

[부록 A]

**철도시스템 성능평가 시험장비 구축
기획 연구**

**구축대상 시험장비
기본개념설계서**

목차

구축 우선 순위	장비명	페이지
1	실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	2-10
2	멀티스캔 EMC 측정차	11-15
3	철도소음 시험설비	16-29
4	철도차량 쾌적/편의/환경성 통합 시뮬레이터	30-40
5	철도 차대차 충돌시험시설	41-46
6	초고속 3-D 열차모델 주행시험기	47-62
6	전자연동장치 및 선로전환 장치 시험기	63-74
8	철도급전시스템 실시간 시뮬레이터	75-82
9	선로변 차량이상 모니터링 시스템	83-89

01. 실험형 철도차량 복합환경 모사시험기

책임 제안자 : 조영민

공동 제안자 : 박덕신, 권순박

01. 장비명

- 국문 : 실험형 철도차량 복합환경 모사시험기
- 영문 : Real-scale climatic environment simulation testing machine

02. 장비의 기본용도

실제 차량의 운행 및 구동조건에서의 차량 냉난방 성능, 기후환경 성능 및 기타 풍동, 주행 조건에서의 정적/동적 특성 분석과 소음도 등에 대한 시험 평가/인증 및 연구/개발

03. 장비구축의 필요성

- 철도차량의 냉난방성능시험, 풍동시험, 주행시험, 소음시험 등에 대한 요구는 증대되고 있으나, 이를 수행할 수 있는 설비가 부재하여 기술 개발에 어려움이 있음.
- 유럽 등에서는 시속 250km의 풍속까지 모사할 수 있는 풍동설비를 구축하여 신조 철도차량 제작시 고속주행 거동시험, 환경시험 등을 수행하고 있으며, 이를 바탕으로 세계 최고수준의 고속철도 기술을 보유하고 있음.
- 현재 국내 차량제작사에서는 제작차량의 해외수출 및 국내차량 납품 시 필요한 풍동시험이 불가능하여 모델링에 의존하고 있으며, 이로 인하여 실제 적용 시 소음 및 진동 발생, 냉난방기기의 오작동 등의 문제가 발생하는 경우가 있음.
- 국내에 철도차량 실험형 환경챔버가 구축되어 정차 상태에서의 냉난방 성능 및 기타 기후환경시험 수행은 가능하지만, 실제 차량 운행조건에서의 모사가 불가능하여 국제규격시험 중에서도 정차 상태 시험만 수행이 가능하므로 운행 상태 시험이 가능한 장비의 구축이 필요함.

- 본 장비가 구축될 경우 기존에 외국에서 수행하던 환경시험을 국내에서 수행함으로써 시험비용을 절감하고, 시험기간을 단축할 수 있으며, 본 시험장비를 통하여 수익을 창출하고, 국내 철도차량 및 기타 철도용품 제작사의 시험에 대한 기술지원이 가능하게 됨.

- 미래철도 기술 연구개발과의 연계성

과제명	연계성	비고
철도차량 공기조화시스템 개선기술 연구	철도차량의 단열성능 향상기술 개발 및 공기조화시스템 성능개선 기술 개발에 활용	수행 중
철도차량의 전열교환장치 적용을 통한 에너지 소비 저감기술 연구	철도차량 운용에 있어 많은 에너지를 사용하는 냉난방 관련 에너지 사용량을 줄이고 효과적인 냉난방이 가능하도록 하는 기술 개발	기획 중
철도차량 self-cleaning 기술 개발	철도차량 표면에 nano 광촉매 소재를 적용하여 태양광 하에서 자동적으로 정화되도록 함으로써 기존의 물세차를 대체하도록 하는 기술의 개발	기획 중
철도차량 냉난방 성능 향상기술 개발	철도차량의 냉난방시 객실 내부의 온도편차를 최소화할 수 있는 효율적인 냉난방 설비의 배치 및 덕트구조 기술 개발	기획 중

- 장비구축의 국가적 시급성


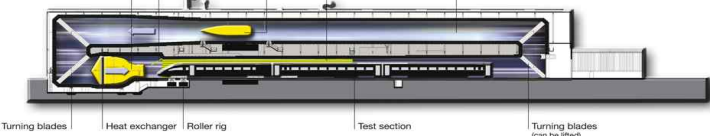
분류	시급성
철도안전법 형식승인	철도안전법에 따라 철도차량 완성차의 냉난방 시험이 법제화됨에 따라 본 장비 구축을 통한 법제화 기반 확보가 중요함
철도 운영기관 측면	철도차량 운용에 있어서 가장 많이 제기되고 있는 고객의 냉난방 관련 민원을 해결하기 위해서는 납품 전 완성차의 냉난방 시험을 통한 냉난방 성능 확인이 필수적임
철도 산업체 측면 (철도차량 제작사)	해외 수출시 환경시험이 의무화되어 있는 경우가 많으며, 의무화하는 곳도 증가추세에 있으므로 시험장비 구축을 통한 시험이 반드시 필요하며, 마찬가지로 국내 차량 제작사에도 환경시험을 의무화할 것으로 예상됨.


04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	대한민국/한국철도기술연구원
구축완료년도	2009년
구축예산	16.9억원
장비본체 Dimension	35 m × 6 m × 6 m
Main Components	고온 및 저온설비 (-40 ~ 60 ℃) 가습 및 제습설비 (습도 10~95%) 태양광복사설비 (400 ~ 1,000 kW), 결빙설비 등
부대설비	승객부하모사장치, 보조팬, 차량전력공급장치, 압축공기 공급장치, 온습도 모니터링 설비, 풍속계, 열화상카메라
장비전경	
시험가능항목	철도차량 기후환경시험 (UIC 553, EN 13129, EN 14750, EN 14813 등)
특징	차량 1량 시험 가능 주행환경(풍동) 모사 불가

나. 국외 유사장비 현황

보유국가/기관	오스트리아/ Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH (RTA)
구축완료년도	2003년
구축예산	6,500만 Euro (약 1,000억원 : 대형 + 소형 기후환경 종합시험 풍동 + 건물 + 토지비용)
장비본체 Dimension	<p>-대형 기후환경 종합시험 풍동설비 (시험챔버 100m L × 5m W × 6m H, 풍동팬 직경 6.3m, 구동동력 4700 kW)</p> <p>-소형 기후환경 종합시험 풍동설비 (시험챔버 30m L × 5m W × 6m H, 풍동팬 직경 4.9m, 구동동력 1600 kW)</p>
Main Components	고온 및 저온설비, 가습 및 제습설비, 태양광복사설비, 강우 및 강설설비, 풍동설비, 동력계 등
부대설비	승객부하모사장치, 보조팬, 차량전력공급장치, 압축공기공급장치, 온습도 모니터링 설비, 풍속계, 계측장치, 엔진 배기가스 배출장치
장비전경	 
시험가능항목	온도, 습도, 강설, 강우, 결빙, 안개, 태양광 모사, 풍속, 동력장치성능개별 시험 및 이들 요소의 조합 시험
특징	차량 3량 1편성 시험 가능

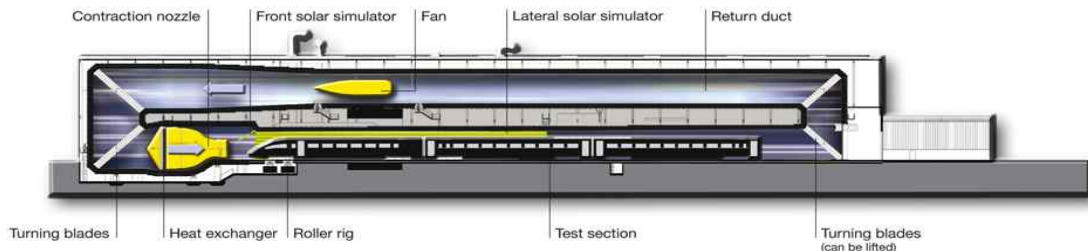
보유국가/기관	캐나다/Center for Surface Transportation Technology (CSTT)
구축완료년도	1965년
구축예산	
장비본체 Dimension	-기후환경 종합 시험챔버 (30m L × 6m W × 6m H)
Main Components	냉동/히팅 장치류, 압축공기 공급 장치, 엔진 배기가스 배출 장치, 유독 가스 모니터링 장치, 계측 장치 (190 채널), 시험용 전력공급 (최대 600VAC 및 900VDC)
부대설비	승객부하모사장치, 차량전력공급장치, 압축공기공급장치, 온습도 모니터링 설비, 풍속계, 계측장치
장비전경	
시험가능항목	온도, 습도, 강설, 강우, 결빙, 안개 개별 시험 및 이들 환경 요소의 조합 시험
특징	차량 1량 시험 가능

다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내 (철도연)	국외 (오스트리아 RTA)	구축 요구장비
소요예산	16.9억원	1000억원	210억원
시설 특징	<ul style="list-style-type: none"> - 의왕역 유희부지 내에 위치. 근본적으로 시설확장 및 업그레이드에 제한성 있음 (풍동장비로의 업그레이드는 불가능) - 1량 시험 가능 - 주행환경시험(풍동) 기능 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 대형+소형 기후환경시험시설로 구성 - 250km/h 주행환경 구현 - 3량 시험 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 풍속 200 km/h 이상 구현
시험가능 항목	온도, 습도, 결빙, 태양광 모사 등	온도, 습도, 강설, 강우, 결빙, 안개, 태양광 모사, 풍속, 동력장치성능개별 시험 및 이들 요소의 조합 시험	온도, 습도, 강설, 강우, 결빙, 안개, 태양광 모사, 풍속, 동력장치성능개별 시험 및 이들 요소의 조합 시험
구현가능 시험규격	UIC 553, EN 13129, EN 14750, EN 14813 규격의 일부	UIC 553, EN 13129, EN 14750, EN 14813 규격 전체	
주요 차별성	<ul style="list-style-type: none"> - 1량 시험 가능 - 주행환경시험(풍동) 기능 없음 	<ul style="list-style-type: none"> - 대형+소형 기후환경시험시설로 구성 - 250km/h 주행환경 구현 - 3량 시험 가능 	<ul style="list-style-type: none"> - 주행환경 (풍속) 200km/h 구현가능 - 2량 시험 가능

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원



전체 장비 크기 (운전실, 준비실, 장비기계실 등을 모두 포함)

：가로 150m, 세로 40m, 높이 40m

Test section 제원 : 길이 70m, 너비 9m, 높이 8m

나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

- 차량 기후환경시험
- 축소 풍동 모형시험
- 주행시험
- 주행 소음시험

■ 관련 국내 시험규격

- 철도 차량의 냉방 및 난방의 온도 측정 방법 (KS R 9198)
- 철도차량-환기 성능 시험 방법 (KS R 9200)
- 차량 공력 소음시험
- 주행 시험

■ 관련 국외 시험규격

- 철도차량 냉난방 성능시험 (UIC 553, 553-1, EN 13129, EN 14750, EN 14813)
- 차량소음시험 (UIC 717, 718-4, EN 12102, EN ISO 11689)
- 진동시험 (UIC 513)
- 대차시험 (UIC 510-3, 515-0, 515-1, 515-3, 571-2, 597, 615-0, 615-1, 615-4)

다. 주요 구성요소 및 사양

- 풍속 : 200 km/h
- 온도 : -50 ~ +80℃
- 습도 : 10 ~ 95%
- (단, 태양광은 추후 추가예산확보로 구축 : 400 ~ 1,000 W/m²)

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 차량전력공급장치 : 500kW, 100~600V (가변전압), 50~60Hz (가변주파수)
- 압축공기공급장치 : 50kg/cm²
- 온습도 모니터링 설비 : 1,000채널 (온도, 습도, 전압, 전류, 압력, 풍속 등)
- 계측장치 : 풍속측정설비, 전력측정설비, 회전수측정기 등
- 엔진 배기가스 배출장치 : 배기가스 배출 및 컨덴서 폐열 회수장치 등
- 승객부하모사장치 : 800인 모사용 히터 및 스팀 설비 (1량 400명 × 2량)

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 주장비 : 3상 380VAC, 5000kW
- 부속장비 : 3상 380VAC, 1000kW

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 총 48개월

구분	사양 확정	입찰 행정	상세 설계	제작	조립~ 설치	시운전/ 교육	총소요
1단계 소요개월	6	8	12	12	10	10	48

나. 추정예산 : 총 210억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획/근거	정량적 기대효과
인증시험 수행	- 철도차량시험 : 연간 3건 이상 - 기타 (군용장비 등) 시험 : 연간 6건 이상	- 철도차량시험 : 각 건당 시험수수료 평균 약 2억원 (연 6억원 창출) - 기타시험 : 각 건당 시험수수료 평균 약 1억원 (연 6억원 창출)
	- 현재 철도차량 시험 수행 횟수 : 연간 2회 - 현재 기타 시험 수행 횟수 : 연간 5회	
개발품 성능검증	철도차량용 냉난방 장치의 실차 적용 성능검증시험 연간 2건 이상 수행	- 철도차량용 냉난방 장치 최종 상용화 시 기대효과 1) 국내시장 규모 120억원 (근거 : 국내 연간 철도차량 생산량 × 에어컨 수 (2) × 0.3억원 = 200량 × 2 × 0.3 = 120억원) 2) 해외수출시 600억원 (근거 : 국외 연간 철차 생산 량 × 에어컨 수 (2) × 0.3 억원 = 1000량 × 2 × 0.3 = 600억원)
	현재 개발 중인 관련제품 2건	
국가연구개발 사업 시험지원	철도차량 냉난방 장치 관련 국연사 지원 연간 2건 이상 수행	- 연간 장비사용료 2억원 수입 - 연간 장비사용시간 3,000시간
	추후 기획/진행예정과제 - 철도차량용 전열교환기 개발, 3년, 30억원 (2015~, 지경부) - 고속철도용 냉난방 장치 국산화기술 개발, 3년, 30억원 (2015~, 미정)	
민간수탁 도출	연간 10건 이상 수행	연간 민간수탁과제 도출 10건, 10억 이상
	2013년 6월 현재까지 관련 민간수탁 5건 수행	

02. 멀티스캔 EMC 측정차

책임 제안자 : 김명룡

공동 제안자 : -

01. 장비명

- 국문 : 멀티스캔 EMC 측정차
- 영문 : Vehicle for Multiscan EMC Measurement

02. 장비의 기본용도

철도차량의 주행중 발생하는 전자파를 국제규격에 의거하여 고속측정 및 평가를 수행하므로써 철도차량의 전자파 적합성 인증을 실시하기 위한 이동형 측정/분석 시스템

03. 장비구축의 필요성

미래철도 연구개발과의 연계성

- IT기술의 발전으로 승객서비스, 철도차량의 제어등에 있어 IT기술의 철도시스템 적용이 활발해지며 이는 미래철도의 기술개발에 있어 더욱 심화되고 있음
- 철도차량의 전자파적합성 인증은 IT기기의 안정성 확보를 위한 필수사항이며 미래철도 기술개발의 핵심적 요소임

- 기존의 전자파 방사 측정은 단일 계측기에 의하여 측정하는 방식
 - 광대역(9 kHz ~ 1GHz) 측정에 따르는 측정 및 분석의 장시간 소요
(10초/회 × 7개대역 × 6개모드 × 수직파 및 수평파)
 - 차량의 고속 주행에 따르는 측정 시간의 제약
(300 km/h 주행시 측정지점을 통과하는 시간은 10량 기준 약 2.4초)
- ☞ 반복측정에 따른 에너지 손실 및 측정의 장기간 소요
 - ※ 고속차량의 경우 1일 2왕복 시운전으로 4회 측정가능
 - ▷ 12일간의 측정소요일수(24왕복 주행)
 - ▷ 2,328,000 kWh의 전력 소비 (97,000 kWh/왕복 × 24 왕복)

◇ 따라서 최소한 4개채널 이상의 동시 측정이 가능한 Multiscan 방식 측정차량의 구입이 필수적임

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내/외 유사장비 현황

보유국가/기관	일본/RTRI
구축완료년도	미 상
구축예산	약50백만엔
장비본체 Dimension	차량 : 2500cc 4륜구동 벤 크기 : 4760 mm(L) × 1695 mm(W) × 2490 mm(H) 총중량 : 3295 kg (측정시스템 포함)
Main Components	Interference / Field Strength Meter : 9kHz~30MHz Interference / Field Strength Meter : 30MHz~1.7GHz EMI Test Receiver : 20Hz~7GHz Real Time Spectrum Analyzer : DC~3GHz Spectrum Analyzer with PreSelector : 100Hz~2.2GHz DAT Data Recorder : 32ch Standard Signal Generator for Calibration Measuring Test Control Station
부대설비	별도 부대설비 없음
장비전경	 
시험가능항목	철도차량 및 철도시스템의 전자파 방사 측정 무선 방사특성 및 데이터 전송품질 측정
특징	철도차량 및 철도시스템의 전자파적합성 인증평가 장비

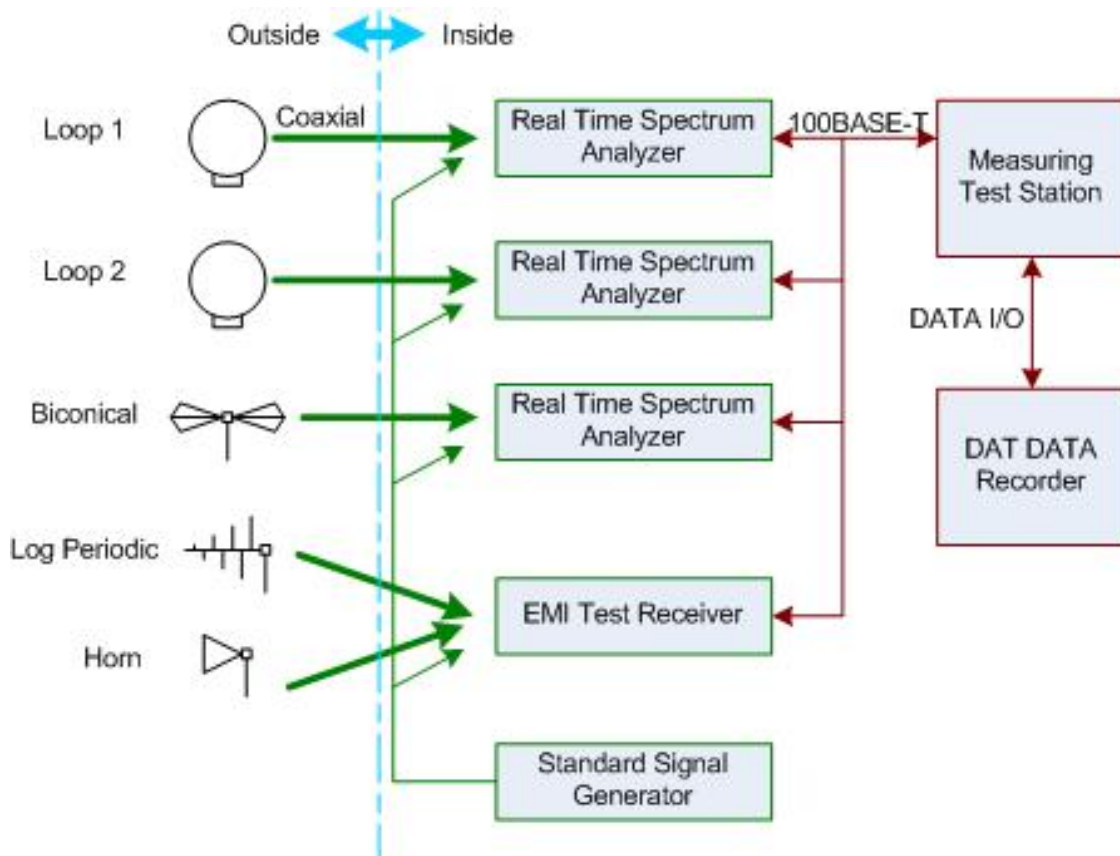
나. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국외-1 (필요시 셀 추가)	구축 요구장비
소요예산	50백만엔(7.5억원)	20억원
스펙상의 특징	싱글스캔 EMC측정 및 전송품질 측정	멀티스캔 EMC 평가 전용
시험가능 항목	Radiated Emmission Transmission Quality	Radiated Emmission
구현가능 시험규격	IEC 62236-2 IEC 62236-3-1	IEC 62236-2 IEC 62236-3-1
주요 차별성	싱글스캔장비로 측정에 장시간 소요	멀티스캔 시스템으로 측정분석의 고속화

