

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “철도 핵심부품 및 장치 기술개발”과제(세부과제 “고속열차용 차축발열
검지장치 개발에 관한 연구”)의 보고서로 제출합니다.

2015. 03.

협동연구기관명 : 한국철도공사

협동연구책임자 : 최재식 책임연구원

참 여 연 구 원 : 신영식 수석연구원

이시빈 수석연구원

안태수 수석연구원

양존희 수석연구원

조철희 수석연구원

권성일 책임연구원

이병곤 책임연구원

김범곤 책임연구원

배태기 책임연구원

이 규 책임연구원

이 근 책임연구원

전영식 책임연구원

맹주철 책임연구원

전일식 책임연구원

박주훈 책임연구원

강홍구 선임연구원

신영인 선임연구원

이강현 선임연구원

양재선 선임연구원

임명섭 선임연구원

이태훈 선임연구원

김민우 주임연구원

곽수영 선임연구원

안성용 연구원

공동연구기관명 : (주)세화

공동연구책임자 : 윤석한 책임연구원

참 여 연 구 원 : 이기암 수석연구원

임철후 책임연구원

진병을 선임연구원

이병국 선임연구원

노재철 선임연구원

신진호 선임연구원

임형태 선임연구원

박승근 주임연구원

김항모 주임연구원

김 술 연구원

조상기 연구원

공동연구기관명 : 인터콘시스템스(주)

공동연구책임자 : 박성재 수석연구원

참 여 연 구 원 : 손강호 수석연구원

송영규 수석연구원

김용배 책임연구원

윤영석 책임연구원

차윤재 책임연구원

이효구 책임연구원

강승식 책임연구원

최석인 선임연구원

김준혁 주임연구원

김정훈 주임연구원

보고서 요약서

과제고유번호	IIRKD-BG147-01 IIRKD-BG147-02 IIRKD-BG147-03	해 당 단 계 연 구 기 간	2011.12.23. ~2014.12.25.	단 계 구 분	최종보고서
연구사업명	철도기술연구사업				
연구과제명	최 상 위 과 제 명	철도 핵심부품 및 장치 기술개발			
	단위과제명	고속열차용 차축발열검지장치 개발			
	협동	고속열차용 차축발열검지장치 시스템 엔지니어링 및 실증시험			
	공동	고속열차용 차축발열검지장치 센서 모듈개발			
	공동	고속열차용 차축발열검지장치 전자랙 기술개발			
연구책임자	최 재 식	총연구기간 참 여 연구원수	총 : 77명 내부 : 71명 외부 : 6명	총연구비	정부 : 3,143천원 기업 : 1,106천원 계 : 4,249천원
연구기관명 및 소속 부서명	한국철도공사 연구원		참여기업명	(주)세화, 인터콘시스템스(주)	
국제공동연구	상대국명 : 상대국연구기관명 :				
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)			보고서면수		
고속으로 주행하는 열차의 안전운행을 위한 차축발열온도검지장치는 수입제품으로 현재 경부고속철도 운행노선에 설치 운용되고 있으나, 제품의 고장 및 오동작으로 열차 지연에 따른 승객의 불편과 영업 손실을 초래하고 있다. 따라서 고속열차의 차축발열로 인한 사고를 방지하고 고속열차의 가용성, 안전도를 확보하기 위한 신뢰성 있는 차축발열검지장치의 국산화 개발이 시급하여, 현 과제에서는 주행하는 차량의 차축에서 발생하는 온도를 검지, 검지된 데이터를 중앙관리센터에 전송, 전송된 데이터를 저장, 관리 및 제어할 수 있는 고속열차용 차축발열검지장치의 센서모듈, 전자랙 및 종합시험장치를 개발하는 등 국산화 개발을 통해 효율적이고 안정적인 고속열차 운영을 도모하고자 한다.					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	차축발열검지장치, 차축발열검지장치 중앙감시장치, 온도검지센서, 전자페달, 전자랙			
	영 어	Hot Box Detector, Hot Box Supervision, Infrared Sensor Scanners, Electronic Rail Contacts(Pedals), Electronic Rack			

요 약 문

I. 제 목

- 고속열차용 차축발열검지장치 개발

II. 연구개발과제 개요(목적, 필요성, 범위 등을 기술)

- 고속철도는 1단계(서울~대구) 및 2단계(대구~부산)간의 개통으로 사용의 중요성이 대두되고, 열차를 이용하는 고객이 시간의 효율적 활용, 이용 편의성 등을 중요하게 생각하고 있으며, 인력 운송 시장에서 가장 중요한 역할을 하고 있다.
- 차축발열검지장치는 운행 중인 고속열차의 차축발열온도를 검지하여 지상장치 및 HBS(Hot Box Supervision)에 정보를 전송하는 안전설비로서 고속열차의 가용도 및 안전도를 위한 핵심장치이며, 현재 고속선에 설치하여 운용하고 있으나 경부고속철도 1단계구간에서 시스템의 오작동과 고장으로 기관사가 열차를 정차 후 차축온도를 실측하여 조치하는 등 열차운행 지연을 초래하고 있는 실정으로 국산화 매우 시급하다.
- 아울러 경부고속철도 1단계 구간에 설치된 차축발열검지장치(이하 HBD)는 제품단종으로 구매가 불가하여 제작사에서 수리하여 사용하고 있으나, HBD의 반출 수리기간이 평균 6개월 이상 소요되어 열차의 안전운행 및 유지보수에 차질을 초래하고 있으며, 제작사(프랑스)에서는 고장 및 수리내역과 관계없이 수리비를 일괄로 적용하는 등 많은 비용이 발생되고 있다.
- 따라서 이에 본 연구에서는 철도의 안전운행을 위해 운행 중인 차량의 차축온도를 비접촉의 형태로 검지하여 차량운행 장치와 연계기능이 가능한 차축발열검지장치를 개발하는 것을 목적으로 한다.

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

- 본 과제는 총 3차년으로 수행되었으며, 1차년도는 국내외 기술조사 및 시스템 설계, 2차년도는 시제품 제작 및 단품시험, 3차년도는 통합시험, 보정 및 성능평가로 진행되었다. 통합시험의 경우 시험실과 HBD현장인 경부고속 1단계 문곡~신탄진간 하선 HBD 261[140k134,하선]에서 진행되는 등 목표 대비 성능점검을 충실히 수행하였다.
- 본 과제의 1~3차년도의 연구목표 및 수행내용/결과는 다음과 같다.

연 차	연구목표	주요 연구내용
1차년도	▪ HBD 기술조사 및 기술개발 전략수립	▪ 기존 HBD 원천 S/W 데이터 취득 지원 ▪ HBD 중앙통제시스템(HBS) 적합성 검토 및 분석 ▪ 유럽 HBD(온도센서, 전자페달, 전자랙) 설계사양 분석 ▪ 특히 회피전략 및 무효화전략 수립 ▪ RAMS 요구사항 분석 ▪ 적외선센서온도보상알고리즘 해석
	▪ 온도검지모듈 및 전자페달 (센서부 개념설계 및 사양검토)	▪ 운용환경조사(기존 규격, 제품기술 검토) ▪ 초고속 적외선 온도센서 조사 및 분석 ▪ 방진 환경대응 함체 조사 분석 ▪ 전자페달 시스템 조사 및 분석 ▪ 전자랙과의 인터페이스 조사 및 분석
	▪ 시스템 설계 및 시험품 제작	▪ 차축온도검지장치 선정(전원, 기구 등) ▪ 방진, 환경대응 함체 사양, 설계서, 시험품 제작 ▪ 전자페달시스템 사양서, 설계서, 시험품 제작 ▪ 전자랙과의 인터페이스 적용 개발
	▪ 성능 시험 설계	▪ 성능시험 사양서 및 설계서 작성
	▪ 차축발열검지장치 전자랙 분석 및 설계	▪ 기존 전자랙 자료 수집 및 분석 ▪ 전자랙 기본 설계 및 상세설계 ▪ 단품 시험장치 기본 설계 ▪ 외함 기구 설계 및 상세설계
2차년도	▪ HBD 통합시험 및 성능평가	▪ 개발품 성능시험 기준 제시 및 통합시험 절차서 작성 ▪ RAM 예측보고서 작성 ▪ 적외선센서온도보상알고리즘 해석 ▪ HBS의 온도측정값 수치해석
	▪ 고장사례분석	▪ 개통이후(2004~2012) 장애사례 분석 ▪ 고장원인 심층 분석
	▪ 기존 시스템 오류 심층 분석 신뢰성 자료 검토	▪ KTX 차축발열 검지장치 오차율 측정 분석(2011.10) ▪ HBD개발 연구과제 설명서 분석
	▪ 독자적인 온도해석기법 연구	▪ 국내 환경에 맞는 온도해석기법 연구 ▪ 차축내부온도 전달 메커니즘 연구
	▪ 경보 기준 해석, 검지 포인트 검토	▪ 다양한 검지 포인트 연구 ▪ 기존설치품 경보 기준 분석 ▪ 고속선 차축온도경보장치 운영방법 개선안 분석

연 차	연구목표	주요 연구내용
	온도검지모듈 및 전자페달 (시제품 제작 및 시험)	- 방진, 환경대응 합체 제작 및 시험 (각 모듈포함) - 전자페달 시스템 제작 및 시험 - 차축발열 온도검지장치 제작 시험 - 전자랙 인터페이스 확인 제작 및 공인 시험
	성능시험장치 제작	- 성능시험기 제작 및 시험 - 열원발생기 제작 및 온도 보정 - 전자랙과 인터페이스 시험적용 개발 - 기타 공인 시험 - 전자파 적합성 시험(KSC IEC 61000) - 온도시험(KSC IEC 60068-2) - 진동시험(IEC 61373) - 절연저항 및 절연내력시험(IEC60571)
	HBD 통합시험 계획서 작성	타 설비와의 통합 시험 계획서 작성
	차축발열검지장치 전자랙 시제품 제작 및 기술개발	- 전자랙 시제품 제작 및 시험 - HBD 통신 프로토콜 개발 및 시험 - 온도검지모듈/전자페달 연동 프로그램 개발 및 시험 - 외함 시제품 제작 및 시험 - 단품 시험장치 상세 설계 및 제작/시험 - EMI, EMC 환경시험 및 기능시험 - 전자파 적합성 시험(KSC IEC 61000) - 온도시험(KSC IEC 60068-2) - 진동시험(IEC 61373) - 절연저항 및 절연내력시험(IEC60571)
3차년도	HBD 시스템 통합시험 및 성능평가	- HBD시스템 통합시험(인터페이스시험포함) - 통합시험(현장) 시행 및 성능평가 - RAM 안전 활동보고서 작성 - HBS의 온도측정값 수치해석
	시스템 설치품 개량 및 통합시험	- 시험을 통한 개선 도출 및 최종 설치 제품 제작 - 온도검지 DATA 확인, 전자페달 Data 확인 - 전자랙 인터페이스 확인 - 성능시험장치의 시험 확인(전자랙 포함)
	현장 통합 시험	- 현장시험 - 통합시험 결과서 작성 - 성능평가기준 및 유지보수 매뉴얼 작성
	차축발열검지장치 통합시험 및 성능평가	- 차축발열검지장치 통합시험 및 설계보완 - 현장적용 통합시험 - 유지보수 매뉴얼 작성 및 실용화 방안 제시

IV. 최종 연구성과 및 적용실적

- 본 연구는 500km/h 고속열차용 차축발열검지장치의 국산화개발을 목표로 추진하였으며 연구개발 과정은 “국내·외 기술조사-개념·상세설계-시작품 제작-개발품 제작-통합시험-성능평가”순으로 진행되었다.
- 최종 연구성과로는 당초 연구목표인 온도검지모듈, 전자페달, 전자랙 및 종합시험장치를 개발하였으며, 2012년도 말경 한국철도시설공단의 개량화 사업으로 향후 10년간 고속선구간은 개량계획이 없어 개발품에 대한 실용화는 현실적으로 어려움이 따르고 있다. 따라서 실용화시기 단축을 위하여 일반선 구간의 일반열차(화물포함)용으로 확대적용이 필요할 것으로 판단된다.

V. 연구목표 달성 및 효과

- 최종 연구목표 달성을 위해 개발된 HBD 시스템에 대해 시험실, 현장시험 및 이외에 추가 KOLAS 공인기관의 시험을 통해 시스템의 신뢰성을 입증하였고, 그 효과로는 아래와 같이 기존 국외에서 수입 제품과 비교하여 R&D의 차별성을 제시하였다.

구 분	항 목	기준제품(Ansaldo HOA50S)	연구 개발 목표
차축발열 검지장치 센서 모듈	열차속도	3~360Km/h	최고 500Km/h
	검측픽셀(pixel)	1 pixel	4pixels
	측정온도	0℃~140℃	0℃~150℃
	온도의 정확도	0~70℃이하 : ±3℃ 70℃ : ±1℃ 70℃~90℃ : ±3℃ 90℃이상 : ±5℃	0~70℃이하 : ±3℃이하 70℃ : ±1℃이하 70℃~90℃ : ±3℃이하 90℃이상 : ±5℃이하
	자동보정기능	있음	있음
	동작 온도	-40℃~+70℃	-40℃~+70℃
	무게	13.5kg	13Kg 이내
	차축검지페달	3~360Km/h	최고 500Km/h
차축발열 검지장치 전자랙	Main Clock Speed	8Mhz	50Mhz 이상
	System Bus Width	8 bits	16 bits
	Local Storage	없음	1Gbytes
	Sampling Rate	125Ksps	1Msps 이상
	전류 감지 범위	4 ~ 20mA	4 ~ 20mA

VI. 연구성과 활용계획

- 본 연구개발품은 국외 제품의 동등이상의 성능을 보유하고 있으며, 국내의 환경에 맞게 개발되었으며, 추후 고속, 일반철도, 도시철도, 경전철 등 용도에 맞게 발전가능성이 큰 개발품이다.
- 따라서 본 개발품은 철도운영기관에서 현재 운용중인 국외 HBD 장치의 수요가 발생했을 때 대체가 가능하며, 향후 철도운영기관에서 일반선 적용을 할 경우 적지 않은 수요가 발생할 것으로 예상함에 따라 본 연구개발을 통해 개발된 성과물을 지속적으로 홍보하도록 할 계획이다.

목 차

제1장 연구개발과제 개요	1
제1절 연구개발의 목적 및 필요성	1
1. 개요	1
2. 연구개발 최종 목표	7
제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징	9
1. 연구개발의 정의	9
2. 연구개발 범위 및 특징	9
제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황	12
1. 기술동향 분석	12
2. 국내 기술 및 산업동향	12
3. 국외 기술 및 산업동향	13
제4절 연구개발결과가 관련 분야에서 차지하는 위치 등	15
1. 연구개발의 결과의 우수성 및 차별성	15
제2장 연구개발 수행 내용 및 결과	19
제1절 연구수행 전략 및 방법론	19
1. 연구수행 전략	19
2. 연구수행 방법	21
제2절 연구수행과정 및 내용	22
1. HBD 시스템 기술조사 조사 분석	22
2. HBD 설계, 시작품 제작 및 기술개발	39
3. HBD 시제품 제작 및 기술개발	87
4. HBD 시스템 통합시험 및 성능평가	155
제3절 연구수행의 검증 방법 등	185
1. 온도검지모듈 및 전자페달 환경시험	185
2. 전자랙 환경시험 사전시험 및 본시험	195
3. 차축발열검지장치 취부용 PC침목 제작 및 시험	214
4. HBD 장치 온도측정기능 정확도 시험	218
5. HBD System 종합연동시험 3자인증시험	222
제3장 최종 연구성과 및 적용실적	226
제1절 개별 연구성과명	226
1. 개별 연구성과 설명	226

2. 핵심요소기술(Critical Technology Elements)별 성과물	228
3. 주요 연구성과	229
4. 기술 실시 및 적용사례	233
 제4장 연구목표 달성 및 효과	 238
제1절 연구개발 최종목표 달성도	238
제2절 연구개발 성과의 효과 분석	241
1. 기술적 효과	241
2. 경제적·사회적 효과	242
3. 정책적 효과	243
 제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성	 244
제1절 연구성과 향후 활용방안	244
1. 개발된 기술을 활용한 사업화 방안	244
2. 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황	248
3. 사업화 계획	248
제2절 추가연구 필요성	249
 참고문헌	 250

[표 목차]

표 1. 각 기업별 HBD의 기술적 특성	14
표 2 국가별 차축발열검지기술 특허현황	29
표 3 기업별 차축발열검지기술 특허현황	30
표 4 PC센서와 PV센서의 비교	39
표 5 기존품과 개발품간의 특성 비교	45
표 6 제동 시간에 설정에 따른 제동저항 온도 상승/제동 시간 비교	142

[그림 목차]

그림 1 차축발열검지장치 시스템 계통도	1
그림 2 HOA90S 내부구성도[경부고속1단계]	2
그림 3 HOA50S 내부구성도[경부고속2단계]	3
그림 4 CMS 구성도	11
그림 5 차축발열검지시스템 연도별/국가별 동향	29
그림 6 HBD-HBS 통신프로토콜 데이터 획득 작업 구성도	38
그림 7 통신데이터 획득 모습	38
그림 8 온도검지모듈 구성도	41
그림 9 온도검지모듈 동작원리	42
그림 10 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 설계	43
그림 11 전자랙의 출력신호	44
그림 12 전자페달장치 시스템 구성도[D50과 BJ50]	45
그림 13 D50 검지장치 구성도	45
그림 14 전자페달장치 외형도 설계	47
그림 15 전자페달장치 구성도	47
그림 16 전자페달 센서	47
그림 17 전자페달 보드 제작	48
그림 18 전자페달 함체 제작	48
그림 19 HOA50S용 전자랙 구성도	49
그림 20 전자랙 단품시험장치 구성도	71
그림 21 단품시험장치 시스템 구성도	71

그림 22 IRMIO-312 Block Diagram	74
그림 23 시험기 측면도 및 정면도	78
그림 24 시스템 개념도	81
그림 25 온도검지모듈 구성도	89
그림 26 3D 설계 형상	89
그림 27 Lens Design Layout 및 Lens A'ssy Module	90
그림 28 Spot Diagram Data	90
그림 29 광학기구 Layout	91
그림 30 온도검지모듈	92
그림 31 온도검지모듈 부품	92
그림 32 적외선 광학계 시제품	92
그림 33 온도검지모듈 취부 부품	93
그림 34 센서부 외형도	95
그림 35 센서부 회로도	95
그림 36 전자페달 RP제작 및 테스트 과정	95
그림 37 전자페달 센서 및 I/F 보드 제작	96
그림 38 전자페달 제작	96
그림 39 속도성능검증시험	96
그림 40 수정 전 보드구성	101
그림 41 수정 후 보드구성	101
그림 42 HBSIB 보드 PP 시제품	109
그림 43 HBPIB 보드 PP 시제품	109
그림 44 CMS 메인화면	122
그림 45 열차차축온도 현시 화면	123
그림 46 3D 조립 형상	139
그림 47 종합속도시험기 Frame Ass'y 형상	140
그림 48 시험기 감속 동작 테스트	143
그림 49 시스템 계통	144
그림 50 IR센서 출력 테스트 베드 환경 구축	156
그림 51 시험환경	161
그림 52 DCT2684 분전반 연결부	170
그림 53 전자랙 진동 시험 지그	195
그림 54 전자랙 환경시험용 케이블	195
그림 55 저온방치시험 프로파일	201

그림 56 고온고습시험 프로파일	202
그림 57 고온방치시험 프로파일	203
그림 58 온도변화시험 프로파일	204
그림 59 PC침목 제작	214
그림 60 PC침목 현장 설치 모습	214
그림 61 제작사 검사, 시험 성적서	217
그림 62 차축발열검지장치 취부용 PC침목 시험성적서	217
그림 63 시스템 구성도	218
그림 64 HBD시스템 동적시험 구성도	223
그림 65 안전성 검증 시행절차(한국철도공사 안전성검증시행지침 2013.8.13.)	233
그림 66 안전성검증 결과 보고서	234

제1장 연구개발과제 개요

제1절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 개요

가. 연구개발 개요

(1) 차축발열검지장치 개요

차축발열검지장치는 철도차량의 차축 베어링에 발생하는 과열을 감지하기 위한 장치이다. 차축 베어링은 마찰에 의한 열 발생을 줄이기 위하여 윤활유가 담겨있는 하우징으로 되어 있는데, 차축의 오일 누유나 증발 시 감지를 하지 못하면, 차량 화재나 차축의 파손에 따른 차량 탈선으로 대형 열차 사고로 이어질 수 있다. 고속철도용 차축발열검지장치(HBD : Hot Box Detector)는 검지 모듈과 전자랙으로 구성된 안전설비로서 운행 중인 고속열차의 차축발열온도를 검지하여 지상ATC장치(TVM430) 및 차축발열검지장치 통제시스템(HBS : Hot Box Supervision)에 정보를 전송하는 장치이며, 고속열차의 가용성 및 안전도를 위한 핵심장치이다. HBD 센서에서 검지된 차축발열 온도 데이터는 중앙운용센터로 전송되고, 차축발열검지장치 통제시스템(HBS)은 전송받은 데이터분석을 통해 시스템을 진단하여 적절한 시기에 유지보수를 할 수 있도록 하며, 고장 상황이 발생하면 차축발열검지장치 통제시스템(HBS)을 통하여 고장 데이터 및 현상을 파악하여 조치를 취할 수 있다. 그림 1은 차축발열검지장치 시스템 계통도이다.

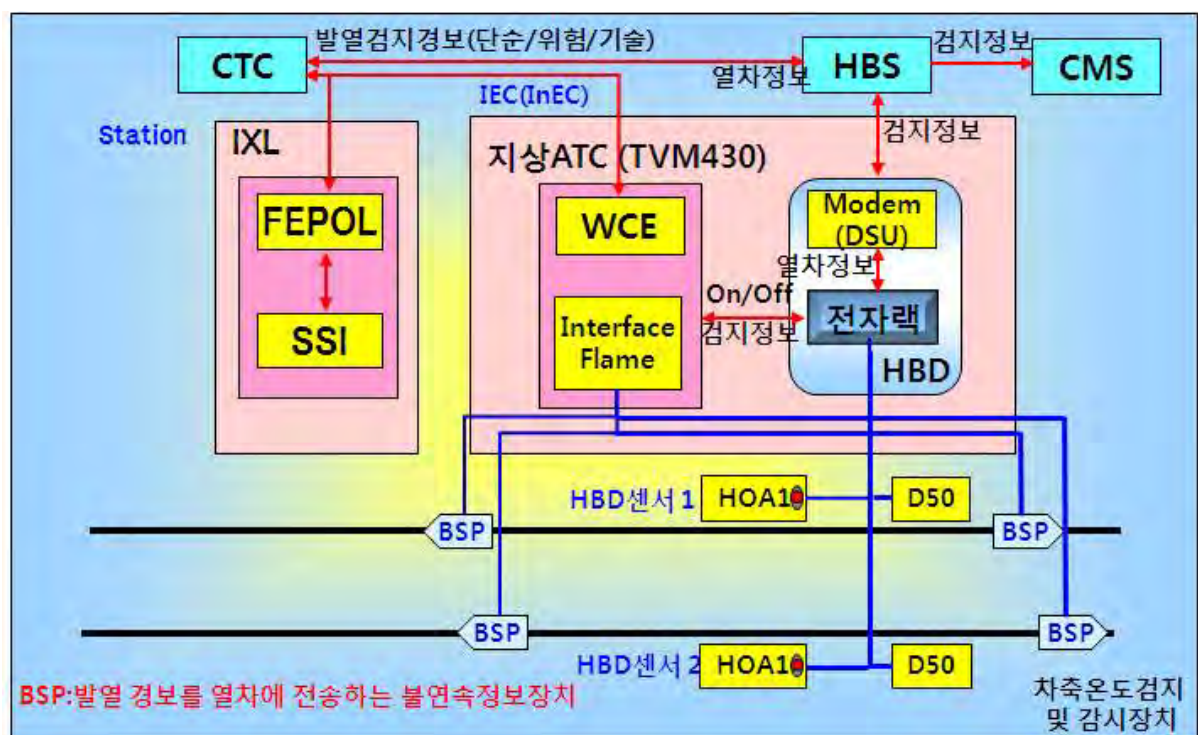


그림 1 차축발열검지장치 시스템 계통도

차축발열검지장치에서 수행하는 주요기능은 다음과 같다.

- 정상속도로 운행 통과하는 열차 차축 박스의 온도상태 모니터링
- 비정상적인 고온상태의 차축 박스 검지

- 모니터링 요소들을 중앙운용센터 및 역으로 전송
- 이례적으로 검지된 연속온도의 측정치와 불량 박스 식별 기능

(2) 차축발열검지장치의 구성

차축발열검지장치는 크게 온도검지모듈, 전자페달장치 및 전자랙, 외함으로 구성되어 있으며, 차축발열검지장치는 선로변 장치와 궤도 장치로 구분할 수 있는데, 선로 주변에 설치되는 장치는 다음과 같다.

- 전자랙 및 차축발열검지장치 통제시스템(HBS)과의 통신을 위한 2대의 이중계 통신모뎀이 장착되는 외함 캐비넷
- 외부온도 스캐너

궤도에 설치되는 HBD 장비는 다음과 같다

- 선로에 각각 설치되는 차축 온도 센서 2대
- 측정을 위한 차축검지장치

장비에 필요한 전원은 다음과 같다.

- 정보처리 랙 전원공급용 무정전 전원 220V 60Hz 500VA
- 센서의 난방(600W), 필요에 따라 유지보수 장비(1KW), 에어컨 시스템(1.4KW)용 전원 220V 60Hz 3KVA

그림 그림은 본 과제를 통해 국산화하고자 하는 기존 차축발열검지장치의 센서부, 외함과 전자랙의 구성도이다.

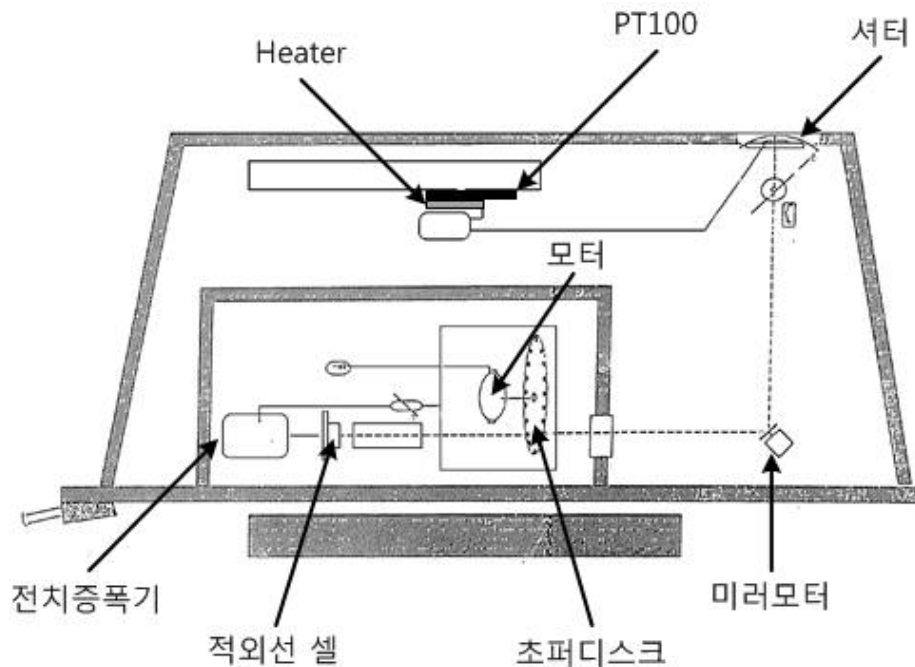


그림 2 HOA90S 내부구성도[경부고속1단계]

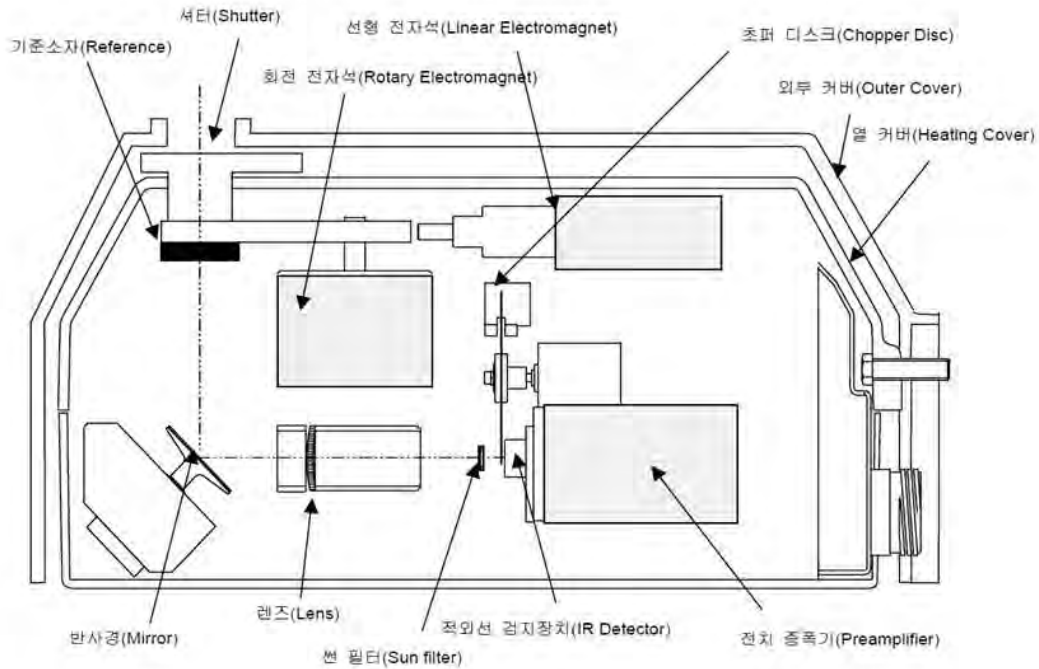
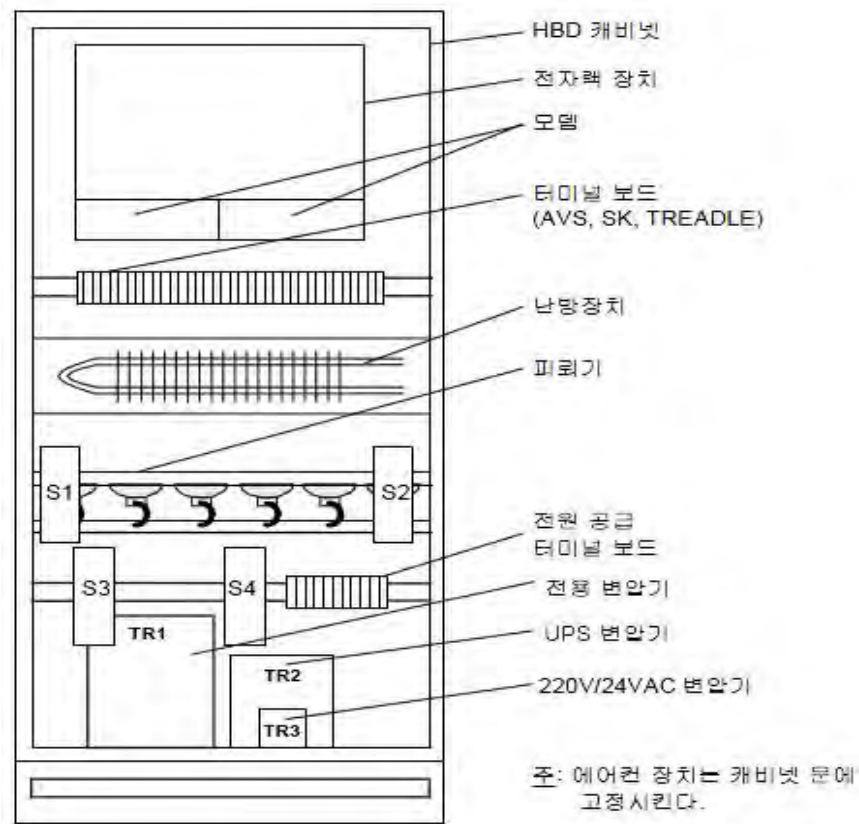


그림 3 HOA50S 내부구성도[경부고속2단계]

차축발열검지장치의 온도검지모듈내 구성요소와 그 기능은 다음과 같다.

- 열 커버 : 온도검지모듈 온도 유지
- 셔터 : 센서를 외부의 오염원으로부터 보호
- 기준소자 : PT100과 발열체의 결합으로 Calibration table을 만들고, PT100은 발열체의 온도를 측정하여 전자랙으로 값을 보내고, 전자랙으로부터 정보를 받아 발열체를 제어
- 회전전자석 : 전원인가 후 셔터개방하고, 전원 차단 후 내부 스프링 힘으로 셔터를 닫음
- 반사경 : 차축으로부터 받는 적외선을 반사
- 무브러시 모터 : 반사경과 초퍼를 작동시키며, 반사경을 오염원으로부터 방호하기 위해 회전시키며, 초퍼의 주파수 변조를 위해 초퍼디스크를 회전
- 렌즈 : 적외선을 검지기로 집중시켜 모음
- 썬 필터 : 태양광을 차단
- 초퍼 디스크 : 적외선 신호를 분할시켜 변조(6kHz)
- 적외선 검지기 : IR cell, 냉각온도측정 온도계, 펠티에소자(전자냉각소자)로 구성되며 적외선을 검지
- 전치증폭기 : 적외선검지기의 출력신호를 증폭하여 전자랙으로 보냄



기존 차축발열검지장치의 외함과 전자랙 구성도

차축발열검지장치의 외함 캐비닛에는 다음 장비들이 장착된다.

- 에어컨 시스템
- 6U의 두 피벗팅 판넬(Pivoting Panel)에 설치된 전자랙
- 2개의 모델으로 구성되는 모델 랙
- 난방 장치
- 4개의 유럽식 섹터 플러그가 있는 서비스 판넬
- 산업용 계전기 5대 (24V 접점과 보빈 사이 절연 2KVA)
- 1차 및 2차측 사이 2000V AC 절연 변압기 2대
(중간 플러그 205-220V-235V가 있는 1차측 코일 포함)
- 경보 계전기용 변압기 40VA
- 전자랙용 변압기 630VA
- 에어컨 및 서비스 판넬용 변압기 3100VA
- 전원 터미널 (무정전 220V 500VA 및 전용 220V 3KVA)
- 2개의 신호 터미널 (I/O 및 AVS)
- 피뢰기 6개
- 모든 장비의 접지와 연결된 접지바

그 중 6U의 전자랙은 산업용 VME-Bus를 백보드로 공유하는 유럽식의 보드들로 구성되며 다음의 기능 블록들을 포함한다.

- 전원을 관리하는 COM-S 보드
- HBD 센서 운용을 위한 전용 HBD-S 보드

- D50 전자페달, 알림 신호 및 다양한 I/O신호를 관리하는 D50-S보드
- CPU 보드
- 통신 보드
- +5Vdc, +24Vdc, ±15Vdc를 공급하는 전원 공급 모듈

(3) 차축발열검지장치의 운용현황

차축발열검지장치는 경부고속 1단계 구간에 14조와, 2단계 구간에 10조를 설치하여 운용하고 있으나, 1단계 구간의 경우 2000년 1월 설치 제품으로, 내구연한 도래에 의한 오작동 및 고장 발생이 빈번하게 일어나고 있으며, 이에 따라 고속열차를 인근 역에 정차 후 차축온도를 실측하고 조치함으로써 후속열차의 운행지연이 발생하고 있으며, 이에 따른 이용고객의 불만과, 유지보수 비용의 발생이 철도경영에 중요 논점으로 제시되고 있다. 고속 1단계 구간의 차축발열검지장치의 경우 문제점 발생 시 긴급 조치가 매우 어려운 단점이 있고, 2단계 구간 역시 외산제품으로써 다음과 같은 중요 문제점을 안고 있다.

- 초기 제품의 단종으로 구매 불가능 부품 존재
- 외산 제품으로 고장 발생 시 해외 반출 및 수리기간이 평균 6개월 이상 소요
- 수리비용의 해외 일괄 적용으로 과다한 유지보수 비용 지출

이에 본 과제에서는 차축발열검지장치의 전자책 국산화를 통하여 다음의 목표를 달성하고자 한다.

- 국가 기술 경쟁력 확보
- 적기에 필요한 유지보수를 통한 비용 절감
- 고속선을 포함한 모든 철도 노선에서의 차축 발열로 인한 사고 방지
- 안전하고 편안한 열차이용 고객의 시너지 창출과, 화물의 안전한 이송

나. 연구개발의 중요성

(1) 기술적 측면

고속철도는 승객들의 시간가치의 상승, 이용의 편의성 등으로 수송시장에서 수송 분담력이 높아지고 있으며 고속철도 시스템은 가용성 및 안전도를 항상 일정수준이상으로 유지하여야 한다. 차축발열검지장치는 철도차량의 일부분인 차축 베어링이 과열될 때 온도를 검지하는 장치로써, 고속열차의 가용성 및 안전도를 위한 핵심기술이다. 국내 고속철도에서 적용하고 있는 HBD 시스템은 프랑스 설계기술을 그대로 도입한 것으로 철도 선진화 및 기술 경쟁력 확보를 위해 반드시 국산화 개발이 절실하다. 차축발열검지장치의 개발은 차축베어링의 온도를 열차가 운행되는 동안 직접 검측하고, 검측한 데이터를 활용하여 고속열차의 고장에 대한 예방과 예측등 유지보수의 기본 자료로 활용함으로써 고속열차의 안전성과 가용성을 확보할 수 있을 것으로 기대된다.

(2) 경제 산업적 측면

경부고속철도 전차선로에 설치된 시스템은 프랑스 TGV-북선 시스템을 도입하여 건설하였으며, 차량 및 신호분야와 함께 핵심시스템으로 분류되어 프랑스 설계기술을 그대로 도입하여 건설이 이루어졌다. 이후, 경부고속선 1단계 구간에 설치된 차축발열온도 검지장치(HBD)는 잦은 고장과 제품 단종에 따라 고속열차 운행의 안전성을 확보는

물론 유지보수를 위한 많은 예산을 낭비하고 있는 실정이다.

고속철도의 수송 분담력이 날로 증대되고 있는 상황에서 고속열차의 안전도 및 가용성을 위해서는 차축발열온도검지장치(HBD)의 국산화가 시급한 상황이다. 또한, 차축발열온도검지장치(HBD)의 성공적인 개발은 고속선을 포함하여 모든 철도노선에 적용가능함으로 철도 시스템의 신뢰성과 운용 정확성을 향상시킴으로서 여객열차 및 화물열차의 안전성을 증가시킬 수 있다.

아래의 표는 2004년부터 경부고속선 1단계 구간의 차축발열온도검지장치(HBD)의 고장으로 인한 설비교체 현황을 나타낸 것으로서 연도별로 시스템 불량으로 인한 부품교체와 이에 따라 유지보수를 위한 예산낭비 현황을 보여주고 있다.

[HBD 장애로 인한 교체건수 및 소요비용]

[단위 : 건수/천원]

구 분	계	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (6월)	비 고
HBD지상 고장조치	86	7	17	6	13	4	16	12	11	건 수
	467,240						108,240	229,000	130,000	비 용
차 량 고장조치	279	4	12	7	39	83	23	52	59	건 수
	1,674,000	24,000	72,000	42,000	234,000	498,000	138,000	312,000	354,000	비 용
총 계	365	11	29	13	52	87	39	64	70	건 수
	2,363,480	72,000	42,000	234,000	498,000	246,240	246,240	541,000	484,000	비 용

[차축발열온도검지장치(HBD) 수리 현황]

[2011. 7월 현재, 단위 : 천원]

구 분	계 약 일	납 품 일	수 량	계 약 자	계약금액	비고
합	계				467,240	
HBD 센서	2009. 7.13	2009. 7.13	6	LS산전(주)	108,240	
HBD 센서 전자랙	2009.12.17	2010.3.29	6 2	안살도에스티에스 프랑스 한국지점	114,500	
HBD 센서 전자랙	2010. 2.10	2010. 6. 8	6 2	안살도에스티에스 프랑스 한국지점	114,500	
HBD 센서	2011. 7. 8	2011. 11.30	8	안살도에스티에스 프랑스 한국지점	130,000	

(3) 사회 문화적 측면

국가의 교통사업은 산업, 경제적인 측면은 물론 사회, 문화적인 측면이 충분히 고려되어 수립 되어야한다. 경제 규모의 확충, 안전 및 예측이 불가능한 도로상황의 변화로 인한 자가운전의 감소, 문화생활 수준의 향상으로 신속하고 안전하며, 높은 서비스를 제공하는 고속열차의 이용객은 점점 증가되고 있는 상황이다. 본 과제를 수행함으로써 고속열차 운행의 가용성 증대 및 안전성을 확보하여 고속열차가 국가 운송망의 중추적인 역할을 담당하는데 일조할 것으로 기대된다.

2. 연구개발 최종 목표

가. 최종목표

고속으로 주행하는 철도차량의 안전운행을 위하여 차축에서 발생하는 온도를 검지하고, 검지된 데이터를 중앙관리센터(HBS)로 전송하고, 전송된 데이터의 저장, 관리 및 제어가 가능한 차축발열검지장치 개발에 필요한 각종 절차를 마련하는 것이다.

나. 최종목표 성격 및 설정근거

고속철도 전차선로 시스템은 그동안 기술이전 및 연구를 통하여 핵심적인 설계 요소기술을 우리 기술로 소화하여 독자적인 설계기술을 확보하였다. 그러나 고속철도기반 안전설비에 관련된 핵심적인 기술은 아직까지도 해외기술에 의존하고 있는 상황으로 안전설비의 중심인 차축발열검지장치 역시 표출된 고장 또는 오정보 등 열차에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 요인들에 대하여 해결해야 할 과제가 있다. 이에 기초하여 다음과 같은 성격의 최종 목표들을 설정하였다.

- 본 연구과제 최종 목표에 의한 결과물은 현재 국내에서 설치 운용중인 외산 제품의 국산화 및 성능 개선을 통하여 고속선의 잦은 오작동 및 고장에 따른 열차운행 지연을 해소한다.
- 고장에 따른 부품 교체와 유지보수를 위한 예산 낭비를 최소화한다.
- 열차 운행 안전을 확보하여 쾌적하고 안전한 고속철도 대중교통 서비스를 제공한다.
- 향후 해외 철도시장 진출을 위한 국가적인 기술을 확보하도록 한다.

다. 최종목표 개발기술의 혁신성 및 장점

- (1) 발열 측정의 안전성 확보를 위한 다중(Multi) 측정 구조
- (2) 발열 프로파일을 이용한 차축인식기술
- (3) 발열검지장치의 신뢰성 확보를 위한 테스트 장치(열원발생기)
- (4) 차축발열 검지장치의 자동 고장 검지기술
- (5) 측정 데이터의 보정 및 보상(기계적, 환경적 영향)기술
- (6) 기존 전자랙과의 랙 단위 교체 가능
- (7) 기존 랙 단위 유지보수를 기능보드 단위의 유지보수로 개선
- (8) 신규 온도검지모듈과의 연동기능 제공
- (9) 전면(Front) 콘솔 포트를 통한 편리한 유지보수 제공

라. 정량적 성과목표

구 분	항 목	연구 개발 목표
차축발열 검지장치 센서모듈	열차속도	최고 500Km/h
	검측픽셀(pixel)	4pixels
	측정온도	0℃~150℃
	온도의 정확도	0~70℃이하 : ±3℃이하 70℃ : ±1℃이하 70℃~90℃ : ±3℃이하

구 분	항 목	연구 개발 목표
		90℃ 이상 : ±5℃ 이하
	자동보정기능	있음
	동작 온도	-40℃~+70℃
	무게	13Kg 이내
	차축감지페달	최고 500Km/h
차축발열 검지장치 전자력	Main Clock Speed	50Mhz 이상
	System Bus Width	16 bits
	Local Storage	1Gbytes
	Sampling Rate	1Msps 이상
	전류 감지 범위	4 ~ 20mA

제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징

1. 연구개발의 정의

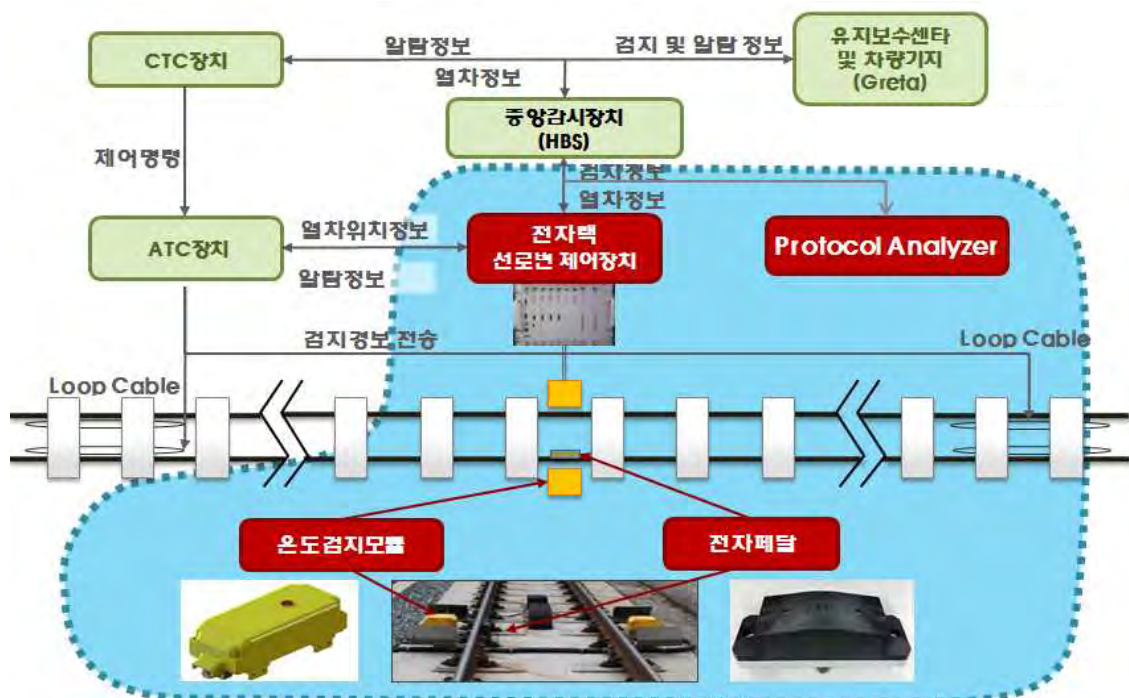
본 연구에서는 고속열차용 차축발열검지장치(이하 HBD)를 개발하는 과제로 현재 국내설치는 2000년 1월에 경부고속선 1단계구간 7개소(상/하선 포함 14조)와 2010.11월 경부고속선 2단계구간에 5개소(상/하선포함10조)를 설치하여 운용하고 있으나, 1단계구간에서 HBD의 오작동 및 고장에 따른 기관사가 고속열차 정차 후 차축온도를 실측 및 조치하는 등 열차운행 지연을 초래하고 있으며, 차축온도검지장치의 고장발생 등에 따라 국산화가 시급한 실정이다.

아울러 경부고속철도 1단계 구간에 설치된 HBD는 제품 단종으로 구매가 불가하여 제작사에서 수리하여 사용하고 있으나, HBD의 반출 수리기간이 평균 6개월 이상 소요되어 열차의 안전운행 및 유지보수에 차질을 초래하고 있으며, 제작사에서는 고장 및 수리내역과 관계없이 수리비를 일괄로 적용하여 많은 비용이 발생하고 있다.

이에 본 연구과제 최종물표에 의한 결과물은 현재 국내에서 설치 운용중인 외산제품의 국산화를 통하여 고속선의 HBD 오작동 및 고장에 따른 열차의 운행을 해소하고, 고장에 따른 부품 교체와 유지보수를 위한 예산 낭비를 최소화하고, 열차 운행 안전을 확보하여 쾌적하고 안전한 고속열차의 대중교통 서비스를 제공하여 공익을 위하여, 향후 해외 철도 시장 진출을 위한 국가적인 기술 확보를 가져 오는 등 열차의 안전운행에 크게 기여할 것으로 기대한다.

2. 연구개발 범위 및 특징

가. 연구개발 범위



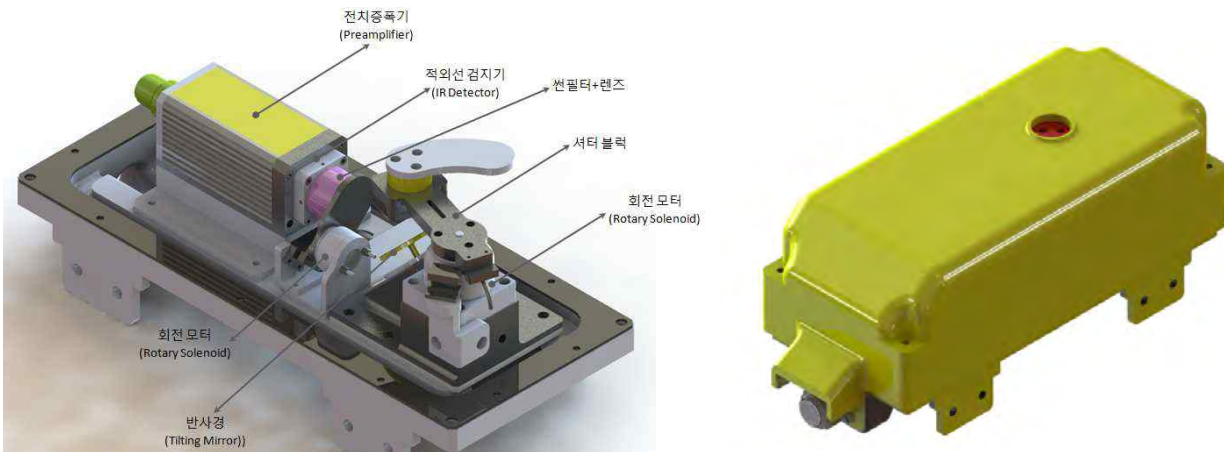
HBD 개발 범위[점선]

나. 연구개발 특징

고속열차용 차축발열검지장치 개발 과제의 주요 개발품의 특징을 알아보고자 한다. 각 제품의 특징은 사양서 및 설계서를 통해 그 내용을 더 확인할 수 있다.

(1) 온도검지모듈

차축발열검지장치 개발의 핵심 요소기술로서 외부 오염 방지기술(이물질 침투 방지), 500km/h에 온도검출을 위한 Chopping 주파수 상향 조절, 온도검지부 내장을 통한 제품 안정화 및 차축온도 다중 센싱 기능을 도입하여 제품의 신뢰도를 향상시킨다.



(2) 전자페달장치

차축검지를 위한 전자페달장치는 500km/h의 고속에서의 진동부분을 고려하고 안전성을 생각할 때 수동소자를 이용한 공진회를 구성하고, 열차가 접근되었을 때 공진회로의 임피던스가 증가함에 따라 검출이 가능한 방식으로 구현한다.



(3) 중앙감시장치(CMS(Central Monitoring System))

CMS는 위험한 차축이나 비정상적인 열 동작을 보이는 차축을 즉시 검지하기 위해서

차축온도 측정값의 모니터링 및 관리 운영을 하는 것으로 위험한 차축검지가 된 경우 HBD에 경보를 보내어 조치 할 수 있도록 신호체계를 가지고 있으며, 온도 측정값을 데이터베이스에 저장하여 사용자가 이력을 조회 할 수 있도록 한다.

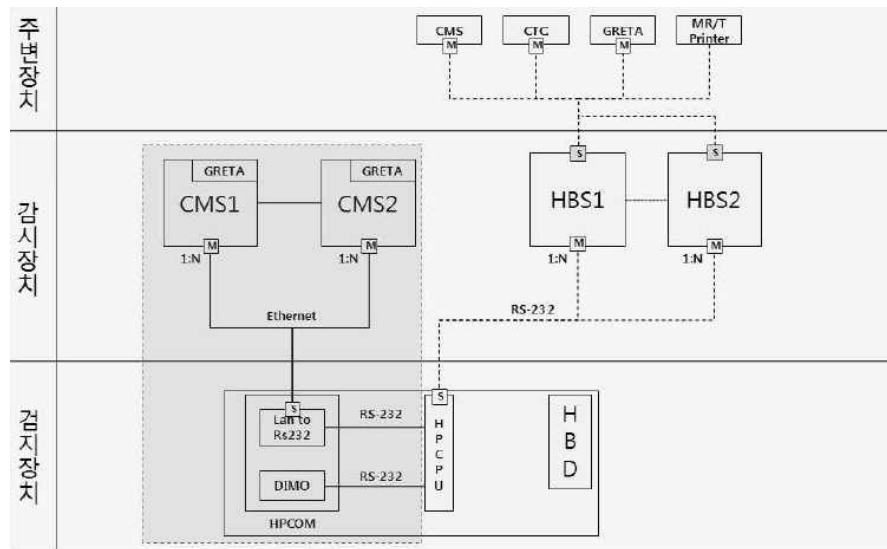


그림 4 CMS 구성도

제3절 관련분야의 국내외 기술개발 현황

1. 기술동향 분석

Micro Electronic 및 통신의 발달로 산업 전 분야에 자동화가 급속하게 진행되고 있다. 이러한 SMART 시스템은 하여 교량, 철도, 수자원 등 많은 분야에 응용되고 있다.

인프라를 효율적으로 유지보수하기 위해서는 체계적이고 과학적인 데이터 관리가 중요한데 철도선진국에서는 이를 실현하기 위하여 검측차량도 영업용 고속열차와 같은 속도로 각 분야의 설비를 동시에 검측하여 집중관리하고 있다. 프랑스와 일본에서는 궤도, 전차선, 신호, 통신 등을 고속 종합검측열차를 운영하고 있다.

300km/h 고속철도 전차선로 시스템은 그동안 기술이전 및 연구를 통하여 핵심적인 설계 요소기술을 우리 기술로 소화하여 독자적인 설계기술을 확보한 상태이며, 자동설계 프로그램과 일부 금구류, 전차선 등이 국산화 되었다.

열차의 상용속도를 시속 400km/h로 증속하기 위하여 반드시 확보해야 할 핵심기술 중의 하나는 열차가 전차선으로부터 안정적으로 양질의 전력을 공급받을 수 있는 능력인 집전성능 향상이다. 집전 성능은 열차의 팬터그래프와 전차선로의 동적 상호작용에 의하여 결정되는데 집전 성능에 미치는 영향은 팬터그래프에 비하여 전차선로가 집전성능에 미치는 영향이 크므로 열차의 상용속도를 증속하기 위하여 시속 400km/h급 전차선로를 개발할 필요가 있다.

고속철도기반 신호분야 안전설비 기술은 국외 유럽에서 도입 되었으며 일부는 국산화가 이루어지고 있으나, 핵심적인 기술을 가지고 있는 안전설비는 아직까지도 해외기술에 의존하고 있는 상황이다.

안전설비에서 표출된 고장 또는 오정보 등 열차에 직접적으로 영향을 줄 수 있는 요인들에 대하여 해결해야 할 과제가 있다. 이러한 당면 과제를 해결하기 위한 개발이 필요하다.

2. 국내 기술 및 산업동향

고속철도용 다양한 안전설비 중 분기기 히팅장치, 기상검지장치, 지장물검지장치, 터널경보장치 등은 다양한 방면으로 국산화 및 연구 과제를 통한 신제품으로 개발되었다.

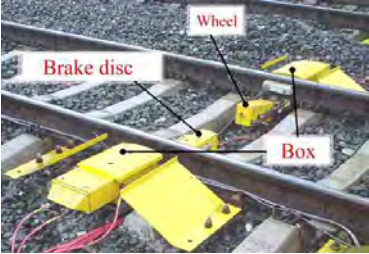
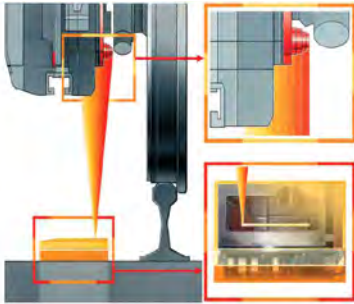
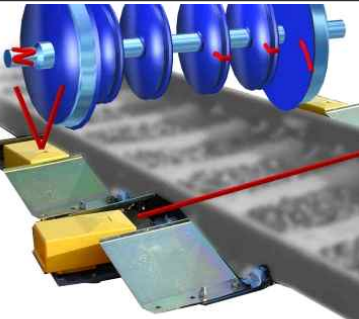
차축발열검지장치는 프랑스에서 도입한 유럽표준형 열차제어시스템으로 원제작사에서 핵심 기술을 보유하고 있으며 국내 시장의 협소 등으로 연구개발이 이루어지지 못하고 있는 상태로 전량 수입에 의존하고 있다.

최근 국내 고속철도의 수출과 관련하여 고속열차제어 핵심기술 확보 시급성이 인식되고 있는 상황이며, 고속철도기반 신호분야 안전설비 기술은 유럽에서 도입되었으며 일부는 국산화가 이루어지고 있으나, 핵심기술은 아직까지도 해외기술에 의존하고 있다.

이와 같은 기술력으로 안전설비에서 표출된 고장 또는 장애 등 고속운행 열차에 직접적으로

영향을 줄 수 있는 요인들에 대하여 해결해야 하며, 이에 HBD 시스템의 개발이 필수적으로 필요하다.

3. 국외 기술 및 산업동향

제작사	국 가	제 품 명	규 격	비 고
Ansaldo STS	이탈리아	HBD50	1Pixel IR	
ÖBB	오스트리아	TK99	2Pixel IR	
Progress Rail	미국	FUES	2Pixel IR	
SST	독일	PHOENIX MB	8Pixel IR	
VAE	오스트리아	HOA400	1Pixel /진동거울) IR	

IR :적외선(infrared ray) 감지기

SST : Signal & System Technik GmbH, VAE : Voestalpine Eisenbahnsysteme GmbH

표 1. 각 기업별 HBD의 기술적 특성

제조사	Ansaldo STS	Ansaldo STS	SST	테크노감마
제품명	HOA90S	HOA50S	PHOENIX	PEGASUS
Pixel	1	1	8	8
취부	레일	콘크리트	침목	침목
변조방식	Chopper Disk를 이용한 물리적 방식	Chopper Disk를 이용한 물리적 방식	無 Chopper	無 Chopper
측정열차속도	3~350km/h	3~360km/h	0~500km/h	0~500km/h
온도범위	0~140℃	0~140℃	0~150℃	0~150℃
교정방법	자동교정	자동교정	자동교정	자동교정
적외선반사	회전 Mirror	회전 Mirror	회전 Mirror	회전 Mirror
출력형태	Analogue	Analogue	Digital	Digital

제4절 연구개발결과가 관련 분야에서 차지하는 위치 등

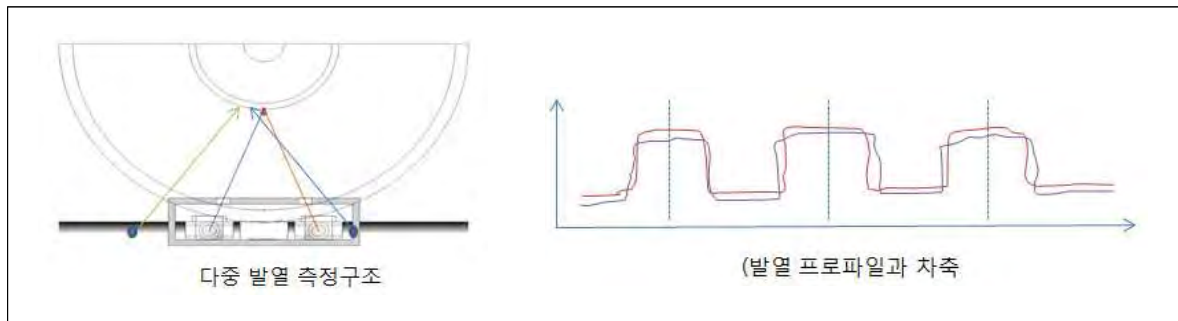
구 분	항 목	기준제품(Ansaldo HOA50S)	연구 개발 목표
차축발열 검지장치 센서모듈	열차속도	3~360Km/h	최고 500Km/h
	검측픽셀(pixel)	1 pixel	4pixels
	측정온도	0℃~140℃	0℃~150℃
	온도의 정확도	0~70℃ 이하 : ±3℃ 70℃ : ±1℃ 70℃~90℃ : ±3℃ 90℃ 이상 : ±5℃	0~70℃ 이하 : ±3℃ 이하 70℃ : ±1℃ 이하 70℃~90℃ : ±3℃ 이하 90℃ 이상 : ±5℃ 이하
	자동보정기능	있음	있음
	동작 온도	-40℃~+70℃	-40℃~+70℃
	무게	13.5kg	13Kg 이내
	차축검지페달	3~360Km/h	최고 500Km/h
차축발열 검지장치 전자랙	Main Clock Speed	8Mhz	50Mhz 이상
	System Bus Width	8 bits	16 bits
	Local Storage	없음	1Gbytes
	Sampling Rate	125Ksps	1Msps 이상
	전류 감지 범위	4 ~ 20mA	4 ~ 20mA
	AD정밀도	10 bits	12 bits

1. 연구개발의 결과의 우수성 및 차별성

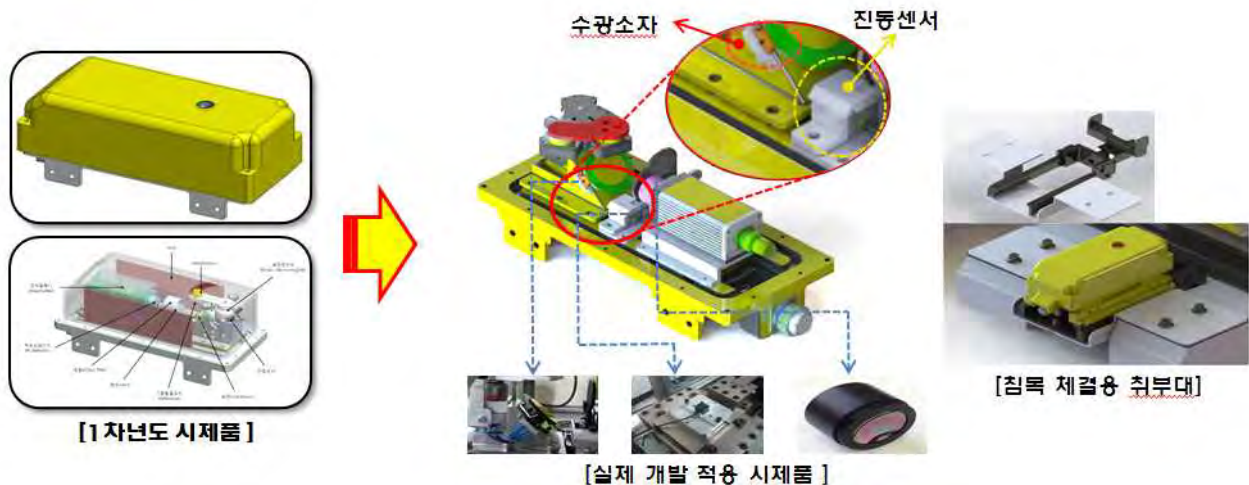
가. 온도검지모듈 시스템 성능 개선

(1) 시스템 성능 향상

- (가) 현재 적용기술은 고속철도차량 속도가 360km/h일 경우로 500km/h 속도를 만족하기 위하여 최소 2배 이상의 주파수를 상향 조절하였다.(10kHz 이상 확보)
- (나) 온도검지 신호를 전자랙에 직접 송부할 경우 Analogue Noise가 발생하는 것을 내부 CPU모듈 탑재를 통한 온도 데이터 검출로 데이터를 안정화하였다.
- (다) Ansaldo HOA50S의 경우 1pixel의 검측픽셀을 사용하고 있으나, 개발품에서는 4pixel로 선택하여 측정면적의 크기나 신뢰도면에서 더 우수한 성능의 부품을 사용한 점을 들 수 있다.



- (라) 진동가속도센서를 이용한 진동감시 및 회전모터 감시기능을 추가로 삽입하여 사전에 사고를 예방한다.
- (마) 적외선 온도전달방식을 기존 전압값에서 전류값으로 개선하여 외부 잡음특성을 감소시켰다.
- (바) 침목체결형 구조 및 진동패드 설계로 진동으로부터 시스템의 안전성 확보에 기여했다.



나. 전자랙 시스템 성능 개선

(1) 시스템 성능 향상

- (가) CPU의 클럭스피드가 기존 안살도 제품의 8Mhz에서 50Mhz로 상향 개발하여 시스템의 연산 능력이 비약적으로 향상되었다.
- (나) 전자랙 시스템 버스를 기존 8bits에서 16bits로 확장 적용하여 데이터 전송에 걸리는 시간을 단축시키는 효과를 가진다.
- (다) 페달 및 센서 인터페이스용 기능보드마다 DSP를 별도 적용하고 로컬 메모리를 확보하여 시스템의 데이터 처리 용량 및 저장 용량을 향상시켰다.
- (라) 센서 인터페이스 보드에 적용된 AD 변환 채널의 정밀도를 12 bits로 확장 적용하여 시스템 측정 정밀도를 향상시켰다.
- (마) 유지보수용 컴퓨터를 내장용으로 개발(HBCOM)
 - ① 기존 노트북 등으로 운용되던 유지보수용 컴퓨터를 전자랙 내 보드로 개발되었다.
 - ② 선로변 장치의 모니터링 시스템 장치 및 사용자 인터페이스 개선을 가져온다.
 - ③ 외함에 HBCOM 보드와 연결되는 키보드 일체형 모니터를 구성하여 유지보수 시 별도의 노트북 지참 불필요하게 되었다.(유지보수자 편의성 제고)



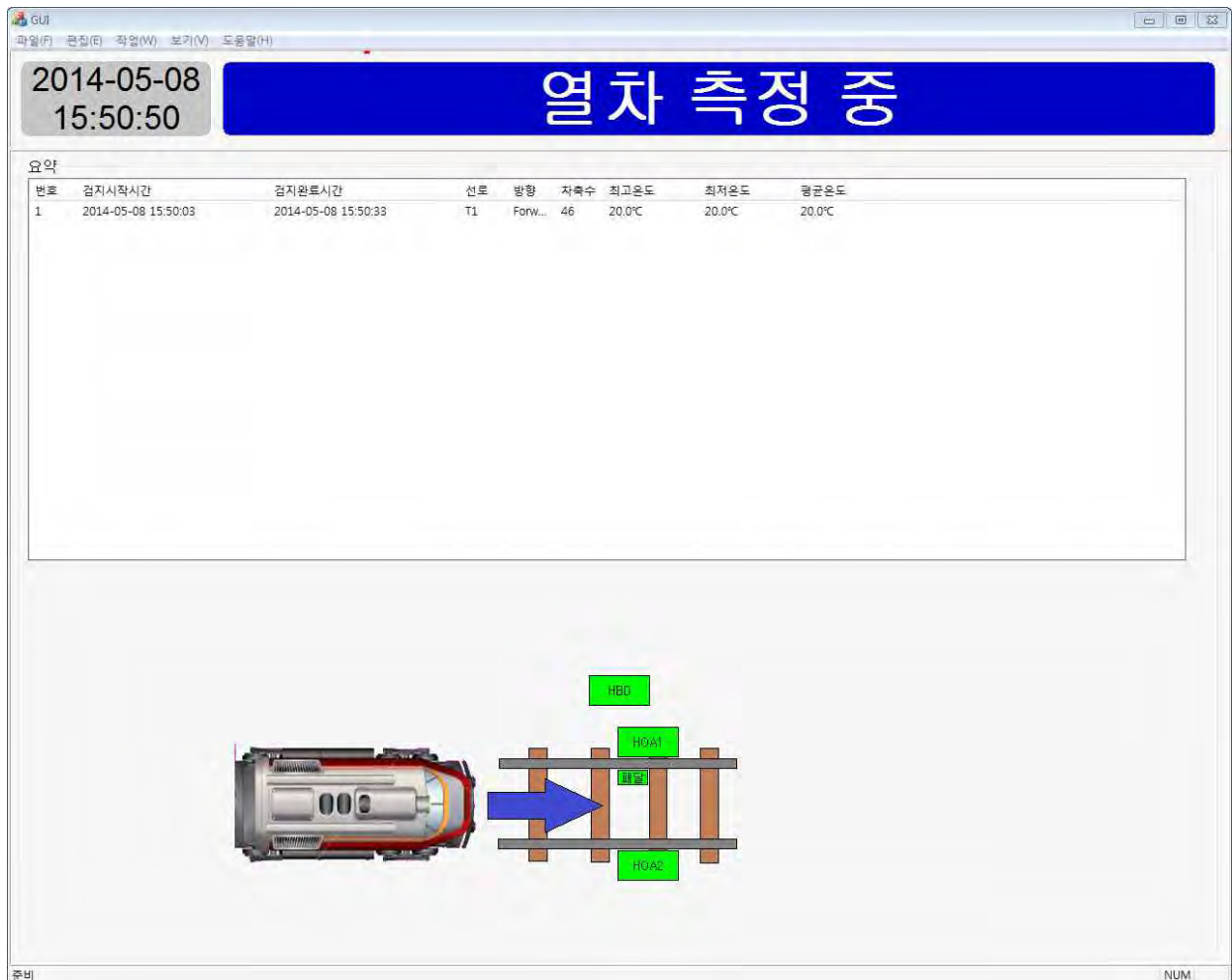
[변경 전]

[변경 후]

(2) 사용자 인터페이스(DIMO) 개선

(가) 텍스트 기반의 사용자 인터페이스를 그래픽 기반으로 업그레이드하여 개발하였다.

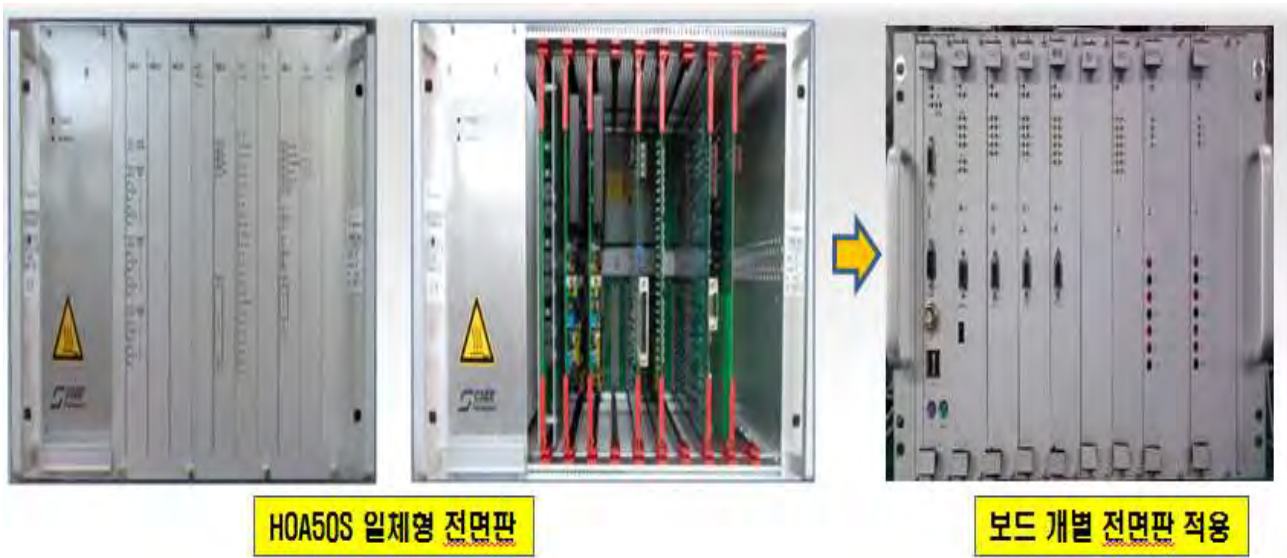
(나) 사용자의 직관적인 상황 파악 및 조치가 가능하도록 개선하였다.



(3) 전면판 구조개선

(가) 일체형 덮개로 구성된 기존 안살도 제품과 달리, 보드마다 전면판이 구분되어 있는 개별형으로 개발하여 현장에서의 유지보수 시간이 단축될 수 있도록 고안되었다.

(나) 전면판을 제거하지 않고도 전면 LED등을 통해 제품의 동작 상태를 확인 가능하게 하였다.



제2장 연구개발 수행 내용 및 결과

제1절 연구수행 전략 및 방법론

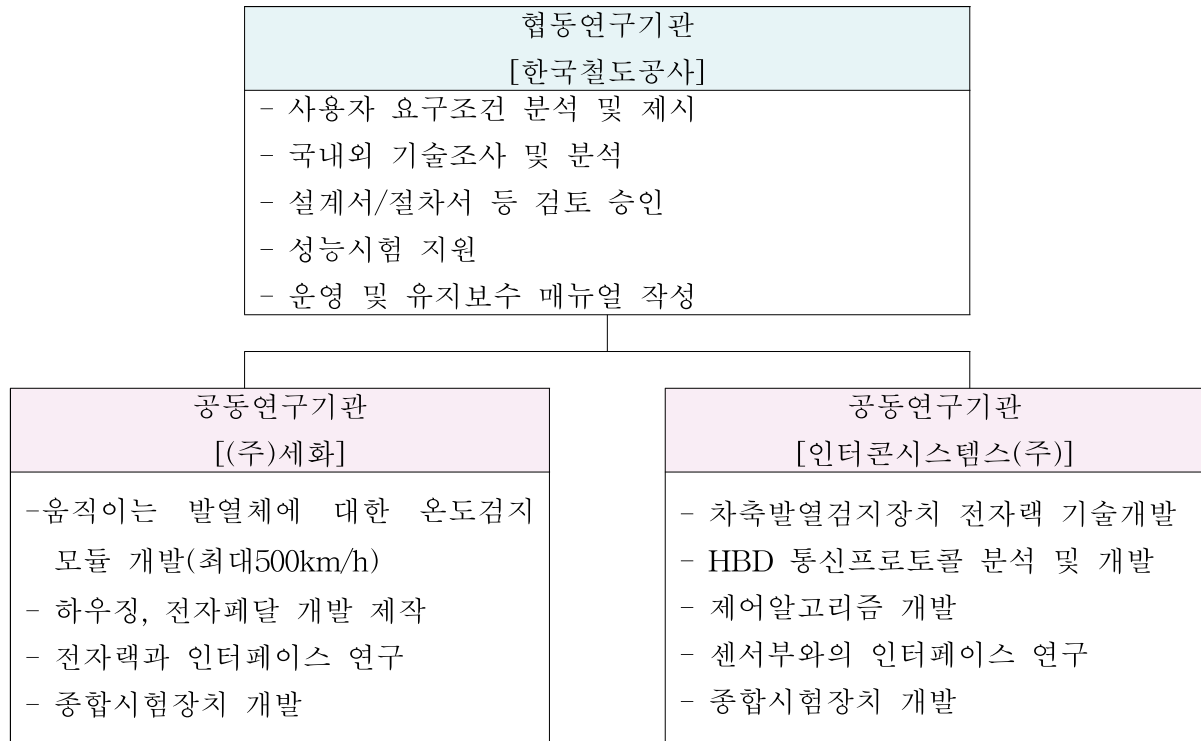
1. 연구수행 전략

가. 연구개발 추진전략

- 개발기관 및 운영기관의 기술 노하우를 융합하여 기술개발
- 기술이 축적된 기업 및 전문가 참여로 신속한 기술개발
- 학술지 및 연구발표, 시험설치를 통한 연구 결과에 대한 신뢰성 확보
- 국내외 모니터링 진단 분야 및 철도기술연구원 등 시험 협력 구축
- 해외시장 진출 전략

항 목	추진 전략
기술적 측면	○ 차축발열 온도검지 모듈 제어 관련 핵심 기술 확보 - 고속(500km/h이상) 열차 온도 센싱 제어 기술 확보 - 차축발열검지장치 시험 및 검증 기술 확보 ⇒ 핵심기술 연구/개발을 통해 세계시장에서 경쟁력 있는 제품 확보
가격적 측면	○ 기존 설치품(HOA50S) 대비 30% Cost Down - 개발완료시 수입대체 효과 약 86억원(수입품의 70% 수준) - 유지보수 비용 절감효과 연간 7.2억원
생산기술 측면	○국내 다양한 고속철도에 실용 적용함으로써 생산/설치/유지보수 기술 노하우 축적
신뢰성 측면	○국제(EN, IEC)규격 및 국내(KS)규격을 만족하는 신뢰성 확보 ○철도운행 안전 확보(RAM 활동)

나. 연구수행 추진체계



- 연차별 상세 추진체계

구 분	협동연구기관 [한국철도공사]	공동연구기관 [(주)세화]	공동연구기관 [인터콘시스템스(주)]
1차년도 '11.11. ~ '12.09.	• 사용자 요구조건 분석 • 국내외 기술조사 분석 • 설계서 검토 승인	• HBD 온도모듈기술조사 • 전자폐달 기술 분석 • HBD 프로토콜 분석 • 온도모듈 I/F 분석 • 전자랙과 I/F 연구 • 성능시험장치 설계	▪ 기존 전자랙 자료 수집 및 분석 ▪ 전자랙 기본 설계 및 상세설계 ▪ 단품 시험장치 기본 설계 ▪ 외함 기구 설계 및 상세설계
2차년도 '12.09. ~ '13.12.	• 성능시험 지원 • 보수 매뉴얼 작성 • 현장 시험 협조	• 온도검지모듈 제작 시험 • 전자폐달 제작 시험 • 성능시험장치 제작 (열원 발생기 제작) • 전자랙 I/F 시험 • 현장설치시험	▪ 전자랙 시제품 제작 및 실험실 시험 ▪ HBD 통신 프로토콜 개발 및 시험 ▪ 검지모듈 연동 프로그램 개발 및 시험 ▪ 외함 시제품 제작 및 시험 ▪ 단품시험장치 상세설계 및 제작/시험 ▪ EMI, EMC 환경시험 및 기능시험
3차년도 '13.12. ~ '14.12.	• 제품 개발내역서 검토 • 현장시험 지원 • 규격서 작성 • 종합성능시험 협력 • 보수 매뉴얼 작성	• 설치제품 개선 제작 • 현장 I/F 및 타설비 I/F 기술 확인 및 설치시험 • 종합기능시험 • 보고서 작성	▪ 차축발열검지장치 통합시험 및 설계보완 ▪ 현장적용 통합시험 ▪ 유지보수 매뉴얼 작성 및 실용화 방안 제시

2. 연구수행 방법

가. 연차별 세부 추진계획 및 방법

연차	연구내용	세부추진 계획 및 방법
1 차 년 도	■ 기술조사 분석	■ 기존 HBD S/W 취득 지원 및 기술 현황조사 ■ 시스템 현장적용 적합성 검토 및 분석
	■ 차축발열검지장치/전자폐달장치 개발	■ 기술동향 및 기존시스템 설계 사양 분석 ■ 시스템 기본설계 ■ 발열검지장치 하우징/전자폐달장치 시스템 상세설계
	■ 성능시험장치 개발	■ 시험기준설계 ■ 시험정보 수집 장치 설계 ■ 열원발생기 설계 ■ 모니터링 시스템 설계
	■ 기존 전자랙 분석	■ 전자랙 하드웨어 구조 분석 ■ S/W 인터페이스 데이터 수집 및 분석 ■ 보드별 부품 및 용량 분석 ■ 운영환경 파악
	■ 전자랙/외함 기본 사양 결정	■ 하드웨어 사양 결정 ■ 각 보드류 블록도 및 제작사양서 작성 ■ 랙/외함 기본 설계 및 전원용량 설계
	■ 전자랙/외함 상세설계	■ 세부 부품 선정 ■ 보드별 제작 사양서 작성 및 초도 회로 설계 ■ Rack 및 외함 설계도면 작성
	■ 단품시험장치 기본 설계	■ 시험장치 블록도 및 제작 사양서 작성
	■ 부품 구매	■ 전자랙 제작 용 부품 발주 및 입고
2 차 년 도	■ 차축발열검지장치/전자폐달장치 개발 및 시험	■ 발열검지장치/하우징 개발 및 실험실 시험 ■ 성능/환경시험
	■ 성능시험장치 제작	■ 시험기 제작 및 시험
	■ 전자랙 시제품 제작 및 실험실시험	■ 보드별 상세회로 설계 ■ PCB Artwork 및 제작 ■ 보드별 Assy' 및 동작시험 ■ 전자랙 종합시험
	■ HBD 통신 프로토콜 개발 및 시험	■ HBS 연동 프로그램 작성 및 시험 ■ ATC 연동 프로그램 작성 및 시험
	■ 검지모듈 연동프로그램 개발 및 시험	■ 온도검지모듈 연동 프로그램 개발 및 시험 ■ 차축검지모듈 연동 프로그램 개발 및 시험
	■ 외함 시제품 제작 및 시험	■ 외함 시제품 제작 ■ 냉난방/방우 성능 시험
	■ 단품시험장치 상세 설계	■ 상세회로 설계
	■ 단품시험장치 제작 및 실험실 시험	■ PCB Artwork 및 제작 ■ Assy' 및 동작시험 ■ 전자랙 연동 시험
3 차 년 도	■ 환경시험(온도, EMI/EMC) 및 기능시험	■ 기능시험 ■ EMS(EMI/EMC) 시험 ■ 온도 시험
	■ 통합시험절차서 작성	■ 개발품에 대한 통합시험 절차서 작성
	■ 온도검지모듈, 전자폐달 통합시험 및 설계보완	■ 통합시험을 통한 수정 보완 ■ 데이터 취득 및 분석
	■ 차축발열검지장치 통합시험/설계보완	■ 센서/HBS 연동 기능 및 인터페이스 시험
	■ HBD 통합시험 및 현장적용 성능 시험	■ 통합시험 시행 및 평가 ■ 고속철도 현장적용/HBS 시스템 종합시험
3 차 년 도	■ 유지보수 매뉴얼 작성 및 실용화 방안 제시	■ 전자랙 유지보수 매뉴얼 작성 ■ HBD 실용화 방안 제시

제2절 연구수행과정 및 내용

1. HBD 시스템 기술조사 조사 분석

가. 고장사례 분석

(1) 2004-2012년 고장사례 분석

(가) 분석목적

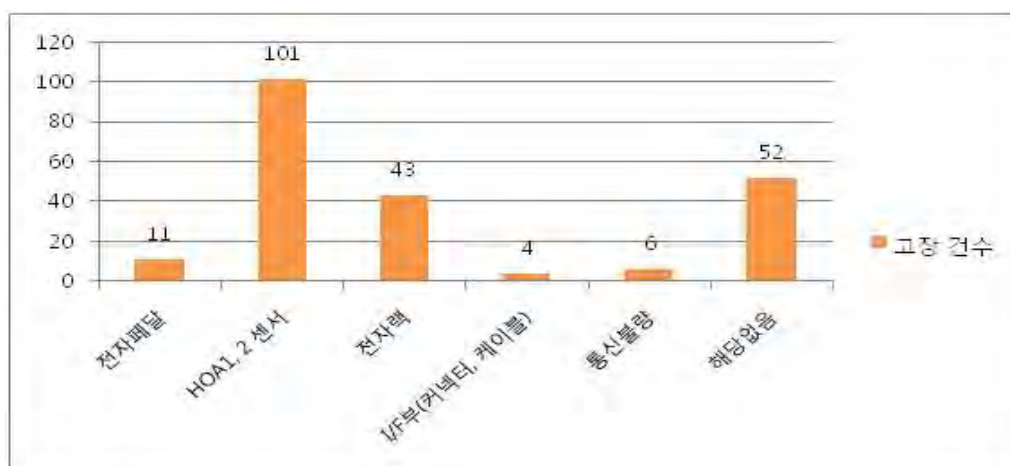
기존장치의 고장률과 운영특성, 기능 및 물리적인 구조를 분석하여 분석결과를 개발 품에 반영하여 신뢰성을 높이기 위함이다.

(나) 분석범위

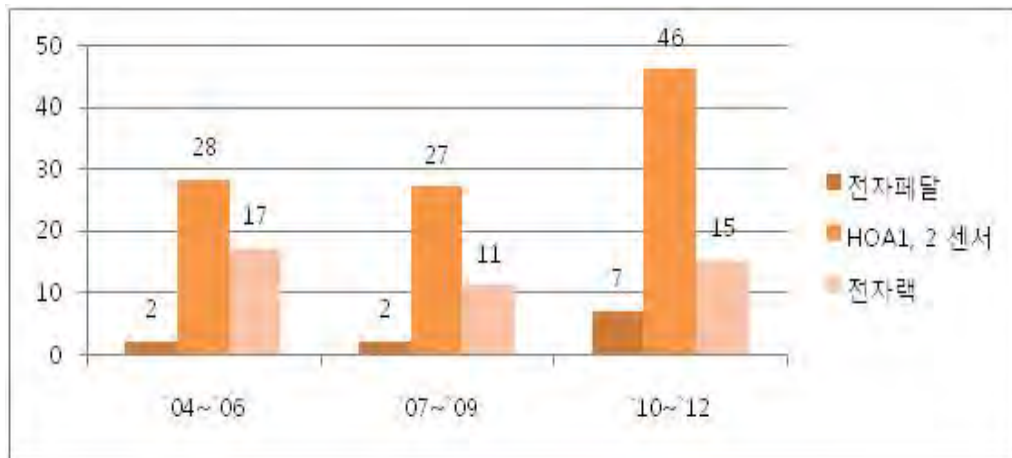
2004년 9월~12월까지 경부고속철도 1단계구간의 HBD센서 및 전자페달장치의 현장 고장기록을 기준으로 분석하였고, 고장항목으로는 전자페달, HBD센서, 전자랙, 인터페이스 및 통신 불량을 들 수 있다.



총 고장 건수는 217건으로 HBD 센서(HOA1, 2)의 고장이 101건으로 전체 고장의 46.5%를 차지한다. 전자페달은 파손으로 인한 고장이 11건으로 가장 많았으며, 3건의 커넥터 고장은 파손이 원인이었다.



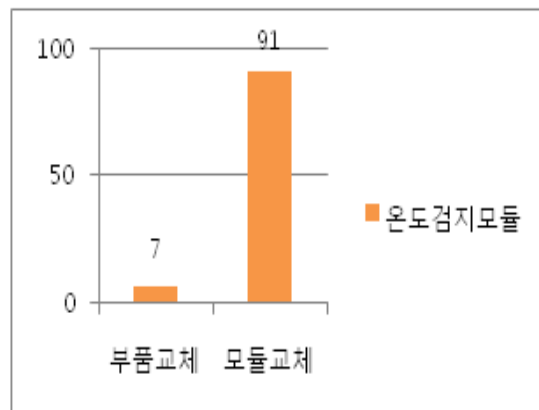
[항목별 고장 건수]



[연도별 고장 건수]



[계절별 고장 건수]



[교체 건수]

(다) 분석결과

분석결과 56건이 원인을 파악할 수 없는 내용으로 원인파악의 애로사항으로는 현장에서의 고장수집 데이터 결과를 요약하여 모아놓아 자세한 고장기록을 알 수 없고, 기록하는 사람마다 사용하는 용어가 달라 추측이 어렵다. 또한 HBD의 작동오류와 고장에 관한 기록과 HBD의 알람 기록이 섞여있다. 추후 분석 및 유지보수 활동에 도움이 될 수 있도록 용어 통일 및 작성 방법의 변화가 필요하다.

(2) HBD 측정오류 분석 및 경보 기준 검토

(가) 분석목적

2005-2012년 HBD 경보 자료를 분석하여 측정오류에 의한 경보를 확인하여 경보기준에 대한 우리나라의 운영방법에 대한 내용을 검토해보고자 함.

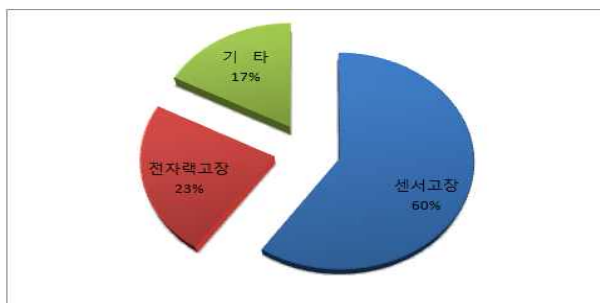
(나) 내용

2005-2012년 전체 HBD경보 275건 중 단순경보에서는 23건, 위험경보에서는 12건 합 35건으로 측정오류에 의한 경보 12.7%를 차지했다. 정상측정 대비 측정오류율은 7×10^{-6} %로 오류 수준을 감안하면 운영방법의 변경 거모가 필요하다고 사료된다. 또한 HBD가 측정한 차축의 수는 695백만 개로 측정오류로 검지된 차축의 수는 49개 었다.

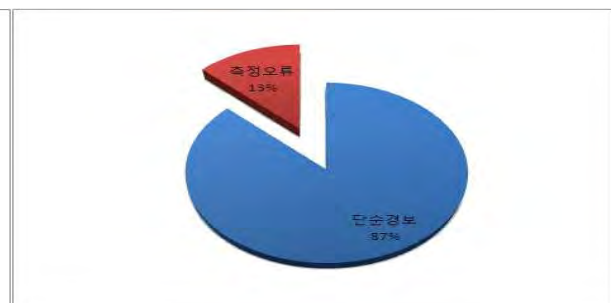
구 분	계	연 도 별							
		'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
계	275	11(6)	4(2)	36(2)	80(2)	19(3)	48(5)	69(11)	8(4)
단순경보	263(23)	8(3)	2	36(2)	78	19(3)	47(4)	67(9)	6(2)
위험경보	12(12)	3(3)	2(2)	-	2(2)	-	1(1)	2(2)	2(2)

또한 2004-2012년 장애발생현황을 분석하였는데 개통 이후 총 450건의 장애가 발생하였고, 지상설비(센서, 전자랙 등) 장애는 175건, 센서 고장은 106건으로 지상설비가 장애의 60.5%를 차지하였다, 차축온도 알람은 275건이 발생하였으며, 측정오류 장애는 35건으로 차축온도 알람의 12.7%를 차지하였다.

구 분		계	연 도 별								
			'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12
계		450	11	36	13	54	89	40	67	108	32
지상설비	소 계	175	11	25	9	18	9	21	19	39	24
	센서고장	106	5	15	3	9	6	14	12	23	19
	전자랙고장	43	6	8	4	5	-	5	3	10	2
	기 타	26	-	2	2	4	3	2	4	6	3
알람발생	소 계	275	0	11	4	36	80	19	48	69	8
	단순경보	263(23)	-	8(3)	2	36(2)	78	19(3)	47(4)	67(9)	6(2)
	위험경보	12(12)	-	3(3)	2(2)	-	2(2)	-	1(1)	2(2)	2(2)



<장애발생 현황>



<알람발생 현황>

구분 (하선)	매송 081	둔포 181	고등 221	문곡 261	영동 401	김천 461	칠곡 501	영청 681	당리 701	활천 781	원효 881	노포 921
건수	1	4	-	-	1	4	6	1	-	-	-	-
구분 (상선)	매송 082	둔포 182	고등 222	문곡 262	영동 402	김천 462	칠곡 502	영청 682	당리 702	활천 782	원효 882	노포 922
건수	1	1	1	-	5	10	-	-	-	-	-	-

(다) 결과

현재 프랑스의 경우 경부고속선 개통 당시에는 같은 기준을 사용하였으나, 차량운행 및 차축온도의 특성 등을 고려하여 경보 기준을 2010년 6월경 개정하였다. 개정하게 되면 프랑스의 70℃ 이하 단순경보는 감소할 것으로 예상되며, 그렇게 되면 전체 경보기준 약 84%로 감소한다고 볼 수 있는 사안이다. 우리나라에서도 실정에 맞는 경보 기준 수준으로 끌어올리는 것이 중요하다고 본다.

경보 기준		우리나라 기준	EPSF(프랑스철도안전국) 기준	
			고속선	기존선
단순 경보	SSC (심플알람)	70℃ ~ 90℃ 미만	70℃ ~ 105℃ 미만	52℃ ~ 90℃ 미만
	SEM (평균편차알람)	50℃ ~ 90℃ 미만	없음	50℃ ~ 90℃ 미만
	SET (온도상승임계알람)	50℃ ~ 90℃ 미만	없음	없음
위험경보		90℃ 이상	105℃ 이상	90℃ 이상

※ 최저온도를 외기온도 -5℃, 평균 차축온도 18℃로 적용 시

나. 기존시스템 KTX 차량 차축의 온도분포 분석

(1) 분석목적

KTX차량의 차축발열에 대한 온도분포 분석을 통해 대기온도에 따라 열차의 차축 발열이 어떠한 영향을 미치는지 분석하여 향후 유지보수 및 차축 발열의 분석 데이터 자료로 활용하며, 향후 차세대 철도차량의 차축발열에 관한 데이터 자료로 분석 활용도가 가능하다.

(2) 차축발열 데이터 범위

KTX차량의 KTX-1-06_B14B축과 KTX산천-II-04_B05A축의 약 1년간 데이터 자료로 KTX차량의 발열온도를 분석하며, 데이터 분석을 통해 차축온도분포를 그래프화하여 차축발열데이터 온도분포에 대한 분석을 한다.

