

19RDPP
-C155092
-01

보안 과제(), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개() 발간등록번호(11-B551201-000209-01)
국토교통연구기획사업 최종보고서

R&D / 19RDPP-C155092-01

철
도
신
호
제
어
시
스
템
적
합
성
평
가
기
술
개
발
최
종
보
고
서

철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발 최종보고서

2020. 08.

주관연구기관 / 한국철도기술연구원
협동연구기관 / 국가철도공단

2020

국
토
교
통
부
국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

'철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발'(연구개발 기간 : 2019.12.03. ~ 2020.08.02.)
과제의 최종 기획연구보고서를 제출합니다.

2020. 08. 02.

주관연구기관명 : 한국철도기술연구원
협동연구기관명 : 국가철도공단

(대표자) 나 희 승
(대표자) 김 상 군



주관연구기관책임자: 이 재 호
협동연구기관책임자: 성 동 일

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

요 약 문

연구의 목적 및 내용	<ul style="list-style-type: none"> ○ 철도노선 상호연계운행에 따른 호환성 및 안정성 확보를 위한 철도 신호제어 시스템 적합성평가 기술개발 상세 기획 - 일반·고속철도용 한국형 철도신호제어시스템(KTCS-2/3) 대상 공인시험 및 공인검사 기술 개발 상세 기획 				
연구개발성과	<ul style="list-style-type: none"> ○ (국내외 환경분석) 상호연계운행을 위한 국내외 기술·시장·정책 등에 대한 동향분석 ○ (기술개발의 중요성 및 필요성 분석) 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술 개발에 대한 추진당위성 제시 ○ (연구개발사업 목표, 추진체계 등 수립) 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발비전 및 목표, 성과지표, 추진체계 등 수립 ○ (기술개발 전략 및 내용 도출) 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발을 위한 추진방향, 추진체계, 연구내용 등 도출 ○ (성과활용 계획 마련) 국내 적합성 평가 환경 구축 및 지속운영, 국제 상호 인정 협정 전략 마련 ○ (정책수립 지원) ‘한국형 철도신호시스템 구축계획(’17.5.)’ 및 ‘철도 신호통신시스템 국산화 계획(’17.1.)’ 등 관련 후속 정책수립 지원 ○ (RFP 도출) 세부 연구개발과제 기획 및 RFP 도출 ○ (타당성 분석) 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 				
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	<p>[연구개발 성과]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ‘철도 신호제어시스템’ 적합성평가 추진 및 운영 계획(안) ○ ‘철도 신호제어시스템’ 관련 정책 수립(안) ○ 기획연구보고서 및 과제제안요구서(RFP) <p>[활용계획 및 기대효과]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ (상호운영성 향상) 노선간 상호연계운행을 위한 철도신호제어시스템의 기능 및 성능품질 검증으로 철도신호제어시스템의 신뢰성과 가용성을 향상시켜 전체 철도시스템의 운영성 및 안전성 효율 향상 ○ (제도화 지원) 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제정에 따라 요구되는 KTCS 철도신호제어시스템 공인시험 및 공인검사기술 개발로 국산화 기술품질 및 기술경쟁력 향상 				
국문핵심어 (5개 이내)	철도신호 제어시스템	적합성평가	시험	검사	한국형 철도신호시스템
영문핵심어 (5개 이내)	Railway Signalling System	Conformity Assessment	Test	Inspection	KTCS

※ 국문으로 작성(영문 핵심어 제외)

< 목 차 >

제1장 기술의 정의 및 필요성	1
1절 기술의 정의 및 분류체계	1
1. 기술의 정의	1
2. 기술 분류 체계	6
3. 세부 기술 내용	13
2절 기술개발의 필요성	27
1. 기술개발의 배경	27
2. 기술개발의 필요성 및 기술개발 미 추진시의 문제점	31
제2장 국내외 동향 및 환경분석	37
1절 국내외 정책동향	37
1. 국내 정책동향	37
2. 해외 정책동향	49
3. 정책동향 분석결과(시사점)	53
2절 국내외 시장현황 및 전망	54
1. 국내 시장현황 및 전망	54
2. 해외 시장현황 및 전망	56
3. 종합	60
3절 국내외 기술 동향	61
1. 특허동향 분석	61
2. 국내기술개발 동향	70
3. 해외기술개발 동향	98
4절 국내외 적합성평가 동향	118
1. 국내 적합성평가 및 공인기관(체계) 동향 분석	118
2. 해외 적합성평가 및 공인기관(체계) 동향 분석	131
3. 적합성평가 동향 분석 결과(시사점)	145

