

# 철도시스템 성능평가 시험장비 구축 기획 연구

2013.07

주관연구기관 : 한국철도기술연구원

주관부처 : 국토교통부

전문기관 : 국토교통과학기술진흥원

## - 목 차 -

제 1 장 서 론	1
1.1 기획과제 개요	1
1.2 기획과제 추진 필요성	3
1.3 기획과제의 중요성	7
1.4 기획과제 추진체계	8
1.5 기획과제 추진 흐름 및 전략	9
 제 2 장 국내/외 철도 시장/시험인증/시험인프라/정책 현황	15
2.1 개요	15
2.2 국내 현황	15
2.3 국내 정부 정책 현황	21
2.4 시험분석 관련 국내 현안	26
2.5 국외 현황	30
2.6 국내/외 현황 및 기획과제의 의의	47
 제 3 장 국외 철도 시험장비/시설 구축 현황	48
3.1 개요	48
3.2 국외 연구시험시설	48
3.2.1 일본 : RTRI	49
3.2.2 일본 : JR East	66
3.2.3 미국 : TTCI	71
3.2.4 스페인 및 포르투갈 : 스페인 APPLUS, 포르투갈 Porto 대학	84
3.2.5 유럽 : 독일 뮌헨공대, 네덜란드 Delft공대	91
3.2.6 러시아 : RRRI	103
3.2.7 체코 : V.U.Z	113
3.3 환경분야 국외현황 조사	121
3.3.1 장비소유 기관 개요	121
3.3.2 시험장비 현황	122
 제 4 장 국내 철도시험장비 구축 현황	126
4.1 철도시설공단 보유 시험장비 현황	127

4.2 한국철도공사 보유 시험장비 현황	136
4.2.1 시설분야	136
4.2.2 검사분야	137
4.2.3 전기분야	143
4.3 산업체 시험장비 보유 현황	144
4.3.1 삼표이엔씨	144
4.3.2 우진산전	148
4.3.3 샬롬엔지니어링(주)	148
4.3.4 혁신전공사	149
4.3.5 유경제어(주)	149
4.3.6 (주)로템	150
4.3.7 SLS중공업(주)	153
4.3.8 (주)한국화이바	154
4.4 철도연 보유 시험장비	156
4.4.1 전체 시험장비 리스트	156
4.4.2 대형 연구시험 장비 현황	164
 제 5 장 구축대상 시험장비 목록	 203
5.1 시험장비 구축대상 목록 설정의 방향성	203
5.2 시험장비 구축대상 목록 설정 과정	204
5.3 구축대상 시험장비 목록	210
 제 6 장 시험장비 구축 우선순위 평가	 212
6.1 평가지표/가중치 초안 도출 과정	212
6.2 평가지표/가중치에 대한 전문가 자문위원회 개최	213
6.3 평가지표/가중치 수정/보완	216
6.4 장비구축 우선순위 평가과정/결과	218
 제 7 장 본사업 기획	 221
7.1 요약사항	221
7.2 사업의 목표 및 범위	223
7.3 사업기간, 사업예산, 연차별 목표	224
7.4 사업 추진체계 및 추진전략	230

7.4.1 사업 추진체계	230
7.4.2 사업 추진전략	231
7.5 사업 추진 타당성	233
7.6 사업 성과 활용방안	235

## 부록

- A. 구축대상 시험장비 기본개념설계서
- B. 시험장비 운용프로세스
- C. 진흥원 보완요청자료 모음



## - 표 목차 -

<표 1-1 연구내용 상세>	2
<표 2-1 국내 철도 예산 규모>	16
<표 2-2 철도연 시험인증센터 시험관련 수익 현황>	18
<표 2-3 세계 철도시장의 분야별 상세시장 규모 (2008년 말 기준)>	30
<표 2-4 국내외 현황분석 결과와 기획과제와의 연계성>	47
<표 3-1 일본 철도총합기술연구소 보유시험장비>	53
<표 3-2 궤도재하장치 사양>	67
<표 3-3 내후성 환경시험기 주요사양>	70
<표 3-4> 미국 교통기술센터 궤도토목관련 시험장비>	78
<표 3-5 미국 교통기술센터 차량분야관련 시험장비>	81
<표 3-6 국내외 유사장비 보유현황>	123
<표 5-1 1차 정리된 구축대상 시험장비 목록>	207
<표 5-2 시험장비 구축대상 설정 관련 의견조회 기관 및 응답현황>	209
<표 5-3 구축대상 시험장비 목록(9종)>	210
<표 6-1 장비구축 우선순위 평가지표/가중치>	216
<표 6-2 장비구축 우선순위 평가위원 명단 : 진흥원 주관 선정>	219
<표 6-3 장비구축 우선순위 평가결과>	219
<표 6-4 평가위원별 장비구축 우선순위 평가결과>	220
<표 7-1 사업기간 추정 근거>	224
<표 7-2 구축장비 추정예산>	224
<표 7-3 4개 장비 구축시 총사업비 추정>	225
<표 7-4 3개 장비 구축시 총사업비 추정>	226
<표 7-5 연차별 사업목표>	227
<표 7-6 연차별 사업예산 : 4개장비 구축>	228
<표 7-7 연차별 사업예산 : 3개장비 구축>	228
<표 7-7 전체장비 순차 구축 고려 사업비 추정 : 총 627억 소요>	229
<표 7-9 인력구성체계 제안>	231
<표 7-10 본 사업의 국가정책적 타당성>	233
<표 7-11 본 사업의 사회적 타당성>	233
<표 7-12 각 구축장비의 경제적 타당성>	234
<표 7-13 본 사업의 기술적 타당성>	234



## -그림 목차 -

[그림 1-1 철도시스템 성능평가 시험장비 구축 필요성]	3
[그림 1-2 철도안전법 개정방향과 대형장비 구축 필요성]	5
[그림 1-3 차세대 철도시험인프라 구축계획]	6
[그림 1-4 연구추진 체계도]	8
[그림 1-5 기획과제 추진프로세스 개념도]	9
[그림 1-6 기획과제 핵심 추진전략]	11
[그림 2-1 철도용품 품질인증제도 시행절차]	17
[그림 2-1 철도용품 품질인증제도 시행절차]	17
[그림 2-2 국연사를 통해 구축된 기존의 철도전용 실험장비 개요]	19
[그림 2-3 대형장비 구축/운용 관련 국가상위 정책 현황]	21
[그림 2-4 시험분석 장비 추진전략]	22
[그림 2-5 철도안전법 개정(안)중 시험관련 주요사항]	23
[그림 2-6 철도안전법 개정안-용품인증제도의 변화방향]	23
[그림 2-7 오송 종합시험선로 및 연계시설 기본계획도]	24
[그림 2-8 완성차시험시설 전경]	25
[그림 2-9 세계 철도시장의 분야별 점유율]	30
[그림 2-10 세계 철도시장의 분야별 OEM vs AS 비율]	31
[그림 2-11 차량분야의 세부 분야별 시장 점유율]	31
[그림 2-12 차량 이외 분야의 세부 분야별 시장 점유율]	32
[그림 2-13 세계 철도시장 지역별 점유율]	33
[그림 2-14 철도기술의 이상적 검증절차와 인증의 의미]	34
[그림 2-15 범유럽 인증체계 : EN현황]	35
[그림 2-16 IRIS 인증체계 특징]	35
[그림 2-17 IRIS 인증프로세스]	36
[그림 2-18 일본 RTRI 주요시험시설, 본원 및 4개 시험소, 자기부상 시험선]	37
[그림 2-19 철도충연 대형시험장비 현황]	40
[그림 2-20 오스트리아 RTA 철도차량 대형환경 풍동시험시설]	42
[그림 2-21 미국 TTCI]	43
[그림 2-22 TTCI, 차량틸팅시험장비]	44
[그림 2-23 Siemens 시험선로 및 차량틸팅시험장비]	45
[그림 2-24 체코 VUZ 시험선]	45

[그림 3-1 일본 철도총합기술연구소 전경]	49
[그림 3-2 일본 철도총합기술연구소 향후 중점 연구방향]	50
[그림 3-3 일본 철도총합기술연구소의 주요 시험소]	51
[그림 3-4 마이하라 풍동시험소 전경]	52
[그림 3-5 히노 토목시험소 전경]	53
[그림 3-6 레일체결장치용 4축 피로시험기]	54
[그림 3-7 궤도 반복충격시험기]	55
[그림 3-8 이동식 궤도동적재하시험기]	55
[그림 3-9 진동대]	56
[그림 3-10 도상골재용 대형진동 3축시험기]	57
[그림 3-11 대형 강우시험기]	57
[그림 3-12 종합 노반시험기]	58
[그림 3-13 대형 피로시험기 및 반력벽]	58
[그림 3-14 터널 복공모형시험기]	59
[그림 3-15 집전시험장치]	59
[그림 3-16 집전성능 시험설비]	60
[그림 3-17 취득데이터 처리 구성]	61
[그림 3-18 집전성능 시험설비 전차선로 구성]	62
[그림 3-19 진동시험 설비]	63
[그림 3-20 시험설비 구성]	63
[그림 3-21 실물궤도시험장치 전경]	66
[그림 3-22 상하방향 재하장치]	66
[그림 3-23 좌우방향 재하장치]	66
[그림 3-24 공기스프링 전경]	67
[그림 3-25 수평댐퍼 전경]	67
[그림 3-26 차륜/레일 진동시험장치의 시험기 내부전경]	68
[그림 3-27 차륜시험체]	68
[그림 3-28 시험장비 전경]	69
[그림 3-29 수평 액츄에이터 전경]	69
[그림 3-30 시험장비 전경]	70
[그림 3-31 미국 교통기술센터 전경]	71
[그림 3-32 미국 TTCI의 Test Track]	74
[그림 3-33 미국 TTCI 시험선로(FAST)의 철도교량 및 슬래브궤도]	77

[그림 3-34 미국 TTCI의 충돌시험용 선로]	77
[그림 3-35 Mini Shaker Unit과 Rolling Load Test Machines]	79
[그림 3-36 미국 TTCI의 Track Research Laboratory]	80
[그림 3-37 Track Loading Vehicle]	80
[그림 3-38 SMU]	81
[그림 3-39 VTU]	82
[그림 3-40 Squeeze Frame]	83
[그림 3-41 APPLUS의 전경]	84
[그림 3-42 APPLUS의 15MN 만능시험]	85
[그림 3-43 APPLUS의 형상변형 다기능 가력시스템]	86
[그림 3-44 Porto 대학 구조실험동의 전경]	88
[그림 3-45 Porto 대학의 구조실험동]	90
[그림 3-46 뮌헨공대 철도분야의 중점 연구방향]	92
[그림 3-47 레일용 피로시험기]	93
[그림 3-48 체결구 종방향 강도 시험기]	94
[그림 3-49 도상 장기거동 시험기]	94
[그림 3-50 침목 재하시험기]	95
[그림 3-51 온도조절이 가능한 동적재하 시험기]	95
[그림 3-52 2축 반복재하시험기]	96
[그림 3-53 슬래브 이동식 운하중 시험기]	96
[그림 3-54 실대형 궤도 재하시험기]	97
[그림 3-55 실물크기의 교통하중 재하 시험 (LINTRACK)]	99
[그림 3-56 Embedded Rail 시험을 위한 재하장치]	100
[그림 3-57 시험환경의 조절이 가능한 재하장치]	100
[그림 3-58 도상재료 시험을 위한 재하장치]	101
[그림 3-59 중형 진동삼축압축시험기]	101
[그림 3-60 지반 모형시험을 위한 원심모형시험기]	102
[그림 3-61 터널 복공모형시험기]	102
[그림 3-62 러시아 철도연구원 본원 및 분원]	103
[그림 3-63 High-Speed Bogie]	104
[그림 3-64 Traction Electric Power Supply Control System]	104
[그림 3-65 Automated System for Real Timetable Record and Analysis]	105
[그림 3-66 Safety Test]	106

[그림 3-67 Testing Loop]	107
[그림 3-68 High Speed Testing Line]	108
[그림 3-69 Static and Dynamic Testing Machines]	109
[그림 3-70 낙중시험기]	110
[그림 3-71 Delta Installation]	110
[그림 3-72 Experimental Loop Laboratory]	112
[그림 3-73 환경시험동 제원 및 지층 배치 평면도]	122
[그림 3-74 실대형 환경챔버의 외관 사진]	122
[그림 3-75 클린룸 외관 사진]	125
[그림 5-1 구축대상 시험장비 목록 설정 과정]	204
[그림 5-2 신규시험장비 제안서 양식]	206
[그림 5-3 철도연 내 시험장비 수요조사 근거자료]	206
[그림 5-4 관련기관 의견조회 근거자료]	208
[그림 6-1 구축장비 우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치(초안)]	212
[그림 7-1 구축장비의 활용방안]	236

# 제 1 장 서 론

## 1.1 기획과제 개요

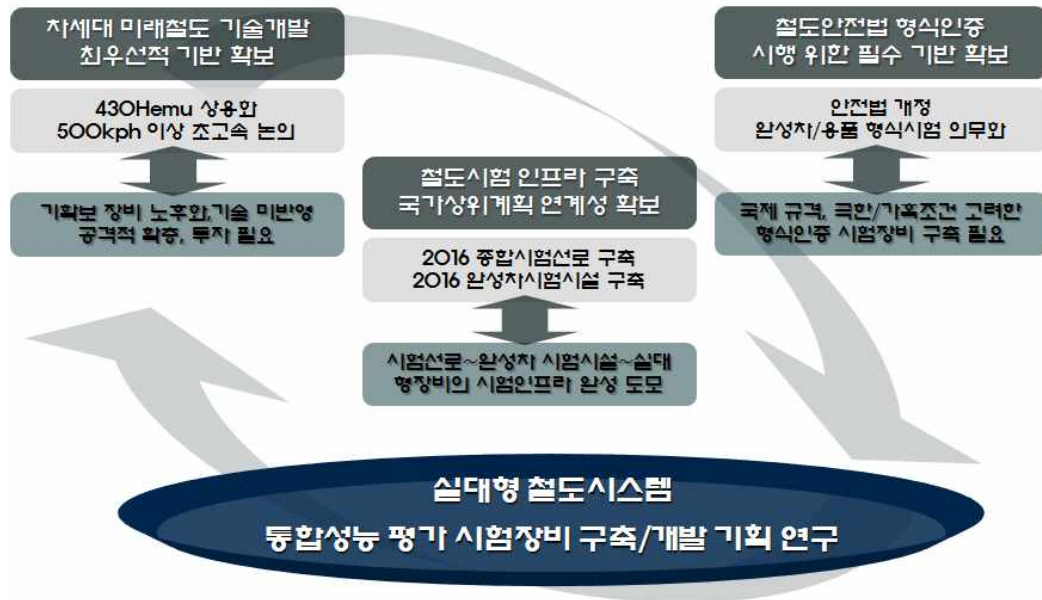
- ☐ 과제명 : 철도시스템 성능평가 시험장비 구축 기획
- ☐ 연구기간 : 2012.12.26~2013.06.25
- ☐ 주관기관 : 한국 철도기술연구원
- ☐ 전문기관 : 한국 국토교통과학기술진흥원
- ☐ 주관부처 : 국토교통부
- ☐ 연구목표 : 차세대 미래철도 기술 연구개발과 개발/상용제품(모듈단위 및 실물시험체)의 성능검증/인증을 위해, 국가 차원에서 구축이 요구되는 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축사업 기획 - 운행, 가혹, 극한조건을 인위적으로 구현한 상태에서 실대형 철도시스템(완성차, 궤도시스템, 급전시스템, 신호시스템 등)의 성능평가 및 거동특성 분석이 가능한 성능평가/시험인증 전용 대형/첨단/복합 시험장비의 구축사업 기획
  - 철도 실대형 시험 관련 기술개발 동향 및 환경분석
  - 철도시스템 성능평가 시험장비 구축대상 목록 작성
  - 시험장비 구축 우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치 정립
  - 철도전용 실대형 시험장비 구축 우선순위 평가 및 설정
  - 장비 구축 이후 장비 활용프로세스 정립
  - 본사업 기획

<표 1-1 연구내용 상세>

연구목표	주요 연구내용
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 철도 신타형 시험 관련 기술개발 동향 및 환경분석</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 국내/외 철도시장, 철도시험관련 정책, 시험인프라 현황 조사 및 상세 분석</li> <li>• 국내/외 철도전용 신타형 시험장비 현황 조사 및 상세분석 : 기존 구축장비 현황조사(산업계 및 연구계 등 철도분야 신타형 시험장비)</li> <li>• 국내/외 현황분석(SWOT분석)결과에 기초한 시험장비 구축방향성 정립</li></ul> <p>※철도전용 신타형 시험장비 현황조사/분석 보고서 작성/제출</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 철도시스템 성능 평가 시험장비 구축대상 목록 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 주관기관 수요조사를 통한 구축대상 장비목록 도출</li> <li>• 철도관련 건설기관/운영기관/산업계/연구계 설문조사를 통한 구축대상 장비목록 도출</li> <li>• 구축대상 장비에 대한 기본개념설계서 작성               <ul style="list-style-type: none"> <li>-장비명, 기본용도, 국내/외 유사장비와의 차별성 분석, HW구성요소(주요소 및 부대설비), 제원 및 소요공간, 장비기본개념도, 구현가능 시험항목 및 구현가능 국내/국제 시험규격, 구축소요기간, 구축소요 추정예산, 구축이후 정량적 기대효과, 활용분야 및 활용계획</li> </ul> </li></ul> <p>※구축대상 신타형 시험장비 기본개념 설계서 작성</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 시험장비 구축우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치 정립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 선행연구결과 및 유사연구과제 분석을 통한 평가지표 정립 기본방향성 도출</li> <li>• 시험장비 구축우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치(안) 수립</li> <li>• 전문가 자문회의를 통한 평가지표/가중치(안)의 수정/보완 및 정립</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 철도전용 신타형 시험장비 구축 우선순위 평가 및 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시험장비 구축 우선순위 평가방향성 도출</li> <li>• 평가위원회 개최, 평가 및 평가결과 정리</li> <li>• 평가결과에 의거한 시험장비 구축 우선순위 설정</li></ul> <p>※구축대상 시험장비 목록 및 구축우선순위표 도출</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 장비개발/구축이후 장비 활용 프로세스 정립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기존 국연사 개발 대형장비 활용 프로세스 현황 조사/분석</li> <li>• 국과위 및 NFEC 대형장비 활용 관련 지침 조사/분석</li> <li>• 국가 시험장비 기본 활용방향에 의거한 장비활용 프로세스 정립</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 본사업 기획</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 본사업 목표/범위 설정</li> <li>• 본사업 목표달성을 위한 추진전략 및 추진체계 수립</li> <li>• 본사업 성과물에 대한 활용방안 제시</li> <li>• 본사업 인력투입계획 및 소요예산 산정</li> <li>• 본사업의 정책적/기술적/경제적 타당성 검토</li> <li>• 본사업 공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정</li></ul> <p>※본사업 기획보고서 작성</p>



## 1.2 기획과제 추진 필요성



[그림 1-1 철도시스템 성능평가 시험장비 구축 필요성]

## 1. 국가 핵심기술인 철도기술 지속발전을 위한 차세대 시험장비 구축 필요

철도기술은 국가 핵심기술이며, 녹색신성장동력의 하나로서, 전세계적으로 철도의 르네상스 라고 불릴 정도로 철도기술의 중요성은 날로 더해가고 있다. 철도기술 발전의 핵심은 개발기술의 중국적 실용성/적용성의 확보라고 할 수 있는데, 이를 위해서는 높은 수준의 이론적 지식 축적과 함께, 기술발전의 기반으로 볼 수 있는 시험인프라(첨단복합대형시험장비 및 현장시험선로)의 확보가 요구된다.

이러한 측면에서, 고속철도 핵심기술 보유국으로서, 선진국의 철도기술 추종방식에서 선도형 기술개발로의 혁신적 기술개발 전략의 변환을 위해서는 연구개발의 최근간이라고 할 수 있는 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축이 요구된다. 국내의 경우, 1990년대 후반부터 2000년대 중후반까지, 약 20여 종의 철도전용 실대형 복합시험장비를 구축 완료한 바 있으나,

2012년 현재, 400kph급 차세대 고속철도 기술의 개발 및 실용화가 가시화되고 있고, 500kph급 초고속 철도기술 개발 및 초고속 자기부상철도와 같은 신형식 철도시스템의 연구개발이 논의되고 있는 바, 차세대 미래철도기술 연구개발과 개발품의 성능검증/수정보완 을 위한 실대형 시험장비의 구축은 절대적으로 필요한 사항이며

특히, 현재 구축된 실대형 복합시험장비가 철도선진국의 대형장비 보유현황과 비교할 때 60%정도 수준이며, 대형장비의 지속적 확장과 업그레이드를 기반으로 자국 개발기술의 신뢰성 확보와 시험인증 기반 확대를 전략적으로 수행하고 있는 선진국 상황과 비교한다면, 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축 필요성은 자명한 것으로 판단된다.

## **2. 국내 환경변화-철도안전법 개정-에 따른 형식승인 시험장비 구축 필요**

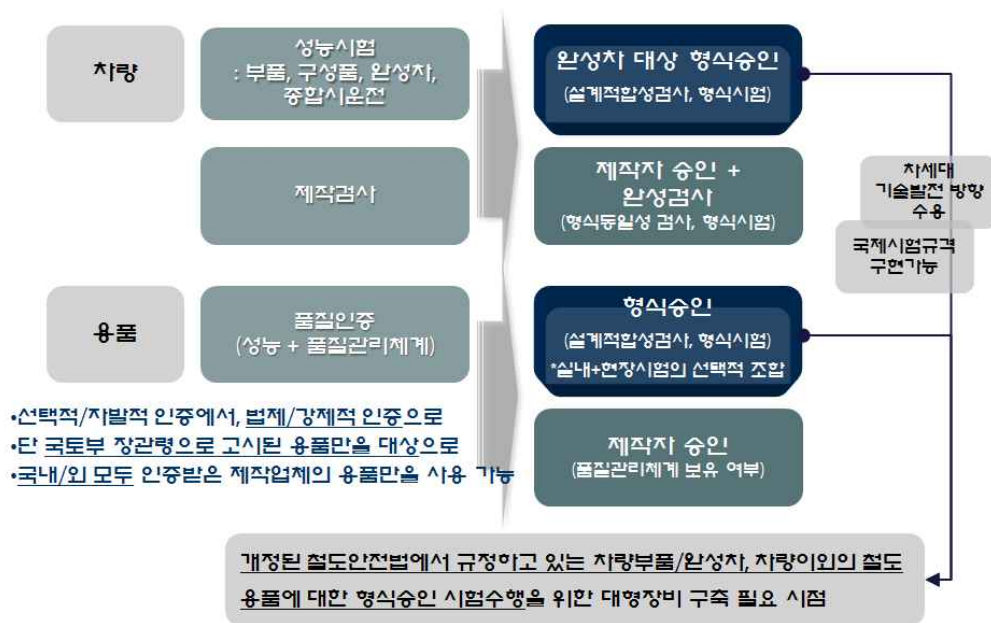
국내 철도기술은 급격한 성장에도 불구하고, 2000년대 이후 현재까지, 차량 및 용품 등 다양한 측면에서 안전성 및 신뢰성과 관련된 기술적 이슈가 빈번하게 발생하고, 발생한 기술이슈가 국가/사회적 이슈로 확장되는 등, 여러 가지 측면에서 이슈화되어 왔다.

이러한 측면에서 정부(국토해양부)는 선진국 수준의 철도안전 기반 확보를 궁극적 목표로, 철도안전법 전면 개정에 착수하였으며, 2012년 11월 철도안전법 개정(안)이 국회 본회의를 통과한 상태에서 2014년 03월 기준으로 실제적인 법 시행을 계획하고 있는 상황이다.

개정된 철도안전법에서는 완성차 형태의 차량에 대한 형식승인 시험을 의무화하고 있으며, 기존에 선택적/자발적으로 수행되던 용품의 품질인증을 의무적 형식승인제도로 대체하고 있다. 따라서, 완성차 형태의 차량과, 개별단위용품의 조합체를 대상으로 형식승인시험이 가능한 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축이 요구되는 상황이다.

국내 시험인프라의 특성상(철도분야 뿐만 아니라), 형식승인시험이 가능한 중대형 시험장비는 다소 부족한 상황이며, 특히 완성차를 대상으로 하는 다양한 형태의 국제규격 시험 및 향후 요구되는 가혹/극한조건 시험 등 을 수행하기 위해서는, 현재 보유/운영하고 있는 시험장비에 대한 현황분석 결과를 토대로,

국가 차원에서 필수적으로 구축/확보해야 하는 시험장비의 선택적 구축을 계획해야 하는 상황으로 판단된다.



[그림 1-2 철도안전법 개정방향과 대형장비 구축 필요성]

### 3. 철도시험인프라 구축관련 국가계획과 연계한 시험장비 구축 필요

철도선진국의 기술검증 기반인프라는 크게 실험시험장비와 현장시험 전용 시험선로로 구분되는데, 특히 시험선로와 실험시험장비 기반의 시험시설이 단일공간 내에 집약적으로 배치되어 있음을 확인할 수 있다.(독일 Siemens, 미국 TTCL, 체코 VUZ). 이러한 특성은 실내시험~현장시험결과의 상호연계, 시험/연구인력의 공간적 집약을 통한 업무효율성의 극대화 및 협업체계 구축, 이를 통한 개발제품 상용화 준비 기간의 단축 등 다양한 형태의 전략적 기대효과로 연결된다.

국내의 경우, 선진국과 같은 형태의 시험선로 및 실험 시험시설 구축을 위해, 현장시험 전용시험인프라인 “종합시험선로”(2016년 말 완공 목표, 국토해양부 주관, 철도시설공단 건설 대행)가 현재 턴키 시행을 위한 입찰공고가 진행 중이며, 시험선과 연계하여, 완성차 및 시스템 중심의 실내시험 수행을 위한

“완성차시험시설”(2016년 말 완공, 지식경제부)의 건설이 계획중인 상황이다.

전용 시험선로의 건설/확보가 한국철도 100년 역사의 숙원이었다면, 시험선~실대형 시험시설(공간)~차세대 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비 의 완결은 국내철도기술의 향후 100년을 관가름하는 선진국 수준 시험인프라의 완성이라는 의의를 가지고 있다. 실대형 시험장비의 구축이, 선행되었던 유사 사업 기준으로 약 4~5년 정도 소요됨을 고려한다면, 2012년 현재시점에서의 시험장비 기획 착수는 적기 기획이라고 할 수 있으며, 특히 실대형 시험장비의 기획/설계 단계에서부터 시험장비 배치공간에 대한 선확보가 최우선인 점을 고려할 때, 실대형 시험장비의 기획과 완성차시험시설의 기본설계 착수가 동일하게 출발된다는 점은 매우 고무적인 사항으로 판단된다.



[그림 1-3 차세대 철도시험인프라 구축계획]

## 1.3 기획과제의 중요성

### 1. 국가적 측면

- 국가핵심기술인 철도기술의 적용성/신뢰성 검증을 위한 차세대 시험기반 확보
- 철도안전 확보를 위한 안전법 하위, 차량/용품 형식승인을 위한 필수기반 확보
- 국과위 정책방향에 부합되는 실대형 철도시험 인프라 구축
- 시험선로~완성차 시험시설~시험장비로 연계되는 선진국 수준 시험인프라의 완성

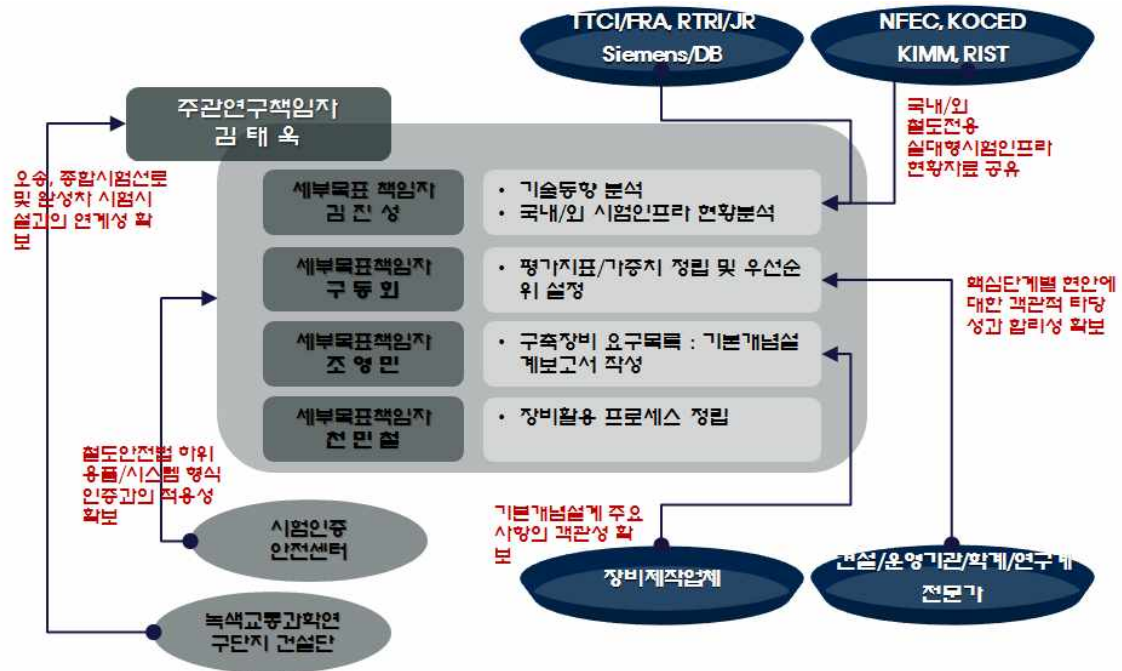
### 2. 기술적 측면

- 차세대 미래철도기술 연구개발 및 용품/시스템 성능검증 기반 확보
- 개발기술의 보호육성을 위한 자국 시험규격 개발/정립 기반 확보
- 장비 구축이후 선진국 수준의 시험분석기술 고도화 및 전문인력 향상 기반 확보 ⇔ 현재 선진국 대비 시험분석 기술 수준 50% 이하로 판단

### 3. 사회/경제적 측면

- 철도기술/용품/시스템의 신뢰성/안전성 확보 통한 기술이미지 제고
- 해외시험 의뢰시 소모되는 직/간접적 비용 손실의 최소화  
⇒ 해외시험 의뢰 대비 40% 이상의 직접소요 기간/비용 단축 가능
- 해외시험 의뢰시 예상되는 유/무형적 지적재산 손실 방지  
⇒ 국내제품의 기술적 단점, 보완사항, 시험결과 직접 유출 차단
- 실대형 시험결과에 의거한, 국내 개발품의 조기상용화 및 중국적 수출실적 도출  
⇒ 차량을 제외한 타분야 용품의 해외수출실적 거의 전무  
⇒ 세계 인프라 시장의 1% 점유시 연 1,000억 규모의 직접매출 달성 가능
- 복합대형장비구축을 통한 국내 시험장비 제작업체의 기술능력 향상  
⇒ 향후 유사장비 및 대형장비의 국외 수출 도모

## 1.4 기획과제 추진체계



[그림 1-4 연구추진 체계도]

- 연구책임자가 전체 기획과제를 총괄하면서, 기획과제 세부 목표들을 진행. 특히 연구책임자의 경우, 철도기술선진화 연구기반 조성사업(2005~201)의 수행을 통해 380억 규모, 10종의 실험대형시험장비의 기획에서부터 대형장비 구축과 관련된 제반 연구과제의 총괄실무를 전담했던 경험이 있고, 현재 철도안전법 하위법령과 관련하여 철도용품의 형식승인과 연계된 연구과제 총괄실무를 전담하고 있으며, 2009년부터는 종합시험선로 구축사업(기획~예비타당성 대응~사업화~기본계획 등)을 전담하고 있는 바, 본 대형장비 구축 기획 연구과제의 추진 필요성, 추진 배경, 추진 방향에 대해 명확하게 이해하고 있는 바, 연구책임자로서 최적인 것으로 판단됨.
- 본사업 기획 총괄을 제외한 세부목표, 즉, 기술개발 동향 및 환경분석, 구축대상 목록 작성, 평가지표/가중치 정립 및 적용, 장비 활용 프로세스 정립 각각에 대해서는 개별적으로 분야책임자를 설정하여 연구를 수행





본 기획과제의 추진 프로세스는 위 그림과 같다.

먼저 협약이후 착수보고회를 통해 전문기관 및 참여연구원들과 전체적인 연구 방향을 공유하였고, 국내외 철도시험 관련 시장/정책/시험인프라에 대한 현황분석을 통해 선진국의 현황/시사점과 국내 시험시설의 현황/시사점을 분석하는 동시에 향후 구축하고자 하는 시험장비의 구축방향성을 설정하였다.

시험장비 구축 방향성과 연계하여, 시험장비 구축대상 목록을 작성하는데 있어서, 주관기관 내 수요조사를 1차적으로 수행하였으며, 이와는 별도로 철도 유관 기관에 대한 의견수렴 및 수요조사를 수행하고, 수요조사 결과에 의거하여 구축대상 시험장비 목록을 작성하였다. 장비구축대상 목록은 단순한 리스트가 아닌, 구축하고자 하는 시험장비를 대상으로 각 장비의 명칭, 용도, 유사장비 현황 및 차별성, 구성요소, 기본개념도, 구현가능 시험규격, 구축추정예산, 구축기간, 정량적/정성적 기대효과, 활용계획 등 핵심적인 사항들을 포괄하는 내용으로 작성되었으며, 이를 기본개념설계서라고 명명하였다.

구축하고자 하는 시험장비의 구축 우선순위 설정을 위해, 선행/유사사업을 참조하여 장비 구축 우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치(안)을 수립한 후, 전문가 자문위원회와 전문기관 협의를 통해 평가지표/가중치 최종안을 확정하였으며, 설정된 평가지표/가중치에 의거하여, 구축장비 우선순위 평가를 수행하였다.

장비구축 우선순위 평가는 전문기관의 협조를 받아 구성된 평가위원회 10인을 대상으로 각 장비 제안자의 구두발표 및 질의응답 과정을 통해 수행되었으며, 최종적으로 9종의 신규장비에 대한 구축우선순위를 설정하였다.

최종적으로는 장비구축대상 목록-기본개념설계서와 구축우선순위를 기준으로 본사업에 관한 제반사항(기간, 예산, 목표, 추진체계, 전략, 기대효과 등)을 기획하였다.



국가 상위 정책방향(철도안전법, 국과위 등)과 연계된 시험장비 구축

철도 시험인프라 건설계획(시험선로, 완성차시험시설)과 연계된 시험장비 구축

기존 문헌자료 및 국내/외 유관 Network를 최대한 활용한 장비현황 분석 및 시사점 도출

시험장비 잠재수요자 참여 하에, 장비 목록 도출 및 장비구축 우선순위 설정

시험장비 전문업체를 적극 활용, 구축대상 시험장비의 객관적 “기본개념설계서” 도출

유사사업, 선행연구결과를 적극 활용한 장비구축 우선순위 평가지표/가중치 정립/적용

국가 상위 정책방향에 기반한 시험장비 활용 프로세스 정립

[그림 1-6 기획과제 핵심 추진전략]

본 기획과제의 핵심추진전략을 요약하면 위 그림과 같고, 핵심사항은 다음과 같다.

- 국가 상위 정책방향과 연계된 시험장비 구축
  - 개정 철도안전법 및 후속조치 예정인 하위 시행령/규정 등에서 공포될 차량 및 용품의 형식승인에 필요한 실대형 시험장비 구축
  - 차세대 미래철도기술개발사업에 기여 가능한 실대형 시험장비 구축
  - 국과위, NFEC 등 대형시험장비/시설 구축관련 국가정책 추진방향에 적합한 실대형 시험장비 구축

**※ 철도시스템 성능평가 시험장비 의 개념 : 대형 시험장비 구축 방향성**

- 부재/부품 단위를 피시험체로 하지 않고, 부재/부품의 조합인 모듈/시스템 단위의 피시험체를 대상
- 피시험체에 대한 연구개발/성능검증 뿐만이 아닌, 국내/국제 공인시험규격 구현이 가능
- 국내/국외 유사장비와의 차별성이 구체적이며, 경제적 활용성이 정량적으로 추정 가능
- 피시험체의 단일성능이 아닌, 조합상태에서의 통합성능과 현장유사상황(극한조건 및 외기조건)의 모사가 가능

■ 철도시험 인프라 건설계획과 연계된 시험장비 구축

- 충북 오송지역에 건설되는 현장시험인프라인 종합시험선로, 현장시험연계 실험시험시설인 완성차시험시설의 건설/구축계획과 연계된 실험형 시험장비 구축  
⇒ 시험장비의 공간배치, 시험선로~완성차시험시설~실험형시험장비와의 기능적 연계성 확보

■ 기존 문헌자료, 대내/외 유관 네트워크의 최대한 활용

- 국내 : NTIS 데이터베이스, 선행연구자료(철도기술선진화연구기반조성사업 연차보고서, 건설교통분야 대형연구시험시설 인프라 구축운용전략 수립 연구 등)의 최대한 활용
- 국외 : 미국(TTCL, FRA), 일본(RTRI, JR), 독일(Siemens, DB) 등 주관기관과 연계된 철도관련 시험/정부/건설/운영기관의 인적/기관 네트워크를 최대한 활용  
⇒ 최신 현황자료에 근거한, 철도전용 실험형 시험장비의 내/외 현황 분석 및 시사점 도출

- 국내 시험장비 잠재수요자 및 관련전문가의 적극적 검토체제 구축
  - 시험장비 구축대상 목록 설정 단계에서부터, 철도시설공단, 철도공사, 도시철도운영기관, 철도산업체, 학계, 연구계 등 다양한 잠재수요자의 의견을 반영하여 시험장비 구축대상 목록을 선정
  - 구축대상 장비의 기본개념 설계서 작성 이후, 평가지표/가중치 정립 시 관련 전문가의 자문을 통해 평가지표/가중치의 객관성과 타당성을 확보하고, 장비제안자 구두발표-관련전문가 질의/응답-평가지표/가중치에 의거한 전문가 평가를 통해 시험장비 구축 우선순위를 합리적으로 결정
- 전문업체를 활용한 객관적/실제적 자료 작성
  - 시험장비 제작 전문업체의 용역수행을 통해, 구축대상 장비 각각에 대해 다음과 같은 내으로 구성된 “구축장비 기본개념 설계서”의 구체적 도출
  - 특히, 모사업 예산 확보시 주요 근거자료인 ‘유사장비와의 차별성’, ‘장비구축에 따른 경제적 기대효과’, ‘구축소요예산 및 기간’, ‘구현가능 국내/국제 시험규격’을 최대한 정량적, 구체적으로 도출

## ※ 구축장비 기본개념 설계서 (철도기술선진화연구기반조성사업 선례)

나. 개요 (Dimension) 및 개념도 (Conceptual Drawing)

• Main Frame : 3.86m(W)×6.4m(L)×2.55m(H)



<레일제결장치 4축피로시험기 개념도>

다. 주요 구성품 (Component)

- Main Frame 1대
- Actuator 6대
- 중방향 하중지지대 1대
- 시퀀스릴(레일, 권축, 체결장치)을 지지할 수 있는 지지대 1대
- 데이터 처리장치 1대
- 제어장치 1대
- 유압장치 1대
- 냉각장치 1대

라. 성능 (Capacity)

- 하중 크기 : 정하중 20/10/5/2.5ton, 동하중 16/8/4/20ton
- 하중 범위 : 각 Actuator 당 0~15Hz
- 스트로크 범위 : 각 Actuator 당 200mm

- 2 -

마. 시험항목 및 관련 규격 (Testing Objective & Related Standards)

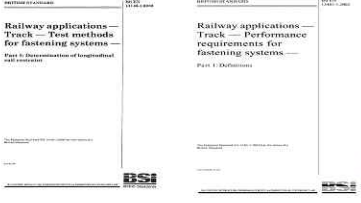
- 수직스트링계수시험
- 중방향제결장치시험
- 비동일계결장치시험
- 초기제결장치시험
- 반복하중시험
- 인발저항시험

• 국내 규격

- 고속철도 공사 전문시방서(제도판)
- 레일제결장치 성능시방서(고속철도공단)

• 국제 규격

- EN 규격 Railway Applications - Track  
Test Methods for Fastening Systems Part I~VIII
- EN 규격 Railway Applications - Track  
Performance Requirements for Fastening Systems Part I~VII



바. 부대설비 (Auxiliary Facilities)

- 전력 : DC 3상, 380V, 13%VA
- 유압 : 유량 500 LPM

- 3 -

- 냉각 : 냉각탑 필요
- 급/배수 : 해당사항 없음
- 소음/진동 제어 : 해당사항 없음
- 기타 : 해당사항 없음

#### 사. 국내외 유사장비 보유현황 (Status of the Art)

- 국내 유사장비 보유현황
  - 일반 구조시험기 외에는 체결장치 전용 시험기 전무
- 국외 유사장비 보유현황
  - 일본 KTR와 중국 CAR에서 보유중

<표 1> 구축장치와 국내외 유사장비와의 현황 비교

구분	일본 KTR	중국 CAR	한국 KTR
제약조건	주어진 12.5Hz 수직가진기 2.0t	15, 25, 50t	2.5, 5.0, 10.0, 20.0t
주파수	0~15Hz	10, 30, 100Hz	0~15Hz
원형 스트로크	20mm	75, 100mm	100mm 이상
동적하중 퍼형	정현파, 삼각파, 방형파, 대형파, 펄스파	정현파, 삼각파, 펄스파	정현파, 삼각파, 방형파, 대형파, 펄스파, 사용자 지정 파형
가격대	12억원	12억원	12억원

- 국외의 시험장비와는 달리 TEST BED를 빌게 해야하여 셋팅의 편의성 및 시험공간의 활용도를 증대시킴
- 발광프레임으로 이루어진 주 장비 외에 체결장치에서 핵심적인 역할을 하는 베인 프레임의 정밀시험을 위해 저하중의 Actuator를 구성하도록 한 동시에, 체결장치 구성품들의 동시 시험이 가능하도록 전체 시험기를 설계
- 다중 연동 시 Hierarchal-adapted control 기법을 이용하여 사용자가 지정한 일의 의 과정을 구현할 수 있도록 함

- 4 -

#### 아. 추정 제작가액 (Expected Expenses)

- 약 12억 (KTR 시험장비 제작사에 직접 견적의뢰)

#### 자. 활용도 (Usage)

- 기존 상용 및 신규 개발 국내·외 핵심제품장치의 객관적 성능 검증
- 신규 개발 국내 핵심제품장치의 성능 개선 및 보완
- 고속철도 차량도상제도를 핵심제품장치의 성능 시험, 연 50일
- 고속철도 콘크리트제도를 핵심제품장치의 성능 시험, 연 50일
- 도시철도 차량도상제도를 핵심제품장치의 성능 시험, 연 50일
- 도시철도 콘크리트제도를 핵심제품장치의 성능 시험, 연 50일

- 기존 및 우수 철도기술 연구개발 과제와의 연계

- ⇒ 고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술개발 (건설교통부, 2005~2008, 360억)
- ⇒ 콘크리트제도 인타페이스 성능향상 연구 (철도시설공단, 2005.8~2008.2, 119억)
- ⇒ 제도분야 소음 진동 설계기준 개발연구용역(철도시설공단, 2006~2008, 23억)
- ⇒ 차량제도 상하작용을 고려한 연직제도를 위한 추정기법개발(기본사업, 2007~2008, 3억)

- ⇒ 자체 대 고속철도 기술개발 사업 (건설교통부, 2007~2011, 약 1000억)

#### 차. 기대효과 (Expected Effects)

- 국내/외 제품장치의 객관적 성능인증 가능
- ⇒ 체결장치 자체 개발 이후 1,700개/년 규모의 수입대체 효과
- ⇒ Vossloh 300 기준, 약 1.4억의 수입대체 효과
- ⇒ 체결장치 1식당 약 1억원의 시험수수료 수익 가능

- 5 -

## ■ 유사사업/사례 분석을 통한 선행결과의 차용/적용

- 시험장비 구축 우선순위 설정(중장기 예산투자계획 수립)과 관련하여, 평가 지표/가중치 설정에 있어서 유사과제 및 선행연구과제의 적용지표/가중치 분석 및 차용

## ■ 국가 상위 정책방향에 기반한 시험장비 활용 프로세스 수립

- 철도연, KOCED, KIMM, RIST 등 대형장비 운영/보유기관의 장비 활용 프로세스에 대한 상세 분석 및 시사점 도출
- 국과위, NFEC 등 대형장비 운영관련 국가상위기관의 장비활용 가이드라인 상세분석 및 반영사항 도출

⇒ 기존 시험장비 운영현황과 국가 정책상의 시험장비 운영방향을 동시에 고려한 시험장비 활용프로세스 체계화 제시

## 제 2 장 국내/외 철도 시장/시험인증/시험인프라/정책 현황

### 2.1 개요

본 장에서는 철도와 관련하여 국내 및 국외를 대상으로 다음과 같은 사항들에 대해 현황사항을 간략하게 살펴보고, 국내/국외 현황에 대한 시사점과 함께 실험대형 시험장비 구축과의 연계성 및 장비구축의 의의를 정리하였다.

구분	상세
국내	<ul style="list-style-type: none"> <li>-철도 건설시장 현황</li> <li>-철도 시험인증 체계 및 시장 규모, 현안 분석</li> <li>-국내 철도 시험장비 구축 현황, 현안 분석</li> <li>-국내 정부 지원정책 현황</li> <li>-시험분석 관련 국내 현안 및 문제점</li> </ul>
국외	<ul style="list-style-type: none"> <li>-세계 철도시장 전망</li> <li>-국외 철도 시험인증 체계</li> <li>-국외 철도 시험인프라(시험선로+시험시설+시험장비) 구축 현황</li> </ul>

### 2.2 국내 현황

#### ■ 국내 철도 건설시장 현황

국내 철도시장은 주지하다시피, 경부고속철도의 건설을 토대로 급격하게 성장하였으며, 현재는 호남고속철도의 건설과 함께 다양한 형태의 질적/양적 확장을 시도하고 있음. 2010년을 기준으로 철도건설과 관련된 정부예산의 규모(운영 및 지원 관련 예산 제외)는 아래 표와 같고, 2010년 기준으로 순수 건설과 관련된 예산이 약 6.5조에 달함을 확인할 수 있음. 녹색교통수단의 확보 및 확충전략으로 인해 철도분야에 대한 건설투자는 지속적으로 증대될 것으로 판단됨

<표 2-1 국내 철도 예산 규모>

(단위:억원)

구분	총사업비	기투입	'09예산	'10예산	'11이후
고속철도	237,702	36,897	17,779	18,520	14,911
일반철도	425,456	79,051	22,666	16,936	306,753
광역철도	161,366	39,730	13,633	12,577	95,426
지하철건설	120,097	37,057	12,668	10,006	60,366
경량전철건설지원	38,391	15,269	6,911	6,419	9,793
총계	983,012	208,004		64,458	487,249

특히, 정부는 2010년 09월, 전국을 KTX 기반 하에 90분대 소통구역으로 단일 권역화한다는 의지를 천명하고, 2030년까지 약 90조의 예산투자를 기획하고 있는 바, 국내철도 산업 전반의 확장은 구체적으로 진행될 것으로 판단된다.

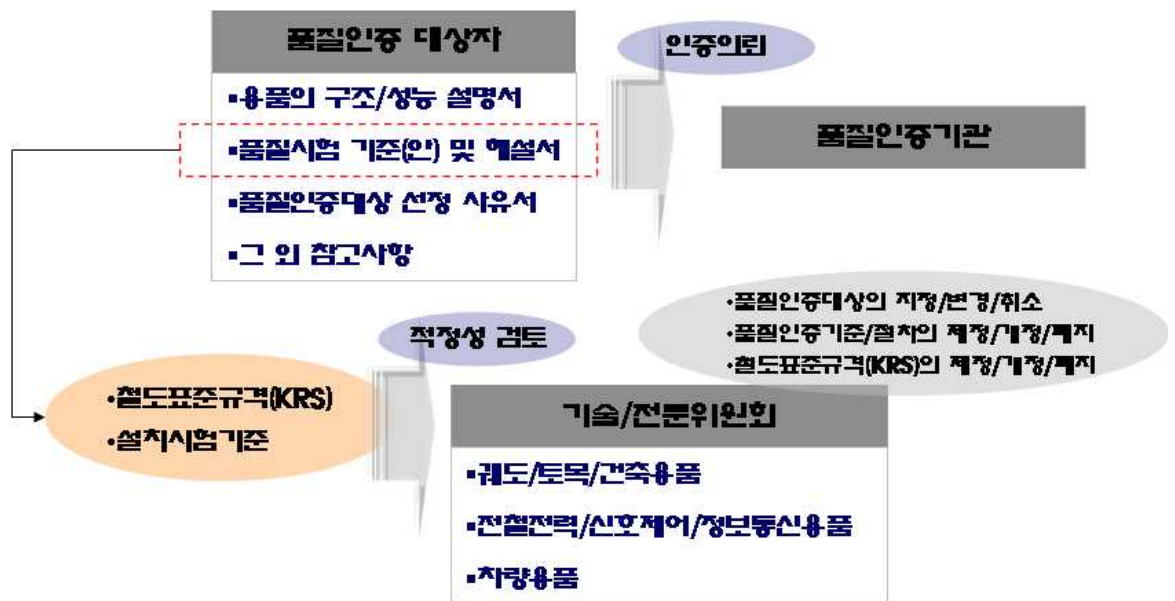
⇒ 국내 철도건설시장의 지속적 확장에 따라, 신규개발 및 상용 용품/시스템에 대한 성능검증 및 시험인증의 수요가 지속적으로 상존할 것이며, 이의 효율적 대응을 위한 시험인프라(시험장비)의 전략적 확충/확보가 필요한 상황임.

#### ■ 국내 철도 시험인증 체계 및 규모

국내 철도 용품/시스템의 시험인증은 철도안전법 및 도시철도법에 의거하여 수행되고 있으며, 철도안전법 개정 이전을 기준으로 관련 하위규정/지침은 다음과 같음

차량의 경우에는 철도차량 성능시험 시행지침, 철도차량 안전기준에 관한 지침, 철도용품 품질인증 시행지침에 의거하여, 차량의 단위부품, 구성품, 완성차 시험, 종합시운전에 이르는 일련의 시험들이 규정, 의무화되어 있음

⇒ 설계검토~실내시험~부설시험 에 이르는 3단계 검증체계가 비교적 체계적으로 정립/적용되고 있는 상황임



[그림 2-1 철도용품 품질인증제도 시행절차]

인프라, 전철, 신호 등의 경우에는 철도용품 품질인증 시행지침에 의거하여 각 분야별로 규격화되어 있는 단위부품들에 대한 시험들이 규정화되어 있는 상황이며 세부 시행절차는 위 그림과 같음. 다만 용품의 경우, 개정이전 기준으로 품질인증제도 자체가 선택적/자발적 인증이라는 것에 주지할 필요가 있음.