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원

<System Configuration>



나. 시험항목 및 관련규격

- 시험항목
 - 철도차량의 전자파 적합성
 - 철도시스템의 전자파 적합성
- 관련 국내 시험규격
 - 도시철도차량의 성능시험기준
 - 철도차량의 성능시험기준
 - KS C IEC 62236-2
 - KS C IEC 62236-3-1
- 관련 국외 시험규격
 - IEC 62236-2
 - IEC 62236-3-1
 - EN 50121-2
 - EN 50121-3-1

다. 주요 구성요소 및 사양

- 측정차량 : 4륜구동 Van
- Real Time Spectrum Analyzer : DC ~ 6GHz
- EMI Test Receiver : 20Hz ~ 7GHz
- Measuring Test Station : 분석/출력
- DAT : 32ch
- Measuring Antenna : Loop, Biconical, Log Periodic, Horn

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- Antenna Lift : 10 m Height
- Power Supply : AC 220V, 10kW

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 해당 없음

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 (38개월)

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	상세 설계	제작	설치	시운전~ 교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	6	8	4	6	38

나. 추정예산 : 20억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획	정량적 기대효과
인증시험 수행	철도차량 형식승인 신설/연장 구간의 EMC인증	측정기간/에너지 절감
개발품 성능검증	개발 차량의 형식승인	측정기간/에너지 절감
국가연구개발사업 시험지원	개발차량 검증/인증 수행	측정기간/에너지 절감
민간수탁 도출	수출차량의 공인인증	측정기간/에너지 절감

03. 철도소음평가 시험설비

책임 제안자 : 고효인

공동 제안자 : 홍지영, 장승호

01. 장비명

- 국문 : 철도소음 시험설비
- 영문 : Railway Noise Test System

02. 장비의 기본용도

1. 철도소음 축소모형 시험설비 : 1/16 축척으로 철도연변시설의 축소모형을 구성한 후, 철도소음원을 모사하여 연변시설에 미치는 철도소음 영향평가
2. 철도시스템 차음성능 시험설비 : 대형 철도차량 차체구조, 철도방음벽 구조체 차음(sound insulation) 성능 시험
3. 철도시스템 평가 무향시험 설비 : 철도차량 구동/전장기기 음원파워 측정, 철도용 방음벽 회절특성

03. 장비구축의 필요성

1. 국내 철도소음 저감기술 개발, 평가 위한 전문적 시험시설 부재함.
2. 철도 차량/인프라 승인 및 건설 현안 지원 시급
 - 수출차량, 국내 제작 철도차량 소음기준 만족 승인 위한 개발/제작 과정에서 대형 철도구조체, 구동/전장 기기류를 필요한 저주파수 대역까지 음향시험 가능한 시설 부재 (차량제작사, 연구소 애로사항)
 - 관련규격 (국제철도차량 소음기준(TSI, ISO 3095/3381), 환경부 철도차량 소음권고기준 및 검사방법 규정(환경부 고시 제 2010-73,78), 철도 종합시설물검증 시험(국토해양부 제 2012-517))
 - 현재 수행되고 있는 상용 소음예측 프로그램(S/W)을 이용한 철도소음 예측 결과와 실측 결과와의 오차로 인한 환경영향평가 오류 및 비용손실 대안 필요함 (철도운영처, 영향평가업체, 지자체, 연구소 애로사항)
 - 관련규격 (환경영향평가법(제 11690, 2003), 환경부 소음진동 관리법 시행규칙(제 374호, 2010)


- 철도변 소음 피해지역 확대와 주민수 증대로 철도주변 25m-50m 지역에 대한 실험적 예측검증이 중시되고 있음.
- 소음저감장치나 방음시설 등의 개발기술 평가를 위한 타 기관 시험실 대여시의기술정보 및 노하우 노출위험 가능성 차단 필요.

3. 미래철도 기술개발 사업 기여도

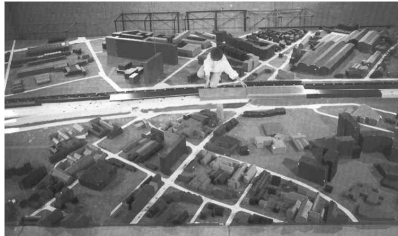
- 신규 미래철도 기술개발 사업 수행 예정
 - ‘철도 소음진동 저감기술 개발(5년 230억)’
(저소음/저진동 선로시스템 기술, 저소음 교량기술, 경량 방음터널 기술, 저소음 차량 설계기술, 곡선부 소음/파상마모 저감기술 개발)
 - 미래철도 기술개발 사업 진행 과제
 - 400km/h 고속철도 소음예측모델 개발(국토해양부)
 - 400km/h 방음벽 소음저감장치 개발(국토해양부)
 - 400km/h 슬라브 궤도 흡음블럭 개발(국토해양부)
 - 기타 수행과제
 - 철도 소음지도 기술 개발(지식경제부 주요사업)
 - 철도 소음진동 영향예측 방안연구(한국철도시설공단 수탁사업)
- ※ 현장 측정의 제한성, 철도 특화 규모/주파수 시험 요구됨.

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

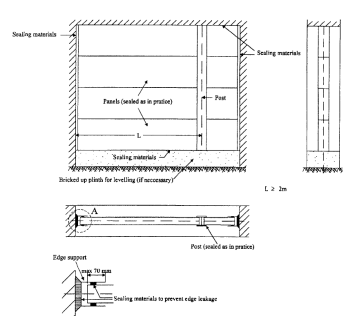
보유국가/기관	-환경소음 축소시험시설 국내 사례 없음. -무향실, 차음성능시험실: 한국표준과학연구원, 한국건설생활환경시험연구원, 서울대학교, 인제대학교 등
구축완료년도	~2012
구축예산	철도변 축소시험시설 사례없음. 무향실, 차음성능시험실: 6억~10억
장비본체 Dimension	- 반무향실 6.4m x 10.4m x 3.8m, 하한주파수 125Hz (인제대학교 수송기계부품지역혁신센터) - 차음성능 시험실(잔향실) :ISO-140 시리즈에 잔향실 실현 설계지침(체적 240m ³ , 표면적 297m ² , 차단주파수 100Hz, 흡소음레벨 25dB(서울대학교))
Main Components	- 무향실, 반무향실 : 음향스펙트럼이나 음의 지향성 측정용 자유음장 조건 - 차음성능 시험실(잔향실) : 확산음장의 조건
부대설비	-무향실 및 측정장비 저온고온설비, 소화설비, 방진설비, 다이나모 샤프트 등 관통처리 -차음성능실(잔향실) : 음원실, 수음실, 측정장비, 벽체시료 삽입구조, 음확산패널 등
장비전경	  [인제대학교] [대우건설기술연구원]
시험가능항목	- 무향실 : 음원의 소음레벨 및 분포도, 음원의 음향파 위레벨, 음향인텐시티, 음전파특성 -차음성능실(잔향실) : 벽체 차음성능, 흡음율


나. 국외 유사장비 현황

보유국가/기관	- 축소모형시험장비 : 프랑스 CSTB, 일본 RTRI 외 (스웨덴 Chalmers Univ, 덴마크 DTU, UBC 등 다수)
구축완료년도	1970~1990년대
구축예산	약 10억 ~ 40억 추정
장비본체 Dimension	- 10:1 의 축척모형 공간, 환경소음예측지형 : 가로 1km, 세로 1km 의 지역에 대한 환경영향평가 수행 (CSTB) - 50:1 축척모델, 압축공기음(점음원)과 세트소음형태 (선음원) 활용(일본 고야바시 이학연구소)
Main Components	- 축소모형 및 공간 - 압축공기음(air jet) 혹은 스파크 충격음원 - 고주파수 측정용 소형직경 마이크로폰 세트 - 스케일링 앰프 - 음향필터 시스템 - Wave/Signal Processing Unit (Time delay, Gate, converter) - Displayer
부대설비	흡음재 처리 시험실 및 작업공간
장비전경	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center; margin-top: 10px;"> [프랑스 CSTB] [일본 RTRI] </div>
시험가능항목	- 철도운행에 따른 환경소음예측 - 방음시설 및 인프라 변경에 따른 소음변화, 저감예측
특징	* 환경영향평가 인증을 위한 필수 절차로 활용 (프랑스)

다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내	국외	구축요구장비
소요예산	<ul style="list-style-type: none"> - 축소 모형시험시설 사례없음 - 무향, 잔향실 : 6억~10억 	40억추정	40억
스펙상의 특징	<ul style="list-style-type: none"> - 축소 모형시험시설 사례없음 	동등	<ul style="list-style-type: none"> -철도변 1:16 축척모델 (철도변 100m 범위) -점음원 다중 스피커 시스템 사용 (등가소음에 대한 영향) -순간음원(burst) 사용 (방음시설, 지형의 차음영향평가) -마이크로폰 1/8" (20kHz 대역 전후 사양) -분석장치 30kHz 대역 주파수 분석기능 -실험환경 : 흡음율 영향 최소화, 공조를사용한 건조한 실험공간 유지
	<ul style="list-style-type: none"> - 무향실, 차음성능시험실 : ISO 규격에 의거, 자유음장 및 확산음장조건 만족의 다양한 크기 		<ul style="list-style-type: none"> - 철도차량, 철도방음시설에 특화된 대형구조체 시험 가능 국내 최대 규모 - 200Hz 이하 저주파수 대역까지 충분한 음향성능 시험 가능한 사양 구축(Cut Off Frequency : 63Hz)
시험가능 항목	<ul style="list-style-type: none"> - 철도차량 음원 음압레벨 및 분포도, 음원의 음향파 위레벨, 음향 인텐시티, 음전파특성 - 방음벽 구조 차음성능, 흡음율 	동등	<ul style="list-style-type: none"> <축소모형시험시설> -ISO 9613 등에 의한 철도소음 방사 환경소음 평가 -방음시설, 차량소음설계, 도시설계에 따른 소음변화 및 저감 예측 -실측결과와의 정확도 비교를 위한 연구용 측정 등 <철도소음연구 위한 무향실, 차음성능시험실> -대형 철도차량 구조체/전장기기류, 대형 철도방음시설 구조체 음향파위 및 차음성능 측정

			(EN 16272, EN 1793, KS F 2808, ISO 3095, TSI 등 승인 및 저감기술개발 위한 한국철도방음시설 표준규격안)
주요 차별성	<ul style="list-style-type: none"> - 축소 모형시험시설 사례없음. - 무향/차음성능시험실 : 규모가 충분하지 않음, 저주파수 대역 조건 충분치 않음. 첨단지능형 측정, 제어시스템으로 측정시간 단축예정. 	<p>유사하나 본 구축에서는 기술별로 연구를 통한 최신기법을 활용하여 비용편익과 신뢰성 향상 예정</p>	<p>(EN 16272, EN 1793, KS F 2808, ISO 3095, TSI 등 승인 및 저감기술개발 위한 한국철도방음시설 표준규격안)</p> <p><축소모형시험시설></p> <ul style="list-style-type: none"> - 실측결과와의 오차 정확도 향상을 위한 소음원 시스템 설계 - 한국의 철도변 지형 음향특성을 산출할 수 있는 모델구축 - 상사모델 이용한 소음전파 기초이론 연구, 상사이론 보존 위한 계측시스템 연구, 필터설계제작연구, 음향재료 임피던스 DB 도출연구, 검증 연구등을 수행하여 구축 단계별 차별화된 신기술 도입 <p><무향실, 차음성능시험실></p> <ul style="list-style-type: none"> - 철도특화 대형 구조제 시험가능 시험설비 규모 구현 - 철도소음의 주요 대역인 200Hz 이하 음향성능 시험 위한 시험설비 cut off 주파수 63Hz 까지 구현 - 철도소음원 재현 첨단 이동소음원 시스템 구축 - 첨단 지능형 자동 이동제어 센서 시스템 구축 통한 시험인력, 시험기간 절감 및 시험효율 증대 - ISO/EN 규격에 의거하는 철도방음벽 구조 및 차체 시험가능 규모 구현(차음성능시험설비 개구부 16m² 까지 가능) 

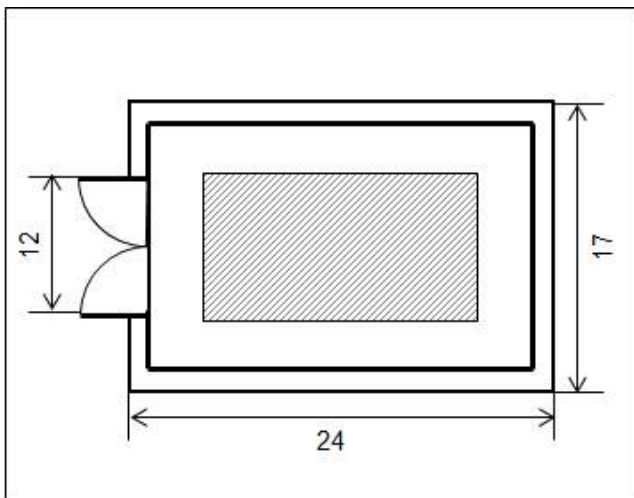
			 <p>[EN 규격에 의한 방음구조체 시험개략도 및 자동제어 잔향실 측정시스템(카나다)]</p>
--	--	--	---

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원

1) 축소모형시험실

■ 개념도

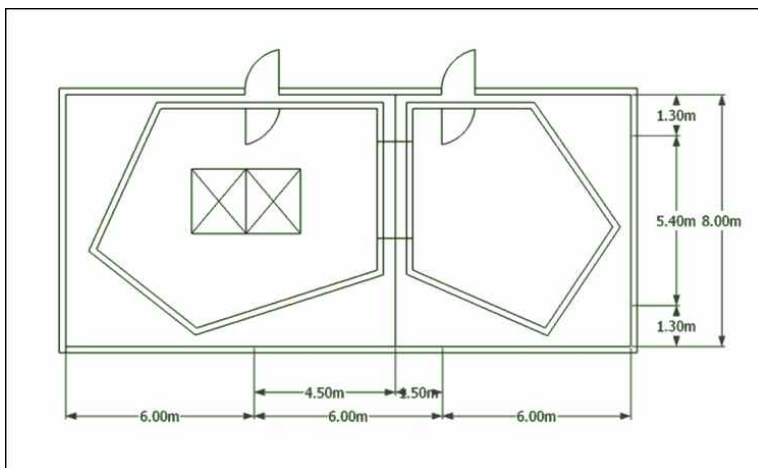


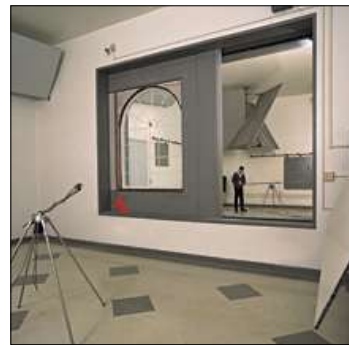
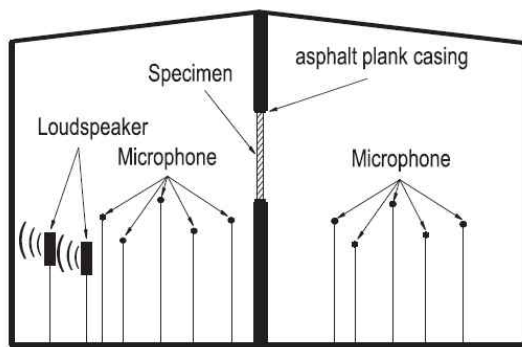
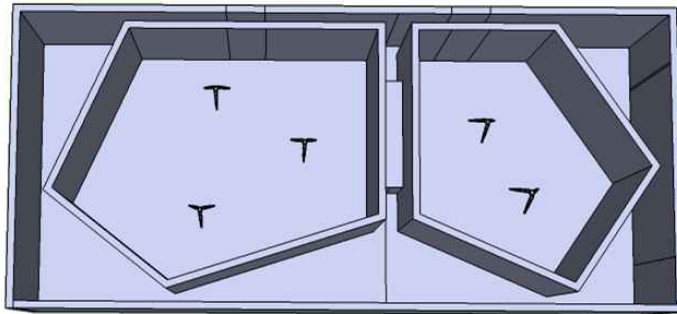
■ 제원 (최외곽 기준 가로, 세로, 높이)

- Dimension : 24m(L) × 17m(W) × 5m(H)
- Effective inside dimension : 21m(L) × 14m(W) × 2m(H)

2) 차음성능시험실 (잔향실 & 음향투과손실 시험실)

■ 개념도



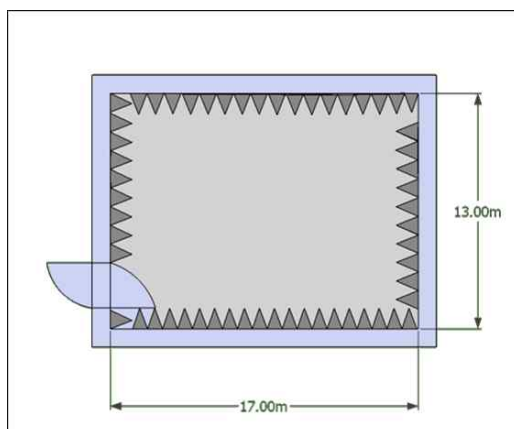


■ 제원 (최외곽 기준 가로, 세로,)