(3) 차량 차축의 온도분포 분석

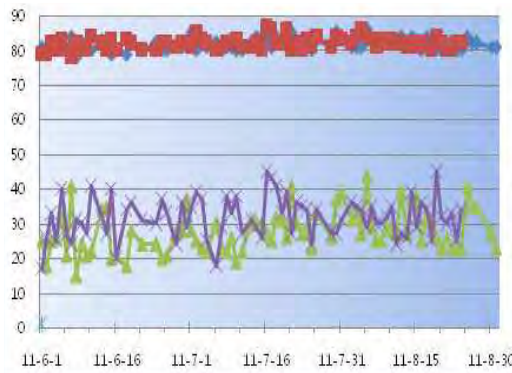


그림 27 KTX1 여름 차축온도분포

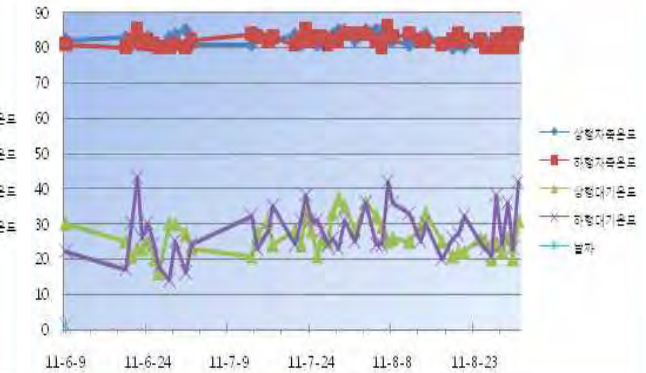


그림 28 KTX-산천 여름 차축온도분포

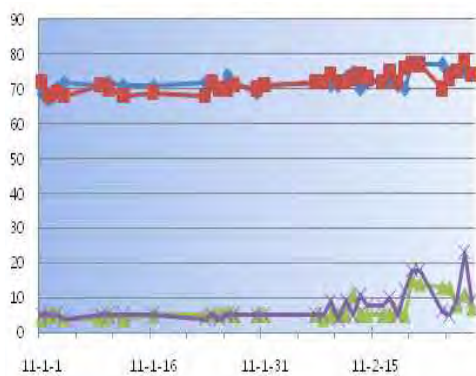


그림 29 KTX 겨울 차축온도분포

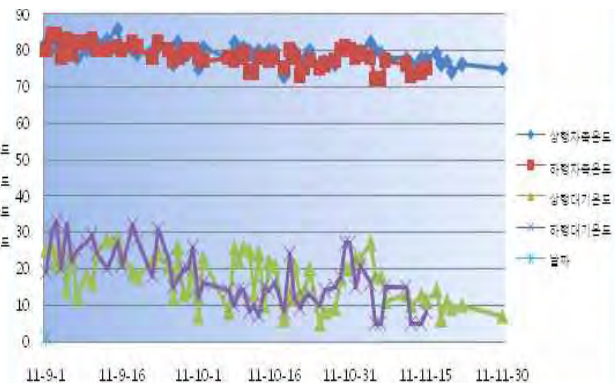


그림 30 KTX-산천 겨울 차축온도분포

(4) 차량 차축의 온도분포 분석 결과

KTX 차축발열 온도분포 분석결과 월별 및 계절별 온도분포 분석 추이를 보며, 대기 온도가 높아지는 8월의 경우 차축발열 온도분포 역시 증가하는 추이를 보이고 있으며, 겨울철의 대기온도가 가장 낮아지는 1-2월 달의 차축발열 온도분포 역시 낮아지는 분석 결과를 보이고 있다. 대기온도가 높아지는 여름철의 경우 HBD 차축발열의 DANGER ALARM의 기준치를 조정할 필요성이 있다고 판단이 되며, 향후 이러한 분석결과를 토대로 유지보수 및 장애 분석에 대한 참고 자료로 활용할 수 있다고 본다.

다. HBD 운영자 요구조건 분석 / 기술자료 1/1.6

(1) 국산화 개발을 위한 운영자 설문조사 실시

구분 유형	내 용
신호분야	- 금속형 특수 침목 설치 시 고려사항 - 현장시험기 추가사항 - 센서부 불량 유형 검토 - 유지보수 명령 추가사항 - HBD 개발 제안사항
시설분야	- 센서 취부 방법 유형 선택 - 신규로 별도 침목 설치 시 고려사항 - 건의사항
차량분야	- 차축베어링 유지보수에 적합한 HBD시스템 개발 필요성

구분 유형	내 용	주요결과
		처럼 시뮬레이션 할 수 있는 기능 구현이 필요 CTC -HBS -현장 HBD와 통신상태 및 회선시험(전자랙 각 보드별 기능 확인, 센서내 주요부분별(서터부, 미러부, 측정부, 제어부등) 고장판별 가능토록 추가)
	HBD 개발 제안사항	· 혹서기 현장 제어함 내부 온도상승으로 인한 장애발생 예방차원에서 에어컨 외에 제어함의 온도를 다운 시킬 수 있는 방안 강구 · 유지보수 및 장애 또는 고장이 없는 신뢰성이 높은 제품의 구성 · 스마트폰활용, 운용체제를 윈도우로 변경. 에어컨을 문에 설치하지 말고 측면에 설치, 전천후로 점검이 용이 하도록 OT(옥외 연동함)처럼 외부 문을 열고 들어가 점검할 수 있도록 설치 · 전자랙의 설치 위치를 선로에서 멀리 떨어진 곳의 위치로 변경 · 열차진동에 강하고 외부환경(외부온도, 먼지, 계절적인 고온, 저온, 눈, 비 등)에 충분히 대응할 수 있는 제품으로 개선 필요 · 고장 유무를 정확히 확인(표시)할 수 있는 기능 필요 · 현재 센서 교환 시 연결된 케이블의 커넥터 부분이 여름철에는 덜하지만 겨울철에는 교체하는데 시간이 많이 소요됨. · 혹서기 현장 제어함 내부 온도상승으로 인한 장애발생 예방차원에서 에어컨 외에 제어함의 온도를 다운시킬 수 있는 방안 강구 · 전자랙 각 보드류 온도특성 -40℃ ~ +90℃ 개선 · 현재 HBD검지 후 베어링 점검 시 육안상으로는 불량개소가 없어 정확한 유지보수 방안을 수립하기 어려움 · HBD 감지온도를 유지보수 정책에 입각해 SEM, SSC범위를 조절 가능하도록 조치 · HBS 서버서버(고양기지 등)에서 자료 HBD log data분석 및 발생 현황정리가 용이하도록 개선 · HBD 감지기를 지날 때 차호(편성번호) 및 열차번호를 동시에 인식할 수 있도록 시스템 구축 · HBD 발생 중 특정 설치개소에서 지속적으로 온도가 높게 나타나는 경우가 발생 할 경우 지상설비에 대한 철저한 원인분석 및 근본적인 대책이 필요 · HBD 온도 검지 결과와 KOVIS베어링 주행거리 관리 시스템 연동으로 베어링 주행거리와 베어링 발열과의 관계성 검토 필요(향후 유지보수데이터를 활용 목적) · 전자랙 큐비클에서는 해당 사이트에 센서 등을 포함한 모든 구성설비 기능 감시기능을 추가하여 별도로 DIMO가 필요 없도록 개선 · 선로변에 별도의 콘크리트 구조물을 지어 전자랙을 그 안에 위치하게 하는 등 환경조건 개선으로 유지보수 점검업무 효율화

라. 지적재산권 조사 분석 및 특허회피 조사

(1) 국내외 특허조사

(가) 특허출원 동향

- 전 세계적으로 다소 기록이 있기는 하나 꾸준한 출원을 유지하고 있었지만, 최근 들어 출원이 다소 정체된 경향을 보임.

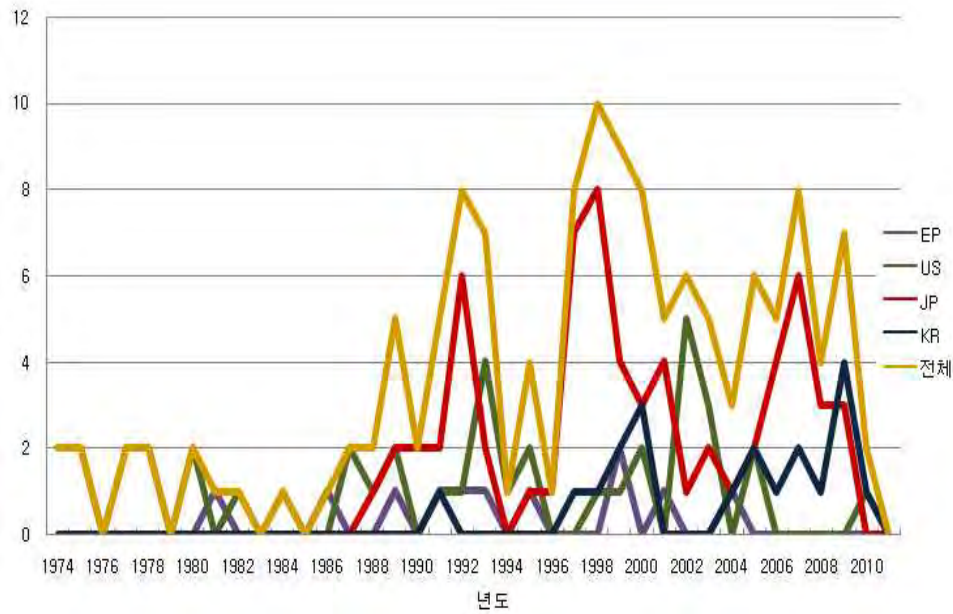


그림 5 차축발열검지시스템 연도별/국가별 동향

표 2 국가별 차축발열검지기술 특허현황

국가	특허 (출원번호)	출원일	출원인 (특허권자)	발명의 명칭
KR	1997-0043547	1997-12-30	대우중공업 주식회사 추호석	철도차량용 차축발열 검지 장치
	1999-0016476	1999-05-08	정종원	궤도차량용 차축베어링 이상상태 경보 장치 (Device for alarming abnormal status of axle bearing applied to railway vehicle)
JP	1997-292967	1997-10-24	DAIDO STEEL CO LTD	화물 열차의 차축 과열 경보 장치
	1997-318310	1997-11-19	EAST JAPAN RAILWAY CO	열차 검지 방법 및 장치
	2001-255969	2001-08-27	NIPPON SIGNAL CO LTD:THE	차축 검지자 설치 구조
	2001-301031	2001-09-28	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	열차 검지 장치
US	1991-703260	1991-05-20	Voest-Alpine Eisenbahnsysteme Gesellschaft m.b.H.	Process and system for measuring axle and bearing temperatures
	1993-039265	1993-04-16	Robert Bosch GmbH	Varying a scanning beam as a function of bearing temperature of an optical lens actuator
	1995-537321	1995-09-29	Science Applications International Corporation	Apparatus for detecting abnormally high temperature conditions in the wheels and bearings of moving railroad cars
	1995-569302	1995-12-08	Investigacion Y Asesoramiento Tecnico, S.A. Invastesa	Device for transmitting a temperature signal by mechanical means
	2002-274217	2002-10-18	General Electric Company	Remote detection of railroad wheel and bearing temperature apparatus and method
	2002-291332	2002-11-08	General Electric Company	Apparatus and method for detection of railroad wheel and bearing temperature
	2003-400589	2003-03-26	Union Pacific Railroad Company	Statistical and trend analysis of railroad bearing temperatures
	2005-030761	2005-01-07	Matzan, Eugene	System for monitoring the temperature of wheel bearings in railroad cars
	2005-253160	2005-10-18	Hesser, Peter	Train wheel bearing temperature detection
EP	86114405	1986-10-17	SIGNALTECHNIK GmbH	Method for the external measurement of the temperatures

국가	특허 (출원번호)	출원일	출원인 (특허권자)	발명의 명칭
				of the axle or axle bearing of running railway coaches, and device for carrying out the method
	91890096	1991-05-06	VOEST-ALPINE EISENBAHNSYSTEME GESELLSCHAFT M.B.H.	Method of measuring the temperatures of axles and bearings for detection of hot-boxes
	92120778	1992-12-05	SKF GmbH	Temperature monitoring device for axle-boxes
	95500163	1995-12-11	INVESTIGACION Y ASESORAMIENTO TECNICO, S.A.(INVASTESA)	Device for transmitting a temperature signal by mechanical means
	99890110	1999-03-30	Österreichische Bundesbahnen	Device for contactlessly measuring the temperature of bearings of running trackbound vehicles
	1108744	2001-04-06	Sew-Eurodrive GmbH & Co. KG	System for the measurement of torque, axial and/or lateral force and temperature of an axle or a rotatable shaft, and method of process control for such a system

표 3 기업별 차축발열검지기 기술 특허현황

순위	한국		일본		미국		유럽	
	출원인	건수	출원인	건수	특허권자	건수	특허권자	건수
1	한국철도기술 연구원	5	NIPPON SIGNAL CO LTD:THE	22	Servo Corporation of America	7	SIGNALTECHNIK GmbH	2
2	가부시끼가이샤 히다치 세이사쿠쇼	2	HITACHI LTD	6	GENERAL ELECTRIC Company	6		
3	문동석	2	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	6	Consolidated Rail Corporation	2		
4	케이티전기 주식회사	2	日本信号株式会社	4	The United States of America as represented by the Secretary of the Navy	2		
5	현대로템 주식회사	2	EAST JAPAN RAILWAY CO	4	Zhang, Ming	2		
6			KYOSAN ELECTRIC MFG CO LTD	4	Hesser, Peter	2		
7			TOSHIBA CORP	4				

(나) 특허기술 동향분석 및 회피전략

① 국내외 특허기술 동향분석

출원 건수와 출원인 수 변화의 상관관계를 통해 기술의 위치를 살펴보는 포트폴리오 기본모델에서 한국, 일본 및 유럽 특허는 발전기 단계, 미국특허는 성숙기단계에 있는 것으로 판단된다. 한국에서는 2004년 1건의 외국인에 의한 출원이 있었으며, 나머지는 모두 내국인에 의해 출원되었다.

② 선행특허 회피전략

세계적으로 차축발열검지기 기술에 대한 특허권은 많으며, KIPRIS에서 조사된 “과열축에서의 열방사를 탐지 또는 지시하는 것”에 대한 특허권은 미국 10건, 유럽 12건, 중국 13건으로 원천적인 적외선 온도계측기술에 대해서는 이미 세계적으로 많은 특허가 출원되어 있는 실정이다.

우리나라의 철도기반 시설환경에 맞게 국내 IT기술과 접목하여 특허권을 확보하도록 하며, 특허회피전략을 위한 특허정보조사분석을 통해 본 개발에서는 HBD시스템

검증 및 정적시험을 위한 종합시험장치 3건에 대해 특허등록을 마친 상태이며, 과제종료 전까지 온도감지모듈 취부대 및 전자폐달장치에 대한 특허출원 예정이다.

마. 국외출장을 통한 HBD 최신기술 조사 분석

(1) 출장목적 (출장지 독일 SST社, 이탈리아 머맥社, 폴란드 VIGO社)

해외 철도선진국에서 설치 및 운용중인 HBD의 원천제작기술과 최신기술 동향을 분석 하도록 한다.

(가) 독일 SST社 HBD 센서 제작기술 및 유지보수 시스템 운영체계 확인

(나) 폴란드 VIGO社 적외선센서 제작기술 및 HBD센서 적용가능성 기술협의

IR Detector의 설계/제조기술을 갖고 있어 국내공급이 가능함을 확인하였고, 원하는 사양대로 추가 제작도 가능하다는 의견을 얻는다.

(다) 기타

국외 HBD시스템 상세기술 분석의 기회를 가질 수 있으며, 국외 제품의 열차진동 으로부터 제품의 신뢰성을 높일 수 있도록 특수침목구조로 설계된 특화된 기술 가지고 있는 선진외국철도의 경우 운행 중인 차량의 바퀴의 마모상태 및 열차하중을 상시 확인할 수 있는 체계를 갖추고 있다.

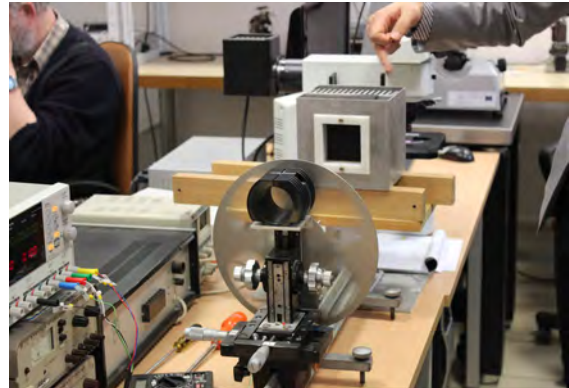


그림 33 PHOENIX MB 시험설치 견학(SST) 그림 34 IR sensor광학부 시험과정(Vigo)

(2) 출장결과

고속철도 개통당시 국내에 도입된 HBD시스템과의 구조 및 운용방식에 있어 현격한 차이가 있었으며, 국외에 있는 제품이 국내제품보다 유지보수성, 안전성, 신뢰성, 효율성면에서 월등이 앞서 있는 것으로 판단되었으며 국외제품의 열차진동으로부터 제품의 신뢰성을 높일 수 있도록 특수침목구조로 설계된 특화된 기술을 국산화 개발에 접목할 필요가 있다고 사료된다. 또한 선진 외국철도의 경우 운행 중인 차량의 상태를 상시 감시할 수 있도록 고속선, 일반선 등 주요선구에 열차가 움직이는 상황에서 바퀴의 마모상태 및 열차하중을 상시 확인할 수 있는 체계를 갖추고 있어 추후 국내에서도 고속차량의 안전운행을 위한 추가 안전설비 개발 전략을 마련하도록 해야 할 것이다.

바. 독자적인 온도해석기법 연구

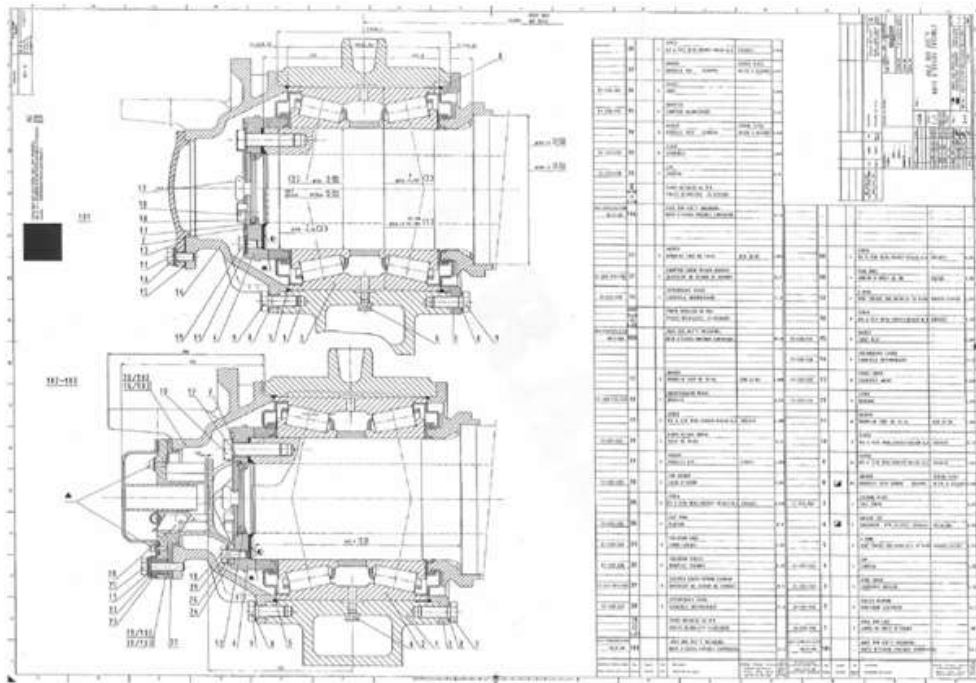
(1) 목적

고속열차의 차축베어링부 열전달해석을 통해 열차주행시의 열전달 흐름을 확인하고 이를 개발품에 적용하여 그 내용에 대해 신뢰성을 확보하기 위함이다. 그러나 축 베어링의 베어링 온도는 베어링의 형식, 회전수, 틈새, 윤활방식 및 열방산의 조건에 따라 변화한다는 점, 현차측정 시 각종 제약이 발생하는 점, 현차주행 시 전동체의 온도를 측정하는 것이 어렵다는 점, 이에 대해 사례가 없었다는 점에서 본 해석에 대한 기준을 마련하는 의의가 크다고 본다.

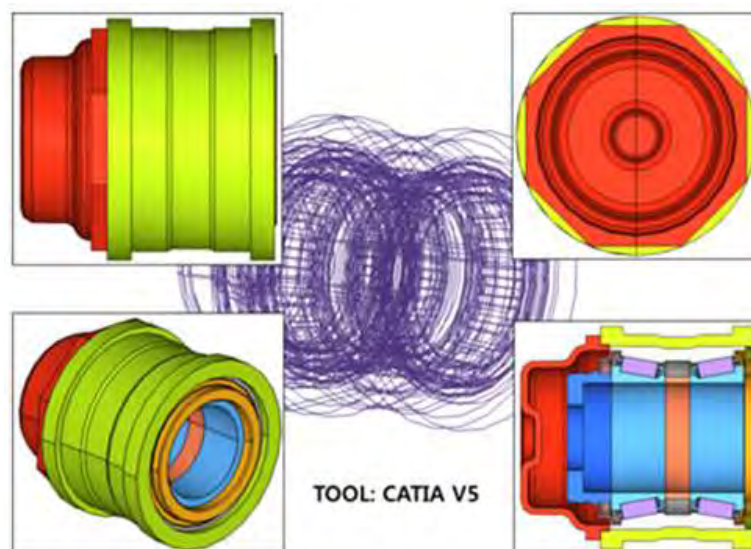
(2) 연구방법

(가) 차축베어링 2D 도면 및 3D 모델링

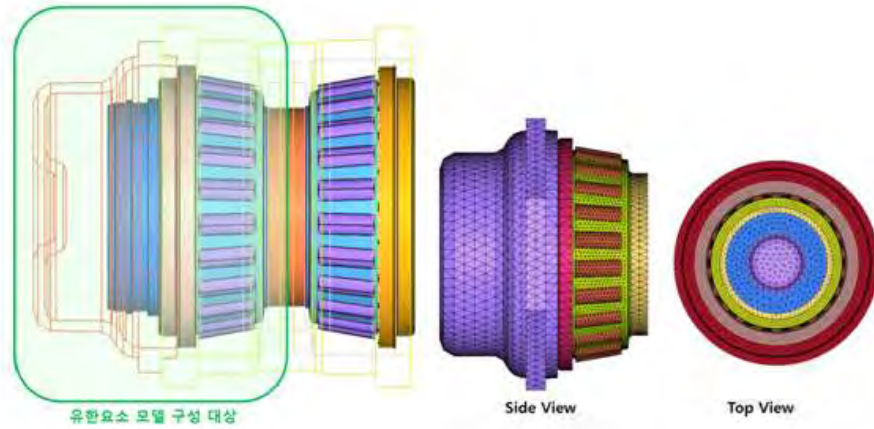
① 차축베어링 2D 도면



② 차축베어링 3D 모델링



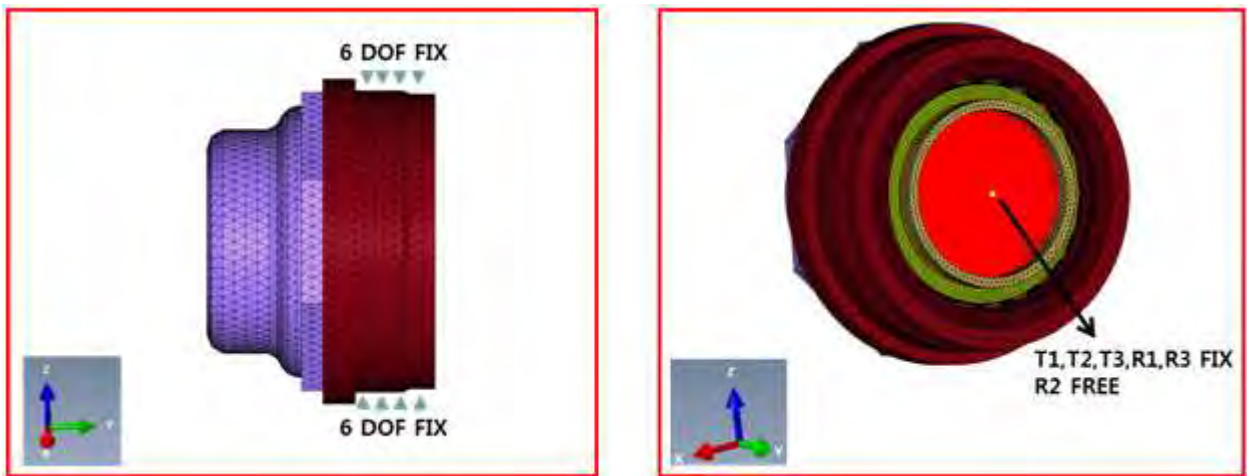
③ 유한요소모델링



(나) 재료물성 파악

베어링부의 부품 및 도료에 대한 내용을 파악하여 재료물성이 열 해석에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였다.

(다) 경계조건 파악



(3) 해석결과

현재 고속철도에서는 약30km 마다 차축발열감지장치를 설치하여, 운행 중인 열차의 차축 베어링 온도를 측정하고 베어링의 온도가 70℃ 이상이면 경고, 90℃ 이상이면 열차를 정지시켜 사고를 사전에 방지하고 있다. 현재 HBD의 위치는 주행하는 열차의 차축 베어링의 하단에서 열을 감지하는 구조이다. 이 구조는 위에서 전술한 해석에서의 열 유동에 비추어 볼 때 타당하다고 할 수 있다. 가장 높은 온도를 나타내는 베어링과 내륜 및 외륜의 접촉면이 넓고 그에 비례하는 양의 열이 발생하여 수직한 방향으로 나아가기 때문에 가장 많은 열을 감지할 수 있는 위치는 차축베어링의 End Cap 부근 즉, Side는 될 수 없다. 따라서 현재 하단에서 감지하는 구조는 타당하다고 할 수 있다. 더하여 이 해석은 추후 차축베어링부의 선행 설계나 최적화 설계에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

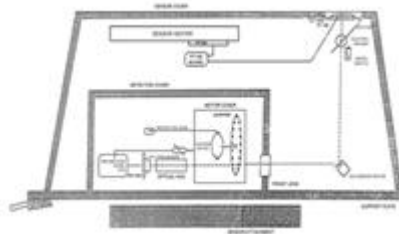
사. HBD 시스템 조사, 분석 및 현장시험

(1) 온도검지모듈 및 전자페달장치 설치 현황

(가) 고속철도 1,2단계 시스템 현황

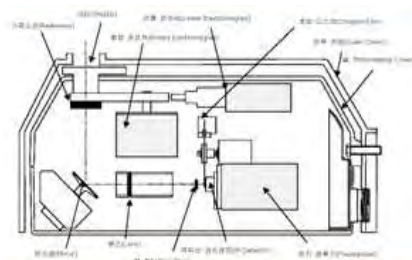
① 고속선 1단계 : HOA 90S Sensor

크기 약550mm*200*190, 무게 약23kg, 유지보수의 어려움이 있다.



② 고속선 2단계 : HOA 50S Sensor

크기 90S의 약 3/5크기, 무게 약14kg, 유지보수가 용이하다.



③ 고속선 1,2단계 공통 : 전자페달장치 D50

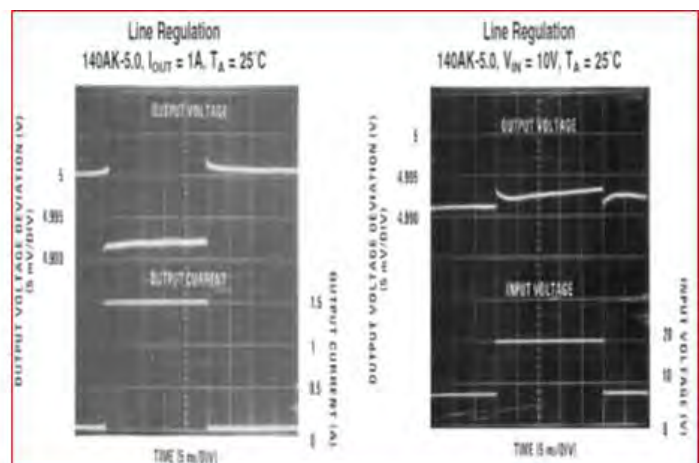
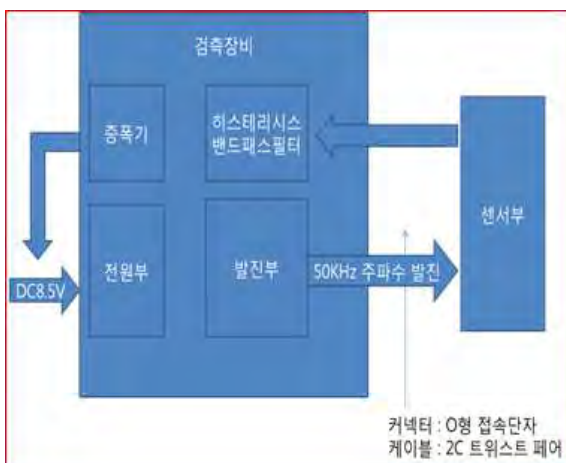
Ansaldo STS전자페달(D50, BJ50)에 대해 기구적, 전기적인 인터페이스 분석을 실시하였고, 이를 기반으로 한 전자페달 기술사양서 작성하였다.



전자페달 D50-차축검지



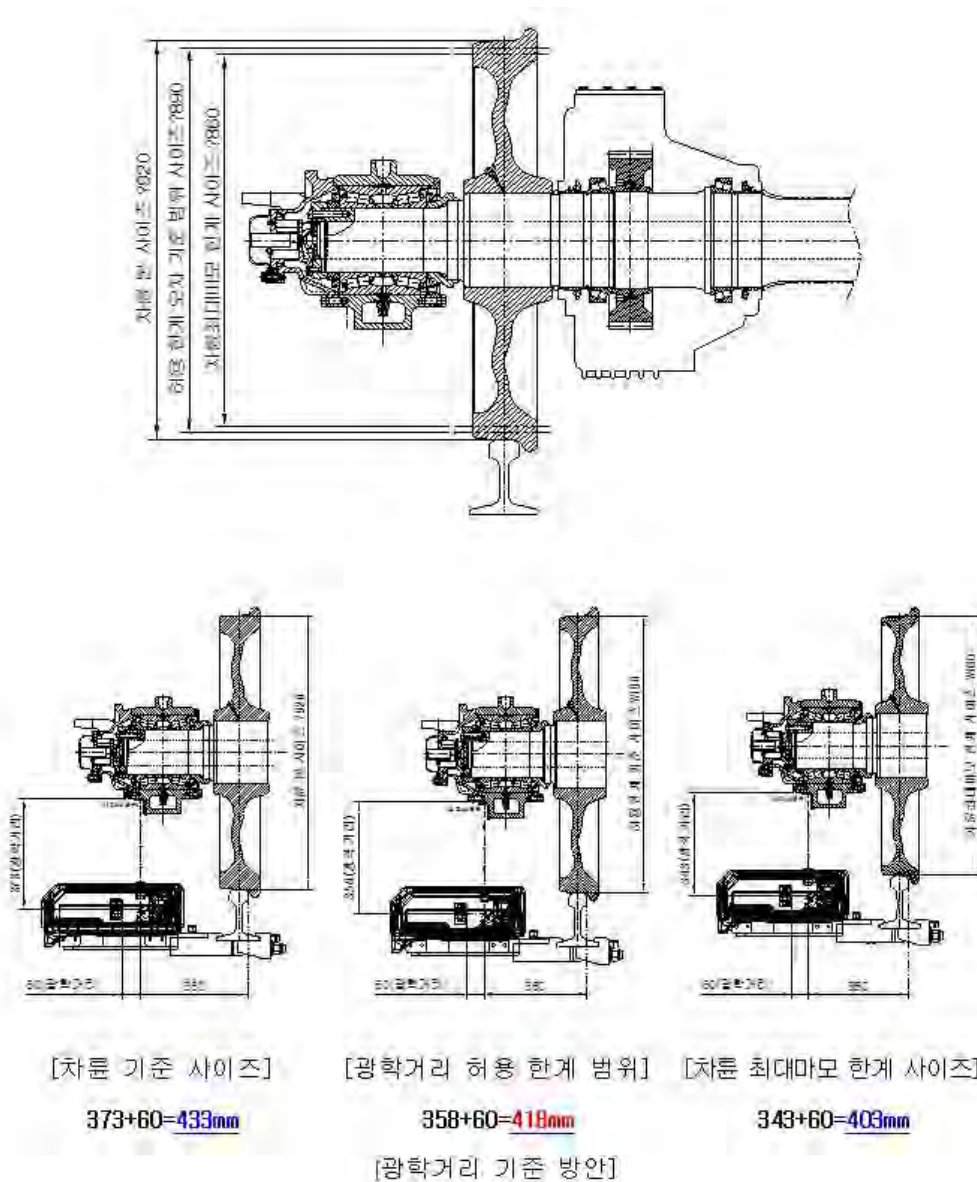
선로변 접속함-주파수발진



- ④ KTX 고양 차량기지에서 차축관련 검지 포인트 실측 측정하여 도면을 통한 광학 거리 기준에 대한 기준을 제시하였다.



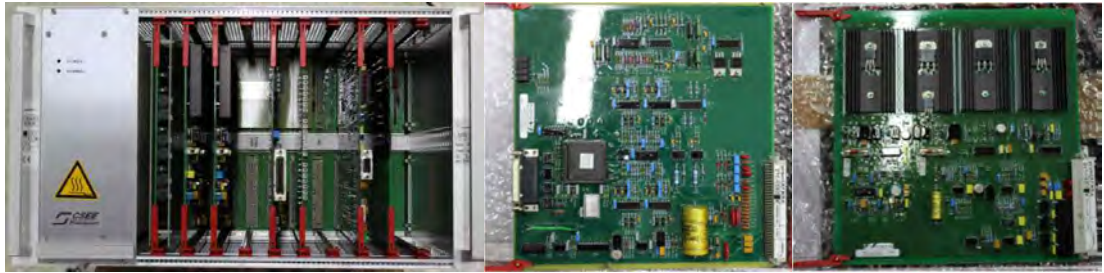
[고양 철도차량 정비단 방문 실차 차축 검토]



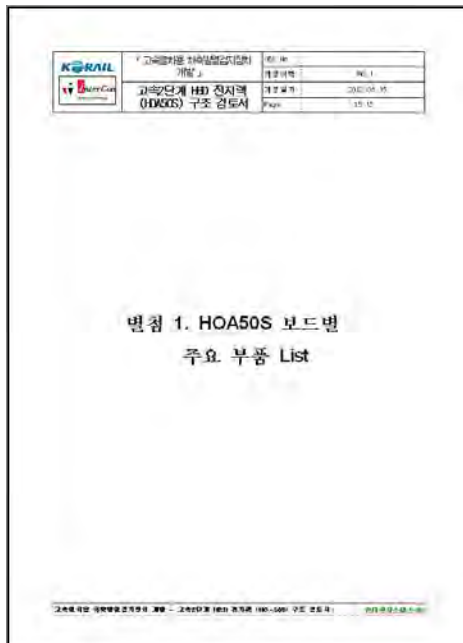
(2) 전자랙 기술조사, 분석 및 현장시험

(가) 1,2 단계 전자랙 하드웨어 현장 방문 조사 및 구조 검토

광명역 1단계 HBD-HBS 시스템 현장조사를 위해 광명역 기계실을 방문하여 HBS 시스템 구성 및 운용현장 견학을 통해 광명역에서 보유하고 있는 예비품을 통한 1단계 전자랙(HOA90S) 구조 검토를 하였다. 오송전기사무소에서 보유한 1단계 HBD(전자랙)에 대한 교육설비 견학을 하였고, 1단계 장비에 대한 현장 운용부서 의견 및 개발 시 개선요구 사항을 청취하였다. 신경주 전기사무소에서 보유하고 있는 2단계 전자랙(HOA50S)과 보드의 상세 사진 촬영을 통해 추후 설계 등에 반영코자 하였다.



① 전자랙 구조 파악 및 보드별 부품 List 작성



(3) 전자랙 하드웨어 검토서 및 구성 방안 검토서 작성

(가) 기존 1,2 단계 전자랙 현장 조사 결과 및 문서 자료들에 대한 검토를 바탕으로 하드웨어 구조 검토서를 작성하였다.

- 연구실적 : 고속2단계 HBD 전자랙 구조 검토서

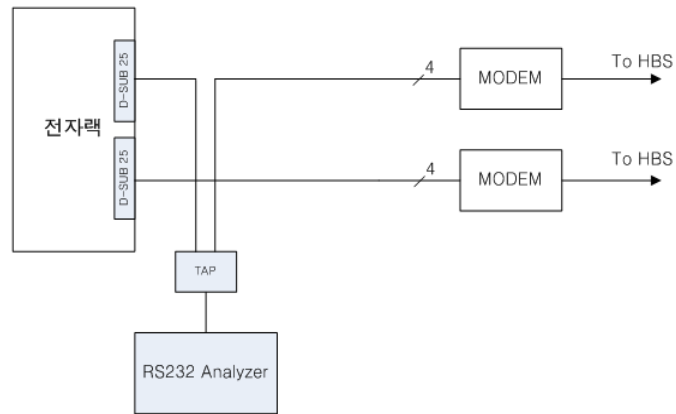


그림 6 HBD-HBS 통신프로토콜 데이터 획득 작업 구성도

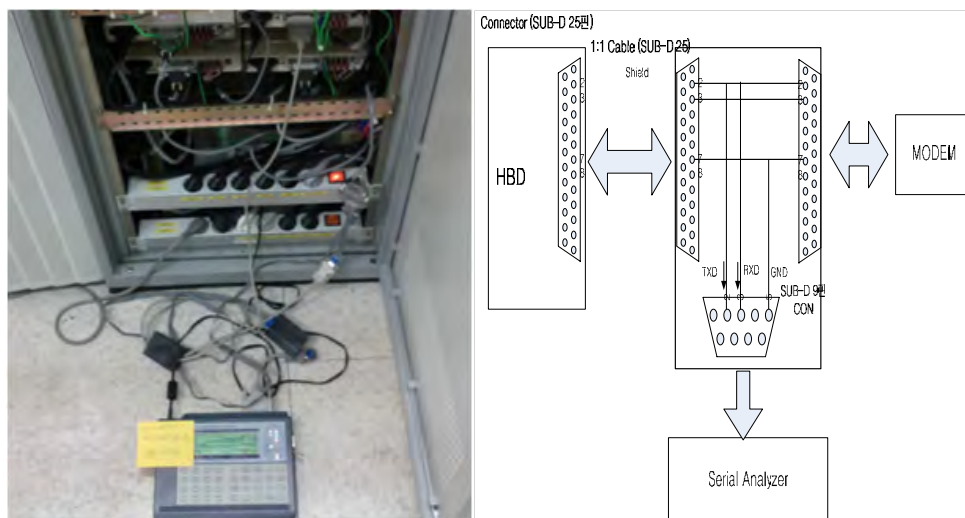


그림 7 통신데이터 획득 모습

		「고속철도차량차량정보시스템」 개발		HBS No. : 개발이력 : HBS.3	
		HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서		개발일자 : 2012.05.17 Page : 1/27	

「고속철도차량차량정보시스템」 개발
HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서

		일	지	소속(기관/부서)	성명	서명
연구 기안	작성	2012.05.17		고속철도차량차량정보시스템 개발팀	김준식	
	검토	2012.05.17		고속철도차량차량정보시스템 개발팀	김준식	
	검토	2012.05.17		고속철도차량차량정보시스템 개발팀	박성재	
확인 기안	검토					
	확인					

고속철도차량차량정보시스템 개발 - HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서
 고속철도차량차량정보시스템

2. HBD 시작품 제작

가. 온도검지모듈 설계 및 제작

(1) 차축발열검지장치 온도검지모듈

(가) 적외선을 이용한 차축온도 측정 기술 분석

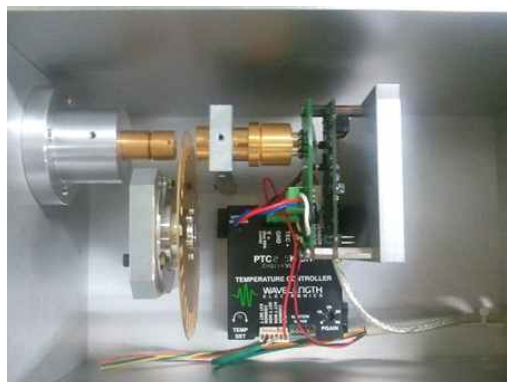
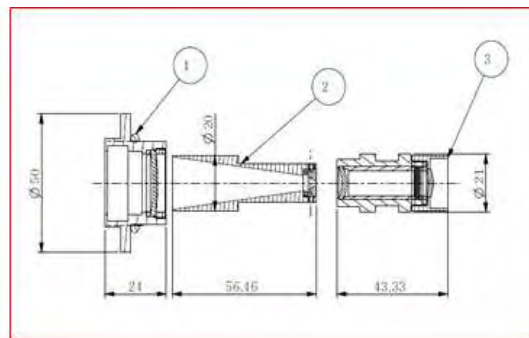
적외선 센서로 온도를 측정하기 위한 기본적인 적외선 특성 및 적외선의 전기적 신호로의 변환 및 열에너지의 전기적 신호로의 변환을 이해하기 위한 물리 법칙을 적외선센서기술과 연결해 분석하였다.

표 4 PC센서와 PV센서의 비교

항 목	광도전형 (PC)	광기전력형(PV)
적외선 센서 방법	저항의 변화	전류의 변화
신호대잡음비(SNR)	비교적 낮음	높음
바이어스 구현	복잡	비교적 단순
감응도	비교적 낮음	높음
강도	비교적 강함	약함
ESD 내성	비교적 강함	취약함

(나) 기존품 분석을 통한 1Pixel적외선 온도검지 광학계 초기버전 설계 및 제작

국내 고속선에 적용되어 있는 HBD를 분석하여 1Pixel적외선센서와 초퍼디스크, 광학계, Pre-Amp등을 이용한 초기버전의 온도검지 모듈을 제작하여 보았다. 그러나 이 방식은 국내에 도입되기 이전부터 사용되던 방식으로 현재의 기술과는 맞지 않음을 확인하였다.



(다) IR센서 4Pixel을 통한 검증 실시

① 4pixel 선정 이유

Multi Pixel의 검지기는 측정대상의 측정면적의 크기나 신뢰도면에서 1pixel 검지기보다 우수하나, 구입이 어렵고 검지기의 개발비용이 소요되어 이미 상용화된 4pixel의 검지기를 선정하게 되었다.

② 시험 및 결과

- 4pixel 적외선 검지기를 적용한 온도모듈
- 적외선 검지기 성능검증시험(기준온도에 대한 출력시험)
- 모듈 구성 세부 부품 선정 및 제작
- 무초퍼형 전기증폭기 회로 설계



(라) 적외선 온도검지모듈 사양

최신의 기술을 활용한 4 pixel의 적외선 센서를 바탕으로 개발하고자 하는 적외선 온도검지모듈의 사양서를 작성하였다. 상세한 스펙은 아래 표와 같다.

detector	Hg0, 7Cd0, 3Te, photoconductive
wavelength range	3 - 5 μm
number of elements	4 + 1 reference
element size	440 μm x 150 μm
element pitch	500 μm
active array length	1940 μm
detectivity D*peak	> 1*10 ¹⁰ cmHz/W
bias current per element	2 mA
cooler	n-stage thermoelectric (n=4)
power consumption	< 15 W max, < 5 W typical
temperature measurement range	adjustable, for example 0 - 180°C
ambient temperature operating	-40 - +70° C

(마) 적외선 온도검지모듈 합체 사양

무게	12.5kg
외부치수	450(L) * 210(W) * 190(H) (TBD)
사용전원	220V AC
소비전력	400W-(TBD)
설치시 주변환경온도조건	-40℃ ~ +80℃
외함베이스 및 케이스	복잡하지 않고 조립이 간편하여야 한다.
제품 비교 성능	기존 H90S, H50S와 동등하거나 그 이상 강도
적용규격	KS R 9191, KS R 9186

(바) 적외선 온도검지모듈 설계

① 온도검지모듈 성능

측정열차 속도는 0~500km/h까지 검지해야하며, 차축 간 최소거리는 1.5m 이상이어야한다. 시야각은 수직으로 적용하되, 적외선 파형길이는 3~5 μ m, 검지장치 반응속도는 100 μ s내에 동작되어야 한다.

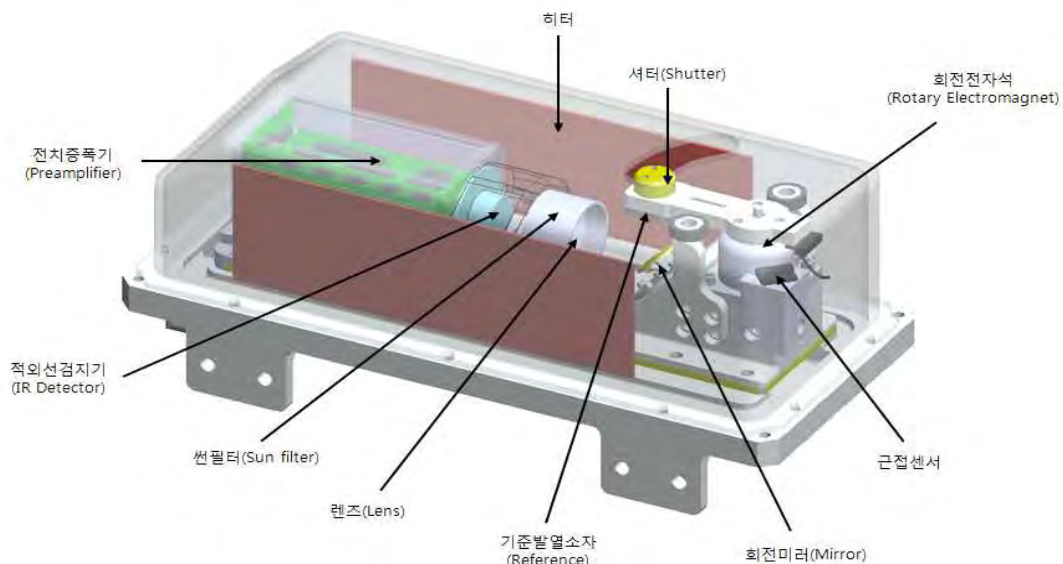


그림 8 온도검지모듈 구성도

② 온도검지모듈 동작원리

차축에서 들어오는 적외선은 회전거울에 의해 반사되고 렌즈를 통과하여 적외선 검지기에 초점이 맞추어지고 썬 필터를 통과하며 태양광이 제거되고 전압의 형태로 검지기에 의해 변환되며 전치증폭기에 의해 증폭되어 전자락으로 전송된다.

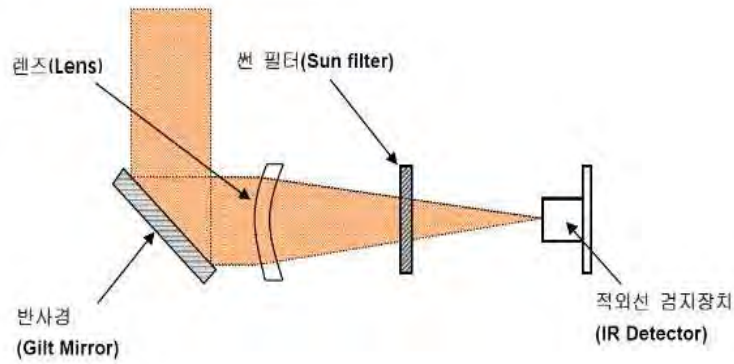
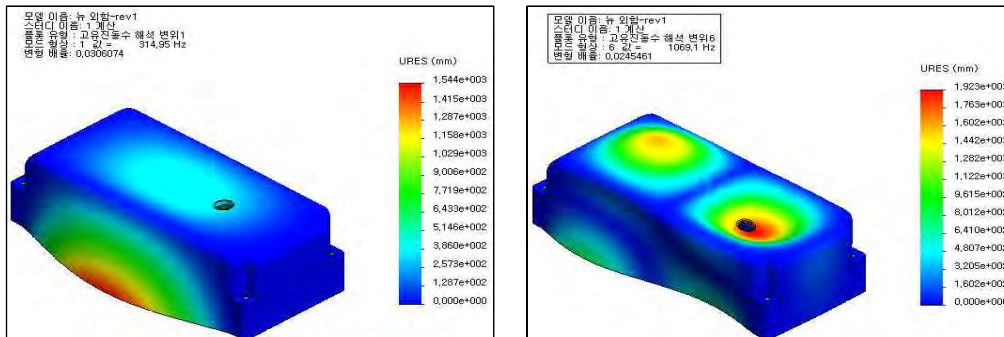


그림 9 온도검지모듈 동작원리

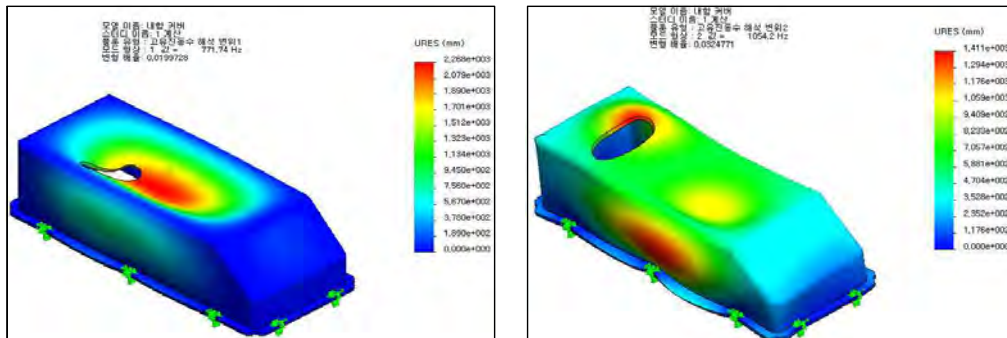
(사) 적외선 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 설계

철도환경에서 발생하는 온도검지모듈 내외함 커버의 진동을 해석하여 방진환경에 대응할 수 있는 합체를 가볍고 견고하게 분석하여 설계에 반영하도록 하였다.

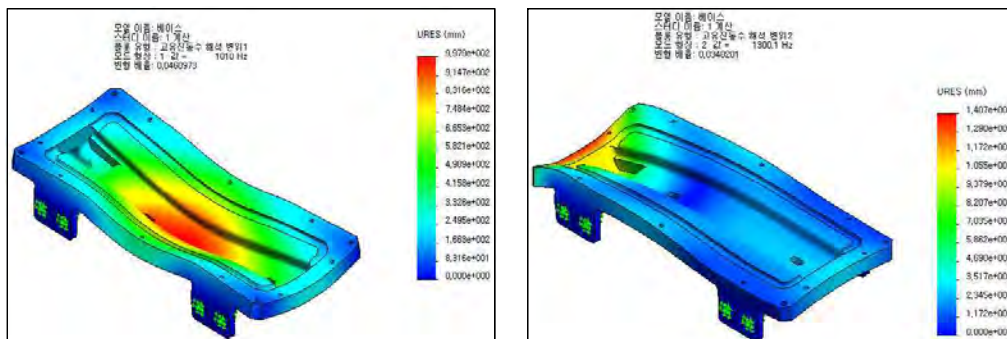
① 외함커버 진동 해석



② 내함커버 진동 해석



③ 베이스 진동 해석



④ 외함커버 진동 해석

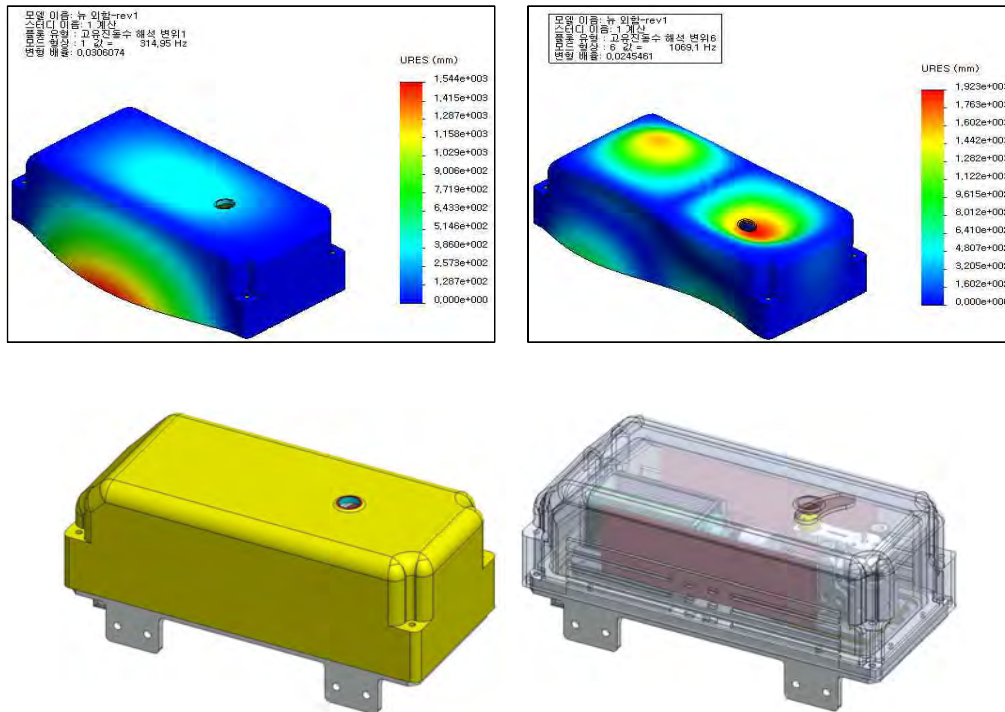


그림 10 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 설계

(아) 적외선 온도검지모듈 시험품 목형 및 금형 제작

① 광학부 커버



② 내함 커버



③ 외함커버(금형)



④ 베이스



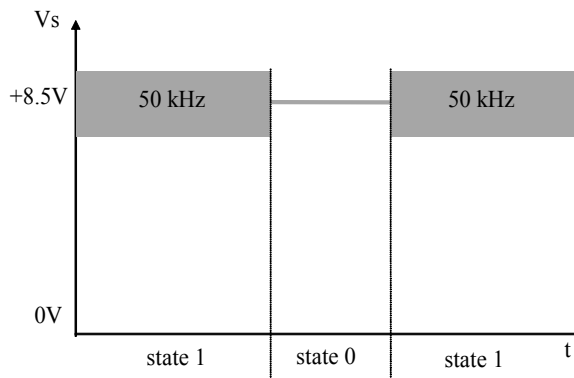
⑤ 미러모터 케이스



나. 전자페달 장치 설계 및 제작

(1) 기존제품 분석

전자페달장치는 아래그림과 같이 레일에 설치되는 차륜검지센서D50과 접속함BJ50으로 구성되며, 전자페달은 정적모드에서 운영하는 장치로 열차와 신호 센서 사이에 기계적 접촉이 없이 레일에 시스템을 구성하여 매우 빠른 열차 주행 속도인 경우에도 전자기장을 통해 통과하는 바퀴를 검지할 수 있다. 검지장치는 일반적으로 50KHZ 주파수에 동조되는 공진회로를 구성하며, 차륜 통과에 민감한 픽업헤드를 구성한 뒤 임계 증폭기와 연결된다.



state 1	전자페달 위를 통과하는 차륜 없음. 전자랙에서 50KHz 검지함.
state 0	전자페달 위를 차륜이 지나감. 전자랙은 50KHz 검지하지 못함.

그림 11 전자랙의 출력신호

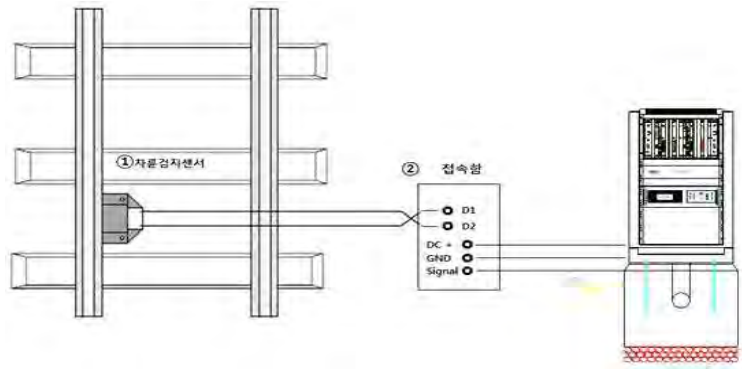


그림 12 전자페달장치 시스템 구성도[D50과 BJ50]

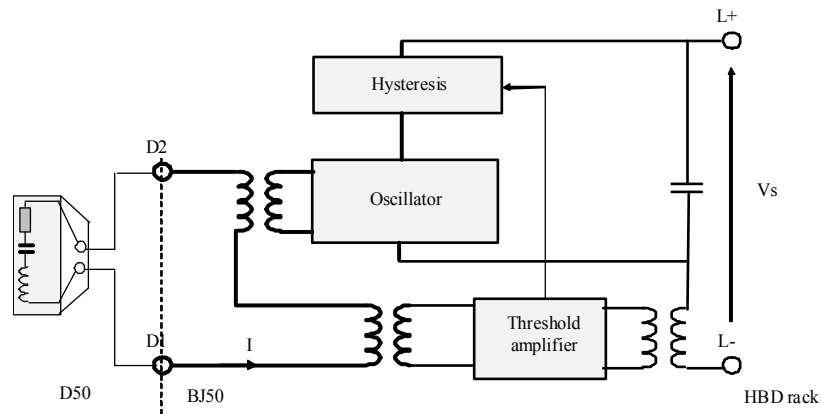


그림 13 D50 검지장치 구성도

표 5 기존품과 개발품간의 특성 비교

검토사항	공급업체		개발품
	TIEFENBACH	FRAUSCHER	
검지기 모델	2N59-1R-400RE-40	RSR180	
신호검지 카드	AMPLIFIER (Analog Detect ->Digital Out)	IMC (Analog Detect ->Digital Out)	AMPLIFIER (Analog Detect->Digital Out)
검지 속도	250Km/h, 350Km/h, 450Km/h (선택)	330Km/h	500Km/h
Wheel 지원	국내모델 지원	국내모델 지원	국내모델 지원
검지기 방식	Inductive	Inductive	Inductive
Drop off 기능	지원	지원	
검지기 고정방식	레일 천공, 클램프방식 (벨기에 검토 중)	클램프방식	
검지기 신호	Analog Signal (37.5KHz ~42.5KHz)	Analog Signal (디지털 신호와 유사)	Analog Signal (디지털 신호와 유사)

검토사항	공급업체		개발품
	TIEFENBACH	FRAUSCHER	
검지기 결선	Signal Line	Signal Line, Power Line	Signal Line
검지기 내부구성	수동소자로 구성	전자회로 내장	전자회로 내장
상위 인터페이스	전용 Controller 모듈 있음 RS485 (카드만 공급 시 불필요)	ACS2000시스템에 모듈 있음 모뎀 통신(구현 시 모뎀 필요)	
개발자료 제공	AMPLIFIER에 대한 인터페이스 사양 제공	-	
엔지니어링 지원	실비지원 별도의 엔지니어링 비용 없음	-	
개발자료 제공	AMPLIFIER에 대한 인터페이스 사양 제공	-	

(2) 전자페달장치 사양

구 분	사 양
측정열차 속도	0 ~ 500Km/h
차축 간 최소거리	1.5m 이상
발진 주파수	70 ± 5 KHz의 구형파 발진
레일과 차륜검지센서 간의 거리	45mm
차륜검지센서의 반응거리	30 ~ 35mm

(3) 전자페달장치 설계

고속열차용 차축발열검지장치 개발 과제 전자페달 기본 설계서를 바탕으로 전자페달 장치의 시스템 구성, 기능, 외부 인터페이스 및 각 모듈의 기능을 정의해보고자 한다.

전자페달장치는 검출코일에서 발생하는 고주파 자계 내에 차륜이 접근하면 전자유도 현상에 의해 근접 물체표면에 유도전류가 흘러 차륜 내에 에너지 손실이 발생하게 된다. 이 유도전류에 의해 에너지 손실이 발생하게 되면 검출코일에서 발생하는 발진 위상의 변화를 이용하여 차륜의 유·무를 판별하도록 한다.

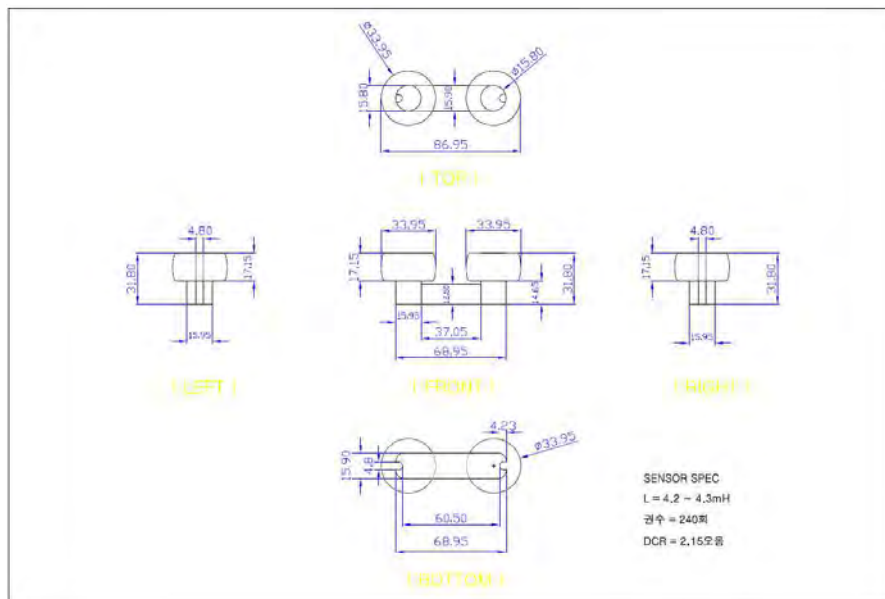


그림 14 전자페달장치 외형도 설계

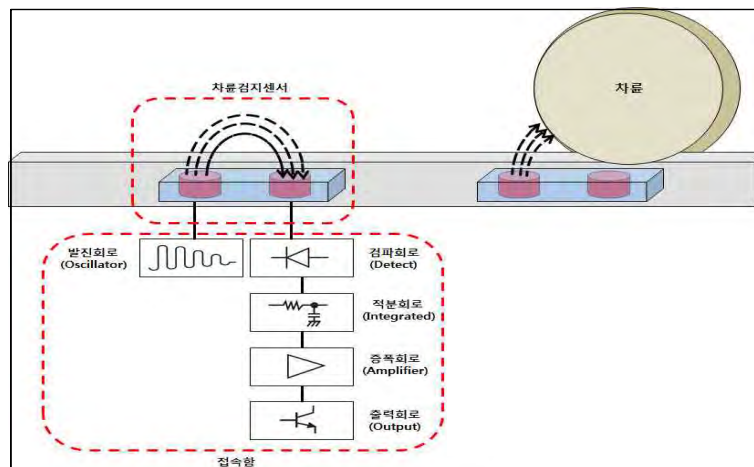


그림 15 전자페달장치 구성도

(4) 전자페달장치 제작

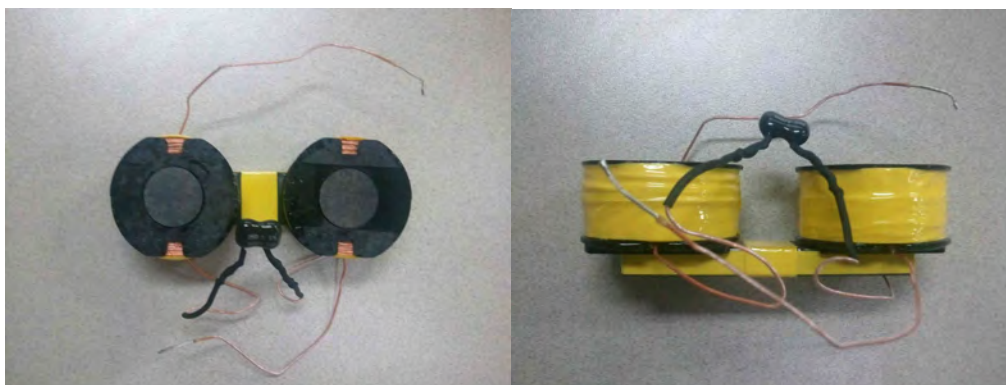


그림 16 전자페달 센서



그림 17 전자페달 보드 제작

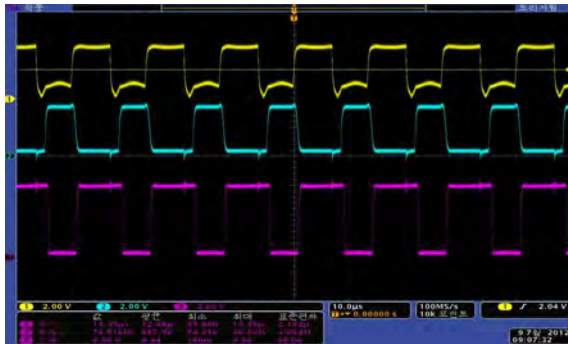


그림 18 전자페달 함체 제작

(가) 출력 파형확인 및 분석

열차속도 500km/h 일대 차륜1개가 센서를 통과하는 주기는 $200\mu\text{s}$ 이므로 열차가 통과하는 동안 15개의 파형이 없어지므로 전자랙은 이때의 출력 신호를 검지하여 신호를 처리해야한다.

- 검지 파형(CH1 - 기준발진, CH2 - 비교발진, CH3 - 비교기 출력)

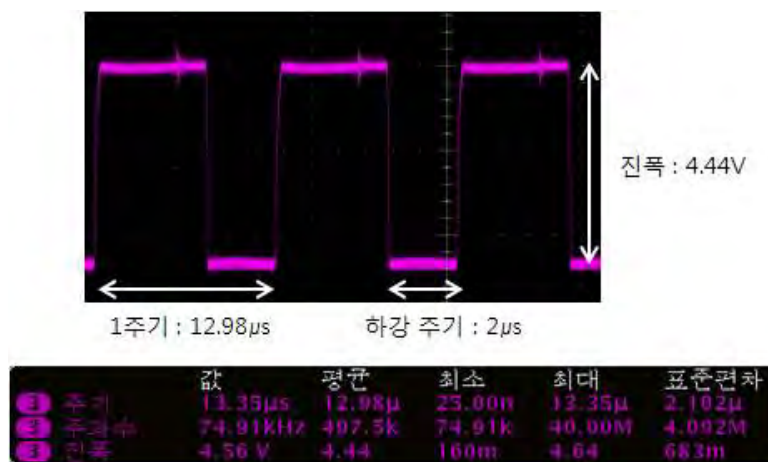


[차륜 무검지시 파형]



[차륜 검지시 파형]

(나) 검지 파형 분석



다. 전자랙/외함 설계 및 제작

(1) 전자랙 기본 설계 및 기구 도면 작성

(가) 전자랙/외함 시스템 구조 설계

현장방문 및 기술 자료를 통한 기존시스템의 내용을 기반으로 시스템을 분석하였고,

이를 바탕으로 개발품 성능 향상을 위한 사양 결정을 하였다.

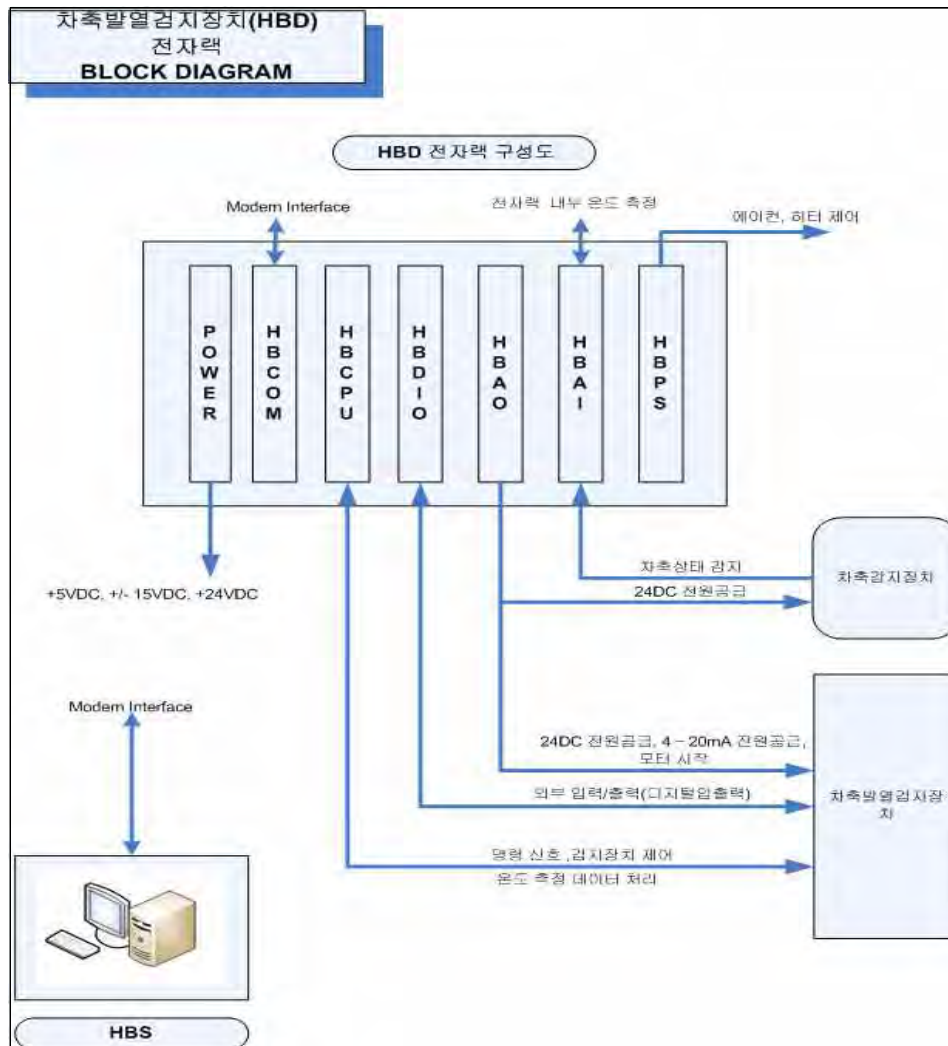


그림 19 HOA50S용 전자랙 구성도

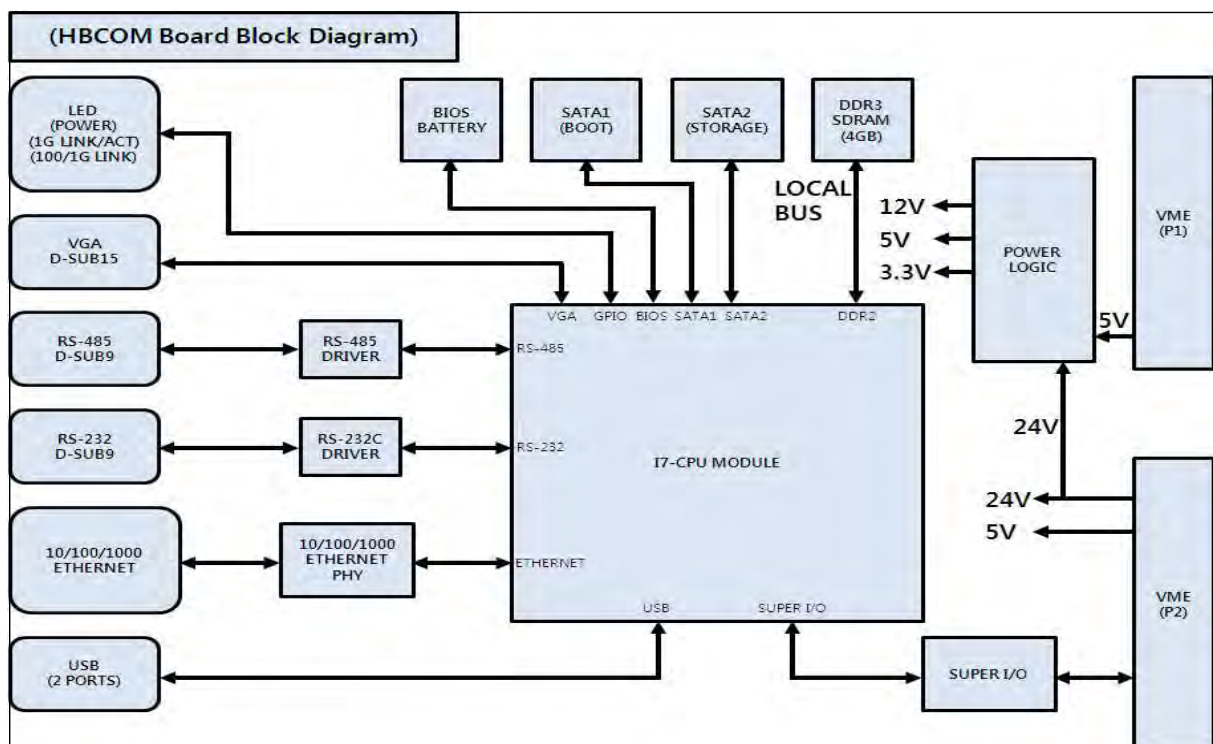
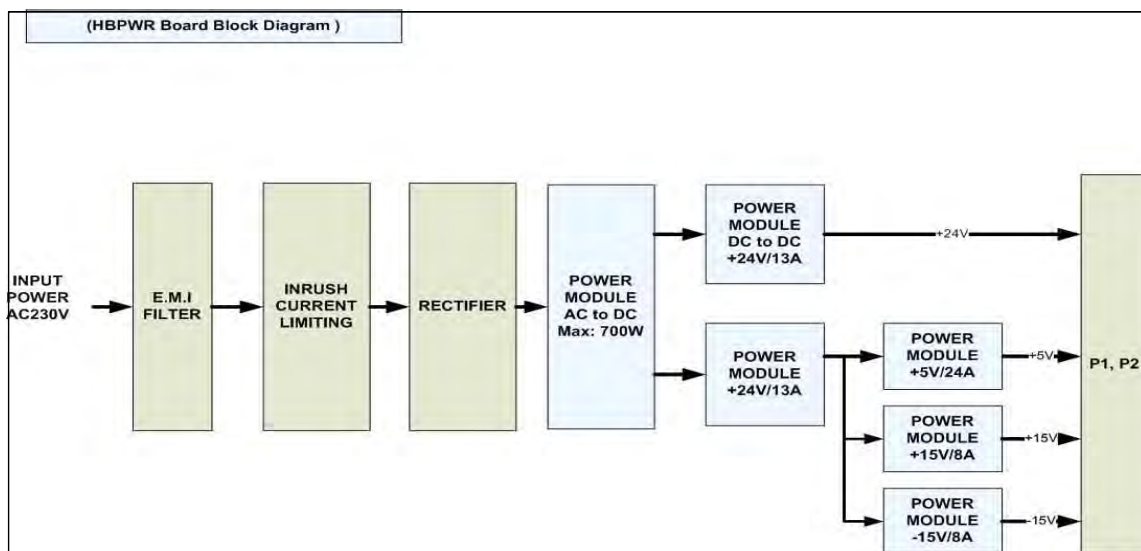
(나) 전자랙 보드별 기능 정의 및 블록 설계

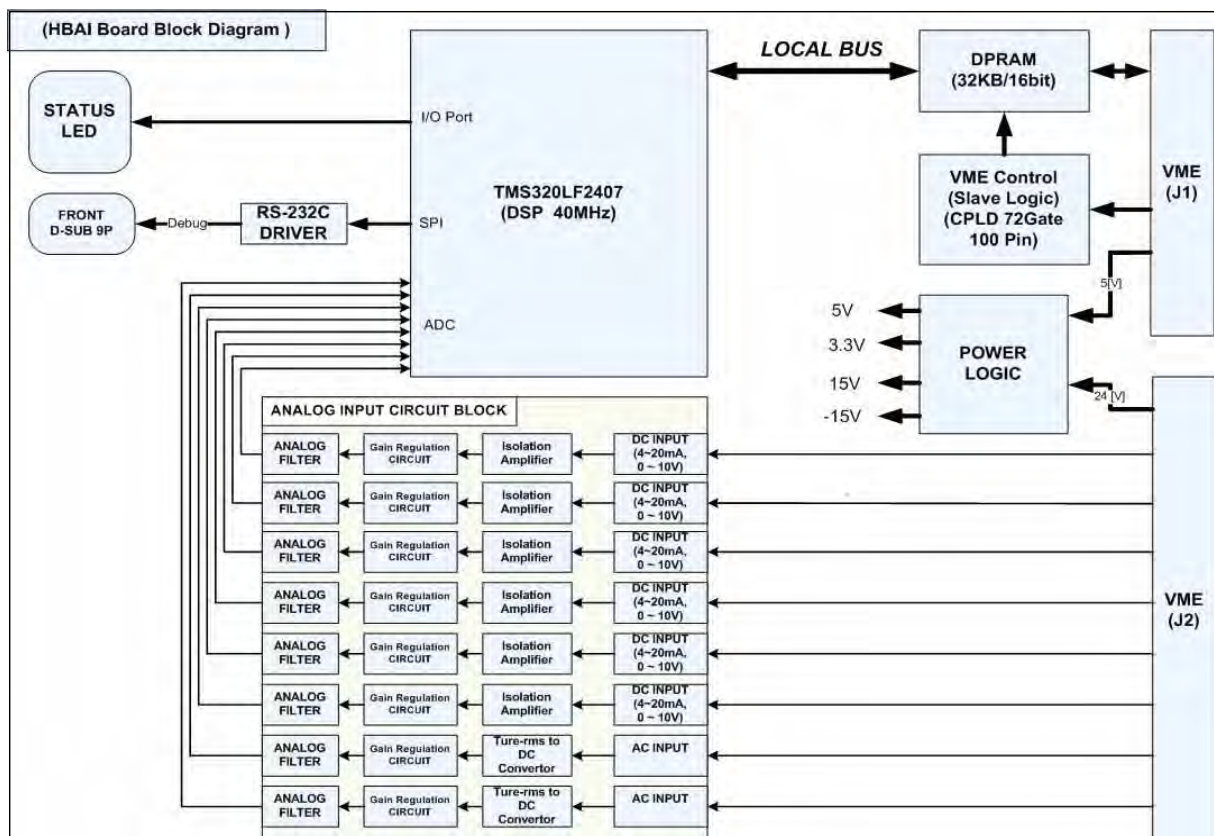
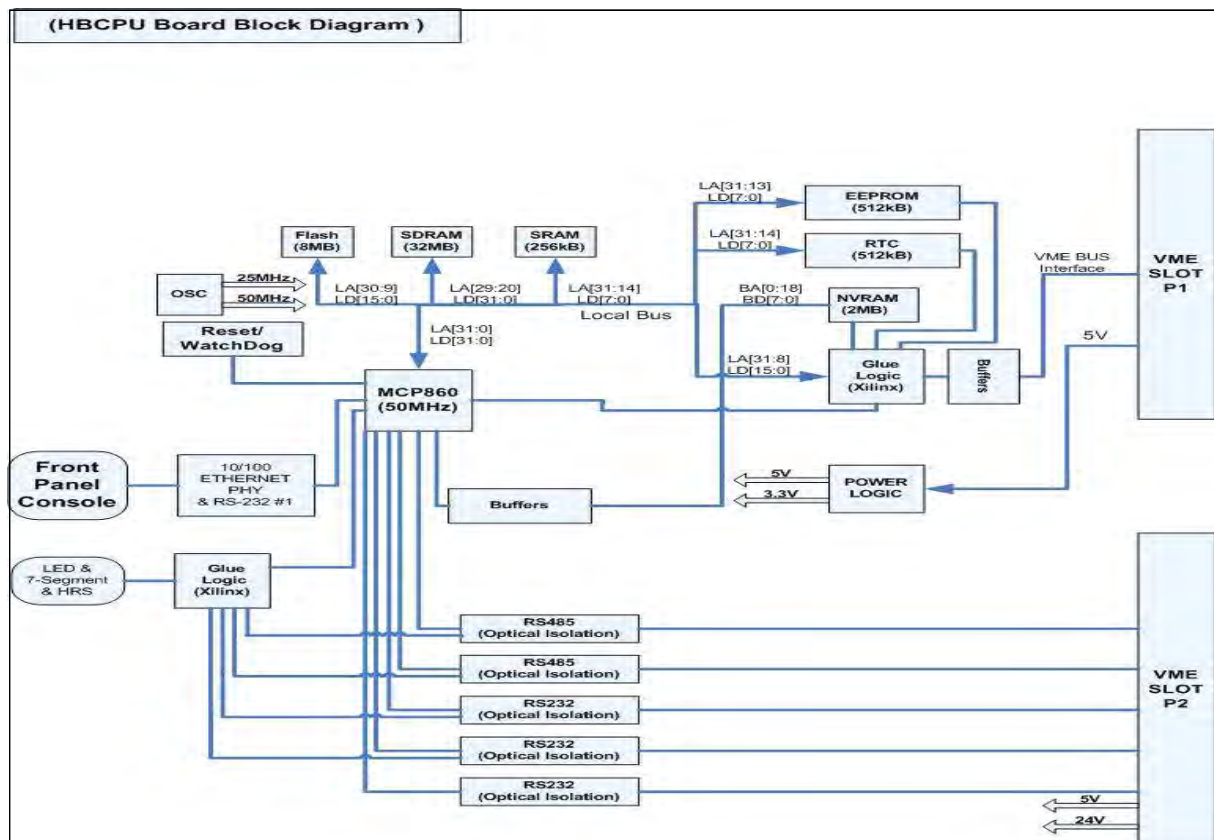
① 보드별 기능 정의

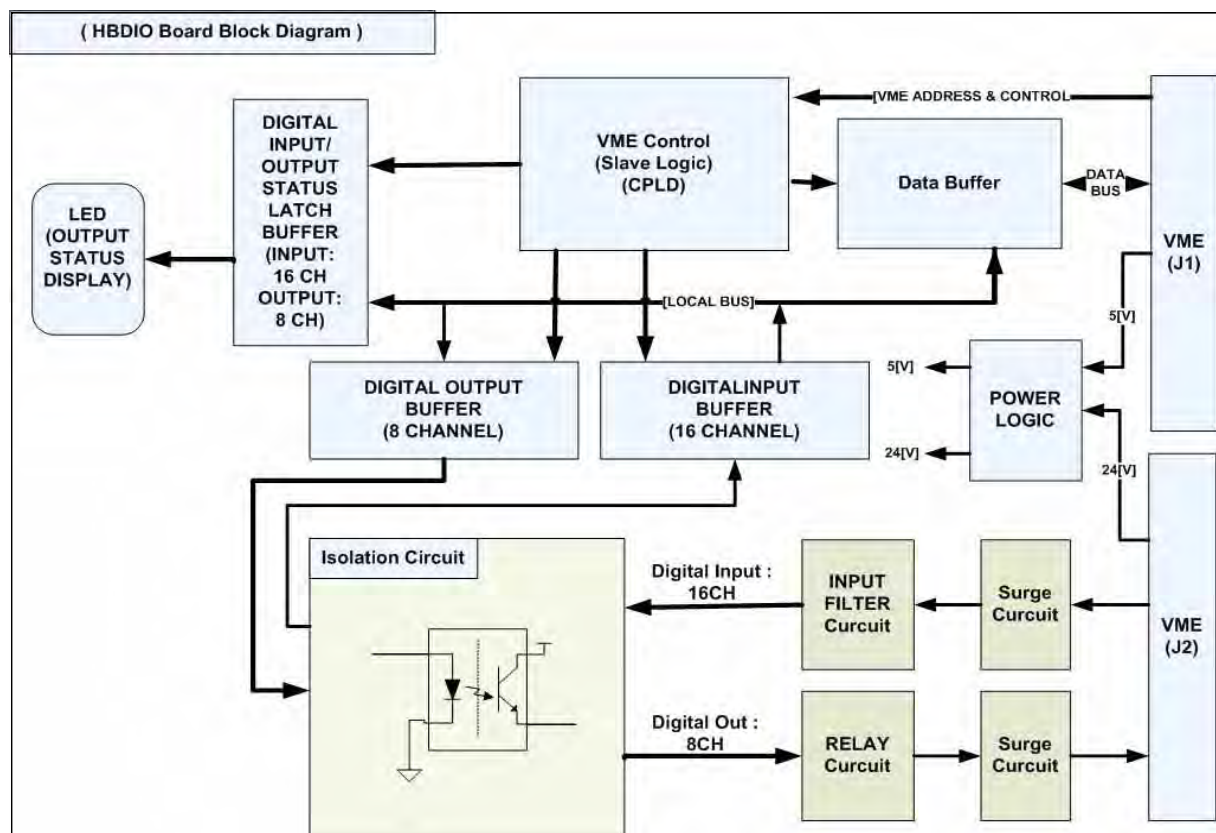
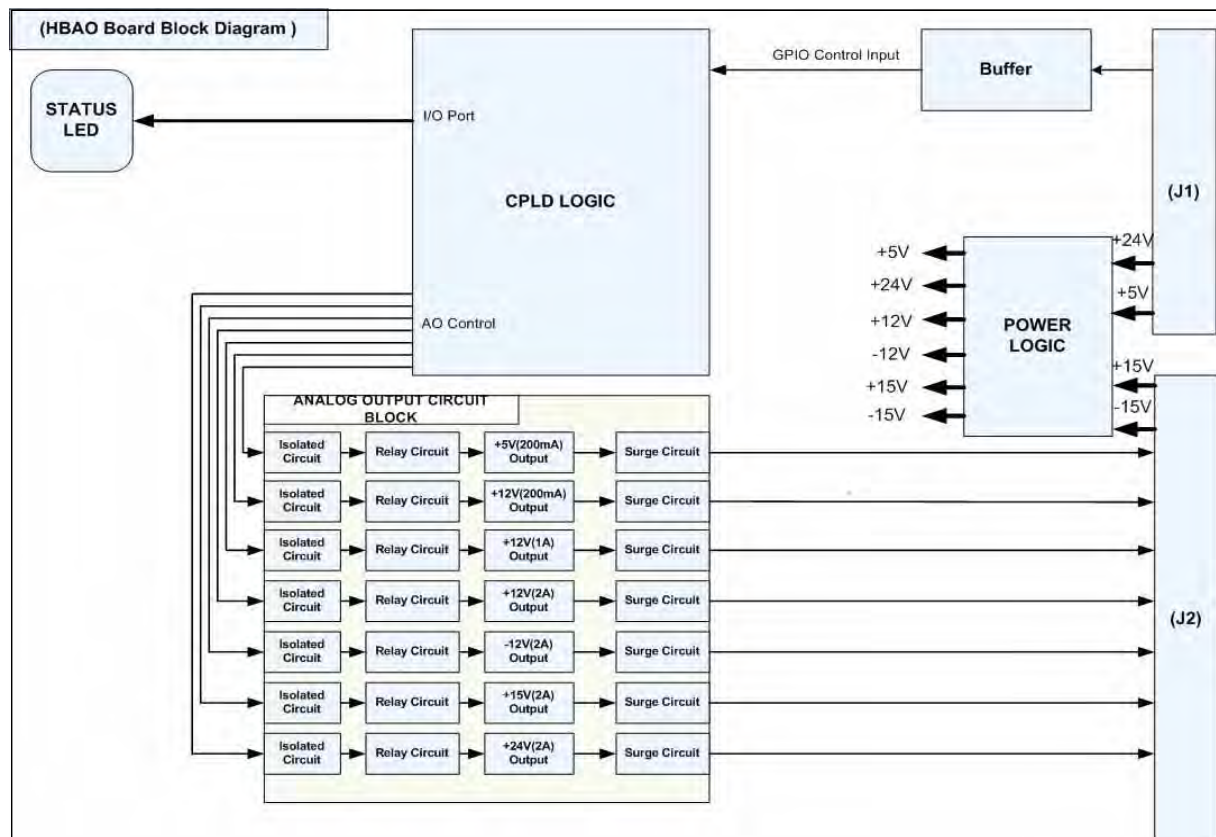
보드명	기능
HBPWR	- HBD 선로변 장치에 필요한 전압 분배 - 디지털 전자 부품용 +5VDC - 아날로그 전자 장비용 +/- 15VDC - 전원장비(모터, 전자석등)용 +24VDC
HBCOM	- Graphic 기반의 사용자 인터페이스 제공 - HBD 선로변 장치들의 상태정보 및 데이터 표시 - 유지보수를 위한 모니터링 시스템 기능 제공
HBCPU	- 아날로그 및 디지털 I/O 보드들의 동작 제어 - 전자랙내 타 보드와 VME 통신 시 마스터로 동작 - HBS 로 수집된 온도정보 전송

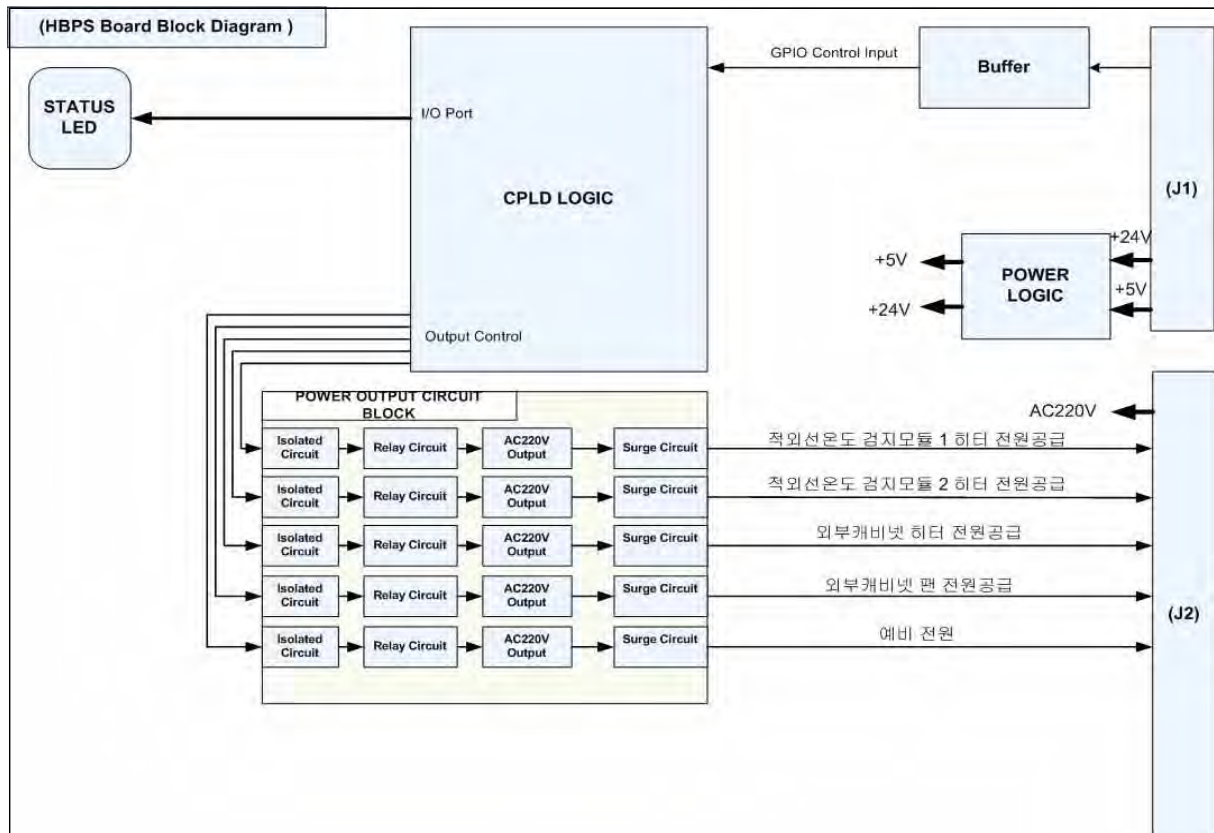
보드명	기 능
HBAI	- 전자페달 및 온도검지모듈과 아날로그 신호 기반의 연동기능 담당 - 전자랙 내부온도 측정신호 처리
HBAO	- 시스템에 필요한 전원 분배 - 온도검지 모듈 메인 전원 공급 - 전자페달용 4-20mA 루프 전원 공급
HBDIO	- 전자페달 및 온도검지모듈과 디지털 신호 기반의 연동기능 담당

② 보드별 블록 다이어그램









(다) 인터페이스 사양

다음은 HBD 시스템의 구성품 중 선로변 캐비닛에 내장되는 전자랙에 대한 사양으로 HBD 전자랙은 선로변에 설치된 HBD 기기들을 감시 및 제어하며 종합적으로 관리하는 시스템으로 아래와 같이 총 7개의 보드로 구성되며, 개발될 제품의 각 보드별 사양에 대해 알아보고자 한다.

① HBPWR 보드

HBPWR은 HBPWR 보드는 궤도 장비에 필요한 모든 전압을 분배한다. UPS에 의해 공급되는 230VAC부터 궤도 장비에 +24VDC, +15VDC, -15VDC, +5VDC를 급전한다. HBPWR 모듈의 전면에는 Power 상태를 표시하는 LED와 +24VDC, +15VDC, -15VDC, +5VDC의 상태를 표시하는 4개의 LED가 있으며, 각각의 전원 상태를 감시할 수 있는 Check Point가 있어 유지보수가 용이하게 되어 있다.