<표 2-2 철도연 시험인증센터 시험관련 수익 현황>

연도	접수건수				수익금액(억원)			
	차량	전기	시설	총계	차량	전기	시설	총계
2001	63	74	87	224	3.0	1.7	0.5	5.2
2002	130	201	60	391	7.5	5.6	0.3	13.4
2003	423	155	80	658	9.8	4.3	0.3	14.4
2004	706	142	94	942	11.7	3.9	0.6	16.2
2005	731	214	105	1,050	28.4	3.8	0.7	32.9
2006	547	143	105	795	23.8	3.8	0.7	28.3
2007	456	144	69	669	21.9	3.6	0.4	28.9
2008	543	118	90	751	28.7	4.7	1.3	34.7
2009	548	114	167	829	31.8	3.4	0.9	36.1

⇒ 전술했던 기존 안전법 기준으로, 철도용품의 실내시험을 통한 성능인증은 국가지정 성능검증기관인 철도연에서 주로 시행되어 왔고, 연간 약 30억 정도의 시험수행 규모를 보이고 있으며, 매년 증가하고 있는 추세임. 철도안전법 개정에 따라 완성차/용품에 대한 형식시험(실내)이 의무화되고 일부 용품에 대한 시험선로 기반 부설시험이 의무화 할 경우, 연간 시험수행 규모는 현재보다 증가 될 것으로 판단됨.

#### ■ 국내 철도 시험인프라 구축 현황

철도 시험 인프라로 구분되는 시험장비와 시험선로 중 시험선로는 현재 미확보된 상태이며, 시험장비의 경우, 철도차량 제작업체인 로템, 교통대학교, 철도시설공단, 철도공사 등에 일부 소형 장비가 구축/운용중이며, 대부분의 시험장비는 국가지정 성능시험 수행기관이자 인증기관인 철도연에 집중 구축/운용되고 있는 상황임.

철도연의 경우, 중소형 장비 약 300여종을 구축/운영하고 있는 상황이며, 300여종의 장비는 대부분의 경우, 노후화가 진행되고 있음에도 불구하고 다양한 측면의 실내시험에 활용되고 있음.

특기할 만한 사항은 1997년 수립된 “철도안전성능연구시설 건설 기본계획”에



의거하여 1997~2003년까지 차량과 관련된 대형장비 8종(약 200억 규모)을 구축한 바 있으며, 2005~2010년까지 궤도,토목,환경과 관련된 대형장비 10종(약 330억 규모)을 구축한 바 있고, 철도종합안전기술개발사업을 통해 화재/탈선/충돌 관련 중대형장비 3종을 구축/운영중임.



Bogie dynamic simulator



Brake performance tester



Propulsion equipment performance tester



Traction motor tester



Tester for ATC system



Driving gear tester



Spring tester



Pantograph tester

- ① Integrated test system for infrastructure
- ② High speed wheel/rail contact simulator
- ③ 6DOF seismic table
- ④ 2500KN UTM
- ⑤ Geoprobe
- ⑥ Multi axial testing system for track components
- ⑦ Triaxial testing system for railroad ballast
- ⑧ Clean room / Emission chamber
- ⑨ Environmental chamber
- ⑩ Catenary-current collection tester



[그림 2-2 국연사를 통해 구축된 기존의 철도전용 실험장비 개요]

- ☞ 현재 구축된 대형시험장비의 확보/운영수준은 선진국 대비 60~70% 수준
- ☞ 특히 1단계로 구축된 차량관련 8종 장비의 경우, 장비구축 완료시점 대비 10년 이상이 경과되고 있어, 기술발전에 따른 업그레이드 및 신설구축이 절대적으로 요구되는 상황임.
- ☞ 2단계로 구축된 궤도/토목/환경 관련 대형장비의 경우, 선진국 수준의 성능사양을 확보한 상태에서 활발하게 운영/활용되고 있음에도 불구하고, 장비구축 예산의 원천적 제한성으로 인해, 업그레이드 및 신설구축이 요구되는 상황임.
- ※ 선진국의 경우, 시험장비를 연구개발/기술발전의 핵심 기반(Tool)로서 인식하여 지속적 재원투자를 통한 확장 및 업그레이드에 주력하는 반면, 국내의 경우에는 완성품의 하나로 인식하여, 추가적인 재원 투자를 통한 대형장비 업그레이드 및 확충에 다소 소극적(일부 신성장 동력 및 첨단기술 분야에 집중하는 경향)인 동시에, 간헐적으로 이뤄지고 있는 상황임.
- ☞ 최근 수행된 철도안전법 개정((3)정부지원정책 현황 부분 참조)에 따라 완성차량 및 용품에 대한 형식시험의 효율적 수행을 위해서는 현행 시험규격 및 향후 시험규격(국내 및 국제)에서 규정하고 있는 시험항목과 추후 예측되는 기술발전상황을 커버할 수 있는 실험대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축이 절대적으로 요구되는 상황임.

## 2.3 국내 정부 정책 현황

### ■ 범국가 차원의 대형시험장비 관련 정책 현황

대형시험장비의 구축/운용과 관련된 범국가 차원의 정책 현황은 크게 ‘범부처 시험장비 현대화 5개년 계획(2007.12), 국가연구시설/장비 운용관리 선진화 방안(2010.08)’의 두 가지로 구분된다. 각 계획의 주요 골자는 다음 그림과 같다.

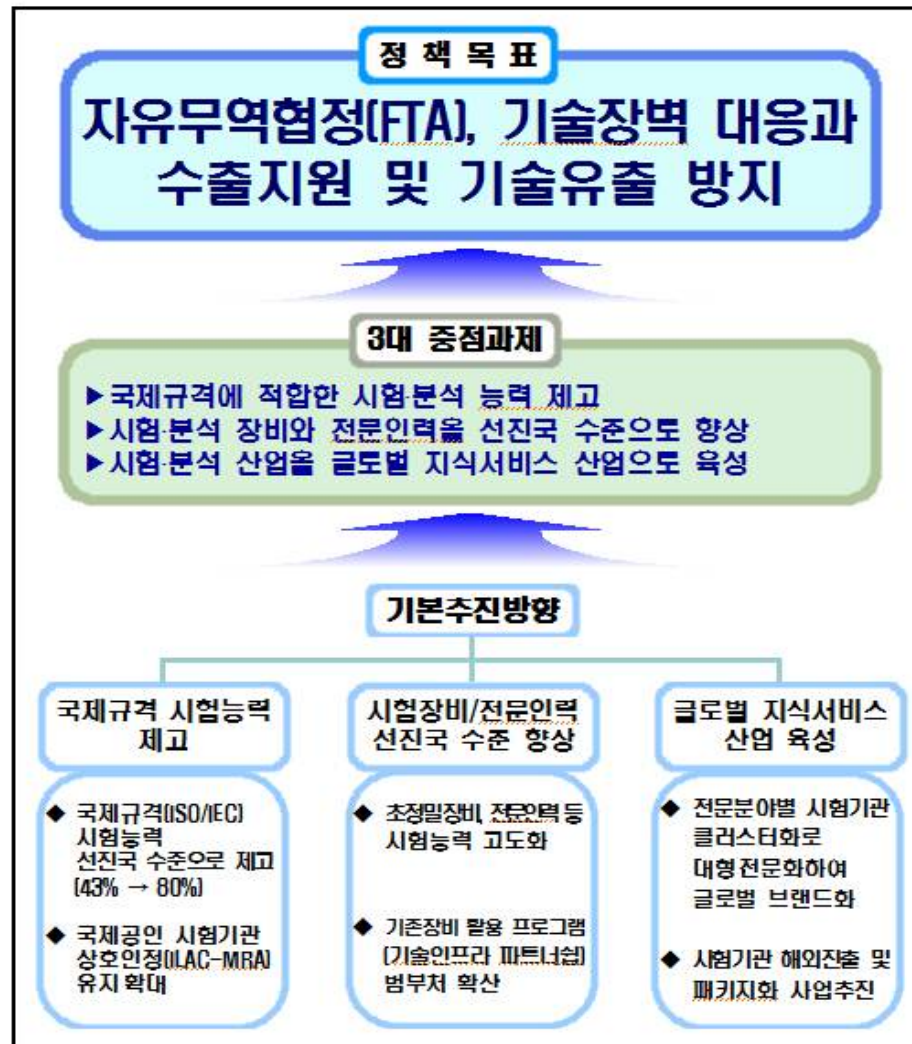
중점 과제	세부 이행 과제
1. 연구시설·장비의 전략적 확충	(1) 대형 연구시설·장비 구축 로드맵 수립 (2) 예산편성/집행과정의 투자 효율성 확보
2. 연구시설·장비의 운영관리 효율화	(3) 기관별/권역별 연구시설·장비 집적화 및 활용촉진 (4) NTIS(장비·기자재) 운영 활성화 (5) 유휴·불용장비의 관리/이전/재활용 제도개선 (6) 연구시설·장비 관리체계의 표준화
3. 전문인력 및 전담 기관 육성·지원	(7) 상시 멘토링시스템 구축·운영 (8) 분야별/장비별 인적 네트워크 구축 활성화 (9) 연구장비 전문인력 양성 (10) ‘국가연구시설장비진흥센터’ 지정·운영
4. 첨단 장비 및 분석 기술 개발역량 강화	(11) 첨단 연구장비 개발사업 추진 (12) 시험·분석기술 고도화사업 추진

[그림 2-3 대형장비 구축/운용 관련 국가상위 정책 현황]

각종 국가상위계획에서, 시험분석기술의 고도화, 시험분석/규격능력의 제고를 목표하고 있고, 특히 국과위 주도로 연구시설/장비의 전략적 확충과 첨단 연구장비 개발사업을 국가적으로 추진하고 있다는 측면에서, 철도전용 실험대형 시험장비의 구축 기획은 기존의 각종 정책목표와 일정부분 부합하는 측면이 있는 것으로 판단된다.

다만, 국과위의 장비구축방향이 중복성의 방지, 즉 차별성의 획득과 활용성의 사전확보를 대전제로 하고 있는 만큼, 대형장비 구축을 기획함에 있어서, 상기 지표들을 만족할 수 있는 객관적/정량적 데이터의 확보에 주력해야 할 것으로 판단된다.

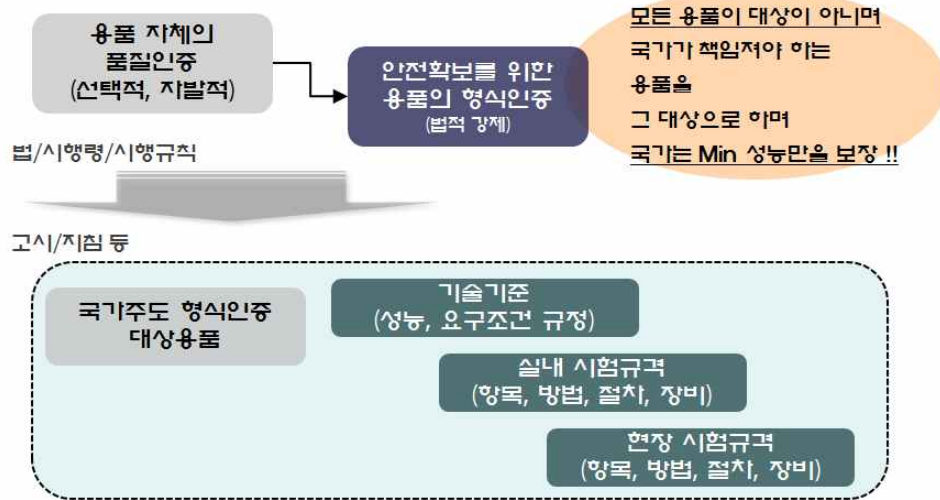
### Ⅲ. 시험분석 장비 현대화 5개년 계획 추진전략



[그림 2-4 시험분석 장비 추진전략]

#### ■ 철도안전법 개정현황 및 추후 방향성

2012년 11월 기준으로, 철도안전법 전면 개정(안)이 국회를 통과하였으며, 개정(안)에 기초한 하위규칙/시행령/지침/기준 등이 순차적으로 고시될 예정이다. 철도시험과 관련된 큰 변화방향은 다음 그림과 같다.



[그림 2-5 철도안전법 개정(안)중 시험관련 주요사항]



[그림 2-6 철도안전법 개정안-용품인증제도의 변화방향]

차량의 경우에는 신조 완성차를 대상으로 하는 형식시험이 시행되며, 기존의 제작검사가 제작자 승인과 완성검사로 대체되게 된다. 특히 완성차량에 대한 기존의 완성차 시험이 납품일정에 맞춰 시험이 수행되는 등, 다소의 문제점이 있었던 부분이 대폭 변화될 것으로 판단되며, 어떤 면에서는 완성차 시험의 강화 형태로 형식시험이 수행될 수 있다고도 판단된다. 이러한 측면에서 기존의 국내/국제 시험규격과 향후 미래철도 기술개발 특성을 고려한 완성차 대상 시스템 성능평가 시험장비의 개발을 추진한다는 것은 철도안전법의 실질적 수행기반을



국가적으로 확보한다는 측면이 있다.

안전법의 가장 큰 변화는 기존의 선택적/자발적으로 수행되던 용품의 품질인증이 국토해양부 장관령으로 고시된 핵심용품에 대해서는 의무적으로 수행된다는 것이며, 이는 개발/상용 용품에 대한 실내시험 검증과 선택적 부설시험 검증의 의무적 수행을 수반하게 된다. 현재 국내에서 보유/운영하고 있는 중대형 시험장비의 개수 및 내구연한, 기술발전의 속도 등을 고려할 때, 이 부분 역시 용품의 형식인증을 위한 실대형 시험장비의 선택적 구축이 요구되는 것으로 판단된다.

#### ■ 철도시험인프라 구축 계획

최근 정부는 철도의 100년 숙원 중 하나였던 현장부설시험을 위한 전용선로인 종합시험선로의 구축을 추진하고 있다. 2009년 침묵균열사고를 계기로, 국토부 TFT가 구성되어, 2009~2010년 기획보고서 작성, 2010년 예비타당성조사, 2011~2012년 기본계획 수립용역을 토대로, 현재 기본계획 고시를 거쳐 2013년 현재 입찰공고중이며, 턴키계약을 통해 2016년 말까지 완성될 계획이다.

현재 기본계획 보고서 내에 포함된 노선현황은 다음 그림과 같고, 국내 유일의 현장부설시험 전용의 종합시험선로로서, 완공이후, 각종 국내/해외 개발용품/시스템의 성능검증/인증에 활용될 예정이며, 특히 철도안전법 개정안에서 규정하고 있는 완성차 대상 형식시험과 각종 용품 대상 현장부설시험의 핵심 시험기반으로 그 역할을 수행할 것으로 판단된다.



[그림 2-7 오송 종합시험선로 및 연계시설 기본계획도]

종합시험선로와 연계하여 2012년부터, 국토부, 충북도, 세종시, 철도연, 시설공단, 카이스트 등은 종합시험선로인근 지역에 세 개의 연구/시험시설을 배치하고 시험선로와 시험시설을 기반으로 오송지역을 철도 신성장 동력의 클러스터로서 만들고자 하는 계획을 수립/추진하고 있는 상황이다. 특히 완성차/용품의 형식 승인시험 수행을 위한 녹색교통시스템 평가센터의 경우에는 최근 오송기지 내 공단-철도연간 2만평의 무상제공에 합의한 바 있으며, 산업기술연구회 철도연 지역조직사무소 건립신청을 승인받고, 지정부로부터 기본계획 수립착수예산(2013년, 5억)을 확정받은 바 있다. 완성차시험시설은 오송시험선과 직결된 형태로 건설(4개동, 287억 규모)되며, 시험선에서 수행되는 각종 현장부설시험과 연계하여 완성차 및 각종 철도용품/시스템에 대한 실대형 실내시험의 직접수행 및 공간적/조직적 연계를 위해 구축되는 시설이다.



[그림 2-8 녹색교통시스템 평가센터(완성차 시험시설) 전경]

전술한 것과 같이, 시험선로~시험시설로 연계되는 시험인프라가 구체화되고 있음을 알 수 있는데, 이러한 상황에서 마지막 연결고리인 대형시험장비 구축 계획은 선진국형 시험인프라(시험선~시설~장비)의 완결과 국내 철도기술의 또 다른 도약기반 확보라는 중대한 의미를 가짐을 확인할 수 있다.

특히, 시험장비의 기획/설계 단계에서부터 시험장비 배치공간에 대한 우선확보가 절대적으로 선행되어야 하는데, 대형 시험장비의 구축이 예산확보에서부터 구축완료까지 약 5년 정도가 소요됨을 고려한다면, 현재시점에서의 시험장비 기획 착수는 적기 기획으로 판단된다. 또한 시험장비 기획과 완성차시험시설의 기본설계 착수가 동일하게 출발된다는 점은 매우 고무적인 사항으로 판단된다.

## 2.4 시험분석 관련 국내 현안

본 절의 내용은 2007년도에 공표된 범부처 시험분석 장비 현대화 5개년 계획 문건 중의 일부로서, 국내 시험분석 시장과 기술수준에 대한 현안 분석 내용이다. 핵심내용은 다음과 같다.

- 시험분석서비스 세계시장은 12년 기준 80조로 예상
- 국내기업의 세계시장 점유율은 2.6%에 그침
- 국내시장은 연평균 9.5%성장, 12년 기준 5.9조 예상
- 06년 기준 국내시장 3.4조중 2조가 해외 유출되는 상황
- 국내 시험분석 기술수준은 선진국 대비 44% 수준

철도분야 역시 이에 해당되는 바, 시험인력의 전문화와 고도화를 추구하고, 시험분석기술을 선진국화하는 데 있어서, 그 근간이 되는 대형 시험장비의 구축이 요구되는 것으로 판단된다.

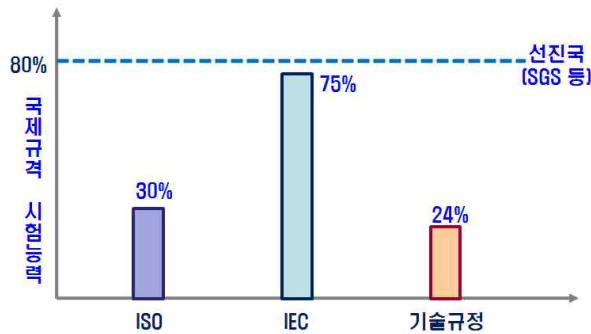
### [범부처 시험분석 장비 현대화 5개년 계획] 내용

- 자유무역협정 체결확대에 따라 시험·분석 서비스산업의 경쟁력 확보 필요
  - WTO/TBT, 한·미/EU FTA 협상시 시험·분석인증시장 개방요구 증가
  - 시험·분석 세계시장은 고부가가치 지식서비스 산업으로 연평균 7%성장, 50조원('06년) → 80조원('12년) 예상
    - 국내시장 연평균 9.5%성장, 3.4조원('06년) → 5.9조원('12년) 예상
      - \* 미국은 연간 11% 성장, 90억 달러 이익 창출('05년 WTO/TBT 보고서)
  - 국제표준 시험·분석 능력 43%를 선진국 수준으로 제고
    - 수출기업 시험비용/소요시간 절감의 핵심 도구인 국제공인 성적서(46개국 통용) 발행자격 유지를 위해 국제수준의 시험·분석 능력제고가 필수
      - \* 국제공인시험기관상호인정(ILAC-MRA)체제 유지
- TBT 극복 및 첨단 핵심기술유출 방지 위한 설비·인력 인프라 확대 필요
  - 환경관련 기술무역장벽, 나노/바이오 등 신성장동력산업의 핵심기술 유출 극복 수단으로 시험·분석기관 설비 현대화와 전문인력 육성 시급
    - '07년 전기전자제품 특정유해물질 사용제한조치(RoHS), 신화학물질관리제도(REACH)에 이어 '08년 이후에는 환경배려설계(EuP) 실시에 대응



- \* 선진국은 기술무역장벽 대응과 자국의 산업기술보호를 위해 첨단 초정밀 장비구축에 정부지원 확대
- 수출주력제품, 기술장벽, 신성장동력 등 첨단 핵심기술 유출방지를 첨단 설비·인력 인프라 확충을 통한 국내 시험분석능력 확보

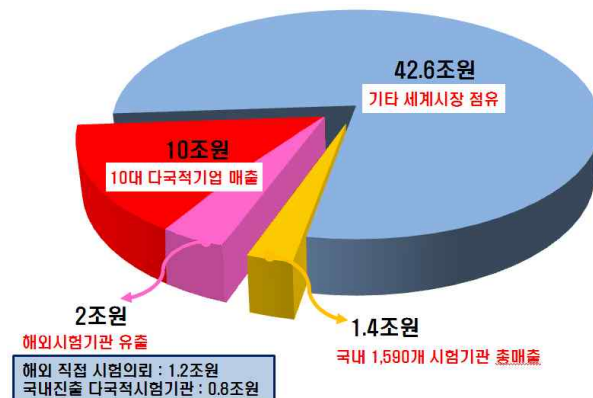
- 국내 시험·분석 능력이 선진국의 1/2 수준으로 글로벌 시장 경쟁력 열세
  - 국제규격(ISO, IEC) 시험능력은 다국적 시험기관의 80%에 비해, 국내기관은 평균 43% 수준에 불과
    - \* 전기·전자(IEC) 산업의 시험능력은 75% 수준이나, 다른 분야는 30%이하



- 국내 시험·분석 기관의 규모 영세로 글로벌 브랜드 확보 어려움
  - SGS, UL 등 10대 다국적 시험기관이 세계시장의 20%를 점유. 그러나, 1,590개에 달하는 우리나라 시험·분석 기관은 2.6% 점유에 그침
    - \* 해외 시험기관에 직접의뢰 1.2조원, 국내 진출 다국적시험기관 의뢰 0.8조원 등 총 2조원이 해외유출(총 국내시장 3.4조원의 60% 상당)

#### [해외 다국적기관과의 매출비교]

(세계시장 규모 : 54조원, '06년 기준)

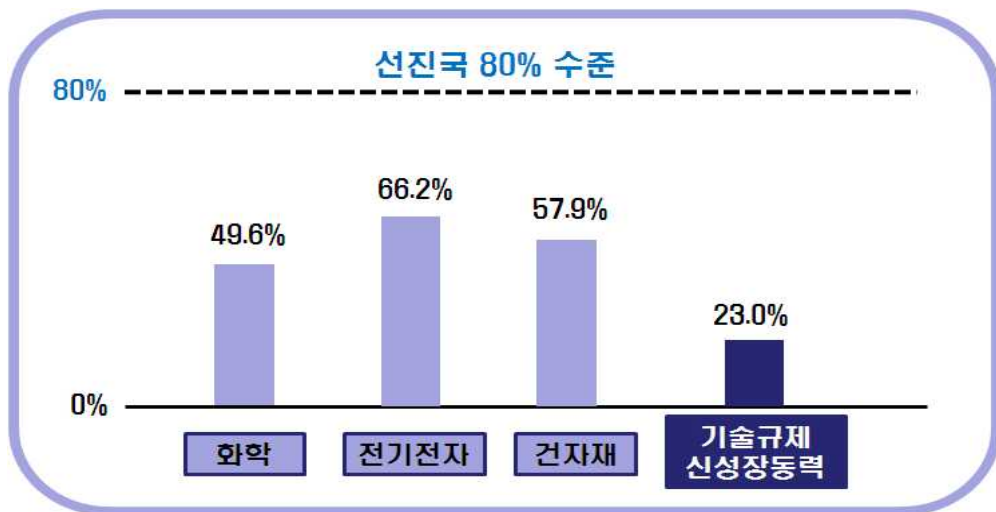


- \* 세계최대 시험기관 SGS와 국내 산업기술시험원(KTL)과 비교
  - SGS는 매출 43배, 종업원수 94배로 절대 우위

기관명	매출액	종업원수	해외지사 (국/지사)	비고
SGS	2조5천억원	46,000	140/1,000	
KTL	580억원	489	2/3	연락사무소 운영

□ 산업별 시험·분석 능력 격차 심화

- 화학, 전기전자 등의 전통산업 부분의 시험능력은 일정수준 이상이나, 기술규제, 차세대 신성장동력 부분의 격차 심각
  - 국제규격 시험능력은 화학 50%, 전기전자 66.2% 이나, 의료기기, 환경, 바이오 융합기술 등 기술규제 및 신성장동력 분야는 23%에 불과



□ 연구장비 공동 활용 및 시험·분석 인프라 미흡

- 우리나라 연구장비 관련 R&D사업에서 순수 연구장비 지원금액 대비 시험·분석 장비 지원은 5%('07년)로 미흡
  - 그러나, 연구장비 12만종의 공동활용률 14%이고, 시험·분석 장비 가동률(수출제품 성적서 발행 등)은 95%로 활용률이 높음

[연구장비와 시험장비 R&D 지원규모 비교]

(단위 : 억원)

	'05년		'07년	
	금액	비중	금액	비중
연구장비 관련 R&D	21,286	100%	24,269	100%
순수 연구장비 (A)	7,359	35%	7,267	30%
시험·분석장비 (B)	368	1.7%	363	1.5%
B/A × 100(%)	5.0%		5.0%	

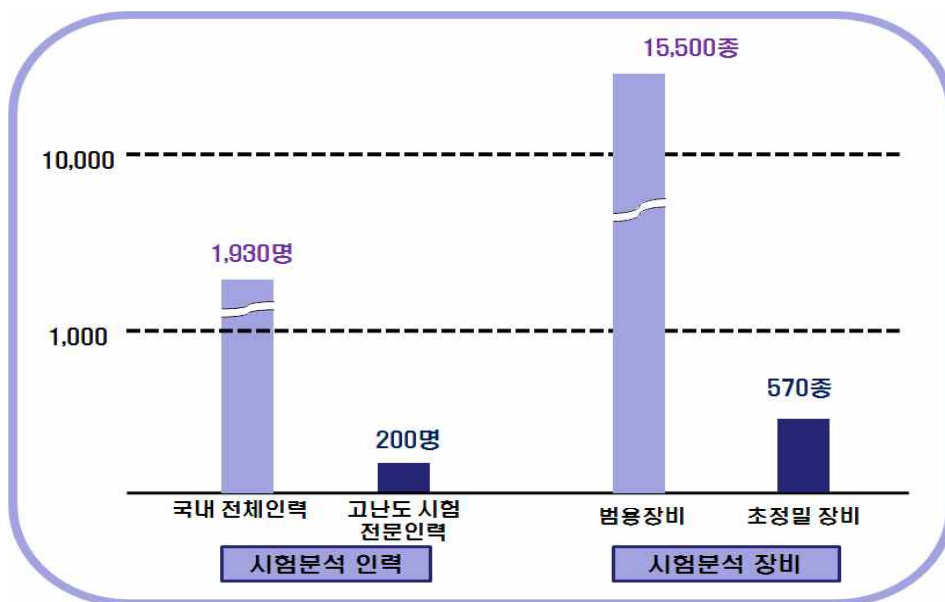
□ **초정밀 고난도 시험·분석 장비 및 전문인력 부족**

○ 초정밀 시험설비 부족이 시험·분석 서비스산업 발전에 저해요소로 작용

- 국내 시험·분석 기관은 전통적인 범용 설비를 15,500여대 보유하고 있으나, 환경규제, 차세대 성장동력 초정밀 시험설비 보유는 570여대(3.7%)에 불과

○ 환경, 나노 등 첨단분야 고난도 시험의 국내 전문인력은 200여명에 불과 \* 전체 시험분야 인력 1,930여명의 10.3%

- 다국적 시험기관 SGS는 시험분석 인력 46,000명, 지사 1,000개를 보유, 연간 2.5조원 매출



◆ 환경규제대응, 차세대 성장동력산업 분야의 초정밀 장비 및 전문인력 부족으로 국내시장의 60%를 다국적 시험기관이 점유  
⇒ 2조원의 시험비용 해외 지출과 국내기술 유출이 우려

## 2.5 국외 현황

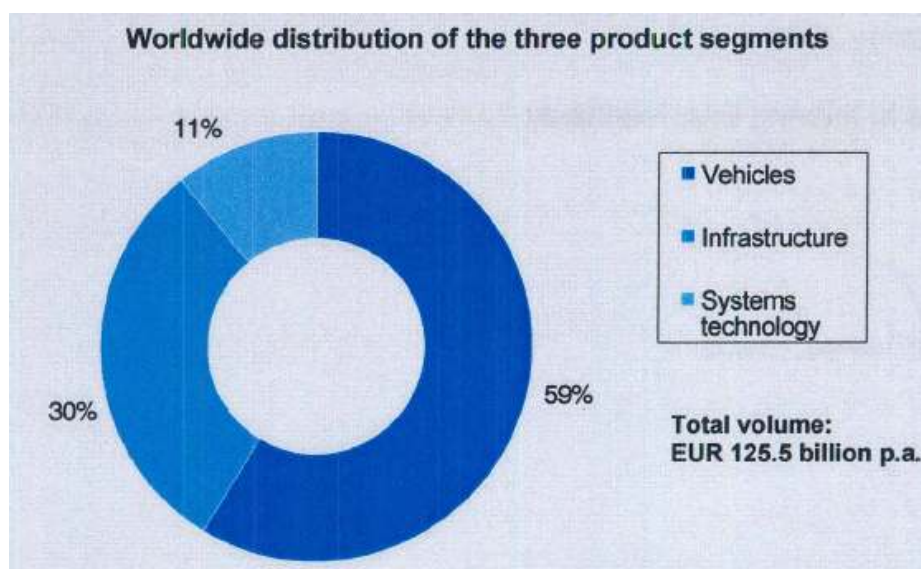
### ■ 세계 철도시장 전망

전체적인 가격 상승률을 고려하더라도 전세계 철도시장의 규모는 2년(2007~2008년) 사이에 11% 가까이 급격하게 증가하였으며, 2008년 말 기준으로는 125.5 billion Euro 의 규모로 파악되고 있고, 2013년 까지는 157 billion Euro (1600원/유로 기준, 한화 251조 규모)로 성장할 것으로 추정되고 있다.

2008년 말 기준 분야별 점유율은 차량, 인프라, 시스템 기술로 구분할 경우 59%, 30%, 11%로 파악되며, 차량 분야의 시장 점유율이 가장 높다.

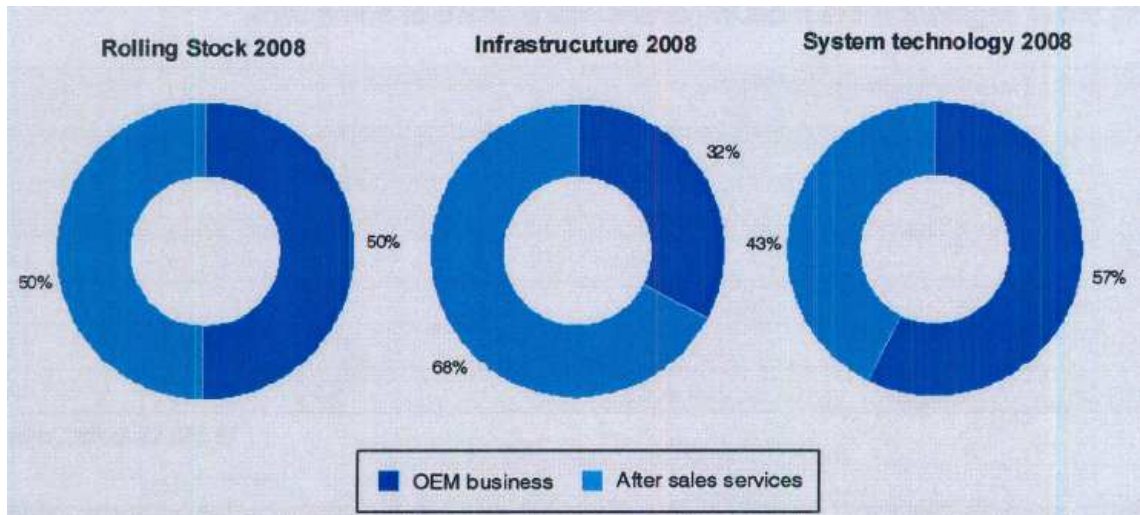
<표 2-3세계 철도시장의 분야별 상세시장 규모 (2008년 말 기준)>

구분		점유율		액수(10억 유로)
차량		59%		73.65
인프라	궤도시스템	41%	25%	31.42
	전철전력		5%	7.65
시스템 기술	통신제어		10%	11.41
	정보기술		1%	1.37
계				125.5



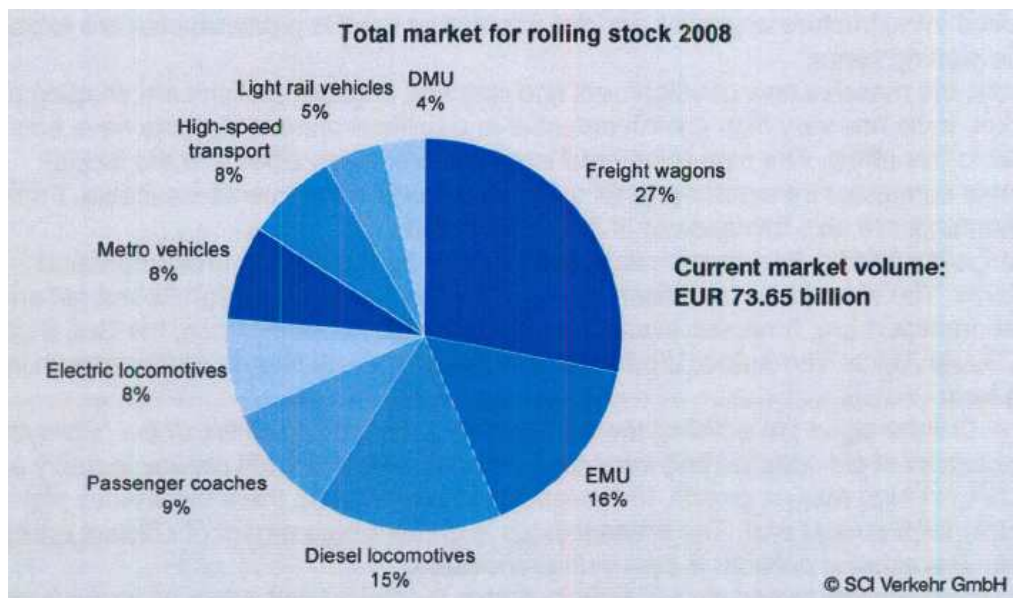
[그림 2-9 세계 철도시장의 분야별 점유율]

분야별로 OEM과 AS의 비율을 살펴보면, 차량의 경우는 50%로서 동일하고 인프라의 경우 특성상 ASB의 비율이 68%로서 상대적으로 높고, 시스템 기술의 경우에는 OEM쪽이 57%로서 다소 높음을 확인할 수 있다.



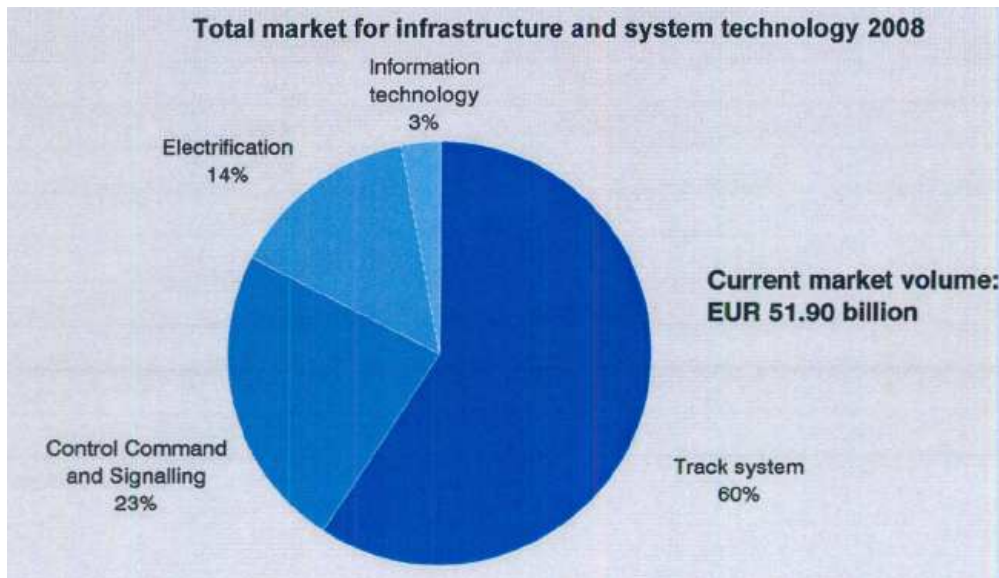
[그림 2-10 세계 철도시장의 분야별 OEM vs AS 비율]

각 분야별로 세부 현황을 살펴보면, 2008년 말을 기준으로 차량의 경우에는 화물객차 시장이 27%로서 가장 높고, 200kph 이상 고속차량의 경우 8% (5.9 billion Euro) 정도를 차지하고 있다.



[그림 2-11 차량분야의 세부 분야별 시장 점유율]

다음 그림은 차량을 제외한 궤도시스템, 전철전력시스템, 통신제어, 정보기술 분야의 시장 점유율로서, 궤도시스템 시장이 60%로서(31.42 billion Euro)로서 절대적 우위를 차지하고 있으며, 통신제어, 전철전력시스템이 각각 23%와 14%를, 정보기술이 약 3%를 점유하고 있음을 확인할 수 있다.

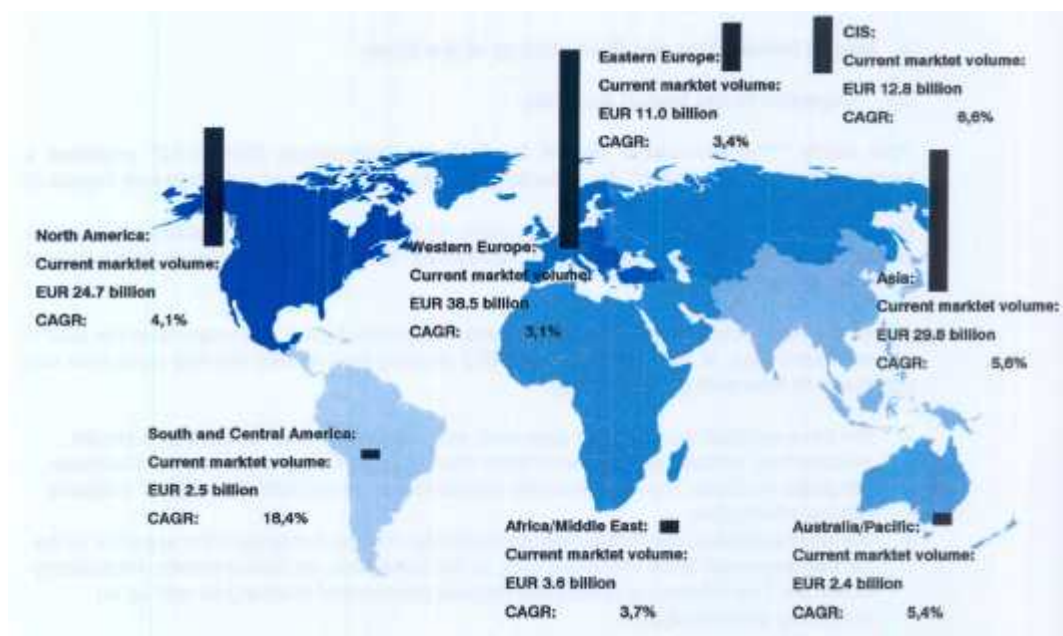
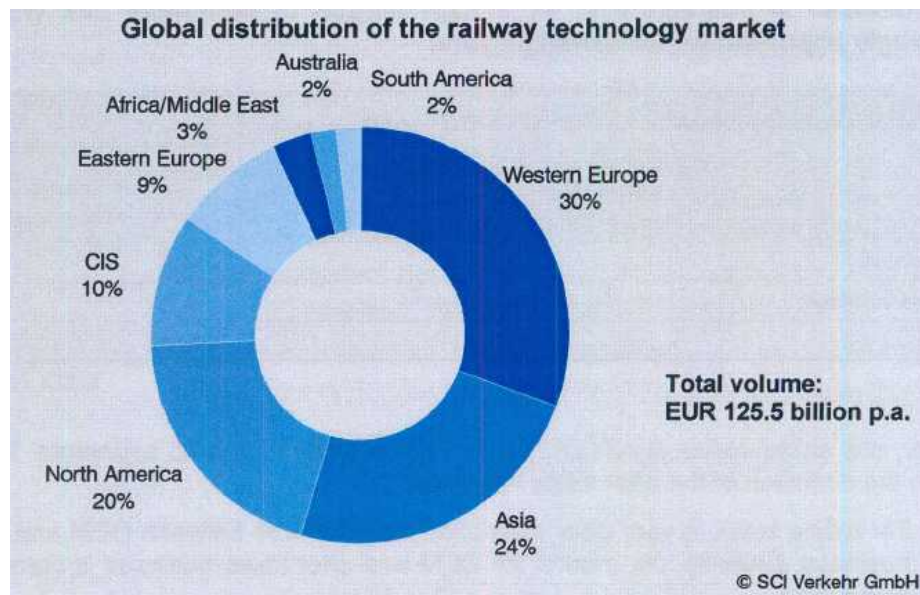


[그림 2-12 차량 이외 분야의 세부 분야별 시장 점유율]

다음 그림은 2008년 철도시장 전체를 대상으로 전세계 주요 권역별 점유율을 나타낸 것으로서, 전세계를 8개의 주요 권역으로 구분했을 때, 각 지역의 시장 점유율은 서유럽(30.7%)–아시아(23.7%)–북미(19.7%)–CIS(10.2%)–동유럽(8.8%)–중동/아프리카(2.9%)–중남미(2.0%)–호주(1.9%)의 순이며, 서유럽의 점유율이 가장 높고 중국과 일본을 포함하는 아시아의 점유율이 그 다음을 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 다만 최근(2009~2010) 중국의 성장세를 고려할 때, 아시아 지역의 시장 점유율이 서유럽을 조만간 상회할 것으로 판단된다.

⇒ 세계철도시장의 지속적 성장에도 불구하고, 국내 산업체의 세계시장 점유율은 차량분야(전체 차량 시장의 3% 정도)를 제외하고는 거의 전무한 상황, 국외 철도 선진국 및 제작용체가 철도용품/시스템 성능검증/인증 기반의 2대 기반시설인 실험장비와 전용 시험선로에 의거하여 자체 제품의 개발~성능검증~수정보완~실적확보를 전략적으로 수행하여 왔음을 고려한다면, 실험 대형 철도시스템 성능 평가 시험장비의 전략적 구축/확충 필요성은 자명함.





[그림 2-13 세계 철도시장 지역별 점유율]

■ 국외 철도 시험인증 체계

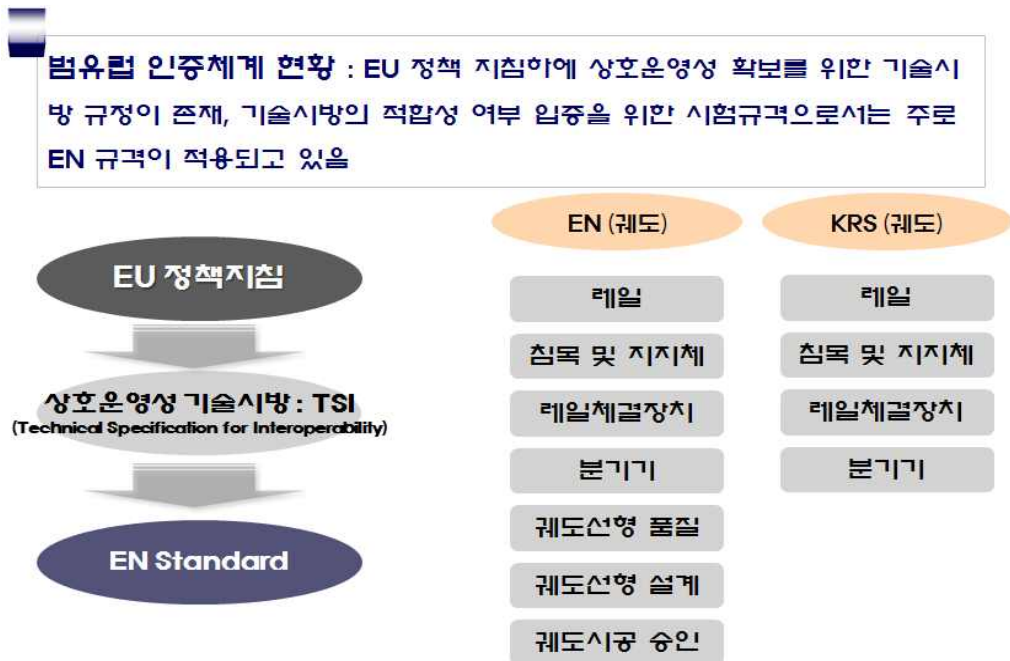
철도기술/용품의 신뢰성/적용성 확보를 위한 이상적 검증/인증절차는 이론/기술적검토~실대형장비를 이용한 실내시험(가혹,극한조건의 모사)수행~현장시험선로 조성/구축을 통해 운행환경과 동일한 환경조건 하에서 수행되는 현장부설시험 수행의 3단계 절차라고 할 수 있는데, 선진 철도각국은 상기 3단계 절차의 수행을 위해, 기반시설인 시험장비와 시험선로를 구축한 상태에서, 관련 검증/인증의 수행을 위한 제반절차,기술기준,시험규격 등을 체계화시켜 왔으며, 이와 관련하여, 공인 인증/시험기관의 자격요건을 규정한 상태에서 인증/시험기관을 지정하고, 각종 연구개발/성능검증/인증시험 등을 수행하여 왔다.



[그림 2-14 철도기술의 이상적 검증절차와 인증의 의미]

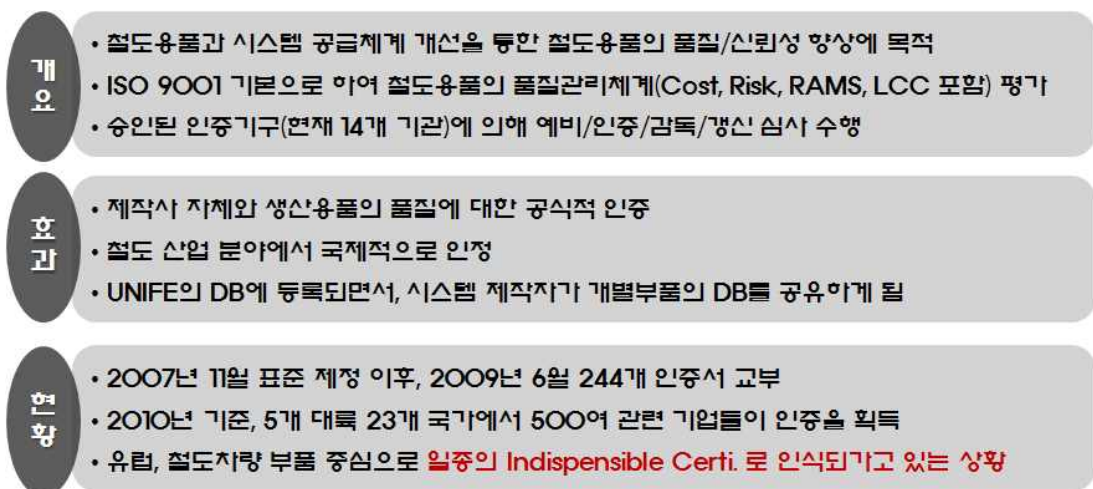
유럽의 경우, EU의 정책지침하에 유럽 각국의 상이한 철도노선 상에서의 기술 운영성 및 상호 호환성 확보가 관건이라고 할 수 있는데, EU에서는 이를 위해 상호운영성 확보를 위한 기술시방서(Technical Specifications for Interoperability : TSI)를 법령의 형태로 규정한 상태에서, TSI에 대한 개별용품/시스템의 적합성 여부를 판단하기 위하여, 범유럽 통합시험규격인 EN규격을 제정, 적용해 왔다. TSI가 강제화된 규정인 반면, EN은 권고규격이나, 범유럽 철도시장의 규모가 세계 철도시장의 상당부분을 차지하는 바, 국제 표준규격처럼 인식 및 적용되고 있으며 EN 규격에 의거하여 실내시험 및 현장시험이 수행되고 있는 상황이다.





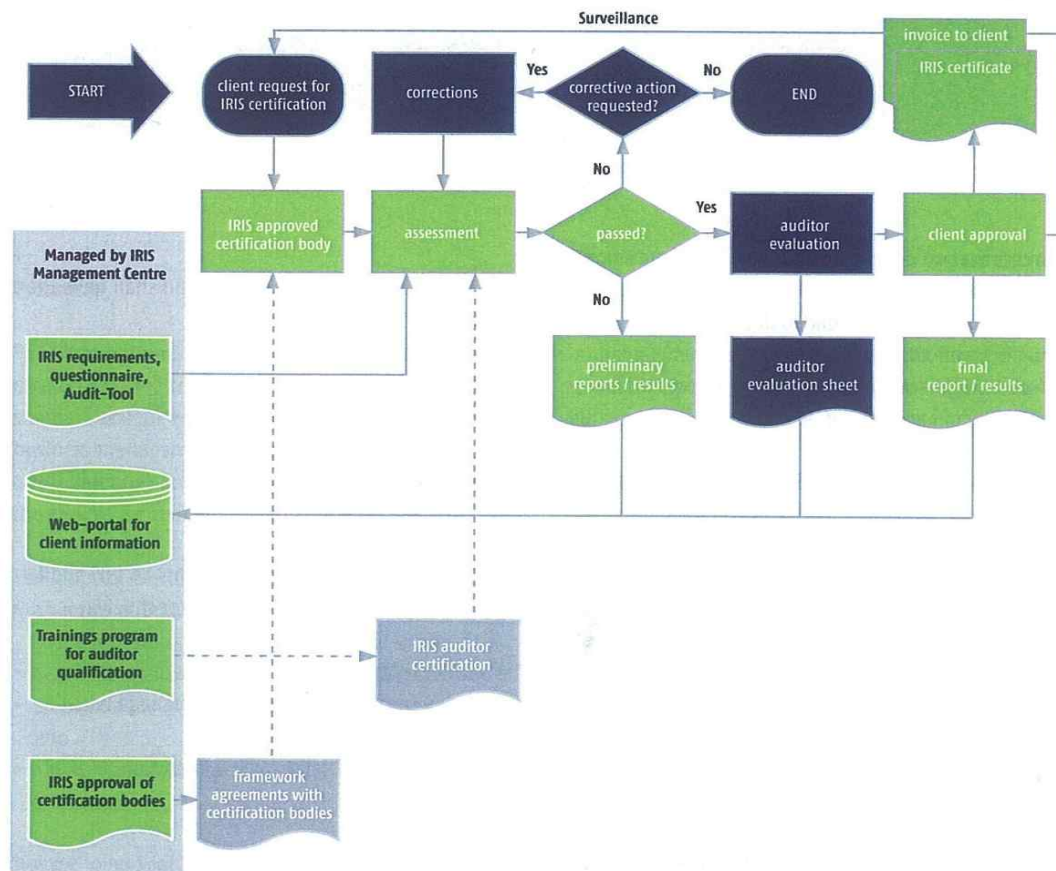
[그림 2-15 범유럽 인증체계 : EN현황]

범유럽에서 통용되고 있는 민간주도 인증체계의 경우에는, UNIFE(유럽철도산업협회)에서 주관하는 철도용품 품질인증 제도로서 IRIS 가 있다. IRIS의 주요 목적은 철도관련 업체들에서 생산되는 철도용품이 전 세계적으로 인정된 품질 수준을 충족시킬 수 있도록 함으로써 초국가적 경쟁력을 강화하는 것이며, 생산품의 품질과 경영체계 등과 같은 품질관리시스템 위주의 평가인 ISO 9001을 근간으로 하여 철도산업에 특화된 BMS(Business Management Systems) 평가를 위한 범용 시스템의 개발 및 이행을 통하여 철도산업 공급망의 품질개선을 주 목적으로 하고 있다.