- 8m x 18m x 5m, 소음원실 : 64.2m², 325m³, 수음실 43.7m², 249m³

3) 무향실

■ 개념도



■ 제원

- 13m x 17m x 5m

나. 시험항목 및 관련규격

<철도소음 축소모형시험설비>

■ 시험항목

- 도시철도, 고속철도가 통과하는 선로 주변의 소음영향 평가
- 교통소음발생원 주변의 소음 평가
- 철도건설 공사장 주변의 소음평가
- 방음시설에 의한 소음저감효과 평가
- 도시설계 변경에 의한 소음변화 평가

■ 관련 국내 시험규격

- 소음진동관리 공정시험 방법(환경소음, 교통소음)

■ 관련 국외 시험규격

- ISO 9613-1:1993(Acoustics-Attenuation of sound during propagation outdoors -- Part 1: Calculation of the absorption of sound by the atmosphere, - Part 2: General method of calculation), ISO 3095:2005(Railway applications -- Acoustics -- Measurement of noise emitted by railbound vehicles)
- 방음벽 삽입손실 (KS ISO 10847)

<철도시스템 평가 무향실 및 차음성능 시험설비>

■ 시험항목

- 대형 철도차량 구조체, 구동/전장기기 음향파워, 인텐시티 측정, 지향성 측정
- 대형 철도 방음벽 구조체 음향성능시험
- 철도용 방음벽 및 소음저감장치 회절성능 시험

■ 관련 국내 시험규격

- 환경부 고시 철도차량 소음권고기준 및 검사방법 규정(환경부 고시 제 2010-73,78)
- 철도 종합시설물 검증 시험(국토해양부 제 2012-517), 철도차량 성능시험
- 도시철도 차량 성능시험 기준(국토해양부 2011)
- 한국 철도방음시설 표준 시험규격(제정 중)

- 방음판 시험규격(KS F 4770)

■ 관련 국외 시험규격

- 철도 방음벽 시험규격 EN 16272, 1793, 1794,
- 국제 철도차량 소음기준(TSI, ISO 3095/3381)
- 음향파워 레벨 측정방법 KS 1 ISO 3745
- 벽체 차음성능 시험(ISO 10140-2)

다. 주요 구성요소 및 사양

1) 음향축소모형 장비

- (철도주변 환경소음 영향평가 및 방음시설 영향 상사모델 시험)
- 공간 Dimension : 24m(L) × 17m(W) × 5m(H)
- Effective inside dimension : 21m(L) × 14m(W) × 2m(H)
- 배경소음 레벨 : 최대 30dBA at specific points on turn-off HVAC
- 구성: 축소시험모형 + 공조설비 + 무향엣지(내부벽면 흡음재) + 시편/테스트베드 이송대차설비
- 측정장비 : 마이크로폰 20EA, Pipe for data line 3EA, 데이터 수집 장비 (16채널), 마이크로폰 고정대, 시편고정장치, CCTV, Electric & Lighting (500Lux), Fire fighting system, intercom, Hoist (1.5 ton.etc.)

2) 잔향실

- 차음성능시험실 총 용적 : 574m³
- 최대대각선길이 < 11.47m
- lx/ly : 0.83, lz/lx : 0.47 (ISO 3741 권장 치수비)
- 시료 개구부 면적 : 16m²
- Cut-off frequency : 63Hz
- Diffuser : 0.8~3m²의 서로 다른 크기 사용
- 자동 지능제어 음압 측정 시스템 및 음장 가시화 시스템

3) 무향실

- 15dBA 배경소음 조건
- Wedge 길이 : 1.36m
- Transmission loss : D-70(wall & cilling)

- floating floor 자연주파수 $\leq 3\text{Hz}$ (air spring)
- Single Leaf Door : 55-D
- Fire fighting system, intercom, H.V.A.C
- Microphone 5EA, Pipe for data line : 3EA
- CCTV, Electric & Lighting (500Lux)
- Fire fighting system, intercom
- Lower frequency limit : 63Hz
- Hoist (1.5t.e.t.c)
- 철도 이동소음원 재현 시스템 및 자동이동 마이크론 시스템

라. 그 외 구축필요 소요시설/설비의 특이사항 및 스펙 명시

1) H.V.A.C

- Temperature : $13\pm0.5^{\circ}\text{C}$ (summer), $10\pm0.5^{\circ}\text{C}$ (winter) for scale 1/10
 : $7\pm0.3^{\circ}\text{C}$ (summer), $10\pm0.3^{\circ}\text{C}$ (winter) for scale 1/15
 : $1\pm0.2^{\circ}\text{C}$ (summer), $1\pm0.2^{\circ}\text{C}$ (winter) for scale 1/20
- Relative Humidity : $5\pm0.5\%$ for scale 1/10
 : $3.5\pm0.35\%$ for scale 1/15
 : $2.5\pm0.25\%$ for scale 1/20
- Exhaust piping : For compressor testing
- Air filter : free or medium filter
 - * TSP $\geq 0.5\mu\text{m} \rightarrow 4\times10^7$ EA/m³ (max)
 - * TSP $\geq 1.0\mu\text{m} \rightarrow 7\times10^6$ EA/m³ (max)
 - * TSP $\geq 50.0\mu\text{m} \rightarrow$ Not allowable

2) Radioactivity interference : Imbedded zinc sheet metal

into absorbent material (min.30dB)

3) 무향웨이지 벽면 : 폴리우레탄 웨지

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 (계약완료시점 기준~완공까지) : 40개월

- 축소모형 및 측정시스템 설계 2년
- 본 시공 : 2년

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전 ~교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	10	8	4	6	40

나. 추정예산 : 40억원

1) 환경소음 영향평가 시험설비

- 축소음향시험실 + 공조설비 + 무향웨이지 + 시편이동 대차시설 등 20억

2) 대형 철도시스템 차음성능 및 무향 시험설비

- 무향시험시설 10억
- 차음성능시험실 구축 6억 (잔향실, 음향투과손실 시험실)
- 소요 측정 장비 4억

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획/근거	정량적 기대효과
인증시험 수행	- 철도, 도로 등 교통소음 분야 환경영향평가 시험인증 및 평가 서비스 제공	- 고속주행방사소음 저감효과 검증을 통한 저감기술 개발 및 적용비용 50% 이상 절감 및 효과검증 - 현장시험 비용 40% 이상 절감 및 시행착오 감소효과를 통한 연구개발 시간 단축 효과
	- 환경소음 영향 평가 수입 : 100건/년, 500만원/건=5억원/년	
개발품 성능검증	- 고속철도 소음전파 예측 및 소음피해인구 대책 수립 - 철도건설 공사장 주변 소음평가 - 방음벽 등 다양한 소음방지 시설물의 효과예측, 실험적 평가 - 철도변 공동주택 건설지점의 건물배치 및 토지활용 저소음설계 - 도로교통 및 건설공사장 소음 저감평가	- 철도차량 제작사 제작과정 차음시험, 음원특성 시험 수행 : 최소 10건/년=약 7천만원/년 - 방음벽, 방음구조체, 소음저감장치 등 음향시험 수행 : 최소 각 10건/년=약 5천만원/년 - 첨단 자동제어, 자동이동 센서시스템 등 경제성 확보 : 시험인력, 시험기간 감소, 시험효율 증대
국가연구개발사업 시험지원	- 철도소음진동 원천기술 개발과제 개발기술 성능시험 및 보완	
민간수탁 도출	- 방음벽 성능시험 철도차량 부품 및 차체 성능시험 - 기존철도, 화물철도의 소 음피해 실험적 자료 도출 - 철도소음전파에 대한 해 석결과 및 실사 소음측 정결과와의 비교	

04. 철도차량 쾌적/편의/환경성 통합평가 시험기

책임 제안자 : 권순박

공동 제안자 : 박덕신, 박재현, 정우태, 장승호, 박찬우, 송용수

01. 장비명

- 국문 : 철도차량 쾌적/편의/환경성 통합 시뮬레이터
- 영문 : Human-factor Onboard Testing System for Public Transportation Vehicle

02. 장비의 기본용도

철도차량 운행환경(진동, 소음, 시각, 온열환경 등)을 모사할 수 있는 시뮬레이터를 활용하여 차량과 노선허성에 따른 승객의 신체반응을 통합적으로 평가하여 이용자의 실질적인 승차쾌적성을 평가하는 장비

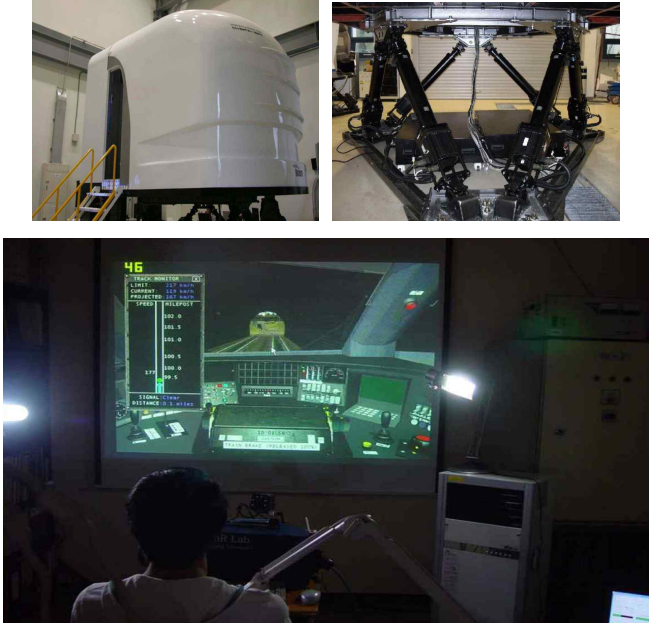
03. 장비구축의 필요성

- 국내에서 새로운 철도차량이 지속적으로 개발되고 있으며, 지자체에 따라 다양한 외국 차량도 수입되어 운영되고 있으나, 이용자의 승차쾌적성에 대한 국내 기준이 미비하며 관련연구가 수행되더라도 기관사(또는 운전자) 위주로만 이루어지고 있음
- 대중교통 이용자는 대중교통의 불편함과 쾌적하지 못함을 호소하고 있고 사회는 점점 더 고령화되고 있으며, 국민행복시대를 캐치프레이즈로 하는 새정부도 교통복지를 국정중점과제의 하나로 꼽고 있음
- 교통수단 이용자의 피로감이나 스트레스를 정량화 할 수 있는 기초연구가 전무하며, 스트레스를 최소화하기 위한 편의시설 설계 및 도입이 필요함
- 로템에서 보유하고 있는 승차시뮬레이터의 경우에도 기관사 위주의 연구장비로 일반 이용자관점에서의 시험에는 활용할 수 없음
- 현재 개발되고 있거나 운행중인 철도차량 객실내부 구조를 이용자 인구 고령화에 따른 편의성 측면에서 재검토할 필요가 있음

- 300km/h 이상급 고속철도를 개발하는 국가에서 이용자 관점의 승차감을 평가할 수 있는 연구장비의 구축은 선택이 아닌 필수적인 사항임
- 특정 기술과 제품의 경쟁력은 기계나 구조물의 성능중심에서 이용자가 만족하거나 감동받을 수 있어야하는 감성공학적 차별성에 의하여 결정되는 시대에 도달함
- 국내의 경우 철도를 포함하는 대중교통 전반의 감성공학적 연구기반이 매우 취약한 실정임(일본 RTRI의 경우 이미 15년 전부터 철도휴먼감성공학 관련 연구부서를 운영하고 있음)
- 철도연 자체연구사업으로 철도차량 승객의 감성공학관련 기초연구를 수행하였음(“철도의 감성품질 요소 정립 기초연구”, 자체사업보고서 2011)
- 기존 승차감 시험의 경우 단순한 차량의 기계적 진동요소만으로 평가하기 때문에 실제 승객이 체감하는 승차감과 차이가 있음. 사람이 느끼는 주관적 요소에(시각, 청각, 촉각 등) 대한 객관적 평가가 요구됨
- 철도 및 대중교통시스템의 안전성, 쾌적성 향상 필요성 증대
- 500 km/h 이상의 초고속 운송시스템, 해저운송시스템, 도심도 철도, PRT시스템, 수직수평이동시스템 등 신교통 시스템내 승객 및 운전자의 생체반응 연구는 개발기술의 목표사양을 결정하는 중요한 요소임
- 다자유도 진동대와 같은 고가의 장비가 아닌 구축 및 운영이 용이한 스텔트 플랫폼(stewart platform) 방식의 시뮬레이터를 구축함으로써, 다양한 철도환경에서 이용자의 승차감평가를 수행하고 이를 통해 개발차량의 기술완성도를 감성공학적 측면에서 높일 필요가 있음

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	로템
구축완료년도	2011
구축예산	약 16억(추정)
장비본체 Dimension	10m x 10m x 3m (추정)
Main Components	시뮬레이터캐빈, 모션시스템, 영상시현시스템, 캐빈냉난방장치, 패널 및 조작기기
부대설비	승하차대, 제어데스크, 실제차량 기능모사품
장비전경	
시험가능항목	철도기관사 운전직무 훈련 및 시험 사고대처 및 사건유발 모의훈련
특징	6자유도 모션시스템 차량운행환경 시뮬레이션 S/W제작

보유국가/기관	건설기술연구원
구축완료년도	2007
구축예산	약 40억 (추정)
장비분체 Dimension	20m x 20m x 5m (추정)
Main Components	6축 모션시스템(차량운동), 4축 가진기(차량진동), 360도 원형스크린, HD급 프로젝터 1대, XGA급 프로젝터 8대
부대설비	생체신호(심전도, 뇌파)측정시스템, 고글형 안구운동측정기 등
장비전경	 
시험가능항목	도로환경 개선을 위한 설계기법 연구, 안전시설 효율성 평가, 운전자 행태 연구, 도로정보 판독관련 연구, 교통류 시뮬레이션 추종모델 개발 등
특징	360도 스크린을 통한 모든 시야각에서의 운행환경 모사 및 진동대를 활용한 승차환경 모사

나. 국외 유사장비 현황

보유국가/기관	일본/ RTRI
구축완료년도	2000 (추정)
구축예산	약 40억원 (미쯔비시 제작)
장비본체 Dimension	15m x 10m x 6m (추정)
Main Components	simulating passengers' cab, visual image display, motion system, sound generator, cabin monitoring device
부대설비	탑승장치, 방송설비, 비상계단 등
장비전경	     
시험가능항목	피시험자의 설문조사를 통한 실내쾌적성 평가
특징	승객의 운행조건을 현실적으로 재현 신칸센 열차 진동소음 구현

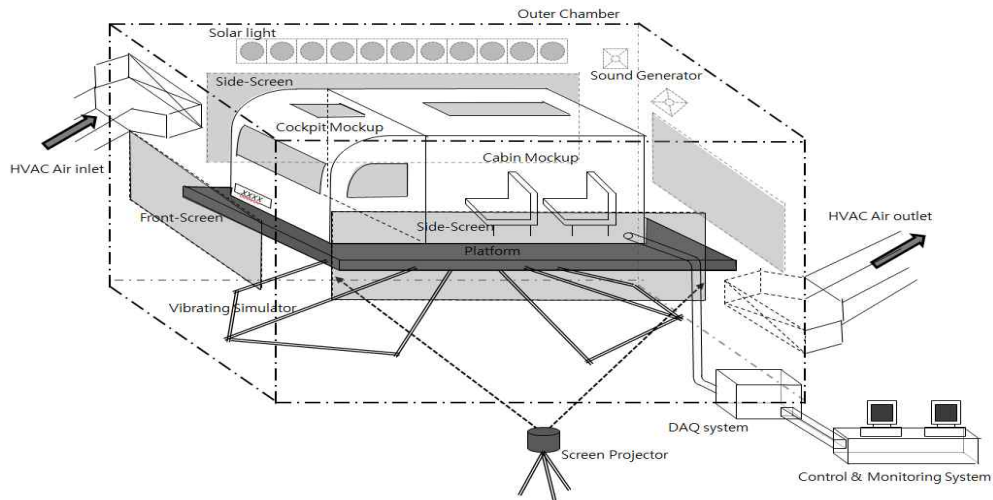
보유국가/기관	스웨덴/ 뵘바르디어
구축완료년도	2010년
구축예산	15억원 (추정)
장비본체 Dimension	20m x 3.5m x 5m
Main Components	철도차량 1~2량, loudspeaker, amplifier, cable, control screen
부대설비	actuator, shaker, projectors, 구동 S/W
장비전경	<p><u>뵘바르디어 Acoustic Sound Studio</u></p>  <p>The equipment collage includes: Projections, Loudspeakers, Actuators, Fake passenger, Control screen, Loudspeakers, and Shakers. A diagram shows a 'Glass wall' separating the 'Listening room' and 'Computer room'.</p>
시험가능항목	기존 차량의 실내 음향 환경과 대비하여 인공적인 가감을 거친 모의 음향 환경의 승차감 및 쾌적성 평가
특징	기존 차량의 실내 소음 및 진동을 여러 채널로 녹음한 후, 차량부품의 변경 시 모의 음향 환경을 신호처리를 거쳐 모사함, 차량 탑승 환경을 최대한 활용

다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내 (로템제작)	국내 (건설기술연 구원)	국외 (일본 RTRI)	국외 (스웨덴, 봄바르디아)	도입예정 신규장비
소요 예산	약 16억원	약 40억원	약 40억원	약 15억원	약 50억원
스펙 상의 특징	6자유도 모션 시스템 차량운행환경 시물레이션 S/W제작	360도 스크 린을 통한 모 든 시야각에 서의 운행환 경 모사	승객의 운행조 건을 현실적으 로 재현 신칸센 열차 진 동소음 구현	승객이 느끼는 철 도차량 실내 음질 평가 시스템	차량 운행 환경 (진동, 소음, 실 내환경) 모사 승 객 생체반응 평 가
시험 가능 항목	철도기관사 운전직무 훈 련 및 시험 사고대처 및 사건유발 모의훈련	안전시설 효율 성 평가, 운전 자 행태 연구, 도로정보 관측 관련 연구, 교통류 시물레 이션 추종모델 개발 등	피시험자의 설 문조사를 통한 실내쾌적성 평 가	기존 차량의 실 내 음향 환경과 대비하여 인공 적인 가감을 거 친 모의 음향 환경의 승차감 및 쾌적성 평가	승객 생체반응 평가 탑승자 중심의 차량 운행 환경 종합평가 신교통시스템내 생체반응 시물 레이션
주요 차별 성	기관사 반응 및 직무시험용/ 온 열환경 모사불 가 생체 신호 측정불가 1인 용 플랫폼으로 승객좌석 편의 성 평가불가	승용차 운행 중 생체변화 특성 분석/ 철도환경 모 사불가	진동, 소음, 시각효 과에 대한 승객 운행 쾌적성 평가/ 생체신호 측정불가	객실내 이동설 치 가능/ 철도 운행환경 모사 불가	진동과 시청각 적 효과 포함한 실내온열 환경, 압력차 등 교통 시스템 내 복합 환경에 따른 인간 반응 연구

