

호남고속철도 테스트베드 안정화 및 신뢰성 기술개발
(2단계 사업 기획 연구)

2015. 12.

한국철도기술연구원

목 차

I. 개요	1
1. 연구배경 및 필요성	1
2. 연구목적 및 범위, 추진절차	4
II. 동향분석	6
1. 정책동향분석	6
가. 해외 정책동향	6
나. 국내 정책동향	12
다. 국내외 정책동향 시사점	16
2. 시장동향분석	17
가. 해외 시장동향	17
나. 국내 시장동향	38
다. 국내외 시장동향 시사점	40
3. 기술동향분석	41
가. R&D동향	41
나. 특허동향	61
다. 논문동향	116
라. 기술 예측/수준 분석	144
마. 국내외 기술동향 시사점	150
III. 비전/목표 및 중점추진분야 도출	152

1. 사업추진방향	152
2. 비전 및 목표	155
3. 중점추진분야	157
IV. 기술개발과제 도출	158
1. 개요	158
2. 중점추진분야별 기술수요조사	158
가. 개요	158
나. 중점추진분야별 제안기술	159
다. 기술개발아이템 도출	164
3. 기술개발아이템별 기술예측 및 수준분석	165
가. 개요	165
나. 기술 예측 및 수준 분석결과	167
4. 후보과제 도출	197
V. 기술로드맵 수립	204
1. 중점추진분야별 기술개발과제 구성	204
가. 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발	204
나. 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발	213
다. 융합형 선로-전차선 기술 개발	227
2. 기술로드맵 수립	237
3. 소요예산 및 소요인력	238
VI. 추진체계 및 추진전략 수립	240

1. 추진체계	240
2. 추진전략	243
VII. 사전타당성 검토	248
1. 정책적 타당성	248
가. 국가전략적 중요성	248
나. 정책적 일관성 기준 상위계획 부합성	252
다. 정책적 추진의지	255
2. 기술적 타당성	257
가. 기술개발 계획의 적절성	257
나. 기술수준 및 성공가능성	260
다. 기존 사업과의 중복성	264
3. 경제적 타당성	267
가. 개요	267
나. 연구단 성과의 매출편익	268
다. B/C Ratio	273
[별첨] 기술분야별 특허 및 논문 검색 결과	274

표 목 차

<표 1> 「범유럽교통망계획」의 고속철도망 계획 개요 ('13~'25년)	6
<표 2> 유럽 철도의 승객 및 화물운송부담을	7
<표 3> 유럽의 철도 인프라 관련연구 분야 로드맵	7
<표 4> 철도관련 국가계획	12
<표 5> 철도관련 국가계획	13
<표 6> 철도시장 규모(2010~2012 평균)	17
<표 7> 지역별 철도시장규모(2010~2012 평균)	18
<표 8> 연도별-속도별 고속선 길이(설치기준)	19
<표 9> 궤도 시장규모(2010~2012 평균)	20
<표 10> 전철화 시장규모(2010~2012 평균)	20
<표 11> 신호제어 부분 시장규모(2010~2012 평균)	21
<표 12> 여객정보시스템부분 시장규모(2010~2012 평균)	21
<표 13> 철도차량 부분 시장규모(2010~2012 평균)	22
<표 14> 「범유럽교통망계획」의 고속철도망 계획 개요 ('13~'25년)	25
<표 15> 유럽의 건설 중인 철도노선 구간별 총연장	26
<표 16> 고속철도노선의 계획구간 ('11~'20년)	27
<표 17> 아프리카 진행 중 철도프로젝트	34
<표 18> 신칸센 정비구간 ('10~'15년)	35
<표 19> 중장기철도망계획('03~'20)」의 개요	36
<표 20> 고속선의 철도연장	38
<표 21> 고속철도 계획	38
<표 22> 여객수송실적	39
<표 23> 일본 고속 전차선로 특징	47
<표 24> 고속철도별 선로중심간격 및 시공기면폭	51
<표 25> 국산개발 실용화 제품현황	59
<표 26> 세부과제별 통합모니터링 Data 형식 및 수집방법	60

<표 27> 선로구축물분야 주요 특허 출원인	92
<표 28> 전차선로분야 특허 주요 출원인	114
<표 29> 기술분야별 기술수요조사 응답현황	159
<표 30> 중점추진분야별 제안기술 개념	159
<표 31> 제안기술 분할을 통해 도출된 기술개발아이템 및 분할 근거	164
<표 32> 기술획득방식 조사항목	165
<표 33> 기술적 실현을 위한 정부시행방안 조사항목	166
<표 34> 기술수준 조사항목	166
<표 35> 미래사회 중요도 조사항목	166
<표 36> 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술적/사회적 실현시기	169
<표 37> 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술적/사회적 실현시기	171
<표 38> 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술적/사회적 실현시기	172
<표 39> 기술획득 방식 및 정부개입의 필요성	173
<표 40> 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술획득방식 및 정부개입 필요성	174
<표 41> 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술획득방식 및 정부 개입 필요성	175
<표 42> 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술개발아이템별 기술획득방식 및 정부개입 필요성	176
<표 43> 정부시행방안	177
<표 44> 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술개발아이템별 정부시행방안	177
<표 45> 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술개발아이템별 정부시행방안	179
<표 46> 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술개발아이템별 정부시행방안	180
<표 47> 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술개발아이템별 최고기술보유국	181

<표 48> 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술개발아이템별 최고기술보유국	183
<표 49> 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술개발아이템별 최고기술보유국	184
<표 50> 미래사회 중요도	188
<표 51> 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술개발아이템별 중요도	188
<표 52> 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술개발아이템별 중요도	190
<표 53> 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술개발아이템별 중요도	191
<표 54> 후보과제 중복성 검토 - 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술	200
<표 55> 후보과제 중복성 검토 - 400Km/h급 유압식 선로전환기 개발	200
<표 56> 후보과제 중복성 검토 - 고성능 터널 미기압과 저감대책 기술	201
<표 57> 후보과제 중복성 검토 - 장대 궤도의 신축 최소화에 따른 궤도 안정화 방안	201
<표 58> 후보과제 중복성검토 - 초고속열차 궤도틀림 관리기술 선진화 연구	202
<표 59> 후보과제별 기술개발 시급성 평가결과	203
<표 60> 소요예산	238
<표 61> 소요인력	239
<표 62> 민관협력 활성화를 위한 실적공유 계획	247
<표 63> 연도별-속도별 고속선 길이(설치기준)	248
<표 64> 국토교통부 철도기술연구사업 연구예산 추이	256
<표 65> 국내외 논문·특허 및 R&D동향분석에 따른 시사점	260
<표 66> 해외 고속철도 건설연장 추정	268
<표 67> 해외 350km 이상 고속철도 건설시장 규모	269
<표 68> 해외 350km 이상 고속철도 건설시장의 국내기업 시장점유율 추정	269
<표 69> 해외시장 매출편익의 현재가치	270
<표 70> 국내 고속철도 건설연장 추정	271
<표 71> 국내 고속철도 건설시장 규모	272
<표 72> 국내 350km 이상 고속철도 시장점유율	272
<표 73> 국내시장 매출편익의 현재가치	272

<표 74> 국내외 시장 매출편익의 현재가치	273
<표 75> 연구단 소요예산의 현재가치	273

그림 목 차

[그림 1] 우리나라 철도의 속도 변천사	1
[그림 2] 연구추진 절차	5
[그림 3] ‘수송력 향상 및 첨단철도기술’ 전략프로젝트 로드맵	15
[그림 4] 국내외 정책동향 및 시사점	16
[그림 5] 지역별 철도시장규모	18
[그림 6] 고속철도의 세계시장규모	24
[그림 7] 범유럽교통망계획(TEN)의 고속철도망 계획 (’13~’20년)	25
[그림 8] 고속철도의 정비계획도(’09년)	27
[그림 9] 미국 캘리포니아 고속철도 계획안	29
[그림 10] 2020년 브라질 고속철도 구간 및 증속계획	30
[그림 11] 러시아 철도망	31
[그림 12] 러시아의 Moscow-St. Petersburg 구간 노선도	32
[그림 13] Morocco의 도시간 고속철도 노선 계획	33
[그림 14] Johannesburg 와 Pretoria구간 고속철도	33
[그림 15] 신칸센 철도계획구간 (’10~’15년)	35
[그림 16] 고속철도 현황 및 건설계획	39
[그림 17] 국내외 시장동향 및 주요 이슈	40
[그림 18] 연도별 선로구축물 특허 출원 추이	61
[그림 19] 국가별 선로구축물 특허 출원 추이 및 비중	61
[그림 20] 선로구축물분야 연도별 특허출원 추이	62
[그림 21] 궤도분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	62
[그림 22] 노반분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	71
[그림 23] 교량분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	79
[그림 24] 터널분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	82
[그림 25] 선로구축물 주요 출원인별 특허동향	93
[그림 26] 연도별 전차선로 특허 출원 추이	94
[그림 27] 전차선로 국가별 특허 출원 추이 및 비중	94

[그림 28] 전차선로 분야 연도별 특허출원 추이	95
[그림 29] 전차선 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	96
[그림 30] 드로퍼 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	98
[그림 31] 애자 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	100
[그림 32] 장력조정장치 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	104
[그림 33] 가동브래킷 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	108
[그림 34] 기타 전차선로 분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중	111
[그림 35] 전차선로 주요 출원인별 특허동향	115
[그림 36] 연도별 선로구축물분야 논문 게재 추이	116
[그림 37] 최근 10년간 국가별 선로구축물분야 논문 게재 추이 및 비중	116
[그림 38] 최근 10년간 세부기술분야별 논문 게재 추이 및 비중	117
[그림 39] 국가별 궤도분야 논문 게재 추이 및 비중	117
[그림 40] 국가별 노반분야 논문 게재 추이 및 비중	122
[그림 41] 국가별 교량분야 논문 게재 추이 및 비중	125
[그림 42] 국가별 터널분야 논문 게재 추이 및 비중	128
[그림 43] 연도별 전차선로 논문 게재 추이	132
[그림 44] 전차선로 국가별 논문게재 추이 및 비중	132
[그림 45] 세부분야별 연도별 논문게재 추이	133
[그림 46] 전차선로시스템 검측 분야 국가별 논문게재 추이 및 비중	134
[그림 47] 전차선 분야 국가별 논문게재 추이 및 비중	137
[그림 48] 애자 분야 국가별 논문게재 추이 및 비중	139
[그림 49] 기타 전차선로 분야 국가별 논문게재 추이 및 비중	142
[그림 50] 기술적/사회경제적 실현시기	144
[그림 51] 선로구축물분야 기술적/사회경제적 실현시기	145
[그림 52] 전차선로분야 기술적/사회경제적 실현시기	145
[그림 53] 기술획득방식 결과	146
[그림 54] 정부시행방안 결과	147

[그림 55] 최고기술보유국 현황	148
[그림 56] 분야별 국내 기술수준	149
[그림 57] 미래사회에서의 중요도	149
[그림 58] 선로구축물분야 국내외 기술동향 및 주요 이슈	150
[그림 59] 전차선로분야 국내외 기술동향 및 주요 이슈	151
[그림 60] 사업추진방향 도출	153
[그림 61] 비전 및 목표	155
[그림 62] 사업추진방향에 따른 중점추진분야 도출	156
[그림 63] 기술개발과제 도출 프로세스	158
[그림 64] 기술적/사회적 실현시기	167
[그림 65] 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술적/사회적 실현시기	168
[그림 66] 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술적/사회적 실현시기	170
[그림 67] 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술적/사회적 실현시기	172
[그림 68] 최고기술보유국 현황	181
[그림 69] 국내기술수준	185
[그림 70] 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 국내 기술수준	186
[그림 71] 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 국내 기술 수준	187
[그림 72] 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 국내 기술 수준	187
[그림 73] 기술수준-중요도 포트폴리오	192
[그림 74] 기술수준-중요도 포트폴리오 분석(총괄)	193
[그림 75] 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 기술수준-중요도 포트폴리오 분석	194
[그림 76] 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 기술수준-중요도 포트폴리오 분석	195
[그림 77] 융합형 선로-전차선 기술 개발분야 기술수준-중요도 포트폴리오 분석	196
[그림 78] 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 후보과제 도출	197
[그림 79] 차세대 인프라 핵심소재 기술 개발분야 후보과제 도출	198
[그림 80] 융합형 선로-전차선 기술개발 분야 후보과제 도출	199

[그림 81] 기술로드맵	237
[그림 82] 사업추진체계	240
[그림 83] 동태적 기술/시장니즈 모니터링 체계 구축 개념	244
[그림 84] 세부과제별 협의체 구성 예시	245
[그림 85] 성과공유회 체계	247
[그림 86] 국내기술수준: 궤도노반기술 vs. 초고속철도인프라시스템 기술	250
[그림 87] 중점추진분야별 국내 기술수준	250
[그림 88] 기술적/사회적 실현시기(총괄)	251
[그림 89] 국가/부처 상위유관계획과 부합성	253
[그림 90] 국가/부처 중장기 R&D 계획과의 부합성	254
[그림 91] 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 차량-인프라간 단계별 계획	256
[그림 92] 비전·목표 및 중점추진분야	257
[그림 93] SWOT분석, 사업추진방향에 따른 중점추진분야 도출	262
[그림 94] 해외 고속철도 건설연장 추정	268

I. 개요

1. 연구배경 및 필요성

- 우리나라는 1987년 최고속도 150km/h 새마을호 동력차를 개발하고, 2004년 프랑스 TGV를 도입하여 최고속도 300km/h 고속철도 시대를 열었음
 - 1996년부터 2002년까지 자체 기술개발을 통해 최고속도 350km/h의 고속철도 기술을 확보했으며 KTX-산천이라는 모델명으로 상용화에 성공함
 - 2007년부터 2012년까지 최고속도 400km/h의 동력분산형 고속철도 차량 (HEMU-430x) 개발하여 2013년 3월 421.7km/h 최고속도 달성
- 고속철도 차량 기술의 발전과 비교하여 고속철도 인프라 부분에 대한 기술개발이 충분히 이루어지지 못했음
 - 최고속도 350km/h급 고속철도와 400km/h급 고속철도를 개발하는 과정에서 차량이 실제로 운행하는 노반, 궤도, 전차선, 신호 등의 인프라시스템에 대한 연구와 기술개발은 부차적인 것으로 다루어짐
 - 고속철도 건설 규칙이 최고속도를 350km/h으로 규정하고 있다는 것에서 잘 나타나듯이 350km/h 이상의 고속 대역에 대한 기술이 부족한 상황임



[그림 2] 우리나라 철도의 속도 변천사

- 400km/h 고속철도 인프라 시스템 기술개발이 시급성이 제기되어 2010년 12월부터 400km/h 급 고속철도 인프라 시스템 기술 개발 사업이 추진됨
 - 세계 고속철도의 속도 향상에 발맞추어서 2010년 국토부 교통 R&D 토론회 (국토부, '10.3.)에서 목표속도를 향상하는 선진화 사업(전차선, 신호, 궤도 노반 및 차량의 시운전 등)의 추진 필요성이 제기됨
 - 철도는 시스템으로 구성되므로 열차의 속도 향상과 함께 신호, 전차선, 궤도 토목 분야 등 인프라 기술개발이 필요함
 - 고속화를 위해서는 고속철도 차량에 안정적으로 전력을 공급할 수 있는 전차선로시스템을 갖추어야 함
 - 고속운행시에도 안전성을 보장할 수 있는 선로구축물을 필요로 하며, 환경소음을 적절한 수준까지 저감시킬 수 있어야 함
 - 고속에 적합한 신호시스템을 통하여 열차운행의 안전성을 확보해야 함
 - 철도선진국인 일본의 사례에서도 지속적인 열차의 속도 향상과 더불어 인프라분야의 개량 및 개선이 이루어지고 있음
 - 고속철도 인프라 기술은 신호, 궤도/토목, 전차선, 환경기술 등분야별 기술 개발이 일관된 목표를 지향할 수 있도록 복합적으로 결합되는 것이 필요
 - “400Km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발” 과제는 4개 분야의 핵심기술 개발을 목표로 각 핵심기술 개발내용을 담고 있는 4개의 세부과제와 테스트베드를 구축하는 1개 세부과제 등 5개 세부과제로 구성됨
 - 연구단에서 개발하고자 하는 4개 분야의 핵심기술은 ‘400Km/h 운행을 위한 환경소음저감 기술’, ‘400km/h급 선로구축물 설계기술’, ‘증속에 따른 전차선로시스템 기술’, ‘차세대 ETCS-L2 열차제어 핵심기술’ 임¹⁾

1) 차세대 ETCS-L2 열차제어 핵심기술은 테스트베드구축을 하지 않으므로, 관련 주요 연구내용을 담고 있는 5세부과제 연구내용으로만 구성됨

- 연구단 기획 시에서 변화된 기술개발환경과 고속철도 속도향상을 위한 정책추진과 여건변화에 대응하기 위한 2단계 고속철도 인프라시스템 기술개발사업 추진 필요
 - 국내외 기술개발동향, 정책 및 R&D계획의 추진방향, 시장 조건의 변화에 따라 변화되는 고속철도 인프라시스템분야의 기술개발니즈를 반영 필요
 - 최근 정부의 건설교통분야 해외진출 확대 기조에 따라 고속철도 인프라 기술에 국가, 지역의 지형, 기후요건을 고려한 해외진출 수요지향형 고속철도 인프라 기술개발 수요가 있을 수 있음
 - 국내 고속철도 속도향상을 포함한 장기적 개선계획 수립 및 철도교통시스템의 경쟁력향상을 위한 고속철도 속도향상을 대비한 지속적인 데이터 확보 및 선행적 연구개발 필요

2. 연구목적 및 범위, 추진절차

- 호남고속철도 테스트베드 구간에서의 고속선 운행에 따른 선로모니터링 DB구축 및 400km/h 고속철도 인프라시스템에서 개발된 연구성과품의 상품화 전략수립
 - 국내외 정책, 시장, 기술동향 및 환경분석
 - 국내외 교통정책 및 철도정책 분석
 - 국내외 철도/고속철도 시장 및 건설계획 분석, 철도인프라 시장 분석
 - 국내외 고속철도 인프라 R&D 동향분석
 - 특허 및 논문분석
 - 기술수준 및 예측조사
 - 비전·목표 및 중점추진분야 설정
 - SWOT분석을 통한 사업추진방향 도출
 - 사업추진방향에 연계된 비전/목표 및 중점추진분야 도출
 - 기술수요조사 및 후보과제 도출
 - 중점추진분야별 기술수요조사를 통한 기술개발아이템 도출
 - 기술개발아이템의 유사성/규모 검토를 통한 후보과제 도출
 - 후보기술 우선순위 평가
 - 목표부합성, 기술개발시급성, 기술개발성공가능성 등을 고려
 - 기술개발로드맵 수립
 - 기술개발추진체계 및 추진전략 설정
 - 정책적/기술적/경제적 타당성 검토



[그림 3] 연구추진 절차

II. 동향분석

1. 정책동향분석

가. 해외 정책동향

- 국외에서는 교통수단 간 균형을 통한 지속가능한 발전, 기후변화협약 대응의 일환으로 철도 투자 증대 추세
- 선진국들은 철도정책의 기본 방향을 고속철도망 지속적 확충에 두고 있음
 - 범 유럽 교통망 계획상 30개 사업 중 22개가 철도관련 사업이며, 이중 14개 노선이 고속철도 관련 노선임

<표 1> 「범유럽교통망계획」의 고속철도망 계획 개요 ('13~'25년)

구분	계획구간	연장(km)	완공(년)
고속철도	파리~브뤼셀/브뤼셀~콜로니~암스테르담~런던	1,124	2015
	남서유럽	3,753	2020
	동유럽	603	2013
	이베리아반도	4,776	2020

자료: EU. 2008. TEN-T Implementation of the priority projects progress report.

- 미국은 대도시간 핵심 고속교통축에 대해 시속 200~400km/h 수준의 열차운행이 가능하도록 시설투자를 추진함
- 프랑스는 '08~' 14년까지 300량 전후 고속철도 열차 구매를 진행 중임
- 중국은 고속철도 연장을 1.2만km까지 확장할 계획이며, 일본은 500km/h 이상의 초고속열차 운영을 검토 중임
- 스페인은 전체 인구의 90%가 고속철도역 반경 50km 이내에 거주할 수 있도록 '20년까지 고속철도 1만 km 확충할 계획임

□ 유럽 철도연구 자문위원회(ERRAC2)는 ‘Vision 2050’에서 철도 운송부담을 확대 및 인프라 경쟁력 강화를 위한 ‘유럽연합 철도경쟁력강화 로드맵(2011)’ 제시

○ 철도는 2050년 승객 및 화물수송 부담율을 두 배로 확장하며 총 운송량을 2000년 대비 3배까지 늘릴 예정임

<표 2> 유럽 철도의 승객 및 화물운송부담율

연도	화물	승객
2000	11.5%	7.6%
2020-ERRAC SRRA	14.0%	11.0%
2050	22.2%	15.3%

자료: Rail Route 2050 by ERRAC

○ 이와같은 목표를 달성하기위해 EU의 전략적 철도 인프라 관련연구 분야와 관련 로드맵을 다음과 같이 제시함

<표 3> 유럽의 철도 인프라 관련연구 분야 로드맵

구분	지능형 이동수단	에너지 및 환경	개인의 안전	안전성 및 표준화	경쟁력 있는 기술력	전략 및 경제성	인프라 구조
육상교통 시스템의 친환경화		✓					
교통운송 시스템 사이의 자유로운 이동 및 연결부하 감소	✓					✓	✓
지속가능한 도시 및 근교 교통망 구축	✓					✓	✓
안전성 확보			✓	✓			
경쟁력의 제고					✓	✓	✓

자료: Rail Route 2050 by ERRAC

2) ERRAC : The European Rail Research Advisory Council, 2012

(1) 미국

- 연방철도청(FRA)은 제1차 장기 국가철도계획 수립에 앞서 PRIA, ARRA 등에 근거한 예비 국가철도계획 작성
 - 여객철도 투자 및 개선에 관한 법령(PRIA)을 제정하여 지역간 여객철도 구축 활성화 추진
 - 경기회복 및 재투자에 관한 법(ARRA)을 통해 고속철도 예산 80억 달러 확보
 - 제1차 장기 국가철도계획 주요내용은 대도시간 연결, 도심구간 열차속도 향상, 철도와 타 교통수단 연계추진 등임
 - 핵심 고속교통축으로서 시속 200~400km/h의 고속열차를 통해 800km이상 떨어진 대도시를 2~3시간 이내로 연결
 - 지역교통축으로서 지역내 도심구간 연결 공용노선 열차속도를 150km/h까지 제고
 - 지역 내부 연계는 여객철도 접근성 확보를 위해 대중교통, 공항, 타 교통수단과의 통합 추진
- '30년까지 교통부문 온실가스 배출 40% 감축을 목표로 플로리다 고속철도사업 등 10개 노선의 고속철도 건설 추진
 - Amtrack을 중심으로 '동북부 고속철도망 구축 2040계획“(NE HSR Corridor)을 최근 발표한바 있음
 - 캘리포니아 및 플로리다, 텍사스 주 등으로 확대할 계획임
 - 대도시 허브공항을 연결하는 고속철도 망을 구축하며, 이를 위해 노후화된 기존철도의 개선을 포함함

(2) 프랑스

- SNCF(프랑스 국영철도)에서는 철도수송이 타 운송수단 대비 경쟁력을 갖도록 고속철도를 적극 추진
 - ‘08~’ 14년까지 300량 전후 고속철도 열차 구매 진행 중
 - ‘20년까지 TGV 파리~남동부 열차 현대화 추진

- 지속가능 운송, 교통시스템 안전향상, 환경영향저감 및 온실효과 감소를 위해 교통분야 연구프로그램(PREDIT33)을 운영
 - 철도 생산성제고, 혁신적 교통기술 및 시스템 실용화, 기반기술, 철도차량, 차량-인프라-시스템 간의 정보화 추진
 - 제어시스템, 규제시스템, 노선 최적화 시스템 추진

(3) 독일

- 도로위주의 교통발전 한계도달에 대한 대책으로 고속철도를 적극 추진
 - 기후변화 대응 등 환경보호 대책으로 친환경 운송수단인 철도의 중요성 증대
 - 독일 주요도시와 인접 국가의 연계 교통수단으로서 고속철도 건설

- “이동성과 교통” 연구프로그램 및 “Research Initiative Rail 2010” 프로그램 운영⁴⁾
 - 지속가능성, 효율화 및 안전지향, 국제경쟁력 향상을 목표로 함

3) 3rd Inter-ministerial Land Transport Research and Innovation Programme(2007-2012), 2013. 10.

4) 고속철도용 분기기 국산화 및 성능개량 기술개발 기획 보고서, 2012. 9., 국토교통부

(4) 일본

- **간선철도의 고속화를 위해 재래선을 고속화하고 신칸센을 건설하는 두 가지 방식을 추진**
 - ‘15년까지 5대도시(도쿄, 나고야, 오사카, 상포로, 후쿠오카)을 3시간 대로 연결하는 것을 목표로 함
 - 신칸센 약 600km 계획·건설 중
 - 재래선 구간은 120km/h이상, 신칸센 구간은 200km/h 이상 운영을 목표로 함
 - 3대 도시인 도쿄, 오사카, 나고야를 연결하는 700~800km 연장의 초고속 자기부상철도를 계획중
 - 초고속 자기부상열차는 L0계열로 최고속도가 581km/h임

- **일본정부는 국토교통성을 중심으로 초고속열차와 마그레브 철도시스템 개발, 유지보수비의 감소, 승객의 편의성 증대 기술개발 추진⁵⁾**
 - 환경보호와 철도교통안전을 확보하는 기술투자에 집중함
 - 노령화 사회에 대응하여 노년층의 철도교통 사용에 대한 장벽을 없애는 철도시스템 개발을 진행함(저상 경전철 등)

- **미래철도, 실용화, 기초기술 연구에 주안점을 두고 연구개발 추진**
 - 향후 5~10년 이내 실용화할 수 있는 기술 개발에 주력하되, 경쟁력을 좌우하는 핵심기술 분야에 초점
 - 신기술·신소재 등 요소기술에 대한 연구 수행
 - 콘크리트궤도를 세계 최초로 실용화 하였으며 한계상태설계법에 기초한 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도 및 이를 개선한 한계상태설계법 개발
 - 아스팔트 등 생력화 궤도에 대한 지속적인 연구 및 투자 진행 중

5) 철도웹진 24호, 2005

- 일본철도종합기술연구소(RTRD)는 향후 20년간 연구개발 항목으로 ‘안전성 향상’, ‘환경과의 조화’, ‘저비용’, ‘편리성 향상’을 선정
 - ‘안전성 향상’ 부문의 연구개발 항목은 자연재해에 강한 시스템, 사고·고장에 강한 시스템, 인간/기계 시스템 고도화, 열차제어의 지능화 기술임
 - ‘환경과의 조화’ 부문의 연구개발 항목은 철도노선 환경 부하 저감, 저에너지 기술임
 - ‘저비용’ 부문의 연구개발 항목은 보수·건설의 효율화 기술임
 - ‘편리성 향상’ 부문의 연구개발 항목은 고속화, 정보처리기술에 의한 수송효율화 기술이며, 각 항목간의 공통 기술로서 ‘시뮬레이션 기술의 고도화’를 제시함

(5) 중국

- ‘20년 기준 인구 20만 이상 도시와 전국 행정구역의 95% 이상을 포괄하는 철도 네트워크 구축 추진
 - ‘20년 고속철도 건설목표 달성을 위해 3,000억 달러의 투자를 계획함
 - 철도 네트워크를 ‘12년 109,000km에서 ’ 20년 120,700km로 연장할 계획임
 - 새로운 여객 전용 고속철도 노선 건설 계획 중이며, 중장기 철도네트워크 구축 계획에 따르면 ‘20년 총 12,000km에 달하는 고속철도 노선을 확보할 전망이다
- ‘20년까지 약 5조 위안을 투입하여 8종 8형의 주간선을 강화하고, 4종 4형 여객전용 고속철도 건설을 계획
 - 철도 속도 증가를 통해 고속철도가 경제도약의 원동력이 될 수 있도록 정책을 추진함
 - 도심 내 이동의 경우 지하철과 경전철을 주요 수단으로 추진
- 철도망 확충을 바탕으로 철도 제조업체의 세계진출 확대를 목표로 함
 - 중국 철도차량 회사(CSR, CNR)은 ‘09년 기준 세계 5위권 수준으로 성장

나. 국내 정책동향

(1) 정부/부처 정책동향

- 국내에서 발표된 교통/물류 정책은 교통 사회경제적 비용 감축, 온실가스 배출량 저감 등을 목표로 철도망 건설 및 고속화기술 개발을 추진
 - 제 3차 중기교통시설투자계획('11)에서는 녹색교통체계구축, 교통 SOC확충 등을 전국 고속철도망 건설을 추진
 - 제 1차 지속가능 국가교통 물류발전기본계획('11)은 온실가스 배출량 저감을 목적으로 철도고속화 기술을 개발(' 12년 430km/h)

<표 4> 철도관련 국가계획

상위 계획	계획 기간	수립 연도	목표	주요내용
국가기간 교통망 수정계획	2001 ~ 2020	2010.12	<ul style="list-style-type: none"> • 세계 일류수준의 교통기반시설 확충 • 육상·해상·항공교통의 통합네트워크 구축 • 교통물류활동으로 인한 사회·경제적 비용 감축 • 미래사회 대비 지속 가능한 녹색성장 	<ul style="list-style-type: none"> • 교통연계성 강화를 위한 인터모달리즘 구현(교통수송간 연계 환승체계 강화, 물류거점 연계 교통체계 구축) • 21세기 글로벌 교통·물류 강국 실현 • 저탄소 녹색성장형 교통체계 구축 • 선진국 수준의 교통서비스 제공(교통안전, 재난대응 및 보안검색체계 강화, 교통서비스의 사회적 형평성 강화)
제3차 중기교통 시설투자 계획	2011 ~ 2015	2011.9	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색교통체계 구축 • 인터모달리즘 구현 • 교통 SOC확충 • 교통혼잡비용, 물류비용, 사회경제적비용 감축 • 교통물류에 대한 글로벌 경쟁력 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 투자효율 중심의 간선도로망 구축 • 철도경쟁력 강화를 위한 전국 고속철도망 구축 • 고효율 녹색·물류체계 구축 • 대도시권 광역 교통체계 구축 • ITS를 활용한 교통체계 효율성 향상 • 신성장동력 창출을 위한 교통기술 개발
제1차 지속가능 국가교통 물류발전 기본계획	2011 ~ 2020	2011.6	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년 교통부문 온실가스 배출량 배출전망치(BAU)대비 34.3% 감축 	<ul style="list-style-type: none"> • 녹색교통물류기술 선진국 대비 90% 수준 달성 • 철도 고속화 기술(km/h) : 350('07년)→430('12년)

□ 국내 철도관련 주요 국가정책에서는 철도인프라 확충, 여객서비스 개선, 친환경성 제고, 철도산업 경쟁력 강화 및 안전성 제고를 목표로 함

<표 5> 철도관련 국가계획

상위 계획	계획 기간	수립 년도	목표	주요내용
제2차 철도산업 발전 기본계획	2011 ~ 2015	2011.5	<ul style="list-style-type: none"> 수송 분담률 제고(수송인km) : 15.9%('08)→24%('15) 철도사고 감축(백만km당) : 0.108건('10)→0.100건('15) 철도기술력제고 : (선진국대비) 74%('09)→95%('15) 해외시장 확대(차량시장 점유율) : 2%('09)→4%('15) 	<ul style="list-style-type: none"> KTX 고속철도 중심 국가철도망 구축(고객 지향형 서비스 제공 및 철도운영 경쟁력 제고) KTX 서비스 확대, 복합환승센터 등 연계교통체계 확충 녹색 철도물류 활성화 기반마련 DMT, 장대철도 등 세계 최고수준 철도안전 확보 미래성장 동력확충과 해외철도 진출기반 강화 차세대 고속철도 개발 등 해외철도 진출기반 강화 차세대 고속철도 개발 등 세계최고수준의 철도기술을 확보하고, 우리 철도기술의 상용화 지원, 촉진
제2차 국가 철도망 구축계획	2011 ~ 2020	2011.4	<ul style="list-style-type: none"> 전국 주요거점을 일상 통근시간대인 1시간 30분대로 연결하여 하나의 도시권으로 통합 - 전국 주요거점 고속 KTX 망 연결 - 대도시권 30분대 광역급행 철도망 구축 - 녹색 철도물류체계 구축 - 편리한 철도 이용환경 조성 	<ul style="list-style-type: none"> 철도시설 건설에 초점 고속철도사업을 우선 촉진 기존선의 개량 및 복선화 광역철도 신설
철도 안전 종합계획	2011 ~ 2015	2010.12	<ul style="list-style-type: none"> 선진 철도운영국가(EU 상위 15개국) 수준의 철도안전성 달성을 위한 사고율 10% 감축 - 대형철도사고 발생 : Zero화 - 1억km당 열차사고 : 12건('09)→10건('15) - 1억km당 사망자수 : 43명('09)→38건('15) 	<ul style="list-style-type: none"> 철도안전관리 효율화 및 제도 개선 철도안전업무 종사자의 안전역량 강화 철도시설의 안전성 향상 철도 차량의 안전성 향상 철도 안전에 대한 홍보확대 미 안전기술의 연구개발

(2) 정부/부처 R&D정책동향

- 박근혜정부의 제 3차 과학기술기본계획은 선도형 연구개발을 통한 연구개발투자 확대/효율화를 추진하며, 이와 관련해 고속철도 기술개발 추진
 - ‘(High1) 국가연구개발 투자 확대 및 효율화’ 전략에서는 ‘17년까지 총 92.4조원의 정부 R&D예산을 투자하는 한편, 질적 효율성제고를 위해 선도형 기획-관리-평가시스템으로 개편 및 전략분야에 집중투자 추진
 - ‘(High2) 국가전략기술 개발’ 에서 IT융합 신산업 창출, 미래성장동력 확충 등 5대 분야 30개 중점기술을 집중 육성할 계획이며, 30대 중점기술로 ‘서울-부산 1시간 내에 이동 가능 첨단철도기술’ 을 선정하여 철도 증속 관련 기술개발을 전략적으로 추진
- 「건설교통기술 R&D 중장기계획(‘12)」에서는 ‘에너지 자원의 효율적 사용’, ‘미래경제가치 창출’ 을 목표로 설정하고 이를 지원하는 사업으로 철도기술연구사업 추진
 - 철도기술연구에서는 ‘철도 시스템 성능 및 수송력 향상’, ‘철도 운영 효율화 및 유지보수비 저감’, ‘친환경 철도기술 및 에너지 효율 향상’, ‘철도 안전성 향상’ 기술을 개발
 - 철도기술연구사업의 전략프로젝트인 ‘수송력 향상 및 첨단철도기술’ 은 고속철도 증속을 위한 기술경쟁력 확보를 통해 세계시장 진출 추구
 - ‘수송력 향상 및 첨단철도기술’ 전략프로젝트의 중점과제로 ‘레일방식 500Km/h급 철도시스템’ 및 ‘레일방식 500Km/h급 철도시스템 실용화’ 기술개발 추진
- 「고속철도 고속화 및 시스템 최적화 방안연구 용역」에서는 전국의 주요 거점을 1시간 30분대로 묶는 KTX 중심의 국가철도망 구축계획의 정책목표를 달성하기 위한 고속철도 고속화 검토
 - 철도의 경쟁력을 제고하고 미래의 국가 성장동력 확보와 교통문화를 선도할 수 있는 “중장기 고속철도 고속화 정책방향” 마련하여 고속철도 속도 향상에 따른 안전성 및 실효성 분석을 통해 차세대 고속철도의 최적운영 속도 검토 및 각 시스템별 문제점 분석하여 시스템 최적화 방안 수립

수송력 향상 및 첨단 철도 기술	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18	최종 성과물	추진목표
	400km/h급 고속철도 인프라 시험적용 기술개발								고속화에 따른 개선안, 설계기준 및 시제품	400km/h급 인프라 설계· 제작 핵심기술 확보
	차세대 고속철도	차세대 고속철도 실용화 기반 구축(※)							430km/h급 분산형 고속열차 설계·제작기술 및 시제차량	430km/h급 분산형 고속열차 안정화를 위한 실용화 기반 구축
			2층 고속열차 / 레일방식 500km/h급 철도시스템						동근형 2층 고속열차 핵심 기반기술 / 500km/h급 초고속 철도시스템	동근형 2층 고속열차 / 레일방식 500km/h 철도 핵심기술 확보
						레일방식 500km/h급 철도 시스템 실용화			영업속도 500km/h시 안전성 검증 및 유지보수 최적화	레일방식의 500km/h급 실용화 기술개발
			도시형 자기부상열차 안정화 및 운영 최적화 / 무가선 저상트램 시스템 실용화 / 대심도 급행철도 시스템 기술						도시형 자기부상열차 안정화 및 운영 최적화 기술 / 무가선 저상트램 시스템 / 대심도 급행철도 핵심장치 개발	도시형 자기부상열차의 영업 운영 / 무가선 저상트램국내 적용 / 대심도 급행철도 기술 확보
							산악철도 시스템 기술		산악트램 시제품·시험선· 추진시스템 시제품	산악트램의 급구배 상승기술· 산악트램 설계 및 제작 기술 확보
		초고속 자기부상철도 핵심기술 개발				초고속 자기부상철도 실용화 기술개발			초고속 자기부상철도 부상 및 추진시스템 설계기술 확보 / 초고속 자기부상 시제차 및 시운전	초고속 자기부상철도 핵심기술 및 차량·설계·제작 기술 확보
					u-IT기반 고밀도 광역도시철도 승객지향 수송효율 향상 / 고속대용량의 APM 핵심 기술				혼잡·지연발생 및 확산 최소화 승객유도 안내 H/W 및 S/W 시스템 / 3차원 고속·대용량 EV의 시작품	발생 및 파급확산을 최소화하기 위한 u-IT 융합기술 기반 연구 / 3차원(수직, 수평, 경사) 고속· 대용량 이동 시스템 기술개발
								전자장 가속방식 활용 철도차량 추진시스템 핵심 기술	시제차량 및 지상 대전류 공급용 전력 변환장치, 초전도 전자석	신개념 미려철도 차량 추진시스템의 원천기술 확보

[그림 4] '수송력 향상 및 첨단철도기술' 전략프로젝트 로드맵

2. 시장동향분석

가. 해외 시장동향

(1) 철도시장 규모⁶⁾

- 세계 철도시장 규모는 2010년부터 2012년까지의 평균을 기준으로 1,429억 유로이며, 이 중 철도차량 부문이 860억유로(60%)로 가장 큰 비중 차지
- 철도시장 규모는 2016년까지 연 3.3%의 성장률을 보일 것으로 예측되었으며 인프라 구조물이 3.9%, 시스템기술 1.8%, 철도차량 3.3%의 성장률을 보일 것으로 예측

<표 6> 철도시장 규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로 / %

구분	시장규모	성장률(2011~2016년 평균)
1. 인프라구조물	43,700	3.9
2. 시스템기술	13,200	1.8
3. 철도차량	86,000	3.3
계	142,900	3.3



자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011-2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

- 지역별 시장규모 비중은 유럽 49%, 아시아 43%, 북아메리카 20%, CIS 18%, 아프리카·중동 5% 남미·중미 4%, 오세아니아 3%를 차지
- 평균성장률을 보면 전체 지역 중 아프리카/중동 시장의 평균 성장률이 10.6%로 가장 높고 북미 5.0%, 중남미 5.0% 순으로 나타남

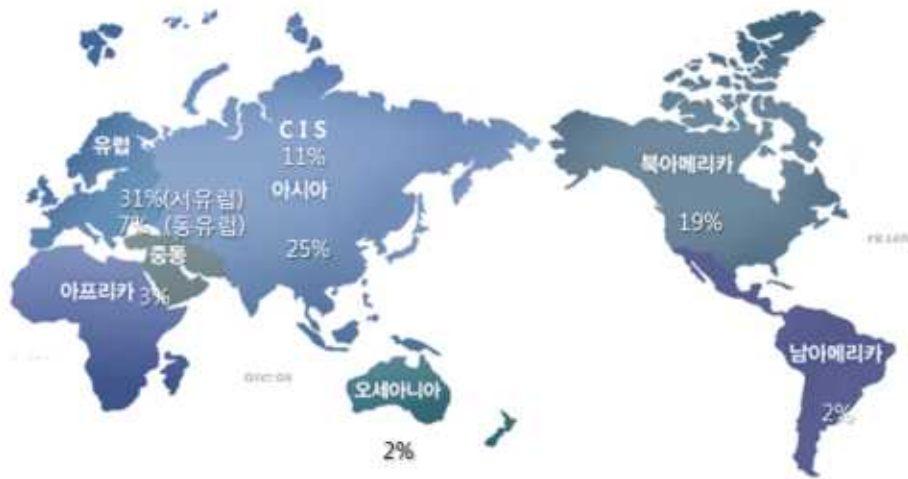
6) 철도시장은 SCI Verkehr(2012)를 토대로 인프라구조물 시장, 시스템기술 시장, 철도차량 시장으로 구분하여 정리함

<표 7> 지역별 철도시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로

구분	시장규모	성장률(2011~2016년 평균)
서유럽	39,700	3.0
동유럽	9,400	3.4
북미	19,900	5.0
중남미	4,100	5.0
아시아	43,400	1.8
아프리카/중동	5,100	10.6
CIS	18,100	3.2
오스트레일리아/태평양	3,200	1.1
계	142,900	3.3

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011-2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012



[그림 5] 지역별 철도시장규모

- 철도시장에서 350Km/h 이상의 고속선 연장 비중은 지속적으로 증가할 것으로 전망됨

<표 8> 연도별-속도별 고속선 길이(설치기준)

구분		200~250km/h	251~300km/h	301~350km/h	350~400km/h	합계
'07년~ '09년	길이(km)	3,768	920	1,441	-	6,129
	비중(%)	61.5%	15.0%	23.5%	-	100.0%
'10년~ '12년	길이(km)	5,511	1,581	8,261	-	15,353
	비중(%)	35.9%	10.3%	53.8%	-	100.0%
'13년~ '15년	길이(km)	8,025	4,741	6,265	-	19,031
	비중(%)	42.2%	24.9%	32.9%	-	100.0%
'16년~ '18년	길이(km)	5,507	4,502	3,234	667	13,910
	비중(%)	39.6%	32.4%	23.2%	4.8%	100.0%
'19년~ '21년	길이(km)	5,274	2,103	1,370	1,345	10,092
	비중(%)	52.3%	20.8%	13.6%	13.3%	100.0%
'22년~	길이(km)	6,950	5,830	3,479	3,115	19,374
	비중(%)	35.9%	30.1%	18.0%	16.1%	100.0%

자료: HSR Global Market Trends SCI Verkehr, 2010

(가) 인프라 구조물 시장⁷⁾

- 2010년부터 2012년까지의 평균을 기준으로 인프라구조물 전체 시장규모는 413억 유로이며, 이 중 아시아는 128억 유로, 서유럽은 111억 유로임
 - 신규개량사업은 158억 유로, 유지관리사업은 255억 유로를 차지함
 - 궤도부문 시장은 346억 유로로 신규개량분야 118억유로, 유지관리분야 228억 유로임

<표 9> 궤도 시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아 니아	계
신규 개량	2,750	510	710	600	5,760	720	470	280	11,800
유지관리	5,720	1,390	5,380	820	4,980	1,010	2,920	540	22,760

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011~2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

- 전철화 부분시장은 67억 유로로 신규개량분야 40억유로, 유지관리분야 27억 유로로 나타남

<표 10> 전철화 시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아 니아	계
신규 개량	1,440	260	150	110	1,540	190	240	60	3,990
유지관리	1,210	420	30	16	490	15	520	10	2,710

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011~2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

7) 인프라구조물 분야에서 하부구조물에 해당되는 일반토목(토공, 교량, 터널, 정거장, 차량기지 등의 시설물) 내용은 포함하지 않고, 철도에 특화된 상부구조물(궤도시스템)과 전철화 내용만을 포함

(나) 시스템 기술 시장⁸⁾

- 시스템기술 전체 시장규모 157억 유로 중 신호제어 부분이 132억 유로, 여객정보시스템 부분이 25억 유로를 차지
 - 신호제어부분 시장은 시스템기술 시장규모의 대부분을 차지하며 신규개량 64억 유로, 유지관리 68억 유로임

<표 11> 신호제어 부분 시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아 니아	계
신규 개량	2,440	400	510	240	2,030	430	160	200	6,400
유지관리	3,260	800	425	60	1,240	115	720	200	6,820

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011-2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

- 여객정보시스템 분야 시장은 신규개량 20억유로, 유지관리 5억유로임

<표 12> 여객정보시스템부분 시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로

구분	서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아 니아	계
신규 개량	835	75	195	25	675	40	85	40	1,970
유지관리	210	30	50	5	150	10	30	10	495

자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011-2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

8) 철도 시스템 기술은 신호제어 부분과 여객정보시스템 부분으로 구분함

(다) 철도차량시장⁹⁾

□ 전체 철도차량 시장규모는 862억 유로 규모이며, 지역별로는 아시아 264억 유로, 서유럽 220억 유로, CIS 132억 유로 규모임

○ 열차 종류별로는 화차 209억 유로, EMU 129억 유로, 디젤기관차 112억 유로, 객차 77억 유로, 도시철도 68억 유로, 고속열차 65억 유로, 전기기관차 59억 유로임

○ 신차시장규모와 판매 후 시장규모는 각각 477억 유로, 385억 유로임

- 신차 규모는 신설노선에 차량이 최초(신규)투입된 경우이며 판매 후 규모는 시설/기존선 최초(신규)투입이후 노후 교체 및 유지보수 비용임

<표 13> 철도차량 부분 시장규모(2010~2012 평균)