항 목		사 양
입력 전압	정격 전압	AC230V
출력 전압 및 용량		+ 24V : 13A
		+15V : 8A
		-15V : 8A
		+5V : 24A
출력 특성		- 부하변동(10~100[%])시 출력전압 변동 3% 이내 - 입력전압 차단 후 출력전압 10ms 이상 유지될 것
환경 조건		- 온도 조건 : -35℃ ~ +70℃ - 습도 조건 : 90% 이내

② HBCOM 보드

HBCOM 보드는 Intel i7 또는 Intel Core2 Duo CPU Module을 적용한 Industrial PC보드로서, Graphic 기반의 사용자 인터페이스를 통해 HBD 선로변 장치들의 상태정보 및 수집된 데이터를 일체형 모니터 키보드를 통해 현시 가능하며, 지상서버 장치(HBS)로 데이터를 전송하는 모뎀과의 통신을 위해 RS485 또는 Ethernet 통신 포트를 제공한다. 또한 32GB의 내부 저장 공간을 제공한다.

항 목	사 양	
Processor	I7-cpu(2610)	
	RS-232	TX/RX 3-wired 1 Port
	Ethernet	10/100/1000BASE-T 1 Port
	SATA	SATA II 4 Ports
	USB	USB 2.0 8 Ports
Memory	DDR3 SDRAM	4GB
	SATA1(Boot)	8GB
	SATA2(Storage)	32GB
VME	A24 & D16/8 Access, VME Master	
Communication	RS-485	Isolated 1 Port
	Ethernet	10/100/1000BASE-T 1 Port
VGA	D-SUB15(Female, RGB)	
Control	D-SUB9 (Male)	RS-232
	LED	POWER, HDD, LINK, SPD[100/1000]
Power	< 30W	
Temperature	-20℃ ~ +70℃	

③ HBCPU 보드

HBCPU 보드는 Embedded Processor를 이용하여 아날로그 및 디지털 Input/Output 보드들의 동작을 관장하는 주 제어보드로서, Rack 내 타 보드와 VME BUS를 통해 Interface를 수행하면서 적외선 온도측정 센서에 제어 신호를 전달하고 센서로부터 온도 측정 데이터를 수신한다. 또한 수집한 정보를 HSCOM 보드에 RS-485 또는 Ethernet통신으로 전송할 수 있다.

항 목	사 양	
Processor	MPC860T	
	RS-232	TX/RX 3-wired 4 Port
	Ethernet	10/100BASE-T 1 Port
Communication	RS-485	Isolated 2 Port
Memory	FLASH	8M Byte (4M x 16bit)
	SDRAM	32M Byte (8M x 32bit)

항 목	사 양	
	SRAM	256k Byte (256k x 8bit)
	RTC + NVRAM	512k Byte (512k x 8bit, DS1251W)
	NVRAM(Optional)	2M Byte (2M x 8bit, DS1270)
VME	A24 & D16/8 Access, VME Master	
CPLD	Xilinx XC95108 PQ100, LED, Switch Control, Status Register	
Control	D-SUB9 (Female)	RS-232 and Ethernet Console
	LED	POWER, RUN, VME, TX[1.4]/RX[1.4],
	Switch	Hex Rotary Switch 4EA
	Display	7-Segment Display 1EA
	Reset	Push Button (Power Reset)
Power	< 10W	
Temperature	-35℃ ~ +70℃	

④ HBAI 보드

HBAI 보드는 전자랙 내부온도 측정신호를 처리하고 전자페달 및 적외선 센서와의 Analog 신호 기반의 연동기능을 담당하며, VME BUS Interface를 이용하여 수집한 Data를 해당 Rack 내의 HBCPU 보드로 전달한다.

구 분	규 격	비 고
VME BUS INTERFACE (P1)	- VME BUS Slave Mode - Address Size : 24 Bit - Data Size : 16 Bit - 32k Byte * 1 Dual Port Memory	P1 : VME 96pin
Communication	- RS-232 1ch	
입력 특성	- Analog INPUT : ADC Input 6CH • Range : 0~10 Vdc or 0~20mA • Resolution : 12bit - IR Sensor INPUT 2CH(Ture-RMS to DC)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR) LED 1EA - VME Interface (VME) LED 1EA - Error (ERR) LED 1EA - Input Status : Analog Input LED 8EA	
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	
환경 특성	- 소비 전력 : <10W - 사용 전원: DC +5V, +24V - 동작온도 : -35℃ ~ +70℃ - 동작 습도 : Humidity 90%	

⑤ HBAO 보드

HBAO 보드는 시스템에 필요한 전원 에너지를 분배하고 전원 신호의 변환을 관리한다.

구 분	규 격	비 고
INTERFACE (P1)	- HBAI GPIO Interface	
입력	- DC +5V, +24V, +15V, -15V	
출력	1. DC +5V(200mA) 2. DC +12V(200mA) 3. DC +12V(1A) 4. DC +12V(2A) 5. DC -12V(2A) 6. DC +15V(2A) 7. DC +24V(2A)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR) LED 1EA - Input Status : Analog Output LED 7EA	
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	
환경 특성	- 동작온도 : -35℃ ~ +70℃ - 동작 습도 : Humidity 90%	

⑥ HBDIO 보드

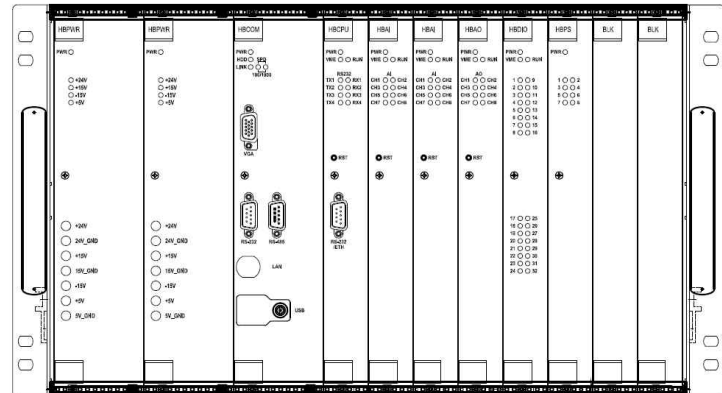
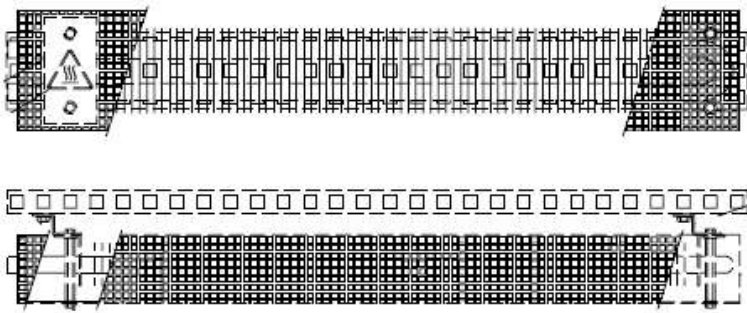
HBDIO 보드는 ON/OFF와 같은 현장기기 디지털 입력을 검출하거나, 디지털 제어 신호를 현장기기로 전달하기 위한 보드로서 각 채널에 연결되어 있는 현장기기의 접점 상태를 검출하고 HBCPU에 전달하여 분석 및 처리하게 한다.

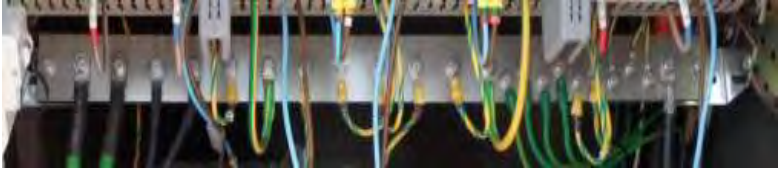
구 분	규 격	비 고
VME BUS INTERFACE (P1)	- VME BUS Slave Mode - SLAVE ID : 4 Bits (내부 Dip Switch 선택) - Address Size : 24 Bit - Data Size : 16 Bit	P1 : VME 96pin P2 : I/O 48pin
입력 특성	- 수용 채널: 16채널, Digital Input - Signal Type : DC +24V - 입력 전류 : 5[mA] +/-20%(DC24[V]입력 시) - Isolation : Photo-Coupler Interface	
출력 특성	- 수용 채널: 8채널, Digital Output - Signal Type : DC +24V - 구동전압/전류 : DC 24V / 10mA - 접점 용량 : DC 24V / 250mA(연속 전류) DC 24V / 3A(피크 전류)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR), VME Interface VME Error (ERR) STALL (STALL ALARM) - Input Status : Digital Input (1-16) - Output Status : Digital Output (1-8)	ERR, STALL : RED LED PWR, VME : Green LED Others : Yellow LED 3Ø Size
Size	- Height : 233.5 mm(Front Panel 제외 Size) - Depth : 220 mm(확장 19" 6U Size)	

⑦ HBPS 보드

HBPS보드는 외함 내부의 에어컨 및 히터의 제어하고, 적외선 센서에 난방용

② 주요 구성품 정의

주요 구성 및 내용	구성품 사진
전자랙 전자랙은 6U의 높이를 갖는 19“ RACK 구조물로 온도감지센서 및 전자폐달과 연동하기 위한 6 종류의 전자 보드가 장착된다. 전자랙과 기타 장치와의 케이블 연결을 위해 랙 후면과 캐비닛 후면 사이에는 여유 공간(약 150mm 이상)이 있어야 한다.	
키보드 일체형 모니터 19“ 랙에 장착 가능한 1U 사이즈의 키보드와 한 몸체로 이루어진 모니터이다. 화면 사이즈가 17“인 LCD모니터로 전자랙에 실장되는 HBCOM 보드와 연동하여 선로주변 장치의 상태 정보 등을 GUI로 운용자에게 보여준다.	
통신 모뎀 모뎀 설치판은 일반적으로 랙의 아래에 설치되며 두 개의 모뎀을 수용할 수 있다. 모뎀은 신호 기계실에 있는 통신망 접속 지점과 통신할 수 있다. 캐비닛과 신호기계실 사이의 케이블은 터미널 블록을 통해 연결된다.	
난방장치 난방장치는 다음과 같이 구성된다. : 1. 15℃ 과 20℃ 사이 온도에서 회로를 개방하고 10℃과 15℃ 사이 온도에서 접축을 폐쇄하는 자동온도 조절장치 1 개 2. 열 저항기 1 개	
유지보수용 터미널 스트립 이 터미널은 6개 플러그 10/16A 와 회로 차단기로 구성된다. 유지보수용으로 사용된다.	

주요 구성 및 내용	구성품 사진
계전기 5개의 계전기는 캐비닛과 신호 기계실 사이의 인터페이스를 구성한다. 계전기에 의해 중계되는 정보는 정방향 및 역방향 알람, 전자락에 의해 전달되는 위험 정보, TVM 장비에 의해 제공되는 위험 정보 보고, 고장 보고이다.	
등전위 바(접지바) 이 바의 크기는 5mm x 50mm이다. 바의 양 끝은 접지된다.	
터미널 외부 캐비닛에 세 개의 터미널이 장착된다. 1. 주전원 입력과 관련된 보호를 다룬 2. 전원공급 보호장치와 내부가열용 정적 계전기를 다루는 터미널 3. 모뎀 신호, TVM 관련 정보, 측계산을 할 수 있는 D50 페달에 의해 전달되는 신호를 다루는 터미널	

(나) 전자락 보드별 제작 사양

① HBPWR 보드 사양

항 목		사 양
입력 전압	정격 전압	AC230V
출력 전압 및 용량		+ 24V : 13A
		+15V : 8A
		-15V : 8A
		+5V : 24A
출력 특성		- 부하변동(10~100[%])시 출력전압 변동 3% 이내. - 입력전압 차단 후 출력전압 10ms 이상 유지될 것.
환경 조건		- 온도 조건 : -35℃ ~ +70℃ - 습도 조건 : 90% 이내

② HBCOM 보드 사양

항 목		사 양
Processor		I7-cpu(2610)
	RS-232	TX/RX 3-wired 1 Port
	Ethernet	10/100/1000BASE-T 1 Port

항 목	사 양	
	SATA	SATA II 4 Ports
	USB	USB 2.0 8 Ports
Memory	DDR3 SDRAM	4GB
	SATA1(Boot)	8GB
	SATA2(Storage)	32GB
VME	A24 & D16/8 Access, VME Master	
Communication	RS-485	Isolated 1 Port
	Ethernet	10/100/1000BASE-T 1 Port
VGA	D-SUB15(Female, RGB)	
Control	D-SUB9 (Male)	RS-232
	LED	POWER, HDD, LINK, SPD[100/1000]
Power	< 30W	
Temperature	-20℃ ~ +70℃	

③ HBCPU 보드 사양

항 목	사 양	
Processor	MPC860T	
	RS-232	TX/RX 3-wired 4 Port
	Ethernet	10/100BASE-T 1 Port
Communication	RS-485	Isolated 2 Port
Memory	FLASH	8M Byte (4M x 16bit)
	SDRAM	32M Byte (8M x 32bit)
	SRAM	256k Byte (256k x 8bit)
	RTC + NVRAM	512k Byte (512k x 8bit, DS1251W)
	NVRAM(Optional)	2M Byte (2M x 8bit, DS1270)
VME	A24 & D16/8 Access, VME Master	
CPLD	Xilinx XC95108 PQ100 LED, Switch Control, Status Register	
Control	D-SUB9 (Female)	RS-232 and Ethernet Console
	LED	POWER, RUN, VME, TX[1.4]/RX[1.4],
	Switch	Hex Rotary Switch 4EA
	Display	7-Segment Display 1EA
	Reset	Push Button (Power Reset)
Power	< 10W	
Temperature	-35℃ ~ +70℃	

④ HBAI 보드 사양

구 분	규 격	비 고
VME BUS INTERFACE (P1)	- VME BUS Slave Mode - Address Size : 24 Bit - Data Size : 16 Bit	P1 : VME 96pin

구 분	규 격	비 고
	- 32k Byte * 1 Dual Port Memory	
Communication	- RS-232 1ch	
입력 특성	- Analog INPUT : ADC Input 6CH • Range : 0~10 Vdc or 0~20mA • Resolution : 12bit - IR Sensor INPUT 2CH(Ture-RMS to DC)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR) LED 1EA VME Interface (VME) LED 1EA Error (ERR) LED 1EA - Input Status : Analog Input LED 8EA	
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	
환경 특성	- 소비 전력 : <10W - 사용 전원: DC +5V, +24V - 동작온도 : -35℃ ~ +70℃ - 동작 습도 : Humidity 90%	

⑤ HBAO 보드 사양

구 분	규 격	비 고
INTERFACE (P1)	- HBAI GPIO Interface	
입력	- DC +5V, +24V, +15V, -15V	
출력	1. DC +5V(200mA) 2. DC +12V(200mA) 3. DC +12V(1A) 4. DC +12V(2A) 5. DC -12V(2A) 6. DC +15V(2A) 7. DC +24V(2A)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR) LED 1EA - Input Status : Analog Output LED 7EA	
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	
환경 특성	- 동작온도 : -35℃ ~ +70℃ - 동작 습도 : Humidity 90%	

⑥ HBDIO 보드 사양

구 분	규 격	비 고
VME BUS INTERFACE (P1)	- VME BUS Slave Mode - SLAVE ID : 4 Bits (내부 Dip Switch 선택) - Address Size : 24 Bit - Data Size : 16 Bit	P1 : VME 96pin P2 : I/O 48pin
입력 특성	- 수용 채널: 16채널, Digital Input	

구 분	규 격	비 고
	- Signal Type : DC +24V - 입력 전류 : 5[mA] +/-20% (DC24[V]입력 시) - Isolation : Photo-Coupler Interface	
출력 특성	- 수용 채널: 8채널, Digital Output - Signal Type : DC +24V - 구동전압/전류 : DC 24V / 10mA - 접점 용량 : DC 24V / 250mA (연속 전류) DC 24V / 3A (피크 전류)	
Display	- Diagnostic :Power (PWR) VME Interface (VME) VME Error (ERR) STALL (STALL ALARM) - Input Status : Digital Input (1-16) - Output Status : Digital Output (1-8)	ERR, STALL:RED LED PWR, VME : Green LED Others :Yellow LED 3Ø Size
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	Front Panel 제외 Size 확장 19" 6U Size

⑦ HBPS 보드 사양

구 분	규 격	비 고
INTERFACE (PI)	- HDAI GPIO Interface	
입력	- AC 220V / 60Hz	
출력	1. AC 220V / 60Hz(적외선온도검지모듈 히터 전원공급) 2. AC 220V / 60Hz(적외선온도검지모듈 히터 전원공급) 3. AC 220V / 60Hz(외부캐비넷 히터 전원공급) 4. AC 220V / 60Hz(외부캐비넷 팬 전원공급) 5. AC 220V / 60Hz(예비전원)	
Display	- Diagnostic : Power (PWR) LED 1EA - Input Status : Power Output LED 5EA	
Size	- Height : 233.5 mm - Depth : 220 mm	
환경 특성	- 동작온도 : -35℃ ~ +70℃ - 동작 습도 : Humidity 90%	

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」 개발	BS No.	
		제정(이력)	RO. 1
		제정일자:	2012. 07. 20
		Page	1 중
HBD 전자책 제작사양서			

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBD 전자책 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012. 07. 20	외교통상부(주) 기술연구소	윤영석	
	검 토				
	검 토	2012. 07. 20	외교통상부(주) 기술연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBD 전자책 제작 사양서 외교통상부(주)

 	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」	BS (B)	
		제정 일자	RO. 1
	HBPWR 제작사양서	제정 일자	2012. 06. 29
		Page	1. 11

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBPWR 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012. 06. 29	외교통상부(주) 기술연구소	김준혁	
	검 토	2012. 06. 29	외교통상부(주) 기술연구소	윤영석	
	검 토	2012. 06. 29	외교통상부(주) 기술연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBPWR 제작 사양서 외교통상부(주)

  InterCon SOLUTIONS	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」	BS (B)	
		개정 (이력)	RO. 1
		개정 일자	2012. 07. 18
		Page	1. 12
HBCOM 제작사양서			

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBCOM 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012. 07. 18	외교통상부(주) 기술연구소	이수구	
	검 토	2012. 07. 18	외교통상부(주) 기술연구소	윤영석	
	검 토	2012. 07. 18	외교통상부(주) 기술연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBCOM 제작 사양서 외교통상부(주)

 	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」	BS (B)	
	HBCPU 제작사양서	제정 (이력)	RO. 1
		제정 일자	2012. 06. 21
		Page	1. 10

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBCPU 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012. 06. 21	외교통상부(주) 기술연구소	윤영석	
	검 토				
	검 토	2012. 06. 21	외교통상부(주) 기술연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBCPU 제작 사양서 외교통상부(주)

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		BS No.	
	HBAI 제작사양서		개발기관	RO-1
			개발일자	2012.06.14
			Page	1/18

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBAI 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012.06.14	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	윤영석	
	검 토				
	검 토	2012.06.14	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBAI 제작 사양서 임태환(사소팀소(주))

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		BS No.	
	HBAO 제작사양서		개발기관	RO-1
			개발일자	2012.06.29
			Page	1/12

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBAO 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012.06.29	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	김준현	
	검 토	2012.06.29	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	윤영석	
	검 토	2012.06.29	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBAO 제작 사양서 임태환(사소팀소(주))

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		BS No.	
	HBDIO 제작사양서		개발기관	RO-1
			개발일자	2012.06.20
			Page	1/16

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBDIO 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012.06.20	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	김준현	
	검 토	2012.06.20	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	윤영석	
	검 토	2012.06.20	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBDIO 제작 사양서 임태환(사소팀소(주))

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		BS No.	
	HBPS 제작사양서		개발기관	RO-1
			개발일자	2012.07.25
			Page	1/10

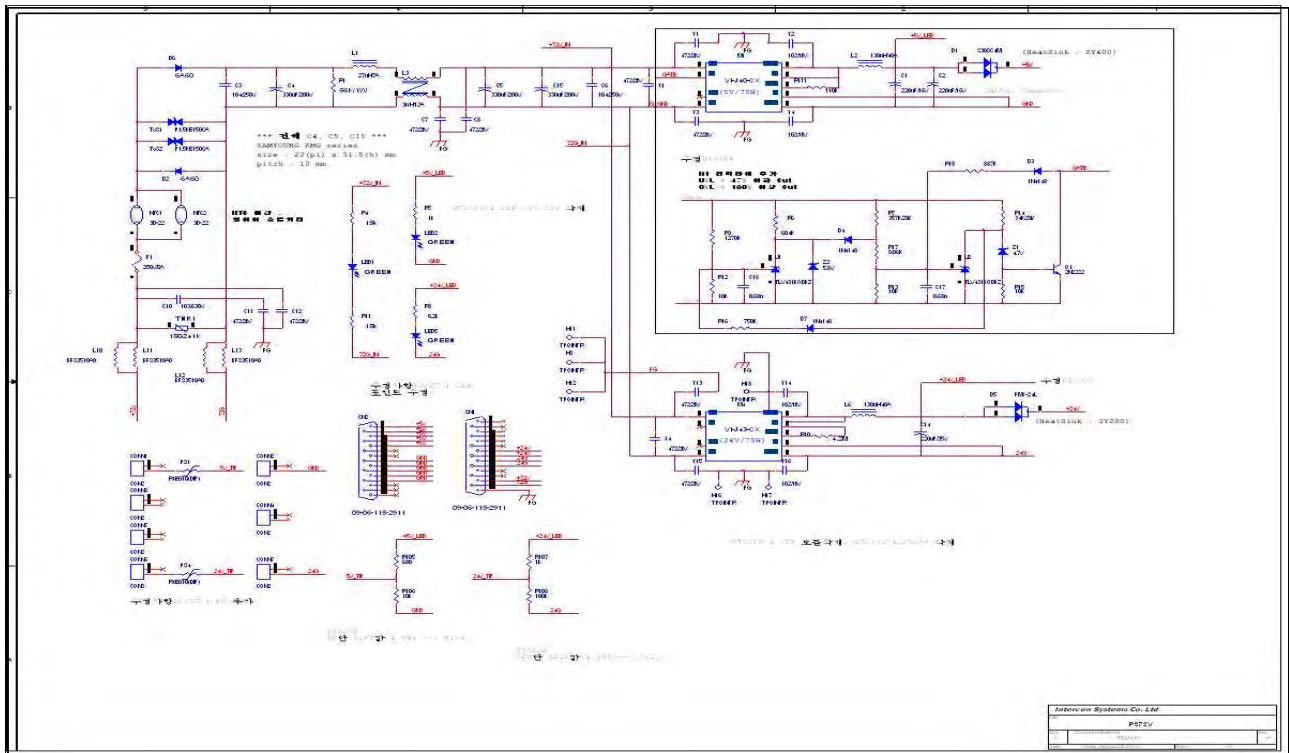
「고속열차용 차축발열검지장치 개발」
HBPS 제작 사양서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2012.07.25	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	윤영석	
	검 토				
	검 토	2012.07.25	임태환(사소팀소(주) 기초연구소	박성재	
확인 기관	검 토				
	검 토				
	확 인				

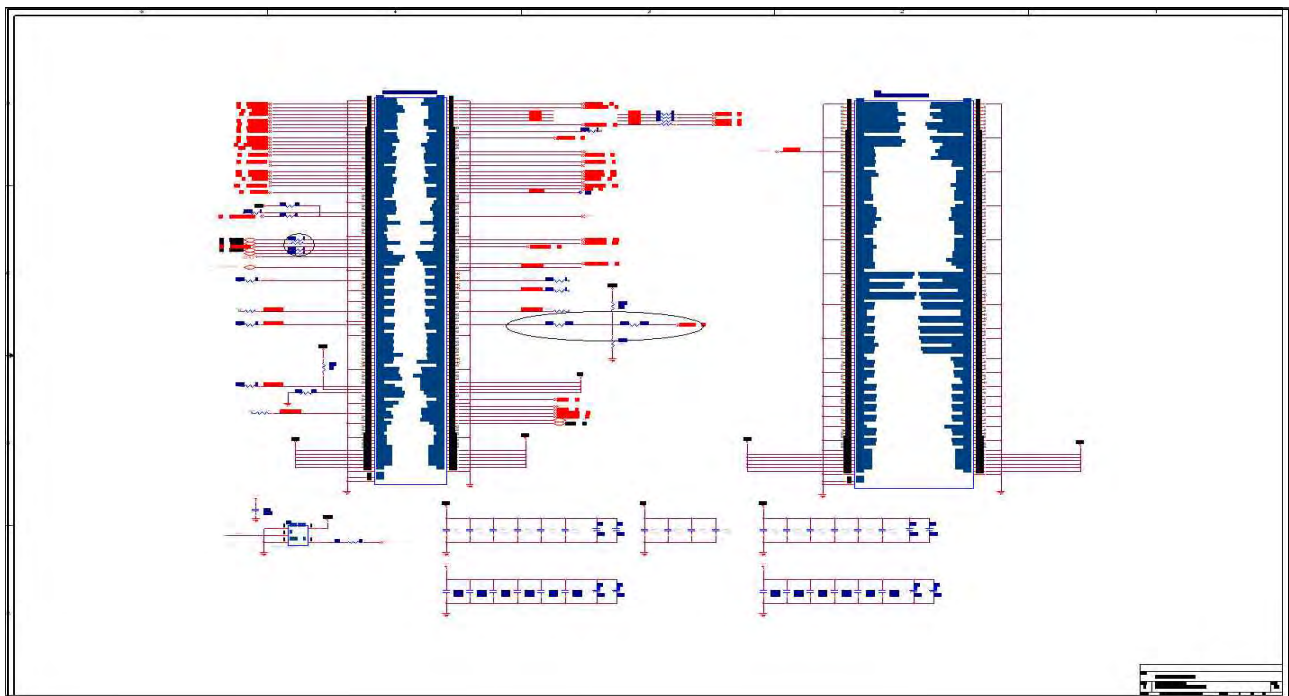
고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBPS 제작 사양서 임태환(사소팀소(주))

(다) 전자랙 보드별 제작 사양

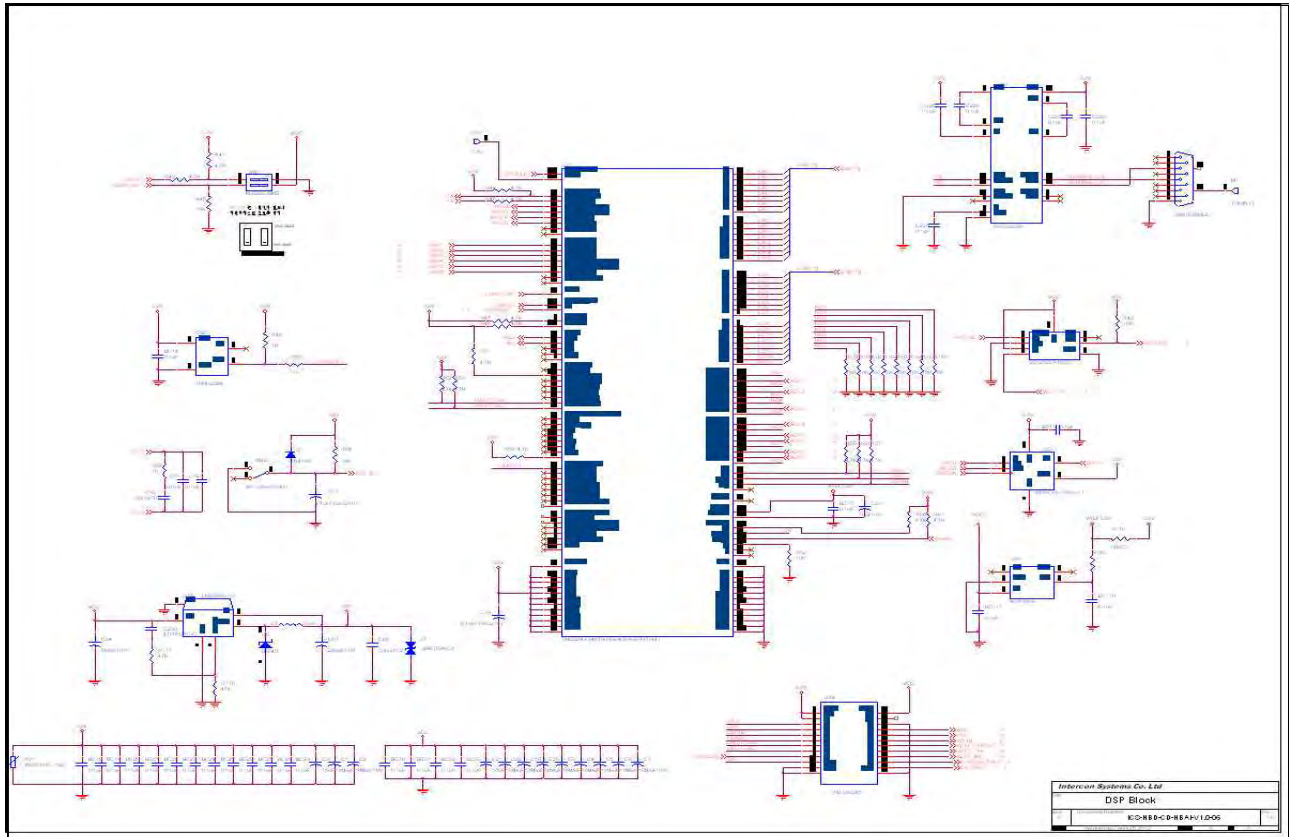
① HBPWR 보드



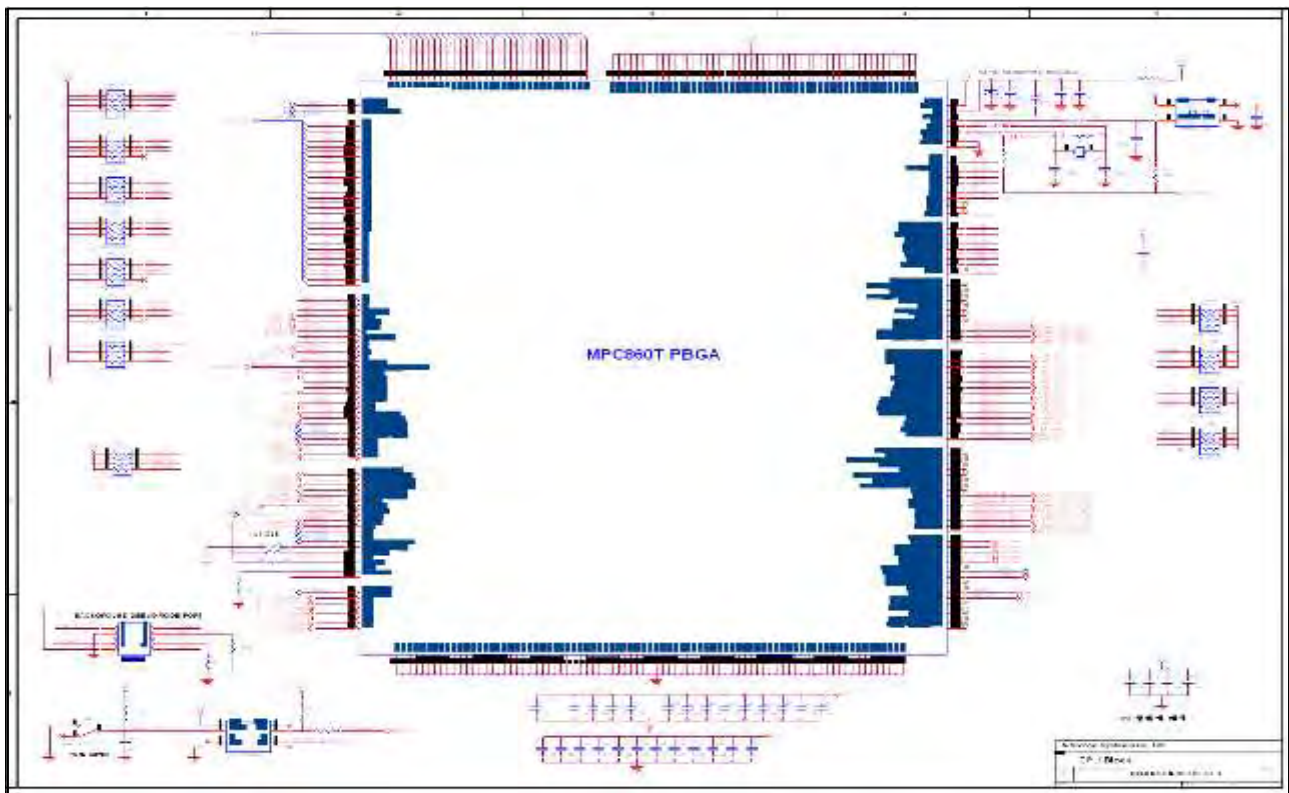
② HBCOM 보드



③ HBCPU 보드



④ HBAI 보드



(다) HBCOM용 CPU Module Test

① i7 CPU Module 시험용 Carrier 보드 설계 및 제작



② OS(Windows-XP) 기반의 인터페이스 시험 진행



라. 단품시험장치 설계, 제작

(1) 단품시험장치 구조 설계 및 제작사양서 작성

(가) 단품시험장치 구성

단품시험장치는 선로변 장치인 전자랙의 주요 구성품의 동작 상태 및 기능을 확인하기 위한 것으로 주요 구성품은 Cabinet A'ssy, 키보드 일체형 모니터, 산업용 PC, IRMIO-402, IRMIO-312, IRMIO-323 및 케이블이다.

(나) 단품시험장치 요구 기능 정의

- 통신 시험
- Analog 입력 시험/Digital 입출력 시험
- 메모리 시험/시나리오 시험
- Aging 시험

(다) 단품시험장치 구조설계

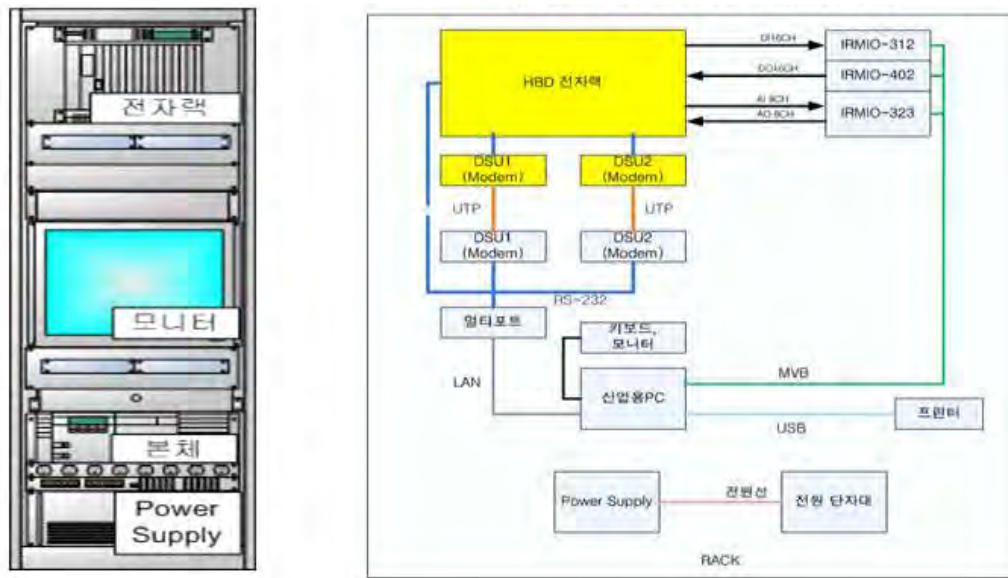


그림 20 전자랙 단품시험장치 구성도

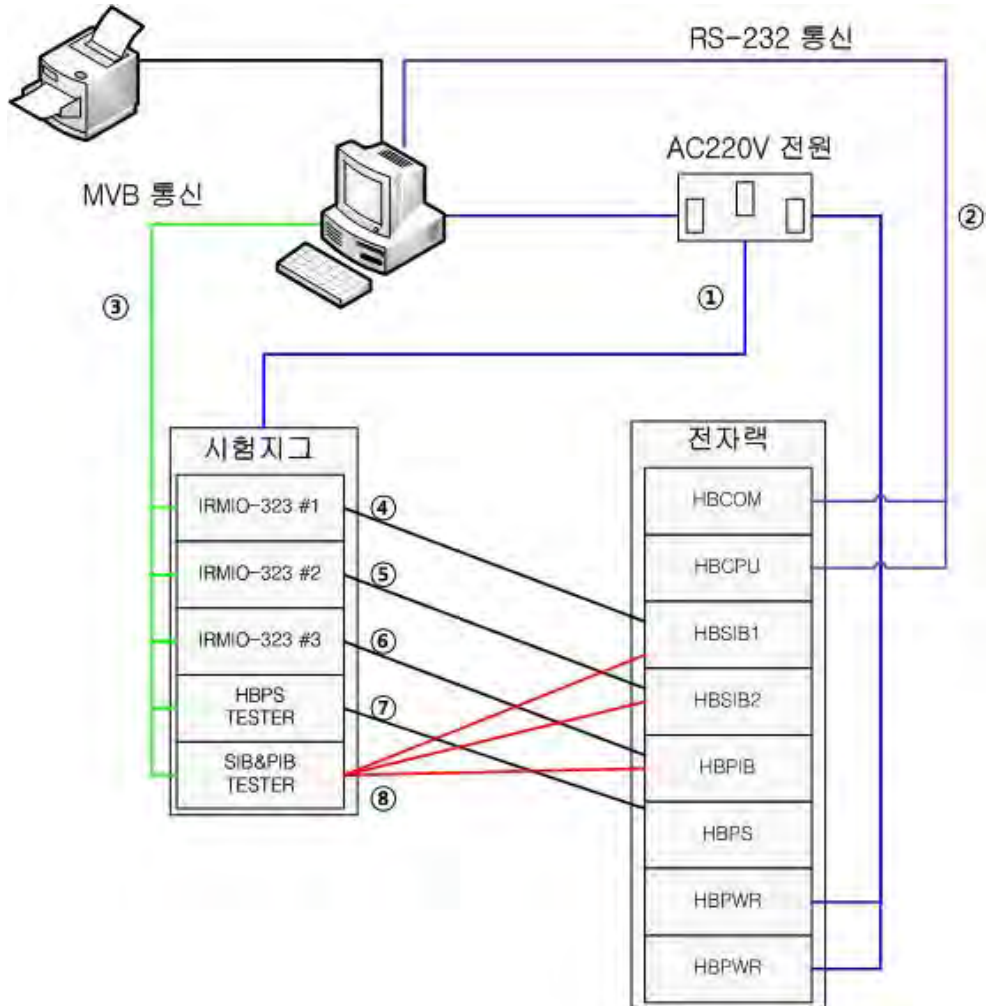


그림 21 단품시험장치 시스템 구성도

(라) 단품 시험장치 제작 사양

구 분	내용	비고
전 원	AC220 전원공급	
RS-232통신	RS232 연결(HBCOM 2채널, HPCPU 4채널, PC와 HPCPU간 인터페이스 1채널)	
MVB 통신	PC와 시험지그간 MVB 통신 연결	
IRMIO323 #1	HBSIB1 센서 전류 출력 4 ~ 20mA 6채널	
IRMIO323 #2	HBSIB2 센서 전류 출력 4 ~ 20mA 6채널	
IRMIO323 #3	HBPIB 센서 전류 출력 4 ~ 20mA 8채널	
HBPS Tester	HBPIB DC 24V 출력 10채널	
SUB@PIB Tester	HBSIB & HBPIB DI 12채널, DO 3채널	

(마) 단품 시험장치 시험

시험기기	시험 항목	검사방법 및 절차	판 정 기 준	결과
HBD 동작시험	시스템 가동	- 시험기용 PC, Printer 및 시험기의 전원인가 - 정상 상태 확인	시험기용 PC가 정상 기동 하는지 확인, 시험기용 Printer 가 정상 기동하는지 확인, 시험기의 정상동작 확인	
	HBCOM 통신 시험	RS-232 총 2채널 통신시험을 수행한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	HBCPU 통신 시험	RS-232 4채널, SRAM, NVRAM 항목을 시험한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	HBSIB1 시험	아날로그 입력 6채널, 디지털 입력 6채널, 디지털 출력 1채널을 시험 한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	HISIB2 시험	아날로그 입력 6채널, 디지털 입력 6채널, 디지털 출력 1채널을 시험 한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	HBPIB 시험	아날로그 입력 8채널, 디지털 입력 6채널, 디지털 출력 2채널을 검사한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	HBPS 시험	전원 출력 10채널의 상태를 검사한다.	정상적으로 수행되는지 확인	
	통합시험	상기의 개별시험이 정상 수행되면 해당 장치의 모든 시험항목이 순서대로 수행되는지 확인한다.	정상적으로 수행되는지 확인	

시험기기	시험 항목	검사방법 및 절차	판 정 기 준	결과
	프린터 출력	시험 결과물을 출력 확인	정상적으로 수행되는지 확인	

(2) 시험기 유닛 초도 회로 설계

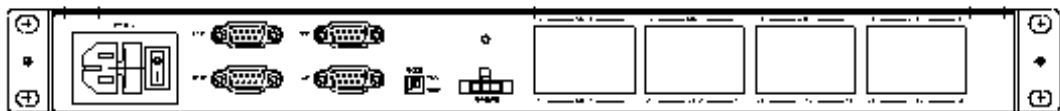
(가) 단품 시험 장치에 필요한 아날로그/디지털 입출력, 통신 인터페이스 시험용 시험기 유닛에 들어가는 보드 초도 회로 설계하였다.

① IRM10-402

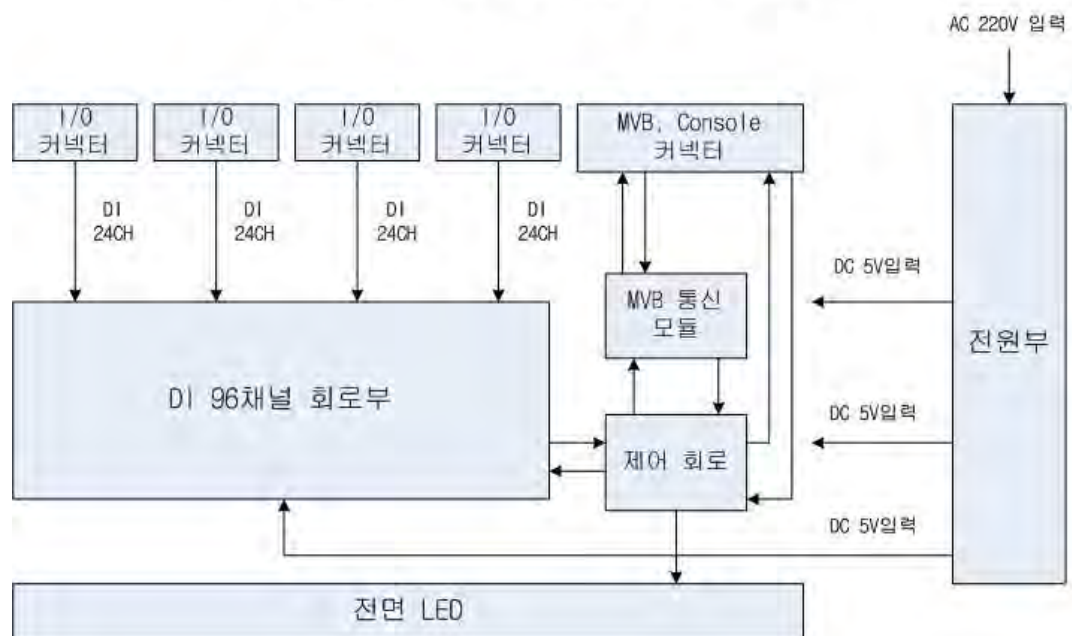
- Front Side -



- Rear Side -

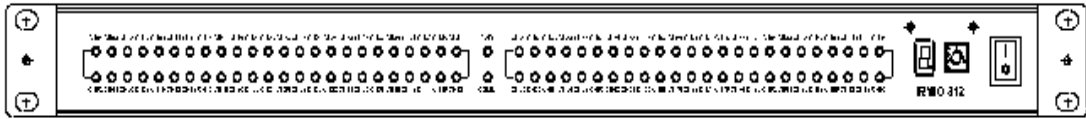


IRM10-402 Block Diagram



② IRMIO-312

- Front Side -



- Rear Side -

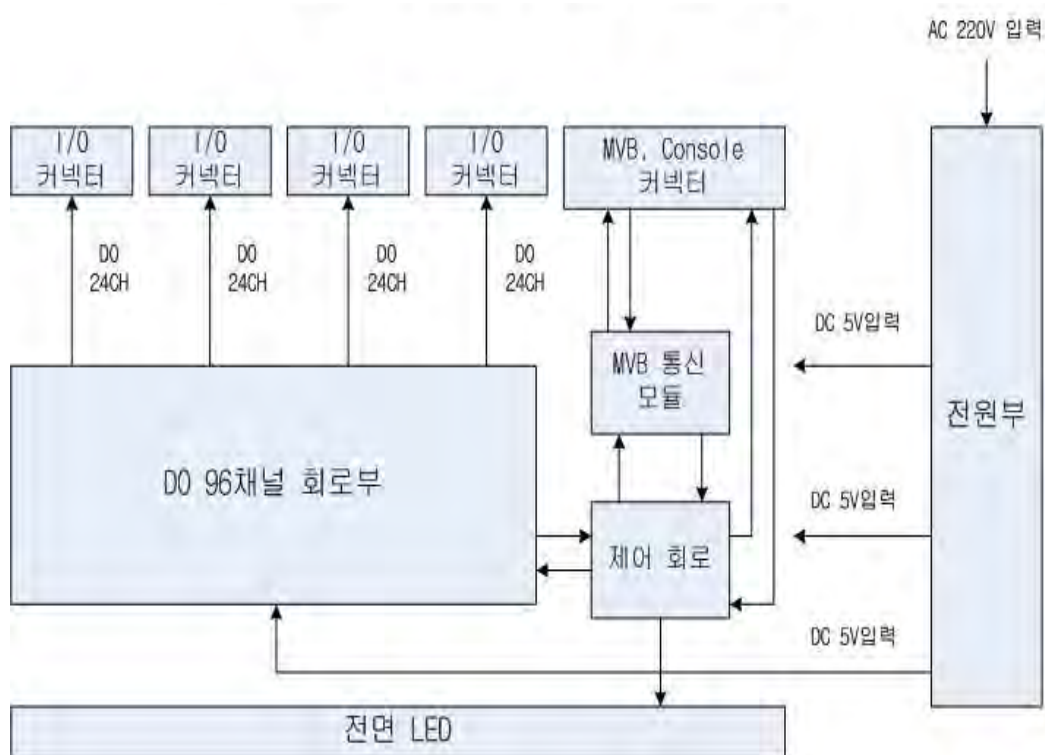
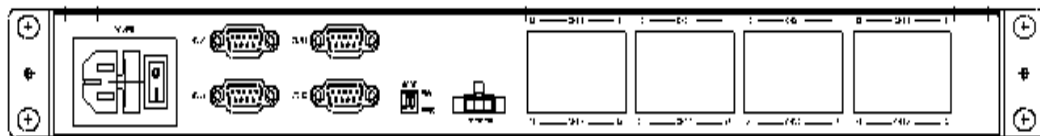


그림 22 IRMIO-312 Block Diagram

마. 성능시험장치 및 모니터링 시스템 설계/제작

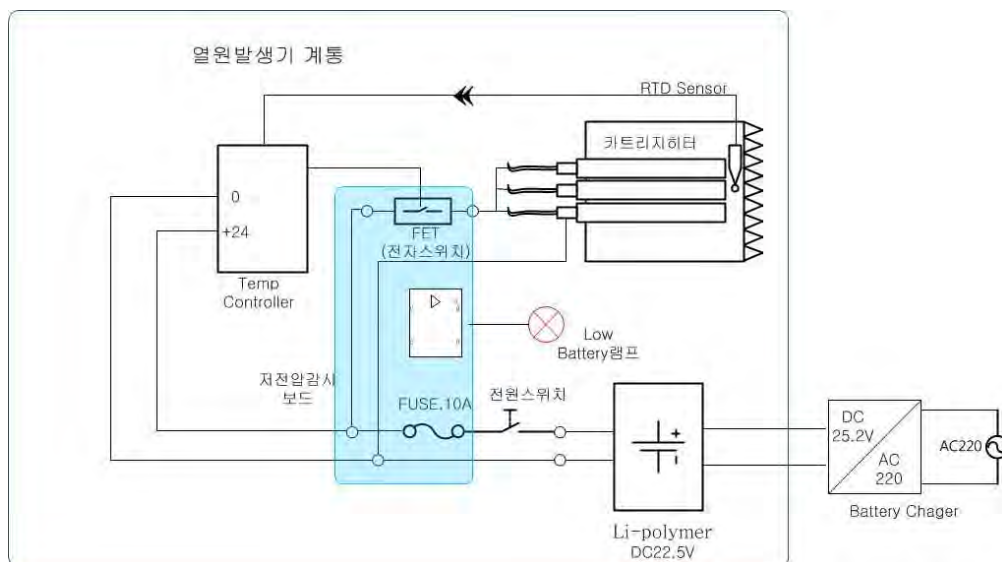
(1) 열원발생기

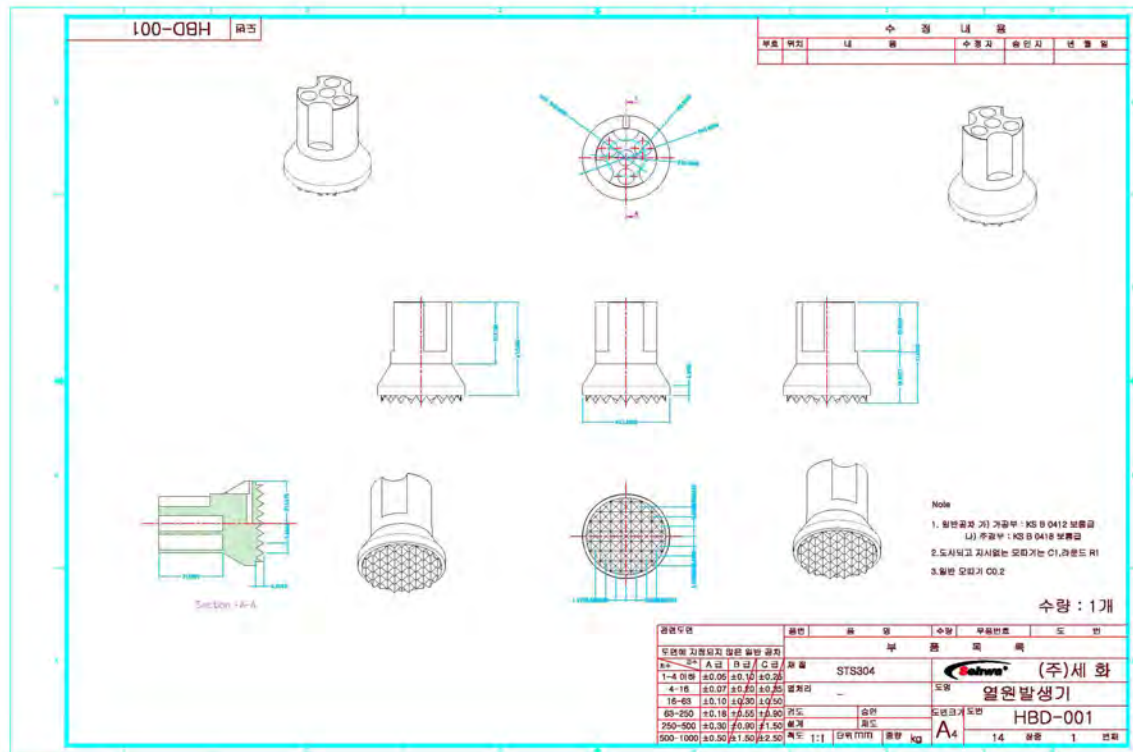
열원발생기는 온도검지모듈 유지보수를 위해 제작된 성능시험장치로 Ansaldo STS社로부터 HBD를 국내에 도입할 때 같이 도입된 제품으로 기존품보다 우수한 성능과 휴대성을 강조한 제품을 만들고자 하였다.

(가) 열원발생기 사양 분석

구 분	기존품	개발품
형상		
크기 (손잡이포함)	w=140mm, h=280mm, d=330mm	w=110mm, h=230mm, d=260mm
사용전원	AC220V, 50~60hz	AC220V, 50~60hz 충전 DC24V Battery 사용
사용온도	-20~70℃	-20~70℃
보관온도	-40~80℃	-40~80℃
프로그램온도	주변온도에서($\geq +20^{\circ}\text{C}$)~140℃	주변온도에서($\geq +20^{\circ}\text{C}$)~150℃
가열시간	90℃ 설정 시 3~5분	90℃ 설정 시 3~5분
오차범위	0.5℃ 이내	0.5℃ 이내
특 정	AC전원이 있어야 하며 번거로움	- 축전지 사용으로 사용 편리 - 1회 충전으로 1시간 이상 사용 - Low Battery 감시하여 충전알림 - 외형크기를 기존보다 축소함

(나) 열원발생기 설계





(다) 열원발생기 구성품 및 사양

명 칭	형상	기능 및 사양
카트리지 히터 & 열원몽치		<기능> 히터에 의한 온도가열부로 열원몽치 <사양> 열원면적 : 39$\varnothing$ 재료 : 스테인리스(STS304) 히터용량 : 70W(DC24V) x 3ea 온도센서 : pt100Ω
Li-polymer 배터리		<기능> 온도가열을 위한 휴대용 전원 <사양> 크기 : (T)31x (W)54x (L)136(mm) 용량 : DC22.2V, 4Ah, 5A회로보호내장 무게 : 445g
Battery Charger		<기능> 휴대용 배터리 전원 충전용 <사양> 입력전압 : AC100~250V/50~60hz 최대전압 : DC25.2V 충전전류 : 2A(max) 표시램프 : 적색(충전 중), 녹색(충전완료)

명 칭	형상	기능 및 사양
온도 컨트롤러 (Temp Controller)		<기능> 열원몽치 표면온도 제어용 <사양> 입력전압 : DC16~32V 소비전력 : 8VA이하 특징 : 멀티입력, 오토튜닝, 다양한 정보 및 편리기능
저전압 감시PCB		<기능> 터미널단자, 휴즈, 전자스위치, Low Battery 감시 <사양> 휴즈 : 10A 전자스위치 : FET($V_d=60V$, $R_{ds}=12m\Omega$) 검지전압 : DC22V이하 시

(라) 열원발생기 제품 제작



(2) 전자페달시험장치

(가) 적용범위

전자페달장치의 성능시험을 위해 설계 제작된 것으로 전자페달이 500km.h의 속도로 이동하는 차륜을 검지할 수 있는지 시험하고, 회전원판의 속도를 27RPM~1389 RPM 까지 제어할 수 있어야 하며, 제어패널은 비상정지스위치, 목표속도, 회전속도 등으로 구성된다.

① 전자페달 시험 지그 성능사양

항 목	주요 사양
크 기	800mm(W) * 2300mm(H) * 1000mm(L)
회전원판 직경	1910mm
자성체 극수	2극
회전수	27~1389 rpm
모터전원	AC380V 3Ø 60Hz
서보드라이브 전원	AC220V 1Ø 60Hz

② 설계기준

구 분	단위	KTX Wheel 기준	설계 선정
검지 블록	개소	2 block	2 block
시험 속도	km/h	500	500
Wheel 경	m	0.85	1.91
wheel 회전속도	rpm	3120.78	1388.93
wheel원주	m	2.670275	6
시격	second	0.0096	0.0216
편심중량	kg	0.01	0.01
원심력	kgf	5882.4	2618.0

③ 시험기 측면도 및 정면도

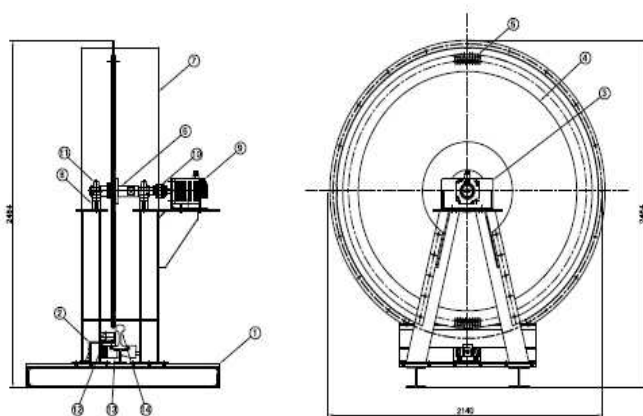
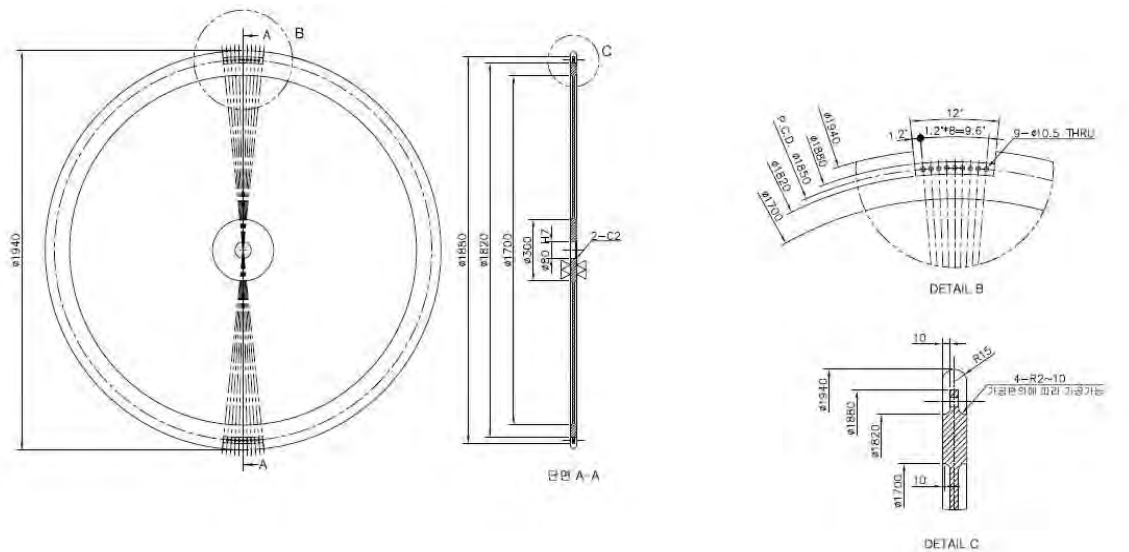


그림 23 시험기 측면도 및 정면도

번호	명칭
1	Frame Ass'y
2	센서레벨링 플레이트
3	서보모터 브라켓트
4	차륜디스크
5	센서 감지바
6	구동축
7	보호커버
8	베어링 유닛서포트
9	서보 모터
10	커플링
11	베어링 유닛
12	센서 케이스
13	센서 취부대
14	레일

④ 회전원판 구성도



⑤ 시험지그 제작



- 시험지그 제어대 제작



(3) 적외선 검측모듈 속도시험장치

(가) 적용범위

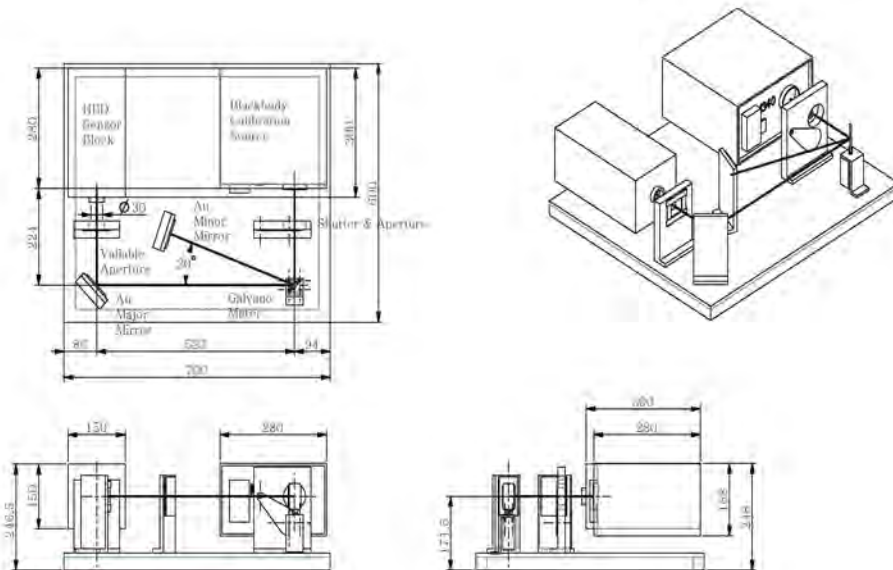
적외선온도모듈의 성능시험을 위해 설계·제작된 지그로 IR 온도검지모듈은 최고속도 500km/h의 움직이는 열차의 차축온도를 검측해야하므로 IR 온도검지모듈이 목표

속도에서 온도 검측이 가능함을 시험할 수 있도록 한다.

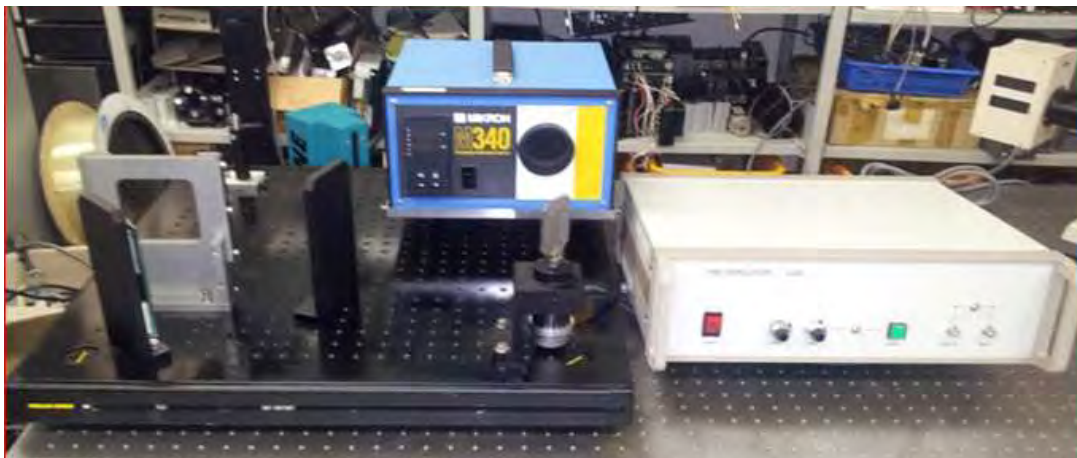
(나) 시스템 사양

구 분	사 양	비 고
입력 전원	AC220V	T.B.D.
사용 전원	T.B.D.	제작되는 장비에 맞게 설계
서지 보호	일반적 전기 사양	장비의 전원부에 장착됨.
케이스 접지	일반적 전기 사양	필요시 적용
EMI 시험 규격	일반적 전기 사양	사용 중에 주변의 장비에 영향을 미치지 말아야 할 것

(다) 시스템 설계



(라) 시스템 제작

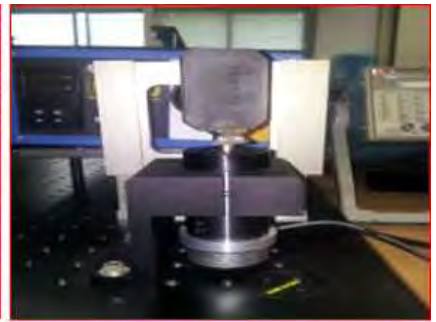




✶ Blackbody calibration source
 - 온도 설정에 맞는 적외선 열원 발생
 - Temperature Range : -20°C~150°C
 - Accuracy : ± 0.3°C



✶ Galvanometer Controller
 - Galvanometer Scanner 제어



✶ Galvanometer Scanner
 - 적외선의 입사각을 변경하여 적외선의 이동 속도 발생

(4) 성능시험 모니터링 장치

(가) 적용범위

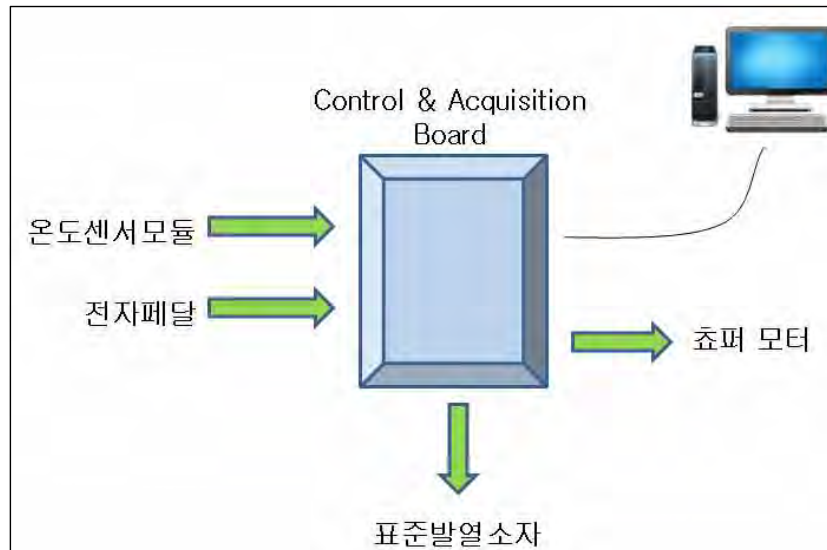


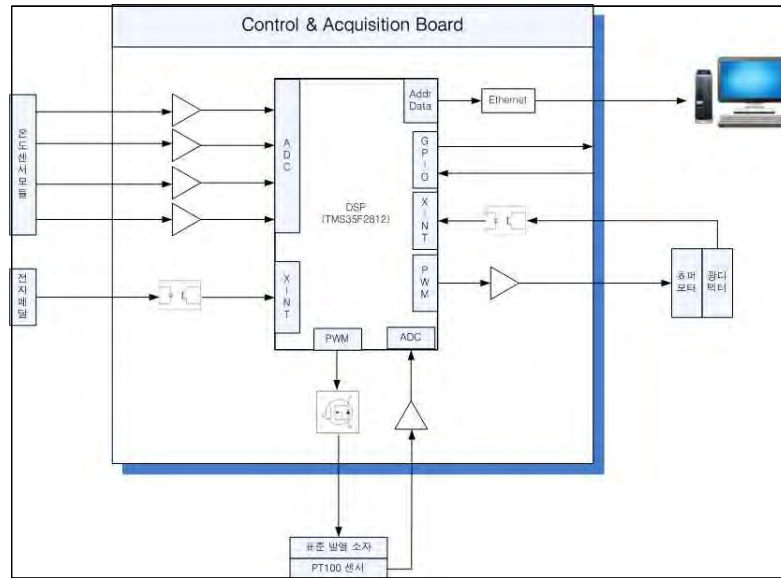
그림 24 시스템 개념도

온도센서모듈에서 측정된 신호를 획득하여 PC 모니터링 프로그램 상에 표시하며, 감지된 전자페달 신호를 기준으로 여러 데이터를 획득하여 PC 모니터링 프로그램 상에 표시한다. 또한 표준발열소자를 PC 모니터링 프로그램 상에서 설정된 온도로 제어하며, 초퍼모터를 PC 모니터링 프로그램 상에서 설정된 속도로 제어하는 기능을 한다.

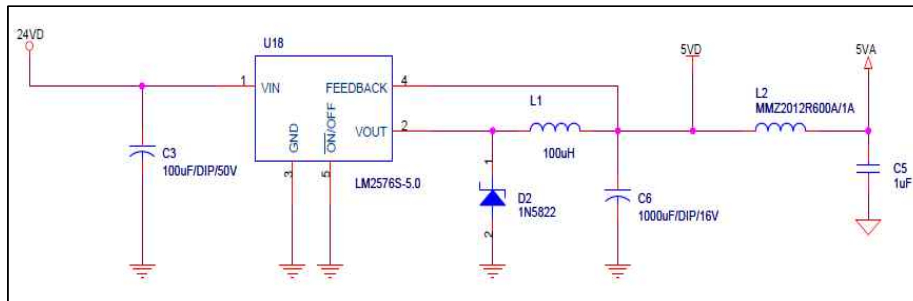
(나) 시스템 사양

구 분	사 양	구 분	사 양
입력 전원	DC 24V	PT100 온도 센서 입력	DC 24V
제어 CPU	TMS320F2812(TI)	초퍼모터 제어 아날로그 출력	TMS320F2812(TI)
온도모듈 아날로그 입력	4포트	디지털 입력/출력	4포트
전자페달 입력 모듈	2포트	통신방식	이더넷
EMI 시험 규격	일반적 전기 사양	디텍터 입력모듈	광 디텍터

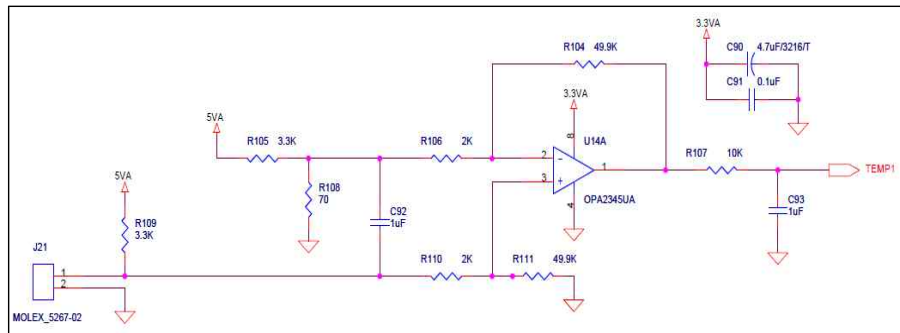
(다) 시스템 구성도



(라) 시스템 상세설계

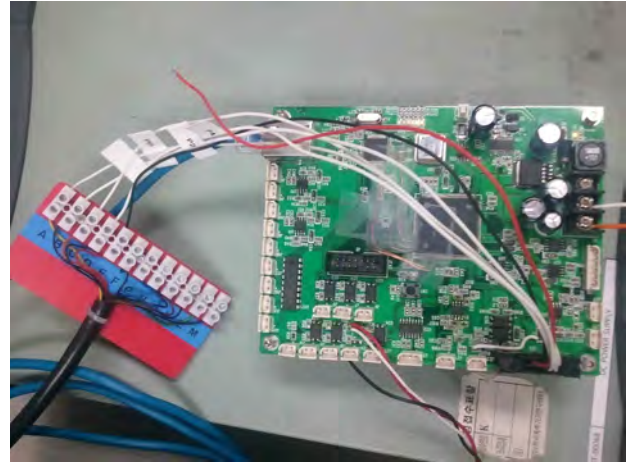
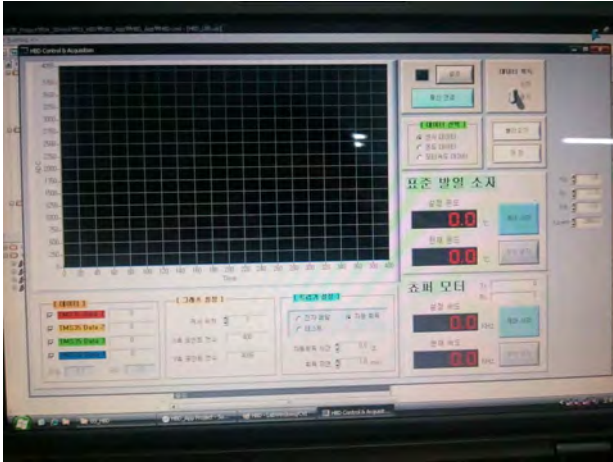


<전원 회로도>



<표준발열 소자 입력회로>

(마) 성능시험 모니터링 제작



(5) 모니터링 시스템 제작

(가) 모니터링 시스템 개발 방안 선정 기본설계

PC 또는 HBCOM에 올라가는 S/W 형식으로 전자랙과의 연동을 통하여 선로변 장치들에 대한 모니터링과 시험기능을 수행할 수 있어야한다.

(나) 모니터링 시스템 사양서 작성

① 모니터링 시스템 장치사양 : 전자랙과 RS-232C 시리얼 통신

구 분	사 양
모니터링 시스템 PC	직렬 포트가 장착된 PC
HBD 전자랙	모듈 전면의 TEST 소켓을 통해 직렬 포트 연결
모니터링 시스템 명령	접근 레벨 기능에 따라 분류

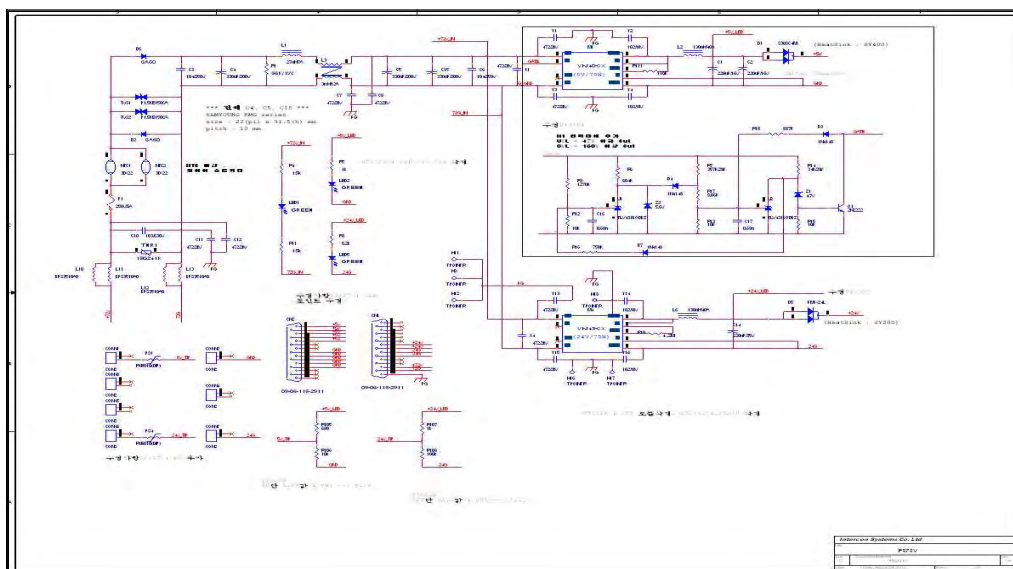
- 기능별로 명령(파라미터)가 아래와 같이 정의하였다.

기능 1	기능 2	명령(파라미터)	설명
제어(시험) 명령	교정 명령	CT(채널), CR(채널)	CT : 전체교정, CR : 일반교정
	열차 주행 시뮬레이션	TRAIN(0~7)	
	발열 명령	NOM/COFF	기준 온도 설정/해제
		BNOM(채널, 설정온도)	센서 내부 발열
		HEAT	센서 내부 자동 발열(동결방지)
	외부 디지털 출력 센서 덮개 제어	EXOUT(ON/OFF) LID(ON/OFF)	
시스템 관리(설정)	모니터링 시스템 관련	H	사용가능한 명령어 보기
		P(xxxxxx)	비밀번호 입력(모드변환)
		ENDN, EX	일반모드로 전환(모드변환)
	시스템 시작 관련	RES	시스템 RESET
		START	시스템 시작

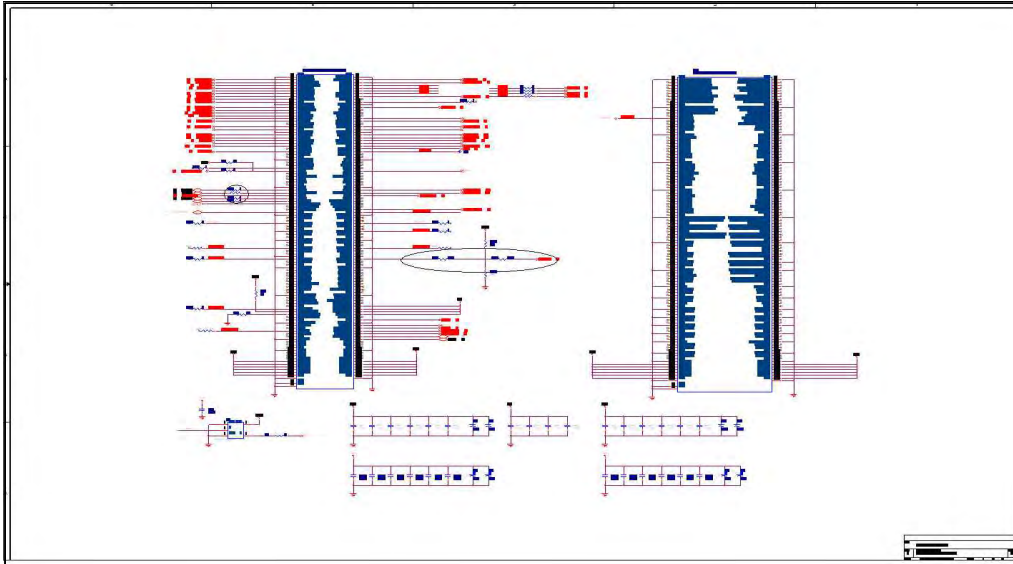
기능 1	기능 2	명령(파라미터)	설명
	시스템 정보 보기	SINFO	시스템 정보(버전, 상태보기)
		SW	스위치 점퍼(랙코딩과 유사)
		PA	시스템 정보(구성 정보)
	설정(파라미터)	CEN/CDI	교정 명령 허가/금지
		CP(3~10)	발열체 PI 파라미터 설정
		CLCT(채널)	교정표 삭제
		HTT(ON/OFF)	피크 홀드회로 허가/금지
	설정(모뎀)	ONLINE(ON/OFF)	모뎀 연결/꺼내기
		RZMOD	모뎀 정보 카운터 값 초기화
		GA	HBD 정보를 HBS에 강제 전송
상태 보기(감시)	외부 입력	ADC, ADCZ, OADC	아날로그 입력(16ch)
		IN	SBC, HSA, SER(3byte)
		SIN/SINZ	Cooler, VCM, Lid, 초퍼
		TT/TTZ	페달 상태
		M/MZ	온도 현시
	시험, 계측 관련 상태	HCZ	교정 시험 상태
		HOAZ	온도 측정 시험 상태
		CAST	교정 결과 보기
		CATA(채널)	교정표 보기
		TR/TRZ	열차통과 상태
		MOD	모뎀 상태
	모뎀	TEST	모뎀 통신 메시지 현시
		ER	전체 에러 목록 현시
	정보	ERMOD	통신 에러 목록 현시

(다) 전자랙 보드별 초도 회로 설계

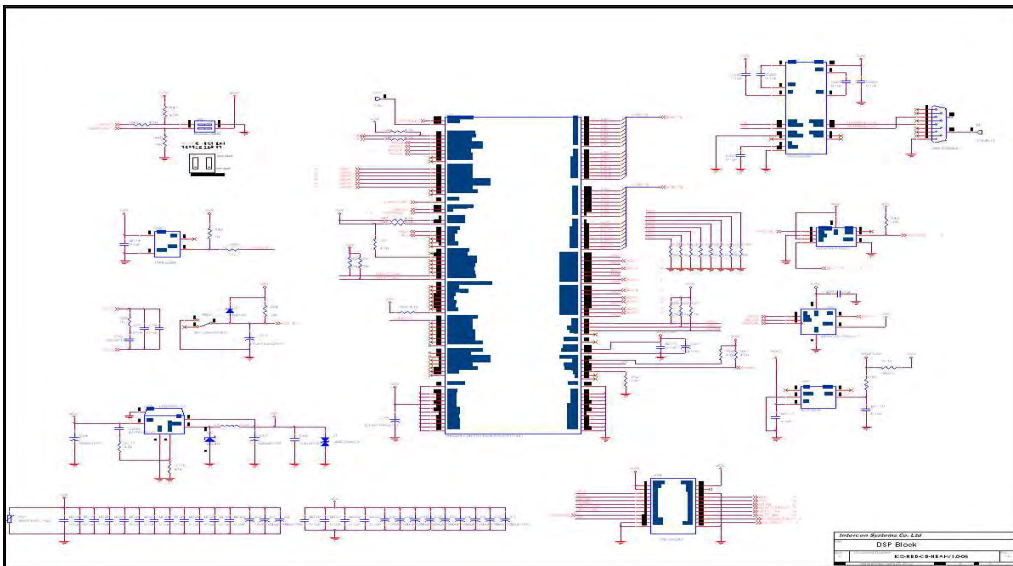
① HBPWR 보드



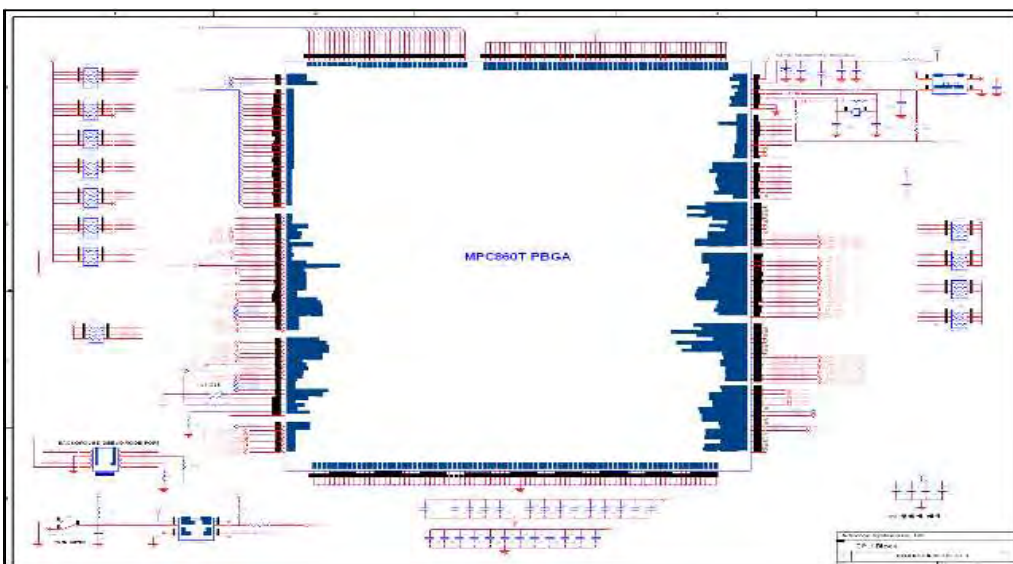
② HBCOM 보드



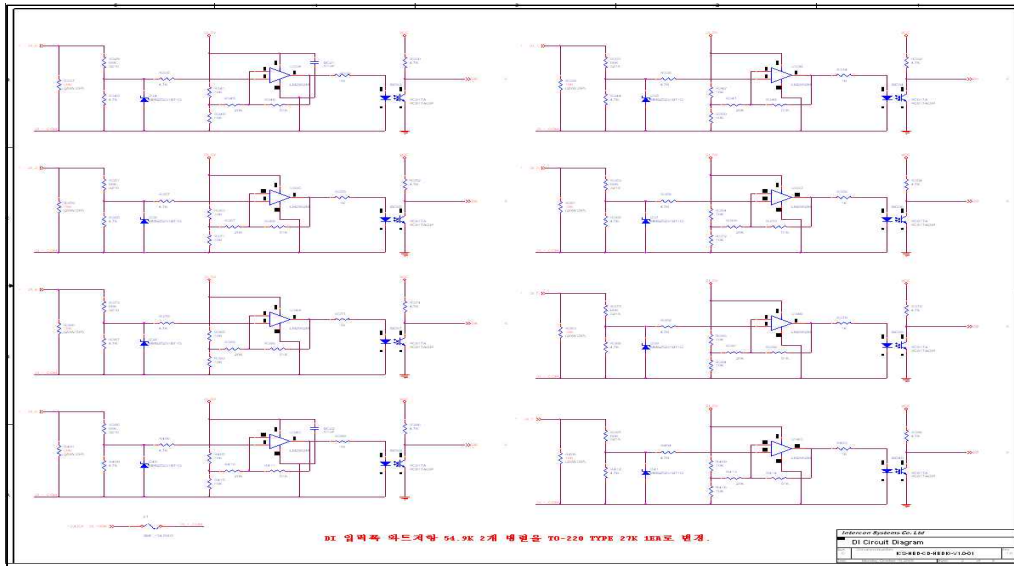
③ HBCPU 보드



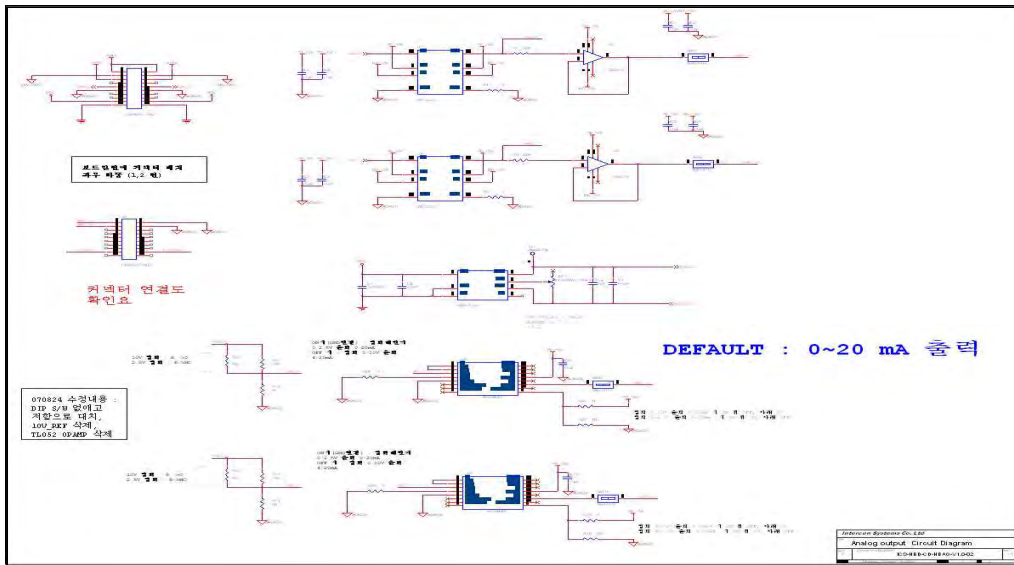
④ HBAI 보드



⑤ HBAO 보드



⑥ HBDIO 보드



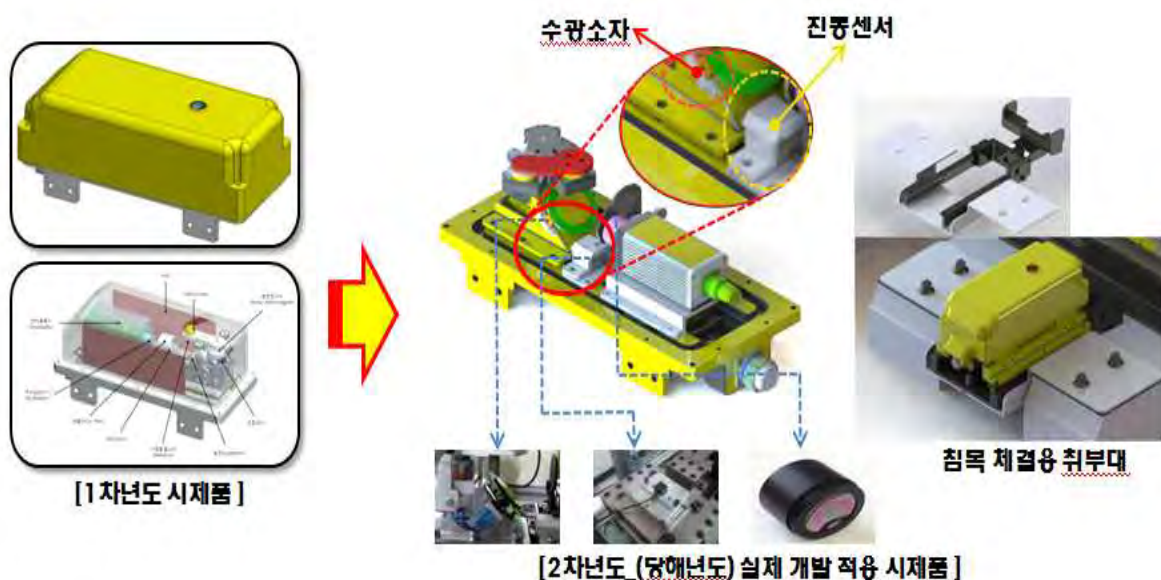
3. HBD 시제품 제작 및 기술개발

가. 온도검지모듈 제작

(1) 온도검지모듈 성능향상

1차년도 시험품에 비해 체결력 확보 및 유지보수 편리성을 위하여 일부 설계변경을 통하여 성능향상을 꾀하였다. 성능향상 추가 상세내역으로는 4pixel 센서 도입으로 인한 온도 측정 신뢰성 확보, 진동 가속도센서를 이용한 진동감시기능 추가, 전압값(0~10V)을 사용한 신호전달방식에서 전류값(4~20mA)을 이용한 데이터 전송방식으로의 개선, 침목체거형 구조 채택 및 각 부품별 조립 시 패드를 적용하여 진동으로부터 시스템 안전성 확보와 유지보수 시 조립, 분해 및 체결력을 강화시킨 것이 그 내용이다.

구 분	1차년도	2차년도(당해년도)	비 고
온도픽셀	1 Pixel	4 Pixel	온도측정 정확성
진동가속도센서	無	적용	유지보수 편리성
진동방지패드	無	적용	시스템 안정성
취부방식	레일하부 클램핑	레일하부+침목취부추가	체결력 확보 (진동감소화)
내부온도	측정 불가	측정 가능(모니터링)	유지보수 편리성
내부동작모니터링 (미러모터)	無	동작유무 확인가능 (수광소자 적용)	유지보수 편리성



(2) 사양

(가) 온도검지모듈 사양

규격은 KS R 9191, KS R 9186을 적용 하였고, 제품의 비교 성능은 기존 H90S, H50S와 동등하거나 그 이상으로 하였다.

구 분	사 양
detector	Hg0, 7Cd0, 3Te, photoconductive
wavelength range	3 - 5 μm
number of elements	4 + 1 reference
element size	440 μm x 150 μm
element pitch	500 μm
active array length	1940 μm
detectivity D*peak	> 1*10 ¹⁰ cmHz/W
bias current per element	2 mA
cooler	n-stage thermoelectric (n=4)
power consumption	< 15 W max, < 5 W typical
temperature measurement range	adjustable, for example 0 - 180°C
ambient temperature operating	-40 - +70° C

그리고 온도검지모듈 내 적외선 광학계는 차축발열온도를 제어하기 위한 모듈로서, 센서의 빛 또는 열을 집광시켜주는 역할을 하며 구성은 크게 렌즈부, 기구부 및 거울부로 되어있다. Optical Design Tool을 이용하여 기초설계, 형상검토, 수차분석 확인 후 광기구부 설계에 반영하여 성능저하 요인을 확인 후 반복 분석을 통해 사양을 확립하였다.

No	name				
SRF	RADIUS	THICKNESS	APERTURE RADIUS	GLASS	SPE Note
OBJ	--	370	24	AIR	
1	--	--	15.5	AIR	
2	--	1	23.5	REFLECT	
3	--	-60	15.6	AIR	
4	--	--	14.2	AIR	
5	--	--	15.8	AIR	
AST	-78.78	-4.5	16.5	SAPPHIRE	C
7	265.77	-0.5	16.5	AIR	
8	-22	-5	16	GERM	C
9	-24.15	-18.6157	13.50	AIR	
IMS	--	--	1.300464		

(나) 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 사양

구 분	사 양
설치 시 주변 환경 온도 조건	-40℃ ~ +80℃
외함 베이스 및 케이스	심플하며 조립 간편
강도	H90S, H50S ↑
적용규격	KS R 9191, KS R 9186
외부치수	488(L) * 201(W) * 200(H) (TBD)

(3) 설계

(가) 온도검지모듈 설계

측정열차 속도는 0~500km/h까지 검지하여야 하며, 차축간 최소거리는 1.5m 이상이어야 한다. 시야각은 수직이며, 적외선 파형길이는 3~5μm, 검지장치 반응시간은 100μs내에 동작되어야한다.

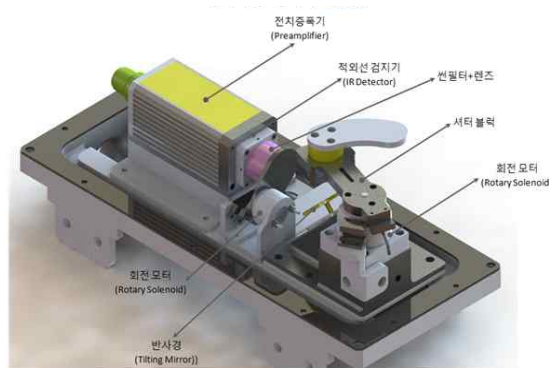


그림 25 온도검지모듈 구성도



그림 26 3D 설계 형상(진동감소를 위한 침목체결형)

적외선 온도검지모듈내 광학계의 사양 확정 및 총 3차 최종 설계변경을 통해 다음의 사양 및 최종 Lens Layout과 Spot size data를 가진다.