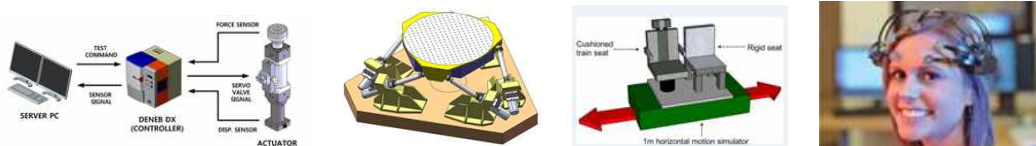
05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원



[본체]

- 전체 크기: 가로 20m, 세로 20m, 높이 10m
- 운행차량 동적특성 모사용 시뮬레이터 & 제어시스템
(Hexapod Mast, 스텔트 플랫폼 4m x 3m, 6 DOF control)



[제어장치=> 6DOF 플랫폼=> 좌석=> 이용자 생체반응]

- 시뮬레이터 객실(3m x 3m) 모형
- 실내 온열환경 제어시스템 (실내온습도 제어설비)
- 시각환경 모사시스템 (프로젝터 카메라, 3D 영상제어장치(옵션))
- 소음환경 모사장치 (철도소음 발생기)
- 생체신호 측정시스템 (다채널 뇌파, 심박, 심전도 측정시스템)
- 중앙제어 및 모니터링 시스템



[생체신호 측정시스템 및 미국 NASA의 비행시뮬레이터 모습]

[부대설비]

- 운행차량 동적특성 시뮬레이터 운영 S/W
- 체감 진동, 소음, 실내환경 측정데이터 종합수집장치 및 운영 S/W
- 시뮬레이터 객실 모사내장품
- 생체신호 데이터 수집장치

나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

1) 승객 생체반응 평가 및 연구

- 교통수단 이용 승객 스트레스 정량화 연구
- 교진동, 소음, 실내환경 등 복합적 요소에 따른 승객 승차감/쾌적성 평가
- 장거리/고속 운행 시 승객 피로도 시험 및 편의성 증진 연구
- 교통약자 이용 편의성 평가시험 및 개선 연구
- 입석승객 탑승 스트레스 평가 및 개선방안 연구

2) 개발차량 탑승자 인체반응 사전 시뮬레이션 연구

- 신규차량 개발 시 승객 관점의 운행환경특성 시뮬레이션
- 초고속(400km/h 이상) 차량 객실환경 및 해저터널/대심도 등 운행시 승객의 생체반응 사전 시뮬레이션
- 수직/수평 이동 등 새로운 차량 시스템에 따른 탑승자 인체영향 사전 예측

■ 관련 국내 시험규격

- 진동 : KS(한국표준규격) 규격(KS R 9216)
- 기존철도(지하철 포함) : 승차감 레벨(ISO2631/1) 적용
- 경부 고속철도 : ISO2631/1(1985) 적용
- 한국형 고속철도 개발 : UIC 513R 적용
- 실내환경관련: 대중교통수단 실내공기질 가이드라인(2006, 환경부)

■ 관련 국외 시험규격

- 승차감(진동) 관련 규격 (EN12299, EN14363, DD ENV12299)
- 이명감 관련 규격 (UIC CODE 660)

- 철도차량 객실 온열환경 규격 (UIC CODE 553, 553-1, EN14750, EN13129)
- 철도차량 운전실 온열환경 규격 (EN14813), EN13129, EN14750)

다. 주요 구성요소 및 사양

- 전체 크기: 가로 20m, 세로 20m, 높이 10m
- 운행차량 동적특성 모사용 시뮬레이터 (스튜어트 플랫폼 4m x 3m)
- 시뮬레이터 객실(3m x 3m) 모형
- 실내 온열환경 제어시스템 (실내온습도 제어설비)
- 시각환경 모사시스템 (프로젝터 카메라)
- 소음환경 모사장치(철도소음 발생기)
- 생체신호 측정시스템 (다채널 뇌파, 심박, 심전도 측정시스템)
- 중앙제어 및 모니터링 시스템

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 운행차량 동적특성 시뮬레이터 운영 S/W
- 진동, 실내환경 측정데이터 종합수집장치 및 운영 S/W
- 시뮬레이터 객실 모사 내장품

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 44개월

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	상세 설계	제작	설치	시운전/ 교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	8	8	6	8	44

나. 추정예산 : 50 억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획	정량적 기대효과
인증시험 수행	진동, 실내환경 등 복합적 운행특성에 따른 승객 승 차감/쾌적성 평가 무선급전(전자기파) 등 새 로운 시스템 인체영향 시 험	승차감, 생체반응, 온열환경 영향평가 등 시험수수료 연간 0.7억원 수입 예상 (철도차량 승차감 평가시험 수수료 : 10,000 천원/회 X 4회/년 = 40,000천원, 객실/운전실 온열 환경평가 시험 수수료 : 10,000 천원/회 X 3회/년 = 30,000천원)
개발품 성능검증	개발시스템의 사용자 측면 성능검증	개발품 목표사양 타당성 및 적합성 판단
국가연구개발사업 시험지원	<ul style="list-style-type: none"> - 장거리/고속 운행시 승 객 피로도 개선 연구 - 교통약자 이용 편의성 증대 연구 - 생체반응 기반의 안전사 고 대처 방안 도출연구 - 신교통수단 개발 연구과 제 수행시 승객 관점의 운 행환경특성 사전 예측 - 초고속 차량 개발 연구 과제 수행시 객실환경 및 해저터널/대심도 조건에서 의 생체반응 사전 예측을 통한 성능개선 연구 	연간장비사용료 5억 도출 연간장비사용시간 1000시간
민간수탁 도출	차량 운행환경평가 관련 민간수탁	연간민간수탁과제 1건이상 연간 1건이상 1억이상
타분야 활용	철도외 타 대중교통 수단(버스,항공,선박 등)과 승용차 등 다양한 교통수단 탑승에 따른 이용객 생체반응 평가 분석활용	타기관과 공동연구개발 혹은 시험수수료 산정 방식

05. 철도 차대차 충돌시험시설

책임 제안자 : 권태수

공동 제안자 : 정현승, 김진성

01. 장비명

- 국문 : 철도 차대차 충돌시험시설
- 영문 : Car-to-car Crash Test Facilities

02. 장비의 기본용도

철도차량의 차대차 충돌시험을 통한 성능 검증

03. 장비구축의 필요성

- 철도안전법 철도차량안전기준에 관한지침 제16조 표준충돌사고각본 및 국외(EN15227, 49 CFR 238 등) 충돌안전기준에서 제시하고 있는 정면 충돌 사고, 대형장애물충돌사고, 소형장애물 충돌사고의 시험에 필요함
- 국가 R&D 사업 지원, 해외 용역수주, 국내 차량 제작사 지원, 부품업체 시험 지원 등의 업무 수행
- 현재 아시아권 유일한 철도차량 충돌설비에서 향후 세계최고수준의 시험 장비로 도약
- 선박, 자동차 시설물, 해상 컨테이너 등 다양한 분야 등에 활용 가능함

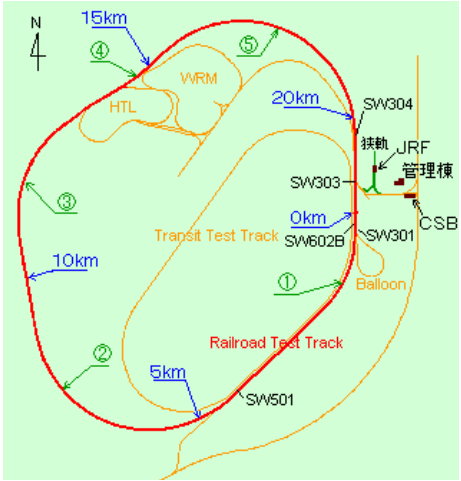

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

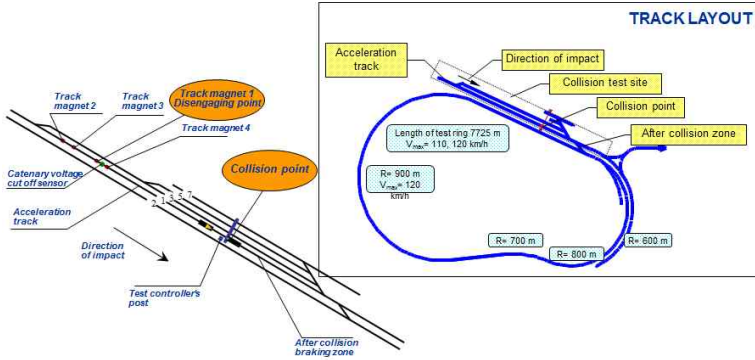

가. 국내 유사장비 현황

- 충북영동 충돌고정벽 시험시설
 - 관련 홈페이지 <http://www.krri-crash.com>
 - 지난 3년간 다수의 충돌 시험 수행 및 국내에 충돌시험 인프라 정착
 - 기존 충돌시험 시 목표 속도 편차 범위가 $\pm 10\%$ 가량으로 충돌시험 시 목표 충돌속도의 정밀도를 향상할 필요성 절실($\pm 3\%$ 이내)

- 현재 구축되어 있는 고속철도영동기지 충돌시험소는 간이 시험소로 종합적인 충돌시험 준비 및 시험체 보관에 한계가 있음

나. 국외 유사장비 현황

보유국가/기관	미국/TTCI
장비본체 Dimension	<p>충돌고정벽 직선선로 1.2 km</p> 
Main Components	충돌 고정벽
부대설비	충돌시험 전용 선로
장비전경	
시험가능항목	<p>철도차량 차대차 충돌시험</p> <p>최대속도 약 70 km/h</p>
특징	세계최대 규모의 시설

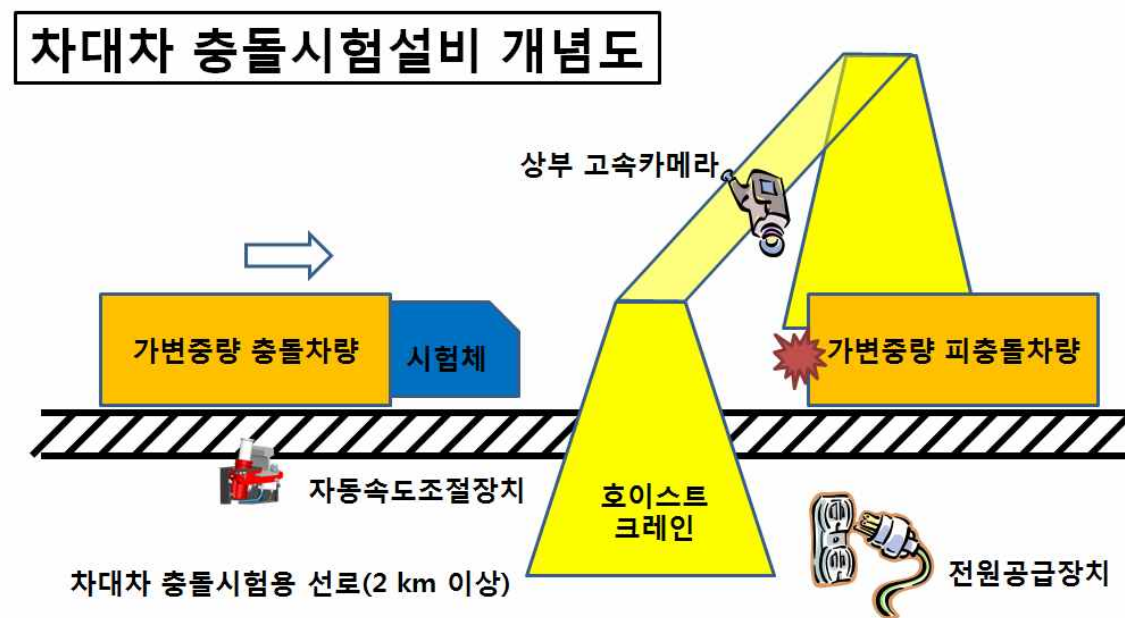
보유국가/기관	폴란드/CNTK
장비본체 Dimension	<p>직선선로 약 2 km, 선로 개수: 4개 선로</p> 
Main Components	메인 선로 포함
부대설비	오버헤드 크레인 포함
장비전경	
시험가능항목	<p>철도차량 차대차 충돌시험 최대속도 약 60 km/h</p>
특징	범국가규격인 EN 규격 시험 최초로 수행

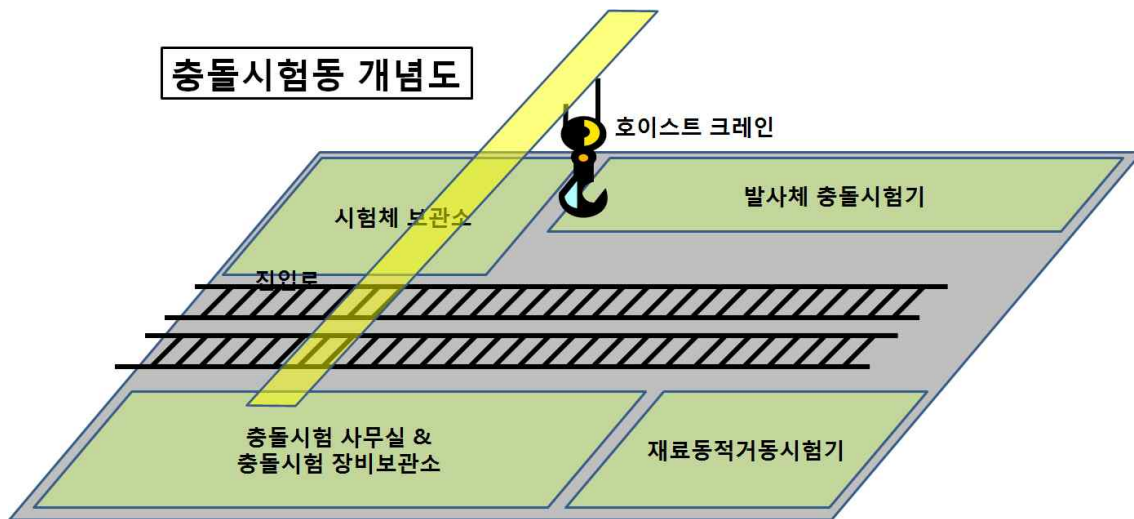
다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분		국외-1	국외-2	구축 요구장비
소요예산		-	-	25억원 (충돌시험 전용선로 공사비용 제외)
스펙상의 특징		선로길이 2 km	최장 선로	선로길이 2 km 이상
시험가능 항목		60 km/h이상	70 km/h이상	최대 80 km/h
구현 가능 시험 규격	한국	○	○	○
	유럽	○	○	○
	미국	○	○	○
주요 차별성		-	-	시험속도 정밀도 ±3%

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원





크기: 60m(L) × 40m(W) × 10m(H)

나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

- 에너지흡수부재 단품 충돌시험
- 에너지흡수구조체 충돌시험
- 실차 충돌시험

■ 관련 국내 시험규격

- 철도차량 안전기준에 관한 지침 제16조 관련 표준충돌사고각본 세부기준에 따른 충돌시험

■ 관련 국외 시험규격

- 유럽 EN15227 철도차량 충돌안전규정에 따른 충돌시험
- 미국 49 CFR part 238에 따른 충돌시험

다. 주요 구성요소 및 사양

- 차대차 충돌시험선로
- 직선선로 2km이상의 진입선로 2선 이상
- 호이스트 크레인 최대 하중 20 ton 이상(더블거더, 스패 20m)
- 차대차 충돌시험의 충돌 및 피충돌차량(80톤 이상)
- 충돌시험동 진입선로 2선 이상(매립형 선로 필요)
- 호이스트 크레인 최대 하중 30 ton 이상(더블거더, 스패 30m)

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 충돌시험 선로는 안전을 위하여 전차선 없는 전용선로로 구축

- 상부 변형거동은 충돌안전성능을 평가하는데 중요한 요소이므로 상부 영상 촬영을 위한 설비 필요
- 충돌시험동과 차대차 시험장소는 거리가 멀어 원활한 전원공급을 위한 장치 필요
- 대용량 차대차 충돌시험을 위한 가변중량 충돌차량(최대 80톤) 이 추가로 필요함

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 380V 3상, 220V 기본 전원 필요. 최대 160 kW 소요전력 예상

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 42개월

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전/ 교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	6	12	6	6	42

나. 추정예산 : 45 억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

2011 이전	2012	예상
-시험시설 공개시연회 	-간선형 철도차량 	- 2차 탱크컨테이너 시험 
-ITX 청춘 열차 	- Shear off mechanism 	- 사이드버퍼 국산화시험 
- 유압버퍼 	-ISO 탱크컨테이너 	-해외 수출용 차량 시험 

<활용사례>

06. 초고속 3-D 열차모델 주행시험기

책임 제안자 : 김동현

공동 제안자 : -

01. 장비명

- 국문 : 초고속 3-D 열차모델 주행시험기
- 영문 : Large-scale Moving Train Model Rig

02. 장비의 기본용도

- 저속에서부터 초고속까지의 열차주행시험을 위한 연구/개발 및 성능평가/인증을 위한 기본 시험장비로서, 고속열차 공기저항 저감기술 연구, 고속철도 터널 미기압과, 승객 이명감, 압력과 특성시험 및 연구, 철도 구조물(교량, 전차선 등)에 대한 공기역학 영향 연구/시험, 고속열차의 선로변 공력소음 시험, 철도차량(전두부, 열차편성, 판토그래프, 대차 등)의 주행 안전성과 승차감 연구/시험뿐만 아니라 고속화 지하철도 지하역사, 연직갱, 횡갱의 공기역학적 설계 연구, 온라인 철도시스템의 집전 성능 핵심성능 평가, 차량진단용 선로변 검측장치 기본성능 시험, 기본 리니어모터 열차개발 축소모델 시험, 자기부상열차 개발 축소모델 시험, 고속에서의 가선장치 이선관련 시험 및 기술개발 등 **철도기술의 광범위한 용도로 사용할 수 있는 연구개발, 성능평가, 시험인증을 위한 기초 장비임.**

03. 장비구축의 필요성

- 초고속주행 열차모델 주행시험기는 개발 열차모델을 실제 주행속도로 이동시켜, 차량자체나 혹은 차량과 터널 인터페이스, 선로변 시설물 주변에서 나타나는 공기역학 현상과 공력소음에 대한 핵심 성능평가와 기술개발을 할 수 있는 장비임.
- 또한 저속에서부터 초고속까지의 열차주행시험을 위한 기본 장비로서 대차의 동특성, 휠-레일 점착력, 판토그래프의 이선율과 공력소음, 가선

장치의 동특성, 열차편성 사행동 및 진동특성, 선로변 검지장치의 신뢰도 평가시험, 분기기 성능시험, 터널 주행 시의 선로중심간격과 노반폭 최적설계 등에 활용할 수 있음.

