년 8/28 ~ 10/01 (사용전검사 확인증 취득일: 10/19)

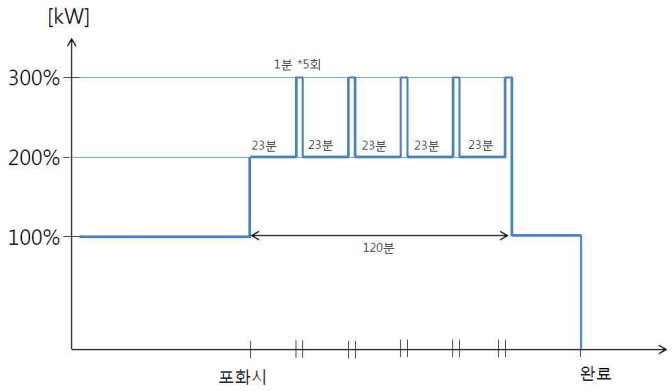
1.2 개발품 제작 및 설치

가. 다권선 변압기 과부하내량 시험 및 안전검사

다권선 변압기의 과부하내량 검사를 위해 고압 1차측 전류투입을 통해 과부하 내량 시험을 진행하였다. 2시간의 시험을 통해 장비온도를 측정하여 설계 사양을 만족하는지 검증한 결과 설계 사양 H종 180℃에 이내 온도가 만족되는 것을 확인 하였다.



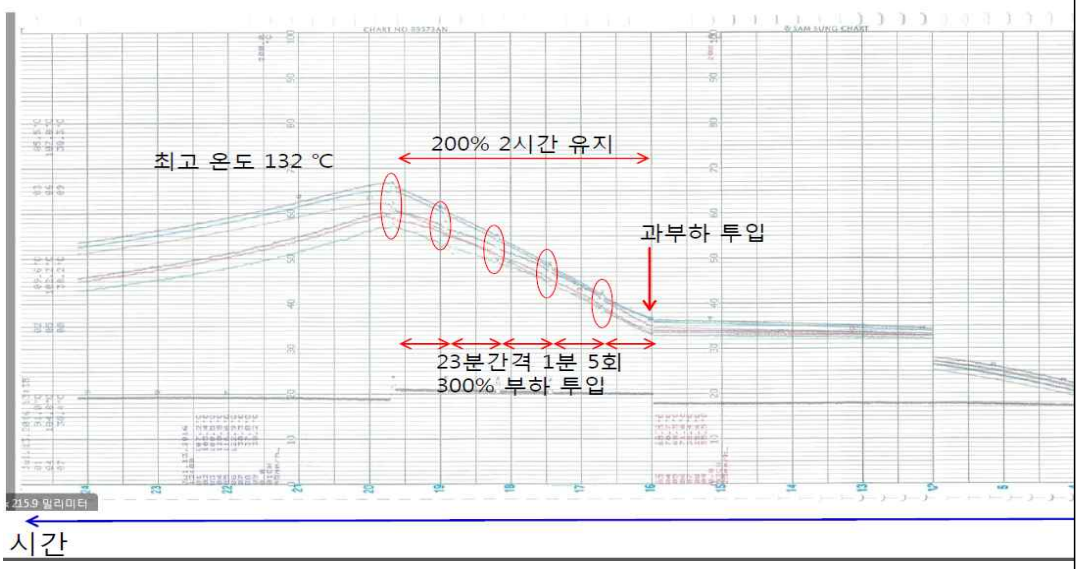
<다권선 변압기>



<과부하내량 시험 절차>

<시험 결과>

항목	설 명
변압기 타입	건식 몰드형 변압기
변압기 용량	1200[kW]
과부하 내량	100% 연속, 200% 2시간, 300% 1분간 5회투입
설계 사양	H종 180℃
시험 시간	12시간
최대 온도	132℃



<과부하 시험 결과서>

번호	항목	결과	판정
1	구조 및 외관 검사	내외관 치수 및 외형 설계사양 일치	통과
2	권선 저항 측정	기준치 만족	통과
3	변압비 및 각변위 시험	기준치 만족	통과
4	절연 저항 측정	기준치 만족	통과
5	임피던스 전압 및 부하손 측정	기준치 만족	통과
6	무부하손 및 무부하 전류 측정	기준치 만족	통과
7	사용주파수 내전압 시험	기준치 만족	통과
8	유도 내전압 시험	기준치 만족	통과
9	부분 방전 시험	기준치 만족	통과
10	과부하 온도시험	온도 기준치 만족	통과

나. 개발품 설치

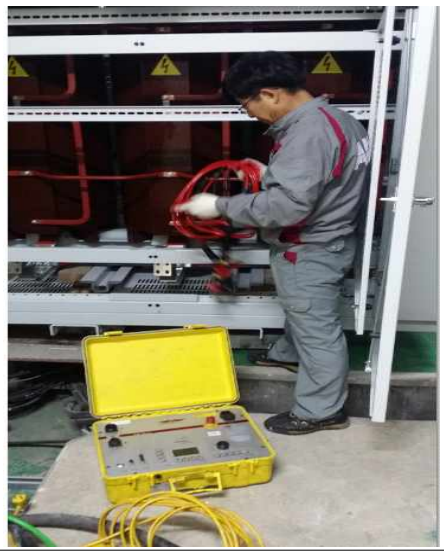
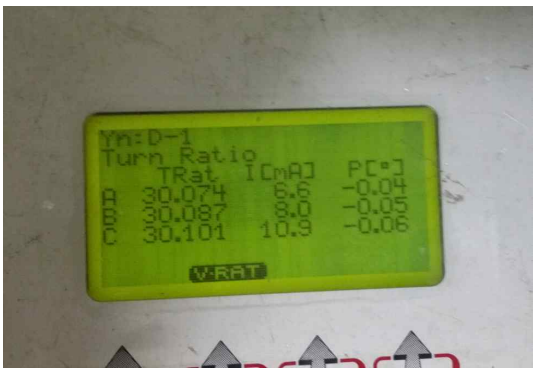


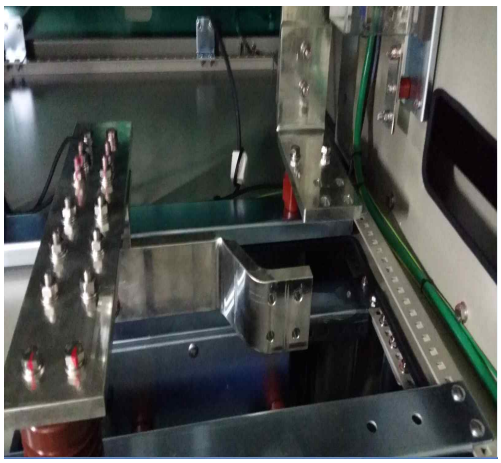
다권선 변압기(2500*2000*2800) W*D*H

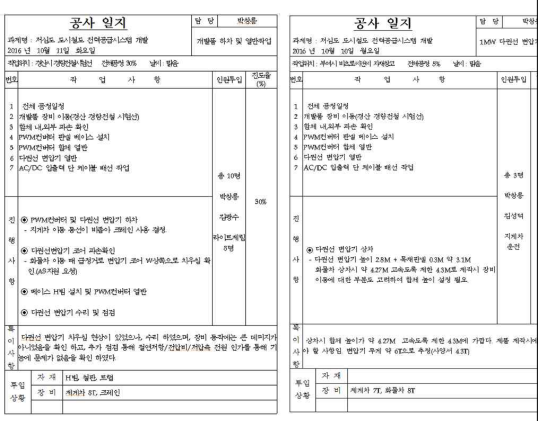


다권선 변압기 상차(함체 높이 4.27M)