[그림 2-16 IRIS 인증체계 특징]

IRIS 인증절차는 다음 그림과 같은데, 먼저 인증신청후 인증범위의 정의 → 예비심사(기준에 대한 업체의 현 수준과의 gap 분석 및 진단 → 인증심사 → 적합 판정시 IRIS DB 등재 → 지속적 개선을 위한 모니터링 → 3년 후 재인증 심사 등의 절차를 거치게 되며, 전체적 프로세서는 도식적으로 표시한 바와 같다.



[그림 2-17 IRIS 인증프로세스]

⇒ 유럽인증체계에서 핵심규격으로 작용하는 EN규격이나 IRIS규격의 경우 범유럽 규격임에도 불구하고 일종의 국제표준형태로서 작용하고 있으며, 국내 성능시험/인증시험에도 주요 참고규격으로 그 역할을 수행하고 있음

따라서, 국내 개발품의 국외수출, 해외 도입품의 국내적용성 검토 등을 위해서는 EN규격과 같은 국제시험규격에서 규정하고 있는 시험항목의 구현이 가능한 실험장비 구축이 요구되며, 시험규격에서 제시하고 있는 기준값 이상의 가혹/극한조건 등의 인위적 모사기능을 확보한 형태의 실험장비 구축이 필요한 것으로 판단된다.

## ■ 국외 철도 시험인프라 구축 현황

국외 철도 시험인프라는 크게 시험장비와 시험선로 및 연계시험시설로 구분할 수 있는데, 시험장비 구축현황의 대표적 사례는 일본을 들 수 있다.

일본 철도종합기술연구소(Railway Technical Research Institute)는 1986년 12월 10일 운송성(Ministry of Transport) 산하에서 출범한 철도관련 종합연구기관으로서 1987년 일본국유철도 노동과학기관과 통합되면서 민영화가 이뤄졌으며, 이후 철도관련 제반기술의 연구,개발,응용에 주력해왔다. RTRI의 주요 연구성과는 대형시험장비에 기반하여 도출되어 왔다고 이야기해도 과언이 아닌데, 본원에만 약 70여종의 중대형 시험장비를 구축/운영(지속적 투자/확충 병행)하고 있으며, 특히 5군데에 위치한 분원시험소를 이용하여, 설해,염해,토목,공력,자기부상 등 특화된 실험시험의 수행을 지속적으로 수행하고 있음에 주목할 필요가 있다.



[그림 2-18 일본 RTRI 주요시험시설, 본원 및 4개 시험소, 자기부상 시험선]



### Rolling stock test plant

The rolling stock test plant simulates the conditions of running trains and tracks at a maximum speed of 500km/h. This enables testing of conditions that cannot be tested on actual lines and the investigation of related effects and problems.



▲ Rolling stock test plant

### Brake test stands

The brake performance test stand and the disk brake test stand are utilized in order to develop high performance brake systems in the RTRI. The maximum train velocities tested in these equipments are 500km/h.



▲ Brake test stands

### Large-scale vibration test machine

This is a large-scale two-dimensional vibration test machine to simulate earthquake motion with a seismic intensity in the order of 7, with structure models, actual tracks and trucks. It has an excitation stroke of  $\pm 100$  cm and maximum load of 50 tons. In addition, it has adopted a floating foundation in consideration of the need to prevent influence on nearby residence.



▲ Large-scale vibration test machine

### Wheelset fatigue-testing machine

The wheelset fatigue-testing machine, the only one of its kind in Japan, is used for fatigue tests on actual wheelset. The wheelset, which is incorporated into a truck, placed on the rail-wheel and subjected to vertical and lateral loads, is rotated under conditions similar to those found in actual running.



▲ Wheelset fatigue-testing machine



▲ Loading a tunnel lining model

### Tunnel-lining-model testing machine

The RTRI is implementing model tests (scale 1/5) to develop economical measures against superannuated and deformed tunnels and rational design of newly constructed tunnels. The testing machine simulates the interaction between the ground and tunnel lining and enables three-dimensional tests.

### Station simulator

This is a facility to test passenger flow and thermal/acoustic environments related to the comfort of passengers (difficult to implement at actual stations)



▲ Station simulator

### Rail rolling testing machine

The rail rolling testing machine is used to check the contact rolling fatigue characteristics of rails. This is done by reciprocating the rail under test in a horizontal direction (within 1m) under a vertical load of up to 300kN.



▲ Rail rolling testing machine

### Large-scale rainfall simulator

The large-scale rainfall simulator reproduces rain up to an hourly rate of 200mm under conditions similar to actual rainfall. The simulator is used to perform slope failure tests and evaluate the performance of sensors in rain.

### Current collection testing equipment

The current collection testing equipment that analyzes the characteristics of the overhead contact line-pantograph system is composed of a 500m-long track and a truck which can run at a maximum speed of 200km/h mounted with a real pantograph.



▲ Current collection-testing equipment

### Railway roadbed testing equipment

The railway roadbed testing equipment is used to repeatedly apply simulated train loads on a full-scale roadbed or track. This contributes significantly to the development of new roadbed structures and roadbed improvement work as well as investigation into the mud-pumping phenomenon.



▲ Railway roadbed testing equipment



▲ Test soil tank



### Wear test machine for current collecting materials for high-speed railways

The wear test machine for current-collecting materials for high-speed railways is used to test and measure the friction and wear characteristics of pantograph contact strips and contact wire. The tested contact strip, which is pressed to the copper plate on the rotating disk, slides at a maximum speed of 500km/h under an electric current flowing between the contact strip and the simulated contact wire.



▲ Wear test machine for current-collecting materials for high-speed railways

### Creep force test apparatus

The creep force test apparatus is used to measure the creep force between rolling wheel and rail, that significantly influences the motion of rolling stock. It enables measuring the wheel load and the creep force by using actual axles under the different positions of axles, various speeds and different loading conditions.



▲ Creep force test apparatus



▲ Appearance of the ride comfort simulator

### Pantograph testing equipment

The pantograph testing equipment can test any kind of pantograph to evaluate its current collecting performance and the durability up to 300km/h. A rotating wheel with copper bar simulates overhead contact line.



▲ Pantograph testing equipment

### Super high-speed train model launching equipment

The train and tunnel model testing equipment simulates the pressure fluctuations, low-frequency noise and other aerodynamic phenomena generated when a high-speed train enters a tunnel. It launches a model train (scale 1/50 to 1/100) at a maximum speed of 500 km/h into a 20 m-long measurement section.



▲ Super high-speed train model launching equipment

### Ride comfort simulator

The comfort in passenger cars is affected by vibration, noise, temperature, the view from the windows and other environmental factors. To investigate the effect of these factors, the ride comfort simulator comprehensively simulates the environmental factors in and outside passenger cars.

[그림 2-19 철도총연 대형시험장비 현황]

⇒ 세계 최고수준의 대형시험장비를 확보/운영하고 있으며, 특히 역사시물레이터, 승차감시물레이터 등 특이장비를 보유하고 있고, 최근 1차량 기준 대차시험기를 2차량 기준으로 확장 업그레이드하여, 편성차량에 대한 대차시험 기능을 추가한 바 있음.

⇒ 시험장비를 연구개발/기술발전의 핵심 기반(Tool)로서 인식하여 지속적인 재원투자를 통한 확장 및 업그레이드에 주력하고 있는 점에 주목해야 하며, 결국 이러한 재원투자(대형시험장비의 지속적 확충, 업그레이드)가, 기술발전~제품개발~조기상용화~시장혜게모니 지속의 기술우위 지속전략의 핵심으로 작용하고 있음.

실물 완성차량에 대한 극한환경(강우,강설,결빙,태양광 및 최고속도/풍력)시험은 신조차량을 개발하는 차량제작사 입장에서 특히 관심사중 하나인데, 오스트리아 비엔나에 소재하고 있는 RTA의 철도차량 대형환경 풍동시험시설은 객차 3개가 들어갈 수 있는 대형풍동과 버스 규모의 소형풍동 2기로 구성되어 있으며, 총예산 1,000억이 투입된 초대형 시험시설로 분류된다. 대규모 예산이 투입되는 만큼 전세계 차량제작사(봄바르디아, 알스톰, 지멘스, 안살도브레다)의 공동투자 형태로 구축되었고, 대형풍동의 경우 주행속도 300kph 환경에서, -45~60도의 온도조건과, 10~98%의 습도조건을 제어할 수 있는 시험환경을 조성한 상태이다. 일본을 제외한 전세계 철도차량의 환경시험이 이 곳에서 수행되고 있으며, 단일 시험장비의 활용을 통해 환경시험기술의 축적과 동시에 관련규격/기준의 혜게모니를 지속시키고 있는 상황이다.

시험선로 및 연계시험시설의 경우에는 전용시험선인 루프시험선로 현황을 살펴보면 확인할 수 있는데, 아래 그림에서 확인할 수 있는 것과 같이, 철도선진국 및 각국은 이미 1960~70년대부터 전용시험선을 구축하여, 각국 개발용품/시스템의 현장부설시험을 수행하였으며, 이러한 시험검증결과에 기초하여 자국 용품/시스템의 성능보완 및 업그레이드를 지속시켜 왔음을 확인할 수 있다.

## 시험인증을 위한 인프라 (시험선로)

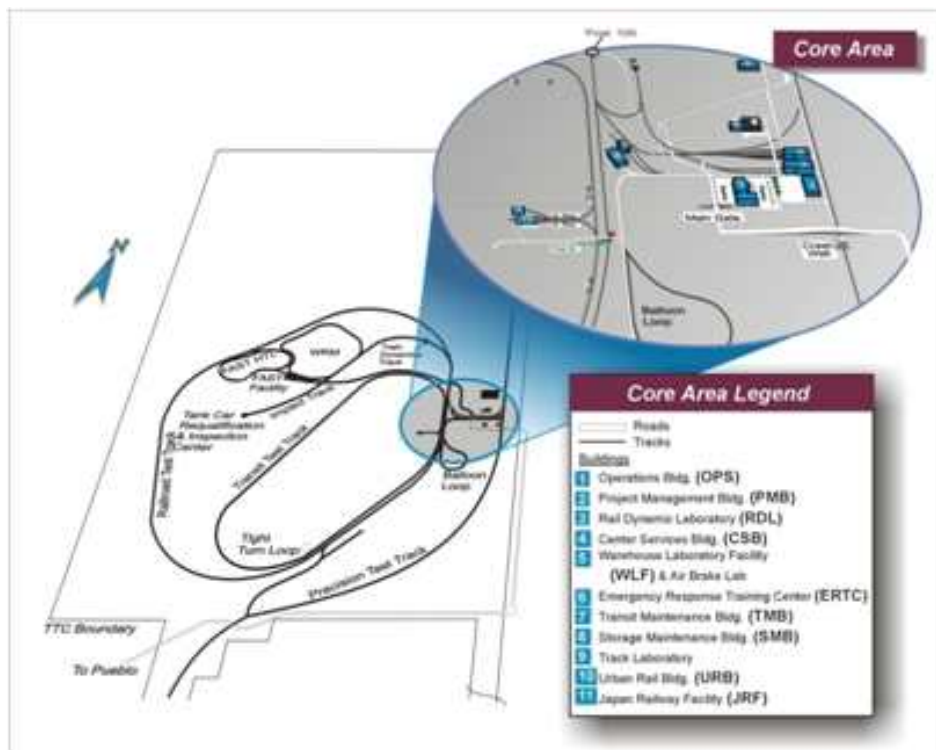
국가	설립시기	독립 루프 수 중길이(km)	최장 루프 길이(km) 최고속도(km/h)	주요 특징
미국 TTCI	1970'	4 77	21.6 200	· 세계 최상급 시험선로 · RTT 레일가변차량 시험
중국 CARS	1958	1 36	9 180	· 최근 도시철도 소형루프 추가
체코 VUZ	1960'	2 28	13.3 220(제한조건)	· 유럽에서 많이 이용 · 한국(진행중)과 가장 유사
독일 Siemens	1997	2 28	6.08 220(제한조건)	· 차량제작사 소유, 차량중심 시험 및 이중선호 구현 가능
영국	1973	2 28	0.4 ?	· 소규모 직선 시험선
프랑스 SNCF	기획	3 8	2.7 110	· 직선/루프 포함
러시아	1910	3 24	- 240	· 원형 · 가장 먼저 설립

- 철도선진국 및 선진국들은 60/70년대부터 시험선로 건설/운영
- 자국용품/시스템의 성능검증 및 개선, 추후 국제인증 등에 활용해왔음



[그림 2-20 오스트리아 RTA 철도차량 대형환경 풍동시험시설]





[그림 2-21 미국 TTC]

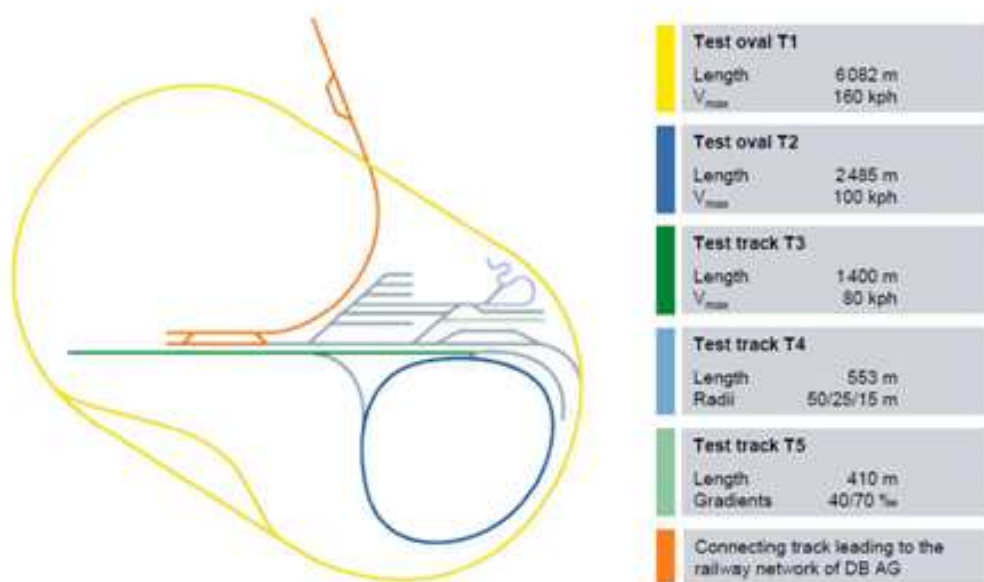
특히, 대표적 시험선로 보유국인 미국의 경우, 4000만평 규모 부지에 5개의 순환형시험선로(장기반복하중시험용, 급곡선용, 충돌시험용 등)를 구축한 상태에서 연계된 완성차시험시설~실대형시험 시험장비를 이용하여, 완성차량에 대한 정/동적 성능평가를 수행하고 있으며, 연 600억 규모의 시험수익 매출을 달성하고 있다.



[그림 2-22 TTCL, 차량틸팅시험장비]

독일의 경우에도, 차량제작사인 지멘스가 5개의 순환시험선로로 구성된 시험선로 및 완성차시험시설~시험장비를 구축한 상태에서, 자사 개발차량 및 시험의뢰 차량에 대한 완성차 실내시험과 시험선 현장시험을 수행하고 있다. 유럽 각국의 이중 신호시스템에 대한 연계동시시험을 최근 수행하고 있으며, 일 기준 8시간 근무 3개 시험조 편성으로 24시간/365일 시험선 운영실적을 기록할 정도로 시험선~시험시설~시험장비의 활용성은 매우 높은 상황이다.





[그림 2-23 Siemens 시험선로 및 차량틸팅시험장비]



[그림 2-24 체코 VUZ 시험선]

체코의 경우에도, 2개 시험선로(우리가 구축할 종합시험선로와 매우 유사한 선형)를 구축한 상태에서 역시 완성차시험시설~시험장비를 구축한 상태에서 체코 내 운행차량(기존 및 신규)에 대한 성능검증/인증시험을 수행하고 있으며, 지멘스 보유 시험선로가 민간기업의 운영특성으로 인해 시험수수료가 다소 높게 책정되는 점을 활용, 봄바르디아/알스톰 등 지멘스 이외 타 차량제작사의 시험수주를 통해 시험선의 활용성을 극대화시키고 있는 상황이다.

특히, 최근 3년간 유럽연합 재원의 지원과 체코철도공사의 지원을 통해 600만 유로를 집중투자하여 시험선~시험시설~시험장비의 확충/리모델링을 수행하였다는 점은, 체코의 국가규모 및 기술수준 등이 우리보다 높지 않다는 점을 고려할 때, 시사하는 바가 매우 크다고 할 수 있다.

⇒ 철도선진국의 시험선로~완성차시험시설~대형시험장비에 대한 조기투자/구축 및 지속적 확충에 주목해야 하며, 특히 시험선~완성차시험시설~실대형장비의 공간적 집약을 통해 다음과 같은 전략적 효과를 창출해 내는 데 주목해야 한다.

- 연구인력~시험인력의 협업공간 및 기술토론/교류의 장 구성
- 실내시험~현장시험결과의 이상적/즉시적 상호보완/연계시스템 구축
- 시험시설/인력의 공간적 격리에 따른 간접손실(이동관련 시간/비용)의 최소화

⇒ 이러한 측면에서, 국내의 경우, (3)정부지원정책 현황에서 상술하는 것과 같이, 2016년 말을 기준으로 철도용품/시스템 성능검증/인증의 2대 기반시설인 시험선로와 완성차시험시설의 구축계획이 구체화(예산확정 및 착수)되어 있는 점을 고려한다면, 마지막 고리인 실대형 철도시스템 성능평가 시험장비의 구축은 국내 철도기술/산업의 선진국 수준으로의 최종도약을 위한 필수기반 구축의 의의를 갖고 있다.

## 2.6 국내/외 현황 및 기획과제의 의의

2.2에서 2.5를 통해 살펴본 국내 외 철도관련 시장변화, 시험인증체계 현황, 시험인프라 구축현황, 정부지원 정책현황 분석결과에 대한 요약사항과 본 기획과제와의 연계성은 다음과 같다.

<표 2-4 국내외 현황분석 결과와 기획과제와의 연계성>

국내 환경변화	본 기획과제의 의의	국제 환경변화
철도안전법 개정에 따른 법적 시험인증 환경의 변화 ⇒ 완성차/용품 형식승인시험 수행	완성차 및 핵심용품의 형식승인 시험, 즉 안전법 수행의 필수 기반인프라 확보 필요	시험인증의 강화 ⇒ 시험규격/인증체계의 강화를 통한 자국기술의 보호
철도시험 전용 인프라 구축 ⇒ 전용시험선 및 완성차시험시설 구축	시험선~시험시설~대형 시험장비로 연계되는 선진국 수준 시험인프라의 완성	시험인프라 선도구축, 시험선~시험시설~대형장비의 집적, 시험장비의 지속적 확충 ⇒ 연구개발/상용화/기술발전의 체계모니 지속
철도의 르네상스 ⇒ 전국을 90분대 철도교통권으로 연결 2030년까지 90조 투자	철도기술/제품의 국가/사회적 신뢰성 검증 기반 확보 필요	철도시장의 지속적 성장 ⇒ 2000년대 초반 이후 지속 성장
장비구축 관련 상위정책의 구체화 ⇒ 전략적 장비구축	국가 상위정책에 부합하는 활용성/차별성 확보된 시험장비 구축 기획	기구축된 시험인프라의 지속적 확충 ⇒ 전략적 확충, 신설 지속

## 제 3 장 국외 철도 시험장비/시설 구축 현황

### 3.1 개요

■ 철도선진국인 일본과 미국, 독일, 프랑스 등은 빠르게는 1960년대부터 자국 철도기술의 발전과 연구개발 기반 및 실증적 실험기반 확보를 위해, 정부 주도 하에 대형 연구시설의 건설, 시험장비의 구축, 전용시험선의 구축 등에 주력해 왔다.

■ 특히, 이러한 발전전략은 일회성적인 성격이 아니며, 연구시험장비의 성격이 지속적 성능개선과 확장적 확충을 필요로 한다는 사실을 인지하고, 지속적인 업그레이드와 확충을 중장기적 계획 하에 수행하여 왔으며, 이러한 전략을 통해 자국기술의 보호 및 해게모니 획득을 현실화하고 있음에 주목할 필요가 있다.

### 3.2 국외 연구시험시설

■ 본 절에서는 본 사업의 수행을 통해 직접/간접적으로 조사된 국외 철도관련 대규모 시험시설 및 시험장비의 현황을 전체적으로 살펴보고자 한다. 일본의 철도종합기술연구소(Railroad Technical Research Institute : RTRI), 중국의 철도부과학연구원(China Academy of Railway Science : CARS), 독일의 뮌헨공대, 네덜란드의 델프트공대, 미국의 교통기술센터(Transportation Technology Center Inc. : TTCI), 러시아 철도연구원(All-Russian Railway Research Institute) 등 전세계 철도 선진국의 연구기관 및 연구시설을 대상으로 출장 조사 및 문헌 조사 등을 통해 광범위한 현황 조사를 수행하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 일본, 중국, 미국, 유럽 등 철도 선진국의 경우, 정부의 적극적인 지원 하에 1960년대 초반부터 대규모 시험시설 및 시험장비를 구축하고 이를 통해 지속적인 연구개발을 수행, 철도기술의 향상에 주력해왔다.

- 시험장비 구축 이후에도 정부의 적극적인 지원 하에 시험장비의 성능 향상, 신규 시험장비의 구축 등에 주력해왔으며, 전문 테크니션의 배치 등을 통해 시



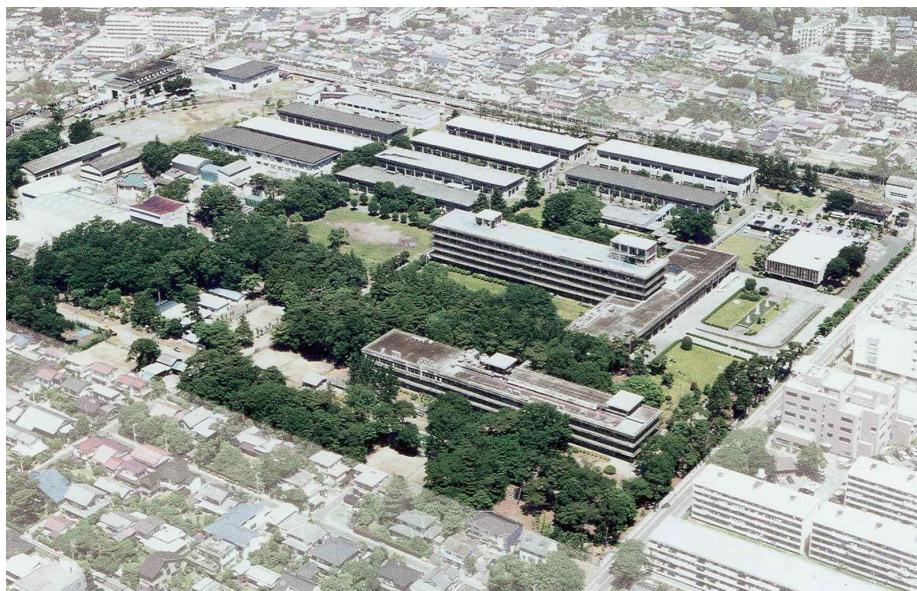
험장비의 운용과 관련된 제반 노하우를 유지해왔다.

- 2절에서 살펴본 국내 시험장비 현황을 고려할 때, 국내의 경우 관련 시험장비가 절대적으로 부족한 상태이며, 특히 국내 철도기술의 전반적인 상황 (고속철도 개통, 도시철도 확장, 경량전철 적용, 자기부상철도 개발, 남북철도 연계, 고속철도의 해외진출 시도 등) 을 고려할 때 현장상황의 모사를 위한 전용 시험장비의 구축이 시급한 상황인 것으로 판단된다.

## 3.2.1 일본 : RTRI

### 1. 철도종합기술연구소 개요

일본 철도종합기술연구소(Railway Technical Research Institute)는 1986년 12월 10일 운송성(Ministry of Transport) 산하에서 출범한 철도관련 종합연구기관으로서 1987년 일본국유철도 노동과학기관과 통합되면서 민영화가 이뤄졌으며, 이후 철도관련 제반기술의 연구, 개발, 응용에 주력해왔다. 1960년대부터 진행되어온 신칸센 프로젝트 및 자기부상열차 개발과 관련하여 세계 최고수준의 철도기술을 축적해온 철도종합기술연구소는 현재 차량, 궤도토목, 전기, 신호 등 철도공학 전반을 포괄하는 각 분야에서 혁신적인 연구 성과를 도출하기 위해 다양한 이론적/실험적 연구를 지속해오고 있다.



[그림 3-1 일본 철도종합기술연구소 전경]

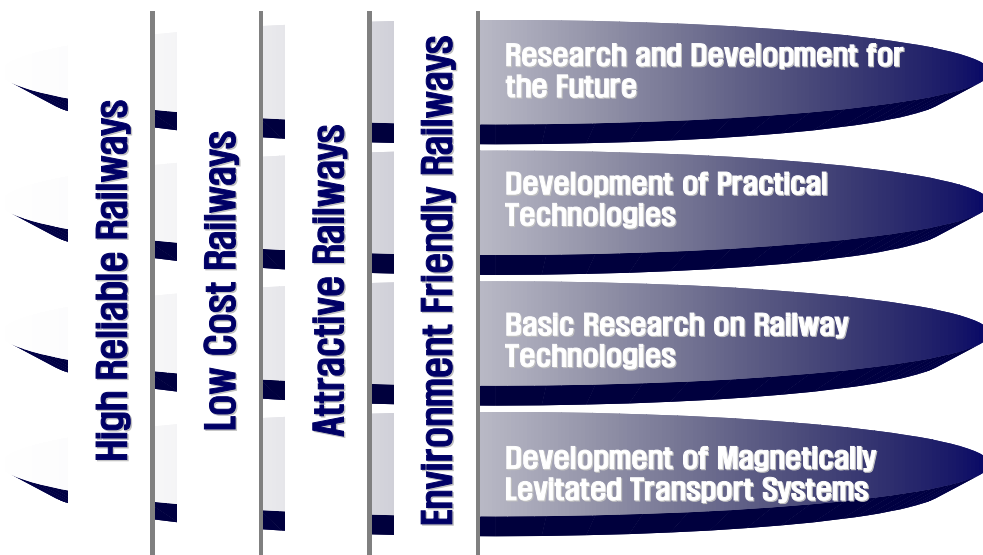
## 가. 규모

약 550명의 정규직 연구원으로 구성되어 있고, JR 각 사의 수익금과 정부출연금 및 민간회사와의 수탁사업 등을 통해 재원을 충당하고 있으며 Kunitachi에 위치한 본원의 경우 전체 대지는 198,000m<sup>2</sup>, 건물은 66,600m<sup>2</sup>의 거대한 규모로 구성되어 있다.

## 나. 주요 연구활동

현재 철도총합기술연구소에서 주력을 기울이고 있는 주요 연구과제들은 다음과 같다.

- Tests and Research on Railway Technologies and Labor Science
- Analysis, Evaluation and Prediction of Railway Technologies and Science
- Preparing Drafts of Railway Technology Standards
- Publication and Lectures on Railway Technologies
- Diagnosis, Advice and Guidance in Railway Technologies and Science



[그림 3-2 일본 철도총합기술연구소 향후 중점 연구방향]

반면, 향후 중점 연구방향에 대해서는 다음과 같이 설정하고 있다.

- High-Reliable Railways(Safety, Stability)
- Low-Cost Railways(Economy)



- Attractive Railways(Rapidity, Convenience, Comfort)
- Environmental Friendly Railways(Harmony with the Environment)

## 2. 주요 시험소

철도종합기술연구소는 설립 이래 대규모 시험시설 및 시험장비의 확보와 운용, 주요 연구과제와의 연계를 통한 연구성과의 실용성 확보에 주력해왔으며 그 결과 현재 보유하고 있는 시험시설 및 시험장비의 규모 및 성능은 세계 최고수준을 유지하고 있다고 평가된다. 여기서는 각 시험소의 용도를 간략하게 정리하고자 한다.



[그림 3-3 일본 철도종합기술연구소의 주요 시험소]

### 가. 시노자와 설해시험소

JR선의 경우 총 연장의 35% 정도인 7,000km 정도가 폭설지역에 해당되므로 철도종합기술연구소에서는 시노자와에 설해시험소를 설치, 설해의 예측, 분석 및 평가에 주력하고 있다.

#### 나. 산포쿠 염해시험소

일본의 경우 철도 신호 및 전력의 공급을 위한 케이블들이 해안가를 따라서 위치하므로 염해에 대한 대책이 요구된다. 따라서, 철도총합기술연구소에서는 산포쿠에 염해시험소를 설치, 염해의 예측, 분석 및 평가에 주력하고 있다.

#### 다. 미야자끼, 야마나시 자기부상열차 시험소

미야자끼 시험소는 자기부상열차 MLU002N의 주행시험 및 시험결과의 획득을 위해 설립된 시험소로서 여기서 얻어진 시험결과들이 야마나시 시험소로 전송되며 현재 미야자끼 시험소는 토호쿠 대학과 미야자끼 대학의 공동연구시설로서도 활용되고 있다. 반면 1996년 6월 완공된 야마나시 시험소의 경우에는 자기부상열차의 승차감 및 속도향상과 관련된 주요 시험이 수행되고 있으며, 42.8km의 시험선로와 연결되어 있다.

#### 라. 마이하라 풍동시험소

고속철도의 주행 및 운영에 있어서 공력 및 공력소음의 감소는 필수적으로 요구되는 사항이다. 이와 관련되는 제반 기술요건을 만족하기 위해서 철도총합기술연구소에서는 1993년 3월 소형 풍동시험소를 완공한 후 1996년 5월 대형 풍동시험소를 완공한 바 있다. 대형 풍동의 경우에는 세계 최대규모를 자랑하고 있으며 최대 300km/h의 고풍속 상태에서 75dB의 저소음 환경을 조성할 수 있는 성능을 갖추고 있다.



[그림 3-4 마이하라 풍동시험소 전경]

## 마. 히노 토목시험소

히노 토목시험소는 궤도 및 토목구조물과 직결된 각종 현장 모의시험의 수행을 위해 만든 시험소로서 궤도의 경우 실제 선로상에 부설된 자갈도상 궤도, 콘크리트 도상궤도, 직결궤도의 레일, 침목, 노반 및 체결구 등에 대한 정/동적 시험이 수행되고 있으며 모형교량에 대한 거동시험 등 제반 궤도-토목구조물에 대한 다양한 시험이 수행되고 있다.



[그림 3-5 히노 토목시험소 전경]

<표 3-1 일본 철도종합기술연구소 보유시험장비>

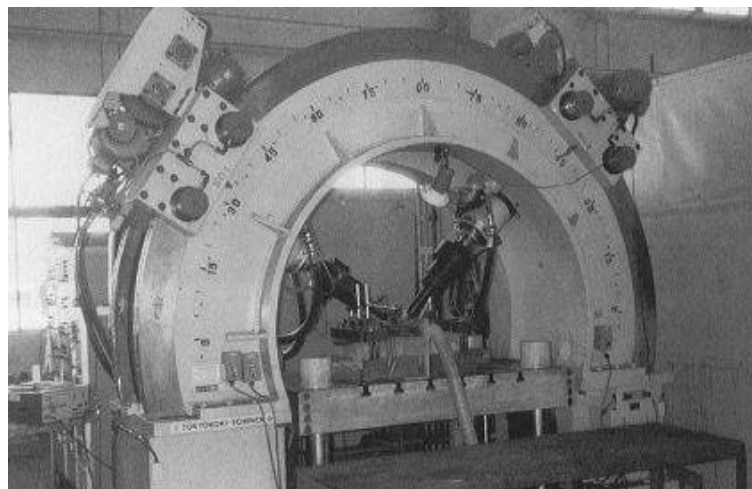
구분	시험장비 명칭
궤도	레일체결장치용 4축 피로시험기
	궤도 반복충격시험기
	이동식 궤도동적재하시험기
	고속 레일시험기
노반	진동대
	도상골재용 대형진동 3축시험기
	대형 강우시험기
	종합 노반시험기
구조물	대형 피로시험기
	반력벽
	터널 복공모형시험기

### 3. 궤도토목 관련 보유 시험장비

본 절에서는 철도총합기술연구소가 보유하고 있는 다양한 시험장비 중 궤도토목과 연관된 시험장비들에 대해 간략하게 소개하고 있다. 본 절에서 소개되는 각 시험장비와 관련된 제반 정보는 철도총합기술연구소 홈페이지와 2004년 수행된 국외출장으로부터 취득되었다.

#### 가. 레일체결장치용 4축 피로시험기

레일체결장치의 종합적인 성능평가를 위해 철도총합기술연구소에서 자체 제작한 시험장비로서 2축에서 출발, 현재 4축 재하가 가능하도록 지속적으로 개량되었다. 100kN의 축하중과 200kN의 2축 하중 재하가 가능하며 유압장치에 의해 정/동적인 하중 재하가 디지털로 가능하도록 구성되어 있다.



[그림 3-6 레일체결장치용 4축 피로시험기]

#### 나. 궤도 반복충격시험기

히노토목시험소에서 수행되는 실물궤도의 현장모의시험을 위해 개발된 시험장비로서 정하중 재하 및 동하중의 반복재하를 통해 실물궤도의 중장기적인 내구성 평가가 가능하다.

#### 다. 이동식 궤도동적재하시험기

궤도 반복충격시험기가 실물궤도의 현장모의시험을 위해 개발된 시험장비라면, 이동식 궤도동적재하시험기(DYLOC : Dynamic Track Loading Car)는 기존에 부설된 궤도 및 특히 신설 궤도의 성능평가를 직접 현장에서 수행하기 위한 목적으로 개발된 장비로서 정/동적 성능평가의 수행이라는 측면에서는 궤도 반복



충격시험기와 동일한 기능을 수행하게끔 구성되어 있다.



[그림 3-7 궤도 반복충격시험기]



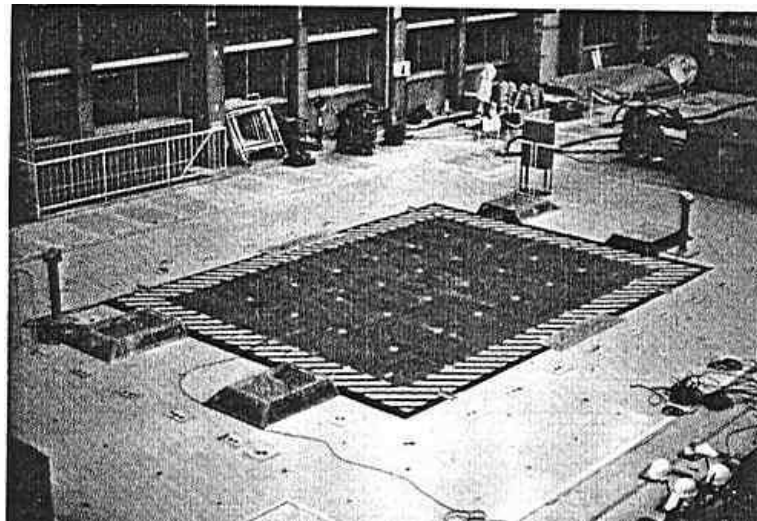
[그림 3-8 이동식 궤도동적재하시험기]

#### 라. 고속레일시험기

시속 250km/h, 최대 2700rpm의 회전시험 환경 내에서 소형의 시험편을 이용하여 고속주행상태에서의 레일과 차륜의 접촉특성 및 상호작용특성의 규명을 위해 개발된 시험 장비이다.

#### 마. 진동대

실제 주행 중인 열차에서 유발되는 동하중을 재현하여 지반의 동적거동 및 철도 토목구조물의 진동영향 평가가 가능하도록 제작된 시험 장비이다. 진동대 위에 대형 토조가 장착되거나 모형구조물을 거치시킴으로써 진동영향 평가시험을 수행한다. 진동대의 경우 실질적으로 국내/외의 많은 연구기관이 보유하고 있는 시험 장비이다.



[그림 3-9 진동대]

#### 바. 도상골재용 대형진동 3축시험기

도상골재의 동적거동 및 메카니즘의 변화를 측정할 수 있는 시험장비로서 시험결과로부터 얻어지는 응력-변형률 관계를 이용하여 도상골재의 변형계수 및 감쇠비 추정이 가능하다.

#### 사. 대형 강우시험기

강우속도 및 강우량과 같은 자연환경의 변화를 실내에서 인위적으로 재현함으로써 모형토조 내에 구성된 철도사면에 미치는 강우 영향평가를 수행하며, 철도사면의 강우파괴 가능성 추정이 가능하다.



[그림 3-10 도상골재용 대형진동 3축시험기]



[그림 3-11 대형 강우시험기]

#### 아. 종합 노반시험기

궤도 반복충격시험기 및 이동식 궤도동적재하시험기가 실물 및 현장궤도의 거동특성 규명을 위해 제작된 시험장비라면 종합 노반시험기는 궤도노반의 거동특성을 실내에서 보다 정밀하게 규명하기 위해 제작된 시험 장비이다. 정/동적 하중 재하가 액츄에이터에 장착된 로딩프레임에 의해 가능하며 실내시험동 내에서 다양한 노반환경의 조성을 통해 하중조건 및 노반조건 변화에 따른 거동특성의 변화추정이 가능하다.



[그림 3-12 종합 노반시험기]

#### 자. 대형 피로시험기 및 반력벽

대형 토목구조물에 대한 다양한 형태의 정/동적 하중 재하가 가능한 시험기로서 대형 구조물의 모의시험 및 시편에 대한 정밀 재하시험이 가능하다. 반력벽의 경우 피로시험기와 하나의 시스템을 구성하여 하중의 재하가 가능하도록 하는 부속시설이다.

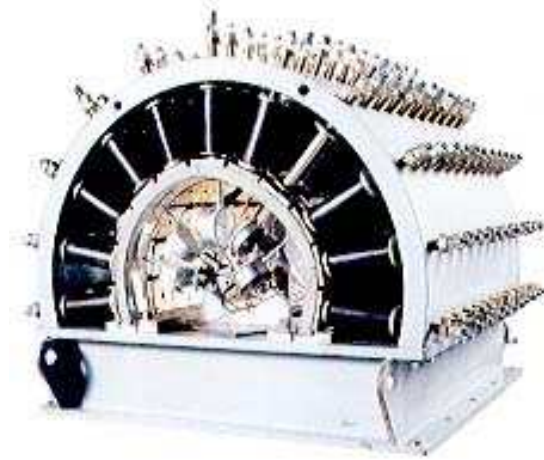


[그림 3-13 대형 피로시험기 및 반력벽]

#### 차. 터널 복공모형시험기

각종 조건하에서 터널 복공의 역학적인 거동특성을 시뮬레이션할 수 있는 모형시험장비로서 골조 해석에 의한 결과 및 파라미터 해석결과 등을 토대로 터널 복공의 설계 개선안 도출이 가능한 시험 장비이다.





[그림 3-14 터널 복공모형시험기]

#### 4. 전철시스템 관련 보유 시험장비

본 절에서는 철도총합기술연구소가 보유하고 있는 다양한 전철/전력 시험장비 중 연구원에서 구축하고자 하는 전철설비와 연관성이 있는 시험 장비들에 대해 간략하게 소개하고자 한다.

##### 가. 집전시험장치

본 시험장비는 팬터그래프를 모터구동의 주행대차에 탑재해 전체길이 500m의 주행로를 최고속도 약 160km/h로 주행시키면서 전차선로 성능평가, 금구류 성능평가 및 팬터그래프의 성능평가를 수행할 수 있는 설비로써, 주행로, 주행대차, 주행조작실, 측정실로 구성된다. 주행대차상 팬터그래프의 데이터는 무선 원격 계측기(telemetry)로 측정실에 송신된다.



[그림 3-15 집전시험장치]

#### 나. 개량형 광학식 이선측정장치

팬터그래프의 아크광을 검지하여 전차선·패터그래프간 이선을 측정하는 장치로서 전차선과 팬터그래프의 성능평가에 사용한다. 통상, 차량의 지붕 위에 설치하여 사용하는데, 원리상 야간 사용에 한하며, 주로 아크를 검지할 경우나 팬터그래프 주행, 팬터그래프 간에 고압모선 인통이 없을 경우, 전류식 이선측정이 불가능한 경우에 유효하다.

### 5. 전차선로-집전계 시스템 관련 일본 보유 시험장비

일본 철도총합기술연구소(RTRI) 및 JR EAST에서 보유하고 있는 다양한 전철/전력 시험장비 중 연구원에서 구축하고자 하는 전차선로-집전계 주행시험설비와 연관성이 있는 시험 장비들에 대해 아래와 같이 조사/분석하였다.

#### 가. 집전성능 시험설비(Current Collection Testing Equipment)

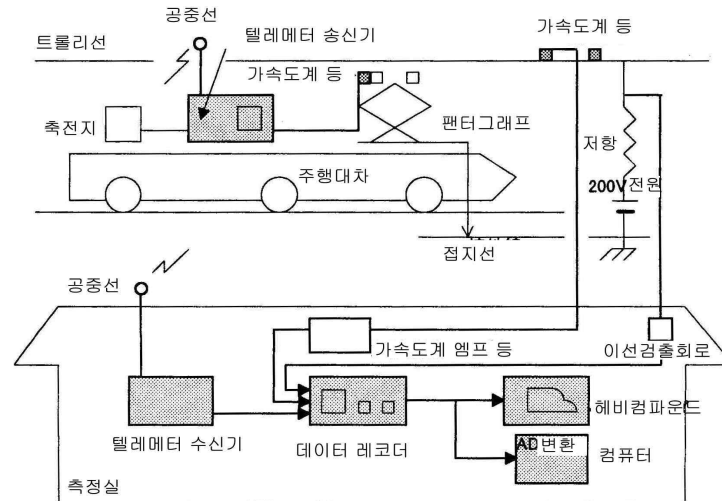
RTRI에 설치된 본 시험장비는 아래 그림과 같이 일반철도 차량이 아닌 팬터그래프를 모터구동의 주행대차에 탑재해 전체길이 500m의 주행로를 최고속도 200km/h로 주행하면서 전차선로 성능평가, 금구류 성능평가 및 팬터그래프의 성능평가를 수행할 수 있는 설비다.



[그림 3-16 집전성능 시험설비]

1984년에 약 50억여 원을 투자하여 LIM 방식으로 구동하는 주행대차로 최고속도 160km/h까지 시험이 가능하게 구성하였으나, 2000년대 초반 속도향상을 위해 주행대차의 구동방식을 LSM 방식으로 바꾸어 최고속도 200km/h까지 시험을 수행하고 있다.

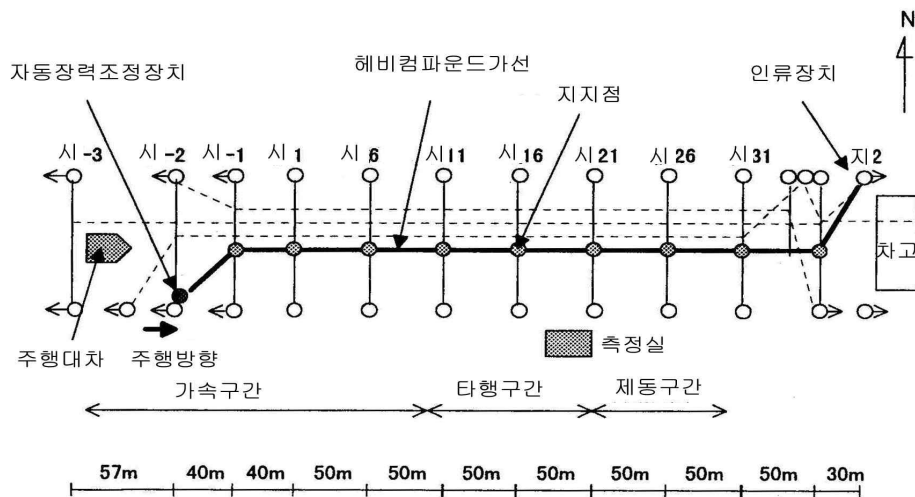
시험설비는 주행로, 주행대차, 주행조작실, 측정실 등으로 구성되어 있고, 주행대차에 설치된 팬터그래프의 데이터는 아래 그림과 같이 무선 원격 계측기(telemetry)로 측정실에 송신된다.



[그림 3-17 취득 데이터 처리 구성]

주행대차는 재래선용 팬터그래프 및 신간선용 팬터그래프 등 모든 팬터그래프를 탑재 가능하도록 설계하였다. 데이터 취득을 위한 총 채널 수는 8채널이고, 측정 주파수 0 - 1kHz까지 가능하도록 설계하였다. 전차선, 조가선 및 각종 금구류의 변형 및 가속도 등을 측정할 수 있을 뿐 아니라, 팬터그래프 각 부재의 특성도 측정할 수 있다.

아래 그림과 같이 전장 500m(가속 구간 240m, 정속(타행) 주행구간 70m 및 제동 구간 190m)의 주행로에 Simple catenary 및 Heavy compound catenary 등 다양한 전차선로를 구성하여 시험할 수 있도록 설계하였고, 10m(일부 5m)마다 전주를 설치하여 경간 및 드롭바 간격 등도 변경하여 시험할 수 있다.



[그림 3-18 집전성능 시험설비 전차선로 구성]

- 부대설비의 사양을 간략히 정리하면 아래와 같다.

- 정격 3600kVA급 전력변환설비
- 싸이리스터 절체기
- 전자석용 정류기 전원 (400kVA)
- 비상용 축전지 전원 (70AH/12분, 230셀)

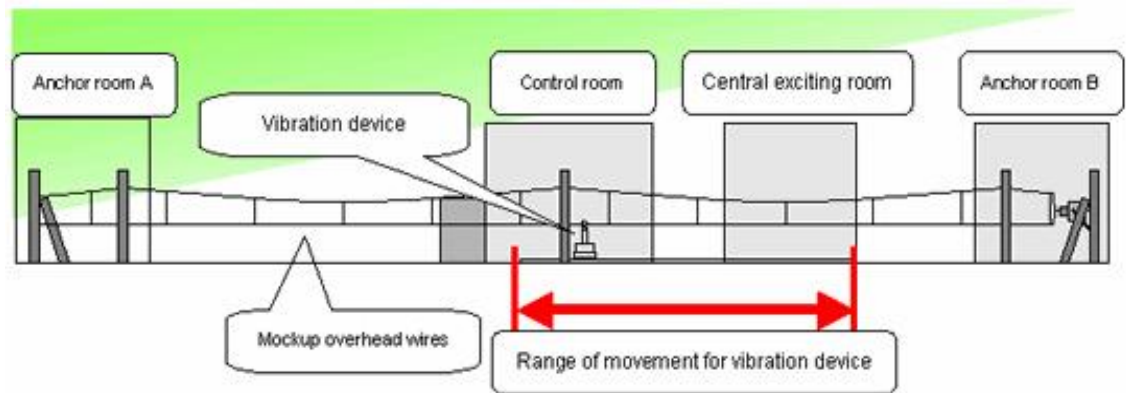
- RTRI 자체시험뿐만 아니라, 일본내 전차선로 부품 및 팬터그래프 생산업체의 위탁을 받아 연간 약 200일 정도 사용되고 있다.

#### 나. 전차선 및 금구류를 위한 진동시험 설비(Vibration test system for overhead wires and fittings)

약 10억원을 투자하여 JR EAST에서 제작한 본 시험장비에서는 전차선 및 금구류 개발을 위한 피로시험 및 기능시험을 수행할 수 있다.



[그림 3-19 진동시험 설비]



[그림 3-20 시험설비 구성]

50m x 2(최대 120m)의 심플 전차선로 혹은 콤파운드 전차선로를 Hydraulic servo valve 방식의 가진설비를 이용하여 가진시켜 전차선 및 금구류의 피로특성을 시험할 수 있다. 다음은 가진설비의 간략한 사양이다.

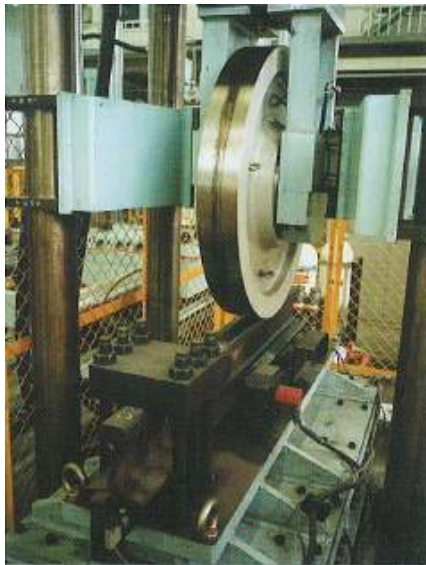
- frequency range: 0.01Hz to 1kHz
- Max amplitude of vibration:  $\pm 50\text{mm}$



## 6. 기타 일본 보유 시험장비

그 외 RTRI의 철도 및 일반 구조용 시험장비는 다음과 같다.

Rail rolling testing machine



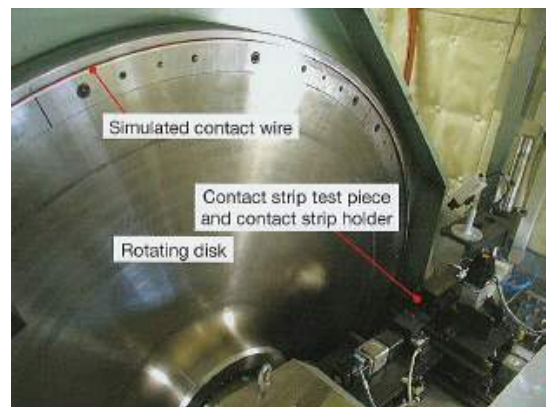
Wheelset fatigue testing machine



Ride comfort simulator



Wear test machine for current collecting materials for high-speed railways



Brake test stands



Station simulator



Creep force test apparatus



Super high-speed train model launching equipment



Large-scale vibration test machine



Rolling stock test plant





## 3.2.2 일본 : JR East

### 1. 보유 시험장비

#### 가. 실물궤도시험장치

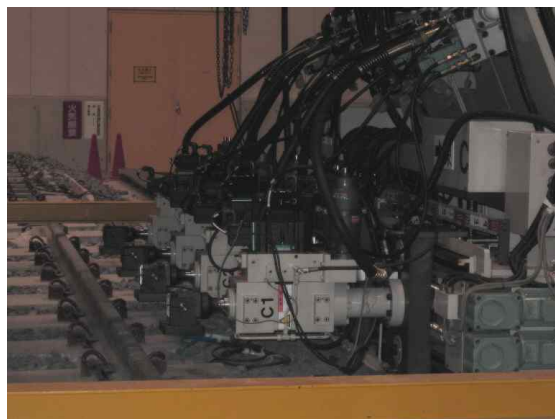
열차주행하중에 따른 궤도특성 분석을 위하여 열차주행을 모사할 수 있도록 제작한 시험장비로서 재하장치가 상하방향으로 8기, 좌우방향으로 4기로 구성되어 있다. 상하방향 재하장치는 순차적으로 레일에 하중을 가하므로써 열차가 실제 주행시 궤도에 하중이 가해지는 것과 동일한 효과를 내도록 되어있다. [그림 3-21~23] 실물궤도시험장치의 전경과 상하방향 및 좌우방향 재하장치를 보여주고 있다.



[그림 3-21 실물궤도시험장치 전경]



[그림 3-22 상하방향 재하장치]



[그림 3-23 좌우방향 재하장치]

시험가능한 시험궤도길이는 20m로서, 콘크리트 노반 10m, 토노반 10m로 구성되어 있으며 토조크기는 폭이 7m, 깊이가 3m로 구성되어 있다. 또한 토조는 하중재하시 진동방지를 위하여 토조하부에 방진장치가 설치되어 있으며, 여기에 사용된 연진 댐퍼는 48개, 수평댐퍼는 8개이다. 토조의 총중량은 2800톤이며 공기스프링은 직격 830mm, 69개로 이루어져 있다. [그림 2-31]과 [그림 2-32]는 토조하부에서 찍은 공기스프링과 수평댐퍼 전경으로서, 토조가 공기스프링에 의해 지지되고 있는 형상이다.