- 본 초고속주행 열차모델 주행시험기는 1/20~1/25축척으로 휠-레일과 대차를 구비하여 다량의 열차편성으로 실제 열차형상으로 제작되며, 선로도상모듈 교체로 고속화 온라인 철도시스템 개발, 리니어모터 열차나 초고속 자기부상열차 시험에도 활용할 수 있음. 또한 GTX등의 고속화 지하철도 지하역사에서의 공기압 문제와 열차 교행, 분기기 시험이 가능하도록 4선으로 건설함.
- 열차의 추진장치는 공압장치로 발사시켜 가속시키며, 실제형상의 열차모델을 3량~8량 가변편성이 가능하고 500km/h까지 실제 열차속도를 얻음.
- 본 시험장비는 현차 개발에서 주요장치의 성능확보 주행시험을 사전에 축소모델 주행시험으로 개량을 하기 때문에 현차시험의 막대한 비용을 절감할 수 필수적인 장비임.

● 미래철도 기술 연구개발과의 연계성

- 차세대 500km/h급 고속열차 및 철도시스템 기술개발
- 250km/h급 중앙선/원주-강릉 신선용 EMU-250 열차개발
- 고속화 지하철도의 터널주행용 GTX열차 및 철도시스템 개발
- 온라인 철도 고속화 기술개발
- 초고속 자기부상철도 기술개발

현재, 상기와 같은 철도시스템 기술개발이 기획되어 추진 중이며, 기술개발 과정 중에 단품 또는 시스템적인 성능확보를 위한 성능평가, 시험인증을 위한 검증시험을 위해서는 본 제안의 장비 구축이 요구됨.

● 해당 시험장비 구축의 국가적 시급성

- 한국철도기술연구원은 421km/h의 초고속 시운전 속도를 달성하였으나, 산악이 많은 국가라서 기존의 경부고속철도나 호남고속철도에서 평탄하거나 내리막의 가속구간을 충분히 확보할 수 없는 지형 환경이라 400km/h 이상의 현차시험에 큰 어려움이 있음. 이러한 지형환경을 극복하기 위해서는 본 제안의 “초고속 3-D 열차모

델 주행시험기”는 차세대 500km/h급 고속열차 및 철도시스템 기술개발에 반드시 필요한 장비임.

- 일본은 초고속열차 개발을 위하여 500km/h이상의 주행시험이 가능한 야마나시 시험선로(43km)와 1/10축척 열차모델 시험전용의 초대형 풍동시험센터를 보유하고 있음. 이러한 시험설비는 천문학적인 건설비가 필요하지만, 본 주행시험기는 저렴한 대책임.
- 신뢰할 수 있는 성능의 초고속열차를 개발하고, 수출하기 위해서는 초고속 주행시험 설비가 필요함.


04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

- 해당사항 없음

나. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

보유국가/기관	(1) 영국/AEA Technology Rail, (2) 독일/DLR, (3) 중국
구축완료년도	1980년대 중반(영국), 2000년대 초반(독일), 2007년도(중국)
구축예산	약 40억(영국), 약 60억원(독일), 약 50억원(중국)
장비본체 Dimension	- 1/17축척 ~ 1/25 축척 열차모델 - 200 m x 10 m
Main Components	-발사장치: 캐터필트 방식(유압고정) -제동장치: 항공모함의 후크식 제동장치 -복선의 2개 선로 -차량 동특성 및 공기역학 계측장비 일체 -선로 중간에 수직형 소형송풍기(풍동)
부대설비	차량 동특성 및 공기역학 계측장비 일체
장비전경	<div>  <p><독일: 고속주행 열차모델></p> </div> <div>  <p><독일: 수직형소형송풍기></p> </div> <div>  <p><영국: 고속주행 열차모델 주행시험기></p> </div> <div>  </div>

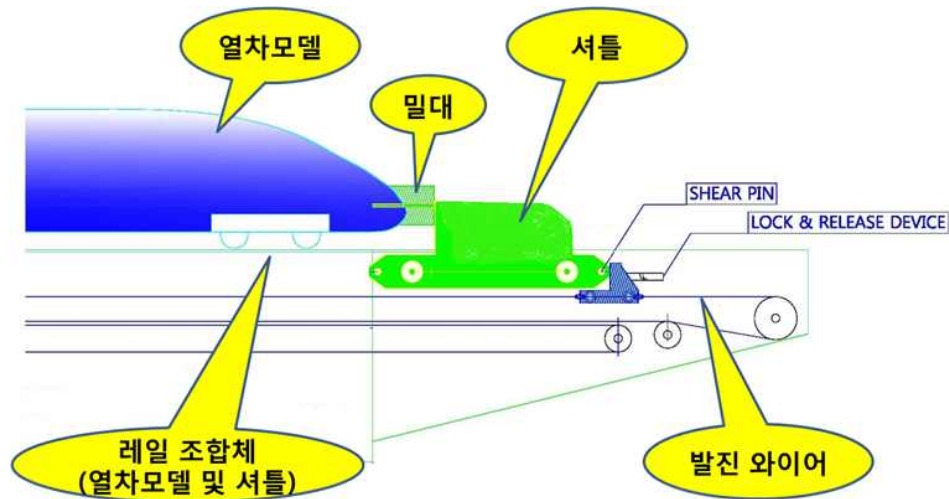
	 <p>(a) Two trains crossing in the open air (b) A train passing through a single-track tunnel (c) Two trains crossing in a double-track tunnel</p> <p><중국: 고속주행 열차모델 시험기></p>
시험가능항목	<p>열차편성 공기역학 시험, 열차-터널 시스템 공기역학 시험, 터널 주행시 승객 이명감 및 터널출구 미기압과 시험, 철도차량의 주행 안전성과 승차감 연구/시험뿐만 아니라 고속화 지하철도 지하역사, 연직갱, 횡갱의 공기역학적 설계 연구, 온라인 철도시스템의 집진성능 핵심성능 평가, 차량진단용 선로변 검측장치 기본성능 시험, 기본 리니어모터 열차개발 축소모델 시험, 자기부상열차 개발 시험, 고속에서의 가선장치 이선관련 시험 및 기술개발</p>
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 영국: 최대 열차모델 속도 270km/h - 독일: 최대 열차모델 속도 360km/h - 중국: 최대 열차모델 속도 400km/h (3량1편성 이하)

구분	영국	독일	중국	도입예정 신규장비
소요 예산	40억원	60억원	50억원	75억원
스펙상의 특징	270km/h	360km/h	400km/h	500km/h
시험가능 항목	차량 및 터널 공기역학, 가선장치 주행시험 등	차량 및 터널 공기역학, 가선장치 주행시험 등	차량 및 터널 공기역학, 가선장치 주행시험 등	철도 공기역학, 차량시스템 주행안정성 시험, 대차 주행시험, 가선장치 주행시험 등
주요 차별성	-차량의 동력학 적 특성시험: X - 대차시험: X -열차모델 발사: 캐터펄트 방식 -열차 교행시험 X -전체연장: 150m -수직형 풍동: O -열차속도 낮음	-차량의 동력학 적 특성시험: X - 대차시험: X -열차모델 발사: 캐터펄트 방식 -열차 교행시험: X -전체연장: 200m -수직형 풍동: O -열차속도 낮음	-차량의 동력학 적 특성시험: X - 대차시험: X -열차모델 발사: 캐터펄트 방식 -열차 교행시험: O -전체연장: 167m -수직형 풍동: X -열차속도 높음	-차량의 동력학 적 특성시험: O - 대차시험: O -열차모델 발사: 공압 방식 -열차 교행시험: X -전체연장: 600m -수직형 풍동: X -열차속도 높음
축척 특징	1/25 축척 주행시험기	1/25 축척 주행시험기	1/17 축척 주행시험기	1/10~1/25 축척 주행시험기 (선로폭 가변가능)
열차편성 및 중량	5량1편성(최대) : 60kg 가능	5량1편성(최대) : 50kg 가능	3량1편성(최대) : 50kg 가능	8량1편성(최대) : 120kg 가능

05. 구축장비 개념설계

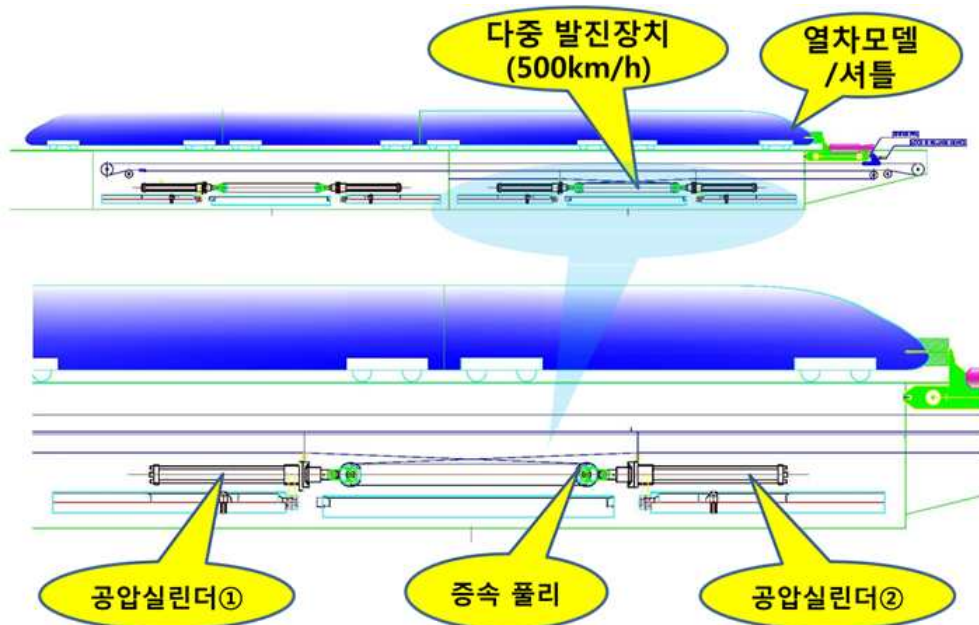
가. 개념도 및 제원

(1) 발진장치

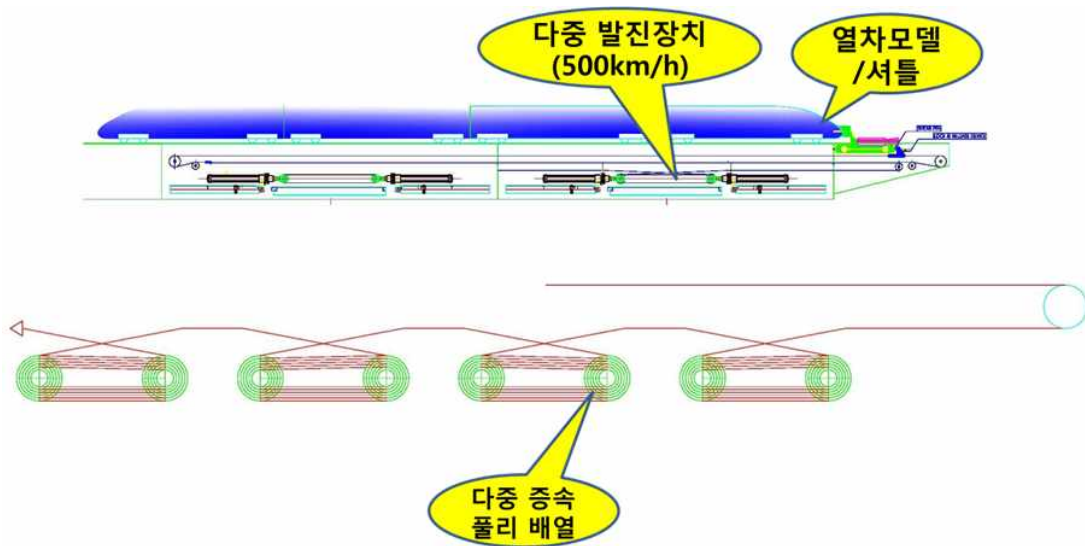


(2) 증속장치

- 다중발진장치에 의한 증속(500km/h에 대하여 150m, 1.5초)

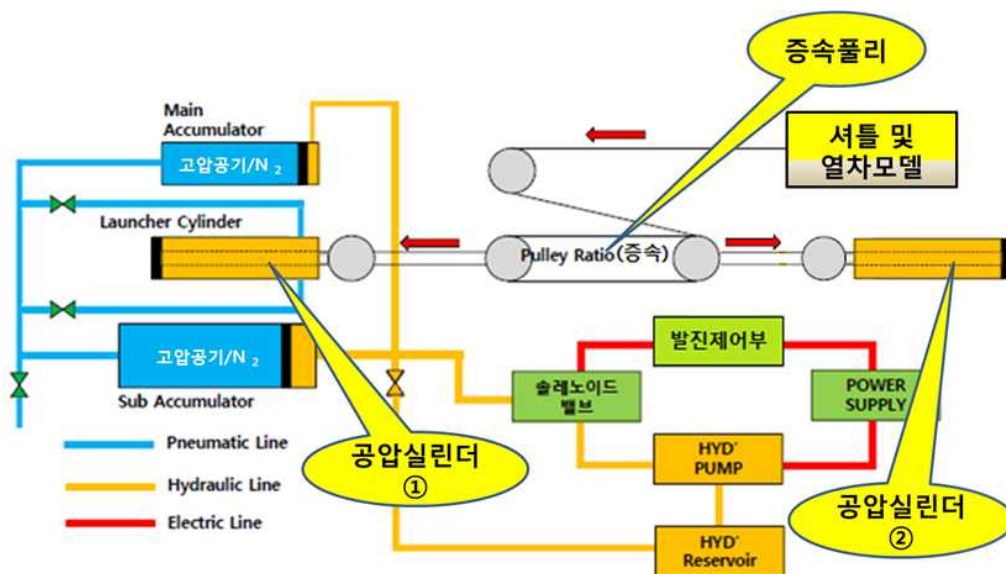


- 4기의 대형 공압실린더에 의한 다중증속 풀리 배열



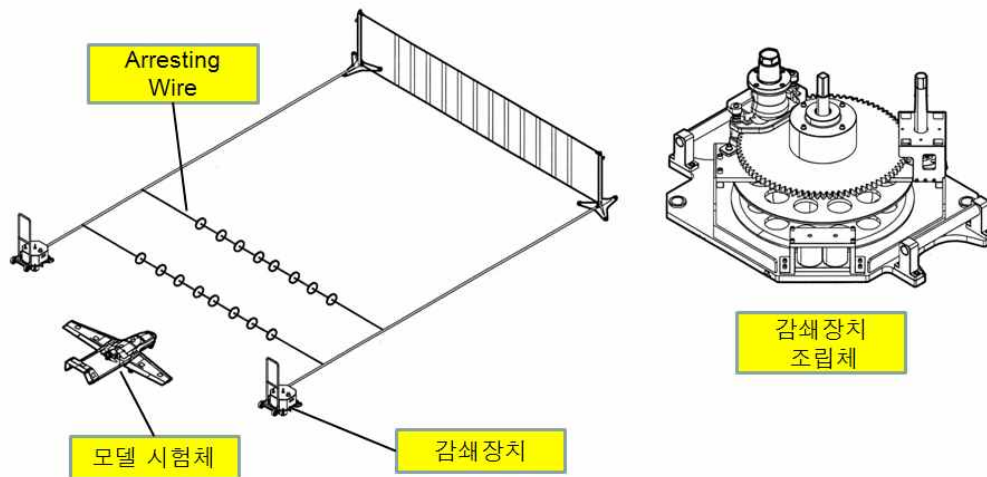
(3) 발진 및 500km/h 증속 메커니즘

- 유공압 발진, 고압 고속추진
- 다중 발진장치:스테이지당 약 20배속

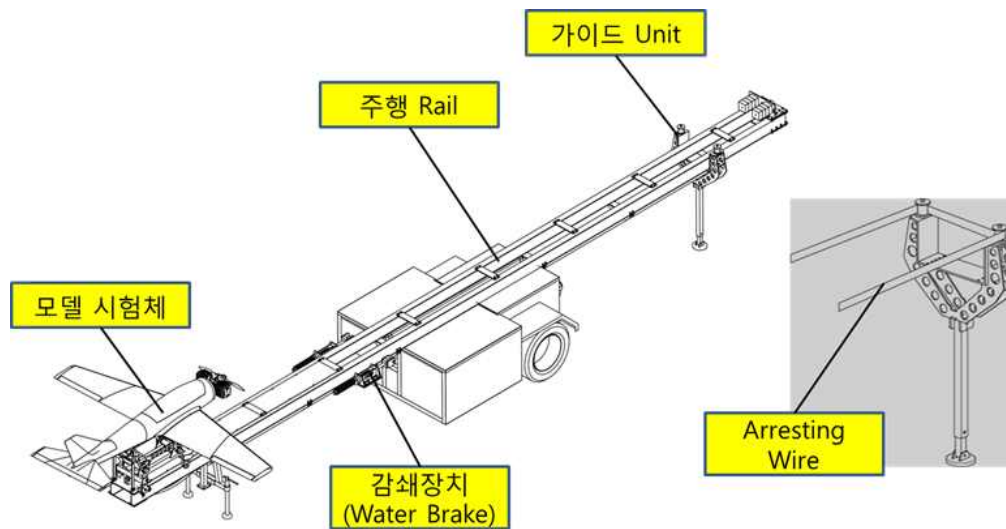


(4) 500km/h급 고성능 제동장치 기본개념

- 항공모함 제동 메커니즘 응용(arresting Wire & Water Brake)