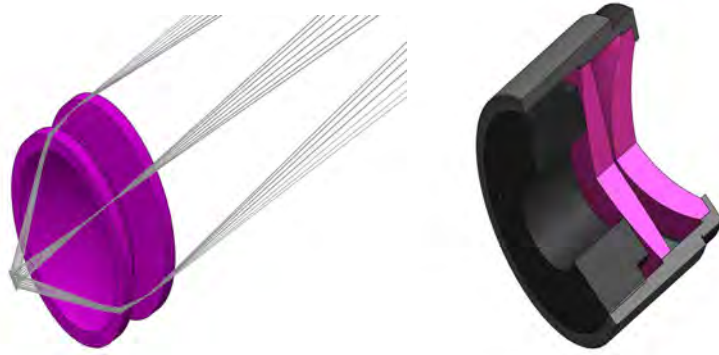


그림 27 Lens Design Layout 및 Lens A'ssy Module

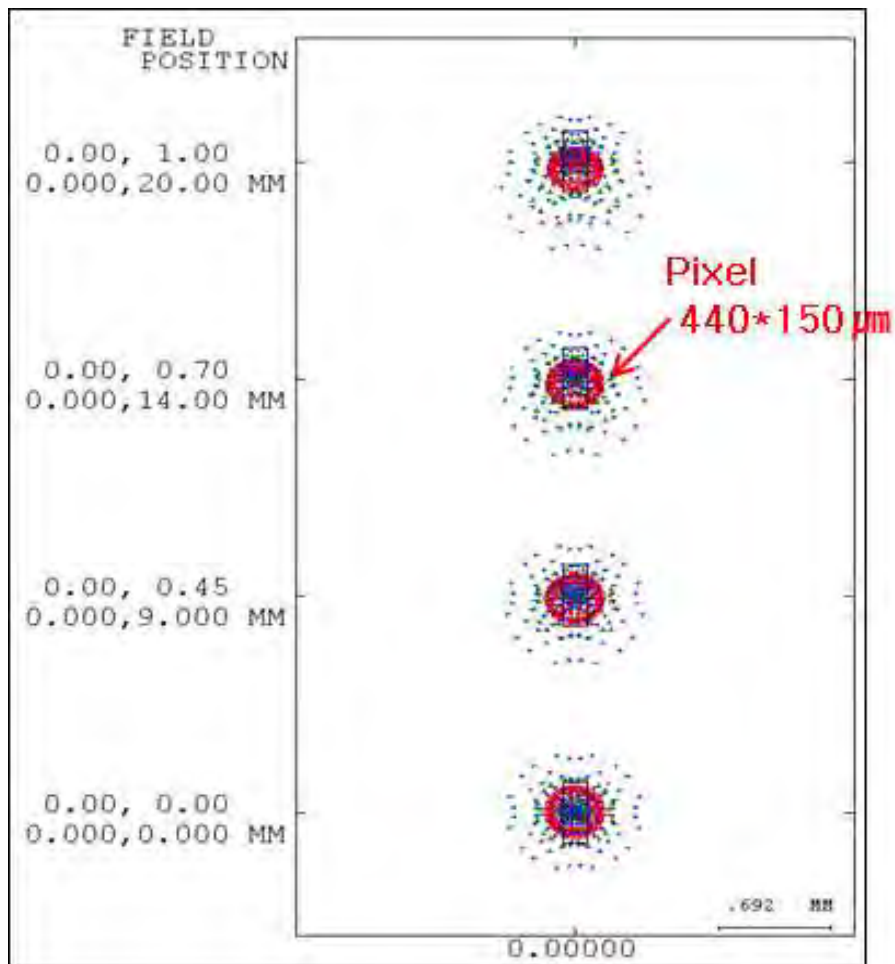


그림 28 Spot Diagram Data

위를 토대로 한 광학 설계는 하우징, 리테이너 및 스페이서로 구성이 되어있으며, 재질은 Al 6061-T6을 사용하였고, Black Painting 반광 흑색아노다이징으로 처리되어 있으며, Detector 초점거리를 정확히 맞출 수 있도록 조정이 가능한 나사선 타입을 적용하였다.

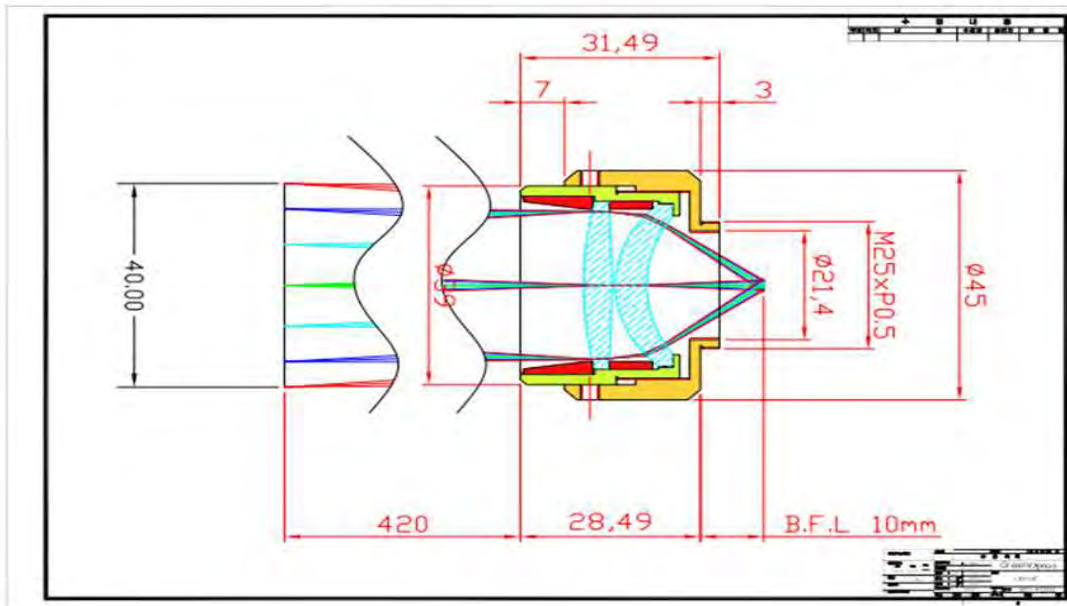
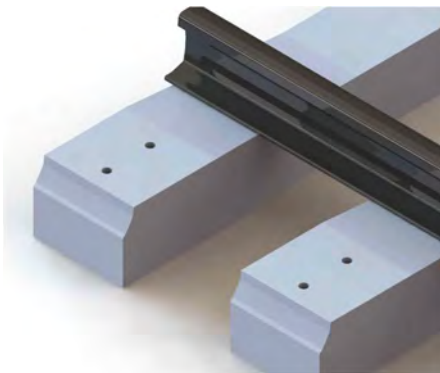


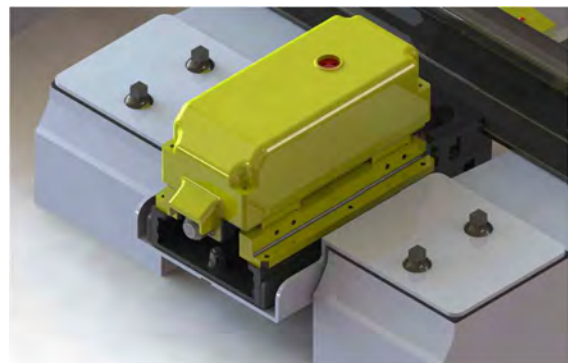
그림 29 광학기구 Layout

(나) 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 설계

기존 차축발열검지장치 취부의 기본 구조는 레일에 직접 체결하는 관계로 4종 진동 환경에 견디도록 이번과제에서는 그 특성을 고려해 설계되었다. 여기서의 철도 4종 진동환경은 10~1000Hz에서 진동 가속력이 자중에 100배, 즉 100G(복진폭 진동기준)의 가속력에 내구적으로 강성하여야 한다. 시험을 진행한 결과 구조물에는 고유진동수(Natural Frequency) 또는 공명 진동수(Resonant Frequency)라고 하는 특정 진동수가 있는데, 각 고유 진동수에는 특정 진동수에서의 진동 모드를 가지는 모드 형상이라는 특정 형상과 연관된다. 구조물이 그 고유 진동수 중 하나와 일치하는 진동수를 가진 동적 하중에 의해 자극을 받았을 때 구조물에 대변위 및 응력이 발생한다. 이러한 현상을 공명 또는 공진(Resonance)이라고 한다. 진동 해석 결과 현재 고속 열차 운행 시 발생하는 Hz 대역은 저진동 10Hz와 고 진동 1000Hz두 Hz대역에서 발생된다. 그리고 신규 외함 커버 해석 결과 실제 열차 운행 시 발생하는 고유 진동수와 일치하는 진동수가 발생하지 않는 것을 확인하여, 이는 구조물에 변위 및 응력이 발생하지 않을 것으로 판단되어 그 내용을 반영하여 설계하게 되었다. 기타 풍압 및 소재 분석도 설계에 반영하여 진행하였다.



[침목 매립전 위치 설치건 제작]



[진동을 고려한 침목체결 방안설계]

(4) 시제품 제작

(가) 온도검지모듈 시제품 제작

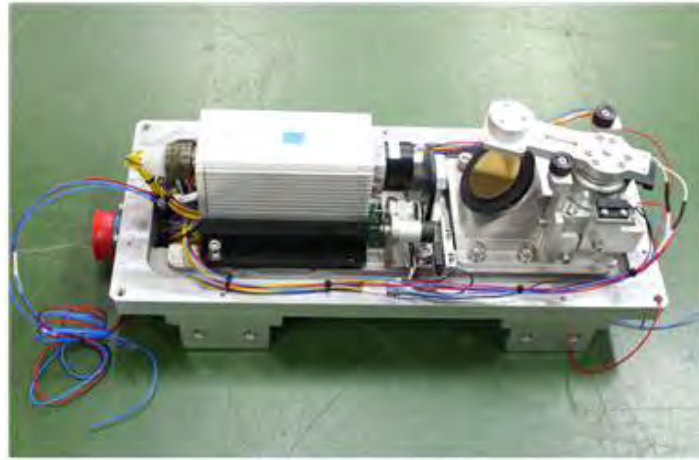


그림 30 온도검지모듈



그림 31 온도검지모듈 부품



그림 32 적외선 광학계 시제품

광학계 시제품을 통해 광량분포 측정결과 개구수 28mm 적용 시 다광량 발생으로 전압 제어가 불가능함에 따라 최종 개구수 15mm 적용하였고, Test 결과 양호 판정됨에 따라 4set를 기구부 신규 제작을 통해 완료하였다. Mirror부분은 모터 하중에 의한 제어 불가능으로 기존 50x50*5t 에서 $\Phi 47*1t$ 로 적용하여 제어가 가능한 무게인 3g 이내로 제작하였다.

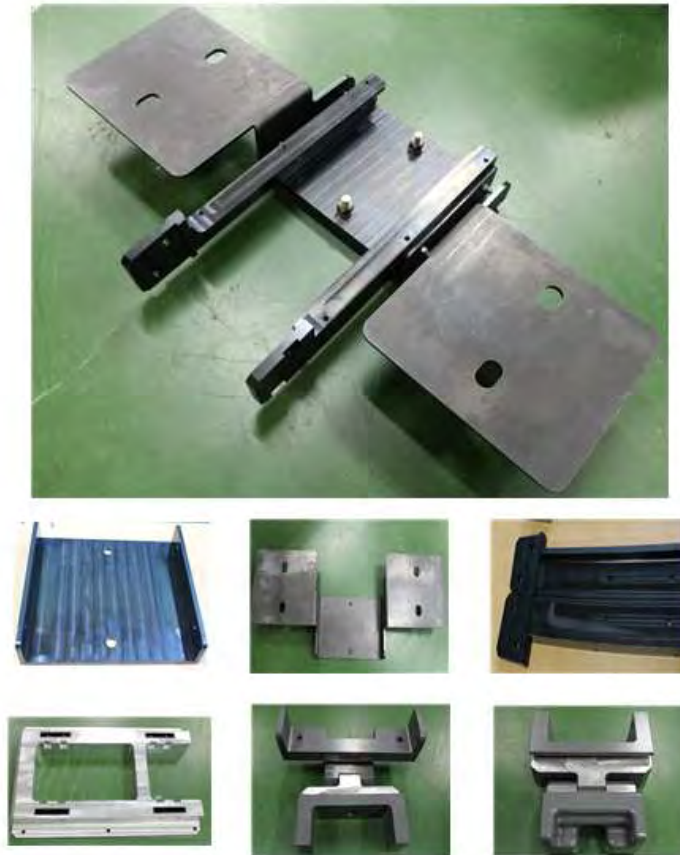
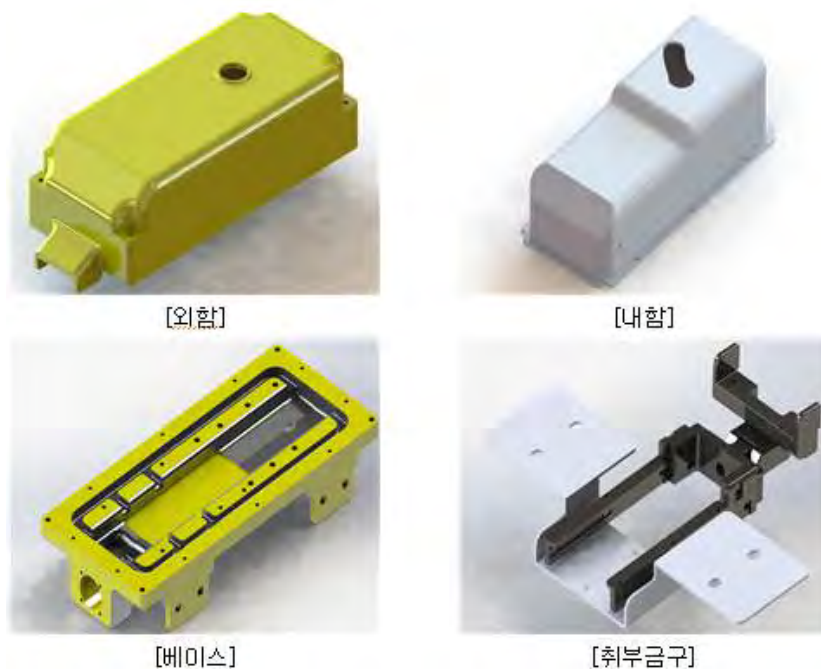


그림 33 온도검지모듈 취부 부품

(나) 온도검지모듈 방진환경 대응 외함 제작



나. 전자페달장치 제작 및 실험실 시험

(1) 전자페달장치 성능 수정 보완

1차년도에 센서코어의 자속과 세기는 2차년도에 들어와 아래의 표와 같이 성능보완을 진행하였고, 독립된 센서코어로 자장의 변화를 가져왔다.

구 분	1차년도	2차년도
자속	최대 1.854×10^{-4} [T], 최소 6.766×10^{-10} [T]	최대 7.12×10^{-4} [T], 최소 5.74×10^{-6} [T]
자기장의 세기	최대 56.74[A/m], 최소 5.38×10^{-4} [A/m]	최대 286[A/m], 최소 2.3[A/m]
차륜검지시 자속	최대 1.67×10^{-4} [T], 최소 4.62×10^{-11} [T]	최대 6.28×10^{-4} [T], 최소 5.06×10^{-6} [T]
차륜검지시 자기장의 세기	최대 37.7[A/m], 최소 3.68×10^{-5} [A/m]	최대 324[A/m], 최소 2.61[A/m]

(2) 전자페달장치 사양

구 분	사 양
측정열차 속도	0 ~ 500Km/h
차축간 최소거리	1.5m 이상
발진 주파수	70 ± 5 KHz의 구형파 발진
레일과 차륜검지센서간의 거리	45mm
차륜검지센서의 반응거리	30 ~ 35mm

(3) 전자페달장치 설계 및 제작

고속열차용 차축발열검지장치 개발 과제 전자페달 기본 설계서를 바탕으로 전자페달 장치의 시스템 구성, 기능, 외부 인터페이스 및 각 모듈의 기능을 정의하여 설계하였다. 그리고 1차년도는 못함 케이스의 두께 9mm, 목함과 PCB 이격 거리로 인해 레일두부 측면부터 PCB까지의 거리가 기본 15mm 이상을 유지하기 때문에 검지능력에 문제가 발생하고, 취부목함이 PP이므로 철재보다 견고하지 않아 레일에 고정할 때 탄성으로 인한 수평이 맞지 않고, 목함의 센서 받침대가 취부대에 고정되어 수직, 수평거리를 조정하기 어려운 점을 들어 2차년도에는 독립된 센서코어 2EA를 알루미늄 베이스 판에 MC 재질의 볼트와 너트로 절연하여 고정하여 위의 문제점을 해결하였다. 그리고 1차년도에 비해 DC12V의 구동전압을 통해 제어회로에 안정된 구동전원을 구현하기 위해 FIXED REGULATOR를 통해 DC 5V의 안정적인 전원을 공급하기 위하여 설계 변경하였다.

구분	1차년도	2차년도	비고
입력전압	DC 8.5V	DC 12V	입력전압 변경
출력전압	DC 5V	DC 5V	출력전압 변경

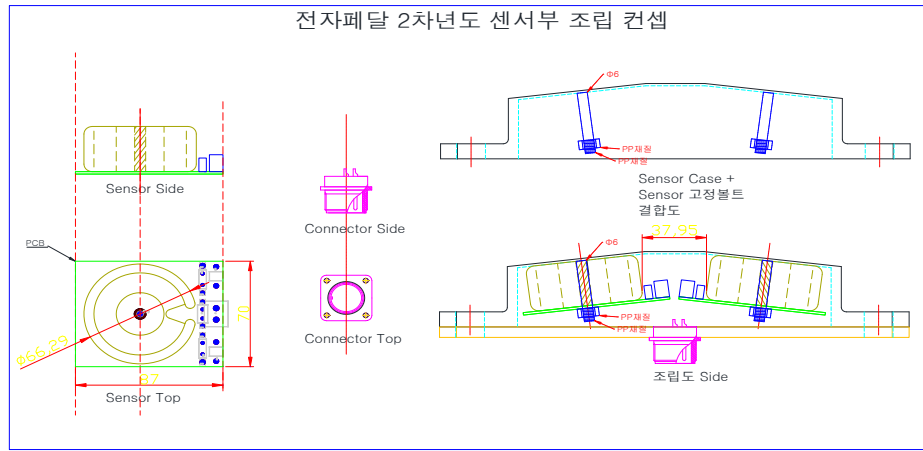


그림 34 센서부 외형도

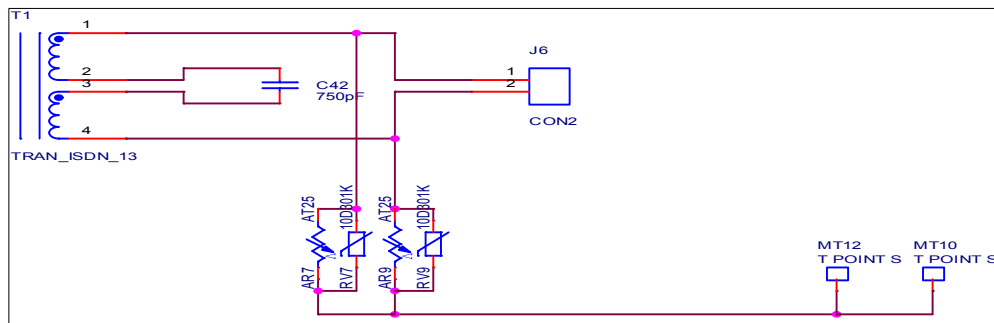


그림 35 센서부 회로도

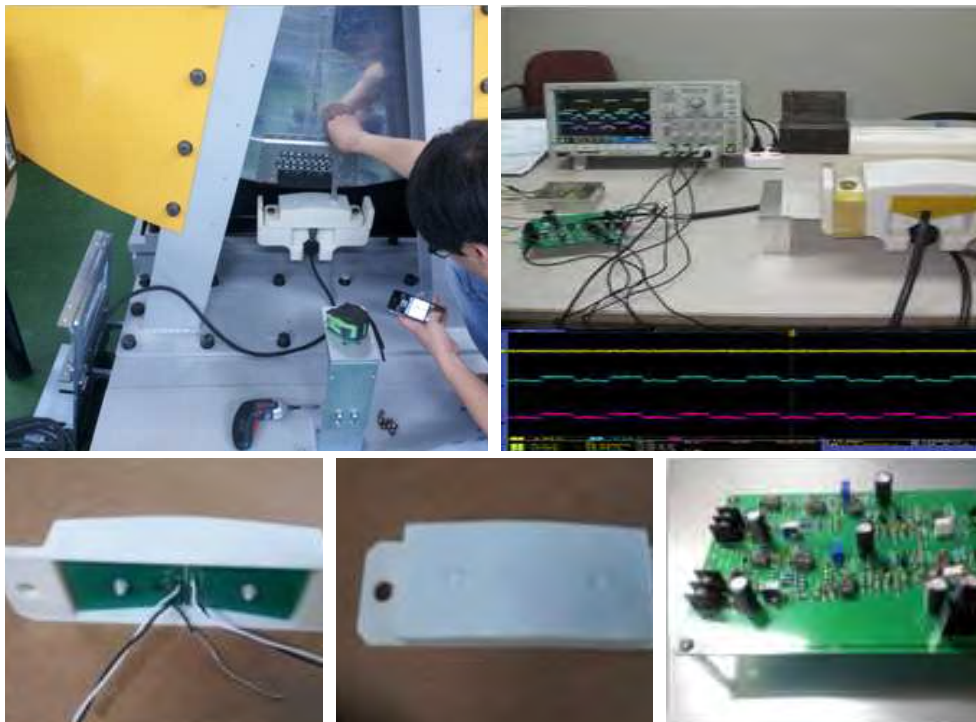


그림 36 전자페달 RP제작 및 테스트 과정

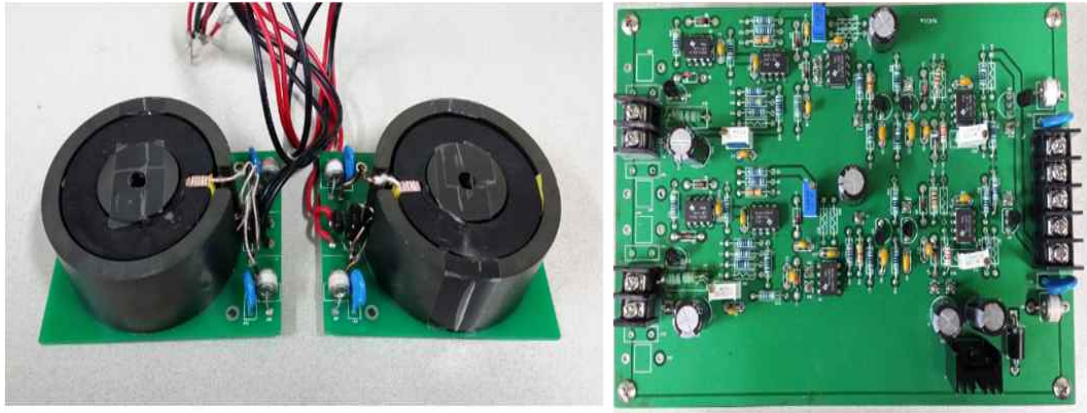


그림 37 전자페달 센서 및 I/F 보드 제작



그림 38 전자페달 제작

(4) 전자페달장치 시험

(가) 속도종합시험기를 이용한 파형분석

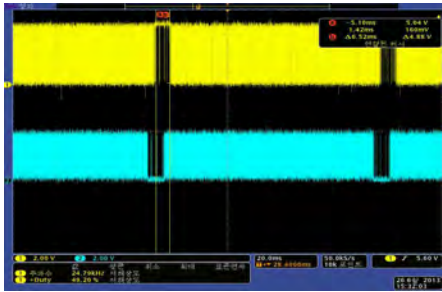
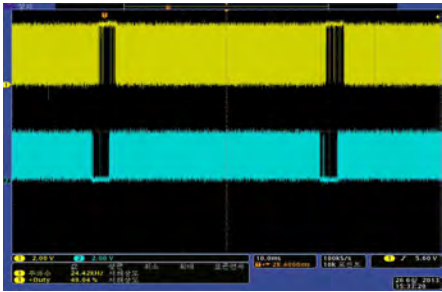
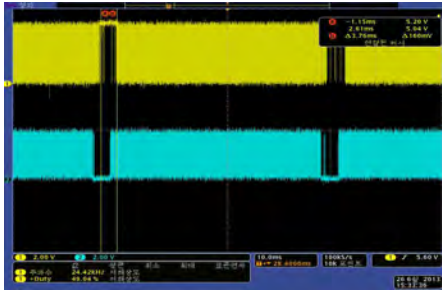
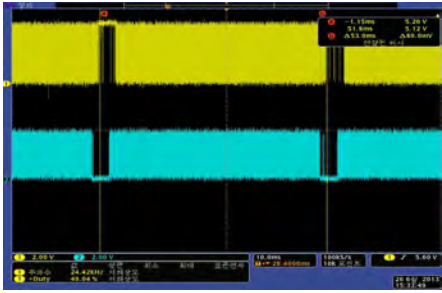
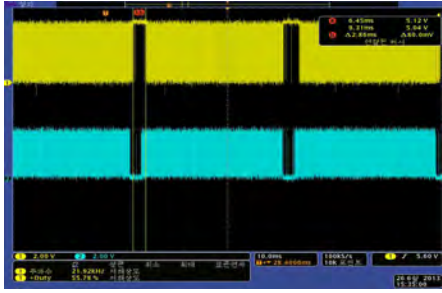
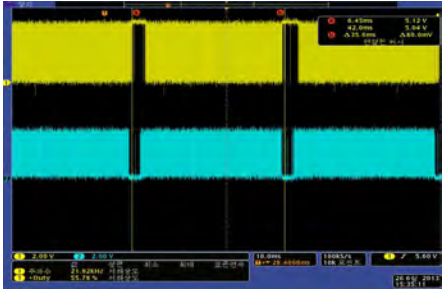
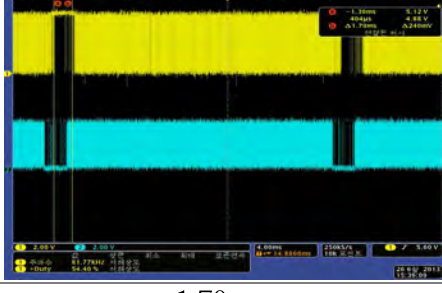
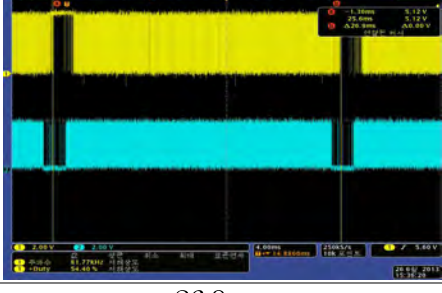
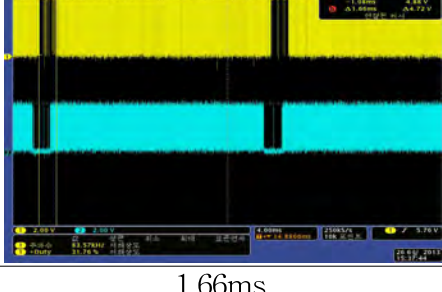
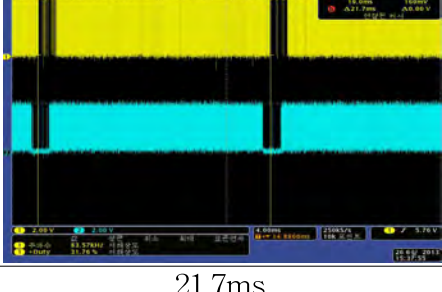
전자페달장치와 속도종합시험기와의 시험을 통해 속도에 따른 검지파형을 확인하였다.



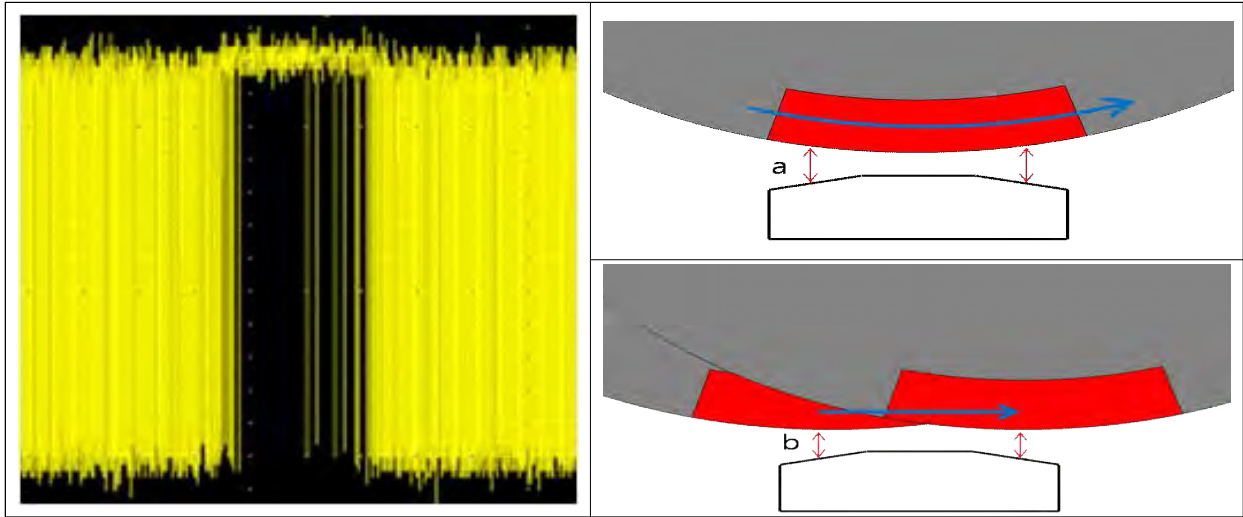
그림 39 속도성능검증시험

① 시험 및 결과

<파형분석>

회전체 속도	검지폭(ms)	검지간격(ms)
102km/h	 6.52ms	 106ms
202km/h	 3.76ms	 53.0ms
302km/h	 2.86ms	 35.6ms
401km/h	 1.70ms	 26.9ms
500km/h	 1.66ms	 21.7ms

시험기에 전자페달장치를 부착하고 속도시험기의 회전축이 고정되어 있어 차륜의 회전축이 이동하는 실제 상황과의 오차로 인해 센서로부터 차륜까지의 거리가 LAB 시험의 경우가 더 멀게 되므로 아래와 같이 검지폭내에 비검지과형이 발생한다. 즉, a와 b 간의 차이는 최대 8mm 까지 될 것으로 예상된다.



(나) 챔버를 이용한 온도시험을 통해 전자페달센서와 보드의 동작여부 확인

① 시험장비 구성



② 시험내용 및 결과

극한의 온도환경에서의 검지능력을 검증하기 위해 챔버내부에 센서 및 Interface Board를 설치하고, 영하 $^{\circ}\text{C}$ ~영상 80°C 의 온도환경에 노출시켜 검지능력을 확인하였고, 온도에 따른 발진파형 및 출력파형을 확인하였다.

구 분	-40 $^{\circ}\text{C}$	80 $^{\circ}\text{C}$
시험사진		

구 분	-40℃	80℃
비점유 과형		
점유 과형		

위 파형그래프와 아래의 온도 시험 측정표를 통해 온도환경-40℃ ~ 80℃ 범위 내에서
의 전자페달센서 Core1, 2 모두 정상적인 감지능력을 확인할 수 있다.

측정 시간	온도	Core1	Core2	비고
15:23	-0.5	OK	OK	
15:29	-6.4	OK	OK	
15:54	-8.9	OK	OK	
16:40	-13.7	OK	OK	
16:44	-15.0	OK	OK	
16:45	-16.5	OK	OK	
16:52	-23.3	OK	OK	
17:10	-27.7	OK	OK	
17:15	-31.5	OK	OK	
17:21	-36.1	OK	OK	
17:11	-37.4	OK	OK	
18:14	-38.6	OK	OK	
18:18	-40.6	OK	OK	
18:43	69.1	OK	OK	
18:44	73.1	OK	OK	
18:46	78.2	OK	OK	
18:47	80.2	OK	OK	

다. 전자랙 시제품 제작 및 실험실 시험

(1) 전자랙 시제품 보드 단위 및 시스템 시험 진행

(가) 1차년도에 제작한 전자랙 시제품 보드의 S/W 설계와 시험 진행

(나) I/O 보드(HBAI, HBAO, HBDIO) Logic 설계 및 HBCPU 연계 시험 진행

(다) 파워모듈 로드 및 온도 시험 진행



(2) 전자랙 ES(Engineering Sample) 버전 보드 제작 및 시험

(가) 전자랙 구조 수정 설계 진행(보드 구성 변경)

기능별 보드 구성에서 인터페이스 중심 보드로 구성을 변경하였고, 온도센서 인터페이스 전용 보드 HBSIB 개발, 전자페달 인터페이스 전용 보드 HBPIB 개발 및 전원 보드의 발열이 동작에 영향을 줄 수 있는 HBCOM 보드로부터 이격이 되도록 전원 보드의 위치를 변경하였다.

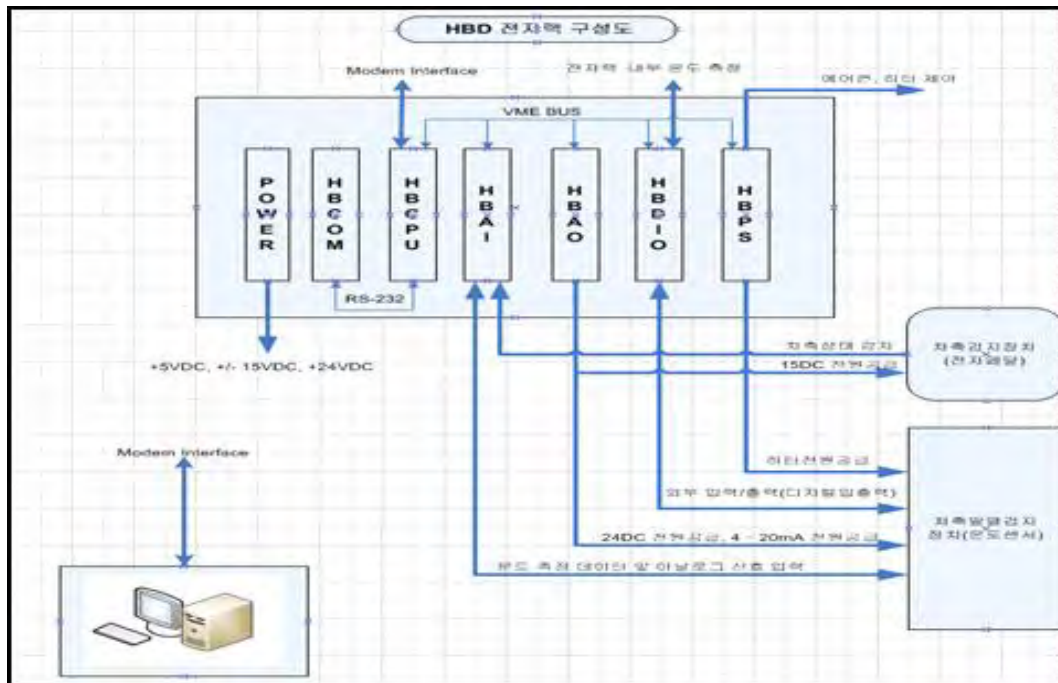


그림 40 수정 전 보드구성

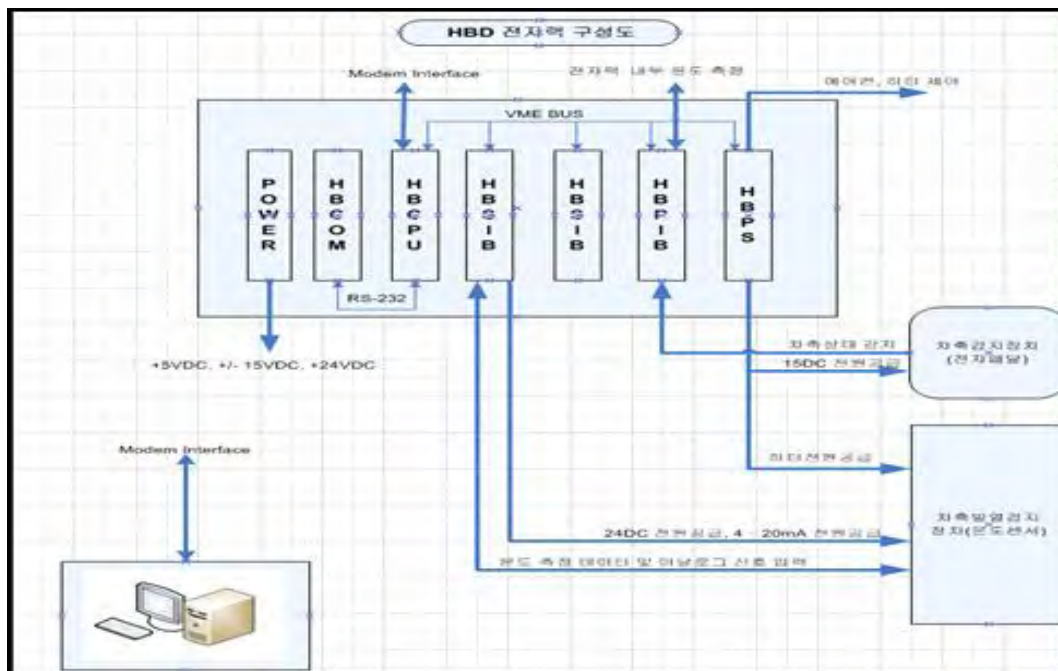
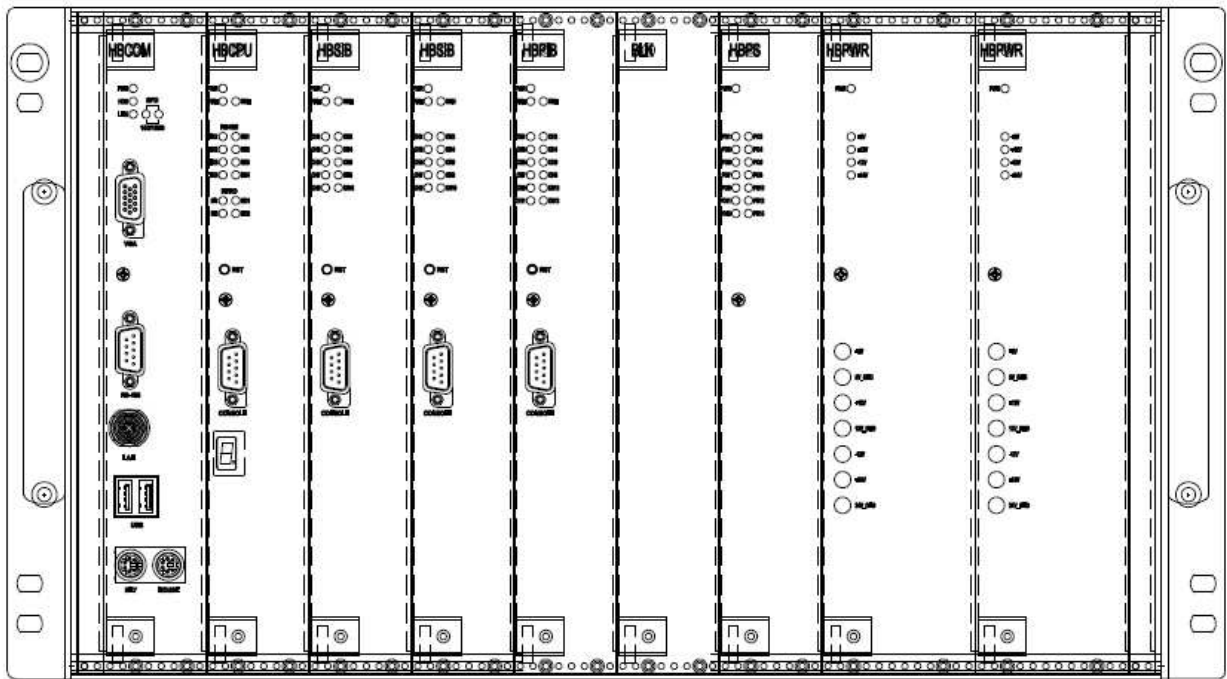
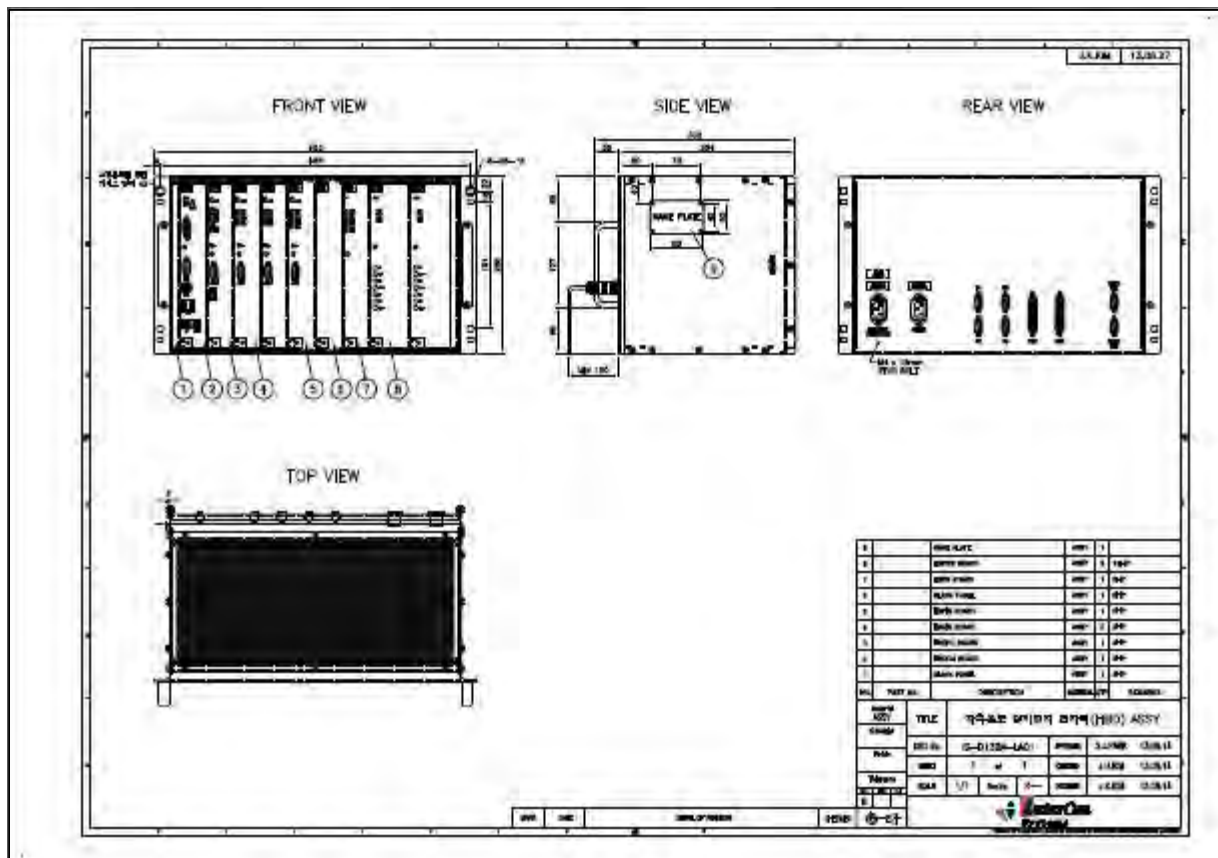


그림 41 수정 후 보드구성



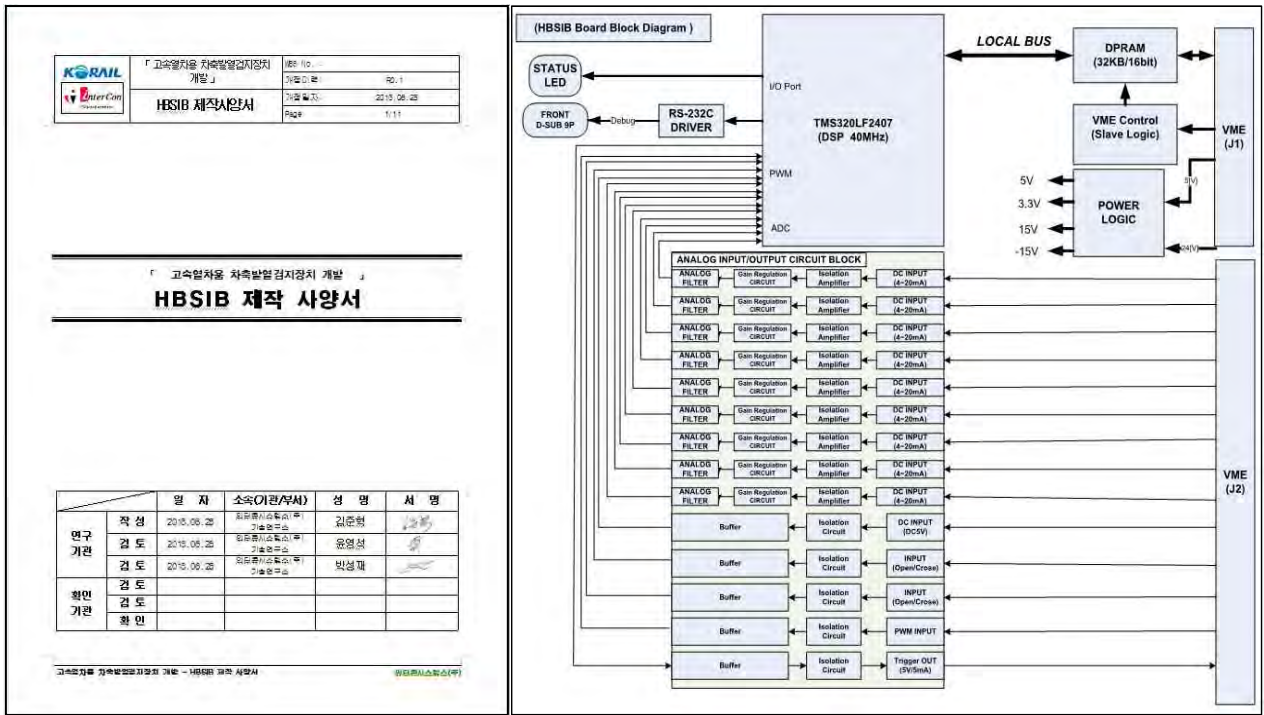
- 연구실적 - 전자랙 기구도면



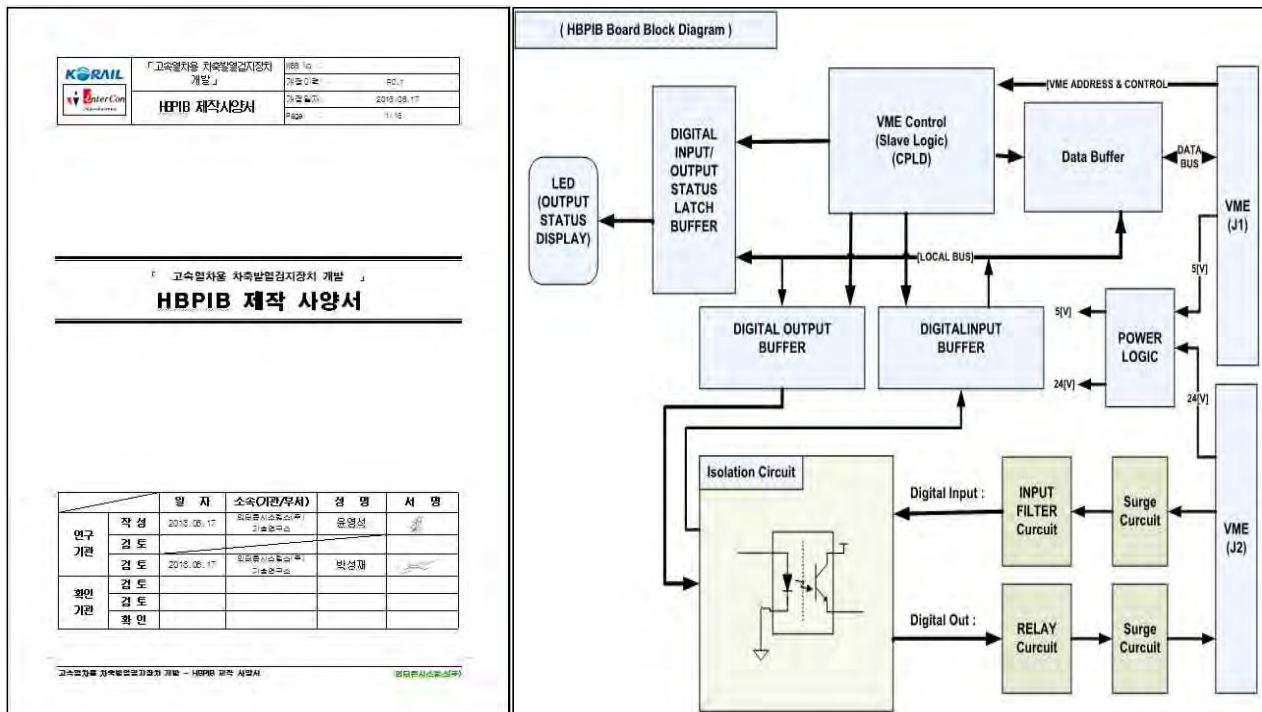
(나) 온도센서/전자페달 사양 변경에 따른 신규 구성 보드 설계

센서 및 전자페달 인터페이스 신호 사양 확정에 따른 회로 설계 진행하였고, 신규 추가된 예비회선 처리용 회로를 반영하였다. 또한 HBSIB 보드에 Hot/Cold 온도 센서 출력전압 $1650\text{mV} \pm 5\text{mV}$ 오차 범위 판단 기능 및 관련회로 추가하였다.

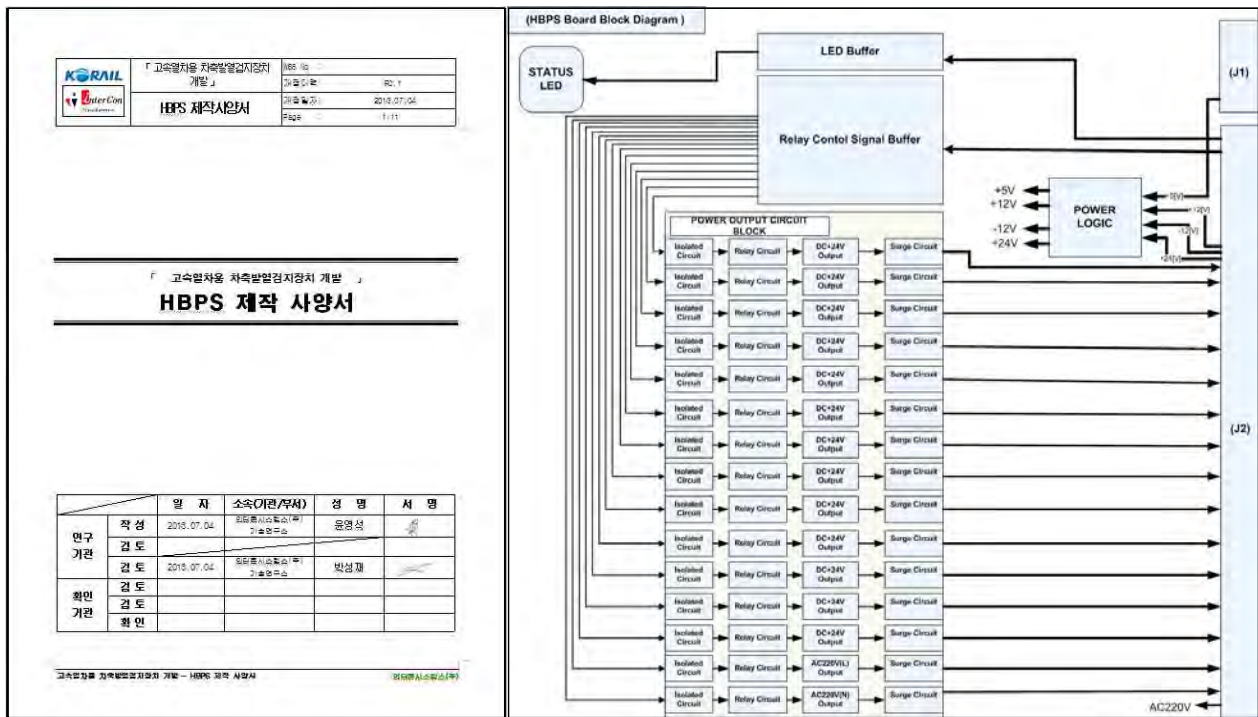
연구실적 - HBSIB 제작 사양서



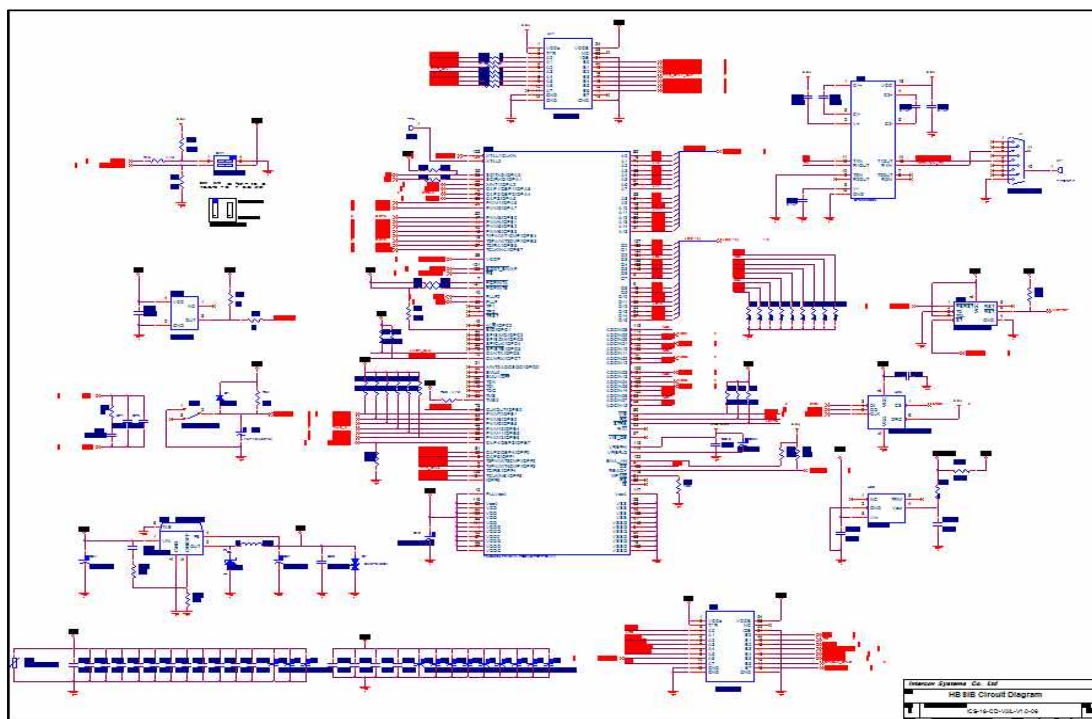
HBPIB 보드의 차속센서 입력회로단에 Low Pass Filter 회로를 추가하여 Noise성 신호로 인한 차속 오감지를 방지토록 하였다. 연구실적 - HBPIB 제작 사양서



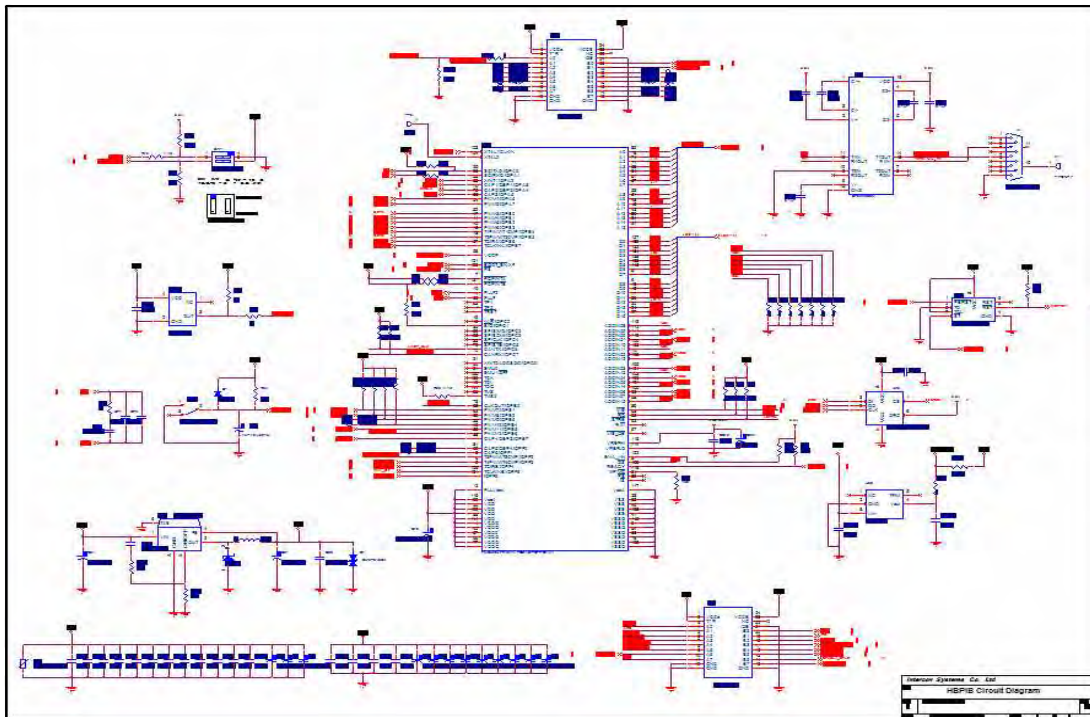
센서 및 전자폐달장치에 추가된 전원사양을 반영하여 HBPS 회로를 재설계 진행하였다. 연구실적 - HBPS 제작 사양서



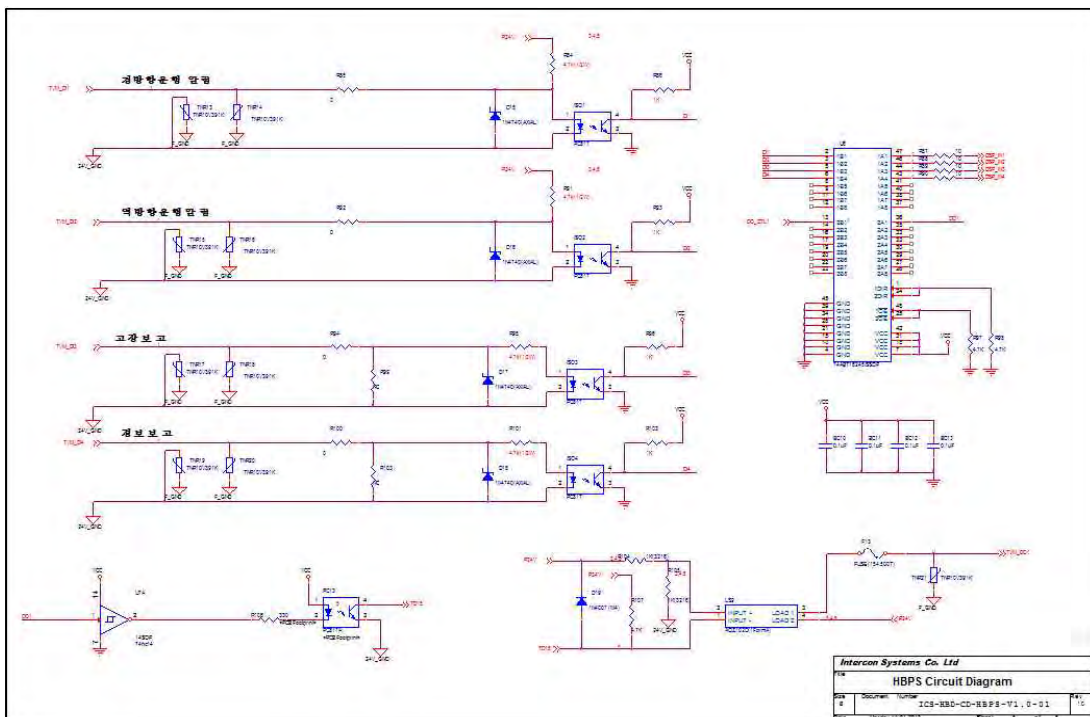
① HBSIB 회로도



② HBPIB 회로도

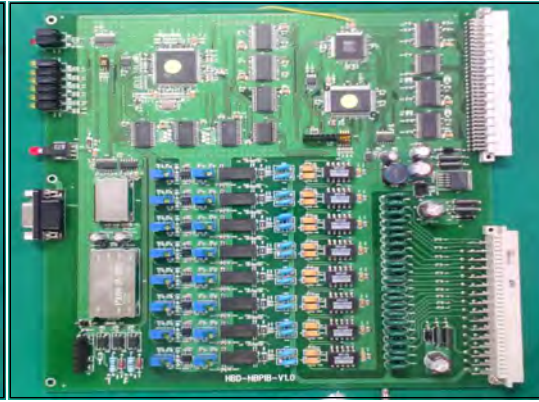


③ HBPS 회로도

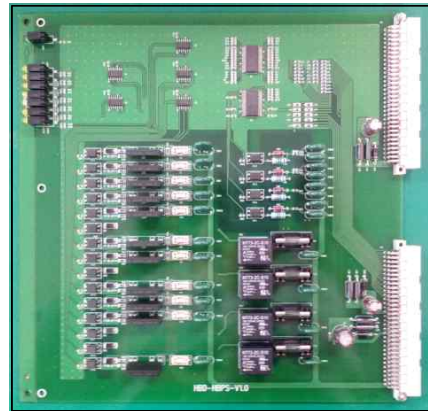




[HBSIB 보드 개발]



[HBPIB 보드 개발]

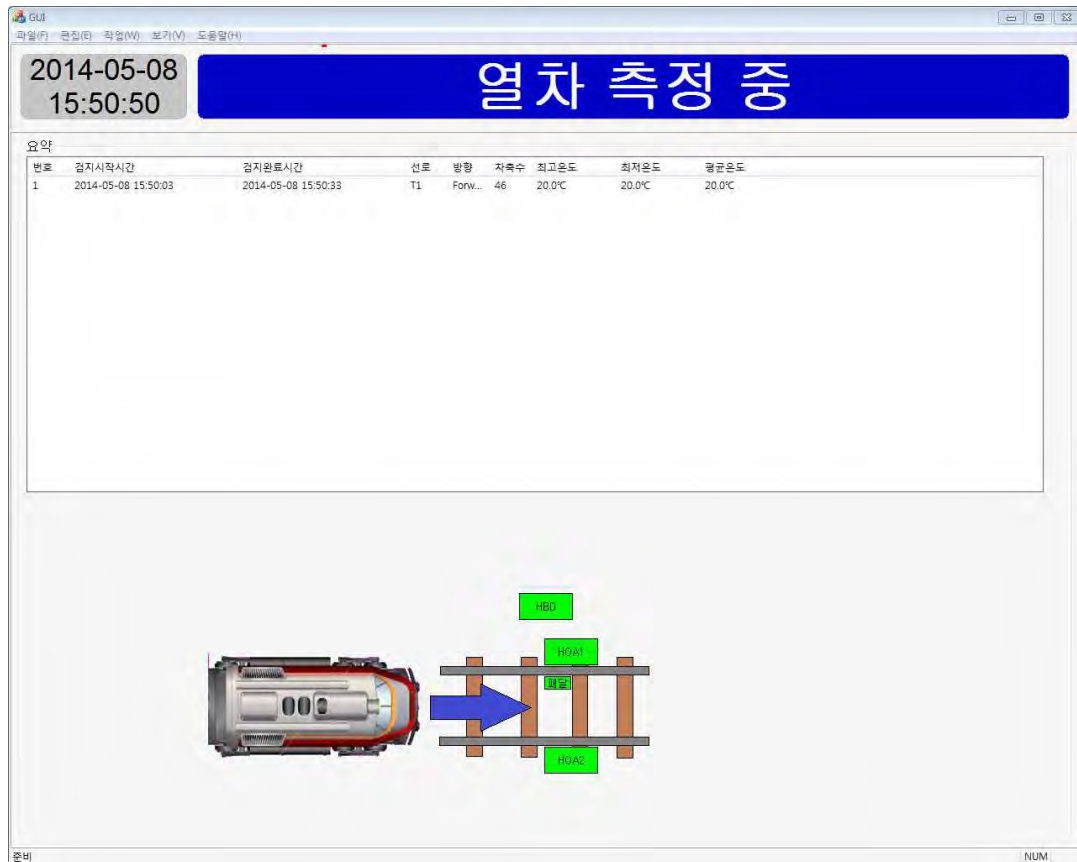


[HBPS 보드 개발]

(다) 향후 개발될 독자 운용시스템과의 인터페이스를 고려한 제품 설계
HBCOM 보드 추가 개발하였고, MODBUS Serial과 Ethernet Interface 겸용으로 설계하였다.



① 그래픽 기반의 선로변 장치 모니터링 제공



② 유지보수 단말(DIMO) 기능 분석 및 구현
연구실적 - DIMO 기능 분석 검토서

 「고속열차용 차속발열검지장치 개발」		제1차 개발일 2013.07.28	
 DIMO 기능 분석 검토서		제2차 개발일 2013.07.28	

「고속열차용 차속발열검지장치 개발」

DIMO 기능 분석 검토서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작성	2013.07.28	한국철도기술연구원	최성민	
	검토	2013.07.28	한국철도기술연구원	박성재	
	검토				
확인 기관	검토				
	확인				

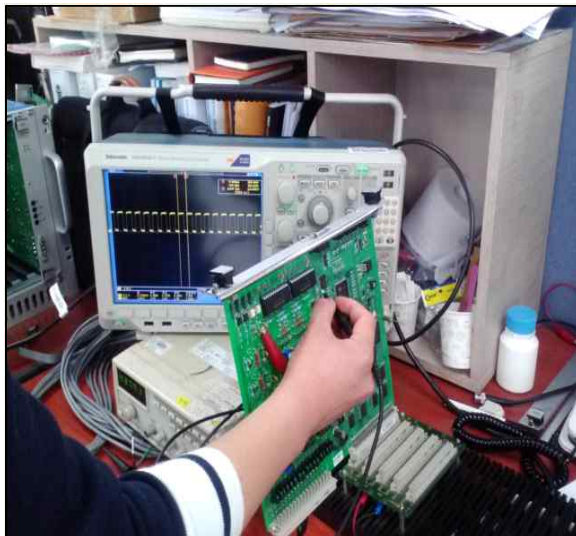
고속열차용 차속발열검지장치 개발 - DIMO 기능 분석 검토서

(라) 전자랙 ES 시제품 제작



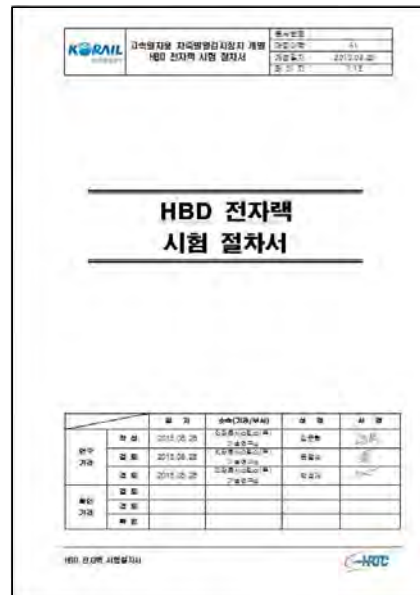
(마) 전자랙 S/W 개발 및 검증

통신시험, Analog/digital 인터페이스 시험, 전원부하시험 등의 단품 기능시험 및 연동시험을 통한 S/W 설계 검증을 진행하였다.



① HBD 전자랙 시험절차서 작성

연구실적 - HBD 전자랙 시험 절차서



(3) 전자랙 PP(Pre-Product) 제작 및 시험

(가) ES 디버깅 결과를 반영하여 PP 버전 시제품회로 및 Artwork 수정

HBSIB/HBPIIB 보드 수정 개발하였고, DSP Version up을 통한 측정 정밀도 성능향상 (Resolution 12bits) 및 외부 SRAM 메모리 인터페이스 기능을 추가 구현토록 하였다.



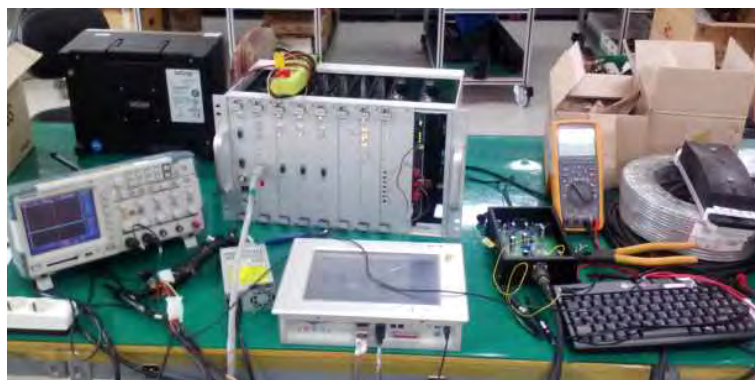
그림 42 HBSIB 보드 PP 시제품



그림 43 HBPIB 보드 PP 시제품

(나) PP 용 보드 및 기구 제작

(다) 온도검지모듈/전자폐달 연동시험 진행



(라) 단품시험장치를 이용한 종합시험 진행

HBD 전자랙 시험절차서에 기준한 종합시험을 진행하였고, 그에 따라 시험결과서를 작성하였다.

KORAIL		고속열차용 차축발전장치용 전자랙		문서번호 : A1
HBD 전자랙 시험 결과서		작성일자 : 2013.09.05	페이지 : 1/9	
HBD 전자랙 시험 결과서				
연구 기안	제 목	2013.09.05	고속열차용 차축발전장치(동) 기동전구동	김주혁
	공 도	2013.09.05	고속열차용 차축발전장치(동) 기동전구동	김주혁
확인 기안	관 도			
	확 인			

고속열차용 차축발전장치용 전자랙 - HBD 전자랙 시험결과서



KORAIL		고속열차용 차축발전장치용 전자랙		문서번호 : A1
HBD 전자랙 시험 결과서		작성일자 : 2013.09.05	페이지 : 7/9	
부품명	시험내용	시험방법	부품기준	차별
HBRB #2	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값이 오차범위(5%) 이내일 것.	20mA	CH1 3.6 ~ CH2 3.6 ~ CH3 3.6 ~ CH4 3.6 ~ CH5 3.6 ~ CH6 3.6 ~
	Digital Input	D0모듈에 연결 후 시험 시 데이터 맞출 것.	광로	CH1 1.1 CH2 1.1 CH3 1.1 CH4 1.1 CH5 1.1
	Digital Output	D0모듈에 연결 후 시험 시 데이터 맞출 것.	광로	CH1 1.1
HBRB	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값이 오차범위(5%) 이내일 것.	10mA	CH1 4.1 CH2 4.1 CH3 4.1 CH4 4.1 CH5 4.1 CH6 4.1 CH7 4.1 CH8 4.1 CH9 4.1 CH10 4.1 CH11 4.1 CH12 4.1 CH13 4.1 CH14 4.1 CH15 4.1 CH16 4.1 CH17 4.1 CH18 4.1 CH19 4.1 CH20 4.1 CH21 4.1 CH22 4.1 CH23 4.1 CH24 4.1 CH25 4.1 CH26 4.1 CH27 4.1 CH28 4.1 CH29 4.1 CH30 4.1 CH31 4.1 CH32 4.1 CH33 4.1 CH34 4.1 CH35 4.1 CH36 4.1 CH37 4.1 CH38 4.1 CH39 4.1 CH40 4.1 CH41 4.1 CH42 4.1 CH43 4.1 CH44 4.1 CH45 4.1 CH46 4.1 CH47 4.1 CH48 4.1 CH49 4.1 CH50 4.1 CH51 4.1 CH52 4.1 CH53 4.1 CH54 4.1 CH55 4.1 CH56 4.1 CH57 4.1 CH58 4.1 CH59 4.1 CH60 4.1 CH61 4.1 CH62 4.1 CH63 4.1 CH64 4.1 CH65 4.1 CH66 4.1 CH67 4.1 CH68 4.1 CH69 4.1 CH70 4.1 CH71 4.1 CH72 4.1 CH73 4.1 CH74 4.1 CH75 4.1 CH76 4.1 CH77 4.1 CH78 4.1 CH79 4.1 CH80 4.1 CH81 4.1 CH82 4.1 CH83 4.1 CH84 4.1 CH85 4.1 CH86 4.1 CH87 4.1 CH88 4.1 CH89 4.1 CH90 4.1 CH91 4.1 CH92 4.1 CH93 4.1 CH94 4.1 CH95 4.1 CH96 4.1 CH97 4.1 CH98 4.1 CH99 4.1 CH100 4.1
	Digital Input	D0모듈에 연결 후 시험 시 데이터 맞출 것.	광로	CH1 1.1 CH2 1.1 CH3 1.1 CH4 1.1 CH5 1.1 CH6 1.1 CH7 1.1 CH8 1.1 CH9 1.1 CH10 1.1 CH11 1.1 CH12 1.1 CH13 1.1 CH14 1.1 CH15 1.1 CH16 1.1 CH17 1.1 CH18 1.1 CH19 1.1 CH20 1.1 CH21 1.1 CH22 1.1 CH23 1.1 CH24 1.1 CH25 1.1 CH26 1.1 CH27 1.1 CH28 1.1 CH29 1.1 CH30 1.1 CH31 1.1 CH32 1.1 CH33 1.1 CH34 1.1 CH35 1.1 CH36 1.1 CH37 1.1 CH38 1.1 CH39 1.1 CH40 1.1 CH41 1.1 CH42 1.1 CH43 1.1 CH44 1.1 CH45 1.1 CH46 1.1 CH47 1.1 CH48 1.1 CH49 1.1 CH50 1.1 CH51 1.1 CH52 1.1 CH53 1.1 CH54 1.1 CH55 1.1 CH56 1.1 CH57 1.1 CH58 1.1 CH59 1.1 CH60 1.1 CH61 1.1 CH62 1.1 CH63 1.1 CH64 1.1 CH65 1.1 CH66 1.1 CH67 1.1 CH68 1.1 CH69 1.1 CH70 1.1 CH71 1.1 CH72 1.1 CH73 1.1 CH74 1.1 CH75 1.1 CH76 1.1 CH77 1.1 CH78 1.1 CH79 1.1 CH80 1.1 CH81 1.1 CH82 1.1 CH83 1.1 CH84 1.1 CH85 1.1 CH86 1.1 CH87 1.1 CH88 1.1 CH89 1.1 CH90 1.1 CH91 1.1 CH92 1.1 CH93 1.1 CH94 1.1 CH95 1.1 CH96 1.1 CH97 1.1 CH98 1.1 CH99 1.1 CH100 1.1

고속열차용 차축발전장치용 전자랙 - HBD 전자랙 시험결과서

KORAIL		고속열차용 차축발전장치용 전자랙		문서번호 : A1
HBD 전자랙 시험 결과서		작성일자 : 2013.09.05	페이지 : 8/9	
부품명	시험내용	시험방법	부품기준	차별
HBRB	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값이 오차범위(5%) 이내일 것.	10mA	CH1 1.1 CH2 1.1 CH3 1.1 CH4 1.1 CH5 1.1 CH6 1.1 CH7 1.1 CH8 1.1 CH9 1.1 CH10 1.1 CH11 1.1 CH12 1.1 CH13 1.1 CH14 1.1 CH15 1.1 CH16 1.1 CH17 1.1 CH18 1.1 CH19 1.1 CH20 1.1 CH21 1.1 CH22 1.1 CH23 1.1 CH24 1.1 CH25 1.1 CH26 1.1 CH27 1.1 CH28 1.1 CH29 1.1 CH30 1.1 CH31 1.1 CH32 1.1 CH33 1.1 CH34 1.1 CH35 1.1 CH36 1.1 CH37 1.1 CH38 1.1 CH39 1.1 CH40 1.1 CH41 1.1 CH42 1.1 CH43 1.1 CH44 1.1 CH45 1.1 CH46 1.1 CH47 1.1 CH48 1.1 CH49 1.1 CH50 1.1 CH51 1.1 CH52 1.1 CH53 1.1 CH54 1.1 CH55 1.1 CH56 1.1 CH57 1.1 CH58 1.1 CH59 1.1 CH60 1.1 CH61 1.1 CH62 1.1 CH63 1.1 CH64 1.1 CH65 1.1 CH66 1.1 CH67 1.1 CH68 1.1 CH69 1.1 CH70 1.1 CH71 1.1 CH72 1.1 CH73 1.1 CH74 1.1 CH75 1.1 CH76 1.1 CH77 1.1 CH78 1.1 CH79 1.1 CH80 1.1 CH81 1.1 CH82 1.1 CH83 1.1 CH84 1.1 CH85 1.1 CH86 1.1 CH87 1.1 CH88 1.1 CH89 1.1 CH90 1.1 CH91 1.1 CH92 1.1 CH93 1.1 CH94 1.1 CH95 1.1 CH96 1.1 CH97 1.1 CH98 1.1 CH99 1.1 CH100 1.1
	Digital Input	D0모듈에 연결 후 시험 시 데이터 맞출 것.	광로	CH1 1.1 CH2 1.1 CH3 1.1 CH4 1.1 CH5 1.1 CH6 1.1 CH7 1.1 CH8 1.1 CH9 1.1 CH10 1.1 CH11 1.1 CH12 1.1 CH13 1.1 CH14 1.1 CH15 1.1 CH16 1.1 CH17 1.1 CH18 1.1 CH19 1.1 CH20 1.1 CH21 1.1 CH22 1.1 CH23 1.1 CH24 1.1 CH25 1.1 CH26 1.1 CH27 1.1 CH28 1.1 CH29 1.1 CH30 1.1 CH31 1.1 CH32 1.1 CH33 1.1 CH34 1.1 CH35 1.1 CH36 1.1 CH37 1.1 CH38 1.1 CH39 1.1 CH40 1.1 CH41 1.1 CH42 1.1 CH43 1.1 CH44 1.1 CH45 1.1 CH46 1.1 CH47 1.1 CH48 1.1 CH49 1.1 CH50 1.1 CH51 1.1 CH52 1.1 CH53 1.1 CH54 1.1 CH55 1.1 CH56 1.1 CH57 1.1 CH58 1.1 CH59 1.1 CH60 1.1 CH61 1.1 CH62 1.1 CH63 1.1 CH64 1.1 CH65 1.1 CH66 1.1 CH67 1.1 CH68 1.1 CH69 1.1 CH70 1.1 CH71 1.1 CH72 1.1 CH73 1.1 CH74 1.1 CH75 1.1 CH76 1.1 CH77 1.1 CH78 1.1 CH79 1.1 CH80 1.1 CH81 1.1 CH82 1.1 CH83 1.1 CH84 1.1 CH85 1.1 CH86 1.1 CH87 1.1 CH88 1.1 CH89 1.1 CH90 1.1 CH91 1.1 CH92 1.1 CH93 1.1 CH94 1.1 CH95 1.1 CH96 1.1 CH97 1.1 CH98 1.1 CH99 1.1 CH100 1.1
	Digital Output	D0모듈에 연결 후 시험 시 데이터 맞출 것.	광로	CH1 1.1 CH2 1.1 CH3 1.1 CH4 1.1 CH5 1.1 CH6 1.1 CH7 1.1 CH8 1.1 CH9 1.1 CH10 1.1 CH11 1.1 CH12 1.1 CH13 1.1 CH14 1.1 CH15 1.1 CH16 1.1 CH17 1.1 CH18 1.1 CH19 1.1 CH20 1.1 CH21 1.1 CH22 1.1 CH23 1.1 CH24 1.1 CH25 1.1 CH26 1.1 CH27 1.1 CH28 1.1 CH29 1.1 CH30 1.1 CH31 1.1 CH32 1.1 CH33 1.1 CH34 1.1 CH35 1.1 CH36 1.1 CH37 1.1 CH38 1.1 CH39 1.1 CH40 1.1 CH41 1.1 CH42 1.1 CH43 1.1 CH44 1.1 CH45 1.1 CH46 1.1 CH47 1.1 CH48 1.1 CH49 1.1 CH50 1.1 CH51 1.1 CH52 1.1 CH53 1.1 CH54 1.1 CH55 1.1 CH56 1.1 CH57 1.1 CH58 1.1 CH59 1.1 CH60 1.1 CH61 1.1 CH62 1.1 CH63 1.1 CH64 1.1 CH65 1.1 CH66 1.1 CH67 1.1 CH68 1.1 CH69 1.1 CH70 1.1 CH71 1.1 CH72 1.1 CH73 1.1 CH74 1.1 CH75 1.1 CH76 1.1 CH77 1.1 CH78 1.1 CH79 1.1 CH80 1.1 CH81 1.1 CH82 1.1 CH83 1.1 CH84 1.1 CH85 1.1 CH86 1.1 CH87 1.1 CH88 1.1 CH89 1.1 CH90 1.1 CH91 1.1 CH92 1.1 CH93 1.1 CH94 1.1 CH95 1.1 CH96 1.1 CH97 1.1 CH98 1.1 CH99 1.1 CH100 1.1

고속열차용 차축발전장치용 전자랙 - HBD 전자랙 시험결과서

「고속열차용 차속발달 검지장치 개발」
HBD 전자력 시험 결과서

문서번호 :
개발 :
개정일자 : 2013.09.05
용 이 자 : 5/9

4. 평가기준 및 시험결과 기록서

보드명	시험내용	시험방법	판정기준	시험결과
HBDOM	RD-22C 통신시험	통신 시험 시 통신 세력가 보출 것	정상	CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상
	RD-22C 통신시험	통신 시험 시 통신 세력가 보출 것	정상	CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상
HBDPU	RAM 테스트	보드 파워 켜고 RAM 테스트 진행 시 세력가 보출 것	정상	정상
	HYRAM 테스트	보드 파워 켜고 HYRAM 테스트 진행 시 세력가 보출 것	정상	정상
HBSB #1	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값의 오차범위(5%) 이내일 것	4mA	CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7
				CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
				CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7
				CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
			8mA	CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7
				CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
				CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7
				CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
			12mA	CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7
				CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
				CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7
				CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
			16mA	CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7
				CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7
				CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7
				CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7

고속열차용 차속발달검지장치 개발 - HBD 전자력 시험결과서

한빛시스템즈(주)

		「고속열차용 차속발달 검지장치 개발」	문서번호 : 개발 : 개정일자 : 용 이 자 :
		HBD 전자력 시험 결과서	AT 2013.09.05 6/9

보드명	시험내용	시험방법	판정기준	시험결과
HBSB #1	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값의 오차범위(5%) 이내일 것	20mA	CH1 3.0 CH2 3.0 CH3 3.0 CH4 3.0 CH5 3.0 CH6 3.0 CH7 3.0 CH8 3.0
				CH1 3.0 CH2 3.0 CH3 3.0 CH4 3.0 CH5 3.0 CH6 3.0 CH7 3.0 CH8 3.0
	Digital Input	디지털 입력 후 시험 시 세력가 보출 것	정상	CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상 CH5 이상 CH6 이상 CH7 이상 CH8 이상
				CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상 CH5 이상 CH6 이상 CH7 이상 CH8 이상
	Digital Output	디지털 출력 후 시험 시 세력가 보출 것	정상	CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상 CH5 이상 CH6 이상 CH7 이상 CH8 이상
				CH1 이상 CH2 이상 CH3 이상 CH4 이상 CH5 이상 CH6 이상 CH7 이상 CH8 이상
HBSB #2	Analog Input	전류입력(4~20mA) 각 5회 시험 후 결과값의 오차범위(5%) 이내일 것	4mA	CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7 CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
				CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7 CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
				CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7 CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
				CH1 3.7 CH2 3.7 CH3 3.7 CH4 3.7 CH5 3.7 CH6 3.7 CH7 3.7 CH8 3.7
			8mA	CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7 CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
				CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7 CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
				CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7 CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
				CH1 7.7 CH2 7.7 CH3 7.7 CH4 7.7 CH5 7.7 CH6 7.7 CH7 7.7 CH8 7.7
			12mA	CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7 CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
				CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7 CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
				CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7 CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
				CH1 11.7 CH2 11.7 CH3 11.7 CH4 11.7 CH5 11.7 CH6 11.7 CH7 11.7 CH8 11.7
			16mA	CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7 CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7
				CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7 CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7
				CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7 CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7
				CH1 15.7 CH2 15.7 CH3 15.7 CH4 15.7 CH5 15.7 CH6 15.7 CH7 15.7 CH8 15.7

고속열차용 차속발달검지장치 개발 - HBD 전자력 시험결과서

첨가서류 및 별첨 (1/8)

라. HBD 통신 프로토콜 개발 및 시험

(1) 1차년도에 계획한 HBS-HBD 통신 데이터 분석 정리 및 관리 파라메타 정의

KORAIL InterCom		「고속열차용 차속발달검지장치 개발」	문서번호 : 개발 : 개정일자 : 용 이 자 :	
HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서			AT 2012.10.25 1/1	
「고속열차용 차속발달검지장치 개발」 HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서				
	일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 개발	작성	2012. 10. 25	김영진	김영진
	검 도	2012. 10. 25	박성필	박성필
확인 개발	검 도			
	확 인			

(2) HBS의 기능을 구현한 Demon 프로그램 개발

HBS 프로토콜 Demon은 HBD와 HBS 사이의 MODBUS Master 통신기능을 모의하는 장치로서 화면 인터페이스는 다음과 같다. 연구실적 - HBS 프로토콜 DEMON 기술서



	「고속열차용 차측발열검지장치 개발」	HBS Ver.
	HBS 프로토콜 DEMON 기술서	개발 일자
		개발 일자
		Page

「고속열차용 차측발열검지장치 개발」

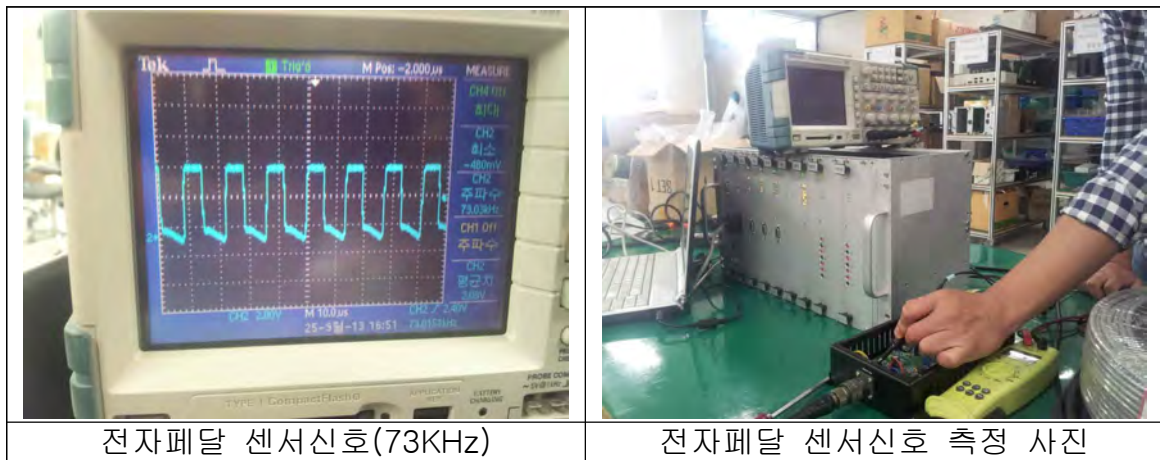
HBS 프로토콜 DEMON 기술서

		일 자	소속(기관/부서)	성 명	서 명
연구 기관	작 성	2013. 03. 19	한국철도기술연구원	김종성	
	검 도	2013. 03. 19	한국철도기술연구원	김종성	
	검 도	2013. 03. 19	한국철도기술연구원	박성재	
회원 기관	검 도				
	검 도				

고속열차용 차측발열검지장치 개발 - HBS 프로토콜 DEMON 기술서

(3) HBD-HBS 연동 프로그램 개발 및 시험

현장에서 계측된 데이터와 기존 사양서에 근거하여 통신 모듈을 작성하였고, HBS Demon 프로그램을 이용하여 작성된 통신모듈을 시험을 다음과 같이 진행하였다.



전자페달 센서신호(73KHz)

전자페달 센서신호 측정 사진

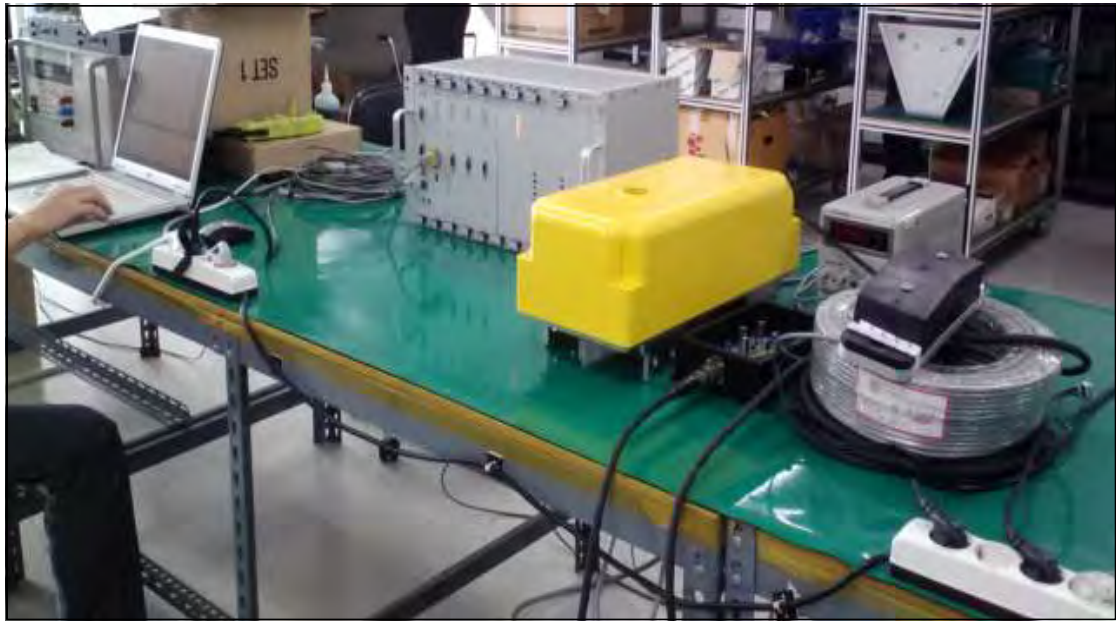
(가) 시험진행상황

No	시험 항목	진행 상황
1	HBD 전자랙 제어 시 전자페달 전원 입력 여부	확인 완료
2	전원 입력 후 전자페달 센서 신호 확인	확인 완료
3	전자페달 모의시험 시 상황에 맞는 신호가 HBD 전자랙에 입력되는지 확인	확인 완료
4	전자페달 센서신호에 따라 HBD 전자랙이 정확하게 동작하는지 확인	확인 완료

		연구 과제 : HBD 전자랙 & 전자페달 연동시험결과서		연구 부서 : 기계부																								
연구 과제 : HBD 전자랙 & 전자페달 연동시험결과서		연구 부서 : 기계부		연구 부서 : 기계부																								
HBD 전자랙 & 전자페달 연동시험결과서																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>항목</th> <th>성적</th> <th>비고</th> <th>사명</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">연구 과제</td> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> </tr> <tr> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> <td>연구 과제</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">연구 부서</td> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> </tr> <tr> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> <td>연구 부서</td> </tr> </tbody> </table>						구분	항목	성적	비고	사명	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서
구분	항목	성적	비고	사명																								
연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제																								
	연구 과제	연구 과제	연구 과제	연구 과제																								
연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서																								
	연구 부서	연구 부서	연구 부서	연구 부서																								

(3) 전자페달 연동 S/W 모듈 작성 및 시험

온도검지모듈과 전자백간의 인터페이스 신호 연결 상태 및 레벨을 측정하였고, 연동 S/W에 의한 온도검지모듈 구성품에 대한 제어 상태를 확인하였다.