[그림 3-24 공기스프링 전경]



[그림 3-25 수평댐퍼 전경]

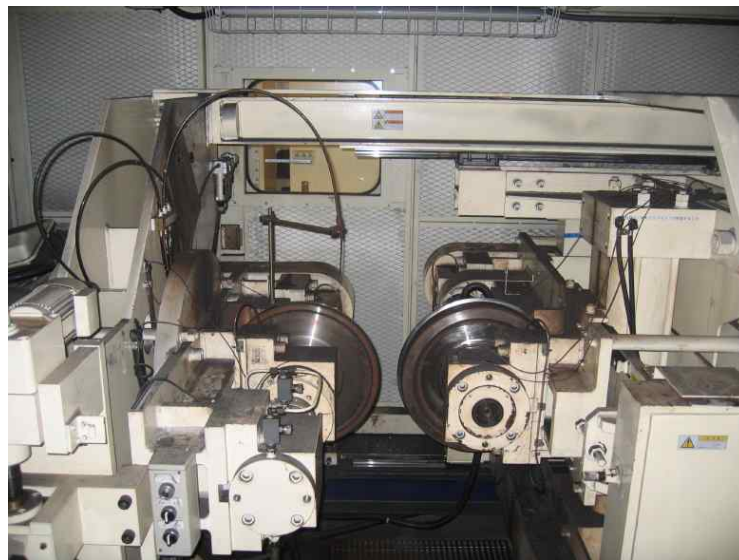
궤도재하장치의 사양은 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2 궤도재하장치 사양>

종 류	사 양	비 고
재하장치	상하방향 8기, 좌우방향 4기	
최대하중	상하방향 : 동적 125kN	
	좌우방향 : 동적 65kN	
최대진폭	상하방향 : $\pm 50\text{mm}$	
	좌우방향 : $\pm 50\text{mm}$	
가진주파수	0~35Hz	
재하파형	정현파, 삼각파, 실동파, 중첩파	

## 나. 차륜/레일 전동시험장치

레일에 적합한 차륜형상 최적화, 마모, 손상의 정량적 평가, 레일의 효과적 윤회 방안 및 레일 유지보수비 절감을 위하여 제작한 시험장치이다. 시험체 형상은 실제차륜의 1/2 또는 1/4 사이즈를 사용하며 회전속도는 100~2000rpm이다. 적용하중은 윤중최고 100kN, 횡압최고 40kN이다. 차륜과 레일의 접촉각도는 틀림 각 조정범위(윤중)가  $0 \sim \pm 3^\circ$ , 접촉각 조정범위(횡압)가  $0 \sim 3^\circ$ 이다. [그림 2-33]은 차륜/레일 전동시험장치의 시험기 내부전경을 나타내고 있으며 [그림 2-34]은 차륜 시험체 형상이다.



[그림 3-26 차륜/레일 전동시험장치의 시험기 내부전경]



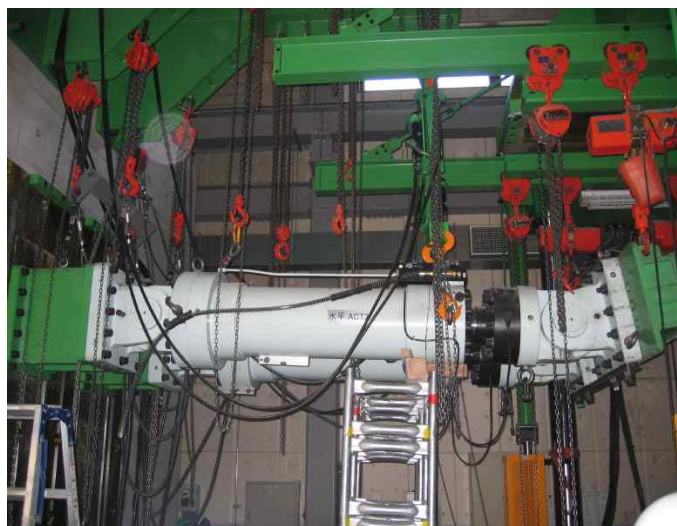
[그림 3-27 차륜시험체]

#### 다. 수평재하시험장치

수평재하시험장치는 지진시의 파괴형상 파악, 내력과 변형능력 조사, 새로운 설계방법 확립 등을 위한 장치이다. 하중능력은 수평 액츄에이터가 3000kN, 연직 액츄에이터가 3000kN이며 Stroke능력은 수평 액츄에이터가  $\pm 500\text{mm}$ , 연직 액츄에이터가  $+200\text{mm}$ 이다. [그림 3-28]과 [그림 3-29]는 시험장비 전경과 수평액츄에이터 전경을 보여주고 있다.



[그림 3-28 시험장비 전경]



[그림 3-29 수평 액츄에이터 전경]

## 라. 내후성 환경시험기

내후성 환경시험기는 철도시설의 장수명화와 안전운송 향상을 목적으로 하는 시험장치로서 활용 예로서는 태양자외선에 대한 시험과 산성비 등 각종 기상조건에 관한 시험 등이 있다. [그림 3-30]은 시험장비 전경을 보여주고 있다.



[그림 3-30 시험장비 전경]

시험기 내부치수는 폭350 × 길이303 × 높이176cm이며 주요사양은 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3 내후성 환경시험기 주요사양>

항 목	사 양	비 고
태양광선 온도	40~70±2℃, 습도 : 30~60±5%	
산성비 온도	35~50±2℃, 습도제어 없음	
건조 온도	20~80±2℃ 습도제어 없음	
습윤 온도	50~60에 있어서 습도 : 50~95±5%	
결로 온도	40~50±2℃, 습도 : 95±5%	
저온 온도	-20~20±2℃	



## 3.2.3 미국 : TTCI

### 1. 교통기술센터 개요

미국 교통기술센터(TTCI)는 철도관련 연구, 개발, 시험, 자문, 교육을 총괄하는 철도관련 종합기관으로서 1968년 미국 최초로 설립되었다. 미국 콜로라도주 푸에블로에 위치하고 있으며 시험시설은 모두 미국정부의 소유이고 미국철도협회(Association of American Railroads : AAR)와 미국철도국(Federal Railroad Administration : FRA)에 의해 운영되고 있다. TTCI의 설립목적은 세계최대 규모의 시험시설을 이용하여 철도기술이 안전하고 효율적으로 철도산업계에 신속하게 활용되도록 하는 것이며, 이러한 측면에서 현재 철도기술과 관련된 다양한 시험을 수행하고 있다.



[그림 3-31 미국 교통기술센터 전경]

### 가. 규모

총면적 135.2km<sup>2</sup> (여의도 면적의 약 16배)의 거대한 규모에 걸쳐 총 연장 77km의 대규모 시험선로를 보유하고 있다. 약 250명의 현지인원으로 운영되고 있으며, 미국철도협회(AAR)와 미국철도국(FRA)에 의하여 운영 및 유지되고 있다.

## 나. 주요 기능

교통기술센터는 미국철도협회와 미국철도국에 의해 발주되는 철도관련 용역 및 연구과제를 수행하고 있으며, 일본의 철도종합연구소(RTRI) 등을 포함한 각국 철도관련 연구기관에서 의뢰되는 다양한 연구과제들 역시 수행하고 있다. 주요 연구 및 시험 항목으로서 열차, 궤도부품, 신호장비, 안전장비, 궤도구조, 차량 성능 및 승차감, 공용주기의 신뢰성 평가 등이 있으며, 대규모의 실외시험시설 이외에도 실내시험시설을 이용하여 차량 동력학, 구조 특성 및 제동시스템에 대한 연구를 수행하고 있다. 현재 교통기술센터에서 주력하고 있는 세부 연구분야들은 다음과 같다.

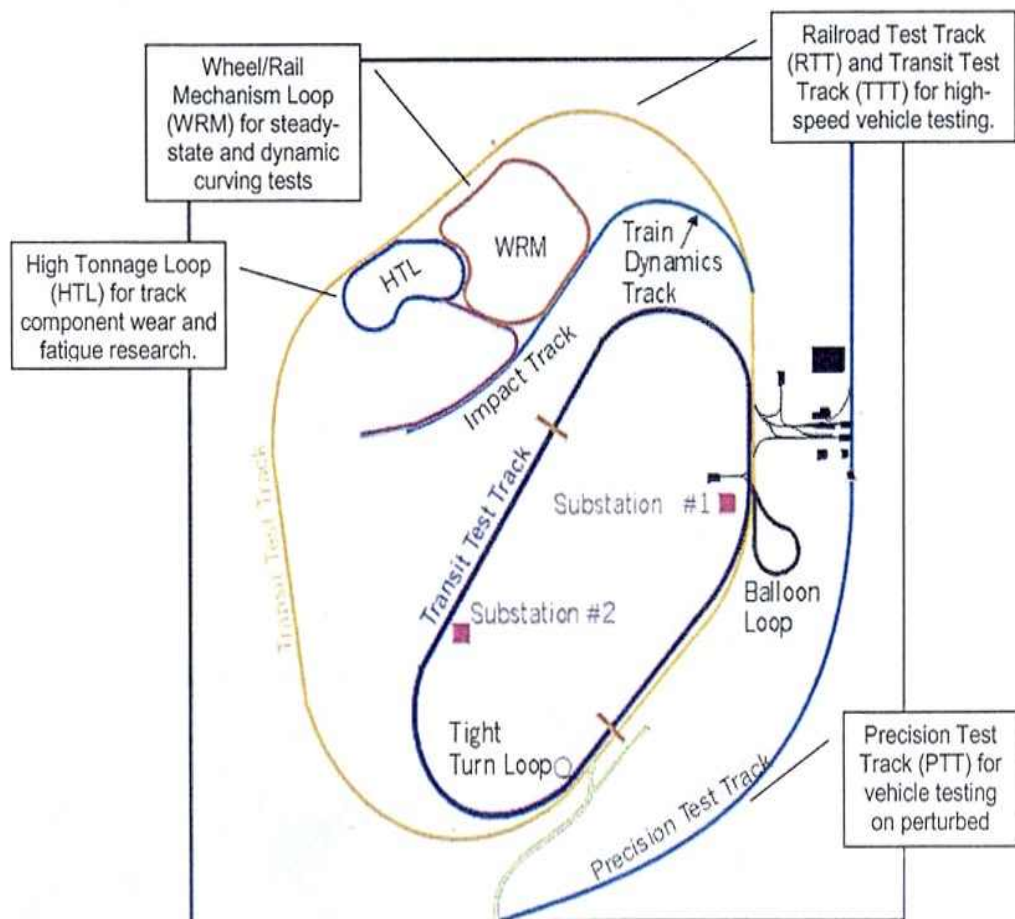
- 고중량 축하중 시험 (Heavy Axle Load Implementation)
  - 철도차량 사양개발, 설계, 안전 시험, LCC 산출, AAR 인증
  - 레일/차륜 접촉 문제, 레일/차륜 최적화
  - 승차감 및 제동성능 평가
  - 현가장치 성능시험 및 평가
  - 차량/궤도 상호작용 및 시스템 평가
  - 노상 및 도상 선정, 설계
  - 일반궤도 및 특수궤도, 체결구 평가, 용접 실험
  - 교량 시험 및 피로수명 평가
  - 유지보수 전략, 상태감시보수(CBM) 가이드라인
  - 궤도 무결성 모니터링 시스템, 레일결함 검지, 궤도강도 측정 및 평가
- 열차시스템 서비스 (Transit System Service)
  - 차량 성능 및 가속 시험, 내구성 시험
  - 철도차량 운행에 따른 내외부 소음 및 진동 평가
  - 승차감 평가
- 실차 시험 (Full Scale Testing)
  - 고속 및 저속 안전성, 탈선 감수성
  - 신차 성능 시험
  - 차량/궤도 상호작용 평가
- 모델링 서비스 (Modelling Service)



- 열차 운행 및 에너지 시뮬레이션
  - 열차에너지 형태와 레일에너지 간 비용분석 프로그램 개발
  - 궤도유지보수 및 재부설 비용 산출 시스템 개발
  - 강철교량의 잔존수명 예측
- 열차운행안전 서비스
    - 탈선 분석 및 예방
    - 위험물 컨테이너 시뮬레이션
    - 충돌감항성(crashworthiness) 평가
- 소재 분석 (Metallurgical Analyses)
    - 파괴거동 및 고장분석
    - 잔류응력 측정
    - 균열 감지
    - 피로수명 예측
- 계측과 데이터수집, 분석과 리포팅
    - 종합원격열차정보시스템 개발
    - 하중측정기가 장착된 휠셋
    - 레일 형상 측정시스템 개발
- 철도화물 파손방지 (Freight Damage Prevention)
    - 적재 및 보안시스템 시험 평가
    - 충격 및 진동시험
    - 영업서비스 시험
- 인증시험 서비스 (Certification Testing Service)
    - 차륜, 베어링, 제동장치 등 철도관련 구성품
- 기술표준 및 품질인증 (Technical Standards and Quality Assurance)
    - AAR과의 협약에 의한 기술표준 작성 관리
    - 철도관련 업계에 대한 품질인증 프로그램

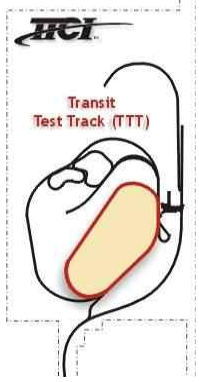
## 2. 주요시험선로

교통기술센터는 궤도, 차량, 신호 및 철도의 핵심 구성요소와 관련된 다양한 시험을 현장조건과 동일한 환경 하에서 수행할 수 있도록 총 연장 약 77km의 대규모 시험선로를 보유하고 있다. 또한 시험선로는 다음과 같이 각 기능별로 세분화되어 있으며 각 선로에서는 독립적인 시험이 수행되고 있다.

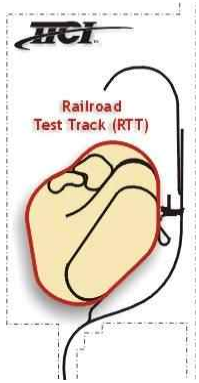


[그림 3-32 미국 TTCI의 Test Track]

가. TTT (Transit Test Track) : 경량전철용

	Loop 트랙 길이	14.56km (타원형)
	전원공급	DC 0V~1000V (3,500A) 제3궤도 방식 및 고가선
	시험 최고속도	130km/h
	시험항목	Spin/Slide, 추진 및 제동장치의 특성을 포함한 차량/궤도시험

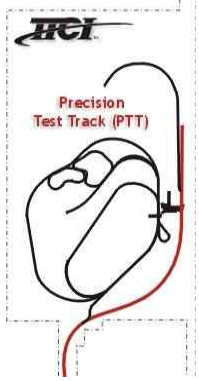
나. RTT (Railroad Test Track) : 일반철도용

	Loop 트랙 길이	21.70km (타원형)
	전원공급	AC 12.5, 25, 50 kV, 가선높이 4.75m, 7.31m
	시험 최고속도	267km/h
	시험항목	신호 및 통신에 대한 유도장애 주행안전성 시험 등

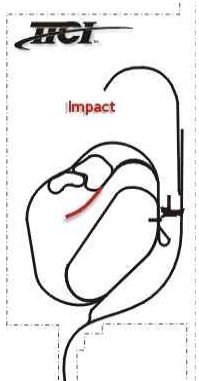
다. FAST (Facility for Accelerated Service Testing)

	Loop 트랙 길이	7.70km (타원형)
	허용축하중	33ton
	시험항목	레일, 체결구, 침목, 도상, 휠 등에 대한 각종 시험
	WRM	Wheel/Rail Mechanism Track 5.6km, 곡선에서의 차륜/레일 역학 시험
	HTL	High Tonnage Loop 4.3km, 허용축하중 39ton, 제한속도 64km/h, 신뢰도, 마모 및 피로관련 시험

라. PTT (Precision Test Track) : 불안정한 선로상태에서의 시험

	Loop 트랙 길이	9.90km
	시험항목	열차의 모든 동적거동 시험(pitch, bounce, twist, roll, yaw, sway) 안전, 승인 시험 등

마. ITT (Impact Test Track) : 충돌시험

	Loop 트랙 길이	1.20km
	시험항목	실차 충돌시험, 안전성능 분석 향상된 열차 모델 개발



[그림 3-33 미국 TTCI 시험선로(FAST)의 철도교량 및 슬래브궤도]



[그림 3-34 미국 TTCI의 충돌시험용 선로]

### 3. 궤도토목 관련 보유 시험장비

본 절에서는 교통기술센터가 보유하고 있는 다양한 시험장비 중 궤도토목과 연관된 시험 장비들에 대해 간략하게 소개하였다. 교통기술센터의 경우 대부분의 시험이 시험선로에 의해 수행되고 있으나, 차량분야의 경우 VTU, Simuloader 등 대규모의 시험장비가 포함된 약 5100m<sup>2</sup> 규모의 Rail Dynamics Laboratory 등, 몇 개의 실내 시험시설을 보유하고 있다. 그러나, 궤도토목과 관련된 시험은 대부분의 경우 시험선로와 같은 실외시험시설을 이용하여 수행되고 있음에 주목할 필요가 있다.

<표 3-4> 미국 교통기술센터 궤도토목관련 시험장비

구분	시험장비 명칭
궤도/구조물	Mini-Shaker Unit
	Rolling Load Test Machines
	Track Research Laboratory
	Track Loading Vehicle

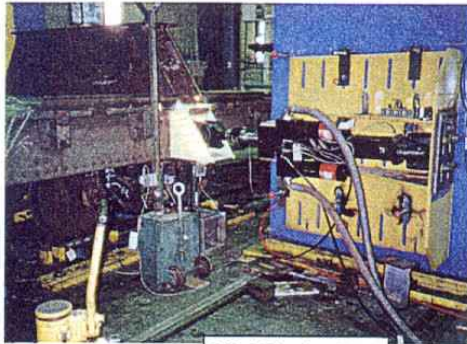
#### 가. Mini-Shaker Unit

소형 진동모사 장치(Mini-Shaker Unit)는 휠/레일 작용에 대한 열차 현가장치의 영향을 파악하는데 주로 이용된다. MSU는 수직, 횡방향, 롤링에 대한 동적하중을 적용할 수 있는 장비로서, 휠/레일 하중을 측정할 수 있는 특수한 장치가 장착되어 있다. 재하장치와 레일에서 측정되는 현가장치의 변형은 현가장치의 공학적 특성치를 결정하는데 이용된다. 이외에도 MSU는 철도 구성품의 강체 및 휨운동의 Modal Test를 수행하는데 다양하게 이용되고 있다.

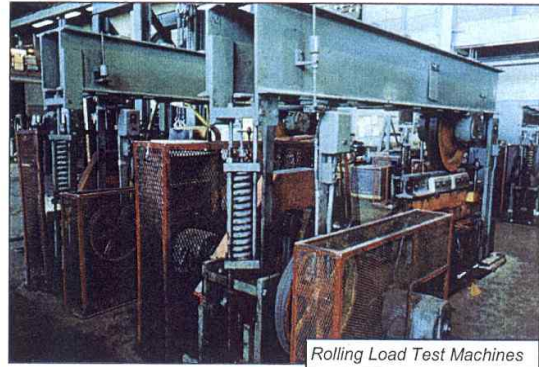
#### 나. Rolling Load Test Machines

TTCI는 레일에 작용하는 휠의 하중 시뮬레이션을 위해 다수의 Rolling Load Test Machine을 운영하고 있다. 컴퓨터를 통하여 휠 표면장력(surface traction)을 발생시키게 되며, 이 장비를 이용하여 소성변형을 일으키는 피로에 대한 연구가 수행되고 있다. 또한, 다양한 접촉 응력과 더불어 레일의 손상과정을 모사할 수 있으며, 이음매에 대한 연구 수행도 가능하다.





Mini-Shaker Unit



Rolling Load Test Machines

[그림 3-35 Mini Shaker Unit과 Rolling Load Test Machines]

#### 다. Track Research Laboratory

Track Research Laboratory에서는 실제 규모의 궤도에 대한 이동하중 실험이 주로 수행되고 있다. 차륜에 의한 하중 또는 유압하중 시스템에 의한 궤도의 변위, 응력 등에 대한 측정이 가능하다. 또한 경사레일을 이용하여 다양한 속도별 시뮬레이션을 수행하고 있으며, 축하중 작용에 의한 자갈도상 및 궤도구조의 응답에 대한 다양한 연구를 수행하고 있다.

#### 라. Component Testing Laboratory

TTCI는 부품시험 실험실에서 다양한 궤도 및 차량구성품에 대한 재료시험을 수행하고 있다. 광학 및 x-ray 등 다양한 장비를 이용하여 레일, 휠 등에 대한 재료시험과 관련 연구를 수행하고 있다.

#### 마. Track Loading Vehicle

궤도구조에 대한 다양한 연구를 수행하기 위하여 AAR과 TTCI는 최근에 이동 차량에 의해 발생하는 궤도구조의 응답특성을 실시간으로 측정할 수 있는 Track Loading Vehicle(TLV)를 개발하였다. 수직 및 횡방향 유압재하에 의하여 현가장치를 통해 레일에 하중을 가할 수 있으며, 휠/레일 상호작용의 분석을 위해 하중측정용 휠의 장착이 가능하도록 제작되어 있다. 현재 TLV는 다양한 휠/레일 접촉 문제에 대한 연구를 위하여 지속적으로 그 성능이 향상되고 있다.



[그림 3-36 미국 TTCI의 Track Research Laboratory]



[그림 3-37 Track Loading Vehicle]

#### 4. 차량분야 보유 시험장비

본 절에서는 교통기술센터가 보유하고 있는 다양한 시험장비 중 차량분야에 연관된 시험 장비들에 대해 간략하게 소개하였다. 교통기술센터의 경우 대부분의 시험이 시험선로에 의해 수행되고 있으나, 차량분야의 경우 VTU, Simuloder 등 대규모의 시험장비가 포함된 약 5100m<sup>2</sup> 규모의 Rail Dynamics Laboratory 등, 몇 개의 실내 시험시설을 보유하고 있다.

<표 3-5 미국 교통기술센터 차량분야관련 시험장비>

구분	시험장비 명칭
차량분야	SMU
	VTU (Vibration Test Unit)
	Rolling Load Test Mac
	Bolster and Side frame Testing
	Squeeze Frame Test

##### 가. SMU

Simuloder는 railcar본체, 고속차량 및 기타 무거운 구조물에 직접 동적 힘을 적용하기 위한 컴퓨터 제어, 전기-유압 구조 시험 장비이다. 실물크기의 railcars, 기관차, 버스, 트럭 섹션의 다축 피로 및 내구성 테스트에 사용된다. 임의의 파라미터 제어를 사용하여 직접 차량의 carbody을 통해 carbody 볼스터를 SMU에 직접 입력한다. SMU는 피스톤 용량이 750 kilopounds 및 12인치의 스트로크가 적용되는 액추에이터를 13개 사용하였다. 매우 짧은 시간 안에 년(year)단위의 열차 운영의 긴 기간 동안의 피로 수명을 시뮬레이션 할 수 있다.



[그림 3-38 SMU]

#### 나. VTU (Vibration Test Unit)

VTU는 컴퓨터 제어를 사용하여 실물 크기의 철도차량, 부품 및 차량 고유 진동수 그리고 적재 응답 정지 특성을 평가하기 위한 테스트 장치이다. VTU는 강성 롤, 피치, 바운스, 요, 그리고 railcars유연 모드, 기관차에 대한 적재뿐만 아니라 승차감 평가를 포함하는 모달 특성에 사용된다. 피스톤 용량이 50,000파운드와 6인치의 스트로크를 실행할수 있는 액츄에이터를 12개가 장착 되어 있다.VTU는 트랙 인터페이스 와 다양한 트랙 구조를 컴퓨터의 모델링을 통해 수직 및 측면으로 철도 차량의 바퀴를 흔드는 시뮬레이션을 할 수 있다. 컴퓨터 추적 프로필을 생성하거나, 실제 트랙의 프로필 녹음, 트럭 spacings 또는 축 예약 다양한을 받아 위치 할 수있는 액츄에이터를 운전하는 데 사용된다. VTU는 0.2-30 Hz의 주파수 범위에서 진동을 일으켜 테스트 할 수 있다.VTU는 또한 버스와 오프로드 건설 장비 등의 nonrail 차량을 테스트하는 데 사용할 수 있다. 시험 장치는 최대 66 인치 휠 게이지 90 미터 길이에 160 톤과에 4 차축 철도 차량을 수용 할 수 있도록 수정할 수 있다. 단위가 다른 트럭 구성을 수용 할 수 있도록 수정할 수 있다.



[그림 3-39 VTU]

#### 다. Rolling Load Test Machine

Rolling Load Test Machine 는 레일에서 휠의 rolling 하중을 시뮬레이터 한다. 컴퓨터 제어를 통해 장치가 휠 표면 장력을 생산 할 수 있다. 테스트는 다양한 접촉 응력과 시간이 지남에 따라 레일 결함이 발생하는 방법에 대한 더 나은 이해로 이어질 수 있다. 장비는 또한 joint와 분리 된 조인트의 성능을 평가하는 중요한 역할을 하고 있다.

#### 라. Bolster and Side frame Testing

660 machine 은 컴퓨터로 제어되는 두 개의 33만 파운드의 서보-유압 액추에이터와 구성되어 있다. 주로 AAR 표준 M-202과 M-203에 따라 보강, 측면 프레임에 피로 인증 테스트를 수행하는 데 사용된다. 액추에이터는 측면에서 프레임 트라이 - 축 테스트에 대한 입력을 로드 하도록 구성 할 수 있다.

#### 마. Squeeze Frame

squeeze test 시험기는 철도차량이 표식을 통해 표준 레일 커플러 높이에서 압축 힘을 적용하기 위해 설계되었다. 화물 자동차, M-1001, 제 11 장, 뉴화물 자동차에 대한 서비스 Worthiness 테스트 및 분석을위한 AAR 표준 사양에 따라 압축 최종 부하 테스트 준수를 표시하는 데 사용된다. 충돌 에너지 관리 (CEM) 시스템을 갖춘 승용차의 압축 하중 테스트를 할 수 있다.



[그림 3-40 Squeeze Frame]



## 3.24 스페인 및 포르투갈 : 스페인 APPLUS, 포르투갈 Porto 대학

### 1. 스페인 APPLUS (국립시험인증센터)

#### 가. 개요

스페인의 APPLUS(국립시험인증센터)는 1907년 최초로 설립되었으며, 1984년 지금의 형태로 15개 공학분야의 시험시설이 총합되었다. 정부투자기관으로 지속적으로 운영되어 오다가 최근 민영화 되었다. EU연합의 공인인증시험기관으로서 건설, 기계, 화학, 내화 등 15개 공학분야에 대한 기술인증, 시험, R&D 업무를 진행하고 있다. [그림 3-41]에 보듯이 전체 면적 약 50,000m<sup>2</sup> 으로 구성되어 있다.



[그림 3-41 APPLUS의 전경]

건설 구조 분야 실험동의 경우에도 최근 지속적인 Spain의 고속철도 건설(내부선, 프랑스 TGV와의 연결선, 포르투갈과의 신선계획 등)에 힘입어 철도 구조 관련 다양한 실험을 진행 중에 있다.



## 나. 시험장비 현황

APPLUS Test & Research Laboratory는 철도구조 관련 주요 장비로 다음과 같은 시스템을 갖추고 있다. 대규모 1500ton UTM을 비롯해 형상변형 가력시스템 등 대부분 MTS사의 장비로 구성되어있다. EU 공인시험기관으로서 연간 활용률은 100%를 달성하고 있다. 1907년 설립의 매우 오랜 역사를 갖고 있으며, 다양한 공학분야에 대한 실험 및 연구, 시험인증을 수행하고 있다.

### (1) 1500tonf 만능시험기 (15MN Universal Testing Machine)

- ① 제작단가 : 약 70억 (7백만불)
- ② 제원 : 길이 15m, 높이 20m
- ③ 성능사양 : +- 15MN, 시험체 높이 8m, 길이 12m 가능
- ④ 시험가능항목 : 인장, 압축, 휨에 대한 동적실험 가능
- ⑤ 부대설비 사양 : 길이 15m Base Plate, 깊이 6m의 foundation



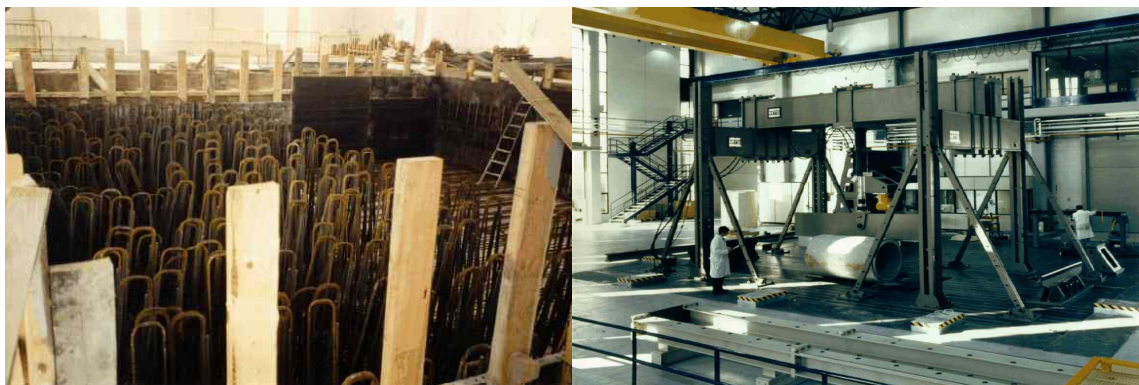
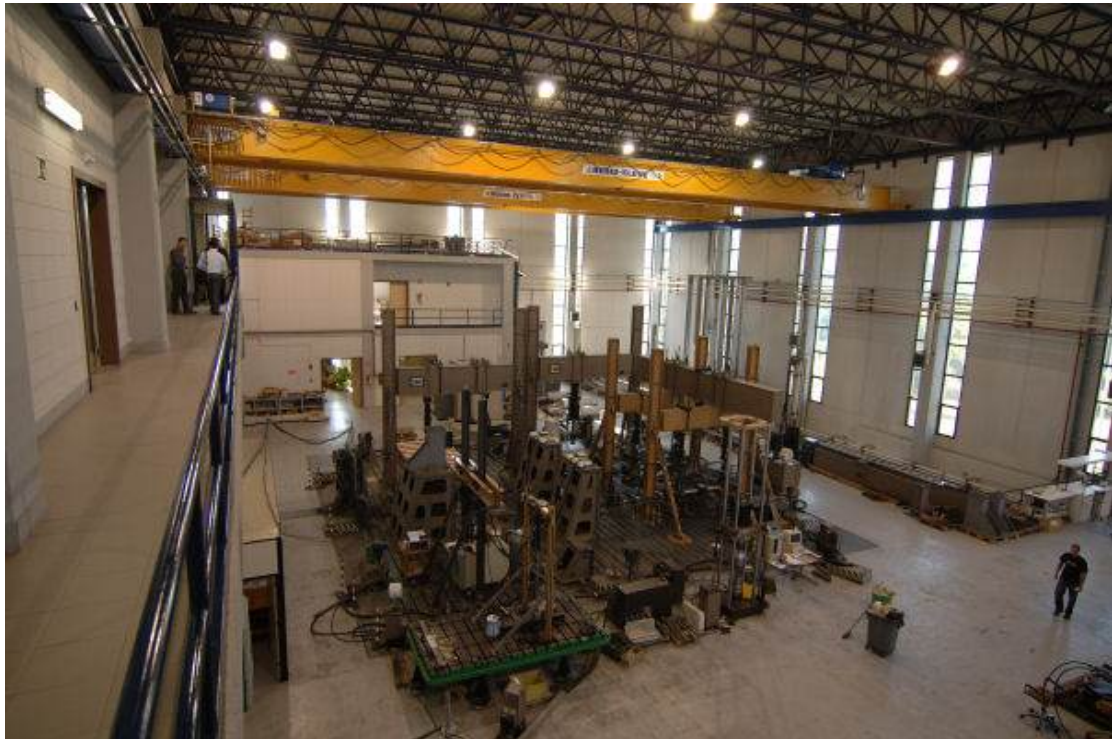
[그림 3-42 APPLUS의 15MN 만능시험기]

### (2) 형상변형 다기능 가력시스템 (Portal Frame & Multi Actuating System)

- ① 제작단가 : 전체시스템 약 60억원
- ② 제원 : 12\*12m 반력상, 변형가능 Portal Frame 및 반력벽, 액츄에이터 20기
- ③ 성능사양 : 100톤 재하 이하의 다양한 구조실험, 형상변화 가능

④ 시험가능항목 : 구조물에 맞게 구성하는 Portal Frame을 이용한 정/동적 각종 구조실험

⑤ 부대설비 사양 : 변형가능 Portal Frame 및 이동가능 반력벽



[그림 3-43 APPLUS의 형상변형 다기능 가력시스템]

(3) 기타 장비

그 외 APPLUS의 철도 및 일반 구조용 시험장비는 다음과 같다.

<ul style="list-style-type: none"> <li>80ton 정적 UTM (휨, 인장, 압축)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>감진장치용 동특성 시험기 (1000Hz, 1ton)</li> </ul> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>고온시험용 UTM (1500oC, 50ton)</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>비틀시험기 (torques 1ton)</li> </ul> 
<ul style="list-style-type: none"> <li>50ton 피로시험기</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>100ton 인장시험기 (12m span)</li> </ul> 



## 2. 포르투갈 Porto 대학 구조실험동

### 가. 개요

포르투갈은 현재 고속철도가 운영되고 있지 않으나 고속 Tilting 열차 등이 운행되고 있으며, 스페인 마드리드와 연결하는 2개 노선에 대해 곧 공사를 시작할 예정이다.

EU연합 가입 후 유럽의 발달된 철도망과 연결을 위해 철도분야에 많은 투자 및 연구를 하고 있으며, 포르투갈 제 2도시인 Porto에 위치한 Porto 대학은 매년 정기적으로 고속철도 교량에 관한 국제세미나를 개최할 정도로 철도분야에 높은 관심을 갖고 있으며 관련 실험 및 이론적 연구 또한 활발하게 진행되고 있다.



[그림 3-44 Porto 대학 구조실험동의 전경]

본 출장기간에도 ‘Dynamics of High-Speed Railway Bridges’란 주제 하에 유럽의 고속철도 교량 관련 최고 전문가들이 세션을 갖는 세미나가 진행되었다. 세션에 참여한 전문가는 체코의 Ladislav Fryba 교수, 프랑스 SNCF의 교량/터널 부서장인 Philippe Ramondenc, 스페인 ETSI 대학의 Jose M. Goicolea 교수, 벨기에 Ghent 대학의 Philippe Van Bogaert 교수, 프랑스 Systra의 교량설계

책임자인 Serge Montens, Porto 대학의 Raimundo Delgado, Rui Calçada 교수, 독일 DB의 Manfred Zacher, 프랑스 MIO 컨설턴트사의 Wassodev Hoorpah 박사, 영국 Mott MacDonald사의 Paul Norris 박사 등이었다.

이러한 최고 전문가들로부터 유럽의 철도구조 관련 실험 진행 및 시험센터에 대한 정보를 확인할 수 있다. 또한, 본 사업에서 추진하는 철도구조분야의 열차하중 모사 동적시험시스템에 대한 전문가들의 의견을 청취할 수 있으며, 세계적으로도 이러한 열차하중 모사 전용의 가력시스템을 갖춘 구조실험동은 전무한바 매우 효과적이고 혁신적인 이용이 가능할 것이라는 종합적인 의견이 있다.

한편, Porto 대학의 구조실험동은 1990년 지금의 형태를 완성하였으며, 41.3m<sup>2</sup>의 규모로서 각종 국책과제 및 민간수탁 연구에 대한 철도교량 구조 및 재료실험을 수행하고 있다.

## 나. 시험장비 현황

### (1) Porto 대학 구조실험동 (LEMC Test Lab)

Port 대학의 구조실험동은 틸팅열차 운행 철도 및 고속철도 교량 관련 연구에 매우 활성화 되어있는 대학 특성 상 철도교량 관련 다양한 실험연구를 수행하고 있다. 대학 실험시설의 특성 상 소규모의 구조실험 연구를 주로 수행하고 있다. 연간활용실적은 관계자인 Rui Calçada 교수에 의하면 100% 활용되고 있으며, 포르투갈 정부의 국책과제 및 민간 건설업계의 연구 수요에 맞추어져 있다고 한다. 시험장비의 경우 MTS의 actuator 시스템을 위주로 구성되어있다.

- ① 제작단가 : 약 20억원
- ② 제원 : 반력상 길이 30m \* 폭 20m
- ③ 성능사양 : 100ton이하 정/동적 가력기 및 반력프레임, 피로시험기
- ④ 시험가능항목 : 인장, 압축, 휨에 대한 정/동적 구조실험
- ⑤ 부대설비 사양 : 반력상 및 관련 유압장비



[그림 3-45 Porto 대학의 구조실험동]



## 3.2.5 유럽 : 독일 뮌헨공대, 네덜란드 Delft공대

### 1. 독일 뮌헨공대

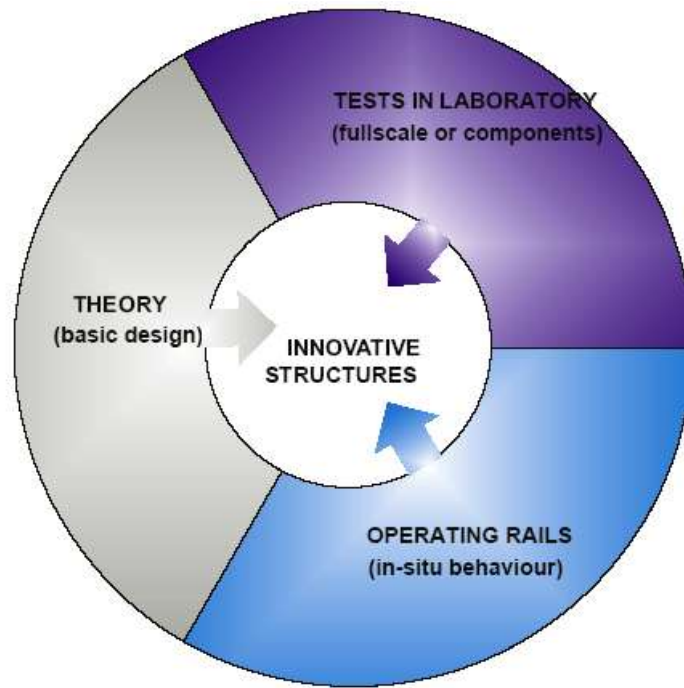
#### 가. 개 요

뮌헨공대(Munich University of Technology)의 Chair and Institute of Road, Railway and Airfield Construction에서는 철도공학 분야의 연구를 40년 이상 수행해 오고 있다. G. Leykauf 교수를 필두로 하여 최적화된 무도상궤도를 구축하기 위한 혁신 기술개발을 목표로 궤도 부속품들의 변형 및 장기 거동, 장대 레일, 무도상궤도 등에 관한 이론적/실험적 연구가 주로 이루어지고 있다. 또한 이 기관은 궤도 부속품들에 대한 인증 시험으로 세계적인 권위를 자랑하고 있다.

#### 나. 주요 연구활동

현재 뮌헨공대의 Chair and Institute of Road, Railway and Airfield Construction에서 주력하는 주요 연구과제들은 다음과 같으며, <그림 3-3-43>에 나타난 바와 같이 이론, 실내시험, 실제현장계측 등을 융합하여 혁신적인 구조물을 창출하는데 그 목적을 두고 있다.

- Experimental and theoretical studies of deformation behaviour and long term behaviour of the superstructure of roads, railways and airfields
- Construction and structural design
- Innovative structures
- Fatigue behaviour of pavement structure components
- Reduction of structure borne noise emissions at railways
- Basic research of the behaviour of track components and materials of the superstructure.



[그림 3-46 원헨공대 철도분야의 중점 연구방향]

#### 다. 궤도토목 관련 보유 시험장비

현재 원헨공대의 Chair and Institute of Road, Railway and Airfield Construction 연구소에서는 궤도토목분야와 관련하여 다음과 같은 주요 궤도 구성품에 대한 정적/동적 시험 및 장기적인 관점에서의 성능평가가 주로 이루어지고 있다.

- Rails
- Resilient rail pads, baseplate pads
- Fasteners, claps, screws
- Sleepers
- Sub-ballast mats

특히 철도궤도의 핵심구성품인 레일체결장치의 거동특성 분석 및 성능평가를 위해서는 다음과 같은 다양한 항목에 대해 시험이 수행되고 있다.

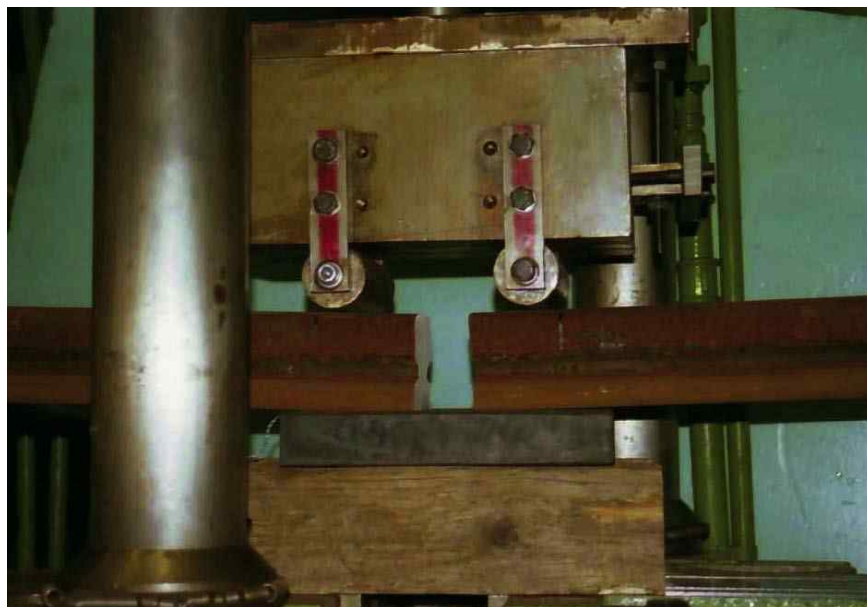
- Longitudinal rail restraint and torsional resistance

- Clamping force
- Effect of repeated loading
- Electrical conductivity
- Attenuation of impact loads

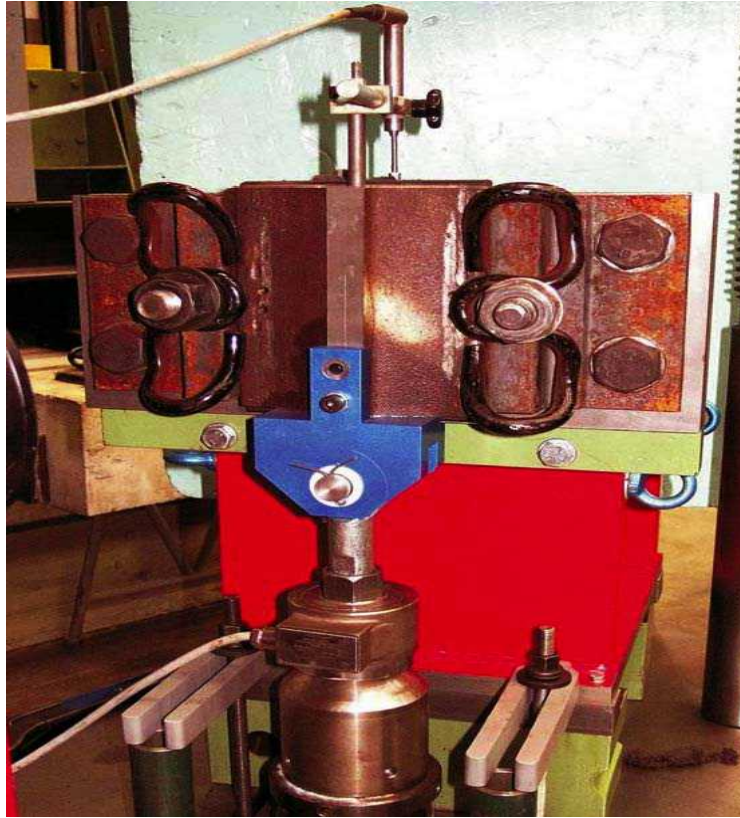
여기서는 전술했던 각 시험과 관련하여 본 연구소에서 보유하고 있는 다양한 시험장비에 대하여 간략하게 소개하였다. 대부분의 시험장비는 독일 자국의 부품을 사용하여 기관 내의 기술자들에 의해 자체 제작되었다. 특히, 20~30년 경과된 유압 재하장치도 최신 계측 장치 및 하중전달장치를 추가 설치함으로써 현재까지 원활하게 사용되고 있을 정도로 오랜 경력의 시험기기 담당 기술자들에 의해 각 시험장비에 대한 최적의 유지, 관리가 이루어지고 있음에 주목할 필요가 있다.

#### (1) 각종 재하시험기

일반적인 유압장치를 이용, 레일의 피로성능, 체결구의 종방향 강도, 도상의 장기거동, 침목강도 평가 등 각각의 시험목적에 적합한 특수 하중전달장치를 고안, 제작하여 사용하고 있다.



[그림 3-47 레일용 피로시험기]



[그림 3-48 체결구 종방향 강도 시험기]



[그림 3-49 도상 장기거동 시험기]



[그림 3-50 침목 재하시험기]

(나) 시험온도 조절이 가능한 동적재하 시험기  
기온에 따른 탄성재료의 동적 특성 변화를 구하기 위한 시험기로  $-30^{\circ}\text{C}$ ~ $+50^{\circ}\text{C}$ 의 온도 조절이 가능한 온도조절실 내에서  $0\sim 40\text{Hz}$ 의 주파수로 100kN까지의 동적 재하시험이 가능하다.

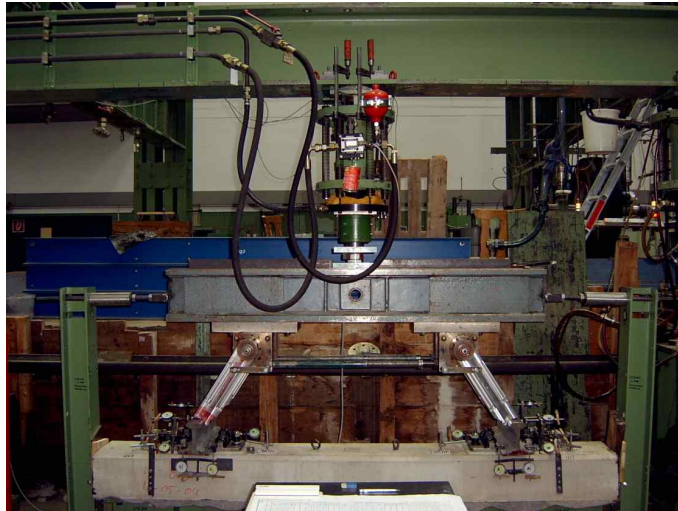


[그림 3-51 온도조절이 가능한 동적재하 시험기]



(다) 2축 반복재하시험기

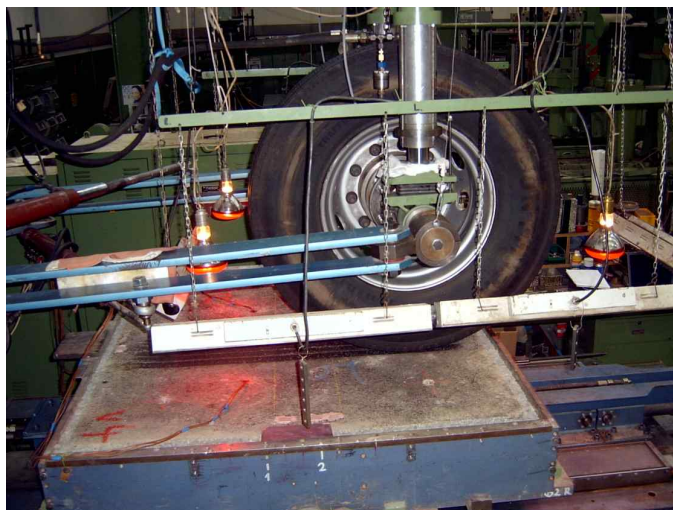
하중전달장치의 각도 조절을 통해 수평, 수직방향 힘의 비율의 변경이 가능한 2축 반복재하장치로 정확한 힘의 배분을 위해서 재하장치의 대칭을 정확하게 유지하는 것이 중요하다.



[그림 3-52 2축 반복재하시험기]

(라) 슬래브 이동식 윤하중 시험기

유압장치를 통해 고정된 바퀴에 하중을 재하하고 하부의 슬래브를 반복 이동 시킴으로써, 실내시험을 통해 반복 윤하중에 따른 슬래브의 거동을 파악하기 위해 고안된 시험장치로, 기상조건의 모사를 위해 히터와 일광조절기가 부착되어 있다.



[그림 3-53 슬래브 이동식 윤하중 시험기]



(마) 실험대형 궤도 재하시험기

실물크기의 재하가 가능하며 궤도 및 노반의 거동특성을 실내에서 보다 정밀하게 규명하기 위해 제작된 시험 장비이다.



[그림 3-54 실험대형 궤도 재하시험기]

## 2. 네덜란드 Delft공대

### 가. 개 요

델프트공대(Delft University of Technology) Road and Railway Research Laboratory에서는 C. Esvelde 교수를 필두로 철도관련 공공기관, 산업체 등과 연계하여 활발한 연구를 수행하고 있다. 최근에는 총생애주기 관점의 철도 시설물 유지, 관리의 최적화에 초점을 둔 상태에서 슬래브궤도와 embedded rail에 대한 연구가 주로 이루어지고 있다.

### 나. 주요 연구활동

델프트공대의 경우, 고객과 기술자 상호간의 시너지 효과 창출을 위해서 기초 원리와 실제문제를 합리적으로 결합시키는데 연구활동의 초점이 맞춰져 있다. 아스팔트, 슬래브궤도나 새로운 궤도설계에 대한 연구가 많이 이루어져왔으며, 최근에는 컴퓨터 시뮬레이션과 수치해석에 대한 관심이 증대되면서 궤도역학이나 의사결정 관리에 관련된 다양한 프로그램이 개발되고 있다. 특히 각종 궤도 구성품과 실물크기 구조물에 대한 많은 종류의 시험들이 30년 이상 수행되어 왔으며 주요 시험대상은 다음과 같다.

- 도상궤도와 레일패드의 동적특성 평가
- Pandrol(UK), HSL & DSM (NL) 등 체결구 성능평가
- 3차원 도상 강도 및 강성 추정
- Embedded rail 설계
- 선로의 광학 계측
- 소음 및 수면 미끄러짐 현상 평가
- 충격 해머 시험

또한 현재 도로공학 분야에서는 포장재료의 모델링과 분류 및 구조해석에 역점을 두고 있으며 최근 진행되고 있는 연구주제는 아래와 같다.