	
개발품 하차 작업	개발품 하차 완료 및 파손여부 확인
	
변압기 내부 코어 확인	PWM컨버터 열반용 베이스 H빔 설치

	
PWM컨버터 열반 완료.	다권선 변압기 내부 결선 확인
	
내전압 및 변압비 테스트 완료	사전 안전 시험 완료

	
수전설비 <-> 개발품 배선작업	4병렬 전력변환기 버스바 체결


공사 일지

과제명	저심도 도시철도 전력증급시스템 개발	담 당	박상룡
	2016 년 10월 31일 화요일	개발품 하차 및 탈한작업	

작업장비 : 갯차 | 갱장전철/철선 전원형성 30% 날씨 : 맑음

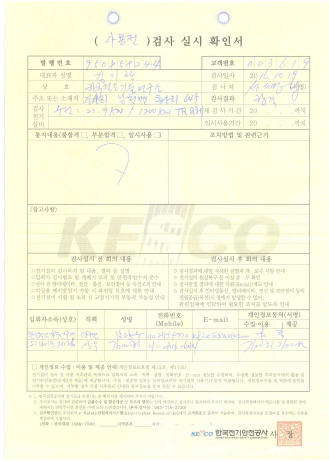
번호	작 업 사 항	인원투입	진도율 (%)
1	전체 공정일정		
2	개발품 장비 이동(장산 경량전철 시험선)		
3	협체 내,외부 파손 확인		
4	PWM컨버터 판넬 바이스 설치		
5	PWM컨버터 협체 탈한		
6	다한선 변압기 탈한		
7	AC/DC 입출력 단 제어봉 배선 작업	총 10명	
진행사항	◉ PWM컨버터 및 다한선 변압기 하차 - 지게차 이용 용산이 비좁아 크레인 사용 절성. ◉ 다한선변압기 코어 파손확인 - 화물차 이용 배 급정거로 변압기 코어 W상목으로 지주실 확인.(AS지원 요청) ◉ 바이스 H빔 설치 및 PWM컨버터 탈한 ◉ 다한선 변압기 수리 및 점점	박상룡 김광수 차수트체험 8명	30%
특이사항	다한선 변압기 지주실 천장이 단선으나, 수리 하였으며, 장비 통과하는 존 비하기준 차고점을을 확인 하고, 추가 점점 통해 절선처량/선급비/전압속 전원 단가를 통해 기본에 문제가 없음을 확인 하였다.		
투입 상황	자 재	H빔, 철판, 트럭	
	장 비	지게차 8T, 크레인	

공사 일지

과제명	저심도 도시철도 전력증급시스템 개발	담 당	박상
	2016 년 10월 20일 목요일	1MW 다한선 변압기	

작업장비 : 계수기 비프로/전기 지게장고 전원형성 5% 날씨 : 맑음

번호	작 업 사 항	인원투입
1	전체 공정일정	
2	개발품 장비 이동(장산 경량전철 시험선)	
3	협체 내,외부 파손 확인	
4	PWM컨버터 판넬 바이스 설치	
5	PWM컨버터 협체 탈한	
6	다한선 변압기 탈한	
7	AC/DC 입출력 단 제어봉 배선 작업	총 3명
진행사항	◉ 다한선 변압기 상차 - 다한선 변압기 높이 2.8M + 목재판넬 0.3M 약 3.1M 화물차 상차시 약 4.27M 고속도록 제한 4.3M로 제차시 장비 이동에 대한 주문로 고려하여 협체 높이 설정 필요.	박상룡 김성덕 지게차 운전
특이사항	상차시 협체 높이기 약 4.27M 고속도록 제한 4.3M에 가깝다 제품 제작시에 참 사항 필요. 변압기 무게 약 6T으로 추정(사양서 4.3T)	
투입 상황	자 재	
	장 비	지게차 7T, 화물차 8T


(사용전)검사 실시 확인서

발행번호		고객번호	
대표자 성명		검사일자	20 . . .
상 호		검 사 자	
주소 또는 소재지		검사장소	
검사 희망 일자	20 . . . 부터 20 . . . 까지	검사기간	20 . . . 까지
검사 장비		검사사용기간	20 . . . 까지

통지내용(설합격□, 부분합격□, 검사사용□) 조치방법 및 관련근거

(참고사항)

검사일자 전 회의 내용	검사실시 후 회의 내용
○ 검사업체에 대한 사전점검 여부 ○ 검사장비 확인여부 ○ 검사원 및 안전확보 사항 ○ 검사 전 장비확인, 전선 · 통선 · 보안장비 등 사전조치 안내 ○ 작업장 에너지원기 기동 시 비상정 보관에 대한 안내 ○ 검사장비 및 보조자 고장가기의 부착의 가능성 안내	○ 검사업체에 대한 사전점검 여부 ○ 검사장비 확인여부 ○ 검사원 및 안전확보 사항 ○ 검사 전 장비확인, 전선 · 통선 · 보안장비 등 사전조치 안내 ○ 작업장 에너지원기 기동 시 비상정 보관에 대한 안내 ○ 검사장비 및 보조자 고장가기의 부착의 가능성 안내

입회자소속(상호)	직책	성명	전화번호 (Mobile)	E-mail	개인정보동의(서명) 수집 이용 제공

□ 개인정보 수집 · 이용 및 제공 안내 (개인정보보호법 제15조, 제17조)

1. 위 사항은 한국전기안전공사 사업 수행을 위한 최소한의 개인정보 사항으로 동의를 거부할 권리가 있으며, 동의 거부시 서비스 제공이 제한됩니다.
2. 한국전기안전공사 사업 수행을 위한 최소한의 개인정보 사항으로 동의를 거부할 권리가 있으며, 동의 거부시 서비스 제공이 제한됩니다.