단위: 백만 유로

구분		서유럽	동유럽	북미	중남미	아시아	아프리카 중동	CIS	오세아니아	계
전기 기관차	신차	580	130	230	10	2,490	180	830	50	4,500
	판매 후	1,000	330	20	10	560	130	350	50	2,420
디젤 기관차	신차	340	70	1,160	240	1,620	270	530	250	4,480
	판매 후	1,300	600	2,340	330	1,180	290	710	230	6,980
고속 열차	신차	1,430	0	0	0	4,640	0	70	0	6,140
	판매 후	1,730	15	15	0	1,200	0	10	10	2,980
EMU	신차	3,800	450	230	220	1,450	70	350	530	7,100
	판매 후	2,250	300	150	120	2,250	180	370	220	5,840
DMU	신차	700	120	30	5	80	75	40	25	1,075
	판매 후	835	170	10	20	265	35	45	30	1,405
객차	신차	430	190	400	100	2,260	310	1,540	10	5,240
	판매 후	1,130	440	250	30	1,230	200	330	30	3,640
화차	신차	580	160	2,330	120	2,420	120	5,780	260	12,000
	판매 후	1,520	760	3,220	230	990	270	1,730	130	8,850
경전철	신차	970	470	250	34	34	170	100	14	2,040
	판매 후	1,080	960	300	12	72	20	160	45	2,650
도시 철도	신차	1,170	170	640	300	2,490	210	150	0	5,130
	판매 후	1,080	130	950	160	1,200	60	110	0	3,690
계	신차	10,000	1,760	5,270	1,029	17,484	1,405	9,390	1,139	47,705
	판매 후	11,925	3,705	7,255	912	8,947	1,185	3,815	745	38,455
계		21,925	5,465	12,525	1,941	26,431	2,590	13,205	1,884	86,160

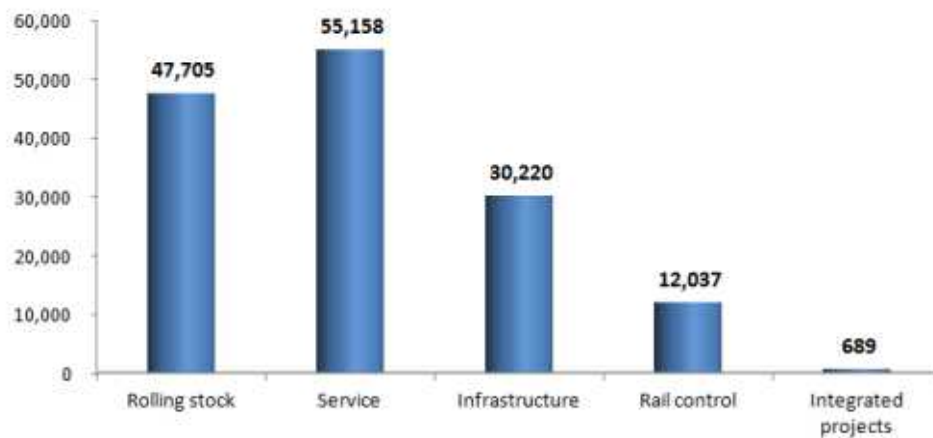
자료 : The Worldwide Market for Railway Technology 2011-2016, SCI/ Verkehr Cologne 2012

9) 철도 차량은 전기기관차, 디젤기관차, 고속열차, EMU, DMU, 객차, 화차, 경전철, 도시철도 부분으로 구분함

<참고> UNIFE World rail Market Study(2012)

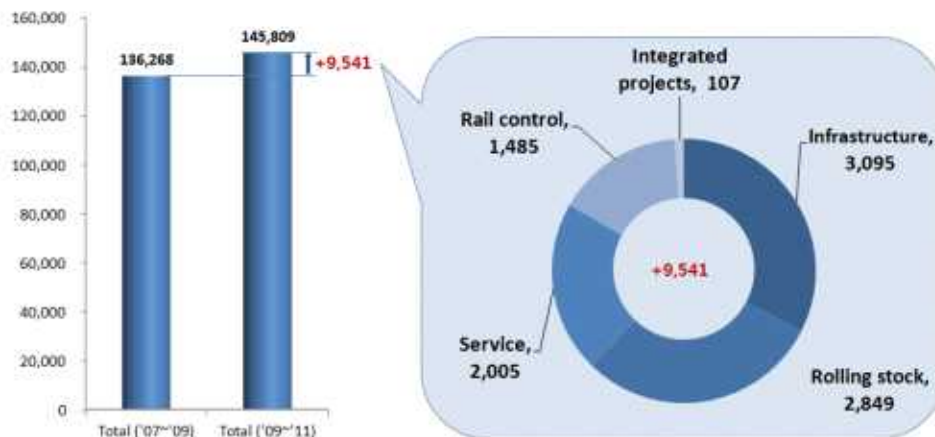
□ ‘09~’ 11년 3년간 전체 철도시장의 평균 규모는 1,460억 유로로 ‘07년~’ 09년 1,360억 유로 대비 연평균 3.4% 시장이 확대됨

- 철도공급 시장은 철도시스템을 설치하고 기반시설과 철도차량을 유지관리하는데 필요한 기반시설, 철도차량, 철도관리 및 운영을 포함하여 도시철도, 일반철도 및 고속철도 설비에 쓰이는 모든 시스템, 서브시스템 및 부품들로 구성됨
- 전체 철도시장에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 철도차량과 서비스 시장이며, 가장 큰 성장세를 보인 부문은 철도차량과 인프라 부문임



< 분야별 세계 철도시장 규모 >

- ‘07~’ 09년 평균시장규모 대비 약 95억 유로가 증가했으며, 이는 인프라와 차량분야의 시장 확대 영향이 큼



< 분야별 세계 철도시장 증가 규모 >

(2) 권역별 고속철도 시장

- 고속철도 시장을 지역별로 구분하면 유럽지역 36%, 아시아 25%, 북아메리카 19%, CIS 12%임



[그림 6] 고속철도의 세계시장규모

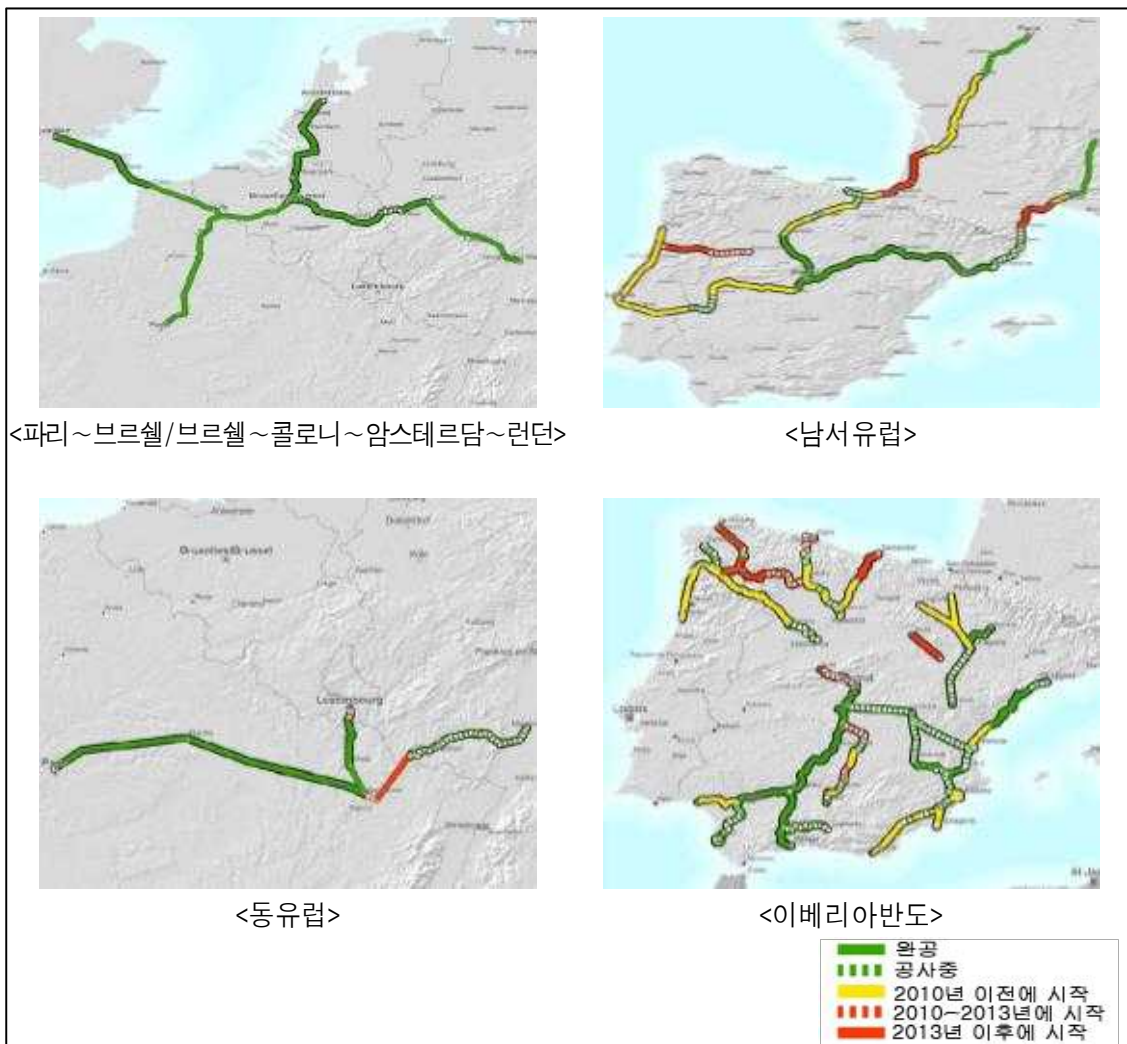
(가) 유럽

□ 범유럽교통망계획에서 2020년까지 총 10,256km 고속철도를 건설할 계획임

<표 14> 「범유럽교통망계획」의 고속철도망 계획 개요 ('13~'25년)

구분	계획구간	연장(km)	완공(년)
고속철도	파리~브르셀/브르셀~콜로니~암스테르담~런던	1,124	2015
	남서유럽	3,753	2020
	동유럽	603	2013
	이베리아반도	4,776	2020

자료: EU. 2008. TEN-T Implementation of the priority projects progress report.



자료: EU. 2008. TEN-T Implementation of the priority projects progress report.

[그림 7] 범유럽교통망계획(TEN)의 고속철도망 계획 ('13~'20년)

□ 2012년 기준 유럽에서 건설 중인 철도노선 구간별 총 연장은 다음과 같음

<표 15> 유럽의 건설 중인 철도노선 구간별 총연장

번호	국가	구간	총연장(km)
1	Austria (AT)	Vienna-Salzburg	312.62
2	Belgium (BE)	Brussels-Liege	104.52
3	Bulgaria (BG)	Sofia-Varna	543.58
4	Czech Republic (CZ)	Prague-Brno	253.82
5	Denmark (DK)	Copenhagen-Esbjerg	309.10
6	Estonia (EE)	Tallinn-Narva	209.41
7	France (FR)	Paris-Lyon	432.70
8	Finland (FI)	Helsinki-Turku	193.04
9	Germany (DE)	Frankfurt-Cologne	179.58
10	Greece (GR)	Athens-Thessaloniki	493.42
11	Hungary (HU)	Budapest-Debrecen	219.00
12	Ireland (IE)	Belfast-Dublin	182.00
13	Italy (IT)	Rome-Florence	261.03
14	Latvia (LV)	Riga-Rēzekne	224.00
15	Lithuania (LT)	Vilnius-Klaipeda	376.20
16	Luxembourg	Troisvierges - Bettembourg	34.60
17	Netherlands (NL)	Amsterdam-Breda	115.10
18	Norway (NO)	Oslo-Trondheim	551.81
19	Poland (PL)	Warsaw-Katowice	318.80
20	Portugal (PT)	Lisbon-Porto	336.10
21	Romania (RO)	Bucharest-Timisoara	533.10
22	Spain (ES)	Madrid-Seville	470.40
23	Sweden (SE)	Goteborg-Stockholm	457.00
24	Switzerland (CH)	Geneva-Lausanne-Bern-Zurich	279.42
25	Slovakia (SK)	Bratislava-Zilina	202.46
26	Slovenia (SL)	Ljubljana-Maribor	155.84
27	United Kingdom (UK)	London-Newcastle	432.00

자료 : UIC(2012), "INFRACHARGES : UIC study on railway infrastructure charges in Europe"

□ 프랑스는 고속철도 건설, 재래선의 근대화, 차량의 경량화·고속화를 목표로 20년까지 TGV노선 2,000km를 건설할 계획임

○ 에너지효율, 환경보호, 안전확보 관점에서 철도망 투자를 하고 있으며 '11~'20년까지 5선 8구간이 계획됨

<표 16> 고속철도노선의 계획구간 ('11~'20년)

노선	구간	완공시기(년)
남동선	도르두르~스트라부스	2015
론·알프스선	디종	2020
	디종~라센트, 벨포트~필두즈	2011
대서양선	르망~라발	2013
	뚜르~보르도	2016
지중해선	님무~에르피낭	2012
	마르세이유~이탈리아국경	2020
리옹-토리노선	리옹~토리노(이탈리아)	2020

자료: TGV홈페이지(www.railfaneurope.net/tgv)



[그림 8] 고속철도의 정비계획도('09년)

자료: 프랑스 국영철도회사 홈페이지(www.sncf.fr)

(나) 중동

- 중동 국가에서는 도로교통 및 항공교통 혼잡을 완화할 목적으로 철도 도입하는 것에 대한 관심이 고조되고 있음
 - 도시간 교통네트워크 확충의 이상적인 대안으로 철도가 주목받고 있음
- 카타르는 총 사업규모 350억달러의 국내/국가간 철도망 정비계획을 발표함
 - 국내 지하철 4개노선 및 트램 1개노선 건설
 - 카타르-바레인간 고속철도, 카타르-사우디아라비아간 화물/여객 일반철도를 정비할 계획임¹⁰⁾
- 사우디 아라비아는 하라마인(Haramain) 고속철도건설 프로젝트 추진 중에 있음
 - 2011년 스페인컨소시엄(Spanish Consortium)이 사우디아라비아 고속철도시스템건설 프로젝트(최고속도 300km/h)를 수주함¹¹⁾
 - 고속철도 시스템건설 프로젝트는 RENFE(스페인국철)의 Talgo¹²⁾열차가 투입되어 성도 메카(Macca)-메디나(Madinah) 구간(450km)을 3시간 이내에 주파할 것으로 기대됨
 - 사우디정부는 프로젝트를 2단계로 나누어 추진하고 있으며 1단계 토목 공사는 2009~2011년 계약으로 이미 공사가 진행되었으며 2단계는 계획은 철도 전기, 신호, 통신, 승차권 시스템 등이며 2012년 1월에 계약이 체결되었음

(다) 북미

- 미국 연방정부와 캘리포니아 주정부는 캘리포니아주 센트럴밸리를 관통하는 프레스노~베이커스필드간 210km를 2017년까지 완공할 예정
 - 최근 캘리포니아의 고속철도건설사업 우선사업구간(프레스노~베이커스필드 210km) 제1공구(마데라~프레스노 40km) 설계·시공 일괄입찰에서 철도공단과 공동협력 계약을 체결한 Tutor Perini 컨소시엄이 우선협상대상자로 선정('13.4.12)되었음

10) Railway Gazette International(2012), "Picking the best in the world", Vol.168 No.3

11) Railway Gazette International(2012), "A Record-breaking export order", Vol. 168, No.7

12) Bombardier Class 102 and 112



[그림 9] 미국 캘리포니아 고속철도 계획안

(라) 중남미

- 2012년 12월 멕시코 산업혁신부(PRI, Institutional Revolutionary Party)는 승객용 고속철도라인 중장기계획을 발표하였음¹³⁾
 - 멕시코시티(Mexico City)와 산티아고(Santiago de Queretaro)를 잇는 고속철도 1단계 계획이 우선 추진될 예정임
 - 2단계 계획은 1단계 계획을 군다라자라(Gundalajara)까지 확장하는 총 연장 193Km의 중장기사업이며, 45억 달러가 투입되어 2020년 이후 완공될 예정임

13) Carl Franzen(2013), "Mexico Plans Passenger Rail Revitalization, High-Speed Line", TPM

□ 브라질 정부는 2020년까지 계획된 고속철도(TAV)건설노선 100%가동을 목표로 국제입찰 참여 업체를 확대하는데 주력하고 있음¹⁴⁾¹⁵⁾¹⁶⁾

- 브라질의 고속철도는 리우데자네이루-상파울루-캄피나스를 잇는 511km 구간에 건설될 예정이며 연간 이용객은 건설 첫해 3천300만명, 2030년에는 1억명에 달할 전망이다
- 브라질 고속철도 입찰에 관심을 보이는 외국 기업은 우리나라의 현대로템과 프랑스의 알스톰(Alstom), 독일 지멘스(SIEMENS), 일본 미쓰이(Mitsui), 스페인 CAF 등임
- 사업자 선정을 위한 국제입찰은 ‘13년 9월19일 이뤄질 예정이며 사업자로 선정된 업체(컨소시엄)와의 계약 체결은 2014년 말까지 이뤄질 예정임
- 사업비는 초기 약 164억 달러에서 현재는 198억 달러 수준이며 입찰을 통해 사업자로 선정된 업체에 대한 금융지원을 강화하고 장기저리 이자율을 적용할 것으로 알려짐
- 사업자는 브라질 정부 보증으로 국영 경제사회개발은행(BNDES)으로부터 약 29억5천만 달러까지 금융지원을 받을 수 있게 됨
- 기획물류공사(EPL)¹⁷⁾는 이번 정부 방침에 따라 입찰 참여업체가 늘어날 것으로 예상하고 있음



[그림 10] 2020년 브라질 고속철도 구간 및 증속계획

14) Fruruoso Santana(2011), "Brazilian Economy and Society", Ministry of Transportation
 15) Brazil Ministry of transport(2008), "Investment Opportunities in Brazil"
 16) 브라질 상파울루 연합뉴스(2013), "브라질 정부, 고속철도 입찰 참여업체 확대 주력"
 17) 브라질 교통부 산하 인프라 전담 기구

(마) CIS

- 러시아는 고속철도건설, 국제교통망 통합, 극동지역 천연자원 접근성 제고 목적의 「2030 러시아 철도교통 발전전략(2008~2030)」 2단계 사업 실시
 - 1단계('08~'15)는 기존의 낙후한 차량과 기술 장비의 교체, 각 노선의 운송 장애에 대한 기술적인 해결책 제시, 열차 운행속도의 제고, 6,000km이상의 철도 신설
 - 2단계('16~'30)는 베링해협으로 출구가 될 3,500km를 포함하여, 총 15,800km 가 넘는 철도를 신설할 계획(2030 러시아 철도교통 발전전략, 2007)
 - 고속화철도(시속 160~200km)는 총 10,000km, 초고속철도(시속 350km)는 총 1,500km로 건설할 계획임
 - 신설 구간은 야쿠티야~우엘레나(추코트카, 베링해협, 마가주단주, 페트로 파블롭스크~캄차트카로의 지선 건설도 포함)이며, 고속철도 건설구간은 투압세~아들레르, 모스크바~스몰렌스크~크라스노 입¹⁸⁾

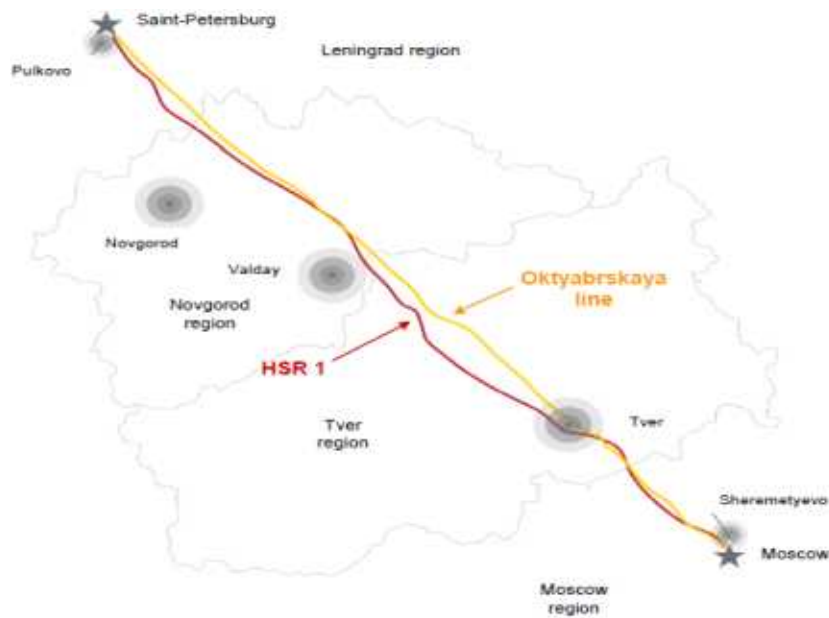


[그림 11] 러시아 철도망

자료: 러시아 철도공사 홈페이지(<http://www.eng.rzd.ru>)

18) 세계철도 기술수준 및 투자방향 분석을 통한 철도투자정책 재정립 연구, 2008

- 러시아는 High-speed rail project 1(HSR 1)에서 모스크바(Moscow)-세인트피터즈버그(St. Petersburg)간 총 연장 660km의 고속철도 노선건설계획 발표¹⁹⁾
 - HSR 1에서는 400km/h급 고속철도를 운용할 계획이며, 이를 통해 국가산업 발전 및 일자리 창출 등의 효과를 기대



[그림 12] 러시아의 Moscow-St. Petersburg 구간 노선도

(바) 아프리카

- 모로코(Morocco)는 탄가(Tanger)와 카사블랑카(Casablanca)를 잇는 아프리카 최초의 고속철도(LGV) 건설계획을 발표²⁰⁾
 - 모로코 정부는 카사블랑카(Casablanca)와 탄가 사이(수송량이 많은 구간)의 도시간 수요를 만족하기 위해 고속철도 노선의 건설을 결정하였음
 - 탄가 ~케니트라 사이 200km에 걸친 고속철도 노선의 토목공사는 2015년 완공 목표로 진행 중임
 - 탄가 ~케니트라 연합 고속철도 노선은 시디카셈을 통해 기존의 메인 노선의 루트보다 해안에 가깝게 건설될 계획임

19) Alex Tourski(2012), "BCM1: High-Speed Rail Lines", JSC

20) Railway Gazette International(2012), "Building Africa's first LGV", Vol. 168, No. 6



[그림 13] Morocco의 도시간 고속철도 노선 계획

□ 남아프리카공화국(South Africa)은 요하네스버그(Johannesburg)와 더반(Durban)을 연결하는 총 길이 600km의 고속철도 사업을 추진²¹⁾

- 초고속(VHS) 철도 연결 프로젝트 비용은 총 180억 달러, 매일 4.2억 톤(t)의 화물과 17,000명의 승객을 운반할 계획이며 2050년까지 여객 수송량을 38,000명까지 증원 할 계획임



[그림 14] Johannesburg 와 Pretoria구간 고속철도

자료: Pretoria office of Tourism

21) Av Eugene Gerden(2013), "Western companies to invest in railway line in South Africa", RailwayBulletin

□ 남아공 정부는 국가 정비계획의 일환으로 철도 및 신호시스템 인프라 부분에 대한 1천5백억 달러 규모의 투자계획을 발표²²⁾

- 철도 및 신호시스템 인프라 부분에 대한 투자는 ‘13년부터 ‘15년에 걸쳐서 지원되며 남아공도로공사(South African National Roads Agency Limited)의 승인에 의해 결정됨

□ 아프리카 국가별로 추진되는 철도프로젝트는 다음과 같음

<표 17> 아프리카 진행 중 철도프로젝트

번호	국가	구간 또는 프로젝트명
1	Algeria	Algiers Metro
2		Light Rail Developments
3	Egypt	Cairo Metro
4	Ghana	Accra-Tema
5	Morocco	Casablanca Tramway
6		Rabat-Salé Tramway
7		Tangier-Casablanca High-Speed Rail Line
8		Light and Heavy Rail Developments
9	South Africa	Gauteng Signalling Project
10		Gautrain Rapid Rail Link
11		Mpumalanga to Richards Bay Freight Coal Line
12	Nigeria	Lagos Rail Mass Transit System
13	Morocco	Light and Heavy Rail Developments
14	Tunisia	Tunis Light Rail Development

자료 : Railway-technology.com

22) National Treasury Republic of South Africa(2013), "Estimates of National Expenditure 2013"

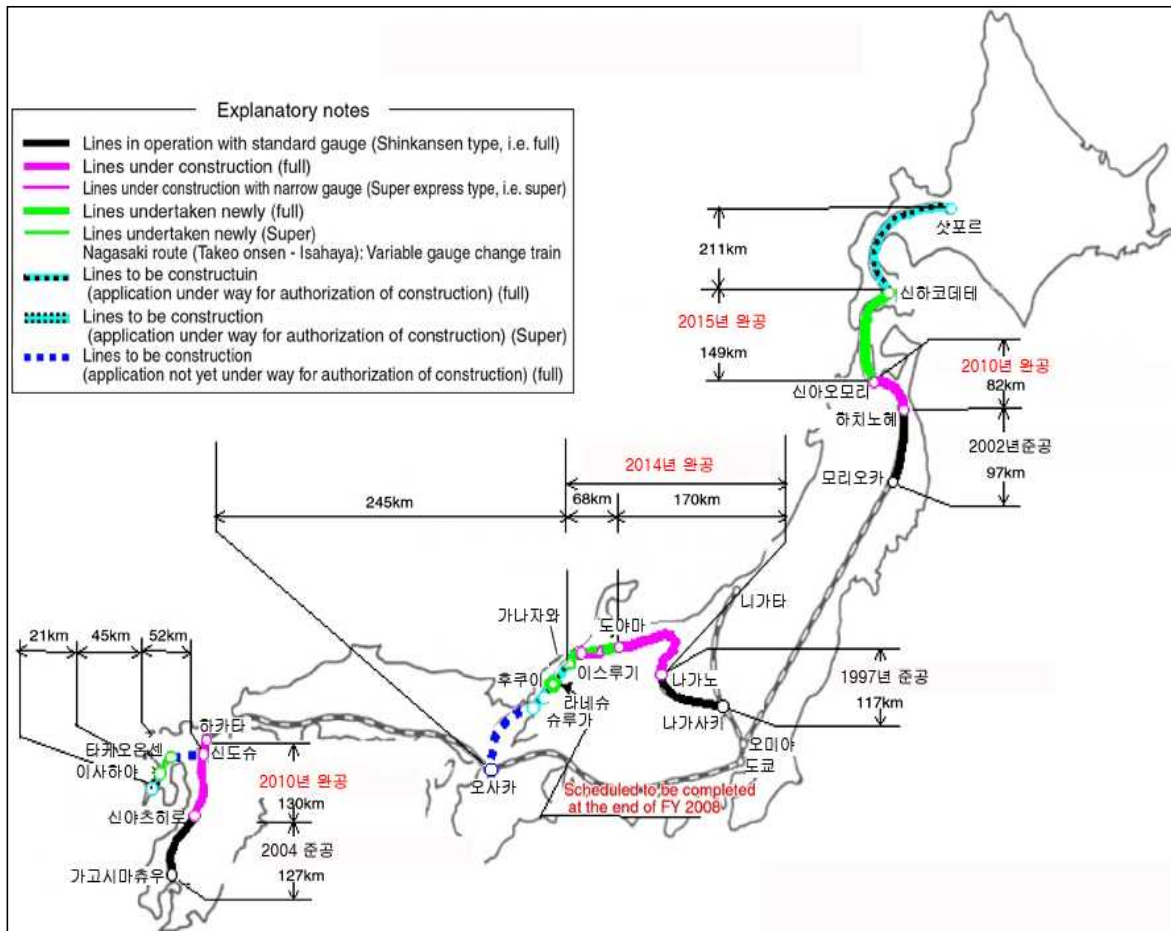
(사) 아시아

- 일본은 5대도시권(도쿄, 나고야, 오사카, 삿포로, 후쿠오카)을 3시간 정도로 연결하는 것을 목표로 신칸센 신설 및 재래선 고속화 추진
 - '15년까지 총 연장 460km구간 건설예정

<표 18> 신칸센 정비구간 ('10~'15년)

구분	정비구간	연장(km)	완공시기(년)	
신칸센	홋카이도	신하코데테-신아오모리	2015	
	도호쿠	신아오모리-하치노헤	2010	
	호쿠리쿠	나가노-도야마-가나자와	229.9	2014
		가나자와-라네슈	-	2014
		라네슈-슈루가	-	2014

자료: 국토교통성 홈페이지(www.mlit.go.jp)



[그림 15] 신칸센 철도계획구간 ('10~'15년)

자료: 국토교통성 홈페이지(www.mlit.go.jp)

□ 중국은 8종8형의 주간선 강화 및 4종4형의 여객전용고속철도 건설 (12,000km 이상)을 목표로 하는 「중장기철도망계획('03 ~ '20)」을 발표

○ 서부철도망 건설을 중점적으로 추진하는 「중장기 철도망계획(2003~2020)」은 '20년까지 4종4형과 8종8형 노선을 건설할 계획이며, 계획된 노선구간은 아래와 같음

<표 19> 중장기철도망계획('03~'20)」의 개요

구분	노선구간	연장(km)	
8종8형 (주간선)	베이징~하얼빈	2,346	
	동-서방향	4,183	
	베이징~상하이	1,463	
	베이징~지우룽	2,475	
	베이징~광저우	2,294	
	다퉁~잔장	2,982	
	빠오터우~류저우	3,012	
	란저우~쿤밍	2,179	
	동-서방향	베이징~란저우	3,974
		따름~친황따오	1,467
		창지~칭따오	1,913
		상하이~충칭	2,200
		난징~시안	1,028
		상하이~쿤밍	2,699
		렌웬강~시안~아라산코우	4,152
		서남출해노선	1,249
4종4형 (고속철도)	베이징~상하이	1,300	
	남-북 방향	베이징~선양~하얼빈~따렌	1,860
		항저우~닝보~포조우~선전	1,600
		취조우~란조우~쯩조우	1,400
	동-서방향	항조우~난창~창사	880
		칭따오~시짜장~타이웬	770
		난징~우한~충칭~청두	1,900

- 카자흐스탄(Kazakhstan)은 아스타나(Astana)와 알마티(Almaty)를 연결하는 도시 간 고속철도 건설 계획을 발표하였음²³⁾
 - 총 연장 1,011km를 최고속도 250km/h로 운행하는 프로젝트로 2017년 상업운행을 목표로 하고 있음
 - ※ 동 프로젝트는 프랑스의 시스트라(Systra)사가 설계 및 인프라 건설을 수주
 - 동 프로젝트 구간에는 발카쉬 강(Balkhash Lake)을 가로지르는 10km의 교량 건설이 계획되어 있으며, 교량 건설로 인해 도시간 거리 300km 단축

- 말레이시아 정부는 싱가포르(Singapore) - 쿠알라룸푸르(Kuala Lumpur)간 고속철도 건설계획을 발표하였으며 사업은 ‘17년 발주 예정²⁴⁾
 - 50억 달러 규모의 동 사업은 일본 및 유럽 업체의 수주경쟁이 예상되며, 2020년 완공될 계획임

- 태국정부는 약 13억 달러를 투자하여 방콕(Bangkok) - 파당 베사르(Padang Besar) 구간 기존선을 고속철도로 대체하는 계획 발표²⁵⁾

23) Av Eugene Gerden(2013), "New railway line to link largest cities of Kazakhstan", RailwayBulletin

24) Justin Harper(2013), "High-speed link for Kuala Lumpur and Singapore", The Telegraph

25) on the Road Asia(2013), " High-speed train bids to start in 2013"

나. 국내 시장동향

- 국내 철도연장은 총 3574.2km이며 이중 고속선이 368.5km로 본선 346.4km, 연결선 20.3km, 기지선 1.8km로 구성되어 있음

<표 20> 고속선의 철도연장

단위 : km

선별	구간	철도 거리	영업거리		복선 거리	전철 거리	최초개통	
			여객	화물			연도	구간
	고속본선	346.4	346.4		346.4	346.4	2004. 4. 1	
	고속연결선	20.3	20.3		20.3	20.3	2004. 4. 1	
시흥 연결선	시 흥-광 명	(1.5)	(1.5)		(1.5)	(1.5)	2004. 4. 1	시 흥- 광 명
대전북 연결선	고속선-대전조차장	(5.8)	(5.8)		(5.8)	(5.8)	2004. 4. 1	고속선- 대전조차장
대전남 연결선	옥천-고속선	(4.2)	(4.2)		(4.2)	(4.2)	2004. 4. 1	옥천- 고속선
대구북 연결선	고속선-지천	(3.5)	(3.5)		(3.5)	(3.5)	2004. 4. 1	고속선- 지천
대구남 연결선	동대구-고속선	(4.0)	(4.0)		(4.0)	(4.0)	2010.11.1	동대구- 고속선
부산 연결선	고속선-부산	(1.3)	(1.3)		(1.3)	(1.3)	2010.11.1	고속선- 부산
기지선	광명,오송,영동	1.8			1.4	1.7	2005 12 31	
	고속선계	368.5	366.7		368.1	368.4		

자료 : 철도공사 경영공시, 2012.6.30

- 현재 호남고속철도 1단계, 수도권 고속철도 개통을 앞두고 있으며, 이후 철도시설공단은 국가 기간교통망 확충 지속추진

- 호남고속철도 1단계 사업과 수도권 고속철도, 경부고속철도 2단계 사업은 2014년까지 대전·대구 도심구간 사업을 완료하고 호남고속철도 2단계 사업은 2017년까지 완공될 예정임

<표 21> 고속철도 계획

노선명	연장	1차 계획	2차 계획	비고
경부고속철도 2단계	40.9km	~2010	~2014	기간변경
호남고속철도	230.9km		~2017	-
수도권 고속철도	61.0km		~2014	신규추가

자료 : 국가철도망 구축계획 수립연구, 2010.10



[그림 16] 고속철도 현황 및 건설계획

- 철도시설공단은 국가 기간교통망 확충과 2018년 평창 동계올림픽의 개최를 위해 노반공사비로 약 1조 3천억원 투입 계획임
- 고속철도 수송실적은 증가추세이며, 정부의 철도교통망 확충 의지를 고려할 때 국내 고속철도 건설수요는 지속적으로 발생 예상
 - 고속철도 이용객은 2007년 3천7백만명에서 2011년 5천만명으로 증가하였으며, 현 추세로 지속 증가 시 고속철도 확충 수요 증대 전망
 - 고속열차의 여객수송분담률 또한 2007년 38%에서 2011년 45% 꾸준히 증가하고 있음

<표 22> 여객수송실적

구분	단위 : 천명				
	2007년	2008년	2009년	2010년	2011년
KTX	37,315	38,016	37,477	41,349	50,309
일반계	73,315	75,082	70,256	70,745	71,460
-새마을	10,015	10,814	10,933	10,925	10,207
-무궁화	55,320	57,383	54,518	56,125	57,471
-누리로	-	-	817	2,440	3,039
-통근	7,980	6,885	3,988	1,255	743
광역철도	878,664	905,879	912,586	948,832	996,852
합계	989,294	1,018,977	1,020,319	1,060,926	1,118,621

자료 : 철도공사 경영공시, 2011.06. 30 기준

다. 국내외 시장동향 시사점

□ 국내외 시장동향의 주요내용으로부터 다음의 시사점을 도출함

- 신흥국 포함 고속철도건설시장 지속 확대 전망
- 해외 고속철도 시장에서 증속에 대한 수요 지속
- 해외 궤도 유지관리 및 전철화 시장 유망
- 국내 고속철도 건설시장 수요 확인

구분	주요내용	시사점
시장 동향	고속철도 건설이 선진국에서 브라질, 인도 등 아시아 중남미 신흥국으로 확대	신흥국 포함 고속철도건설시장 지속 확대
	국가간/지역간 이동성 향상을 위한 철도 인프라 프로젝트 다수 추진	고속철도 시장에서 고속화 대응 필요
	중동, 아프리카 지역의 경우 8.1%(전 세계 평균 3.3%)의 성장률로 빠르게 성장할 전망	궤도유지관리 시장/ 전철화 시장 유망
	궤도부문 시장은 신규사업을 제외한 유지관리 사업이 전체 65.9% 차지	국내 고속철도 건설 시장 수요 대응 필요
	전철화 부문 시장은 유지관리 사업을 제외한 신규사업이 59.7% 차지	
	국내에서는 현재 수도권 고속철도가 신규로 추가되고, 호남 고속철도가 추진 중	
	국내 건설업체의 해외수주 중 철도분야의 비중은 최근 급속도로 확대	

[그림 17] 국내외 시장동향 및 주요 이슈

3. 기술동향분석

가. R&D동향

(1) 해외 R&D동향

(가) 선로구축물 분야

- 현재 고속철도의 운행속도는 대부분 320km/h 전후로서 350km/h 이상 주행 시 관련 기술 자료와 기준이 불명확
 - 주행 중 차량과 인프라의 거동을 측정하여 과연 적정한 속도한계가 어디까지인가를 밝히는 최고속도 시험은 지속적이며 단계적으로 이루어져왔음
- 프랑스는 '07년 최고속도 574.8km/h를 달성 시, 궤도, 노반, 교량모니터링 수행
 - 궤도 이상개소의 상호관계를 규명하여 유지보수 기준/열차운전규준정립
- 유럽의 경우, 노반부 및 궤도 침하 억제를 위하여 노반하중 감소시키거나 하중분산효과를 강화하는 방법을 활용하고 있음
 - 대부분이 양호한 노반위에 시공되어져 있기 때문에 노반부 및 궤도의 침하를 억제하기 위하여 노반의 하중을 감소시키는 방법으로 레일을 크게 하여 강성을 높이고 하중분배효과를 향상시키는 방법, 도상 발라스트 두께를 두껍게 하여 하중 분산효과를 높이는 방법이 사용됨
- 해외에서 노반의 부담력을 정량적으로 평가하고 성능검증 결과의 설계 기준 반영이 이루어짐
 - 노반분야의 경우 네덜란드에서는 역학적 기반에서의 열차하중이 궤도에 발생하는 부담력을 정량적으로 평가하고 속도영향을 고려할 수 있는 동적할증계수 방법을 채택하여 설계하고 있음
 - 계측자료와 이론적인 평가를 통해 경험적인 허용노반 압력을 구하고 이를 평가하는 시스템을 구축하였음
 - 현재 속도영향을 평가하는 동적할증계수는 계측결과를 바탕으로 정규 분포화시켜 평균값과 표준편차 등을 고려할 수 있도록 산정되고 있음

□ 일본은 노반설계 시 사양 중심의 설계방법을 탈피하고 점차적으로 성능중심의 변위제어 방식의 설계개념으로 전환 중임

- 2006년 철도토목설계/동해설(토구조물, 변위제어)에서는 토구조물에 대한 내진성능확보와 변위제한 기준을 설계개념에 도입하여 성능등급별 중요도에 따라 설계개념을 차등 적용하고 있음
- 일본은 우리나라와 유사한 철도환경을 가지고 있으며 유럽의 보조도상 대신 강화노반을 시공하여 노반의 생력화를 도모
 - 생력화는 기계설비의 자동화, 운반, 입고, 출고의 기계화, 사무의 합리화 등으로 노동력을 절약하기 위한 산업의 오토메이션화, 무인화를 촉진하는 것을 의미함
 - 일본의 경우, '74년 천북(泉北)철도에 최초로 강화노반이 시공되었으며, 강화노반두께는 경험식을 기초로 한 도로설계의 방법과 달리 2층계 탄성해석에 의해 강화노반 두께를 구하는 방법을 사용하였음
 - '78년 일본철도총합기술연구소(RTRI)에서는 Bousinesque의 자중응력에 관한 이론과 Barber의 환산두께의 가정을 이용한 2층계 탄성해석의 엄밀해에 의해 강화노반의 두께를 정하는 방법이 제안되어 '78년 제정한 “토구조물 설계 표준해설(토구조물)”에 채용되어 노반두께를 규정하였음
 - 2층계 탄성해석을 이용한 강화노반의 설계에 있어서 노반에 가해진 하중의 크기를 검토, 노반재료의 강성(변형계수)의 검토, 노반표면의 허용한계 변형량의 검토 등 문제점이 검토되었음
 - 문제점을 보완하기 위하여 '96년 일본철도총합기술연구소에서는 철도강화노선(鐵道強化路盤)의 합리적(合理的) 설계법(設計法)에 관(關)한 연구(研究)를 통하여 합리적인 강화노반두께를 산정하였음
 - 최근 신칸센에서는 콘크리트 궤도 도입 후 토공의 침하를 억제하고, 건설비를 저감시킬 목적으로 단면을 최소화한 강성보강노반을 개발/적용함

- 교량 설계부문에서 유럽은 2003년 Eurocode에 350km/h 까지의 검토기준, 일본은 2006년 신간선 설계기준에 360km/h 급 설계기준을 개발하여 적용²⁶⁾
 - 유럽은 ERRI를 중심으로 ‘50년대부터 철도교량과 관련된 기술을 연구해오고 있으며, 연구결과가 UIC 및 Eurocode로 기준화되어 오고 있음
 - 90년대 신뢰성 기반 설계기법을 개발/적용하고 있는 상황이며, 이를 통해 VE, LCC 등에 있어 충분한 강점을 가지는 교량을 설계하고 있음
 - 실무와 관련된 연구에 주안점을 두고 있으므로 상대적으로 일본 및 신흥 철도기술선진국 대비 정밀하고 복잡한 해석분야에서 뒤처지고 있음
 - 유럽의 경우 Eurocode를 준용하되 각국의 상황 및 노선 특성에 맞게 각국 자체의 national Annex를 활용할 수 있도록 함
 - 일본은 철도교량 분야에 있어 가장 다양한 교량형식을 실제 노선에 적용하고 있으며, 철도교량과 관련된 전 분야에서 세계최고의 기술력을 확보함
 - 유럽과 마찬가지로 ‘90년대부터 신뢰성 기반 설계법인 한계상태 설계법을 적용하고 있으며, 최근 RTRI를 중심으로 보다 선진화된 기법인 성능기반 중심형 설계기술 연구를 수행하여 적용하기 시작하였음

유럽	D23(1995~1970): Determination of Dynamic Forces In Bridges D160(1983~1988): Permissible Deflection of Bridges D190 (1993~1995) : Permissible Deflection of Bridges > 160km/h D214(1996~1999): Rail Bridges for Speeds > 200km/h UIC 776-3R 779-8R, Eurocode 지속적 업데이트
일본	1983년 충격계수에 속도매개변수 도입 1992년 한계상태설계법 도입 및 공진허용 설계 2002년 설계기준 개정-속도를 고려한 충격계수 등 개선 2006년 열차별/속도별, 안전성/사용성 별도의 변위기준 수립

26) 해외고속철도 기술발전 동향 및 우리나라 발전방향 연구, 2011

일본은 DIASTARS II라는 세계 최고수준의 교량/열차 해석 소프트웨어를 보유

- DIASTARS II를 기반으로 안전성/사용성에 대한 변위기준 등을 개발하여 설계기준에 반영하고 있음
 - ‘80년대부터 해석과 관련된 분야에서 가장 선진화된 연구결과를 도출하고 있으며, 연구결과는 신간선 건설, 초고속 자기부상열차 시험선 등과 관련된 실무에 직접적으로 적용되고 있음

중국은 세계최고수준의 교량/열차 상호작용 해석방법에 지진하중 등을 포함한 해석기법을 개발함

- 자유진동효과에 의한 하중항이 소멸되어 나타나는 현상인 공진소멸 이론과 같은 신개념의 이론을 현장에 반영하고 있음

해외에서는 터널 미기압과 저감을 위해 Hood 또는 Snow Shelter를 활용하여 압력파를 없애는 방법을 실용화

- 독일 ICE의 경우 경사입구를 설치하여 미기압과 저감용 Hood로 활용
- 일본 신간선은 ‘75년 오가야마~박다이 노선 개통시 터널 축구의 충격성 굉음발생 등 문제 발생에 대응하기 위해 터널입구에 약 12m ~ 22m Hood를 설치하고 Snow Shelter 측면 개구부로부터 압력파를 없애는 방법을 적용
-

상단장치

흡음블럭

(2) 국내 R&D동향

(가) 선로구축물 분야

- 현재 국내 궤도선형설계기준은 국외 선진기준들을 기반으로 최고속도 350km/h까지 제시되어 있으나 근거에 대한 체계적 연구 미흡함
 - 선로선형 결정에는 차량동적거동과의 상관관계를 고려하여 검토를 하여야 하나, 지금까지 궤도선형측면에서 체계적인 연구가 수행된 바 없음

- 곡선선형은 '09년 9월 국외 기준을 참조하여 개정되었으나 설정 배경과 근거에 대한 분석은 미흡함²⁷⁾
 - 곡선선형은 국외 최신 설계기준을 참조하여 국내 환경을 고려하여 개정했으나 해외 규정의 설정 근거나 배경에 대한 연구가 충실히 수행되지 못함
 - 09.9.1 개정된 철도건설규칙과 철도의 건설기준에 관한 규정에서 곡선선형 요소*에 대해 유럽(ENV13803-1:2002, EN13803-2:2006, TSI), 일본(철도에 관한 기술기준), 독일(Ril800.0110) 및 국내 환경 참조하여 개정
 - 곡선선형요소: 곡선반경, 켄트 및 부족켄트, 완화곡선, 원곡선 및 직선 최소길이, 종곡선

- 국내에서 궤도 선로 기울기는 보수적 규정을 제시하고 있으며 최급기울기만 규정함²⁷⁾
 - 국내 철도건설규칙과 철도 건설기준에 관한 규정에서 선로의 기울기는 설계속도 $200 < V(\text{km/h}) \leq 350$ 에 대해 25%로 규정
 - 반면 프랑스 35%, 독일 40%, 일본 35% 등 국외 적용 기준과 현저한 차이

27) 철도건설 경쟁력 확보를 위한 기획연구, 국토해양부, 2010

□ 국내 선로중심간격과 시공기면폭은 해외 대비 비교적 큰 제원임²²⁾

<표 23> 고속철도별 선로중심간격 및 시공기면폭

고속철도명	최고운행 속도(km/h)	최소곡선반 경(m)	최대칸트(m m)	선로중심 간격(m)	시공기면 폭(m)	노반폭(m)
TGV 대서양선	300	4,545	180	4.2	4.7	13.6
TGV 북유럽선	300	6,000	180	4.5	4.7	13.9
TGV 지중해선	300	6,250	180	4.8	4.7	14.2
ICE 만하임	280	7,000	80	4.7	4.5	13.7
ICE 하노버	280	7,000	80	4.7	4.5	13.7
ICE 쾰른	300	4,000	160	4.5	3.8	12.1
ICE 뉘른베르크	300	4,000	-	4.5	-	-
AVE 마드리드	300	4,000	140	4.3	4.5	13.3
ETR 로마	250	3,000	135	4.2	4.4	13.0
EUROSTAR	300	-	-	4.5	4.75	14.0
대만	300	6,250	160	4.5	4.25	13.0
신간선 동해석	300	2,500	180	4.2	3.25	10.7
신간선 신양선	300	4,000	180	4.3	3.65	11.6
신간선 동북선	275	4,000	180	4.3	3.65	11.6
신간선 상월선	275	4,000	180	4.3	3.65	11.6
경부고속철도	300	7,000	180	5.0	4.5	14.0