- 직교이방성 강교의 포장
- 아스팔트 콘크리트의 응답특성 분석
- 입상재료의 삼축압축 시험

다. 궤도 토목 관련 보유 시험장비

델프트공대는 다양한 종류의 철도 궤도시스템과 도로 구조물 및 재료에 대한 시험을 수행할 수 있는 장비를 갖추고 있다. 정적 및 동적 하중을 원하는 각도와 위상으로 재하하기 위한 다양한 종류의 유압 액츄에이터를 보유하고 있으며 특정 환경에서의 안정성, 내구성, 피로특성에 관련된 시험이 가능하다. 각 시험들은 국제표준(CEN, DIN, AREMA)에 따라 수행되지만, 필요에 따라서는 특수한 시험이 수행되기도 한다. 주요 실내시험으로서 다양한 환경에서의 아스팔트 혼합물과 입상 재료에 대한 삼축, 전단, 다짐 시험과 4점 휨재하시험이 수행되고 있다. 특히, Concrete와 Geotechnical Laboratory의 경우 철도 궤도토목과 관련된 장비를 보유하고 있는데 여기서는 궤도토목과 직접적으로 관련되는 장비에 대해서 간략하게 소개하고자 한다.

#### (1) LINTRACK

도로나 궤도에 대한 실물크기의 시험을 위한 설비로서 델프트공대와 네덜란드 교통국의 Road and Hydraulic Engineering Division (DDW)의 공동소유로 되어 있고, 도로포장이나 슬래브궤도에 작용하는 대형 교통하중을 모사함으로써 rutting이나 균열의 진행상태에 대한 측정이 가능하다. 다양한 시험 조건의 제어가 가능하여, 새로운 기술, 재료, 시공법에 관련된 시험을 수행할 수 있다. 특히

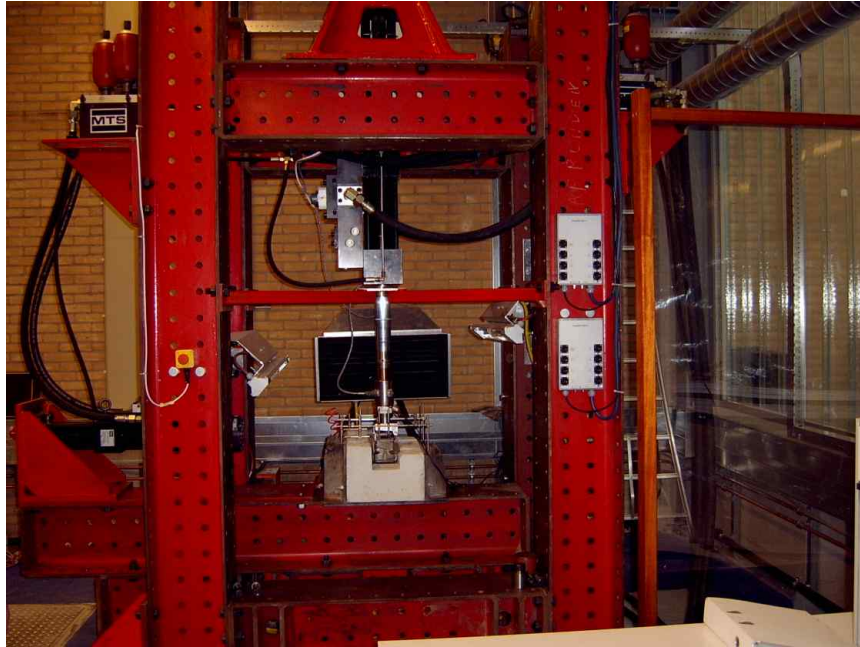
LINTRACK은 그 특성상 도로공학이나 철도공학 관련 연구를 수행하는 데 있어서 그 확보가 절실하게 요구되는 최신의 시험장비라고 말할 수 있다.



[그림 3-55 실물크기의 교통하중 재하 시험 (LINTRACK)]

## (2) 각종 재하장치

레일의 피로성능, 체결구의 종방향 강도, 도상의 장기거동, 침목 강도 평가 등 다양한 시험목적에 적합한 정적, 동적 재하장치를 다수 보유하고 있다. 또한 환경에 따른 재료 특성의 변화를 구하기 위하여 온도, 습도, 일사량 등의 조절이 가능한 환경 조절실을 갖춘 재하장치도 구비하고 있다.



[그림 3-56 Embedded Rail 시험을 위한 재하장치]



[그림 3-57 시험환경의 조절이 가능한 재하장치]





[그림 3-58 도상재료 시험을 위한 재하장치]

### (3) 중형진동 삼축압축시험기

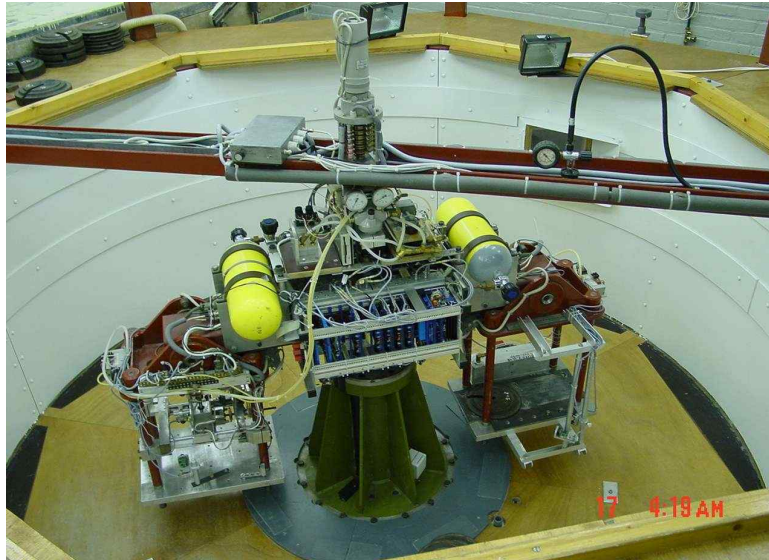
도상재료의 정적, 동적특성의 분석을 위해 20~65mm 크기의 굵은 골재에 대한 압축시험이 가능한 중형진동 삼축압축시험기를 보유하고 있다.



[그림 3-59 중형 진동삼축압축시험기]

#### (4) 원심모형시험기

Geotechnical laboratory에서 보유하고 있는 장비로서 모형의 회전에 의해 발생하는 원심가속도를 이용, 모형지반에서 실물크기의 응력상태를 구현할 수 있으며 지반 및 구조물의 거동 특성을 파악하는데 이용된다.



[그림 3-60 지반 모형시험을 위한 원심모형시험기]

#### (5) 터널 복공모형시험기

Concrete laboratory에서 보유한 장비로서 다양한 조건 하의 시험 수행을 통해 도출된 시험결과와 골조해석에 의한 결과 및 파라미터 해석결과 등을 토대로 터널 복공의 역학적인 거동특성 파악이 가능하다.



[그림 3-61 터널 복공모형시험기]



## 3.2.6 러시아 : RRRI

### 1. 러시아 철도연구원 개요

RRRI는 러시아의 대표적 운송수단인 철도 관련 연구, 개발, 인증에 관한 제반 업무를 주관하는 국영 연구기관이며 1918년에 설립되어 현재에 이르기까지 장구한 역사와 축적된 연구역량 및 기술력을 자랑하고 있다. 모스크바에 위치하고 있는 본원 외에도 5개의 분원(Shcherbinka, Yekaterinburg, Irkutsk, Belorechenskaya, Maykop)을 운영하고 있다. 특히 신궤도 구조물, 전기시스템, 철도차량에 관련된 연구시험시설의 자체개발, 철도운영시스템의 개선 등에 역량을 모으고 있다.



[그림 3-62 러시아 철도연구원 본원 및 분원]

#### 가. 규모

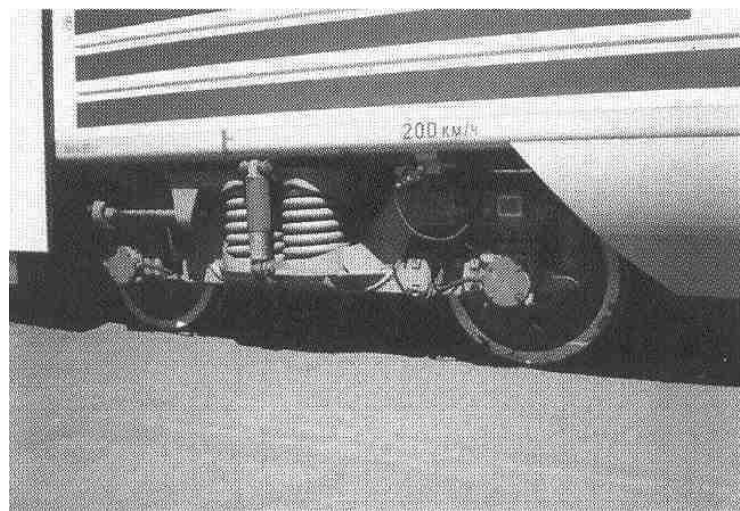
1900명의 직원(380명의 전문연구인력)이 본원과 분원의 18개 연구 부서에 근무하고 있으며 일반시험선, 고속주행시험선, 설계국, 정보해석센터, 장비공작소 등이 본원 또는 분원에 분산되어 있다.

#### 나. 주요 연구활동

RRRI는 러시아 연방 철도국, 26개국의 철도산업체와 협력체제를 이루어 관련 용역 및 연구과제를 수행하고 있으며 국제철도연합회(International Union of Railway)와 국제 중화물연합회(International Heavy Haul Association) 등에서

활발히 활동하고 있다. 현재 러시아철도연구원이 주력하고 있는 연구분야는 다음과 같다.

- Creating domestic freight and passenger rolling stock:
  - locomotives with improved track characteristics
  - electric and diesel multiply units
  - high-capacity freight wagons
  - comfortable passenger coaches with design speed up to 200km/h

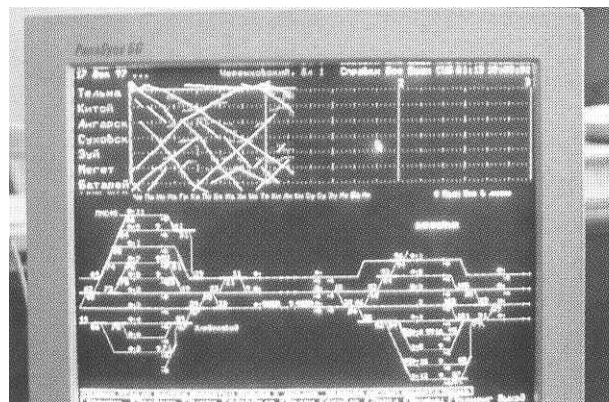


[그림 3-63 High-Speed Bogie]



[그림 3-64 Traction Electric Power Supply Control System]

- Developing
  - track structures, repair procedures and technical facilities, track maintenance mechanic tools
  - production procedures and technical facilities for strengthening and reconditioning rolling stock parts
  - electric traction power supply equipment and related control system
  
- Evolving
  - comprehensive express system for passenger transportation control and automatic seat reservation



[그림 3-65 Automated System for Real Timetable Record and Analysis]

- Searching
  - new technical and technological opportunities to improve safety conditions

(a) Wagon Retarder



(b) Railway Crossing Protection Facilities



[그림 3-66 Safety Test]

## 2. 시험선

RRRI는 이론/해석 및 실험실에서의 부분실험단계를 거쳐 실제 규모 및 현장조건 하에서의 실험을 수행할 수 있는 순환시험선(Shcherbinka 분원)과 고속주행 시험선(Maykop 분원)을 보유하고 있다.

### 가. 순환시험선

순환시험선은 일정한 레벨의 주순환선과 다양한 레벨, 실험실이 설치된 두 개의 부 순환선으로 구성되어 있다. 실시간 데이터 처리시스템이 채택되어 있으며

다음과 같은 다양한 항목의 시험결과들이 축적되어 있다

- total package of traction, thermo-technical and energy tests of rolling stock
- accelerated reliability and durability tests of major subassemblies and assemblies of railway equipment and facilities
- strength test of permanent way main structural components under laboratory and field conditions
- special tests of railway signaling and communications equipment



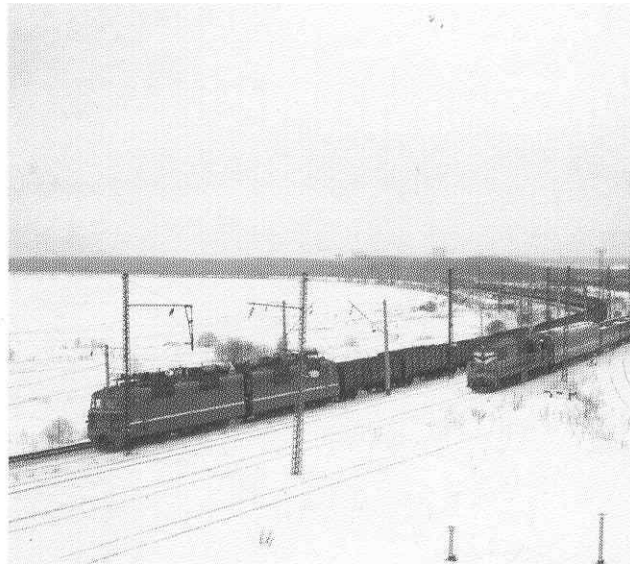
[그림 3-67 Testing Loop]

## 나. 고속주행시험선

고속주행시험선은 전철화된 노선으로서 다양한 시험조건을 시행할 수 있는 섹션과 관측소 등으로 구성되어 있고, 최대 250km/h(tangent section) 주행조건 하에서의 시험수행이 가능하며 다음과 같은 다양한 항목의 시험결과들이 축적되어 있다.



- comprehensive dynamic(running) test
- test for evaluating new rolling stock mechanical action upon railway track
- test of new switch designs
- interaction tests between contact wire suspension and current collectors



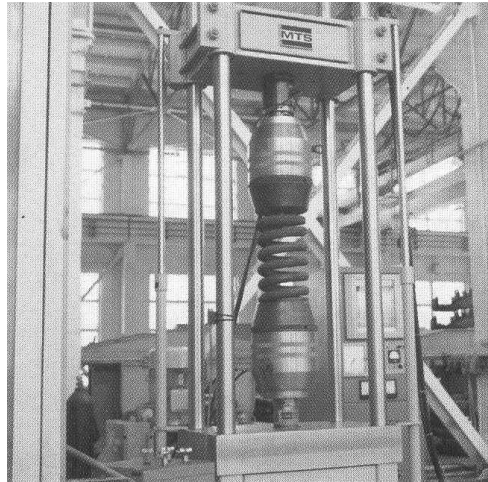
[그림 3-68 High Speed Testing Line]

### 3. 궤도토목 관련 보유 시험장비

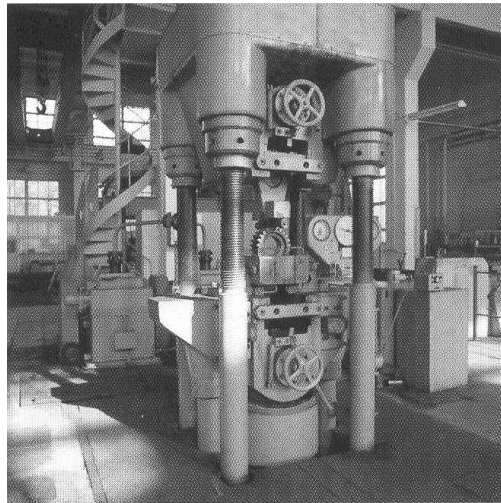
RRRI의 궤도토목과 관련된 실험실의 장비는 궤도의 구성품에 대한 정적·동적 시험을 위주로 이루어져 있으며 노반에 관련된 시험은 시험선로를 이용하여 수행되고 있다.

#### 가. 정·동적 재하시험기

궤도구성품인 레일, 슬리퍼, 체결구, 침목 등에 대하여 유압장치를 이용하여 정적 또는 동적하중시험을 실시하고 있다.



(a) Dynamic and Fatigue Test Machine



(b) Universal Testing Machine

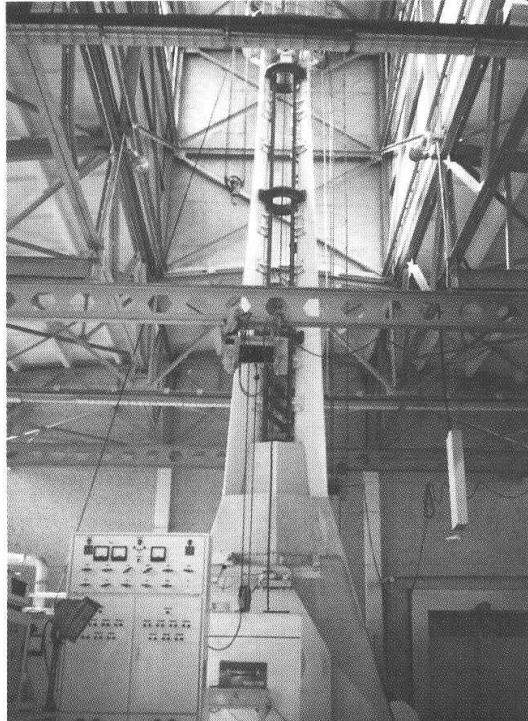


(c) Testing Railway Facilities

[그림 3-69 Static and Dynamic Testing Machines]

## 나. 낙중시험기

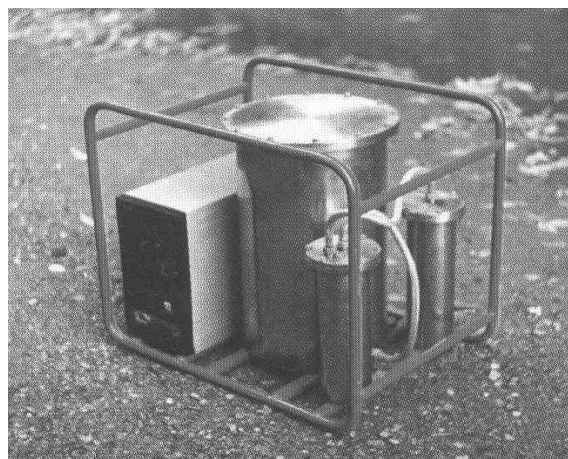
철도운행시 안전확보차원에서 재료의 강도를 확인하여 철도용품의 성능향상 및 새로운 재료, 구성품의 개발에 사용된다. 낙하높이 범위는 4~10m 이다.



[그림 3-70 낙중시험기]

## 다. 철도환경시험시설

환경보호에 대한 문제점이 부각되면서 철도전반에 관련된 환경 및 환경친화적 재료에 대한 실험을 행하고 있으나 장비시설 내지 구축은 시작단계에 있는 것으로 보여진다.



[그림 3-71 Delta Installation]

## 라. Experimental Loop Laboratory

궤도토목에 관련된 레일, 슬리퍼, ballast, fastener, 노반 등의 실험은 순환시험선로 또는 고속주행시험선과 같은 실외에서 다수 수행되고 있다.



(a) 궤도토목시험을 위한 부 순환선



(b) Laying Track Panels with RC Sleepers



(c) Fastener Test

[그림 3-72 Experimental Loop Laboratory]



## 3.2.7 체코 : V.U.Z

### 1. 체코 철도기술연구원(V.U.Z) 개요

철도 시스템 및 운송에 대한 평가, 시험·인증 및 컨설팅 분야의 전문적인 서비스 및 솔루션을 제공하는 역할을 담당하는 철도전문 기관이다.

#### 가. 주요 서비스 항목

- ① 적합성 평가
- ② 공인시험
- ③ 제품인증
- ④ 품질시스템 인증

#### 나. 기관 이력

- ① 1950년 체코슬로바키아 철도기술연구원 설립
- ② 1956년 기관명칭 변경 : 교통연구원(교통부 산하 기관)
- ③ 1971년 기관명칭 변경 : 교통연구원 → 철도연구원
- ④ 1989년 국가기관인 Czechoslovak Railways에 편입
- ⑤ 1993년 국가기관인 Czech Railways 설립 후 Czechoslovak Railways의 분원 기능 수행
- ⑥ 1995년 공인시험기관 지정
- ⑦ 2004년 공인인증기관 지정
- ⑧ 2005년 Czech Railways의 자회사인 철도기술연구원(V.U.Z) 설립
- ⑨ 2006년 유럽 철도시스템 상호운용의 적합성 평가 수행 기관으로 지정 (Authorized and Notified Body)
- ⑩ 2007년 품질경영시스템 인증심사기관 지정

### 2. V.U.Z 역할

#### 가. Authorized and Notified Body

- ① 정부 규정, 제품의 기술적 요구사항, 범유럽 철도시스템의 기술적 상호운용에 근거한 적합성 평가 수행
- ② 인증업무 범위
  - 인프라, 에너지, 철도차량 및 제어-신호 시스템

## 나. 공인시험기관

### ① 공인시험 항목

- 주행시험 : 주행 안전성, 주행 거동, 궤도 피로 시험
- 추진 및 제동시험
- 소음 및 진동시험
- 전력 및 철도차량의 전기장치 효율 측정, 팬터그래프 시험 등
- 철도차량 EMI 시험
- 차량, 구성품들의 동적 및 피로시험

### ② 철도차량 시험

- EBA(Eisenbahn-Bundesamt, Germany)의 공식적인 철도차량 시험  
(No.EBA-44/12/04)
- RFI-CESIFER(Italy)의 공식적인 철도차량 시험  
(No.RFI/DTC/CSI 07 229/06)

## 다. 제품인증 기관

### ① 인증업무 항목

- 인프라, 에너지, 철도차량의 제어 및 신호분야의 하위 시스템
- 철도차량 및 구성품
- 신호 및 통신 장치
- 침묵 및 도상자갈

## 라. 품질시스템 인증기관

- ① 철도차량 및 차량 구성품, 궤도 및 궤도 구성품을 생산하는 제작사에 대한 품질시스템 인증업무 수행

## 3. Test Center V.U.S Velim

### 가. 개요

- ① 시험센터 내 2개의 시험선로를 보유하고 있다.
  - Large test ring : 1963년 완공
  - Small test ring : 1971년 완공
- ② 시험선로에서 모든 형식의 차량에 대한 주행 관련 시험 수행이 가능하다.
- ③ 시험센터 내 Dynamic test lab.을 운영하고 있다.(1991년 완공)

## 나. 수행 가능 시험 항목

### ① 주행 관련 시험

- TSI 요구조건에 따른 소음시험
- 유럽 내 상호운용을 위한 신호 및 통신 관련 시험
- 전력 공급 장애 및 변화(AC 및 DC 구현 가능함)에 대비한 시뮬레이션 시험
- 전자파 측정 시험
- R = 150 m 구간에서 차륜-레일 간 수직 및 수평력 측정 시험
- R = 150 m 구간에서 탈선에 대한 안전도 측정

### ② 동적 시험

- 실하중 하에서의 강도 시험 및 응력 분석
- 댐핑 및 스프링 관련 부품에 대한 특성시험
- 엔진 및 장치에 대한 기능시험(과하중에 대한 기능 입증 포함)
- 구성품 및 시스템에 대한 동특성시험, 진동시험

## 4. 리모델링

### 가. 개요

- EU로부터 주로 재정지원을 받아, 총 600만 유로를 들여, 약 3년에 걸쳐 시험선로 및 시험시설에 대한 리모델링 수행
- 리모델링의 주 범위는 DC급전을 위한 급전시설 신규 확보, 차량성능시험 중비설 리모델링 및 신축
- 공개시연회는 10월 31일. VELIM 시험선로 현장에서 수행

※ 특히, 볼레로사의 틸팅차량을 시승하면서, 우리가 구축하려는 시험선로와 유사한 연장을 가지고 있는 체코 시험선의 경우, 3회 이상의 순환주행을 통해 목표속도인 230kph에 도달하는 것을 직접 체험했다. ⇒ 향후 국내 시험선로의 활용성 확보를 위해서는 루프형 순환선로로의 구축이 절대적으로 우선시되어야 함을 확인했다.

## 5. 시험장비 소개

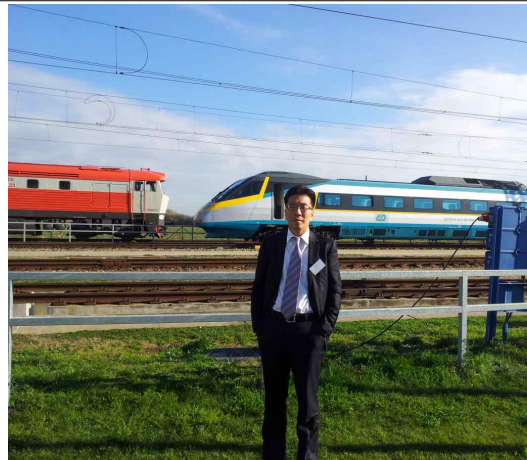
- 1) VELIM 시험선로가 보유하고 있는 시험장비는 구축한 지 최소 20년이 지난



공개시연회 행사 전경



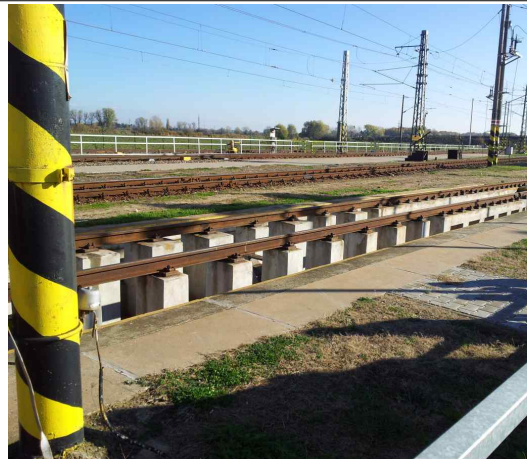
시승용 증기기관차 전경



시승용 블레로 틸팅열차(230kph)



최근 확충된 DC 급전시설



시험선 내 궤도구조



시험선 내 궤도구조

	
<p>차량시험 준비실 외관 (2개 차량 수용가능, 폭/길이/높이-30,200,10m)</p>	<p>차량시험 준비실 내부</p>
	
<p>DC급전시설 내 사무실 및 통제센터 외관</p>	<p>통제센터 내 제어실 및 제어판넬</p>

상황으로 보여진다.

- 2) Shenk, IST 등 독일 시험장비 등이 대부분이었고, 오래된 장비를 이용하여 기본적인 시험들을 수행하고 있다.  
-액추에이터와 프레임의 조합을 통해 Case by Case 별로 필요한 시험을 수행하는 형태이다.
- 3) 개별 단위구성품 및 대차 등, 차량 중심의 시험이 주였으며, 특히 시험선로 내에 이러한 시험장비/시설/인력이 위치하여, 현장시험 수행자 및 수행결과~실내시험 수행자 및 수행결과~시험의뢰자 와의 즉시적/공간적 연계가 수월하도록 전체 시스템이 구성되어 있다.  
※ 특히, 이러한 부분은 향후 국내 시험선로 구축~완성차 시험시설 건설~시



험장비 구축을 연계 추진하는 데 있어서도 핵심전략의 하나로써 고려해야 할 사항인 것으로 판단된다.

#### ① Dynamic Test Bench

다이나믹 테스트 벤치는 차량 및 부품의 정적, 동적 및 피로시험의 측정에 초점을 맞추고 있다. 다이나믹 테스트 벤치의 중요 요소는 10 x 32m의 대형 클램핑 필드를 측정 할 수 있는 것이며, 이 대형 클램핑 필드는 대형개체와 전체 차량을 테스트 할 수 있다.

다이나믹 테스트 벤치 홀에는 8 x 10m를 측정 할 수 있는 스폴 클램핑 필드가 위치하고 있으며, 이는 주로 부품의 장기 피로 및 내구성 테스트를 실행하기 위한 것이다. 테스트 요소는 컴퓨터와 디지털 전장에 의해 제어되는 유압 실린더의 로딩 샘플을 사용한다. 이 실린더의 범위는 63kN부터 최대 400kN까지 사용할 수 있다.

여러 방향에서 한 위치에 여러 가지 힘의 작용을 달성하기 위해, 보다 복잡한 로딩 방식의 경우, 여러 개의 실린더가 동시에 사용된다.

또한, 다이나믹 테스트 벤치는 정격 전력 250kN의 맥동 장치를 사용할 수 있다. 철도 부품의 극한 힘에 의한 시험이 필요한 경우에 사용된다. (버퍼, 그릴기어, 레일용접)

차축 베어링의 부하 테스트 성능을 활성화 하고 차축의 피로를 시험하는 차축 베어링 시험을 위한 벤치가 다이나믹 테스트 벤치의 최신 장비이다. 다이나믹 테스트 벤치의 측정과 테스트의 수행에 대하여 테스트 샘플의 크기에 따라 몇몇 그룹으로 요약 될 수 있고, 원하는 특성에 따라 시험에 의해 검증 할 수 있다.

#### ② Brake Test Bench

속도의 증가와 고전 브레이크에서 주철 브레이크 블록 비금속 블록 또는 소결 금속의 블록 브레이크 및 특별한 디스크 브레이크 까지 전환을 주도 한 브레이크 업그레이드는 관련이 있다. 따라서, 새로운 재료의 마찰 특성의 검증을 위한 시험 장비를 장착 할 필요 가 있다. 개발을 위해 시험을 진행하는 반면, 다른 한편으로는 브레이크 블록과 디스크 브레이크를 국제 운전 UIC 541-3 및 541-4에 의거하여 승인의 목적을 위해 테스트를 진행 하고 있다.

휠 브레이크 테스트 벤치는 UIC 541-3의 초기 버전에 언급된 ČD(체코 철도) 브레이크 테스트 벤치와 같으며, 레트 나니 항공 연구 및 시험 기관의 지역에

위치 하고 있다. 체코 슬로바키아 운송업체와 협력 하여 1984년부터 2009년까지 ORE/ERRI를 통하여 UIC 테스트를 승인 하였다.

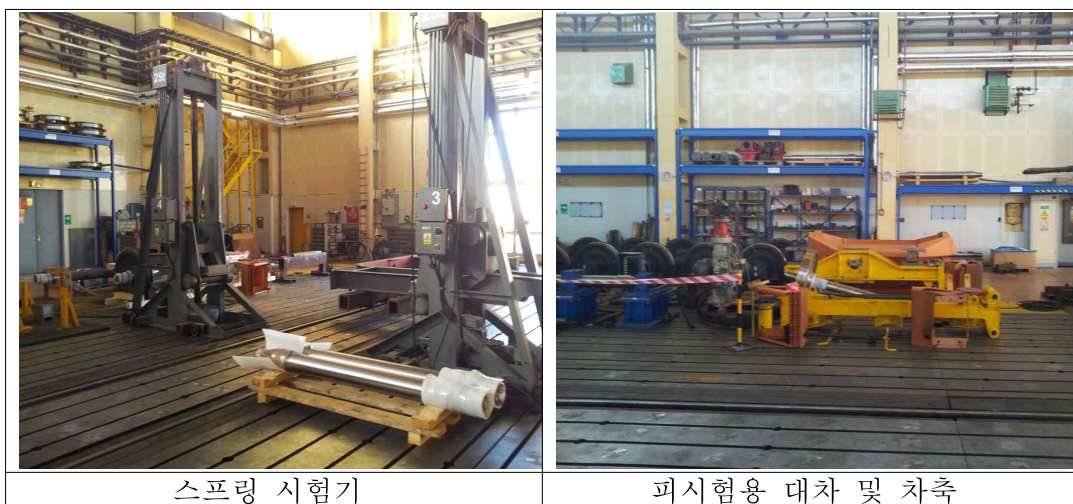
### ③ Equipment for measuring of Pantographs

VUZ 시험 연구소는 팬터그래프의 특성 측정을 위한 두 가지 특별한 장비가 있다. 첫 번째는 팬터그래프 KM13의 정적 힘을 측정 하는 기기이며, 움직임이 없는 차량을 위한 팬터그래프 접촉력의 연속 측정을 허용한다. 측정은 느린 등속 운동을 하는 동안 수행 된다.

두 번째 장치는 트롤리 라인에 접촉하여 이동 중 팬터그래프 동적 거동의 측정을 가능하게 한다. 이 장치는 네 개의 센서로 구성 되었으며, 이는 스키드를 수집하는 포인트를 빠르게 고정 할 수 있다. 센서 안에는 종 방향과 횡 방향 가속도의 트랜스 듀스 와 수직 포스의 트랜스 듀스가 통합 된다. 또한, 장비는 팬터그래프 트래벌의 측정을 위한 레이저 센서가 장착 되어 있다. 모든 센서는 팬터그래프 프레임에 장착되어 제어 장치로 출력된다. 본 기기는 내장 배터리로부터 센서의 공급을 보장하며 컴퓨터의 측정을 위해 무선 기술 블루투스를 통해 측정된 신호를 전송 하고 있다. 전체 장치가 이러한 방식으로 설계되어 있어 팬터그래프의 수정이 필요 없이 기본적으로 모든 팬터그래프에 대해 간단한 준비로 마운트 할 수 있다.

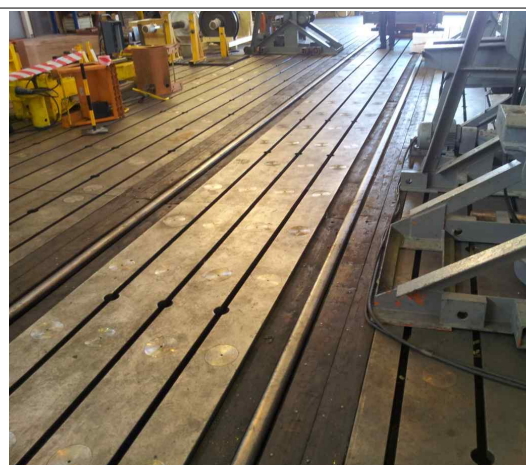
### ④ 그 외 기타 장비

그 외 V.U.Z의 철도 및 일반 구조용 시험장비는 다음과 같다.





대차 정하중/동하중 시험기  
(일반 액츄에이터 이용)



시험실 바닥  
T-Slot 구조로 일체화



베어링 시험기 전경  
(일반 액츄에이터 및 프레임 이요)



베어링 시험기 상세

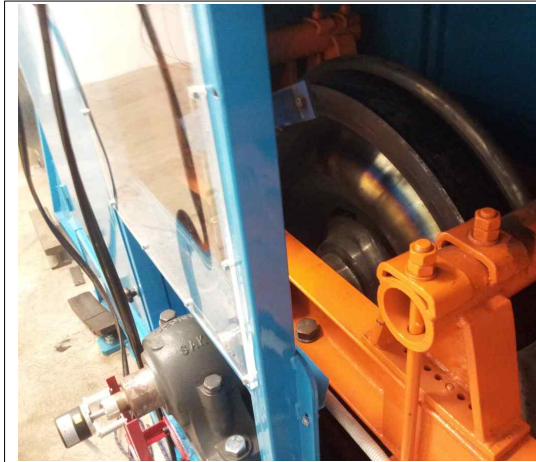


윤축 시험장면



차륜레일 마모시험기





차륜레일 마모시험기 상세



만능재료시험기

### 3.3 환경분야 국외현황 조사

#### 3.3.1 장비소유 기관 개요

##### 가. 실험대형 환경챔버

이탈리아 대형 챔버 제작사인 안젤란토니(Angelantoni)사는 생의학용 제품을 담당하는 AS본부, 환경챔버 등 중·대형 시험기 제작을 담당하는 ACS본부, 공업용 냉방기를 설계하는 AG본부 및 박막필름 제작을 담당하는 SISTEC 본부를 포함하여 총 4 개 본부로 구성되어 있다. 안젤란토니사는 이탈리아 페루자에 위치하여 Environmental test chamber, Stress screening system, Conditioned shelter, Space simulator 등의 장비를 설계/제작 기술을 보유하고 있으며, 특히 공업용으로 적용되는 대형 cooling and heating 챔버를 설계할 수 있다. 안살도브레다(AnsaldoBreda)는 국내의 로템과 같이 철도차량을 제작하는 회사로서 설계 제작된 차량을 on-site에서 차량 내후성, 성능 시험, 냉난방 용량, 부식성 및 다양한 기후환경 테스트가 가능하도록 회사 내 철도차량용 환경시험기를 설치/운영 중에 있다.

##### 나. 환경시험용 클린룸

환경시험용 클린룸은 각종 유해물질 평가를 위해 기본적으로 사용되는 실험공간의 일부라고 볼 수 있다. 즉, 국내외의 많은 연구소에서 시험데이터의 신뢰성을 확보하고 정밀도를 기여하기 위한 가장 기본적인 실험장비라 할 수 있다. 현

재 국내의 많은 환경 및 청정기술 관련 연구소는 많은 수의 클린룸을 운영하고 있다. 특히, 한국과학기술원(KIST)의 스모그챔버형 클린룸, 광주과학기술원(GIST)의 입자상물질 실험용 클린룸과 일본 산업기술총합연구소(AIST)의 나노 입자 및 이온평가용 클린룸 등이 대표적이다.

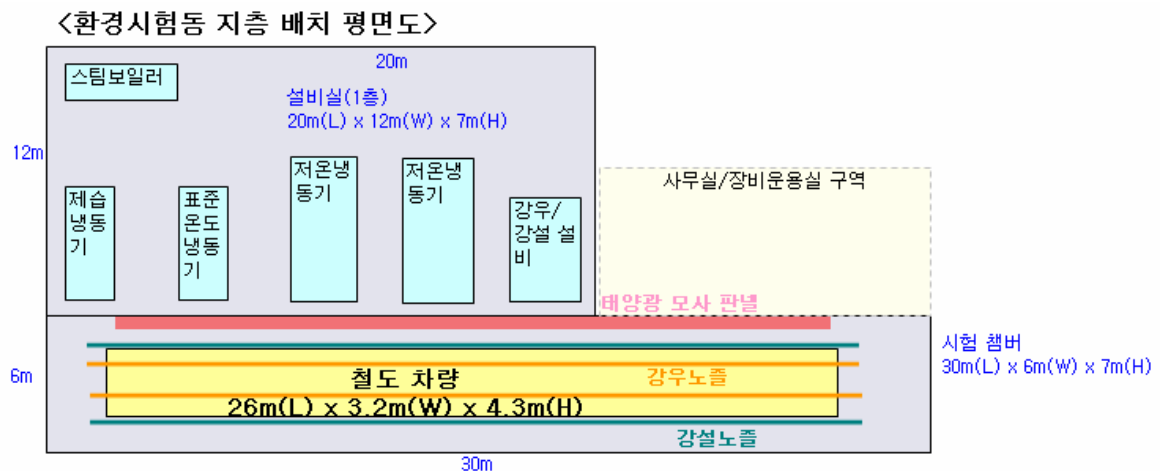
### 3.3.2 시험장비 현황

#### 가. 실대형 환경챔버

##### (1) 제원

시험 챔버 : 6m(W)×30m(L)× 7m(H)

설비실 : 12m(W)×20m(L)×11m(H)



[그림 3-73 환경시험동 제원 및 지층 배치 평면도]

##### (2) 장비외관 사진



[그림 3-74 실대형 환경챔버의 외관 사진]



(3) 주요구성품 및 성능

실대형 환경챔버는 크게 Testing Chanber, 제습 설비, 표준온도 설비, 저온온도 설비, 강우/강설 설비 및 태양광 모사설비로 구성된다. 챔버내의 온도는 -50~60℃까지 변화시킬 수 있으며, 상대습도는 약 10~98%로 제어하게 된다. 챔버내 최대풍량은 315m³/min, 강우량은 시간당 100 ℓ/m²hr, 광강도는 1120W/m²까지로 변화시켜 다양한 환경인자를 적용할 수 있다.

(4) 국내외 유사장비 보유현황

<표 3-6 국내외 유사장비 보유현황>

분 류	Canada	Austria
해외 기관 명	Center for Surface Transportation Technology (CSTT)	Rail Tec Arsenal Fahrzeugversuchsanlage GmbH (RTA)
기관 개요	National Research Council Canada 산하기관	-Austria 정부의 Rail Test and Research GmbH와의 시험장 운용 용역기관 -Office for Research and Experiment (ORE), International Railway Union (UIC), Austria 연방정부공동사업으로 시험장 구축
주요 시험 설비	-철도차량 충격시험장 -철도차량 구조시험장 -진동 시험장 -기후환경시험장 -Wheel/Bearing 시험장	-기후환경 종합시험 풍동 시험장
기후환경 시험설비		
구성	-기후환경 종합 시험챔버 (30m L x 6m W x 6m H) -냉동/히팅 장치류 -압축공기 공급 장치 -엔진 배기가스 배출 장치 -유독 가스 모니터링 장치 -계측 장치 (190 채널) -시험용 전력공급 (최대 600 VAC 및 900VDC)	-대형 기후환경 종합시험 풍동설비 -소형 기후환경 종합시험 풍동설비 -동력계 (850kW 및 250kW 각1대) -냉동/히팅 장치류 (냉동부하 6200 kW) -엔진 배기가스 배출장치 -압축공기 공급장치 -계측장치 (1,000 채널) -시험용 전력공급 (최대 4000VDC 및 3000VAC)

성능	-온도: -51oC ~ +55oC -습도 -강설/강우 -결빙, 안개	-온도: -50oC ~ +60oC -습도: 최대 98% -강설/강우: 최대 80 l/(hm2) -결빙, 안개 -태양광 모사: 250 ~ 1000 W/m2 -풍속: 최대 300 km/h -동력계: 850kW 및 250kW 각1대
구축 년도	1960년대 중반	구축기간: 2000.6. ~ 2002.12. (총31개월)
구축 비용		6,500만 Euro (=784억5천만원)

## 나. 환경실험용 클린룸

### (1) 제원

가스상분석 클린룸: 5,000mm (W) × 5,000mm (D) × 2,970mm (H)

입자상 및 복합오염분석 클린룸: 5,000mm (W) × 5,000mm (D) × 2,410mm (H)

### (2) 장비외관 사진





[그림 3-75 클린룸 외관 사진]

#### (3) 주요구성품 및 성능

환경실험용 클린룸은 크게 가스상 오염물질의 분석을 수행하는 가스상분석 클린룸과 입자상오염물질 및 복합오염물질을 분석할 수 있는 입자상 및 복합오염 분석 클린룸으로 구분되며, 각각의 클린룸을 제어하고 데이터를 획득 분석하는 분석 및 원격제어실로 크게 구분된다. 가스상분석 클린룸에는 Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS), Ozone analyzer, 실시간 가스성분 모니터링 system의 분석장비가 구축되고, 입자상 및 복합오염분석 클린룸에는 Micro balance, Aerodynamic Particle Sizer (APS), Scanning Mobility Particle Sizer(SMPS), 나노입자 및 음이온 측정 system이 구축되어 신뢰성 있는 시험데이터를 실시간으로 획득가능해지게 된다. 환경실험용 클린룸은 사용목적에 따라 환기횟수가 시간당 0.5~2.0회로 조절되어 20~40℃ (정밀도 :  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$  at 25℃), 상대습도 40~80%를 일정하게 유지하게 된다. 클린룸내 압력은 대기압 상태로 유지되며 기타 배경가스 농도는 적정수준이하로 제어된다.

#### (4) 국내외 유사장비 보유현황

<표 3-7 국내외 유사장비 보유현황>

국내/외	국내	국외
기관명	광주과학기술원(GIST)	일본산업기술종합연구원(AIST)
	국립환경과학원(NIER)	일본자동차기술연구원(JARI)
		미국 California Institute of Tech.

## 제 4 장 국내 철도시험장비 구축 현황

국내 철도관련 시험장비 보유기관은 크게 철도연, 철도시설공단, 철도공사로 구분되며, 철도시설공단과 철도공사의 경우, 개별구매용품의 품질 및 성능검증을 위한 기초장비 및 소규모 분석장비 위주로 장비가 구축 및 운용되고 있는 상황이다.

국내 유일의 정부출연연인 철도연의 경우에는 300여종 이상의 중소/대형 시험장비를 보유하고 있으며 특히 실물크기의 시험을 수행할 수 있는 실험대형 시험장비 21종을 구축/운용하고 있는 상황이다.

철도연의 보유 장비에 비해, 타 기관의 보유장비는 다소 열악한 수준이고 소형장비 및 분석장비 위주로 구축되어 있음을 확인할 수 있다.

철도연 대형장비의 경우에는 ‘철도안전성능연구시설건설사업(1997~2003)을 통해 1단계 차량 관련 8종 장비와 ‘철도기술선진화연구기반조성사업(2005~2010)’을 통해 2단계 궤도/토목/환경 관련 10종 장비가 구축되었는데, 1단계 장비의 경우, 10년이라는 시간경과에 따라 다소의 노후화와 함께 현재 기술수준과의 격차가 발생한 상황이며(장비구축당시 최고속도 250~300, 현재 430kph 및 500kph 이상 초고속 논의중), 전체적인 시험인프라의 확보 수준은 아직까지도 최고 선진국인 일본 대비 60~70% 정도인 것으로 판단된다.

특히, 선진국의 경우, 시험장비를 연구개발/기술발전의 핵심 기반(Tool)로서 인식하여 지속적 재원투자를 통한 확장 및 업그레이드에 주력하는 반면, 국내의 경우에는 완성품의 하나로 인식하여, 추가적인 재원 투자를 통한 대형장비 업그레이드 및 확충에 다소 소극적(일부 신성장 동력 및 첨단기술 분야에 집중하는 경향)인 동시에, 간헐적으로 이뤄지고 있는 상황임을 고려한다면, 인식의 변화와 함께 정부 차원에서의 과감한 재원투자가 요구되는 상황으로 판단된다.