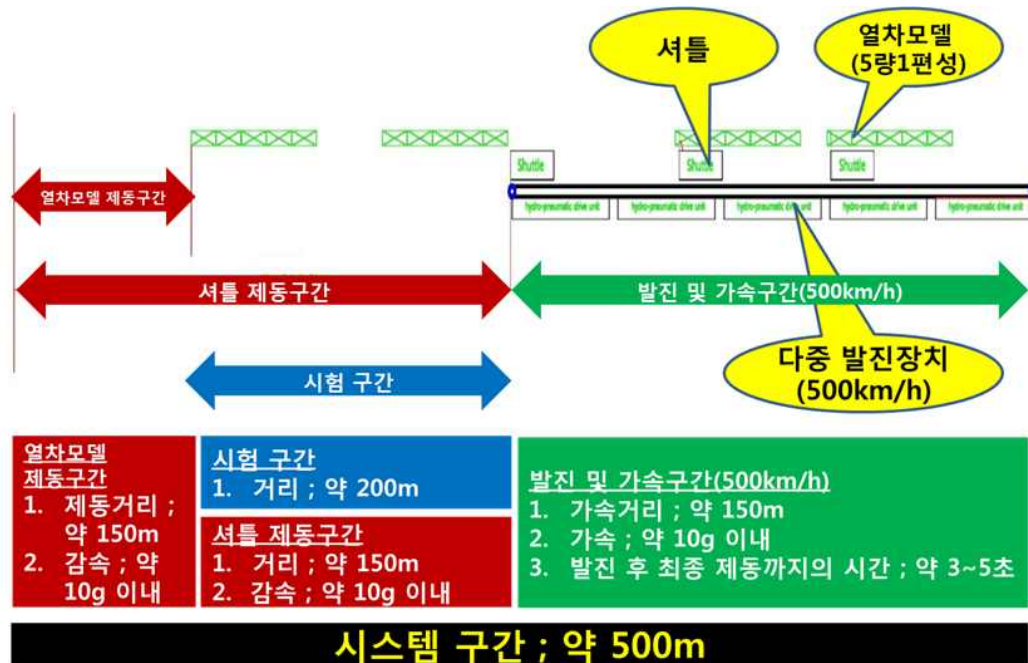


- 무인항공기 발사기의 제동 메커니즘 응용(arresting Wire & Water Brake)



(5) 500km/h급 발진 및 주행, 제동 시스템

- 주행시험기의 전체 연장 500m~600m



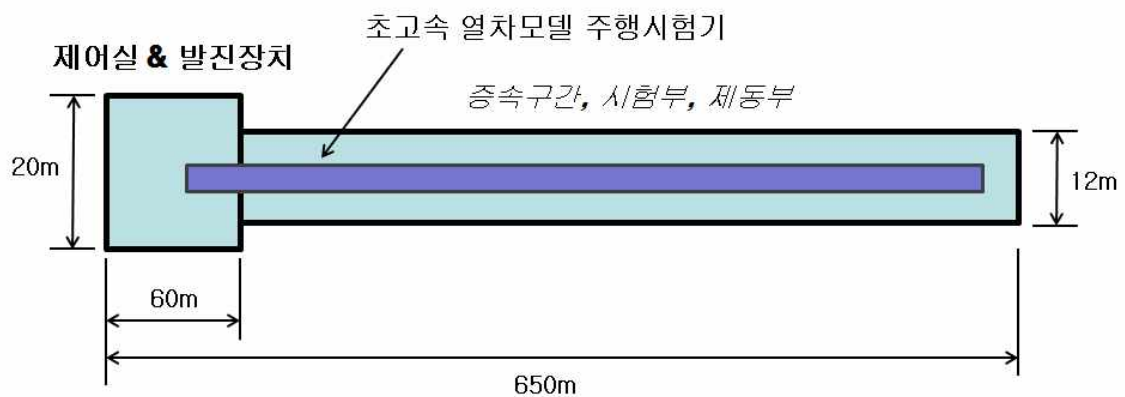
(6) 500km/h급 시험장치의 발진 및 제동성능 요약

추진방식	유공압 Catapult 방식(500km/h) (무인항공기 및 항공모함 이륙장치)
발진 및 제동 능력	1) 발진중량 ; 최대 170kg, 발진속도 ; 500km/h 가속도 제한 ; 10g 이내 감속 제한 ; 10g 이내 2) 발진중량 구성 ; 140kg 이내 시험체(열차 축소모델 ; 80~140kg) Shuttle ; 20kg 3) 가속 구간거리 ; 시스템 전체 구간 약 500m 약 150m / 시험 구간거리 ; 약 200m / 감속 구간거리 ; 약 150m (구간거리는 상세설계 시 수정될 수 있음)
감속 및 제동 방법	1) 열차 더미 및 Shuttle을 각각 별도제동 2) 감속메커니즘 ; Arresting Wire & Damping Disc Brake Arresting Wire & Damping Fluid Chamber Water Brake 중 택일
Shuttle 복귀방법	Retraction Strap & Fluid Motor 또는 Retraction Wire & 증속 실린더



(7) 500km/h급 열차모델 주행시험장치의 소요부지

- 오송 시험선로 직선부 안쪽으로 100m 이격하여,
650m(길이) x 12m(폭) x 4.5m(높이)의 시험장치 설소요 공간필요



나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

- 고속열차 공기저항 저감기술 시험
- 고속철도 터널 주행시 승객 이명감 및 터널출구 미기압과 시험
- 열차 주행시험(철도차량의 주행 안전성과 승차감 시험 및 연구)
- 열차 주행 소음시험
- 열차 편성별 공기역학 시험
- 열차속도별 온라인 철도시스템의 집전성능 핵심성능 시험/평가

- 차량진단용 선로변 검측장치 기본성능 시험
- 리니어모터 열차개발 축소모델 주행성능 시험
- 열차 주행속도별 자기부상열차 성능시험
- 열차 주행속도별 고속에서의 가선장치 이선관련 시험 및 기술개발
- 고속화 지하철도 지하역사, 연직갱, 횡갱의 공기역학적 최적설계 연구

■ 관련 국내 시험규격

- 차량 공력시험
- 차량 주행소음 시험
- 차량 주행성능 시험
- 도시철도차량의 성능시험기준
- 철도차량의 성능시험기준
- 고속열차 터널주행 객실승객 이명감 기준: 2000Pa 이하(국토부)
 - * 관련지침: 철도차량 안전기준에 관한 지침(국토해양부고시 제 2010-637호, 2010. 9.17) 별표 5 (객차 등의 기압변화 세부기준)
- 진동 : KS(한국표준규격) 규격(KS R 9216)
- 기존철도(지하철 포함) : 승차감 레벨(ISO2631/1) 적용
- 경부 고속철도 : ISO2631/1(1985) 적용
- 한국형 고속철도 개발 : UIC 513R 적용

■ 관련 국외 시험규격

- 차량소음시험 (UIC 717, 718-4, EN 12102, EN ISO 11689)
- 진동시험 (UIC 513)
- 대차시험 (UIC 510-3, 515-0, 515-1, 515-3, 571-2, 597, 615-0, 615-1, 615-4)
- 승차감(진동) 관련 규격 (EN12299, EN14363, DD ENV12299)
- 이명감 관련 규격 (UIC CODE 779-11, UIC CODE 660)
- 일본, 독일: 고속열차 터널 미기압과 허용기준
: 터널 출구 20m에서 50 Pa 이하
- 독일, 영국, 미국, 스페인, 일본, 프랑스 등
: 고속철도 터널 객실승객 이명감 기준

다. 주요 구성요소 및 사양

- 열차모델 발사장치(DRIVER 압력: 170기압, 4 set)
- 4선 복선선로 교량 600 m
- 열차편성모델(5량1편성, 8량1편성, 복합재료) 3기
- 열차편성 모델의 대차(듀랄미늄) 20기
- 열차편성 모델의 4선 레일 4 SET
- 어레스팅 케이블 제동장치
- 제어실의 시험기 제어장치
- 형식별 연장 250m 표준 터널모델 3 set

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 레이저 및 자성센서(응답속도 0.001초 이하) 50 set
- 초고속 미압센서(ENDEVCO사, 1PSI) 60 set
- A/D 컨버터 및 데이터 처리 S/W 제작(200 채널) 1식
- 대용량 압축기, 진공펌프, 대용량 압축공기 저장장치 등
- 초고속 카메라(1초에 3000프레임이상) 1식
- 유동가시화 장비 2 set
- 초고속 열선 유속계 60 set
- CCTV 카메라 및 모니터링 장치 6 set
- 안전보호 투명 스크린 설비
- 방탄 유리 설비
- 실험실내 25도 항온유지 장치, 환풍장치

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 1급 접지 설비
- 100기압용 대형 압축기 2 set 및 진공펌프 2 set 가동용 전력공급
- 항온유지 냉난방 장치 전력

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 42개월

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전/ 교육	합계
소요기간 (개월)	6	8	8	8	6	6	42

나. 추정예산 : 75억원(토지 및 건물비 제외)

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

- 최근에 완료된 “430km/h 고속열차 기술개발”의 HEMU-430X 시제차 시운전 주행시험에서 차량은 종합적인 시스템으로 구성되어 차량의 각각의 개별 구성인자에 대한 영향평가에 대하여 다음과 같은 애로사항이 있었음(300km/h 이상의 고속에서는 주행저항의 80% 이상이 공력저항임)
 - 차량 공기역학 디자인에서의 마이너 설계변경시험의 비용문제와 개조 불가의 어려움
 - ☞ 본 시험설비는 설계 변경하여 저비용으로 사전 성능시험 가능함.
 - 외부환경 순방향/역방향/측방향 바람과 터널내 온도차에 의한 열부력 바람의 공력저항 영향 평가문제
 - ☞ 본 시험설비는 외부환경을 만들거나 배제하여 사전 원인파악 및 성능시험 가능함
 - 속도향상에 따른 대차 진동과 차체 진동 패턴에 대한 시험 및 평가
 - ☞ 본 시험설비는 외부형상의 마이너 설계변경 시의 차량의 동특성에 대한 사전 성능시험 가능함
 - 속도향상에 따른 휠-레일 점착력 패턴에 대한 시험 및 평가
 - ☞ 본 시험설비는 속도별로 열차편성에서의 차량별 무게변화에서의 휠-레일 점착력 패턴에 대한 사전 평가시험 가능함

- 속도향상에 따른 판토품의 형태별 이선율과 공력소음에 대한 기본 성능시험 및 평가
 - ☞ 본 시험설비는 속도별로 판토품의 기구학적 설계변경이나 외부 커버형상 변경에 대한 사전 성능시험 가능함
- 시운전 차량에 탑승한 시험요원과 선로변 외부 민가의 안전문제, 다음 날 고속철도의 정상운행 등의 문제로 시운전구간의 시험은 다양한 조건의 주행시험이 불가능함
 - ☞ 본 시험설비는 속도별로 다양한 주행시험이 가능함
- 시운전 주행시험 또는 차량개발 현차시험은 많은 비용이 필요로 하고(2,000만원/일 이상), 다양한 조건의 시험이 불가능하기 때문에 HEMU-430X 현차시험 이후에 본 “초고속 3-D 열차모델 주행시험기”의 절실한 필요성이 대두되었음.

구분	활용계획/근거	정량적 기대효과
인증 예비시험 수행	<ul style="list-style-type: none"> - 철도차량시험 : 연간 2건 이상 - 기타 (군용 미사일, 항공기 등) 시험 : 연간 5건 이상 	<ul style="list-style-type: none"> - 철도차량시험 : 각 건당 시험수수료 평균 약 1억원 (연 2억원 창출) - 기타시험 : 각 건당 시험수수료 평균 약 1억원 (연 5억원 창출)
개발 성능검증	500km/h급 고속열차 기술개발 성능검증시험 연간 8건 이상 수행 250km/h급 EMU 고속열차 차량 기술개발 성능검증시험 연간 10건 이상 수행 현재개발중인 430km/h급 고속열차 기술개발 성능검증시험 연간 10건 이상 수행	250km/h급 EMU 고속열차, 430km/h급 고속열차, 500km/h급 고속열차 제품 최종 상용화 시 국내시장 규모 5,000억 점유 해외수출시 6,000억 점유
국가연구개발 사업	터널 미기압과 저감 후드 제품 관련 국연사 지원	연간 장비사용료 2억 도출 연간 장비사용시간 2,500시간

시험지원	연간 6건 이상 수행	
	추후 기획/진행예정과제 500km/h급 고속열차 기술개발의 공력저감, 36개월, 6억원 터널 미기압과 실용화 기술개발, 36개월, 25억원 GTX 지하역사 공기압 문제 실용화 기술개발, 12개월, 5억원	
민간수탁 도출	연간 7건 이상 수행	연간 민간수탁과제 도출 7건, 5억 이상
	현재까지 터널 공기역학 관련 민간수탁 5건 수행	

06. 전자연동장치 및 선로전환 장치 시험기

책임 제안자 : 이재호

공동 제안자 : 신덕호

01. 장비명

- 국문 : 전자연동장치 및 선로전환 장치 시험기
- 영문 : Test-bed for Interlocking equipment and Switch machine

02. 장비의 기본용도

- 전자연동장치의 연동기능 시험 및 안전필수 연동소프트웨어의 무결성 평가가 가능하며,
- 선로전환(기)장치의 정적/동적 거동 특성 분석 및 시험평가/인증이 가능한 시험장비

03. 장비구축의 필요성

- 현재 전자연동장치의 성능시험은 설치역에서 개통 바로 직전에 시험함에 따라 안전 확보에 어려움이 있고, 장비보완에 따른 개통지연이 빈번히 발생함. 따라서 다양한 연동기능의 모사 및 시험이 가능한 시험기의 개발이 필요함
- 고속철도 전자연동장치와 선로전환장치는 노후화로 인해 교체 및 증속으로 인한 개량이 불가피하나, 이에 대한 성능과 안전의 검증방안이 전무한 현실임
- 국제표준기반 안전성 평가를 위한 시험기 건전성 확보

- 선로전환장치와 전자연동장치의 위험측 고장은 열차충돌 및 탈선(중대사고)과 직결됨
- 최상위 안전등급(SIL4)이 적용되는 시험기는 시험(시뮬레이션)환경에 대해서도 안전성관리 필수
- 단순 기능검증 위주의 시험에서 위험도평가를 고려한 선진국형 안전성 검증의 병행이 필요 (피시험체 각각에 대한 고장모드영향분석을 통한 안전기능과 비안전 기능 구분필요)
- 국가연구개발사업으로 추진중인 용품인증과 연동된 성능, 품질, 안전 인증차원의 시험기 구축 필요

- 정밀점검 및 잔존수명평가 등의 신뢰성검증 지원필요

<ul style="list-style-type: none"> • 피시험체 구성품단위 정밀점검 환경구축이 요구됨 • 정밀점검 시 구성부품의 수명평가 모델링기능 필요 (구성품 매질(전자, 기계 등)에 따른 모델링과 열화스트레스 팩터 선정 등 이론기반의 R&D) • 운영기관별 정밀점검 정보 취합을 통해 국가교통망으로써의 철도 전반의 시설물 노후도 및 미래 비용발생 요인에 대한 평가 및 대응 가능



04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	한국/유경제어(주), 삼성SDS, (주)세화
구축완료년도	1980년대 중반 및 2010년
구축예산	약 30억원
장비본체 Dimension	40m(L) x 40m(W) x 4m(H)
Main Components	연동시험기(200진로 이상, 일반철도 및 고속철도 연동논리 수행, 선로전환기 제어) 인터페이스패널(직렬통신, 병렬통신, 광통신 IO) 계전기랙(각종 신호계전기 100식) 현장시물레이터(100채널 이상, DC24 Switching 접점) 전원공급장치(AC220V to DC5, DC12, DC24) 피시험체 지그
부대설비	기중기(최대 500kg)
장비전경	<div>   </div> <div>   </div> <div> [삼성SDS의 고속철도 전자연동 및 선로전환기 시험기] </div> <div> [한국철도기술연구원의 고속철도 전자연동 통신시험기] </div>

	 <p>[유경제어(주)의 일반철도 시험기]</p>  <p>[(주)세화의 선로전환기 시험기]</p>
<p>시험가능항목</p>	<p>일반철도 연동시험</p> <p>： 한국철도 연동논리 검증</p> <p>： 주변설비(선로전환기, 신호기, 궤도회로 등) 인터페이스 검증</p> <p>고속철도 연동시험</p> <p>： 고속철도 연동논리 검증</p> <p>： 주변설비(자동열차제어장치, 통신장치 등) 인터페이스 검증</p> <p>선로전환기 제어 및 표시시험</p> <p>： 전환력 및 내구성</p>
<p>특징</p>	<p>전자연동장치 및 선로전환기 시험기의 경우 기존 설비들이 각각의 피시험체 기능검증에는 용이하나,</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 피시험체에 따라 전용으로 시험기가 제작되어 중복성이 높으며, 2. 시험기의 제작과정이 국제표준에 제시하는 인증과정을 거치지 않아 시험결과의 공신력이 낮음 3. 마지막으로 고장으로 인한 효과를 분석하여 운행지연이나 열차충돌에 해당하는 기능 및 내구성에 대한 시험이 미흡함

나. 국외 유사장비 현황

보유국가/기관	프랑스/Alstom
구축완료년도	1990년대 중반
구축예산	약 50억 원
장비본체 Dimension	40m(L) x 40m(W) x 4m(H)
Main Components	연동시험기(200진로 이상 연동논리 수행) 인터페이스패널(직렬통신, 병렬통신, 광통신 IO) 계전기랙(각종 신호계전기 100식) 현장시뮬레이터(100채널 이상, DC24 Switching 접점)
부대설비	기중기(최대 500kg)
장비전경	 
시험가능항목	고속철도 연동시험 선로전환기 제어 및 표시시험 결함허용 다중계 동작시험
특징	연동기능시험과 별도로 안전 측 및 위험 측 고장에 대한 시험을 수행, 시험기의 하드웨어 및 소프트웨어에 대해서도 철도시스템 신뢰성 및 안전성에 대한 국제표준인 IEC 62278(유럽표준 EN 50126)을 준수하여 해당 시험기의 시험결과를 안전인증에 활용