KEPCO 한국전기안전공사 사장



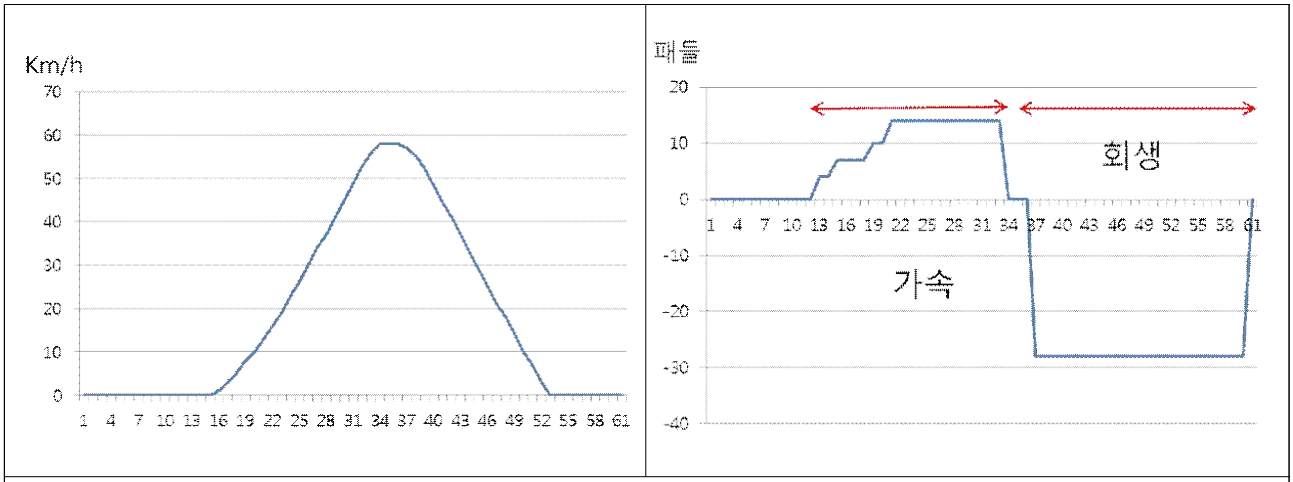
전동차	2량 1편성 고무차륜
전동차 운전 조건	최대가속/감속
최대 시속	60 km/h
최대 소모용량	459 kW
최대 회생량	227 kW
운전 시간	약 30초

〈공사 일지 작성〉

〈사용전 검사 확인증 취득 및 가압완료〉

4. 전동차 부하 시험

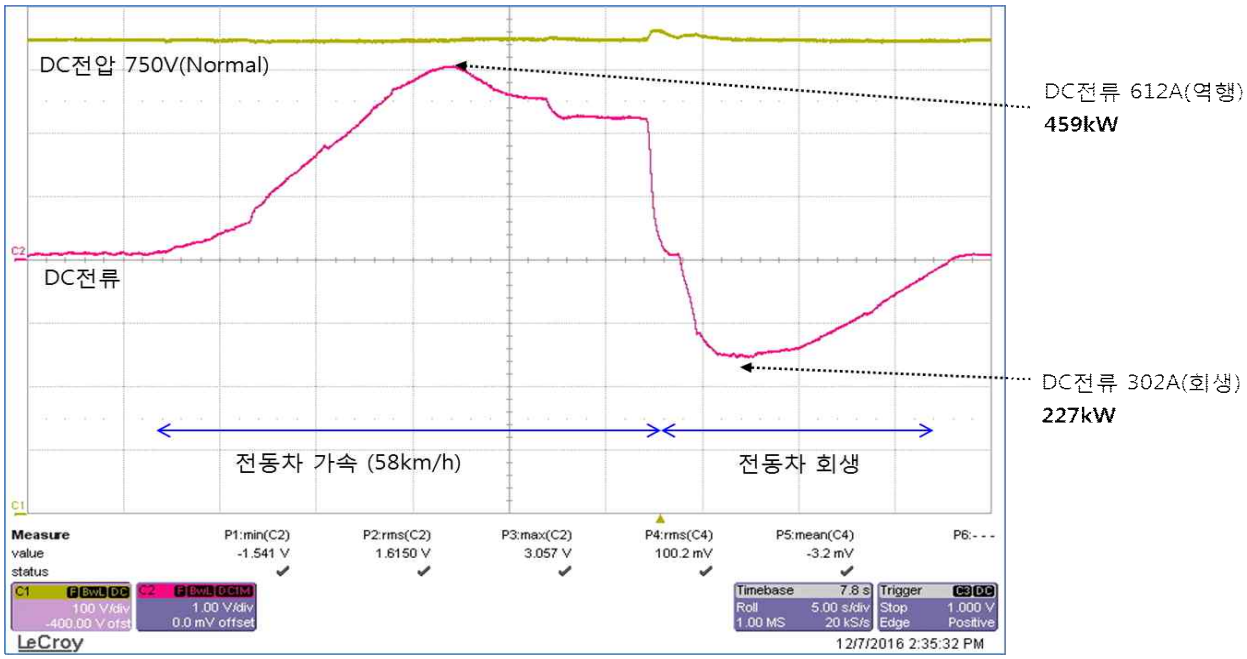
경산 경량전철 시험선에 개발품을 설치하여 전동차 시운전을 진행 하였다. 전동차를 활용하여 PWM정류기 4병렬로 구동되는 상황을 모니터링 하였다. 전동차 운전 조건은 최대 가속을 진행하고 소모전류를 최대로 하였을 경우 발생하는 전압강하를 확인하였으며, 차량 측 전압/속도 데이터는 차량 내부 TCMS를 통해 취득 하였다.



전동차 운전 시나리오

전동차는 가속 패들을 최대로 설정하고 속도 약 60km/h 유지하여, 소모전류가 최대가 되도록 한다. 속도가 최대가 되었을 때 전동차를 감속하여 회생동작이 수행 되도록 하여, PWM 전력변환기의 공급과 회생 동작이 정상적으로 이루어지는 확인한다.

<전동차 부하시험 파형: 변전소 측 출력 전압/전류>

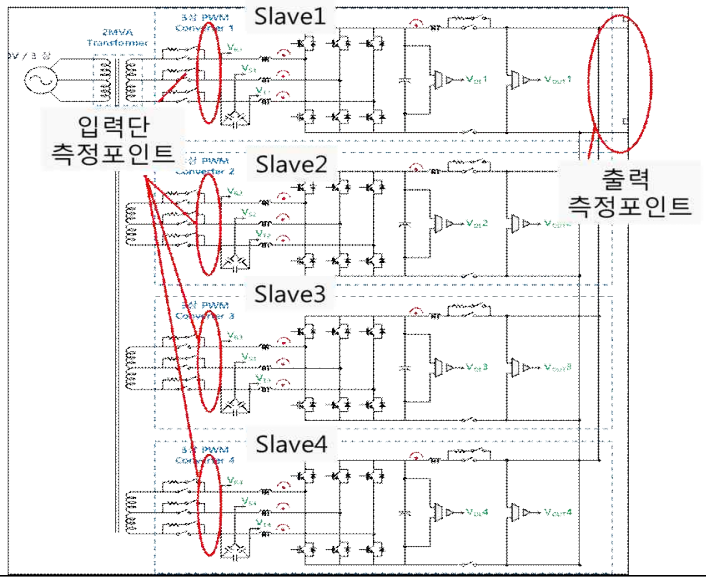


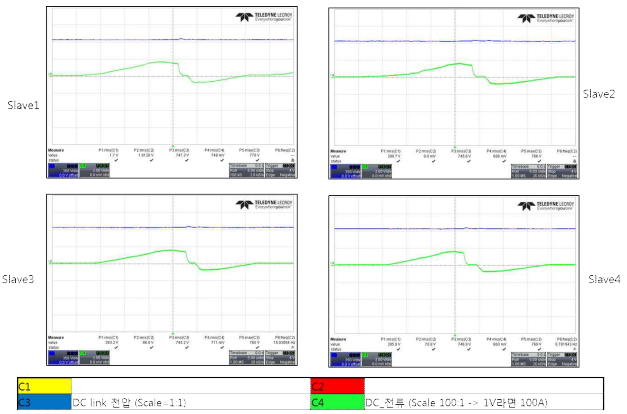
결과 파형을 통해 전동차가 가속을 시작하면, 출력전류(DC전류)가 증가한다. 전동차가 최대 가속을 하여 약 58[km/h] 속도에 도달 했을 때 약 459[kW]의 전력을 소모하였다. 이때 출력전압(DC전압) 파형이 750[V]유지하는 것을 확인 할 수 있다. 또한 전동차가 최대 속도에 도달 했을 때 감속 동작을 수행하여 회생제동을 시작한다. 전동차가 회생되는 동작에서 출력 전압이 764[V]증가 하지만 PWM 전력변환기가 자동적으로 회생동작을 수행하여 회생전력을 회생시키기 때문에 다시 정상적인 정전압 제어가 이루어져 750[V] 유지시키는 것을 확인 할 수 있다. 위 시험을 통