5절 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성	158
1. KTCS 연구개발 과제와의 차별성	158
6절 국내 연구개발 역량 및 SWOT 분석	162
1. 국내 철도신호 연구개발 역량 분석	162
2. 기술개발 SWOT 분석	170
7절 활용 가능성 분석	174
1. 국내 한국형 철도신호시스템 적합성평가 시장성 분석	174
2. 기대 효과	181

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략 183

1절 비전 및 목표	183
1. 비전 및 목표 수립	183
2절 핵심기술요소(CTE) 도출	185
1. 핵심기술요소(CTE) 도출 방안	185
2. 핵심기술요소(CTE) 도출 결과	185
3절 연구개발 과제구성	192
1. 연구단 과제 구성	192
2. 세부과제별 세부기술 및 목표성능 도출	193
4절 세부과제별 세부 연구활동 및 예상 산출물 도출	194
1. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	194
2. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	297
5절 세부과제별 추진일정 및 추진전략	199
1. 세부과제별 추진일정 계획	199
2. 세부과제별 주요내용 및 추진전략	203
6절 연구개발 로드맵 및 미래상	221
1. 연구개발 로드맵	221
2. 연구개발에 따른 미래상	223

제4장 사전타당성 분석 225

1절 정책적 타당성 분석 225

- 1. 정부 상위계획과의 부합성 225
- 2. 관련 법률과의 부합성 227
- 3. 정부의 사업추진 의지 분석 228

2절 기술적 타당성 분석 230

- 1. 논리모형 도출 및 분석 230
- 2. 자문위원회 타당성 검토 237

3절 경제적 타당성 분석 240

- 1. 분석 전제 240
- 2. 비용 및 편익항목 도출 240
- 3. 편익산정 242
- 4. 경제성 분석 결과 244

제5장 자원투입계획 247

1절 연구시설 및 장비 투입계획 247

- 1. 1세부과제 연구시설 및 장비 투입계획 247
- 2. 2세부과제 연구시설 및 장비 투입계획 248

2절 시작품제작비 투입계획 249

- 1. 1세부과제 시작품 제작비 투입계획 249
- 2. 2세부과제 시작품 제작비 투입계획 250

3절 인력 투입계획 251

- 1. 1세부과제 인력 투입계획 251
- 2. 2세부과제 인력 투입계획 252

4절 소요예산 투입계획 253

- 1. 총 소요예산 규모 253
- 2. 세부과제별 상세 소요예산 257

제6장 과제공모방안 263

1절 과제 제안 요구서 263
1. 연구단 과제 263

제7장 참고문헌 274

[부 록] KTCS-2 적합성평가 실용화 기술개발 과제구성 및 예산(안) 277

〈 표 목 차 〉

표 1	한국형 철도신호시스템의 기술 단계별 특징 비교	29
표 2	유럽 국가별 철도신호시스템 현황	51
표 3	KTCS-2 연차별 투자계획	55
표 4	특허분석 대상	61
표 5	국/영문 특허 검색식	62
표 6	분석대상 특허 검색건수 및 유효건수	62
표 7	발행국별 연도별 특허출원 동향	62
표 8	철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 국내 출원인 현황	64
표 9	철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 해외 출원인 현황	64
표 10	철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 국내 출원특허	65