 InterCon SYSTEMS INC.	HBD 시스템 연동시험 검토보고서	문서번호 : 작성일자 : 2014-01-07 개정판별 : Rev. C 발 이 기 : Y
--	-------------------------------	---

HBD Rack-HQA-PAD 인터페이스

구분	날짜	작성자	비고
제안	2014 - 01 - 08	김 동 영	
검 토			
결 결	2014 - 01 - 08	최 소 선	
발 자		이 준	사 일

(REV. 1.0(2010.6)) A-B(210mm×287mm) InterCon Systems

 EnterCon entercon.com	HBD 시스템 연동시험 검토보고서		문서번호 : 작성일자 : 2014.01.07 작성인물 : Resu. C 페이지 : 2
1. SB1, SB2 보드와 HDA 센서 인터페이스 가. 기능별 시험 결과 요약 1) SI 입력 (종로센서 입력)			
이름	제본	설명	결과
종로 센서	D-2	- 상온에서 온도 변화 발생(2~20%) - 전원 불입(정상) - ADC 값 1회 최대 3회 변화 - 센서 특성이 불안정 - 특정 저압은 온도 변화가 심함 - 초기화 후에야 온도 변화가 발생	O.K
종로 온도 센서	4	- 상온에서 온도 변화 발생(2~20%) - 전원 불입(정상)	O.K
종로 온도 센서	5	- 상온에서 온도 변화 발생(2~20%) - 전원 불입(정상)	O.K
※ 대책 : 오븐을 과열, 탈냉각 이차 정밀 측정 예정			
2) 냉 입력 (냉장고 감시)			
이름	제본	설명	결과
서미(열개) 온도상태	0	- 초기화 - 실패 - 불입(하) - 실패	O.K
서미(열개) 온도상태	1	- 초기화 - 실패 - 불입(하) - 실패	O.K
미리보러 온도상태	2	- 프리로입 감지 센서가 없음 ※ 초크웨어 수정이 chip을 사용하도록 보완 ※ 서미에 센서 확인	N/A
냉 Ready	3	- 센서에서 초기화가 완료되면 Active low로 신호를 발생하여야 하지만 신호의 변화가 없음	O.K
냉각기(COOL) 상태	4	- 센서 출력은 아날로그 신호임 - 비전 Rack 프로는 디지털 입력임 - 인덕터리스 릴레이 ※ 서미에서 디지털 신호로 변환	N/A
냉각기(AOD) 상태	5	- 센서 출력은 아날로그 신호임 - 비전 Rack 프로는 디지털 입력임 - 인덕터리스 릴레이 ※ 서미에서 디지털 신호로 변환	N/A

(REV. 1.0.2010.4)

64(210mm×287mm)

InterCon Systems

(4) 반복 측정 및 Aging 시험을 통한 최적화 작업 수행

바. 외함 캐비닛 시제품 제작 및 시험

(1) 외함 캐비닛 시제품 제작



(2) 구성품 조립 및 설계 사항 확인

(가) 구성품 조립하여 설계 도면과 확인

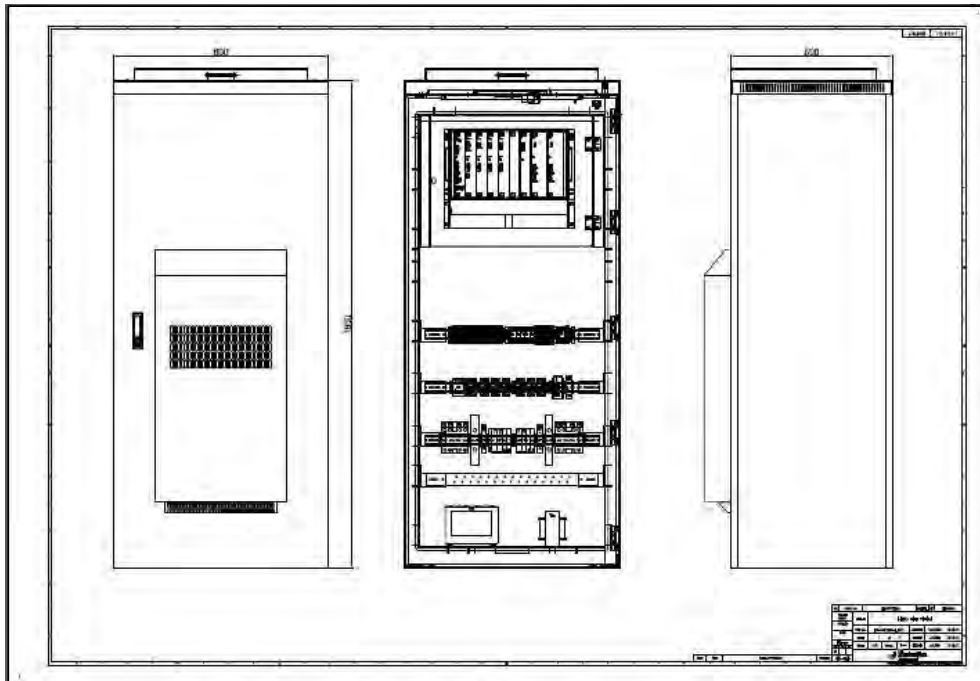
(나) 시제품에서 전면 도어 보강 등 설계 보완하여 수정 제작 진행



(3) 배선 구조 확인을 위한 현장 방문 및 설계보완

(가) 기존 외함 및 전자랙 내부 배선 확인을 위해 최근에 HBD 시스템이 설치된 문곡 현장을 방문하여 현장설비 확인

(나) 문곡에 신규로 설치된 외함의 경우 우천 시 작업자 보호를 위한 아크릴 패널이 외함 상부에 추가 되어 있는 것을 확인하고 개발 중 제품 설계 변경 진행



(4) Exchanger 용량 시험 진행

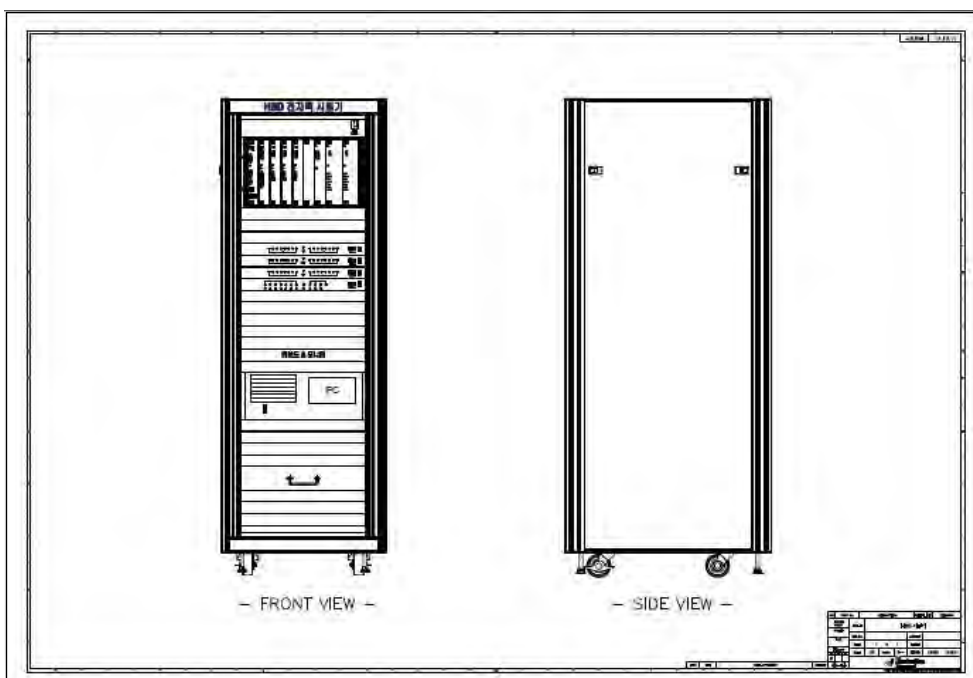
사. 단품시험장치 상세 설계 및 제작/시험

(1) 단품시험장치 기구 및 시험기 보드 상세설계

(가) 전자랙 구조 변경에 따른 단품시험장치 기구 및 구성 수정 진행

HBSIB, BHPiB, BHPS 보드회로 구성 변경에 대응하여 시험기 보드 구성 및 단품시험장치 내부 결선을 수정하여 진행하였고, 아래와 같이 이를 반영하여 단품시험장치 기구 도면을 작성하였다.

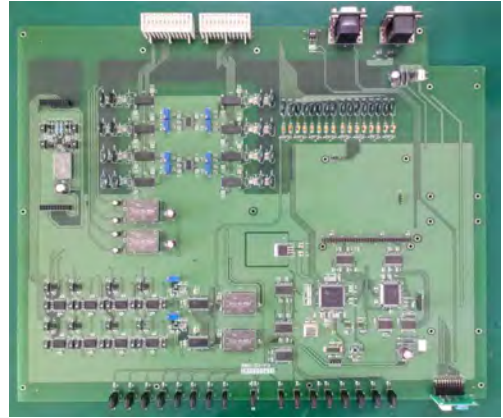
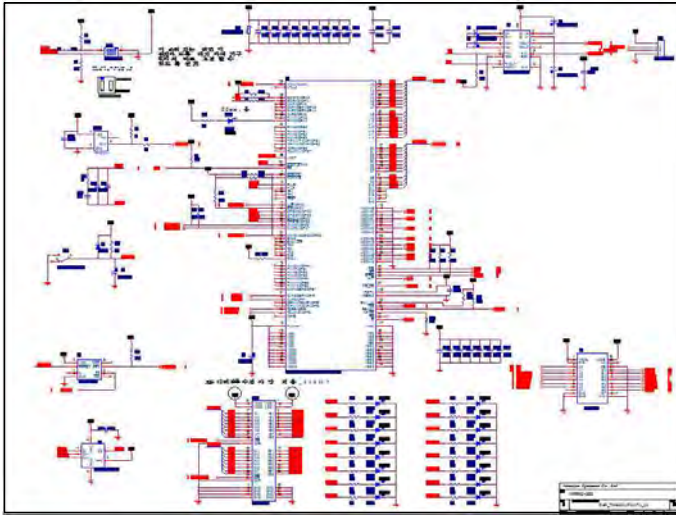
(2) 단품시험장치 기구 및 시험기 보드 상세설계 연구실적 - 단품시험장치 기구도면



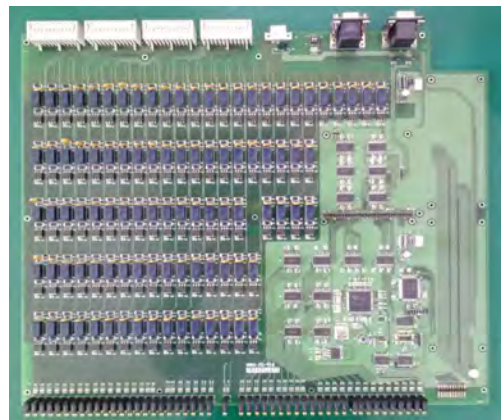
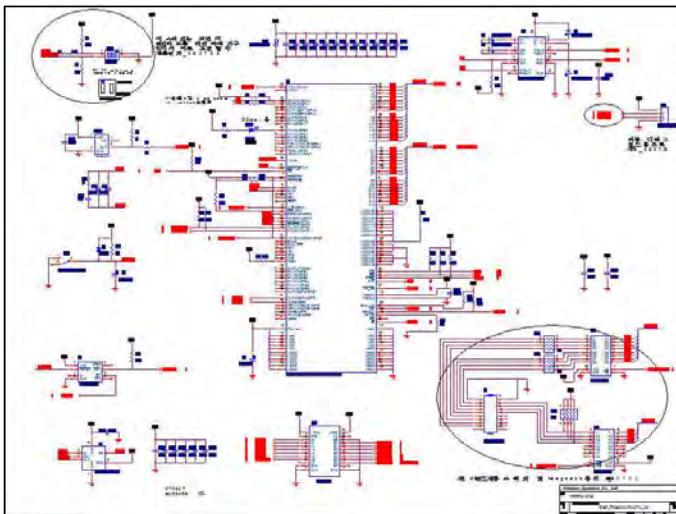
시험기 보드 회로에 대해 아래와 같이 설계 및 제작하였다.

[보드 회로도 설계]

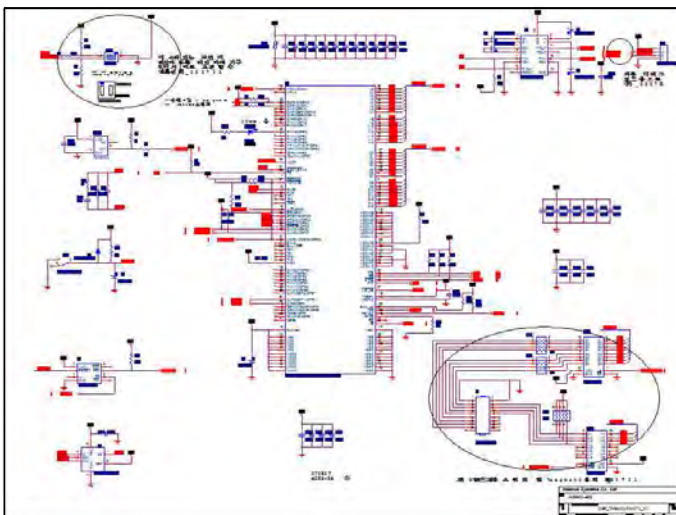
① IRMIO-323 회로도



② IRMIO-312 회로도



③ IRMIO-402 회로도



(3) 단품시험장치 제작사양서 작성

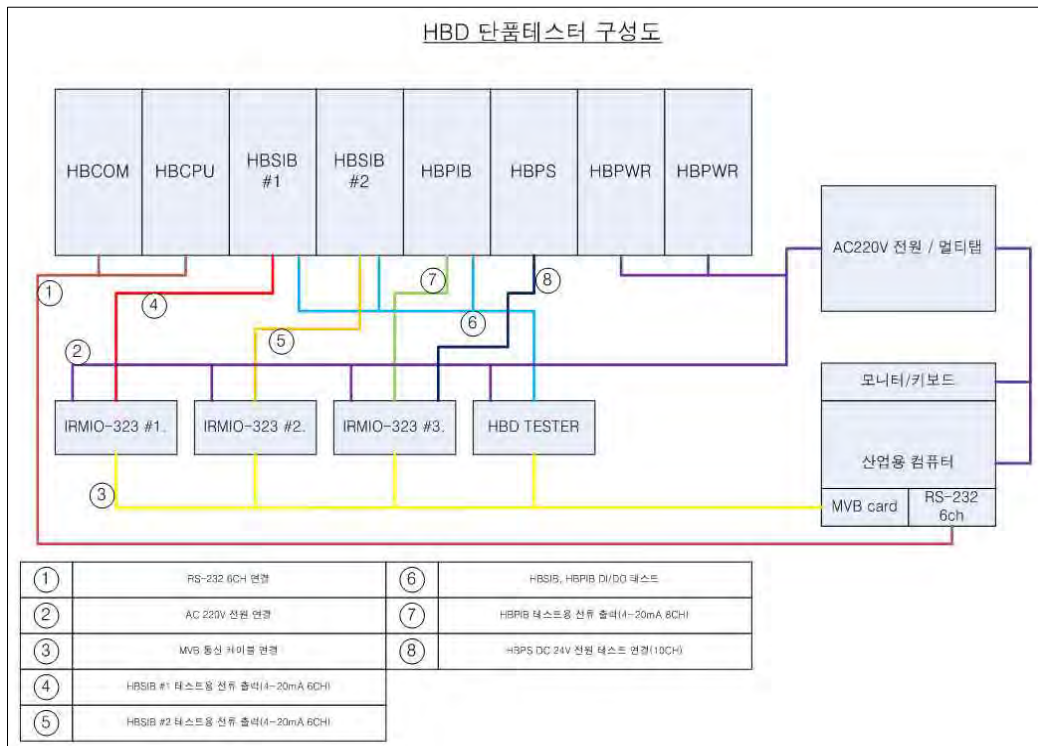
 「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		개발 (호) : 개발 (문) : 개발 (제) :
단품시험장치 제작사양서		개발 : 2012. 12. 18 Page : 1 / 2

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

단품시험장치 제작사양서

	일	차	소속(기관/부서)	성명	서명
연구 기관	작성	2012. 12. 18	한국철도기술연구원 차량사업부	김준혁	
	검토	2012. 12. 18	한국철도기술연구원 차량사업부	윤영석	
	검토	2012. 12. 18	한국철도기술연구원 차량사업부	박성재	
확인 기관	검토				
	확인				

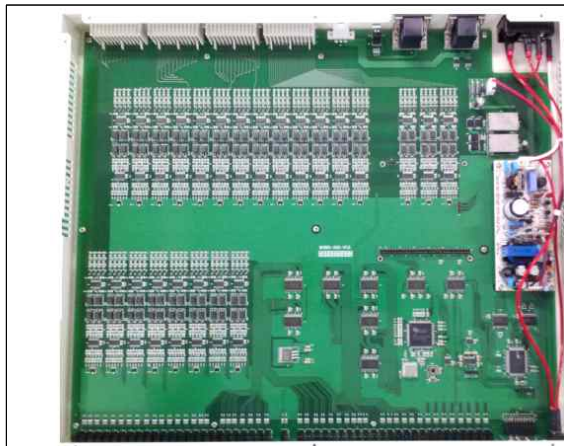
한국철도기술연구원 차량사업부 - 단품시험장치 제작 사양서
 한국철도기술연구원



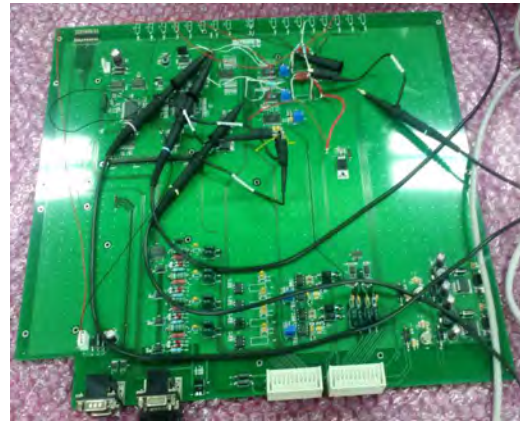
(4) 단품시험장치 제작 및 시험

(가) 시험기 보드 제작 및 보드 단위 시험 진행

① 시험기 보드 제작 및 기능 확인



단품시험장치 시험기보드 제작



단품시험장치 시험기보드 입출력 확인 시험

- 단품시험장치 시험기 보드 기능 확인 시험



(나) 단품시험장치 구성품 장착 및 시험용 S/W 개발



(5) 단품시험장치 사용자 매뉴얼(사용 설명서) 작성
연구실적 - HBD 단품시험장치 사용설명서

 	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		제원 (도.)	
	HBD 전자책 단품시험장치 사용 설명서		제출 일자: 2019. 10. 10 Page: 1/13	

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

HBD 전자책

단품시험장치 사용 설명서

	일	지	소속(기관/부서)	성	명	서	명	
연구 기관	작성	2019. 10. 10	한국철도기술연구원 기초연구부	최	성	인		
	검	도	2019. 10. 10	한국철도기술연구원 기초연구부	김	동	열	
	검	도	2019. 10. 10	한국철도기술연구원 기초연구부	박	성	재	
확인 기관	검	도						
	검	도						
	확	인						

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBD 전자책 단품시험장치 사용 설명서 한국철도기술연구원

아. CMS 시스템 솔루션 개발

- (1) 선로변 HBD 장치를 통합감시 및 제어하는 CMS(Central Monitoring System) 솔루션
확보를 위하여 기존 GRETA S/W, HBS S/W 기능 분석 진행

CMS는 크게 7가지 기능을 가지고 있다고 분석하였다. 그 내용으로는 차축감시기능,
경고 및 알람관리 기능, 시스템 감시기능, 원격제어 기능, 데이터 관리 기능, 사용자
인터페이스 기능 및 통신 인터페이스 기능이다.

연구실적 - HBS/GRETA 기능 분석 검토서

 	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」		제원 (도.)	
	HBS/GRETA 기능 분석 검토서		제출 일자: 2019. 10. 07 Page: 1/50	

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

HBS/GRETA 기능 분석 검토서

	일	지	소속(기관/부서)	성	명	서	명	
연구 기관	작성	2019. 10. 07	한국철도기술연구원 기초연구부	최	성	인		
	검	도	2019. 10. 07	한국철도기술연구원 기초연구부	김	동	열	
	검	도	2019. 10. 07	한국철도기술연구원 기초연구부	박	성	재	
확인 기관	검	도						
	검	도						
	확	인						

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - HBS/GRETA 기능 분석 검토서 한국철도기술연구원

(2) CMS 관리항목 설정 및 GUI 구조 설계

연구실적 - CMS 기능 명세서

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

CMS 기능 명세서

제출 일자: 2019. 10. 07

제출 부서: 연구실적

제출 일자: 2019. 10. 07

페이지: 1/41

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

CMS 기능 명세서

		일	시	소속(기관/부서)	성	명	서	명
연구 기관	작 성	2019. 10. 07		고속열차용 차축발열검지장치 개발팀	최보민			
	검 도	2019. 10. 07		고속열차용 차축발열검지장치 개발팀	김종철			
확인 기관	검 도	2019. 10. 07		고속열차용 차축발열검지장치 개발팀	박성재			
	확 인							

고속열차용 차축발열검지장치 개발 - CMS 기능 명세서
고속열차용 차축발열검지장치 개발팀

CMS-PC Server 관리자 시스템											
관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자) 관리자 (관리자)											
관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자 관리자											
날짜 및 시간	항목	기타	특성	결과	결과	결과	결과	결과	결과	결과	결과
10-05-08 04:05:10	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발
10-05-08 04:05:10	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발
13-10-04 17:56:58	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발
13-10-04 17:56:58	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발
13-10-04 17:56:58	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발
13-10-04 17:56:58	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발	고속열차용 차축발열검지장치 개발

그림 44 CMS 메인화면

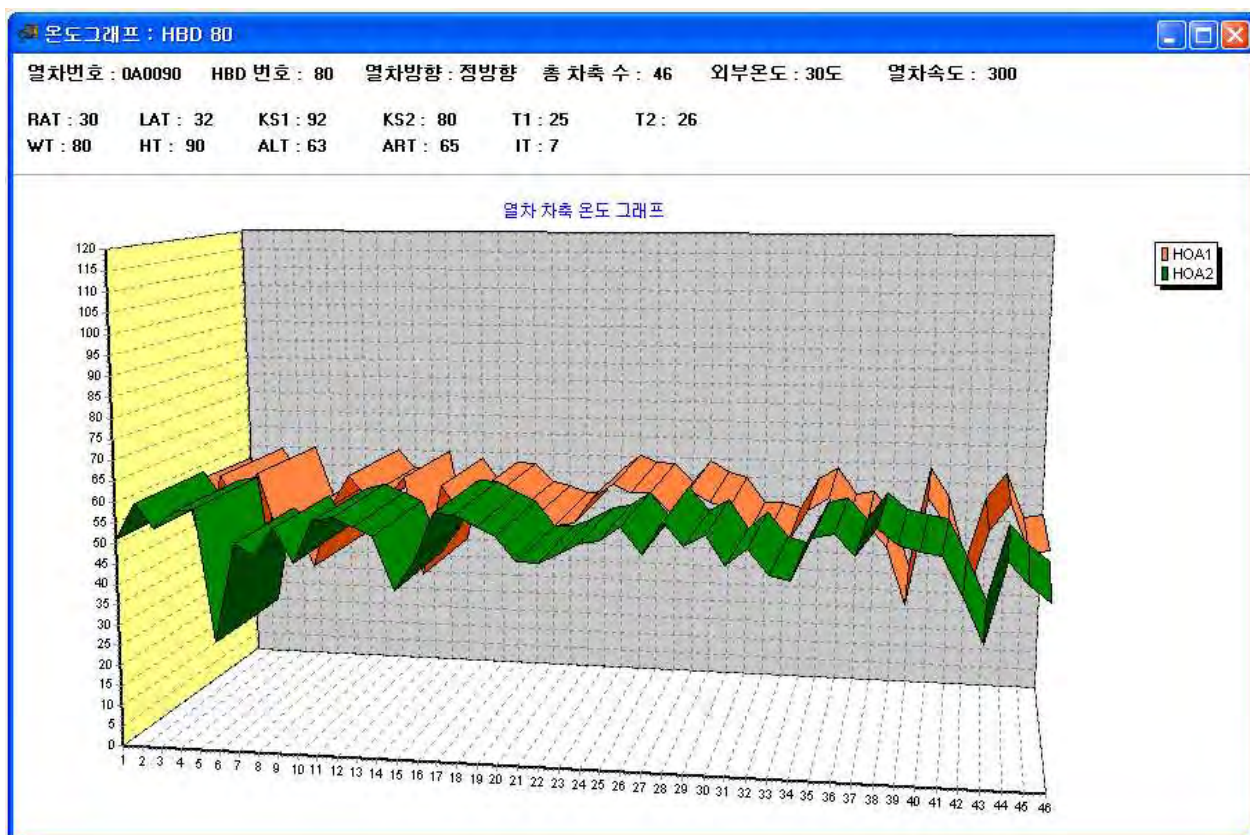
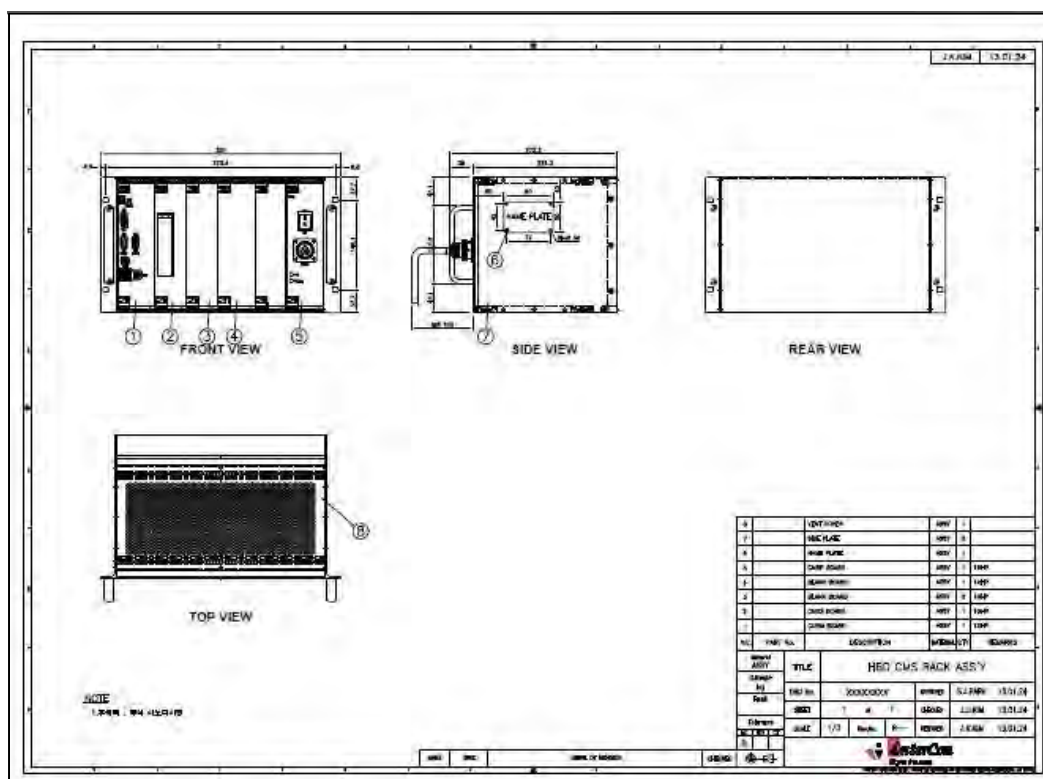


그림 45 열차차축온도 현시 화면

(3) CMS 시스템 기구 및 보드 회로 설계

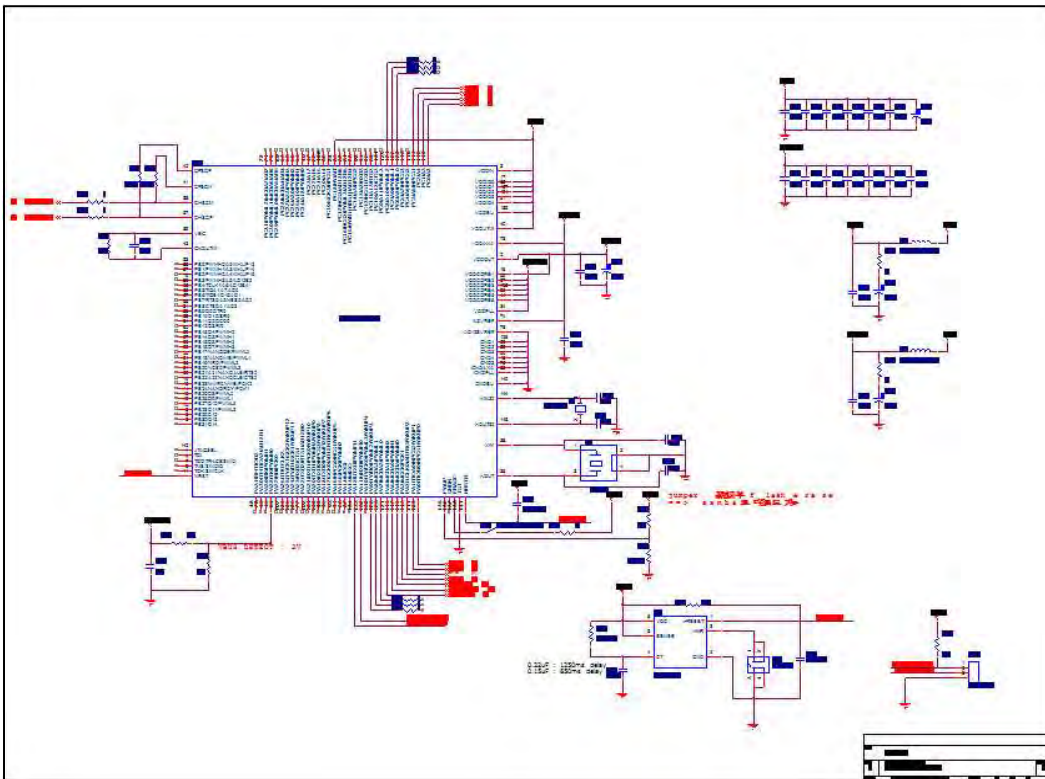
① CMS 시스템 기구도면 연구실적 CMS 시스템 기구도면



② CMSM 회로도

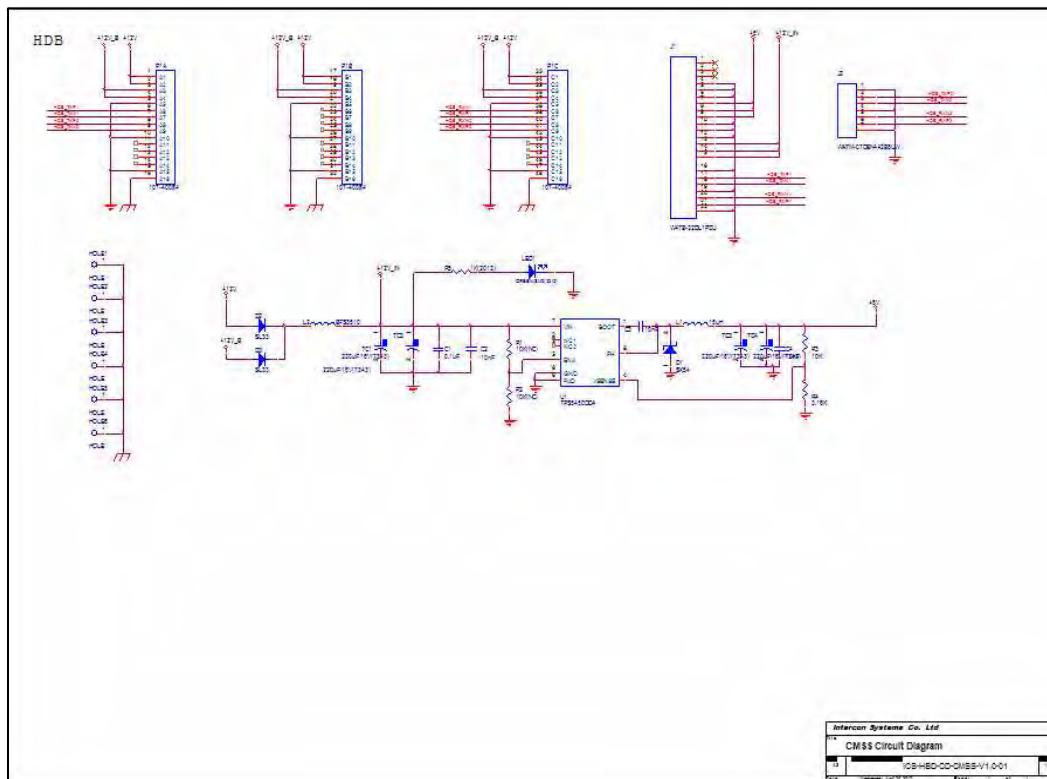
~CMS 시스템을 관장하는 주 제어보드로서 크게 CPU 및 I/O 그리고 기타 기능과 Rack내 타보드와의 Interface를 수행하는 기능으로 보드가 구성되어 있다. CMSM 보드에는 i7-2610 프로세서를 채택하였고, 운영체제(Operating System)는 Window-XP가 탑재되며, 사용자 응용 프로그램(User Application Program) 백업 기능(배터리 Backup))을 수행하기 위해 필요한 각종 메모리를 제공한다.

상용 OS와 USER APPLICATION PROGRAM 공간을 위한 BOOT 및 STORAGE 용으로 SATA1, SATA2 인터페이스를 이용한다. SATA1은 BOOT용으로 8GB, SATA2는 STORAGE용으로 32GB 용량을 사용한다. CMSM 보드는 Back Plane과 연결된 커넥터를 통하여 CMSP로부터 +12VDC 전원을 공급 받고, CMSS로는 HBD 계측 데이터를 보낸다. 또 1개의 Gigabit ETHERNET 채널은 네트워크 장치로 이용된다. POWER 상태, 1G LINK, SPEED 상태를 알 수 있도록 총 5개의 LED(POWER, HDD, 1G LINK, 1G SPEED, 100 SPEED)가 전면 판넬에 있다. 전면에는 모니터 연결을 위한 VGA 포트가 있고, USB 키보드, 마우스 및 저장장치를 연결할 수 있는 USB 포트 2개와 Console로 사용하는 RS-232 포트가 1개 있다.



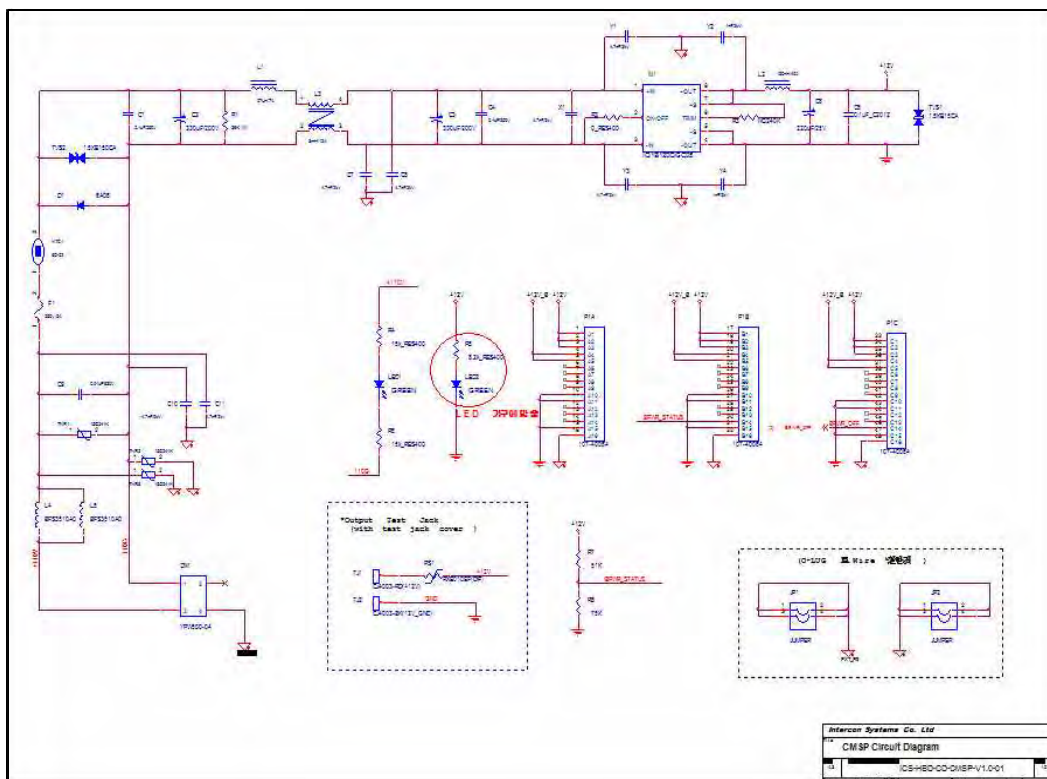
③ CMSS 회로도

CMSS 보드는 착탈이 가능한 2개의 SSD Hard disk가 실장되는 데이터 저장용 보드로서 CMSM으로부터 HBD 계측 데이터를 받아 저장한다.



④ CMSP 회로도

110VDC를 받아 +12VDC를 Back plane을 통하여 CMS 랙내의 보드에 공급하는 보드로서 Super Cap을 이용한 Back-up battery를 내장하고 있어, 입력전원 차단 시에도 시스템이 안전하게 종료될 수 있게 해준다.



(4) CMS 제작 사양서 작성 연구실적 CMS 제작 사양서

	「고속열차용 차축발열검지장치 개발」 CMS 제작사양서	제출 일자	2013. 2. 20
		제출 번호	2013. 2. 20
		Page	1/1

「고속열차용 차축발열검지장치 개발」

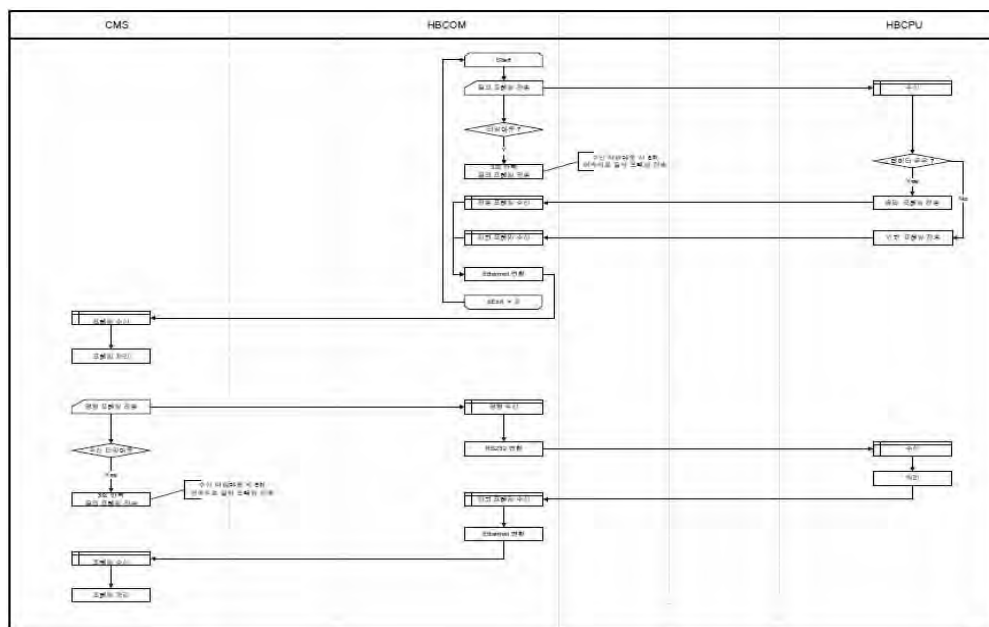
CMS 제작사양서

	일 자	소속(이관/취사)	성 명	서 명
연구 기관	작 성			
	검 도	2012. 2. 20	이동훈(고속열차용 차축발열검지장치 개발)	윤영성
확인 기관	검 도	2012. 2. 20	이동훈(고속열차용 차축발열검지장치 개발)	박성재
	검 도			
	확 인			

본도 국산부품 및 정보 기술개발 - CMS 제작 사양서 한진중공업(주)

(가) 시스템 구조 및 사용자 인터페이스 설계

① HBS 와 GRETA 관계 정의 및 HBS와 HBD 통신 인터페이스 구조 설계



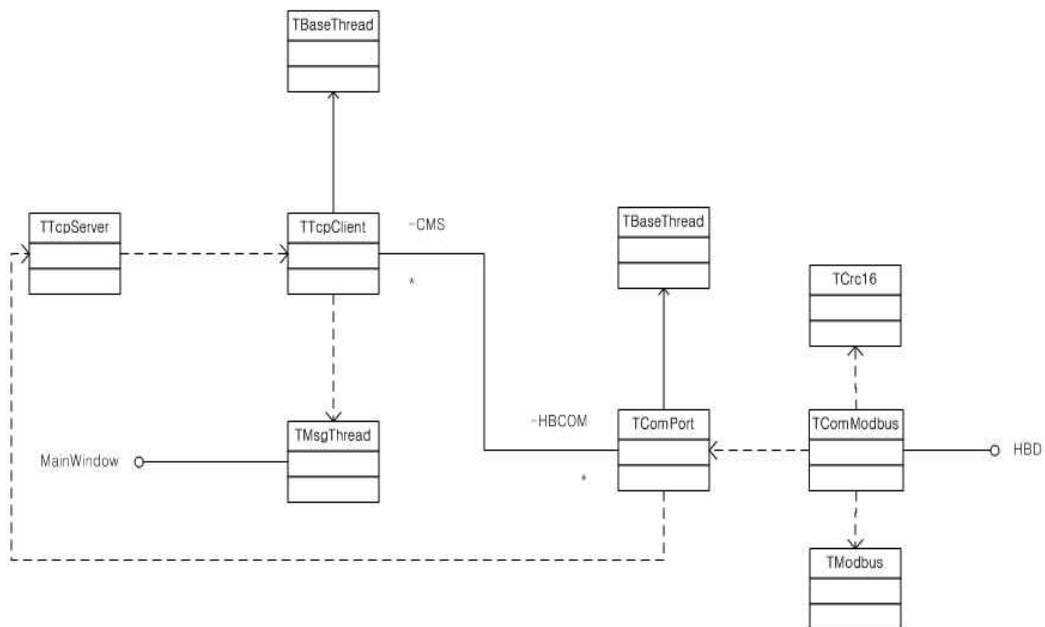
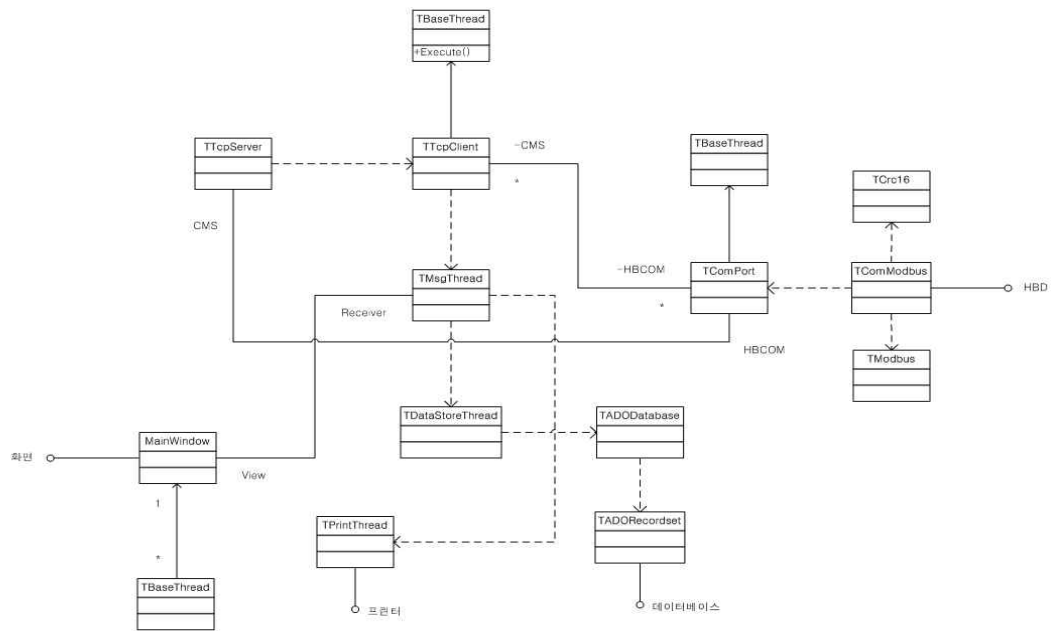
[CMS 시스템 구조 설계]

(나) 시리얼 통신 인터페이스 모듈 구현

① HBD RS-232 통신 인터페이스 기능 및 데이터 스케줄링 구현

(다) 이더넷 통신 인터페이스 모듈 구현

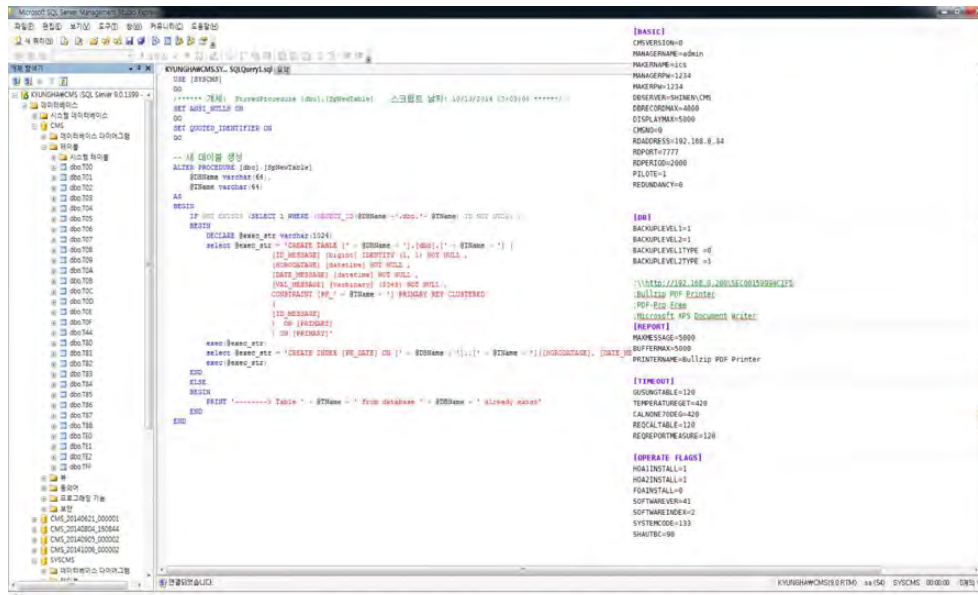
① CMS와 HBD간 이더넷 통신 인터페이스 기능 및 데이터 스케줄링 구현



[CMS 시스템 모듈 설계]

(라) 데이터베이스 인터페이스 모듈 및 기능 구현

- ① MS-SQL 데이터베이스 이용하여 CMS와 HBD 통신 발생하는 모든 텔레그램 저장
- ② 데이터베이스에 저장 및 조회 기능 구현
- ③ 데이터베이스 조회 및 저장을 위한 기능 스크립트 작성 및 백업 스케줄링 구현
- ④ 데이터베이스 구조 설계(테이블 및 함수)



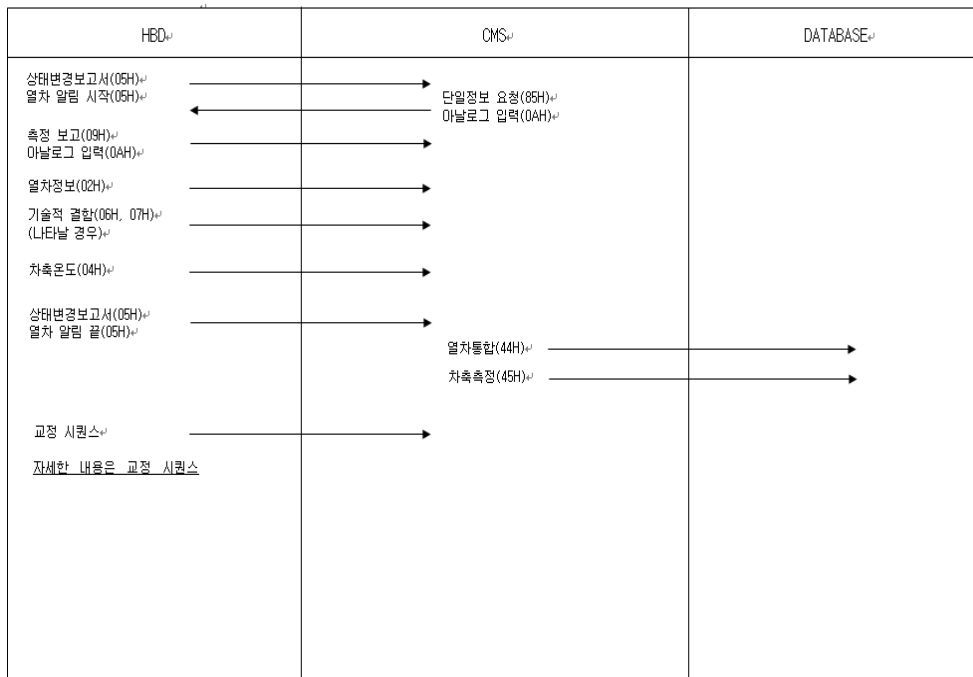
[DB 구조 및 파라미터 구조 설계]

(마) 통신 로직 및 시스템 흐름 구현

- ① HBD 초기화 로직 구현
- ② 원격제어 로직 구현
- ③ 열차통과 로직 구현
- ④ 교정 및 측정정보 로직 구현
- ⑤ 경보 로직 구현

HBD	CMS	DATABASE
상태변경보고(05H)		
보조입력 Clear(06H)		
	파라미터 쓰기(81H)	
	원격제어(80H)	
	구성 메시지 요청(0106H)	
구성표(00H)		
	원격제어(80H)	
	마지막 열차를 제외한 일반적 판독(0100H)	
상태변경보고(05H)		
일반적 판독 Set(00H)		
구성표(00H)		
측정보고서(09H)		
교정시작운도(01H)		
(HOA1, 2 센서)		
측정보고서(09H)		
메비3(03H)		
(HOA1, 2 센서)		
측정보고서(09H)		
기문점센서운도(05H)		
(HOA1, 2 센서)		
측정보고서(09H)		
접속계수(00H)		
(HOA1, 2 센서)		
교정표(04H)		
상태변경보고(05H)		
일반적 판독 Clear(00H)		

[HBD 초기화 로직]



[열차통과 로직]

(5) CMS ES 시제품 제작 및 보드별 기능 시험 진행



CMS Rack제작



CMS Rack용 보드 제작(CMSM)



CMS Rack용 보드 제작(CMSS)



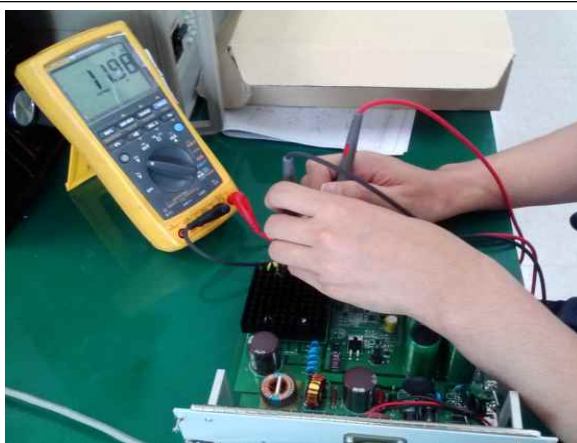
CMS Rack용 보드 제작(CMSS)

(가) H/W 기능시험 진행

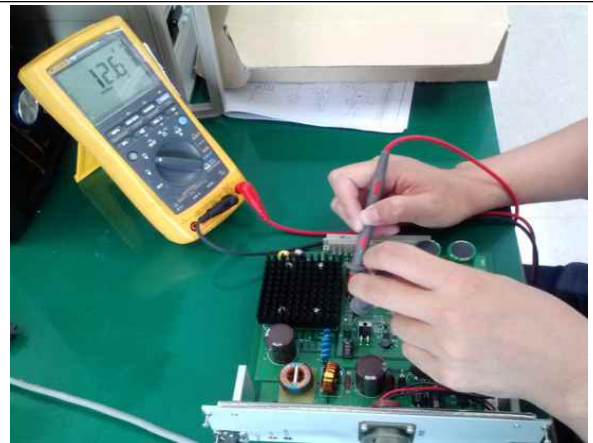
① 저장장치 Read/ Write 시험 및 전원부 출력 측정(Main 전원 및 배터리 전원)



SATA SSD Read/Write 속도측정



CMSP 보드 주 출력전압 측정



CMSP 보드 Back-up 배터리 전압 측정

(6) CMS PP 시제품 제작 및 기능 시험 진행

(가) SATA 인터페이스 성능 개선을 위해 ES 시제품의 CMSM 보드와 CMSS 보드 일체형으로 수정 개발



(나) 보드간 인터페이스 신호 변경을 반영하여 Back Board 수정 제작

(다) 수정된 보드에 맞추어 Rack 기구 수정

(라) 최종 시료 제작 및 시험 진행



① HBD 시리얼 및 이더넷 통신 인터페이스 시험

CMS와 HBD간 이더넷 및 시리얼 통신 케이블 연결하여 통신 프레임이 정상적으로 전달되는지 사용자 인터페이스 및 프로토콜 분석기를 이용하여 통신 데이터 확인 및 시험

② HBD 기술적 결함 시험

HBD 결함을 발생하여 정상적으로 CMS에 보고하는지 동작 시험(비정상 프레임 및 응답 타임아웃) 및 센서 고장 및 차축 폐달 감지 오류, 파라미터 목록 결함, RXD 형식 에러 등 확인

③ 데이터 확인 및 검증 시험

HBD로 수신 한 차축 온도 및 열차 정보, 기타 시스템 파라미터 데이터 유효성 확인, 단위 및 스케일, 개수, 상수 유효성 확인

④ 데이터베이스 인터페이스 시험

CMS 초기 기동 시 데이터베이스 커넥션 타임아웃 시험,
CMS와 HBD 텔레그램 정상적으로 저장 및 조회 되는 확인 및 시험
데이터베이스 비 커넥션 시 동작 확인

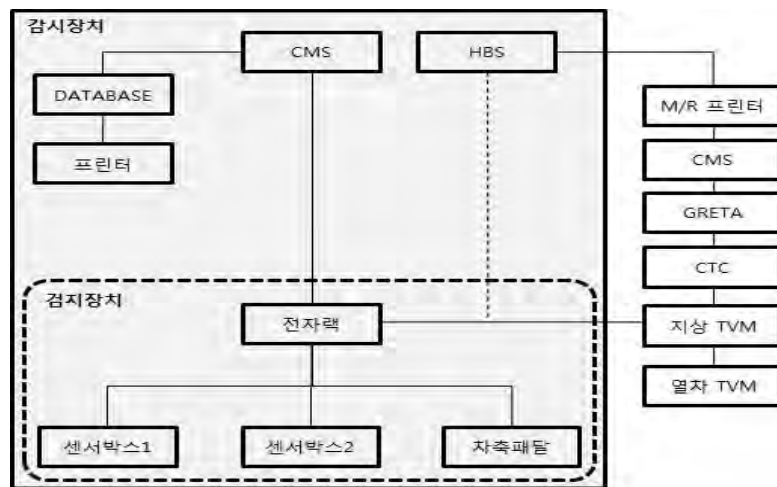
⑤ 정보 로직 시험

열차 통과 시 차축 온도 획득 후 단순 및 위험 알람 정보 로직 확인, 외부 온도 변화에 따른 단순 및 위험 정보 알고리즘 적용하여 발생시 HBD에 정상적으로 정보 통보 하는지 확인 및 시험

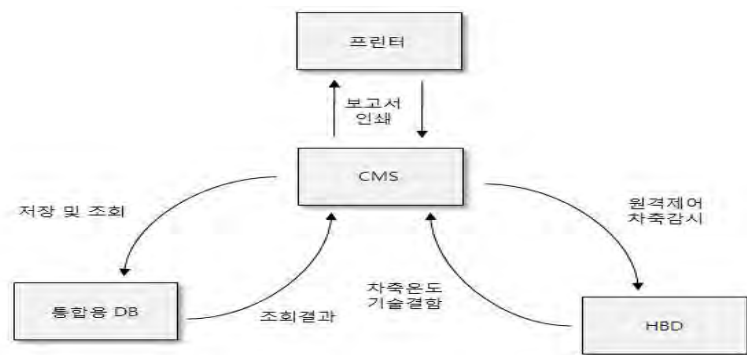
⑥ 통신 로직 시험

열차 통과 시 열차 알림 및 소멸, 열차정보 보고, 기술적 결함 시 결함 보고, 차축 온도 및 진동 센서 보고 등 일련의 로직 시험, 온도 교정 후 측정 보고 확인 및 시험(HOA1&2 기준점 센서 온도, 교정 시작 및 접촉계수), 원격제어 후 로직 확인 및 시험(온도획득 시험, 교정요청, 구성표 요청 및 HBD 초기화, 측정 보고 요청)

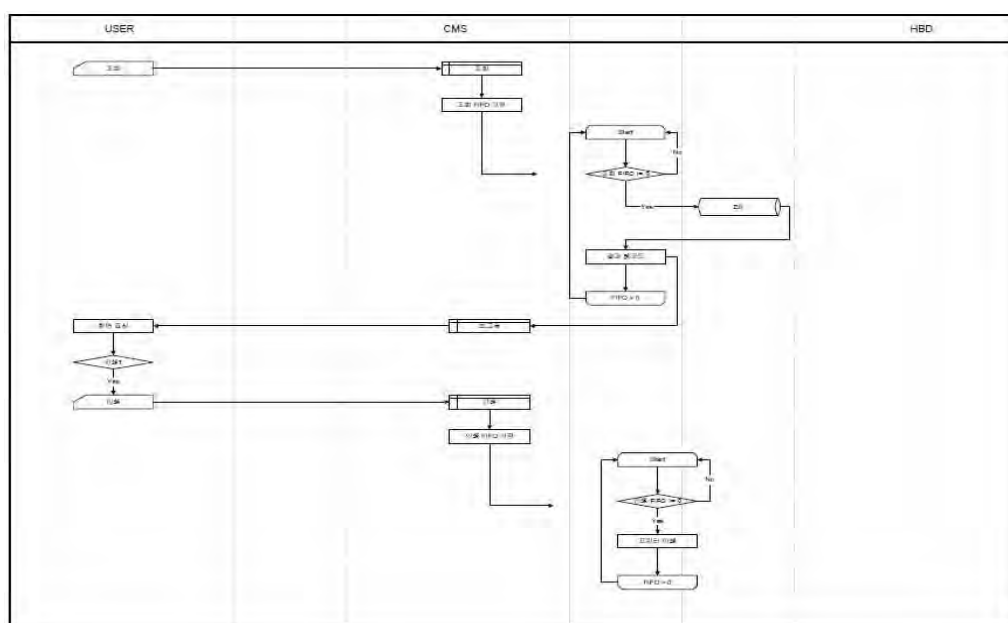
(7) 개발 자료



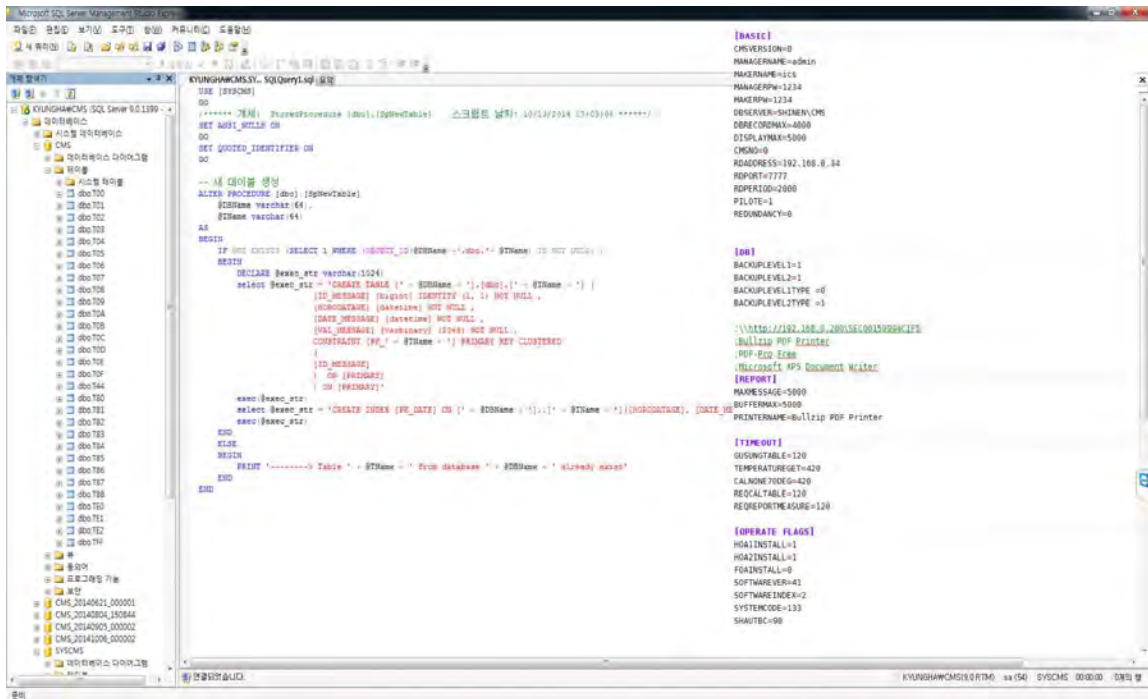
[시스템 구성도]



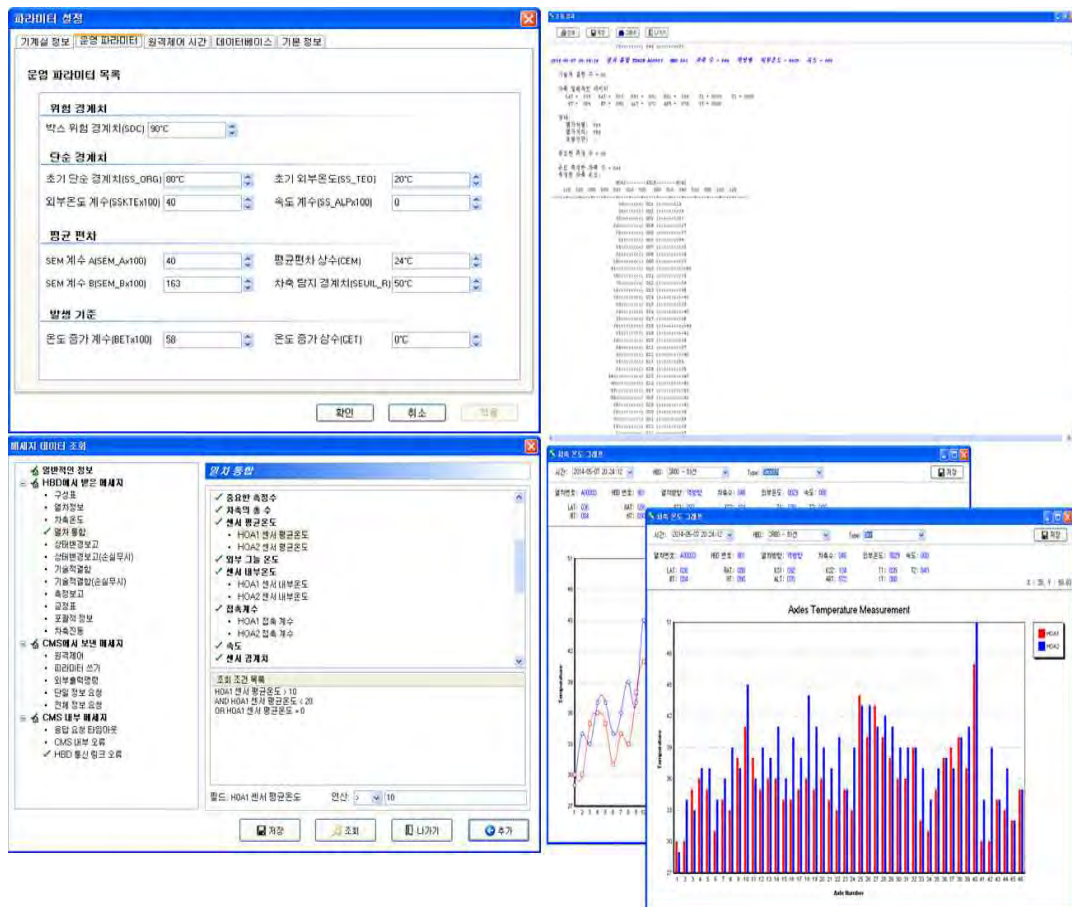
[CMS 시스템 흐름도]



[CMS 시스템 구조 설계]



[DB 구조 및 파라미터 구조 설계]



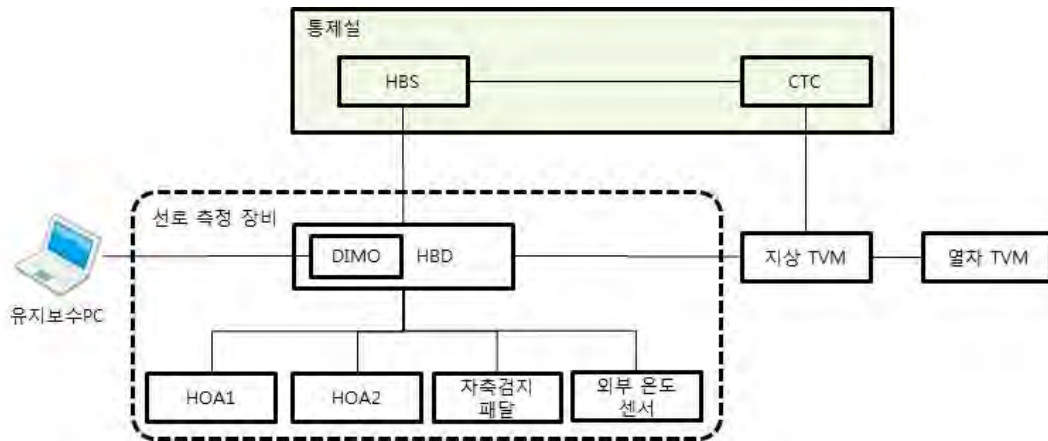
[차측온도 및 조회 및 설정]

자. DIMO 시스템 개발

(1) 개발내용

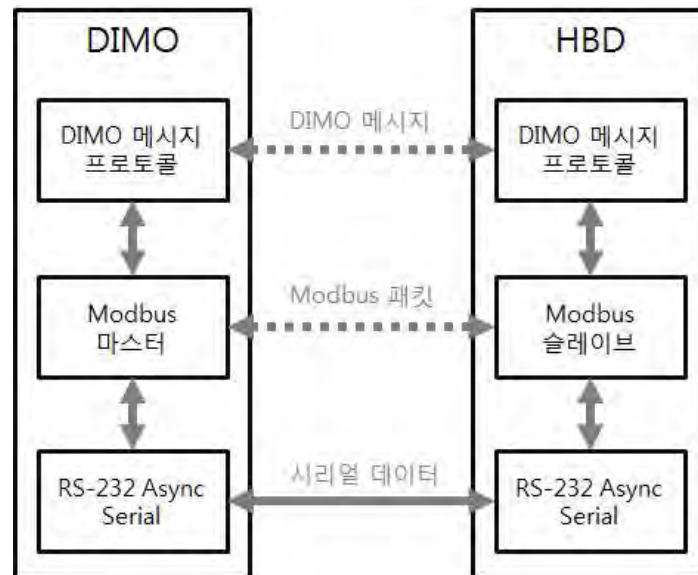
(가) 기존 유지보수 터미널 기능 분석

기존 시스템의 텍스트 기반 DIMO 터미널의 사양을 분석하여 신규 개발 DIMO에 구현할 기능 및 HBD와 연동하기 위해 필요한 명령/응답 데이터를 파악하였다.



(나) HBD - DIMO 통신 프로토콜 개발

HBD와 DIMO간의 메시지 교환을 위해 HBS-HBD 통신간 사용되는 Modbus 프로토콜을 사용하고 그 상위 계층에 DIMO 메시지 프로토콜을 정의하여 통신 프로토콜 모듈을 작성하였다.



① Modbus 통신 프로토콜 작성

표준 Modbus 프로토콜에서 변형된 형태를 사용한다. 통신하는 장치의 메모리 영역을 주소로 읽거나 쓰는 표준 프로토콜과는 달리 HBD에서는 HBD와 명령/응답 패킷 종류에 따라 정해진 기능 코드와 주소 값을 가지게 되어 이것으로 패킷의 종류를 식별한다.

② DIMO 메시지 프로토콜 작성

HBS-HBD 통신 프로토콜의 메시지 데이터 형식을 기초로 하여 일부 HBS 통신 프로토콜의 열차 측정 메시지를 DIMO 열차 측정 메시지로 사용하고 나머지 DIMO 유지보수 메시지의 데이터 구조를 새로 정의하였다.

(다) DIMO UI 개발

유지보수 부분과 열차 측정 부분으로 나누어 각 UI 화면을 작성하였다.

화면별로 현시에 필요한 데이터가 조회 명령이 필요 할 경우 주기적으로 조회하여 갱신되며 제어 버튼을 조작 시 해당 명령 메시지가 전송되도록 하였다.



① 유지보수 명령 인터페이스 작성

HBD, 센서박스, 패달 등 물리적 장치별로 나누고 그 안에서 다시 관련 하부 장치 별로 화면을 구성 하였다.

대 분류	소 분류	설 명
ATS		외부온도를 현시
HBD	IO	HBD의 IO 상태를 현시
	에러	HBD 에러 목록 현시
	온도	HBD 온도 현시
	측정	차축 온도 측정 관련 정보 현시
	통신	통신 상태 현시
HOA1	덮개/반사경	측정부 덮개 및 반사경 상태 현시 및 제어
	적외선 온도센서/히터	적외선 온도센서 및 히터 상태 현시 및 제어
	교정	교정 실행 및 교정 정보 현시
	상태	HOA 상태 정보 현시
	에러	HOA 에러 목록 현시
	온도	HOA 온도 정보 현시
HOA2	덮개/반사경	측정부 덮개 및 반사경 상태 현시 및 제어
	적외선 온도센서/히터	적외선 온도센서 및 히터 상태 현시 및 제어
	교정	교정 실행 및 교정 정보 현시
	상태	HOA 상태 정보 현시
	에러	HOA 에러 목록 현시
	온도	HOA 온도 정보 현시
PAD		패달 및 열차 검지 상태 현시

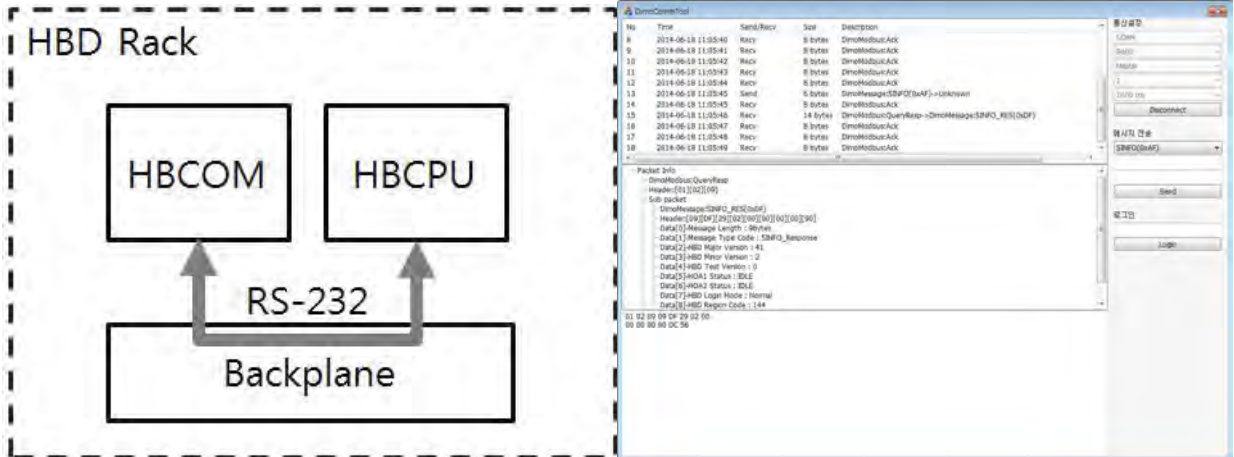
② 차축 온도 측정 모니터링 인터페이스 작성

DIMO의 열차 측정 메시지를 사용하여 열차 리스트, 차축 리스트, 차축 온도 화면을 현시 하도록 하였다.

(2) 시험내용

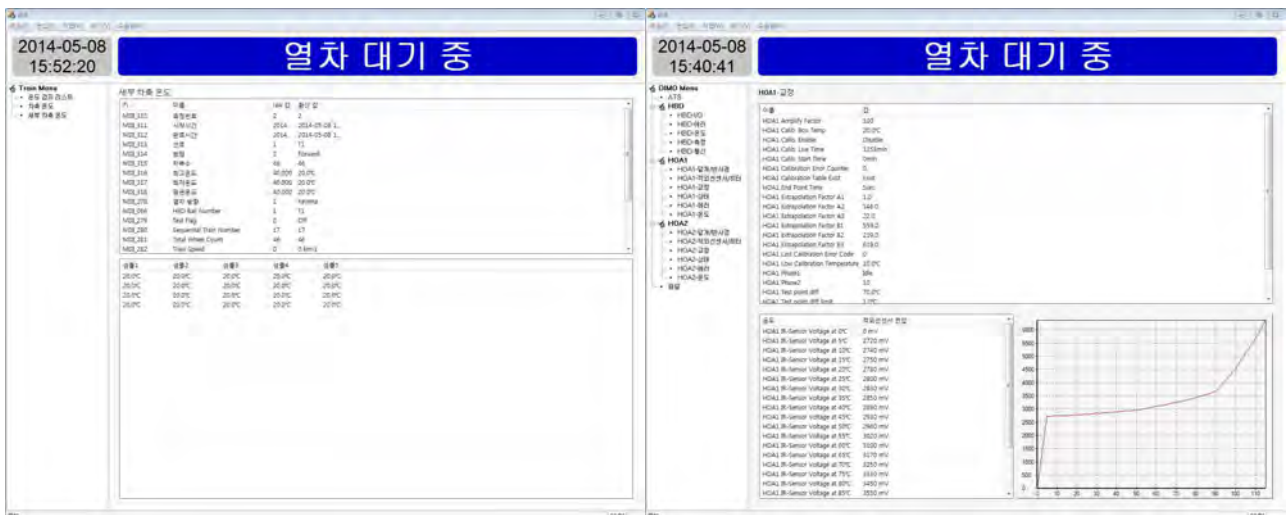
(가) 통신 프로토콜 연동 시험

- ① HBD의 DIMO통신 프로토콜과 DIMO의 통신 프로토콜 모듈을 연동하여 통신 동작을 시험
- ② 통신 프로토콜의 각 메시지별 응답 처리, 데이터 항목을 확인



(나) HBD-DIMO 연동 시험

HBD가 각 하부장치에 대한 모의 동작을 수행하도록 하여 DIMO의 각 기능을 확인하였다.



차. 성능시험장치 및 모니터링 시스템 설계 및 제작

(1) 속도중합시험기

(가) 환경요구사항

시험기의 무게와 크기에 맞는 실내에 설치할 수 있어야 하며, 고속 회전하는 차륜디스크의 진동을 최소화하기 위한 견고한 지반에 설치할 수 있어야 한다. 실내온도 $-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 에서 이상 없이 작동해야하며, 전원의 누전이나 감전 위험이 없는 건조한 곳에 설치할 수 있어야 한다.

(나) 일반요구사항

고속열차의 이동속도에 맞는 차륜의 회전속도를 구현해야하며, 고속열차의 차축간 거리를 고려해야한다. 고속회전에 따른 안전장치 부가 설계해야 하며, 속도조절이 가능하고 500km/h의 속도에서 안정적으로 작동해야 한다. 차륜디스크의 회전속도를 표시부를 통해 표시하며, 회전 속도를 서보드라이브 장치로 받아 표시하고 통신으로 상태를 컴퓨터로 전송해야 한다. 그리고 고속 회전 시 장착구의 풀림을 방지하도록 설계해야 한다.

(다) 성능사항

1차년도 사양과 비교하여 변경된 사항은 온도설정, 표시기능, 회전판전원의 공급 및 온도센서 데이터 전송과 관련된 방식이다.

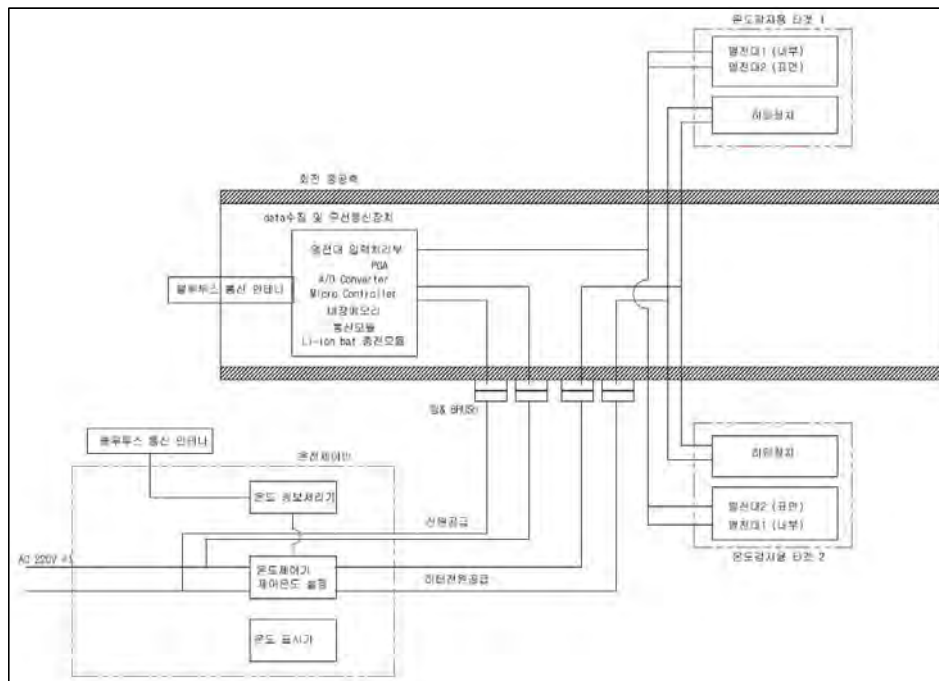
항 목	1차년도	2차년도	비 고
크기	800mm(W) * 300mm(H) * 1000mm(L)	800mm(W) * 300mm(H) * 1000mm(L)	
회전원판 직경	1910mm	1910mm	
자성체 극수	2극	2극	
회전수	27~1389 rpm	27~1389 rpm	
모터전원	AC380V3Ø 60Hz	AC380V3Ø 60Hz	
서보드라이브 전원	AC220V 1Ø 60Hz	AC220V 1Ø 60Hz	
타켓온도제어 기능	無	실온~150℃	
온도설정 및 표시기능	無	제어패널추가	현재 및 설정온도
회전판전원 공급	無	슬립링방식	
온도센서 데이터전송	無	슬립링방식	

1차년도 및 2차년도 추가 성능 비교

구 분	1차년도	2차년도
-----	------	------

1차년도 및 2차년도 추가 성능 비교		
구 분	1차년도	2차년도
검지블럭 변경 (열원발생 히터기 삽입)		
타켓온도제어가능 (제어함 변경)		
회전판 전원 공급 (온도센서 데이터 전송)		

2차년도 종합속도시험기 제작에 있어서 성능향상을 위하여 개발 시험 결과에 따른 개발품의 신뢰성 확보를 위한 방안으로 500km/h 속도회전 시 차축부 발열부 IR센서의 신뢰성 시험데이터 확보를 위한 검지블럭내 히터 삽입하였고, 히터 관련 온도 제어 기능을 추가하였고, 회전판 전원 공급을 위한 슬립링 채택하여 성능 향상 제작하였다. 여기서 온도 히터 삽입과 온도제어 할 수 있는 슬립링(Slipring)은 로터리 조인트, 로터리 커넥터 등으로도 불리는 전기/기계적 부품으로, 회전하는 장비에 전원 또는 신호라인을 공급할시 전선의 꼬임 없이 전달 가능한 일종의 회전형 커넥터이다.



[1차년도 추가 기능 사항 개념도]

(라) 속도종합시험기 설계

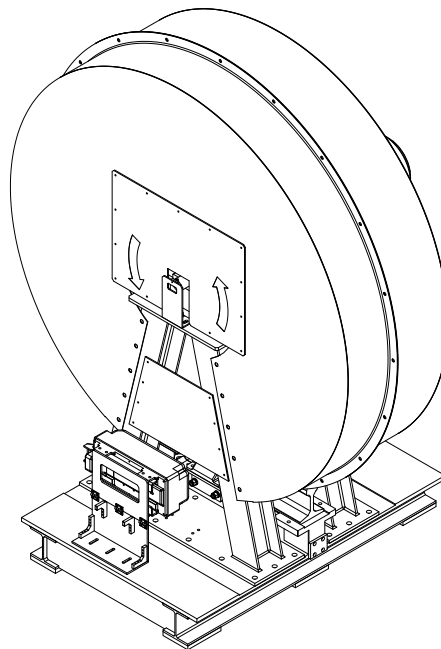


그림 46 3D 조립 형상

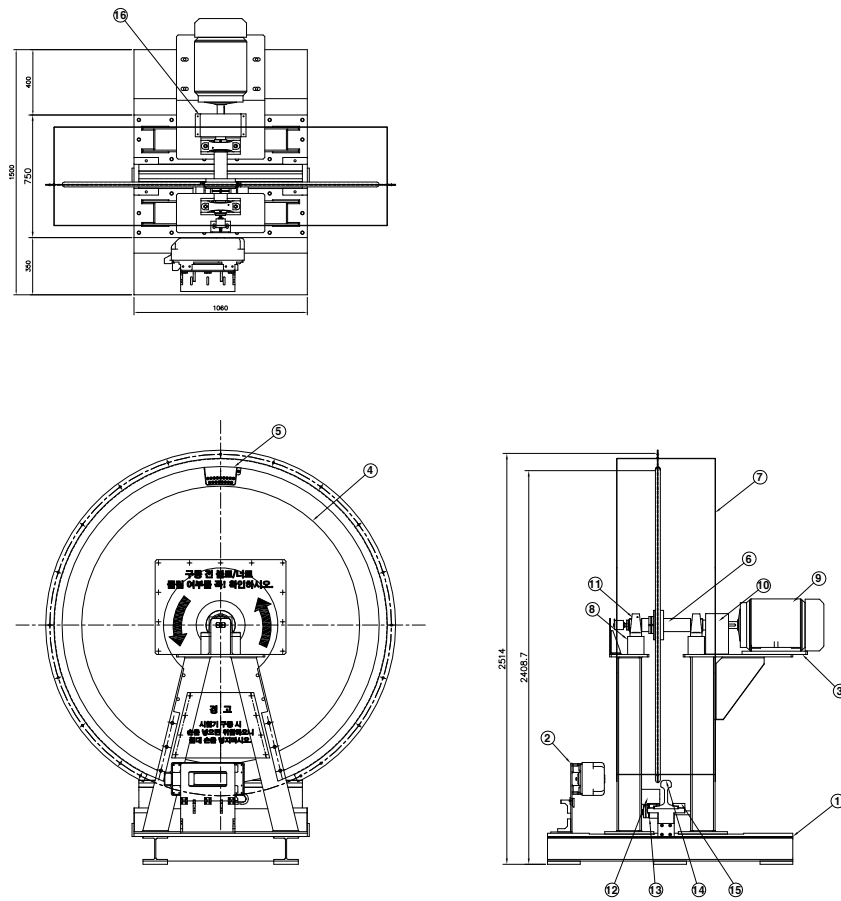
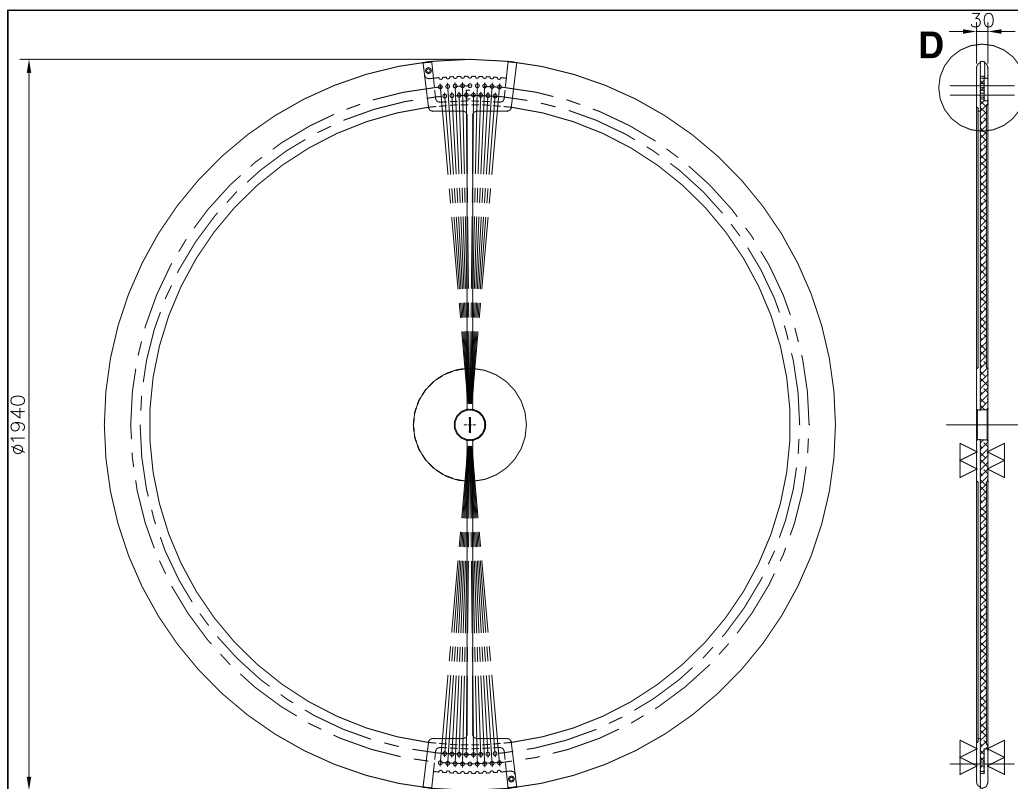
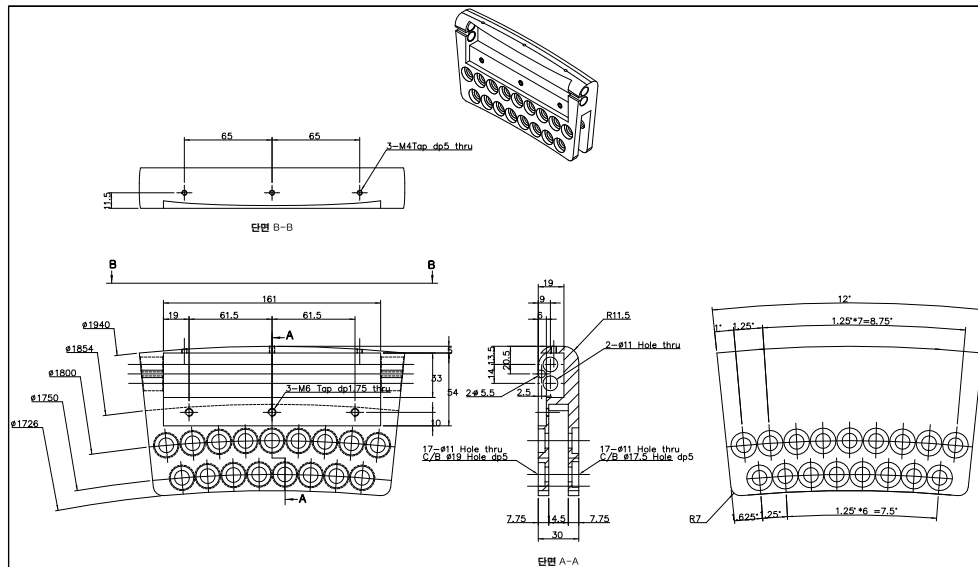


그림 47 종합속도시험기 Frame Ass'y 형상

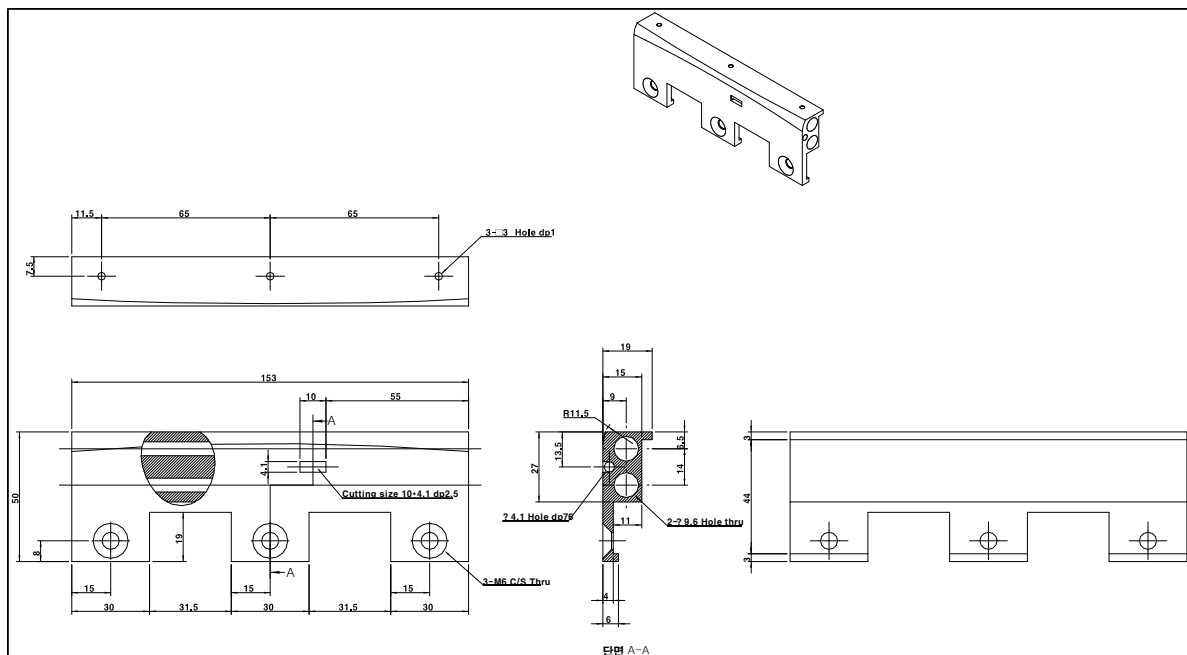
- ① 중요 구성도
- 회전원판



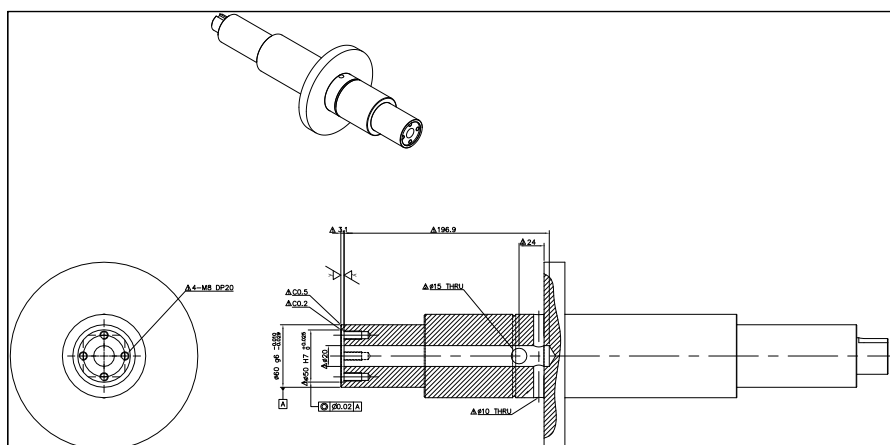
- 자성체 블록



- 히터 블록



- 추



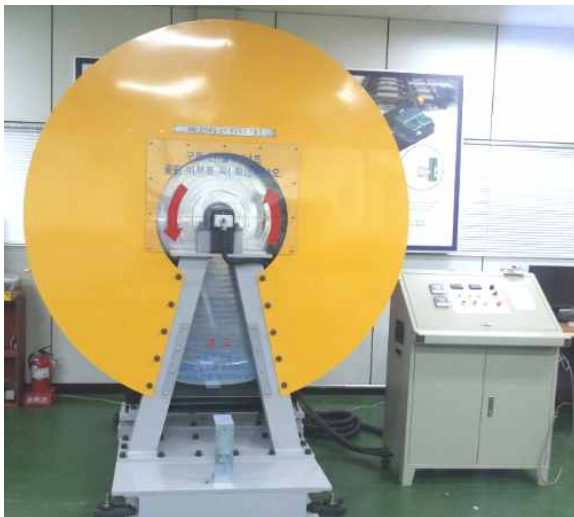
② 속도종합시험기 제작 및 사용



[설치 모습]



[설치 모습]



[시험기 제작 완료]



[제어함 구성도]

③ 속도종합시험기 시험

- 브레이크 제동 장치 시험

표 6 제동 시간에 설정에 따른 제동저항 온도 상승/제동 시간 비교

구 분	제동 시간	제동 저항 온도(℃)			제동시간		비고
		제동 전	제동 후	온도차	인버터 제동종료시간 (인버터 STOP 표시)	총 완전 종료시간	
제동저항 미사용	600	-	-	-	38분	약 38분	
제동저항 사용	600					약 11분	
	500	32.3	38	5.7		약 10분	
	400	39.1	51.6	12.5		약 9분	
	300	30.1	50.7	20.6	5분가량	약 8분	
	200	46.5	94	37.5	2분 40초	약 8분	

제동저항 미사용 시 500km/h 구동 후 인버터 제동 완전 종료 0km/h까지 걸리는 시간은 38분이었고, 제동저항을 사용하여 500km/h 구동 후 인버터 제동 완전 종료 0km/h까지 걸리는 시간은 약 8분이 걸렸다.

- 시험기 회전 모터 속도 제어 시험
인버터 모터제어 기능을 이용하여 각 km/h에 준하는 RPM 회전 속도를 제어하는 것으로 고속에서 저속으로 단계별 속도 제어 및 컨트롤을 확인하도록 한다.