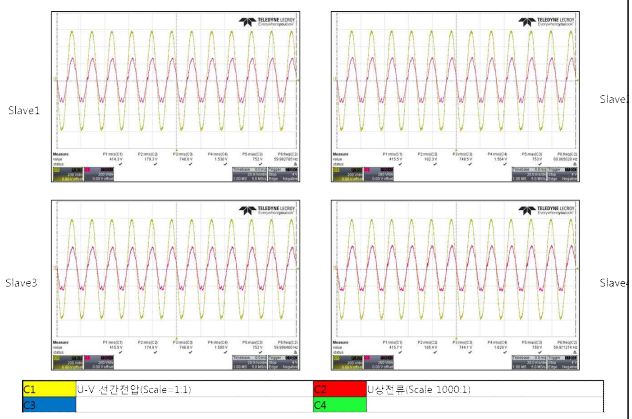
해서 PWM 전력변환기가 전동차에 전력 공급과 회생동작을 우수하게 수행하는 것을 확인 하였다.

항목	설 명
실험 파형 측정	전동차 운전 조건을 동일하게 적용하고, PWM 전력변환기 각 단위 모듈별 저압 측 계통과 출력 전압/전류 파형을 측정 하였다.

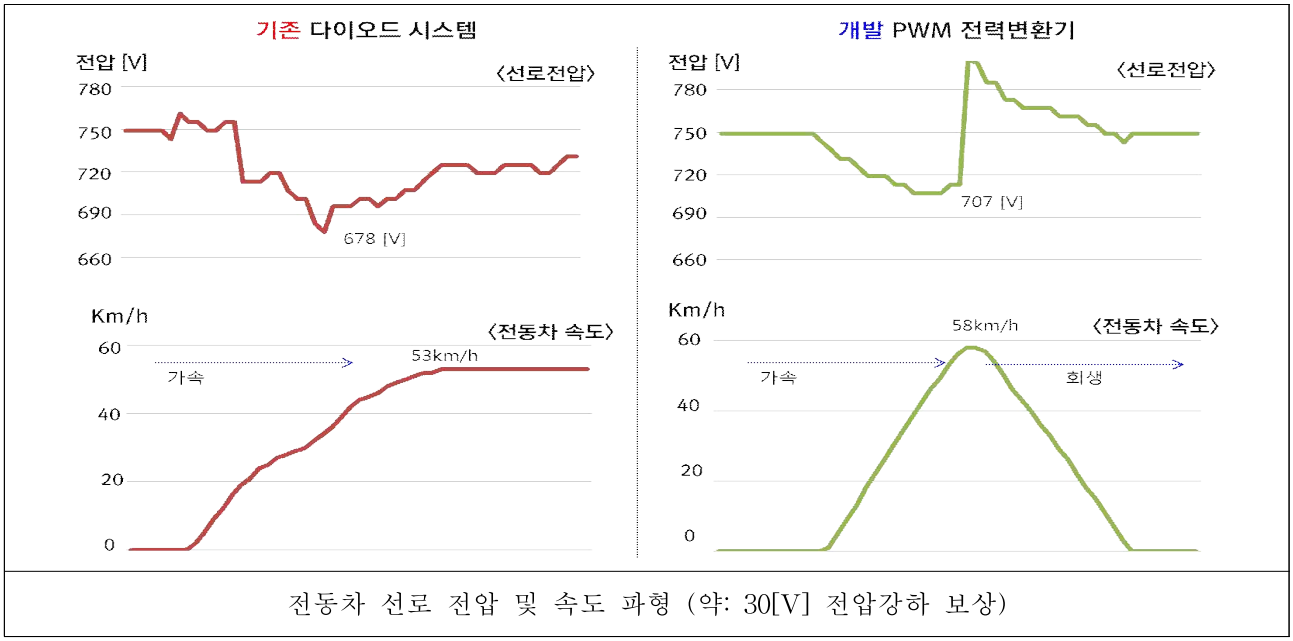








PWM 전력변환기 각 단위모듈 Slave1~4 입출력 전압/전류 파형



전동차 선로 전압 및 속도 파형 (약: 30[V] 전압강하 보상)

6. 전력공급시스템 구축비용 추정

재료비 및 공사비용 분석 (총 11.19km) 적용예시

(단위: 백만원)

구분	다이오드방식 (5개소)	PWM방식 (4개소)	절감비용
직류변환장치 및 전력설비	4,290	4,716	
전력회생장치	1,550	-	
소계	5,840	4,716	1,124
전력설비 공간 건축비	변전소 1개소 공간산출 $217m^2$ 약 500만원(1평) * 65평		328
총 절감비(예상)	14.5억원		



시뮬레이션 구성은 그림 4 및 그림 5와 같다. 구성된 변전소는 수전된 3상 전력을 변압기를 통해 공급받으며, 공급된 전력을 직류로 변환하여 선로에 공급한다. 각 변전소는 다이오드 방식의 경우 5개소로 구성되고, 정전압제어를 수행하는 PWM 정류기가 적용된 변전소의 경우 4개소로 구성하여, 상행선 및 하행선에 총 16대의 전동차에 직류전력을 공급한다.

표 1 시뮬레이션 파라미터
Table 1 Parameter for simulation

항 목	값	
변전소 용량	1.25 [MW]	
노선 연장	11.19 [km]	
변전소간 거리	기존	2.7~3.1km (5개소)
	제안	3.4~4.2km (4개소)
열차시격	2분30초	
표정속도	35 [km/h]	



그림 4 다이오드방식의 5개변전소 시뮬레이션 구성도
Fig. 4 Simulation models of 5 substation with diode rectifier