표 11	철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 해외 출원특허	66
표 12	국토교통부의 국가연구개발사업 및 시범사업 현황	71
표 13	ETCS Level별 구성 장치	99
표 14	중국내 CTCS 구축현황	105
표 15	런던의 Thamslink 및 Crossrail 비교	110
표 16	ETCS Baseline 2 및 GMS-R Baseline 1의 필수 기술사양 목록	112
표 17	TSI CCS에서 제시하는 유럽표준(EN) 현황	114
표 18	철도신호관련 중국 GB 국가표준 목록	116
표 19	CTCS-3관련 중국 전문표준규격 체계	117
표 20	프로젝트 단계 및 관련문서(한국표준협회 국제표준화 Q&A사례집)	124
표 21	국내인증기구(KOLAS, KAS, KAB) 현황(산업통상자원부)	125
표 22	한국철도의 대표적 표준구조	127
표 23	CRCC의 철도신호분야 적합성 평가대상	140
표 24	국내 철도분야 검사·인증기관(한국철도기술연구원 조사)	142
표 25	KTCS-2 통합실험실 활용 시험현황	159
표 26	한국철도공사 신호시스템 설비 현황	162
표 27	국내 자동열차방호장치(ATP) 설치노선 현황	163
표 28	국내 자동열차방호장치(ATP) 설치차량 현황	164
표 29	ETCS Level 1의 국산화 기술개발 역량분석 결과	165
표 30	ETCS Level 2의 국산화 기술개발 역량분석 결과	167
표 31	ETCS Level 3의 국산화 기술개발 역량분석 결과	169
표 32	기술개발 관련 SWOT 요인 도출 결과	170
표 33	기술개발 관련 SWOT 중점전략 도출 결과	173
표 34	일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획(차상장치)	174
표 35	일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획(지상장치)	175

표 36	차상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과	176
표 37	지상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과	177
표 38	적합성 평가 연차별 시장규모(차상신호장치)	178
표 39	적합성 평가 연차별 시장규모(지상신호장치)	179
표 40	적합성 평가 연차별 시장규모(전체)	179
표 41	한국형 철도신호시스템 적합성 평가 시장규모 산출 결과	180
표 42	KTCS 적합성 평가 기술개발을 위한 요소기술 목록	186
표 43	CTE 체크리스트	187
표 44	CTE 체크리스트 평가 결과표	187
표 45	KTCS 적합성 평가 기술개발을 위한 최종 CTE 선정결과	190
표 46	KTCS 적합성 평가 기술개발 최종 CTE 그룹핑 결과	191
표 47	기획단계 논리모형	234
표 48	자문위원회 구성 명단	237
표 49	자문위원회 자문의견	238
표 50	자문위원회 자문의견에 대한 검토·보완 결과	239
표 51	경제적 타당성 분석 전제	240
표 52	한국형 철도신호시스템 적합성 평가비용 추정치	241
표 53	시운전 시험비용 절감 편익	242
표 54	열차 연착 원인별 비율	243
표 55	연간 KTX 승객 1인당 총 연착시간	243
표 56	한국형 철도신호시스템 구축 시 선로용량 확충에 따른 4대 편익	244
표 57	편익산정 결과	244
표 58	경제성 분석결과 요약	244
표 59	경제성 분석결과	245