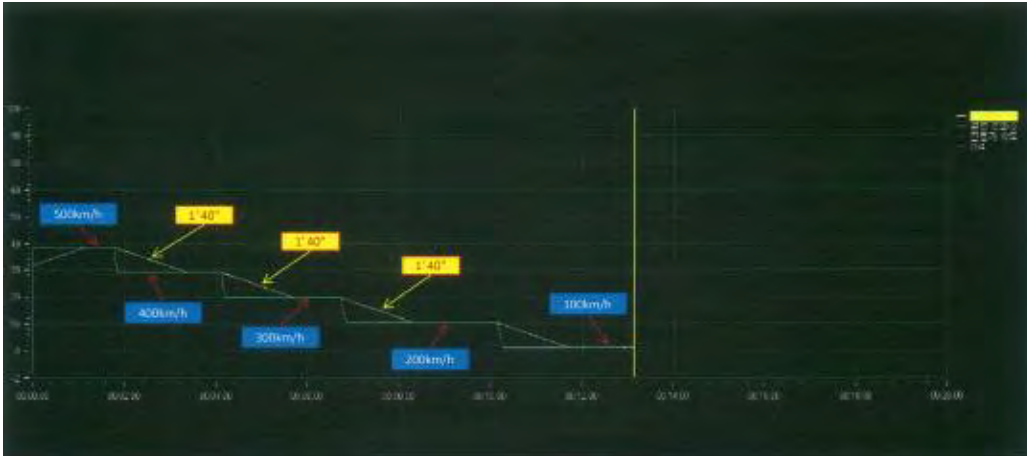


그림 48 시험기 감속 동작 테스트

④ 속도종합시험기 시험결과

회전모터 속도제어를 통한 제동장치 분석결과 성능시험 결과와 같이 속도 500km/h까지의 성능시험 이상 유무를 확인하였으며, 고속에서 저속까지의 브레이크 기능을 추가하여 안전성을 확보할 수 있었다. 또한 시험기 속도시험 및 온도제어시험에 대해 분석한 결과측정데이터 표시와 같이 오차율 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 를 적용하였을 때 $70^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$ 범위 내에서 모두 정상적인 온도 제어기능을 확인할 수 있었다.

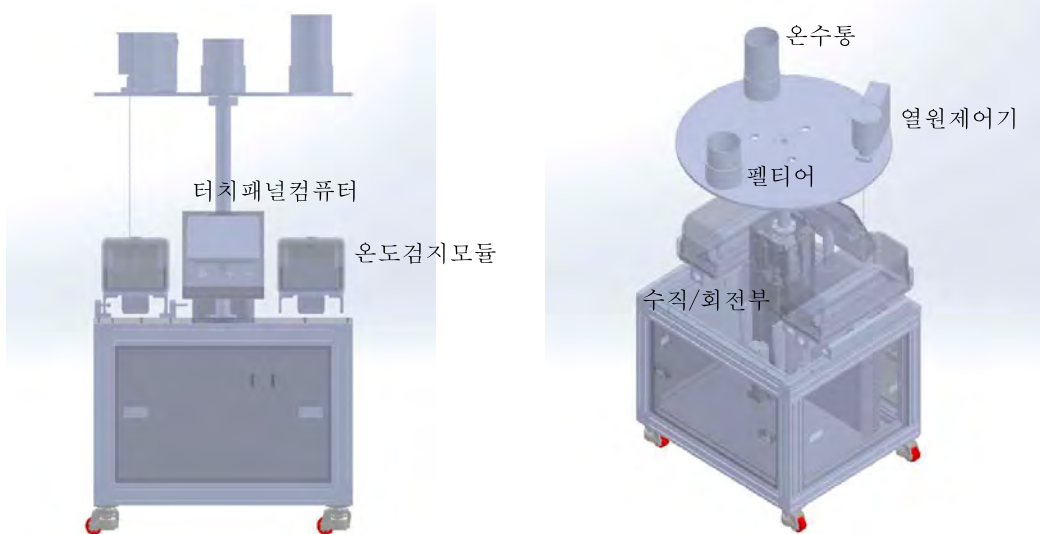
(마) 온도검지모듈성능 시험기

온도검지모듈의 성능을 시험하기 위한 것으로 온도검지모듈의 측정기준을 위한 기준이 되는 열원 발생기, 실온 $\sim 90^{\circ}\text{C}$ 이하의 열원을 만들기 위한 온수통 및 $-10^{\circ}\text{C} \sim$ 실온의 열원을 만들기 위한 냉각소자인 펠티에 소자로 구성되어 있다.

① 주요사양

구 분	내 용
외형크기	W=760mm, D=650mm, H=1300mm
사용전원	AC220V, 1Kw
수직 스트로크	250mm, 1mm 단위
회전각	$\pm 150^{\circ}$, 0.5° 단위
온수통 제어	실온 $\sim 90^{\circ}\text{C}$
펠티어 제어	$-5^{\circ}\text{C} \sim$ 실온
터치패널	수직/회전위치 표시 및 설정 열원제어기/온수통제어기/펠티어제어기 온도설정 및 표시 데이터 전송 포트 7인치 패널 및 터치 방식

② 구조형상



- a. 외부 치수 : 760(W) x 650(D) x 1300(H)
- b. 사용 전원 : 220V AC
- c. 소비 전력 : 1KW(Max)
- 성능
 - a. 상하 높이 조절 거리 : 250mm, 1mm단위
 - b. 회전원판의 회전각도 : $\pm 150^\circ$, 0.5°단위
 - c. 온수조통 제어온도 : 실온 $\sim 90^\circ\text{C}$
 - d. 펠티어소자 제어온도 : $-10^\circ\text{C} \sim \text{실온}$
 - e. 사용 환경 : $-10^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$
 - f. 레이저 포인터 위치 확인

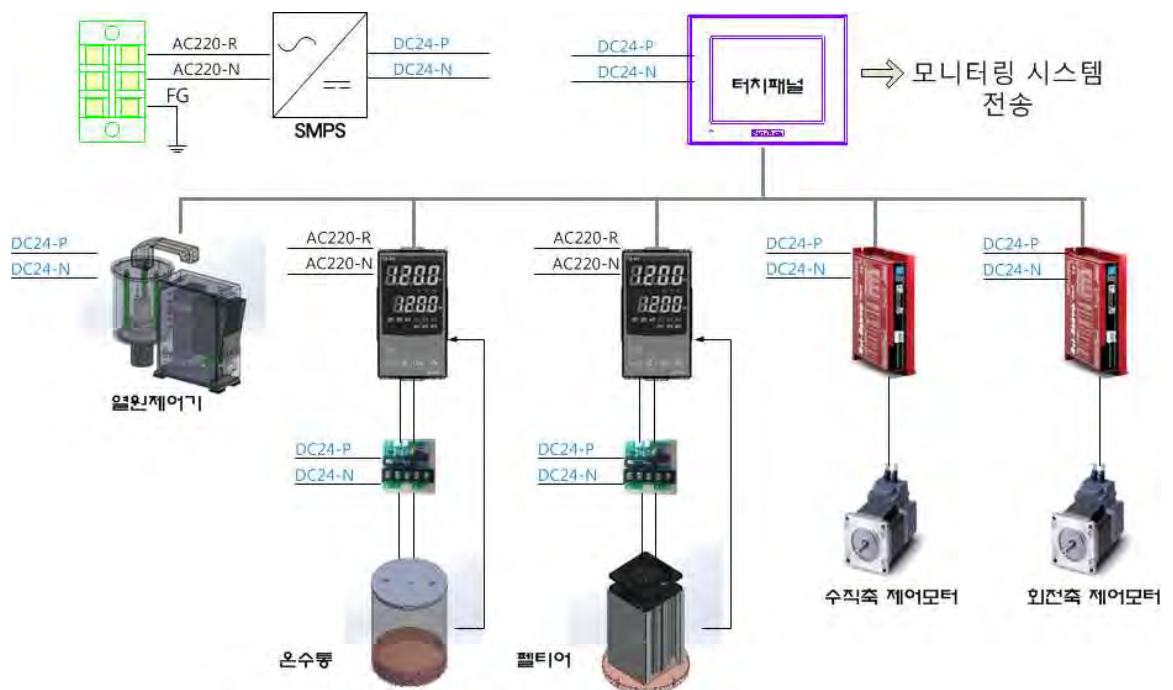
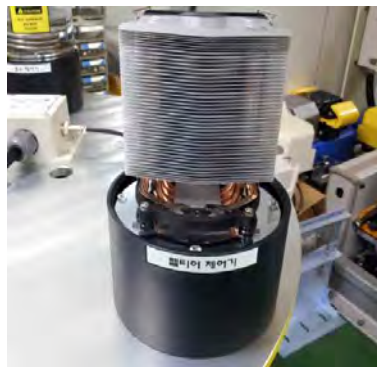


그림 49 시스템 계통

③ 온도검지모듈 성능시험기 제작



[열원제어기]



[팬타에 제어기]



[온수 제어기]

(바) 모니터링 시스템 장치

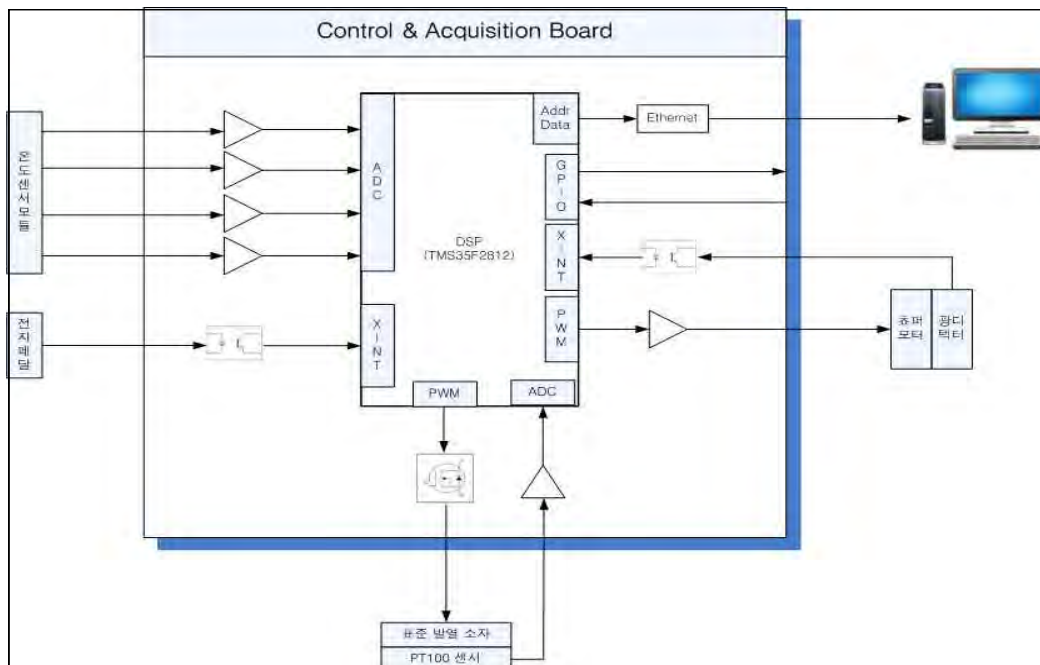
온도센서모듈에서 오는 신호를 Voltage Follower회로를 거쳐 DSP칩 내부의 AD변환기를 통해 디지털 데이터로 변환하는 장치로 자폐달 신호는 포토커플러를 통해서 DSP칩의 외부 인터럽트 포트에 연결된다. 전자폐달 신호가 입력되면 DSP에서 인터럽트가 걸린다. 표준발열소자는 DSP의 PWM포트로 FET소자를 제어하여 열을 발생시킨다. 발생된 열은 PT100 온도센서에 의해 측정되며 DSP의 AD변환기에 의해 온도 값을 읽을 수 있는 기능을 가지며, 초퍼모터는 DSP에서 PWM과형을 내보내서

아날로그 RC변환 회로를 통해 아날로그 신호로 변환된다. 변환된 신호는 초퍼모터 드라이버에 입력되어 모터를 제어한다. 모터의 속도는 광 검지기를 통해서 측정되며 포토커플러를 거쳐 DSP의 외부 인터럽트 포트에 연결된다. DSP의 Address, Data 버스를 통해서 이더넷 트랜시버 칩을 제어하여 PC 모니터링 프로그램과 통신한다. 획득된 데이터 및 제어 신호들은 PC모니터링 프로그램 상에 표시된다. 여분의 GPIO 디지털 입력 및 출력 포트가 있다.

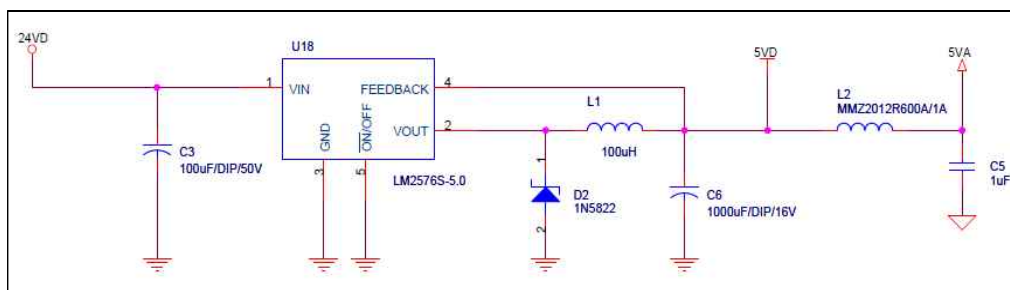
① 장치사양

구 분	사 양	구 분	사 양
입력 전원	DC 24V	PT100 온도 센서 입력	DC 24V
제어 CPU	TMS320F2812(TI)	초퍼모터 제어 아날로그 출력	TMS320F2812(TI)
온도모듈 아날로그 입력	4포트	디지털 입력/출력	4포트
전자페달 입력 모듈	2포트	통신방식	이더넷
EMI 시험 규격	일반적 전기 사양	디텍터 입력모듈	광 디텍터

② 성능시험 시스템 구성

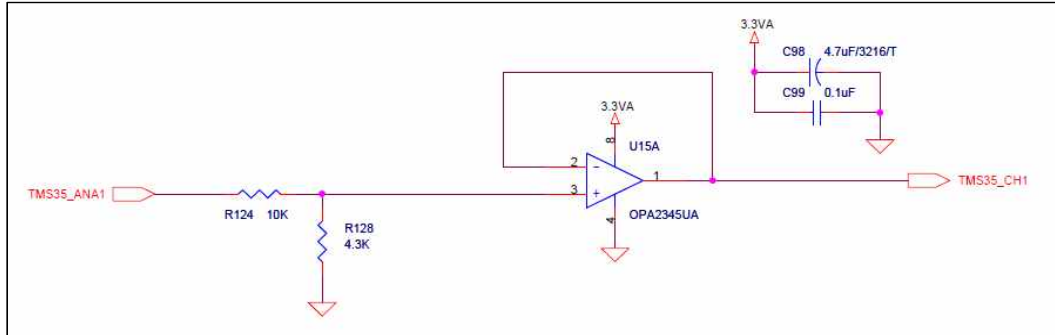


③ 상세설계



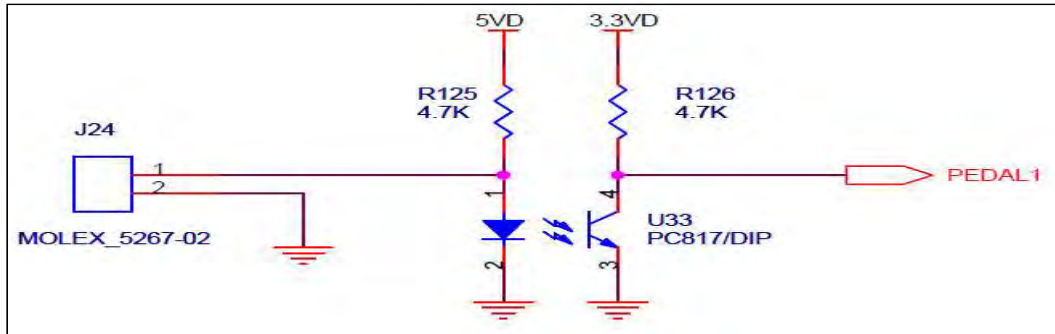
전원 회로도

온도모듈 입력 회로도에서는 온도모듈의 출력 전압인 0~10V를 입력받아 전압 분배 회로를 통해서 0~3V로 전압을 강하시킨다. 이는 DSP A/D변환기의 입력 범위에 따르며, 저항 10K, 4.3K를 이용하여 전압 분배 회로를 구성하였다. OP-Amp를 통해서 전압 Follower를 구성해 DSP A/D변환기의 입력 범위를 벗어나는 전압이 유입되어도 3.3V이상 넘지 않도록 제한한다.

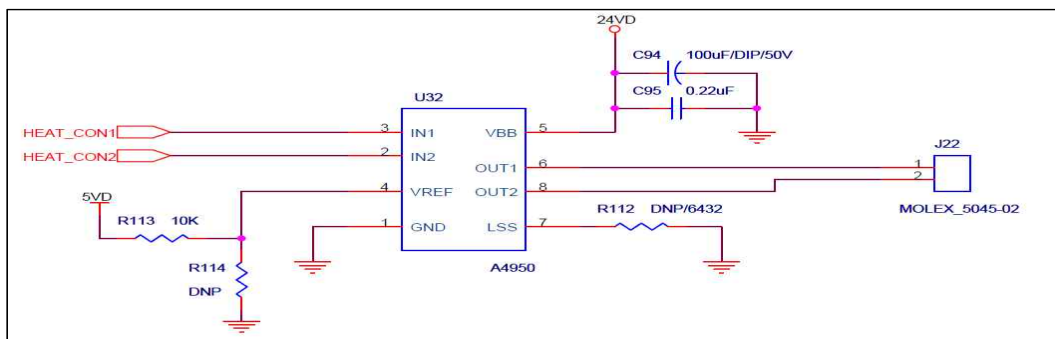


[온도모듈 입력 회로도]

전자페달 신호 입력단은 오픈컬렉터방식으로 DC 5V로 풀업 되어있으며, 전자페달 신호가 High(5V) 일 경우 포토커플러가 동작하지 않아 DSP 신호는 High로 나타나고, 전자페달 신호가 Low(0V)가 되면 포토커플러가 동작하여 DSP 신호는 Low로 되며 이때 Low로 변하는 순간에 DSP내부에서는 인터럽트가 발생된다. DSP에서 인터럽트가 발생되면 인터럽트 서비스 루틴에서 데이터 획득 동작을 수행한다.



[전자페달 입력 회로도]



[표준발열소자 발열 회로도]

표준발열소자 온도측정은 5V로 3.3KΩ과 PT100센서의 저항 값과 전압분배로 발생

된 전압을 측정하여 PT100센서의 온도 변화에 따른 저항변경 값으로 온도를 측정한다. FET소자 칩은 DC모터 Driver칩인 A4950칩을 사용하였으며 PWM을 통해서 출력 전류량을 제어한다. 최대 출력전류는 24V/ 3A이다. 전압 분배된 신호는 OPAMP를 통해서 오프셋 및 증폭작용을 하여 DSP A/D변환기를 통하여 디지털 데이터로 변환 획득 된다.



[표준발열소자]

④ 모니터링시스템 제작



카. RAM 활동

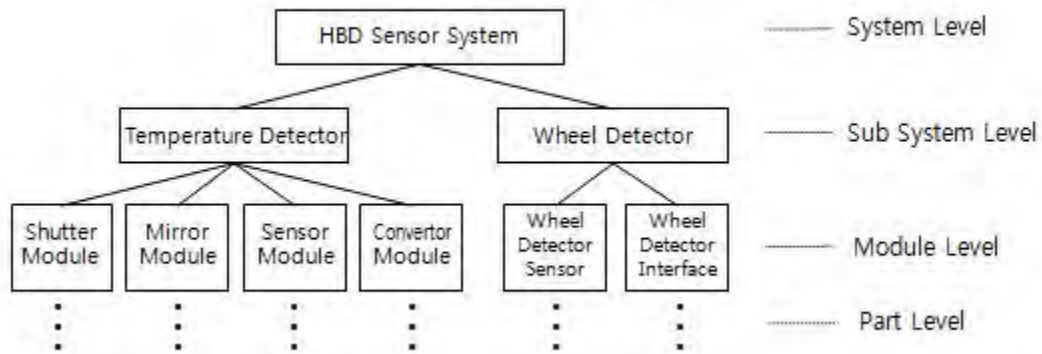
(1) RAM 분석 목적

작성된 설계문서를 기준으로 RAM 결과를 예측하여 요구된 RAM 목표를 만족하는지 입증하고, 분석결과 필요한 사항을 공급자에게 제공하여 공급품의 설계 및 생산과정을 통해 RAM 성능을 보장하기 위하여 진행된다.

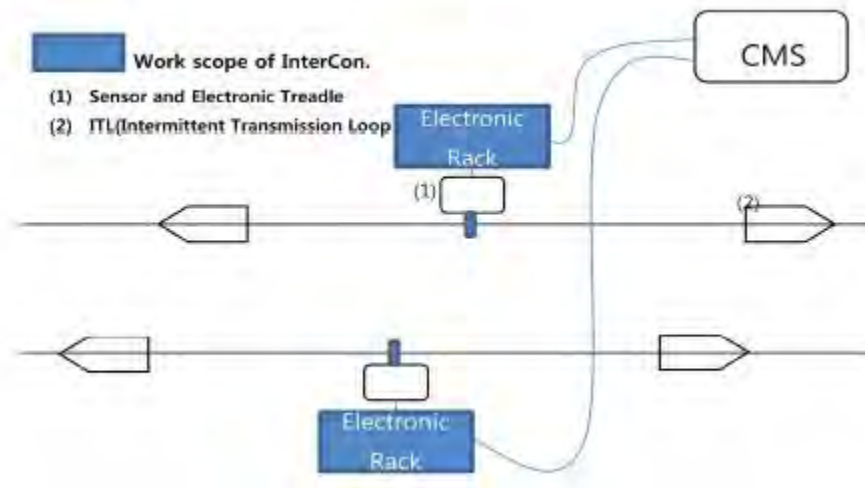
(2) 시스템 개요

(가) HBD 시스템

① HBD 센서



② HBD 전자랙



(3) RAM 요구사항

(가) 신뢰도 요구사항

신뢰도 요구사항은 현재 해외 및 국내에서 운영되고 있는 HBD의 평균 MTBF를 분석한 결과에 따라 설정되었고, 분석결과 MTBF 24,858 시간으로 추정되었으며, 개발품은 이와 동등 이상의 MTBF 25,000시간 이상을 목표로 한다.

(나) 가용도 요구사항

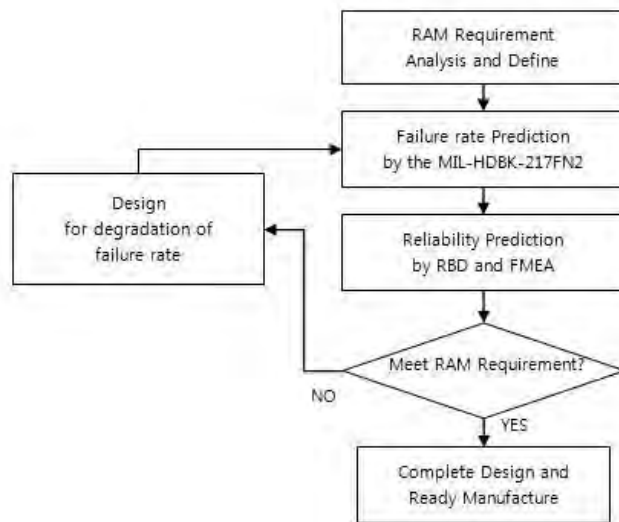
HBD 센서 시스템 및 전자랙의 가용성은 고유 가용성으로 정의하며 계산은 아래의 공식과 같은 가정 하에 수행된다. 아래의 식에 의해 산출된 가용도는 99.998% 이상이어야 한다.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100(\%)$$

(다) 유지보수도 요구사항

MTTR 0.5시간을 목표로 하며 이 MTTR은 고장 검지 후 현장에서의 교체 시간을 의미한다. 단 교체를 위한 사전 부품 준비시간, 이동시간, 교체 후 점검시간 등은 제외한다.

(4) RAM 분석절차



(5) RAM 분석 방법론

(가) 시스템 분류 구조

HBD 센서 시스템의 RAM 분석을 위해 기능 및 물리적 구조와 구성을 파악한다. 기능정의 및 분류를 통한 하부 장치를 수준별로 분류하여 LRU 수준을 포함한 LBS를 작성한다.

(나) RBD/Reliability Block Diagram

온도검지모듈과 전자페달은 단일계 모듈로 각 장치는 인터페이스 되지 않으며, 어떠한 정보의 교환도 없다. 또한 각각의 고장이 서로에게 미치는 영향이 없다. 두 장치의 기능을 모두 보증하기 위해 두 장치는 직렬결합모델(Series Structure)로 정의한다. 고장률 예측은 LRU단위로 한다. 전자랙은 단일계 시스템으로 RAM 요구사항을 만족시키기 위해서는 각 부품의 신뢰성이 높아야한다.

(다) RAM 예측

온도검지모듈과 전자페달이 요구된 RAM 요구사항에 만족함을 설계적인 데이터를 기반으로 예측하기 위하여 RAM 예측을 수행한다. 신뢰도 요구사항을 만족하기 위한 예측 모델로써 미 국방부 규격 MIL-HDBK-217FN2를 참고하며, RAM 예측을 위한 부품과 장치의 고장률은 신뢰도 예측 도구인 RELEX 2008을 사용하여 도출한다. 상세한 사항은 기술자료 RAM Plan(HBD-RD-PoM-12-014,참고문서[R.1])을 참조한다. HBD 센서 시스템의 두 개의 온도검지모듈과 하나의 전자페달로 구성되지만, RAM 요구사항이 각 장치 하나에 대한 것이므로, 하나의 장치에 대해 RAM 예측을 수행한다.

(라) 고장유형 및 영향분석(FMEA)

설계 단계 시 설계에 대한 적합성을 검토하고 제작 시 야기될 수 있는 고장, 결함 또는 불량에 대한 사전 검토와 대책을 세우기 위해 FMEA를 수행한다. HBD 센서 시스템을 이루는 구성요서의 고장으로 인하여 시스템에 미치는 영향을 분석하고 그에 따른

원인을 규명한다. 원활한 시스템 운영을 위해 규명된 고장 원인에 대해 사전검토 및 대책을 수립한다. 전자락을 포함한 HBD 시스템이 전 개소에 설치된다는 가정 하에 고장모드를 분석하며, 차량으로 DA(Danger Alarm)알람을 보낼 경우는 앞의 연속 3개소의 정보를 확인한다고 가정한다. 전자락은 각 모듈 설계 시 모듈을 이루는 구성 요소의 고장으로 인하여 전체 모듈에 미치는 영향을 분석하고 그에 따른 원인을 규명함으로써 원활한 운용이 가능하도록 권고조치 및 완화조치 방안을 강구하는 논리적 상향식 분석 기법이다.

(6) RAM 분석결과

(가) 시스템 분류 구조 결과

Code	System	LRU	LLRU	Qty	Maker
		Sub System	Module		
100	HBD Sensor System	Temperature Detector		1	Sehwa
110				2	
111			Shutter Module	2	
112			Mirror Module	2	
113			Sensor Module	2	
114			Convertor Module	2	
120		Wheel Detector		1	Sehwa
121			Wheel Detector Sensor	1	
122			Wheel Detector Interface	1	

(나) RBD 결과

HBD 센서 시스템의 RBD를 나타내면 아래 그림과 같다. 두 장치의 기능 중 하나라도 실패 할 경우 고장이라 정의하므로, HBD 센서 시스템은 직렬결합모델로 정의한다.

(다) 고장률 예측 결과

LRU(Sub-System)	LLRU(Module)	$\hat{\lambda}_x$	Qty	Failure rate(/h)
Wheel Detector		$\hat{\lambda}_{WD}$	1	5.274804E-6
	Wheel Detector Sensor	$\hat{\lambda}_{WD\ sensor}$	1	2.148234E-6
	Wheel Detector I/F	$\hat{\lambda}_{WD\ I/F}$	1	3.126569E-6
Temperature Detector		$\hat{\lambda}_{TD}$	1	37.822043E-6
	Shutter module	$\hat{\lambda}_{shutter\ module}$	1	17.789167E-6
	Mirror Module	$\hat{\lambda}_{mirror\ module}$	1	14.94565E-6
	Sensor Module	$\hat{\lambda}_{sensor\ module}$	1	2.862684E-6
	Convertor Module	$\hat{\lambda}_{convertor\ module}$	1	0.368509E-6

(라) 신뢰도 예측결과

Wheel Detector와 Temperature Detector의 MTBF는 아래의 수식으로 예측 할 수 있다. 189,581>25,000 Hours, 26,440>25,000 Hours로 요구사항을 만족시킨다.

(마) 유지보수도 예측결과

고장의 수리는 LRU단위의 교체로 정의하며, Temperature Detector와 Wheel Detector의 교체 절차는 아래와 같다. 이는 현재 사용 중인 고속선 유지보수매뉴얼의 안전설비 중 HBD에 관한 지침을 기준으로 정의한 것이다. 취부대에서 Temperature Detector와

Wheel Detector의 체결을 분리하여 교체하는 시간. 즉, Isolation부터 Checkout까지의 유지보수 활동시간을 MTTR이라 예측한다. 그리고 평균 유지보수 예측 결과는 세화의 실험실에서 실제 교체 작업 수행을 통해 예측하였다. 해당 교체를 수행한 유지보수자는 철도신호시스템 유지보수 업무 경력 2년 이상을 보유하고 1일간 HBD 센서 시스템 유지보수 교육을 받았다. 해당 교체 작업을 위해 필요한 도구는 동력 스패너와 렌치를 사용하였다.

단계 / Step	활동 / Activity
Preparation	고장 장치를 식별하고 유지보수 활동 준비를 한다. / Figure out the defected devices and prepare for the maintenance.
Isolation	전원을 차단한다. / Block the power.
Disassembly	LRU단위 장치를 취부대에서 분리한다. / Separate the LRU-unit tools from mounting blocks.
Interchange	대체품으로 교체한다. / Replace with substitutes.
Reassembly	대체품을 취부대에 체결한다. / Connect them with the mounting blocks.
Alignment	기계적 내구성을 조정하고 전원을 인가한다. / Adjust the mechanical durability and supply the power.
Checkout	TD는 열원발생기를 이용하여 장치가 정확하게 동작하는지 확인한다. / TD checks whether the devices work properly, using heat source generators.
Commission	시스템의 운영 가동을 시작한다. / Start the system operation.

(바) 가용도 예측결과

Wheel Detector와 Temperature Detector의 가용도는 아래의 수식으로 예측 할 수 있다. 그 결과 $99.99981 > 99.998\%$, $99.99814 > 99.998\%$ 로 요구사항을 만족시킨다.

$$\begin{aligned}\hat{A}_{WD} &= \frac{\widehat{MTBF}_{WD}}{\widehat{MTBF}_{WD} + \widehat{MTTR}_{WD}} * 100 \\ &= \frac{189,581}{189,581 + 21.5/60} * 100 \\ &\approx 99.99981\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\hat{A}_{TD} &= \frac{\widehat{MTBF}_{TD}}{\widehat{MTBF}_{TD} + \widehat{MTTR}_{TD}} * 100 \\ &= \frac{26,440}{26,440 + 29.5/60} * 100\end{aligned}$$

(사) FMEA 결과

온도검지모듈과 전자페달의 설계적 결함을 찾기 위해 고장모드를 도출하였다. HBD 센서시스템의 LRU 수준에서 FMEA를 수행하였으며, FMEA 상세결과는 기술자료 HBD RAM Analysis Reoirt를 참고하도록 한다.

(아) 결과

위의 RAM 예측 결과에 근거하여 HBD Sensor System의 RAM 요구사항이 설계적으로 만족되었음을 확인하였다. RAM 요구사항에 대한 RAM 예측 결과는 다음과 같다.

③ HBD RAM Analysis Report(HBD-SSD-DoA-14-016)

④ Requirement & Design Verification Report(HBD-SSD-RoV-14-064)

Project	HBD	Doc	1 / 55
Document	RAM Analysis Report	Version	V1.0
Date	2015.07.16	Doc No	HBD-SSD-DoA-14-016

RAM Analysis Report

Written	Lee, Tae-Goo	RA	Chun, Jin-Ho	HBD	HBD-SSD-DoA-14-016
Revised	Kim, Dong-Hyun	QM & QA	Lee, Gye-Chang		

Project	HBD	Version	V1.0
Document	Requirement & Design Verification Report	Page	1 / 49
Doc No	HBD-SSD-RoV-14-064	Date	2015.07.16

Requirement and Design
Verification Report

Written	Kim, Dong-Hyun	RA	Chun, Jin-Ho	HBD	HBD-SSD-RoV-14-064
Revised	Lee, Tae-Goo	QM & QA	Lee, Gye-Chang		

⑤ Manufacturing Verification Report(HBD-IM-RoV-13-071)

⑥ HBD Validation Report(HBD-ST-RoV-10-072)

Project	HBD	Page	1 / 50
Document	Manufacturing Verification Report	Version	V1.0
Date	2015.07.16	Doc No	HBD-IM-RoV-13-071

Manufacturing
Verification Report

Written	Kim, Dong-Hyun	RA	Chun, Jin-Ho	HBD	HBD-IM-RoV-13-071
Revised	Lee, Tae-Goo	QM & QA	Lee, Gye-Chang		

Project	HBD	Page	1 / 19
Document	RAM Validation Report	Version	V1.0
Date	2015.07.16	Doc No	HBD-ST-RoV-10-072

HBD Validation Report

Written	Kim, Dong-Hyun	RA	Chun, Jin-Ho	HBD	HBD-ST-RoV-10-072
Revised	Lee, Tae-Goo	QM & QA	Lee, Gye-Chang		

4. HBD 시스템 통합시험 및 성능평가

가. HBD 시스템 통합시험

(1) 기본 인터페이스 시험

- 실험실 환경에서 IR 모듈/전자페달과 전자랙 사이의 입출력 신호 및 동작 상태 확인

보 드	종 류	이 름	채 널	설 명	결 과
SIB	AI	IR 온도 센서	0-3	- 저온에서 계측 편차 발생 - 특정 채널(4)은 온도 편차가 심하고, - 초기화 후에도 온도 편차가 발생	
		Box 온도 센서	4	- 0~100도	OK
		Ref 온도 센서	5	- 0~100도	OK
		냉각기(COLD)상태	6	- 정상이면 1024 mV 출력	OK
		냉각기(HOT)상태	7	- 정상이면 1024 mV 출력	OK
	DI	셔터(덮개) 입력	0	- 초기(L) : 닫힘, 동작(H) : 열림	OK
		셔터(광학) 입력	1	- 초기(L) : 열림, 동작(H) : 닫힘	OK
		미러모터 입력	2	- 모터회전 : 구형과 출력	OK
		IR Ready	3	- 초기화 완료 : Active Low	OK
	DO	셔터(덮개)	0	- 초기(L) : 닫힘, 작동(H) : 열림	OK
		미러 모터	1	- 초기(L) : 정지, 작동(H) : 모터 회전	OK
		셔터(광학)	2	- 초기(L) : 열림, 작동(H) : 닫힘	OK
		Ref 히터	3	- 작동(H) : Ref 히터 가열	OK
		냉각기 전원	4	- 작동(H) : 냉각기 전원 공급	OK
		Box 히터 1	5	- 작동(H) : Box 히터 가열	OK
		Box 히터 2	6	- 작동(H) : Box 히터 가열	OK
		IR Trigger	7	- 작동(H) : 센서 초기화 진행	OK
PIB	AI	진동 센서	0-5	- 기준점 : 12mA, +/- 25 G - 현장 계측 필요함	
		외기 온도 센서	6	- -40~60도	OK
		Rack 온도 센서	7	- 0~100도	OK
	FI	페달 센서	0-1	- 미검지 : 80khz 구형과, 검지 : H	OK
	DI	정방향 알림	0	- 미검지 : L, 검지 : H	OK
		역방향 알림	1	- 미검지 : L, 검지 : H	OK
		Out Of Order	2	- 미검지 : L, 검지 : H	OK
		경보 인지	3	- 미검지 : L, 검지 : H	OK
	DO	페달 전원 공급	0	- 작동(H) : 페달 전원 공급	OK
		경보 출력	1	- 작동(H) : 경보 출력 나감	OK

(2) IR센서 온도측정시험

(가) IR센서 주변 환경 온도 대비 출력 온도값 측정시험

① 측정목적

IR센서의 출력 테스트 베드 환경을 구축하여 주변 환경 온도대비 출력 온도 값을 측정하고자 한다.

② 측정방법

데이터 기록계 및 모니터링 장치를 이용하여 IR센서의 온도를 측정하였고, IR센서의 하우징을 제거 전·후의 온도를 측정, IR센서의 하우징 안에 센서 내부온도를 측정할 수 있도록 온도센서를 삽입하였다. 측정온도의 변경 후 IR센서를 초기화하여 IR센서의 데이터 값을 확인하였고, IR센서의 출력 값을 저항을 단 후 전압으로 측정하였고, 향후 IR센서의 출력 값을 500Ω의 1% 이내의 저항으로 변경하여 측정하고자 한다.

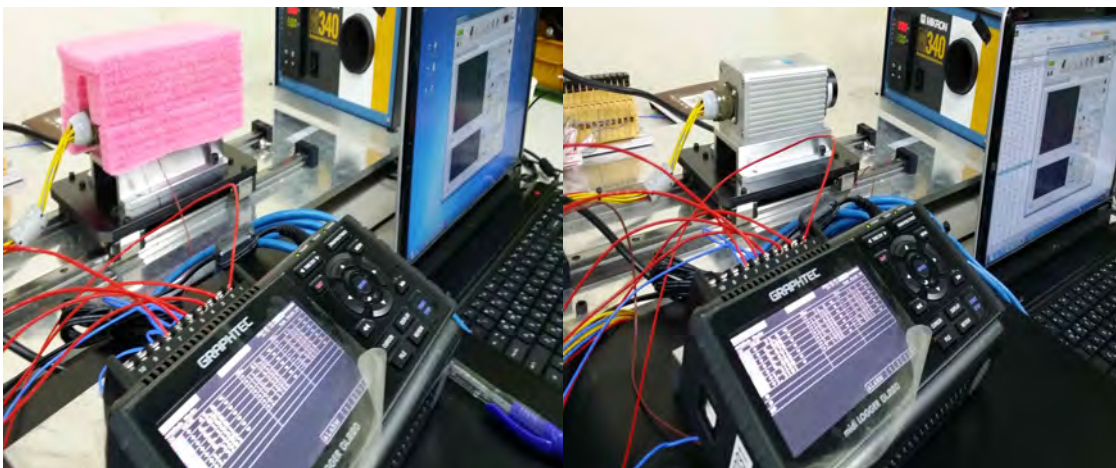
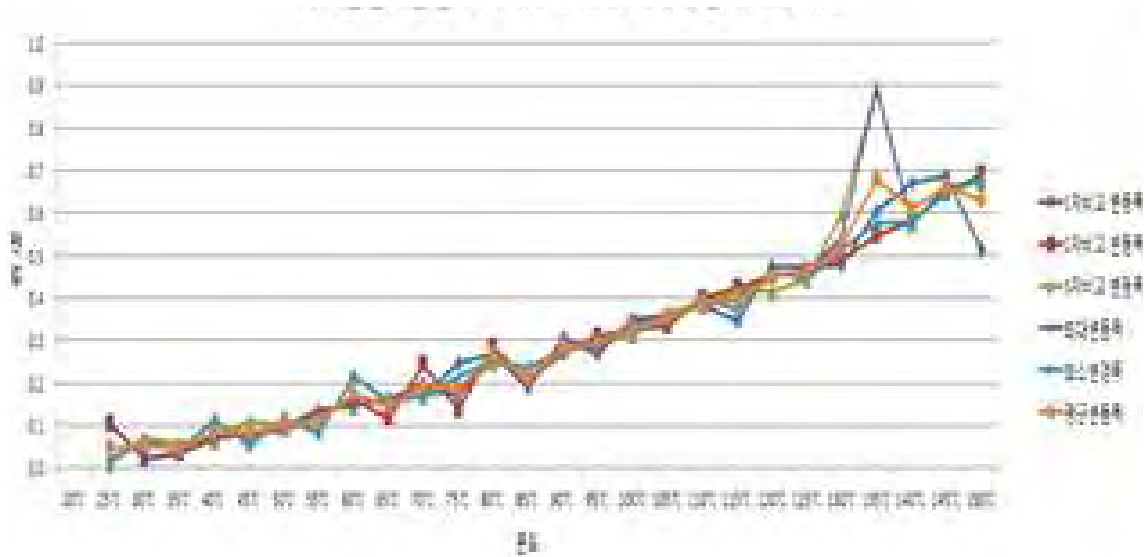
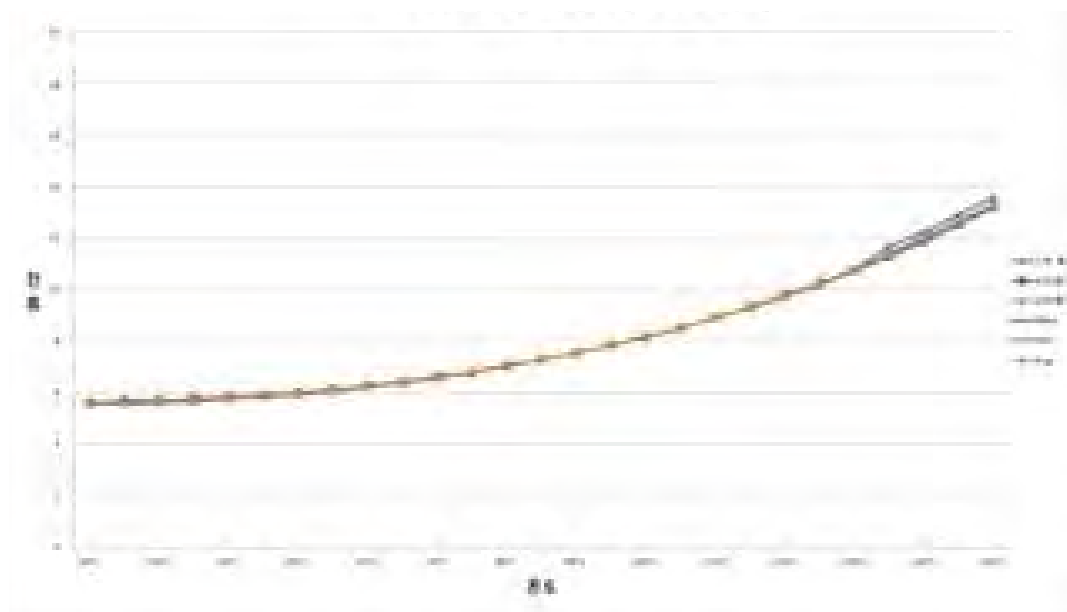


그림 50 IR센서 출력 테스트 베드 환경 구축

③ 측정결과



적외선센서별 출력값 비교 및 최소, 최대 평균 데이터 비교



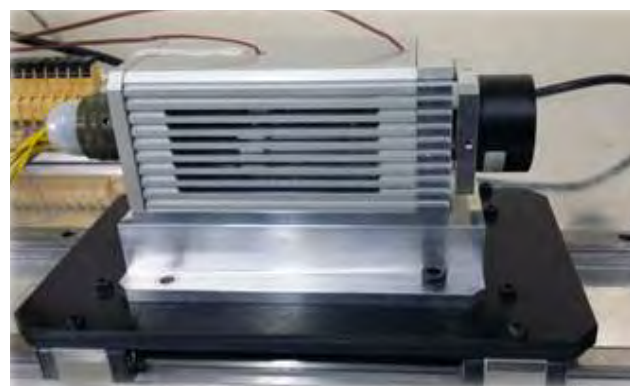
적외선 센서 회수별 최소, 최대 평균 전류값

측정온도	CH1 (전압)	CH2 (전압)	CH3 (전압)	CH4 (전압)	센서 내부 온도	비고
20℃	5.725	5.725	5.701	5.719	46.7℃	내부온도 상승 후
20℃	5.506	5.476	5.471	5.469	23.5℃	내부온도 감소 후
25℃	5.619	5.62	5.615	5.61	24.8℃	
30℃	5.664	5.671	5.665	5.659	40.5℃	
35℃	5.773	5.762	5.783	5.759	41.7℃	
40℃	5.894	5.926	5.939	5.906	43.5℃	
45℃	5.988	6.006	6.009	5.992	45℃	
50℃	6.096	6.168	6.168	6.151	45.8℃	

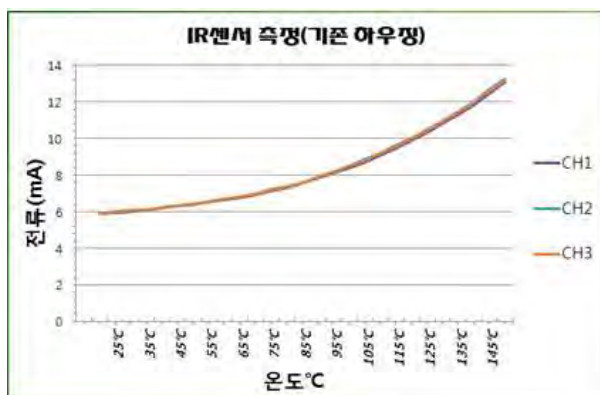
모니터링 장치에서 IR센서 CH1번의 값이 Black Body의 높은 온도에도 값의 변화가 없는 현상은 모니터링 장치의 센서 1번에 필터가 삽입되어 CH1번의 값이 다른 3개의 채널보다 낮게 측정되었기 때문이다. 그리고 하우징 내의 열원을 제거하기 위하여 IR센서 하우징안의 Power TR을 외부로 뺀 후 IR센서의 하우징 내의 온도측정을 진행하였고, ADC칩 안의 발열을 제거하기 위해 EMI 가스켓을 설치하여 IR센서 하우징 내부의 열원을 제거한 후 20~150℃ Black Body의 열원을 측정하였고, Power TR의 온도를 측정한 결과 대략 65℃의 온도 값으로 측정되었다. 기타 내부 온도의 발열을 없애기 위하여 모듈케이스를 방열구조로 변경하였고, 그 결과 값은 아래 그래프와 같다.



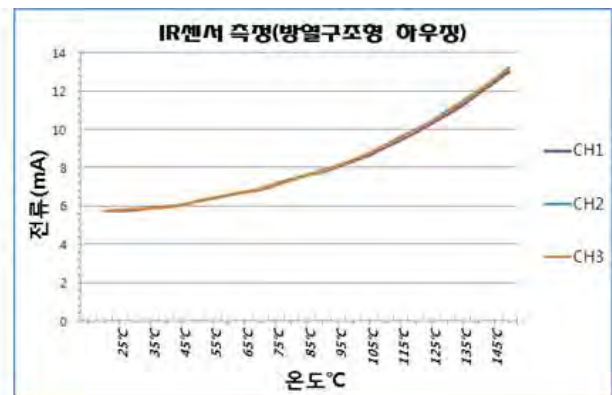
변경 전



변경 후(내부발열로 인한 구조 변경)



[IR센서 모듈 케이스 _변경 전]



[IR센서 모듈케이스_변경 후]

방열구조에서는 20℃ 전류 값이 5.72mA 정도인 반면에 기존 하우징에 IR센서를 삽입하였을 경우 전류 값이 5.89mA이며, 대략 0.17mA의 차로 더 낮게 측정결과 나왔다. 온도로 환산할 경우 10℃~15℃가량의 차이가 발생하는 것으로 볼 수 있다.

(나) IR센서 내함 부착 온도측정시험

① 측정목적

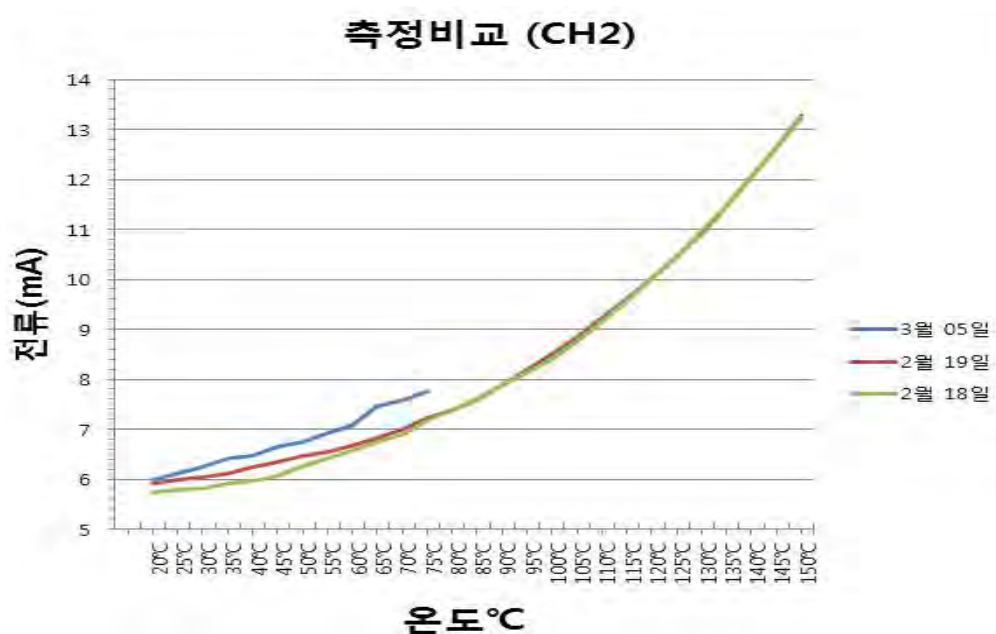
IR센서의 내함을 부착한 상태에서의 주변 환경 온도 대비 출력 온도값 측정하는 시험이다.

② 측정방법

IR센서 하우징은 먼지유입을 방지하기 위하여 밀폐시킨다. IR센서 앞쪽의 12.5파이에서 20파이로 확공을 하였다. IR센서 앞쪽의 광학렌즈 삽입 후 알루미늄 케이스를 2.5mm절단 후 서포트를 삽입하였다. HBD의 내함을 장착하였다.



③ 측정결과



80도 이상부터 블랙바디 고장으로 인하여 온도측정이 불가하였다. HBD 내함을 뒀었을 경우 20~50도의 온도가 높게 올라가며 시작되었다. 내부 온도가 높음에 따라 IR센서 온도 또한 전도되어 측정된 것으로 예상된다.

(3) Black IR 센서 온도 테이블 적용 시험

(가) 시험내용

주변온도 변화를 고려한 온도테이블을 계측하기 위하여 계측온도뿐만 아니라 주변온도의 변화를 주기 위해 챔버에서 계측 진행하였다.

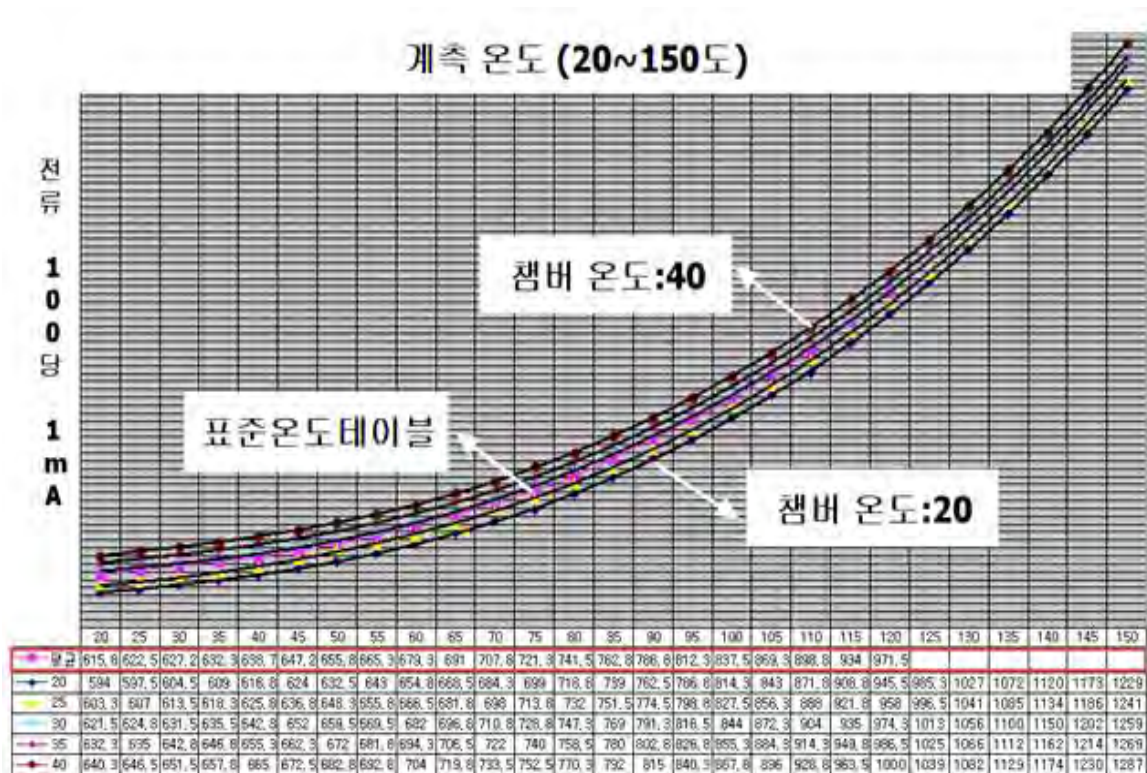
(나) 시험방법

챔버온도를 설정(20~40도, 5도단위)후, 4시간 경과 후 흑체온도(20~150도, 5도 단위) 계측하는 방법으로 진행하였다.

(다) 시험결과

상온계측(외부온도 25) : 표준온도 테이블

챔버계측(외부온도 20 - 40도) : 외부온도에 의한 오차 보정



(4) 종합 속도 시험기를 이용한 페달 감지 시험

(가) 시험환경 구축



그림 51 시험환경

(나) 시험내용

① 페달감도 조절

차축이 지나갈 때 채널 1, 2칸 차축 인지 신호가 서로 겹치도록 감도를 조정하였다.

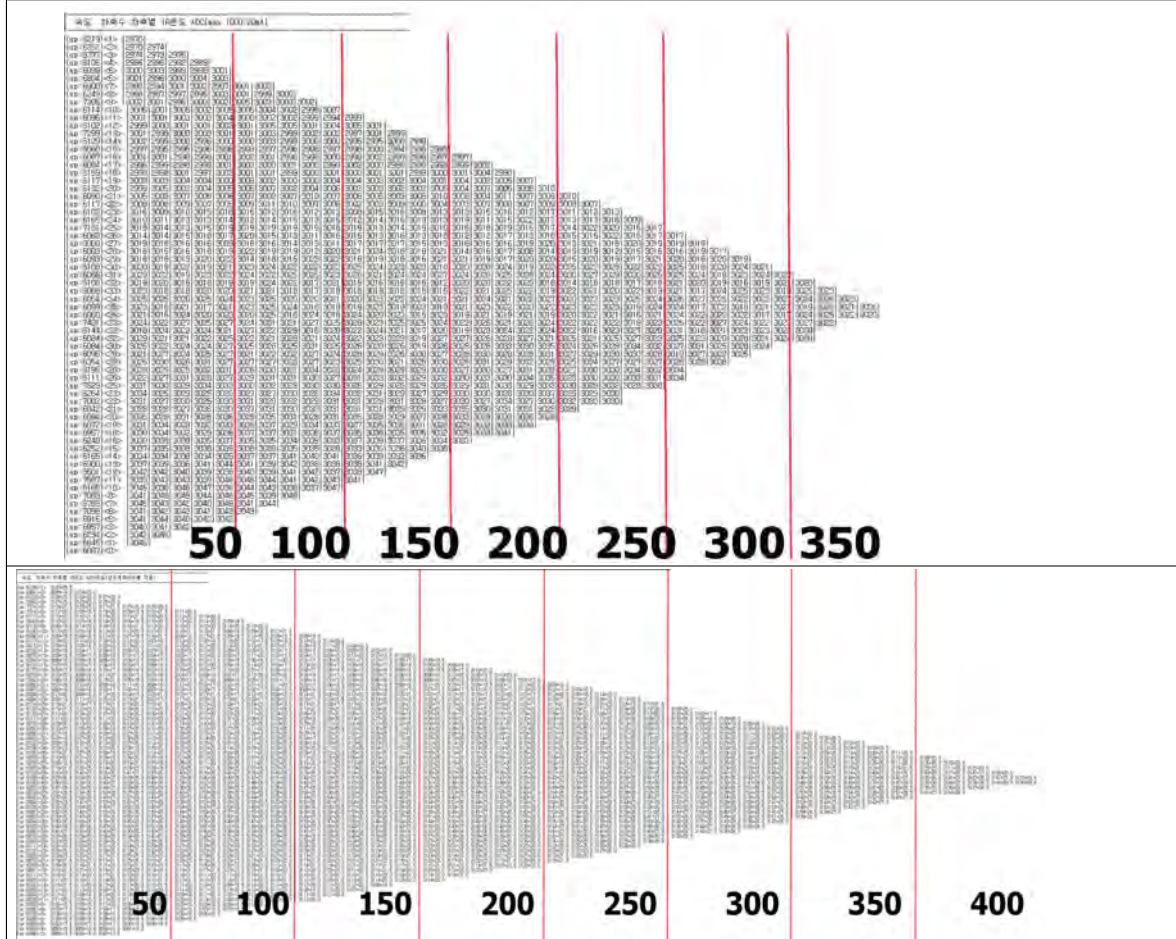
② 종합시험기를 이용한 시험

페달 감도를 조정한 후 종합속도시험기 속도를 10km/h 단위로 증가시키면서 전자 랙에서 계측되는 차축의 수를 확인하고, 종합 속도시험기의 설정속도와 전자랙에서 계산된 속도를 비교분석하였다.



(다) 시험결과

페달 시험 결과 : 2회 계측 MAX350/400 km/h



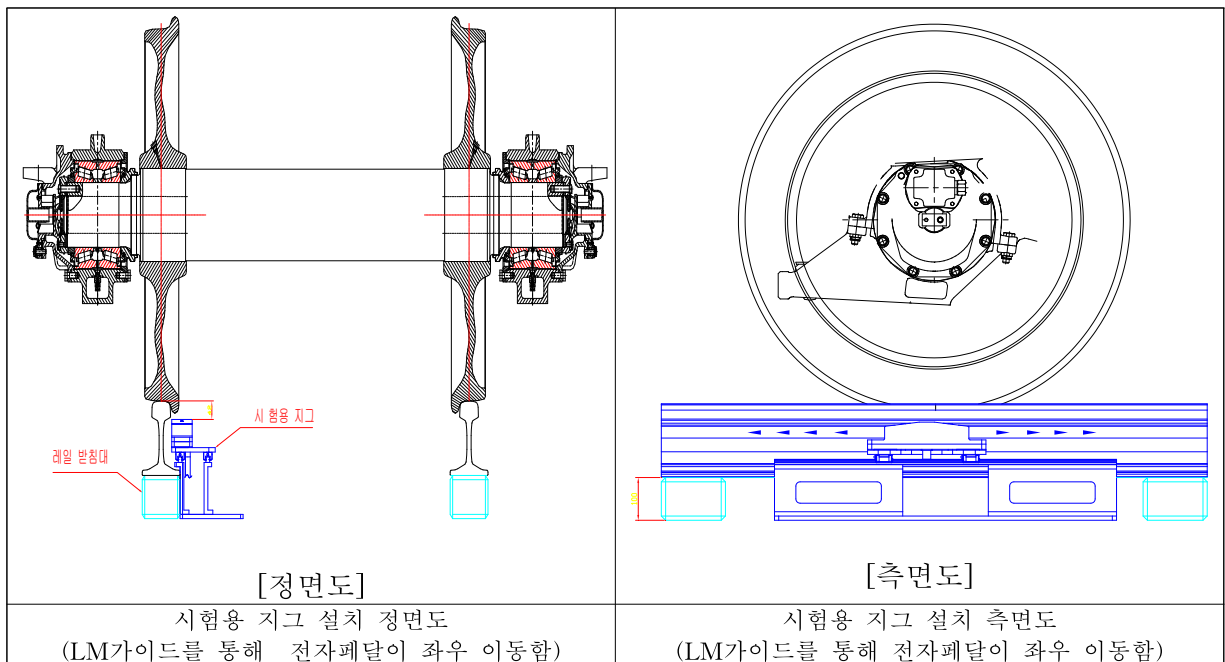
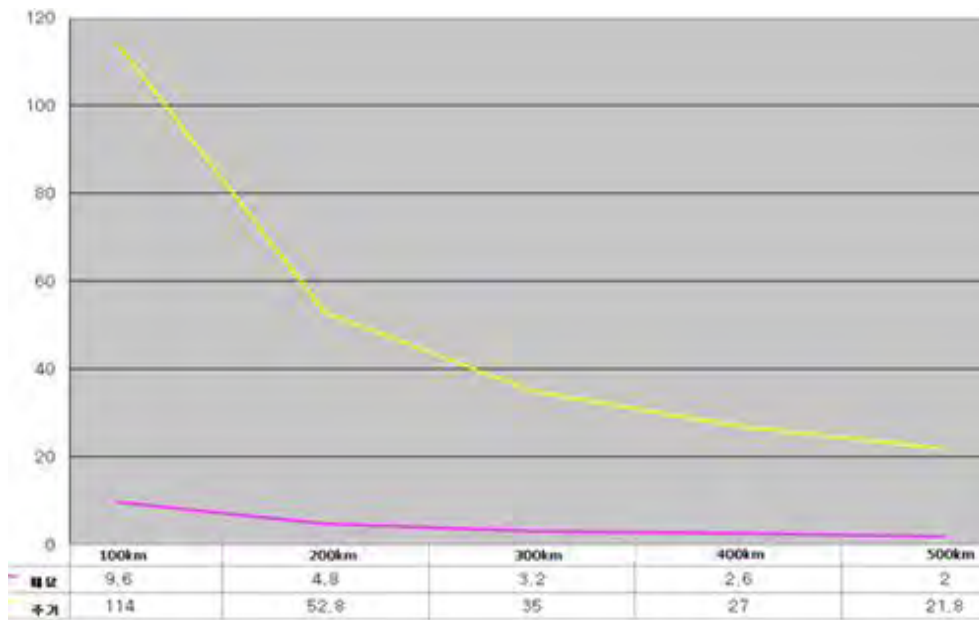
(5) 전자페달장치 취부시험

(가) 수도권철도차량정비단 중정비센터내 전자페달장치/전자랙 연동시험

① 시험내용

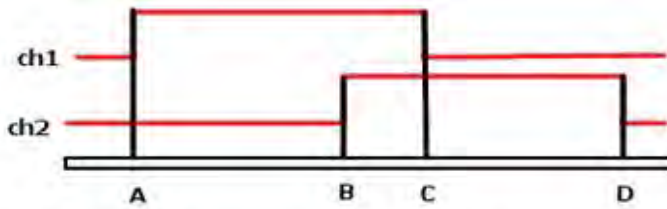
설치 현장과 유사한 환경에서 전자페달의 감도조절 후 페달 출력과 차축 위치간의 상관관계를 계측하였다. 또한 아래의 그림에서와 같이 지그 위의 페달을 움직이며 차축을 인지시키며 증폭기의 감도 조절을 진행하였다.

② 시험방법



③ 시험결과

감도 조절 결과(30~35cm 차축검지)



▶ A: 채널1감지, B: 채널2감지, C: 채널1 OFF, D: 채널2 OFF

방향	A	B	C	D
정방향(ch1 부터)	0mm	150mm	195mm	320mm
역방향(ch2 부터)	0mm	175mm	230mm	355mm

▶ 방향에 따라 검지 길이가 다름.

▶ B-C사이 구간이 10cm이하여서, 차축 계속시 채널간 교집합이 아닌 합집합 구간 계속.

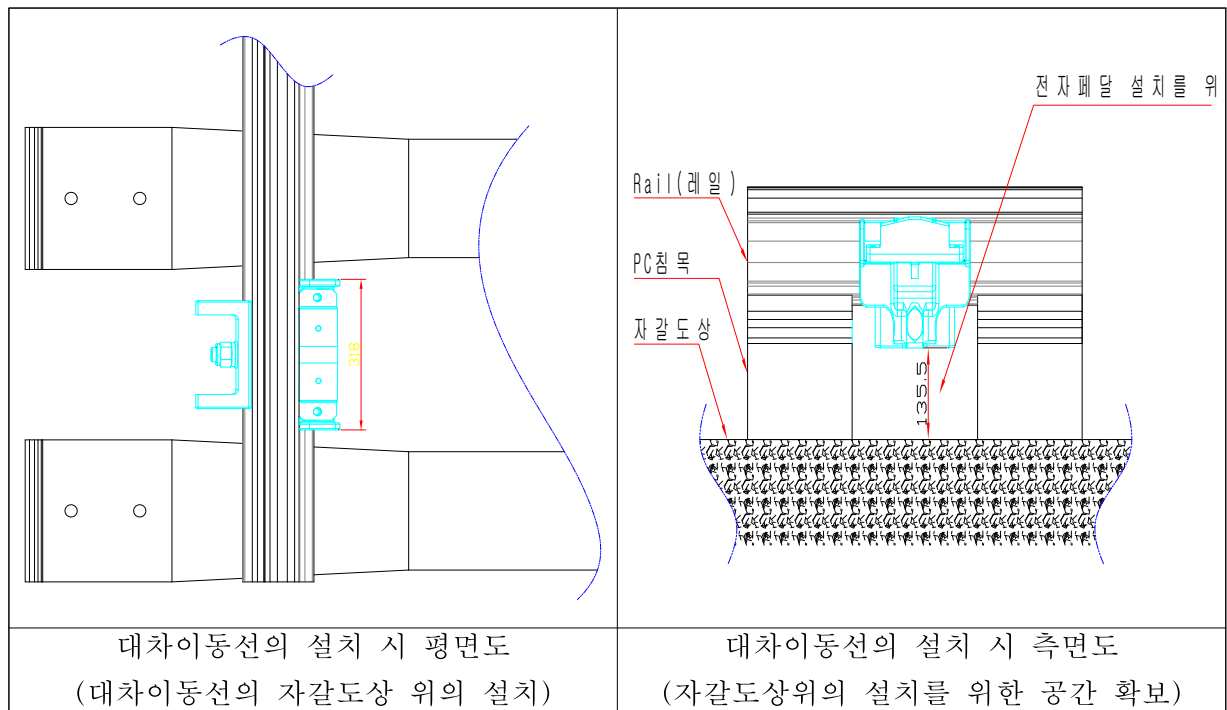
(나) 수도권철도차량정비단 중정비센터 대차이동선을 이용한 전자페달장치/전자랙 연동시험

① 시험내용

침목 사이의 자갈을 걷어내고 그 사이에 페달 고정 클램프를 설치하여 페달을 고정 한 채 전자랙과 페달 증폭기를 페달에 연결 후 차륜을 굴리며 오실로스코프로 페달 상태를 측정하였다.

② 시험방법





③ 시험결과

선로 상에서 차축검지시험을 반복한 결과 실내에서 설정한 감도가 현장에서도 동일하게 감지되는 것을 확인하였다.

(6) 단품시험기를 이용한 열차 모의시험(실험실 시험)

(가) 시험내용

단품시험기를 이용하여 실험실에서 차축신호와 IR 계측 값을 모의 시험한다.

(나) 시험방법

전자랙에서 IR센서를 분리하고, 단품시험기를 연결 후, 단품시험기에서 시뮬레이션된 열차 통과 신호를 오차없이 유지 및 계측되는지 확인하는 시험으로 진행되었다.

(다) 시험결과



(7) IR 모듈 외부 환경 온도 계측 시험(유지시험)

(가) 시험내용

IR센서를 외부에 놓고 주변 환경 변화에 따른 온도변화를 관찰하는 시험이다.

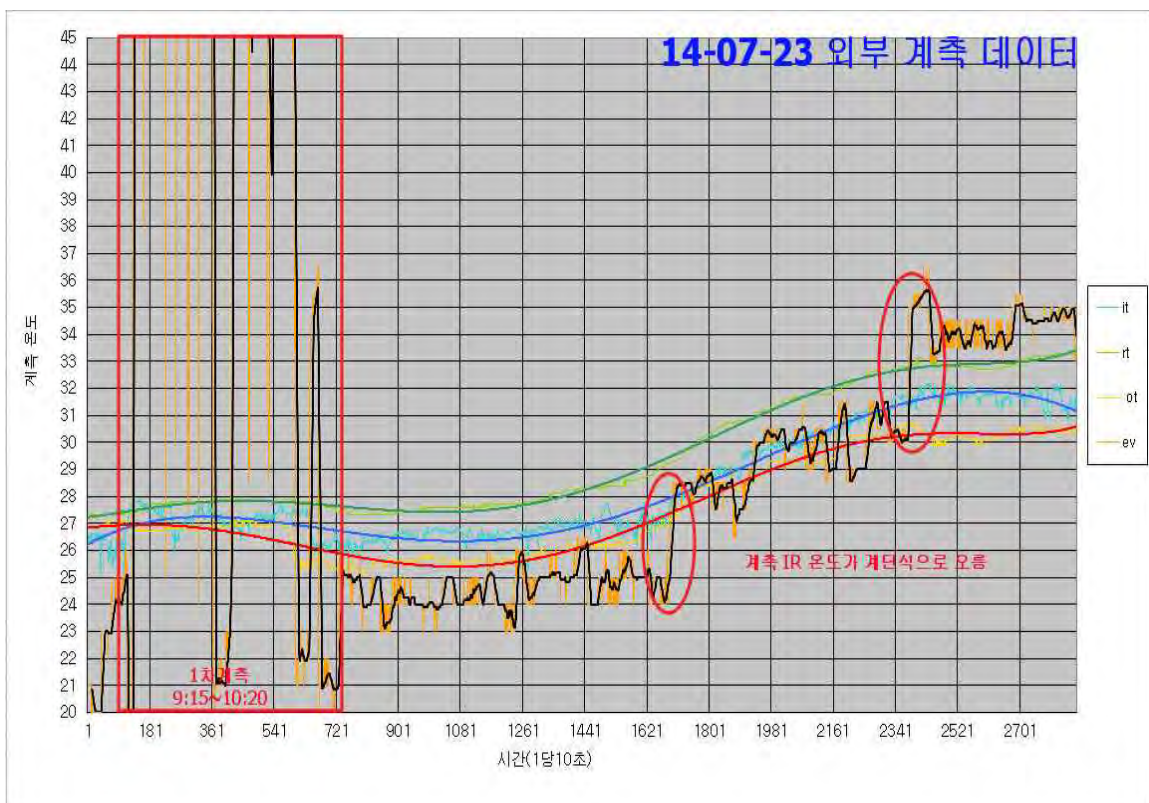
(나) 시험방법

외부 기상 및 온도 변화에 따른 센서 내외부 온도 변화와 계측 데이터 패턴 및 온도 편차를 측정한다.



(다) 시험결과

온도 계측 대상과 센서의 위치 설정에 대한 데이터를 확보하였고, 외함의 영향으로 계측온도가 계단식으로 변하는 것을 확인하였다.



(8) HBD 현장구간 진동측정시험

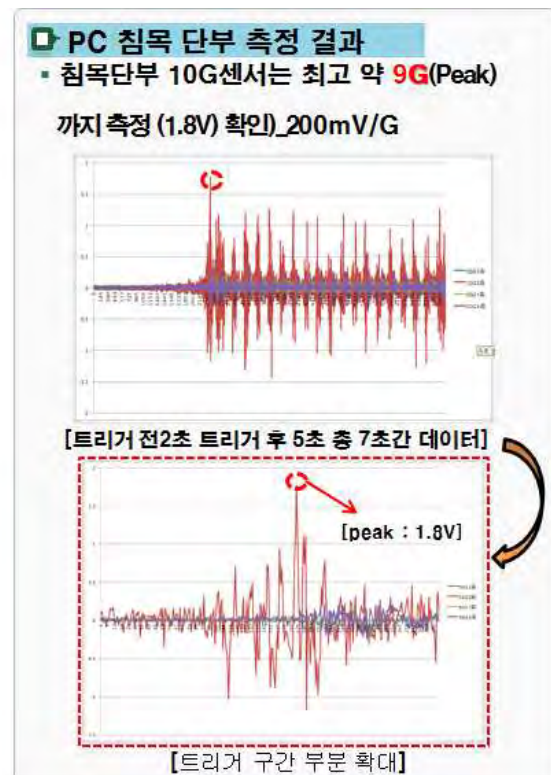
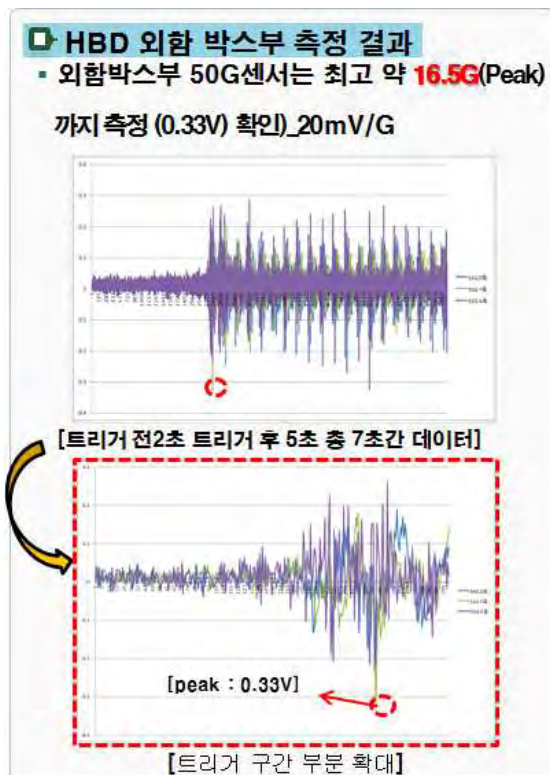
(가) 시험 내용

현장설치 전 기존 침목 및 시스템의 진동을 측정하여 침목 갱환전후를 비교하는 데이터를 가지고자 하며, HBD 외함부 및 설치부 PC침목 단부에 진동센서를 달아 측정하였다.

(나) 시험 방법



(다) 시험 결과



진동가속도 측정양상은 측정레벨 선정을 위한 1차 시험을 제외하고, 2회 정도의 시험횟수에서 비슷한 측정결과 값을 알 수 있으며, 가장 진동이 심한 Z축에 대한 결과 값을 아래의 표로 정리하였다. 최대값은 HBD 외함부 상단부에서 나왔으며, 그 값은 16.5G로 규정치 이하인 것으로 나타났다. 이는 한국산업표준 KSR9186 철도 신호보안부품진동시험방법의 규정치인 100G에 못미치는 값이다.

회 수		1회		2회		3회		4회	
위 치		최대값	최소값	최대값	최소값	최대값	최소값	최대값	최소값
HBD 외함부	z	15g	-13g	16.5g	-14g	16g	-14.5g	15.5g	-12.5g
PC침목	z	8.5g	-7g	9g	-8g	8g	-8.5g	9g	-9g

나. HBD 현장 설치를 위한 점검

(1) HBD 현장 설치 전 전자랙 연동시험

(가) 현장설치 시료의 동작상태 확인

- ① TVM 인터페이스의 접점 입력 2, 24V 입력2, 24V 출력 1 상태를 확인한다.
- ② 온도센서(외기/랙)의 실온계측 상태를 확인한다. 실온계측 상태를 확인한다.
- ③ 모뎀의 통신설장 확인 및 통신시험을 진행한다.
- ④ CMS/DIMO의 통신상태 확인 및 열차통과모의시험 Data 저장 상태를 확인한다.

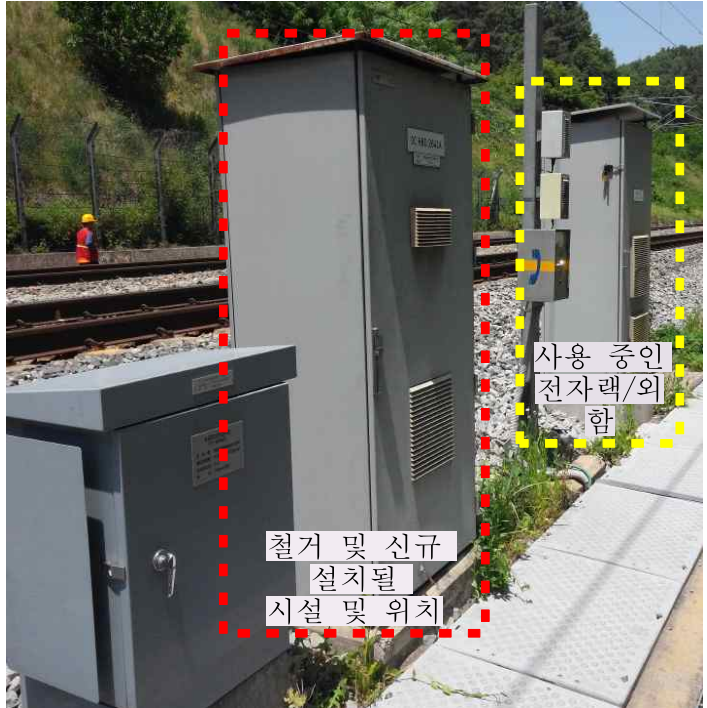
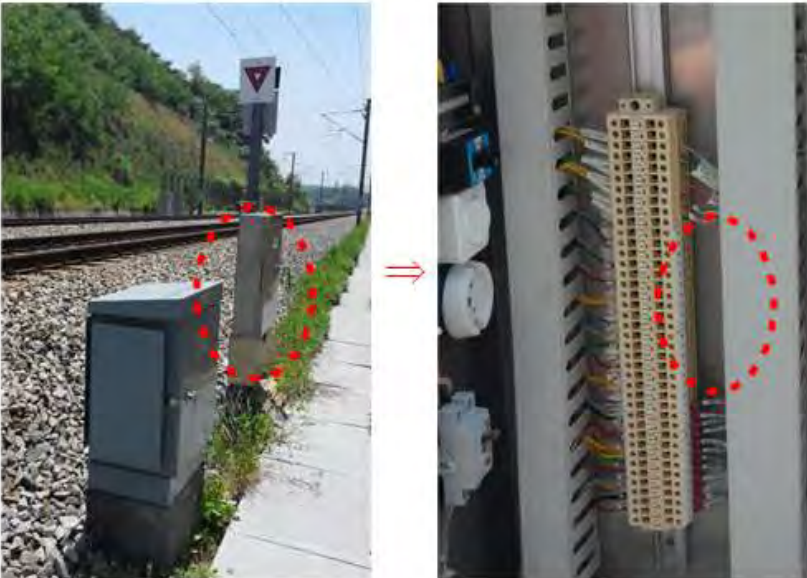


(2) HBD 현장설치(2014.6.26~2014.6.28.)

(가) 설치장소 및 목적

경부고속 1단계 문곡 ~ 신탄진간 하선 HBD 261[140k134]에 설치하였고, 실 운용 환경에서 신규 HBD 시스템의 차축온도검지 기능에 대한 검증 및 기존 HBD 시스템과의 측정 데이터 비교를 통한 시스템 성능 검증을 위해 진행하였다.

(나) 현장 주요 설치 위치 사전 점검

	
[HBD센서/전자폐달/침목갱환설치 위치]	[전자랙 교체 위치]
	
[문곡터널 남배전소 분전반 차단기 및 계량기 설치위치]	[문곡터널 주 접속함의 신호선 가설 위치 DCT2648]

(다) 현장작업내용

- ① 구 취부대 해체 및 PC침목 갱환작업
- ② 레일 취부대 설치 및 온도검지모듈 설치
- ③ 온도검지모듈 및 전자폐달장치 설치
- ④ 외함 캐비닛 설치 작업 및 전원공사
- ⑤ ATC 신호선 연결 및 HBS 통신 라인 연결

신호선 (8C)	외함 전자랙 단자대		현장 분전반 (DCT2684)		문곡 기계실 내 (신호 단자대)	비고
통신 관련	Tx+	TB01-1	Tx+	15	1	
	Tx-	TB01-2	Tx-	16	2	
	Rx+	TB01-3	Rx+	17	3	
	Rx-	TB01-4	Rx-	18	4	
제어 관련	상선+	TB03-2	상선+	19	5	
	상선-	TB03-1	상선-	20	6	
	하선+	TB03-4	하선+	21	7	하선 열차접근 계전기 접점 A
	하선-	TB03-3	하선-	22	8	하선 열차접근 계전기 접점 B

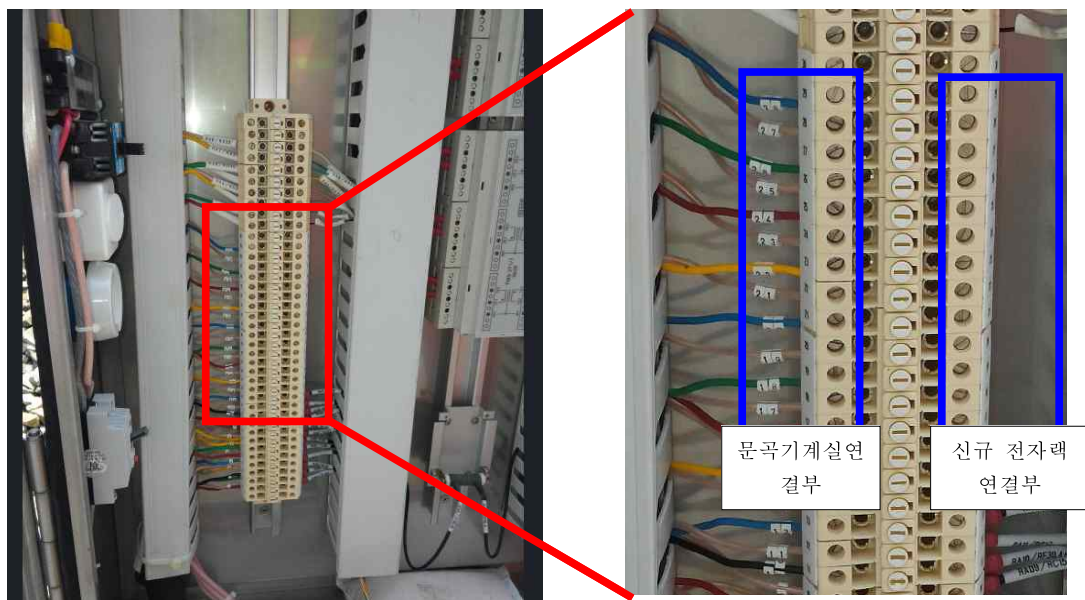


그림 52 DCT2684 분전반 연결부

(라) 현장설치

[HBD 시스템 설치 현장]	
 [온도검지모듈 설치 완료 모습]	
 [침목갱환]	 [구 취부대 해체]
 [침목갱환 완료]	 [침목설치]
 [레일 취부대 설치]	 [온도검지모듈 설치]

[HBD 시스템 설치 현장]



[설치 완료]



[전자폐달 설치 완료]



[전자랙 설치 지그 취부]



[케이블 작업]



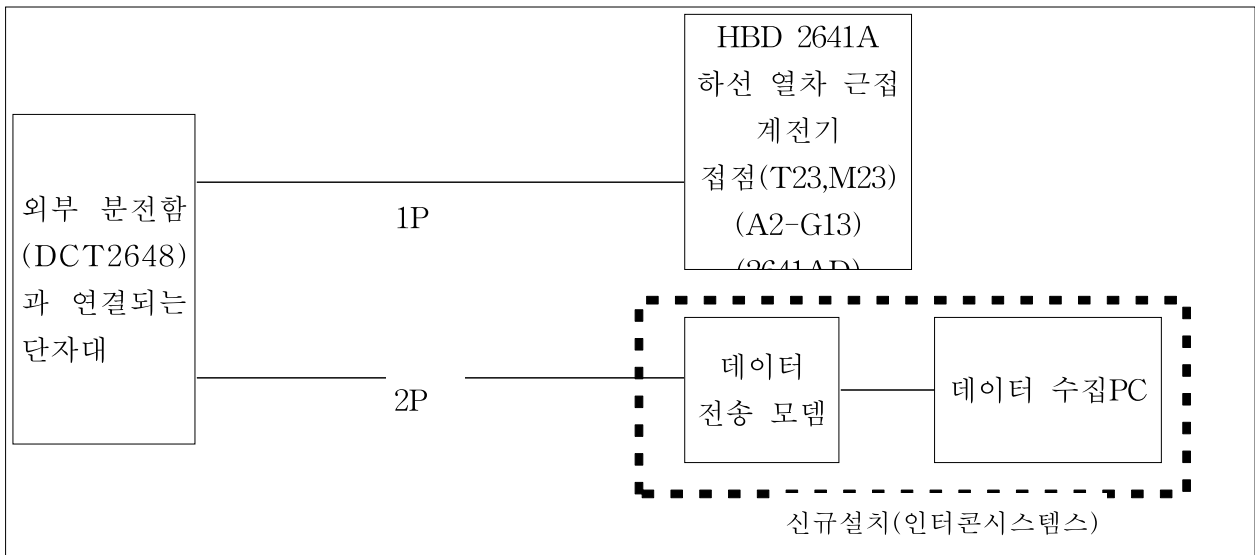
[전자랙 이동]



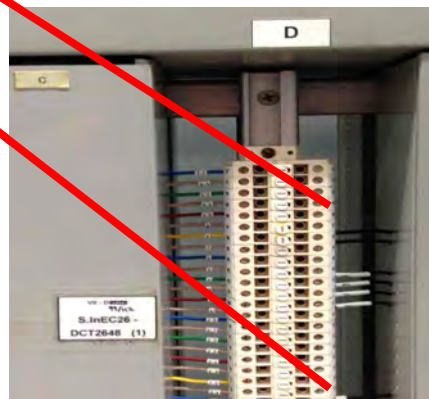
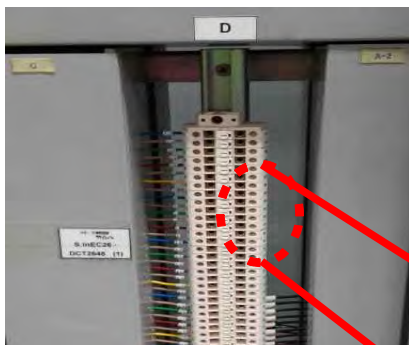
[전자랙 설치 및 점검]

① 기타 설치 작업

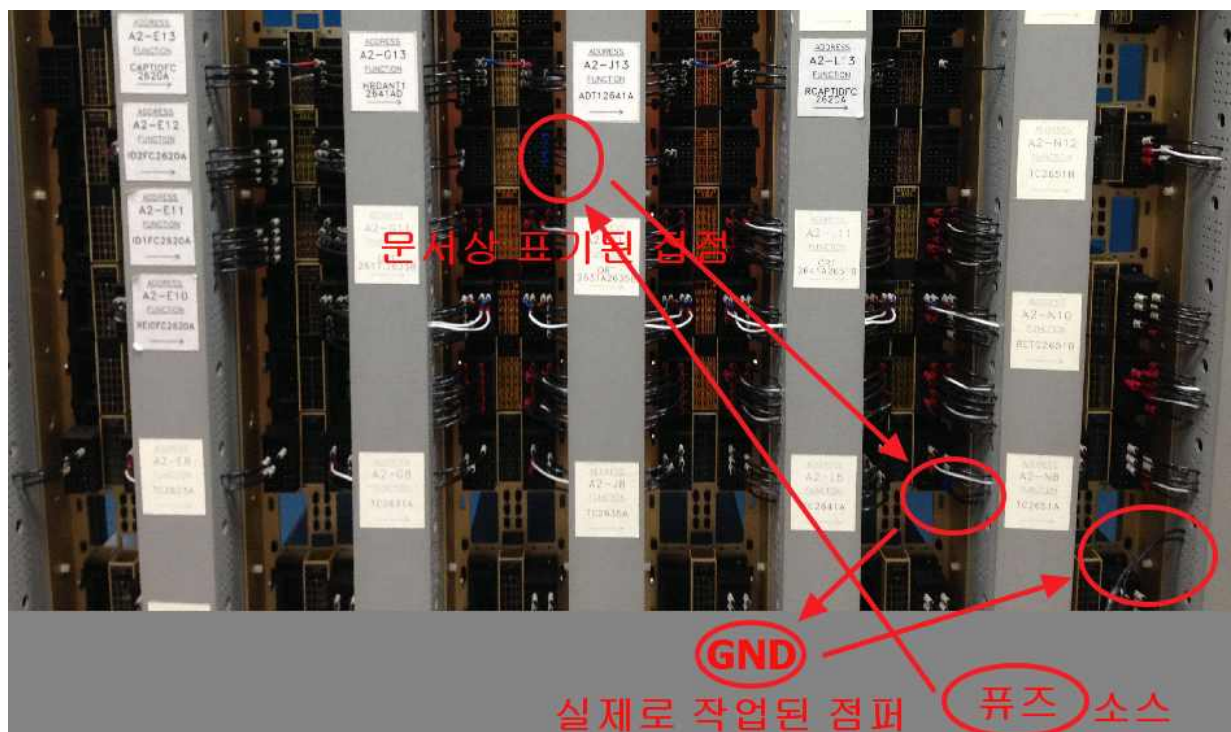
문곡기계실 신호전 연결 및 CMS PC 설치	TVM 궤도 근접신호 하선 연결
	- 24VDC 전원 소스 라인에 예비용 퓨즈(A2_S59) 연결 - A2_S59퓨즈에서 HBDANT12641AD-A2G13 계전기(M23)간 배/결선 - HBDANT12641AD-A2G13 계전기(F23)에서 TC2641A-A2L8 계전기(M8)간 배/결선 - TC2641A-A2L9 계전기(F8)에서 TC2651A(계전기 추가 예정-M23)간 배선 - TC26951(계전기 추가 예정-F23)에서 DCT2648-D 터미널간 배/결선 - TC2651A(M23,F23)에 계전기 추가 예정 - DCT2648-D에서 HBD 외함간 신호 라인 점검



[문곡기계실내 작업 및 설치 내역]



기계실 분전반에서 CMS 데스크탑 & 모뎀 통신 라인(4P) 연결	TVM 궤도 근접신호 하선 연결 - DCT2648-D 터미널에서 PC 모뎀 간 통신 라인 배/결선 - DCT2648-D에서 HBD 외함 모뎀 간 통신 라인 점검 - HBD 외함 모뎀에서 PC 모뎀 간 통신 시험
---	--



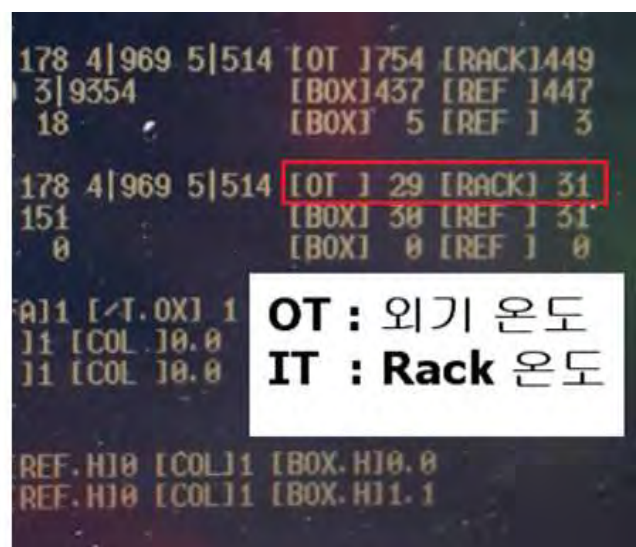
원격에서 CMS data 수집을 위해 무선 모델 설치	문곡 중간 기계실에 전자랙으로부터 수집되는 데이터를 CMS로 전송하기 위한 무선 통신망과 원격 제어 프로그램 설치하였고, 3G 모델을 이용한 무선 통신망으로, 사내 CMS에서 원격으로 중간 기계실에 설치된 PC와 연동하여 측정 데이터 획득 가능하게 하였다.
-------------------------------	---



(3) 외부 온도 센서 설치 및 Data 수집

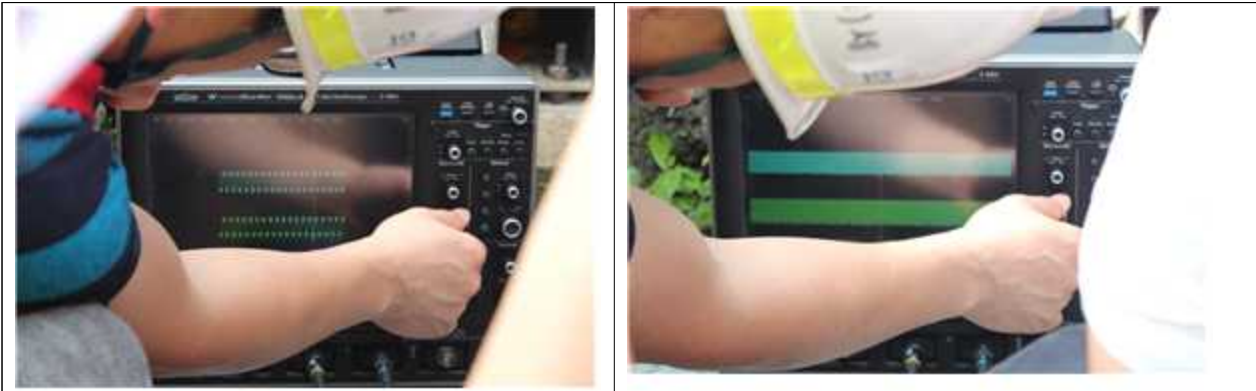
(가) 내용

기존 외부 온도센서 철거로 사용이 불가하게 되어, 외부 온도센서 신규 제작 및 설치를 진행하였다. 온도 계측 타이밍과 데이터의 유효성 향상을 위해 Raw Data 수집기능을 추가 구현하고 현장 적용을 진행하였다.