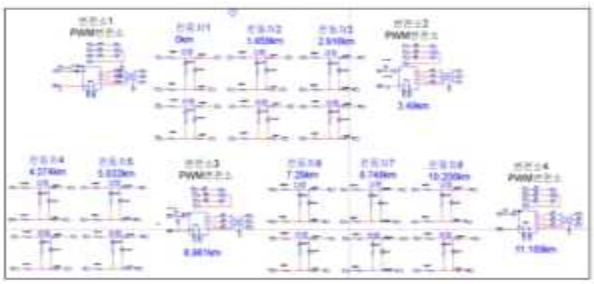
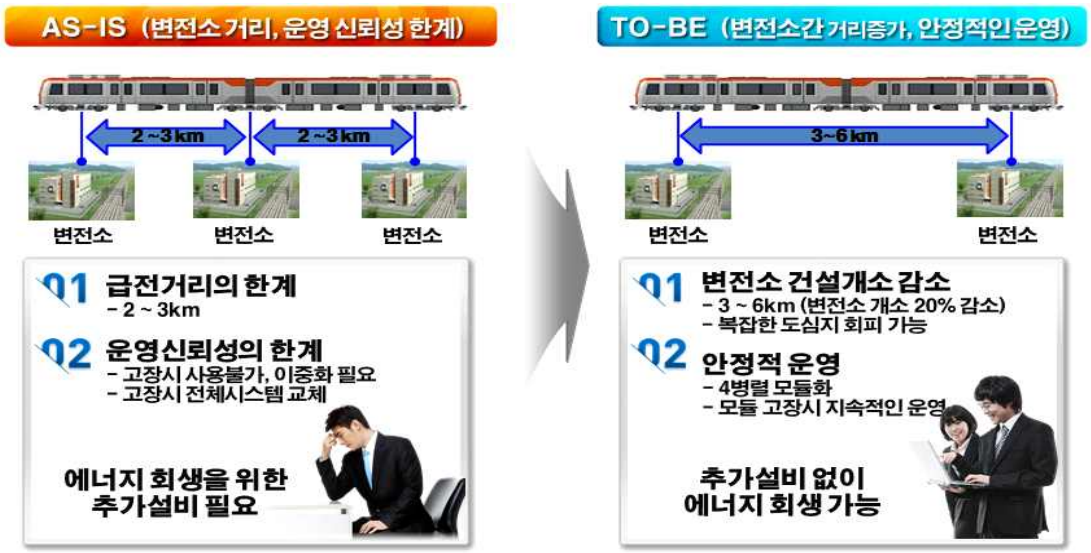


그림 5 PWM 정류기 4개변전소 시뮬레이션 구성도
Fig. 5 Simulation models of 4 substation with PWM rectifier



2-7. 저심도 기능시험선 건설 및 운영

1. 급곡선 주행장치 전용 시험선 건설

가. 개 요

- 공사위치: 현대로템(주) 창원공장 출고장~연구시험동 (창원시 의창구 창원대로 488)
- 궤도 공사
  - 총연장 L=244.5m(급곡선 R=15m구간 2개소 포함) : 기존:138.5m, 신설:106.0m(옥외부 76.0m, 옥내부 30.0m)
  - 신설구간 이중궤도(50kg/m) 및 매립레일 설치
  - 침목 및 도상 일체형 콘크리트궤도 설치
  - 차막이 댐퍼 시ㆍ종점부 2개소 설치
- 토목/건축 공사
  - 노반공 : 콘크리트 (77㎥)
  - 포장 깨기 : 콘크리트(15㎥), 아스콘 깨기(36㎥)
  - 포장공 : 콘크리트 (182㎥)
  - 배수공 : U형수로 (24m)
  - 기존 구조물 깨기 : 콘크리트(34㎥)
  - 이동식 울타리 설치 : L=370.0m
  - 연구시험동 기존 건물 Block Out
  - Block Out부 스위치 내풍압 전동문 설치
  - 연구시험동내 검수용 계단 및 통로 설치

나. 공사 결과



<시험동 옥외 궤도 부설 사진>



<시험동 옥내 궤도 부설 사진>

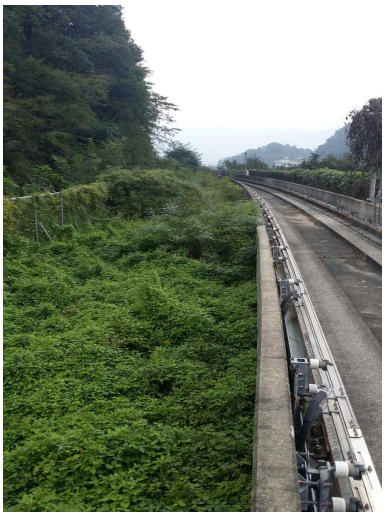
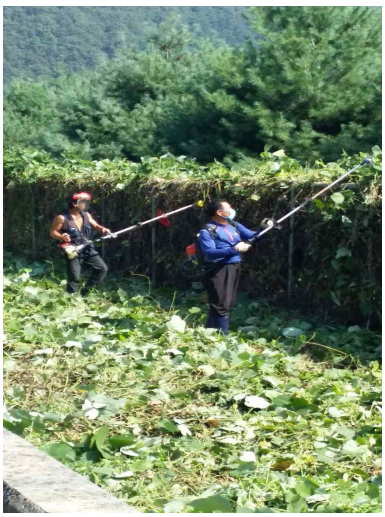
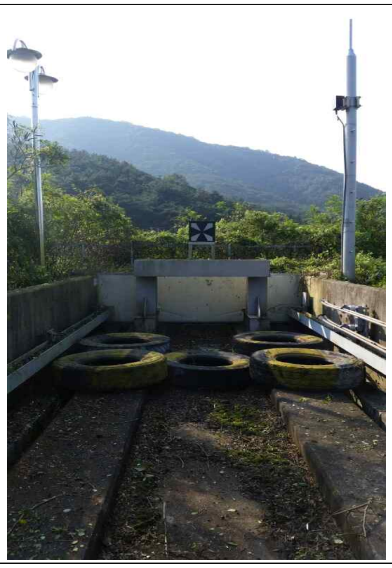
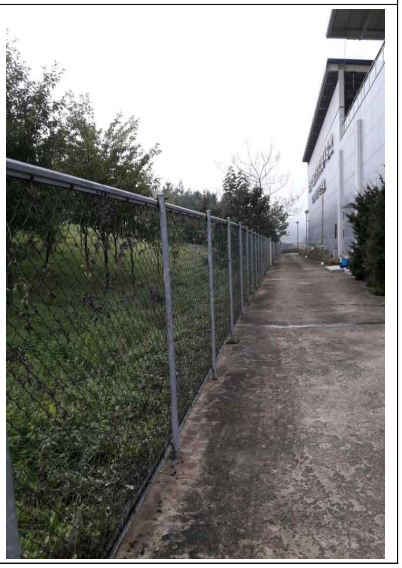