〈 그림 목 차 〉

그림 1	한국형 열차제어시스템(KTCS)의 정의	2
그림 2	적합성 평가유형 및 체계	3
그림 3	KTCS 적합성 평가기술 정의	4
그림 4	KTCS-2 차상장치 및 지상장치 구성도	6
그림 5	ATO over ETCS 시스템 구조	9
그림 6	ETCS 차상장치 표준시험설비 구성도(Subset-094)	14
그림 7	KTCS-2 차상신호장치 및 지상신호장치 시험설비 구성(안)	14
그림 8	발리스/BTM 시험설비 구성(안) - BTM 테스트	15
그림 9	발리스/BTM 시험설비 구성(안) - 고정/가변 발리스 테스트	15
그림 10	KTCS 시험설비 개발 방향 - 모듈형 시험설비 구조	16
그림 11	KTCS-3 구성용품 시험설비 구성(안)	16
그림 12	KTCS-2 시스템 통합 시험환경 구성(안)	17
그림 13	KTCS-3 시스템 통합 시험환경 구성(안)	18
그림 14	CCS TSI 기술사양서 목록	19
그림 15	ETCS 주요 구성용품 별 시험규격	20
그림 16	ETCS 차상신호장치 시험사양서 현황	20
그림 17	ETCS 차상신호장치 테스트 시퀀스 사례(Subset-076-6-3-001)	21
그림 18	시험사양 데이터베이스 기반 시험절차 자동화기술 구조	21
그림 19	KTCS 시험설비의 무결성 관리기술(안)	24
그림 20	적합성평가 시 시험평가 절차 및 검사평가 절차	25
그림 21	시스템 요구사항과 검사사항, 검사절차간의 구조	26
그림 22	일반, 고속철도 신호시스템 적용 노선 현황	27
그림 23	국내 고속철도 운행 노선 현황	28
그림 24	철도용품기술기준 적용 철도부품 현황	31
그림 25	ETCS 공인 적합성 평가기관(벨기에, 독일)	32
그림 26	ETCS 및 CTCS 공인 적합성 평가기관(스페인, 중국)	32
그림 27	제1차, 제2차 국가철도망 구축계획의 주요 추진과제	37
그림 28	제3차 국가철도망구축계획 및 주요 효과	38
그림 29	제3차 철도산업발전 기본계획의 주요 추진과제	39
그림 30	제3차 철도안전 종합계획(수정계획)의 주요 추진과제	40
그림 31	최근 5년간 철도사고 현황	43
그림 32	철도시스템 유형별 사고발생 현황	44
그림 33	철도시스템 유형별 운행거리당 사고발생 현황	44
그림 34	열차사고 원인별 사고발생 현황	45
그림 35	최근 5년간 운행장애 현황	45

그림 36	지연운행 원인 현황	46
그림 37	고속철도 지연운행 원인 현황	46
그림 38	고속철도 노선별 운행장애 현황	47
그림 39	일반철도 지연운행 원인 현황	47
그림 40	유럽 내 철도시스템의 상호운영 기준체계	49
그림 41	TSI 기술기준의 구조	50
그림 42	ETCS Level 1, 2, 3	51
그림 43	Shift2Rail 세부연구주제 및 NGTC 개발 목표	52
그림 44	KTCS-2 시범노선 현황	54
그림 45	2030년 일반·고속철도 KTCS-2 구축계획	55
그림 46	열차제어시스템 시장현황 및 전망	56
그림 47	2023년까지의 유럽 내 ETCS 확대구축 노선	57
그림 48	EDP(ERTMS European Deployment Plan)-ETCS 확대구축 노선 계획	57
그림 49	2023년 유럽 내 열차제어시스템 개발 시장 전망	58
그림 50	열차제어시스템(ETCS, CTCS, CBTC) 시장점유 유형현황 및 전망	58
그림 51	ETCS, CTCS의 시장점유 현황[2]	59
그림 52	2007년~2030년간 CTCS기반 고속철도 구축 현황 및 계획	59
그림 53	발행국별 연도별 특허출원 경향	63
그림 54	발행국별 특허출원 비율	63
그림 55	무선통신기반 열차제어시스템 지상시스템 구성도	74
그림 56	무선통신기반 열차제어시스템 차상시스템 구성도	75
그림 57	KTCS-2 열차제어 개념도	82
그림 58	KTCS-3 열차제어 개념도	82
그림 59	국내 철도건설관련 규정 및 기준현황	83
그림 60	KRS 표준규격 분류 체계	93
그림 61	한국철도표준규격 제정 절차	94
그림 62	KTCS-2 시범사업 적용노선 현황	95
그림 63	KTCS-2 시범사업 시스템 구성도	95
그림 64	ETCS 차상장치와 지상장치간 상호운영 개요	98
그림 65	ETCS Level 1 (참조 Siemens사의 Trainguard)	99
그림 66	ETCS Level 2 (참조 Siemens사의 Trainguard)	100
그림 67	ETCS Level 3 (참조 Siemens사의 Trainguard)	100
그림 68	중국 고속철도망 확충 계획(4종4회⇒8종8회)	101
그림 69	CTCS 단계별 하부 구성설비 유형 및 특징	102
그림 70	CTCS-3 지상설비 구성도	104
그림 71	CTCS-3 차상-지상장치간 내부 구조 및 인터페이스 관계	104
그림 72	Network Rail ETCS Level 3구축 로드맵	106
그림 73	열차의 자동화등급별 시스템이 수행하는 기능	108
그림 74	ETCS의 ATO 구성도	109