□ 철도연 및 철도대는 차량/궤도 상호작용 해석틀을 개발하고 차륜/레일 접촉점을 찾는 알고리즘을 개발함

- 철도연은 차륜 플랫폼(Flat) 및 마모, 노반침하, 뜯침목, 궤도틀림, 레일요철, 레일과단 등의 영향을 분석할 수 있는 2차원 수직방향 차량/궤도 상호작용 해석 틀 보유함
- 철도대는 기구학적 구속조건식과 최적화방법을 조합하여 차륜/레일 접촉점을 정확하게 찾아내는 알고리즘을 개발하였음

□ 철도연은 경험론적 방법을 활용하여 궤도 유지관리 전문가 시스템 기초 연구, 궤도틀림 진전 예측 기법 개발 관련 기초연구를 수행함

- 고속철도/차세대고속철도/틸팅열차의 궤도틀림기준 설정 관련 연구 수행중임

□ 철도연 및 관련 기업은 고속철도 적용을 위한 체결장치, 방진장치, 침목, 콘크리트 궤도, 분기기 등 궤도 구성품 기술개발 및 국산화가 진행중임

- 한국철도기술연구원은 가체결 작업이 가능한 레일체결장치를 개발함
 - 콘크리트 궤도가 증가에 따른 체결장치의 중요성 부각되고 있으나 실용화된 국내 자체 개발 체결장치는 부재
 - 한국철도기술연구원에서 개발한 체결장치는 베이스플레이트 수평방향 움직임을 편심부쉬가 제어하도록 설계하였고 실내성능시험 및 현장부설시험을 마친 상태임
 - 현장적용성 및 경제성 측면에서 실용화하기 위해 수정 및 보완설계 필요
- 한국철도기술연구원에서는 차세대 고속철도 기술개발사업에서 저진동 플로팅 궤도 시스템을 개발중에 있으며 상세설계 및 실내 mock-up 시험 완료
 - 현재 경전선 함안 역사 내 부설하여 성능검증 수행중
- 한국철도기술연구원은 '00년 초 G7 고속철도 기술개발 사업을 통해 방진 침목을 개발하고 국내 특허 등록을 완료했으나 실용화하지 못함
 - 기타 진동저감을 위한 구성품의 원천기술 확보 미흡
- 한국철도기술연구원은 철침목에 대한 국내 적용 경제성에 대해 분석하고 N-형 철침목에 대한 최적 형상 개발을 수행함
 - 철강슬래그를 활용한 친환경 콘크리트침목을 개발하여 중앙선 풍기~희방사 구간에 현장부설을 통해 성능검증을 완료하여 상용화 추진 중
- 콘크리트 침목 재료의 배합 및 설계, 제조/생산 기술은 해외선진국과 대등한 수준으로 평가되고 있으나 속도향상에 따른 유지보수 비용 저감을 위한 합성 침목 등에 대한 연구는 미흡함
 - 콘크리트 침목의 합리적 설계를 위해 RC 및 PSC 구조에 관한 최신 설계 기술의 설계기준 반영이 필요하며, 성능기반 설계법 적용 수요가 많음
- 한국철도기술연구원은 현장 타설식 플로팅 슬래브 궤도 개발을 추진하고 있으며, 현재 상세설계를 마치고 mock-up 시험체에 대한 시험을 완료함

- 고속선의 증속을 위한 콘크리트 슬래브 궤도 필요성이 증대되어 프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도 기술이 개발되고 있으며, 고속선 적용을 위한 검증 및 실측데이터 확보가 필요한 상황
 - 삼표 E&C에서는 텅레일 소재, 체결시스템 등을 제외한 콘크리트 궤도용 고속분기기 주요 부품을 국산화함
 - 경부고속철도 2단계 구간 시험부설을 통해 모니터링 및 성능검증을 완료했으며 호남고속철도에 상용화 추진 중임
 - 텅레일 소재, 체결시스템 등 주요 부품은 선진국 의존도가 높고 국산화를 위한 설계기술도 미흡
 - 유지보수 비용 절감을 위한 콘크리트 궤도 도입 확산은 콘크리트 궤도용 고속분기기 수요의 지속적 증가를 견인할 것으로 예상됨
 - 삼표 E&C에서는 프랑스 Cogifer와 기술 제휴를 통하여 한국형 레일신축이음매를 독점적으로 제작 공급함
 - 레일신축이음매를 국산화 하여 생산 또는 성능검증을 수행하고 있지만 독자기술개발은 미흡함
- **국내 철도노반 설계기준은 일본기준과 유럽기준을 혼용하여 사용하며, 설계개념은 사양중심의 설계방법과 허용응력 설계법을 사용하고 있음**
- 최근 경제성을 고려한 새로운 형식의 노반 설계기술에 대한 연구가 진행되고 있음
- **국내 노반연구는 연약지반상 또는 철도하부 구조의 지지력을 증가시키고 이를 장시간 유지하는 개발을 중심으로 연구개발이 진행됨²⁸⁾**
- ‘99년 고속전철 강화노반 설계법 개발에서]는 국내 지반에 적합한 강화노반 설계기준자료를 제시하기 위하여 강화노반의 지지력 특성을 분석
 - 수치해석과 모형반복 토조시험을 통해 장기적인 열차의 주행하중에 대한 영향성을 검토하였음

28) 고속열차 증속을 고려한 인프라 핵심 기술개발사업 추진계획(안), 한국철도기술연구원, 2010

- ‘신은철 외(1999), 조삼덕 외(1999)는 각각 지오그리드 시스템, 지오셀을 이용한 철도노반의 보강기법에 대한 연구를 수행하였음
- 심재범 등(1999)은 토목섬유로 보강된 철도노반의 설계기법을 발표
- 국내 노반분야 기술은 350km/h급 고속철도를 건설할 수 있는 기술을 확보하고 있으나, 경험 축적이 부족하여 과도한 안전율을 적용한 관계로 건설비가 많이 소요되는 것으로 추정
 - 국내 기술진의 콘크리트궤도 경험 부족으로 토공 재료 및 품질기준, 층 두께, 기울기 기준 등 많은 부분에서 보수적 기준 적용
 - 궤도 구조 형식 변경에 따른 노반으로의 하중 전달 체계 및 노반 포화도에 따른 장기 침하 거동 등에 대한 검토 부족
 - 콘크리트궤도의 하중 분산 능력에 기초한 층 두께 산정 등에 대한 노력 부족
 - 외국의 경우 선로 요구 성능에 따라 다양한 강화노반 두께 및 상부노반 두께 적용
- 노반의 변위제어 성능을 향상시키기 위한 강성노반 제작 및 설계기술은 현 단계에서는 미흡한 실정임
 - 고속철도 본선 이외의 구간에서 패널식 보강토옹벽을 적용한 사례가 있으나 고속철도 본선에 보강노반을 건설한 사례가 없었음
 - 기존 국내 적용 철도노반이 갖고 있는 사용성 측면에서의 약점을 보완하기 위해 노반구조물의 변위제어 성능을 향상시킬 필요가 있음
 - 콘크리트궤도 구축 후 노반 잔류침하 최소화 위한 고품질 노반구조에 대한 연구 미흡
 - 토지 수용 민원 최소화 및 경제적 토공 노반 건설 위한 토공단면적 최소화 요구
 - 법면 연직화 기술을 고속열차 주행 콘크리트궤도용 철도 본선 적용 위한 연구 필요
- 연약지반 처리와 관련하여 궤도구조와 상호작용을 고려한 노반 거동 평가기술 부족
 - 하부구조의 강성차, 국부적 침하나 배수불량에 의한 노반 연약화 발생 시 하부구조 보강해야 하나 열차 차단이 어려운 영업선에서 유지보수 어려움

□ 한국철도기술연구원은 ‘08년도 노반 해석 설계 프로그램을 개발함

- “CAID_RDA” 는 철도노반에 대한 정적해석과 설계를 수행할 수 있는 기능을 가지고 있는 통합자동화프로그램임
- 노반거동해석은 궤도와 달리 궤도를 통하여 전달된 노반에서의 열차하중을 검토하는 것이기 때문에 기존에는 준-정적설계 개념으로 해석을 수행함
 - 최근 열차속도가 300km/h 이상으로 고속화될 때의 거동을 정량적으로 평가하는 기법 등은 매우 중요한 연구 분야중의 하나임
 - 고속화에 따른 원지반의 요구 성능과 하부지반의 강성변화구간에 대한 안정성 및 성능평가를 위한 해석기법 관련 기술개발의 중요성은 매우 높음

□ 국내에서는 한국철도기술연구원, 한국건설기술연구원, 일부 대학에서 철도교량 해석기술부문의 세계최고수준에 근접한 성과 도출함

- 국가연구개발 사업인 G7사업을 중심으로 고속철도교량의 동적거동에 대한 연구 수행됨
 - 한국철도시설공단의 발주로 한국철도기술연구원에 의해 수행된 “철도교량 동적안정성 및 동적 설계기준에 관한 연구용역(2006~2008)” 을 통해 철도교량의 동적거동에 대한 다양한 연구를 수행
 - “호남고속철도 설계지침 (2007)” 과 최근 개정된 “철도설계기준(노반편) (2011)” 에 반영
- 한국건설기술연구원, 한국철도기술연구원 등을 중심으로 수행되고 있는 “철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반연구(2010~2012)” 의 교량 분야 연구결과는 향후 개정안으로 반영될 예정
- 최근 차세대고속철도 기술개발 사업, 자기부상열차 사업 등에서 교량/열차/지진 상호작용을 고려한 해석기법을 개발하여 장경간 특수교량 등에 적용하여 주행안전성 및 승차감을 평가하는 기법이 개발되고 있음
- 경부고속철도 시운전, HEMU-430x의 시운전 시 교량 계측 결과를 활용한 개발 해석 기법의 검증이 지속적으로 실시되어 완성도를 높이고 있음

- 최근 차세대고속철도 기술개발 사업, 자기부상열차 사업 등에서 교량/열차/지진 상호작용을 고려한 해석기법을 장경간 특수교량 등에 적용하여 주행안전성 및 승차감을 평가하는 기법이 개발 중
- 경부고속철도 시운전, HEMU-430x의 시운전 시 교량 계측 결과를 활용한 개발 해석 기법의 검증이 지속적으로 실시
- 한국철도기술연구원은 국내에서 독자적인 교량 장대레일과 장대분기기에 대한 궤도/교량 종방향 상호작용 해석 기준 및 해석법을 개발
 - 설계사에서는 범용프로그램을 활용하여 궤도/교량 종방향 상호작용 해석을 수행
- 국내에서 고속철도 교량은 유럽의 기준을 도입적용하고 있으나, 현재까지는 허용응력, 강도설계법과 같은 결정론적 방법에 의존
 - 고속철도 교량을 포괄하는 설계기준이 부재하여 고속철도와 일반철도를 통합한 새로운 설계기준에 대한 과제가 대한토목학회와 한국철도기술연구원을 중심으로 진행되고 있음
 - 교량 설계기준으로는 '04년도 일반철도 철도교량 설계기준이 있으며, '07년도 호남고속철도 설계지침이 존재함
 - 고속철도 교량의 경우, 유럽의 기준을 도입적용하고 있으나, 현재까지는 허용응력, 강도서계법과 같은 결정론적 방법에 의거한 설계가 기본골격으로 적용되고 있음
 - 설계기술의 경쟁력강화와 세계적 표준이 되고 있는 신뢰성 기반 설계기준 도입을 위한 총괄적인 연구가 시급한 상황임
 - 신뢰도 기반 설계는 미국, 유럽, 일본 등 선진국은 물론 남미, 중동 등의 신규 해외시장에서 표준(Global Standard)로 받아들여지고 있음

- 고속철도 교량을 포괄하는 설계기준이 부재하여 고속철도와 일반철도를 통합한 새로운 설계기준에 대한 과제가 대한토목학회와 한국철도기술연구원을 중심으로 진행 중

- 국내에서는 한국철도기술연구원에서 300km/h 고속철도의 미기압과 저감을 위한 Hood 상세설계기술을 확보함²⁹⁾
 - 후드길이, 측면 개구율, 슬릿가리개의 크기 등을 변화시켜 0.75km, 1km 급의 다양한 형태로 개발했으며, 경사갱구는 열차진입속도 210km/h~380km/h 영역에서 터널출구 미기압과를 최대 67.9%로 줄일 수 있는 대책을 마련함
 - 연속터널을 연결하는 스노우 셸터(snow shelter)를 활용한 터널 미기압과 저감대책을 개발함

- 상단장치
 - 국가연구개발사업을 통해, 2015년 현장적용을 목표로 7m급 TBM 관련 설계 기술 개발 중임
 -

- 흡음블럭

29) 철도웹진 24호

□ 국내에서는 ‘11년 400km/h급 고속철도 인프라 핵심기술 성과품의 시범적용 및 통합모니터링 계획을 수립·추진

- 테스트베드 구간에 환경소음, 선로구축물(궤도노반, 교량) 대한 성능평가를 위한 통합모니터링을 구축
 - 분야별 데이터수집시스템과 연동하여 각종 센서기반의 모니터링 시스템으로부터 정보를 수집, 분석, 저장하여 이를 통합관리 화면의 형태로 운영자에게 출력 가능토록 함
- 통합모니터링 시스템의 수집데이터와 데이터 형식은 세부과제별로 차이가 있음

<표 24> 세부과제별 통합모니터링 Data 형식 및 수집방법

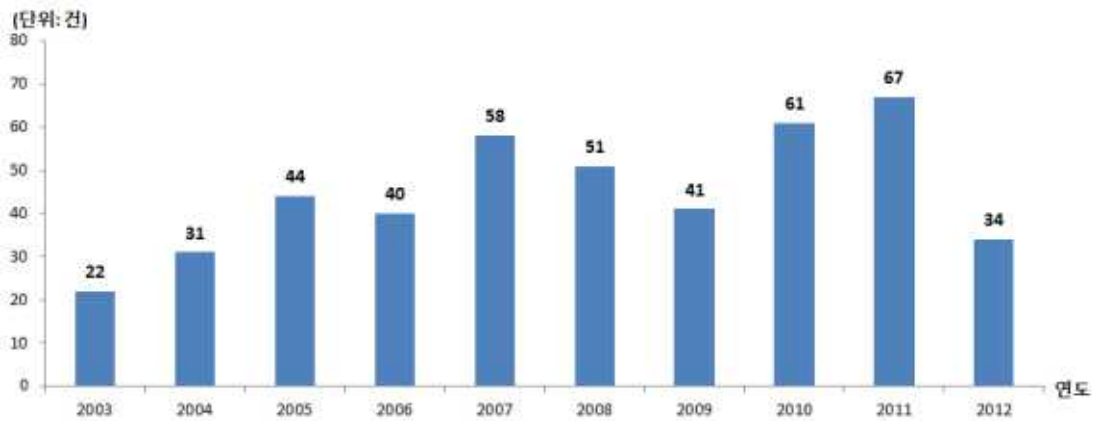
구분	Data 형식	Data 수집방법	수집 Data	
환경소음분야	Binary file ASCII 파일전환	FTP를 통해 PC전송	소음데이터(Leq, Passby, SEL, TEL)	
선로 구축물 분야	궤도	Binary file ASCII 파일전환	측정 후 FTP로 전송	하중, 레일응력, 변위 가속도 등
	교량	Binary file ASCII 파일전환	측정 후 FTP로 전송	연직변위, 연직가속도, 차량가속도 등
	노반	CSV 파일	FTP로 데이터 로거에서 전송 Pakbus Protocol	노반압력, 진동속도, 진동가속도, 탄성수직변위, 누적 변위, 노반온도, 함수비 등

- 통합 UI 시스템은 데이터 처리, 이벤트 통합관리, 편집 기능, 보고서 기능 및 운영 관리 시스템으로 구성
 - 단위 모니터링시스템(DBMS, Backup, Job, SMS, NMS, AMS 등)에서 수집된 이벤트 및 성능, 운영 데이터를 분석하여 한 화면에서 서비스 현황을 모니터링하고, 장애 초기대응·예방·경보활동을 지원하는 통합서비스 관리 체계 구축
 - 서비스 정보 자원을 통합하여 단일화된 정보의 공유체계 수립
 - 통합저장소(Repository)를 구축하여 서비스 운영·관리의 통합 및 직관적인 사용자 인터페이스를 구축
 - 모니터링 시스템의 주요 정보를 통합하여 주기적으로 모니터링
 - 다양한 모니터링 시스템의 장애, 성능, 구성 정보의 관리 일원화를 통한 신속한 서비스 장애 대응 및 사전 장애 예방 조치 지원

나. 특허동향

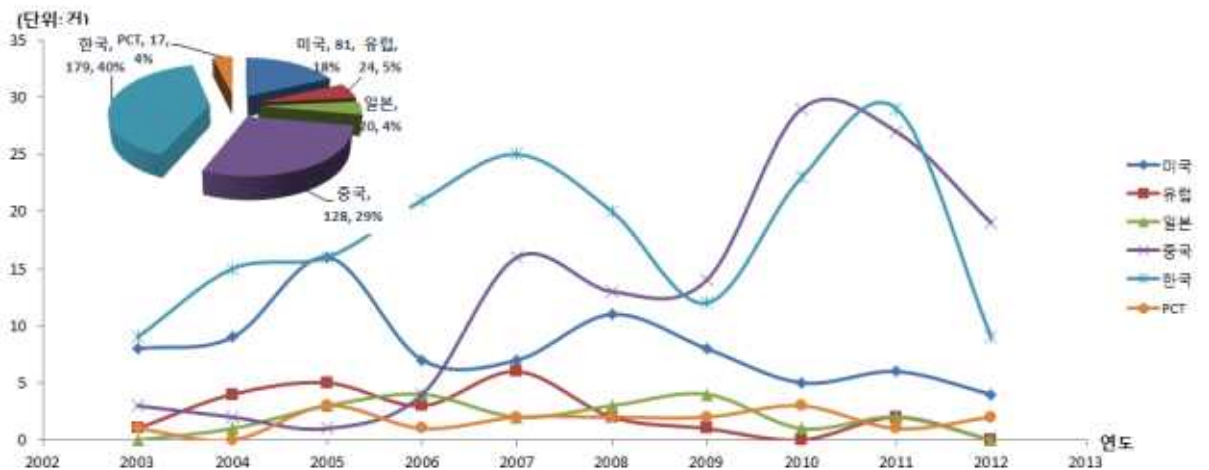
(1) 선로구축물 분야

- 선로구축물 특허는 '03년 이후 증가추세에 있으며, '11년 67건으로 가장 많은 특허가 출원됨



[그림 18] 연도별 선로구축물 특허 출원 추이

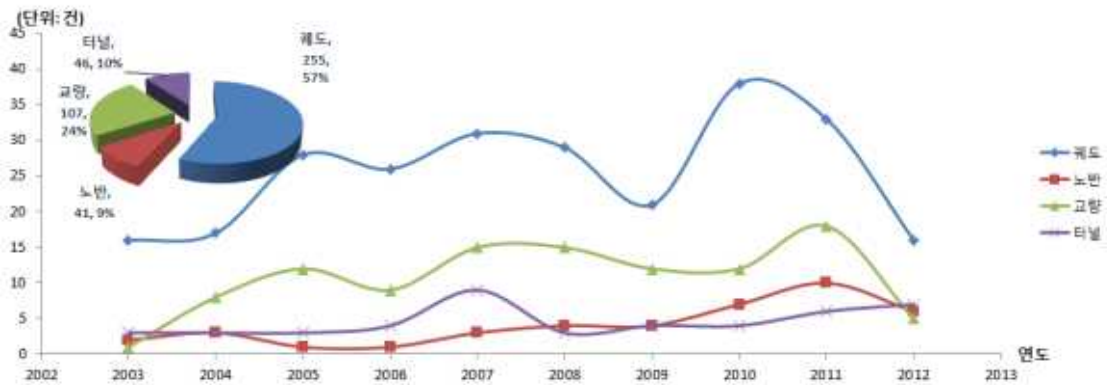
- 국가별로 한국과 중국의 특허출원 비중이 높으며 중국은 2010년, 한국은 2011년 특허출원이 가장 활발함



[그림 19] 국가별 선로구축물 특허 출원 추이 및 비중

(가) 세부 기술분야별 특허 동향

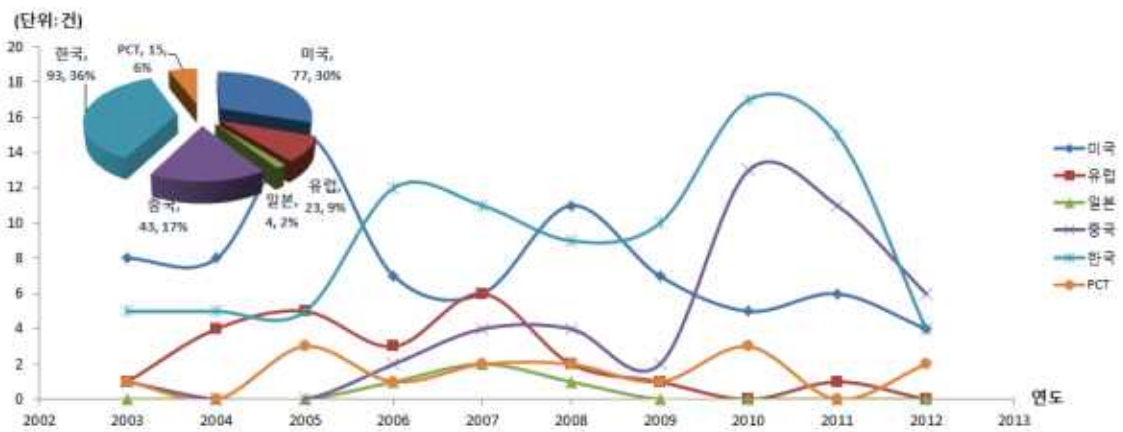
- 최근 10년간 선로구축물분야의 세부분야별 특허출원은 모두 증가추세이며
궤도분야 특허비중이 가장 높음
 - 궤도, 교량, 터널, 노반분야 순으로 높은 특허출원 비중을 차지함
 - 궤도, 노반, 노반분야 특허출원은 11년 이후 감소



[그림 20] 선로구축물분야 연도별 특허출원 추이

① 궤도

- 한국, 중국 궤도 특허 산출 증가 추세이며 가장 높은 비중을 차지
 - 한국, 중국의 궤도 특허 산출은 11년 가장 많음

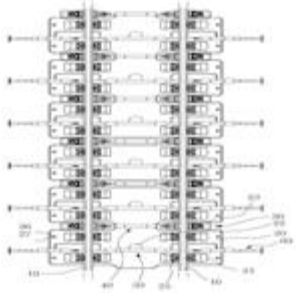


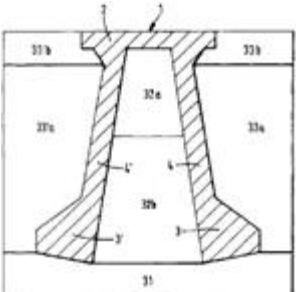
[그림 21] 궤도분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중

□ 3개국 이상 출원특허는 침목, 지지체 등 궤도 구성품 특허와 궤도 모니터링 특허 5건이 출원됨

출원번호	KR20127005897A	대표도면	
출원일	2010.07.29		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	테크니쉐 유니버시테이트 델프트		
발명자	-		
특허명칭	레일 결함, 특히 레일 상부 결함을 검출하기 위한 방법 및 장치(METHOD AND INSTRUMENTATION FOR DETECTION OF RAIL DEFECTS, IN PARTICULAR RAIL TOP DEFECTS)		
특허내용	레일 차량의 축 박스 가속도 신호를 측정하여 철도 궤도에 있는 레일 결함, 특히 레일 상부 결함을 검출하기 위한 방법과 장치에 관한 것으로, 레일 결함, 특히 레일 상부 결함을 검출하기 위한 방안으로 길이방향 축 박스 가속도 신호가 수직방향 축 박스 가속도 신호와 함께 동시에 사용된다. 본 방법은 또한 레일 차량의 수직방향 축 박스 가속도를 측정하는 것을 포함하고, 그리하여, 길이방향 축 박스 가속도 신호가 수직방향 축 박스 가속도 신호와 함께 동시에 사용된다. 길이방향 축 박스 가속도 신호를 사용하여, 베어링과 축 박스(3)를 포함하여 레일 차량의 바퀴세트의 진동과 관련된 신호 부분을 상기 수직방향 축 박스 가속도 신호로부터 제거하고, 또한 레일(1), 레일 패드, 침목 및 밸러스트를 포함하여 궤도의 진동으로 기여되는 신호 부분을 제거하기 위해 축 박스 가속도 신호를 필터링하는 것이 또한 바람직하다.		

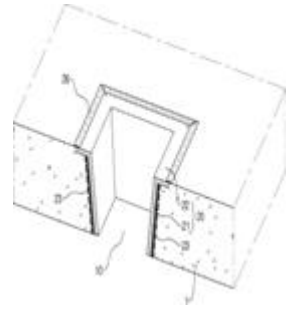
출원번호	KR20100028261A	대표도면	
출원일	2010.03.30		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	김해곤		
발명자	김해곤		
특허명칭	도상자갈용의 철도용 H형 침목을 제작하기 위한 거푸집(Mold for making H shaped tie for railroad)		
특허내용	본 발명은 도상자갈용의 철도용 침목에 관한 것으로, 보다 상세하게는 PC(prestressed concrete) 및 RC (Reinforced concrete)로 제작된 침목으로서 중앙부에 도상자갈 저항대를 설치하고 레일 지지부는 평탄하게 제작하고, 또 레일을 각각의 레일 지지부에 대하여 수평이 되도록 설치함으로써 궤도 틀림을 방지하고, 형상 및 구조를 개선하여 선로를 보강함으로써 열차운행의 안전도를 획기적으로 높이고, 선로의 소음 및 진동을 저하하고, 선로의 안전성을 확보함으로써 철도사고를 사전에 방지하도록 한 철도용 H형 침목에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 기존 철도용 침목의 제 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 철도용 H형 침목은 선로의 배수를 양호하게 할 수 있다. 또한 제조과정에서 궤도 틀림을 방지하고 도상 횡저항력과 종저항력을 1.8배 이상 증대시킬 수 있도록 침목의 중앙부에 도상자갈 연결대를 설치하고, 침목 측면에 경사부를 두어 침목의 상하유동을 방지하여 궤도 틀림을 감소시킬 수 있도록 제작되었다. 그리고 레일 지지부를 평면으로 제작함으로써 레일의 편마모를 감소시키고 소음을 감소시킬 수 있으며, 차륜의 횡저항력을 감소시켜 열차를 안전하게 운행할 수 있다. 도상자갈 저항대의 저면에 원추형의 요부를 만들고, 요부의 첨단부는 반원형으로 제작하여 도상 종저항력과 도상 횡저항력을 증대시키고 음각으로 인한 침목의 손상을 방지할 수 있다. 침목과 레일의 체결위치를 대각선 또는 레일과 직각 또는 레일길이방향으로 수평이 되도록 하여 궤도의 틀림 및 비틀림(트위스트) 현상을 미연에 방지하여 열차의 탈선을 방지하고 승차감을 좋게 한다. 그리고 선로의 도상자갈 저항대는 횡저항력과 종저항력을 더욱 증대시켜, 선로의 안전성을 확보함으로써 철도사고를 사전에 방지하도록 한 철도용 침목을 제공하는데 그 목적이 있다.		

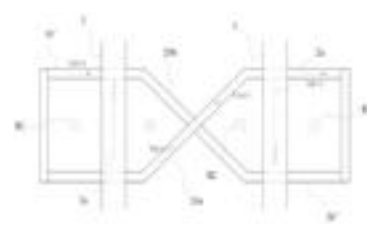
출원번호	KR20040012205A	대표도면	
출원일	2004.02.24		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	서울메트로		
발명자	김상진, 정성민		
특허명칭	철도 레일 콘크리트도상 궤도구조 및 그 시공방법{CONCRETE SLEEPER FOR STRUCTURE OF RAIL}		
특허내용	<p>열차의 운행이 가능한 상태에서 자갈도상 일부 구간을 콘크리트도상으로 교체하기 위하여 자갈 및 침목이 제거된 자갈도상 일부 구간에 콘크리트도상을 타설한후, 열차가 운행될 수 있도록 레일을 고정지한 구조물을 콘크리트도상 양생후 분리,해체함에 따라 작업이 종료되도록 한 것으로,본 발명에 의한 철도 레일 콘크리트도상 궤도구조는, 자갈도상 궤도에서 자갈과 침목이 제거된 일부 구간의 레일에 고정수단에 의해 좌우측에 형성된 안착부위가 체결되는 콘크리트침목용 슬래브와,대향되는 슬래브사이에 해체가가능하게 설치되며, 열차 운행시 레일에 가해지는 수직하중을 지지하여 레일의 처짐을 방지하도록 지반에서 레일을 받쳐 지지하는 레일지지구와,슬래브의 콘크리트 타설시 레일의 궤간 확대되는 것을 방지할 수 있도록 양단부가 레일지지용 상판에 고정지지되고 중간축이 신축가능하게 조절되는 게이지타이로드와,슬래브의 콘크리트 타설시 레일의 궤간 축소되는 것을 방지할 수 있도록 양단부가 레일의 몸체 내측면에 고정지지되고 중간축이 신축가능하게 조절되는 게이지스트랫트와,게이지스트랫트와 동일선상에 위치하도록 레일 외측으로 설치되며, 레일의 몸체 외측면을 가압지지하여 슬래브의 콘크리트 타설시 레일의 수평상태를 유지하는 수평버팀부재; 및슬래브에 형성된 투입구를 통해 지반과 슬래브사이에 공급되는 콘크리트에 의해 슬래브를 지반위에 타설시키는 콘크리트도상을 구비한다.</p>		

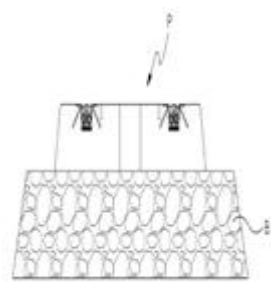
출원번호	KR20037003654A	대표도면	
출원일	2003.03.12		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	막스 비글 바우운터네몽 게엠베하 운트 콤파니 카게		
발명자	막스비글바우운터네몽		
특허명칭	지지체{SUPPORT}		
특허내용	<p>본 발명은 궤도 안내 차량, 특히 자기 부상 열차의 주행로용으로서 특히 프리캐스트 콘크리트 부품에 의해 제공되는 콘크리트 지지체(1)에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 지지체(1)의 길이 방향으로 연장되는 웨브(4, 4')가 지지체(1)의 길이 방향으로 연장되는 제1 플랜지(2) 상에 배치된다. 제1 플랜지(1)로부터 멀리 떨어져 있는 웨브(4, 4')의 단부에 제2 플랜지(3, 3')가 배치된다. 차량 안내용 추가 부품이 플랜지(2, 3, 3')들 중 어느 한 플랜지의 단부, 즉 지지체(1)의 단면에서 상호 이격된 단부 상에 배치된다. 제1 플랜지(2)로부터 멀리 떨어져 있는 웨브(4, 4')의 각 단부 상에 제2 플랜지(3, 3')가 각각 배치되고, 제2 플랜지(3, 3')는 웨브(4, 4')의 단부에서 시작하여 실질적으로 지지체(1)의 외측까지 외향으로 연장된다. 열 보정을 실행하기 위한 수단, 특히 열 교환기가 제1 플랜지(2)와 제2 플랜지(3, 3') 사이에 마련된다. 거푸집이 개별적인 모듈(31, 32, 33, 34)로 구성되므로, 그 각각의 모듈을 교체하기만 하면 다수의 자기 다른 지지체(1)를 제조할 수 있다.</p>		

출원번호	WO2005US044884	대표도면	-
출원일	2005.12.12		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH		
발명자	KARG, Kenneth, A		
특허명칭	A BROKEN RAIL DETECTION SYSTEM		
특허내용	<p>A system for performing broken rail detection on a railway track. The system comprises at least one locomotive and a monitoring entity. Each locomotive comprises a receiver for receiving a track signal that is circulating in the railway track and a processing unit that is in communication with the receiver. The processing unit is operative for detecting a characteristic of the track signal and generating a signal indicative of a potential broken rail in response to a change in the characteristic of the track signal. The locomotive further comprises a wireless transmitter for transmitting the signal indicative of a potential broken rail over a wireless communication link. The monitoring entity comprises a receiver for receiving the signal indicative of a potential broken rail and a processing unit for detecting a broken rail at least in part on the basis of the signal indicative of a potential broken rail from the locomotive.</p>		

□ 기술개발동향과 관련하여 국내외 출원 특허 중 고속철도 슬래브 궤도, 침목 등 궤도 구성품 기술 및 시공기법 관련 특허가 다수 산출

출원번호	KR20130048415A	대표도면	
출원일	2013.04.30		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	한국철도기술연구원; 한국철도시설공단; 삼표이앤씨 주식회사		
발명자	장승엽, 김유봉, 이후삼, 김인재, 이동호, 김환영		
특허명칭	전단포켓과 충전층에 의한 하중 전달구조를 가지는 프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도 및 그 시공방법{Precast Concrete Slab Track and Constructing Method thereof}		
특허내용	<p>본 발명은, 콘크리트로 이루어진 베이스부 위에 철도 레일을 지지하도록 프리캐스트 방식의 콘크리트 슬래브로 이루어진 궤도 즉, &quot;프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도&quot;를 설치함에 있어서, 열차의 통행 등으로 인하여 철도 레일이 길게 연장되는 종방향으로 그리고 그와 직교하는 횡방향으로 프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도에 작용하는 하중을 효과적으로 베이스부에 전달할 수 있도록 하고, 동시에 온도 변형이나 건조수축 등 콘크리트 자체의 변형이 외부로부터 구속됨으로써 유발되는 콘크리트 응력을 최소화하도록 하는 프리캐스트 콘크리트 슬래브 궤도 및 그 시공방법에 관한 것이다.</p>		

출원번호	KR20110004491A	대표도면	
출원일	2011.01.17		
등록번호	KR일이이팔445B1		
등록일	2013.02.04		
출원인	반도체전 주식회사; 이상혁; 김민석		
발명자	김병천, 김민석, 이상혁		
특허명칭	전기철도용 콘크리트 슬래브궤도의 유도전류 상쇄를 위한 철근구조물{Rebar structure offsetting an induced current concrete slab track}		
특허내용	본 발명은 콘크리트 슬래브궤도의 철근으로 유도되는 전류를 상쇄시켜서 궤도회로를 따라 흐르는 전류신호의 약화를 방지하는 콘크리트 슬래브궤도의 철근구조물에 관한 것으로, 'ㄷ' 형상으로 서로 대칭하게 배치되는 제1,2철근과, 양단이 제1철근 및 제2철근에 각각 연결되면서 서로 이격되도록 교차 배치되는 제3,4철근으로 구성되면서, 상기 교차 지점을 중심으로 서로 대칭된 형상을 이루는 철근구조물.		

출원번호	KR20110020741A	대표도면	
출원일	2011.03.09		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	(주)청도코퍼레이션		
발명자	김순철		
특허명칭	궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널 및 이의 시공방법{rail embedded type precast concrete slab panel for track and this construction technique}		
특허내용	본 발명은 단속적으로 설치되는 침목이 없으므로, 차륜이 레일을 통과하더라도 궤도에 주기적으로 가해지는 힘이 없어져 진동의 발생이 적고, 레일 이음매를 차륜이 통과할 때 발생하는 충격과 진동 및 여타 원인에 의한 진동은 탄성재료에 의하여 높은 정도로 차단되어 주변으로 전파되지 않고, 레일의 하부 전체에 레일고정합성수지가 충전되어 이 레일고정합성수지가 진동 댐핑재로 작용하여 레일 자체의 진동이 현저히 저감되므로 구조소음의 발생이 적어 철도진동과 소음의 저감에 우수한 궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널 및 이의 시공방법을 제공하는데 그 목적이 있다. 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널은 전체적으로 사각형상으로 이루어진 프리캐스트 콘크리트 슬래브와; 상기 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 길이방향으로 일정한 폭과 깊이로 형성된 개구홈과; 상기 개구홈의 측면에 고정 설치되는 앵커와; 상기 개구홈의 바닥에 설치되는 레일과; 상기 개구홈과 레일 사이에 충전 경화되는 레일고정합성수지로 구성됨을 특징으로 한다. 또한, 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널 시공방법은 노반을 형성하는 단계; 상기 노반 상에 청구항 제1항에 기재된 궤도용 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널을 설치하되, 전체적으로 사각형상으로 이루어진 프리캐스트 콘크리트 슬래브와; 상기 프리캐스트 콘크리트 슬래브의 길이방향으로 일정한 폭과 깊이로 형성된 개구홈과; 상기 개구홈의 측면에 고정 설치되는 앵커와; 상기 개구홈의 바닥에 설치되는 레일과; 상기 개구홈과 레일 사이에 충전 경화되는 레일고정합성수지로 구성된 궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널을 연속하여 밀착 설치하는 단계; 상기 밀착된 궤도용 레일 매립형 프리캐스트 콘크리트 슬래브 패널간에 콘크리트를 타설 및 양생시켜 일체화시키는 단계로 이루어짐을 특징으로 한다.		

출원번호	US8424813	대표도면	-
출원일	2013.04.23		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Cleveland Track Material, Inc.		
발명자	CLEVELAND TRACK MATERIAL INC		
특허명칭	Elevated frog and rail track assembly		
특허내용	The invention is a frog panel assembly for a railway turn-out switch, as well as a rail intersection design and a frog casting therefor.		

※ 고속철도 슬래브 궤도 등 구성품분야 전체 특허는 [별첨] 참조

- 국내외에서 궤도 거동해석, 시각화, 운행 중 차량을 활용한 궤도 상태 모니터링 특허가 출원되고 있음

출원번호	US12/206345	대표도면	-
출원일	2008.09.08		
등록번호	US20090070064A1		
등록일	2009.03.12		
출원인	Board of Regents of the University of Nebraska		
발명자	Farritor; Shane Michael, Lu; Sheng		
특허명칭	Vertical track modulus trending		
특허내용	Systems and methods for determining a trend in vertical track modulus are described. Vertical deflection data is collected along a particular section of railroad track. A first set of vertical track modulus is determined, based in part, on the collected vertical deflection data. At a second time, vertical deflection data is again collected along the particular section of railroad track to be used in determining a second set of vertical track modulus. At least the first and second sets of vertical track modulus are analyzed to determine a mathematical algorithm that facilitates developing a trend in the vertical track modulus of the railroad track.		

출원번호	US20060162470A1	대표도면	-
출원일	2006.07.27		
등록번호	US7337682		
등록일	2008.03.04		
출원인	Holland LP		
발명자	Otto; Daniel P., Ruggles; Harold Thomas, Conneally; Martin		
특허명칭	Gauge restraint measuring system		
특허내용	A direct measuring loaded gage axle assembly that measures track strength by directly measuring constant load on split axles as vertical loads are imposed by a hydraulic ram, and horizontal loads being supplied by horizontal rams through split axles and steel wheels to the railroad tracks enabling improved calibration to measure changes in track gauge indicating track strength condition and further including electronic data recording and comparison.		

출원번호	US20090070064A1	대표도면	-
출원일	2009.03.12		
등록번호	US7937246		
등록일	2011.05.03		
출원인	BOARD OF REGENTS OF UNIVERSITY OF NEBRASKA		
발명자	FARRITOR; SHANE MICHAEL, LU; SHENG		
특허명칭	VERTICAL TRACK MODULUS TRENDING		
특허내용	Systems and methods for determining a trend in vertical track modulus are disclosed in accordance with embodiments of the present invention. Vertical deflection data is collected along a particular section of railroad track. A first set of vertical track modulus is determined, based in part, on the collected vertical deflection data. At a second time, vertical deflection data is again collected along the particular section of railroad track to be used in determining a second set of vertical track modulus. At least the first and second sets of vertical track modulus are analyzed to determine a mathematical algorithm that facilitates developing a trend in the vertical track modulus of the railroad track.		

출원번호	US20080228436A1	대표도면	-
출원일	2008.09.18		
등록번호	US7920984		
등록일	2011.04.05		
출원인	BOARD OF REGENTS OF UNIVERSITY OF NEBRASKA		
발명자	FARRITOR; SHANE MICHAEL		
특허명칭	MEASUREMENT OF VERTICAL TRACK MODULUS USING SPACE CURVES		
특허내용	An on-board, non-contact measurement system and method is disclosed for measuring track quality, vertical track stiffness and vertical track modulus for a portion of track underlying the rail vehicle. The system comprises two or more position sensors for determining the position profile of the track and a computation system for determining the vertical displacement of the track.		

출원번호	CN102360454	대표도면	-
출원일	2012.02.22		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Beijing Jiaotong University		
발명자	Qin Yong, Cheng Xiaoqing, Zhou Huijuan, Jia Limin, Pang Xuemiao, Liu Song, Xing Zongyi		
특허명칭	Wheel-track force prediction method based on NARX (Nonlinear Auto-regressive with Extra Inputs) neural network		
특허내용	<p>The invention discloses a wheel-track force prediction method based on an NARX (Nonlinear Auto-regressive with Extra Inputs) neural network in the technical field of railway safe operation control, comprising the following steps of: collecting track irregularity data by using a track detection vehicle; emulating the track irregularity data to obtain wheel-track force data; carrying out normalization on the track irregularity data and the wheel-track force data; setting a prediction model of the NARX neural network; selecting a training sample to train the prediction model of the NARX neural network; selecting a test sample to test the trained prediction model of the NARX neural network, and outputting the tested wheel-track force data; and analyzing the wheel-track force data in the test sample and the tested wheel-track force data to evaluate properties of the prediction model of the NARX neural network. The wheel-track force prediction method provided by the invention is used for predicting a wheel-track force by using the actual-measured track irregularity data through adopting the prediction model of the NARX neural network, thereby improving the accuracy of safety evaluation of railway train operation.</p>		

출원번호	CN101122930	대표도면	-
출원일	2008.02.13		
등록번호	CN100478965		
등록일	2009.04.15		
출원인	Southwest Jiaotong University		
발명자	Zhai Wanming, Yang Jizhong, Wang Kaiyun, Cai Chengbiao, Zhao Chunfa		
특허명칭	Railway track system dynamic performance visualized emulation method		
특허내용	<p>The invention discloses a visual simulation method for dynamic performance of a railway track system. The profile data of the steel rails and train wheels within the influencing range of train vibration are added with the vibration displacement data to rebuild steel rails and train wheels with a vibration shape, simulate deformation under force of steel rails and train wheels, thus realizing visual simulation of vibration behaviors of steel rails and train wheels in a railway track system. The method can more actually comprehensively simulate various dynamic performance of a track system while a train is running, and is characterized by high integrity; the invention can also visually display the dynamic status of the train and the track in a three-dimension scene, which is intuitionistic, vivid and simple for use.</p>		

○ ‘13년 궤도 상태모니터링 특허는 다음과 같음

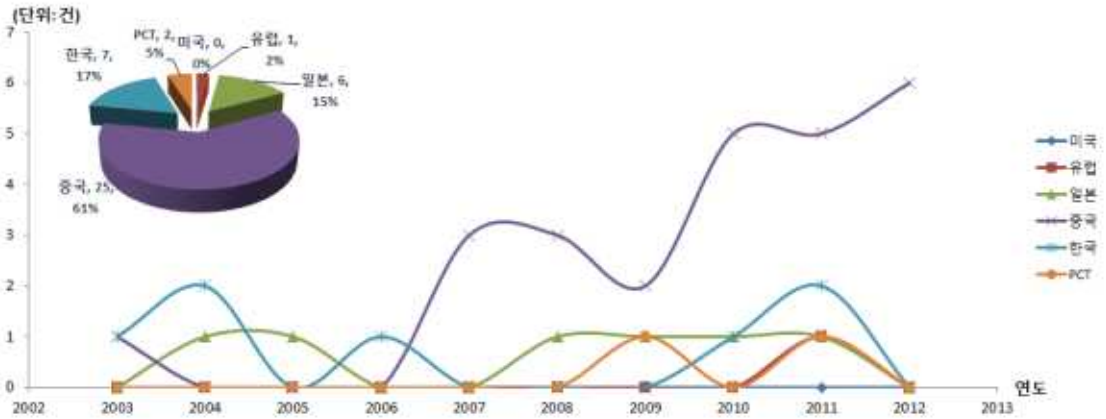
- ‘13년 궤도상태모니터링 특허는 광학, 시각화를 활용한 궤도상태모니터링 특허가 출원됨

출원번호	US13/031678	대표도면	-
출원일	2011.02.22		
등록번호	US8474730		
등록일	2013.07.02		
출원인	BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF NEBRASKA		
발명자	Weaver; Brian Frank, Laws; Brian Alvin, Roberts; Robert C.		
특허명칭	VISION SYSTEM FOR IMAGING AND MEASURING RAIL DEFLECTION		
특허내용	Devices, systems, and methods for imaging and measuring deflections in structures such as railroad rail are disclosed. An example vision system comprises a high-speed, visible-light imaging camera and an evaluation unit configured for analyzing images from the camera to detect geometric variations in the structure. In analyzing structures such as railroad track rail, the imaging camera can be coupled to a moving rail vehicle and configured for generating images of the rail as the vehicle moves along the track.		

출원번호	US20120300060A1	대표도면	-
출원일	2012.11.29		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	BOARD OF REGENTS OF THE UNIVERSITY OF NEBRASKA		
발명자	Farritor; Shane M		
특허명칭	VISION SYSTEM FOR IMAGING AND MEASURING RAIL DEFLECTION		
특허내용	Devices, systems, and methods for imaging and measuring deflections in structures such as railroad rail are disclosed. An example vision system comprises a high-speed, visible-light imaging camera and an evaluation unit configured for analyzing images from the camera to detect geometric variations in the structure. In analyzing structures such as railroad track rail, the imaging camera can be coupled to a moving rail vehicle and configured for generating images of the rail as the vehicle moves along the track.		