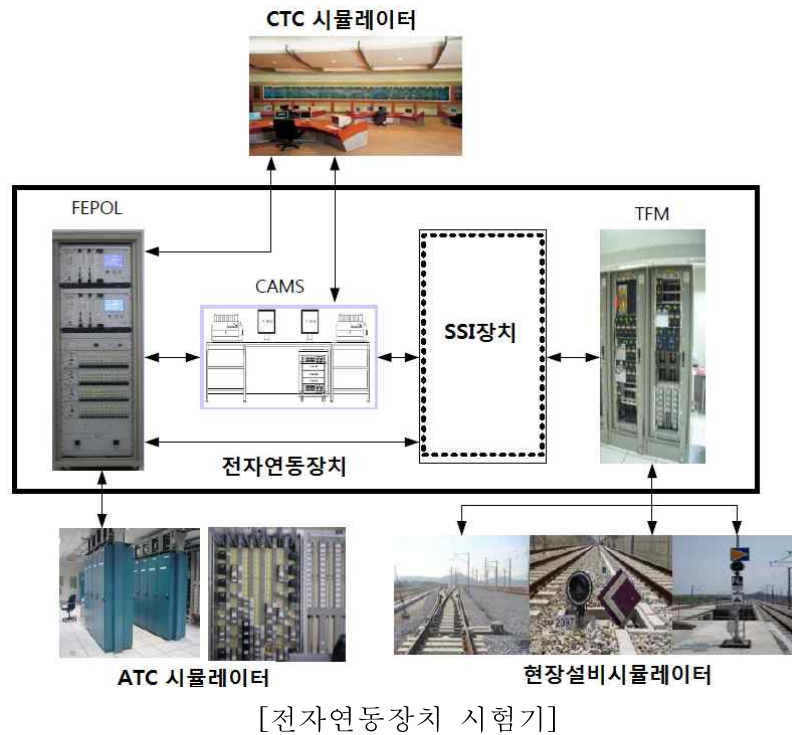
다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내	국외-1	구축 요구장비
소요 예산	30억원 (연동시험기 직접비 Only)	50억원 (연동시험 Only, 추정액)	150억원 (연동 및 선로전환기 통합)
스펙상의 특징	32bit급 분산형 Embedded system, C언어 중심의 컴파일 환경으로 운영	32bit급 분산형 Embedded system, C언어 중심의 컴파일 환경으로 운영	64bit급 분산형 범용제어기로 구성, LabView 등 그래픽프로그램 환경으로 운영
시험가능 항목	연동시험만 가능	연동시험 및 품질안전시험 가능	연동장치의 기능, 품질 안전시험 가능 선로전환기의 기능, 품질, 안전시험 가능
구현가능 시험규격	한국철도 연동기준 KRS 전자연동장치 (SG 0015-09R) KRS NS형 선로전환기 (SG 0026-09R) KRS NS-AM형 선로전환기 (SG 0001-10R) KRS MJ81형 선로전환기 (SG 0027-10R)	프랑스자체 연동기준 경부고속철도 연동기준 유럽철도품질안전 (EN50126) 유럽철도소프트웨어안전 (EN50128) 유럽철도신호안전 (EN50129)	한국철도 연동기준 KRS 전자연동장치 (SG 0015-09R) KRS NS형 선로전환기 (SG 0026-09R) KRS NS-AM형 선로전환기 (SG 0001-10R) KRS MJ81형 선로전환기 (SG 0027-10R) 경부고속철도 연동기준 국제철도품질안전 (IEC62278, EN50126) 국제철도소프트웨어안전 (IEC62279, EN50128) 국제철도신호안전 (IEC62425, EN50129)
주요 차별성	-	-	기능과 품질안전을 동시에 검증가능 다양한 연동기준 및 선로전환기 종류별 시험의 호환성확보

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원

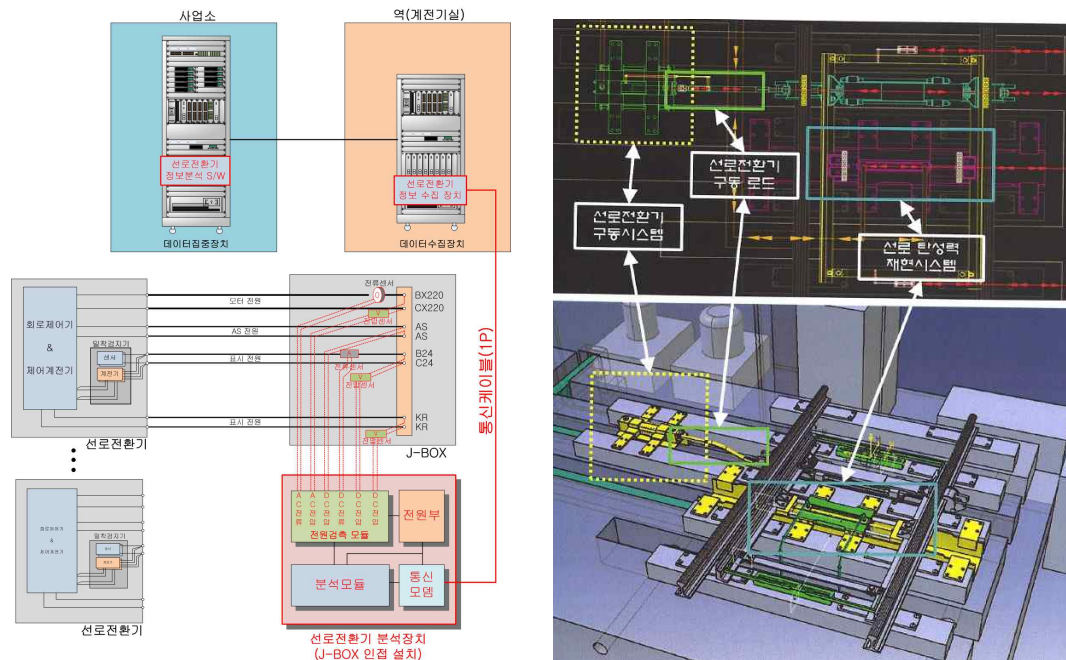
- 전자연동장치 시험기 구성도



- 전자연동장치 피시험체 구성도

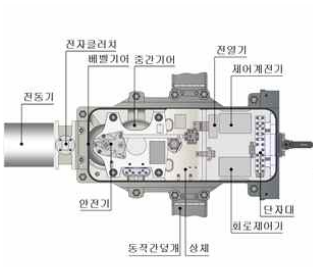
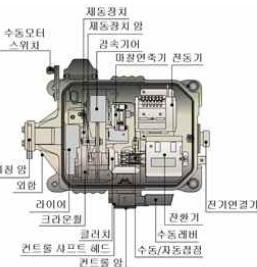
범 위	<div><div><div><div>신호주제실</div><div>유지보수부</div></div><div><div>신호기계실</div><div>연동논리부</div></div><div><div>표시제어부</div></div><div><div>계도책</div></div><div><div>계전기책</div></div><div><div>표선반력</div></div></div><div><div>연동장치</div><div>연동논리부</div><div>계도책</div><div>계전기책</div><div>표선반력</div></div><div><div>연동장치 상호간의 연동 및 설회 등의 조건을 프로그램화하여 마이크로 컴퓨터에 의하여 제어하는 것으로 시스템의 안전성을 확보하기 위해 연동장치의 연산논리를 수행</div><div>연동 Data Base를 구동하여 신호제어에 필요한 계전기를 제어하고 제어 및 표시정보의 송·수신, 유지보수 컴퓨터에서 통신라인을 통한 연동 Data Base의 업데이트와 현장상태 표시, 표시제어 컴퓨터와 필요한 데이터를 송·수신</div></div></div>																														
기능 요약	<div><div>1. 연동장치 상호간의 연동 및 설회 등의 조건을 프로그램화하여 마이크로 컴퓨터에 의하여 제어하는 것으로 시스템의 안전성을 확보하기 위해 연동장치의 연산논리를 수행</div><div>2. 연동 Data Base를 구동하여 신호제어에 필요한 계전기를 제어하고 제어 및 표시정보의 송·수신, 유지보수 컴퓨터에서 통신라인을 통한 연동 Data Base의 업데이트와 현장상태 표시, 표시제어 컴퓨터와 필요한 데이터를 송·수신</div></div>																														
위험원	<div><div>1. 열차점유를 위험측으로 수신</div><div>2. 신호기의 위험측 현시</div><div>3. 선로전환기의 위험측 동작</div><div>4. 위험측 진로취급 방호실패</div></div>																														
관련사고	<div>열차충돌 및 탈선</div>																														
정량적 동작조건	<div><table><tr><td>온도</td><td>습도</td><td>진동</td><td>전자파</td><td>절연</td><td>충격</td><td>태양광</td><td>풍압</td><td>방수</td><td>화학적</td></tr><tr><td>○</td><td></td><td></td><td>○</td><td>○</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table></div>											온도	습도	진동	전자파	절연	충격	태양광	풍압	방수	화학적	○			○	○					
온도	습도	진동	전자파	절연	충격	태양광	풍압	방수	화학적																						
○			○	○																											

- 선로전환장치 시험기 구성도



[선로전환장치 시험기]

- 선로전환장치 피시험체 구성도

면 위	<div><div><p>NS-AM형</p></div><div><p>MJ-81형</p></div><div></div></div>
-----	--

[선로전환장치 시험기]

- 제원 (최외곽 기준 가로, 세로, 높이)

40m(L) x 40m(W) x 4m(H)

나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

- 일반철도 연동시험
 - : 진행정위 진로구분 취급
 - : 신호제어 및 진로쇄정
 - : 과주여유거리의 확보
 - : 접근 및 보류쇄정
 - : 상호쇄정
 - : 철사쇄정
 - : 폐로쇄정 등
- 고속철도 연동시험
 - : 진로자동취소 모드에서의 진로제어
 - : 통과모드에서의 진로제어 모드변경
 - : 진로설정 및 쇄정, 구분진로 쇄정
 - : 진로검증
 - : 수동게이트 폐쇄 및 취소
 - : 부분진로
 - : 과주보호 쇄정
 - : 자동진로취소 및 ATC에 의한 금지
 - : 자동구분진로 취소
 - : 수동구분진로 취소
 - : 입환취소 보호설정
 - : 진입구역
 - : 접근쇄정이 적용된 진로의 수동진로 취소
 - : 단순 접근 쇄정이 적용된 진로의 수동진로 취소
 - : 시간지연 취소 쇄정이 적용된 진로의 수동 진로 취소
 - : 기억 또는 예비설정 진로의 수동진로 취소
 - : 선로전환기 쇄정
 - : 양방향 쇄정
 - : 단일궤도 쇄정
 - : STABLING 쇄정 등
- 선로전환기 기능시험
 - : 선로전환기 제어 및 표시기능 시험
 - : 전환력 시험

- : 밀착검지기 동작시험
- : 쇄정기 동작시험 등

■ 관련 국내 시험규격

- 한국철도 연동기준
- KRS SG 0015-09R 전자연동장치
- KRS SG 0026-09R NS형 선로전환기
- KRS SG 0001-10R NS-AM형 선로전환기
- KRS SG 0027-10R MJ81형 선로전환기

■ 관련 국외 시험규격

- IEC62278, Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS), 국제철도품질안전
- IEC62279, Railway applications - Communications, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems, 국제철도소프트웨어안전
- IEC62425, Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling, 국제철도신호안전

다. 주요 구성요소 및 사양

- 전자연동장치 시험기 : 전자연동장치의 기능을 시험하기 위한 시험기

		전자연동장치 시험기	기술적 특이사항
주요 하드웨어 사양	연동 정보 생성	<ul style="list-style-type: none"> • MPC860 50 MHz. • EPROM : D27C8000D-12 (1 Mbytes) • Flash Memory 8 Mbytes • SRAM 2 Mbytes (배터리백업, 정전시 데이터 백업) • DRAM 32 Mbytes • <u>CPU및 메모리 향상</u> • NI PXI 계약의 DAQ 	<ul style="list-style-type: none"> • 기능안전의 확인을 위한 쇄정논리 생성 및 시험기능 포함 • 대, 중, 소 역규모에 따라 연동역 생성 및 자체 진로검증 기능 포함 • 일반철도 및 고속철도 연동화면 모두 표시기능

	연동 기능 확인	<ul style="list-style-type: none"> • MVME5100 Module(MPC7410 / 400MHz processor) • 512MB SDRAM • 17MB flash memory <u>CPU및 메모리 향상</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • 결합허용 다중계기능 검증을 위한 결합주입 기능 • 쉘정여부 확인 가능 • 하드웨어 안전무결성 검증을 위한 시험기의 안전무결성 확보(IEC 62425 근거)
	소프트웨어 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 자체 SW: 초기화, 통신, 메모리관리 및 공통 연동로직 구현 • 파라미터링: 각 연동장치별 데이터 <u>모양변경 및 역사 신규적용 가능</u> • 운영환경은 Window 7이상 • 프로그램환경은 NI Labview 	<ul style="list-style-type: none"> • 소프트웨어 안전무결성 검증을 위한 시험기의 소프트웨어 안전무결성 확보(IEC 62279 근거)
	성능	<ul style="list-style-type: none"> • 초기 기동 시 각종 LED를 통한 상태 값 확인 • 1분 이내의 기동시간이 단축됨 	-
	유지보수	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 상용화된 보드 및 부품 • 19인치랙 베이스로 유지보수 용이 	-

- 선로전환장치 시험기 : 선로전환장치의 성능 및 내구시험을 수행하기 위한 시험기

	선로전환장치 시험기	기술적 특이사항
하드웨어 구조	<ul style="list-style-type: none"> • NI PXI 계약의 DAQ로 제어기 구성 • 전환력측정, 각 구성품의 온도측정을 위한 전용의 지그 	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 안전무결성 검증을 위한 시험기의 안전무결성 확보(IEC 62425 근거)
소프트웨어 구조	<ul style="list-style-type: none"> • 자체 SW: 초기화, 통신, 메모리관리 및 공통 연동로직 구현 • 파라미터링: 각 연동장치별 데이터 <u>모양변경 및 역사 신규적용 가능</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • 소프트웨어 안전무결성 검증을 위한 시험기의 소프트웨어 안전무결성 확보(IEC 62279 근거)
유지보수	<ul style="list-style-type: none"> • 현재 상용화된 보드 및 부품 • 19인치랙 베이스로 유지보수 용이 	-

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 피시험체 이동을 위한 500kg 급 크레일 포함

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 대규모 전력공급을 요하지 않음. 현재 추정치 약 2KVA 이내

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 40개월

구분	구매사양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전/ 교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	6	8	6	6	40

나. 추정예산 : 150억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

- 연구개발사업 활용

- 무선통신기반 전자연동장치 개발사업에 활용(무선통신기반 열차제어 미래 아이템)
- 하이드로스타 안정화를 위한 기능시험에 활용
- 고속철도 전자연동장치 안정화에 활용

- 신규사업에 활용

- 전자연동의 자유로운 선형입력을 통해 신규건설사업의 공기지연 문제를 예방
- 수서평택 및 호남고속철도 건설로 인한 고속선 선형변경관련 검증에 활용
- 도시철도 및 경량전철 연동기능 시험에 활용

- 노후설비 정밀진단 및 수명평가에 활용 (20억/년 수익예상, 7년 이내 투자비용 회수기대)

- 전자연동장치의 전자카드는 매 5년마다 정밀점검 하도록 공사공단 공동규정 변경 중
- 선로전환기의 구성품 중 기계류와 전자부품은 매 10년마다 정밀점검 하도록 공사공단 공동규정 변경 중
- 도시철도 신호설비 노후화에 따른 수명평가

- 활용계획 및 기대효과

구분	활용계획	정량적 기대효과
인증시험 수행	연간 1건 이상 수행 현재 2회에 걸쳐 5억 규모의 연동장치 인증시험 수행	신규건설구간 및 기존선 개량구간의 연동장치와 선로전환기 기능 및 품질안전 인증시험 0.5억/건, 10건 규모, 5억원/년 예상
국가연구개발사업 시험지원	열차제어시스템 2단계 사업에 전자연동장치가 포함되어 있으며, 별도의 분기기와 선로전환기 국가연구개발사업 진행예정. 해당 사업의 시험관련 협조	해당 국가연구개발사업의 시험은 최소한의 시험비용만 청구하여 금전적 효과보다 국가연구개발사업 지원에 보다 큰 기대
민간수탁 도출 (개발품 성능검증)	연간 1건 이상 수행 현재 2회에 걸쳐 5억 규모의 연동장치 인증시험 수행	국제표준에 기반한 품질안전 시험 및 인증, 고속철도와 도시철도의 도입 연동장치 국산화과정의 검증에 참여하여 5억/년 예상
노후설비 정밀점검 시행	전자연동장치와 선로전환기 정밀점검 주기 조정으로 인하여, 기존 신호설비 노후도 평가를 본 시험기로 수행	전자연동장치 및 선로전환장치는 물론 주변설비의 정밀점검 가능 20억/년의 수익예상

08. 철도급전시스템 실시간 시뮬레이터

책임 제안자 : 한문섭

공동 제안자 : 김주락

01. 장비명

- 국문 : 철도급전시스템 실시간 시뮬레이터
- 영문 : Real Time Digital Simulator for Railway

02. 장비의 기본용도

철도 직류/교류 급전계통의 실시간 시뮬레이션을 통한 실급전계통을 프로그램으로 모의하여 급전계통 운영계획 및 사고복구방안 수립, 급전계통 설비의 실계통 적용을 통해 시험평가/인증이 가능한 시험장비

03. 장비구축의 필요성

- 구축 필요성
 - 기술적 측면
 - 기존 소프트웨어에 의존한 급전계통의 시뮬레이션은 실제 현장 데이터와의 연계를 통한 해석에 한계가 있음.
 - 이를 극복한 기술이 하드웨어를 통해 아날로그 형태의 현장 데이터를 디지털로 변환하여 실제 계통과의 연계 및 정밀한 모의가 가능한 것이 실시간 시뮬레이터임.
 - 또한, 급전계통 설비의 개발 후 영업선로에서의 실계통 적용 시험이 불가능한 경우가 많아 새로운 기술의 접목에 애로 사항이 있음. 이러한 계통 적용의 어려움은 하드웨어에 기반 한 실시간 시뮬레이터를 이용하여 해결할 수 있음.
 - 국내 급전계통에 실시간 시뮬레이터를 접목하면, 정밀한 해석 결과 도출, 계통의 기초자료 D/B화를 통한 일원화 및 급전설비 관련 기반 기술의 향상에 기여할 수 있음.
 - 이러한 장점을 가진 실시간 시뮬레이션 기술은 철도 선진국 및 일반

전력계통에서 계통 운영 및 해석을 위해 도입과 활용이 활발한 실정임.

○ 연구개발 측면

- 스마트 그리드의 도입이 임박해있는 전력계통의 환경 변화에 따라 **미래철도연구사업**에서 수행중인 급전시스템의 계통해석/제어, 보호설비의 검증이 어느 때보다 고신뢰도 및 빠른 대응이 요구되고 있음.
- IEC 61850에 기반 한 변전소 자동화가 계통의 변화를 이끌고 있기 때문에 이에 대응한 계통구성, 통신구성 및 지능형 전력기기들의 개발과 이에 대한 해석 및 운용 시뮬레이션이 시급한 실정임.
- **철도건설 및 운영기관**에서는 주요선로(예를 들어, 경부고속선, 호남고속선 등)들의 건설계획 및 개통 이후 다른 선로들의 급전계통이 서로 연계되어 운영되는 네트워크 개념이 적용되고 있는 실정이며 급전계통의 최적화된 건설계획과 운영방안의 도출되지 않아 급전계통이 비효율적으로 건설되고 열차운영에 차질을 주고 있음.
- 또한 개발품은 오직 이론적인 검토결과에 의해 급전계통의 적용성 확인시험을 현장에서 실시하게 되어 현장적용시험불가, 사고발생 및 급전설비의 수명단축 등의 개발저해요소를 갖게되어 **산업계**에서도 요구되는 시험장치임.