(4) 현장설치 시스템 기본 동작 확인 시험

(가) 전자페달 및 전자랙 인터페이스 확인 시험



▶ 전자랙과 전자페달을 연결 후 오실로 스코프를 이용하여 차륜 감지 신호의 상태를 확인



▶ 전자페달에 공급되는 전원 전압 측정

-> Drop이 되는 현상 발생(DC12V==> DC 3.6V)하여 외부전원 공급 방식으로 변경 설치

(나) 전자랙 및 전자페달 연동 차륜감지 시험



▶ 전자페달에 Power Supply로 DC12V의 전원을 공급함

▶ 코어센서 1, 코어센서 2의 출력파형을 오실로스코프로 측정함

▶ 고속으로 운행 중인 열차의 차축이 통과하는 순간의 감지파형을 오실로스코프를 이용하여 측정함

▶ 파형은 측정하였으나 근접계전기로부터의 열차접근 신호 입력이 비정상임을 확인하였음

(근접계전기 회선 재설치 후 차축 정상 인지됨을 확인하였음)

(다) 전자페달 감도 조정 시험

- 전자페달 및 전자랙 연동 철편 검지 시

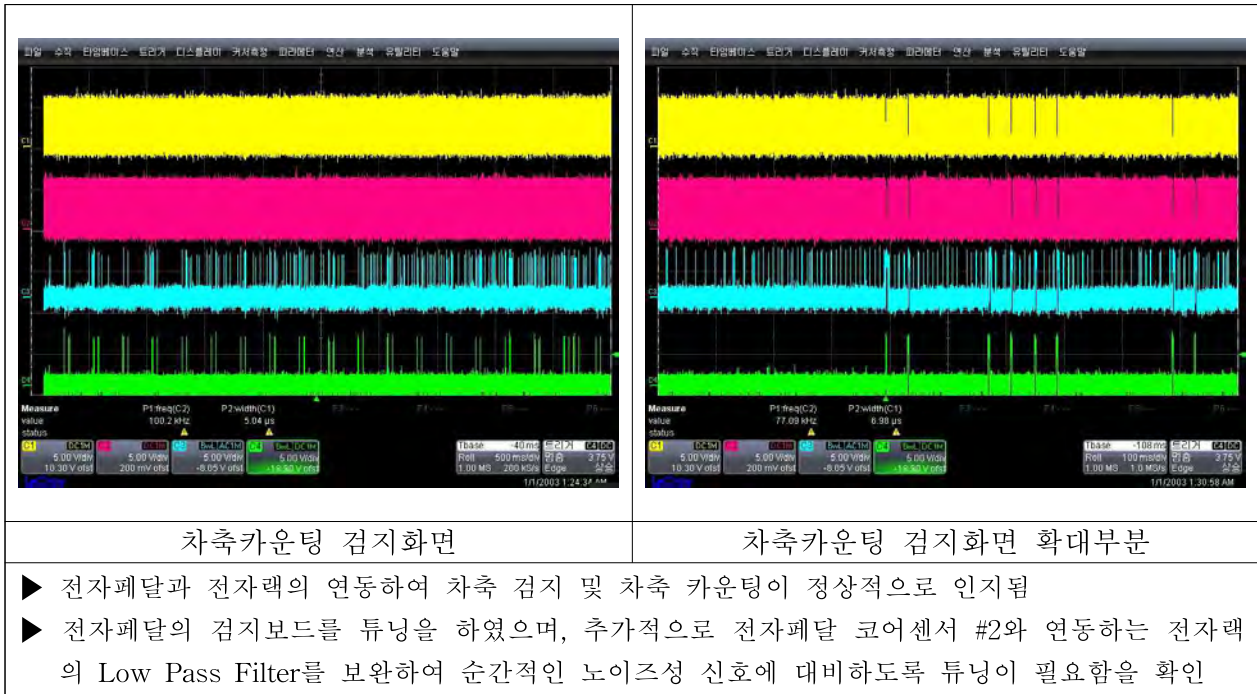
C1,C2 전자페달 검지보드 출력부 파형	C3,C4 전자랙 출력부 파형
▶ 전자페달과 전자랙이 연동하는 상태에서 오실로스코프 화면을 통해 현장설치시료의 검지 파형 확인 ▶ 위의 두 파형(C1,C2)은 전자페달 출력부의 파형이며, 밑에 두 파형(C3,C4)은 전자랙 입력부의 파형임 ▶ 위의 화면에서 C2,C3이 전자페달 센서 코어 #1번이며, C1과C4는 센서코어 #2번임 ▶ 전자랙 쪽의 C3번 센서코어 1번에 해당하는 파형이 최초 검지 후 점차적으로 비검지 상태로 되는 현상 확인	

[전자페달 튜닝 전]

전자랙 및 전자페달 차축 검지 화면	전자랙 및 전자페달 차축 검지 확대 화면
▶ 전자페달의 출력부 튜닝 후 센서코어 1과 센서 코어2 간의 검지 폭의 넓이가 유사하며, 전자랙의 입력부에서도 유사하게 인지됨을 확인하였음	

[전자페달 튜닝 후]

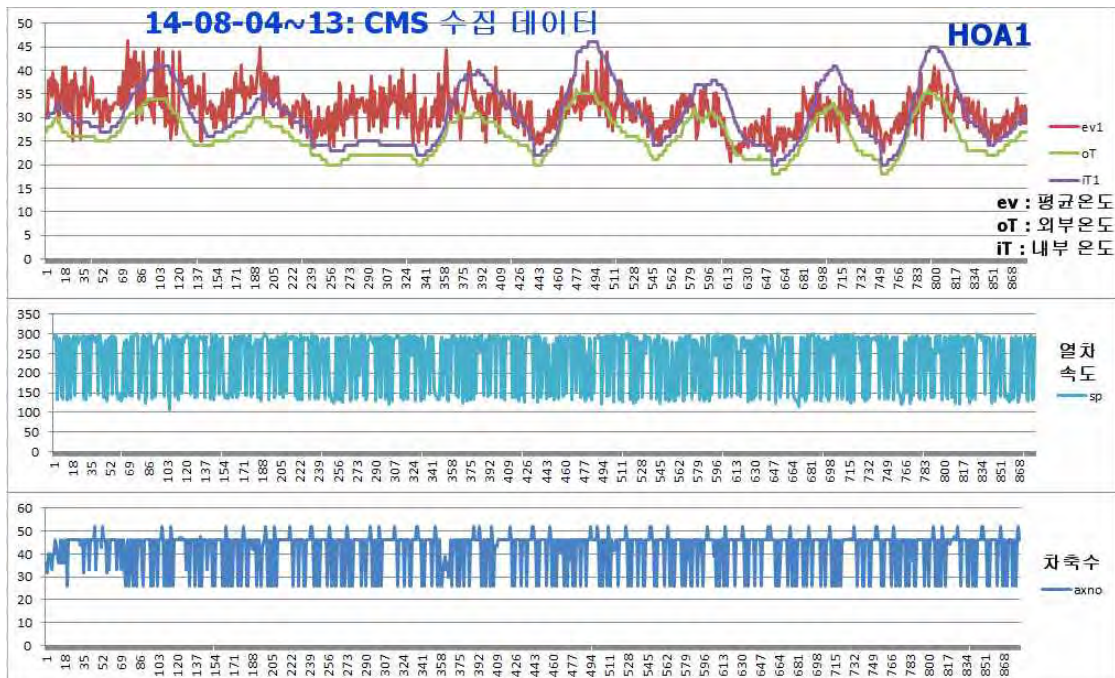
- 전자페달 및 전자랙 연동 차축 감지 및 카운팅 시험

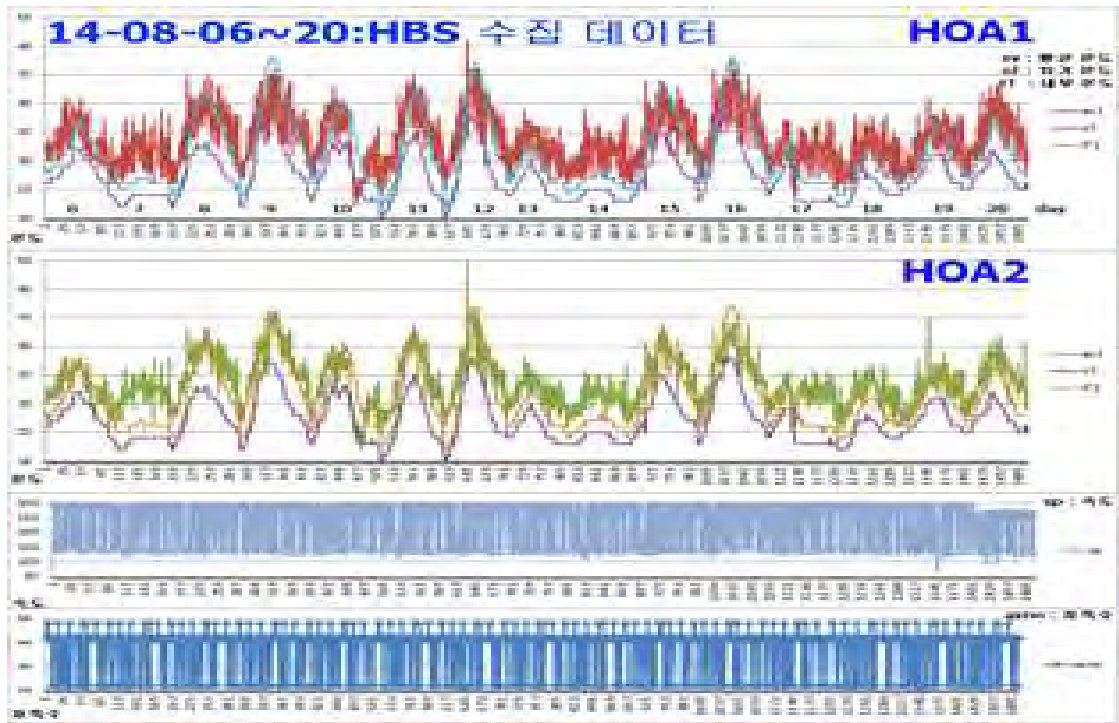


(5) 현장설치 시험 진행 사항

(가) HBD 현장 데이터 수집(CMS)

- ① 문곡 중간 기계실에 설치된 CMS 와 원격 연결하여 현장 측정 데이터를 수집
- ② 철도공사로부터 문곡 현장에 설치된 Ansaldo HBD50 시스템의 측정 데이터 입수
- ③ 입수된 데이터와 현장측정 자료의 비교를 통해 지속적으로 현장 설치 시스템의 최적화 진행





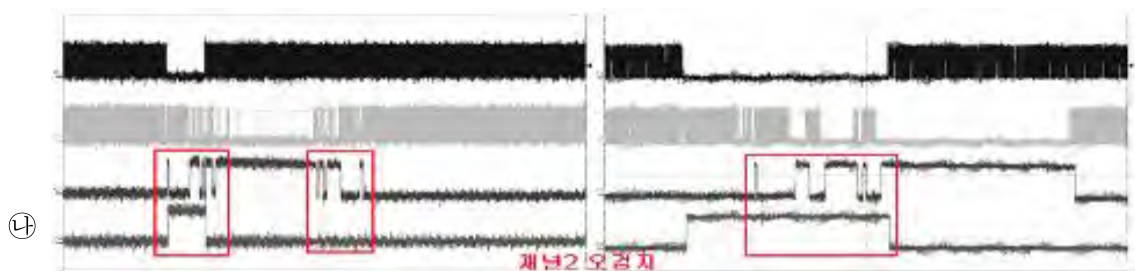
(나) 현장시스템 문제점 분석 및 조치 사항

① 전자페달과 전자랙간 인터페이스 개선



소프트웨어 노이즈 필터 보완 설계

외부 진동에 의해 선로가 페달에 감지되어 유입되는 고주파 노이즈 성분을 줄이기 위해 Low Pass Filter의 차단 주파수를 8khz에서 4khz로 낮췄으며, 고주파 노이즈의 피드스루를 방지하기 위해 Low Pass Filter 차수를 2차에서 3차로 올림

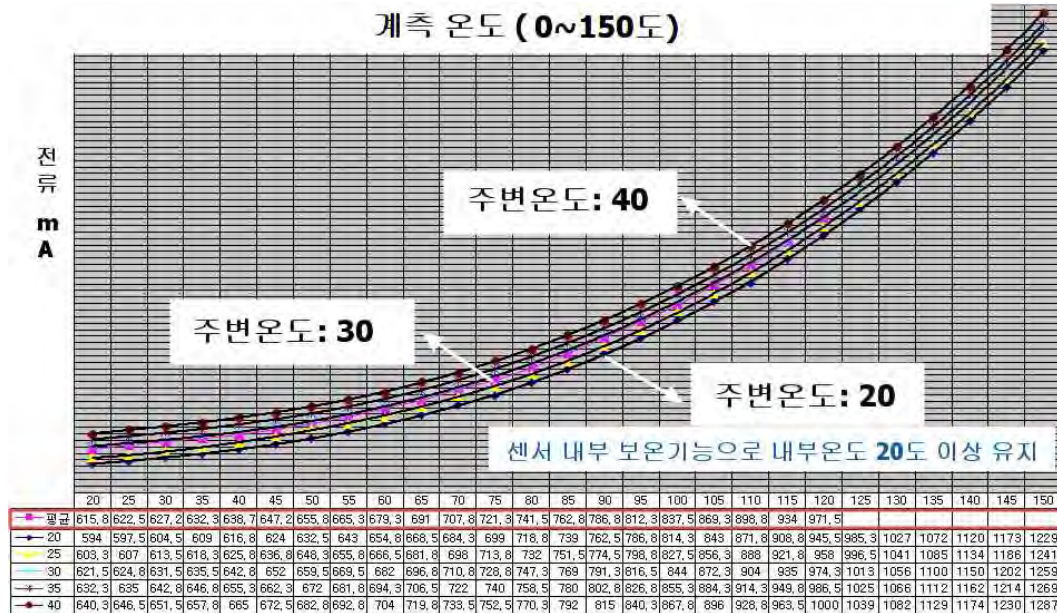


차축검지신호 검지로직 보완 설계(PPGA로직)

Low Pass Filter를 통과한 차축 검지 신호의 가장자리 부분이 외란에 의해 신호가 순간적으로 단절되어 차축을 하나 이상 인지하는 경우를 방지하기 위해 일정 시간(500 μ S) 이상 연속된 신호를 검지해야 차축으로 인지하고, 또한 차축 검지 후 일정 시간(8mS) 동안 차축을 재검지하지 못하도록 로직 보완

② 온도검지 모듈 인터페이스 개선(온도센서모듈과 전자랙 입력단 사이에 모듈추가)
아날로그 입력단에 차동 증폭기를 사용해 입력 노이즈를 감소시키고, IR 센서의 계
측 온도 범위(0~150℃)에 해당하는 전류(4~12.5mA)만 입력받도록 옴셋/게인을 조정

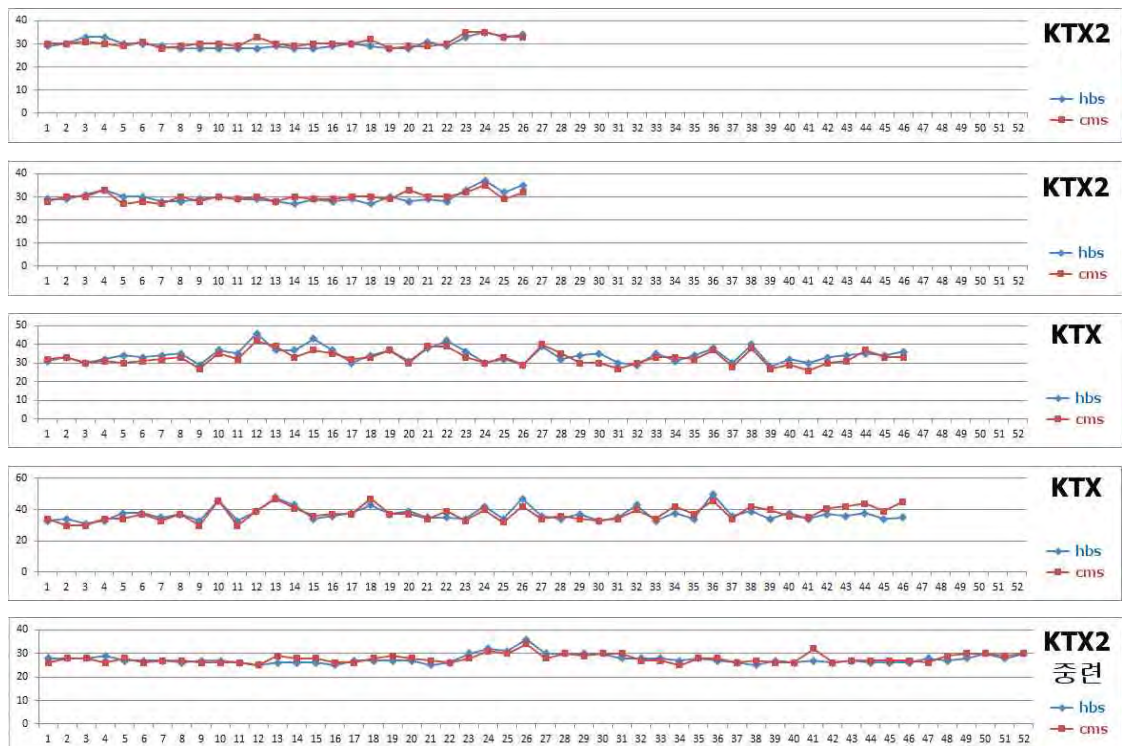
③ 온도검지 데이터 변환 알고리즘 개선

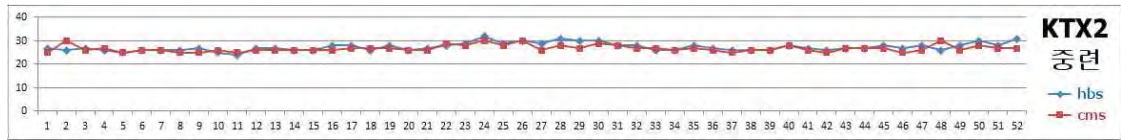


계측된 온도에 대한 외부 온도의 영향을 최소화하기 위해 외부 온도가 변할 때
(5도 단위) 마다 온도 테이블을 다르게 적용

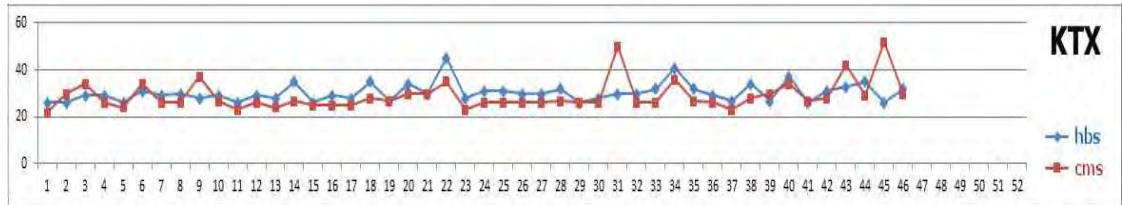
(다) HBD 현장 데이터 비교 및 분석

① 하계(夏)측정데이터 비교 및 분석

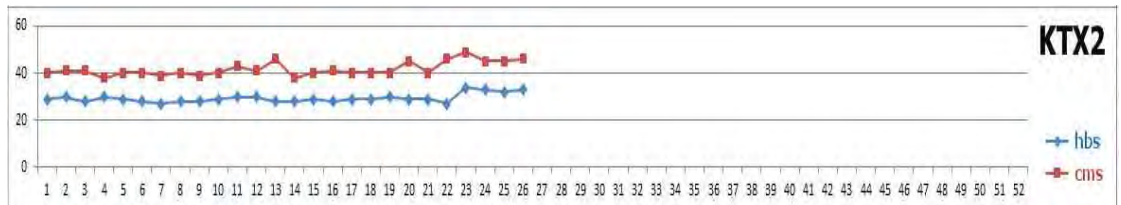




여름에 계측한 온도검지모듈의 온도 데이터는 평균 온도가 30도 이상이고, 온도 변화가 심한 변곡점에서는 기존에 설치된 Ansaldo 제품이나 개발품이나 대체로 비슷한 온도 분포를 나타냈다.

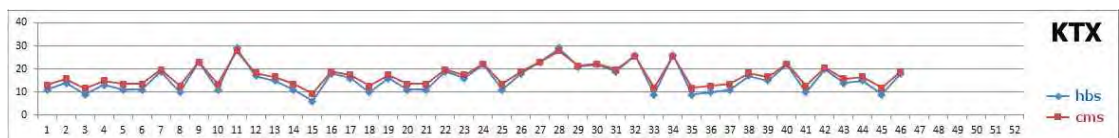
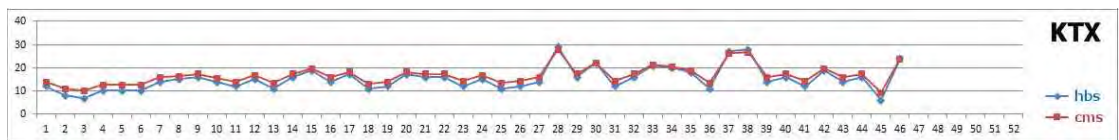
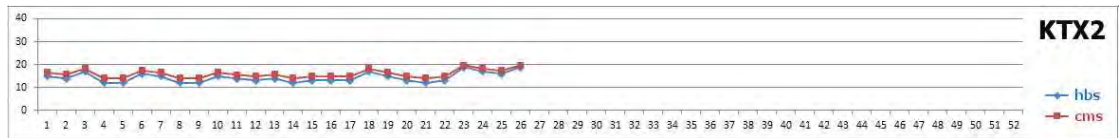


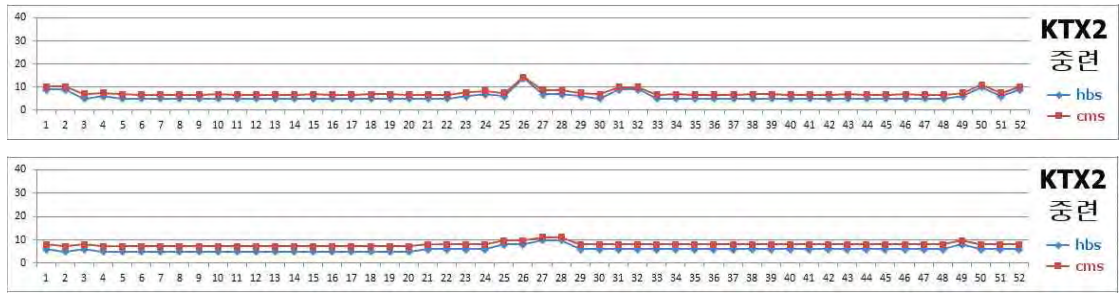
현장 설치 초기인 8월 계측 데이터 중 개발품으로 측정된 데이터와 Ansaldo 제품의 측정 데이터 간에 변곡점 형태가 다르게 계측되는 경우는, 대체적으로 외부 노이즈 유입이나 진동에 의한 차축 미검지나 오검지로 인해 잘못 감지했을 때가 많았고, 잘못 감지된 차축이 많을수록 현시 온도차가 심했다.



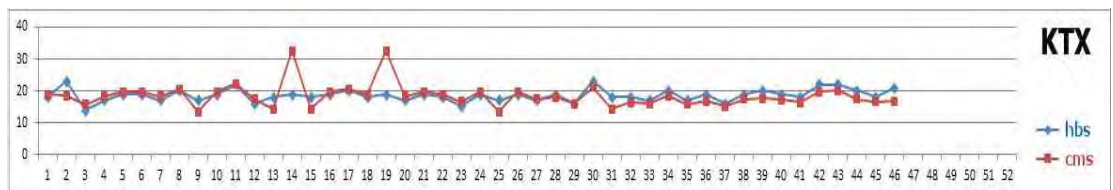
또한 초기화 실패로 인해 현시 온도가 일정하게 차이 나게 현시되는 경우도 있었다. 하계 측정 이후 관찰된 현상과 문제점에 대한 보완 및 현장장비의 최적화 작업이 진행되었다.

② 추계(秋)측정데이터 비교 및 분석

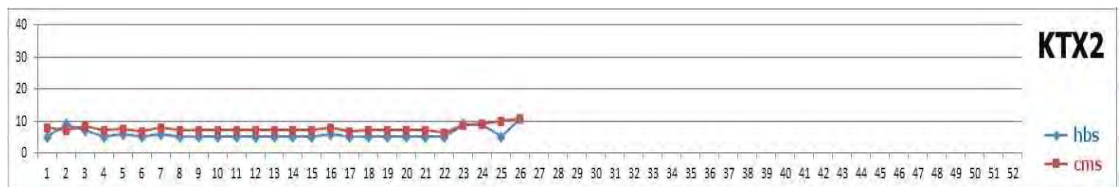




가을 계측 데이터는 주야간의 일교차가 크고, 주간에는 외기의 평균온도가 20도 까지 올라가지만 야간에는 평균온도가 10도 이하로 떨어졌다. 이러한 일교차를 이유로 주간에는 계측 온도 변곡점이 어느 정도 나타나지만 야간에는 변곡점이 작고 차측 간의 온도차가 작았다.

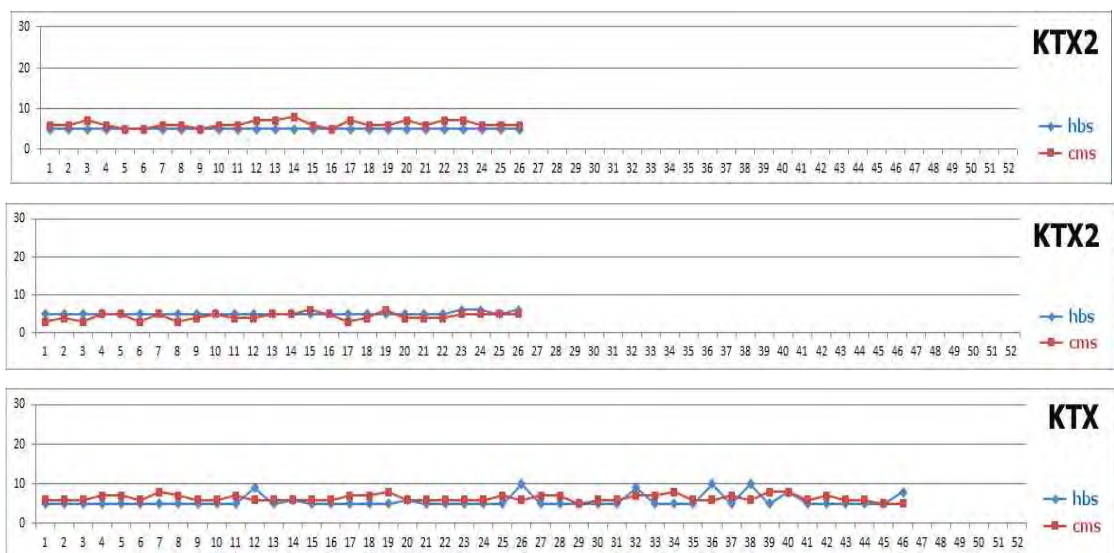


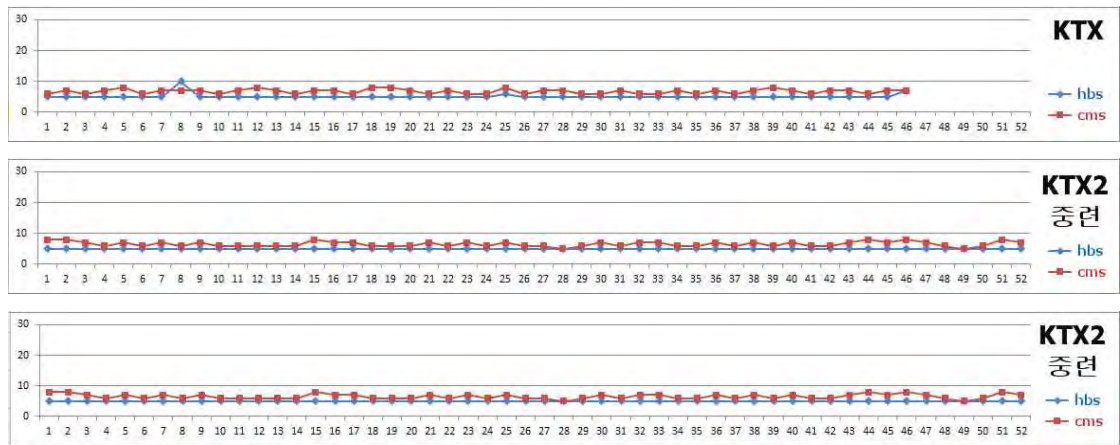
온도가 높은 주간에는 여름과 비슷한 패턴의 변곡점 형태로 온도 그래프를 현시 하며, 간혹 외란의 영향으로 특정 차측만 온도가 높거나 낮은 변곡점이 계측될 때가 있었다.



온도가 낮은 야간에는 전반적으로 낮은 온도대의 평평한 형태의 온도 그래프를 현시하며, 모든 차측이 비슷한 온도를 현시한다.

③ 동계(冬)측정데이터 비교 및 분석

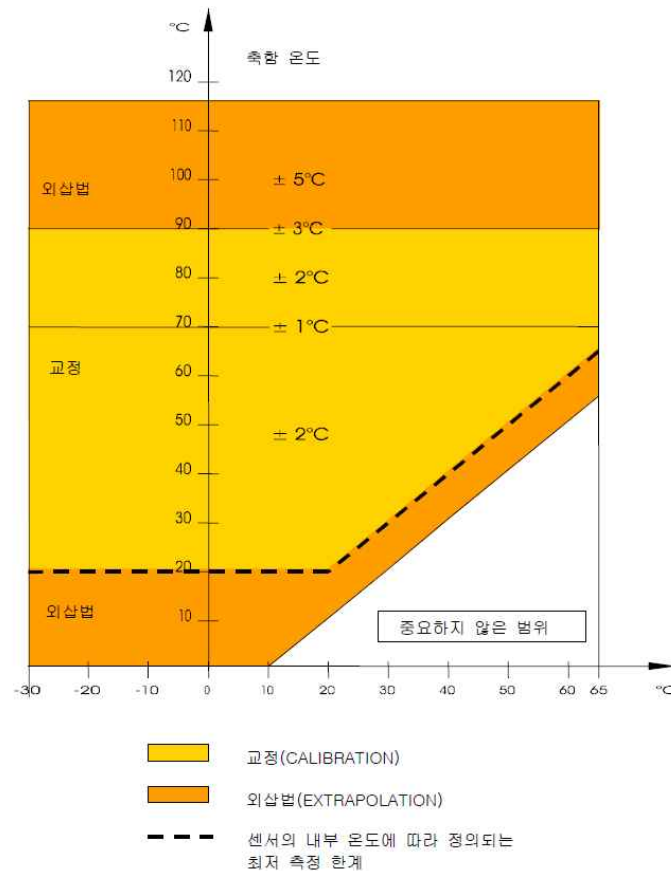


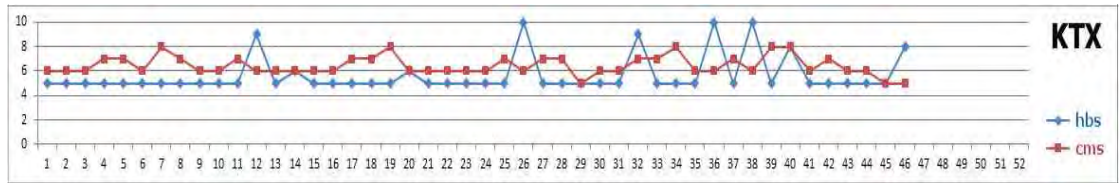


동절기에 계측된 IR 온도 계측 데이터는 평균 온도가 10도 미만이고, 계측 온도의 변곡점이 적었으며, 기존에 설치된 Ansaldo 제품과 신규 개발품간의 저온 계측 방법 차이로 인해 변곡점에서 온도 분포가 다르게 나타나고 차측 간 현시온도 차가 작았다. 또한, 안saldo 제품에 비해 개발품의 온도 측정 데이터가 평균적으로 2도가량 높게 나타났다, 이 부분은 양 시스템의 온도 변환 테이블 및 알고리즘의 차이로 보이며 추가적인 분석이 필요한 부분이다.

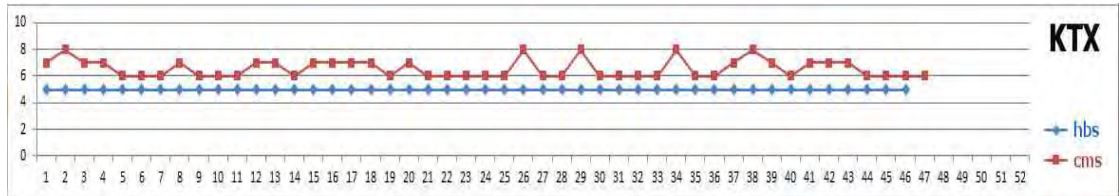
또한 AnsaldoSTS 제품의 경우에는 검지온도가 20℃미만의 경우 정확한 온도분석에 의한 온도측정을 하는 것이 아니라 외삽법에 의한 추정치로 온도를 측정하는 것으로 되어 있어 기존 설치 제품의 온도측정 값을 신뢰할 수 없는 상황이다.

아래의 그림은 AnsaldoSTS제품의 측정정확도의그래프를 나타내고 있다.





위 그림은 두 시스템에서 측정된 온도 데이터의 스케일을 더 조밀하게 표현한 것으로, 저온 계측에서 두 시스템이 변곡점 위치가 타 계절에 비해 크게 다른 것을 볼 수 있다. 이는 측정되는 IR의 양이 너무 소량이다 보니 외부 요인에 의한 왜곡이 더 크게 반영되어 온도 측정의 정확도가 훼손되기 때문으로 보인다.



또한 기존 Ansaldo 제품에서는 5도 이하의 온도는 표시하지 않고 일괄적으로 5도로 표시하고 있는 것을 확인할 수 있었다.

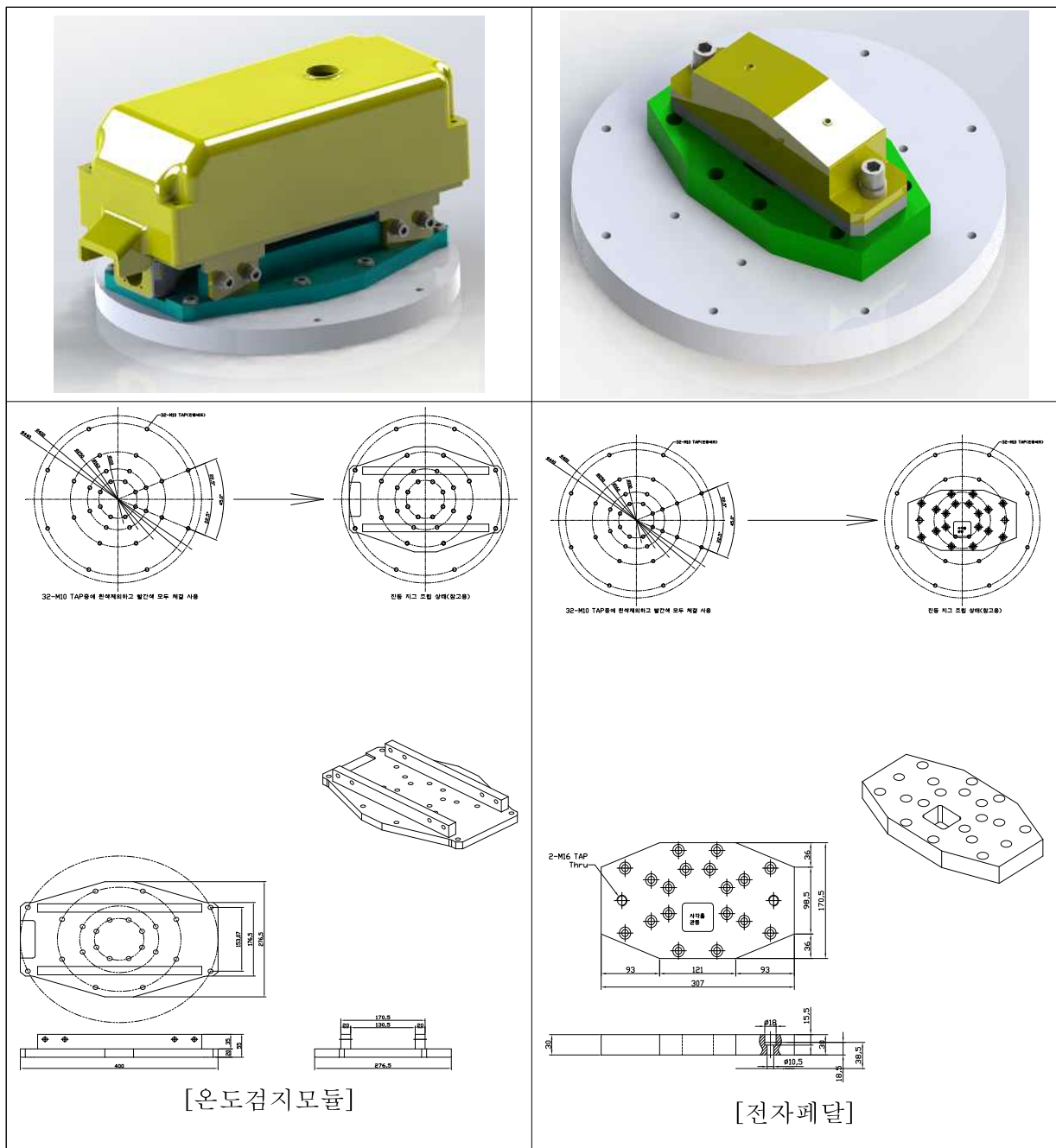
기존에 설치된 HBD의 경우 20도 이하의 저온 계측은 실측값이 아닌 보간법에 의해 계산된 테이블을 사용하고, 5도이하의 측정치는 표시하지 않아 비교 데이터로 활용하기에는 일정부분 한계가 있었으며, 동절기의 표시 온도가 대부분 10도 미만을 나타내다 보니 계측 데이터 간에 변별력도 없었다.

제3절 연구수행의 검증 방법 등

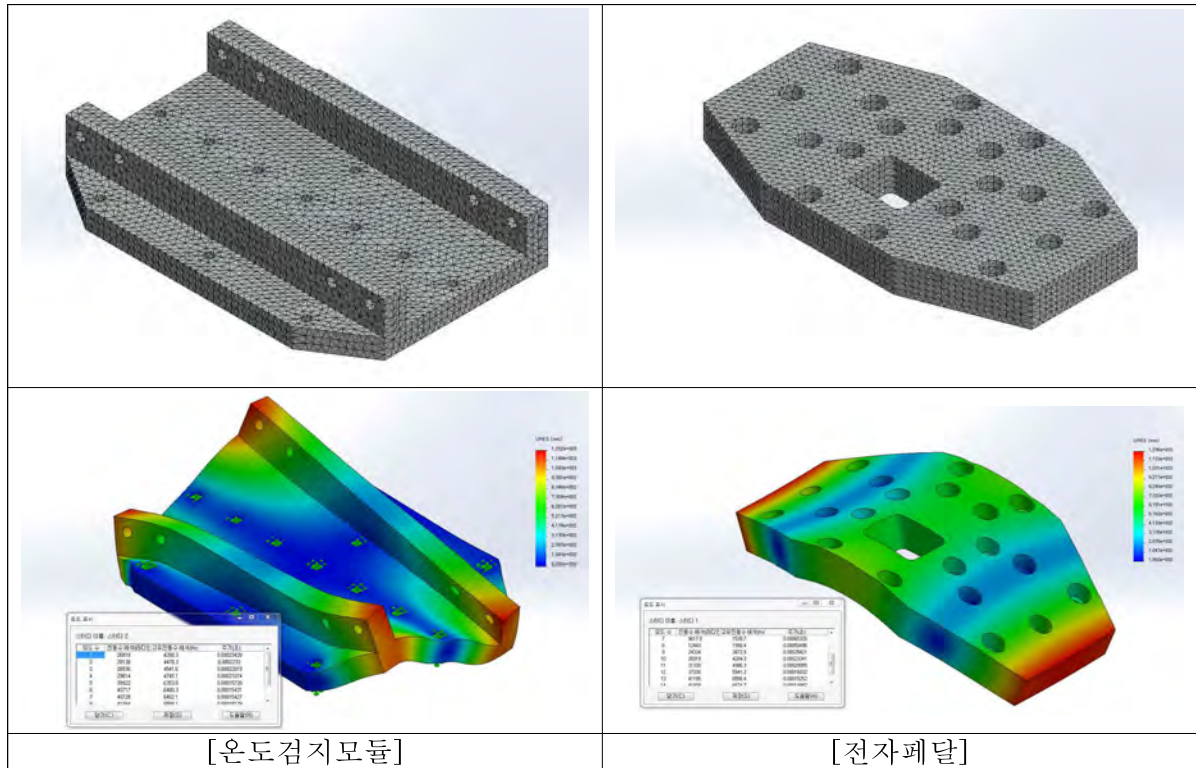
본 연구는 500km/h에서 주행하는 차량의 차축에서 발생하는 온도를 검지하고, 검지된 데이터를 중앙관리센터에 전송, 전송된 데이터를 저장, 관리 및 제어할 수 있는 시스템 개발을 목표로 추진되었다. 또한 최종 연구목표 달성을 위해 개발된 시스템에 대해 단품시험, 연동시험, 통합시험(현장포함) 및 제3자 공인시험을 통해 그 결과를 확인하였다. 다음절에서는 연구수행을 통해 진행되었던 시험 중 환경시험 및 제3자 인증시험을 통해 연구결과물의 검증을 진행하였던 내용을 다뤄보고자 한다.

1. 온도검지 모듈 및 전자페달 환경시험

가. 진동 시험 검증 내용을 반영한 지그 설계제작 및 시험



(1) 환경시험을 대비하여 진동 지그 고유진동수 해석



(2) 진동시험용 지그 제작

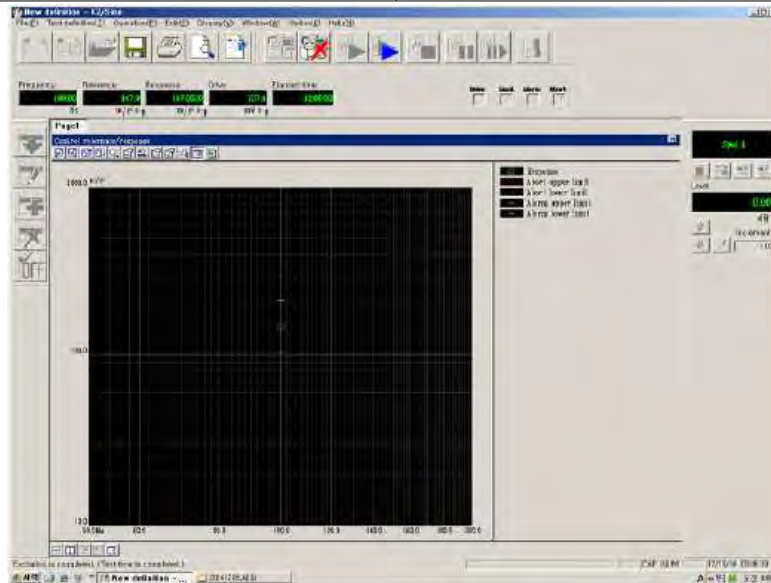
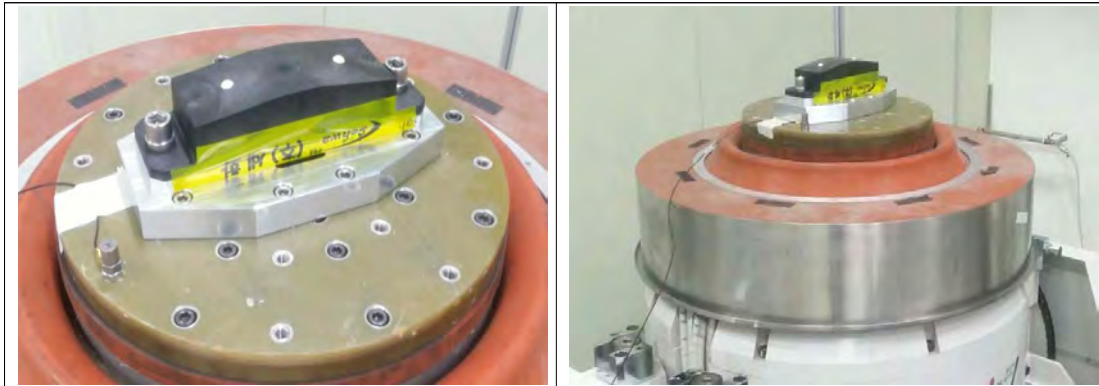


(3) 진동 시험 진행

(가) 온도검지모듈 진동 시험

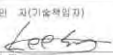


(나) 전자페달 진동 시험



- ◆ 시험목적 : 진동 내구 시험 후 전자페달 조절감도 변화 유무 확인
- ◆ 시험설비
 - 복합환경진동 시험기 : J260/SA7M
 - 직류 전원 공급기 : ODA-3010S
 - 오실로스코프 : WAVESURFER 64Xs-A
- ◆ 시험조건(KS R 9186 3종 C종)

시험방향	시험전원	Frequency	Acceration	시험시간
Z축(상하)	개방상태	100Hz	147m/s ²	10hr

 CHUNGBUK TECHNOPARK *76, Yeongnamji-ro, Ochang, Cheongwon, Cheongju, Chungbuk, Korea TEL: (043)270-2400 FAX: (043)270-2499 http://www.ctbp.or.kr		
CBTP-14B-0139		
시험결과보고서		
신청 정보 명	상 호 주식회사 세화	
	성 명 이종현	사업자등록번호 305-B1-B7040
	주 소 대전광역시 유성구 테크노2로 21 (합정동)	
	전 화 번 호 042-939-7092	팩 스 번 호 042-939-7002
의뢰 자 기	명 칭 전자제품	
	모델 명 HBD-EP	재 조 번 호 -
	재 조 자 주식회사 세화	재 조 국 가 대한민국
시 행 연 수 일 2014년 12월 16일		
시 행 기 간 2014년 12월 18일 ~ 2014년 12월 19일		
시 행 국 가 사용자 생산조건		
시 행 결 과 ☐ 적함 ☒ 부적합 ☒ 시험결과 참조		
시 행 자  이 세 온 환 원 자(기술책임자)  이 세 온		
본 시험결과는 출판, 인증 및 기타 소용 등의 합적인 근거로 사용될 수 없음. 2014년 12월 24일 재단법인충북테크노파크원장 		

본 시험의 결과는 시험을 실시한 품목에 한합니다.

발급번호 : CBTP-14B-0139 페이지 1/2

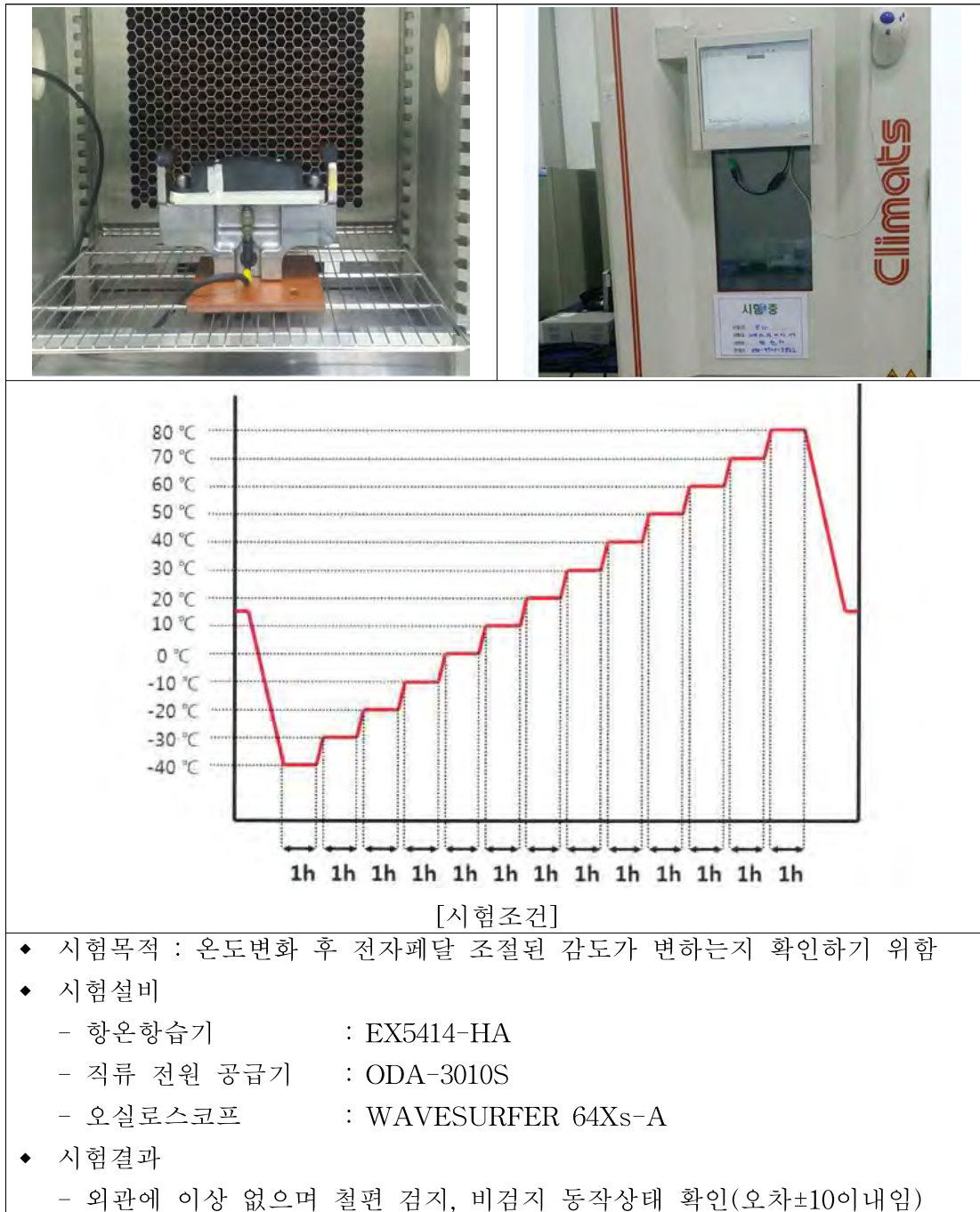
본 시험결과는 재단법인충북테크노파크의 산업진흥 목적, 무역 관세 및 복사를 할 수 없습니다.

CBTP-QP-F18-F03(1)

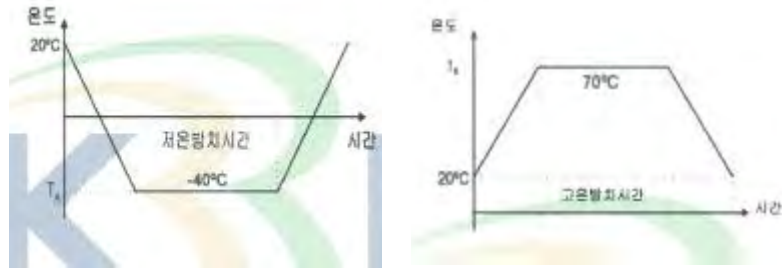
[전자페달_충북테크노파크]

나. 환경온도시험

(1) 전자페달 온도 시험



(2) 온도감지모듈 온도시험



[시험조건]

- ◆ 시험목적 : 온도변화 후 전자폐달 조절된 감도가 변하는지 확인하기 위함
- ◆ 시험결과

시험항목 (Test List)	시험기준 (Test Standard)	시험결과 (Test Result)		
2.1 상온 초기 측정	신청자 제시규격	모터동작유무	셔터모터 광학계 셔터모터 미러모터	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		센서동작유무	셔터모터 감시센서 광학계 셔터모터 감시센서 미러모터 감시센서	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		온도센서	내부온도센서 온도센서	정상 동작(20 ℃) 정상 동작(23 ℃)
		IR 센서	표준발열 소자 온도센서	정상 동작
		모터동작유무	셔터모터 광학계 셔터모터 미러모터	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		센서동작유무	셔터모터 감시센서 광학계 셔터모터 감시센서 미러모터 감시센서	정상 동작 정상 동작 정상 동작
2.2 고온 10h 방치후 측정	정상 동작	온도센서	내부온도센서 표준발열 소자 온도센서	정상 동작(98 ℃) 정상 동작(75 ℃)
		IR 센서	IR 센서 출력시험(4 ch)	1 ch 오동작
		모터동작유무	셔터모터 광학계 셔터모터 미러모터	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		센서동작유무	셔터모터 감시센서 광학계 셔터모터 감시센서 미러모터 감시센서	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		온도센서	내부온도센서 표준발열 소자 온도센서	정상 동작(98 ℃) 정상 동작(75 ℃)
		IR 센서	IR 센서 출력시험(4 ch)	1 ch 오동작
2.3 상온 회복 후 측정	신청자 제시규격	모터동작유무	셔터모터 광학계 셔터모터 미러모터	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		센서동작유무	셔터모터 감시센서 광학계 셔터모터 감시센서 미러모터 감시센서	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		온도센서	내부온도센서 표준발열 소자 온도센서	정상 동작(98 ℃) 정상 동작(75 ℃)
		IR 센서	IR 센서 출력시험(4 ch)	1 ch 오동작
		모터동작유무	셔터모터 광학계 셔터모터 미러모터	정상 동작 정상 동작 정상 동작
		센서동작유무	셔터모터 감시센서 광학계 셔터모터 감시센서 미러모터 감시센서	정상 동작 정상 동작 정상 동작

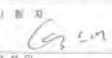
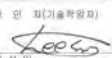


(3) 인증기관 성적서 발행

CHUNGBUK TECHNOPARK
#76, Yeongdean-jn, Ocheong, Cheongwon, Cheongju, Chungbuk, Korea
TEL: (043)270-2400 FAX: (043)270-2499 http://www.chbtp.or.kr

CBTP-14B-0134

시험결과보고서

신청 인	성명	주식회사 세화	
	대표	이종원	사업자등록번호 305-81-67040
	주소	대전광역시 유성구 테크노2로 231 (합정동)	
	전화번호	042-939-7092	팩스번호 042-939-7002
의뢰 기관	명칭	전자페달	
	모델명	HBD-EP	제조번호 -
	제조자	주식회사 세화	제조국가 대한민국
시험접수일 2014년 12월 19일			
시험기간 2014년 12월 16일 ~ 2014년 12월 17일			
시험규격 자동차 표시조각			
시험종류 ☐ 역행 ☐ 부속품 ☒ 시험결과 총조			
시험자		확인자(기술책임자)	
			
박성민		이성민	
본 시험결과는 총조, 인증 및 기타 조종 등의 합격만 근거로 사용될 수 없음.			
2014년 12월 19일			

[전자페달_충북테크노파크]

주식회사 세화 귀하

발급번호 R103-1584
(Certification Number)
발급일자 2013.12.17
(Certification Date)

시험 성적서

(TESTING CERTIFICATE)

KRI
(차축발굴검지장치(HBD))

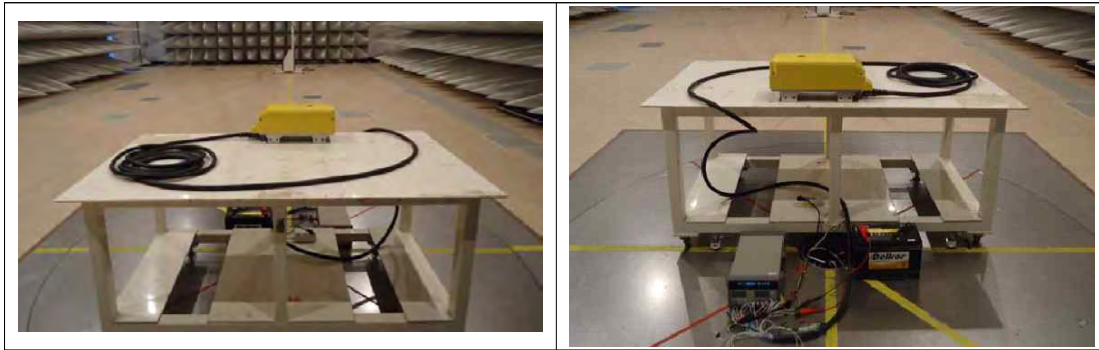
KRI 한국철도기술연구원
Korea Railroad Research Institute
우 437-757 경기도 의왕시 월암동 철도박물관로 175
175, Oheo-dong, Sangju-gu, Ulsang, Gyeonggi-do 437-757, KOREA
TEL : 082-31-480-5506 FAX : 082-31-480-5508

KRI R103-1006/R03-1584/T0(KLN)106201/R010421/312061/31217

[온도검지모듈_철도기술연구원]

다. 전자파 방사시험

(1) 온도감지모듈 전자파 방사 시험



[시험조건]

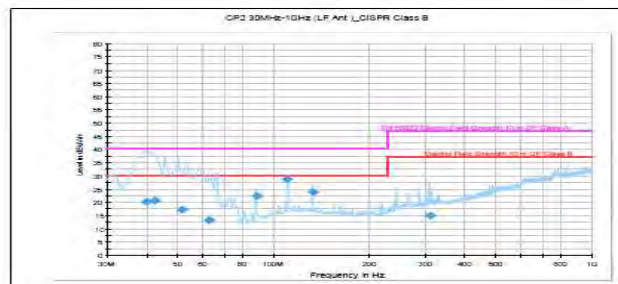
- ◆ 시험목적 : 고압 단발 펄스 신호를 주입하여 장비의 이상 유무를 판별하기 위함이다.
- ◆ 환경조건 : 온도($23.8 \pm 1^\circ\text{C}$), 습도 : ($36.5 \pm 2\%$)
- ◆ 전자파 방사 기준(1 GHz 이하)

주파수 범위 (MHz)	준철두치 허용기준 (dB $\mu\text{V}/\text{m}$)
30 ~ 230	40
230 ~ 1 000	47

◆ 시험결과

주파수 (MHz)	계기 지시치 (dB μV)	편파	안테나 높이 (m)	보정계수		제한치 (dB $\mu\text{V}/\text{m}$)	결과값 (dB $\mu\text{V}/\text{m}$)	Margin (dB)
				안테나 (dB/m)	케이블 (dB)			
39.80	5.40	V	1.00	13.77	1.03	40.00	20.20	19.80
42.32	7.40	V	2.05	12.48	0.62	40.00	20.80	19.20
51.55	7.70	V	1.05	8.33	1.17	40.00	17.20	22.80
62.83	5.10	V	1.00	6.98	1.32	40.00	13.40	26.60
88.47	11.70	H	3.95	9.22	1.58	40.00	22.50	17.50
110.59	14.90	V	3.00	12.26	1.71	40.00	28.90	11.10
132.74	9.80	V	2.05	12.22	1.88	40.00	23.90	16.10

* 측정 그래프 (1 GHz 이하)



(2) 인증기관 성적서 발행



CHUNGBUK TECHNOPARK
 76, Yeonggudanji-ro, Ochang, Cheongwon, Chungju, Chungbuk, Korea
 TEL:(043)270-2400 FAX:(043)270-2499 http://www.cbtp.or.kr

시 험 성 적 서				
신 정 민	상 호	주식회사 세화		
	성 명	이종현	사업자등록번호	305-81-67040
	주 소	대전광역시 유성구 테크노2로 231 (일일동)		
	전 화 번 호	042-939-7092	팩 스 번 호	042-939-7002
수 검 기 기	명 칭	HBD		
	모 델 명	HBD	제 조 번 호	-
	제 조 자	주식회사 세화	제 조 국 기	한국
시 행 일 수 일				
2014년 12월 12일				
시 행 기 간				
2014년 12월 12일				
시 행 결 과				
시험 결과 합격				
사 장 자(사필요함)  장 영 확 인 자(기술책임자)  장 영				
위 신청인이 제출한 자료의 시험결과에 대한 시험성적서를 발급합니다. 2014년 12월 18일 재단법인충북테크노파크원장 				

본 시험성적서의 결과는 시험을 실시한 목적에 한합니다.

발급번호 : CBTP-14C-0087 페이지: 1/13
 본 시험성적서는 재단법인충북테크노파크의 서면 동의 없이 무단 전재 및 복사를 할 수 없습니다.
 CBTFE-QP-1B-F03(0)

[온도검지모듈 전자파 방사시험_충북테크노파크]

2. 전자랙 환경시험 사전시험 및 본시험 진행

가. 전자랙 ES 샘플을 이용한 사전시험 진행 및 지그 제작

(1) 환경시험을 대비하여 사전 시험 진행



(2) 사전 시험 검증 내용을 반영한 시제품 수정

(3) 진동시험용 지그 및 환경시험용 케이블 제작

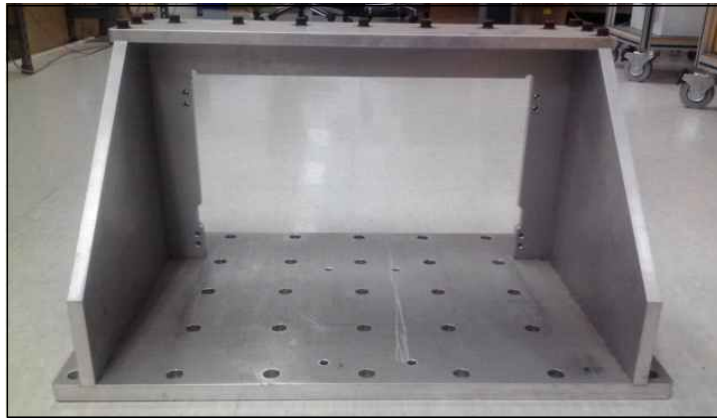


그림 53 전자랙 진동 시험 지그

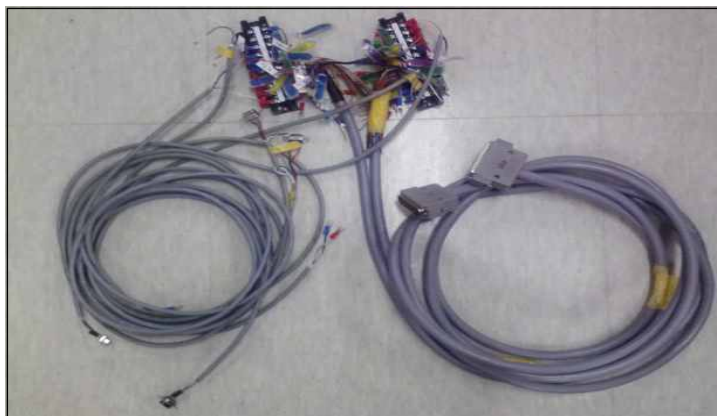


그림 54 전자랙 환경시험용 케이블

나. 전자랙 환경시험 진행

(1) 시험품 사진



(2) 시험절차

(가) 진동/충격 온도시험

초기 성능검사 → 공진시험 → 진동기능시험 → 진동내구 시험
→ 충격시험 → 저온 방치 시험 → 고온/고습 시험 → 고온 방치 시험
→ 온도 변화 시험

(나) 전자파 시험

초기 성능검사 → 전원단자 방해전압 → 방사방해(300MHz ~ 1 000MHz)
→ 정전기 방전 내성 시험 → 전기적 빠른 과도현상/버스트
→ 전도내성(0.15MHz~80MHz) → RF방사내성(80MHz ~ 2.5GHz)
→ 서지내성시험 → 순간정전 내성시험

(3) 진동/충격시험(KS R 9186/IEC 61373)

(가) 공진시험 : 시험규격 KS R 9186



① 공진시험 시험조건

진동방향	진동수 범위 (Hz)	가속도 pk-pk (m/s ²)	Sweet rate (min/sweep)	시험횟수 (회)
X Axis(전후)	10~500	9.81	5	1
Y Axis(좌우)				1
Z Axis(상하)				1

② 공진시험 시험결과

진동방향	시험결과
X Axis(전후)	공진 주파수 있음/259.6Hz
Y Axis(좌우)	공진 주파수 있음/166.6Hz
Z Axis(상하)	공진 주파수 있음/120.6Hz

(나) 진동기능시험 : 시험규격 KS R 9186



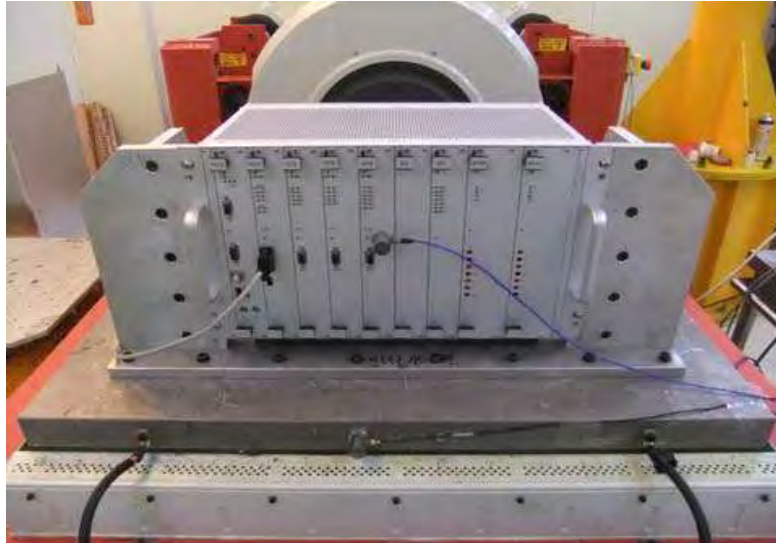
① 시험조건

진동방향	진동수 범위 (Hz)	가속도 pk-pk (m/s ²)	Sweet rate (min/sweep)	시험시간 (min)
X Axis(전후)	10~500	9.81	5	15
Y Axis(좌우)				15
Z Axis(상하)				15

② 시험결과

진동방향	시험결과
X Axis(전후)	정상동작
Y Axis(좌우)	정상동작
Z Axis(상하)	정상동작

(다) 진동내구시험 : 시험규격 KS R 9186



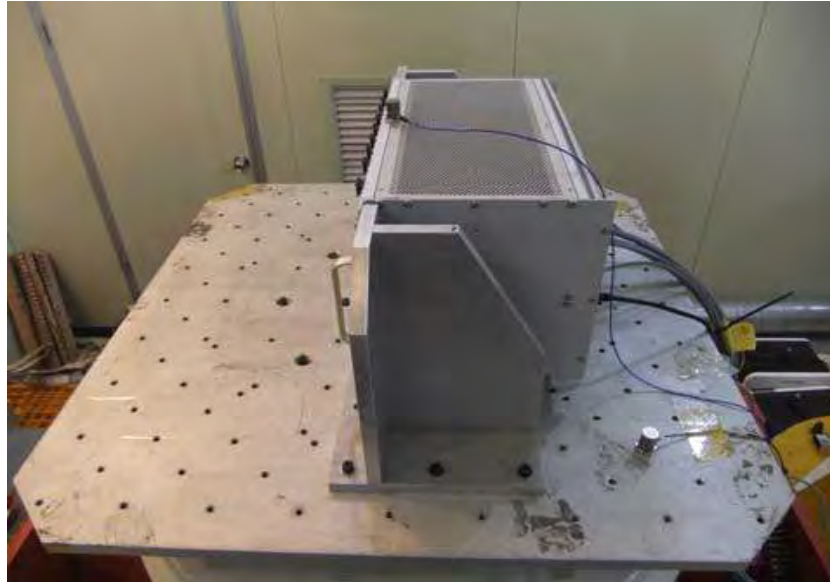
① 시험조건(공진 주파수 진동 내구 시험)

진동방향	진동수 범위 (Hz)	가속도 pk-pk (m/s ²)	시험시간 (min)
X Axis(전후)	259.6	13.7	38
Y Axis(좌우)	166.6		38
Z Axis(상하)	120.6		38

② 시험결과

진동방향	내구성	시험결과
X Axis(전후)	이상없음	정상동작
Y Axis(좌우)	이상없음	정상동작
Z Axis(상하)	이상없음	정상동작

(라) 충격시험 : KS C IEC 61373



① 시험조건

충격방향		피크 가속도 (m/s ²)	정규 지속시간	파형	반복횟수(회)
X Axis(전후)	+	50	30	반정현파	3
	-				3
Y Axis(좌우)	+	30	30	반정현파	3
	-				3
Z Axis(상하)	+	30	30	반정현파	3
	-				3

② 시험결과

진동방향	내구성	동작상태
X Axis(전후)	이상없음	정상동작
Y Axis(좌우)	이상없음	정상동작
Z Axis(상하)	이상없음	정상동작

(4) 온도시험(KSC IEC 60068-2)

(가) 저온방치시험

① 시험규격 KS R 9213

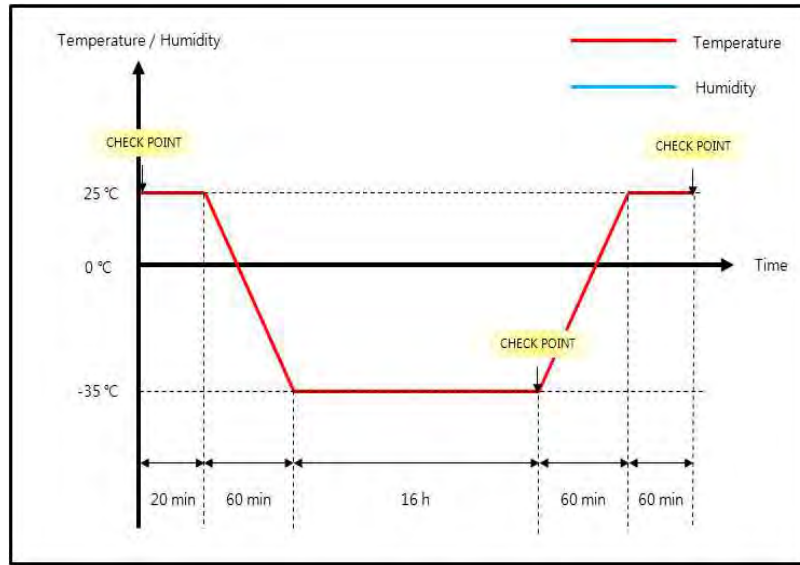


그림 55 저온방치시험 프로파일

② 시험조건

항목		내용		
제품의 시험상태		저장시험 :■		동작시험 :□
전처리 조건	적용여부	규정없음 :■		규정함 :□
	내용	-		
초기측정 항목		해당없음 :□	외관 :■	정상여부 :■
중간측정 항목		해당없음 :□	외관 :□	정상여부 :■
후처리 조건	적용여부	규정없음 :■		규정함 :□
	내용	-		
최종측정 항목		해당없음 :□	외관 :■	정상여부 :■

③ 시험결과

항목	초기측정	중간측정	최종측정
외관	이상없음	-	이상없음
동작여부	이상없음	이상없음	이상없음

(나) 고온고습시험

① 시험규격 IEC 60068-2-30

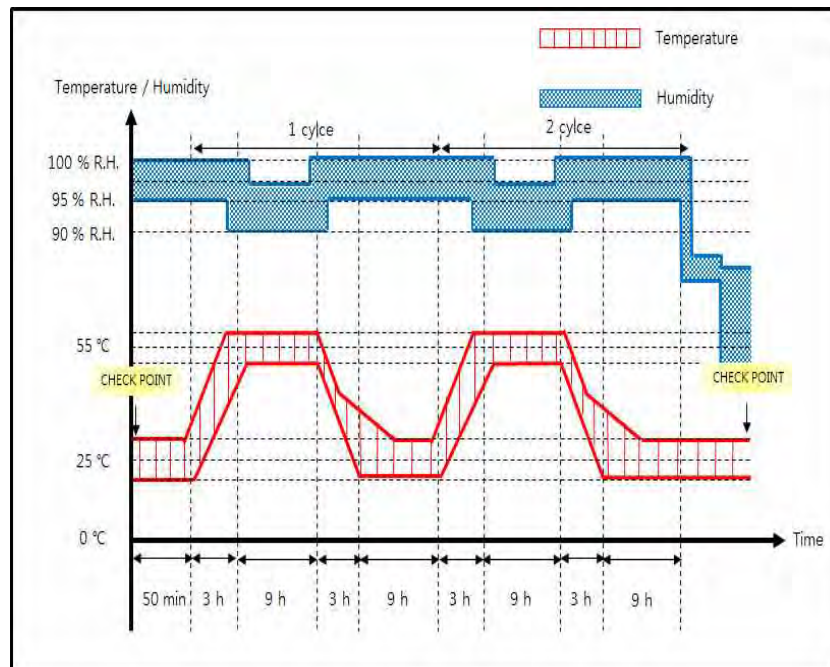


그림 56 고온고습시험 프로파일

② 시험조건

항목		내용		
제품의 시험상태		저장시험 : ■	동작시험 : □	
시험 방법		방법1 : ■	방법2 : □	
전처리 조건	적용여부	규정없음 : ■	규정함 : □	
	내용	-		
초기측정 항목		해당없음 : □	외관 : ■	정상여부 : ■
중간측정 항목		해당없음 : □	외관 : □	정상여부 : □
후처리 조건	적용여부	규정없음 : ■	규정함 : □	
	내용	-		
최종측정 항목		해당없음 : □	외관 : ■	정상여부 : ■

③ 시험결과

항목	초기측정	중간측정	최종측정
외관	이상없음	-	이상없음
동작여부	이상없음	이상없음	이상없음

(다) 고온방치 시험

① 시험규격 IEC 60068-2-2

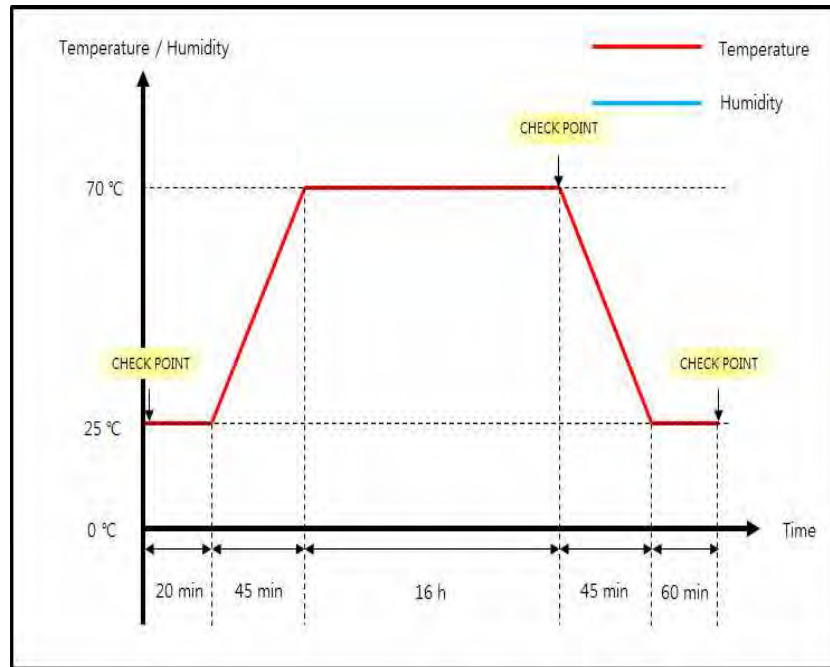


그림 57 고온방치시험 프로파일

② 시험조건

항목		내용		
제품의 시험상태		저장시험 : ☒		동작시험 : ☐
전처리 조건	적용여부	규정없음 : ☒		규정함 : ☐
	내용	-		
초기측정 항목		해당없음 : ☐	외관 : ☒	정상여부 : ☒
중간측정 항목		해당없음 : ☐	외관 : ☐	정상여부 : ☒
후처리 조건	적용여부	규정없음 : ☒		규정함 : ☐
	내용	-		
최종측정 항목		해당없음 : ☐	외관 : ☒	정상여부 : ☒

③ 시험결과

항목	초기측정	중간측정	최종측정
외관	이상없음	-	이상없음
동작여부	이상없음	이상없음	이상없음

(라) 온도변화시험

① 시험규격 IEC 60068-2-14

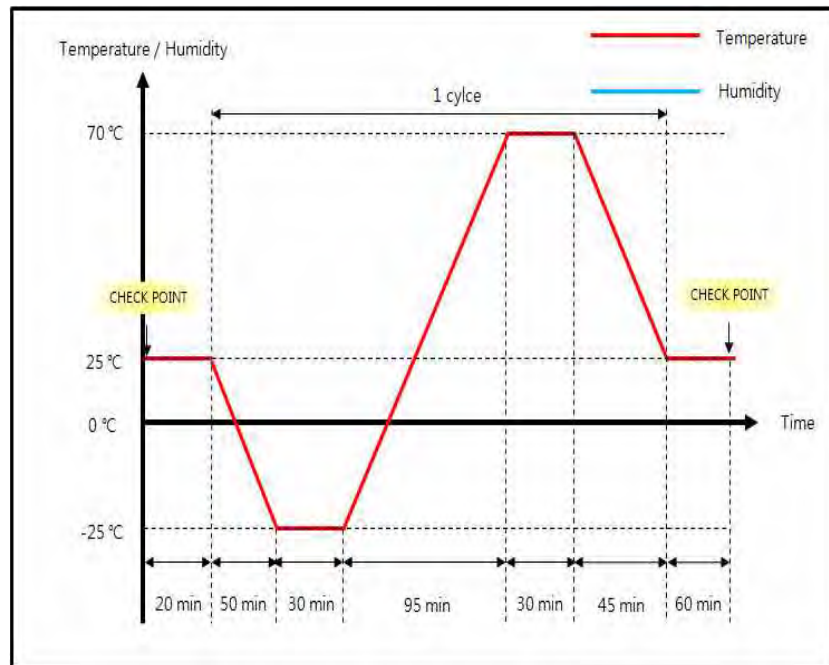


그림 58 온도변화시험 프로파일

② 시험조건

항목		내용		
제품의 시험상태		저장시험 : ■	동작시험 : □	
시험 방법		시험 Na : □	시험 Nb : ■	시험 Nc : □
전처리 조건	적용여부	규정없음 : ■		
	내용	-		
초기측정 항목		해당없음 : □	외관 : ■	정상여부 : ■
중간측정 항목		해당없음 : □	외관 : □	정상여부 : □
후처리 조건	적용여부	규정없음 : ■		
	내용	-		
최종측정 항목		해당없음 : □	외관 : ■	정상여부 : ■

③ 시험결과

항목	초기측정	중간측정	최종측정
외관	이상없음	-	이상없음
동작여부	이상없음	이상없음	이상없음

(마) 전자파 적합성 시험 : 시험규격 IEC 61000, EN55011

① 전원단자 방해전압

	전원단자 방해전압(0.15 MHz ~ 30 MHz) (EN 55011)				
방법	전자파 차폐실에서 측정되어졌으며, EUT는 그라운드 위에 놓여진 의사전원회로망(LISN)에 연결됨. 또한 EUT는 그라운드 바닥 위 0.1 m(바닥거치형) 또는 0.8 m(탁상형기기)에 위치하고 다른 금속부로부터 적어도 0.4 m 떨어져서 시험함. 시험기기의 전원선이 LISN에 연결되기 위해 필요한 0.8 m 보다 긴 경우, 길이 0.3 m ~ 0.4 m의 수평다발의 형태로 선에 평행하게 앞뒤로 감아서 묶은 후 시험함. 방해단자의 측정은 준첨두치 및 평균 검파기를 사용함. 부하 단자 및 추가 단자는 1 500 Ω 프로브를 사용하여 측정함.		—		
시험 환경	온도	(19.0 ± 2.0) °C			
	상대습도	(59.2 ± 2.0) %			
	기압	(100.4 ± 2.0) kPa			
시험 측정 주파수	150 kHz ~ 30 MHz				
한계값 - 전원 단자					
Frequency (MHz)	Limit (dB(μV))				
	Quasi-Peak(준첨두치)	Result			
0.15 ~ 0.5	99	PASS			
0.5 ~ 30	93	PASS			
-	-	-			
-					
사용 장비					
장비명	제조사	모델명	기기번호	교정날짜	차기교정 날짜
Test Receiver	R&S	ESCI	101139	2013.03.14	2014.03.14
LISN(DC)	R&S	ESH3-Z5	100029	2013.10.10	2014.10.10

② 방사 방해(30MHz ~ 1000MHz)

	방사 방해(30 MHz ~ 1 000 MHz) (EN 55011)		—
방법	전자파 차폐실(Anechoic Chamber)의 10 m 거리에서 측정되어졌으며, EUT는 그라운드 턴테이블 위 0.1 m(바닥거치형) 또는 0.8 m(탁상형기기)의 비금속 테이블 위에 놓여져 시험함. 가장 높은 전계강도 값을 측정하기 위하여 턴-테이블은 360° 회전 시켰으며, 측정 안테나의 높이는 1 m에서 4 m까지 함께 조절하며 시험함.		
시험 환경	온도	(18.8 ± 2.0) °C	
	상대습도	(60.2 ± 2.0) %	
	기압	(100.4 ± 2.0) kPa	
시험 측정 주파수	30 MHz ~ 1 GHz	(10 m 측정 거리)	
한계값- 방사방해			
Frequency (MHz)	Limit (dB(μV/m))		
	Quasi-Peak	Results	
30 to 230	40	PASS	
230 to 1 000	47	PASS	
-			

사용장비					
장비명	제조사	모델명	기기번호	교정일자	차기교정 일자
Test Receiver	R&S	ESCS30	100021	2013.06.07	2014.06.07
Broad Band Antenna	SCHWARZBECK	VULB9168	483	2013.03.06	2014.03.06
Spectrum Analyzer	Agilent	E7402A	US40240261	2013.03.13	2014.03.13
Antenna Mast	HD	MA240	-	-	-
Turn Table	HD	DT430S	-	-	-

③ 정전기 방전 내성시험

	정전기 방전 내성 시험(EN 61000-4-2)							—
방법	시험품과 시험실 또는 기타 금속물 간의 거리는 1 m 이상 격리 하여야 한다. 발생기의 방전 귀환로 케이블은 약 2 m 의 길이로서 기준 접지면에 접속하며, 여분의 길이는 가능한 기준접지면에 유도 되지 않도록 하거나 도전부로부터 0.2 m 이상 격리하여야 한다. 휴대하거나 책상위에서 사용하는 기기는 기준 접지면 위의 0.8 m 높이의 비전도성 시험대 위에 설치하며 바닥 설치형 기기는 기준 접지면 위에 0.1 m 두께의 절연 받침대를 설치하고, 받침대 위에 시험품과 케이블을 설치한다. 시험결과와 재현성을 위하여 정전기방전발생기는 시험품의 표면에 수직으로 시험전압을 인가한다.							
시험 요구환경	온도			(15 ~ 35) ℃				
	상대습도			(30 ~ 60) %				
	기압			(86.0 ~ 106.0) kPa				
시험 환경	온도			(19.1 ± 2.0) ℃				
	상대습도			(53.8 ± 2.0) %				
	기압			(99.9 ± 2.0) kPa				
시험 적용								
접촉 방전 전압	레벨(kV)	결과		레벨(kV)	결과		레벨(kV)	결과
	2	PASS(A)		4	PASS(A)		6	PASS(A)
기중 방전 전압	레벨(kV)	결과	레벨	결과	레벨	결과	레벨	결과
	2	PASS(A)	4	PASS(A)	6	PASS(A)	8	PASS(A)
방전 임피던스	330 Ω / 150 pF							
방전 횟수	≥ 10							
방전 형태	직접 방전 간접 방전				기중 방전 접촉 방전 접촉 방전			
극성	정/부							
방전 위치	사람 손에 의해 접촉되는 모든 부분							
	수평면(HCP)							
	수직면(VCP)							
—								
사용 장비								
장비명	제조사	모델명		기기번호		교정날짜	차기교정 날짜	
ESD Simulator	TESEQ AG	NSG437		140		2013.10.21	2014.10.21	
HCP	—	—		—		—	—	
VCP	—	—		—		—	—	

④ 전기적 빠른 과도현상 / 버스트

1.11	전기적 빠른 과도현상 / 버스트 시험(EN 61000-4-4)		—
방법	기준접지면은 시험품의 각 경계로부터 0.1 m 이상 떨어져야 하며, 최소 가로 2 m x 세로 2 m 이상의 크기로서 보호접지에 연결되어야 한다. 시험품은 시험품 하단부의 위치에 기준접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5 m 이상 떨어져야 한다. 시험품은 취급설명서에 따라 접지 시스템에 연결시키고, 추가적인 접지는 연결하지 않는다. 결합클램프의 결합판은 결합클램프 하단부에 위치한 기준 접지면을 제외한 모든 다른 금속 구조물로부터 최소 0.5 m 이상 떨어져야 한다. 시험품과 결합소자 사이의 신호선 및 전원선의 길이는 0.5 m ± 0.05 m 한다.		
시험 환경		온도	(20.3 ± 2.0) °C
		상대습도	(48.7 ± 2.0) %
		기압	(99.9 ± 2.0) kPa
Wave shape of the pulse in 50 Ω load		시험 적용	
Wave shape into 1 kΩ load		상승시간	5 ns ± 30 %
		유지 시간	50 ns ± 30 %
버스트 유지 시간		상승 시간	5 ns ± 30 %
		유지시간	50 ns with a tolerance of -15 ns to + 100 ns
		15 ms ± 20 % at 5 kHz	
버스트 주기		300 ms ± 20 %	
반복 주파수		5 kHz	
극성		정, 부	
적용시간		1 분 이상	
단자		레벨(kV)	결과
직류전원 단자		0.5, 1, 2	N/A
교류전원 단자		0.5, 1, 2	PASS(A)
신호선		0.5, 1, 2	PASS(A)
-			

사용 장비					
장비명	모델명	제조번호	제조사	교정날짜	차기교정 날짜
EFT/B Tester	PEFT.1	081161-05	Haefely	자체점검	자체점검
EFT/B Simulator	PHV 41.2	083740-03	Haefely	2013.10.10	2014.10.10
Coupling Filter FP-EFT32.1	FP-EFT32.1	081383-03	Haefely	자체점검	자체점검
EFT/Burst Clamp	IP4A	081555/5	Haefely	2013.10.11	2014.10.11

⑤ 전도내성(0.15MHz ~ 80MHz)

	전도 내성 시험(0.15 MHz ~ 80 MHz) (EN 61000-4-6)		
방법	시험기기를 설치한후 내성기준에 명시된 주파수 범위, 시험레벨을 설정하여 시험주파수 대역을 스위프시킨다. 각의 주파수에서의 체재시간은 시험기기가 동작하고 응답할 수 있는데 필요한 시간이하가 되어서는 아니되며 클럭 주파수와 같은 민감한 주파수는 별도로 분석되어야 한다. 시험의 각각의 결합, 감결합 장치에 연결된 시험발생기를 가지고 수행되어야 하고 결합장치들의 여기되지 않은 RF 입력모드들은 50 Ω 부하 저항으로 종단한다. 시험기기는 기준접지면 위로 0.1 m 높이의 절연지지대 위에 놓인다.) 기준접지면 위의 시험품과 결합, 감결합 장치는 0.1 m 에서 0.3 m 의 거리를 두고 설치한다. 시험기기에 키보드나 휴대형 보조장치가 있다면, 의사손은 키보드위에 놓이거나 보조장치 주위로감싸는 형태로 접지면에 연결되어야 한다.		—
시험 환경	온도	(20.3 ± 2.0) °C	
	상대습도	(48.7 ± 2.0) %	
	기압	(99.9 ± 2.0) kPa	
시험 발생기 특성	시험 사양 출력 임피던스 고조파와 왜율 전폭 변조	50 Ω 어떠한 불요파도 캐리어 레벨보다 적어도 15 Db 이내 일 것 80 % ± 5 % in depth	
	결합 감결합 회로망	Z _{ce} = 150 Ω	
결합 감결합 장치	Current clamp EM clamp 직접 주입장치 100 Ω resistor 150 kHz to 80 MHz		
시험 주파수	150 kHz to 80 MHz		
주파수 스텝	1 % with 3 s dwell time		
단자	Level (V(r.m.s.))	Result	
직류전원 단자	10	N/A	
교류전원 단자	10	PASS(A)	
신호선	10	PASS(A)	
-			

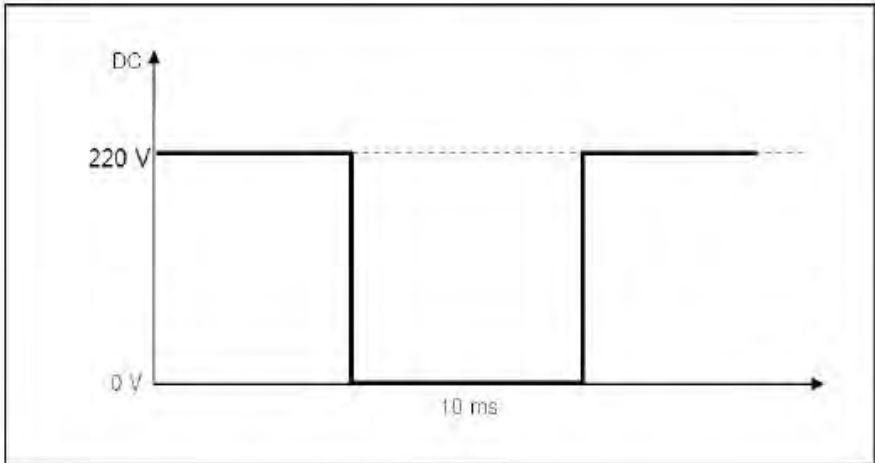
⑥ RF 방사 내성(80MHz ~ 2.5GHz)

	RF 방사내성 시험 (EN 61000-4-3)			
시험	시험에 사용된 전자파 무반사실은 기준 접지면으로부터 0.8 m 이상 높이에서 정해진 1.5 m x 1.5 m의 가상 수직면에 대한 전자장의 강도가 규정치의 0 dB ~ +6 dB이내의 균일 전자장이 형성되었다. 탁상용 수검기기는 0.8 m 높이의 비전도성 받침대 위에 배치하고, 바닥설치형 수검기기는 0.1 m 높이의 비전도성 받침대에 설치한다. 각각의 주파수에서의 체재시간은 수검기기가 동작하고 응답할 수 있는데 필요한 시간 이하가 되어서는 아니되며 클럭주파수와 같은 민감한 주파수는 별도로 분석 되어야 한다.			—
시험 환경	온도	(18.8 ± 2.0) °C		
	상대습도	(58.6 ± 2.0) %		
	기압	(100.8 ± 2.0) kPa		
시험 기기	시험 사양			
	Fully chamber and associated equipments			
	EMI filters			
	RF 시험 발생기			
	파워 앰프			
	방사 안테나			
	균일장(UFA)	등방양성 프로브 센서		1.5 m x 1.5 m, 16 points with a minimum UFA size
		0.5 m x 0.5 m		
주파수 범위	80 MHz to 2 500 MHz			
	20 V/m(80 MHz ~ 1 GHz) , 10 V/m(1.4 GHz ~ 2.1 GHz), 5 V/m(2.1 GHz ~ 2.5 GHz) (unmodulated)			
레벨	Amplitude modulation		80 % ± 5 % in depth 1 kHz ± 10 % sine wave	
	1 % with 3 s dwell time			
주파수 범위(MHz)		레벨(V/m)	안테나 극성	결과
(80 ~ 1 000)		20	수직/수평	PASS(A)
(1 400 ~ 2 100)		10	수직/수평	PASS(A)
(2 100 ~ 2 500)		5	수직/수평	PASS(A)

⑦ 서지 내성 시험

	서지 내성 시험(EN 61000-4-5)			
방법	특별히 명시되어 있지 않은 한, 서지는 제로크로싱과 교류전압파형(정 및 부)의 최대값에서 전압 위상에 동기되도록 인가한다. 서지는 선과 선 및 선과 접지간에 인가되어야 한다. 선과 접지간 시험인 경우에 특별한 조건이 없는 한, 시험전압은 각각의 선과 접지간에 연속적으로 인가되어야 한다. 시험품의 비선형 전류-전압특성을 고려하여 단계적으로 전압을 상승시키며 시험한다.			—
시험 환경	온도		(18.4 ± 2.0) ℃	
	상대습도		(59.5 ± 2.0) %	
	기압		(100.8 ± 2.0) kPa	
시험 사양				
서지 파형	Front time		1.2 μs ± 30 %	
	Time to half value		50 μs ± 20 %	
개방 회로 전압과 단락 회로 전류 사이의 관계	개방회로 피크 전압 ± 10 %		단락회로 피크 전류 ± 10 %	
	0.5 kV		0.25 kA	
	1.0 kV		0.5 kA	
	2.0 kV		1.0 kA	
	4.0 kV		2.0 kA	
	전원 라인(대칭)		42 Ω + 0.5 μF	
	전원 라인(비대칭)		42 Ω + 0.5 μF	
	소스 임피던스			
	극성		정, 부	
	서지 횟수		5	
위상각	직류전원 : - , 교류전원 : 0° , 90° , 180° , 270°			
반복율	60 s (Max)			
서지 적용(레벨)	입력 전원			
	(L) 과 (N) : 0.5 kV, 1 kV			
	(L) 과 접지 : 0.5 kV, 1 kV, 2 kV			
	(N) 과 접지 : 0.5 kV, 1 kV, 2 kV			
(L) 과 (N)	레벨(kV)	결과	레벨(kV)	결과
	1	PASS(A)	1	PASS(A)
(L) 과 접지	Level(kV)	결과	레벨(kV)	결과
	0.5, 1	PASS(A)	2	PASS(A)
(N) 과 접지	Level(kV)	결과	레벨(kV)	결과
	0.5, 1	PASS(A)	2	PASS(A)

⑧ 순간정전 내성시험

	순간정전 내성시험 (EN 50155)		—		
방법	1) 피 시험장비를 0.8 m 의 비 전도성 탁자에 올려 놓는다. 2) 시험장비와 피 시험장비를 연결하는 케이블은 3 m 가 넘지 않도록 설치한다. 3) 해당 파형을 총 5 회인가 하며, 인가주기는 1 분을 넘지 않는다.				
시험 환경	온도	(18.4 ± 2.0) °C			
	상대습도	(59.5 ± 2.0) %			
	기압	(100.8 ± 2.0) kPa			
시험 조건					
시험 횟수	5				
시험 전압(V)	0				
지속 시간(ms)	10				
시험 파형	시험 파형 				
사용 장비					
장비명	제조사	모델명	기기번호	교정날짜	차기교정 날짜
Power Simulation System	SPS	EMV D 90000/PAS	A4 230	2013.01.10	2014.01.10

(바) 시험사진



(사) 인증기관 성적서 발행

한국화학융합시험연구원 경기도 용인시 처인구 남지면 개일리 66-6 Tel : 031-679-9660 Fax : 031-335-9786 홈페이지 : www.ktr.or.kr		성적서번호 : CUS2013-11-1758 
1. 의뢰자 ○ 기 관 명 : 인더르시스템스(주) ○ 주 소 : 경기 군포시 금정동 1-40 한림후연타워 915호 ○ 의뢰일자 : 2013. 10. 14. 2. 시험성적서의 용도 : 과제제출용 3. 시험대상품목 또는 물질, 시료명 : HBD Electronic Rack 4. 시험기간 : 2013. 10. 14 ~ 2013. 10. 23 5. 시험방법 : KS R 3850 : 2009, KS Q C 6101 : 2009, KS R 8121 : 2009, EC 80000-2-1 : 2005, EC 80000-2-4 : 2009 6. 시험환경 : 온도 : (22 ± 3) °C, 습도 : (50 ± 20) % R.H. 7. 시험결과 : 적합 [시험결과 참조]		
확인 성 명 : 정진우 (Yang Jin Woo)	작성자 직 위 : (기술책임자) 성 명 : 김진태 (Kim Jin Tai)	승인자 직 위 : (기술책임자) 성 명 : 김진태 (Kim Jin Tai)
2013. 11. 07		
한국인증기구 인증 KTR 한국화학융합시험연구원장 KOREA TESTING & RESEARCH INC.		
위 성적서는 국제시험기관인정협약(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호 인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 의한 한국인증기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.		