② 노반

□ 노반분야 특허는 중국 노반 특허 지속 증가 추세



[그림 22] 노반분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중

□ 3개국 이상 출원특허는 신규 벨라스트매트 구조와 시공방법 특허 3건이 출원됨

출원번호	EP02545092A1	대표도면	-
출원일	2011.03.04		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Bayer Intellectual Property GmbH		
발명자	ZHANG, Chenxi, PANG, Yongdong, LIN, Jen, Chieh, Roy, TAN, Xiang		
특허명칭	POLYURETHANE ELASTOMER BALLAST MAT AND PREPARATION THEREOF		
특허내용	The present invention provides a polyurethane elastomer ballast mat and the preparation thereof, and a railway track bed and railway facilities using the same. The polyurethane elastomer ballast mat according to this invention comprises a reaction product prepared by spraying a reaction system comprising a polyisocyanate, a polyol, a chain extender, a blowing agent and a catalyst, on the surface of a railway roadbed or on one surface of a ballast mat shielding to conduct a reaction. The technical solution of the present invention makes it possible to provide ballast mats with different mechanical properties, shapes, thicknesses and sizes, depending on particular installation conditions, in order to adapt to various requirements for installation and use in railway construction.		

출원번호	WO2011EP053290	대표도면	-
출원일	2011.03.04		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	BAYER MATERIALSCIENCE AG		
발명자	ZHANG, Chenxi, PANG, Yongdong, LIN, Jen, Chieh, Roy, TAN, Xiang		
특허명칭	POLYURETHANE ELASTOMER BALLAST MAT AND PREPARATION THEREOF		
특허내용	<p>The present invention provides a polyurethane elastomer ballast mat and the preparation thereof, and a railway track bed and railway facilities using the same. The polyurethane elastomer ballast mat according to this invention comprises a reaction product prepared by spraying a reaction system comprising a polyisocyanate, a polyol, a chain extender, a blowing agent and a catalyst, on the surface of a railway roadbed or on one surface of a ballast mat shielding to conduct a reaction. The technical solution of the present invention makes it possible to provide ballast mats with different mechanical properties, shapes, thicknesses and sizes, depending on particular installation conditions, in order to adapt to various requirements for installation and use in railway construction.</p>		

출원번호	CN201010120634	대표도면	-
출원일	2010.03.09		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Bayer Material Technology (China) Co., Ltd.		
발명자	Zhang Chenxi, Pang Yongdong, Lin Renjie, Tan Xiang		
특허명칭	Ballast pad made of polyurethane elastomer and manufacturing method thereof		
특허내용	<p>The invention provides a ballast pad made of a polyurethane elastomer and a manufacturing method thereof as well as a railway ballast bed and a railway facility adopting the ballast pad. The ballast pad made of the polyurethane elastomer, provided by the invention, comprises a reaction product obtained by spraying a reaction system including polyisocyanates, polyols, a chain extender, a foaming agent and a catalyst on a surface of a roadbed of a section of a railway or a surface of a protective layer of the ballast pad for reaction. According to the technical scheme provided by the invention, ballast pads with different mechanical properties, shapes, thicknesses and dimensions based on requirements on a specific construction environment can be provided so as to meet the construction and using requirements for various railway constructions.</p>		

□ 노반분야에서 특허 출원은 다양한 지반여건에서의 노반구조 및 시공, 상태평가 및 노반유지보수 특허가 다수 출원되었음

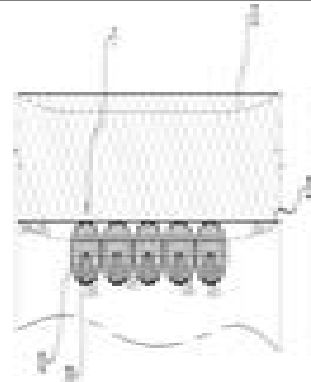
- 특허 출원과 마찬가지로 노반분야 기술개발동향에서 노반 부담력의 정량적 평가(해석), 상태평가, 침하억제, 강화노반 기술개발이 부각됨

출원번호	CN102864706	대표도면	
출원일	2013.01.09		
등록번호	-		
등록일	-		-
출원인	China Railway Sixth Group Tianjin Railway Construction Co.,Ltd.; China Railway Sixth Group Co., Ltd.		
발명자	Li Chen, Xu Linxue, Shi Zenghui, Li Jinyu, Zhong Yi, Hu Bin, Fang Guangqiang, Wang Yanbin, He Zhen, Jia Jianguo, Yu Futong, Li Qiang, Zhang Xinpeng		
특허명칭	Combined construction method for transforming underpass below ordinary-speed railway and building new high-speed railway		
특허내용	A combined construction method for transforming an underpass below an ordinary-speed railway and building a new high-speed railway includes erecting a high-speed railway frame bridge at a joint of the to-be-built high-speed railway and the existing to-be-transformed underpass below the ordinary-speed railway; shifting a road section, which is positioned on the top of the existing to-be-transformed underpass, of the ordinary-speed railway to the top of the high-speed railway frame bridge; detaching the underpass, erecting a new frame bridge, and shifting the road section, which is positioned on the top of the high-speed railway frame bridge, of the ordinary-speed railway back to the top of the new frame bridge of the ordinary-speed railway; and laying the newly built high-speed railway on the newly built high-speed railway frame bridge and extension lines. The combined construction method has the advantages that construction for the newly built high-speed railway and transformation for the existing underpass below the ordinary-speed railway are organically combined, so that construction for a viaduct can be avoided under the condition that roadbed construction is not wasted, and investment is reduced; and the road section on the old underpass can be temporarily shifted to the high-speed railway frame bridge in a transformation process of the old underpass, so that reinforcement for the road section is omitted, the construction period is short, construction cost is low, and the safety performance is good.		

출원번호	CN102733406	대표도면	-
출원일	2012.10.17		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Tianjin Mcc 20 Construction Co., Ltd.		
발명자	Zhang Mingzhi, Liu Baosheng, Li Xiuquan, Jia Wei		
특허명칭	Railway construction method of solid concrete roadbed in large-size industrial plant		
특허내용	<p>The invention discloses a railway construction method of a solid concrete roadbed in a large-size industrial plant. The railway construction method comprises the following steps of: (1) mounting a tubular pile; (2) simultaneously digging a railway foundation trench and foundation trenches of a plant column and a connecting beam connected with a railway and the plant column; (3) pouring a foundation cushion, and binding a foundation reinforcing steel bar, and then respectively welding a left side foundation bolt and a right side foundation bolt with a main foundation reinforcing steel bar at a left steel rail and a right steel rail; (4) supporting a template and concreting; (5) welding left and right side pre-embedded steel boards with the circumference of a nut, and then welding each two adjacent pre-embedded steel boards at the same side; (6) carrying out secondary grouting; and (7) respectively welding the left right side pre-embedded steel boards and the right side pre-embedded steel boards with the left steel rail and the right steel rail. With the adaption of the method provided by the invention, the railway foundation is integrally connected with the foundation of the plant column through the connecting beam, and the air shrinkage tension strain of concrete is compensated by using micro-expansion concrete in the secondary grouting process, so that the generation of foundation cracks is greatly reduced.</p>		

출원번호	CN102587224	대표도면	-
출원일	2012.07.18		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	China Railway 19th Bureau Group Co., Ltd.		
발명자	Zhao Yongjun, Liu Hui, Yao Hu, Zou Xiaobing, Zhang Yuyin, Li Yongxiang, Zhang Jianjing, Hou Jiaqing, Si Changliang		
특허명칭	Basic structure of ground structures and application method of the basic structure for building railway roadbed		
특허내용	<p>The invention relates to the field of construction. Specifically, the embodiment of the invention relates to a basic structure of ground structures and an application method of the basic structure for building railway roadbed, wherein the basic structure can be used to prevent damage caused by horizontal seismogenic fault dislocation of earthquake. The basic structure provided by the invention comprises a foundation (1), and a sliding layer (3) arranged between the foundation (1) and a ground structure (2). The embodiment of the invention has the effects that: the sliding layer can generate a horizontal friction big enough to prevent structures from horizontally moving under the gravity of ground structures; a generated horizontal motion force is far bigger than the horizontal friction provided by the sliding layer under the condition of horizontal fault dislocation of earthquake, so that relative slip can be generated inside the sliding layer, an upwardly transmitted horizontal force can be restrained so as to greatly reduce the horizontal movement of the ground structures under the condition of horizontal fault dislocation of earthquake and reduce the damage to the ground structures.</p>		

○ 노반상태평가 및 유지보수 관련 출원 특허는 다음과 같음

출원번호	KR20100068075A	대표도면	
출원일	2010.07.14		
등록번호	KR일이이이078B1		
등록일	2013.01.08		
출원인	한국철도기술연구원		
발명자	김현기, 엄기영, 이성혁, 최찬용		
특허명칭	측면 췌기의 압입에 의한 침하 복원구조 및 복원방법{Recovering Structure and Method of Base Displacement by side injection of wedge}		
특허내용	<p>본 발명은 자갈도상궤도 하부의 노반과 상부에 아스팔트 포장이나 콘크리트 철도 도상 등의 포장체가 부설되어 있는 지반에서 침하가 발생할 경우, 압입췌기를 압입하여 수직변위가 발생한 포장체가 신속하고 용이하게 원래의 높이로 복원될 수 있게 하는 측면 췌기의 압입에 의한 침하 복원구조 및 복원방법에 관한 것이다. 본 발명에서는 복원말뚝(10)과 압입췌기(20)로 이루어져 포장체(3) 상부의 하중을 지지하는 복원모듈(1)이, 지반(2)의 상면에서 종방향으로 복수개로 연속적으로 배치되어 있고; 지반(2)과 상기 복원모듈(1) 위로 포장체(3)가 설치되어 있으며; 복원모듈(1)은, 섬유외피(11)로 외부가 감싸져 있고 내부에는 채움재가 채워진 기둥형태의 복원말뚝(10)과, 횡방향으로 복원말뚝(10)의 양측 단부로부터 각각 복원말뚝(10)의 중심방향으로 끼워지되 복원말뚝에 끼워지는 측면은 테이퍼진 형상을 가지도록 구성된 압입췌기(20)를 포함하며; 복원모듈(1) 아래에서의 지반침하에 의해 포장체(3)의 하향 수직변위가 발생하게 되면, 압입췌기(20)가 복원말뚝(10)의 중심 방향으로 더 박히게 되어 복원말뚝(10)의 단면적이 팽창되도록 함으로써 포장체(3)에 상향 수직변위를 가하여 침하를 회복시키는 것을 특징으로 하는 침하 복원구조와 복원방법이 제공된다.</p>		

출원번호	JP2007069457A2	대표도면	-
출원일	2007.03.22		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	RAILWAY TECHNICAL RES INST; KUNIMINE INDUSTRIES CO LTD		
발명자	MURAMOTO KATSUMI, KIKUCHI HIROSHI, KOWAGUCHI NORIAKI		
특허명칭	POWDER AND ITS MODIFICATION METHOD		
특허내용	<p>PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the handling properties during rain of a roadbed improving material used for improving the roadbed of a railroad or a road.SOLUTION: In the roadbed improving material 13, the surface of a swellable substrate containing bentonite as a main component is coated with a biodegradable swelling retarding agent. The swelling retarding agent includes a film making agent (methyl cellulose, water glass, etc.), a water repelling agent, (liquid paraffin, hardened oil, etc.), a water-absorption resistant mineral (talc, a chlorite, etc.). Initial swelling is retarded by the roadbed improving material 13, preventing the absorption/swelling of the swellable substrate (bentonite) during construction. The swelling retarding agent of the roadbed improving material 13 is decomposed easily in the ground by microorganisms and is ecological.COPYRIGHT: (C)2007,JPO&INPIT</p>		

출원번호	CN102828453	대표도면	-
출원일	2012.12.19		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Wu Weiguo		
발명자	Wu Weiguo, Wu Yue, Yuan Dengxian		
특허명칭	Stamping reinforcement method of weak rolling area of roadbed and application thereof		
특허내용	<p>The invention provides a stamping reinforcement method of a weak rolling area of a roadbed and an application of the stamping reinforcement method of the weak rolling area of the roadbed. A high speed stamping reinforcement device-stamping rammer compactor is used, and a stamping pounder is lifted in a hydraulic or mechanical manner to punch a tamping plate with a buffer gasket for conducting stamping reinforcement on the weak rolling area of the roadbed which is normally rolled. An application of the stamping reinforcement method of the weak rolling area is further provided for the weak rolling area of the roadbed of a compact road rolled normally. Stamping reinforcement is carried out on junction of new and old roadbeds when the old road is widened, base of the roadbed newly widened, and newly filled roadbeds. Stamping reinforcement is carried out on a roadbed structure base and the weak rolling area of the roadbed of the compact railway rolled normally. Stamping reinforcement is carried out on water damage treatment of roadbeds of roads and railways. Stamping reinforcement is carried out on reinforcing the weak rolling area of river dams and brake back backfill water conservancy projects. The stamping reinforcement method of the weak rolling area of the roadbed provided by the invention has the beneficial effects that the backfill compactness of the weak rolling area of the roadbed is improved, the bearing capacity of the roadbed is improved, post-construction settlement of the weak rolling area is reduced, the project quality is effectively improved, the project expenses are saved, and the economical benefits are remarkable.</p>		

출원번호	CN102621059	대표도면	-
출원일	2012.08.01		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	China Railway Fifth Survey and Design Institute Group Co., Ltd.		
발명자	Xiao Jinfeng, Dong Aiming, Xing Liang, Sun Jialiang, Cai Hong, Xu Huichun, Cheng Huilin, Li Shufeng		
특허명칭	Instrument for detecting dense state of existing roadbed		
특허내용	<p>The invention discloses an instrument for detecting a dense state of an existing roadbed. The instrument comprises a probe rod, a data acquisition device and an electronic testing device, wherein an angle adjusting device is arranged at the bottom of the data acquisition device, and a guide frame is arranged on a side part of the data acquisition device; the probe rod is inserted into the guide frame; a conical probe is arranged at the lower end of the probe rod, and an energy measuring device is arranged at the upper end of the probe rod; a stay cord type displacement sensor and an angle sensor are arranged in the data acquisition device, and a stay cord of the stay cord type displacement sensor is connected with a side handle of the energy measuring device; and the energy measuring device, the stay cord type displacement sensor and the angle sensor are connected with the electronic testing device through the data acquisition device. The instrument can be used for detecting the dense state of the existing railway roadbed under the condition that the operation of trains is not influenced, and has important meaning for perfecting a railway roadbed compaction quality detection technology and a roadbed public works engineering maintenance technology. The detection instrument is portable, convenient to use, high in detection speed and reliable in data, does not cause damage, cannot interfere with train working, can be used for detecting a roadbed soil body from a roadbed surface and a roadbed slope surface, and is suitable for detecting and evaluating the dense state of a ballast rail roadbed and ballast-less rail roadbed of the existing railway.</p>		

출원번호	CN102352582	대표도면	-
출원일	2012.02.15		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	The Third Railway Survey and Design Institute Group Corporation		
발명자	Song Xuguo, Wang Zhu, Dong Jie, Qi Chuny		
특허명칭	Reinforced soil-cement pile strengthening structure of railway roadbed		
특허내용	<p>The invention relates to a reinforced soil-cement pile strengthening structure of a railway roadbed, and the reinforced soil-cement pile strengthening structure of the railway roadbed consists of a soil-cement pile, a connecting beam and a roadbed side slope mortar rubble masonry pavement, wherein the soil-cement pile consists of a plurality of soil-cement pillars which are horizontally and continuously piled from one side of a bank side slope; a reinforcing cage or a precast pillar is inserted into a soil-cement pile body; the connecting beam has a reinforced concrete structure and is arranged at two ends of the soil-cement pile body; a reinforcing steel bar in the connecting beam is connected with the reinforcing cage or the precast pillar in each soil-cement pile body of the soil-cement pile; the connecting beam is arranged at side slopes on two sides of a bank; the inner side surface and the outer side surface of the connecting beam are both parallel to the oblique plane of the bank side slope; the vertical height of the connecting beam is not smaller than the pipe diameter of the soil-cement pipe; the roadbed side slope mortar rubble masonry pavement has a mortar rubble masonry structure; the upper end of the roadbed side slope mortar rubble masonry pavement is connected with the connecting beam; and the lower end of the roadbed side slope mortar rubble masonry pavement is arranged at the bottom of the roadbed. The reinforced soil-cement pile strengthening structure of the railway roadbed, to which the invention relates, forms an integral enhancing structure, promotes the strengthening effect of the roadbed, and furthermore, has small engineering quantities and a short construction period.</p>		

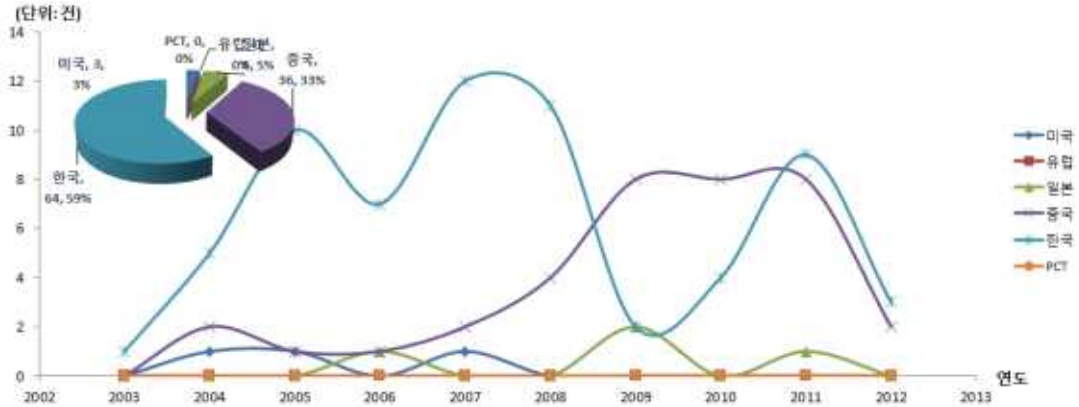
출원번호	CN101994279	대표도면	-
출원일	2011.03.30		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	China Railway No.4 Survey and Design Group Co., Ltd.		
발명자	Guo Jianhu, Li Xiaohe, Zhan Xueqi, Qing Qixiang, Wang Yonghe, Zhao Yong, He Qun, Jiang Ying, Wu Qiang, Yao Jianwei		
특허명칭	Short roadbed transition section structure between two rapid transit railway structures		
특허내용	<p>The invention discloses a short roadbed transition section structure between two rapid transit railway structures, which comprises a transition section roadbed, wherein the transition section roadbed is laid between the structures; the space between the two structures is less than or equal to 60m; the transition section roadbed comprises a bed surface layer; the part, below the bed surface layer, of the transition section roadbed is filled with the same materials; and the materials are graded broken stones which is doped with 3-5% of cement in weight percentage. By adopting the design scheme, the graded broken stones with good performance are used between the structures, wherein the graded broken stones are doped with 3-5% of cement in percentage by weight, thus dynamic response superposition caused by excessively close distance of the structures can be resisted, and the stiffness and smooth transition of settlement among the structures can be realized.</p>		

출원번호	CN101974877	대표도면	-
출원일	2011.02.16		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	China Railway Fourth Survey and Design Institute Group Co., Ltd.		
발명자	Li Xiaohe, Guo Jianhu, Zhao Yong, Zhan Xueqi, Jia Houhua, Wu Qiang, Qing Qixiang, Yan Jun, Li Meifang		
특허명칭	Rapid transit railway soft rock-improved soil roadbed structure		
특허내용	<p>The invention discloses a rapid transit railway soft rock-improved soil roadbed structure comprising a road embankment formed by a foundation bed surface layer, a foundation bed surface layer and a roadbed body. The side slopes of both sides of the road embankment are provided with side slope protection layers; a water-resisting layer is arranged between the roadbed body and a foundation bed bottom layer; the bottom surface of the roadbed body is also provided with a water-resisting layer; the water-resisting layer comprises a compound geomembrane and medium coarse sand layers which are arranged above and below the compound geomembrane; each medium coarse sand layer is 4-6cm thick; and the fine grain content in the medium coarse sand layers is less than 5 percent. The rapid transit railway soft rock-improved soil roadbed structure has comprehensive waterproof and drainage measures, good effect and stable overall settlement and can meet the requirements for the post-construction settlement and the long-time stability of the rapid transit railway roadbed.</p>		

출원번호	CN101590858	대표도면	-
출원일	2009.12.02		
등록번호	CN101590858		
등록일	2011.02.02		
출원인	Central South University		
발명자	Xiao Jianping, Liu Jianxin		
특허명칭	Method for processing railway roadbed detected radar data with sleeper interference eliminated		
특허내용	<p>The invention discloses a method for processing railway subgrade detecting radar data with sleeper interference eliminated, which comprises the following steps: finding out a position of a sleeper reflecting surface event of a railway subgrade detecting radar original data and extracting a sleeper reflected signal; performing low-pass filtering on the reflected signal to obtain a logic rule representing a sleeper position; and selecting the subgrade detecting original data by taking the logic rule as a reference, and obtaining the railway subgrade detecting radar data with the sleeper interference eliminated. The method extracts the relevant information of a sleeper according to a sleeper interference signal and eliminates the sleeper interference signal so as to facilitate the further processing of the railway subgrade detecting radar data. The method has the characteristics of safety, high efficiency and strong applicability.</p>		

③ 교량

- 교량분야에서 우리나라의 특허출원 비중이 가장 높으며, 최근 중국 교량 특허 출원 증가추세임



[그림 23] 교량분야 국가별 특허 출원 추이 및 비중

- 3개국 이상 출원특허는 교량구성품과 화상을 이용한 교량 상태평가 및 모니터링 특허 3건이 출원됨

출원번호	KR20107022978A	대표도면	
출원일	2009.03.05		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	디비 네츠 에이취		
발명자	디비 네츠 에이취		
특허명칭	교량 위의 철도 차량용 고정 트랙{FIXED TRACK FOR RAIL-BOUND VEHICLES ON A BRIDGE}		
특허내용	본 발명은 교량 위의 철도 차량용 고정 트랙에 관한 것으로서, 상기 고정 트랙은 교량 상부구조 슬래브, 상기 상부구조 슬래브를 커버하며 종방향 험프(hump) 및 스토퍼를 가진 지지 슬래브, 및 리세스를 가진 밸러스트 슬래브으로 구성되며, 레일이 고정 수단에 의해 상기 밸러스트 슬래브 상에 배치된다. 본 발명의 과제는 더 간단한 종방향 보강 및 적은 거푸집 공사 및 제조 작업을 필요로 하고, 더 긴 밸러스트 슬래브의 제조를 가능하게 하는 구조를 개발하는 것이다. 상기 과제는 본 발명에 따라 종방향 홈을 가진 지지 슬래브(1)이 상기 홈 위에 배치되는 밸러스트 슬래브(8)의 중심의 높이로 단 하나의 스토퍼(5)를 가지며 상기 지지 슬래브(1)의 종방향 홈(7)이 상기 영역에서 스토퍼(5)에 의해 60 내지 100 cm의 간격으로 중단되고, 상기 밸러스트 슬래브(8)은 종방향 리브(4)를 포함하고, 상기 리브는 밸러스트 슬래브의 중심 영역에서 리세스(6)에 의해 65 내지 105 cm의 간격으로 중단되고, 상기 지지 슬래브(1)의 스토퍼(5)가 형상 끼워맞춤(positive) 방식으로 상기 리세스 내로 맞물림으로써 해결된다.		

출원번호	KR20087003349A	대표도면	-
출원일	2008.02.11		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	막스 뵘글 마우운터네몽 게엠베하 운트 콤파니 카게		
발명자	레이첼 디에터, 뵘글 스테판		
특허명칭	교량 구조물의 고정 주행 트랙{FIXED RUNNING TRACK ON A BRIDGE STRUCTURE}		
특허내용	본 발명은 교량 구조물의 고정 주행 트랙에 관한 것으로, 콘크리트 슬래브(3)는 철도 차량용 레일(6)을 지지하도록 교량 거더(2) 위에 위치된다. 상기 콘크리트 슬래브(3)는 적어도 두 교량 거더(2)의 상부에 연장 형성된 연속적인 스트립을 형성한다. 연속적인 프로파일 형성 콘크리트 층(7)은 콘크리트 슬래브(3)와 교량 거더(2) 사이에 위치되고, 상기 프로파일 형성 콘크리트 층(7)은 고정 주행 트랙(1)의 콘크리트 슬래브(3)에 영구히 고정된다.		

출원번호	US11/274316	대표도면	-
출원일	2005.11.16		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	CT-ZOOM TECHNOLOGIES INC		
발명자	Lortie; Alain, Blier; Sebasiten		
특허명칭	Apparatus and method for remote inspection of a structure using a special imaging system		
특허내용	The present invention relates to inspection of underground conduits, railroad bridge support structures and other facilities that may be examined remotely, using a video camera or other imaging system. The present invention provides fast and cost-effective systems and methods to inspect such structures remotely and to produce comprehensive and detailed information about inspected structures.		

□ 국내외에서 기술개발이 활발히 추진되는 열차-교량 상호작용 해석관련 특허가
 ‘10년 이후 출원되고 있으며 이외 신형식 교량, 시공, 모니터링 특허 다수 출원

○ 열차-교량 상호작용 해석관련 특허 출원은 다음과 같음

출원번호	CN102032876	대표도면	-
출원일	2011.04.27		
등록번호	CN102032876		
등록일	2012.05.02		
출원인	Beijing Jiaotong University		
발명자	Shi Jin, Peng Xiuqian, Wang Yingjie, Long Xuyou, Chen Xiangdong, Yin Guodong		
특허명칭	Method for detecting using state of multi-span continuous beam of existing railway		
특허내용	<p>The invention relates to a method for detecting the using state of a multi-span continuous beam of the existing railway, comprising the following steps of: building a vehicle-bridge dynamic analysis model by applying a dynamic finite element theory, and carrying out analog computation on the dynamic strain value of a bridge when a train passes by taking the irregularity of an actually measured track as excitation and adopting a numerical method so as to obtain the strain control threshold value of a detection point of a support section of the multi-span continuous beam; arranging transducers at least comprising strain transducers on the bottom surface and the side surface of the support section of the multi-span continuous beam of the existing railway, measuring a response signal when the train passes, and processing the response signal to obtain the detection strain value of the detection point of the support section; and when the detection strain value exceeds the threshold value of an envelope curve, sending early warning. The method can be adapted to the conditions of various villainous weathers, extreme environments, and the like, can carry out remote transmission, is convenient to construct by arranging a measure point on the support section and realizes the dynamic real-time automatic long-term detection of the using state of the bridge.</p>		

출원번호	CN102116688	대표도면	-
출원일	2011.07.06		
등록번호	CN102116688		
등록일	2012.09.05		
출원인	Locomotive & Car Research Institute of China Academy of Railway Sciences		
발명자	Zu Honglin, Li Gu, Chu Gaofeng, Hu Aiquan, Jiao Wen, Sun Haoqing, Wang Xiling		
특허명칭	Method and device for obtaining wheel rail force		
특허내용	<p>The invention relates to the measuring field of wheel rail force of railways, subways and urban rails, in particular to a method and a device for obtaining wheel rail force, which are used for solving the problem that no wheel rail force measuring and processing method is adopted for double bridges in the prior art. The method comprises the following steps: a detection result of the double bridges is obtained, interference between vertical force and cross force is eliminated, vertical force and cross force are computed in a synthesizing method, and the direction of the cross force is judged. The embodiment of the invention has the beneficial effects that: a vertical force bridge formed by two electrical bridges with 90-degree phase difference and a cross force bridge formed by two electrical bridges with 90-degree phase difference are realized, and the calculation of wheel rail force continuous measurement can be carried out under the condition that the sensitivity coefficient of the vertical force bridge and the cross force bridge with the same phase has the same functional relation along with the change of the angle.</p>		

출원번호	CN101887468	대표도면	-
출원일	2010.11.17		
등록번호	-		
등록일	-		
출원인	Qin Yan		
발명자	Qin Yan, Xu Xijiang		
특허명칭	Method for calculating longitudinal force of ballastless track on bridge		
특허내용	The invention relates to a method for calculating a longitudinal force of a ballastless track on a bridge. On the basis of a principle of track beam interaction and a finite element method, a model and a method for calculating the longitudinal force of a longitudinal slab track on a long-span bridge are built by using a beam unit and a spring unit to simulate each structural layer. The calculation method has the advantages of calculating an additional longitudinal force of the bridge under the working conditions of deflection force, temperature force and broken slab force and analyzing the friction coefficient of a sliding layer, the extensile rigidity exchange of a track slab and a base slab and the influences of the arrangement of a consolidation mechanism on the additional longitudinal force of the bridge. Results obtained from the method have a great reference value for analyzing the longitudinal force of the longitudinally connected slab track on the bridge and provide a certain theoretical direction for the design of the longitudinally connected slab track on the long-span bridge of a railway line for passengers due to groundbreaking work done in the aspect of theoretical researches.		

※ 신형식 교량 해석 및 설계/시공/모니터링 분야 전체 특허는 [별첨] 참조

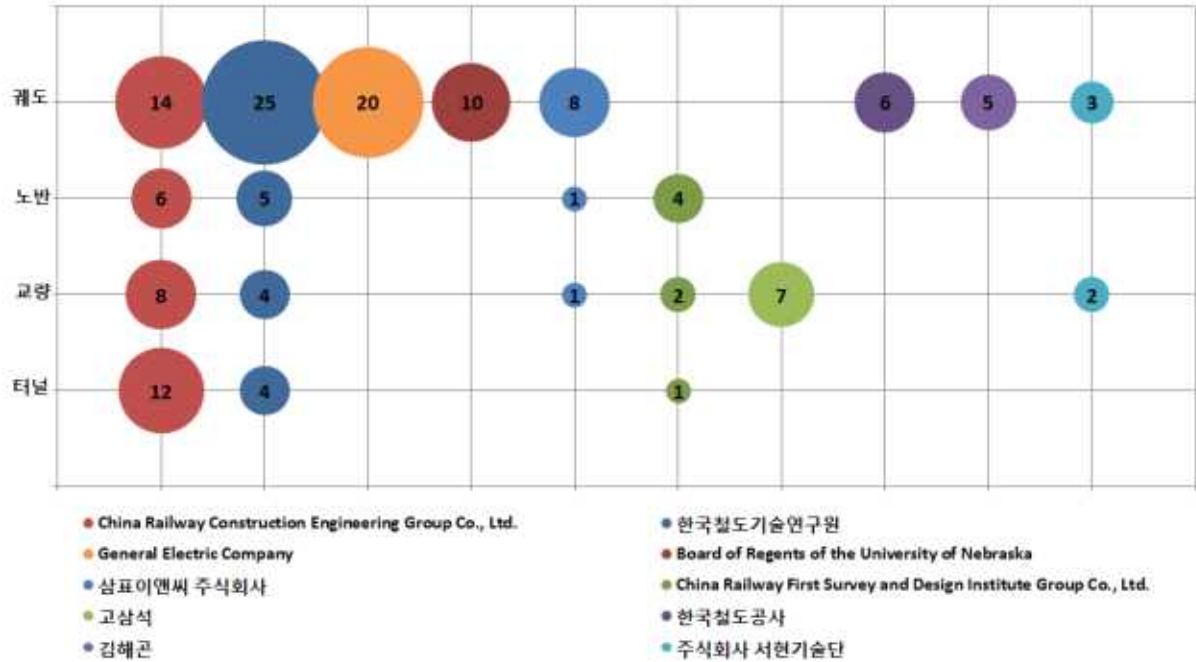
(나) 주요 출원인별 특허동향

- 선로구축물 분야의 주요 출원인은 China Railway Construction Engineering Group, 한국철도기술연구원, General Electric Company 등임

<표 25> 선로구축물분야 주요 특허 출원인

순위	출원인	국가	출원건수
1	China Railway Construction Engineering Group	중국	40건
2	한국철도기술연구원	한국	38건
3	General Electric Company	미국	20건
4	University of Nebraska	미국	10건
4	삼표이앤씨 주식회사	한국	10건
6	China Railway First Survey and Design Institute Group Co., Ltd.	중국	7건
6	고삼석	한국	7건
8	한국철도공사	한국	6건
9	김해곤	한국	5건
9	주식회사 서현기술단	한국	5건

- China Railway Construction Engineering Group에서는 궤도, 노반, 교량, 터널 분야의 특허가 모두 출원됨
 - 궤도분야 관련 고속철도용 프리캐스트 궤도, CRTS(China Railway Track System) II 궤도슬래브 특허 출원
 - 노반분야 관련 일반철도 하부를 관통하는 고속철도 시공법, 철도노반구축 기본구조, 강화 soil-cement pile 노반구조, 연약지반 고속철도 노반구조 특허 출원
 - 터널분야 관련 불리한 지질조건에서 터널아치 기초 침하 제어 공법, 장경간 비대칭 더블아치 철도터널 시공법, 기존 고속철도터널구조 확장, 철도 대단면 빌트인 sliding chute공법 특허 출원
 - 교량분야 관련 고속철도 연속 라멘교량 말뚝기초 방법, 강구조 결합 고속철도 사장교 joint 시공법, 강트러스 사장교의 소용돌이로 인한 진동 억제장치 특허 출원
- 한국철도기술연구원에서는 궤도, 노반, 교량, 터널 분야의 특허가 모두 출원됨
 - 궤도분야 관련 전단포켓과 충전층에 의한 하중전달구조를 가지는 프리캐스트 콘크리트 슬래브궤도, 일반 콘크리트궤도와 플로팅 슬래브궤도 접속구조 및 시공법 특허 출원
 - 노반분야 관련 측면 쉐기 압입에 의한 침하 복원구조 및 복원방법 특허 출원
 - 교량분야 관련 철도교량과 토공 접속부의 노반 강화방법, 철도교량과 토공 접속부의 지지강성 보강방법 특허 출원
- General Electric Company에서는 궤도 특허가 출원됨
 - 궤도분야 관련 철도레일에 모래의 적용을 제한하는 방법 특허 출원

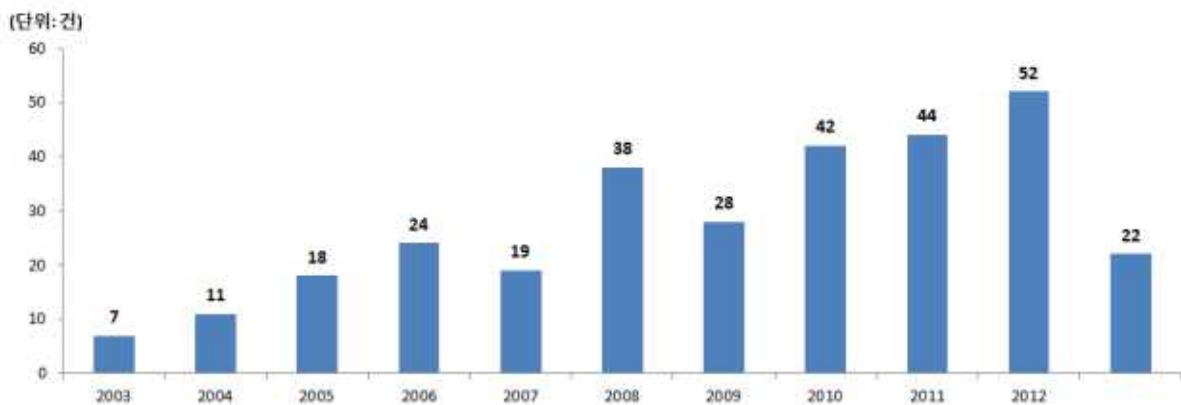


[그림 24] 선로구축물 주요 출원인별 특허동향

다. 논문동향

(1) 선로구축물 분야

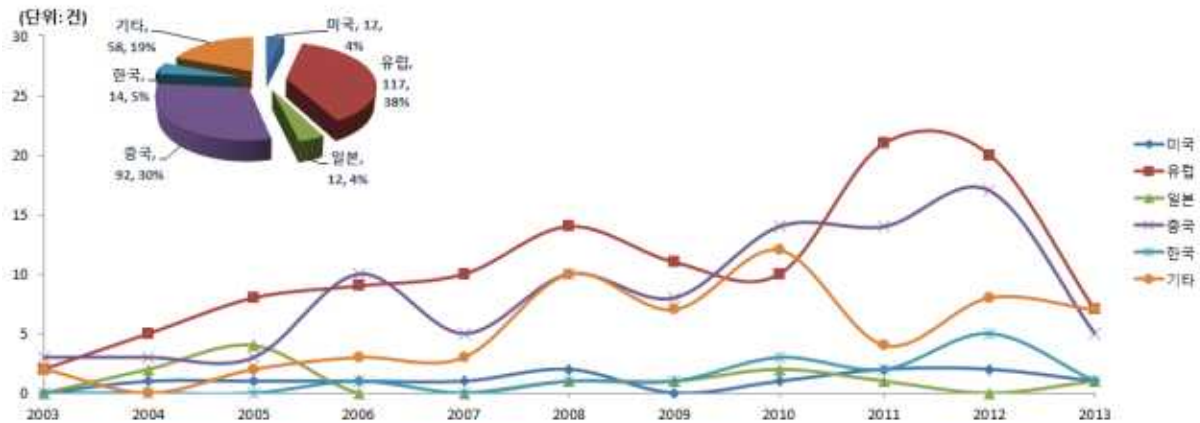
- 선로구축물 분야 논문은 최근 10년간 지속적으로 증가추세에 있으며, '03년 ~ '13년간 게재된 총 논문 수는 305건, '12년 논문 게재 수는 52건임



[그림 25] 연도별 선로구축물분야 논문 게재 추이

□ 선로구축물분야 논문은 유럽, 중국의 비중이 높으며, 최근 10년간 유럽, 중국의 논문게재는 증가추세임

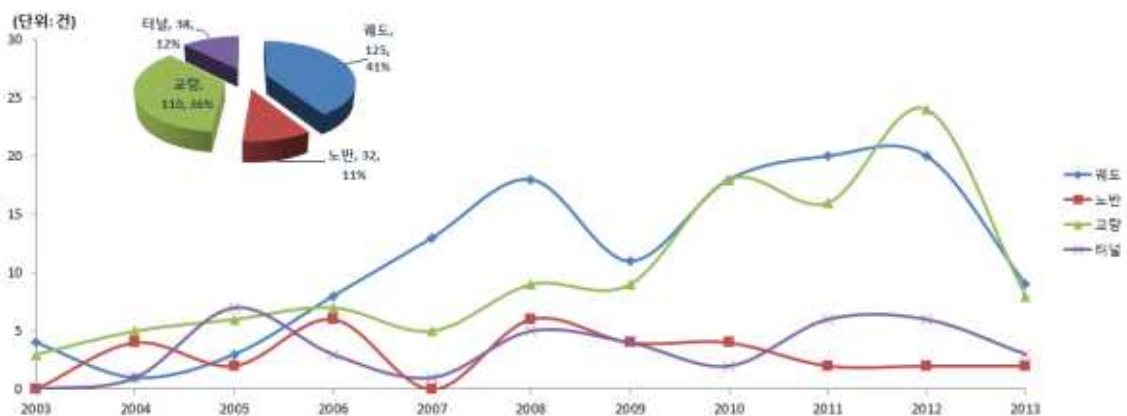
○ 국가별로 유럽 38%(117건), 중국 30%(92건), 한국 5%(14건), 미국 4%(12건), 일본 4%(12건)를 차지함



[그림 26] 최근 10년간 국가별 선로구축물분야 논문 게재 추이 및 비중

□ 선로구축물분야 중 궤도, 교량분야 비중이 높으며 궤도 노반분야 논문 산출은 지속적으로 증가하는 추세임

○ 선로구축물 분야 논문 중 세부기술분야별 비중은 궤도 41%(125건), 교량 36%(110건), 터널 12%(38건), 노반 11%(32건)임



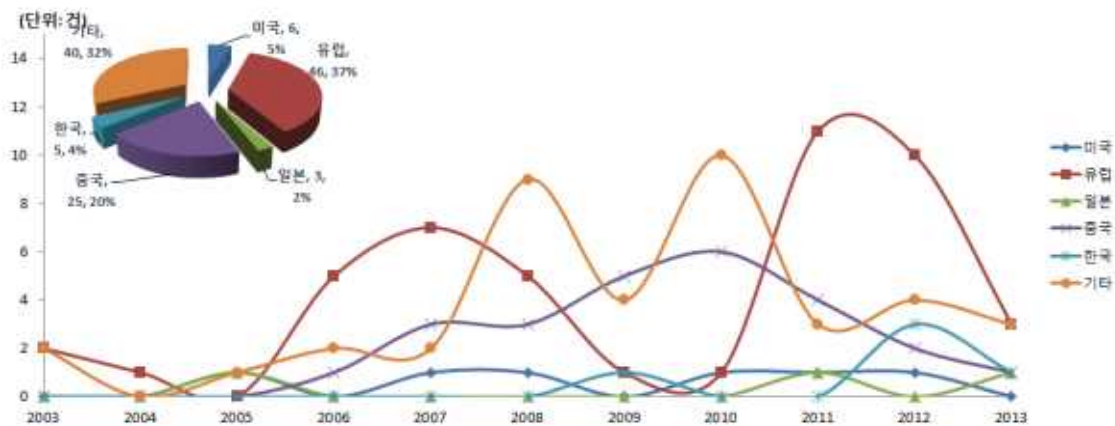
[그림 27] 최근 10년간 세부기술분야별 논문 게재 추이 및 비중

(가) 세부 기술분야별 논문동향

① 궤도

□ 궤도분야 논문은 유럽 및 중국 논문 비중이 높으며, 연도별 각국의 논문게재 추이가 등락을 보이거나 증가추세를 보임

- 국가별로 유럽 37%(46건), 중국 20%(25건), 한국 4%(5건), 미국 5%(6건), 일본 2%(3건)를 차지함



[그림 28] 국가별 궤도분야 논문 게재 추이 및 비중

□ 궤도분야 논문 중 피인용 횟수가 많은 상위 3개 논문은 차량-궤도, 궤도-노반간 상호작용 해석에 대한 논문임

논문명	Substructure simulation of inhomogeneous track and layered ground dynamic interaction under train passage		
기관	Okayama Univ Okayama University Dept Civil & Environm Engrn		
저자	Takemiya, H Bian, XC		
게재일	2005.07.01	피인용 횟수	43회
내용	<p>The vibrations in track and ground induced by train passages are investigated by the substructure method with due consideration to dynamic interaction between an inhomogeneous track system comprising continuous rails and discrete sleepers, and the underlying viscoelastic layered half space ground. Initially, the total system is divided into two separately formulated substructures, i.e., the track and the ground. The rail is described by introducing the Green function for an infinite long Euler beam both for moving axle loads action from a train and for reactions from sleepers. The ground is formulated by the layer transfer matrix approach for wave propagation along the depth. Subsequently, these substructures are integrated to meet the displacement compatibility and force equilibrium via inertia of sleepers and stiffness of railpad springs. The dynamic equations are solved in the frequency-wave-number domain by applying the Fourier transform procedure. Based on the assumption of a constant train speed, the time domain response is evaluated from the inverse Fourier transform computation. The dispersive characteristics of the layered ground and the moving axle loads lead to significantly different response features, depending on the train speed. The response</p>		

	is classified as quasistatic for a low speed, whereas it is dynamic for a high-speed situation. An illustrative case study is presented for Swedish X-2000 train track properties and ground profile.
출처	JOURNAL OF ENGINEERING MECHANICS-ASCE 131 (7): 699-711 JUL 2005

논문명	The control of ground-borne vibrations from railway traffic by means of continuous floating slabs		
기관	Catholic Univ Louvain KU Leuven Dept Civil Engn		
저자	Lombaert, G Degrande, G Vanhauwere, B Vandeborgh, B Francois, S		
게재일	2006. 11. 06	피인용 횟수	36회

내용	<p>This paper deals with the effectiveness of a floating slab track for the control of ground-borne vibrations generated by rail transportation systems. The effectiveness is studied by means of a three-dimensional numerical model for the prediction of railway induced vibrations that fully accounts for the interaction between the train, the track and the soil. The incorporation of a resilient mat in a slab track system results in a resonance phenomenon that is determined by the mass of the slab track and the resilience of the mat. At frequencies higher than the slab resonance frequency, the concrete slab uncouples from the underlying soil and the transfer of vibrations is reduced. The effective reduction in the free field, however, is highly dependent on the dynamic characteristics of the slab and the soil. In the case where the phase velocity of the bending waves in the slab is higher than the phase velocity of the Rayleigh waves in the soil, the radiation of waves into the free field is modified. As a result, the reduction of the free field vibrations depends on the angle between the track and the line between the source on the track and the receiver in the free field. In the case where the phase velocity of the bending waves in the slab is much lower than the phase velocity of the Rayleigh waves, a more uniform reduction of the free field response is obtained. (c) 2006 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>		
출처	JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION 297 (3-5): 946-961 NOV 6 2006		

논문명	Simulation of dynamic interaction between train and railway turnout		
기관	Chalmers Univ Technol Chalmers University of Technology Dept Appl Mech CHARMEC		
저자	Kassa, E Andersson, C Nielsen, JCO		
게재일	2006. 03. 01	피인용 횟수	31회

내용	<p>Dynamic train-track interaction is more complex in railway turnouts (switches and crossings) than that in ordinary tangent or curved tracks. Multiple contacts between wheel and rail are common, and severe impact loads with broad frequency contents are induced, when nominal wheel-rail contact conditions are disturbed because of the continuous variation in rail profiles and the discontinuities in the crossing panel. The absence of transition curves at the entry and exit of the turnout, and the cant deficiency, leads to large wheel-rail contact forces and passenger discomfort when the train is switching into the turnout track. Two alternative multibody system (MBS) models of dynamic interaction between train and a standard turnout design are developed. The first model is derived using a commercial MBS software. The second model is based on a multibody dynamics formulation, which may account for the structural flexibility of train and track components (based on finite element models and coordinate reduction methods). The variation in rail profile is accounted for by sampling the cross-section of each rail at several positions along the turnout. Contact between the back of the wheel flange and the check rail, when the wheelset is steered through the crossing, is considered. Good agreement in results from the two models is observed when the track model is taken as rigid.</p>		
출처	VEHICLE SYSTEM DYNAMICS 44 (3): 247-258 MAR 2006		