■ 활용성

- 현재 운영 중인 급전시스템의 정보 D/B 구축과 함께 신규 시스템의 계통을 동시에 모의하여 최적의 설계 파라미터 산출에 활용
- 철도의 수송수용 증가에 따른 열차 운행계획변경에 대한 급전계통의 용량 검토 및 전압강하 분석에 활용
- 급전계통의 낙뢰 혹은 단락 등의 사고 발생 시 취득한 사고 데이터를 기반 한 해석이 가능하여 효과적인 분석 및 대책 도출이 가능
- 급전시스템의 신기술 개발과 적용 검증에 활용이 가능하여 신규 개발 설비의 실계통 적용 검증 비용 및 사고 감소
- 대학, 연구소 및 산업체에 공개하여 철도 급전시스템 전반에 관한 업무 및 교육 수단으로 활용

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	한국/KEPRI
구축완료년도	2001년
구축예산	약 100억
장비본체 Dimension	
Main Components	큐비클 13개 RTDS랙 26개 ODAC-16 29개 DITS 26개 광절연 I/O 모듈(OIS) 3개
부대설비	교육실, 엔지니어링실
장비전경	
시험가능항목	HVDC/FACTS/계전기 시험, 계통 해석
특징	

* 국내 설비 이용가능성 ; 본 장치는 KEPRI에서 국내 전력망을 운영하기 위한 전용장비로 타 기관이 이용이 불가하고, 사용이 가능하다 하여도 시뮬레이터 소프트웨어 또한 국내 한국전력망으로 구성되어 추가적인 철도전력망 구축이 필요하며 최근 요구되어지는 IEC 61850 등과 같은 기능추가 필요

나. 국외 유사장비 현황

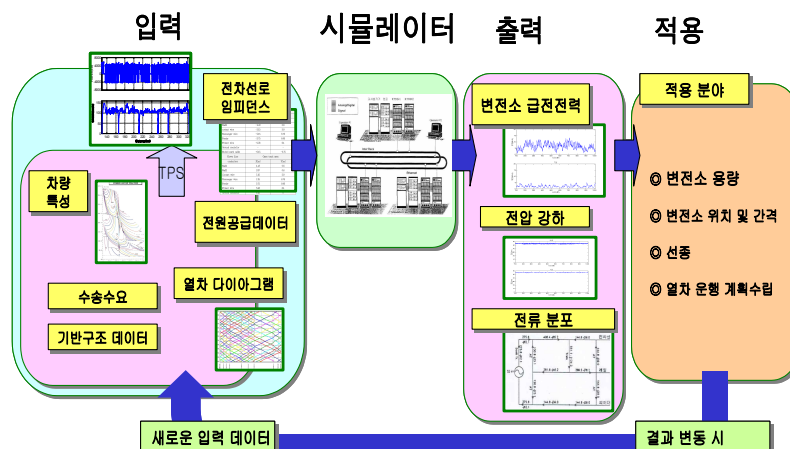
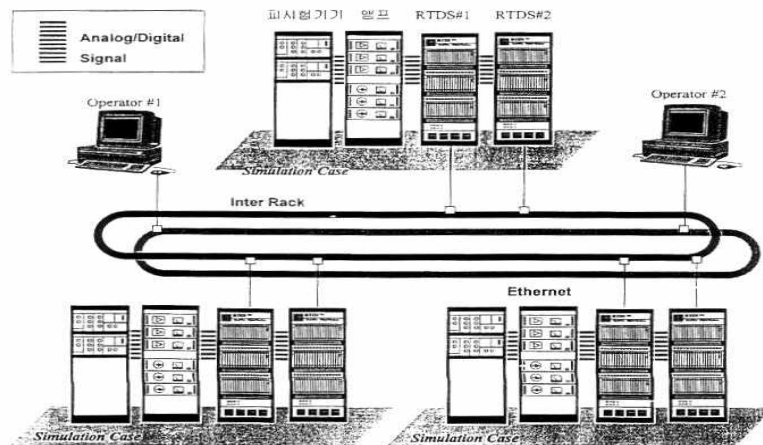
보유국가/기관	독일 / Siemens (Traction system research group)
구축완료년도	2005년
구축예산	약 200억
장비본체 Dimension	
Main Components	큐비클 20개 RTDS랙 30개 ODAC-16 25개 DITS 25개 광절연 I/O 모듈(OIS) 5개
부대설비	
장비전경	
시험가능항목	- 철도 급전시스템 실시간 해석 - 급전계통 전력기기의 응답 특성 해석
특징	

다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내	국외	도입예정 신규장비
소요예산	약 100억	약 200억	약 200억
스펙상의 특징	대규모 계통 모의 시험 가능 스펙 발전기 30기 부하 74개 선로 122개 변압기 45개 모선 124개		대규모 철도 급전계통 모의 시험 한전 모선 및 송전선로 43개소 변전소 43개소 전차선로 6,549km 열차 8종류 이상 보상설비 4종류 이상
시험가능 항목	발전기 제어기 시험 스위치 필터 시험 각종 보상장치 시험 HVDC 시험	철도 급전시스템 실시간 해석 급전계통 전력기기의 응답 특성 해석	전압강하 시뮬레이션 연장급전 시험 각종 보상장치 시험 전력설비 계통 적용 시험
주요 차별성	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 전력계통 모의용 시스템 · 시스템의 모델을 구축후 한전 고유 계통의 현상 해석에만 사용 가능 - 3상 계통 해석용 시스템 - 전력계통 동특성 해석 이 주요 관점임 		<ul style="list-style-type: none"> - 철도 계통의 특이성 <ul style="list-style-type: none"> · 집중 이동 부하 · 2개 단상시스템 · 단권변압기 등에 의한 전류 분포의 특이성 - 철도 계통의 특이성에 의한 시뮬레이터의 하드웨어 스펙에 차이 있음 - 철도 계통의 특이성에 의한 운용 소프트웨어 및 수학적 모델 등의 차별성 - 실시간 시뮬레이터의 경우 대규모 하드웨어 설비로서 대상 계통에 특화하여 운용중에 있음

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원



- 제원 (최외곽 기준 가로, 세로, 높이)
30m(L) x 30m(W) x 4m(H)

나. 시험항목 및 관련규격

- 시험항목
 - 급전시스템 해석 : 하드웨어 기반으로 실시간 계통 해석(전압강하, 고조파, 불평형 등)
 - 각종 전력기기(계전기, IED, 전력품질 보상설비, 변압기 등) 계통 적용 시험
 - 변전소 자동화 시스템 모의 구성 및 GOOSE, GSSE 기반 운영 시험

■ 관련 국내 시험규격

- 변전소 용량, 전압강하, 고조파 영향분석 등을 구축 요청 장비를 통하여 시뮬레이션 후 설계 및 운영에 반영
 - 철도의 건설기준에 관한 규정
 - KS C IEC 60850 : 철도용 견인 시스템의 공급전압
- 각종 전력기기 개발품들의 계통 적용 시험을 구축 요청 장비를 통하여 H/W 시뮬레이션으로 선제 검토 및 대체
 - KRS PW 0002 - 09R : 단권변압기
 - KRS PW 0003 - 09R : 급전용 변압기
 - KRS PW 0004 - 08R : 전차선로용 피뢰기
 - KRS PW 0001 - 08R : R-C 뱅크용 저항기

■ 관련 국외 시험규격

- 변전소 용량, 전압강하, 고조파 영향분석 등을 구축 요청 장비를 통하여 시뮬레이션 후 설계 및 운영에 반영
 - IEC 61850 : Communication networks and systems in substations
 - IEC 60850 : Railway applications - Supply voltages of traction systems
 - EN 50388 : Railway applications - Power supply and rolling stock
 - EN 50163 : Railway applications - Supply voltages of traction systems

다. 주요 구성요소 및 사양

○ 하드웨어

- RTDS Rack 10개 (3PC 카드, WIF 카드, IRC 카드 포함)
- 광절연 I/O 모듈 2개
- ODAC-16(광절연 아날로그 출력) 카드 8개
- OADC-16(광절연 아날로그 입력) 카드 10개
- DITS(Digital Input Time-Stamp) 카드 15개

○ 소프트웨어

- GUI 형태의 하드웨어 제어가 용이할 것
- 전력분야의 모든 수학적 모델이 라이브러리로 구축되어 있을 것
- 사용자 정의 모델의 구축이 가능할 것

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 시험장비 제어용 컴퓨터 (서버급) 2대

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 시뮬레이터 : 약 1 ~ 2 kW
- 피시험체 : 최대 10kW (추정)

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간

구분	구매 사양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전 /교육	합계
1단계 소요기간 (개월)	6	6	4	4	4	10	34
2단계 소요기간 (개월)	6	8	6	8	4	8	40

나. 추정예산 : 200억원

구분	예산	장비내용
1단계	120억원	- 실시간 시뮬레이터 하드웨어 설치 - 일반 전력계통용 실시간 시뮬레이션 소프트웨어 탑재
2단계	80억원	- 철도망 해석용 소프트웨어 - 철도급전계통 운영 소프트웨어 - 철도급전계통 장치의 수학적 모델 구축

09. 선로변 차량이상 모니터링 시스템

책임 제안자 : 권석진

공동 제안자 : 이동형, 서정원

01. 장비명

- 국문 : 선로변 차량이상 모니터링 시스템
- 영문 : Monitoring system for Railway Vehicle in the Track

02. 장비의 기본용도

선로변 주행시 차량의 전동기, 축베어링, 차륜결합을 무분해 모니터링할 수 있는 시험장비로서 차량 주행장치의 안전성의 시험평가 및 특성분석이 가능한 시험장비

03. 장비구축의 필요성

- 철도 차량의 고장 사고가 빈발하고 있어 차량의 이상을 조기에 감지하여 대형 사고를 예방하는 조기 진단 시스템 필요
- 무분해 모니터링 시험 장치를 통해서 검사시간을 단축하고 철도차량의 가용도를 높일 수 있으며 철도차량 검수를 위한 신규 장비로, 상용화를 위해서 시험선에서 실차시험을 통한 현장 적용 및 환경시험이 필요함.
- 구축 모니터링 시스템의 실제 현장 적용 전 고장 모드와 정상 모드에서의 검증 시험이 필요하나 실차에서는 시험하기에 불가능한 경우가 많기 때문에 시험선로에서 이상 모드를 가진 시험차량을 대상으로 시험평가 데이터 확보 필요
- 시험선에서의 반복된 실차 시험을 통하여 구축된 모니터링 시스템으로 데이터의 신뢰성 확보 및 오류에 대한 장비의 피드백 검증 필요

04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	한국철도공사, 서울메트로
구축완료년도	2005년
구축예산	차륜이상 검사장치(25억) 적외선스캔 이상온도검지 장치
장비본체 Dimension	차륜이상 검사장치(3000×2000×1000) 적외선스캔 이상온도검지 장치(300×2000)
Main Components	UT센서,적외선센서,가속도센서,레이저센서,고속카메라
부대설비	차륜이상 검사장치-데이타처리 랙, 열차검지레이저 적외선스캔 이상온도검지장치-온도센서 모듈, 데이타랙
장비전경	 <p>차륜이상 검사장치</p>
	 <p>적외선스캔 이상온도검지 장치</p>
시험가능항목	<ul style="list-style-type: none"> - 차륜찰상, 결함검지 - 차축베어링 온도 검지
특징	<ul style="list-style-type: none"> - UT/EMAT이용 표면찰상, 내부 큰 결함 검지 - 적외선 라인스캔방식(points) 온도검지

나. 국외 유사장비 현황

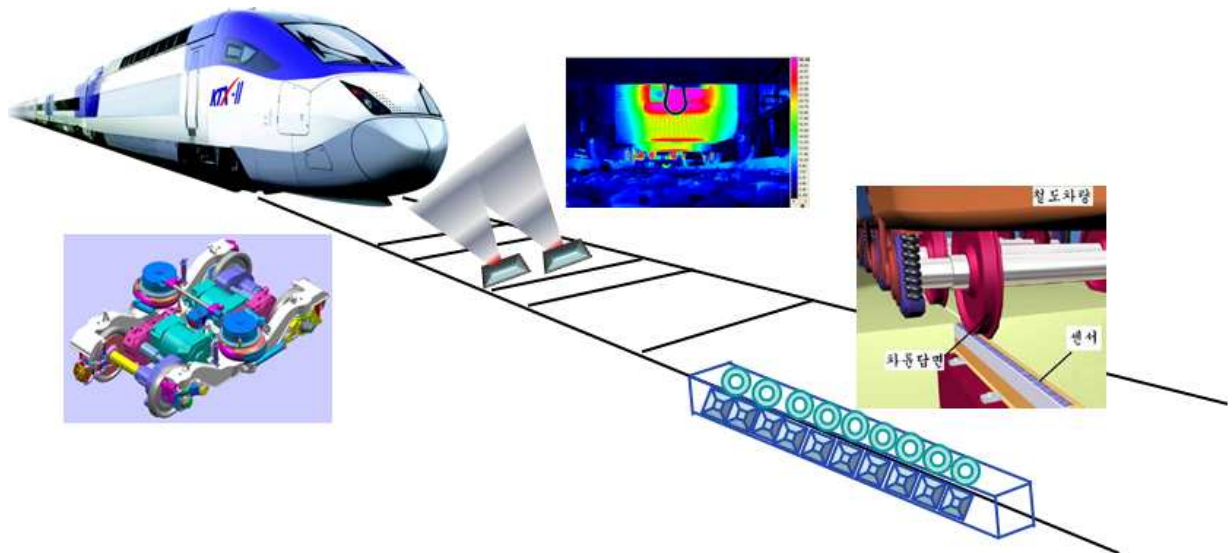
보유국가/기관	독일(DB), 미국(TTCI), 프랑스(SNCF), 일본(JR east)
구축완료년도	2000년 ~ 2009년
구축예산	적외선열화상 이상발열검지장치(2억). 차륜 이상검사장치(3억)
장비본체 Dimension	6000mm × 8000 mm × 1500 mm
Main Components	H/W: DAQ처리(rack), 센싱시스템, S/W: 영상처리, 이상유무
부대설비	선로변 측정위치에서의 전원설비
장비전경	 <p>적외선 열화상 장치</p>
	 <p>선로변 차량이상 검지장치</p>
	 <p>차륜검사장치</p>
시험가능항목	축베어링, 차륜, 전동기, 전차선 이상 유무
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 기지 입고시 실시간 일상검사 가능 - 각종 차량부품 이상 상태 검사 - 열화상 이미지 실시간 스캔에 의한 이상유무 판단

다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내	국외	구축 요구장비
소요예산	25억	40억	5억
스펙상의 특징	-5~10cm 찰상/결함 검지 -하부 온도 측정 (90°C)	-5~10cm 찰상/결함 검지 -차량/구조물 이상발 열화상 이미지 측정	-실시간 차량결함 검출 검출능 깊이 1mm 이상, 결함 영상이미지 분석 -적외선2~5μm 파장대역, 실시간 열화상이미지
시험가능 항목	-차륜찰상, 결함 -축베어링 이상발열	-차륜찰상, 결함 -견인전동기, 축베어 링, 전차선 이상온 도 측정	-차륜 이상상태 진단(내외 부 결함, 찰상) -차량 하부부품(전동기,감속 기,베어링,제동디스크) 이상 발열 진단 -결함 진단 및 평가
구현가능 시험규격	KS R 9221	EN 13262	KS R 9221 KS D ISO 6933
주요 차별성	-국외 제품 도입 -라인 스캔방식의 적외선으로 이상 온도측정	-차량 기지 입고시 차륜결함 진단 -적외선 열화상 이 미지로 실시간 이 상 상태 진단	-기존 기술과 다른 새로운 센싱(전자기,적외선하이브 리드) 기술을 적용한 시 스템 -이상 유무 검지능력 강화 및 검사시간 단축 -이상 상태 실시간/영상이 미지 분석 가능 -국산화 개발

05. 구축장비 개념설계

가. 개념도 및 제원



선로변 차량 이상상태 모니터링 시스템 개념도

나. 시험항목 및 관련규격

- 시험항목
 - 차량의 구동장치 이상발열, 주행 차륜 결함 검출
- 관련 국내 시험규격
 - KS R 9221 철도차량용 차륜
 - KS D ISO 6933 철도 차량용 압연 재료-자분 탐상 시험 방법
- 관련 국외 시험규격
 - 해당 규격 없음

다. 주요 구성요소 및 사양

- 차량 하부 주요부품 적외선 열화상 모니터링 장치
 - 3 μ m파장 이상, cooler system, 데이터처리: 10 μ s~10ms, 이미지 : 380Hz
 - Dimension : 2m(L) × 2m(W) × 2.5m(H) (PIT설치)
 - 선로변 스캐닝 시스템 설치공간 : 6m(L) × 7m(W) × 2m(H)
- 주행 차륜 표면결함검사 시스템

- 전자기홀센서 어레이 시스템(레일 임베디드), 측정속도 : 100km/h,
검출분해능 : 2×1 mm
- Dimension : 2.0m(L) × 1.3m(W) × 0.5m(H) (입고선로에 설치)

라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

- 차량인식 레이저 센싱 시스템
- 냉각/히터 4계절 대응 내구성 하우징
- 장치 인식비교용 고속 카메라
- DAQ 랙

마. 급전요구사항 및 소요전력 추정

- 급전 : 단상220
소요전력 :
- 제어실(이상모니터링 통합 데이터 처리실)
 - 냉난방
- 크레인
- PIT

06. 구축소요 기간 및 예산추정

가. 구축 소요기간 : 40개월

구분	구매사 양 확정	입찰 행정	설계	제작	설치	시운전/ 교육	총소요
소요기간 (개월)	6	8	6	8	4	8	40

나. 추정예산 : (5억원)

- 차량 하부 주요부품 적외선 열화상 모니터링 장치(2억원)
- 주행 차륜 표면결함검사 시스템(3억원)

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획	정량적 기대효과
인증시험수행	<ul style="list-style-type: none"> 차량부품 안전성 평가시험 수행 3건 이상 	
개발품 성능검증	<ul style="list-style-type: none"> 현재 개발 중인 차량 안전성 성능검증 3건 이상 차량부품 현차 장착 시험시의 성능검증 시험수행 	<ul style="list-style-type: none"> 검사장비 국산화로 인한 수입 대체 효과 (150억) 발생 검수비용 350억/年 절감(경부고속철도 검수비용 기준)
국가연구개발사업 시험지원	<ul style="list-style-type: none"> 각종 차량 이상모니터링에 대한 연구개발 과제 산출 3건 이상 <ul style="list-style-type: none"> 실시간 통합안전제어 감시 시스템 기획연구(건교평) KTX 비파괴 스캐닝 기술개발(산업기술연구회) 철도차량 유지보수 선진화 및 검수장비 자동화 기술개발 기획(건교평) 주요사업/건교평 연구과제에서의 현장 검증 시험 연계 	<ul style="list-style-type: none"> 연간 장비사용시간 500시간 이상
민간수탁 도출	<ul style="list-style-type: none"> 수탁수행 2건 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 차량 부품 성능확인 시험평가 3건이상