한국화학융합시험연구원 경기도 용인시 처인구 남지면 개일리 66-6 Tel : 031-679-9660 Fax : 031-335-9786		성적서 번호 : R-D2013-0125 Page (1) of (28) 
1. 의뢰자 ○ 기 관 명 : 인더르시스템스(주) ○ 주 소 : 경기 군포시 금정동 1-40 한림후연타워 915호 ○ 의뢰일자 : 2013. 11. 06. 2. 시험 성적서의 용도 : 과제제출용 3. 시험대상품목 또는 물질, 시료명 : ○ 시험품명 : HBD Electronic Rack ○ 모델명 : HBD Electronic Rack ○ 제조사 : 인더르시스템스(주) 4. 시험 기간 : 2013. 11. 06. ~ 2013. 11. 08. 5. 시험 방법 : EN55121-3-2 6. 시험 환경 : 온도 (19.0 ± 2.0) °C, 습도 (54.0 ± 8.0) % R.H., 기압 (100.0 ± 2.0) kPa 7. 시험결과 : 적 합		
확인 성 명 : 이영구 (서명)	작성자 직 위 : (기술책임자) 성 명 : 정관영 (서명)	승인자 직 위 : (기술책임자) 성 명 : 정관영 (서명)
2013. 11. 19.		
한국인증기구 인증 KTR 한국화학융합시험연구원장 (인)		
위 성적서는 국제시험기관인정협약(International Laboratory Accreditation Cooperation) 상호 인정협정(Mutual Recognition Arrangement)에 의한 한국인증기구(KOLAS)로부터 공인받은 분야에 대한 시험결과입니다.		
본 시험성적서의 결과는 시험을 실시한 제품에 한정하며, 한국화학융합시험연구원의 지점 등의 업무 무단 전제 및 복사 할 수 없습니다. 형식 KTR-CR-Y013-F07		

3. 차축발열검지장치 취부용 PC침목 제작 및 시험

현재 고속선에 도입되는 침목과 동일한 사양으로 제작하되 온도검지모듈장치 체결이 가능한 스파이크홀을 적용하고, 진동을 고려한 침목체결용 PC침목을 제작하였다.

1차적으로는 고속선에 납품을 하고 있는 태명실업을 통해 제작, 시험을 진행하였고, 2차적으로는 KOLAS 인증기관인 한국건설생활환경시험연구원을 통해 공인시험을 진행하였다. 이를 바탕으로 운영기관인 한국철도공사 안전본부의 안전성검증을 통과하여 현재 경부고속1단계 문곡~신탄진간 HBD261(140k134,T1)에 설치하여 운용되고 있다.



그림 59 PC침목 제작

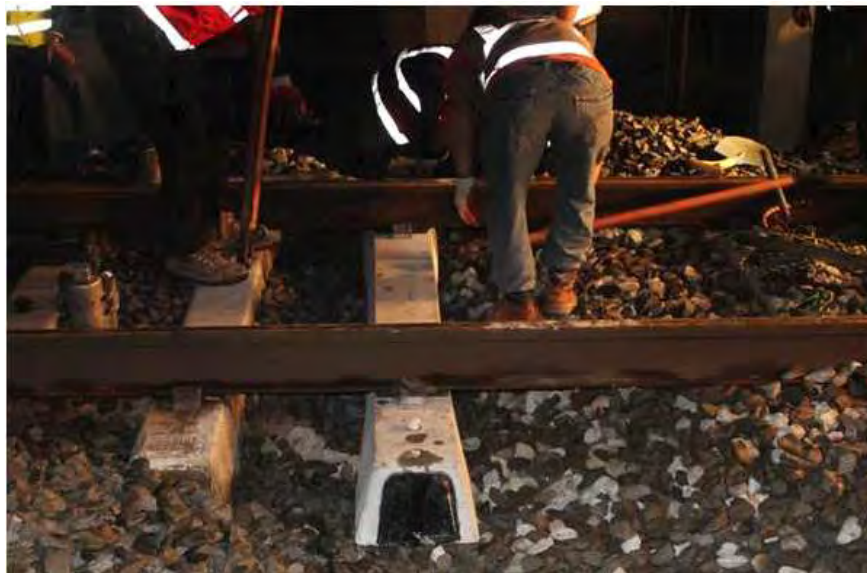


그림 60 PC침목 현장 설치 모습

가. 1차 제작사 시험((주)태명실업)



[레일직하부 휨강도 균열 시험_좌]



[레일직하부 휨강도 균열 시험_우]



[레일중앙부 휨강도 균열 시험_좌]



[레일중앙부 휨강도 균열 시험_우]



[매립전 인발강도 시험]



[매립전 인발강도 시험]



[솔더 인발강도 시험]



[솔더 인발 강도 시험]



[콘크리트 압축강도시험]



[콘크리트 압축강도 시험]

검사 · 시험 성적서

시험번호 (IDF No)	샘플/구분	검사일자	공 사 명	제 작 자	검 사 자
태양-11-공 (주세화)	콘크리트시험 LUC60kg재질 일반용-#크립	2013.07.04	오송 주택지원 (주세화)		

시험장소: (주)태양건설공사

1. 재료시험수검사항(제)

KRS TR 0009-11(제) (한국철도규격)

구분	외측길이(mm)	외측폭		외측높이		외측길이		외측폭		외측높이		외측길이		외측폭		외측높이	
		상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
1	1692.5 ± 1.2	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1
2	1692.5 ± 1.2	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1
3	1692.5 ± 1.2	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1
4	1692.5 ± 1.2	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1	167.5 ± 1

2. 콘크리트시험 결과(제)

구분	시험종류	시험결과		시험결과		시험결과		시험결과		시험결과	
		상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
1	2001	216.0	215.4	209.6	209.9	215.3	215.4	215.3	215.4	215.3	215.4
2	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
3	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
4	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3

3. 콘크리트 시험 결과(제)

구분	시험종류	시험결과		시험결과		시험결과		시험결과		시험결과	
		상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
1	2001	216.0	215.4	209.6	209.9	215.3	215.4	215.3	215.4	215.3	215.4
2	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
3	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
4	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3

4. 콘크리트 압축강도 시험 결과(제)

구분	시험종류	시험결과		시험결과		시험결과		시험결과		시험결과	
		상	하	상	하	상	하	상	하	상	하
1	2001	216.0	215.4	209.6	209.9	215.3	215.4	215.3	215.4	215.3	215.4
2	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
3	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3
4	2197	216.8	215.2	209.8	209.8	215.5	215.3	215.5	215.3	215.5	215.3

태양건설공사

그림 61 제작사 검사, 시험 성적서

나. KOLAS 인증기관인 한국건설생활환경시험연구원을 통한 공인시험

시험성적서

1. 성적서 번호 : C114-056004

2. 의뢰자 : 주세화

3. 시험성적서의 유효기간 : 2014.05.22

4. 시 료 명 : 차축발열검지장치 취부용 PC침목

5. 시험방법 : (1) KRS TR 0009-11 (2) KRS TR 0014-12

시험성적서

6. 시험결과

1. 차축발열검지장치 취부용 PC 침목 - 시험 1

구분	시험종류	시험결과
1	2001	216.0
2	2197	216.8
3	2197	216.8
4	2197	216.8

2. 차축발열검지장치 취부용 PC 침목 - 시험 2

구분	시험종류	시험결과
1	2001	216.0
2	2197	216.8
3	2197	216.8
4	2197	216.8

한국건설생활환경시험연구원

태양건설공사

그림 62 차축발열검지장치 취부용 PC침목 시험성적서

4. HBD장치 온도측정기능 정확도 시험

가. 시험목적

본 과제의 개발품인 HBD 장치의 온도 측정 기능의 정확도를 공인 인증기관을 통하여 평가받고자 한다.

나. 시험조건 및 항목

개발된 HBD 장치에서 적외선 온도검지부와 전자랙간의 상호 인터페이스를 통해 실험실 내부에서 제공되는 열원소스(흑체)의 온도를 측정한다. HBD 장치의 온도측정 목표인 0도에서 150도 사이의 온도를 10도 단위로 측정한다.

다. 시험 구성 및 설명

HBD의 구성은 적외선 온도측정을 위한 온도검지모듈(TD)과 검지모듈의 제어 및 온도검지신호를 처리하여 온도를 검측하는 전자랙으로 구성되며, 구성은 아래의 그림과 같다.

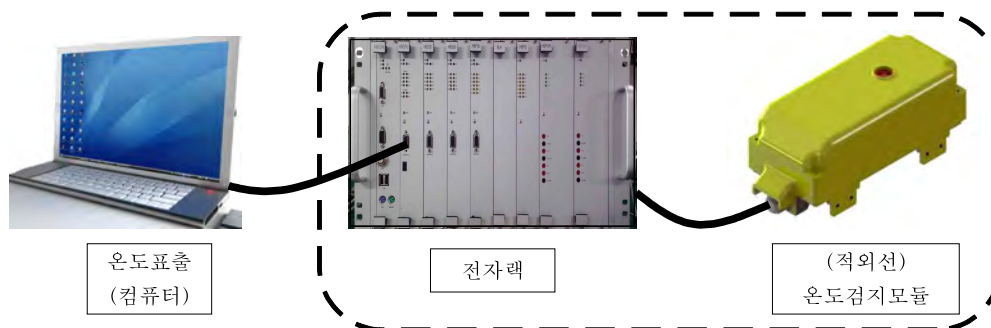


그림 63 시스템 구성도

HBD 시스템의 동작은 열차 차축의 온도검지를 위해 비접촉식(적외선) 온도검지모듈내의 IR센서 검지된 온도신호를 전자랙에서 받아 온도보상 및 변환테이블을 적용하여 온도검측값을 모니터(컴퓨터) 표출한다.

(1) 시험구성

HBD장치의 온도 측정시험을 위해서 아래와 같은 시험 장치를 구성한다.

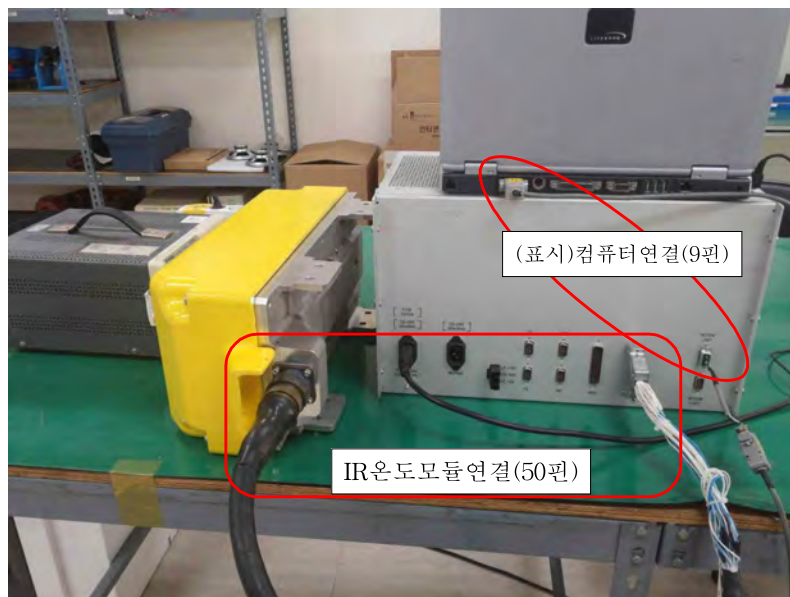
구분	시험 구성품	용도	수량	비고
1	HBD 장치 (TD, 전자랙, 노트북)	온도 측정을 위한 HBD시험장치(개발품)	1	
2	흑체	표준온도 측정용 열원발생장치 (0도 ~ 150도)	1	
3	산업 기술표준 적외선 온도측정 장치	흑체의 발생온도를 표준 값으로 측정하기 위한 적외선 온도측정장치	1	흑체의 온도를 신뢰할 만하면 사용하지 않음

(2) 시험방법

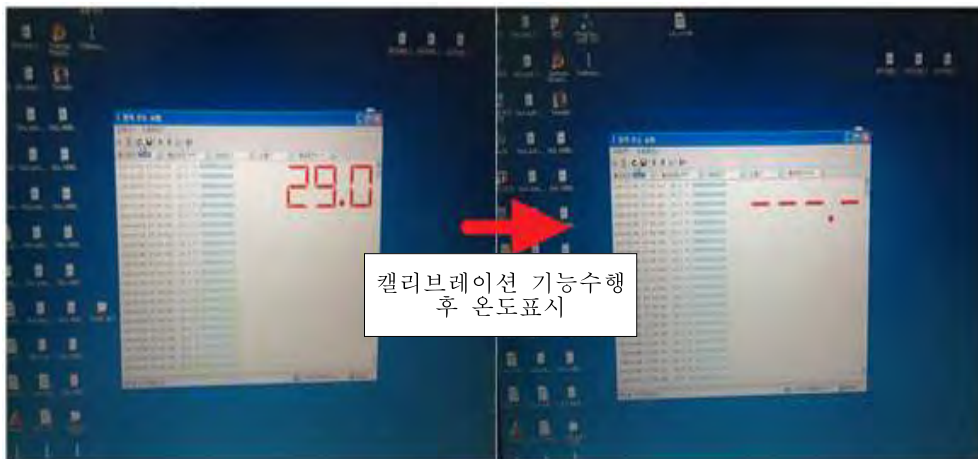
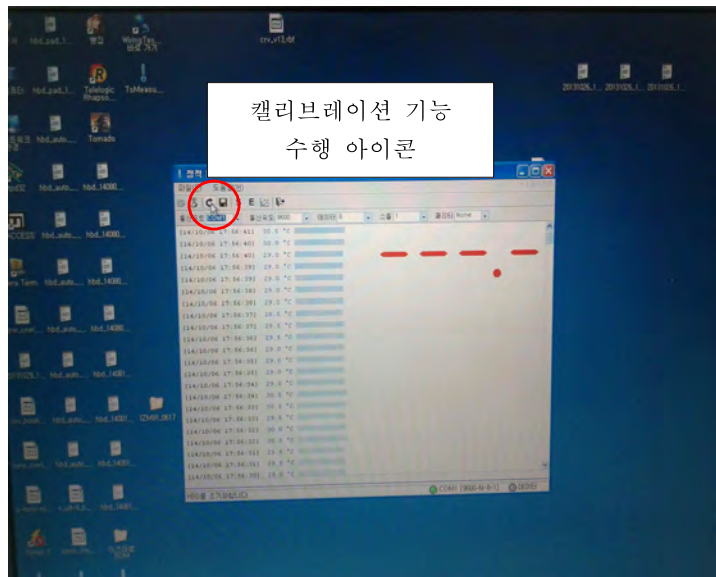
HBD장치의 온도시험을 위해서 아래와 같이 IR온도검지모듈의 검지 구멍(hole)과 흑체의 열방사구가 정확히 일치하도록 시험 장치를 구성한다. 이때 검지모듈과 흑체와의 거리는 10~15cm를 유지한다.



전자랙과 IR온도검지모들의 사이에 50핀 커넥터를 또 전자랙과 (표시)컴퓨터 사이를 D-sub 9핀으로 아래그림과 같이 연결한다.



HBD장치(전자랙)에 AC220전원을 투입한 후 IR온도센서의 충분한 온도 Aging을 위해 3시간 warm-up 시간을 갖는다. 이후 흑체의 온도를 0도에서 150도까지 10도 단위로 변화시키면서 HBD장치의 온도 모니터를 통해 출력된 값을 시험 결과표에 기록한다. 단, 온도측정의 정확도를 보장하기 위해 온도측정 전(최소 10초) 센서의 캘리브레이션을 실시한 후 온도를 측정한다. 아래그림은 캘리브레이션 명령의 위치이며, 캘리브레이션이 수행 중에는 아래그림과 같이 온도 값의 표시가 중단된다.



라. 평가기준 및 시험결과기록

(다)항의 시험방법에 의해 측정된 온도는 별첨의 온도기록지에 온도를 기록하고 아래 표와 같은 기준에 의해 판정여부를 기록한다.

HBD장치 온도측정 목표	
측정온도	오차범위
0~70℃이하	±3℃이하
70℃	±1℃이하
70℃~90℃	±3℃이하
90℃~150℃	±5℃이하

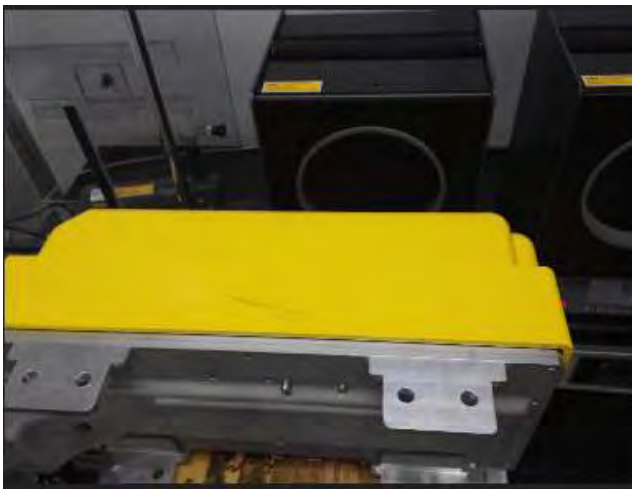
(1) 인증업체를 통한 온도계측

(가) 시험소명 : 교정기술원(주) - KOLAS 인증업체

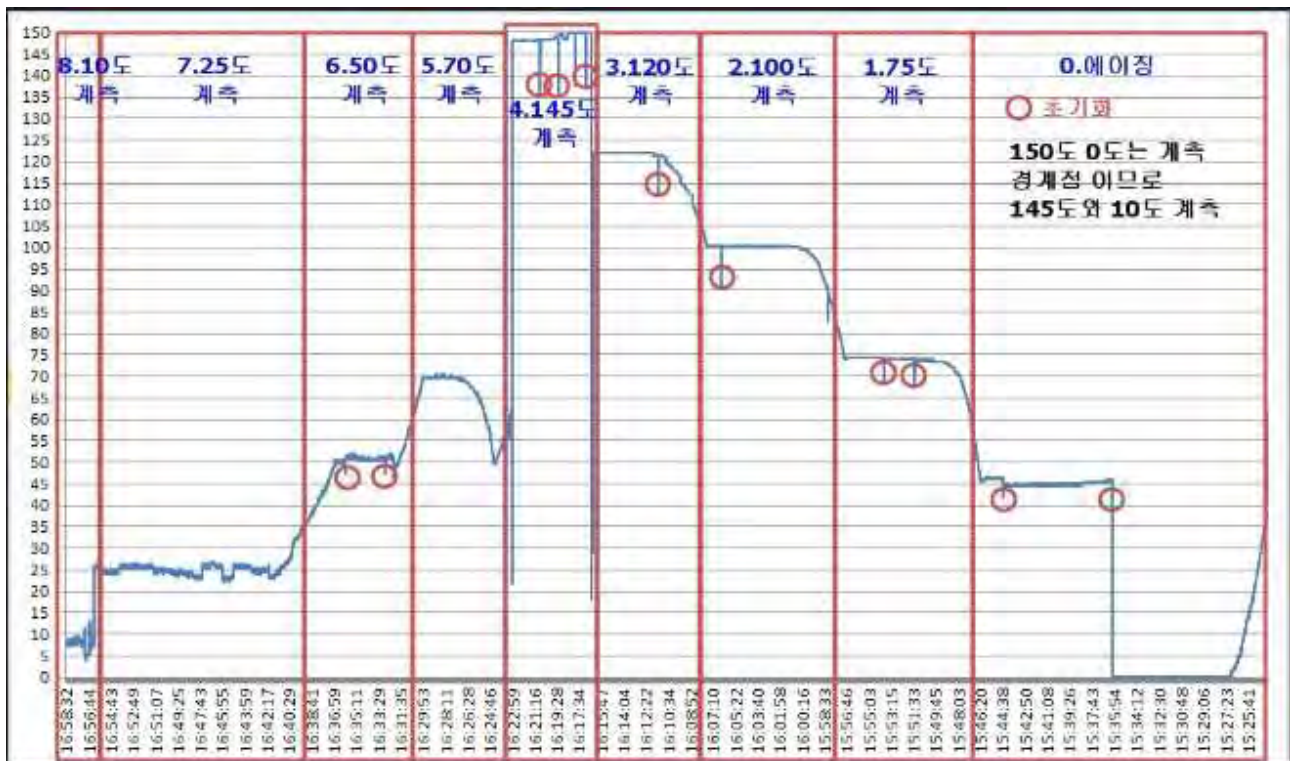
(나) 시험일자 : 2014.10.15.

(다) 계측온도 : 0~150도 범위 내 8 point(10, 25, 50, 70, 75, 100, 120 145)

(라) 계측현장사진



(2) 계측데이터



마. 성적서 발행

교정성적서
CALIBRATION CERTIFICATE

KJAC-KIRA KQ445

발행사 번호 : 1410149282
(2014년 10월 14일)
증리번호 : A911-Y54055
(2014년 10월 14일)

고객명 : (Customer) : 신미정씨(신미정씨)
소재지 : (Address) : 경기도 수원시 권선구 원미동 294-2 (고백동)
주 : (Company) : KSC-AUTO SERVICE
차량번호 : (Vehicle No.) : HSD-AUTO SERVICE
차량회사 : (Manufacturer) : KIA
기타사항 : (Remarks) : HSD-AUTO SERVICE / KQ445

교정일자 : (Date of Calibration) : 2014. 10. 15

교정조건 : (Calibration Conditions)
온도 : (Temperature) : 20.0 ± 0.1 °C
교정장소 : (Location) : 교정기술원주 대표이사

측정불확도 : (Measurement Uncertainty)
교정불확도 : (Calibration Uncertainty) : ±0.001 °C
측정불확도 : (Measurement Uncertainty) : ±0.001 °C
측정불확도 : (Measurement Uncertainty) : ±0.001 °C

교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원
교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원
교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원

교정기술원주 대표이사
Institute of Calibration & Technology Co., Ltd.

제약(137.7) 0.01

교정결과
CALIBRATION RESULTS

KJAC-KIRA KQ445

발행사 번호 : 1410149282
(2014년 10월 14일)
증리번호 : A911-Y54055
(2014년 10월 14일)

고객명 : (Customer) : 신미정씨(신미정씨)
소재지 : (Address) : 경기도 수원시 권선구 원미동 294-2 (고백동)
주 : (Company) : KSC-AUTO SERVICE
차량번호 : (Vehicle No.) : HSD-AUTO SERVICE
차량회사 : (Manufacturer) : KIA
기타사항 : (Remarks) : HSD-AUTO SERVICE / KQ445

교정일자 : (Date of Calibration) : 2014. 10. 15

교정조건 : (Calibration Conditions)
온도 : (Temperature) : 20.0 ± 0.1 °C
교정장소 : (Location) : 교정기술원주 대표이사

측정불확도 : (Measurement Uncertainty)
교정불확도 : (Calibration Uncertainty) : ±0.001 °C
측정불확도 : (Measurement Uncertainty) : ±0.001 °C
측정불확도 : (Measurement Uncertainty) : ±0.001 °C

교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원
교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원
교정비 : (Calibration Fee) : 10,000 원

교정기술원주 대표이사
Institute of Calibration & Technology Co., Ltd.

5. HBD System 종합연동시험 공인시험

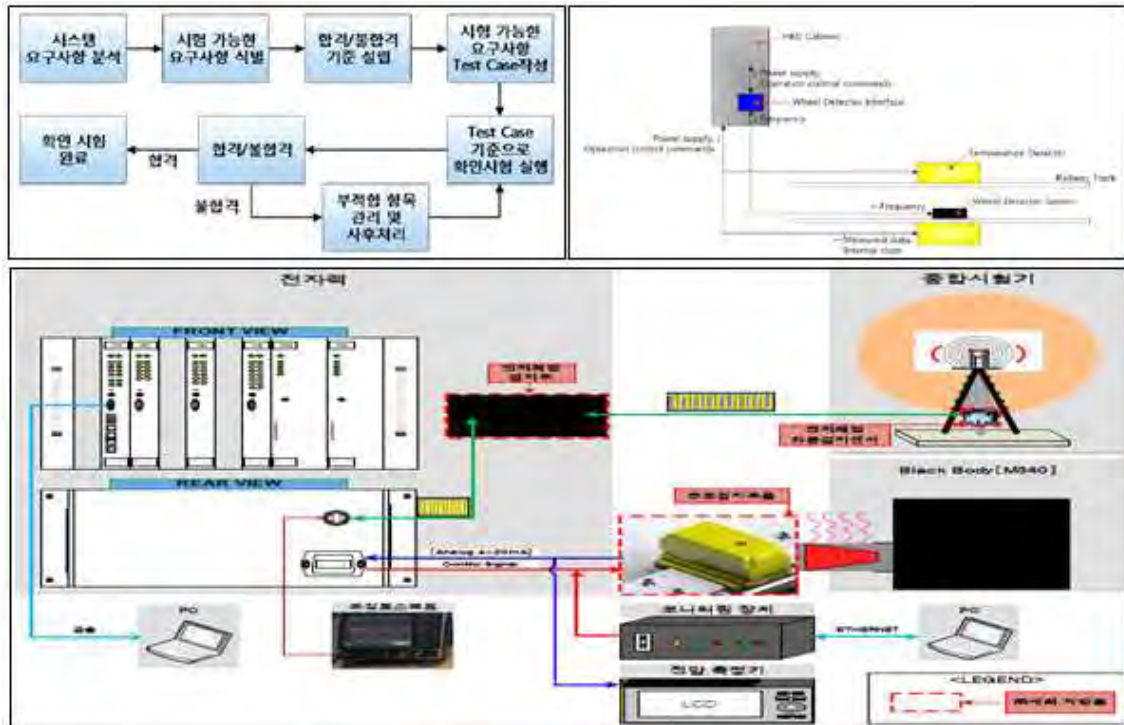
가. 시험목적

HBD의 연구과제의 수행으로 개발된 전자랙과 온도검지모듈 및 전자페달을 연동시험으로서 고속으로 운행하는 열차의 차축 발열부의 온도측정을 통한 성능 검증을 목적으로 한다.

나. 시험 종류

- (1) 전자랙과 온도검지모듈의 온도측정 시험
- (2) 전자랙과 전자페달의 차륜검지 측정 시험
- (3) HBD System 동적 인터페이스 시험

다. 시험구성도 및 시험 환경



[그림 64 HBD System 동적시험 구성도]



[HBD System 동적시험 환경]

라. 시험 결과

전자랙과 온도검지모듈 및 전자페달을 연동시험 결과로서 온도측정시험과 전자페달 차륜검지 시험, HBD System 인터페이스 시험결과 모두 오차 범위 안에 온도측정과 속도별 차륜검지 및 인터페이스 시험 시 온도 및 차륜검지 이상 없는 결과 값 획득.

(1) 전자랙과 온도검지모듈의 온도측정 시험

흑체 (°C)	CH1 온도	CH2 온도	CH3 온도	CH4 온도	평균 온도	오차 범위
30°C	30.5°C	30.5°C	30°C	31°C	30.5°C	±3°C
70°C	70°C	71°C	70.5°C	70.5°C	70.5°C	±1°C
90°C	91°C	89°C	88°C	90°C	89.5°C	±3°C
145°C	145°C	144.5	146°C	146°C	145.5°C	±5°C

(2) 전자랙과 전자페달의 차륜검지 측정 시험

속도	센서1	센서2	1초간 검지회수	검지폭 (시간)	검지간격 (시간)
100km/h	검지	검지	10회	6.52ms	106ms
200km/h	검지	검지	20회	3.76ms	53ms
500km/h	검지	검지	50회	1.66ms	21.6ms

(3) HBD System 동적 인터페이스 시험

속도	전자페달				발열체 설정온도 (속도시험기)	1분간 평균 측정 온도	비고
	센서 1	센서 2	검지 회수 (1초간)	검지폭 (시간)			
100KM/h	검지	검지	10회	6.52 ms	40 °C	41 °C	
300KM/h	검지	검지	30회	2.86 ms	40 °C	39 °C	
500Km/h	검지	검지	50회	1.6 ms	40 °C	37.5 °C	회전속도에 따른 공냉 발생

마. 동적시험 결과 보고서

The image shows two pages of a report titled 'Hotbox System'. The left page is the cover, featuring the Lloyd's Register logo and the title 'Hotbox System Independent Assessment Report For Wheel and Temperature Detector'. The right page is the first page of the report, containing a table of contents and a list of contents.

Table of Contents

Page	Section
1	1. Introduction
2	2. Scope of the Assessment
3	3. Methodology
4	4. Results
5	5. Conclusions
6	6. Recommendations
7	7. Appendix A
8	8. Appendix B
9	9. Appendix C
10	10. Appendix D
11	11. Appendix E
12	12. Appendix F
13	13. Appendix G
14	14. Appendix H
15	15. Appendix I
16	16. Appendix J
17	17. Appendix K
18	18. Appendix L
19	19. Appendix M
20	20. Appendix N
21	21. Appendix O
22	22. Appendix P
23	23. Appendix Q
24	24. Appendix R
25	25. Appendix S
26	26. Appendix T
27	27. Appendix U
28	28. Appendix V
29	29. Appendix W
30	30. Appendix X
31	31. Appendix Y
32	32. Appendix Z

List of Contents

Section	Page
1. Introduction	1
2. Scope of the Assessment	2
3. Methodology	3
4. Results	4
5. Conclusions	5
6. Recommendations	6
7. Appendix A	7
8. Appendix B	8
9. Appendix C	9
10. Appendix D	10
11. Appendix E	11
12. Appendix F	12
13. Appendix G	13
14. Appendix H	14
15. Appendix I	15
16. Appendix J	16
17. Appendix K	17
18. Appendix L	18
19. Appendix M	19
20. Appendix N	20
21. Appendix O	21
22. Appendix P	22
23. Appendix Q	23
24. Appendix R	24
25. Appendix S	25
26. Appendix T	26
27. Appendix U	27
28. Appendix V	28
29. Appendix W	29
30. Appendix X	30
31. Appendix Y	31
32. Appendix Z	32

[Lloyd's Register Rail 평가보고서]

제3장 최종 연구성과 및 적용실적

제1절 개별 연구성과명

1. 개별 연구성과 설명

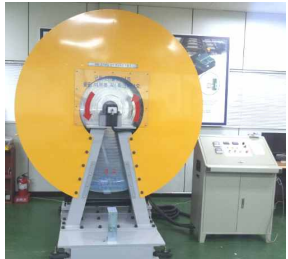
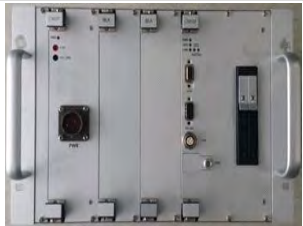
가. HBD 시스템 개발

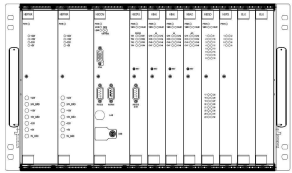
HBD 시스템은 최고 500km/h 고속으로 주행하는 철도차량의 안전운행을 위해 우선 차륜을 인지하는 전자폐달장치 개발, 차축에서 발생하는 온도를 검지하는 온도검지모듈 장치를 개발하고, 그 검지된 데이터를 실시간으로 처리 가능한 전자랙 시스템과 이에 대한 운용 소프트웨어 그리고 전자랙의 안정적인 운용환경을 제공 가능한 외함 제작 기술을 확보할 수 있게 되었다. 또한, 유지보수를 위한 소프트웨어와 기존 HBS 시스템과 별개로 독립적 운용이 가능한 CMS 시스템을 개발함으로써 향후 종합 HBD 시스템 사업에 대한 발판을 마련하게 되었다.

(가) 연구개발 최종결과물

- ① 온도검지모듈 개발자료 및 시제품
- ② 전자폐달장치 개발자료 및 시제품
- ③ 종합시험장치
- ④ 전자랙 개발자료 및 시제품
- ⑤ 전자랙 운용 소프트웨어 및 통신 소프트웨어
- ⑥ 외함 개발자료 및 시제품
- ⑦ 전자랙 공장시험용 단품시험기 및 시제품
- ⑧ CMS 개발자료 및 시제품
- ⑨ CMS 소프트웨어
- ⑩ DIMO 소프트웨어

구 분	내 용	개발품 등
온도검지모듈 개발자료 및 시제품	• 적외선 온도측정 원리분석서 • 온도분포분석 보고서 • 차축발열부 열전달해석보고서 • 적외선 온도모듈 사양서/설계서 • 적외선온도모듈 합체 사양서/설계서 • 적외선광학계 설계/제작보고서 • 적외선센서 온도보상 알고리즘 • 온도검지모듈 전용 PC침묵 시험성적서 • 환경시험성적서	 

구 분	내 용	개발품 등
전자페달장치 개발자료 및 시제품	- 전자페달 기술 분석서 - 전자페달 사양서/설계서 - 전자페달 속도성능 및 온도측정 검증시험 결과서 - 전자페달 단품 시험결과보고서	
종합시험장치 및 모니터링 장치 개발	- 열원발생기 사양서/설계서 - 열원발생기 온도보정 결과보고서 - 성능시험모니터링 사양서/설계서 - 모니터링 시스템 사양서 - HBD 속도종합시험기 사양서/설계서/사용매뉴얼/성능결과보고서 - 온도검지모듈 성능시험기 사양서/설계서	 
외함 개발자료 및 시제품	- 외부 캐비닛 사양서 - 외함 기구 도면	
CMS 개발자료 및 시제품	CMS 기능명세서/시스템 기구도면/제작사양서	
전자랙 개발자료 및 시제품	- HBS 시스템 검토보고서 - HBD 전자랙 구조 검토서 - HBD 전자랙 구성방안 검토서 - HBD 전자랙 도면 - HBD 전자랙 제작 사양서 - HBPWR,HBCOM,HBCPU,HBAI,HBAO,HBDIO,HBPS제작사양서 - HBD-HBS 연동 프로토콜 기술서 - HBS 온도측정값 수치해석보고서 - 전자랙 기구도면	

구 분	내 용	개발품 등
	• HBD 전자랙 시험 절차서/시험결과서 • HBD 연동 프로토콜 기술서 • HBS 프로토콜 DEMON 기술서 • HBD 전자랙/전자페달 연동시험결과서 • 전자랙 단품시험장치 기구도면/사양서/시험기 보드시험결과서/사용설명서 • 환경시험 성적서	

2. 핵심요소기술(Critical Technology Elements)별 성과물

성과물	항 목	기준제품(Ansaldo HOA50S)	연구 개발 목표
차측발열 검지장치 센서모듈	열차속도	3~360Km/h	최고 500Km/h
	검측픽셀(pixel)	1 pixel	4pixels
	측정온도	0℃~140℃	0℃~150℃
	온도의 정확도	0~70℃ 이하 : ±3℃ 70℃ : ±1℃ 70℃~90℃ : ±3℃ 90℃ 이상 : ±5℃	0~70℃ 이하 : ±3℃ 이하 70℃ : ±1℃ 이하 70℃~90℃ : ±3℃ 이하 90℃ 이상 : ±5℃ 이하
	자동보정기능	있음	있음
	동작 온도	-40℃~+70℃	-40℃~+70℃
	무게	13.5kg	13Kg 이내
	차측검지페달	3~360Km/h	최고 500Km/h
차측발열 검지장치 전자랙	Main Clock Speed	8Mhz	50Mhz 이상
	System Bus Width	8 bits	16 bits
	Local Storage	없음	1Gbytes
	Sampling Rate	125Ksps	1Msps 이상
	전류 감지 범위	4 ~ 20mA	4 ~ 20mA

3. 주요 연구성과

철도제어설비는 과거보다 더 많은 운영지식과 기술습득, 시스템 관리의 현대화를 요구하고 있으며, 각종 장애와 오동작 등의 사고위험 가능성이 매우 증가되고 이러한 요인은 외산 제품의 국산화 및 RAMS를 적용한 제품 개발로 열차의 안전운행과 효율적인 보수 체계 구축을 요구하고 있다.

이를 반영하여 국산화 HBD 개발을 목표로 본 과제를 수행함에 있어 기술적인 성과로서는 발열측정의 안정성 확보를 위한 다중 측정 구조를 갖추었다는 점이다. 기존 국내에서 설치된 제품은 단일 픽셀을 사용하여 장애발생에 따른 오류가 발생하였으나, 다중 픽셀 센서 도입으로 인한 온도 측정 데이터에 대한 신뢰성 및 정확도를 확보한 점은 큰 기술적인 성과라고 볼 수 있다.

또한 전자랙의 CPU의 클럭 스피드가 기존 안살도 제품의 8Mhz에서 50Mhz로 상향 개발하여 시스템의 연산능력을 비약적으로 향상시킨 점, 센서 인터페이스 보드에 적요된 AD 변환 채널의 정밀도를 12bits로 확장 적용한 점은 시스템의 측정 정밀도를 향상시킨 것으로 볼 수 있다.

국내에서 설치운용중인 제품은 고속열차 차량 속도 360km/h에 적합하게 설계된 제품이지만, 개발된 제품은 최소 2배 이상의 주파수를 상향 조절(10kHz 이상 확보)하여 500km/h 속도에서도 차축을 센싱하는 등 추후 국내 철도 초고속화에 더 큰 힘을 실어줄 수 있다고 본다. 그리고 유지보수 측면에서의 기술적인 성과로는 배터리 전원을 이용한 열원발생기 개발을 들 수 있는데 이는 HBD IR센서의 이상 유무를 체크하기 위해 개발된 것으로 기존 열원발생기가 AC전원이 있어야 하는 불편함을 없앴으며 외형크기를 기존보다 축소시키고, Low Battery를 인지하여 충전 알림기능을 갖추었다. 추가로 기존 노트북 등으로 운용되던 유지 보수용 컴퓨터를 전자랙 보드로 개발하면서 유지보수 시 별도의 노트북 지참이 불필요하고, 특히나 전자랙은 기존에 일체형 덮개로 설계되어 있던 부분을 전면 LED등으로 변경하면서 제품의 동작 상태를 확인 가능하게 하여 현장에서 유지보수 시간을 단축시킬 수 있었다.

가. 특허성과 (출원 5건, 등록 3건)

출원된 특허의 경우					등록된 특허의 경우				
출원 연도	특허명	출원인	출원국	출원 번호	등록 연도	특허명	등록인	등록국	등록 번호
'13	온도검지모듈 성능시험기	한국 철도 공사	대한 민국	10-2013- 0131511	'14	온도검지모듈 성능시험기	한국 철도 공사	대한 민국	10-1373 286
'13	HBD종합속 도시험기	한국 철도 공사	대한 민국	10-2013- 013153	'14	HBD종합속 도시험기	한국 철도 공사	대한 민국	10-1387 017
'13	HBD전자랙의 차축온도검출 장치 및 그 방법	한국 철도 공사	대한 민국	10-2013- 0131515	'14	HBD전자랙의 차축온도검출 장치 및 그 방법	한국 철도 공사	대한 민국	10-1387 018
'14	HBD 온도검지모듈 고정 금구	한국 철도 공사	대한 민국	10-2014- 018882					
'14	HBD 철도차량의 차륜검지장치	한국 철도 공사	대한 민국	10-2014- 0180881					
합계(출원) : 5건					합계(등록) : 3건				

나. 국내·외 학술대회 게재 및 발표

등록일	프로그램 제호	등록번호	저작자	등록기관
2014.12	HBD(에이치비디)중앙감시프로그램	C-2014-030600	한국철도공사	한국 저작권 위원회

다. 국내·외 학술대회 게재 및 발표

(1) 국내 논문게재(1건)

게재일	논문제목	저자	학회	국내외 구분
2012.12	자기장 변화에 따른 전류 위상차를 이용한 열차 위치검지 장치	최재식 외 2	한국철도학회	국내

(2) 국제 논문발표(1건)

게재일	논문제목	저자	학회	국내외 구분
2012.09	A Study on Development Basic Specification of HBD for 500kmh high speed	최재식 외 4	STECH	국외

(3) 국내 논문발표(9건)

발표일	논문제목	저자	학회	국내외 구분
2012.05	고속열차용 차축발열검지장치 개발 사양에 관한 연구	최재식 외 4	한국철도학회	국내
2012.10	차축카운터(Axle Counter)를 이용한 열차검지장치와 연동장치간 인터페이스에 관한 연구	최재식 외 5	한국철도학회	국내
2013.05	차축발열검지를 위한 4픽셀 적외선 디텍터 광학계에 관한 연구	임재우 외 5	한국철도학회	국내
2013.05	회전체를 이용한 HBD 속도 시뮬레이션 장치 개발에 관한 연구	신진호 외 5	한국철도학회	국내
2013.06	차축발열검지시스템의 HBS와 선로변장장치간의 연동규격 연구	강승식 외 4	한국통신학회	국내
2014.04	차축온도검지장치의 정확한 위치검지를 위한 차축카운터 설계연구	최재식 외 3	대한기계학회	국내
2014.05	차축발열검지장치온도검지모듈의 외기온도에 따른 온도오차분석 연구	최재식 외 3	한국철도학회	국내
2014.10	고속이동체 온도검측을 위한 적외선 온도보상 알고리즘에 관한 연구	최재식 외 3	한국철도학회	국내
2014.10	자기장센서를 이용한 비접촉식 고속열차 차축위치 검지 특성 연구	신진호 외 3	한국철도학회	국내

라. 홍보

(1) 2012 기술혁신페스티벌 참가

- 일자 및 장소 : 2012.11.28.(수) ~ 11.30.(금) / 한국철도공사 1,2층
- 참석 : 국토부, 국토교통과학기술진흥원, 한국철도공단, 한국철도기술원 등
- 내용 : 연구단 주관 하에 시제품 및 패널 전시(고속열차용 차축발열검지장치 시스템 일부)

4. 기술 실시 및 적용사례

가. 현장설치를 위한 운영기관 안전성 검증 실시를 위한 준비

현장설치를 위해 운영기관인 한국철도공사에서의 안전성 검증을 위해 안전성 검증 시행지침 및 아래 안전성 검증 시행절차에 따라 진행하였고, 안전성 검증 조치결과에 따라 일부 내용을 보완하는 등 이를 통해 현장에 HBD 개발품을 설치하여 시험 중에 있다.

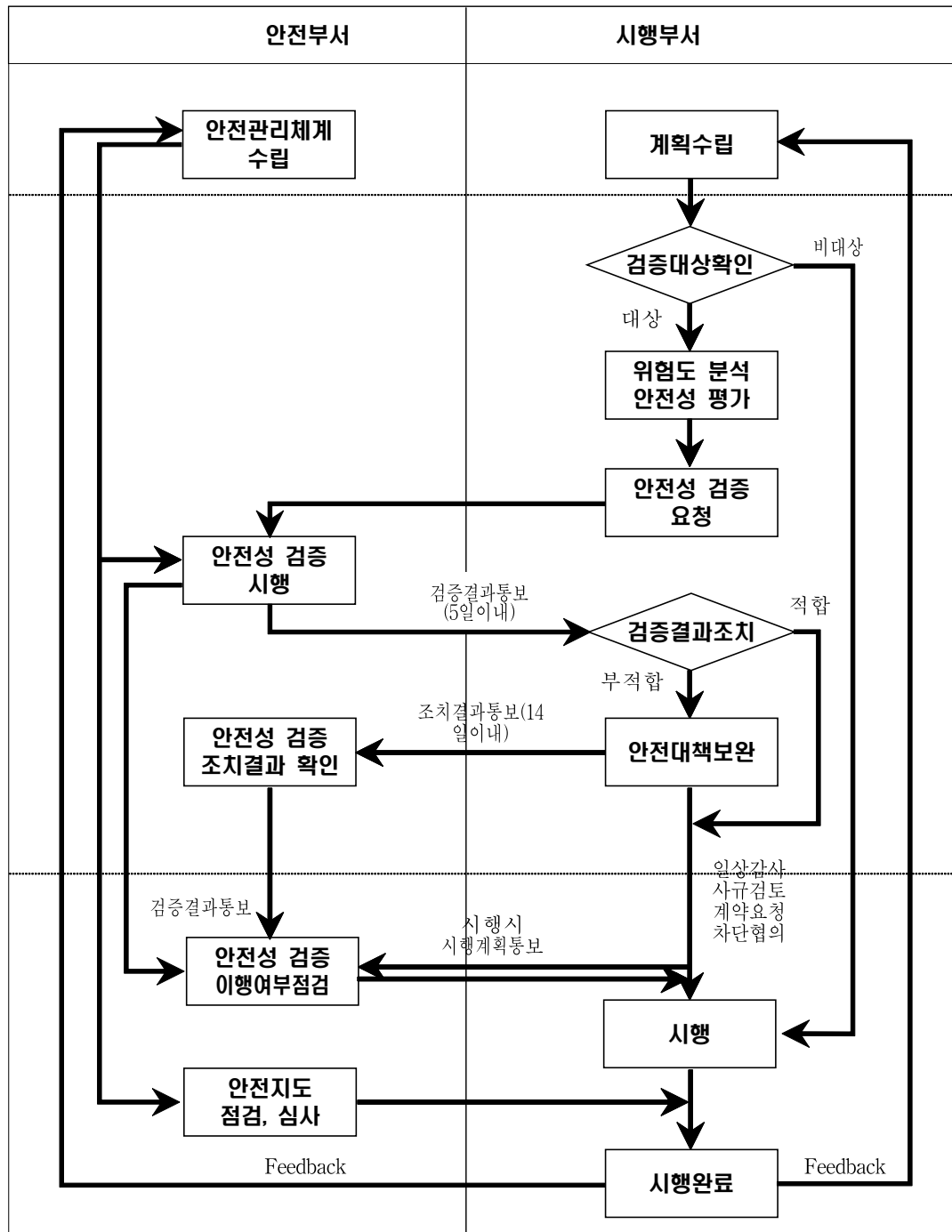


그림 65 안전성 검증 시행절차(한국철도공사 안전성검증시행지침 2013.8.13.)

국영형책 KORAIL

KORAIL **한국철도공사** **경영이사**

수신자 수신자장소
(경유)

제목 「고속열차용 차축발열검지장치 현장부설시험」 안전성검증 결과(No 154) 결과 알림

1. 연구원 기술연구차-978(2014.05.12)호 관련입니다.

2. 「고속열차용 차축발열검지장치 현장부설시험」과 관련하여 불임과 같이 안전성 검증 결과를 알려드리니 열차운행 지장 및 안전사고가 일어나지 않도록 보완사항을 조치하여 회신하여 주시기 바라며, 안전성 검증 미흡사례 확인을 위하여 착수시 우리본부로 알려주시기 바랍니다.

붙임 : 안전성 검증 결과서(No 154) 1부, 끝.

한국철도공사 **안전**

수신자 : 안전기획처장 한국철도공사연구원장

발신 발신처 부발 안전기획처장 안전 154번

참조자

시행 안전기획처-2818 (2014.06.27) 접수 기술연구차-978

☎ 900-720 대관당역시 문구 중앙로 241 www.korail.co.kr

전화 042-615-3880 /전송 02-961-8387 /공계

안전성 검증 결과서

요청부서	연구원 기술연구차	접수일자	2014.05.13	검증번호	154
대 상	고속열차용 차축발열검지장치 현장부설시험				

1. 개 요

가. 목적 : 고속열차용 차축발열검지장치의 국제 안전규격 개발과 현장시험을 통한 신뢰성 입증에 통하여 국가 R&D 사업의 성공적인 완수 및 국산화 개발

나. 근거 : 안전성 검증 시행지침 제5조 및 별표3
* 선기술, 선공법 적용 공사 및 용역

다. 주요내용

1) 대상 : 경부고속선 문곡~신탄간 하선

2) 기간 : 착수일로부터 7개월('14.5~'14.12)

3) 내용

공 사 종 류	참 소	단위	수량
1 차축발열검지장치 철거 및 설치	문곡~신탄간 하선	Set	1
2 PC침목 철거 및 설치	#	개	2
3 감속장비 설치 및 모니터링	#	Set	1
4 차축발열검지장치 시험 및 점검	#	Set	1

2. 검증결과 : 보완사항 7건

검 증 내 용	결 과
① 법령, 사규 등에서 요구한 시험의 준수	보 완
② 공사종류별 위험등급(0등급) 지정 및 관리	보 완
③ 위험성 분석 및 안전성 평가	보 완
④ 위험성 평가 대상 리스트에 기록된 작업의 위험성 평가표 작성 등	보 완
⑤ 업무절차 및 협의사항	보 완
⑥ 이해관계도에 관련 부서별 업무협의 내용 추가	보 완

검 증 내 용

검 증 내 용	결 과
① 동종/유사 사고예방	보 완
② 고속선 작업시 발생한 사고사례 추가	보 완
③ 열차운행 안전에 관한 사항	보 완
④ 공사감독자, 건설기술자 현장 공백 방지대책 마련 등	보 완
⑤ 산업안전에 등관한 사항	보 완
⑥ 중량물 취급, 근과격에 부담작업 등의 위험방지기준 명시	보 완
⑦ 안전성검증 체크리스트에 관한 사항	보 완
⑧ 작업 전후 차단작업 승인·해제 확인 추가	보 완

3. 검증한 내용 및 보완사항

① 법령·사규의 요구사항 준수에 관한 사항

- 열차운행선로 지장작업 업무지침, 신호제어설비 유지보수지침, 열차운행선 공사 안전관리 대책 등에 의하여 시행
- 토목시설차-226(2013.01.24) "열차운행선 공사 안전관리 대책"에 근거하여 안전관리계획서에 공사 특성을 감안한 위험등급 미설정

< 보완사항 ① >

● 안전관리 계획서에 위험등급(0등급) 선정 및 관리

② 위험성 분석 및 안전성 평가에 대한 사항

- 차축발열검지장치, PC침목 등 철거 및 신설에 대하여 7개 작업 공정별로 나누어 위험도 평가 대상 리스트를 작성하였으나 위험성 평가표는 차축발열검지장치 설치 작업만 작성하고 기타 6가지 작업에는 위험도 평가표를 작성하지 않았음.
- 위험성 평가표를 작성함에 있어 4M(인적, 물적, 환경적, 관리적) 기법을 적용하지 않았고 차단작업 및 열차감시에 대한 안전대책 미흡.

< 보완사항 ② >

● 위험성 평가 대상 리스트에 기재된 작업에 대하여 위험성평가표를 작성

● 위험성 평가표 작성시 4M기법을 활용하고 차단작업 등의 개선대책 필요

③ 업무절차 및 협의에 관한 사항

- 업무처리절차서에 시험부설 계획수립부터 철거 및 정리까지의 업무처리절차를 명시하여 업무흐름 파악에 적합.
- 이해관계도 작성에 있어 관련 부서별 업무협의 내용 누락

< 보완사항 ③ >

● 이해관계도에 관련 부서별 업무협의 내용 추가

④ 동종/유사업무 시행 중 사고 예방에 관한 사항

- 고속선 작업시 발생한 동종 및 유사 사고사례가 마련되어 있지 않음.

< 보완사항 ④ >

● 고속선 작업시 발생한 사고사례를 추가하여 철도안전사고 예방

⑤ 열차운행 안전에 관한 사항

- 안전계획서에 안전보건관리업무, 열차감시원·공사감독자·안전관리자 배치, 안전교육 실시, 안전점검, 작업단계별 안전관리 방안을 마련하였음.
- 공사감독자, 건설기술자(현장대리인, 안전관리자)의 현장 공백 방지대책이 마련되어 있지 않았고 B급 공사에 맞게 월 1회 관련부서와 합동점검 시행.

< 보완사항 ⑤ >

● 토목시설차-226(2013.01.24) "열차운행선 공사 안전관리 대책"에 근거하여 공사감독자 및 건설기술자 현장 공백 방지대책을 마련하고 월 1회 합동점검 시행

⑥ 산업안전에 관한 사항

- 중량물 운반에 따른 위험방지 기준이 마련되어 있지 않음

그림 66 안전성검증 결과 보고서

나. 현장설치

한국철도공사 안전계획처-2818(2014.05.27.)호에 근거하여 2014.6.26.~2014.6.28. 사흘에 걸쳐 경부고속 1단계 문곡~신탄진간 하선 HBD261[140k134]에 설치하였고, 실제 운용 환경에서 신규 HBD 시스템의 차축온도검지 기능에 대한 검증 및 기존 HBD 시스템과의 측정 데이터 비교를 통한 시스템 성능 검증을 진행하고 있다.

(1) 현장시험설치 1일차

현장시험부설(1일차) 결과보고

'14. 6. 24

연구원 기술연구처 최재식 (☎4710)

□ 목 적

- 국가 R&D 철도기술연구 사업으로 추진 중인 “고속열차용 차축발열 검지장치 개발” 과제의 개발품에 대한 현장설치 및 시험하기 위함

※ 관련근거 : 기술연구처-1218호('14.06.13) 「차축온도검지장치 개발품 현장부설 시험 계획 알림」

<현장부설 및 시험 계획>

- 설치장소 : 문곡~신탄진 간 HBD261(140k134)
- 시험기간 : '14. 06. 24. ~14. 12. 30.(6개월)
- 설치수량 : PC침목(2개), HBD 개발품(전자랙 1, 센서 2, 전자페달 1, 모니터링설비)

□ 작업개요

- 일 시 : 2014. 06. 24, 01:30~04:30
- 작업자 : 연구원 차장 최재식 외 3명, 선임장 유연춘 외 1명,
(주)세화 조상기 외 12명, 오송시설사업소장 김한집
- 작업내용
 - 기존 PC 침목 철거 및 교체(2개), 다짐작업 등
 - 기존 구 제어함 철거 및 설치장비를 위한 동작전원 및 표시회선 확인

□ 향후일정

- '14.6.25(2일차) : 온도모듈센서, 전자페달, 전자랙 설치 및 케이블 포설
- '14.6.26(3일차) : 각 개발품 케이블 접속 및 동작상태 모니터링

※ 모니터링 설비는 문곡 기계실에 설치, 주1회 데이터 수집하여 기존HBD와 온도비교

□ 관련사진



현장시험부설(2일차) 결과보고

'14. 6. 25

연구원 기술연구처 최재식 (☎4710)

□ 목 적

- 국가 R&D 철도기술연구 사업으로 추진 중인 “고속열차용 차축발열 감지장치 개발” 과제의 개발품에 대한 현장설치 및 시험하기 위함

※ 관련근거 : 기술연구처-1218호('14.06.13) 「차축온도감지장치 개발품 현장부설 시험 계획 알림」

<현장부설 및 시험 계획>

- 설치장소 : 문곡~신탄진 간 HBD261(140k134)
- 시험기간 : '14. 06. 24. ~ 14. 12. 30. (6개월)
- 설치수량 : PC침묵(2개), HBD 개발품(전자랙 1, 센서 2, 전자페달 1, 모니터링설비)

□ 작업개요

- 일 시 : 2014. 06. 25, 01:30~04:30
- 작업자 : 연구원 차장 최재식 외 2명, 선임장 김원태 외 2명
(주)세화 조상기 외 12명, 오송전기사업소 전기장 박정기
- 작업내용
 - HOA1 센서 구 제어케이블 철거 및 개발품 센서 취부
 - 접속함(DCT2648) ~ 전자랙간 제어 케이블 포설
 - 저압배전반 ~ 전자랙간 전원선 포설
 - 문곡기계실 모니터링 설치 위치 및 케이블 확인

□ 향후일정

- '14.6.26(3일차) : 각 개발품 케이블 접속 및 동작상태 모니터링

□ 관련사진



개발품 센서 취부



제어케이블 포설



전원케이블 포설

현장시험부설(3일차) 결과보고

'14. 6. 26

연구원 기술연구처 최재식 (☎4710)

□ 목 적

- 국가 R&D 철도기술연구 사업으로 추진 중인 “고속열차용 차축발열 검지장치 개발” 과제의 개발품에 대한 현장설치 및 시험하기 위함

※ 관련근거 : 기술연구처-1218호('14.06.13) 「차축온도검지장치 개발품 현장부설 시험 계획 알림」

<현장부설 및 시험 계획>

- 설치장소 : 문곡~신탄진 간 HBD261(140k134)
- 시험기간 : '14. 06. 24. ~ 14. 12. 30.(6개월)
- 설치수량 : PC침목(2개), HBD 개발품(전자랙 1, 센서 2, 전자페달 1, 모니터링설비)

□ 작업개요

- 일 시 : 2014. 06. 26, 01:20~04:30
- 작업자 : 연구원 차장 최재식 외 1명, 선임장 김원태 외 1명
(주)세화 조상기 외 11명, 오송전기사업소 전기장 박정기 외 1명
- 작업내용
 - 개발품 전원 사용을 위한 저압배전반에 전용차단기(50A) 설치
 - 개발품 센서(HOA2), HBD랙, 전자페달 설치
 - 기계실 조건 삽입 및 단말랙 제어, 통신 케이블 포설
 - 문곡 기계실내 모니터링 설비 설치

□ 향후일정

- 전자페달 튜닝작업(열원발생기를 통한 온도측정 포함)
- 현장 및 모니터링 설비 정기적 점검 및 확인(일정협의 후 시행)

□ 관련사진



온도검지모듈 설치



전자페달 설치



전자랙 설치

제4장 연구목표 달성 및 효과

제1절 연구개발 최종목표 달성도

구 분	항 목	기준제품(Ansaldo HOA50S)	연구 개발 목표
차측발열 검지장치 센서모듈	열차속도	3~360Km/h	최고 500Km/h
	검측픽셀(pixel)	1 pixel	4pixels
	측정온도	0℃~140℃	0℃~150℃
	온도의 정확도	0~70℃ 이하 : ±3℃ 70℃ : ±1℃ 70℃~90℃ : ±3℃ 90℃ 이상 : ±5℃	0~70℃ 이하 : ±3℃ 이하 70℃ : ±1℃ 이하 70℃~90℃ : ±3℃ 이하 90℃ 이상 : ±5℃ 이하
	자동보정기능	있음	있음
	동작 온도	-40℃~+70℃	-40℃~+70℃
	무게	13.5kg	13Kg 이내
	차측검지페달	3~360Km/h	최고 500Km/h
차측발열 검지장치 전자랙	Main Clock Speed	8Mhz	50Mhz 이상
	System Bus Width	8 bits	16 bits
	Local Storage	없음	1Gbytes
	Sampling Rate	125Ksps	1Msps 이상
	전류 감지 범위	4 ~ 20mA	4 ~ 20mA
	AD정밀도	10 bits	12 bits

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치
1차년도	HBD시스템 Intergration	HBD 기술조사분석	보고서 (기존시스템 기술 분석서)	1매	10%
	적외선 차측온도 검지장치	적외선 온도검지모듈	사양서/설계서	1매	10%
		방진 및 환경대응 합체	사양서/설계서	1매	10%
	전자페달 개발	시스템 사양서 및 설계	사양서/설계서	1매	7%
	열원발생기	시스템 사양서 및 설계도면	설계서	1매	3%
	종합 시험장치	성능시험장치	사양서/설계서	1매	5%
		모니터링시스템	사양서/설계서	1매	5%
	전자랙/외함 기존구조 파악 및 기본 상세설계	외함 설계도면	설계도면 건수	1건	10%
		전자랙 설계도면	설계도면 건수	1건	20%
		보드별 제작 사양서	사양서 건수	5건	10%
	논문	학술대회 발표, 논문	학술회의(학회)발표건수	2회	10%
	소 계				100%
2차년도	HBD시스템 Intergration	통합시험 절차서 및 평가(안)	설계도	1매	5%
	적외선 차측온도 검지장치	적외선 온도검지모듈 제작	시제품 제작건수	2건	10%
		방진 및 환경대응 합체 제작	시제품 제작건수	2건	10%
	전자페달 개발	시스템 제작	시제품 제작건수	2건	10%
	종합 시험장치	성능시험 장치 제작	시제품 제작건수	1건	5%
		모니터링시스템 제작	시제품 제작건수	1건	5%
	전자랙/ 외함 시제품 제작 및 검증	외함 시제품 제작	시제품 제작건수	2건	10%
		전자랙 시제품 제작	시제품 제작건수	2건	15%
		단품 시험장치 시제품 제작	시제품 제작건수	2건	5%
		EMI, EMC	환경시험 성적서	1건	7%

연차 (단계)	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	가중치
	논문/특허	환경시험			
		학술회의 발표, 논문	학술회의(학회)발표건수	3건	11%
		특허 출원건수	총 출원건수	3건	7%
	소 계				100%
3차년도	HBD시스템 Intergration	시험결과서 작성 사용자매뉴얼 작성	성적서, 매뉴얼(완료)	1매	9
		통합시험 성능평가	보고서(완료)	1매	9
		RAM 안전활동평가	보고서(완료)	1매	7
		온도측정값 수치해석	보고서(완료)	1건	5
		유지보수매뉴얼 작성	매뉴얼(완료)	1건	5
		규격서 작성	규격서(완료)	2건	9
	시스템 설치품 보완	온도검지 및 전자페달 제작	시제품 제작건수(완료)	2건	5
		체결금구 제작	시제품 제작건수(완료)	2건	5
		CMS 시제품 제작	시제품 제작건수(완료)	1건	5
	현장 통합시험	현장통합시험을 통한 안전성 확보	보고서 작성건수(완료)	1건	6
		성능평가기준 확립 및 매뉴얼 작성	보고서 제작건수(완료)	2건	5
		설계결과의 현장적용	현장적용 건수 (완료)	1건	8
	소프트웨어 등록	소프트웨어 등록	소프트웨어 등록 건수 (완료)	1건	7
	논문	학술회의 발표, 논문	학술회의(학회)발표건수 (완료)	2건	7
	특허	특허 출원건수	총 출원건수(완료)	2건	8
	소 계				100

제2절 연구개발 성과의 효과 분석

철도선진국에서는 오래전부터 안전설비 장치인 HBD를 개발하여 효율적으로 열차를 운행하고 있으며, 우리나라에서의 국내 설치는 2000년 1월 경부고속선 1단계구간 7개소와 2010년 11월 경부고속선 2단계구간에 5개소를 설치하여 운영하고 있으나, 시스템의 오작동 및 고장에 따라 기관사가 고속열차를 정차한 후 차축온도를 실측 및 조치하는 등 운용상의 문제점을 가지고 있다.

이에 따라 국가R&D 「고속열차용 차축발열검지장치 개발」 과제를 통해 HBD를 국산화함으로써 이제는 안전설비의 수입국이 아니라 국내·외에 판매가 가능한 독자적인 핵심기술을 확보함으로써 경제적인 부가가치도 창출할 수 있게 되었다.

1. 기술적 효과

- 현재 적용기술은 고속철도차량 속도가 360km/h일 경우이며, 개발품은 500km/h 속도를 만족하기 위하여 최소 2배 이상의 주파수를 상향 조절하는 등 성능 향상(10kHz 이상 확보)
- 온도검지 신호를 전자랙에 직접 송부할 경우 Analogue Noise가 발생하는 것을 내부 CPU모듈 탑재를 통한 온도 데이터 검출로 데이터를 안정화
- Ansaldo HOA50S의 경우 1pixel의 검측픽셀을 사용하고 있으나, 개발품에서는 다중 픽셀 센서 도입으로 온도 측정 데이터에 대한 신뢰성 및 정확도를 확보
- 진동가속도센서를 이용한 진동감시 및 회전모터 감시기능을 추가로 삽입하여 사전에 사고를 예방
- 적외선 온도전달방식을 기존 전압 값에서 전류 값으로 개선하여 외부 잡음특성을 감소시키는 기술력
- 침목체결형 구조 및 진동패드 설계로 진동으로부터 시스템의 안전성 확보
- 전자랙의 CPU의 클럭 스피드가 기존 안saldo 제품의 8Mhz에서 50Mhz로 상향 개발하여 시스템의 연산 능력의 향상
- 전자랙 시스템 버스를 기존 8bits에서 16bits로 확장 적용하여 데이터 전송에 걸리는 시간을 단축시키는 효과
- 페달 및 센서 인터페이스용 기능보드마다 DSP를 별도 적용하고 로컬 메모리를 확보하여 시스템의 데이터 처리 용량 및 저장 용량을 향상
- 센서 인터페이스 보드에 적용된 AD 변환 채널의 정밀도를 12 bits로 확장 적용하여 시스템 측정 정밀도를 향상

- 기존 노트북 등으로 운용되던 유지보수용 컴퓨터를 전자랙내 보드로 개발하여 유지보수 시 별도의 노트북 지참 불필요하게 하는 등 유지보수자 편의성 고취

2. 경제적 · 사회적 효과

- 국가R&D사업을 통한 고속열차용 차축발열검지장치 개발로 국내 운영기관에 판매할 경우 수입대체효과는 약 86억원으로 수입품의 70% 수준이다. 아래의 표는 2004년부터 경부고속선 1단계 구간의 차축발열검지장치의 고장으로 인한 설비교체 현황을 나타낸 것으로서 연도별로 시스템 불량으로 인한 부품 교체와 이에 따라 유지보수를 위한 예산 낭비 현황을 보여주고 있다. 아울러 경부고속철도 1단계 구간에 설치된 HBD는 제품 단종으로 구매가 불가하여 제작사에서 수리하여 사용하고 있으나, 차축발열검지장치의 반출 수리기간이 평균 6개월 이상 소요되어 열차의 안전운행 및 유지보수에 차질을 초래하고 있으며, 제작사에서는 고장 및 수리내역과 관계없이 수리비를 일괄로 적용함 및 HBS 시스템 계수비용에 따라 많은 비용이 발생되고 있다. HBD 국산화를 통한 국내 적용 시 이러한 유지보수 비용 부담은 연간 7.2억원으로 비용 절감 효과를 볼 수 있을 것이다.

- HBD 지상장치

[단위 : 건수]

품 명	계	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (6월)	비 고
HBD 전자랙	20	4	4	3	4	-	3	2	-	
HBD 센서	75	3	13	3	9	4	13	10	11	

- HBD관련 차량고장건수 및 소요비용

[단위 : 건수 / 천원]

품 명	계	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (6월)	비 고
발생건수	279	4	12	7	39	83	23	52	59	
소요비용	1,674,000	24,000	72,000	42,000	234,000	498,000	138,000	312,000	354,000	

- 더불어 본 기술개발은 비용투자에 대한 부담은 크나, 고속철도 차축온도검지장치 고장 발생 또는 오정보시 고속열차 정상운행이 불가하기 때문에 안전운행 확보를 위해서 현장에 적용되어 운용되어야 하는 제품으로 국산화를 통해 구매비용, 유지보수 비용 및 쾌적하고 안전한 고속철도 대중교통서비스의 제공이라는 공익적인 측면을 고려한다면 경제적인 면과 더불어 사회적인 긍정적인 효과도 기대할 수 있다고 본다.

3. 정책적 효과

- 박근혜 정부의 연구개발 투자 방향 기본 목표는 “과학기술을 통한 국민 삶의 질 향상과 창조경제 구현”임에 따라 안전설비 개발을 통한 사전예방유지보수를 시행하여 고속 철도 안정적인 운영을 통해 국민의 삶의 질을 향상시켰다.
- 정부 R&D 투자 효율성 제고 및 강소중소기업 육성을 위해 본 과제는 관련분야 2개의 중소기업이 적극 참여함으로써 경쟁력 있는 우주중소기업으로의 발돋움을 하였다고 본다.
- 또한 국토부의 녹색기술과 청정에너지로 신성장동력과 일자리 창출 정책 부응을 위해 본 과제를 시행함으로써 친환경적인 첨단 철도 교통수단의 운용에 기여하였다.
- 국토부의 “국민안전 확보를 위한 교통시설 안전투자 강화”를 위해 본 과제를 시행함으로써 열차 운행중단 예방에 기여하였다.
- 정부는 도로위주에서 철도분야의 투자를 확대하였고, 철도의 효율적 운영을 위한 철도 R&D에 적극 투자하고 있는바 본 과제도 철도의 효율적 운영 R&D에 반영되어 추진되었다고 본다.

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제1절 연구성과 향후 활용방안

1. 개발된 기술을 활용한 사업화 방안

가. 제품개발 및 신뢰성(Reliability)인증 확보 계획

(1) 제품 개발 계획

1단계 차측발열검지장치기술 분석	2단계 설계/해석/시제품	3단계 제품화인증 (현장시험포함)
●차측발열검지장치 기술 분석 - 국내적용제품 - 해외적용 및 개발제품 ●현장조사 및 기능분석 - 운영기능의 이해 - 현장설치 조건 검토 - 선로환경조건 분석 - 유지보수성 검토 ●타설비 인터페이스 - 연동장치 인터페이스	●시스템개념 설계 - 해석데이터 확보 - 기능해석 - 제품 파트별 강도 ●시물레이션 및 목업 제작 - 파트별 종합 - 해석틀에 의한 종합 해석 - 파트 부분품 시험 ●목업제작 및 성능테스트 - 제품제작 - 각종성능 분석 (측정 및 검지능력)	●시제품 제작 - 기능 확인/성능자체확인 - 기술적 환경조건 투입 ●공인기관 시험 - 환경대응 시험 ●현장부설 - 수요부서 협의 후 설치 - 현장검증 및 제품 완료

(가) 1단계 차측발열검지장치 기술 분석

국내외 차측발열검지장치(HBD) 기술 분석을 통한 현황 및 기능을 분석하여, 핵심 기능에 대한 분석 상호 비교검토를 하며, 국외 관련 업체의 HBD 제작 기술수준에 대한 조사와 개발 중인 제품에 대한 동향과 성능을 파악하도록 한다. 실제로 국내 적용되는 HBD는 조건이 다양하나, 개발되는 제품은 모든 조건을 만족시킬 수 있되, 타설비와의 인터페이스 부분도 염두에 두어야 한다.

(나) 2단계 설계/해석/시제품 제작

기준 확정 후 설계 및 시물레이션을 통한 검증이 필요하며, 각 파트별 부분품 성능 및 시험이 필요하며, Mock up 제작을 통해 설계에 대한 재검증이 필요하되 통합 제작, 제품의 측정 및 검지능력을 확인하도록 한다.

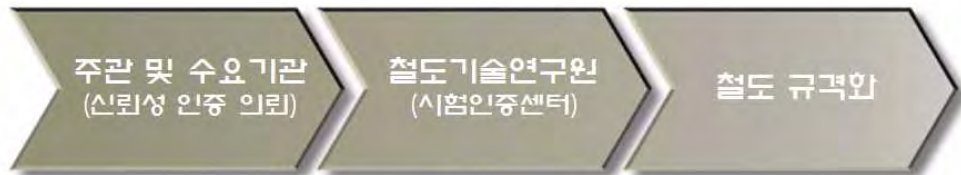
(다) 3단계 제품인증(현장시험)

제품의 기능 및 성능을 확인하고, 기술적인 환경조건을 투입한 시험을 공인된 기관에 검증을 요청하고, 추후 현장 부설을 위해 수요부서와의 협의를 통해 설치하도록 한다. 이 후 현장검증을 통해 제품은 실제로 완성된다고 볼 수 있다.

(2) 신뢰성 (Reliability) 인증 확보 계획

(가) 수요기관 테스트 요건

국내 고속 철도에 설치 완료된 HBD(차측발열검지장치) 시험 규격을 동등이상 조건으로 테스트 하여 문제점이 없도록 개발되어야 하며, 고속철도 시범설치 현장에 적용하여 시험운행 하였을 시 문제점이 없도록 제작되어야 한다.



[제품 시험인증 및 철도규격화 흐름도]

나. 양산 및 판로 확보 계획

(1) 제품 양산계획

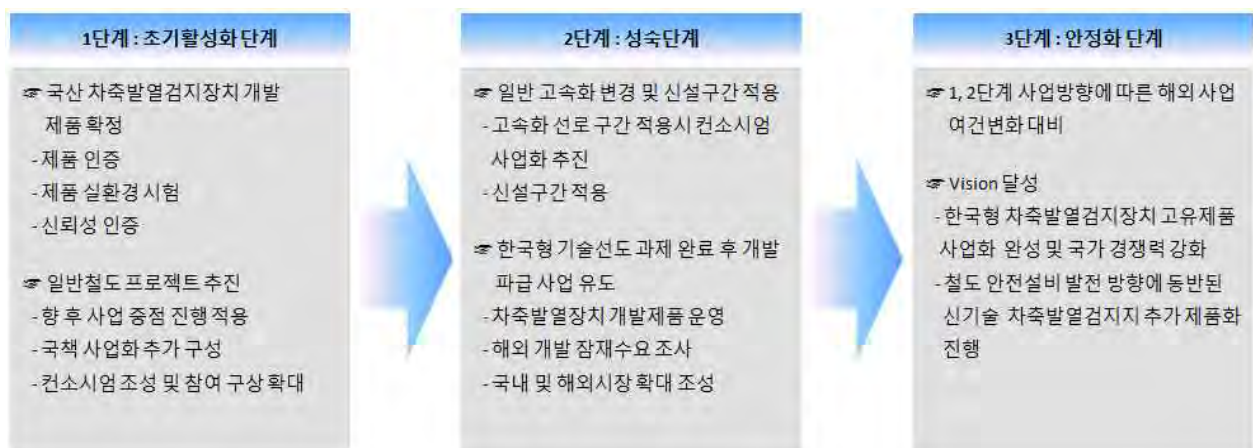
본 제품의 개발 및 공인시험을 완료하고, 현장 부설이 완료됨과 동시에 철도관련 규격 및 현장설치 문제점에 대한 보완 개발이 이루어지고, 이에 따라 양산 제품의 개발이 완료된다.

이에 따라 아래와 같은 양산 및 판로 확보 계획을 수립하게 된다.

- 고속철도구간 및 고속화 선구 적용을 위한 선로별 수요조사 확인
- 선로수요 조사에 따른 수요기관 수요예측 파악
- 수요 예측에 따른 양산 계획 수립
- 기본적인 판매를 제외한 제품 판로 확보를 위한 대기업 컨소시엄 계획 수립
- 해외 판매를 위한 국제적인 철도 구축망 자료 조사
- 해외진출을 위한 한국철도공사, 한국철도시설공단을 비롯한 주요 대기업과의 해외 진출 컨소시엄 구성
- 국내 각종 공사건 설계적용을 위한 카탈로그 및 설계도서 작성 배포
- 해외 제품 홍보를 위한 동영상 제품 홍보자료 제작 및 홍보전략 수립

(2) 판로확보 및 마케팅 계획

(가) 단계별 제품 개발 방향 및 사업화 예측



(나) 단계별 개발 계획

단계별 개발계획은 철도 선로의 고속화선로 개선 추이에 따라 철도안전시설의 국산화 적용 필요성 및 적용시기를 고려하여 일반철도 및 고속철도 Ansaldo STS HBD를 대체하고, 차후 철도 고속화 발전방향에 적용 가능하도록 독자 기술을 기반으로 한 한국형 차축발열검지장치개발을 계획 추진하고자 한다.

사업은 단계별 진행을 계획하고 있으며, 단계별 사업 방향은,

- 1단계 : 일반철도 및 고속철도에 대한 한국형 모델로 전환 적용 적용사업

- 2단계 : 일반철도 고속화 선로 변경 적용 시 고속화 선로에 신규로 적용사업 고속철도 신설 개설 구간에 적용사업
- 3단계 : 해외 고속철도 신설 개설 구간에 적용사업으로 구분하여 계획을 추진

(다) 적용시점 및 적용구간 시기 고려

제품 개발 완료에 따른 시험구간 및 시점을 고려하여 개발 완성 및 제품에 대한 인증화 시점과 시범설치 개소 협의가 기관과 선 협의하도록 일정 및 절차를 고려한다.

(라) 판로확보 및 마케팅 계획(국내 및 국외)

- ① 국내 수요처 : 한국철도시설공단, 한국철도공사, 신공항철도, 지자체 도시철도, 서울메트로, 경전철 사업구간 및 대륙횡단 철도
- ② 해외 수요처 : 동남아, 미국, 브라질, 중국 등 국제적으로 녹색 교통문화의 추구 및 고속화철도 건설이 활발하여, 품질 및 가격경쟁확보를 통한 해외 진출 가능

(마) 단계별 기본 계획

- ① 단계별 제품 판로 확보 계획은 적용구간 범위 및 시설 전환 교체 및 신설 구간 등의 계획 예측 수요 지표를 사용한다.
- ② 차축발열검지장치 적용 조성은 여건상 사업절차 및 수요 정책에 따라 장기간의 정책 계획에 의거하여 전환 시행이 가능하므로 수요시기 및 단계별 시장 예측 등을 고려하여 계획을 설정하고,
- ③ 단계별 사업범위를 고려하여 합리적인 방향으로 적용 시기와 수요량을 분할하여 기획 공급 설계하며, 단계별로 사업추진 방향과 행동계획을 구성한다.

⇒ 1단계: 제품 개발 및 시장진입단계(~2015년)

* 한국형 차축발열검지장치 개발에 대한 제품 인증 확보

- 철도기술연구소 및 타 시험인증센터에 의한 차축발열검지장치 제품에 대한 인증을 확보

구 분	내 역	협 력 기 관
HBD 시험 항목 정의	- 시험 항목 정의/정리 확정 - 인증시험기 구성안 확정 - 시험기 제작 확보	철도기술연구원
HBD 인증시험	- 종합 성능시험 인증	철도기술연구원
	- Sub-System 시험	철도기술연구원
HBD 제품 인증	- 제품 인증 완료 - 제품 규격 확보	철도시설공사 철도기술연구원 KTL (한국산업기술시험원)

* 일반철도 및 고속철도 선적용 프로젝트 추진

- 적용 사업 중점 진행하여 조기 적용 운영 완성
- 국책사업화를 위한 구성 컨소시엄 조성 및 참여 구상 확대

구분	내역	협력 기관
신기술관련 제도 활용	- 구매조건부 신제품개발사업에 따른 수요처 공급 계약 - 2015년도 상반기 신사업에 대한 선정 추진 - 신기술/신기술제품(NET/NEP) 제도 적극 활용	한국철도시설공단 한국철도공사

⇒ 2단계: 전략적 컨소시엄 및 최적화 시스템 제품 완성(~2016년)

고속화선로 변경 및 신설 구간에 한국형 독자 모델 HBD를 적용한 사업화를 추진한다. 이를 위해 고속화 선로 전환적용 사업에 따른 기업 간 전략적 컨소시엄 사업화 추진하고, 철도안전설비의 통합 일체형 제품화 형식으로 관련기업간의 전략적 사업 공동화 추진한다.

전략적 컨소시엄(1)	최적화 일체형 제품 완성화
- 한국형 HBD 적용사업화의 운영 단일화 모색 - 사업자간 전략적 MOU 체결 운영화	- 일체형 제품화 - 안전설비의 국산 유지보수 기술/운영 확보 - 가격 경쟁력 강화

한국형 기술 선도 프로젝트 추진 완료에 따른 개발과급을 사업에 유도할 수 있도록 HBD(차축발열검지장치)의 독자제품 적용 운영을 완성하고, 프로젝트 효과로 해외 개발 잠재 수요 및 시장 확대를 조성하도록 한다. 이를 위해 글로벌 사업체와의 해외 사업연계를 추진하고, 국내 전략적 컨소시엄 업체와의 해외사업 연계추진하도록 한다.



⇒ 3단계: 안정화 단계(~2017년)

사업방향을 감안한 향후 해외사업의 여건 변화에 대비하는 사전 준비가 필요하다.

이를 위해 철도 신호안전설비에 대한 통합적인 제품화 완성으로 해외 SOC(사회간접자본), BTL(민간투자사업)사업자간 국내 시스템을 적용할 수 있도록 공동 협력 체계를 완성해야하며, 해외 Global Solution 업체 간 기술제휴로 제품의 시장 확대를 모색하도록 해야 한다. 또한 사업의 거시적인 비전을 달성할 수 있도록 한국형 HBD 고유제품에 대한 철도 안전설비 발전 적용추세에 동반된 신기술을 적용한 HBD 추가 제품화를 진행해야한다.

2. 기술개발 후 국내·외 주요 판매처 현황

국가R&D 사업으로 전문기관인 국토교통과학기술진흥원을 기반으로 해외 사업 계획을 추진하고, 해외철도 건설사업의 참여자로서의 역할 수행도 가능하리라 본다.

3. 사업화 계획

일반선 및 고속화 선구전환 장소에 적용이 가능하도록 사업화 적용을 위한 마케팅을 진행하고자 한다.

제2절 추가연구 필요성

외국 선진철도에서는 고속선과 일반선 모두 HBD 시스템을 설치하여 모든 열차(고속, 일반, 화물)의 차축온도검지시스템을 구축하여 운영하고 있으며 최근 국내에서는 일반선 화물열차 탈선사고로 국토교통부 항공철도조사위원회는 “일반선 구간 HBD시스템 설치 검토”토록 권고하여 한국철도공사에서는 ‘15년 연구원 자체과제를 수행하여 개발품에 대한 현장적용시험으로 신뢰성을 확보하고 또한 일반선 구간 운행차량의 안전 확보를 위하여 HBD시스템 설치를 위한 기본요구조건을 제시토록 하여 향후 일반철도구간 HBD시스템을 확대 적용할 수 있는 토대를 마련할 것이다.



연구번호	연구자명	연구기관	연구기간	연구비
2015.01.13.	이현진	한국철도공사	5년	한계

2015년도 기본연구과제 선정 보고

2015. 1.

한국철도공사 연구원

※ 입주개선 '중장기 수송수요예측 과제 리더터팀 단축(10개월 → 9개월)'에 의거 ⑩~⑪번 과제 연구기간 변경('15.2~'15.11 ⇒ '15.3~'15.11) 및 ⑨,⑩번 과제에 대해서는 직원 전보시 과제책임자 신속 지정·수행

기술연구분야 : 과제 7건 선정 (단위 : 백만원)

구분	연구 과제 명	책임자	연구기간	연구비
1	전동차 GDU 및 수평진탕시스템 개발	정승택	'15.01~'15.12 (12개월)	145
2	고속차량 차륜 불균형 관리기준 재정립 연구	김진우	'15.01~'15.12 (12개월)	50
3	콘크리트 궤도 고차들림에 따른 궤도 거중 분석 연구	공·석	'15.01~'15.12 (24개월)	9
4	선형 및 궤도 종류 - 미모함별 연마작업 효과 분석	박상택	'15.01~'15.12 (24개월)	20
5	철도차량 차축온도검지장치 성능개선 및 상태진단기법 연구	최재식	'15.03~'16.02 (12개월)	30
6	전철발전설비 전압품질 현황분석 및 향상방안 연구	이병관	'15.05~'16.04 (12개월)	5
7	KONIS를 활용한 효율적 유지보수 관리방안에 관한 연구	박주훈	'15.05~'16.04 (12개월)	40

※ ⑩번 과제에 대해서는 직원 전보시 과제책임자 신속 지정·수행

붙임 1. 보완대비용 1부
2. 연구실행계획서 각 1부. 끝.

연구 실행 계획서

철도차량 차축온도검지장치 성능개선 및 상태진단기법 연구

1. 연구목적

- 고속철도용 차축온도검지장치 국산화 개발품의 신뢰성 확보를 위하여 현장시험설치구간 온도측정 모니터링 및 개발품을 보완하고
- 최근 일반선구간 화물 및 여객열차 차축과손으로 탈선사고 방지를 위하여 현재 해외에서 설치 운용하고 있는 차축온도상태기반 실시간모니터링 최신기술을 국내환경에 적용하는 방안을 제시하고자 함.

2. 연구기간 : 2015.03.~2016.02.(12개월)

3. 연구내용

- 국내의 차축 및 차륜 실시간 모니터링설비 설치운용사례조사
- 국내의 차축 및 차륜 발열상태 검지장치 관련제도(규제, 지침) 조사
- 일반철도용 차축온도검지장치 설치관련 기본요구조건 제시
- 고속철도용 차축온도검지장치 개발품 정밀도 향상방안 제시
- 철도차량 차축온도 상태기반 모니터링기술 국내적용방안 연구

4. 연구목표

- 고속철도용 차축온도검지장치 개발품의 측정데이터 신뢰도 확보
- 일반철도용 차축온도검지장치 설치방안 제시
- 철도차량 차축온도상태기반 모니터링기술 국내적용방안 제시

5. 기대효과(활용방안)

- 국산화 개발품의 온도정밀도 및 신뢰성 확보
- 차축상태진단 차상모니터링 해외기술 국내적용방안 제시

6. 소요예산

- 금 30,000천원

7. 연구진

구분	연구 직책	소속	직급	성명	비고
1	연구책임자	연구원	기술연구처	최재식	
2	참여연구원	연구원	기술연구처	부장	신영식
3	참여연구원	연구원	기술연구처	차장	박주훈
4	참여연구원	연구원	기술연구처	차장	김원균
5	참여연구원	연구원	기술연구처	대리	김두원
6	참여연구원	전기기술단	신호제어처	과장	신영인
7	참여연구원	차량기술단	일반차량처	과장	정재민
8	참여연구원	오송고속철도전기사무소	과장	이 근	

8. 시행방법 : 자체·용역(필요시 자문)

9. 연구과제 제의부서 : 차량기술단 일반차량처, 연구원 기술연구처

10. 협조부서 : 신호제어처, 전로관리처, 오송고속철도전기사무소

참고문헌

- [1] HOA50S 차축온도검지장치 일반 시스템 설명서, 2007.
- [2] 적외선센서 온도보상 알고리즘, 2013.
- [3] AIM, Specification IR Module Hot-Box-Sensor Type T70
- [4] HBD 교육자료, 한국철도공사
- [5] 김용규, 백종현, 김중기, 차축온도검지장치(HBD) 오동작 원인분석, 2007 대한전기학회 하계학술대회 논문집
- [6] 윤차중, 조용기, 박상운, 김호순, 유,무선 온도센서를 활용한 KTX 차축온도 측정비교 분석, 2010 한국철도학회 추계학술대회 논문집
- [7] 강덕원, 이종성, 민영기, 성창곤(2009) Axle Counter를 이용한 열차위치 검지 및 ATP방호 방안, 한국철도학회 2009년도 추계학술대회논문집, pp. 504-512
- [8] 이태훈, 이시빈, 홍현표, 이휘순, 박기범(2010) 무절연구간을 위한 열차위치검지방식 검토, 한국철도학회 2010년도 추계학술대회 논문집, pp1100-1105
- [9] 미래철도개발사업 1차년도 고속열차용 차축발열검지장치 개발 “전자폐달 기술분석서”(2012)
- [10] 차축온도검지장치 외부 사양서, 2008.
- [11] 차축온도검지장치 내부 사양서, 2008.
- [12] Development Plan of Land and Maritime Technology Research, November 2011
- [13] IEC62278 - . Railway Application - . Specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety(RAMS), 2002
- [14] Reliability Toolkit -Commercial Practices edition, Reliability Analysis Center(RAC)
- [15] MIL-HDBK-217F Military Handbook, Reliability prediction if electronic equipment
- [16] MIL-HDBK-472 Military Handbook, Maintainability prediction
- [17] U.B. Desai, “INFRARED Detectors”, M. Tech Credit Seminar Report, 2004.
- [18] A.Rogalski and K.Chrzanowski, “Infrared detection and devices”, Opto-electronics review 10(2),
- [19] M.Razeghi , “Long wavelength infrared detectors”,Gordon and Breach science publishers,1996
- [20] K. Ackland, “Selecting the right infrared temperature sensor”, InTech, 1998, June.
- [21] “Basics of non-contact temperature measurement”, Micro-Epsilon, Technical Note.
- [22] RTR EUROPEAN TECHNOLOGY REVIEW Special Wayside Tarin Monitoring System-an actual overview 2011
- [23] Tony Godber(2010) Train Detection Principles, IRSE Australasia Technical Meeting : Perth

- [24] James Clendon, John Skilton (2011) Axle Counter - The New Zealand Experience, IRSE Austrasia Technical Meeting : Sydney.
- [25] Simeon Cox(2011) A Review of Axle Counter Application; Reset Restore Methods, Their History, Their Current Application and Future. IRSE Australasia Technical meeting : Sydney
- [26] D.A.Norris B.E.(1993) Integrating an Axle Counting Function into the VPI Computer based interlocking, IRSE Integrated Axle Counter System
- [27] John Gifford Firse, Trevor Moore Firse, Joe Borg(2007) Axle Counters-For Heavy Traffic Applications, IRSE Technical Conference; Brisbane
- [28] Eugene Broderick, Stephen Lemon(2011) Case Study : Application of CBTC on DLR, IRSE Australasia Technical Meeting : Sydney
- [29] Andreas Rottmann(2004), Why choose Axle Counters for Track Vacancy Detection, IRSE AGM and Technical Convention-Melbourne.
- [30] M.-C. Lee, Y.-H. Ko, M.-S. Kim, J.-W. Lee (2012), A Study on the Application of Virtual Track Circuit by Considering
- [31] Software Fault Tolerance Techniques in Depot, Journal of The Korean Society for Railway, 15(2), pp. 122-128.
- [32] Klaus-Diter Gruner, Principles of Noncontact Temperature Measurement, 2007, Raytek, pp. 6~7
- [33] MICRO-EPSILON, Basics of non contact temperature measurement
- [34] Herbert Kaplan, Practical Application of Infrared Thermal Sensing and Imaging Equipment(Third Edition), pp. 21~25
- [35] Sa Hoon. Park, Sam young Kwon(2008) A study on experiment method and effectiveness of the current collention study using the speed scale-downed catenary-pantograph model, Journal of the Korean Society for Railway, pp. 863-870
- [36] Peter W. Fortescue, John Stark, Graham Swinerd Spacecraft systems engineering John Wiley and Sons, 2003 ISBN O-470-85102-9 page 521.
- [37] U.B. Desai, "INFRARED Detectors", M. Tech Credit Seminar Report, 2004.
- [38] A.Rogalski and K.Chrzanowski, "Infrared detection and devices", Opto-electronics review 10(2),
- [39] M.Razeghi , "Long wavelength infrared detectors",Gordon and Breach science publishers,1996
- [40] K. Ackland, "Selecting the right infrared temperature sensor", InTech, 1998, June.
- [41] "Basics of non-contact temperature measurement", Micro-Epsilon, Technical Note.
- [42] Reliability Toolkit - Commercial Practices edition, Reliability Analysis Center(RAC)
- [43] MIL-HDBK-217F Military Handbook, Reliability prediction if electronic equipment
- [44] MIL-HDBK-472 Military Handbook, Maintainability prediction

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 철도기술연구사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구 결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.