그림 75	런던의 Thamslink 노선도	110
그림 76	주요 상호운영기술기준(TSI)의 유형 및 구조	111
그림 77	중국 국가표준 체계	114
그림 78	대한민국 적합성 평가제도 현황	118
그림 79	한국철도기술연구원 인증기관(ISO/IEC 17065) 인정서	119
그림 80	한국철도기술연구원 검사기관(ISO/IEC 17020) 인정서	120
그림 81	한국철도 검사인증제도 이력	121
그림 82	적합성 평가제도 국제 네트워크 및 국가별 인정기구 현황	125
그림 83	국제적 적합성 평가제도(좌)와 형식승인 검사제도(우)	128
그림 84	형식승인검사 흐름도	129
그림 85	개조승인검사 흐름도	130
그림 86	TSI 인증 절차	132
그림 87	TSI 적합성 평가의 3단계 구조	132
그림 88	유럽 내 NoBo 현황(NB-Rail)	133
그림 89	유럽철도국(ERA)의 적합성 평가 및 운영허가 등록 절차	134
그림 90	ERA 상호운영성 정보관리시스템(ERADIS)	134
그림 91	ETCS 시험기관 공인인정 현황	136
그림 92	미국의 철도법령 및 기준체계	137
그림 93	해외시장 진출을 위한 적합성 평가제도의 역할(국가기술표준원)	142
그림 94	국내 건설사업 적합성 평가절차의 변경 전(좌) 및 변경 후(우)	145
그림 95	KOLAS 시험·검사 운영요령(좌) 및 인정절차(우)	152
그림 96	KAS 인증기관 운영요령(좌) 및 인정절차(우)	154
그림 97	일반·고속철도용 철도신호시스템 개발용 통합시험실	158
그림 98	KTCS-2 통합시험실 구성도	159
그림 99	한국형 신호시스템의 용품(장치)단위 적합성 평가 기술개발에 따른 기대효과	181
그림 100	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성 평가 실용화기술 개발에 따른 기대효과	181
그림 101	연구개발 비전 및 목표	183
그림 102	CTE 도출 프로세스	185
그림 103	KTCS 적합성 평가 세부유형간의 연계 관계	219
그림 104	KTCS 적합성 평가 기술개발 세부과제간 연계 관계	220
그림 105	연구개발 로드맵	222

제1장 기술의 정의 및 필요성

1절 기술의 정의 및 분류체계

1. 기술의 정의

가. “철도 신호제어시스템 적합성 평가기술”의 정의

(1) 철도 신호제어시스템의 정의

- 철도 신호제어시스템(또는 열차제어시스템)은 열차의 위치를 검지하고, 이를 토대로 열차를 안전하고 효율적으로 이동하도록 제어하는 철도제어설비로서 철도신호보안장치로도 명명
- 현재 국내에서 적용 중인 철도 신호제어시스템은 도시철도, 일반철도, 고속철도별로 구분되어 있음
 - 도시철도용 신호제어시스템 : 지상신호기(+ATS(Automatic Train Stop)방식과 차상신호방식이 적용되고 있으며, 대부분의 툰키방식으로 국외신호시스템인 ATC(Automatic Train Control), ATP(automatic Train Protection), CBTC(Communication Based Train Control) 등이 도시철도 노선 및 운영기관별로 상이하게 적용 중
 - 일반철도용 신호제어시스템 : 지상신호기(+ATS) 방식에서 최근 유럽표준형 열차제어시스템(ETCS, European Train Control) Level 1 수준의 차상신호(ATP)로 개량이 진행 중에 있음
 - 고속철도용 신호제어시스템 : 도시철도와는 다른 고속철도 전용 차상신호(ATC) 방식이 적용 중이며, 프랑스에서 도입하여 운영 중임
- 최근 일반철도와 고속철도 노선 간 연계운행 수요의 증가 및 LTE 무선통신기술을 활용하는 국산화 신호시스템 개발요구에 따라 국내에서는 ETCS Level 2 수준의 KTCS(Korea Train Control System, KTCS-2)을 국가연구개발 사업으로 개발(2018년 개발완료)하고 2018년부터 2021년까지 전라선(약 180km 구간)을 대상으로 시범사업을 추진 중에 있음
- 유럽의 경우 유럽국가간 철도망에서의 상호연계 운행성 확대를 위해 지속적으로 유럽표준형 열차제어시스템(ETCS)의 신규 구축 및 개량 사업이 확대 중임