## 4.1 철도시설공단 보유 시험장비 현황


품 명	레일 굴곡 시험기(Hydraulic Rail Weld Testing Press)	
주요제원	<ul style="list-style-type: none"><li>- Main Fraim : 2,000x1,100x2,200 mm</li><li>- 굴곡하중 : 200 ton</li><li>- 잭크행정 : 200 mm</li><li>- 표점거리 : 1,000 mm</li><li>- 가압속도 : 202 mm/sec</li><li>- 회송속도 : 15 mm/sec</li></ul>	
용 도	<ul style="list-style-type: none"><li>- 레일 용접부를 굴곡하여 휨 강도 및 변형량 측정 (용접 500회 마다 1회 시험)</li></ul>	
주요 구성품	<ul style="list-style-type: none"><li>- 유압유니트 : 160 liter</li></ul>	
설치년도	1998년	
장비가가격	약 0.6억원	
모델명	PE-200	
제작사	L.GEISMAR	
비 고	<ul style="list-style-type: none"><li>- 하중과 변형량을 자동기록</li></ul>	



품 명	용접부 교정기(Model Hydraulic 4-way straightening press)	
주요제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Main Frame : 60 ton 4,250x3,100x3,670 mm</li> <li>- 수직교정력 : 2-200 ton</li> <li>- 수평교정력 : 120 ton</li> <li>- 수직행정 : 100 mm</li> <li>- 수평행정 : <math>\pm 100</math> mm</li> <li>- 교정점거리 : 600-1500 mm</li> <li>- 측정자속도 : 25 m/min</li> </ul>	
용 도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 레일 용접후 용접부위 굴곡부분을 직선으로 교정</li> <li>- 용접부의 덧살을 자동제거</li> </ul>	
주요 구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유압유니트 : 630 liter</li> <li>- 캐비닛 : 1850x1200</li> <li>- 측정장치 : PHRLM 200/120-15</li> </ul>	
설치년도	1998년	
장비가격	4.6억원	
모델명	PHRML 200/120-15	
제작사	L.GEISMAR	
비 고		

품 명	윤축낙하시험기	
주요제원		
윤축낙하 시험 목적	철도노반구조물에 대한 진동특성을 열차가 주행하지 않는 상태에서 구조물의 진동특성을 평가하는 시험	
측정항목 에 따른 주요 구성품	- 레일 충격력 : Dynamic strain Amplifier 전자오실로그래프 데이터 레코더 윤중 검증기	- 진동 : 가속도픽업 Charge Amplifier 전자오실로그래프 데이터 레코더 속도측정기 진동레벨계


품 명	동결융해시험기
주요제원	
용 도	콘크리트 공시체의 동결융해에 대한 저항성을 측정하기 위하여 4℃~-18℃까지 떨어지고 다시-18℃~4℃(1사이클) 동결과 융해를 급속으로 300회 반복하여 콘크리트 내구성을 측정하는 장비
비 고	제작일 : 2012년 12월 10일


품 명	동탄성계수측정기
주요제원	
용 도	동결융해 작용을 받는 콘크리트 시험체에 대한 내구성을 평가하기 위한 상대 동탄성계수 비를 측정하는 장비
비 고	제작일 : 2012년 12월 10일

품 명	금속성분시험기
주요제원	
용 도	전기 스파크에서 발생된 빛을 색깔과 양을 흡수하여 시료 속에 포함된 금속 성분의 양을 측정하는 장비
비 고	제작일 2010년 10월 04일



품 명	만능재료시험기	
주요제원		
성능 및 특성	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Main Frain : 870x570x2,500 mm</li> <li>- 중 량 : 2.5 ton</li> </ul>	
용 도	철도건설 재료인 철근의 인장강도 및 콘크리트, 석재의 압축강도 측정용 시험기계	
비 고	제작일 : 2001년 9월 28일	

품 명	금속경도시험기
주요제원	
용 도	다이아몬드 압입자에 하중을 재하 하여 금속시편에 형성된 다이아몬드 형태의 흔적의 대각선 길이를 측정하고 이를 환산하여 금속재료의 경도 값 측정
비 고	제작일 2010년 06월 28일

품 명	삼축압축시험기
주요제원	
용 도	토질 재료의 삼축방향 하중재하에 따른 응력, 변형, 극한강도를 측정하는 장비
비 고	제작일 2011년 09월 26일

## 4.2 한국철도공사 보유 시험장비 현황

### 4.2.1 시설분야

장비명	보유대수	용도	주요규격	설치장소	비고
구조물 온도계	2	구조물 온도 측정	-	오송시설소	구조물검사장비
LFT 측정장비	2	수평력 분산장치측정	-	"	"
교량진동 가속도계	7	교량진동측정	CHE74-DA S 범위50G	시설관리 사무소 비치	"
교량진동 가속도계(간이 )	22	교량진동간이측정	진동주파수 0.3-300HZ	"	"
터널내공변위 측정기	28	표준테이프길이 20M용	표준테이프 길이 20M용	"	"
광파측거기	3	거리, 수준측량	-	"	"
소음측정기	8	현장소음측정	측정범위 30-130dB	"	"
슈미트햄머	28	콘크리트구조물 현장압축강도시험	자동기록장 치 포함	"	"
수준의	28	구조물 고저측정	핸드레벨 200m/m 5X	"	"
균열측정기	29	구조물 균열측정	배율:40	"	"
코아보링기	5	구조물 공시체 채취용	보링머신40,1 00, 150MM	"	"
압축강도측정 기 (파괴)	5	콘크리트공시체 압축강도측정	100톤용	"	"
철근탐지기	5	구조물 철근탐사용	자기감응식 철근직경 (0-50mm)	"	"
정밀다축점 진동측정기 (증폭기)	2	판형교량 진동측정	변환기연결 배율500~400 0, 필터20~160	"	"
콘크리트 중성화시험기	28	콘크리트구조물 중성화시험		"	"
구조물점검차	3	구조물점검용		"	"
궤도점검차	1	궤도틀림상태	EM-120	시설장비소	궤도점검용

		검측용		비치	(92년 도입)
레일탐상차	1	레일균열,결함 등 훼손상태 점검용	US 1-3	"	레일점검용 (96년 도입)
초음파탐상기	2	차축상태 탐상용	20-200HZ	"	차축점검용
ATS종합시험 기	1	ATS장치 종합시험기		"	
ATS간이시험 기	5	ATS장치 간이시험기		"	
레일탐상기	38	레일균열,결함 등 훼손상태 수동점검용	각종	시설관리 사무소비치	레일점검용
도상저항측정 기	3	궤도 도상저항력 측정용		시설관리 사무소비치	도상점검용

## 4.2.2 검사분야

장 비 명	규 격	보유 대수	용 도	설치장소	비고
분석기, 엑스선분광	철도2001-제52호 X-Ray 형광분석기	1	고체, 분말, 윤활유중에 있는 금속성분 분석	검사과 서울주재	
시험기 만능	철도2001-제31호 만능시험기	1	금속의 인장, 굴곡, 압축 시험	동	
시험기 노화	철도2001-제32호 노화(오존) 시험기	1	오존상태에서 노화상태 시험	동	
증류수제조기	3KW 100V 용량3ℓ	1	시험에 필요한 증류수 제조	동	
게이지, 스프링	계전기 점점용 탄성측정기	1	계전기점점 탄성측정	동	
시험기, 지상장치	철도6330-3241 25	1	ATC 레벨측정	동	
회 전 계	50-1000YPM이상 디지털식	1	ATS Q측정	동	
신호발생기	임펄스발생기 전압전류측정기	1	전압 펄스 시험	동	
신호발생기	오실레이터 50MHZ	1	전류 펄스 시험	동	
출 력 계	가청주파출력계 10HZ-50KHZ	1	가청주파출력발생	동	
측정기, 파형	왜율계주파수 20HZ-30KHZ	1	회로 왜율	동	
왜 율 계	20HZ-20KHZ	1	회로 왜율	동	
시험기,	다이얼피스	1	교환기 다이알 발생기	동	



교환기용					
시험기, 절연	절연저항계 SM5E 100VDC	1	절연저항 시험	동	
시험기, 절연	메가발전식 TYPE E-17	1	절연저항 시험	동	
시험기, 접속저항	접지저항계	1	절연저항 시험	동	
시험기, 회로	도전율시험기 0.1ML-111옴	1	도전율 시험	동	
시험장치, 전기절연	종합계전시험기	1	전기절연 시험	검사와 서울주재	
시험장치, 계전기	계전기 종합시험	1	전기절연 시험	동	
측정기, 잡음	소음계 측정범위 30-130	1	소음 측정	동	
멀 티 메 타	레이저 측정기	1	검2장치 레이저측정	동	
시험기, 산화안정도	산화안정도 시험기	1	그리스 시험	동	
시험기, 인화점	자동인화시험기	1	유류제품의 인화점	동	
적 정 기	자동적정장치, 오토메틱	1	유류제품의 알카리가 측정	동	
분석기, 유황	유황 분석용	1	연료중의 유황성분 분석	동	
부식 시험기	은부식 시험장치	1	엔진유의 은부식시험	동	
부식 시험기	납부식 시험장치	1	엔진유의 납부식시험	동	
시험기, 건뢰도	퇴색시험기 XENON ARC형	1	섬유제품의 퇴색시험	동	
시험기, 경도	비기스 경도시험기 디지털식	1	금속의 경도시험	동	
시험기, 경도	로크웰 경도시험기 디지털식	1	금속의 경도시험	동	
시험기, 경도	브리넬 경도시험기 아나로그	1	금속의 경도시험	동	
시험기, 내한성	내한성 시험기	1	화학제품의 내한성시험	동	
시험기, 내한성	공기제동통, 패킹시험기	1	팩킹고무의 내한성시험	동	
시험기, 마모	테이블속도 50-70PPM	1	프라스틱 마모량시험	동	

시험기, 만능재료	100kg 전자식	1	섬유,종이의 인장강도	동	
시험기, 만능재료	220V 60HZ 1톤 인스트롱 4466급이상	1	섬유 및 고무류의 물리적 성질 시험	동	
시험기, 만능	전동유압식 100톤 (철재 시험용)	1	금속의 인장강도	동	
시험기, 만능	모터자동컴퓨터식 5톤(고무 시험용)	1	고무 및 플라스틱의 물리적 성질	동	
시험기, 만능	만능재료 시험기 5톤 (비철 시험용-소형)	1	인장 압축 시험	동	
시험기, 연화점	최저온도 300℃	1	플라스틱 연화점	검사와 서울주재	
시험기, 진동	진동시험기 상하좌우 선택	1	진동 시험	동	
시험기, 충격	사루피식 FRP용	1	충격 시험	동	
시험기, 충격	페인트시험용 듀폰식	1	도막 충격시험	동	
시험기, 투과도	투기도시험기 종이시험용	1	종이제품 투기도시험	동	
시험기, 파열강도	종이시험용	1	종이제품 파열강도 시험	동	
시험기, 혼화안정도	그리이스 시험용	1	그리스 혼화기	동	
전기분해장치	500/600회/분 전해분석기	1	비철중의 동 분석	동	
점 도 계	40도시 100도시	2	윤활유동점도측정	동	
측정기, 광택도	20. 60. 85. 광택측정	1	도막광택 측정	동	
측정기, 두께	도료시험용 0-1250마이크로미터	1	페인트 도막 측정	동	
측정기, 두께	젖은도막 두께측정기	1	도금 두께 측정	동	
측정기, 두께	도막 두께 시험기	1	도료, 아연도막 두께 측정	동	
측정기, 입도	페인트시험기 아프리카이트	1	도막 시편 제작	동	
측정기, 잉크접착력	색도계, ASTM	1	섬유제품의 색도측정	동	
측정기, 침입도	석유제품 침입도 측정	1	유류의 침입도 측정	동	

측정기, 연화도	연화도시험기 도료시험용	1	도료의 연화도 측정	동	
원심분리기	17400RPM 100ML 곱하기6	1	용액의 분리	동	
전 기 로	자동전기로 4.5ℓ 최고온도 1200℃	1	시료 회화	동	
분 광 기	분광분석기 1014	1	철당 및 비철의 성분분석	동	
기록계, 온도	타점시 0-300℃	1	온도 기록	동	
기록계, 온도	디지털식 -50~700℃	1	온도 기록	검사와 서울주재	
오실로스코프	철도 특시2001-제50호 오실로스코프	1	파형 측정	동	
주파수계	철도 특시2001-제51호 주파수 카운터	1	주파수 측정	동	
시험기 절연	철도 특시2001-제48호 내압시험기	1	절연 성능시험	동	
측정기 전기전도도	철도 특시2001-제49호 도전율 측정기	1	전도성 측정	동	
전압전류계	철도 특시2001-제51호 전자식 부하기	1	전기부하 인가시험	동	
수소이온 농도측정기	철도 특시2001-제52호 ph메타	1	세척제의 pH 측정	동	
시험기 노화	철도 특시2001-제36호 노화시험기	1	고무의 노화성 시험	동	
시험기 경도	철도 특시2001-제45호 쇼어, 휴대용	1	경도 시험(휴대용)	동	
시험기 경도	철도 특시2001-제35호 경도 시험기	1	고무, 플라스틱의 경도시험	동	
측정기 비꼬임강선	철도 특시2001-제43호 비꼬임강선 측정기	1	비틀림 시험	동	
시험기 충격	철도 특시2001-제44호 충격시험기 살피금속용	1	금속의 충격강도시험	동	
측정기 두께	철도 특시2001-제47호 도막두께 시험기	1	도금 두께 측정	동	
측정기 밀도	철도 특시2001-제37호 밀도측정기	1	고체의 밀도 및 비중측정	동	
세 척 기	철도 특시2001-제40호	1	시험장비 부품 및	동	

	초음파 세척기		금속휠타 세척		
항온수조	철도 특시2001-제42호 항온수조	1	그리이스 시험	동	
측정기, 유분	철도 2001-제39호 이유도 측정기	1	그리이스 이유도 측정	동	
시험기, 혼화안정도	철도 2001-제38호 시험기 혼화안정도	1	그리이스 시험	동	
건 조 로	전기로 MODL 1550-14	1	시료회화	동	
건 조 기	OVEN FO-600 300℃	1	시료의 건조	동	
건 조 기	최고온도 350℃	1	시료의 건조	동	
압축기,왕복식	이동식 1HP	1	페인트 시편 제작	검사과 서울주재	
백금 도가니	순도99.7%	2	금속재료 화학분석용	동	
확산 반사율 시험기	0.01-160%반사율 측정구경 25Φ	1	도막의 은폐율,확산 반사율 및 색차측정	동	
특수연삭기, 게이지	탁상연삭기 몰반 13mm	1	시편 제작	동	
항온항습기	각 종	8	시험실의 온도 및 습도유지	동	
배 기 기	가스배출기	2	유독가스 배출용	동	
분 류 기	KSM2031 전기가열식	1	신나류 시험	동	
증류수 제조기	AC220V. 3kW 용량 4ℓ/hr	1	시험용 증류수 제조	동	
버어니어 캘리퍼스	디지털 측정범위 : 0.01~300mm 최소표시 : -0.01mm	4	길이 측정용	동	
측정기, 수분	디지털 고주파식 20MHz 범위 2~150%	1	목재의 수분 측정	동	
콘크리트 테스트 함마	에너지 0.225mkg 범위 100~600kg/cm <sup>2</sup>	1	콘크리트의 강도 측정	동	
소음계	30~130dB 20~8000Hz 스케일 -5~10dB	1	소음 측정	동	
측정기, 토크	다이알식 압력측정용 100~1000N·m DRIVE 25.4mm	1	압력 측정	동	

전압 전류계	디지털 크래프 AC300A-0.1A DC3V-1mV	1	전압 측정	동	
전압 전류계	디지털 멀티메타 DC1000V. AC700V	1	전기, 전자회로의 다기능 측정	동	
절연 저항계	1000V 2000MΩ	1	전기, 전자회로의 절연 저항 측정	동	
시험기, 항유화성	디지털자동온도조절기 온도범위:상온~100℃	1	플라스틱류의 충격강도	동	
부식시험기	디지털자동온도조절기 온도범위:R.T to 120℃	1	그리스 및 윤활유의 동판 부식 측정	동	
시험기, 기포	디지털자동온도조절기 온도범위:상온~100℃	1	석유제품중 윤활유의 기포성 측정	동	
시험기, 충격	디지털방식 아이조드 및 샤르피 겸용	1	플라스틱의 아이 조드 및 샤르피 충격강도 측정	검사와 서울주재	
시험기, 파열강도	종이 파열강도시험용 전동유압식	1	얇은종이의 파열강도 측정	동	
시험기, 표면장력	합성세제 및 윤활유 시험용 윤환법측정. 디지털표시	1	합성세제 및 윤활유의 표면장력을 측정	동	
점 도 계(관)	Cannon-Fenske Type ASTM D445 Viscometer No : #100, #150, #200, #350, #400	5	윤활유의 동점도를 측정 할 때 사용하는 점도관	동	
측정기, 유동점	석유제품 유동점 및 담점 측정 자동측정. 범위: -65℃	1	석유제품의 유동점 및 담점 측정	동	
가 열 기	디지털 자동온도조절 최대온도:350℃	1	시료를 가열시키는 장비	동	
건 조 기	디지털 PID방식 온도조절기. 범위:15~250℃	1	실험실의유리제 기구, 시료를 건조시키는 장비	동	
항온항습기(조)	항온항습조 터치스크린방식 범위:-40~150℃	1	시료의 시험 전처리용으로 일정온도에서 습도를 유지 하여 중량 등을 측정	동	
증류장치	자동증류시험기	1	연료의 유출온도 측정	동	



	AC220V. 1.5kW 50/60Hz 실험범위 RT~400℃ 증류범위 2~9ml/min				
인화점시험기	자동인화점시험기 AC220V. 50/60Hz 온도범위 30~370℃	1	연료유의 인화점 측정	동	
증발기	그리스 증발감량시험기 AC220V. 60Hz 시험온도 99℃±0.5℃ 및 130℃±0.5℃	1	그리스류의 증발감량 측정	동	
적점시험기	그리스자동적점시험기 온도범위 15℃-375℃	1	그리스가 사출되어 떨어지는 온도 측정	동	
발수도시험기	수세내수도시험기 욕조온도: 상온-100℃ 시험온도: 38℃±2℃, 79℃±2℃	1	그리스류의 수세내수도 (발수성) 측정	동	
부식시험기	습윤부식시험기 온도범위 49℃±15℃ 습도 95%이상 공기유입 2-20리터/분	1	그리스류의 습윤(녹발 생도)을 측정	동	

### 4.2.3 전기분야

장비명	보유대수	용 도	주요규격	설치장소	비 고
전철시험차	1대	· 전차선 편위,높이,교차개소,전 주위치 등 측정	비접촉식 Laser측정 및 Monitoring	서울전기	
변전설비 진단차	2대	· 적외선 열화상 진단 · 교류절연 진단 · 부분방전 스프루프 분석 · 절연유 가스분석 · 초저항 측정 · 차단기 동작 분석	시험장비 탑재용 차량(6인승 밴형)	영등포전기	
ATS 지상자시험기	177대	· ATS지상자 F/Q값 측정	철도6330-3162, 3289, 3313		휴대용 계측기
신호검측차	1대	· 건널목, ATS, 궤도회로장치 측정	철도6330-7057	서울신호제어	유니목 차량

## 4.3 산업체 시험장비 보유 현황

### 4.3.1 삼표이엔씨

품 명	벤딩 시험기(PATON MODEL 280T/152mm)
	
주요제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험하중 : 최대 280 ton</li> <li>- 측정범위 : 0 ~ 152mm</li> <li>- 부하방식 : 유압식</li> <li>- 유효시험폭 : 1000mm(조절가능)</li> <li>- 데이터 출력 : PC 모니터</li> </ul>
용 도	플래시 버트 용접 굽힘 시험 (망간 크로싱 및 망간 크레들)
제조년도	2002년
비 고	

품 명	만능 재료 시험기(DTU900IIICA)
주요제원	<div> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험하중 : 최대 100ton</li> <li>- 부하방식 : 유압식</li> <li>- 유효시험폭 : 최대 450mm</li> <li>- 데이터 출력 : PC 모니터</li> </ul> </div> 
용 도	외주품 인장, 압축 및 굽힘 시험
제조년도	2002년
비 고	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터출력 : PC 모니터</li> </ul>

품 명	한계 게이지
주요제원	 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 50kg, 60kg 레일 및 망간크로싱</li> <li>- UIC60 레일 및 망간 크레들</li> </ul>
용 도	기계 가공품 주요 부위 치수 검사용(GO/NO게이지)
설치년도	1997년
비 고	- 자체 제작

품 명	낙중 시험기	
주요제원	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시험하중 : 50kg</li> <li>- 측정높이 : 3M</li> <li>- 부하방식 : 자유낙하방식</li> <li>- 유효시험폭 : 30x30x200mm</li> <li>- 데이터 출력 : 육안/PT</li> </ul>	
용 도	망간크로싱 및 망단크레들의 낙중시험	
제조년도	1999년	
비 고		

### 4.3.2 우진산업

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비 고
PULSE GENERATOR	HVNS-512	10,200,700ns	SANHA	0.1억	품질관리
항온항습조(Temperature-Humidity Tester)	OS1-130TH	-50~100℃	오성과학	0.14억	"
C/I 종합시험기	-	-	우진기전	0.14억	"
TGIS Tester	-	라인시스템	-	0.21억	"
MEMORY HI CODER	8826	16CH	HIDKI	0.24억	"
배전반 시험기	-	-	우진기전	0.33억	"
VIBRATION TESTER	DCS-9COCNS	-	EMIC(9C6)	0.96억	"
OSCILLOSCOPE	DL1540	100MHz, 4ch	YOKOGAWA	0.1억	전장개발
MEMORY HI CODER	8826	32CH	HIDKI	0.29억	"
N.F.B 시험기	-	-	대양기전	0.14억	수입검사
항온항습조(Temperature-Humidity Tester)	4156	-50~100℃	광명엔지니어링	0.16억	제어조립

### 4.3.3 샬롬엔지니어링(주)

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비 고
RF COMMUNICATION TEST	8920A	-	-	-	
SPECTRUM ANALYZER	R3465	-	-	-	
DIGITAL OSCILLOSCOPE	TDS3054B	-	-	-	
PLATINOUS SUBZERO LUCIFER	PSL-2E	-	-	-	



#### 4.3.4 혁신전공사

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비고
항온,항습기(온도, 습도 특성 검사) (LOW TEMP. CHAMBER)	TH-6	-70~150℃	JEIO TECH	0.20억원	
송신기 시험기(TI21 TRANSMITTER TEST RIG)			Bombardier	0.40억원	
수신기 시험기(TI21 RECEIVER TEST RIG)			Bombardier	0.40억원	
튜닝 시험기(TI21 TU & ETU MODULE)			Bombardier	0.30억원	
감시장치 시험기 (TI21 HEALTH MONITORING UNIT TEST RIG)			Bombardier	0.15억원	
포밍기 (CANNON B)	cannoon 30-rf2		Cannon Pertusella	0.65억원	

#### 4.3.5 유경제어(주)

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비고
온도챔버	-	-	-	0.33억원	
ATS 지상자시험기	-	-	-	0.11억원	
차상자시험기	-	-	-	0.10억원	

#### 4.3.6 (주)로템

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비 고
H/W PULSE 8CH SYSTEM	-	-	B & K	0.49억원	
OPTICALDISTA NCE LASERSENSOR	-	레이저 변위 측정기	MEL	0.14억원	
16CH. DAT RECORDER	-	-	SONY	0.29억원	
2.MIC IMPEDANCE UBE	-	75 VA	B & K	0.22억원	
2-CH FFT	3500/2035A	-	B & K	0.24억원	
대차피로시험설비	DK 93-105	MAX. 80TON	대우중공업	2.04억원	
연동형리프트 (상하이동)	LIFTER	동30TON 정60TON	정호기연산업	0.40억원	
차체정하중시험용 유압장치	-	MAX. 100TON	대우중공업	1.12억원	
차체하중시험설비 CONTROLLER SYSTEM	CONTROLLE R SYS	LOAD CELL,10톤	스펙트리스 코리아	0.64억원	
ACOUSTIC FEM	Sysnoise 5.3A	소음해석용 SOFTWARE	LMS	0.21억원	
ANALOG DATA RECORDER	RD-135T	PCM 2/4/8CH	TEAC	0.21억원	
COMPRESSION LOAD CELL외	-	-	코리아테크	0.19억원	
DYNAMIC STRAIN AHP	KYOWA	DPM-713BX 8+YB-	KYOWA	0.21억원	
FFT ANALYZER	2900	-	에스브이	0.26억원	
HUMAN UIBRATION MEASURING	2231	-	B & K	0.15억원	
MACMETER MKIIA PASSENGER METER	MKIIA	-	GEISMAR	0.44억원	

MEASURING EQUIPMENT	2804	5974 8CH	B & K	0.26억원	
MGC PLUS	-	FULL	H.B.K	0.31억원	
PORTABLE TELEMETRY SYSTEM	-	-	KMT	0.26억원	
REAR-TIME FREQUENCY ANALYZER	Type 2144	-	B & K	0.31억원	
SOUND INTENSITY PROB	-	-	B & K	0.21억원	
SOUND INTENSITY PROBE	-	-	B & K	0.14억원	
STRESS WAVE ANALYZER	AHS-500A	-	KYOWA	0.18억원	
THERMAL ARRAY RECORDER	-	-	Graphtec	0.29억원	
TWO MIC IMPEDANCE MEAS TUBE	-	75 VA POWER AMPLIFIER	B & K	0.17억원	
UCAM20PC (연구시험동)	UCAM-20PC	M3	KYOWA(JAPAN)	0.31억원	
WAIST /CANT RAIL 하중시험장치	-	4500*5000*600	라성산업	0.68억원	
DIGITAL POWER METER	WT1600 YOKOGAWA	-	YOKO GAWA	0.29억원	
MEASURING PROTECTION SYSTEM	-	신호, 토오크, AMP	-	0.28억원	
MEASURING SYSTEM (모터형식)	-	PT100,PM330	-	0.84억원	
NEC RA1300 RECORDER	NEC RA1300	-	NEC	0.15억원	
견인전동기관성부 하설비	-	4FLYWHEEL, 감속기	-	3.48억원	
고철시험용전원보	-	저항기및배선	-	0.62억원	

조설비		, 덕트			
관성부하설비 제어반	-	제어반	-	1.25억원	
모의신호발생기	-	-	(주)한터기술	0.62억원	
자체정하중시험지 그	-	-	라성산업	1.94억원	
전자파간섭분석기	HP-8591EM	9kHz~1.8GHz	HP	0.12억원	
정반 (조합시험장)	-	2*3M	-	0.23억원	
조합시험변압기	-	4000KVA	-	0.27억원	
주전력변환DC POWER SUPPLY	-	DC600~3600V ,1333A	-	0.48억원	
진동소음측정기	A420-02	19 KHz(Max)	KTM	0.43억원	
AMG #7,#EC시험 신호설비	-	전동차ATO /ATC 지상설비	대한ENG	2.04억원	
ATO Simulator	-	-	(주)한터기술	0.42억원	
DATA ACQUISITION SYSTEM	DQ 1000	RS-232CI/F	Graphtec	0.19억원	
FLY WHEEL EQUIPMENT	-	FLY WHEEL UNIT:2SET	TOSHIBA	13.74억 원	
LON Builder	-	1.25Mbps	나스코	0.21억원	
SIV시험설비	-	7.2kV,400A	우진산전	1.00억원	
VIRIVOLT TRANSFOMER	-	-	-	3.08억원	
COMPASS -4CHANNEL	986A0116	신호측정기 4 CH	Nicolet	0.29억원	
DATASYS 7100	986A0104	입력파형 측정장치	Gould	0.18억원	
FREQUENCY CONVERTER	11-4123-09	주파수 변환장치	Gould	0.17억원	
SPECTRUM ANALYZER	R3267	100Hz , 8GHz	ADVANTES T	0.38억원	
VIEWGRAF	77-1000-10	신호기록, 전압전류	Gould	0.19억원	

#### 4.3.7 SLS중공업(주)

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비 고
차체 정하중 지그	-	수직/압축/인장/비틀림/고유진동수 시험	-	-	
Universel Digital Strain Measureing System	UCAM-20PC	Strain/Stress acquisition	KYOWA	-	
Multi-channel Automatic Scanner	USB-21A	Strain/Stress acquisition, 최대 100ch	KYOWA	-	
Multi-channel Automatic Scanner	USB-51A	Strain/Stress acquisition, 최대 101ch	KYOWA	-	
Load Cell	CCDM-200T	압축, 최대 200Ton	봉신	-	
Load Cell	LUK-A-2MNSA	인장/압축 겸용, 최대 250Ton	KYOWA	-	
Load Cell	LUK-A-200KNSA1	인장/압축 겸용, 최대 30Ton	KYOWA	-	
Load Cell	LCK-A-100KN-P	압축, 15톤	KYOWA	-	
Hydraulic Electric Pump	GPER-5420GH F	400Ton	ENERPAC	-	
D/A. Cylinder	RR-20013	400Ton	ENERPAC	-	
대차프레임 정하중 지그	-	대차프레임 각종시험, 100Ton	-	-	
Data Acquisition H/W	e-DAQ	진동/승차감 시험	SOMA	-	
Signa Analyzer System	Sch. ZonicBook	소음시험	IO tech	-	

#### 4.3.8 (주)한국화이바

시설명	모델명	용도/규격	제작사	장비가격	비고
구체하중시험기	-	-	-	3.30억원	
항온항습기	15R/T	-	-	0.14억원	
STATIC, DYNAMIC TEST	-	-	-	2.54억원	
화염시험장치	-	-	-	0.12억원	
C.N.G용 압력싸이클 시험장치	-	-	-	0.28억원	
수직형 수압시험장비	-	-	-	1.50억원	
자동현상기	-	-	-	0.16억원	
3차원측정기	-	-	-	1.95억원	
C-SCAN검사장 비	-	-	-	1.03억원	
NDT SYSTEM 스캐너	-	-	-	0.19억원	
도출관비파괴 검사장비	-	-	-	1.67억원	
크린룸 항온항습기	-	-	-	0.12억원	
열분석 실험기기	T.M.A	-	-	0.28억원	
TG측정장치	GLASS	-	-	0.30억원	
열분석기	-	-	-	0.29억원	
TEMP&HUMDI TY CHAMBER	-	-	-	0.18억원	
적외선 분광계	FTIR	-	-	0.28억원	
시험용소형오토콜 레이브	-	-	-	0.11억원	
레진분석기	HPLC	-	-	0.58억원	



열분석기	-	-	-	0.62억 원	
자동 X선 분광계	-	-	-	1.06억 원	
만능시험기	-	-	-	2.58억 원	
ZWEIGLE HAIRNES TEST	-	-	-	0.23억 원	
MEASRRING NACHIN PCM	-	-	-	1.01억 원	
연발시험기	-	-	-	0.12억 원	
레진분석기	-	-	-	0.33억 원	
CREEP TEST SYSTEM	-	-	-	0.25억 원	
RHEOMETER	-	탄성측정기	-	0.84억 원	
적성분분석기	-	-	-	0.41억 원	

## 4.4 철도연 보유 시험장비

국내 유일의 정부출연연인 철도연의 경우에는 300여종 이상의 중소/대형 시험장비를 보유하고 있으며 특히 실물크기의 시험을 수행할 수 있는 실대형 시험장비 18종을 구축/운용하고 있는 상황이다. 4.4.1은 철도연이 현재 보유하고 있는 전체 시험장비에 대한 리스트이며, 각 시험장비별로 개략적인 사항은 “철도기술연구원 연구시험장비 총람”을 통해 확인 가능하다.

### 4.4.1 전체 시험장비 리스트

#### 1. 대형 연구시험 장비 리스트

1. 대차동특성주행시험기
2. 제동성능시험기
3. 드라이빙기어시험기
4. 스프링시험기
5. 팬터그래프시험기
6. 추진장치성능시험설비
7. 견인전동기 성능시험기
8. ATC시험기
9. 레일체결장치 다축 피로시험장비
10. 대형삼축압축시험기
11. 철도구조물 성능시험기
12. 실대형 통합성능시험시스템
13. 고속레일-차륜 접촉시험기
14. 6-자유도 진동대
15. 환경실험용 범용 클린룸
16. 철도차량 실대형 환경챔버
17. 전차선로/집전계 주행특성 시험기
18. 오염토양 정밀조사 지오프로브

## 2. 고정설치 장비 리스트

19. EMI/EMC 챔버
20. 중형화재 성능평가장비(룸코너)
21. 레일피로시험기
22. 피로시험기(250KN)
23. 피로시험기(10톤)
24. 공기제동시험기
25. 철도터널 환기 및 화재제연 검증 실험장치
26. 3차원측정기
27. 전자현미경 & X선 성분분석기
28. 종합궤도노반시험기
29. 연소가스성분별 전용분석장치
30. 진동시험기
31. 염수분무가스부식시험기
32. 발광분광분석기
33. 대형항온항습조
34. 전원특성시험기
35. GCMS 스펙트로미터
36. 콘칼로리미터
37. 부하특성시험기
38. 만능재료시험기(300톤)
39. X선 잔류응력 측정시스템
40. 레일굴곡시험기
41. 연기밀도시험기
42. 연기밀도 & 가스농도 시험기
43. 충격전압발생기
44. 화염전파시험기(수평형)
45. 철도시스템 공력특성 측정장치
46. FTIR 연소가스분석기
47. 만능재료시험기2
48. 지주식윤하중시험기
49. 고온 화재연기 발생장치

- 50. 서지시험기
- 51. 충격시험기
- 52. 화염전파시험기
- 53. 만능재료시험기(2톤)
- 54. 화염전파시험기
- 55. 비커스 경도시험기
- 56. 불연성시험기
- 57. 고온 금속 가열냉각 열피로시험장치
- 58. 전차륜 조향장치시험기
- 59. 산소지수시험기
- 60. 열특성 분석기
- 61. 터널주행열차모형시험기
- 62. 전선재료 연기시험기
- 63. 항온항습기(환경시험용)
- 64. 수직형 전선화염전파시험기
- 65. 압입부특성시험기
- 66. 풍동장치
- 67. 발화온도 시험기
- 68. 45도 연소성시험기
- 69. 항온항습조(소)
- 70. 산소지수시험기
- 71. 임피던스튜브
- 72. 항온항습챔버
- 73. 브리넬 레일경도시험기
- 74. 항온항습기
- 75. 살수시험기
- 76. 입자제거장치
- 77. LA 마모시험기
- 78. 변수위 투수시험기

### 3. 이동가능 장비 리스트

- 79. 철도차량 실물충돌 안전성 평가 시험설비
- 80. 차량성능시험기
- 81. 도시철도차량성능데이터· 측정장비
- 82. 고속적외선카메라
- 83. 전기전자 범용시뮬레이터
- 84. 전자파 측정 및 분석기
- 85. 궤도검측기
- 86. 유속계측시스템
- 87. 지하매설물탐지기
- 88. 초음파측정기(복합소재내부결함감지용)
- 89. 마이크로폰 배열측정장치
- 90. 철도터널 제연/배연 성능평가 시스템
- 91. 오실로스코프-2(B/T)
- 92. 휴대용 소음기
- 93. 텔레메트리 시스템
- 94. 적외선 카메라
- 95. 적외선 열화상
- 96. 디지털 오실로스코프
- 97. 미세먼지 측정장치
- 98. 초음파측정기(시멘트재료손상측정용)
- 99. 탄소유황분석기
- 100. 동적 데이터측정장치
- 101. 소음진동 다채널 데이터측정기
- 102. 비접촉식 요철측정장비
- 103. 철도교량용 가진기 시스템
- 104. 철근탐지기
- 105. 브리넬경도시험기(지연화상측정형)
- 106. 온도측정기
- 107. 초음파 측정장치(콘크리트용)
- 108. 신호증폭기
- 109. 광대역전력분석기

110. 실내환경종합측정기
111. 데이터수신장치
112. 3차원측량장비
113. 동적신호분석기
114. 파형발생기
115. 측량장비
116. 신호분석기
117. 디지털 멀티메타
118. 철도소음 데이터레코더
119. 휴대용 데이터 저장 및 분석장비
120. 와류탐상기
121. 광신호 분석기
122. 틸팅 승차감 측정용 뇌파분석장치
123. FBG인터로게이터
124. 금속현미경
125. 전차선 동압상량 고속 화상 측정장치
126. 포터블 동적평판재하시험기
127. 동적데이터로거
128. 데이터계측시스템
129. 철근부식도 측정기
130. 차량탈선 안전기준 분석시스템
131. 광섬유 센서 로거시스템
132. 음향방출시스템
133. PCB자동시험기(전자연동장치용)
134. 소음주파수분석기
135. 적외선 열화상 검사장비
136. 레코딩 유닛(LX-10)
137. 데이터로거(12ch)
138. 형상측정기
139. 임의파형발생기
140. 멀티 시그널 프로세서
141. 전력품질분석기3
142. 데이터로거



- 143. VME 열차제어보드
- 144. 크랙 그로스 모니터
- 145. 도상종방향저항력 측정기
- 146. LCR미터-1
- 147. 32채널 DAQ
- 148. PSD종합시험기
- 149. 관성형 가진기
- 150. 디지털 오실로그래픽 레코더
- 151. PXI계측시스템
- 152. 미세먼지 포집장비
- 153. 동적 데이터수집장치
- 154. 전력품질분석기1
- 155. 미세먼지 분석기
- 156. 휴대용 원격 전력 측정 및 분석 기록계
- 157. 승차감측정기
- 158. 다채널 압력측정 시스템
- 159. 초음파탐상기
- 160. 디지털 오실로스코프
- 161. 온도/전압기록계(고속도)
- 162. 데이터로거(64ch)
- 163. 광융합 접속기
- 164. 공조기 종합환경계측기
- 165. 데이터저장시스템
- 166. 미세먼지 측정시스템
- 167. 소음발생장치
- 168. 디지털 멀티코더
- 169. 전력품질분석기2
- 170. 먼지포집기
- 171. DC부하공급장치
- 172. 라인스캔카메라 시스템
- 173. 로크웰경도시험기
- 174. 레이저 화상처리용 카메라
- 175. 디지털 오실로스코프

- 176. 공조기용 전력량 측정시스템(전력분석기)
- 177. PXI제어기
- 178. 신호분석기
- 179. 광손실 측정기
- 180. 열차풍 측정 프루브 어레이
- 181. 내해수성시험기
- 182. 밀리옴 측정기
- 183. 마이크로옴메타
- 184. HCHO, VOCS 휴대용 분석기
- 185. 가진기
- 186. DPSS 그린 레이저 모듈
- 187. 휴대용 PXI소음계측시스템
- 188. AC내전압시험기
- 189. 색차계
- 190. DC내전압시험기
- 191. 다채널 파워앰프(8ch)
- 192. 디지털 포스퍼 오실로스코프
- 193. MFC 시스템
- 194. DC 전자부하장치
- 195. 열화상카메라
- 196. 실시간 소음분석기
- 197. TVOC 측정기
- 198. 데이터로코더(4ch)
- 199. 자장계측기(가우스미터)
- 200. 모빌 코더
- 201. 절연저항계
- 202. 초음파 두께측정기
- 203. 풍량측정기
- 204. 공기누설시험기
- 205. 윤중검증기
- 206. 디지털 스토리지 오실로스코프
- 207. 회전형 점도계
- 208. 광출력측정기

- 209. 플르크-741B(다기능 프로세서 캘리브레이터)
- 210. 테이타로거(8ch)
- 211. 대형 침투성시험기
- 212. X-Y레코더
- 213. AC 일렉트릭 로드
- 214. X-Y 레코더(WX4000-1)
- 215. 전류측정기(휴대용)
- 215. 염분측정기
- 217. 디지털 오실로스코프
- 218. 임팩트 햄머 세트
- 219. 공기량(수분함량)측정기
- 220. 적외선 온도계
- 221. 전압측정기(휴대용)
- 222.HCHO, VOC 간이측정 및 공정시험장비
- 223.다채널 파워앰프(16ch)
- 224. 적분형 정밀소음기
- 225. RCS 공기 측정기
- 226. 함수제너레이터
- 227. 디지털 오실로스코프
- 228. 포름알데히드 측정기
- 229. 디지털 조도계
- 230. 반발강도 측정기
- 231. 클램프 메타
- 232. 보통소음기
- 233. 가우스메타(디지털)
- 234. 급속함수측정기
- 235. 디지털 타코메타
- 236. 소형침투시험기
- 237.공기함량시험기
- 238.풍속측정기

## 4. 시작품 리스트

- 239. 틸팅동특성 주행 시뮬레이터
- 240. 회전형축소모델 선형유도전동기 성능분석장치
- 241. 광섬유를 이용한 철도구조의 변형률 및 온도분포측정 시스템
- 242. 궤간각변장치 시작품
- 243. 열차제어시스템 소프트웨어 테스트 자동화툴

### 4.4.2 대형 연구시험 장비 현황

1997년부터 정부는 국내 철도기술 연구개발품의 성능검증과 시험인증 기반의 확보를 위해, 철도선진국인 일본과 유럽 등에 준한 시험장비 확보에 주력해 왔다. 1997~2003년까지 진행되었던 철도안전성능연구시설 건설사업의 수행을 통해 현재의 철도기술연구원 10개 연구/시험동과 8종의 차량관련 대형 시험장비들이 확보되었으며, 2005~2010년까지 진행되었던 철도기술선진화 연구기반 조성사업의 수행을 통해서도 궤도/토목구조/환경 관련 대형 시험장비 10종이 구축된 바 있다. 13년간 약 600억의 국고 투자를 통해 현재의 연구시험/인증 기반이 확보되었다고 볼 수 있는데, 1단계 및 2단계 시험장비로 구분되는 각 시험장비의 특징적 현황은 다음과 같다.

#### ▪ 1단계 시험장비 8종

- 철도안전성능 연구시설 건설사업의 일환으로 구축
- 고속철도 기술개발사업과 연계하여 300kph 이하 차량 용품/구조체 성능검증을 목적으로 기획
- 2002~2003에 구축 완료된 바, 장비 사용년수가 이미 10년이 지나가고 있으며, 기획 당시의 기술수준에 비해 현재의 기술발전 속도가 급격하여, 장비의 전체적 성능사양이 현재 기술수준에 미치지 못하고 있음

#### ▪ 2단계 시험장비 10종

- 철도기술 선진화 연구기반 조성사업의 일환으로 구축
- 궤도, 토목구조물, 환경 관련 10종의 실험대형 시험장비로 구성
- 2005~2010에 구축 완료되었으며, 최신의 구성요소 및 제어요소를 탑재, 일

부 장비의 경우 세계 최고 수준이며, 각 장비의 차별성/활용성 확보에 중점을 둠

1997년 이후 수행되었던 정부재원의 투자에도 불구하고, 현재 국내 실험인프라의 전체적인 수준은 철도 최상위 선진국 대비 60% 정도인 것으로 판단되며, 특히 1단계 시험장비의 경우, 시간 경과와 함께 현재 요구되는 시험관련 성능수준에 다소 미흡한 상황인 특징을 보이고 있다.

2장에서 살펴본 바와 같이, 철도 선진국의 경우, 시험선로~시험시설~시험장비로 연계되는 이상적인 철도시험인프라의 확보 및 운용을 기반으로 자국기술/용품의 지속적인 업그레이드, 이를 통한 체계모니 선점 및 지속을 전략적으로 수행하고 있다는 점과, 특히 대형 시험장비에 대한 지속적인 재원투자를 통해 장비의 확충과 업그레이드를 수행하고 있음에 주목한다면, 국내의 경우에도 철도 전용 시험인프라에 대한 지속적 투자/확충 필요성은 매우 자명한 것으로 판단된다.

## 1. 대차동특성주행시험기

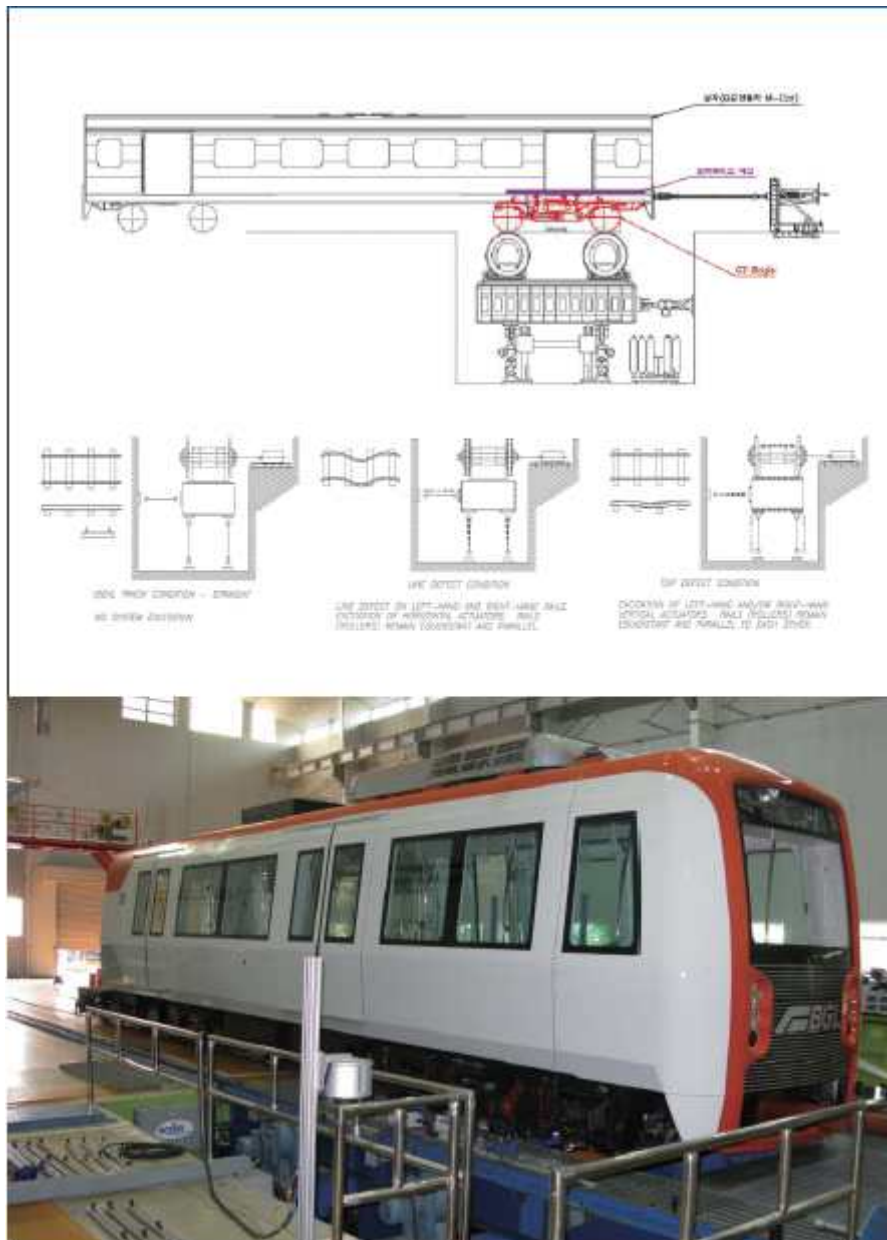
### Bogie Dynamic Simulator

장비관리 번호	F20079999	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	Wyle(미국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	열차 주행 시 궤도틀림 등으로 인하여 대차에 전달되는 진동특성 등의 연구를 위해, 시험실 내에서 레일에 해당하는 궤조륜시스템과 궤도 틀림을 모사하기 위한 유압가진시스템 등을 구성하여 실제 열차가 영업선에서 주행하는 것과 동일한 조건을 구현함으로써 1 Bogie 또는 1 Car에 대한 동특성 메커니즘을 평가하기 위한 장비
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주행안정성(임계속도)시험</li> <li>- 주행 동적특성 시험</li> <li>- 주행모사 시험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최고시험속도 : 420 km/h</li> <li>- 최대축하중 : 20톤</li> <li>- 시험대상 : 2축대차 1량 및 차량1량(Half Carbody 방식)</li> <li>- 궤간 : 표준궤간(1435mm), 광궤간(1676mm)</li> <li>- 축간거리 : 1400~3500mm까지 유동적으로 시험가능</li> <li>- 궤조륜 직경 : 1376mm</li> <li>- 가진장치 <ul style="list-style-type: none"> <li>'One Table 가진방식</li> <li>'가진제어 : 정현파, 구현파, 임의파형 및 실궤도 불규칙파</li> <li>'액츄에이터 : 7대(수직 4대, 수평3대)</li> <li>'횡방향 가진 : <math>\pm 1.5 \sim 10\text{mm}</math>(40~6Hz)</li> <li>'수직방향 가진 : <math>\pm 1.5 \sim 10\text{mm}</math>(30~6Hz)</li> <li>'회전방향 가진 : 2.5~12'(20~6Hz)</li> </ul> </li> </ul>



구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 궤조륜 모듈 : Wheel 직경 1376mm, 2조</li> <li>- 궤조륜 구동모터 : 1500kw, 2대</li> <li>- 유압가진시스템 : 액츄에이터 7대/유압펌프 3대/유압탱크 1개, 1식</li> <li>- 궤조륜 베어링 윤활시스템 : 윤활유공급시스템 및 제어장치, 1식</li> <li>- 작동유 냉각시스템 : 100RT 수냉식 냉각시스템, 1식</li> </ul>
담당자	김석원



## 2. 제동성능시험기

### Brake Performance Tester

장비관리 번호	F20079998	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	효성중공업(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	열차 주행 중 비상제동 및 사용제동 시 열차를 정지할 수 있도록 하는 각종 제동장치 부품(제동디스크, 제륜자 등)의 성능을 평가하기 위한 장비로서, 실차의 기계 제동 마찰특성을 정량적으로 모의할 수 있으며, 재현계측이 가능하므로 시험대상물의 분석이 쉽고 비교검토가 용이하여 시험평가 및 철도차량 제동시스템의 연구개발을 위한 장비
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 마찰재 및 디스크 성능 시험</li> <li>- 디스크 및 제륜자의 마찰계수측정</li> <li>- 시험신청에 따른 성능평가지험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 최고속도 420km/h, 1900kg·m<sup>2</sup> 관성</li> <li>- 최대 구동동력 : 540HP</li> <li>- 최대 구동토크 : 2527Nm</li> <li>- 최대 구동속도 : 2500RPM(400km/h, Ø860mm 기준)</li> <li>- 최대 제동토크 : 25000Nm</li> <li>- 디스크 제륜자 압부력 : 30kN*2</li> <li>- 답면 제륜자 압부력 : 60kN*2</li> <li>- 점착부 압부력 : 98kN</li> <li>- Flywheel Inertia : 1860kg·m<sup>2</sup>, 400kg·m<sup>2</sup>, 100kg·m<sup>2</sup></li> <li>- 시험차륜직경 : Ø700~Ø1120mm</li> <li>- 가속시간(0-&gt;1500RPM) : 2분 30초(1900kg·m<sup>2</sup>기준)</li> <li>- 비상정지시간(at 2500RPM) : 3분(1900kg·m<sup>2</sup>기준)</li> <li>- 산수량 : 4LPM</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 송풍량 : 16800m<sup>3</sup>/hr (풍속 30m/s 기준)</li> <li>- 제동압 공급원 : 공압</li> <li>- 토크 측정법 : Load Cell</li> </ul>
구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구동모터(540HP) 1대</li> <li>- 관성플리이휠</li> <li>- 디스크제동부</li> <li>- 담면제동부</li> <li>- 윤활시스템</li> <li>- 살수장치</li> <li>- 집진설비</li> <li>- 제어 및 DAQ시스템 등</li> </ul>
담당자	김정국



### 3. 드라이빙기어시험기 Driving Gear Tester

장비관리 번호	F20079997	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	효성중공업(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	고속전철 및 전동차용 감속구동장치의 부하에 따른 진동, 소음, 누유, 기어강도, 온도, 베어링 이상 유무, 기계효율 등의 성능 측정과 내구성을 평가하고 확인하기 위한 시험 장비	
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기어의 굽힘강도 및 치면 피로에 대한 내구성 시험</li> <li>- 감속기 오일 누유 시험</li> <li>- 온도상승 시험</li> <li>- 효율 시험</li> <li>- 진동 시험</li> <li>- 소음 시험</li> <li>- 백래쉬 측정(Tooth Clearance)</li> <li>- 치면 접촉 상태 및 베어링 이상유무</li> </ul>	
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입출력모터 : 1300kw(690v)</li> <li>- 토크 : 57000Nm</li> <li>- 시험대상 : 전동차, KTX, G7감속기</li> <li>- 측정인자 : 토크, 회전수, 진동, 온도</li> <li>- 시험방식 : 동력 흡수식</li> </ul>	
구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입출력 구동모터(1300kw) 각 1대</li> <li>- Dummy Gear Box 2조</li> <li>- 고정식유회환시스템 1식</li> <li>- 이동식유회환시스템 1식</li> <li>- 유회환유 냉각시스템(40RT) 1식</li> <li>- 제어 및 DAQ시스템 등</li> </ul>	





#### 4. 스프링시험기

#### Spring Tester

장비관리 번호	F20079996	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	살롬 엔지니어링 (한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<p>철도차량 1, 2차 현가요소(스프링, 댐퍼, 부쉬류 등)에 대한 특성 및 성능 분석을 위한 시험장치</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 스프링 특성, 내구시험</li> <li>- 댐퍼 특성, 내구시험</li> <li>- 부쉬, 고무류 특성시험</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고속철도차량, 기존철도차량 현가요소(스프링, 댐퍼)특성 시험 및 성능평가</li> <li>- 각종 방진재, 노후 현가요소 특성 시험</li> <li>- 현가요소 국산화 및 품질 향상을 위한 연구 개발</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- KS M 6745 철도차량용 방진 고무 통칙</li> <li>- KS R 9234 철도차량용 오일 댐퍼</li> <li>- KS R 9243 철도차량용 공기스프링 시험방법</li> <li>- EN 13913 Rubber Suspension components - Elastomer - based mechanical parts</li> <li>- EN 13802 Suspension components - Hydraulic damper</li> <li>- 스프링 시험기 <ul style="list-style-type: none"> <li>'시험하중 : 수직 40톤, 수평 10톤</li> <li>'액츄에이터 변위 : 수직 150mm, 수평 130mm</li> <li>'동적성능 : 수직 2Hz, 25mm, 수평 2Hz, 50mm 이상</li> <li>'피시험체 : 코일/고무 축상 스프링, 공기스프링, 부쉬 및 스프링류</li> </ul> </li> <li>- 댐퍼시험기</li> </ul>



	'시험하중 : 3톤 '최대변위 : 최대 200mm '동적성능 : 10Hz, 10mm '피시험체 : 1차/2차 오일댐퍼, 요댐퍼, 차체간댐퍼 등
구성품	- 스프링 시험기 : 수직 액츄에이터, 수평 액츄에이터 - 댐퍼시험기 : 수평 액츄에이터
담당자	허현무



## 5. 팬터그래프시험기

### Pantograph Tester

장비관리 번호	F20079994	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	유응연(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	전차선으로부터 열차에 전력을 공급하는 팬터그래프의 인증시험, 형식시험 및 전수시험 등의 각종 정적특성시험과 내구성 시험 및 팬터그래프 동적거동 평가 등의 연구개발을 위한 장비
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팬터그래프 압상력 시험</li> <li>- 동작 시험</li> <li>- 내구성 시험</li> <li>- 동적 시험 등</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 팬터그래프 정적시험기 <ul style="list-style-type: none"> <li>'근접센서 : 20mm, 100Hz</li> <li>'Load sell : 0~490N</li> <li>'Servo Motor : AC220V, 800W</li> <li>'Lead Screw : Ball Screw, BNF4010-5</li> <li>'Electric Cylinder : 40kgf-m</li> <li>'이동대차 자동고정설치 : 유압 CLAMP 방식</li> </ul> </li> <li>- 팬터그래프 내구성시험기 <ul style="list-style-type: none"> <li>'근접센서 : 20mm, 100Hz</li> <li>'Servo Motor : AC220V, 800W</li> <li>'Lead Screw : Ball Screw, BNF4010-5</li> <li>'이동대차 자동고정설치 : 유압 CLAMP 방식</li> </ul> </li> <li>- 팬터그래프 동적시험기 <ul style="list-style-type: none"> <li>'유압가진기 : 용량 20kN, 최대진폭 1mm, 최대주파수 50Hz</li> <li>'가속도센서 : 최대가속도 50G</li> </ul> </li> </ul>

	'변위센서 : AML/E±100 '이동대차 자동고정설치 : 유압 CLAMP 방식 'Service Block : Hi/Low System, Accumulator, Filter '모터구동장치 : 형식 Stepping Moter, 제어방식 Pulse 제어, 좌우이동 ±400mm
구성품	- Tester Load Frame & Fixture : 3set - Electric Control Console : 3set - HPS : 1set
담당자	이기원