기술동향과 관련하여 궤도분야에서는 궤도 해석 및 설계분야 논문이 주로 게재되고 있음

- 궤도해석 및 설계 논문은 차량-궤도 상호작용해석 기술 논문이 주로 게재됨
 - 궤도해석 및 설계 논문은 전체 궤도 논문 125건 중 84건이며 이중 차량-궤도 상호작용과 동적거동해석관련 논문이 57건임

논문명	Using the Fourier-series approach to study interactions between moving wheels and a periodically supported rail		
기관	E China Jiaotong Univ Univ Southampton University of Southampton Civil Engrn Dept ISVR		
저자	Sheng, X Li, M Jones, CJC Thompson, DJ		
게재일	2007. 06. 20	피인용 횟수	11회
내용	<p>In this paper, the Fourier-series approach is employed to study wheel-rail interactions generated by a single, or multiple wheels moving at a constant speed along a railway track. This approach has been previously explored by other researchers and what is presented here is an improved version. In this approach, the track is represented by an infinitely long periodic structure with the period equal to the sleeper spacing and the vertical irregular profile (roughness) of the railhead is assumed to be periodic in the track direction with the period equal to the length of a number (integer), N, of sleeper bays. By assuming linear dynamics for the wheel/track system and for steady state, each wheel/rail force is a periodic function of time and can be expressed as a Fourier series. Fourier coefficients are then shown to be determined by solving, separately, N sets of linear algebraic equations. The coefficient matrix of each set of equations is independent of rail roughness and therefore this approach is particularly useful in modelling the generation and growth of rail roughness of short wavelengths. Excitation purely from the axle loads moving over the periodic track structure is realised by assuming a smooth railhead surface, and subsequently roughness equivalent to such an excitation is defined and evaluated. This equivalent roughness may, in addition to the actual rail roughness, be input into models in which the effect of moving axle loads has been excluded, so that the predictions from those models can be improved. Results are produced using the improved Fourier-series approach to investigate the effects of wheel speeds, roughness wavelengths and interactions between multiple wheels on wheel/rail contact forces. (C) 2007 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>		
출처	JOURNAL OF SOUND AND VIBRATION 303 (3-5): 873-894 JUN 20 2007		
논문명	Stability analysis of railway vehicles and its verification through field test data		
기관	Natl Taiwan Univ National Taiwan University Dept Mech Engrn		
저자	Fan, YT Wu, WFFan, YT Wu, WF		
게재일	2006. 05. 01	피인용 횟수	2회
내용	<p>Dynamic stability is one of the important performance indices of railway vehicles. In the present paper, a twenty-eight-degree-of-freedom dynamic model is proposed to study the response and stability of railway vehicles. Nonlinear quantities existing in the railway vehicle system such as conicity, track irregularity and contact force between the wheel and rail are considered. Numerical simulation is performed based on a type of vehicle currently operated by Taipei Rapid Transit Corporation along with different kinds of track irregularity as random inputs. The stability of the vehicle is discussed in detail and compared with other full-scale test data available. It is found that the simulation result is in good agreement with the test data. Both of them indicate the transverse acceleration of the bogie meets the required stability criteria set by authorities for mass rapid transit vehicle systems. With regard to the car-body, when the vehicle is operated below the speed of 148 km/h, the lateral throw of the car-body is found to be below the required level. To avoid flange contact, the lateral excursion of the wheel-set is examined as well. It is found that flange-rail contact will not occur very frequently for the studied vehicle when operated at its regular service speeds. It is concluded that the dynamic model is appropriate for the stability study of a railway vehicle, and the dynamic performance of the studied transit vehicle is quite good.</p>		
출처	JOURNAL OF THE CHINESE INSTITUTE OF ENGINEERS 29 (3): 493-505 MAY 2006		

논문명	Track Modulus Analysis of Railway Track System Using Finite Element Model		
기관	Indian Inst Technol Madras Indian Institute of Technology (IIT) Indian Institute of Technology (IIT) - Madras Dept Mech Engn		
저자	Babu, KG Sujatha, C		
계재일	2010. 09. 01	피인용 횟수	2회
내용	<p>With the development of ever faster trains, the problem of excessive ground vibrations has increased. Dealing with ground vibration from surface and underground trains is a challenging issue for the railway industry. In the present work, the analysis of a typical Indian railway track system has been done with special emphasis on “track modulus” for Prestressed Concrete (PSC) sleepers and Wooden (WOOD) sleepers. The track consists of two rails of standard length, rail pads and sleepers with constant sleeper spacing, ballast and subgrade covering the length of the rails as per the Indian Railways standards. Finite Element models have been developed for computer simulation of the dynamic behaviour of the railway track system for 52PSC, 60PSC, 52WOOD and 60WOOD track. In this model, subgrade, ballast and rail pad parameters have been considered for parametric analysis of the track modulus. Finally the track system is excited harmonically over a range of frequencies to predict the dynamic variation in the track modulus.</p>		
출처	JOURNAL OF VIBRATION AND CONTROL 16 (10): 1559-1574 SEP 2010		

※ 궤도 해석 및 설계분야 전체 논문은 [별첨] 참조

□ **궤도분야에서 고속궤도 증속에 따른 신규 궤도구성품 및 궤도구성품 해석 및 설계 논문이 지속 게재됨**

- 레일, 벨러스트궤도 등 신형식 궤도, 콘크리트 침목관련 해석 및 설계 논문은 26건임

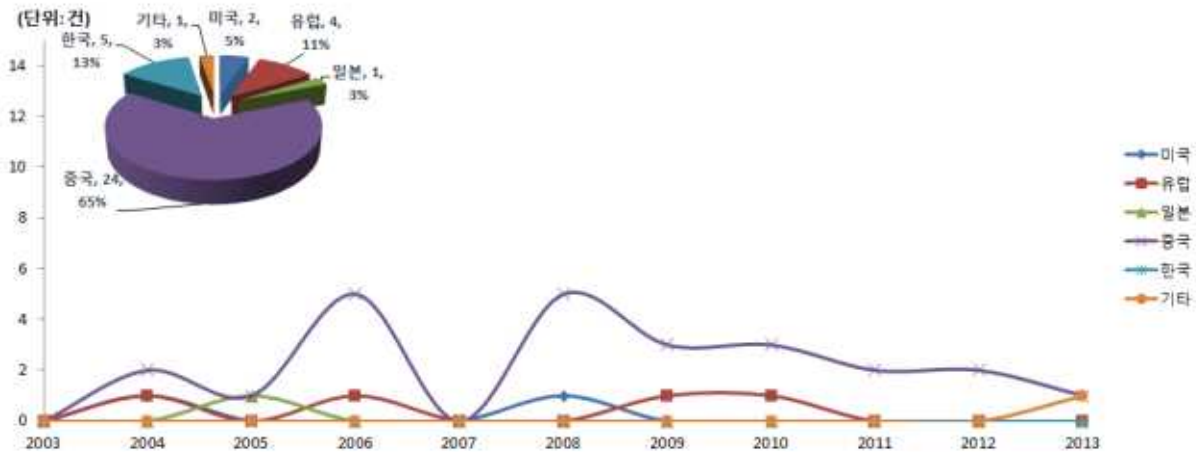
논문명	Field Investigation on Dynamics of Railway Track Pre-Stressed Concrete Sleepers		
기관	Iran Univ Sci & Technol Iran University Science & Technology Sch Railway Engn		
저자	Sadeghi, J		
게재일	2010. 02. 01	피인용 횟수	1회
내용	A comprehensive field investigation was made with the aim of achieving a better understanding of the dynamics of railway track pre-stressed concrete sleepers. Modal analysis and free decay method were used to determine the natural frequencies, model shapes and clamping of sleepers. The validity of the results is discussed by comparing the results obtained here with those available in the literature. In order to investigate the characteristics of the dynamics of the loads imposed on the sleepers, load cells were installed between the rail seat and the sleeper and beneath the sleeper, recording the interaction between both sleeper and rail, and sleeper and ballast. The loads transferred from the rail to the sleeper and from the sleeper to the ballast were measured as a function of train speed. The rail seat load and the contact pressure between the ballast and the sleepers versus train axle loads and train speeds were recorded. The effects of the sleeper supporting conditions on the sleeper dynamic behaviour were investigated. The ratios of the rail seat load and the ballast contact pressure to the wheel load were obtained from the analyses of the field test results. These ratios were used to calculate the dynamic impact factors and ballast-sleeper pressure distribution patterns required for the design of sleepers. The methods, the test procedures and the results are presented and discussed in this paper.		
출처	ADVANCES IN STRUCTURAL ENGINEERING 13 (1): 139-151 FEB 2010		

논문명	Dynamic comparison of different types of slab track and ballasted track using a flexible track model		
기관	Univ Basque Country University of Basque Country Dept Mech Engn		
저자	Blanco-Lorenzo, J Santamaria, J Vadillo, EG Oyarzabal, O		
게재일	2011. 11. 01	피인용 횟수	0회
내용	The dynamic performance of a ballasted track and three types of slab track is analysed and compared by means of a comprehensive dynamic model of the train-track system, generated using two commercial analysis software packages: the commercial multibody system (MBS) analysis software SIMPACK and the finite element method (FEM) analysis software NASTRAN. The use of a commercial MBS software makes it possible to include, in a reliable way, models of advanced non-linear wheel-rail contact as well as complex elements or joints in the vehicle model, while the FEM the flexibility of the rail and the slab to be taken into account. As a result, a combined MBS-FEM representation of the vehicle-track model is integrated into the MBS software, which allows for the study of dynamic phenomena in a wide frequency range. In this study, other simpler approaches for modelling the dynamic vehicle-track interaction are also considered, such as pure multibody or FE representations of the whole vehicle-track system. The quality of the results obtained with the different types of models used is analysed, and some conclusions are put forth regarding the possible validity of rather simple train-track interaction model types under certain conditions as well as the most suitable configuration of the most complex models.		
출처	PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART F-JOURNAL OF RAIL AND RAPID TRANSIT 225 (F6): 574-592 NOV 2011		

② 노반

□ 노반분야 논문은 중국 논문 비중이 가장 높음

- 국가별로 중국 65%(24건), 한국 13%(5건), 유럽 11%(4건), 미국 5%(2건), 일본 3%(1건)를 차지함



[그림 29] 국가별 노반분야 논문 게재 추이 및 비중

□ 노반분야 논문중 피인용 횟수가 많은 상위 3개 논문은 노반상태평가/모니터링, 노반상태 유지 및 보수기술에 대한 논문임

논문명	Application of the roadbed cooling approach in Qinghai-Tibet railway engineering		
기관	Chinese Acad Sci Chinese Academy of Sciences State Key Lab Frozen Soil Engrn Cold & Arid Reg Environm & Engrn Res Inst		
저자	Cheng, GD Sun, ZZ Niu, FJ		
게재일	2008. 08. 01	피인용 횟수	51회
내용	The Qinghai-Tibet Railway goes through 550 km of permafrost, half of which is classified as “warm” permafrost with a mean annual ground temperature ranging from 0 to - 1 degrees C. The Qinghai-Tibet Railway is a long-term plan. In order to maintain its normal operation, climatic changes over the next 50 to 100 years need to be considered. The passive method of simply increasing the thermal resistance by raising embankment height and using insulating materials has proven ineffective on “warm” permafrost and therefore cannot be used in the construction of Qinghai-Tibet Railway in “warm” and ice-rich permafrost area. To deal with the “warm” nature of the plateau permafrost and global warming, a series of proactive roadbed-cooling methods were employed, which include solar radiation control using shading boards, heat convection control using air ducts, thermosyphons, and air-cooled embankments, and finally heat conduction control using “thermal semi-conductor” materials. A proper combination of these measures can enhance the cooling effect. All these methods can be used to lower the ground temperature and to help stabilize the Qinghai-Tibet Railway. Especially, the air-cooled embankments have the advantages of high efficiency, ease of installation, environmental friendliness, and relative low cost. (c) 2007 Published by Elsevier B.V.		
출처	COLD REGIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY 53 (3): 241-258 AUG 2008		

논문명	Field experiment study on effects of duct-ventilated railway embankment on protecting the underlying permafrost		
기관	Chinese Acad Sci Chinese Academy of Sciences Univ Sci & Technol University of Science & Technology - China State Key Lab Frozen Soil Engn Cold & Arid Reg Environm & Engn Res Inst Engn Inst		
저자	Cheng, GD Sun, ZZ Niu, FJ		
계재일	2006. 09. 01	피인용 횟수	31회
내용	<p>Cooling principle is adopted in roadbed constructions in permafrost regions on the Qinghai-Tibet Plateau for protecting the underlying permafrost. One way is to use duct-ventilated embankment. Ground temperature data were collected along experimental embankments in Beiluhe section of the Qinghai-Tibet railway. Analyses of ground temperature changes and heat influx indicate that ventilation ducts effectively cool the soils surrounding the ducts in the embankment. Permafrost behavior beneath conventional embankment and test embankments with ducts installed at high and low positions was studied over 3 years. The permafrost under the conventional embankment and the duct at a high position in the embankment decreasingly absorbs heat during the period. The ground temperature of the permafrost under the conventional embankment rises and that under the duct at a high position embankment decreases slightly. The temperature of the permafrost under the duct at a low position decreased remarkably. These findings demonstrate that a ventilated embankment with a low position duct produces beneficial effects that actively cool the subgrade soils and keep the roadbed thermally stable. Accordingly, they were strongly recommended for use in the construction of embankments in the permafrost regions on the plateau. (c) 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.</p>		
출처	COLD REGIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY 45 (3): 178-192 SEP 200		

논문명	A roadbed cooling approach for the construction of Qinghai-Tibet Railway		
기관	Cold & Aris Reg Environm & Engn Res Inst State Key Lab Frozen Soil Engn		
저자	Cheng, GD		
계재일	2005. 07. 01	피인용 횟수	23회
내용	<p>Over one half of the permafrost along the Qinghai-Tibet Railway is “warm” and approximately 40% ice-rich. Under global warming, the construction of the Qinghai-Tibet Railway needs to consider climate changes over the next 50-100 years. Recent estimates indicate that the air temperature on the plateau will increase by 2.2-2.6 degrees C by 2050. Thus, the key to the success of the railway construction lies in preventing the permafrost underlying roadbeds from thawing. It has been more than 100 years since the first railway was built over permafrost. A frost damage ratio of greater than 30% has been reported for all the railroads built in permafrost regions. Based upon the experience and lessons learned from roadway constructions over permafrost, this paper proposes a more proactive design approach for the construction of the Qinghai-Tibet Railway. This approach focuses on cooling down the roadbed by lowering the ground temperature and is different from the passive method of preventing permafrost from thawing by simply increasing thermal resistance (e.g., increasing embankment height and using insulating materials). This “roadbed cooling” design approach is especially relevant to “warm” and ice-rich permafrost areas. A number of measures can be taken to cool down the roadbed, including proper selection of roadbed material and configurations to adjust solar radiation, heat convection, and heat conduction patterns in and/or around the roadbed. (c) 2005 Elsevier B.V. All rights reserved.</p>		
출처	COLD REGIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY 42 (2): 169-176 JUL 2005		

□ R&D동향에서와 같이 노반분야에서는 노반성능평가/모니터링 및 보강 공법 기술 논문이 게재됨

- 노반분야 논문 32건 중 노반/구조물 성능평가 및 모니터링 기술 논문은 13건이며 노반/구조물 보강공법 기술은 12건임

논문명	Review of Effectiveness and Costs of Strategies to Improve Roadbed Stability in Permafrost Regions		
기관	Univ Manitoba University of Manitoba Dept Civil Engr		
저자	Regehr, JD Milligan, CA Montufar, J Alfaro, M		
게재일	2013. 09. 01	피인용 횟수	0회
내용	This paper reviews the effectiveness and costs of strategies to improve roadbed stability in permafrost regions, based on a synthesis of literature findings. Roadbeds in permafrost regions experience instability when the embankment loading and its heat absorption properties degrade the permafrost foundation. A variety of engineering strategies are used to mitigate this effect. The review summarizes the rationale, effectiveness, and costs of four types of strategies, namely those that control roadbed thawing, cool the roadbed, insulate the roadbed, and reduce roadbed fill weight. The literature reveals that strategies to control roadbed thawing, insulate the roadbed, or reduce roadbed fill weight do not reverse the long-term degradation of permafrost foundations. Strategies that cool the roadbed by implementing air convection embankments, ventilation ducts, thermosiphons, heat drains, or combinations of these are effective in reducing embankment temperatures and stabilizing the roadbed. Costs vary by geographic and climatic conditions and the proximity of materials to the construction site. Reported data suggest that conducting normal maintenance is less expensive than implementing roadbed cooling strategies, but maintaining serviceability may not be feasible.		
출처	JOURNAL OF COLD REGIONS ENGINEERING 27 (3): 109-131 SEP 1 2013		

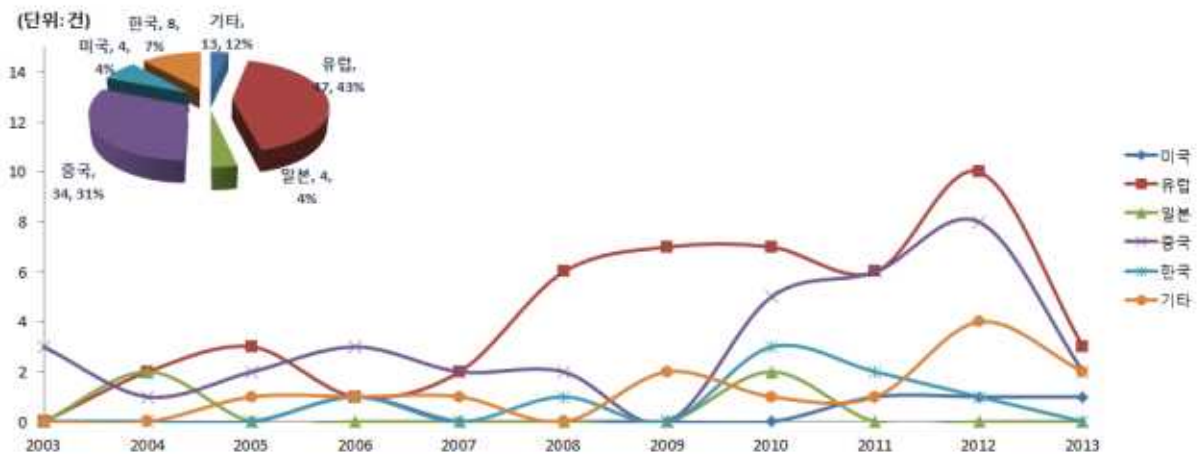
논문명	Monitoring study on the boundary thermal conditions of duct-ventilated embankment in permafrost regions		
기관	Chinese Acad Sci Chinese Academy of Sciences First Highway Design & Res Inst State Key Lab Frozen Soil Engr Cold & Arid Reg Environm & Engr Res Inst Cold Reg Rd Engr Lab		
저자	Niu, FJ Liu, XF Wei, M Wu, QB Jian, X		
게재일	2008. 08. 01	피인용 횟수	13회
내용	Duct-ventilated embankment is a roadbed construction method for cooling the underlying soils in permafrost regions. However, numerical simulation methods to predict the long-term permafrost-protecting effectiveness of the roadbed encounter difficulties in selecting boundary conditions, because no monitored data has been collected. In this paper, based on monitored data of field experimental embankments in the Beiluhe section of the Qinghai-Tibet Railway, air temperatures in the ducts and the walls were analyzed and simulated. The results indicated that the annual air temperatures in the ducts were higher than the environmental air temperature by a value of 1.6 to 1.8 degrees C. This value was less than 1.0 degrees C in thawing periods and 2.0 degrees C in freezing periods. On the embankment, the ground temperature at a depth of 0.5 m was higher on south-facing slopes than on north-facing slopes, with a value of 3.5 to 5.5 degrees C. The monitored data showed that the natural ground surface temperature was about 2.5 degrees C higher and the embankment surface temperature was 4.0 degrees C higher than the environmental air temperature, indicating that some values used in previous numerical analyses of surface temperature of the natural ground and embankment were reasonable. To better predict the long-time effect of duct-ventilated embankment on the underlying frozen soils, a physical model and the relative boundary conditions need to be incorporated into numerical analyses. (C) 2007 Elsevier B.V All rights reserved.		
출처	COLD REGIONS SCIENCE AND TECHNOLOGY 53 (3): 305-316 AUG 2008		

※ 노반성능평가 및 모니터링분야 전체 논문은 [별첨] 참조

③ 교량

□ 교량분야 논문은 유럽 및 중국 논문 비중이 높으며, 연도별 각국의 논문게재 수는 증가추세임

○ 국가별로 유럽 43%(47건), 중국 31%(34건), 한국 7%(8건), 미국 4%(4건), 일본 4%(4건)를 차지함



[그림 30] 국가별 교량분야 논문 게재 추이 및 비중

□ 교량분야 논문 중 피인용 횟수가 많은 상위 3개 논문은 교량해석 및 설계기술에 대한 논문임

○ 해당 논문은 특수철도교량의 상태평가, 교량의 동적 안전성 평가, 내진/내풍 영향평가 및 설계기술관련 논문임

논문명	Fiber Bragg grating sensors for structural health monitoring of Tsing Ma bridge: Background and experimental observation		
기관	Hong Kong Polytech Univ Hong Kong Polytechnic University TNO Netherlands Organization Applied Science Research Changjiang River Sci Res Inst Dept Civil & Struct Engn Dept Elect Engn Photon Res Ctr TPD Blasting & Vibrat Dept		
저자	Chan, THT Yu, L Tam, HY Ni, YQ Chung, WH Cheng, LK		
게재일	2006. 04. 01	피인용 횟수	72회
내용	The rapid expansion of the optical fiber telecommunication industry due to the explosion of the Internet has substantially driven down the cost of optical components, making fiber optic sensors more economically viable. In addition, the rapid development of fiber-optic sensors, particularly the fiber Bragg grating (FBG) sensors offers many advantages and capability that could not be achieved otherwise. In the past few years, fiber Bragg grating sensors have attracted a lot of interest and they are being used in numerous applications. This paper		

	describes the FBG sensors developed for structural health monitoring, and were installed on Hong Kong's landmark Tsing Ma bridge (TMB), which is the world longest (1377 m) suspension bridge that carried both railway and regular road traffic. Forty FBG sensors divided into three arrays were installed on the hanger cable, rocker bearing and truss girders of the TMB. The objectives of the study are to investigate the feasibility of using the developed FBG sensors for structural health monitoring, via monitoring the strain of different parts of the TMB under both the railway and highway loads as well as comparing the FBG sensors' performance with the conventional structural health monitoring system - Wind and Structural Health Monitoring System (WASHMS) that has been operating at TMB since the bridge's commissioning in May 1997. The experimental observations in this project show that the results using FBG sensors were in excellent agreement with those acquired by WASHMS. (C) 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	ENGINEERING STRUCTURES 28 (5): 648-659 APR 200		

논문명	Dynamic analysis of railway bridge under high-speed trains		
기관	Beijing Jiaotong Univ Beijing Jiaotong University Sch Civil Engn & Architecture		
저자	Xia, H Zhang, N		
계재일	2005. 09. 01	피인용 횟수	36회
내용	The dynamic interaction between high-speed train and bridge is studied by theoretical analysis and field experiment. A computational model of train-bridge system is established. Each vehicle is described by 27 degrees of freedom. The bridge is modeled by modal superposition technique. The measured track irregularities are taken as the system excitation. The whole histories of the China-Star high-speed train running through a bridge with 24 m-span PC box girders on the Qin-Shen Special Passenger Railway in China are simulated. The dynamic responses of the bridge such as dynamic deflections, lateral amplitudes, lateral and vertical accelerations, lateral pier amplitudes, and the vehicle responses such as derail factors, offload factors, wheel/rail forces and car-body accelerations are calculated. The proposed analysis model and the solution method are verified through the comparison between the calculated results and the in situ measured data. (c) 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved.		
출처	COMPUTERS & STRUCTURES 83 (23-24): 1891-1901 SEP 2005		

논문명	Vibration of coupled train and cable-stayed bridge systems in cross winds		
기관	Hong Kong Polytech Univ Hong Kong Polytechnic University No Jiaotong Univ Beijing Jiaotong University Dept Civil & Struct Engn Sch Civil Engn		
저자	Xu, YL Zhang, N Xia, H		
계재일	2004. 08. 01	피인용 횟수	28회
내용	This paper presents a framework for performing dynamic analysis of coupled train and cable-stayed bridge systems in cross winds. A three-dimensional finite element model is used to represent a long span cable-stayed bridge with a highway at the upper level and two railway tracks at the lower level of the bridge deck. Wind forces acting on the bridge, including both buffeting and self-excited forces, are generated in the time domain using a fast spectral representation method and measured aerodynamic coefficients and flutter derivatives. Each 4-axle vehicle in a train is modeled by a 27-degrees-of-freedom dynamic system. Wind forces acting on the train, including both steady and unsteady aerodynamic forces, are simulated in the time domain, taking into account the effects of vehicle speed and the spatial correlation with wind forces on the bridge. The dynamic interaction between the bridge and train is realized through the contact forces between the wheels and track with track irregularities and wheel hunting included. The proposed framework is then applied to a real long span cable-stayed bridge with a train consisting of two locomotives and 10 passenger coaches in cross winds. The results demonstrate that the proposed framework and the associated computer program can efficiently predict the dynamic response of coupled train and cable-stayed		

	bridge systems subjected to cross winds. (C) 2004 Elsevier Ltd. All rights reserved.
출처	ENGINEERING STRUCTURES 26 (10): 1389-1406 AUG 2004

□ 교량분야에서는 R&D동향과 마찬가지로 동적안정성 평가 및 해석 기술 논문이 주로 산출됨

- 교량분야 논문 110건 중 교량 해석 및 설계논문은 97건이며, 이 중, 교량의 동적 안정성 평가 논문은 62건임

논문명	Assignment of structural behaviours in long-term monitoring: Application to a strengthened railway bridge		
기관	SETRA Univ Ouro Preto Universidade Federal de Ouro Preto Tech Ctr Bridges & Struct Dept Civil Engn		
저자	Cury, A Cremona, C		
계재일	2012. 07. 01	피인용 횟수	0회
내용	Novelty detection, the identification of data that is unusual or different, is relevant in a wide number of real-world scenarios, ranging from identifying unusual weather conditions to detecting evidence of damage in mechanical systems. Using novelty detection approaches for structural health monitoring presents significant challenges to the non-expert user. In this article, symbolic data analysis is introduced to model variability in tests. Hierarchy-divisive methods and dynamic clouds procedures are then used to discriminate structural changes used as novelty detection approaches for classifying structural behaviours. This article reports the study of experimental tests performed on a railway bridge in France. This bridge has undergone reinforcement works during the summer of 2003. Through the years of 2004-2006, new sets of dynamic tests were recorded. The main objective was to analyse the evolution of the bridge's dynamic behaviour over time. To this end, the symbolic data analysis-based clustering methods are used for assigning new tests to clusters identified before and after strengthening or to highlight a totally different structural behaviour.		
출처	STRUCTURAL HEALTH MONITORING-AN INTERNATIONAL JOURNAL 11 (4): 422-441 JUL 2012		

논문명	Application of the structural articulation method to dynamic impact loading of railway bridges - a case study		
기관	Kansai Univ Kansai University Dept Civil Engn Kyobashi Construct Co Ltd JR W Japan Consultants Co Ltd Nankai Elect Railway Co Ltd Dept Informat Lehigh Univ Lehigh University ATLSS Ctr Dept Civil & Environm Engn Univ Colorado University of Colorado Boulder University of Colorado System Dept Civil Environm & Architectural Engn		
저자	Sakano, M Namiki, H Yajima, S Koide, Y Furuta, H Frangopol, DM		
계재일	2010. 11. 01	피인용 횟수	0회
내용	Steel cables and tendons are commonly used in reinforcing steel beams as well as in concrete beams. However, the structural detail of cable anchors in steel beams tends to be complicated, and the effect on reducing live load stresses is not significant because of the relatively small stiffness of cables and tendons. On the contrary, by using high strength steel plates instead of cables and tendons, structural detail of the anchor area becomes simpler, and live load stresses as well as dead load stresses can be reduced in steel beams because of the relatively large stiffness of steel plates. In this study, the steel plate prestressing method is applied to beam specimens and intermediate floor beams of a steel railway through girder bridge. The behavior of the reinforcing steel plates and reinforced steel beams is monitored during prestressing and live loading, in order to assess the effects of prestressing and reinforcement. The study confirmed that these effects are beneficial to the performance of		

	steel railway floor beams.		
출처	JOURNAL OF BRIDGE ENGINEERING 11 (6): 681-687 NOV-DEC 2006		
논문명	Dynamic analysis of railway bridge under high-speed trains		
기관	Beijing Jiaotong Univ Beijing Jiaotong University Sch Civil Engrn & Architecture		
저자	Xia, H Zhang, N		
게재일	2005. 09. 01	피인용 횟수	36회
내용	<p>The dynamic interaction between high-speed train and bridge is studied by theoretical analysis and field experiment. A computational model of train-bridge system is established. Each vehicle is described by 27 degrees of freedom. The bridge is modeled by modal superposition technique. The measured track irregularities are taken as the system excitation. The whole histories of the China-Star high-speed train running through a bridge with 24 m-span PC box girders on the Qin-Shen Special Passenger Railway in China are simulated. The dynamic responses of the bridge such as dynamic deflections, lateral amplitudes, lateral and vertical accelerations, lateral pier amplitudes, and the vehicle responses such as derail factors, offload factors, wheel/rail forces and car-body accelerations are calculated. The proposed analysis model and the solution method are verified through the comparison between the calculated results and the in situ measured data. (c) 2005 Elsevier Ltd. All rights reserved.</p>		
출처	COMPUTERS & STRUCTURES 83 (23-24): 1891-1901 SEP 2005		

※ 교량 해석 및 설계분야 전체 논문은 [별첨] 참조

라. 기술 예측/수준 분석

(1) 기술예측

(가) 기술적/사회적 실현시기

□ 기술예측 조사결과 예측기술의 기술적 실현이 이루어진 후 사회경제적으로 실현되기까지는 약 2년 이상 소요되는 것으로 나타남

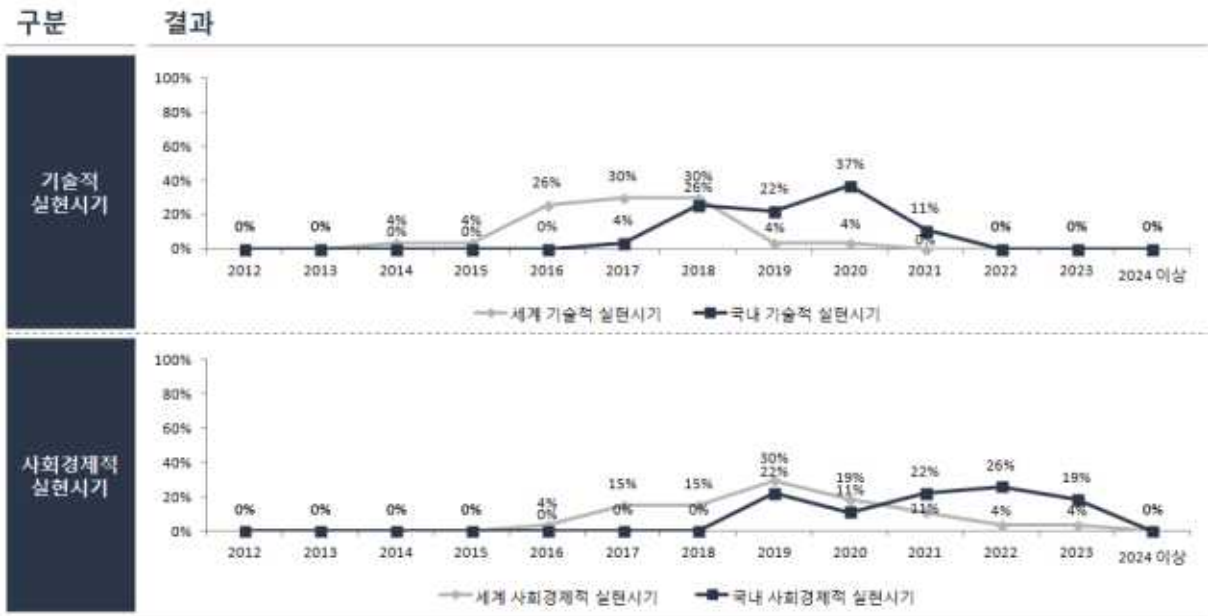
- 세계 기술적 실현시기는 2018년(41%), 국내는 2019년(32%)에 집중되어 약 1년 정도 차이를 보임
- 세계 사회경제적 실현시기는 2019~2020년(58%) 전후로 나타나며, 국내는 2021년(27%) 전후로 나타남



[그림 31] 기술적/사회경제적 실현시기

□ 선로구축물분야 기술예측 조사결과 세계와 국내 실현시기 차이는 약 3년 이상으로 나타남

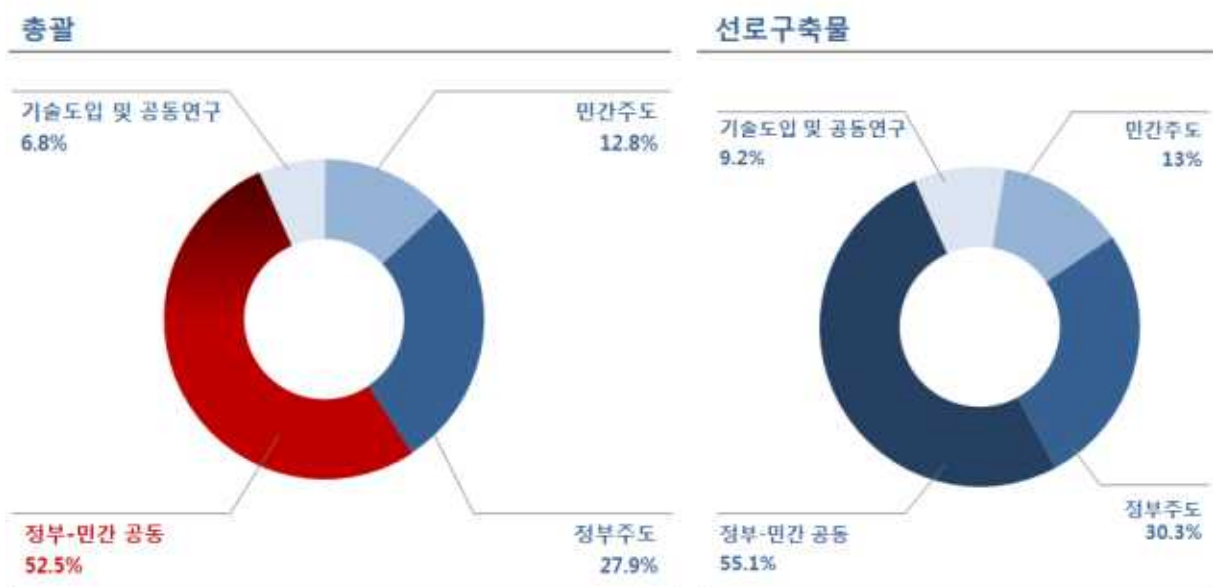
- 세계 기술적 실현시기는 2017~2018년(60%), 국내는 2020년(37%) 전후로 나타남
- 세계 사회경제적 실현시기는 2019년(30%), 국내는 2022년(26%) 전후로 나타남



[그림 32] 선로구축물분야 기술적/사회경제적 실현시기

(나) 기술획득방식 및 정부개입 필요성

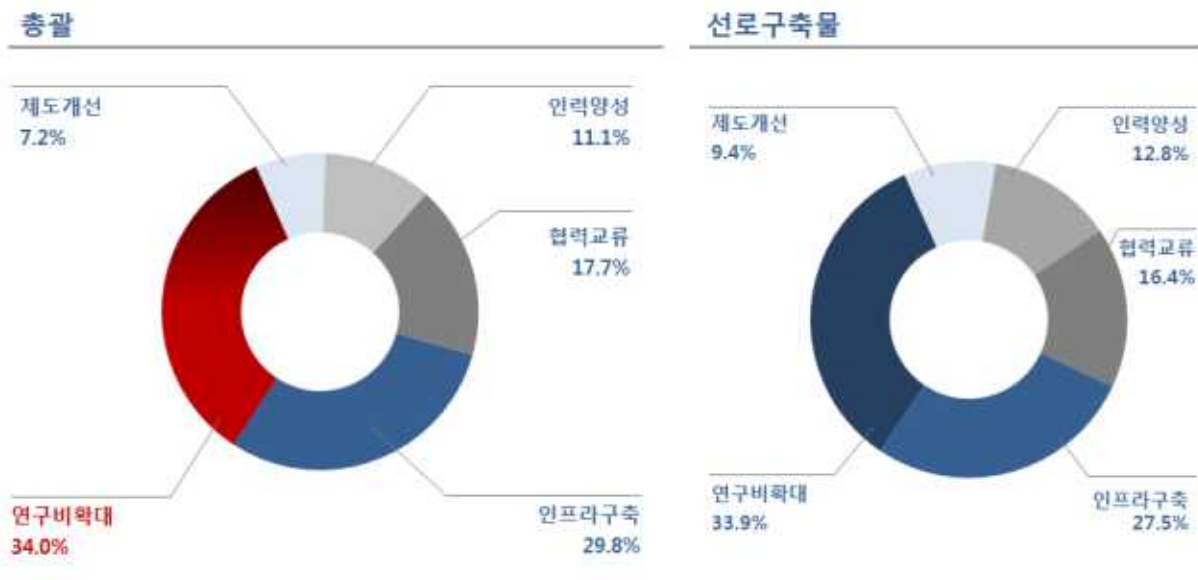
- 기술획득 방식으로 정부-민간 공동(52.5%)연구가 필요한 것으로 나타났으며 정부개입의 필요성은 3.6으로 비교적 높은 수준으로 나타남
- 선로구축물 분야는 정부-민간 공동 연구가 높게 나타났으며(51.2%), 정부개입의 필요성은 3.4점으로 나타남



[그림 33] 기술획득방식 결과

(다) 정부시행방안

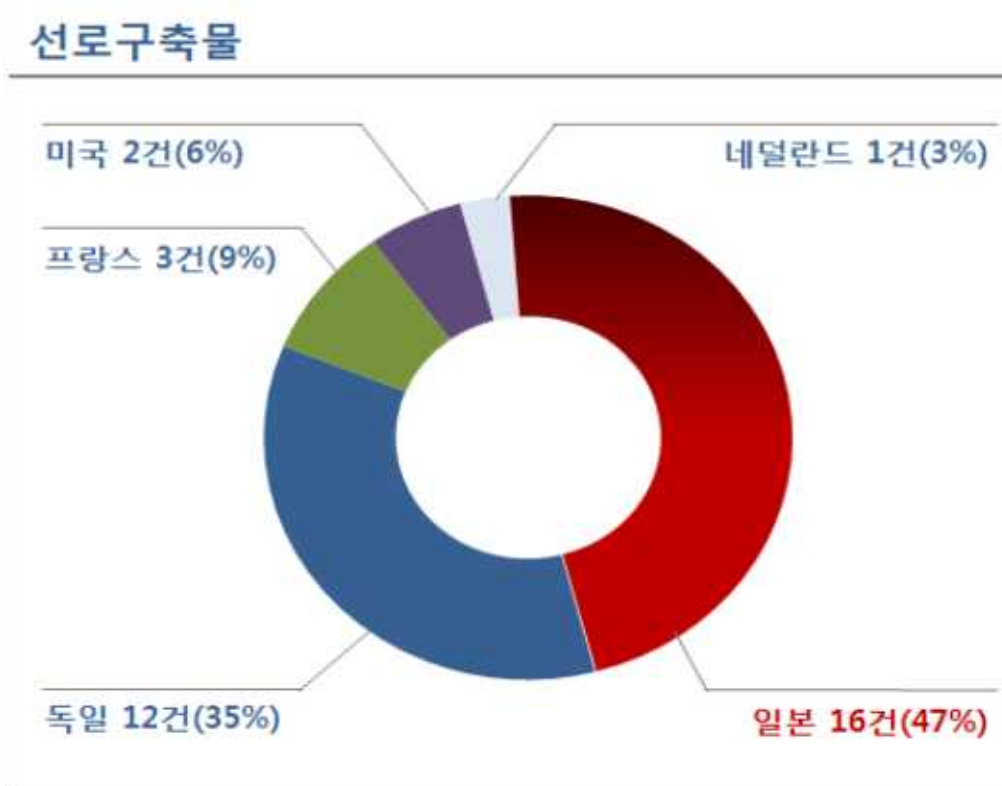
- 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야할 방안은 연구비 확대인 것으로 나타남
 - 선로구축물 분야는 연구비 확대(33.9%), 인프라구축(27.5%) 비중이 높게 나타남



[그림 34] 정부시행방안 결과

(라) 최고기술 보유국

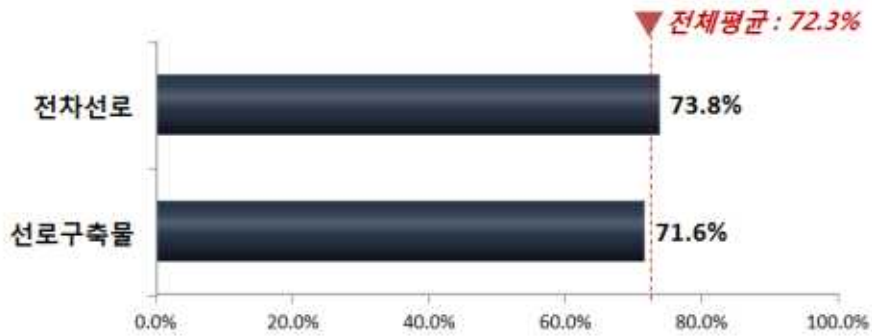
- 선로구축물, 전차선로 분야 최고기술보유국을 조사한 결과 일본의 비중이 가장 높게 나타남
 - 선로구축물 분야는 일본(47%), 독일(35%)의 순으로 나타남



[그림 35] 최고기술보유국 현황

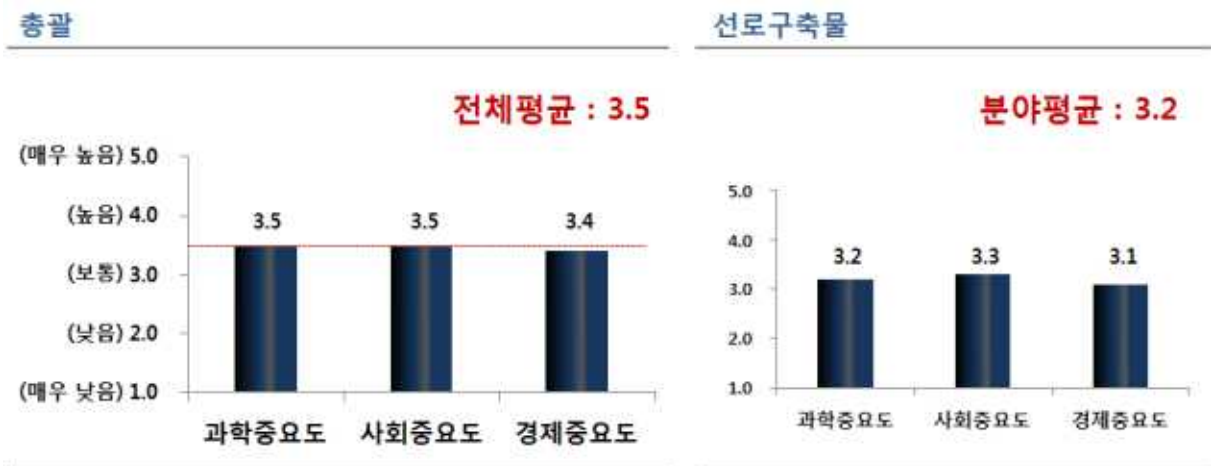
(마) 기술수준 및 중요도

- 최고기술보유국 기술수준(100%) 대비 조사대상기술의 국내 기술수준 평균은 72.3%로 나타남
 - 선로구축물분야 기술수준 평균은 71.6%로 전체평균 72.3%보다 약 0.7% 낮음



[그림 36] 분야별 국내 기술수준

- 미래사회의 중요도 평균은 3.5점(보통~높음)으로 나타남
 - 선로구축물 분야의 중요도 평균은 3.2점으로 나타났으며, 특히 사회공공적 중요도가 높게 나타남



[그림 37] 미래사회에서의 중요도

마. 국내외 기술동향 시사점

(1) 선로구축물 분야

- 국내외 선로구축물분야 R&D 동향, 특허동향, 논문동향의 주요내용을 기초로 도출한 시사점은 다음과 같음
 - 차량-선로구축물간 인터페이스 기술수준 미흡
 - 성능기반 설계기술 미흡
 - 친환경 고속철도기술 미흡
 - 신형식 선로구축물, 신소재 등 첨단 기술개발 필요
 - 선로구축물 기준 구체화를 통한 경제성 확보미흡
 - 유럽은 선로구축물 해석 설계논문 게재 활발
 - 중국은 선로구축물 시공특허/논문 산출 활발

구분	주요내용	시사점
R&D 동향	고속철도 증속 시, 단계적 개축, 모니터링을 통한 정량적 성능검증 추진	차량-선로구축물간 인터페이스 기술수준 미흡
	노반 건설사양 및 기준 구체화를 통한 경제적 철도인프라 건설 추진	성능기반 선로구축물 설계기술 미흡
	성능기반 선로구축물 설계를 통한 고속철도 인프라 신뢰성 제고	친환경 고속 철도기술 미흡
	환경소음 저감, 승차감 제고를 위한 기술 확보	신형식 선로구축물, 신소재 등 첨단 기술개발 필요
특허 동향	차량-선로구축물간 동적거동 모니터링 및 해석기술 개발(신형식 교량 포함)	선로구축물 기준 구체화를 통한 경제성 확보 미흡
	노반/터널 첨단시공기술 및 신속 보강기술 개발	유럽은 선로구축물 해석/설계 논문게재 활발
논문 동향	신형식 궤도/신규 궤도구성용 개발	중국은 선로구축물 시공 특허/논문 산출 활발
	차량-선로구축물간 동적거동/결함 검측 모니터링 및 안정성평가 개발 (광학/레이저 등 비파괴 모니터링 기법 포함)	

[그림 38] 선로구축물분야 국내외 기술동향 및 주요 이슈

Ⅲ. 비전/목표 및 중점추진분야 도출

1. 사업추진방향

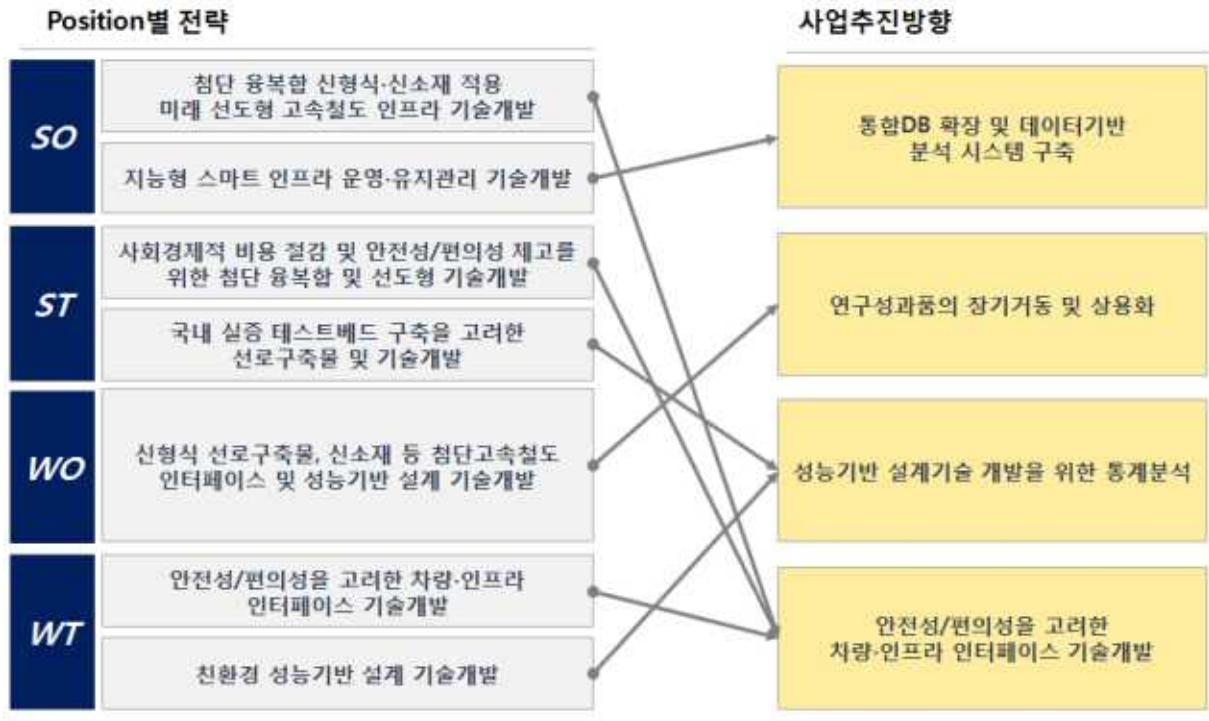
- 정책/시장/기술동향 분석 시사점을 내부환경요인(S/W), 외부환경요인(O/T)로 구분하여 SWOT분석 수행

내부환경분석	【 강 점(S) 】 <ul style="list-style-type: none"> ▪ [T] 400Km/h 대응 고속철도 인프라 기술개발 추진 ▪ [T] HEMU-430 실용화 및 500Km/h급 초고속 철도 개발 추진 ▪ [P] 첨단 융복합/선도형 기술개발의 정책적 추진의지 ▪ [M] 국내 고속철도 건설수요 확인 	【 약 점(W) 】 <ul style="list-style-type: none"> ▪ [T] 차량선로구축물 인터페이스 기술 수준 미흡 ▪ [T] 성능기반 선로구축물 설계기술 미흡 ▪ [T] 친환경 고속 철도기술 미흡 ▪ [T] 선로구축물 기준 구체화를 통한 경제성 확보 미흡
	【 기 회(O) 】 <ul style="list-style-type: none"> ▪ [M] 신흥국 포함 고속철도 건설시장 지속 확대 전망 ▪ [M] 해외 고속철도 시장에서 증속에 대한 수요 지속 ▪ [M] 해외 궤도유지관리 및 전철화 시장 유망 ▪ [T] 신형식 선로구축물, 신소재 등 첨단고속철도 기술개발 필요 	【 위 험(T) 】 <ul style="list-style-type: none"> ▪ [P] 유럽, 일본 등 철도 선진국은 최근 지속 가능성/친환경화 정책 추진 ▪ [P] 국내외에서 사회경제적 비용절감 및 안전성/편의성 제고가 철도 정책 이슈로 대두 ▪ [T] 유럽은 선로구축물 해석/설계 논문게재 활발 ▪ [T] 중국은 선로구축물 시공 특허/논문 산출 활발

SO 전략 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 첨단 융복합 신형식·신소재 적용 미래 선도형 고속철도 인프라 기술개발 ▪ 지능형 스마트 인프라 운영·유지관리 기술개발 	WO 전략 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 신형식 선로구축물, 신소재 등 첨단고속철도 인터페이스 및 성능기반 설계기술개발
ST 전략 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 사회경제적 비용 절감 및 안전성/편의성 제고를 위한 첨단 융복합 및 선도형 기술개발 ▪ 국내 실증 테스트베드 구축을 고려한 선로구축물 기술개발 	WT 전략 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 안전성/편의성을 고려한 차량-인프라 인터페이스 기술 개발 ▪ 친환경 성능기반 설계기술 개발

[T] 기술동향, [M] 시장동향, [P] 정책동향

□ SWOT분석의 Position별 전략에서 사업추진방향을 도출



[그림 39] 사업추진방향 도출

(1) 호남 테스트베드 데이터 기반 DB 및 기술선도형 선로구축물 핵심기술

□ 호남고속철도 테스트베드 DB 확장 및 데이터 기반의 통합분석 시스템
구축 기술이 요구됨

- 해외에서는 새로운 형식 및 소재가 적용된 궤도 및 구성품 등에 대한 니즈에 따라 관련 논문활동이 활발하게 이루어지고 있음
- 정부에서는 첨단 융복합 기술 및 선도형 기술개발에 대한 정책적 추진의지를 표명함
- 400km/h급 고속철도 증속단계에서 수집된 정보와 운영되고 있는 인프라 시설물에 대한 장기거동을 체계적으로 정보를 구축하고 분석하여 유지보수 이력관리, 궤도설계평가, 궤도해석기술의 신뢰도 향상이 요구됨.