- 중국의 경우 일대일로 정책에 따라 8종8획의 고속철도망을 건설 중이며 고속철도 신호 제어기술로 유럽의 ETCS 기술과 중국 고속철도 신호제어기술을 접목한 중국 표준형 열차제어시스템(CTCS, Chinese Train Control System)을 개발하여 고속철도망에 적용을 확대하고 있음
- 또한, 유럽 및 중국에서는 일반철도 및 고속철도용 신호제어기술(ETCS 및 CTCS)에 자동 운전(ATO, Automatic Train Operation) 기능을 통합하는 연구를 진행 중에 있으며, 국내에서도 ETCS Level 2 수준의 KTCS 사업 후속으로 하위신호기술간의 호환성을 갖춘 ETCS Level 3 수준의 열차방호(ATP)기술에 자동운전(ATO)기술을 접목한 「자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술(KTCS-3) 및 궤도회로 기능 대체기술 개발」의 국가R&D 과제가 진행 중('18.04~'20.12)에 있음
- 국내를 포함하여 세계적으로 철도신호제어기술의 표준화가 추진 중에 있으며, 노선 간 상호 연계성의 확보를 위해 차상신호장치와 지상신호장치간의 호환성 검증이 중요해지고 있음
- 아울러, 철도신호 인프라의 연계활용성을 향상시키기 위해 상위 신호기술이 하위 신호기술을 수용하도록 하는 하위호환성 특성에 대한 검증도 필요한 상황으로 KTCS-3급 차상신호장치가 탑재된 열차는 KTCS-2 또는 일반철도 ATP지상장치가 설치된 노선에서도 성능저하 없는 안전한 운행이 가능하여야 함(마찬가지로 KTCS-2급 차상신호장치가 탑재된 열차는 일반철도 ATP지상장치가 설치된 노선에서도 성능저하 없는 안전한 운행이 가능하여야 함)
- 따라서, 본 기획과제에서는 적합성 평가 대상이 되는 “철도 신호제어시스템”으로 노선 간 상호연계운행 시 객관적인 호환성 검증이 필요한 일반철도와 고속철도 겸용 철도신호시스템인 KTCS를 적합성 평가 대상 시스템으로 정의하며, KTCS의 기술수준별 세부 구분은 아래와 같음