<급곡선 시험선 전경 사진>

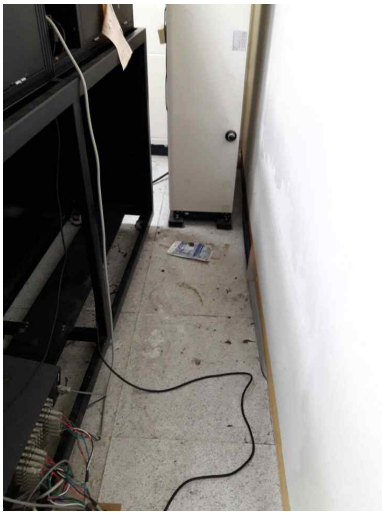
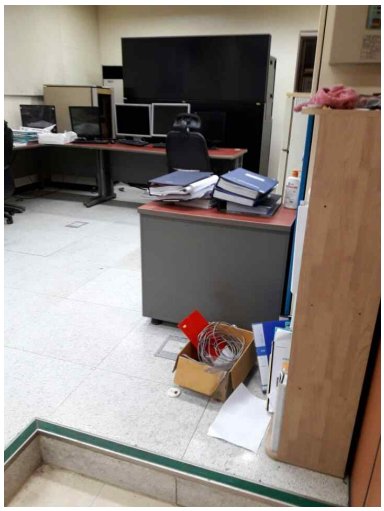
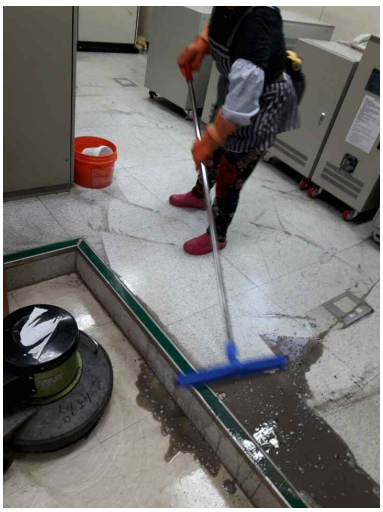
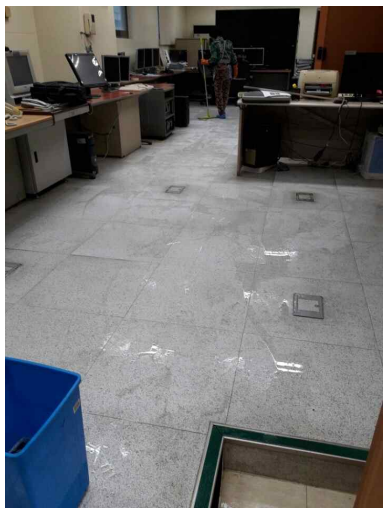
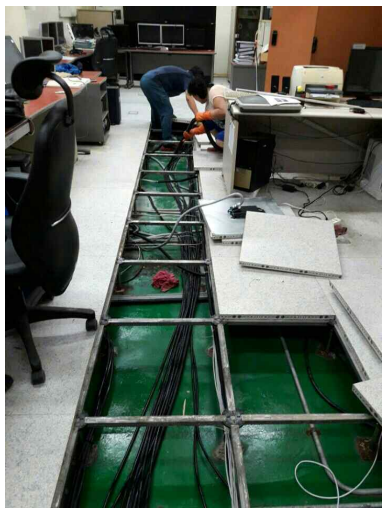


<차량 검수 시설>

2. 경산시험선 시험선 준비

선로변 제초 및 울타리넝쿨 제거작업			
작업전			
작업중			
작업후			

사령실 청소 및 방역

작업전			
작업중			
작업후			

3. 신뢰성 시험

신뢰성 시험은 경산시험선에 있는 K-AGT차량을 개조하여 자동운전 상태로 10,000km를 본 과제에서 개발한 시스템들이 고장 없이 사용되는 것으로 단순하게 설정하여 신뢰성 시험 시행.

가. K-AGT를 활용한 신뢰성 시험 DATA

금일	2019-12-21		종료일	12월22일
목표주행거리	10,000		남은운행일수	1
총누적거리	10086.1		목표치에 대한 일평균주행거리	-7.35
남은 누적거리	-86.1		목표치에 대한 주평균주행거리	-36.75

8월					9월			
		일주행거리	누적거리				일주행거리	누적거리
8월16일	수	17.5	17.5		9월1일	금	56.8	654.8
8월17일	목	74	91.5		9월2일	토		
8월18일	금	33.6	125.1		9월3일	일		
8월19일	토				9월4일	월	26	680.8
8월20일	일				9월5일	화	99.5	780.3
8월21일	월	4.8	129.9		9월6일	수	177.7	958
8월22일	화	24.7	154.6		9월7일	목	134.1	1092.1
8월23일	수	63.7	218.3		9월8일	금	24.8	1116.9
8월24일	목	106.3	324.6		9월9일	토		
8월25일	금	8.9	333.5		9월10일	일		
8월26일	토				9월11일	월	99.2	1216.1
8월27일	일				9월12일	화	28.4	1244.5
8월28일	월	21.1	354.6		9월13일	수	84.3	1328.8
8월29일	화	61.7	416.3		9월14일	목	166.8	1495.6
8월30일	수	88	504.3		9월15일	금	61.9	1557.5
8월31일	목	93.7	598		9월16일	토		
월주행거리합		598			9월17일	일		
					9월18일	월	126.3	1683.8
					9월19일	화	223	1906.8
					9월20일	수	232.5	2139.3
					9월21일	목	220.5	2359.8
					9월22일	금	89	2448.8
					9월23일	토		
					9월24일	일		
					9월25일	월	130.6	2579.4
					9월26일	화	233.4	2812.8
					9월27일	수	236.5	3049.3
					9월28일	목	241.5	3290.8
					9월29일	금	88	3378.8
					9월30일	토		
					월주행거리합		2780.8	

10월					11월					12월			
		일주행거리	누적거리				일주행거리	누적거리				일주행거리	누적거리
10월1일	일				11월1일	수	105.3	5523.8		12월1일	금	46.8	8413.7
10월2일	월				11월2일	목	114.8	5638.6		12월2일	토		
10월3일	화				11월3일	금	99.6	5738.2		12월3일	일		
10월4일	수				11월4일	토				12월4일	월	91.1	8504.8
10월5일	목				11월5일	일				12월5일	화	167.9	8672.7
10월6일	금				11월6일	월	113.9	5852.1		12월6일	수	174.7	8847.4
10월7일	토				11월7일	화	181.5	6033.6		12월7일	목	171.2	9018.6
10월8일	일				11월8일	수	160.4	6194		12월8일	금	104	9122.6
10월9일	월				11월9일	목	195.8	6389.8		12월9일	토		
10월10일	화	71	3449.8		11월10일	금	49.9	6439.7		12월10일	일		
10월11일	수	170.6	3620.4		11월11일	토				12월11일	월	85.6	9208.2
10월12일	목	170.8	3791.2		11월12일	일				12월12일	화	92.8	9301
10월13일	금	54.4	3845.6		11월13일	월	106.8	6546.5		12월13일	수	141.9	9442.9
10월14일	토				11월14일	화	174.4	6720.9		12월14일	목	149.9	9592.8
10월15일	일				11월15일	수	199.5	6920.4		12월15일	금	58.1	9650.9
10월16일	월	92.3	3937.9		11월16일	목	163.8	7084.2		12월16일	토		
10월17일	화	174.3	4112.2		11월17일	금	43.6	7127.8		12월17일	일		
10월18일	수	191.9	4304.1		11월18일	토				12월18일	월	121.2	9772.1
10월19일	목	181.4	4485.5		11월19일	일				12월19일	화	167.7	9939.8
10월20일	금	50.8	4536.3		11월20일	월	121	7248.8		12월20일	수	74.9	10014.7
10월21일	토				11월21일	화	171	7419.8		12월21일	목	71.4	10086.1
10월22일	일				11월22일	수	142.5	7562.3		12월22일	금		
10월23일	월	92.3	4628.6		11월23일	목	196	7758.3		12월23일	토		
10월24일	화	192.1	4820.7		11월24일	금	13.5	7771.8		12월24일	일		
10월25일	수	184.9	5005.6		11월25일	토				12월25일	월		
10월26일	목	167.2	5172.8		11월26일	일				12월26일	화		
10월27일	금	57.9	5230.7		11월27일	월	128.2	7900		12월27일	수		
10월28일	토				11월28일	화	188.9	8088.9		12월28일	목		
10월29일	일				11월29일	수	117.6	8206.5		12월29일	금		
10월30일	월	55.9	5286.6		11월30일	목	160.4	8366.9		12월30일	토		
10월31일	화	131.9	5418.5		월주행거리합		2948.4			12월31일	일		
월주행거리합		2039.7								월주행거리합		1647.8	