(2) 테스트베드 구축된 연구성과품의 실용화 및 상용화 전략

- 400km/h 최고속도에서 개발된 성과품의 장기적 성능검증이 요구되며, 300km/h 운영속도에서의 성과품의 성능 확보와 비용 저감을 위한 전략을 수립하여 철도신기술 분야 확대 필요
 - 400km/h 속도증가에 따른 환경소음 저감을 위한 상단장치와 흡음블럭의 장기적 성능을 검증하여 개발품의 신뢰성 확보하여 해외시장 진출
 - 환경저감장치의 시장경쟁력과 적용성 확대를 위한 데이터 축적 필요
 - 300km/h 운행속도 이상의 속도대역에서의 구축된 연구성과품의 장기 성능 검증 및 비용저감을 통해 실용화 전략수립

(3) 성능설계를 위한 기반연구

- 유럽, 일본 등 철도선진국은 최근 지속가능성/친환경화 정책을 추진하고 있으나, 국내 친환경 고속 철도기술 및 성능기반 선로구축물 설계 기술은 미흡
 - 해외 고속철도 선로구축물 설계법은 성능기반 설계법을 적용하는 반면 국내 고속철도 궤도/노반/교량/터널 설계기법은 사양중심 설계법, 허용응력 설계법을 적용하고 있음. 성능기반 설계법을 위해서는 모니터링 데이터의 축적과 통계 분석할 수 있는 수준의 데이터 확보가 필수적임.
 - 국내 개발된 차량과 선로구축물과의 상호연계된 정보와 연약지반의 잔류침하개소 등 특이개소에 대한 정보 수집

(4) 안전성/편의성을 고려한 차량-인프라 인터페이스 기술 개발

- 차량과 인프라 시설물은 상호간에 영향을 미치며, 이를 고려하여 안전성과 편의성을 위한 인터페이스 기술 개발 필요
 - 차량의 고속 운행에 따라 열차 하중과 운행 특성이 궤도-차륜, 노반 등 차량과 인접한 인프라 시설물에 영향을 미침

- 인프라 시스템의 안정성 및 신뢰성을 확보하기 위해서는 차량-인프라 인터페이스에서 지속적인 성능 평가 및 검증이 필요하며 2단계에서는 연속데이터 처리방식을 적용하여 지상구간과의 동기화시스템과 안전기준과의 연계 방안을 수립하여 분석기법의 고도화
- 운행속도 증속을 위한 더 높은 안전성이 요구되며 조기에 문제점을 발견할 수 있는 평가시스템 및 해석예측기술의 고도화 연구필요

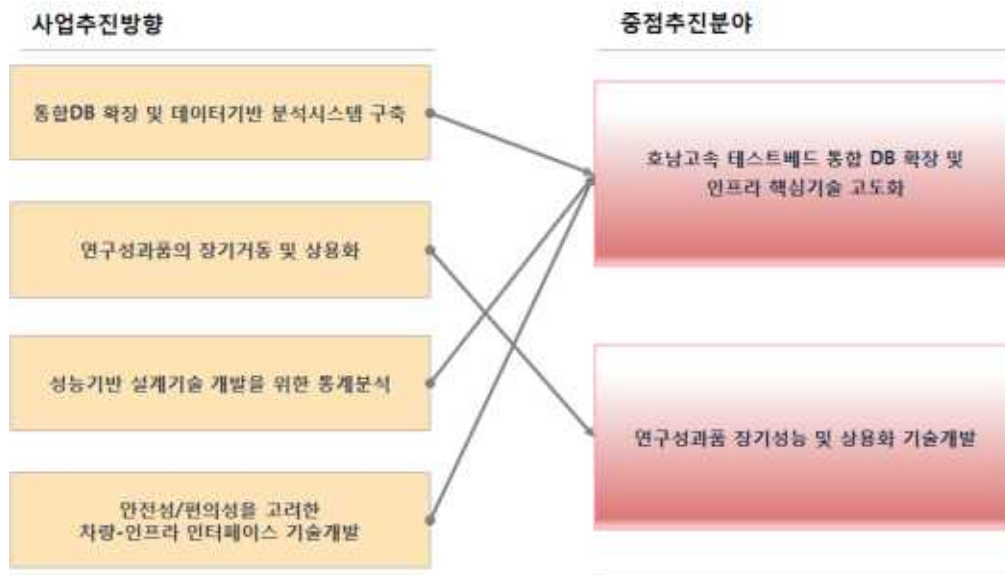
2. 비전 및 목표

- 고속철도 인프라 기술 Global Leader를 동 연구개발사업의 비전으로 설정
 - 400km/h 고속철도의 인프라 시범적용기술을 확장과 체계화를 통해 고속철도 차량과 선로구축물 핵심기술 확보
 - 400km/h 고속대역에서 개발된 연구성과품의 장기성능 검증 및 비용저감을 통한 상용화 전략을 통해 경쟁력 확보
- 비전 달성을 위한 동 연구개발사업의 목표는 고속철도 인프라 선로융합 기술 개발 및 실증임
 - 인프라 시스템 설계핵심기술과 핵심소재기술을 확장하고 고도화하여 실제 현장에 적용 가능하도록 개발하여 실증하는 것이 동 연구개발사업의 궁극적인 목표임



[그림 40] 비전 및 목표

- 목표 달성을 위한 4대 중점추진분야는 동 연구개발사업의 3대 사업추진 방향으로부터 도출되었음



[그림 41] 사업추진방향에 따른 중점추진분야 도출

3. 중점추진분야

(1) 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화

(정의) 고속철도 운행 시 성능안정화/신뢰성 확보를 위한 선로구축물 모니터링 확보 및 Test-Bed 통합 DB구축/운영

- 호남고속철도 테스트베드 DB확장 및 데이터 기반 분석 시스템 구축
- 연약지반 잔류침하량 예측 및 차량-선로구축물 상호작용해석기법의 고도화

(목표) 성능기반 설계를 위한 모니터링 DB 확장 및 통합, 인프라핵심 기술 및 해석고도화기술

(2) 연구성과품 장기성능 및 상용화 기술개발

(정의) 400km/h 연구성과품의 장기성능 검증 및 상용화를 위한 전략

(목표) 장기성능검증과 비용저감을 통한 연구성과품의 상용화 및 확장 연구수립

IV. 기술개발과제 도출

1. 개요

- 기술개발과제 도출은 기술수요조사, 기술수준/예측조사, 과제화, 중복성 검토, 시급성평가의 5단계로 구성



[그림 42] 기술개발과제 도출 프로세스

- 연구성과품 장기성능 및 상용화 기술개발 중점추진분야는 개발품의 상용화를 목표로 과제추진
 - 환경소음저감장치로 개발된 방음벽상단장치와 흡음블럭 분야는 장기성능을 검증하여 안정성을 확보하고 신기술 분야로 확대하고 상용화를 목표로 2단계분야에서 과제로 추진함.
 - 추진방향은 시장경쟁력과 해외시장을 진출을 위한 방안을 수립하여 국가 철도 경쟁력을 확보

2. 중점추진분야 기술수요조사

가. 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화

□ 고속철도 선로구축물 분야 전문가 1,886명을 대상으로 수요조사서 발송

○ 조사기간 : 2013년 7월 29일 ~ 2013년 8월 30일

○ 조사방법 : E-mail을 활용한 전자설문

○ 회수건수 : 39건

□ 수요조사 응답은 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심 기술 고도화 분야가 19건(49%)로 가장 많으며, 응답 기관별로는 모든 분야에서 연구소의 수요가 많은 것으로 나타남

○ 증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발분야 수요조사 응답 건수 총 19건 중 연구소의 응답건수는 8건(42%)으로 가장 많았으며, 이어 기업과 대학에서 각각 6건(32%), 5건(26%)을 응답

○ 차세대 인프라 핵심소재 기술분야 수요조사 응답건수 총 9건 중 연구소의 응답건수는 6건(67%)으로 가장 많았으며, 이어 기업에서 3건(33%)을 응답

<표 26> 기술분야별 기술수요조사 응답현황

구분	기업	대학	연구소	소계
호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화	6건 (32%)	5건 (26%)	8건 (42%)	19건 (100%)

나. 중점추진분야 제안기술

□ 수요조사를 통해 중점추진분야에 제안받은 기술 및 개념은 아래와 같음

<표 27> 중점추진분야 제안기술 개념

중점추진 분야	제안 기술	개념
호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 (19건)	<ul style="list-style-type: none"> 500Km/h급 궤도구조 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 초고속철도용 침목 형상 제안 및 시공성 검토를 수행하고, 증속(350Km/h 이상)에 따른 교량 상부구조 개선 방안 (방음벽 및 전차선 기초) 도출을 통해 초고속 대역 (350~600Km/h)에 적합한 궤도 및 슬래브 구조 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 세미-브리지 활용 접속부 처짐 억제 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 기존 접속슬래브나 HSB층을 RC구조의 상부슬래브로 활용하고 파일로 단순지지하는 방식으로, 파일간격과 크기에 따라 구조물과 토공부의 수직강성 차이를 선형으로 제어가 가능하며 현장타설 방식의 Pre-Packed 파일을 적용하여 접속부 처짐 억제기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 430km/h급 이상 초고속선로에 대한 최적 선형 설계기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> 선로선형과 설계요건의 상관관계 및 선로경합조건을 분석하여 430Km/h이상의 초고속 선로선형 최적 설계 기준을 정립
	<ul style="list-style-type: none"> 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> 증속에 따른 하부구조물의 응력수준 변화 예측 해석과 누적 소변형 측정 기술을 통해 반복 동적하중에 의한 잔류침하 예측기술 개발 및 과다 변위 제어 대책 공법 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술 	<ul style="list-style-type: none"> 침하개소 궤도축력, 시제동하중 해석 및 모니터링을 통한 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화 	<ul style="list-style-type: none"> 차량교행시 및 차량운행 시공기면 구조물에 미치는 공기역학적 압력 검토를 통해 풍압저감 기술 및 선로 안전설비 기준을 도출하고 500Km/h급 궤도 중심간격 기준 및 시공기면폭 기준 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 500km/h급 초고속 운행 터널의 단면기준 수립 	<ul style="list-style-type: none"> 500Km/h급 초고속 운행 시 터널 내공단면에 따른 객차 내부 압력변동 예측 및 터널 발생 파동 현상에 대한 거동 분석을 통해 터널출구에서의 충격성 소음저감을 위한 터널 단면 기준 수립
	<ul style="list-style-type: none"> 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔 시스템 개발 및 설계 기술 	<ul style="list-style-type: none"> 고속철도용 장대교량 개발을 위한 교량 단부에서의 궤도와 교량의 상호작용을 완화할 수 있는 완충 장치의 설계기준 및 궤도-빔 시스템 및 설계기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 도상의 PCL층을 교량 구조물로 사용에 대한 연구 	<ul style="list-style-type: none"> 콘크리트 도상 궤도의 PCL층을 교량구조물로 사용시 궤도와 교량의 상호 작용 및 상부 매스 변화에 의한 진동구조 특성에 따른 방수공법, 설계기준, 구조상세 개발
<ul style="list-style-type: none"> 400km/h급 유압식 	<ul style="list-style-type: none"> 400km/h에서도 장애가 없는 고속 유압식 선로 전환기 	

중점추진 분야	제안 기술	개념
	선로전환기 개발	기계 구조물 및 유압회로 설계/제조 기술 개발(첨단부, 선로전환장치, 선로전환기, 선단 쇄정장치, 밀착 검지기, 중앙 쇄정장치, 유압연결 호스 및 파이프, 크로싱부 선로 전환장치)
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트 궤도강성 최적기준 수립 및 고강성 완충재/복합 궤도구조 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 430 km/h대 증속 시 암반구간에 설치된 콘크리트 궤도의 전체 강성평가 기준을 수립하고, 암반구간 콘크리트궤도 고강성 방지를 위한 완충재 개발 및 완충재 활용 암반구간 콘크리트 궤도구조 개발
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 실험교량 상시진동시험 데이터를 활용하여 동특성 및 하중의 횡분배계수를 추정(정밀도 90%이상)하고, 횡분배계수가 반영된 단변분 탐색법을 기반으로 한 수치 해석 기술 개선
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 장대궤도 신장량 안정화를 위해 지반 연결 부위와 지반 자체를 보강하여 횡하중을 받을 수 있는 기술 개발
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가 기준 작성 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교각 연결 부위의 형식과 건전도 등이 동적 거동에 미치는 영향 분석을 통해 차량 고속 주행에 따른 교량 동적 거동에 따른 교량 적합성 평가기준 작성
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압파 저감 대책 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 500km/h급 초고속 터널주행 열차모델 시험기 개선 및 500km/h급 초고속철도 터널 미기압파 역해석 연구를 통해 일본 500km/h급 자기부상철도 미기압파 저감 후드보다 10%이상 성능 향상된 한국형 후드 기술개발
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도인터페이스를 고려한 교량 변위 한계치 설정 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존 연직방향 열차하중에 대한 속도별 연직변위 기준과 별도로 2차변형(크리프, 건조수축 등)과 계절별 온도변형을 포함하여 궤도인터페이스를 고려한 종합적 철도교량 변위 한계치 설정
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하 억제형 연약지반 보강 기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 기존 철도노반의 연약지반 개량공법인 모래다짐공법, 쇄석말뚝공법 등에 비해 지지력을 2배이상 증가시켜 잔류침하 억제 및 시공물량을 기존대비 30%이상 절감할 수 있는 신개념 연약지반 보강 기술 개발

중점추진 분야	제안 기술	개념
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드안 정화기술개발 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 선로구축물의 현장계측을 통해 차량-선로구축물간 인터페이스 성능을 검증 ▪ 부품/기술 표준화를 위한 현장 모니터링 시스템 보완 개선과 DB 구축 지속운영을 통한 운행실적확보
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 고속열차 동적거동에 부합하는 주행하중 및 충격계수를 고려하여 교량데크변형과 진동, 상판, 면틀림이 주행에 미치는 영향을 분석하고 열차속도증가에 따른 교량데크 횡방향 변형과 진동기준 개발

3. 기술개발아이템별 기술예측 및 수준분석

가. 개요

□ 기술개발아이템의 실현시기, 수준 등 기술특성의 변화속도를 정량적으로 평가하여 동 기획의 기술개발 추진전략을 수립하기 위한 기초자료로 활용

□ 기술예측/수준 분석 조사항목은 다음과 같음

- ‘기술적 실현시기’ 는 2013년 기준, 해당 예측기술명이 기술적인 문제가 해결되어 기술이 적용된 최초의 시작품 등이 실험실 수준에서 완료되는 예상시점(Single Point Time) 임
- ‘사회경제적 실현시기’ 는 2013년 기준, 해당 예측기술명이 경제성이 확보되어 기술을 적용한 제품 등이 상업화되거나 해당기술이 사회적으로 널리 활용되는 예상시점(Single Point Time) 임
 - ‘기술적 실현시기’ 에 대한 세계 시기와 국내 시기와의 격차는 기술수준에 대한 격차로 해석할 수 있으며, 이는 해당과제에 대한 추진전략 설정에 활용
 - ‘기술적 실현시기’ 와 ‘사회경제적 실현시기’ 와의 격차는 실용화 능력 혹은 사회적 수용성에 대한 대리지표로 활용할 수 있음
- ‘기술획득방식’ 은 해당 예측기술명의 기술개발을 위한 적합한 연구 주체를 조사함
 - 예측기술명에 대해 아래의 4개의 조사 항목 중 적합한 연구 주체를 선택함

<표 28> 기술획득방식 조사항목

조사항목		내용
자체개발	민간주도	- 기술이 사업에 직접 적용될 수 있거나 민간의 역량이 우수하여 민간이 주도하는 것이 적합
	정부주도	- 기술의 공공성이 강하거나 민간의 역량이 부족하고 기초 단계 연구개발이 필요하여 정부출연 또는 기관을 중심으로 정부가 주도하는 것이 적합
	정부민간주도	- 정부와 민간이 매칭펀드 또는 역할분담을 통하여 공동으로 개발을 추진하는 것이 바람직
기술도입 및 공동연구		- 국내 개발 역량이 미흡하거나 해외 우수 기술의 도입을 통하여 비용을 크게 절감

- ‘정부개입 필요성’ 은 해당 예측기술명의 개발과 경쟁력 확보를 위해 정부가 개입할 필요성 정도를 조사함
 - “정부개입 필요성” 은 5점 척도(매우높음 : 5점, 높음 : 4점, 보통 : 3점, 낮음 : 2점, 매우낮음 : 1점)로 조사함
- ‘기술적 실현을 위한 정부의 우선적 시행해야할 방안’ 은 해당 예측기술명의 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야할 정책을 조사함
 - 해당 예측기술명에 대해 아래의 5개의 조사 항목 중 정부가 우선적으로 시행해야할 정책을 선택함

<표 29> 기술적 실현을 위한 정부시행방안 조사항목

조사항목	내용
인력양성	- 해당기술에 인력이 절실히 부족하여 인력양성을 위한 정책적 지원 필요
협력교류활성화	- 기술의 성격상 다학제적 연구 또는 산학연 및 국제공동연구가 필요하며 협력교류 활성화를 위한 정책적 지원 필요
인프라 구축	- 기술 개발을 위해 설비투자 등의 인프라구축이 필요
연구비 확대	- 기술 개발을 위해 연구개발비 확대 및 신규 투자가 필요
제도 개선	- 규제 완화/정책 수립/법규 제정/표준화 지원 등 연구개발을 촉진하기 위한 제도의 수립 또는 개선이 필요

- ‘기술수준’ 은 해당 예측기술명의 특정시점에서의 최고기술보유국 대비 우리나라의 기술수준을 조사함
 - 해당 예측기술명의 최고기술 보유국과 최고기술 보유국 대비 우리나라 기술수준(%) 작성함

<표 30> 기술수준 조사항목

조사항목	내용
최고기술 보유국	- 해당기술 분야에서 가장 높은 기술수준을 보유한 국가
우리나라 기술수준	- 현재시점에서 최고기술보유국의 기술수준을 100%라고 했을 때 우리나라의 기술수준

- “미래사회에서의 중요도” 는 해당 예측기술명에 대해 다음의 3가지 항목에 대해 5점 척도로 조사함
 - 5점 척도(매우높음 : 5점, 높음 : 4점, 보통 : 3점, 낮음 : 2점, 매우낮음 : 1점)로 조사함

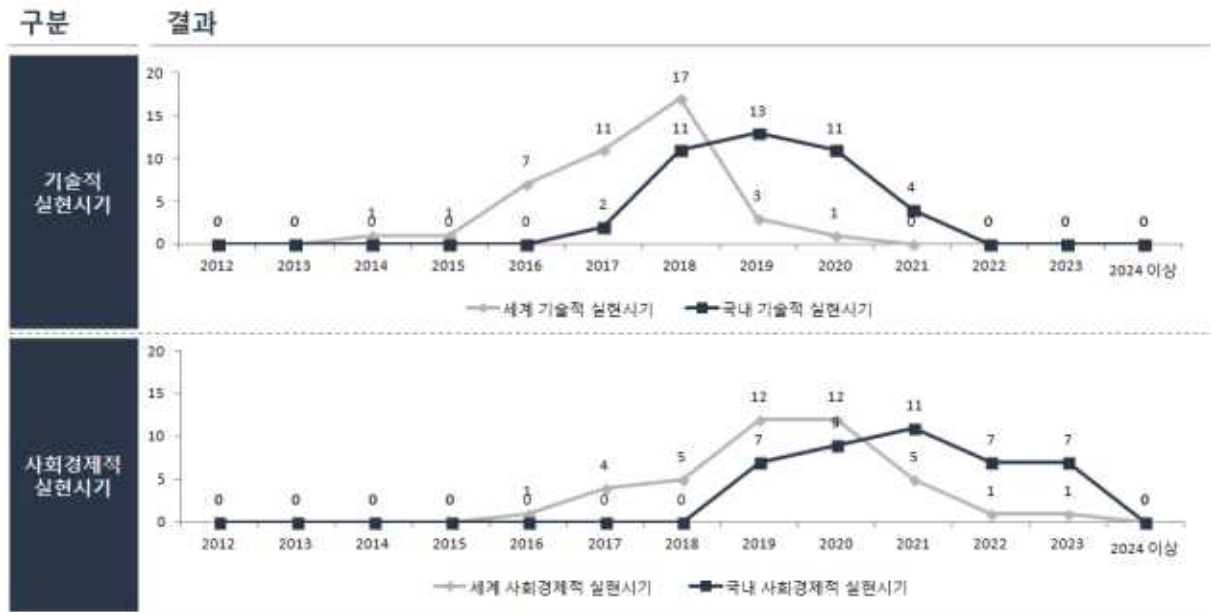
<표 31> 미래사회 중요도 조사항목

조사항목	내용
과학기술적 중요도	- 과학기술적 혁신이나 새로운 지식의 창출 측면의 중요도
사회공공적 중요도	- 사회문제의 해결 및 공익 측면의 중요도
경제산업적 중요도	- 경제산업적 부가가치 창출 측면의 중요도

나. 기술 예측 및 수준 분석결과

(1) 기술적/사회적 실현시기

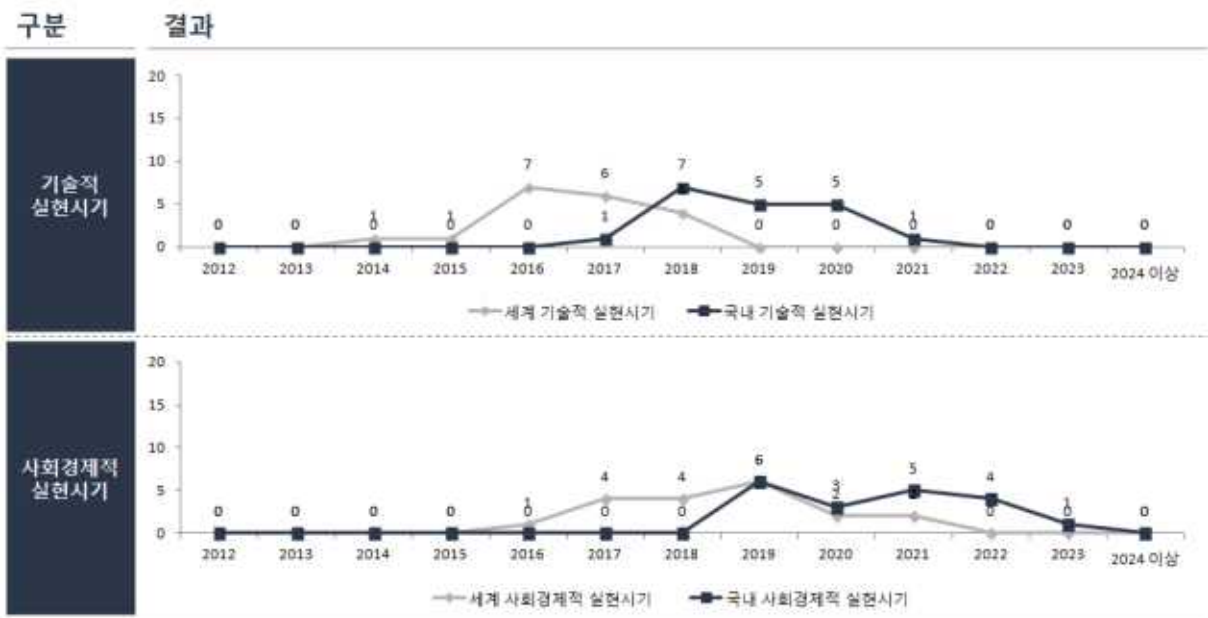
- 41개 기술개발 아이템의 기술예측 조사결과 기술적 실현이 이루어진 후 사회경제적으로 실현되기까지는 약 2년 이상 소요되는 것으로 나타남
 - 세계 기술적 실현시기는 2018년(17개, 41%), 국내는 2019년(13개, 32%)에 집중되어 약 1년 정도 차이를 보임
 - 세계 사회경제적 실현시기는 2019~2020년(24개, 58%) 전후로 나타나며, 국내는 2021년(11개, 27%) 전후로 나타남



[그림 43] 기술적/사회적 실현시기

□ 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야는 기술적 실현이 이루어진 후 사회경제적으로 실현이 이루어지기까지 약 2년이 소요되는 것으로 나타남

- 세계 기술적 실현시기는 2016~2017년(69%), 국내는 2018~2020년(89%)에 집중되어 약 2년 정도 차이를 보임
- 세계 사회경제적 실현시기는 2017~2019년(74%) 전후로 나타나며, 국내는 2019~2021년(74%) 전후로 나타남



[그림 44] 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술적/사회적 실현시기

<표 32> 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발아이템별 기술적/사회적 실현시기

중점추진분야	연번	기술개발 아이템	기술적 실현시기		사회경제적 실현시기	
			세계	국내	세계	국내
호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화	A1	▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발	16	18	18	19
	A2	▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구	17	20	19	21
	A3	▪ 430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술 개발	16	18	19	21
	A4	▪ 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화	16	19	18	21
	A5	▪ 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발	16	19	18	21
	A6	▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압파 저감대책 기술개발	18	21	19	22
	A7	▪ 500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준 수립	17	20	19	22
	A8	▪ 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술	17	18	19	19
	A9	▪ 콘크리트 도상의 PCL층을 교량구조물로 사용에 대한 연구	18	19	21	20
	A10	▪ 400km/h급 유압식 선로전환기 개발	17	20	19	22
	A11	▪ 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술	16	18	17	19
	A12	▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발	17	18	20	21
	A13	▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발	15	18	17	19
	A14	▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	16	19	17	20
	A15	▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가기준 작성 연구	18	20	20	22
	A16	▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구	17	18	18	19
	A17	▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하 억제형 연약지반 보강 기술개발	16	19	17	20
	A18	▪ 500Km/h급 궤도구조 개발	18	20	21	23
	A19	▪ 세미-브릿지 활용 접속부 처짐억제기술	14	17	16	19

(2) 기술획득방식 및 정부개입의 필요성

- 기술획득 방식으로 정부-민간 공동(52.5%)연구가 필요한 것으로 나타났으며 정부개입의 필요성은 3.6으로 비교적 높은 수준으로 나타남
 - 중점분야별로 정부/민간 공동연구를 통한 기술획득방식이 높게 나타남

<표 33> 기술획득 방식 및 정부개입의 필요성

구분	기술획득 방식				정부개입의 필요성 평균 (5점척도)
	민간주도	정부주도	정부/민간 공동	기술도입 및 국제협력	
전체	12.8%	27.9%	52.5%	6.8%	3.6
중점분야 (호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화)	14.3%	26.3%	51.2%	8.1%	3.4

- 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야의 기술획득 방식은 정부/민간 공동 연구(51.2%), 정부개입의 필요성은 3.4 점으로 나타남
 - 대부분 정부/민간 공동연구를 통한 기술획득이 필요하며, 특히 A5(증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발), A12(400 km/h대 증속에 대비한 압반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발) 기술은 정부/민간 공동 연구 비중이 75% 이상으로 나타남
 - A3(430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술 개발), A16(온도 변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구)는 정부주도의 연구도 고려할 필요가 있는 것으로 나타남

<표 34> 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발아이템별 기술획득방식 및 정부개입 필요성

연번	기술개발 아이템	기술획득방식 비중(%)				정부개입의 필요성
		민간 주도	정부 주도	정부/민간 공동	기술도입 및 국제협력	
A1	▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발	0.0%	50.0%	50.0%	0.0%	4.5
A2	▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구	0.0%	33.3%	55.6%	11.1%	3.9
A3	▪ 430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술 개발	6.7%	60.0%	26.7%	6.7%	3.7
A4	▪ 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화	0.0%	42.9%	50.0%	7.1%	3.9
A5	▪ 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발	0.0%	9.1%	81.8%	9.1%	3.5
A6	▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압파 저감대책 기술개발	11.1%	33.3%	55.6%	0.0%	4.0
A7	▪ 500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준수립	9.1%	36.4%	36.4%	18.2%	3.8
A8	▪ 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술	16.7%	25.0%	50.0%	8.3%	3.8
A9	▪ 콘크리트 도상의 PCL층을 교량구조물로 사용에 대한 연구	18.2%	9.1%	63.6%	9.1%	3.1
A10	▪ 400km/h급 유압식 선로전환기 개발	37.5%	25.0%	37.5%	0.0%	3.1
A11	▪ 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술	7.7%	30.8%	53.8%	7.7%	3.3
A12	▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발	22.2%	0.0%	77.8%	0.0%	3.0
A13	▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발	25.0%	12.5%	50.0%	12.5%	2.6
A14	▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	28.6%	14.3%	42.9%	14.3%	2.5
A15	▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가기준 작성 연구	12.5%	37.5%	50.0%	0.0%	3.2
A16	▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구	0.0%	50.0%	40.0%	10.0%	3.6
A17	▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술개발	45.5%	0.0%	54.5%	0.0%	2.9
A18	▪ 500Km/h급 궤도구조 개발	13.3%	13.3%	60.0%	13.3%	3.4
A19	▪ 세미-브릿지 활용 접속부 처짐억제기술	18.2%	18.2%	36.4%	27.3%	2.6
	소계	14.3%	26.3%	51.2%	8.1%	3.4

(3) 정부시행방안

□ 기술적 실현을 위해 정부가 우선적으로 시행해야할 방안은 연구비 확대임

<표 35> 정부시행방안

구분	인력양성	협력교류 활성화	인프라구축	연구비 확대	제도개선
전체	11.1%	17.7%	29.8%	34.1%	7.2%
중점분야 (호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화)	12.0%	16.6%	26.1%	34.9%	10.2%

□ 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야의 기술적 실현을 위해 연구비 확대가 가장 시급한 것으로 나타남

- A3(430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술개발), A4(열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화), A6(500km/h급 고성능 터널 미기압과 저감대책 기술개발), A8(단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술), A10(400km/h급 유압식 선로전환기 개발), A14(장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구)은 연구비 확대가 시급한 것으로 나타남(40% 이상)
- A11(증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술)은 인프라 구축이 시급한 것으로 나타남(38% 이상)

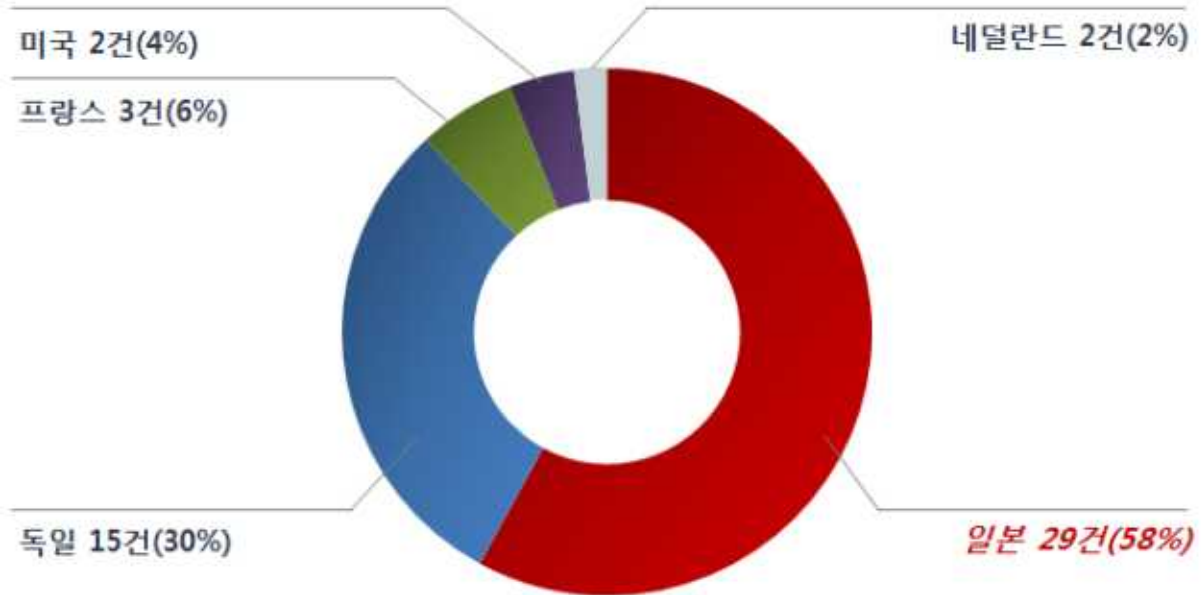
<표 36> 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발아이템별 정부시행방안

연번	기술개발 아이템	인력 양성	협력 교류 활성 화	인프 라구 축	연구 비 확대	제도 개선
A1	▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발	9.1%	18.2%	31.8%	36.4%	4.5%
A2	▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구	14.3%	21.4%	35.7%	21.4%	7.1%
A3	▪ 430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술 개발	5.0%	25.0%	25.0%	40.0%	5.0%
A4	▪ 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기	10.0%	25.0%	20.0%	40.0%	5.0%

연번	기술개발 아이템	인력양성	협력교류활성화	인프라구축	연구비확대	제도개선
	면폭 최적화					
A5	▪ 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발	14.3%	23.8%	23.8%	33.3%	4.8%
A6	▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압파 저감대책 기술 개발	10.0%	15.0%	15.0%	40.0%	20.0%
A7	▪ 500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준수립	5.9%	5.9%	35.3%	35.3%	17.6%
A8	▪ 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술	26.7%	13.3%	13.3%	40.0%	6.7%
A9	▪ 콘크리트 도상의 PCL층을 교량구조물로 사용에 대한 연구	15.4%	23.1%	23.1%	30.8%	7.7%
A10	▪ 400km/h급 유압식 선로전환기 개발	17.6%	5.9%	29.4%	41.2%	5.9%
A11	▪ 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술	5.6%	5.6%	38.9%	33.3%	16.7%
A12	▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발	13.6%	13.6%	27.3%	36.4%	9.1%
A13	▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발	15.0%	20.0%	25.0%	30.0%	10.0%
A14	▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	11.1%	16.7%	16.7%	50.0%	5.6%
A15	▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가기준 작성 연구	15.0%	15.0%	25.0%	25.0%	20.0%
A16	▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구	22.2%	16.7%	22.2%	22.2%	16.7%
A17	▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술개발	0.0%	21.4%	28.6%	35.7%	14.3%
A18	▪ 500Km/h급 궤도구조 개발	11.8%	11.8%	29.4%	35.3%	11.8%
A19	▪ 세미-브릿지 활용 접속부 처짐억제기술	6.3%	18.8%	31.3%	37.5%	6.3%
	소계	12.0%	16.6%	26.1%	34.9%	10.2%

(4) 최고기술보유국

- 41개 기술개발 아이템별 최고기술보유국을 조사한 결과 일본(58%)이 가장 많은 최고기술을 보유한 것으로 나타남



[그림 45] 최고기술보유국 현황

- 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야의 최고기술 보유국은 일본임

<표 37> 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발아이템별 최고기술보유국

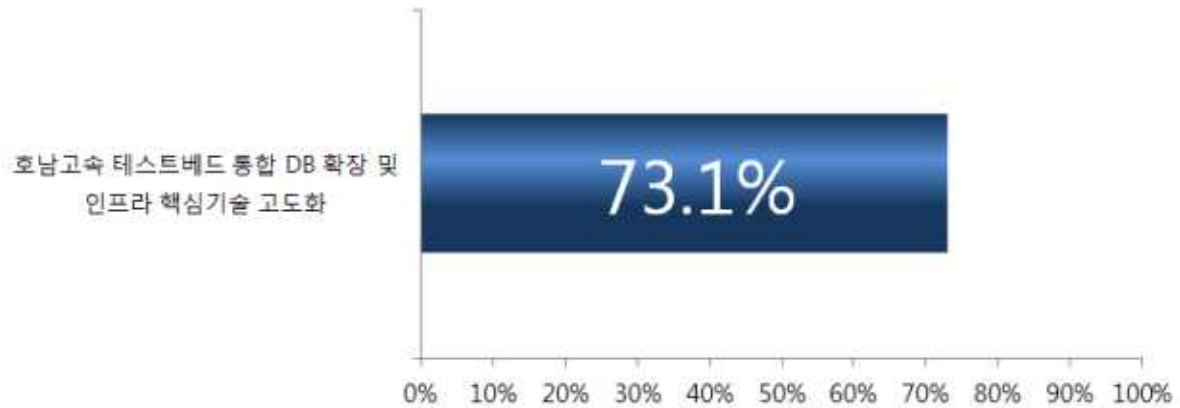
연번	기술개발 아이템	독일	프랑스	일본	중국	네덜란드	미국	오스트리아	스위스	이탈리아
A1	▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발	72.7%	18.2%	9.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A2	▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구	42.9%	0.0%	28.6%	14.3%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A3	▪ 430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적선형 설계기술 개발	33.3%	33.3%	33.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A4	▪ 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화	28.6%	14.3%	42.9%	0.0%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

연번	기술개발 아이템	독일	프랑스	일본	중국	네덜란드	미국	오스트리아	스위스	이탈리아
A5	▪ 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발	25.0%	0.0%	25.0%	0.0%	25.0%	12.5%	0.0%	12.5%	0.0%
A6	▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압파 저감대책 기술개발	10.0%	30.0%	60.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A7	▪ 500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준 수립	20.0%	20.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	10.0%	0.0%	0.0%
A8	▪ 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술	66.7%	11.1%	11.1%	0.0%	0.0%	11.1%	0.0%	0.0%	0.0%
A9	▪ 콘크리트 도상의 PCL층을 교량구조물로 사용에 대한 연구	66.7%	0.0%	16.7%	0.0%	0.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%
A10	▪ 400km/h급 유압식 선로전환기 개발	28.6%	28.6%	42.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A11	▪ 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술	42.9%	0.0%	42.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%
A12	▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발	40.0%	0.0%	40.0%	0.0%	0.0%	20.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A13	▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발	33.3%	0.0%	66.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A14	▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	33.3%	0.0%	50.0%	0.0%	16.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A15	▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가기준 작성 연구	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A16	▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구	42.9%	14.3%	42.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A17	▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하 억제형 연약지반 보강 기술개발	25.0%	0.0%	62.5%	0.0%	12.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
A18	▪ 500Km/h급 궤도구조 개발	42.9%	14.3%	28.6%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%
A19	▪ 세미-브릿지 활용 접속부 처짐억제기술	22.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	77.8%	0.0%	0.0%	0.0%
소계		35.6%	9.7%	39.6%	0.8%	4.4%	8.0%	0.5%	1.4%	0.0%

※ 국가별 비중은 전문가 조사결과 각 기술개발아이템별 최고기술보유국으로 지명된 국가의 빈도를 백분율로 환산한 것임

(5) 국내 기술수준

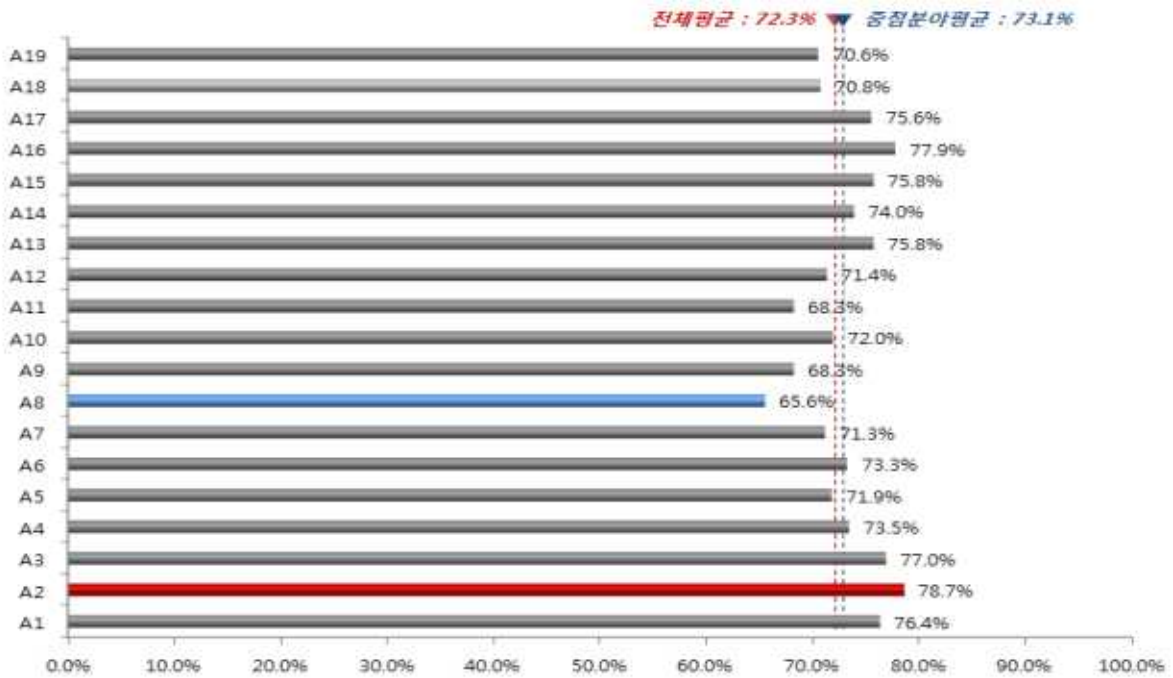
□ 기술개발 아이템의 최고선진국 대비 국내 기술수준은 73.1%로 조사됨



[그림 46] 국내기술수준

□ 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야의 기술수준(73.1%)이다.