## 6. 추진장치성능시험설비

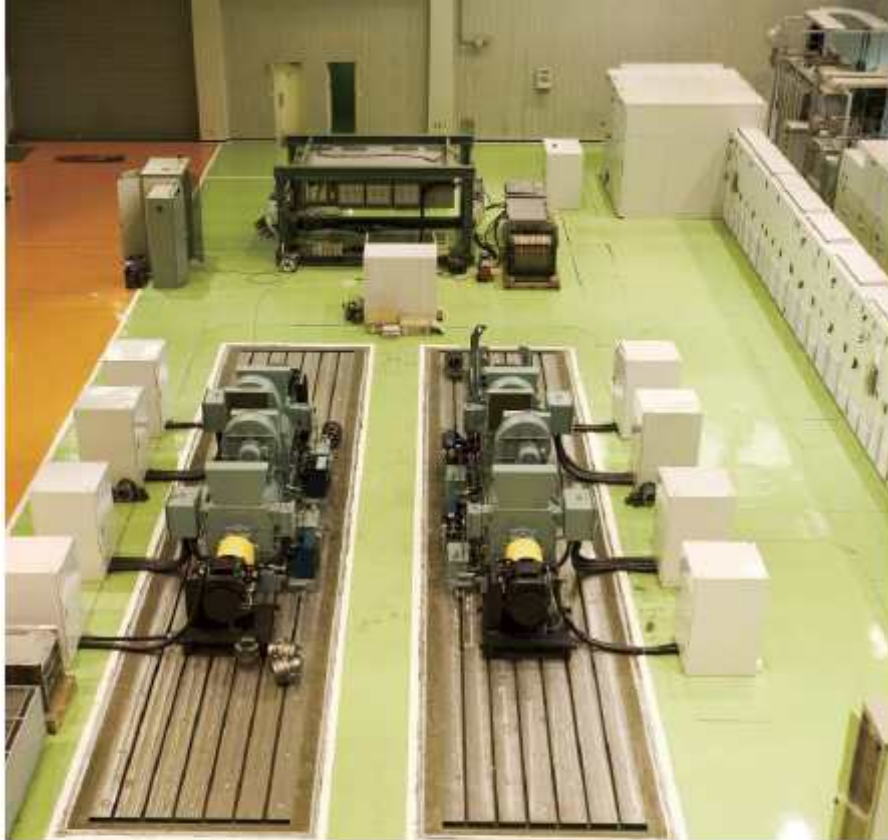
### Propulsion Equipment Performance Tester

장비관리 번호	F20079992	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	효성중공업(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 추진장치 성능시험설비는 추진인버터와 전동기의 조합인 피시험체의 성능시험을 실시하며, 추진장치의 개발 또는 형식인증 단계에서 추진장치의 성능을 시험하고 검증하는 장비</li> <li>- 전원제어 설비, 부하제어 설비 및 운전/계측 설비로 구성되어 추진장치에 대한 속도, 부하제어 및 속도-토크, 전류, 전압, 출력, 손실, 온도 등을 측정할 수 있는 기능을 갖추고 있음</li> </ul>
시험항목	시험대상 : DC 1.5KV, DC 750KV, AC 22KV - 차량 추진장치
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장비 주요 성능 <ul style="list-style-type: none"> <li>'정격용량 : 1대 단독운전 660kw, 3500Nm, 2대 연결운전 1320kw, 7000Nm</li> <li>'최대 시험속도 : 최대 5000RPM</li> <li>'최대 토크시험 : 10000Nm</li> </ul> </li> <li>- 장비 주요 사양 <ul style="list-style-type: none"> <li>'교류전원설비 : 정격 3000kVA, 25kVA 단상AC, 2500kw 상평형 장치</li> <li>'직류전원설비 : 정격전압 750V/1500V, 제어범위 450V~1000V, 900V~2000V</li> <li>'부하설비 : 660kw 4대 유도전동기, 인버터제어방식, 4상한토크/속도제어</li> <li>'제어 및 DAS 설비 : Rackmount PC with Windows OS, Local Control System, Data Report/저장기록</li> </ul> </li> </ul>
구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고압배전반</li> <li>- 직류전원설비</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교류전원설비</li> <li>- 부하설비</li> <li>- 보조전원설비</li> </ul>
담당자	이병송



## 7. 견인전동기 성능시험기 Traction Motor Tester

장비관리 번호	F20079993	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	효성중공업(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량용 Traction Motor의 성능시험을 위한 실제 차량과 동일한 제어환경을 구성하여 Traction Motor의 전반적인 기능과 성능을 확인하고, 차량운행조건에 대한 특성시험을 수행</li> <li>- 철도차량의 견인전동기를 주행상태의 부하 여러 조건하에서 시험가능</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 무부하 특성시험</li> <li>- 구속시험</li> <li>- 부하특성시험</li> <li>- 연속정격온도상승시험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 6.6Kv, 정격용량 22000kVA</li> <li>- 6.6Kv, 3상 500kVA, 주파수변환방식, 정격용량 22000kVA</li> <li>- 정격전압 3000V, 1500V, 750V</li> <li>- 부하발전기 : 660kw 농형유도전동기 2대</li> <li>- 제어장치 : 벡터제어 인버터</li> <li>- 제어방식 : 토크/속도제어</li> <li>- 최대시험속도 : 5000RPM</li> <li>- 토크시험검출용량 : 3000Nm, 1000Nm</li> <li>- 정격용량 : 1대 단독운전 660kw, 3500Nm / 2대 연결운전 1320kw, 7000Nm</li> <li>- Rack Mount PC with Windows OS</li> <li>- PLC Base Local Control System</li> <li>- Data Report / 저장기록</li> </ul>



구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 부하용 전동기</li> <li>- 전원공급설비 : 고압배전반, PWM Converter, VVVF Inverter, 승압용 변압기, Sine Fiter, RC Filter, 여자기</li> <li>- 제어설비</li> </ul>
담당자	장동욱



## 8. ATC 시험기

### Tester for ATC Systems

장비관리 번호	F20079995	
취득일자	2007-12-31	
제조회사	살롬엔지니어링 (한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<p>열차의 안전을 확보해주는 ATC시스템 차상제어장치의 기능을 시험 및 분석하기 위한 연구시험장비</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도신호시스템의 운용환경시험을 위한 온습도진동 복합시험기</li> <li>- ATC 차상장치시험 기능 <ul style="list-style-type: none"> <li>'19" Rack Type</li> <li>'VXI System</li> <li>'Multifunction Synthesizer 외</li> <li>'대상 : 국철 분당선, 도시철도 7호선 차상 ATC 외</li> </ul> </li> <li>- 피시험체와의 인터페이스 : 각각 독립된 인터페이스 박스를 xhdog 해당 피 시험체와 인터페이스</li> <li>- 운용환경시험 : 온습도진동 복합시험기를 통한 온도, 습도 및 진동에 대한 복합적인 시험가능 환경 제공</li> <li>- 사용전원 : AC220V</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도신호설비 운용환경 시험 <ul style="list-style-type: none"> <li>'온도/진동 등의 운용환경 시험으로 활용(한국형 고속전철 시제품 시험, 로템 신호설비 시험 등 수행)</li> </ul> </li> <li>- ATC 차상장치 운전모드 및 기능분석에 활용 <ul style="list-style-type: none"> <li>'ATC 차상장치의 주요 기능 분석 및 동작 메커니즘 분석 용도로 활용(도시철도 및 고속철도용 차상장치 동작메커니즘 분석하는 등 다수 연구과제에서 활용 중)</li> </ul> </li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동시험기 24kN, 5~2500Hz</li> <li>- ATC 차상기능시험설비</li> </ul>

	'VXI MainFrame, Embedded Controller, Switch Matrix 'Digital Oscilloscope, Multi Function Synthesizer, Pulse Generator, Dynamic Signal Analyzer, Frequency Response Analyzer - ATC 차상기능시험설비 제어기 'Pentium-III Dual CPU 1GHz, 256M RAM - 온습도 진동복합 시험기 '온습도 챔버 : $\pm 200^{\circ}\text{C} \sim -73^{\circ}\text{C}$ '진동시험기 : 24kN, 5~2500Hz
구성품	- ATC 차상장치 시험기 - 온습도 진동 복합 시험기
담당자	황종규



## 9. 레일체결장치 다축 피로시험장비

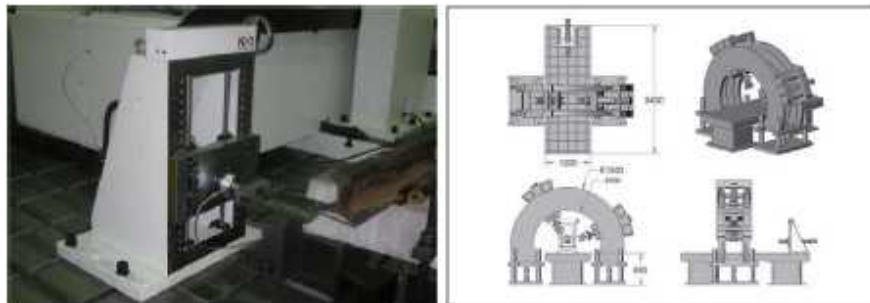
### Multi-Axial Fatigue Testing System for Rail Fastening System & Components

장비관리 번호	F20070224	
취득일자	2007-11-05	
제조회사	(주)KNR system(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	강제프레임에 고정된 유압 액츄에이터를 이용하여 철도 현장의 열차하중 재하상태를 정적 및 동적으로 유사하게 모사하여 피시험체인 레일/침목/레일체결장치 등 궤도구성품의 응답특성을 분석하는 장비다. 본 장비는 레일체결 장치의 성능평가지험을 목적으로 제작된 장비이지만 일반적인 철도 궤도구성품 및 일반부품에 대한 강도시험 및 피로시험도 수행할 수 있는 장비이다.	
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 레일체결장치 성능시험관련 <ul style="list-style-type: none"> <li>'정적/동적 수직스프링 계수시험</li> <li>'초기체결력시험</li> <li>'종방향저항력시험</li> <li>'비틀림저항력시험</li> <li>'반복하중재하시험</li> <li>'인발저항시험</li> </ul> </li> <li>- 일반적인 피로시험</li> <li>- 일반적인 강도시험</li> </ul>	
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Static force rating : <math>\pm 250\text{kN}</math>, <math>\pm 100\text{kN}</math>, <math>\pm 50\text{kN}</math>, <math>\pm 25\text{kN}</math></li> <li>- Dynamic force rating : <math>\pm 200\text{kN}</math>, <math>\pm 80\text{kN}</math>, <math>\pm 40\text{kN}</math>, <math>\pm 20\text{kN}</math> or more</li> <li>- Dynamic displacement : 150mm or more</li> <li>- Hydraulic performance : minimum <math>\pm 1.5\text{mm}</math> at 20Hz of 200kN dynamic load</li> </ul>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LVDT : Internally moounted in cylinder rod, Non-linearity &lt; 0.25% of full range</li> <li>- Loadcell : Nominal load limit capacity <math>\geq</math> 150% of full range</li> <li>- Non-linearity <math>\leq \pm 0.05\%</math> of full scale or batter</li> <li>- Hysteresis <math>\leq \pm 0.05\%</math> of full scale of better</li> <li>- Repeatability <math>\leq \pm 0.02\%</math></li> </ul>
구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hydraulic Actuator System</li> <li>- Hydraulic Power System</li> <li>- Control System</li> <li>- Software</li> <li>- Test bed &amp; Fixtures</li> <li>- Environment Chamber</li> </ul>
담당자	김은







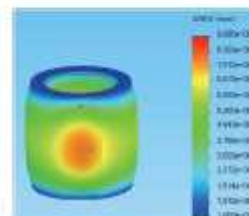
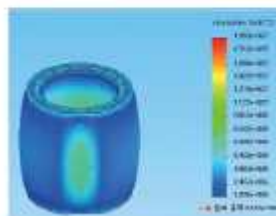
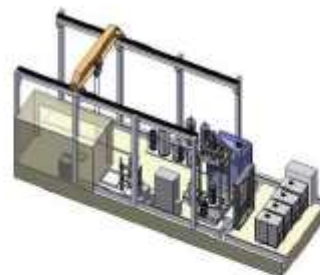
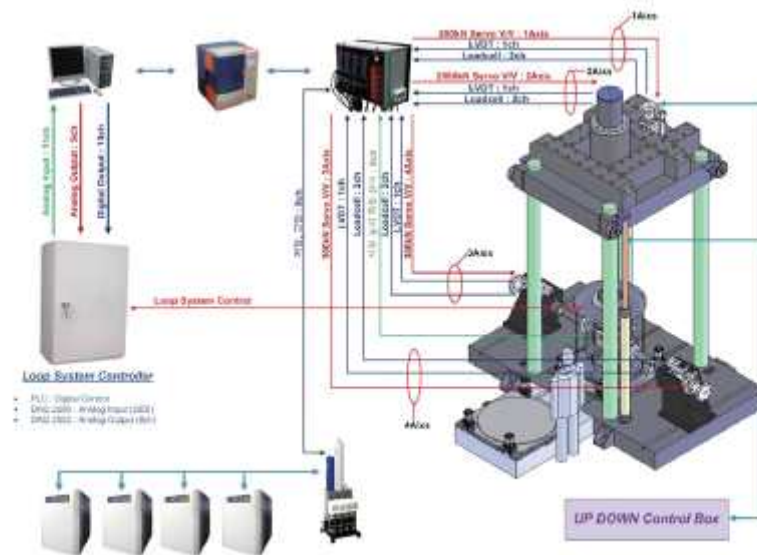
## 10. 대형 삼축압시험기

### Large Triaxial System

장비관리 번호	F20090106	
취득일자	2009-03-05	
제조회사	(주)KNR system(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	도상자갈, 암성토재료와 같은 조립재료의 정적강도, 동적물성, 탄성계수 등 정동적 물성 획득을 목적으로 하는 요소시험장비
시험항목	장적삼축압축시험(UU, CU, CKoU, CD), 정적삼축인장시험, 삼축투수, Ko압밀, 온도제어(동결/융해)시험, 대형 오이도미터(1차원 압축)시험, 동적삼축압축시험(Liquefaction, Test, Shear Modulus, Damping Ratio, Resilient Modulus), 평면변형률(중간주응력)제어 시험, 최대전단탄성계수(Gmax)시험
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Main Frame : 4800(kN) Hydraulic Clamp Cylinder, 400(kN) Hydraulic Up/Down Cylinder</li> <li>- Static Actuator : 2000kN, Stroke <math>\pm 200\text{mm}</math>, Hydraulic performance Minimum <math>\pm 10\text{mm}</math> at 10Hz on 160kN dynamic load</li> <li>- Load cell : 2000kN, 200kN, 내압 방수형</li> <li>- Triaxial cell : Confining pressure : 2MPa <ul style="list-style-type: none"> <li>'500<math>\phi</math> <math>\times</math> 900H(1set) : Specimen size : 150<math>\phi</math> <math>\times</math> 300H 1 set for general triaxial test</li> <li>'700<math>\phi</math> <math>\times</math> 1200H(2set) : Specimen size : 300<math>\phi</math> <math>\times</math> 600H : 1 set for general triaxial test &amp; 1 set for frozen soil&amp;gravel triaxial test specimen size</li> <li>'900<math>\phi</math> <math>\times</math> 1650H(2set) : Specimen size : 500<math>\phi</math> <math>\times</math> 1000H : 1 set for general triaxial test 1 set for</li> </ul> </li> </ul>

	intermediate principal stress control test - Oedometer Cell 1000 $\emptyset$ $\times$ 600H(1set), 600 $\emptyset$ $\times$ 600H(1set)
구성품	Actuator(200kN, 2000kN), 내압방수형 Load Cell, Triaxial Cell(5set), Oedometer Cell(2set), Compactor, Large Sieve Analysis Apparatus, Temperature Control System, Small Strain Measuring System, Intermediate Principal Stress Control System De-airing System etc.
담당자	이성진

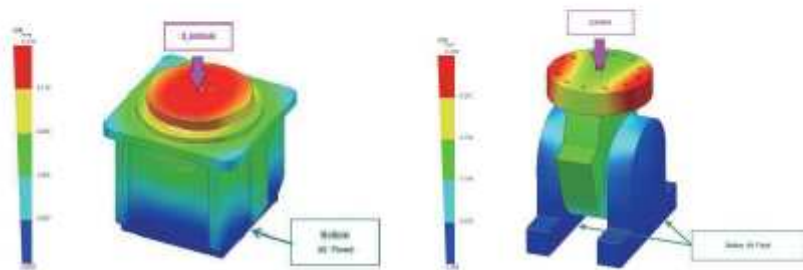


## 11. 철도구조물 성능시험기

### Universal Railway Structure Testing Machine

장비관리 번호	F20090114	
취득일자	2009-01-20	
제조회사	삼연기술(한국)	
모델명	제작품	
설치형태	고정설치	

장비용도	철도교량모형, 궤도구조, 건축구조, 철도차량 등의 모형 또는 실물크기 실험체에 대한 정/동적 시험을 수행하는 시험설비로 2500KN의 수직 액츄에이터, 500KN의 수평 액츄에이터 및 유압 펌프, 컨트롤러로 구성된 유압가진 시스템, 재하프레임 일체형으로 2축 동시 재하가 가능한 장비
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 휨/전단/압축/인장 시험</li> <li>- 2축 동시재하 동적 시험</li> <li>- 피로시험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 250톤, Actuator외</li> <li>'재하 프레임 : 허용 수직최대하중 250kN, 허용 수평최대하중 50kN</li> <li>'500kN 동적액츄에이터 :1기(stroke 100mm, ±10mm at 5Hz)</li> <li>'2500kN 동적액츄에이터 : 1기(stroke 150mm, ±3mm at 5Hz)</li> <li>'Hydraulic Pump : 680lpm</li> <li>'Hydraulic Service Manifold : 2개</li> <li>'Controller</li> <li>'DAQ : 64Ch (EDX-2000A)</li> <li>'그외, 하드라인, 제어용 PC용</li> </ul>
구성품	Frame Assembly, Vertical&Horizontal Actuator Set, Pump unit, Controller
담당자	김현민



## 12. 실험대형 통합성능시험 시스템

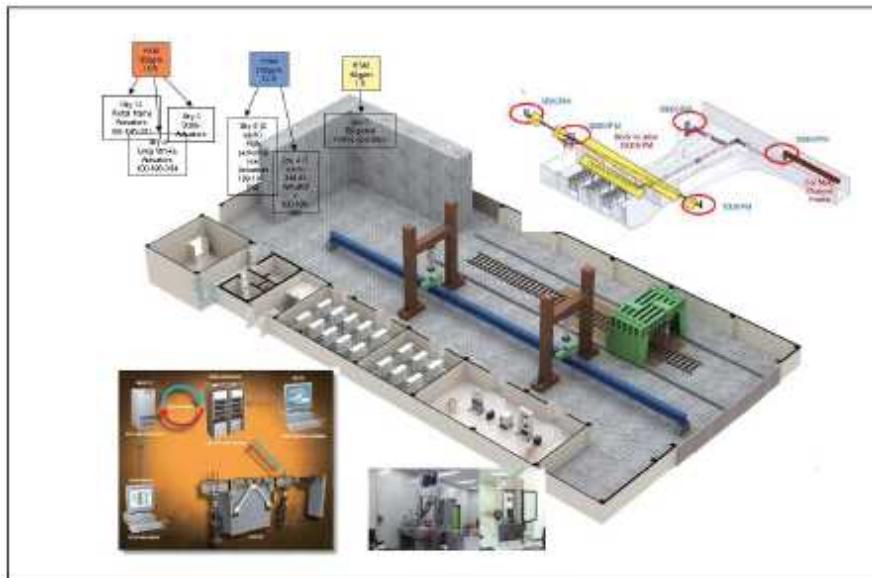
### Fully Integrated Test Equipment for Railroad Infrastructure

장비관리 번호	F20090145	
취득일자	2009-06-30	
제조회사	MTS(미국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	철도교량, 궤도구조, 건축구조, 철도차량 등 실험체 크기에 대한 정/동적 시험을 수행하는 시험설비로 반력벽 및 반력상, 다양한 용량(250~5000kN)의 액추에이터 및 유압펌프, 컨트롤러로 구성된 유압가진 시스템, 궤도노반 재하용 자주식 이동프레임, 재료시험기 등으로 구성되어 있는 장비.
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 정적 재하 및 파괴시험</li> <li>- 고사양(High Frequency&amp;Long Stroke) 동적가진 시험</li> <li>- 피로시험</li> <li>- Quasi-Static&amp;Pseudo-Dynamic 시험</li> <li>- 실시간 하이브리드(Real Time Hybrid) 시험</li> <li>- 이외 실험대형 구조물에 대한 성능시험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 45.5m(L) × 14.4m(W) × 1.2m(T) 외</li> <li>- 반력벽 : (13.5+10)m(L)8m(W)2m(T)</li> <li>- 반력벽 : 45.5m(L)14.4m(W)1.2m(T)</li> <li>- 재하용 이동프레임 : 자주식 이동, 허용 수직최대하중 250kN × 6ea, 허용 수평최대하중 250kN × 3ea</li> <li>- 250kN 동적액추에이터 : 12기(stroke 250mm, ±12mm at 5Hz/250kN)</li> <li>- 250kN 동적액추에이터 : 4기(stroke 250mm, ±5mm, at 50Hz/250kN)</li> <li>- 250kN 동적액추에이터 : 4기(stroke 450mm, ±80mm, at 5Hz/250kN)</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 500kN 동적액추에이터 : 4기(stroke 250mm,±10mm, at 5Hz/250kN)</li> <li>- 2000kN 정적액추에이터 : 2기(stroke 750mm)</li> <li>- 5000kN 정적액추에이터 : 1기(stroke 750mm)</li> <li>- 500kN Material Tester 1기</li> <li>- 2500kN Rock&amp;Concrete Tester 1기</li> <li>- Hydraulic Pump : 180gpm × 6=1080gpm</li> <li>- Hydraulic Service Manifold : 250gpm 12개, 100gpm 19개, 50gpm 1개</li> <li>- Controller : 4ch 4기, 18ch 1기</li> <li>- DAQ : 64Ch (National Instruments)</li> <li>- 그 외 하드라인, 제어용 PC등</li> </ul>
구성품	동적 액추에이터 24기, 정적액추에이터 3기, 재료시험기 2기, 컨트롤러 DAQ 및 제어 PC, 유압펌프, HSM 및 관련 하드라인, 반력벽 및 반력상
담당자	김성일





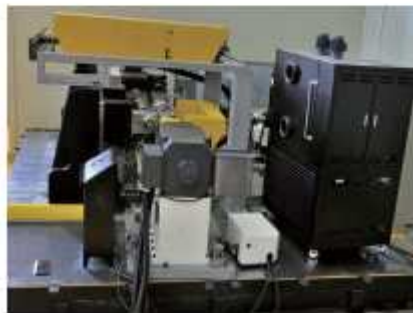
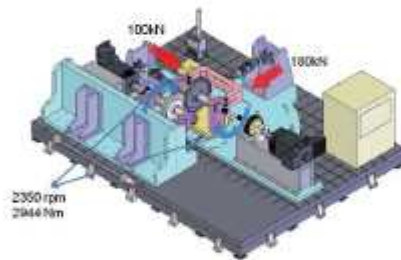
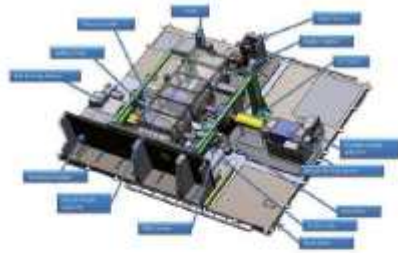
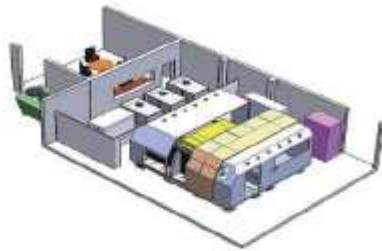
### 13. 고속 레일- 차륜접촉 시험기

#### High Speed Rail-Wheel Contact Simulator

장비관리 번호	F20090329	
취득일자	2009-10-05	
제조회사	(주)KNR system(한국)	
모델명	고속레일 -차륜접촉시험기	
설치형태	고정식	

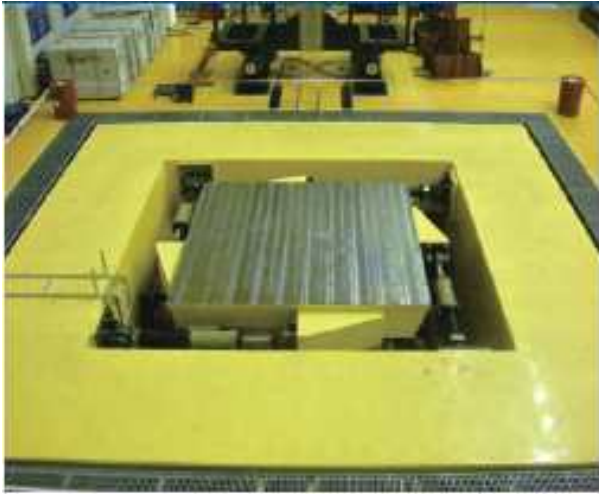
장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 차륜 및 레일의 접촉성능평가</li> <li>- 차륜과 레일의 프로파일 최적화</li> <li>- 레일과 차륜의 피로수명 산정</li> <li>- 직곡선부 레일 마모현상 규명</li> <li>- 레일과 차륜의 마찰특성 규명</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 레일-차륜 회전 접촉 시험(Rolling Contact Fatigue Test)</li> <li>- 레일, 차륜 마모 시험</li> <li>- 레일, 차륜 마찰계수 측정 시험</li> <li>- 레일, 차륜 점착계수 측정 시험 등</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Specimen : Wheel&amp;Rail 300~1000mm(diameter)</li> <li>- Driving Motor : 355KW Servo Motor</li> <li>- Radial Loader : Max. 180kN, <math>\pm 2.5\text{mm}</math> @20Hz</li> <li>- Thrust Loader : Max. 100kN, <math>\pm 7.5\text{mm}</math> @20Hz</li> <li>- Test speed : 0~2470RPM @ 1000mm (445km/h)</li> <li>- Slip rate : -10~+100%</li> <li>- Contact angle range : 0~3°</li> <li>- Attack angle range : -3°~+3°</li> <li>- Environment Control : Dry, Wet, Sand, Oil, Temperature, Humidity</li> </ul>
구성품	Base Frame, Wheel driver, Torsional loader, Radial Loader, Thrust Loader, Contact Angle Adjuster, Attack Angle Adjuster, Environment Chamber, Hydraulic Service Manifold(HSM),

	Hydraulic Power Supply(HPS), Safety frame, Specimen, Accessary
담당자	황성호



## 14. 6자유도 진동대

### 6 DOF Shake Table Platform

장비관리 번호	F20090356	
취득일자	2009-11-24	
제조회사	(주)KNR system(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 지진파(지반가속도 이력)모사 장비</li> <li>- 토목/건축구조물 및 기계 구성품의 진동실험</li> <li>- 축소모형실험 및 유사 동적실험</li> <li>- 최대 6-자유도 제어가능</li> </ul>
시험항목	토목/건축 (비)구조체의 내진성능 실험 및 기계구성품 진동실험
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 진동대 평면 : 4.1m × 4.1m</li> <li>- 최대(공칭)시편중량 : 0.1~60Hz</li> <li>- 부상식 면진 콘크리트 기초 (1,440톤)</li> <li>- 300~320kN 동적 액츄에이터 :8기 (수평4, 수직4)</li> <li>- 주요 주파수대역(1~2.0Hz) 최대가속도 : <math>\pm 0.8 \sim 1.7g</math></li> <li>- 최대 스트로크 : <math>\pm 200 \sim 300mm</math></li> <li>- 최대 수평 전도저항모멘트(무게중심 2.5m기준) : 1,200kNm</li> <li>- 수평 부가지량 모사장비 : Hydrostatic방식의 저마찰 Mass-Rig</li> <li>- Sabio 계열 6자유도 제어시스템 및 소프트웨어</li> </ul>
구성품	Hydraulic Actuators, Hydraulic Service Manifolds&Hardlines, Parking Frame, Seismic Table, Air-Spring System&Its Supplements, Concrete Reaction Mass, Additional Horizontal Mass Rig w/Hydrostatic Bearings, Control Softwares&Computer Systems, LVDTs, Accelerometers, Strain Gages&DAQ equipment, Jigs&Lab Accessories
담당자	김이현



## 15. 환경실험용 범용 클린룸 Environmental Clean Room

장비관리 번호	등록예정	
취득일자	구축중	
제조회사	한국피셔과학 (한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 에어필터 성능평가</li> <li>- 공기청정기 성능평가</li> <li>- Bio aerosol 분석</li> <li>- 석면분석</li> <li>- 철도자재 오염물질 분석</li> <li>- 실내공기질 분석</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EN779 G4 grade, SPS KACA 002-132ATSM D6670</li> <li>- ISO 16000-9, ISO/IEC 28360</li> <li>- JIS A 1901, JIS A 1902</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 크기 : 13,000(W) × V24,000(D) × 3,000(H)</li> <li>- 대형챔버시스템(24.5m<sup>3</sup>)</li> <li>- 소형챔버(20L)</li> <li>- 클린룸</li> <li>- 입자상분석시설               <ul style="list-style-type: none"> <li>'Scanning Mobility particle sizer</li> </ul> </li> <li>- 바이오에어로졸분석시설               <ul style="list-style-type: none"> <li>'UV-APS</li> <li>'Bio aerosol spectrometer</li> <li>'Bio aerosol preparation system</li> </ul> </li> <li>- 가스상분석시설               <ul style="list-style-type: none"> <li>'Ambient air quality monitoring system</li> <li>'Asbestos analyzing system</li> </ul> </li> </ul>

	'GCMS, HPLC, UV-VIS, O3 analyzer, Ion chromatography
구성품	클린룸부스(class 1000), 대형방출챔버(24m3, 5m3), 소형고온방출 챔버, 가스상분석설비, 바이오에어로졸 분석설비
담당자	권순박





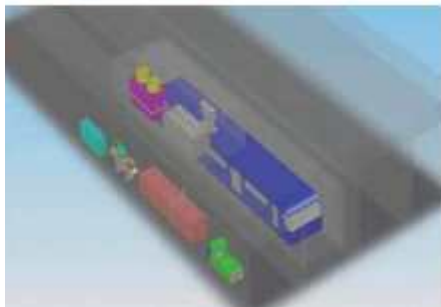
## 16. 철도차량 실험용 환경챔버

### Real-Scale Environmental Chamber for Railroad Passenger Cabin

장비관리 번호	F20090351	
취득일자	2009-10-26	
제조회사	(주)더웨이(한국)	
모델명	개발품	
설치형태	고정설치	

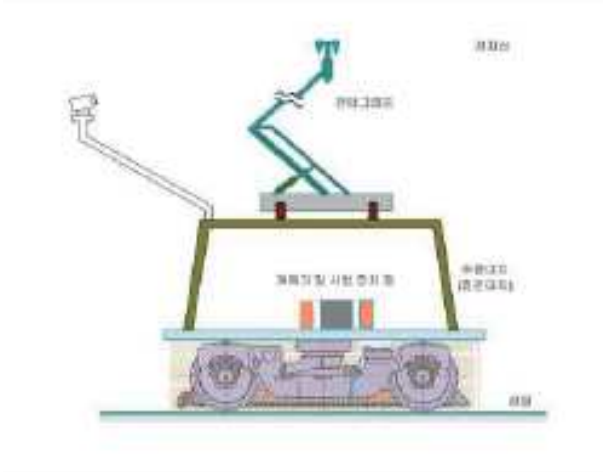
장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도차량 객실의 냉방성능 시험</li> <li>- 철도차량 객실의 난방성능 시험</li> <li>- 객실내 온도, 기류 분포 시험</li> <li>- 객실내 덕트 풍량 분포 시험</li> <li>- 철도차량 객실용 공기정화장치의 성능시험</li> </ul>
시험항목	UIC 533, 533-1 규격 시험 ISO 7726 규격시험 EN 13129-1,2 규격, EN 14750-1,2 규격, EN14813-1,2 규격 시험
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 챔버 크기 : 34(L)×6(W)×6(H)m (시험가능 차량 크기 : 27(L)×3.6(W)×4.8(H)m)</li> <li>- 고온 및 저온 구현 : -40~60 °C</li> <li>- 고습 및 저습 구현 : 10~95 RH%</li> <li>- 결빙 성능 : -10 °C에서 10mm 이상</li> <li>- 태양광 모사 : 500~1,120 W/m<sup>2</sup></li> <li>- 풍동 성능 : 0 ~ 15km/h</li> <li>- 객실 내 100지점 동시 온도 모니터링 가능</li> <li>- 객실 내 20지점 동시 3차원 풍향풍속 모니터링 가능</li> <li>- 객실 내 2지점 동시 덕트 풍량 측정 가능</li> <li>- 객차 내외부 표면 온도 측정 가능</li> </ul>
구성품	챔버 시스템 <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperature Controller (-40~-60 °C)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Humidity Control (10~95 RH%)</li> <li>- Ice Former (10mm at - 10 °C)</li> <li>- Solar Irradiation System (500~1,000 points)</li> <li>- Car pulling System</li> <li>- Cabin Temperature Monitoring System(100 points)</li> <li>- Wind Tunnel (0~15 km/h)</li> <li>- 객실환경설비</li> <li>- Chamber Main/Sub Controller</li> </ul>
담당자	조영민



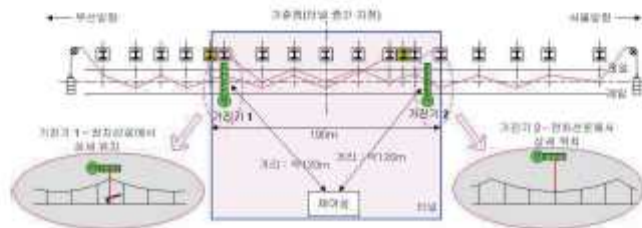
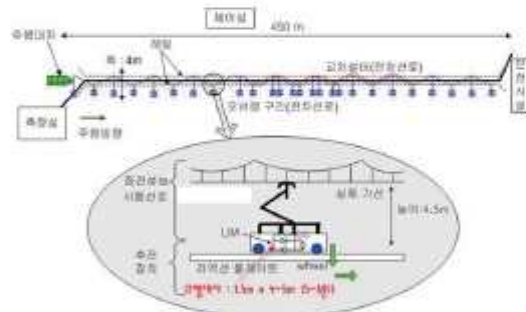
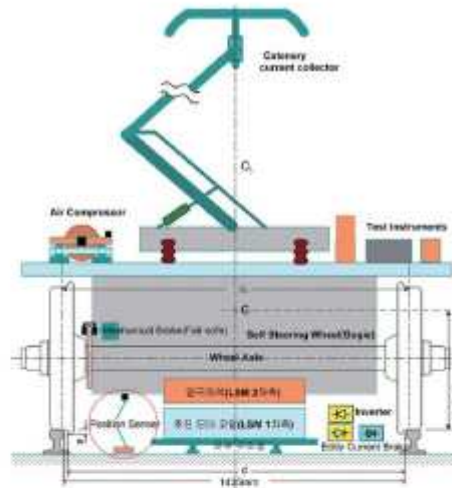
## 17.전차선로/집전계 주행특성 시험기

### Catenary-Current Collection Run Tester

장비관리 번호	등록예정	
취득일자	2009-05-01	
제조회사	정설시스템 • 신성시스템 • 일진전기 (한국)	
모델명	SimpleCat-SingleArmPanto-100kphLIM	
설치형태	고정설치	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 소형 집전 차량 주행 상태에서 집전상태 모의 실험, 연</li> <li>- 전차선로 및 금구류의 특성 및 신뢰성 평가</li> <li>- 팬터그래프 동특성 및 성능 평가</li> <li>- 이선 아크 계측기, 텔레메트리 등 전차선로 장비 검증</li> <li>- 전차선로+팬터그래프 조합의 집전 성능(이선율)평가</li> <li>- 전차선로와 팬터그래프의 Real or Down Scaled Impact Factor Parameter Study</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전차선로-팬터그래프 사이의 집전 악조건 모의시험</li> <li>- 팬터그래프 동특성 평가 시험</li> <li>- 전차선로 및 금구류 특성 평가 및 신뢰성 평가 시험</li> <li>- 이선 아크 계측기, 텔레메트리 등 전차선로 장비 성능 검증 시험</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 주행로 길이 : 400m(단선, 단방향 주행 1435mm 표준 궤간 레일로)</li> <li>- 속도 : 최대 약 100km/h</li> <li>- 주행대차(집전대차)무게 : 약 6톤</li> <li>- 주행대차(집전대차)추진 방식 : LIM</li> <li>- 250km/h 급 전차선로 및 250km/h급 가동브래킷</li> <li>- DST(컨테이너 2단 적재 열차)를 위한 터널 브래킷</li> <li>- 전차선로 진동 발생용 가진 설비</li> <li>- 300km/h급 싱글암 팬터그래프</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EN50317에 따른 전차선로 이선 아크 계측기</li> <li>- 활선 전차선로 온라인 계측용 텔레메트리 장치</li> <li>- 20토급 전철 모터카(최대 속도 : 50 km/h)</li> </ul>
구성품	주행대차(집전대차), 전차선로 및 터널 브래킷 팬터그래프, 전차선 이선 아크 계측기, 전철 모터카
담당자	권삼영



## 18. 오염토양 정밀조사 지오프로브

### Geo-Probe for the Close Inspection of Contaminated Soil

장비관리 번호	등록예정	
취득일자	2009-10-19	
제조회사	Engeos/Varian (미국)	
모델명	EPK-1, 300GC/MS, 450GC/ECD, 720ICP, 920HPLC	
설치형태	이동식(토양시료 채취장비)/비이동식 (분석기기)	

장비용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 철도오염토양 및 지하수 샘플링</li> <li>- 대상부지 오염도 현장조사</li> <li>- 오염물질 농도 분석</li> </ul>
시험항목	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 시료채취</li> <li>- 유류 농도 검사</li> <li>- 중금속 농도 검사</li> </ul>
주요사양	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 스크로크 1,560~1,600mm외</li> <li>- 최대심도 15m 까지 샘플 채취 가능</li> <li>- 멀티 시료 주입 및 검출</li> <li>- 70개 이상 무기물질 동시분석</li> <li>- 분석항목별 자동 프로그램 설정</li> <li>- 시료 전처리 및 분석 동시</li> </ul>
구성품	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 토양시료 채취장비</li> <li>- Gas Chromatography/Electron Capture Detector</li> <li>- Gas Chromatography/Mass Spectrometer</li> <li>- Inductively Coupled Plasma</li> <li>- High Performance Liquid Chromatography</li> </ul>
담당자	이재영





## 제 5 장 구축대상 시험장비 목록

### 5.1 시험장비 구축대상 목록 설정의 방향성

2장 국외 철도 시험시설 및 시험장비 현황에서 살펴본 바와 같이, 국가의 재원이 충분하다면 철도의 각 분야별로 다양한 형태의 시험장비를 구축/운영하는 것이 이상적이라고 이야기할 수 있다. 하지만 국내의 경우, 한정된 국내 철도시장의 규모특성과 실험대형 시험장비의 구축 자체에 상당 규모의 재원이 소요되는 점을 고려한다면, 철도의 각 세부분야별로 구축이 요구되는 시험장비를 모두 구축한다는 것은 다소 어려운 일이다.

따라서, 본 기획과제에서는 기존에 구축된 실험대형 시험장비의 목록과 국외 실험대형 시험장비의 목록 특성을 고려한 상태에서, 추후 구축이 요구되는 실험대형 시험장비의 구축 방향성을 다음과 같이 설정하였다.

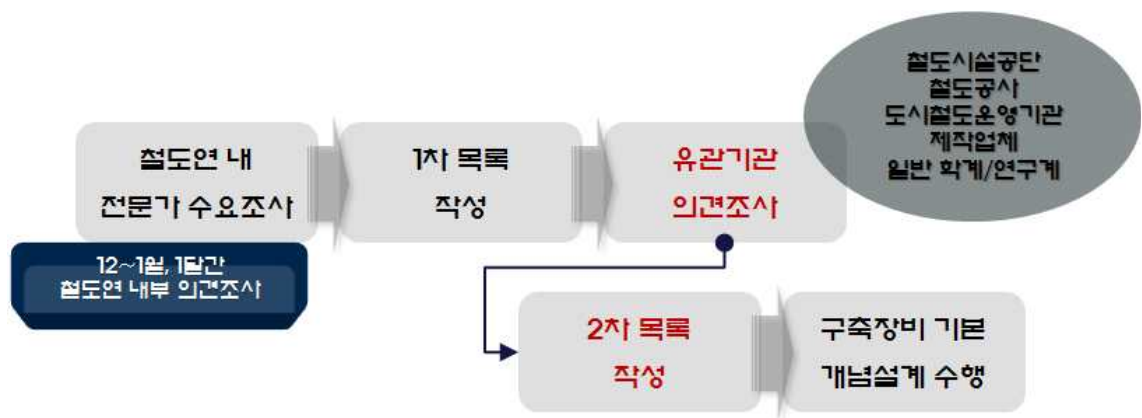
- 단위부품 대상보다, 상위 모듈 및 시스템을 피시험 대상으로 하는 시험장비 구축
- 국가 차원에서 요구되는 시험인증 기능(철도안전법 형식승인 및 현장부설 시험과의 기능적 연계)을 확보한 상태에서, 미래철도 기술 연구개발에의 핵심적인 기여가 가능한 시험장비 구축
- 철도에 특화된 동시에 타 분야의 시험까지 적용가능한 시험장비 구축
- 국내 및 국제 시험규격에서 규정하고 있는 시험항목의 실제적 구현이 가능한 시험장비 구축
- 가혹조건 및 극한조건의 구현이 가능한 시험장비 구축
- 기존 국내장비 및 국외 유사장비와의 차별성이 구체적으로 확보된 시험장비 구축

상기 조건을 모두 만족하는 이상적인 형태의 장비 구축은 불가능하나, 대형장비의 구축 자체가 상당한 규모의 국가재원이 투입되는 사안인 만큼, 활용성 극대화 및 실제적 효과 창출을 위해 전술했던 사항들을 고려하여 시험장비 구축

대상 목록을 설정하고자 노력하였다.

## 5.2 시험장비 구축대상 목록 설정 과정

시험장비 구축대상 목록 설정 과정의 전체적 흐름은 다음 그림과 같다.



[그림 5-1 구축대상 시험장비 목록 설정 과정]

우선 주관기관인 철도연을 중심으로, 전문가 수요조사를 1차적으로 수행, 철도 전 분야에 걸쳐 향후 구축이 요구되는 시험장비에 대한 제안서를 취합하였다. 신규 구축대상 장비를 대상으로 각 장비에 대해 장비명, 용도, 구축필요성, 국내/외 유사장비 현황, 유사장비와의 차별성, 구현가능 시험항목, 구현가능 시험규격, 장비 구성요소, 개념도, 필요 부대설비, 구축 소요기간 및 추정예산, 구축 이후 정량적 기대효과, 활용계획 등 구축시험장비의 핵심적인 사항들을 체계적으로 정리하여 “기본개념 설계서”라는 형태로 정리하였다. 철도연내 수요조사 근거와 기본개념 설계서의 양식은 다음 그림과 같다.

## 신규시험장비 기본개념설계서 표준양식(2013 ver.)

책임 재만자 :

공동 재만자 :

### 01. 장비명

■ 국문 :

■ 영문 :

※작성시 유의사항

-장비 특징이 잘 드러나도록 작성

### 02. 장비의 기본용도

※작성시 유의사항

-""를 위한 장비인자, 장비의 기본적인 기능 위주로 간략하게 설명

예) 태양광발전기 다목적시스템 시험기

( 태양광지, 침묵, 레일 등 제도구성품 및 단품 제도구조체의 정격/동적 거동 특성 분석 및 시험평가/인증이 가능한 시험장비 )

### 03. 장비구축의 필요성


※작성시 유의사항

-제조식 작성

-본 장비 구축의 필요성에 대해, 연구개발을 포함한 기술력 측면, 시험인증 격 측면 등을 종합적으로 고려하여 논리력, 체계적으로 반박이지 이내로 요약 제시

## 04. 국내/외 유사장비 현황분석 및 구축요구 장비와의 차별성

### 가. 국내 유사장비 현황

보유국가/기관	일본(RTRI)
구축완료년도	1980년대 중반
구축예산	약 15억
장비본체 Dimension	※장비 최외곽 중심, 본체 중심 재원 작성
Main Components	태양전지 집 역유에이터 3식 (스트로크 mm, 주파수 Hz) ""
부대설비	※가능한 고품질화된 수의 제시 유압장치 2식 컨트롤러
장비전경	
시험가능 항목	태양전지 출력과 출력률 저하력 태양전지 출력률 향상
특징	※특기할 만한 사항이 있는 경우, 제조식 사용

※작성시 유의사항

-국내 유사장비가 있는 경우, 작성하고 없을 경우, 생략

-상기 표와 같이 작성하되, 데이터 위력이 부족한 부분은 공란 처리

-가급적 충실한 데이터 작성 요망

## 나. 국외 유사장비 현황

※작성시 유의사항

-국내장비와 유사하게 동일한 표 형식으로 작성

-다수인 경우, 대표적 사례 2건 이상에 대해 작성

-상기 표와 같이 작성하되, 데이터 위력이 부족한 부분은 공란 처리

-가급적 충실한 데이터 작성 요망

## 다. 국내/외 유사장비와 도입예정 신규장비와의 차별성

구분	국내	국외-(필요시 열 추가)	구축 요구장비
초요예산			
스펙상의 특징			
시험가능 항목			
구축가능			
시험규격			
주요 차별성			

※작성시 유의사항

-중복성 지수에 위력되지 않도록, 최대한 구체적으로 차별화하여 작성

## 05. 구축장비 개념설계

### 가. 개념도 및 개괄

※작성시 유의사항

-본체 및 주요 부대설비에 대한 2차원 평면도, 또는 3차원 개념도 제시

-본체 및 부대설비 각각에 대해 필요한 공간 제원 산출(가로, 세로, 높이)

### 나. 시험항목 및 관련규격

■ 시험항목

■ 관련 국내 시험규격

■ 관련 국외 시험규격

※작성시 유의사항

-구축장비로 가능한 시험항목 구체화하여 제시

-관련 국내/국외시험규격이 있는 경우, 규격명(Full) 제시

### 다. 주요 구성요소 및 사양

※장비의 주요 구성품 중심으로 요구하는 기능에 대해 수치적으로 서술, 추후 시험장비 컨설팅 용역을 통해 적격성을 검토하고, 개수정할 예정임

예) 역유에이터 (최대스트로크 mm, 최대가전력 W 등)

### 라. 부대시설/설비 구성요소 및 사양

※장비의 부가 구성품 중심으로 요구하는 기능에 대해 수치적으로 서술, 추후 시험장비 컨설팅 용역을 통해 적격성을 검토하고, 개수정할 예정임

예) 레이저변위계 (해상도 mm)

### 마. 금전요구사항 및 소요전력 추정

※대규모 전력공급을 요구하는 장비의 경우, 설치공간에 따라, 별도의 전력을 추가로 확보해야 하는 경우가 있음. 제안하는 장비의 소요전력은 이러한 측면에서 면밀하게 검토되어야 함

## 06. 구축소요 기간 및 예산추정

### 가. 구축 소요기간

구분	구체사 알 확정	일정	설계	제작	설치	시운전	교수
소요기간 (개월)							

### 나. 추정예산 : ""억원

07. 활용분야, 활용계획, 기대효과

구분	활용계획	정량적 기대효과
인증시험 수행		
개발품 성능검증		
국가연구개발사업 시험지원		
민간주택 도출		
??		

\*장비구축의 타당성과 직결되는 부분인 만큼, 최대한 구체적으로 작성하고, 근거 제시할 것, 특히 정량적 성과가 일정부분 구체화되어야, 본사업 진행과 관련하여, 예산관련 상위부처 설득시 탄력을 받을 수 있음

예)

구분	활용계획/근거	정량적 기대효과
인증시험 수행	연간 3건 이상 수행 현재 연간 인증수행 횟수 회	각 건당 시험수수료 0.3억원 연 0.9억원 창출
개발품 성능검증	저중 성능검증시험 연간 2건 이상 수행 현재 개발중인 관련제품 건	저중 최종 상용화 시 국내시장 규모 억 점유 해외수출시 억 점유
국가연구개발 사업 시험지원	저중 관련 국연사 지원 연간 2건 이상 수행 후후 기폭/진행여경과제 과제명, 기간, 예산	연간 장비사용료 억 도출 연간 장비사용시간 시간
민간주택 도출	연간 억 이상 수행 현재까지 관련 민간주택 억 건 수행	연간 민간주택과제 도출 건, 억 이상
??		

- 5 -

[그림 5-2 신규시험장비 제안서 양식]

The screenshot shows the KRISS (Korea Research Institute of Standards and Science) website. The main content is a notice titled "신규시험장비 수요조사 및 기존대형시험장비 업그레이드 수요조사" (New Test Equipment Demand Survey and Existing Large Test Equipment Upgrade Demand Survey). The notice is dated 2011.12.26 19:23 and is from Kim Dae-muk. It states that the survey is being conducted to procure new test equipment and upgrade existing large test equipment. The deadline for responses is 2011.12.26 19:23. The notice also mentions that the survey is being conducted by the KRISS Safety and Health Research Institute.

[그림 5-3 철도연 내 시험장비 수요조사 근거자료]


철도연의 경우, 본 기획과제 이전에 자체연구사업(2011~2012)의 수행을 통해 신규시험장비에 대한 수요조사 및 기본검토를 1년 정도 선행한 바, 선행연구결과를 적극 참조하였으며, 선행연구결과 및 철도연 내 전문가 수요조사를 통해 도출된 신규 시험장비 목록은 다음과 같다.

<표 5-1 1차 정리된 구축대상 시험장비 목록>

장비명	전공 구분	장비용도
실대형 철도차량 복합환경모사 시험기	완성차 시스템	실대형 철도차량 2량 이상 대상, 200kph 주행환경 모사 상태에서 완성차의 내환경 시험(온습도, 결빙, 안개, 풍속 조정)
철도차량 차대차 충돌시험시설	완성차 시스템	철도차량 완성차 및 충돌안전부재의 충돌안전성 평가 위한 차대차충돌(선로+충돌/피충돌차량+센서)
차량 후판재료 정밀동적거동 특성시험기	차량 용품	차대차 충돌 시뮬레이션/시험결과 비교검증을 위한 충돌부재의 동적물성 추출 (두께 6mm 이상)
고속발사체 충돌특성 시험기	차량 용품	철도차량 창유리 안전성 평가 2kg 이상 발사체 500kph 발사속도 구현
선로변 차량이상 모니터링 시스템	차량 용품	선로상에서 무분해 센서/모니터링 시스템 이용 철도차량의 이상부위 감지 (적외선 열화상, 전자기 카메라)
차량 쾌적/편의/환경성 통합 시뮬레이터	인간 (감성) 공학	철도시스템의 다양한 가상환경내 객실 승객 인체공학적 반응 평가 및 연구
소음평가 축소모형 시험설비	소음	1/16 축척모형 이용 철도소음원을 구성한 상태에서 선로변 시설에 미치는 소음영향 평가 수행
초고속 3D 열차모델 주행시험기	차량/터 널 공기 역학	1/20~1/25 축척으로 4선선로 구성, 공압기로 축소 열차모형을 500kph로 발사, 차량 및 터널의 공기역학적 특성 분석
철도 급전시스템 실시간 시뮬레이터	전력	철도 직류/교류 급전계통을 프로그램으로 모의하여 모듈/부품 변화에 따른 전체 급전계통의 변화를 시뮬레이션
전자연동장치/ 선로전환장치 시험기	신호	전자연동장치의 연동기능시험 및 안전필수 연동소프트웨어의 무결성 평가 선로전환장치의 기능시험 수행

이후 선행연구결과 및 수요조사결과 도출된 10종의 시험장비 목록 및 기본사항을 요약하여, 관련기관 의견수렴 및 추가장비에 대한 제안요청을 공식적으로 시행(공문 및 철도학회 푸쉬메일 이용)하였는데, 시행근거는 다음 그림과 같고, 의견수렴 대상기관 및 응답현황은 <표 5-2>와 같다.

“ 미래철도를 디자인합니다 ”



## 한 국 철 도 기 술 연 구 원

---

수신자    수신자참조  
(경유)

제목    철도전용 실험장비 구축대상에 대한 의견개진 요청

---

귀 기관의 발전을 기원합니다.

우리 원에서는 국토교통과학기술진흥원 기획연구로 “철도시스템 성능평가 시험장비 구축 기획”과제를 진행하고 있습니다. 본 연구과제와 관련하여, 다음과 같은 사항에 대해 철도기술과 관련된 기관의 입장에서 기관 차원의 의견개진을 요청하오니, 검토 후 협조를 부탁드립니다.