나. 시험일지 및 차량 자료

신뢰성 시험일지

<table>
<tr><td colspan="2">2017. 12 . 21 . 목요일
작성자 : 김광수</td><td colspan="3">한국철도기술연구원
확인자 : 박 기 준 (서명)</td></tr>
<tr><td>주행거리</td><td colspan="2">금일 주행 거리 : 71.4km</td><td colspan="2">누적 주행 거리 : 10086.1km</td></tr>
<tr><td rowspan="15">고장내역</td><td rowspan="6">신호
시스템</td><td>고장항목</td><td>유</td><td>무</td></tr>
<tr><td>차상 신호장치 고장 (OATP)</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>차상 자동운전장치 고장 (OATO)</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>차상 속도 측정장치 고장 (SDU)</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>지상 신호장치 고장 (WATP)</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>선로전환기 제어기 고장 (SC)</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td rowspan="3">신호관제
시스템</td><td>고장항목</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>자동열차 감시장치 고장</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>관제 콘솔 고장</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td rowspan="2">전력공급
시스템</td><td>고장항목</td><td>유</td><td>무</td></tr>
<tr><td>PWM 전력공급시스템 고장</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td rowspan="3">정보통신
시스템</td><td>고장항목</td><td>유</td><td>무</td></tr>
<tr><td>차상 LTE-R Router 고장</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>지상 LTE-R Router 고장</td><td></td><td>√</td></tr>
<tr><td>K-AGT
차량</td><td colspan="3">이상없음</td></tr>
<tr><td>특기사항</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>



<K-AGT TCMS 주행거리 사진>

3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

3-1. 목표

○ 저심도(5~7m)로 저렴하게 건설 및 운영이 가능한 도시철도시스템의 비용 절감 및 운영 효율성 확보.

- 저비용으로 저심도(5~7m)에 건설 및 운영할 수 있는 저심도 도시철도시스템이 적극 활용될 수 있도록 도시철도 건설 관련 규정 개정 지원
- 저렴한 비용으로 건설 및 운영하기 위한 E&M 설비들의 적극적인 슬림화와 통합화를 통하여 기존 경전철 대비 10% 이상의 건설 비용 저감이 목표임. 더불어, 저심도 신호시스템의 경우 적극적인 실용화를 위한 SIL4 인증이 목표임.
- 저비용 저심도 도시철도시스템을 구성하는 차량, 토목, E&M 기술들의 성능 및 상호 인터페이스 요구사항들을 평가할 수 있는 시험선의 구축

○ 저비용 역간전자폐색방식 신호시스템 개발로 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 저비용 고효율 도시철도용 신호관제시스템 개발로 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 통합화/슬림화 된 정보통신시스템 구축 및 유지보수비 30% 절감

○ 급전거리 증대형 PWM방식 전력공급시스템 개발로 급전거리 50% 향상 및 유지보수비 10% 절감

3-2. 목표 달성여부

목 표	목표달성 여부	목표 달성률
저심도 도시철도 건설 관련 규정개정 지원	규정 작성 후 국토부 송부	100%
저비용 신호시스템 개발	신호시스템 개발 완료 및 구축비용 32% 절감	100%
저비용 고효율 신호관제시스템 개발	신호관제시스템 개발 완료 및 구축비용 60% 절감	200%
통합화/슬림화 된 정보통신시스템 개발	정보통신시스템 개발 완료 및 구축비용 44% 절감	140%
급전거리 증대형 전력공급시스템 개발	전력공급시스템 개발 완료 및 급전거리 50% 향상	100%
신호시스템 SIL4 인증	현재 진행 중	-
저심도 시험선 구축 및 운영	시험선 구축 및 운영 완료	100%

3-3. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구의 필요성 등)

목 표	목표달성 여부	목표 미달성 원인 및 차후대책
신호시스템 SIL4 인증	현재 진행 중	- 연구과제 진행 중 2018.3월 공동연구기관 ㈜한터기술 기업 청산으로 인한 공동연구기관 ㈜다원시스로 변경 - ㈜다원시스 정부출연금액 0원으로 인한 과제 진행 지연되고 있음 - 과제 종료후 ㈜다원시스 책임으로 SIL4인증 확약 및 연구원과 공동으로 실용화 과제 창출

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

핵심성과	활용 계획	실용화 계획
■ 저심도 도시철도 건설관련 규정 개정(안)	■ (계획) 현재 지자체에서 계획 중에 있는 트램도입과 관련하여 트램 특성상 도시철도 건설규칙에서 규정하고 있는 정거장을 설치할 수 없는 구조이므로 저심도에서 제안한 정류장 종류의 정거장이 필요할 것으로 판단되며, 트램을 위한 도시철도 건설규칙 개정시 본 연구결과를 적극적으로 활용될 수 있도록 노력	■ 도시철도 건설규칙 개정에 대한 권한은 국토교통부에 있음 ■ 국토교통부에서 도시철도 건설규칙 관련 관계기간 의견수렴 등 요청시 본 연구결과가 반영되도록 적극 대응 ■ 국토교통부를 적극 지원하여 본 연구 결과가 실용화 될 수 있도록 추진
■ 저비용 역간전자폐색방식 신호시스템	■ (계획) 현재 계획 중에 있는 민자 경전철 분야 및 해외 경전철 사업에 활용될 수 있도록 연구원과 기업이 공동으로 노력	■ (주)다원시스에 기술이전을 통해 사업화 ■ SIL4 인증 획득 예정('22.12) ■ 한국철도기술 연구원과 ㈜다원시스가 공동으로 과제 창출하여 SIL4 인증 원활히 수행
■ 저비용·고효율 도시철도용 신호관제 시스템	■ (계획) 현재 계획 중에 있는 민자 경전철 분야 및 해외 경전철 사업에 활용될 수 있도록 연구원과 기업이 공동으로 노력	■ (주)테크빌에 기술이전을 통해 사업화 ■ 연구원 및 (주)다원시스와 공동으로 국내외 사업 참여기회 확보
■ 통합화/슬림화 된 정보통신시스템	■ (계획) 용인경전철 정보통신 개량 사업에 활용될 수 있도록 연구원과 기업이 공동으로 노력	■ (주)큐브인에 기술이전을 통해 사업화 ■ 연구원과 기업이 공동으로 국내외 사업 참여기회 확보
■ 급전거리 증대형 PWM방식 전력공급 시스템	■ (계획) 부산 4호선 연장구간(사상-하단구간) 및 현재 예타 진행중인 노선에 활용될 수 있도록 연구원과 기업이 공동으로 노력	■ (주)파워닉스에 기술이전을 통해 사업화 ■ 연구원이 보유하고 있는 전력시뮬레이션 S/W를 활용하여 전력공급시스템이 필요한 기관에 기술지원하고 개발된 시스템이 활용될 수 있도록 기업과 연구원이 공동으로 노력 ■ 연구원과 기업이 공동으로 NEP 인증 획득을 위한 노력