- A2(열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구)의 기술수준은 78.7%로 동 분야에서 가장 높은 기술수준을 보유하고 있는 것으로 나타남
- A8(단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔 시스템 개발 및 설계기술)의 기술수준은 65.6%로 동 분야에서 가장 낮은 기술수준을 보유하고 있는 것으로 나타남



[그림 47] 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 국내 기술수준

(6) 미래사회에서의 중요도

□ 미래사회의 중요도 평균은 3.5점(보통~높음)으로 나타남

<표 38> 미래사회 중요도

구분	과학 기술적	사회 공공적	경제 산업적	평균
전체	3.5	3.5	3.4	3.5
중점분야 (호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화)	3.2	3.3	3.1	3.2

□ 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야는 사회공공적 중요도가 3.3로 가장 높게 나타남

- AI(중속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발)은 해당 중점분야 중 가장 높은 중요도를 가지고 있으며 사회공공적 측면에서 높은 중요도를 가지고 있는 것으로 나타남

<표 39> 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발아이템별 중요도

연번	기술개발 아이템	과학 기술적	사회 공공적	경제 산업적	평균	순위
A1	▪ 증속에 따른 호남고속철도 테스트베드 안정화 기술개발	3.9	4.2	4.0	4.0	1
A2	▪ 열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보 연구	3.3	3.4	3.3	3.3	6
A3	▪ 430km/h급 이상 초고속 선로에 대한 최적 선형 설계기술 개발	3.5	3.9	3.3	3.5	4
A4	▪ 열차속도 향상에 따른 궤도 중심간격 및 시공기면폭 최적화	3.3	3.2	3.2	3.2	10
A5	▪ 증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발	3.1	3.3	3.2	3.2	11
A6	▪ 500km/h급 고성능 터널 미기압과 저감대책 기술개발	3.9	3.6	3.7	3.7	2
A7	▪ 500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준 수립	3.5	3.5	3.3	3.4	5
A8	▪ 단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술	3.2	3.2	2.7	3.0	13
A9	▪ 콘크리트 도상의 PCL층을 교량구조물로 사용에 대한 연구	2.8	2.9	2.7	2.8	17
A10	▪ 400km/h급 유압식 선로전환기 개발	3.4	3.5	3.1	3.3	6
A11	▪ 증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술	3.2	3.6	3.1	3.3	8
A12	▪ 400 km/h대 증속에 대비한 암반구간 콘크리트궤도 강성 최적기준수립 및 고강성 완충재료/복합궤도 구조개발	2.8	3.0	2.8	2.9	16
A13	▪ 상시진동실험과 수치모델개선 기법을 활용한 고속철도교량의 내하력 평가 기술 개발	2.6	2.3	2.2	2.4	19
A14	▪ 장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	2.4	2.5	2.4	2.4	18
A15	▪ 철도차량의 고속 주행에 따른 교량의 동적 거동에 따른 교량의 적합성 평가기준 작성 연구	3.2	3.1	2.9	3.1	12
A16	▪ 온도변형 및 2차변형을 포함한 궤도 인터페이스를 고려한 교량변위 한계치 설정연구	3.2	3.4	3.1	3.2	9

연번	기술개발 아이템	과학 기술적	사회 공공적	경제 산업적	평균	순위
A17	▪ 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하역 제형 연약지반 보강 기술개발	3.1	3.0	3.0	3.0	13
A18	▪ 500Km/h급 궤도구조 개발	3.5	3.8	3.5	3.6	3
A19	▪ 세미-브릿지 활용 접속부 처짐억제기술	2.9	3.2	2.7	2.9	15
소계		3.2	3.3	3.1	3.2	-

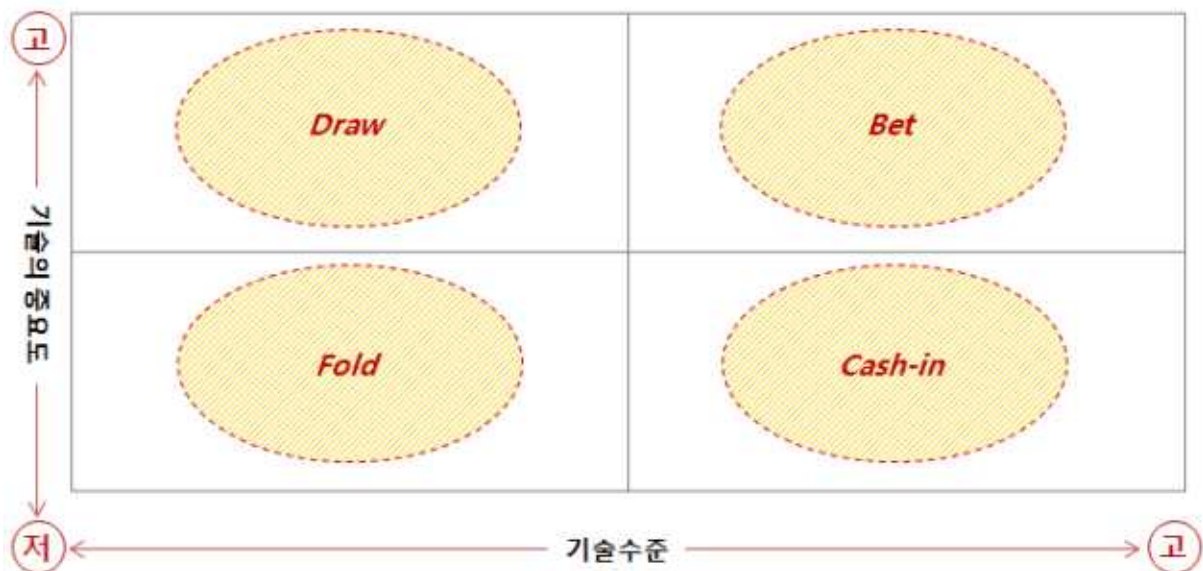
(7) 기술수준-중요도 포트폴리오 분석

□ 기술수준-중요도 포트폴리오 분석 개념은 다음과 같음

- R&D 프로젝트의 전략적 방향설정 및 성과극대화의 도구로서, R&D 프로젝트 전체를 시장성, 기술성, 전략성 등 다양한 관점에서 분석하고 전체 프로젝트의 가치가 극대화될 수 있도록 유망 프로젝트에 자원을 배분하는 관리도구³⁰⁾임
- 기술수준-기술중요도 포트폴리오는 Booz-Allen & Hamilton의 R&D 포트폴리오를 차용한 것임

□ 4분면별 전략은 기술 수준과 평균 중요도를 축으로 함

- Bet(1사분면) : 현재 시장이 형성중인 기술로서 해당되는 기술에 대한 투자/육성을 통해 포지션을 유지하는 것이 요구되는 영역
- Draw(2사분면) : 연구개발 재원의 확보여부에 따라 해당되는 기술에 대해 적극적 투자를 통해 Bet 영역으로 이동을 검토해야하는 영역
- Fold(3사분면) : 기술개발의 포기 또는 감축을 고려해야 되는 영역
- Cash In(4사분면) : 해당되는 기술은 현금화(기술이전, 판매) 또는 다른 영역과의 연계성을 전략적으로 고려하여 투자/지원을 결정해야하는 영역

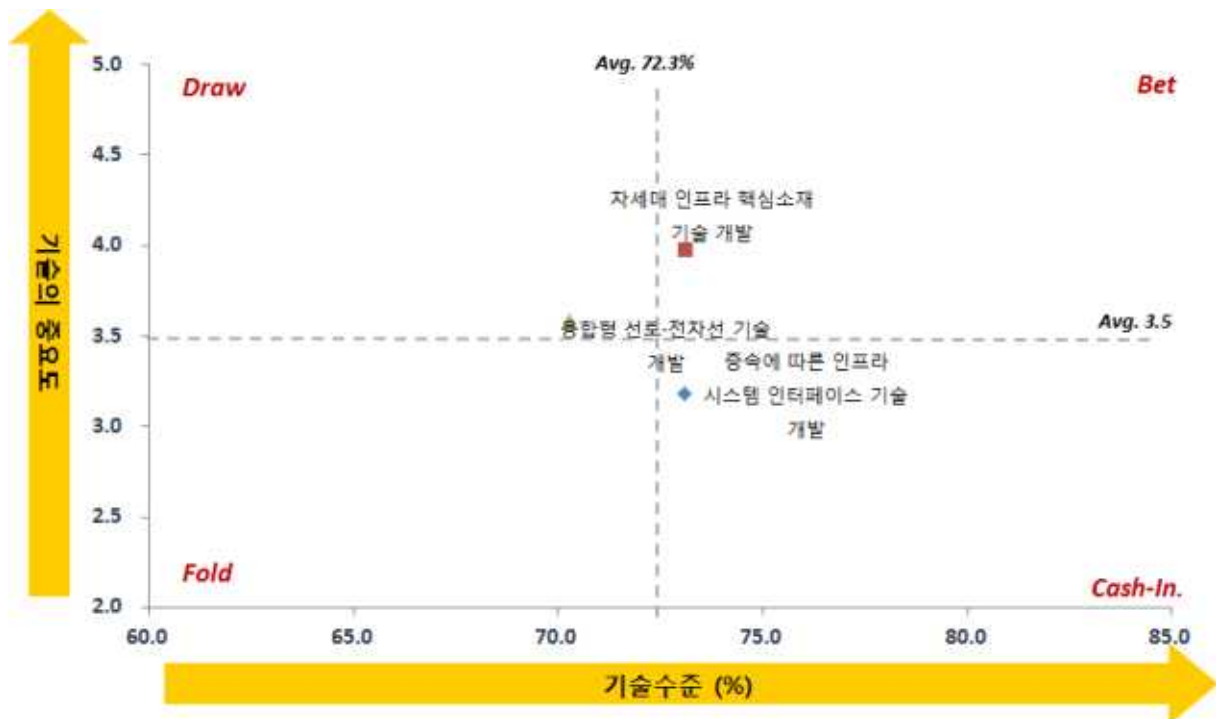


[그림 48] 기술수준-중요도 포트폴리오

30) R&D Strategy And Organisation(Vittorio Chiesa), ADL 제3세대 R&D

□ 3개 중점추진분야는 각각 Cash-In, Bet, Draw 영역에 위치함

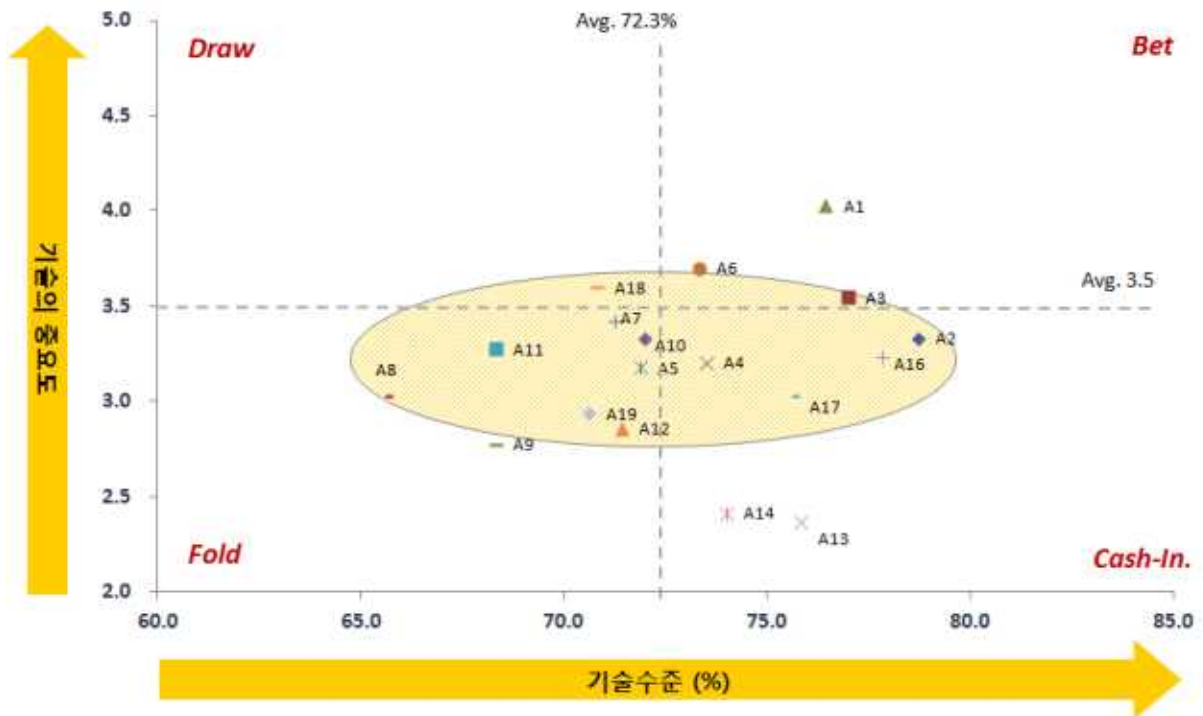
- ‘호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화’ 분야는 Cash-in 영역으로 기술의 이전 및 판매, 타 영역과의 연계성을 고려하여 전략적인 투자/ 지원을 결정해야하는 분야임
- ‘차세대 인프라 핵심소재 기술 개발’ 분야는 Bet 영역으로 현재 시장이 형성중이며 해당기술에 대한 투자/ 육성을 통해 포지션을 유지하는 것이 요구됨



[그림 49] 기술수준-중요도 포트폴리오 분석(총괄)

□ 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술개발
아이템은 대부분 Cash-In, Fold영역에 포함되는 것으로 나타남

○ Fold 영역에 포함되어있는 A5, A7, A8, A10, A11은 해당기술의 중요도가
보통 이상으로(3.0이상) 투자를 긍정적으로 고려할 수 있음 (Draw 전략 검토*)



[그림 50] 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 기술수준-중요도 포트폴리오 분석

- * A5 (증속에 따른 동적하중 특성 변화를 고려한 콘크리트 슬랩 궤도 구조물의 누적 소성 침하 예측 기법 및 대책 공법 개발)
- A7 (500km/h급 초고속 운행터널의 단면 기준수립)
- A8 (단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔시스템 개발 및 설계기술)
- A10 (400km/h급 유압식 선로전환기 개발)
- A11 (증속에 따른 궤도구조 보강 및 평가기술)

4. 후보과제 도출

- 기술개발 아이템을 규모와 기술 유사성 기준으로 분할/병합하여 27건의 후보과제를 도출



[그림 51] 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화 분야 후보과제 도출

□ 27건의 후보과제를 대상으로 기추진 과제와 중복성을 검토한 결과, 2건의 후보과제가 중복되어 해당 과제는 동 사업 추진과제에서 제외

- 후보과제 중 ‘고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술개발’ 과제는 ‘13년 국토교통과학기술진흥원에서 발주된 ‘연약지반 구간 교량대체를 위한 침하억제공법 개발’ 과제와 중복되어 배제함

- 연구목표 및 내용 성과물 등에서 일치

※ 국토부 발주과제 검토(국토교통과학기술진흥원 과제 공고 검색)

<표 40> 후보과제 중복성 검토 - 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술

구분	[기추진과제] 연약지반 구간 교량 대체를 위한 침하억제 공법 개발	[후보과제] 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하억제형 연약지반 보강 기술 개발
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 궤도 침하억제를 위한 성토지지 말뚝형식을 적용한 연약지반 통과 기술 - 연약지반 보강(Pile, Column) 및 성토부 구조의 안정화(경량 혼합, 개량토, 토목섬유 등) 공법 융합을 통해 연약지반의 잔류침하 제어 시공법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 토목섬유와 조립재료를 이용하여 지지력 증가와 배수촉진으로 압밀시간 단축 - 콘크리트 궤도 노반의 잔류침하 기준 만족 토목섬유 보강 쇄석말뚝 공법 - 쇄석말뚝 배치간격에 따른 토목섬유 슬리브 소요 인장력 설계기술

- 후보과제 중 ‘400km/h급 유압식 선로전환기 개발’ 과제는 ‘13년 국토교통과학기술진흥원에서 발주된 ‘고속철도용 분기기 국산화 및 성능개량 기술 개발’ 과제와 중복되어 배제함

- 연구목표 및 내용 성과물 등에서 일치

※ 국토부 발주과제 검토(국토교통과학기술진흥원 과제 공고 검색)

<표 41> 후보과제 중복성 검토 - 400Km/h급 유압식 선로전환기 개발

구분	[기추진과제] 고속철도용 분기기 국산화 및 성능개량 기술 개발	[후보과제] 400Km/h급 유압식 선로전환기 개발
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 400Km/h 고속 분기기 핵심기술 확보 및 국산화 - 분기기/선로전환기 I/F를 고려한 선로전환기 최적화 설계기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> · 국내 고속분기기에 적용된 전기식 및 유압식 선로전환기 및 밀착검지기 개량시스템 개발 · 전환력 전달 매커니즘 최적 설계기술 개발 · 연동장치 I/F모듈 설계기술 개발 · 선로전환시스템 모니터링 장치 개발 및 성능검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 400Km/h에서도 장애가 없는 유압식 선로전환기 개발 - 유압식 선로전환기 기계구조물 설계기술, 유압회로 설계기술, 제어기술, 가공, 조립, 시운전, 평가기술, 유지관리기술 개발

- 후보과제 중 ‘고성능 터널 미기압과 저감대책 기술개발’ 과제는 한국철도기술연구원의 ‘저소음 친환경 핵심기술 개발(2012)’ 과제 중 ‘터널입구 압축과 특성제어에 의한 후드 등의 구조물 연구’ 와 분야에서 일부유사성이 있으나 500Km/h 이상 초고속열차의 터널미기압과 연구를 수행한다는 점에서 차별화됨

※ NTIS DB검토

<표 42> 후보과제 중복성 검토 - 고성능 터널 미기압과 저감대책 기술

구분	[기 추진과제] 저소음 친환경 핵심기술개발	[후보과제] 고성능 터널 미기압과 저감대책 기술개발
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 고속선 증속에 대한 터널 공기역학 분석, 후드 등 시험모델 설계/제작 - 터널입구 압축과 특성제어에 의한 후드 등의 구조물의 최적설계 분석연구 - 초고속 열차모델 주행시험기 성능향상 및 최적화 후드 개발시험 	<ul style="list-style-type: none"> - 500Km/h급 초고속 운행 터널 내공단면 크기에 의한 객차 내부의 압력변동 예측 - 500Km/h급 초고속 운행 터널에서 발생하는 파동현상에 대한 거동 분석 - 500Km/h급 초고속 운행 터널출구에서 충격성 소음저감을 위한 터널 내 비정상 압축파의 파동제어

- 후보과제 중 ‘장대 궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구’ 와 과제명이 유사한 ‘위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화(2012)’ 는 ‘온도 및 열차하중을 고려한 장대레일 영향분석 프로그램 개발’ 과제는 기술개발내용에서 차별화됨

<표 43> 후보과제 중복성 검토 - 장대 궤도의 신축 최소화에 따른 궤도 안정화 방안

구분	[기 추진과제] 위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화	[후보과제] 장대 궤도의 신축 최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성이 높은 궤도 좌굴 매개변수들의 확률 DB보강 및 구축 - 좌굴확률 평가시스템 개선 - 궤도 운영 기준 및 유지관리 기준의 효율화 및 선진화 	<ul style="list-style-type: none"> - 신장량을 줄이기 위한 레일 온도 유지방법 개발 - 신장량을 잡기 위한 지반자체 보강을 통한 횡하중 분산 방법 개발
구분	[기 추진과제] - 온도 및 열차하중을 고려한 장대레일 영향분석 프로그램 개발	
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 윤중에 의한 도상 횡방향 저항력 변화량 산정 - 온도하중과 윤중을 고려하여 재산정된 도상 횡방향 저항력 적용 장대레일궤도 재료 및 기하비선형 해석프로그램 개발 - 다양한 온도하중과 윤중을 고려한 장대레일 궤도의 비선형 매개변수해석을 통한 정확한 좌굴온도 제시 	

- 후보과제 중 ‘초고속열차 궤도틀림 관리기술 선진화 연구’는 교과부의 ‘위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화’와 속도대역, 차량-궤도상호작용 해석 등 연구내용에서 차이가 있음

<표 44> 후보과제 중복성검토 - 초고속열차 궤도틀림 관리기술 선진화 연구

구분	[기추진과제] 위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화	[후보과제] 초고속열차 궤도틀림 관리기술 선진화 연구
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성이 높은 궤도 좌굴 매개변수들의 확률 DB보강 및 구축 - 좌굴확률 평가시스템 개선 - 궤도 운영 기준 및 유지관리 기준의 효율화 및 선진화 	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도틀림과 500Km/h급 차량 동특성 응답과의 상관관계 규명 - 초고속 차량응답으로부터 궤도틀림 추정기법 개발 - 500Km/h 증속에 따른 차량의 주행안전 및 승차감을 고려한 궤도틀림 관리기준 정립

5. 기술개발 시급성 평가

□ 25건의 후보과제를 대상으로 기술개발 시급성 평가와 KAIA 평가위원 검토의견 수렴을 통해 4개의 기술개발대상 과제로 선정

○ 기술개발 시급성 평가는 중점추진분야별 후보과제를 대상으로 기술적 실현 시기 및 기술의 선후관계를 고려하여 5점 척도로 평가

<표 45> 후보과제별 기술개발 시급성 평가결과

중점 추진분야	후보과제	기술 개발 시급성 (5점척도)	KAIA 평가 위원 평가	우 선 순위	비 고
호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화	증속에 따른 호남 고속철도 테스트베드 안정화 기술	5	4	1	선정
	열차속도 향상에 따른 교량 주행안전성 및 승차감 확보연구	5	2	1	유보
	초고속 선로에 대한 최적선형 설계 및 궤도설계 핵심기술 개발	5	2	1	유보
	증속에 따른 동적하중 특성 고려 콘크리트 슬랩 궤도 구조물 누적 소성 침하예측기법 및 대책공법 개발	3	3	3	유보
	고성능 터널 미기압과 저감대책 기술개발	4	2	2	유보
	단부 회전각 완화, 장대레일 축력 완화를 위한 궤도-빔 시스템 개발 및 설계기술	3	3	3	유보
	콘크리트 도상의 PCL층을 교량 구조물로 사용에 대한 연구	3	3	3	유보
	증속에 따른 궤도구조 보강 및 초고속용 궤도구조 개발	5	5	1	선정
	상시 진동실험과 수치모델 개선 기법 활용 고속철도교량의 내하력 평가기술 개발	2	4	4	유보
	장대궤도의 신축최소화에 따른 궤도 안정화 방안 연구	3	3	3	유보
	철도차량의 고속주행에 따른 교량의 동적거동에 따른 교량의 적합성 평가 기준 작성 연구	3	3	3	유보
	온도변형 및 2차 변형 포함 궤도 인터페이스를 고려한 교량 변위 한계치 설정연구	3	3	3	유보
	구조물-토공 접속부 처짐 제어를 위한 세미브리지 공법 개발	5	4	1	선정

V. 기술로드맵 수립

1. 중점추진분야 기술개발과제 구성

가. 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화

□ 호남고속철도 테스트베드 안정화 및 신뢰성 기술개발

연구개발과제명	호남고속철도 테스트베드 안정화 및 신뢰성기술개발
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 호남고속철도 테스트베드 구간의 연구성과품 신뢰성 및 실용화 기술 확보
2. 연구개발의 필요성 및 기술동향	<p>□ 연구개발의 필요성</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 호남고속철도 완공에 따른 기 구축된 선로구축물의 장기적인 데이터 축적과 적용된 연구성과품의 장기적인 성능 검증과 최적화를 위한 지원필요 ○ 호남고속철도 테스트베드 구간에서 운영되는 속도대역에서의 궤도노반시스템의 지속적인-모니터링을 통해 데이터 보유 및 확장으로 철도기술 선진화 기반 필요 ○ UIC, FCH(Fundación Caminos de Hierro para la Investigación y la Ingeniería Ferroviaria)에서는 열차속도 향상을 위한 제한요소로 선로구축물구조, 선형, 공기동역학, 소음, 에너지, 차량, 열차제어 등이 주요 선형제한 요소로 보고 여기에 대한 연구를 체계화 하고 있음 ○ 따라서, 국내 기술수준 향상을 위한 콘크리트궤도 영업선에서의 취약개소의 장기적인 거동평가와 궤도선형의 경합개소에 대한 이력관리를 위한 데이터베이스와 연구체계화 필요함. <ul style="list-style-type: none"> - 현재 고속선 증속 기준인 탈선계수(윤중,횡압)의 예측모델은 철도선진국의 경험식으로 의존하고 있으며, 국내 선형상태와 궤도상태를 고려한 윤중횡압 추정식 수립을 통해 궤도설계의 고도화 및 기술력 확보가 필요함. ○ 자갈도상 궤도에 비해 콘크리트 슬래브 궤도구조에서 접촉부 처

짐이 발생할 경우, 이의 복원방안이 어려워 관리기준이 중요하며, 콘크리트궤도 하부지반의 장기침하특성과 현장 DB 자료의 비교분석을 통한 연약지반의 특성평가 필요

- 고속철도 기술의 해외시장 진출을 위해서는 인프라 기술에 대한 선진화가 필요하며, 고속화에 장애가 되는 취약구간에 대한 기술 확보가 매우 중요할 것으로 예상됨
- 구축된 테스트베드 DB의 확장과 향후 운영방안 수립을 통해 선로데이터 활용방안 수립 및 지속관리방안 필요

□ 기술동향

- 2002년 12월 경부고속철도 1단계 완공 후 약 6년간 고속철도 기술개발사업으로, “고속철도 선로구축물 시스템 안정화 기술 개발”과제를 수행함
 - 고속전철 선로구축물 개발품 실용화 기술 확보를 목적으로 고속전철교량 하중계측용 교량받침 현장적용성 검토, 고속전철교량 감진장치 현장적용성 검토, 개발 S/W(교량동적해석 프로그램, 레일-교량 상호작용 해석 프로그램) 신뢰성 검증 및 성능개선, 개발 S/W 검증 및 보안을 위한 교량 동적거동 및 레일 거동 계측실험을 수행함
- 현재 호남고속철도는 선로구축물(궤도, 노반, 교량)은 최고시속 350km/h로 설계, 시공이 완료됨. 국가 R&D로 2011년부터 “400km/h급 호남고속철도 설계기준 연구”를 수행하면서 설계속도 이상 거동 시 구조물에 대한 거동평가와 모니터링을 수행하여 거동평가를 완료함. 향후 운영속도 및 속도상승에 따른 RISK 감소와 장기거동을 평가를 위한 지속적인 모니터링이 필요하며 차량과 선로의 입체적인 거동평가분석을 위해서는 선로, 차량 등 각 기술별 융복합연구가 필요한 상황임
- 고속선에서의 침하관리는 차량의 안전운행과 궤도의 평탄성을 확보하는 매우 중요한 설계인자로서 국내 콘크리트궤도 연약지반 허용잔류침하 설계기준은 25mm로 처리방법과 사용재료의 기준 등이 매우 엄격하게 관리되고 있음.
 - 그러나 연약지반 판정과 침하대책은 실시설계에서 결정되며 설계시 잔류침하량을 정확하게 예측하고 적절한 연약지반 대책공법이 적용되어야 함. 잔류침하량이 부정확할 경우 선로 과다침하로 인해 복원공사비용 증가 및 선로의 안정성을 저해함. 따라

서 침하예측 정확도 향상을 위한 개선방안이 시급하며 콘크리트 슬래브 궤도구조의 처짐이 발생할 경우 이에 대한 효율적인 보강방안이 미흡한 실태임

- 스페인 ADF에서 설립한 철도기술센터는 약 3,000m² 규모의 건물로 사무실, 연구실, 회의실, 실험실 등을 제공하며, 스페인 정부의 R&D예산을 배분하여 다양한 프로젝트를 관리하며, 미국 TTCI Test Track은 총 48mile 7개의 트랙으로 궤도구성품, 신호시스템 안정화 등 가속시험을 통해 다양한 연구를 수행하고 있음.
- 국외 최고시험 속도 시에는 곡선궤도의 거동평가, 부족캔트량, 차량의 거동을 동시에 수행하고 있음. 국외사례에 독일 ICE와 TGV에서는 198mm, 160mm의 이상의 부족캔트 상태에서 시험하였고, 최대 횡가속도는 1.29m/s² 등 관련 차량시험 데이터를 동시에 확보하고 있는 실정임
- 차량 연속데이터 기반 데이터 축적을 통해 선로주행안정성 평가지표인 차상진동가속도와 의 상관성을 분석하여 안정성지수와 의 연계성을 확보필요
- 고속열차가 400km/h급의 속도에서 발생하는 소음을 3dB이상 낮추기 위해 개발한 ‘방음벽 상단장치’와 ‘슬래브 도상용 흡음블럭’을 개발 완료하여 테스트베드구간에 400m 부설완료
 - 기존의 방음벽보다 3dB 이상의 소음 저감효과 및 방음벽 높이별 공사비를 약 8~18% 줄일 수 있었고,
 - 슬래브 도상용 흡음블럭은 같은 성능의 독일 등 해외제품에 비해 20% 생산비가 저렴해 사업비 절감 효과

3. 연구개발내용

□ 세부과제별 연구내용

[1세부과제]

- 1차년도 연구목표 : 호남고속철도 테스트베드 통합 DB 확장 및 연구성과품 장기성능 평가
 - 테스트베드 통합 DB 시스템 설계, 보완 및 운영
 - 데이터 기반 모니터링 분석 알고리즘 설계
 - 소음저감장치(상단장치, 흡음블럭) 장기성능 평가 및 개선 도출
 - 소음저감장치 운영속도에서의 성능평가 및 개선모델 도출

- 현장 침하 DB 및 콘크리트궤도 장기침하관리기술개발
 - 침하 DB 구축 및 설계치와 실측치의 비교분석
- 차량-궤도노반 연속주행 평가를 통한 윤중/횡압 예측고도화 기술
 - 차량-지상 연속모니터링을 위한 동기화 시스템 구축
 - 선형특성 및 궤도틀림 이상개소와의 상관성
- 2차년도 연구목표 : 테스트베드 적용 연구성과품 실용화 기반 기술 개발
- 데이터기반의 테스트베드 통합 DB 운영 및 관리
 - 확장된 통합 DB 및 관리 시스템 운영구축
- 소음저감장치의 장기성능평가 및 고도화
 - 핵심제품의 성능검증 및 안전성/상호호환성 검증
- 장기적인 성능평가로 고속철도 인프라 핵심기준 제시
 - 설계 잔류침하량의 정확도 향상 설계기법
 - 윤중/횡압 추정식 개발 및 예측모델의 고도화
 - 윤중/횡압과 차상가속도와 상관성 및 안전기준과의 연계방안

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

- 국가 R&D 수행 완료된 “400km/h급 고속철도 인프라시범적용기술개발”과제의 기 구축된 DB의 인터페이스 확장 및 시스템 확장 여부 조사, 분석
- 연구성과품의 철도용품 실용화를 위한 기준 및 상용화
 - 철도용품 성능만족도를 위한 개선단면 도출과 가격 경쟁력 확보를 위한 상용화 방안에 근거하여 추진전략 수립
- 호남고속철도 선로 특이개소평가를 위한 철도공사의 궤도검측 차량 자료를 분석하여 우선 선별하여 조사 및 시범운영
- 호남고속철도 테스트베드 차량-궤도의 모니터링 시스템의 효과적인 구축방안 수립을 위한 운영위원회(가칭) 운영
 - 정부, 건설주체 및 운영기관, 참여기업과의 유기적 협조체계 구축 및 관련기관 운영위원회에 포함
 - 연구 내용 중 관계 기관의 동의를 필요한 사항들은 운영위원회(가칭)에 안건으로 상정하여 관계 기관의 합의를 얻도록 할 것
 - 운영위원회에서 합의된 사항의 이행을 위한 전략 제시
- 연구기관별 연계성 확보 및 협조체계 구축

- 연구기관별 최종년도 연구성과품의 무형 및 유형물 제시
- 선정 검토 기준, 검토 방법론 도출 시 전문기관과 협의 필요
- 1차년도 최종성과품의 세부요건에 대하여 전문기관에 제출
- 연구성과품의 실용화 요건은 기술적 요건
 - 방음벽상단장치: 소음저감량 3dB 이상, 10% 경량화, 단가 25% 절감
 - 흡음블럭: 소음저감량 3.5dB 이상, 20% 경량화, 개발단가 15% 절감
 - 연속데이터를 통한 윤중/횡압 추정식(일본 경험식과 비교) 및 안전기준 연계방안수립
 - 설계 잔류침하량 예측 정확도 20% 향상 및 침하설계 가이드라인 제시
- 표준 인터페이스는 최신 기술과 호환되도록 연구를 추진
- 연차별 연구내용, 중간 성과물 및 최종 성과물 간의 연관관계 파악을 위한 프로세스 플로우 차트 제시
- 달성 가능한 연구 목표를 정량적으로 제시
 - 방음벽상단장치: 소음저감량 3dB 이상, 10% 경량화, 단가 25% 절감
 - 흡음블럭: 소음저감량 3.5dB 이상, 20% 경량화, 개발단가 15% 절감
 - 연속데이터를 통한 윤중/횡압 추정식 고도화 및 안전기준 연계방안
 - 설계 잔류침하 예측 정확도 20% 향상
- 연구성과의 실용화 전략 제시, 연구성과의 실용화로 기대되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급 효과 및 산출 근거 제시

- 추진체계**
- 일반공모하여 연구기관이 선정됨에 따라 선정된 협동연구책임자는 협약 후 과제 착수시점부터 주관연구책임자와 적극적인 협력관계를 형성하여 연구를 수행
 - 본 세부과제의 연구책임자는 협동연구책임자의 지위를 갖게 되며, 선정 후 연구단 컨소시엄에 포함되어 연구추진
 - 연구신청자는 참여기관 수의 과다편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 높일 것

- 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
- 연구성과의 실용화를 위해 운영기관, 완성차업체 및 부품제작사와의 연계 협력 실시
- 참여 연구기관 간 유기적인 협력 체계를 구축할 것
- 각계 전문가 자문단을 구성하여 연구내용의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문을 받을 것

5. 최종성과물

□ 주요 최종성과물

- 호남고속철도 테스트베드 운영 DB 분석 및 확장시나리오 보고서
 - DB 관리 시스템 내 현장계측 데이터 분석 및 디스플레이 틀 업그레이드
 - 테스트베드 모니터링 시스템 기능의 보완 및 개선
 - 데이터 기반의 모니터링 결과 검색, 분석기능 개선
- 고속차량 주행에 따른 장기 모니터링을 위한 시스템 개발 및 운영 절차서
 - 차량 및 지상 모니터링 동기화 시스템
 - 연속측정 데이터 및 분석 DB
 - 고속선 콘크리트궤도의 윤중/횡압 추정식 고도화
 - 윤중/횡압과 차량진동가속도와와의 상관성 및 안전기준 연계방안
 - 장기침하 DB 분석을 통한 설계 잔류침하량 정확도 향상 및 설계 가이드라인
- 호남고속철도 테스트베드 구간 연구성과품의 신뢰성 검증, 성능 개선 및 실용화
 - 흡음블럭/방음벽 상단장치 개선품의 시제품
 - 개선품의 신뢰성 평가보고서 및 철도용품 규격 인증

6. 활용방안 및 기대효과

□ 활용방안

- 테스트베드 운영환경 구축 기술 노하우 축적 및 이를 통한 국내 고속철도 건설정책 및 시험선 건설 등에 반영
- 모니터링 시스템 및 측정기법 기술의 상용화를 통한 국내외 매출 실현
- 장기 성능 평가를 통해 신뢰성이 확보된 소음저감 성과품은 향후 고속철도 건설 시 적용 증가가 예상

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고속철도 주행 시 선로구축물 거동 데이터 확보를 통한 국내 자체 기준개발 및 설계기술 고도화 실현 가능 ○ 향후 설계 및 시공품질관리 기술발전과 시공 및 유지관리 비용 절감에 기여 ○ 테스트베드 운영을 통해 검증된 인프라 시스템 및 하위 철도용품 기술의 국내외 표준규격에 반영 및 이를 통한 표준화 선도
<p>□ 기대효과</p>	<p><기술적 측면></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 고속철도 인프라/인터페이스 구성품에 대한 신뢰성 확보 및 실용화 ○ 안전하고 신뢰성 높은 고속철도 운행에 따른 교통분야 SAFE KOREA 위상제고 및 고속철도 인프라/인터페이스 기술의 타 산업으로의 기술 확산 ○ 고속철도 인프라/인터페이스 통합 DB 구축으로 설계/운영 및 정책에 활용 ○ 고속철도 차량증속 시 고속철도 인프라 핵심기술의 해외수출 및 기술자립 <p><사회·경제적 측면></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 세계 최고의 고속철도 인프라 기술 보유 및 관리 능력을 통한 고속철도 해외 수출 경쟁력 강화(철도인프라 기술은 향후 3천조 원으로 예상되는 해외 고속철도 시장에서 국가차원의 선도적 수주 경쟁력 확보에 기여) ○ 궤도, 노반 분야의 후속연구 개발로 인한 유지보수 비용 절감, 관련 원천기술 등으로 친환경 그린에너지 분야 성장 동력 및 국부 창출에 기여 <p>※ 호남고속철도에 기 구축된 인프라/인터페이스 연구성과품의 성능검증과도 연계됨</p>
<p>7. 연구개발기간 및 소요예산</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구개발기간 : 2016.2 ~ 2018.2 (2년) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구개발기간 : 2016.2. ~ 2016.2. (12개월) ○ 총 정부출연금 : 2600백만원 이내 <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 정부출연금 : 600백만원 이내

- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
- ※ 연구단과제는 세부과제별로 기업부담금 비율 준수
- ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타 (필요시 내용 수정 가능)

- 본 과제의 보안등급은 “일반과제”임
- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 및 http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조
 - 공모과제와 관련하여 기 수행되었거나 현재 수행 중인 과제의 연구개발결과물과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 필요시 공모된 연구과제명 외에 연구목표·내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구과제명으로 수정하여 제안할 수 있음
- 비전, 미션, 연구목표 및 전략체계 제시
 - 핵심성과물 및 성과유형 제시
 - 연구착수시점과 종료시점에 대하여 기술수준, 국산화율 등에 대한 대비가 가능하도록 “As-is”와 “To-be”를 구체화·가시화하여 제시
 - 과학기술적 성과물을 포함하여 최종성과물을 구체화하여 제시
- 연구신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/달성목표치/가중치)

- 및 사업수행(일정)계획과 이에 대한 관리계획 등을 연구개발 계획서에 제시
 - 개발된 기술 및 성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진 시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 연구성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술·경제·사회·문화적 파급효과 및 산출근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
 - 제시한 성과지표는 사전검토, 선정평가를 통해 조정(추가) 가능
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공,

시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제내 특정 기술개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음
 - 본 과제의 연구기간은 추후 협약시 변경될 수 있음
 - 전문기관은 필요시 선정된 주관기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서의 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
 - 연구추진과정에서 관련기술 환경변화에 따라 연구내용(연구비 포함)이 조정될 수 있음
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 실용화 대상 기술에 대한 기술설명서(SMK)를 작성하여, 연구개발 완료시점에 제출
- 연구수행기관 선정 이후 연구내용의 세부적인 사항을 정하여 협약을 체결하며 연구내용 등이 조정될 수 있음
 - 연구내용 등의 조정 시 지원되는 정부출연금이 조정될 수 있음

2. 기술로드맵 수립

- 중점추진분야로 도출된 과제를 추진시급성 평가 결과에 따라 과제 착수시기를 설정하고 연도별로 도식화함

중점추진 분야	2015년	2016년	2017년	2018년
호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화	통합DB 확장 및 데이터기반 분석시스템 구축			
	성능기반 설계기술 개발을 위한 통계분석			
		안전성/편의성을 고려한 차량-인프라 인터페이스 기술개발		
연구성과품 장기성능 및 상용화 기술개발	연구성과품의 장기 성능검증 및 상용화			

[그림 52] 기술로드맵

3. 소요예산 및 소요인력

가. 소요예산

※ 사업이 연구단으로 기획되어 기존 타 연구단 추진 사례를 참조하여 중점추진분야는 세부과제로 표현하고 기술개발과제는 세세부과제로 표현하였음

<표 47> 소요예산 (백만원)

과제	1차년도			2차년도			합계		
	정부	민간	계	정부	민간	계	정부	민간	계
	600	112	0	0	0	0	0	0	0
1세부	320	-							
1-1세부	60	24							
1-2세부	70	28							
1-3세부	70	28							
1-4세부	80	32							

나. 소요인력

<표 48> 소요인력

과제	1차년도	2차년도	합계
	31	76	242
1세부	31	76	242
1-1세부			
1-2세부			
1-3세부			
1-4세부			

Ⅵ. 추진체계 및 추진전략 수립

1. 추진체계



[그림 53] 사업추진체계

- 사업추진체계는 사업주관 부처인 국토교통부, 사업관리 전문기관인 국토교통과학기술진흥원, 사업수행기관인 연구단으로 구성
 - 국토교통부는 동 사업에 대한 정책지원 및 재정지원 업무를 담당하며, 과제 담당관을 두어 동 사업과 국토부 정책간의 연계강화를 통해 사업효과성을 확보
 - 국토교통과학기술진흥원은 동 사업에 대한 평가·관리·성과확산·사업화·해외진출 지원 등의 업무 수행
 - 사업의 공정성, 효율성, 효과성을 극대화하기 위해 평가위원회/총괄조정위원회, 행정위원회 구성
 - 평가위원회는 과제 선정평가, 진도관리 및 중간평가, 최종 평가 수행

- 총괄조직위원회는 평가위원회 평가결과를 토대로 총괄 조정
- 행정위원회는 평가결과에 대한 이의신청, 기술료 분쟁 시 이를 조정
- 연구단은 산·학·연으로 구성된 연구기관으로 총괄 및 1세부과제를 수행하는 주관연구기관과 2, 3세부과제를 수행하는 협동연구기관으로 구성되며, 외부 전문가위원회를 통해 개방형 연구 수행

□ 세부과제 기술특성을 반영하여 주관/협동연구기관, 공동연구기관, 위탁연구기관을 설정

- 한국철도기술연구원은 고속철도 차량, 궤도토목, 전차선로분야 연구역량을 모두 보유한 국내 유일 기관이므로 주관연구기관으로 R&D총괄을 수행하는 것이 바람직함
- 1세부(호남고속철도 테스트베드 안정화 및 신뢰성 기술개발)과제는 시스템엔지니어링 역량을 보유한 한국철도기술연구원이 주관연구기관으로 참여하고, 한국철도시설공단, 통합 DB구축과 설계사가 공동연구기관으로 참여하며, 철도운영처는 위탁연구기관으로 참여
 - 1세부과제는 테스트베드 및 선로구축물 관련 기술개발과제로 1단계 고속철도 인프라 테스트베드 운영경험이 있으며, 선로구축물 관련 연구역량을 보유하고 있는 한국철도기술연구원이 주관연구기관 역할을 수행
 - 테스트베드 모니터링 해석 역량을 보유한 대학은 위탁연구기관으로 주관연구기관 지원