-   다   음   -

1. 관련과제 개요

가. 과 제 명 : 철도시스템 성능평가 시험장비 구축 기획

나. 과제목표 : 미래철도 기술 연구개발 및 철도안전법 형식인증 등을 위해 향후 구축이 요구되는 철도전용 실험장비의 구축 기획

다. 과제책임 : 김태욱 선임연구원

라. 과제기간 : 2012.12.26.~ 2013.06.25

2. 검토요청 사항

가. “신규 구축대상 장비 기본개념설계사항 요약서”(붙임 1)를 검토하신 후

나. 현재 제안된 시험장비 이외에 구축이 필요한 장비가 있다면, “신규시험장비 제안서 양식”(붙임 2)에 작성하여 회신을 부탁드립니다

다. 아울러, 현재 제안된 장비의 개념설계 사항에 추가 또는 수정/보완하실 사항이 있는 경우, “기 제안장비 개념설계 수정/보완 요구사항서 양식”(붙임 3)에 작성하여 회신을 부탁드립니다.

라. 검토 후 회신기한은 2013년 04월 24일(수)까지이며, 이메일 회신을 부탁드립니다.  
(담당자 : 김태욱 선임연구원, [karisma\\_2k@hanmail.net](mailto:karisma_2k@hanmail.net), 031-460-5331)

붙임 : 1. 신규 구축대상 장비 기본개념설계사항 요약서 1부,  
2. 신규장비 제안서 양식 1부,  
3. 기존장비 개념설계 수정/보완 요구사항서 양식 1부, 끝.

[그림 5-4 관련기관 의견조회 근거자료]



<표 5-2 시험장비 구축대상 설정 관련 의견조회 기관 및 응답현황>

대상기관	대상기관	의견
건설기관	철도시설공단	의견없음
운영기관	철도공사	
	서울메트로	
	서울시	
	도시철도공사	
	대전시	
	도시철도공사	
	광주 도시철도공사	
	대구 도시철도공사	
	인천 교통공사	
	부산 교통공사	
학계	서울	
	과학기술대학교	
	한국 교통대학교	
연구계	우송대학교	
	한국 기계연구원	
	한국	
산업체	건설기술연구원	
	현대 로템	자체적으로 확보필요한 장비 제안⇒국가차원에서 필요한 장비는 아님, 따라서 목록에서 제외
	로윈	대차피로시험기 제안⇒로템에서 신규장비 구축하였고, 철도연 역시 장비 운용중이어서 목록에서 제외
	우진산전	의견없음
	유진기공	
학회	철도학회	
	푸쉬메일	

<표 5-2>에서 보는 바와 같이 공문을 통해 요청하였던 신규 시험장비 제안 요청 및 철도연 제안장비에 대한 수전/보완사항 요청 등에 대해, 아쉽게도, 대부분의 기관이 의견없음으로 회신되었다. 다만, 국내 메이저 차량 제작사인 현대로템과 로윈에서 신규장비 구축을 제안하였으나, 로템에서 제안한 시험장비들

은 국가 차원에서 구축이 요구되는 시험장비가 아닌, 제작사 차원에서 자체 확보가 필요한 시험장비로 제안자인 로템 스스로가 판단한 바, 최종 구축대상 후보목록에서는 제외하였고, 로윈에서 제안한 대차피로시험기의 경우, 기존의 철도연 보유 시험장비 및 로템에서 신규 구축한 시험장비와 중복되는 바, 역시 최종 구축대상 후보목록에서 제외하였다.

## 5.3 구축대상 시험장비 목록

의견수렴 및 추가제안 이후, 최종검토를 통해 정리된 시험장비 목록은 다음 <표 5-3>과 같다. <표 5-1>과의 가장 큰 차이점은 10종에서 9종으로의 축소라고 할 수 있는데, 철도연에서 제안한 “고속 발사체 충돌시험기”의 경우 연구 진행과정 상에서 기존 장비와의 중복성으로 인해 신규 구축의 필요성이 약한 것으로 판단된 바, 구축장비 목록에서 제외하였다. 또한 각 장비별로 초기 제안 사양에 비해, 검토를 통해 크고 작은 변화가 있었음을 확인할 수 있다. 최종 정리된 9종의 시험장비를 대상으로 시험장비 제작관련 전문업체의 협조를 받아 각 장비의 기본개념설계서를 작성하였으며, 이를 별도의 부록으로 정리하였다.

<표 5-3 구축대상 시험장비 목록(9종)>

장비명	전공 구분	장비용도/ 원 제안사항 대비 변화	구축 추정가
실대형 철도차량 복합환경모사 시험기	완성차 시스템	실대형 철도차량 2량 이상 대상 200kph 이상 주행환경 모사 상태에서 완성차의 내환경 시험 (온습도, 강우, 결빙, 안개, 풍속, 태양광모사 등)	210억
		3량 대상에서 2량으로 축소 주행환경 200kph로 확정	
멀티스캔 EMC 측정차	완성차 시스템	철도차량 완성차의 전자파 적합성 평가를 위한 멀티스캔방식의 측정/분석 시스템(이동식 차량 포함)	20억
철도차량 차대차 충돌시험시설	완성차 시스템	철도차량 완성차 및 충돌안전부재의 충돌안전성 평가 위한 차대차충돌 (선로+충돌/피충돌차량+센서류 등, 최대속도 80kph)	45억

선로변 차량이상 모니터링 시스템	차량 용품	선로상에서 무분해 센서/모니터링 시스템 이용 철도차량의 이상부위 감지 (적외선 열화상, 전자기 카메라)	5억
차량 쾌적/편의/환경 성 통합성능 평가시험기	인간 (감성) 공학	철도시스템의 다양한 가상환경내 객실 승객 인체공학적 반응 평가 및 연구	50억
철도 소음평가 시험설비	소음	1/16 축척모형 이용 철도소음원을 구성한 상태에서 선로변 시설에 미치는 소음영향에 대한 모형시험 수행	40억
초고속 3D 열차모델 주행시험기	차량/ 터널 공기 역학	1/20~1/25 축척으로 4선 선로 구성, 공압기로 축소 열차모형을 500kph로 발사, 차량 및 터널의 공기역학적 특성 분석	75억
철도 급전시스템 실시간 시뮬레이터	전력	철도 직류/교류 급전계통을 프로그램으로 모의하여 모듈/부품 변화에 따른 전체 급전계통의 변화를 시뮬레이션	120억
		필수적 HW/SW에 대한 1단계 구축과 2단계 추가 구축(80억)으로 구분	
전자연동장치 시험기	신호	전자연동장치의 연동기능시험 및 안전필수 연동소프트웨어의 무결성 평가	30억
		선로전환장치시험기(120억)에 대한 2단계 구축전략으로 구분	

## 제 6 장 시험장비 구축 우선순위 평가

### 6.1 평가지표/가중치 초안 도출 과정

시험장비 구축은 대규모의 국가재원이 투입되는 사안인 만큼, 한정된 자원 내에서 최적의 효과를 거두기 위해서는 중장기적인 관점에서의 구축 우선순위가 설정되어야 한다.

구축 우선순위 평가를 위해서는 일정 지표와 가중치가 먼저 결정되어야 하는 바, 대형시험장비 구축과 관련된 일련의 유사과제들에서 적용되었던 평가지표와 가중치를 참조하였으며, 다음과 같은 유사과제들을 벤치마킹하였다.

- '철도안전성능연구시설건설사업
- '철도기술선진화연구기반조성사업
- '철도종합안전기술개발사업
- '오송녹색교통과학연구단지연계 철도전용 실험장비 구축 기획
- '국가실험인프라 구축 및 운용전략 수립 연구

사업별로 차이는 있으나, 장비구축의 필요성과 경제성으로 대표되는 활용성을 주로 적용하여 장비구축 우선순위를 평가한 바, 다음과 같이 평가지표/가중치 초안을 설정하였다.

구분	세부지표	배점	세분
구축 필요성	철도관련 국가 연구개발사업 등 기술 연구개발에의 기여 가능성	15	15/13/11/9/7
	국내 및 국외 유사장비와의 구체적 차별성	15	15/13/11/9/7
	해당 시험장비 구축의 국가적 시급성 (형식승인제도 + 현장 문제 해결 등)	20	20/18/16/14/12
경제성	범용 시험으로의 확장성 (철도분야 이외 시험수익 창출 가능 여부)	10	10/9/8/7/6
	국내/국제 시험규격과의 연계성 (민간수탁 등 시험수익 창출 가능성)	15	15/13/11/9/7
	활용 계획 및 기대효과의 구체성 (정량적 근거제시의 구체성)	15	15/13/11/9/7

**선행 철도연 자체연구과제 수행시 구축우선순위 배점 10점 추가**  
(1순위 10점~10순위 5.5점)

[그림 6-1 구축장비 우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치(초안)]

## 6.2 평가지표/가중치에 대한 전문가 자문위원회 개최

평가지표/가중치 초안을 대상으로 전문가 자문위원회를 개최하였으며, 자문위원회 수행개요 및 자문의견서, 자문의견에 대한 수정/반영 사항은 다음과 같다.

### ● 자문회의 개요

- 개최일시 : 2013.04.19.(금), 16:00~18:00
- 개최장소 : 철도연 10동 2층 대회의실
- 개최목적 : 신규 구축대상 시험장비 구축 우선순위 평가를 위한 평가지표/가중치(안)의 적정성/타당성에 대한 자문
- 자문위원 명단

구분	기관명/직위	자문위원 명단
건설기관	철도시설공단/부장	최 원 일
운영기관	철도공사/팀장	염 병 수
제작사	현대로템/이사	우 관 제
제작사	유진기공/부사장	박 훈 규
학계	서울과학기술대학교/교수	이 종 우

### ● 자문의견 및 조치사항

A 위원	조치
1. 장비 구축은 철도 산업 발전을 위해서 필요하다고 사료됨. 2. 국내 철도 시장 뿐 아니라 환경 조건이 다른 외국에 수출 하고자 할 경우 사전 시험을 통해 시행착오를 최소화 할 수 있을 것으로 사료됨. 3. 장비는 최소 30년을 쓸 수 있는 설비로 제작 실적이 있는 국내외 업체로 제한하는 것이 바람직하다고 사료됨.	-본사업을 진행하면서 장비 구매 진행 시, 입찰/구매조건 내에 포함되도록 기획과제 보고서 내에 명시하고자 함
B 위원	
1. “장비구축 우선순위 평가지표”가 정성적인 표현 보다는 정량적인 평가가 될 수 있도록 Gide-Line을 제시함이 좋을 것으로 사료됨.	-가이드라인을 최대한 제시하겠음

<p>2. 현재 계획되고 있는 “시험선로 구축 기본 계획”에 검토되었던 시험항목 및 “철도 용품 인증체계 연구”에 검토된 시험항목이 빠지지 않도록 평가지표가 이루어지도록 함이 타당할 것으로 사료됨.</p> <p>3. 속도대역에 따라 시험항목 및 구축 비용이 차이가 크므로 이에 대한 검토가 필요할 것으로 사료됨.</p>	<p>-철도안전법 완성차/용품 형식승인제도와의 연계성 부분을 평가지표에 포함시키고 이 부분의 가점을 원안보다 증가시켰음</p> <p>-기본개념설계서를 보완하는 과정에서 현실적/합리적인 장비사양을 재정리하겠음.</p>
<p>C 위원</p> <p>1. 평가자의 전문성을 고려하여 점수에 대한 가중치를 주도록.</p> <p>2. 시험장비에 대한 우선순위를 우선 “외국에 있는 장비들의 사용횟수를 고려 해 보실 것.</p> <p>3. 현재 법 승인에 대한 시급성을 고려하여 장비 구축에 대한 우선순위에 가산점 부여.</p> <p>4. 단순 시뮬레이터가 아닌 발명과 개발에 필요한 부품을 시험 할 수 있는 시뮬레이터를 구축 필요. *즉, 제조립이 가능한 시험장비 구축, 가산점</p>	<p>-전문성 이라는 지표 자체가 지극히 주관적이기에 배제하고자 함</p> <p>-국내외 유사장비 현황(차별성 등)에 대한 비교 부분을 평가지표에 포함하였음</p> <p>-철도안전법 완성차/용품 형식승인제도와의 연계성 부분을 평가지표에 포함시키고 이 부분의 가점을 원안보다 증가시켰음</p> <p>-패적/편의/환경 통합성 시뮬레이터의 경우, 개념설계사양 도출 과정에서 지적하신 내용을 반영하고자 함. 다만 해당장비에 대한 가산점을 부여하는 것은 형평성 위반의 측면이 있어 배제하고자 함</p>
<p>D 위원</p> <p>1. 국가 법령에 의거 시험 장비를 구축 필요성이 있는 것을 고려하고, 그 기준에 따라 시험장비를 구축하는 것이 필요함.</p> <p>따라서 순위는 국가법령에 정한 설비를 구축하는 것이 필요함.</p> <p>2. 국내(시행과 일치)/국제시험규격과의 연계성.</p> <p>3. 범용시험으로의 확장성 등을 고려.</p>	<p>-철도안전법 완성차/용품 형식승인제도와의 연계성 부분을 평가지표에 포함시키고 이 부분의 가점을 원안보다 증가시켰음</p> <p>-국내/국제 시험규격과의 연계성 부분을 평가지표에 포함시켰음</p> <p>-범용시험으로의 확장성을 평가지표에 포함시켰음</p>



<p>4. 오송에 시험선을 구축 중에 있으므로, 시험선에 활용할 수 있는 장비.</p> <p>5. 향후, 철도전용 환경과 일치되는 방향으로 시험설비 구축 등을 우선순위 평가지표를 설정하는 것이 필요함.</p>	<p>-철도안전법 완성차/용품 형식승인제도와의 연계성 부분을 평가지표에 포함시키고 이 부분의 가점을 원안보다 증가시켰음</p>
<p>1. 평가지표에 시험장비별 예상 사용건수 추가 요망</p> <p>-학계, 산업계 등에 년도별 예상 사용건수를 조사하여 가중치에 반영</p> <p>2. 현재 시행중인 또는 개정중인 철도관련법에서 규정하는 시험항목 중 국내외(제작사, 연구소, 부품업체 포함)에서 원활하게 시험이 불가능한 항목을 조사하여 이 결과를 시험장비 구축에 활용할 필요가 있음</p> <p>3. 축소모형 또는 해석으로 성능을 충분히 예측할 수 있는 항목에 대해서는 full scale로 시험 가능한 장비를 구축할 필요가 있는지 근본적으로 검토할 필요가 있음</p>	<p>-활용계획 및 기대효과의 구체성 이라는 평가지표로 해결가능한 부분으로 판단됨</p> <p>-지적하신 사항은 신규장비 구축대상 목록도출에 관련된 사항으로서, 관련기관(공단,공사,도시철도운영기관, 차량 및 용품 제작업체)에 수요조사를 의뢰하였으며, 그 결과를 최대한 반영하고자 함,</p> <p>-구축장비 기본개념설계 도출에 관한 부분으로서 지적하신 사항을 최대한 고려하여 개념설계서를 재조정하고자 함.</p>

## 6.3 평가지표/가중치 수정/보완

전문가 자문회의 결과를 반영하고, 연구책임자 및 연구진 집중검토를 통해 평가지표/가중치를 다음과 같이 수정하였다.

- '각 지표별로 상세한 가이드라인을 추가
- '시험장비 구축의 국가적 시급성 부분의 배점을 증가
- '활용계획 및 기대효과의 구체적 근거 부분의 배점을 증가
- '철도연 자체평가결과는 오해의 소지가 있을 수 있으므로 삭제
- '특히, 유사장비와의 차별성을 검토하여, 신규구축/업그레이드/구축대상 제외로 구분하여 불필요한 장비구축의 가능성을 원칙적으로 배제

수정된 평가지표/가중치는 다음과 같다.

<표 6-1 장비구축 우선순위 평가지표/가중치>

구분	세부지표/설명	배점	세분				
			A	B	C	D	E
구축 필요성	철도관련 국가 연구개발사업 등 미래철도 기술 연구개발에의 기여 가능성 : 해당장비를 통한 시험/연구개발 결과들이 기존 및 향후 철도관련 기술 발전에 얼마나 기여할 수 있는가, 관련된 철도기술의 연구개발 시급성/필요성 등을 종합고려하여 판단	10	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5
	국내 및 국외 유사장비와의 구체적 차별성 : 국내 유사장비가 없을수록 높은 평가를 받아야 하며, 국내 유사장비가 있다 하더라도 구체적 차별성이 확보되고, 구축이 필요한 경우, 높은 평가를 받아야 함	15	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5
		-	국내 및 국외 유사장비 현황을 고려하여 1) 신규 구축/2) 기존장비 업그레이드/3) 구축대상에서 원천적 제외				

			1),2),3) 중 하나를 표기. 1) 또는 2)인 경우 점수평가				
	<p>해당 시험장비 구축의 국가적 시급성 (철도안전법 형식승인 + 철도건설/운영기관의 이슈사항) : 개정된 철도안전법에 의한 용품/완성차 형식승인 제도의 시행에 필요한 장비인지를 고려하여 판단하고, 또한 해당장비를 통한 시험성과들이 철도건설 및 운영기관의 현안과 얼마나 관련되는가를 고려하여 판단</p>	25	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5
활용성	<p>범용 시험으로의 확장 가능성 (철도분야 이외의 시험수익 창출 가능 여부) : 해당장비를 이용하여 철도 분야 이외의 타 분야에 대한 일반적인 시험수행이 가능한지 ?</p>	10	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5
	<p>국내/국제 시험규격의 유무 : 해당장비의 기능과 관련하여 철도관련 국내 및 국제 시험규격이 있는지 ? 또한 해당장비가 그러한 국내/국제 시험규격에서 규정하고 있는 시험들을 얼마나 구현해낼 수 있는가를 고려하여 판단</p>	15	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5
	<p>활용계획 및 기대효과의 구체적 근거 : 각 제안자가 제시하는 구축장비의 활용계획이 실제적이고 구체적인지. 또한 정량적인 기대효과들이 얼마나 구체적이고 또한 그 계산근거가 타당하고 합리적인가를 고려하여 판단.</p>	25	배점* 0.9	배점* 0.8	배점* 0.7	배점* 0.6	배점* 0.5

## 6.4 장비구축 우선순위 평가과정/결과

6.3에서 전술했던 장비구축 우선순위 평가지표/가중치에 의거하여, 구축대상 시험장비에 대한 전문가 평가를 수행하였다.

### ● 평가위원회 개요

- 일시 : 2013.06.10.(월) 오후 2시~7시
- 장소 : 한국철도기술연구원 10동 2층 대회의실
- 개최목적 : 신규 구축이 필요한 시험장비 구축 우선순위 평가
- 평가위원 : 국토교통진흥원 선정 철도전문가 10인 이내
- 평가위원회 진행일정

시간	구분	비고
14:00	개회 및 평가위원 소개	
14:00~14:20	추진배경 설명	
14:20~14:30	평가방식 설명 및 위원장 선출	
14:30~16:30	제안장비 평가	각 장비 제안자
16:30~16:50	휴식시간	
16:50~18:50	제안장비 평가	각 장비 제안자
18:50~19:00	정리 및 폐회	
19:00 이후	평가위원 석식	

전문기관인 국토교통진흥원에서 선정한 10인의 평가위원들이 참여한 상태에서, 9종의 장비를 대상으로 각 장비 제안자가 직접 발표자료와 한글자료를 이용하여 10분 설명, 15분 질의응답을 가지는 형식으로 평가위원회를 진행하였다.

개별 장비에 대해, 평가위원이 채점한 정량적 평가점수중 최고점과 최저점을 제외한 상태에서 8인 평가위원의 점수를 산술평균하여, 평균점을 산출하였으며, 각 평가위원들의 평가결과와 평가점수의 평균점에 기초한 장비구축 우선순위는 다음 표와 같다.

<표 6-2 장비구축 우선순위 평가위원 명단 : 진흥원 주관 선정>

연번	성명	소속	직위
1	박기주	한국철도시설공단	부장
2	이덕규	서울도시철도공사	수석
3	박민홍	(주)진합	
4	정준화	한국건설기술연구원	연구위원
5	정광무	(주)현대로템	책임
6	박수홍	한국산업기술시험원	센터장
7	이대봉	(주)우진산전	수석
8	김재문	한국교통대학교	교수
9	박용걸	서울과학기술대학교	교수
10	김영중	한국기계연구원	책임

<표 6-3장비구축 우선순위 평가결과>

장비명	평균	구축 순위	추정예산 (억원)
실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	87.88	1	210
멀티스캔 EMC 측정차	83.06	2	20
철도소음평가 시험시설	76.13	3	40
차량 쾌적/편의/환경성 통합평가 시험기	75.56	4	50
철도차량 차대차 충돌시험시설	75.50	5	45
초고속 3D 열차모델 주행시험기	71.63	6	75
전자연동장치 시험기	71.63	6	30
철도급전시스템 실시간 시뮬레이터	64.00	8	120
선로변 차량이상 모니터링 시스템	60.94	9	5

<표 6-4 평가위원별 장비구축 우선순위 평가결과>

평가 위원	평가대상 시험장비명								
	철도 소음 시험 시설 비	선로 변차 량이 상 모니 터링 시스 템	철도 차량 패적 /편 의/ 환경 성 시물 레이 터	철도 차대 차 충돌 시험 시설	초고 속열 차모 델  주행 시험 기	멀티 스캔 EMC 측정 차	철도 차량 복합 환경  모사 시험 기	철도 급전 시스 템  시물 레이 터	전자 연동 장치 시험 기
가	81	60.5	80	75.5	81	69	88.5	71.5	81.5
나	70	50	80	60	80	87	87	60	70
다	79	67	81	79.5	71.5	88.5	89	70.5	77
라	79.5	69	65.5	74.5	65	72	80	62.5	68.5
마	81	63.5	72	78	66.5	90	89	60	50
바	72	55	85	85	70	77	84	55	69
사	90	80	60	55	70	80	90	57.5	70
아	64	54	86	83	79	84.5	88.5	67.5	68
자	82.5	68.5	74.5	73.5	62.5	88.5	87	62.5	81.5
차	63	50	66.5	80	71	87	90	73.5	69
합계	609	487.5	604.5	604	573	664.5	703	512	573
평균	76.13	60.94	75.56	75.50	71.63	83.06	87.88	64.00	71.63
순위	3	9	4	5	6	2	1	8	6



## 제 7 장 본사업 기획

### 7.1 요약사항

사업명	철도시스템 성능평가 핵심장비 구축사업
핵심 사업목표	미래철도 기술 연구개발 및 철도관련 시험분석/시험인증을 위해 국가 차원에서 구축이 요구되는 대형 시험장비/설비의 선택적 구축 : 4종 대형시험장비의 상세요구사항 확정~입찰행정~계약~상세설계~제작~조립~이송/설치~종합시운전~교육 에 이르는 일련의 구축 프로세스를 수행
연차별 사업목표	-1차년 구축대상 시험장비 상세요구사항 확정 관련기관 의견수렴 구축가격 추정 및 조달청 국제전자입찰 준비 -2차년 입찰행정 및 계약, 상세설계 수행 (예산범위 내) -3차년 입찰행정 및 계약, 상세설계 수행 (예산범위 내) 상세설계 완료 장비에 대해 구축 프로세스 수행 -4차년 상세설계 완료 장비에 대해 구축 프로세스 수행 구축완료 장비에 대한 대내/외 홍보
사업기간	2014~2017년 (48개월 소요 추정)
사업예산 (총예산/ 연차별)	총 327.12억원 (전액 국고) 연차별 : 10억/70억/130억/117.12억
추진체계	단일기관에 의한 전담구축이 적절 동일한 구축 프로세스, 추진전략 에 의거한 구축 수행
핵심 추진전략	-기술발전 추이 지속 반영하여 장비 사양 지속 업그레이드 (최종 구매사양 확정시까지 이를 지속할 것) -관련 법, 시험규격 변화현황 등을 지속적으로 모니터링하여 변화상황을 반영할 수 있을 것 -조달청 국제전자입찰을 통한 고가 대형시험장비 구매과정의 객관성과 투명성 확보 -구축 시험장비 상세요구사항 확정시 관련전문가 집중검토 및 관련 기관 의견수렴 지속을 통해 공동의 활용성과 공익성 확보 -각 장비당 핵심구축전담자와 부전담인력을 사업 초기에 편성하고 이를 사업기간 내 지속시키며, 사업 종료 이후에도 장비 운영으로

	<p>연계할 수 있도록 고려</p> <p>-시험장비 단순 구축으로 사업을 종결하지 말고, 일정기간 이상의 시운전시험을 통해 원 요구성능사양의 최종 확보 여부에 대한 객관적 확인 및 수정/보완작업 수행</p>										
기대효과 (요약)	<p>■ 국가적 측면</p> <p>-철도선진국 수준의 실내시험인프라 완성 : 현재 선진국 대비 60% 수준에서 80% 수준으로 향상</p> <p>-시험분석기술수준의 혁신적 함양 : 현재 선진국 대비 40% 수준에서 70% 이상으로 향상</p> <p>-철도안전법 차량/용품 형식승인 제도의 실질적 수행을 위한 수행기반 확충</p> <p>■ 경제적 측면</p> <p>-시험인증 기반 확충 및 기술/인력 전문화를 통한 세계시험분석시장 점유율 확대, 이를 통한 국익 창출 : 2012년 기준 세계시장 80조, 국내 점유율 2.6% ⇒ 3배 이상 확대, 철도시험인증 수익 연 30억 ⇒ 연 50억 이상으로 확장</p> <p>■ 구축장비 개별효과</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>장비명</th><th>활용</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>실대형 철도차량 복합환경 모사시험기</td><td> <p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>완성차 및 차량용품의 성능검증</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p> <p>해외시험 대비 기간/금액 40% 이상 절감</p> </td></tr> <tr> <td>Multi Scan EMC 측정시스템</td><td> <p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>신호/통신제품/시스템의 성능검증</p> <p>기존측정일수 12일 ⇒ 3일로 절감</p> <p>기존시험대비 관련 직간접 비용 70% 절감</p> </td></tr> <tr> <td>철도소음 평가 시험시설</td><td> <p>축소모형시험을 통한 철도연변시설의 소음 영향평가</p> <p>방음벽 등 소음저감시설의 유효성 검증</p> <p>철도 등 환경영향평가 수익 연 5억 이상</p> <p>현장시험 대비 관련 직간접 비용 40% 절감</p> </td></tr> <tr> <td>철도차량 쾌적/편의 /환경성 통합평가지 험기</td><td> <p>신조차량의 설계적합성 평가</p> <p>인체공학적 차량설계 및 차량환경 개선</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p> </td></tr> </tbody> </table>	장비명	활용	실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	<p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>완성차 및 차량용품의 성능검증</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p> <p>해외시험 대비 기간/금액 40% 이상 절감</p>	Multi Scan EMC 측정시스템	<p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>신호/통신제품/시스템의 성능검증</p> <p>기존측정일수 12일 ⇒ 3일로 절감</p> <p>기존시험대비 관련 직간접 비용 70% 절감</p>	철도소음 평가 시험시설	<p>축소모형시험을 통한 철도연변시설의 소음 영향평가</p> <p>방음벽 등 소음저감시설의 유효성 검증</p> <p>철도 등 환경영향평가 수익 연 5억 이상</p> <p>현장시험 대비 관련 직간접 비용 40% 절감</p>	철도차량 쾌적/편의 /환경성 통합평가지 험기	<p>신조차량의 설계적합성 평가</p> <p>인체공학적 차량설계 및 차량환경 개선</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p>
장비명	활용										
실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	<p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>완성차 및 차량용품의 성능검증</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p> <p>해외시험 대비 기간/금액 40% 이상 절감</p>										
Multi Scan EMC 측정시스템	<p>완성차/차량용품 형식승인</p> <p>신호/통신제품/시스템의 성능검증</p> <p>기존측정일수 12일 ⇒ 3일로 절감</p> <p>기존시험대비 관련 직간접 비용 70% 절감</p>										
철도소음 평가 시험시설	<p>축소모형시험을 통한 철도연변시설의 소음 영향평가</p> <p>방음벽 등 소음저감시설의 유효성 검증</p> <p>철도 등 환경영향평가 수익 연 5억 이상</p> <p>현장시험 대비 관련 직간접 비용 40% 절감</p>										
철도차량 쾌적/편의 /환경성 통합평가지 험기	<p>신조차량의 설계적합성 평가</p> <p>인체공학적 차량설계 및 차량환경 개선</p> <p>연 5억 이상의 시험관련 수익 창출</p>										

## 7.2 사업의 목표 및 범위

본 사업의 핵심목표는 다음과 같이 설정하였다.

### ● 핵심목표

미래철도 기술 연구개발 및 철도관련 시험분석/시험인증을 위해 국가 차원에서 구축이 요구되는 대형 시험장비/설비의 선택적 구축 : 4종 대형시험장비의 상세 요구사항 확정~입찰행정~계약~상세설계~제작~조립~이송/설치~종합시운전~교육에 이르는 일련의 구축 프로세스를 수행

; 연구개발과 시험인증을 위해 국가 차원에서 구축이 요구되는 대형 시험장비의 선택적 구축을 강조하였으며, 구축과정에 필요한 일련의 프로세스를 수행하는 것으로 핵심목표를 설정하였다.

### ● 구체적 사업범위

우선순위 평가결과, 종합적 구축 필요성이 높게 판정된 상위 4위의 시험장비를 구축하는 것으로 설정하였으며, 구축대상 장비는 다음과 같다.

- 실대형 철도차량 복합환경 모사시험기 구축
- Multi Scan EMC 측정시스템 구축
- 철도소음평가 시험시설 구축
- 철도차량 쾌적/편의/환경성 통합성능 평가시험기 구축

각 장비의 구매를 위한 상세요구사항 확정~입찰행정~계약~상세설계~제작~조립~이송/설치~종합시운전~교육에 이르는 일련의 구축 프로세스를 수행하는 것이 핵심이며, 특히 각 구축장비가 기성품이 아닌, 사용자의 요구조건에 따라 제작되는 order made 형태이므로, 최종적인 요구성능의 확보와 장비의 기능적 구현성을 최적화하기 위해서는 상세요구사항 결정, 상세설계, 조립, 시운전 단계에서 전문연구진과 장비제작사의 심도있는 고민과 연구협업이 각 단계마다 요구되는 것으로 판단된다.

## 7.3 사업기간, 사업예산, 연차별 목표

### ● 사업기간 추정

대형시험장비 구축의 경우, 각 장비별로 차이는 있으나, 가장 대규모의 재원이 투입되는 실험대형 철도차량 복합환경 모사시험기를 기준으로 볼 때, 구축단계별로 최소 다음과 같은 소요기간이 추정되며, 하기 소요기간이 최소한의 소요기간임을 고려하여, 전체 사업기간을 48개월, 4년으로 설정하였다.

<표 7-1 사업기간 추정 근거>

구분	최소 소요기간(개월)
상세요구사항 확정~입찰서류 준비	6
입찰행정~계약	8
상세설계	12
제작	12
조립~이송~설치	10
종합시운전/교육	8
총계 (일부 작업 중복 고려)	48

### ● 사업예산 추정

구축대상 4개 장비의 직접투입비(순수 장비제작비용)는 다음과 같다.

<표 7-2 구축장비 추정예산>

장비명	추정 예산(억)
-실험대형 철도차량 복합환경 모사시험기	210
-Multi Scan EMC 측정시스템	20
-철도소음평가 시험시설	40
-철도차량 쾌적/편의/환경성 통합성능 평가시험기	50
총계	320

상기 비용이, 견적추정가이며, 국제입찰에 의한 경쟁시 실제 구매 소요비용은

경우마다 다르기는 하나, 약 80% 정도에서 평균적으로 결정됨을 고려한다면 순수 시험장비 제작비용으로 256억의 국고재원이 요구됨을 확인할 수 있다.

본 사업이 국가연구개발사업으로 진행되며, 장비구축에 있어서 각 장비별로, 핵심구축단계별로, 전문연구진의 연구기여가 필요하고, 각 장비 구축단계별로 전문가 자문회의, 입찰평가위원회, 해외제작업체의 시험장비 수주시 입회검사를 위한 출장 등 다양한 형태의 직접비(장비구축비용을 제외한)가 요구됨을 고려한다면, 총사업비를 다음과 같이 추정할 수 있다.

<표 7-3 4개 장비 구축시 총사업비 추정>

구분	추정 예산(억)
<b>순장비제작비</b>	<b>256</b>
인건비 : 각 장비당 선임급 4인, 50% 참여, 4년간 $0.4\text{억}/\text{인}/\text{연} * 4\text{인}/\text{장비} * 4\text{개장비} * 0.5 * 4\text{년} = 12.8$	12.8
해외장비제작업체 계약시 입회검사 위한 출장 : 각 장비당 국외출장 3회(4년간) 가정 $2\text{인}/\text{장비} * 3\text{회} * 4\text{개장비} * 400\text{만원}/\text{인}$	0.96
입찰평가, 전문가 자문회의 등 전문가 비용 : 각 장비당 10인 이상 자문회의 연 2회 이상 개최 $10\text{인} * 2\text{회}/\text{연} * 4\text{개장비} * 4\text{년} * 45\text{만원}/\text{인} = 1.8\text{억}$	1.24
기타직접비 : 국내출장, 세미나개최, 보고서 인쇄, 자료복사, 공정회의 등 $4\text{천만원}/\text{연} * 4\text{년} = 1.6\text{억}$	1.6
간접비 직접비 + 인건비 의 약 20% 추산	54.52
<b>총계</b>	<b>327.12</b>

다만, 국가차원에서 타시설에의 활용가능성 및 철도안전법 형식승인과의 연계성 등을 고려하여 3순위 장비인 철도소음평가시험시설의 장비구축을 우선구축 대상에서 제외할 경우, 총소요예산은 다음과 같이 재산정될 수 있다.

<표 7-4 3개 장비 구축시 총사업비 추정>

구분	추정 예산(억)
<b>순장비제작비</b>	<b>224</b>
인건비 : 각 장비당 선임급 4인, 50% 참여, 4년간 $0.4\text{억}/\text{인}/\text{연} * 4\text{인}/\text{장비} * 3\text{개장비} * 0.5 * 4\text{년} = 9.6$	9.6
해외장비제작업체 계약시 입회검사 위한 출장 : 각 장비당 국외출장 3회(4년간) 가정 $2\text{인}/\text{장비} * 3\text{회} * 3\text{개장비} * 400\text{만원}/\text{인}$	0.72
입찰평가, 전문가 자문회의 등 전문가 비용 : 각 장비당 10인 이상 자문회의 연 2회 이상 개최 $10\text{인} * 2\text{회}/\text{연} * 3\text{개장비} * 4\text{년} * 45\text{만원}/\text{인} = 1.08$	1.08
기타직접비 : 세미나개최, 보고서 인쇄, 자료복사, 회의 등 $4\text{천만원}/\text{연} * 4\text{년} = 1.6\text{억}$	1.6
간접비 직접비 + 인건비 의 약 20% 추산	47.4
<b>총계</b>	<b>284.4</b>

#### ● 연차별 사업목표 및 사업예산

다른 연구사업과 달리, 시험장비 구축사업은 각 장비 구축과 관련된 계약사항의 수행이 핵심인 바, 원활한 예산투입 및 확보가 절대적으로 요구된다. 초기년도인 1차년도와 2차년도에 비교적 적은 예산이 확보될 경우, 4개 장비에 대한 동시 발주는 불가한 바(각 장비 계약시 총 제작가의 30% 이상이 확보되어야 함, 실험형 철도차량 복합환경 모사 시험기의 경우, 최소 50억 이상 소요), 여러 가지 상황을 고려하여 아래 표와 같이 연차별 추진예산 및 추진계획을 설정하였다.

하기 추진계획은 다음과 같은 가정사항을 포함하고 있음에 유의해야 한다.

-2차년도까지 모든 장비의 입찰행정 및 계약 완료



- 2차년도에 예산확보가 여유로울 경우, 전체 장비에 대해 4차년도 말 경 장비 구축 완료 가능  $\Rightarrow$  목표기간 내 전체사업 종료 및 구축장비의 조기 활용이 가능
- 반대로 2차년도까지 예산확보가 부족한 경우, 전체 장비의 구축완료시점은 물리적으로 5차년도 또는 필요시 6차년도까지 연장될 가능성 있음
- 장비 구축완료 이전까지는 뚜렷한 가시적 성과물을 보이기는 어려우며, 각 장비의 구축과 관련된 각종 문건들이 도출가능함 (단, 일부 개념특허나, 세미나 개최, 논문도출 등은 가능할 것으로 판단됨)

<표 7-5 연차별 사업목표>

연차	세부목표	주요성과물(예상)
1차년	구축대상 시험장비 상세요구사항 확정 관련기관 의견수렴 구축가격 추정 및 조달청 국제전자입찰 준비	각 장비 최종 상세사양서
2차년	입찰행정 및 계약, 상세설계 수행 (예산범위 내) 상세설계 완료 장비에 대해 구축 프로세스 수행	상세설계 완료장비에 대한 상세설계서
3차년	상세설계 완료 장비에 대해 구축 프로세스 수행	각 장비 구축 진행에 따른 단계별 서류 : 제작완료보고서 조립완료보고서 성능시험보고서 운영자매뉴얼  구축장비
4차년	장비구축 완료 구축완료 장비에 대한 대내/외 홍보	

4종 장비 구축과 3종 장비 구축시의 연차별 예산은 다음 표와 같다.

<표 7-6 연차별 사업예산 : 4개장비 구축>

연차구분	추정예산(억)
1차년	10
2차년	70
3차년	130
4차년	117.12
총계	327.12

<표 7-7 연차별 사업예산 : 3개장비 구축>

연차구분	추정예산(억)
1차년	10
2차년	60
3차년	120
4차년	94.4
총계	284.4

● 9개 장비 전체에 대한 순차 구축을 고려한 사업예산 추정

국가 차원에서 중장기적으로 본 기획연구를 통해 도출된 대형 연구시험장비 전체를 구축하는 것으로 가정할 경우, 각 장비별 소요 추정예산은 다음과 같다. 본사업 결정과정 상에서 예산상황 및 환경변화에 따라 1순위부터 9순위까지 장비의 선택적 구축 역시 가능할 것으로 판단된다.

<표 7-7 전체장비 순차 구축 고려 사업비 추정 : 총 618.7억 소요>

장비명(우선순위) 구분(예산/억)	장비 추정 예산	입찰 시 순구 축비	인건 비	해외 출장	전문 가활 용	기타 직접 비	간접 비	소계
실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	210	168	3.2	0.24	0.36	0.5	35	207.3
멀티스캔 EMC 측정차	20	16	3.2	0.24	0.36	0.5	4	24.3
철도소음평가 시험시설	40	32	3.2	0.24	0.36	0.5	7	43.3
차량 쾌적/편의/환경성 통합평가 시험기	50	40	3.2	0.24	0.36	0.5	9	53.3
철도차량 차대차 충돌시험시설	45	36	3.2	0.24	0.36	0.5	8	48.3
초고속 3D 열차모델 주행시험기	75	60	3.2	0.24	0.36	0.5	13	77.3
전자연동장치 시험기	30	24	3.2	0.24	0.36	0.5	6	34.3
철도급전시스템 실시간 시뮬레이터	120	96	3.2	0.24	0.36	0.5	20	120.3
선로변 차량이상 모니터링 시스템	5	4	3.2	0.24	0.36	0.5	2	10.3

-인건비 : : 각 장비당 선임급 4인, 50% 참여, 4년간

$$0.4\text{억}/\text{인}/\text{연} * 4\text{인}/\text{장비} * 0.5 * 4\text{년} = 3.2$$

-해외장비제작업체 계약시 입회검사 위한 해외출장 : 각 장비당 3회(4년간) 가정

$$2\text{인}/\text{장비} * 3\text{회} * 400\text{만원}/\text{인} = 0.24$$

-입찰평가, 전문가 자문회의 등 전문가 비용 : 각 장비당 10인 자문회의 연 2회

$$10\text{인} * 2\text{회}/\text{연} * 4\text{년} * 45\text{만원}/\text{인} = 0.36$$

-기타직접비 : 세미나개최, 보고서 인쇄, 자료복사, 회의 등

$$0.125\text{억}/\text{장비} * 4\text{년} = 0.5$$

-간접비

$$\text{직접비} + \text{인건비} \text{의 약 } 20\% \text{ 추산}$$

## 7.4 사업 추진체계 및 추진전략

### 7.4.1 사업 추진체계

시험장비 구축사업은 다른 연구사업과 달리, 다음과 같은 측면에서 단일기관에 의한 총괄관리가 효율적일 것으로 판단된다.

- 고가 시험장비의 구매~입찰행정 관련 프로세스의 일원화된 관리
- '관련 행정의 체계적인 시행, 행정관련 문서의 체계적 보관
- '장비구축관련 문서의 체계적 보관 및 표준화
- 상세설계~제작~조립~종합시운전~교육 관련 문건 표준화 및 체계화
- 사용자 매뉴얼, 운영/유지관리 매뉴얼의 표준화 및 체계화
- 동일한 구축프로세스, 구축원칙, 구축방향성의 시행
- '장비구축의 각 핵심단계별 준수해야 할 사항의 공유 및 일관된 시행
- '장비제작사와 동일한 일반계약조건 작성 및 이행
- '각 장비 워런티 기간의 동일화 및 표준화

따라서, 개별장비별로 세부과제로 구분하여, 여러 기관에서 장비구축사업을 수행하는 것 보다는 단일기관에 의한 사업수행을 시행하고, 사업수행 기간, 특히 각 장비 구매요구사양 확정 및 상세설계 단계에서 유관기관에 대한 지속적 정보공유 및 의견수렴을 수행하여, 공공성 및 활용성이 확보된 장비구축을 수행하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

특히 구축장비의 최종 요구성능을 결정적으로 좌우하는 구매상세사양서 작성에 있어서 동일한 체계와 구성, 요구조건 들을 일관된 형태로 기술하는 것이 가장 핵심인 바, 단일기관에 의한 총괄관리가 절대적으로 요구된다.

단일기관 내에서 본 시험장비 구축사업의 효율적 추진을 위한 인력구성체계는 다음과 같은 구성을 제안한다.

<표 7-9 인력구성체계 제안>

구분	역할
연구책임	1인, 연구과제 총괄
총괄 구축/행정실무	1인, 각 장비 구축 프로세스 총괄 전문기관/주관부처 행정대응 총괄
각 장비 구축전담	각 장비당 3인 이상 주 구축전담 1인, 협조 2인 이상
연구시설(건물) 협조	각 장비가 위치하는 연구시설의 장비 배치공간, 부대시설 연계 등 계획 협조

## 7.4.2 사업 추진전략

- 기술발전 추이 지속 반영하여 장비 사양 지속 업그레이드 : 시험장비는 최신 전자, 기계, 전기 기술의 복합체로서, 사업이 진행됨에 따라, 새로운 요소기술이 지속적으로 도출하게 될 것이기에, 구축장비의 구매요구를 위한 상세사양을 기획보고서에 준하여 결정하되, RFP 상에는 기본적이고 핵심적인 사항들만 별첨으로 수록하고, 기술발전에 따른 사양변화의 가능성을 수용할 수 있도록 하여, 신규기술이 효과적으로 반영되어, 최신기술을 반영한 최적의 시험장비 구축이 가능하도록 해야 한다. 이러한 작업은 장비구축완료시점까지(장비제작사와의 계약예산 이내에서)지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.
- 관련 법, 시험규격 변화현황 등을 지속적으로 모니터링하여 변화상황을 반영할 수 있을 것 : 시험장비가 구현하고자 하는 시험항목/규격 과 관련된 법, 제도, 규격 등의 변화상황을 지속적으로 모니터링하여, 개별적 변화상황이 반영된 시험장비 구축이 가능하도록 해야 한다.
- 조달청 국제전자입찰을 통한 장비 구매과정의 객관성과 투명성 확보 : 고가의 시험장비 구매를 기관 내에서 자체적으로 진행하는 것은 상당한 위험요소를 내포하고 있는 바, 장비 구매/입찰 과정의 객관성과 공정성, 투명성 확

보를 위해 국가기관인 조달청에 입찰행정을 의뢰하는 것이 효과적일 것으로 판단된다.

- 구축장비 상세요구사항 확정, 상세설계를 수행해나가는 데 있어서 관련전문가 집중검토 및 관련기관 의견수렴 지속을 통해 공동의 활용성과 공유성 확보 : 구축되는 시험장비는 일개 기관의 소유가 아닌, 궁극적으로 국가소유인 바, 국가대형시험장비의 활용성 극대화를 위해, 상세요구사항 확정 및 상세설계 수행과정 상에서 참여연구진 뿐만 아니라 관련분야 산/학/연 전문가를 대상으로 한 정보공유, 의견수렴이 수행되어야 하며, 특히 철도 현장(건설, 운영기관 및 제작업체)에서 수행하고자 하는 시험항목/규격에 대한 구현이 가능하도록 시험장비 구축을 수행해야 한다.
- 각 장비당 핵심구축전담자와 부전담인력을 사업 초기에 편성하고 이를 사업기간 내 지속시키며, 사업 종료 이후에도 장비 운영으로 연계할 수 있도록 고려 : 구축장비별로 핵심전담자 1인이 선정되어야 하며, 전담인력은 사업초기에서 구축완료, 이후 장비운용까지를 책임지고 수행할 수 있는 일관성과 추진성을 갖춰야 한다. 특히 본사업 주관기관은 장비구축 전담인력이 시험장비 구축에 매진할 수 있도록 제도적 지원체계(장비구축을 위한 한시적 조직 구성 등)를 구축해야 한다.
- 장비구축 프로세스의 표준화, 관련 문서의 체계화/표준화 및 정리 : 상세요구사항 확정~입찰행정~계약~상세설계~제작~조립~이송/설치~종합시운전~교육에 이르는 일련의 구축프로세스를 정립하고, 각 단계별로 요구되는 고려사항과 유의사항을 매뉴얼 형태로 작성하여 이를 수행해야 하며, 역시 각 단계별로 발생하는 생산문서들의 형태와 구성, 내용 등을 미리 설정하고, 각 장비를 구축하면서 발생하는 생산문서들을 동일한 형태로 체계화, 표준화하여 보관하여야 한다.
- 시험장비 단순 구축으로 사업을 종결하지 말고, 최소한 6개월 이상의 시운전시험을 통해 원 요구성능사항의 최종 확보 여부에 대한 객관적 확인 및 수정/보완작업 수행 : 고가의 대형장비는 복잡하면서도 복합적인 기능구현을 위한 하드웨어로서, 단순한 작동에서부터 복잡한 시험항목의 구현까지 모든 단계의 시운전이 장비구축사업 기간 동안 수행되어야 한다. 각 장비들



이 기성품이 아닌, order made된 제품이기때, 구매상세사양서 및 상세설계서에서 정의된 기능들의 구현이 세심하게 검토되어야 하며, 실제적인 실험을 통해 실증되어야 한다. 특히 추후 운영기간동안 발생가능한 문제점을 장기적인 시운전시험을 통해 미리 발견하고 수정/보완함으로써 최종 구축장비의 성능확보에 만전을 기해야 한다.

## 7.5 사업 추진 타당성

본 사업의 정책적, 사회적 타당성은 다음과 같다.

<표 7-10 본 사업의 국가정책적 타당성>

관련 현안 or 정부 정책	적합성
범부처 시험분석 장비 현대화 5개년 계획	-시험분석 장비의 고도화 및 확충 -시험분석 기술의 함양 -시험분석 서비스 시장 확충
철도안전법 개정 및 하위 령/규칙 개정	-형식승인 시험 수행을 위한 필수 시험인프라 확충
선진국 수준 국가 철도시험인프라 완성	-종합시험선로~시험시설~시험장비 로 연계되는 선진국 수준 철도시험인프라 완결

<표 7-11 본 사업의 사회적 타당성>

효과	현황
고부가가치 시험인증서비스 기반 확보 및 서비스 기술 향상 통한 내수 점유율 향상 및 중국적 세계시장 점유	-12년 세계시험분석서비스 시장 80조 추정 : 국 내 점유율 2.6%에 불과 -국내 시험분석서비스 시장 ~조, 이중 ~조 해 외 유출
공공기술인 철도기술의 안전/신뢰성 검증평가 기반 확보	-침묵균열 사고, 산천 등 차량 이상거동, 광명역 탈선사고 등, 용품/차량 등과 관련된 기술이슈 지속 발생

각 장비 구축에 따른 직접적/정량적 기대효과는 다음과 같이 추정되며, 연 10억 이상의 시험관련 수익 창출이 직접적으로 기대된다.

<표 7-12 각 구축장비의 경제적 타당성>

장비명	활용
실대형 철도차량 복합환경 모사시험기	완성차/차량용품 형식승인 완성차 및 차량용품의 성능검증
	연 5억 이상의 시험관련 수익 창출 해외시험 대비 기간/금액 40% 이상 절감
Multi Scan EMC 측정시스템	완성차/차량용품 형식승인 신호/통신제품/시스템의 성능검증
	기존측정일수 12일 ⇒ 3일로 절감 기존시험대비 관련 직간접 비용 70% 절감
철도소음 평가 시험시설	축소모형시험을 통한 철도연변시설의 소음영향평가 방음벽 등 소음저감시설의 유효성 검증
	철도 등 환경영향평가 수익 연 5억 이상 현장시험 대비 관련 직간접 비용 40% 절감
철도차량 쾌적/편의/환경성 통합평가지험기	신조차량의 설계적합성 평가 인체공학적 차량설계 및 차량환경 개선
	연 5억 이상의 시험관련 수익 창출

본 사업의 기술적 의의 및 가치는 다음과 같다.

<표 7-13 본 사업의 기술적 타당성>

효과	현황
철도 시험/분석 서비스 기술수준 향상 : 선진국 대비 70% 수준으로 향상	-현재 전체(철도 포함) 분야 기술수준 선진국 대비 43% 수준으로 평가
철도전용 실내시험장비의 확충 : 선진국 대비 80% 수준으로 향상	-최상위 시험인프라 보유국인 일본 대비 현재 국내 수준 60% 전후로 판단

## 7.6 사업 성과 활용방안

### ● 사업 성과

본 사업은 다른 연구개발 사업과 달리, HW 그 자체인 실험장비를 구축하는 것으로서, 장비 구축 자체가 대표성과이며, 장비구축 과정상에서 논문, 개념특허 등이 부가성으로 도출될 수 있을 것으로 판단된다.

<표 7-14 사업성과>

<b>대표성과</b>	4종 시험장비 구축 - 실험형 철도차량 복합환경 모사 시험기 - 멀티스캔 EMC 측정시스템 - 철도소음 평가 시험시설 - 철도차량 쾌적/편의/환경성 통합평가 시험기
<b>부가성과</b>	장비 구축과정상에서 도출되는 - 학술발표 및 게재 논문 - 장비 설계 및 지그 관련 개념특허

### ● 성과 활용방안

본 사업의 대표성과로서 구축된 각각의 시험장비들은 다음과 같은 목적으로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

- 차량 시스템 및 용품에 대한 성능검증 시험 및 법적인(철도안전법 기반) 인증시험 수행
- 미래철도 기술 연구개발사업 연계 요소기술 검증시험 및 개발품 성능검증 시험 수행
- 일반 제작사, 운영기관, 건설기관 등에서 의뢰하는 민간수탁 과제 관련 시험 수행
- 적극적 홍보를 통한 국외 시험 수주 및 철도 이외 분야 내수시험 수주



[그림 7-1 구축장비의 활용방안]