<별첨> 주관연구기관의 자체평가 의견서

성과목표	자 체 평 가
저심도 도시철도 건설 관련 규정 연구	도시철도 건설규칙 개정(안)과 저심도 정거장 설계지침 개정(안)에 대해 토론회와 설문조사 등을 시행하여 의견수렴을 하였으며, 한국철도학회와 한국도시철도학회 회원들을 대상으로 의견 수렴을 진행하였습니다. 이를 바탕으로 규정 개정(안)에 대한 최종(안)을 작성하였고 그에 대한 해설서도 작성하는 등 계획한 목표를 충실히 달성하였습니다. 또한, 개정(안)은 국토부에 공문으로 제출되었습니다.
저심도 정류장 기능실 슬림화/통합화 연구	저심도 정류장 기능실 슬림화/통합화를 위하여 정류장 종류별(상대식, 섬식) 표준설계도를 작성하였으며, 이를 바탕으로 일반인들도 쉽게 인식할 수 있도록 관련 설계를 기반으로 하여 시각화(CG 작업)를 하였습니다. 또한 유사기능을 가진 설비를 통합하는 방안을 제시하였고 이를 반영한 정류장의 건설비용 등 기대효과를 간략하게 산정하였습니다.
저심도 도시철도용 역간전자폐색방식의 신호시스템 개발	저비용 도시철도용 역간전자폐색방식의 신호시스템을 개발하기 위해 차상신호장치, 지상제어장치 및 선로전환기 제어기에 대한 시제품 제작을 완료하였습니다. 개발된 시제품인 차상신호장치, 지상제어장치 및 선로전환기 제어기 3종에 대한 외부 공인기관 환경시험 진행하였으며 관련 성적서를 취득하였습니다. 신호시스템 시험선 구축을 위한 구축사양서(도면 포함) 작성하여 현장 실측을 통한 차/지상 신호설비 구축 완료하였고 신호 장치간(관제설비 포함) 인터페이스 시험 완료하였습니다. 또한, 현재 현차시험을 통한 기능/성능시험을 진행 후 신뢰성 시험까지 완료하였습니다. SW Module Test Report 등 RAMS 활동문서를 작성 완료하여 SIL4인증을 받기위한 절차도 성공적으로 수행하였습니다. 외부 ISA기관(리카르도)으로부터 SIL4인증 취득을 위한 ISA Audit 받았으며 지적한 Safety Notice도 지속적으로 해결해나고 있는 등 계획한 목표를 충실히 진행하였다.
저심도 도시철도용 신호관제시스템 개발	저비용 고효율 도시철도용 신호관제시스템 개발을 위해 목표한 스케줄 및 이벤트 관리장치, 관제콘솔(스케줄), 스케줄 및 이벤트 관리장치 S/W 제작을 완료하여 시험 환경 구축 및 시뮬레이터를 활용 실험실 통합시험 완료하였으며, 신호관제시스템 및 지상 제어장치 통합시험을 성공적으로 완료하여, 경산 시험선 설치 완료였습니다. 지금까지 신호관제시스템, 지상 및 차상제어장치 인터페이스 및 기능 검증을 경산 시험선에서 확인하였고 신뢰성 시험까지 완료하였습니다.

저심도 도시철도용 정보통신시스템 개발	통합화/슬림화 된 도시철도용 정보통신시스템 검증을 위해 경산경량전철 시험선에 현장설치 및 공인인증업체 시험을 성공적으로 완료하였습니다. 특히, 스크린도어형 승객안내설비는 많은 도시철도 운영기관에서 관심을 가지고 있어 1차로 부산교통사 및 대구도시철도 공사에 시범 설치하여 운영하였습니다.
저심도 도시철도용 전력공급시스템 개발	PWM 전력공급시스템 개발/제작하였고, 4병렬 연계 시험을 완료 하였다. PWM 전력변환기 단위모듈에 대한 안전 및 전자파 시험 성적서를 취득하고 경산경량전철 시험 변전소에 시제품을 설치하였다. 상위 통신 인터페이스를 위해 기존 노후 된 통신 장비를 교차하였고, 추가적인 제품을 자체 제작하여 설치하고 관제실에서도 변전실 수전설비 및 PWM 전력공급시스템을 원격 감시 제어 할 수 있도록 구성 하였다. 제작 된 시제품을 통해 전동차 시운전을 진행하였으며, 개발된 PWM전력공급시스템을 통해 전력 공급과 회생동작을 일체화 시켜 시운전을 성공 하였다. 또한 PWM전력공급시스템에 전압 보상 알고리즘을 적용하여 기존 다이오드 시스템 대비 전동차 측 선로 전압이 약 30[V] 개선되는 것을 확인 하였다.
정량화 목표	목표로 설정한 논문 5건, 특허 출원 9건, 시제품 7건 중 논문은 6건 게재하였고, 특허 출원 17건, 특허 등록 12건, 시제품 9건을 달성함으로서 당초 계획한 목표를 초과하는 우수한 성과를 달성하였습니다.
종합평가	저심도 도시철도시스템은 도로를 따라 5~7m의 낮은 심도에 지하로 건설되는 도시철도 시스템을 말하는 것이며, 지상고가로 경전철을 건설하는 방식의 건설비용 보다 저비용으로 건설하는 것을 목표로 하고 있습니다. 이를 위해 본 과제에서는 신호시스템, 정보통신시스템, 전력공급시스템을 슬림화하고 통합화 하여 건설/운영비를 줄이고, 또한 역사 기능실을 축소하여 도시철도 시스템 전체 건설비의 상당 부분을 차지하는 역사 건설비를 줄이는데 그 목표를 두고 연구개발을 추진하고 있습니다. 이와 같이 도시철도 건설비를 줄이고 운영유지비용을 절감하여 경제성을 높일 수 있는 새로운 개념의 시스템을 개발하여 적용함으로서 도시철도의 새로운 패러다임을 개척하고자 합니다. 이를 위해 본 연구에서는 최선의 노력을 다하여 신호시스템 및 신호관제시스템의 경우 상세설계를 거쳐 시작품을 제작 및 실내시험을 완료 후 경산 시험선에서 실 차량을 이용하여

	기능시험 및 신뢰성 시험을 완료하였고, 정보통신시스템 및 전력공급시스템도 단품제작, 시작품 제작 및 실내시험을 완료하여 경산시험선에 설치하여 기능시험 및 신뢰성 시험을 완료하였습니다. 그리고 PWM방식의 전력공급시스템은 성공적으로 개발을 완료 후 경산시험선에 설치하여 기능 및 신뢰성 시험을 완료하였고, 이어서 저심도 사업이 아닌 “무선급전” 사업에서 전련공급시스템으로 2년이상 성공적으로 활용하였으며, 무선급전 사업 특성상 극한상태(정상상태의 200% 부하 2시간 운영) 전력공급시험까지 성공적으로 수행하였습니다. 또한, 기능실 슬림화/통합화가 추구하는 목적(면적 30%이상 축소)을 달성할 수 있도록 도시철도법에 관련 내용이 반영될 수 있도록 하였고, 향후 이러한 것들이 규정화/법제화 되어 지속적인 효과를 얻을 수 있도록 노력을 다하겠습니다.

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 철도기술개발 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 철도기술개발 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.