2. 추진전략

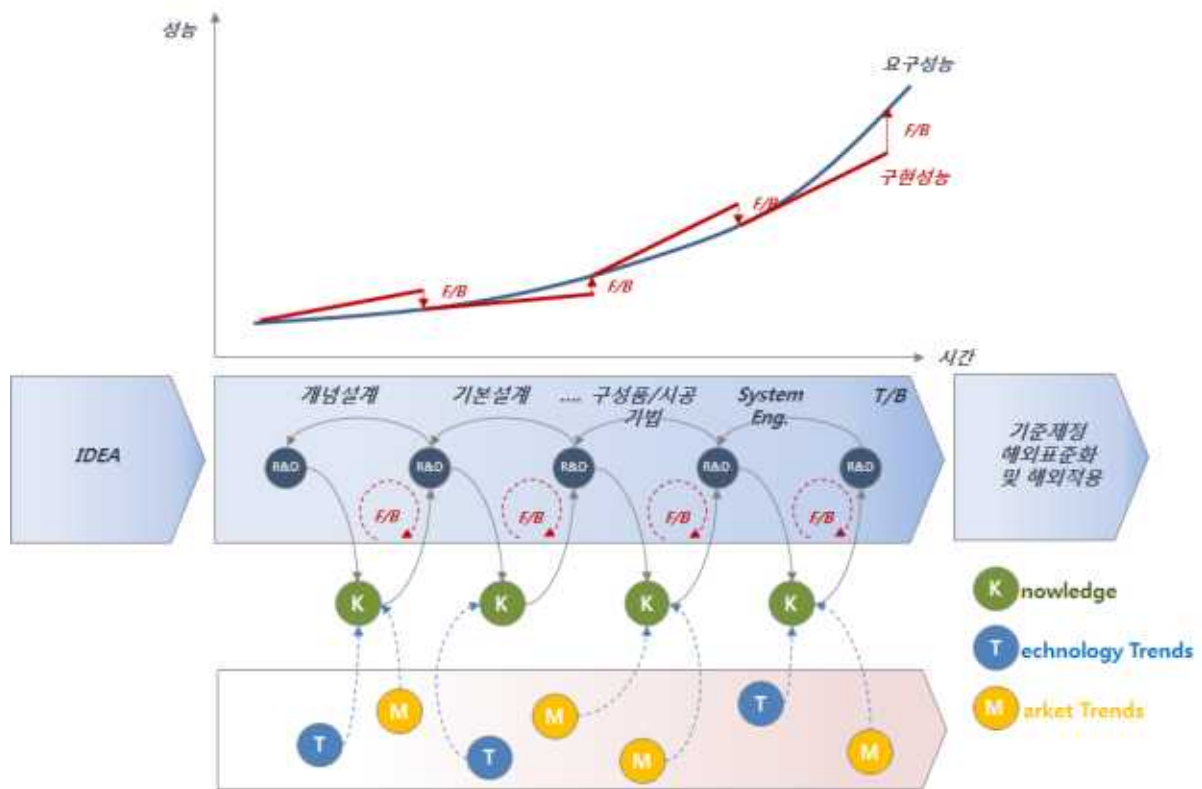
□ 해외 고속철도 동향 모니터링 및 동태적 시장/기술 니즈 분석

- 전 세계적으로 친환경적이고 에너지 효율적인 고속철도에 대한 투자가 급격히 확대되는 추세이며 해외 고속철도사업에서 국내 기업 참여 니즈 증가
 - 국내 대규모 고속철도 건설사업이 소강상태인 반면 고속철도 건설을 검토하고 있는 브라질, 베트남, 태국, 미국 등 많은 나라에서 우리나라의 참여 수요가 있음
 - 경부고속철도 2단계, 호남고속철도 1단계, 수도권 고속철도가 '14년 완공예정이며, 확정된 국내고속철도 건설계획은 없는 상황임
 - 신흥국을 중심으로 고속철도 건설계획 발표가 지속되고 있으며 우리나라의 사업참여에 대한 수요가 있음
- 이와 같은 관점에서 우수한 고속철도건설 · 운영 노하우를 기반으로 해외 철도건설시장 수요에 대응하고 해외 철도시장 진출 확대 및 철도산업을 제2 원전으로 육성하는 정책이 추진되고 있음
 - 국토부는 제2차 철도산업발전기본계획³¹⁾에서 해외철도시장 진출확대를 추진하고 이와 관련하여 해외철도시장 진출을 위한 전문인력 양성 추진³²⁾
- 동 연구단은 정부의 해외 고속철도 시장 진출을 지원하는 기술개발연구개발성과의 해외시장 진출을 모색하기 위해서는 해외시장의 기술/시장 현황을 상시적으로 파악하고 이를 반영한 기술개발을 추진하는 것이 필요
 - 동 연구단은 세계최초 신개념 선로구축물 등 기술선점형 연구단으로서 선진국 추격형 연구개발과 달리 해외시장 적용 실패 가능성이 큼
 - 동 연구단은 증속경쟁이 참여화되고 있는 고속철도 건설시장에서 500km/h이상 고속철도 인프라시스템 기술을 선점을 추진함
 - 개념 정립 단계인 융합형 선로구축물 기술과 NT-ICT 융합 선로구축물 및 유지관리체계 등 기술 개발을 추진

31) 제 2차 철도산업발전기본계획('11-'15), 국토교통부, 2011

32) 111조 해외철도시장 진출을 위한 전문인력 키운다, 아주경제, 2013.8

- 동태적 기술/시장 모니터링 체계를 구축하여 동 연구단 기술개발성과물의 해외시장 적용 실패 가능성을 최소화하고자 함
 - 연구단 총괄관리조직은 KOTRA 해외건설협회 보유 DB의 상시 모니터링을 통한 해외 고속철도 건설시장, 사업 발주정보, 기술기준 변화 보고서 작성
 - 주기적 특허/논문동향 모니터링을 통해 선진사 기술개발동향을 확인
 - 마일스톤별 성과의 해외 주요고속철도 시장/기술니즈 부합성 검토를 통해 연구성과 및 계획(세부과제 내용, 세부과제 목표, 기술개발일정)을 조정 보완 추진



[그림 54] 동태적 기술/시장니즈 모니터링 체계 구축 개념

□ 차량-인프라 연속데이터 동기화 시스템

- 차량과 인프라 인터페이스 IT 기술 활용한 스마트 유지관리 등의 융합연구를 수행하는 연구단 특성을 고려할 때 기술난제의 원활한 해결을 위해 분야간 커뮤니케이션 활성화가 필요
 - 동 사업에서 추진하고자하는 융합연구는 장기과제, 고위험과제, 다학문 분야의 연구팀 구성 등 일반적인 연구과제와는 차별화된 특성이 존재

- 이종 학문분야간, 산·학·연 분야 내외의 교류 및 의사소통 활성화를 통해 유기적 의사소통체계 확립이 필요
- 문제해결 대안 도출을 위해 국내외 관련 기술개발주체를 대상으로 폭넓은 의견 수렴을 추진할 필요성이 있음
- 개방형 기술개발체계 구축을 위해 D. I. 워크샵(multi disciplinary workshop) 추진
 - 각 세부과제별 특성에 따라 관련 산·학·연 협의체 구성
 - 1세부과제는 500km/h급 차량분야 기술개발과 연계하여 ‘13년 연구가 시작된 ‘레일방식 500km/h급 차량 기술개발’ 연구단, 철도차량 전문기업인 현대로템, 관련부품 제조업체 및 대학 등과 협의체 구성
 - 다학제간 워크샵은 연 2회 실시하되 상시 연구내용 공유 및 의견수렴을 위해 연구단 홈페이지를 통해 웹 협의체를 구성하여 상시 운영
 - 각 세부과제별 협의체로 구성된 산·학·연 업체 전문가는 연간성과공유회 시 외부전문가로 활용

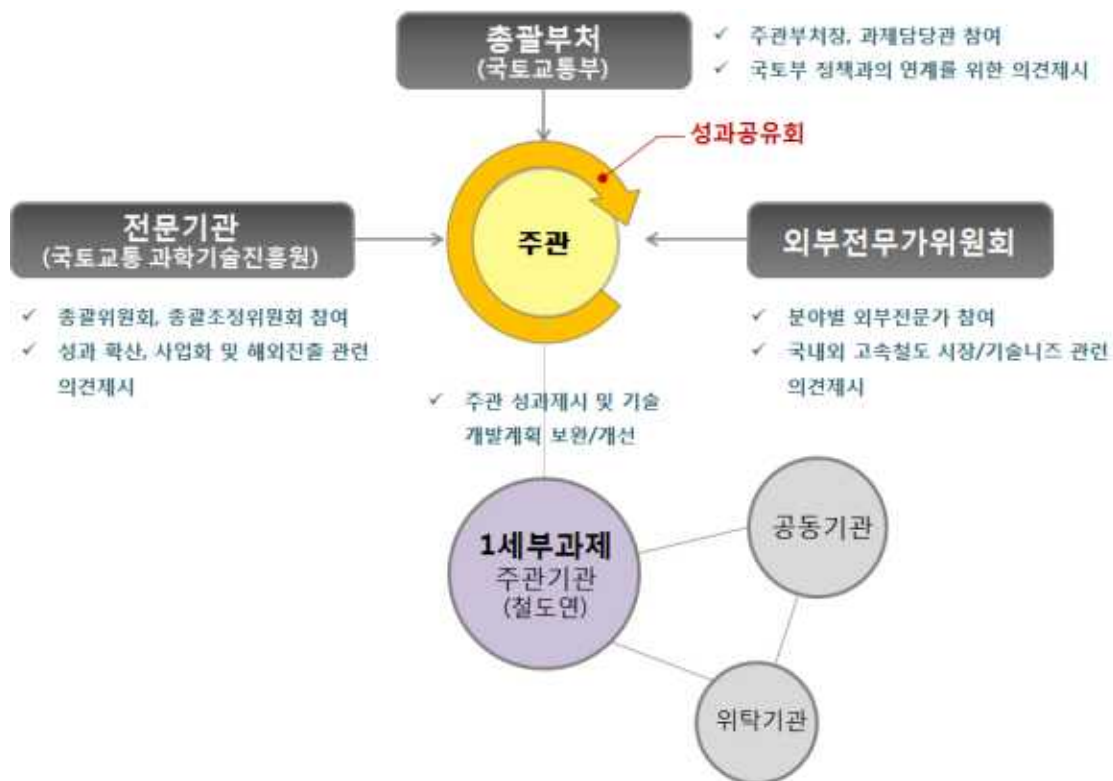
□ 연구개발 전주기적 민관협력 추진체계 구축

- 연구기획-수행단계에 기술개발 성과의 예상 수요처 참여시켜 연구단 성과의 원활한 확산을 유도
 - 기술개발 성과의 국내 수요처인 한국철도시설공단을 세부과제 책임기관으로 참여토록 하여 성과물이 수요처 니즈와 연구단 성과의 간극 해소
 - 설계기준 수립과 관련된 세부과제는 수요처인 설계사를 위탁연구기관으로 참여시킬 계획
 - 연구단 기획 시, 도화엔지니어링 등 국내 철도 설계업무 수행업체의 기술니즈를 수렴
- 연차별 연구단 성과자료집과 기술개발을 통해 산출되는 설계/시공기준의 예제 자료를 연구단 홈페이지/학회 등 배포하여 성과물 확산 유도
- 정기적 세세부과제/세부과제/단위 실적공유 및 협조체계 구축 추진

- 실적공유는 2주 1회 실시하며, 세부과제별로 연구진행사항 및 성과를 문서화하여 공유함
- 세부과제 공정회의는 월 1회 실시, 결과공유를 통해 세부과제간 연구진행사항 및 성과를 공유함
- 연구단 전체 공정회의는 1분기 1회 실시하며, 내외부 환경변화 및 제약/요구변화에 따라 연구단 목표 및 실행방안을 보완함
- 연간 2회의 공정회의는 Workshop으로 진행하고 연구진 외 각분야 전문가 초청을 통해 연구단 성과를 공유하고 자유로운 의견개진 및 유기적 의사소통체계를 조성하여 개방형 연구체계 확립
- 연간 성과 공유회는 연 1회 국토부 주관부처장 참여하에 실시하며 변화되는 국내외 고속철도 인프라 시장/기술니즈 및 정책을 반영하여 연구단 기술개발 기획 보완/개선

<표 49> 민관협력 활성화를 위한 실적공유 계획

구분	일시	내용
실적공유	2주 1회	<ul style="list-style-type: none"> • 세세부과제별 연구진행사항 및 실적을 문서화 하여 세부과제별 주관기관 담당자가 종합, 배포
공정회의 (Workshop)	월 1회 (Workshop 1회 포함)	<ul style="list-style-type: none"> • 월 1회 세부과제별 공정회의를 실시, 총괄기관이 종합, 배포 • 분기별 1회 연구단 전체 공정회의를 실시하여 내외부 환경변화 또는 제약/요구사항 변화에 따라 연구단 목표 및 실행방안 보완 • 연간 1회의 공정회의는 Workshop으로 진행
연간 성과공유회	연 1회	<ul style="list-style-type: none"> • 국토부 주관부처장이 참여하는 연도별 성과공유회 추진 • 변화되는 국내외 고속철도 인프라 시장/기술니즈를 반영하여 연구단 기술개발계획을 보완/개선



[그림 55] 성과공유회 체계

VII. 사전타당성 검토

1. 정책적 타당성

가. 국가전략적 중요성

□ 350Km/h 이상 고속철도 시장 성장과 정부의 해외철도진출확대 정책을 고려할 때 동 연구단의 국가전략적 중요성은 높음

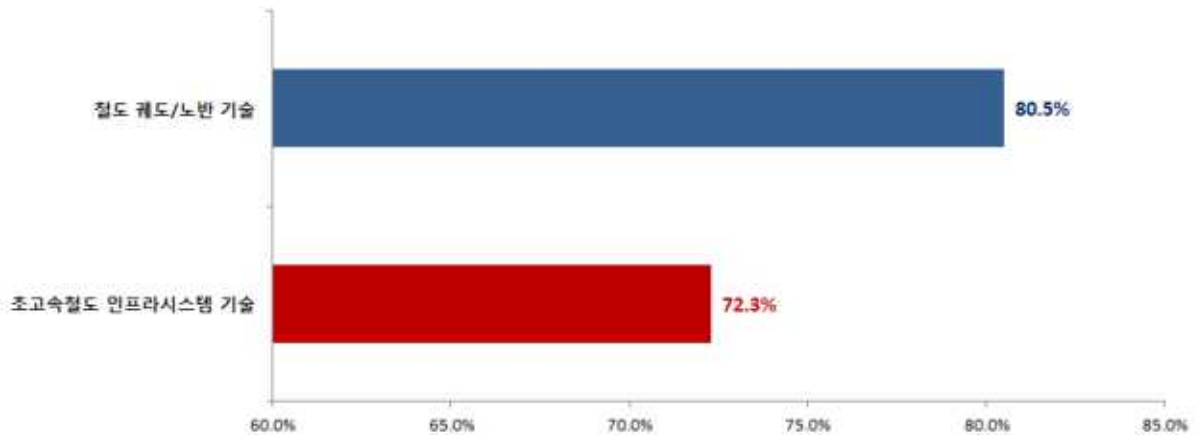
- 전 세계 신규 고속철도 계획을 분석한 결과, 350Km/h 이상 고속선 신설 연장 비중은 지속적으로 증가하여 ‘22년 이후에는 전체 고속선 신설 계획 연장 비중이 16.1%에 달할 것으로 조사됨

<표 50> 연도별-속도별 고속선 길이(설치기준)

구분		200~250km/h	251~300km/h	301~350km/h	350~400km/h	합계
'07년~ '09년	길이(km)	3,768	920	1,441	-	6,129
	비중(%)	61.5%	15.0%	23.5%	-	100.0%
'10년~ '12년	길이(km)	5,511	1,581	8,261	-	15,353
	비중(%)	35.9%	10.3%	53.8%	-	100.0%
'13년~ '15년	길이(km)	8,025	4,741	6,265	-	19,031
	비중(%)	42.2%	24.9%	32.9%	-	100.0%
'16년~ '18년	길이(km)	5,507	4,502	3,234	667	13,910
	비중(%)	39.6%	32.4%	23.2%	4.8%	100.0%
'19년~ '21년	길이(km)	5,274	2,103	1,370	1,345	10,092
	비중(%)	52.3%	20.8%	13.6%	13.3%	100.0%
'22년~	길이(km)	6,950	5,830	3,479	3,115	19,374
	비중(%)	35.9%	30.1%	18.0%	16.1%	100.0%

자료: HSR Global Market Trends SCI Verkehr, 2010

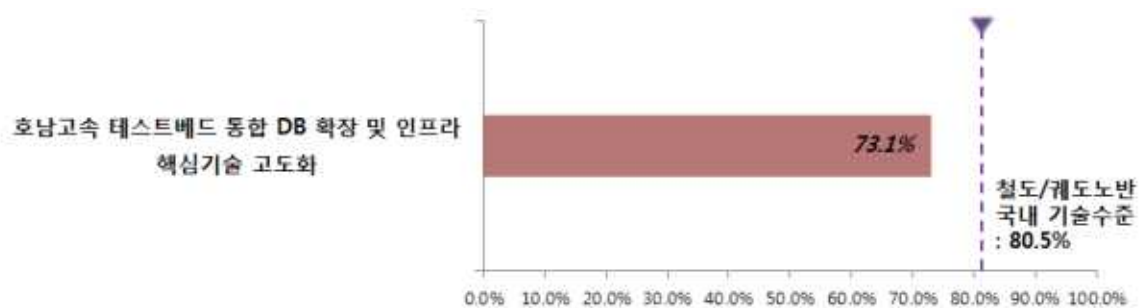
- 정부는 고속철도 증속 및 해외진출촉진을 위한 정책을 추진하고 있으며, 동 연구단은 이와 같은 정부의 정책을 지원함
 - 박근혜정부의 「제 3차 과학기술기본계획」에서는 ‘국가전략기술 개발’을 추진하며, 30대 중점기술로 ‘서울-부산 1시간 내에 이동 가능 첨단 철도기술’을 선정하여 고속철도 증속 관련 기술개발을 전략적으로 추진하고 있음
 - 국토부의 「건설교통기술 R&D 중장기계획(‘12)」의 ‘철도기술연구사업’에서는 ‘수송력 향상 및 첨단 철도기술’ 전략프로젝트를 통해 고속철도 증속을 위한 기술경쟁력 확보를 통해 세계시장 진출 추구
 - ‘수송력 향상 및 첨단 철도기술’ 전략프로젝트의 중점과제로 ‘레일 방식 500Km/h급 철도시스템’ 및 ‘레일방식 500Km/h급 철도시스템 실용화’ 기술개발 추진
 - 고속철도 차량 개발과 함께 차량 운영을 지원하는 인프라 시스템의 필요성이 제기되어 차세대 고속철도 차량(430Km/h급)의 기술개발과 함께 400Km/h급 고속철도 인프라 시스템 기술개발 사업(‘10. 12.) 추진
 - 국토교통부의 「제 2차 철도산업발전기본계획(‘11)」에서는 철도차량시장 점유율 향상목표를 제시하고, ‘수출주도형 연구개발추진’을 추진과제로 제시하고 있음
 - 미래성장 동력 확충과 해외철도 진출 기반 강화, 차세대 고속철도 개발 등 해외철도 진출 기반 강화 등을 주요 내용으로 하고 있음
 - 동 연구단은 초고속열차 개발 시, 안정적 운용을 위해 필수적인 인프라시스템에 대한 기술개발을 추진하는 연구단으로서 전략적 중요성이 높음
- 본 연구의 기술개발 범위인 국내 기술수준은 전체 철도기술 중 궤도/토목분야 기술수준보다 저조한 수준으로 적극적 기술개발을 통해 선진국 대비 경쟁우위의 기술력확보가 시급함
- 초고속철도 인프라시스템 인프라 기술의 국내 기술수준은 72.3%로 철도 궤도토목분야 전체 기술수준(80.5%) 대비 저조



[그림 56] 국내기술수준: 궤도노반기술 vs. 초고속철도인프라시스템 기술

주) 철도 궤도/노반 기술은 국내 전체 철도기술 중 궤도/노반분야 기술분야 기술수준(자료: 한국건설교통기술평가원 ('09년))을 의미하며, 초고속열차 인프라시스템 기술은 동 연구단 후보기술의 국내 기술수준 평균임

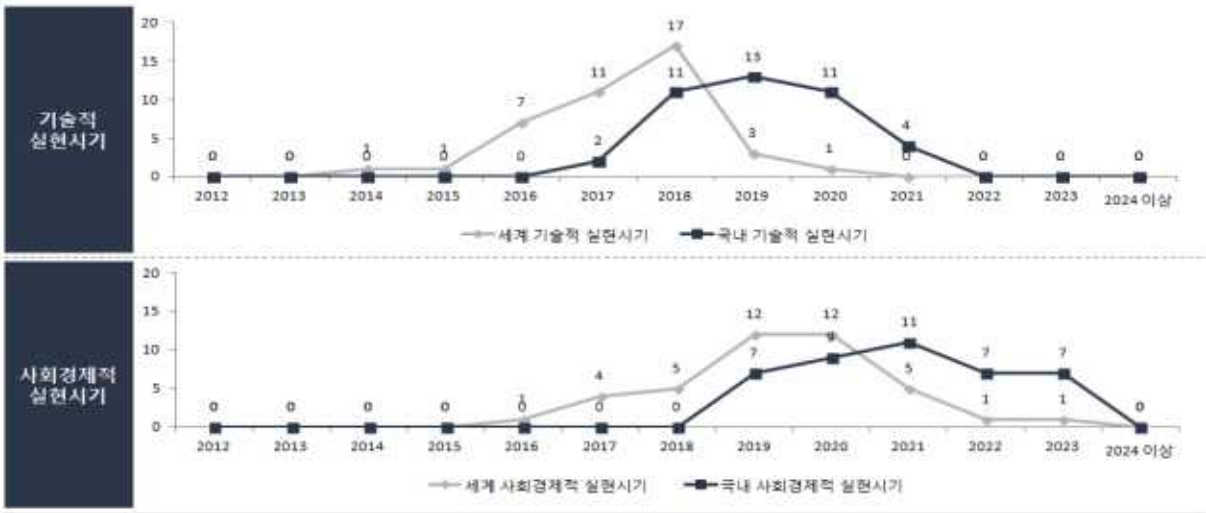
- 초고속철도 인프라시스템 국내기술수준을 연구단 중점추진분야별로 구분할 경우, 모든 중점추진분야의 국내 기술수준은 궤도토목분야 전체 기술수준 (80.5%) 대비 저조



[그림 57] 중점추진분야 국내 기술수준

- **500km/h 이상** 호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화의 국내외 기술적/사회경제적 실현시기격차는 1~2년으로 기술수준 격차에도 불구하고 집중적 기술개발을 통해 관련 기술 선점 가능성이 높은 것으로 나타남
 - 세계 기술적 실현시기는 2018년(41%), 국내는 2019년(32%)에 집중되어 약 1년 정도 차이를 보임
 - 세계 사회경제적 실현시기는 2019~2020년(58%) 전후로 나타나며, 국내는 2021년(27%) 전후로 나타남

구분 결과



[그림 58] 기술적/사회적 실현시기(총괄)

- 동 연구단이 추구하는 시스템 기술개발 및 실증기술 확보는 개별 기업이 수행하기 어려운 측면을 고려할 때, 정부주도의 사업추진이 필요함
 - 고속철도 선로구축물 및 전차선로 기술의 상용화를 위해서 실제 노선 적용을 통한 실증실적확보가 필요하여, 민간기업 독자적 기술개발 추진에 한계 존재
 - 철도는 안전성이 중요시되고 있으며, 국내외 철도 발주처에서는 입찰 시 현장실증 및 운용노선에서의 실적, 안전성 인증 등을 요구하고 있음
 - 동 연구단의 1단계 사업에 해당하는 ‘400Km/h급 고속철도 인프라 시스템 기술개발 사업’ 도 이와 같은 이유로 산학연이 공동으로 참여하는 국가연구개발사업으로 수행된 바 있음

나. 정책적 일관성 기준 상위계획 부합성

(1) 정부/부처의 상위계획과의 부합성

- 동 연구단은 속도 경쟁이 첨예화 되는 세계 고속철도 시장에서 미래 선점형 인프라 핵심기술의 실용화 역량을 확보하여 「박근혜정부 국정 목표 및 국정과제('13)」 방향성에 부합함³³⁾
 - 「박근혜정부 국정목표 및 국정과제('13)」 국정기조는 기존 ‘선진국 추격형 경제성장’에서 ‘세계시장 선도형 성장’으로의 패러다임 변화를 포함
 - 「박근혜정부 국정목표 및 국정과제('13)」는 국정목표인 ‘일자리 중심의 창조경제’ 달성을 위해 ‘창의와 혁신을 통한 과학기술발전’을 추진전략으로 설정하고 미래선도형 창의형 연구개발, 신산업 창출, 사업화지원에 주력할 계획임
 - 동 연구단은 신개념 선로구축물 구조를 포함하는 500km/h 이상 고속철도 인프라 핵심기술을 개발하고 T/B구축을 추진하여 해외고속철도 시장을 선도하는 실용화 역량을 확보하고자 함

- 선로구축물 설계/해석 기술을 개발하여 「12년 국가재정운용계획」의 R&D예산 투자방향에 부합함³⁴⁾
 - 「'12~ '16 국가재정운용계획('12)」은 R&D분야 투자방향으로 ‘창의경제 구현 및 성장잠재력 확충을 위해 창조·융합·선도적 R&D 투자를 지속적으로 확대’ 제시하고 기초연구 투자비중을 지속 확대하고자 함

※ 기초연구 투자비중(%) : ('12) 35.2 → ('13) 36.0 → ('16) 39.1

33) 박근혜정부 국정비전 및 국정목표, 대통령직인수위원회, 2013

34) '12~'16 국가재정운용계획, 기획재정부, 2012

□ 500km/h 이상 고속열차의 운용이 가능한 인프라 기술을 개발하여 인프라 기술수준을 제고하는 「제 2차 철도산업 발전기본계획」에 부합함

○ 「제 2차 철도산업발전기본계획('11)」은 추진과제로 ' 철도제조업 육성 및 기술개발 촉진" 을 설정하고 미래교통체계혁신을 위한 지속적 원천기술개발, 철도건설 및 유지보수 저감기술 등 인프라 기술수준 제고를 추진함 35)



[그림 59] 국가/부처 상위유관계획과 부합성

(2) 정부/부처의 중장기 R&D 계획과의 부합성

□ 동 연구단은 「제 3차 과학기술기본계획('12)」의 국가전략기술 영역에 해당하는 기술을 개발함

○ 동 연구단의 기술개발범위는 「제 3차 과학기술기본계획('12)」의 '(High 2) 국가전략기술개발' 추진전략에서 선정한 '서울-부산 1시간 내 이동가능 첨단철도기술'에 해당됨

○ 더불어 동 연구단은 사업초기장벽 완화를 위한 실용화 기술을 개발하여 '(High 4) 신산업 창출지원 전략에 부합함

35) '제 2차 철도산업발전기본계획, 국토해양부, 2011

다. 정책적 추진의지

□ 국토교통부는 고속철도 운영속도 향상을 목표로 하고 있음

- 국토교통부는 철도의 경쟁력을 제고하고 미래의 국가 성장동력 확보와 교통문화를 선도할 수 있는 “중장기 고속철도 고속화 정책방향” 마련
 - 고속철도 속도 향상에 따른 안전성 및 실효성 분석을 통해 차세대 고속철도의 최적 운영속도를 검토하고 그 문제점을 파악하여 시스템 최적화 방안 마련을 목표로 함.
- 전국의 주요거점을 1시간 30분대로 묶는 KTCX 중심의 “국가 철도망 구축계획”의 정책목표 실현을 위한 고속철도 고속화 검토 필요하며 국토교통부의 정책적 의지가 반영됨

□ 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」, 「제2차 철도산업발전 기본계획」을 통해 차량-인프라간 단계적 기술개발의 추진의지 확인

- 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」에서는 ‘430km/h급 고속열차 실용화 기술개발’ 과 더불어 고속열차 속도향상에 따른 인프라 기술개발을 위해 ‘400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발’ 이 추진됨
 - ‘400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발’ 은 ‘10년 착수하여 5년간 연구개발을 수행함
- 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」 수립시 장기적 관점에서 지속적인 연구가 가능하도록 1차 중장기 계획의 연장선장에서 관련 후속과제를 도출함
 - 동 과제는 변화된 기술개발 환경과 차량 추가 증속 등 여건변화에 대응하기 위한 ‘400km/h급 고속철도 인프라 시범적용 기술개발’ 의 2단계 사업임
- 「제2차 철도산업발전 기본계획」에서는 고속철도 해외진출을 위하여 시제차량 개발, 신뢰성 평가 고급화 기술, 인프라 등 기술개발을 체계적으로 추진할 계획임



[그림 60] 「건설교통기술 R&D 중장기계획('12)」의 차량-인프라간 단계별 계획

□ 동 사업은 국토교통부 철도기술연구사업 중 가장 높은 예산비중을 확보하고 있는 ‘(SMART Railroad) 빠르고 지능적인 철도’ 분야에 해당되는 과제로 향후 국토교통부의 투자의지가 높은 것으로 판단됨

- 국토교통부에서는 SMART Railroad, SAFE Railroad, ECONOMIC Railroad를 목표로 철도기술연구사업을 추진하고 있으며, 그 중 SMART Railroad에 대한 예산비중이 가장 높음
- 전체 철도기술연구사업 중 SMART Railroad 예산이 차지하는 비중은 ‘14년 이후 잔여사업비 기준 40.9%임

<표 51> 국토교통부 철도기술연구사업 연구예산 추이

(단위 : 백만원)

구분	'13이전 사업비	'14이후 잔여사업비
철도기술연구사업	767,403 (100.0%)	276,625 (100.0%)
(SMART Railroad) 빠르고 지능적인 철도	541,853 (70.6%)	113,225 (40.9%)
(SAFE Railroad) 안전하고 편리한 철도	123,046 (16.0%)	60,300 (21.8%)
(ECONOMIC Railroad) 정확하고 경제적인 철도	88,726 (11.6%)	103,100 (37.3%)
기획과제 및 자유공모	13,778 (1.8%)	-

자료 : 2013년도 국토해양기술 연구개발사업 시행계획

2. 기술적 타당성

가. 기술개발 계획의 적절성

(1) 사업목표와 내용의 적절성

- 해외 고속철도 속도 경쟁에서 제기되는 기술이슈를 선도적 R&D를 통해 해결하려는 논리적 타당성을 가지고 있음
 - 해외 고속철도 시장에서 증속 수요가 지속됨에 따라 환경소음저감 등 주행 안정성 확보를 위한 기술 개발 필요성이 증가함
 - 환경소음 저감을 위한 상단장치 및 흡음블록의 성능을 확대적용할 수 있는 방안수립과 장기성능 검증을 통해 우수한 환경소음 저감장치를 개발
 - 정부가 500km/h급 고속철도 차량 개발을 추진하는 시점에서 전 세계적으로 350km/h 이상 고속철도에 대한 기술자료/기준이 불충분한 상황을 고려할 때 추격형 기술개발에서 패러다임을 전환하여 선점형 기술개발 추진이 필요
 - 우리나라는 고속철도 속도를 기준으로 세계 4위의 기술 강국이나 인프라 분야는 선진국 기준을 혼용하는 등 독자 기술력을 구축한 것으로 보기 어려움
 - 고속철도 인프라 분야의 설계/시공 기준은 해외 선진국 기준을 기반으로 제시되어 있으며, 설정 근거 검토를 위한 추격형 기술개발을 추진해왔음
 - 연구단 기술개발 목표는 고속철도 증속 기술이슈 해결을 위한 기술 AGENDA를 선점하기 위해 신개념 고속철도 인프라 기술을 확보하는 ‘고속철도 인프라 선로융합기술 개발 및 실증’로 설정하여 논리적 타당성이 있음



[그림 61] 비전·목표 및 중점추진분야

- 동 연구단은 실증기술확보를 추진하므로 T/B 구축 및 기술 실증 여부에 따라 연구단 목표달성 여부는 측정가능할 것으로 판단됨

- 선점형 기술개발 연구단이므로 구체적 목표기술성능을 제시하지 않았으나, 실증 실증기술확보를 목표에 포함하고 있음
- **고속철도 증속과 관련된 정책/시장/기술동향의 주요 이슈를 반영한 중점추진 분야 구성/하위 구성기술 도출을 통해 달성 가능한 연구단 목표를 제시함**
 - 정책/시장/기술동향의 주요이슈를 반영한 사업추진방향 도출(SWOT), 사업 추진방향에서 연계된 중점추진분야 구성, 중점추진분야별 기술개발과제 도출을 통해 연구단 목표 달성을 위한 하위과제체계를 구성함
 - ※사업추진방향 도출의 SWOT분석, 사업추진방향에 따른 중점추진분야 도출, 기술개발도출절차 참조
- **중점추진분야별 연구내용은 현재 인프라 구조물에서 증속 대응 융합기술과 증속 대응을 위한 미래 신개념 인프라 구조물 기술개발으로 구분되어 목표달성에 기여함**
 - 현재 인프라 구조를 기준으로 증속 이슈에 대응하는 중점추진분야는 “호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화” 중점추진 분야임
 - “호남고속 테스트베드 통합 DB 확장 및 인프라 핵심기술 고도화” 중점추진 분야는 증속에 대응하기 위한 궤도선형/구조설계, 궤도유지보수, 연약지반 잔류침하 예측해석 및 관리기술, 교량 등 지상구조물과 차량상호작용해석 기술의 고도화, 데이터 기반의 통합 T/B구축을 수행함

(2) 사업추진전략의 적절성

- **기술개발 위험요소는 환경변화에 따른 시장기술니즈의 변화, 이종 분야간 융복합 연구 추진의 어려움, 활용주체의 니즈 반영 미흡으로 성과 적용의 어려움 등을 들 수 있음**
 - 선점형 기술개발을 추구하는 연구특성 상 추격형 기술개발을 추구했던 유사 인프라 기술개발과제 대비 해외 시장/기술니즈 부합성이 저하될 수 있음
 - 400km/h급에서 개발된 연구성과품의 성능을 확보하고 개발단가를 줄임으로써 상용화 전략을 수립하고 철도뿐만 아니라 도로 등 적용시장 확대를 통해 국내 기술 선도

□ 해외 고속철도의 동태적 시장/기술 니즈 분석, 차량-인프라 시스템 개방형 융합연구 추진, 연구개발 전주기적 민관협력 추진체계 구축 전략을 통해 연구단 추진 시 위험요인에 대응하고자 함

- 해외 고속철도 동향 모니터링 및 동태적 시장/기술 니즈 분석 수행
 - 해외고속철도 건설시장 및 사업발주정보, 기술기분 변화, 특허/논문동향 변화를 주기적으로 점검하여 기술개발계획에 반영
 - 차량-인프라 시스템 개방형 융합연구 추진
 - 기술특성에 따라 중점추진분야(세부과제)별 산학연협의체를 구성하고 D.I. 워크숍(Multi disciplinary workshop) 추진
 - 연구개발 전주기적 민관협력 추진체계 구축
 - 연구기획-수행단계에 성과의 예상 수요처를 참여시키고 성과의 원활한 확산 유도
 - 연차별 연구단 성과자료집, 설계/시공기준 예제 자료를 홈페이지 및 학회를 통해 배포
 - 세세부과제/세부과제(중점추진분야)/연구단 단위 실적공유 및 협조체계 구축 추진
- ※ 구체적 사업추진전략은 “VI. 추진체계 및 추진전략 수립”의 “2. 사업추진전략” 참조

□ 참여주체의 역량을 고려한 추진체계를 설정하고 성과 수요처의 니즈를 충분히 반영하여 기술개발 추진 효율성을 제고함

- 철도연, 설계사, 한국철도시설공단, 대학 등 참여주체의 역량을 보유하여 주관/공동/협동/위탁 연구기관을 설정함
- 연구단 예상성과 수요처의 연구단 참여, 기술수요조사를 통해 설계사 등 주요 수요처 기술개발니즈 확인 및 연구단 반영 추진

나. 기술수준 및 성공가능성

(1) 기술수준 및 역량 분석

- 동 연구단에서 수행하고자 하는 고속철도 선로구축물은 기술수준분석을 위해 R&D동향, 논문/특허 분석을 수행하고 중점추진분야별 기술 예측/수준 분석을 수행함
 - 주요국별 선로구축물 부문 R&D동향분석 및 Focust DB를 활용한 특허분석, Thomson Innovation DB를 활용한 논문분석을 실시함
 - 유럽(프랑스, 독일, 노르웨이), 일본, 중국, 한국 등의 고속철도 증속에 따른 선로구축물, 전차선로분야 해석, 설계/기준, 제품/시스템, 검측/모니터링 관련 동향을 분석함
 - Focust DB를 활용하여 검색된 특허('03년~ '13년 기준, 선로구축물 449개 / 전차선로 153건)에 대한 연도별, 국가별, 3개국 이상 출원별, 세부기술 분야별-기술이슈별 분석을 수행함
 - Thomson Innovation DB를 활용하여 검색된 논문('03년~ '13년 기준, 선로구축물 305개)에 대한 연도별, 국가별, 세부기술 분야별-기술이슈별 분석을 수행함

<표 52> 국내외 논문·특허 및 R&D동향분석에 따른 시사점

구분	선로구축물 분야
논문·특허 및 R&D 동향 분석 시사점	<ul style="list-style-type: none"> • 차량-선로구축물간 인터페이스 기술수준 미흡 • 성능기반 설계기술 미흡 • 친환경 고속철도기술 미흡 • 신형식 선로구축물, 신소재 등 첨단 기술개발 필요 • 선로구축물 기준 구체화를 통한 경제성 확보미흡 • 유럽은 선로구축물 해석 설계논문 게재 활발 • 중국은 선로구축물 시공특허/논문 산출 활발

- 중점추진분야별 기술개발아이템을 대상으로 33명의 전문가에게 기술수준/예측조사를 실시함

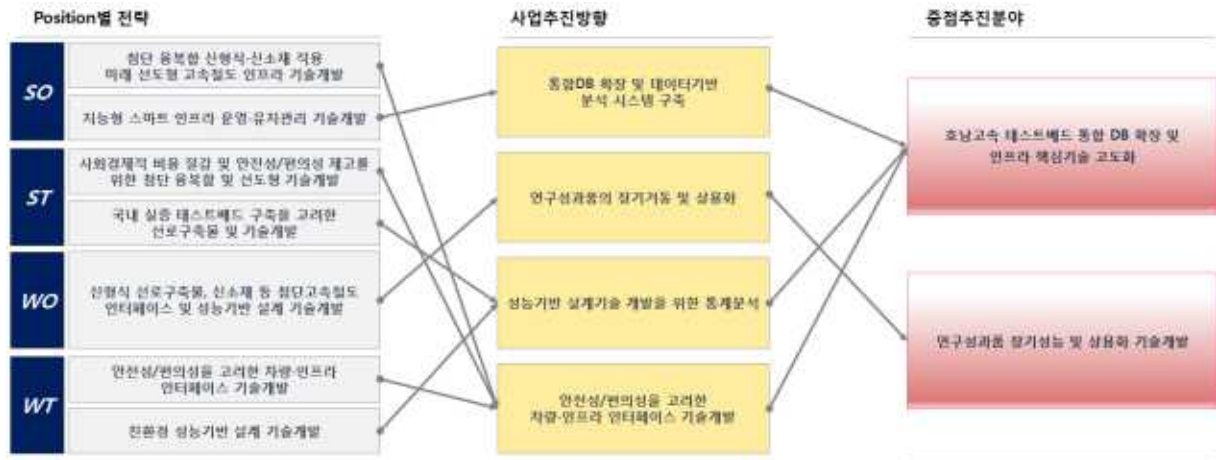
- 조사항목은 기술적/사회경제적 실현시기, 기술획득방식, 정부개입 필요성, 정부시행방안, 세계최고기술포유국, 기술수준, 미래사회에서의 중요도임
- Booz-Allen & Hamilton의 R&D 포트폴리오를 차용하여 기술수준-기술중요도 포트폴리오 분석을 수행함
 - ‘차세대 인프라 핵심소재 기술’ 분야는 Bet 영역으로 현재 시장이 형성중이며 해당기술에 대한 투자/육성을 통해 포지션을 유지하는 것이 요구됨
 - ‘융합형 선로-전차선 일체화 기술’은 Draw 영역으로 적극적 투자를 통해 Bet 영역으로의 이동을 검토해야하는 분야임
 - ‘증속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발’ 분야는 Cash-in 영역으로 기술의 이전 및 판매, 타 영역과의 연계성을 고려하여 전략적인 투자/지원을 결정해야하는 분야임

※ 기술수준/예측 조사 상세 결과는 “IV. 3. 기술개발아이템별 기술예측 및 수준분석” 참고

□ 기술수준 분석 및 시장·정책동향 시사점 분석을 통해 SWOT분석 수행, SWOT분석의 Position별 전략에서 사업추진방향을 설정하고, 이를 바탕으로 중점추진분야를 도출함

- 동 연구단에서 추진하고자 하는 분야(선로구축물, 전차선로)에 대한 R&D동향 분석을 통해 기술이슈를 도출하고 특허 및 논문분석을 통해 확인하였으며, 해당시장 및 정책동향 분석을 통해 기술·시장·정책 동향분석 시사점을 도출함
- 동향분석 시사점을 내부환경요인(S/W), 외부환경요인(O/T)로 구분하여, SWOT분석을 수행하고 Position별 전략(SO/WO/ST/WT)을 도출함
- SWOT 분석의 Position별 전략에서 4대 사업추진방향을 설정하고 이를 바탕으로 4대 중점추진분야를 도출함

※ 사업추진방향 설정 절차 및 내용은 “III. 1. 사업추진방향” 참고



[그림 62] SWOT분석, 사업추진방향에 따른 중점추진분야 도출

(2) 기술개발의 성공가능성

□ 동 연구단에서 추진하고자 하는 분야의 기술수준 및 역량대비 기술개발 성공가능성은 높음

○ 2012 기술수준평가(KISTEP)에 따르면 10대 분야, 120대 전략기술의 국내 기술수준은 77.8%이며 연구단 추진 관련분야 기술수준은 80% 이상으로 나타남³⁶⁾

- 나노·소재분야 중 첨단 소재기술(무기·탄소)의 기술수준은 최고기술보유국(100%)대비 80.1%임

- 건설·교통분야 중 슈퍼건설재료 및 자재기술은 83.0%, 최첨단 인프라구조물 건설기술은 80.9%임

- 첨단철도기술은 76.8%로 동 분야내 기술수준에 비해 다소 떨어지지만 주요 5개국 기술수준이 EU, 일본에 이어 3위로 나타남

○ 기술예측 조사결과 연구단 3개 중점추진분야의 기술적/사회경제적 실현시기 격차는 1~2년으로 관련 기술 선점 가능성이 높은 것으로 나타남

- ‘중속에 따른 테스트베드 인프라 인터페이스 기술 개발’ 분야의 기술적 실현시기 격차는 약 2년이나 사회경제적 실현시기 격차는 1~2년으로 나타남

- ‘차세대 인프라 핵심소재 기술’ 분야의 기술적/사회경제적 실현시기 격차는

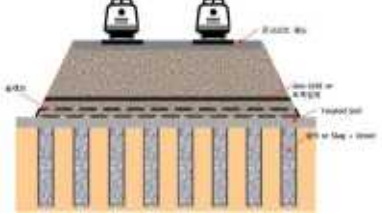
36) 2012년 기술수준평가, 한국과학기술기획평가원, 2013

약 1년으로 나타남

- 융합형 선로-전차선 일체화 기술 분야는 기술적 실현이 이루어진 후 사회 경제적 실현이 이루어지기까지 약 1~2년이 소요
- 동 연구단의 주관기관인 철도기술연구원은 선로구축물, 전차선로 분야의 종합적 기술역량을 확보하고 있는 국내 유일한 기관으로 대다수의 특허를 출원함
 - 철도기술연구원은 동 연구단의 1단계 사업에 해당하는 ‘400Km/h급 고속 철도 인프라 시스템 기술개발 사업’을 통해 관련분야 기술노하우를 축적함
 - 특허분석결과 철도기술연구원은 ‘03년~’ 13년간 선로구축물 분야 38건, 전차선로 7건의 특허를 출원하여 각각 2위, 1위의 출원인으로 나타남

다. 기존 사업과의 중복성

- 기술개발과제 도출 절차에서 후보과제별 유사중복성 검토를 수행하여 기존 사업과 중복되지 않는 연구단 기술개발과제를 구성하였음

구분	[기 추진과제] 연약지반 구간 교량 대체를 위한 침하억제 공법 개발	[후보과제] 고속철도 콘크리트 궤도 노반 잔류침하 예측기술개발
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 궤도 침하억제를 위한 성토지지 말뚝형식을 적용한 연약지반 통과 기술 - 연약지반 보강(Pile, Column) 및 성토부 구조의 안정화(경량 혼합, 개량토, 토목섬유 등) 공법 융합을 통해 연약지반의 잔류침하 제어 시공법 개발 	<ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트궤도의 설계 시 잔류침하량 예측 설계기술로서 기존 연구는 공법개발연구로서 다른 연구분야임. - 콘크리트 궤도 노반의 설계와 실제 침하량의 오차율이 많이 발생하여 예측기법과 해석기법을 제시하여 성능기반의 연약지반 설계기술을 개선하는 연구임.

- 후보과제 중 ‘차량-궤도 연속데이터 기반의 모니터링 축적 및 안전기준 연계방안’ 와 과제명이 유사한 ‘위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화(2012)’ 는 ‘온도 및 열차하중을 고려한 장대레일 영향분석 프로그램 개발’ 과제는 기술개발내용에서 차별화됨

구분	[기추진과제] 위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화	[후보과제] 차량-궤도 열차상호해석기법의 고도화
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성이 높은 궤도 좌굴 매개변수들의 확률 DB보강 및 구축 - 좌굴확률 평가시스템 개선 - 궤도 운영 기준 및 유지관리 기준의 효율화 및 선진화 	<ul style="list-style-type: none"> - 차량연속데이터 기반의 상호해석 기법의 고도화 연구로서 윤중/횡압 예측추정식을 제시하여 궤도설계에 반영 - 다양한 하부구조물 특성과 이상개소의 거동을 모니터링 및 구축하여
구분	[기추진과제] 온도 및 열차하중을 고려한 장대레일 영향분석 프로그램 개발	<ul style="list-style-type: none"> - 국내 열차상호작용해석 프로그램의 안정화 및 고도화
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 윤중에 의한 도상 횡방향 저항력 변화량 산정 - 온도하중과 윤중을 고려하여 재산정된 도상 횡방향 저항력 적용 장대레일궤도 재료 및 기하비선형 해석프로그램 개발 - 다양한 온도하중과 윤중을 고려한 장대레일 궤도의 비선형 매개변수해석을 통한 정확한 좌굴온도 제시 	

- 후보과제 중 ‘환경소음저감 상단장치 및 흡음블럭의 고도화 기술’ 와 과제명이 유사한 ‘소음연구단(고효인박사)과제와 차별성 작성요망

구분	[기추진과제] 위험도 분석 기반 장대레일 궤도의 안정성 평가시스템 개발 및 궤도관리기술의 고도화	[후보과제] 초고속열차 궤도틀림 관리기술 선진화 연구
연구 개요	<ul style="list-style-type: none"> - 불확실성이 높은 궤도 좌굴 매개변수들의 확률 DB보강 및 구축 - 좌굴확률 평가시스템 개선 - 궤도 운영 기준 및 유지관리 기준의 효율화 및 선진화 	<ul style="list-style-type: none"> - 궤도틀림과 500Km/h급 차량 동특성 응답과의 상관관계 규명 - 초고속 차량응답으로부터 궤도틀림 추정기법 개발 - 500Km/h 증속에 따른 차량의 주행안전 및 승차감을 고려한 궤도틀림 관리기준 정립