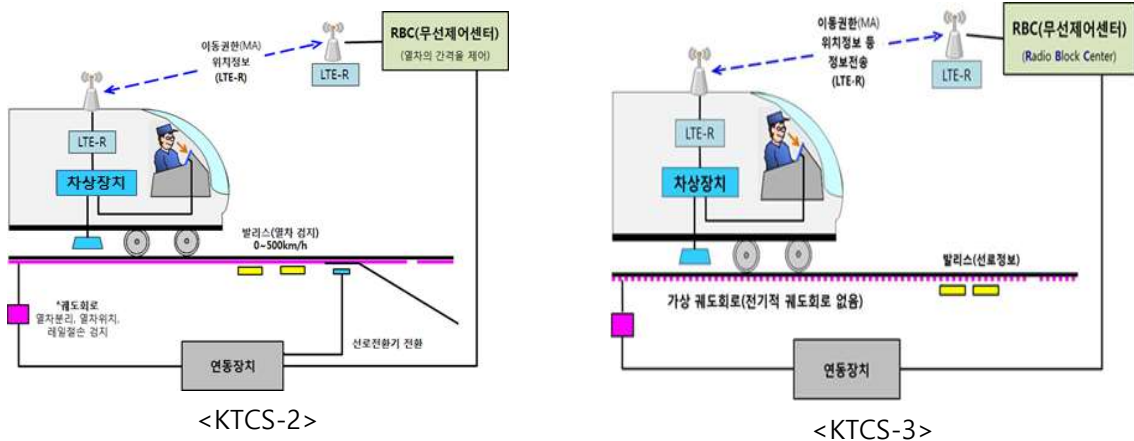


그림 1 한국형 열차제어시스템(KTCS)의 정의

- KTCS-2 : ETCS Level 2 수준의 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템
- KTCS-3 : 자동운전(ATO)을 지원하는 ETCS Level 3 수준의 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템

(2) 적합성 평가기술의 정의

- “적합성 평가”는 국가표준기본법에 근거하여 제품, 서비스, 공정, 체제 등이 국가표준, 국제표준 등을 충족하는지를 평가하는 과정으로 시험, 검사, 인증 등의 유형으로 구분하며, 국가인정기구에서 인정하는 적합성 평가기관은 공인기관으로 통칭
- 국내에서 통용되는 적합성 평가의 유형으로는 시험, 의학, 교정, 검사, 제품인증, 시스템인증, 자격인증, 의료기기인증, 온실가스 검증 등이 있으며, 철도분야에서는 시험, 검사, 인증이 적합성 평가 유형으로 적용 중임
 - ① 시험 : 제품, 공정 및 서비스를 대상으로 하나 또는 그 이상의 특성을 규정된 절차에 따라 측정하는 기술적인 작업을 의미하며 한국인정기구(KOLAS)에서 공인시험기관을 인정
 - ② 검사 : 제품설계, 제품, 서비스, 공정 및 시설에 대하여 특정요건에 대한 적합성을 판정하는 것을 의미하며 한국인정기구(KOLAS)에서 공인검사기관을 인정
 - ③ 인증 : 제품, 절차, 시스템, 사람에 적용되며 국가표준, 국제표준 등의 충족 여부를 확인하고 공식적으로 증명하는 것으로 자격을 부여받은 독립된 제3자의 활동에 한정되어 수행하며 한국제품인증제도(KAS)에서 공인인증기관을 인정



그림 2 적합성 평가유형 및 체계

- 국내 철도산업분야에서는 「철도안전법」 형식승인제도(철도용품기술기준) 운영을 통해 철도부품의 적합성 평가가 선진화되고 있으나, 신호분야의 경우 중요 지상신호설비인 전자연동장치, AF궤도회로, 자동폐색장치(ABS) 만이 형식승인 대상용품으로 지정되어 형식승인제도가 운영 중으로 신규 개발된 한국형 신호제어시스템인 KTCS-2에 대한 객관적인 적합성 평가가 요구되고 있는 상황임
- 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」이 개정(2019년 12월)됨에 따라 철도의 신규 건설 및 개량 시 철도차량이 철도노선을 상호연계 운행할 수 있도록 철도시설의 호환성과 안전성을 확보하여야 하며, 이를 위해 하위 기준인 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」의 준수가 필요함
- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성 평가를 통해 KTCS-2 관련 기준의 준수여부를 확인하도록 규정하고 있으며, 상기 기술기준에서는 KTCS-2 관련 기준으로 유럽의 ETCS 기술사양을 준용하고 있음
- 아울러, 현재 신규 개발 중에 있는 자동운전을 지원하는 ETCS Level 3 수준의 한국형 고속철도용 열차제어시스템(KTCS-3급)은 기술사양이 마련되어 있지 않아 공인 적합성 평가가 불가능한 상황임
- 따라서, 본 기획과제에서는 “철도 신호제어시스템 적합성 평가 기술”로서 국내 철도노선 간 상호 연계운행 시 객관적인 호환성 검증이 필요한 일반철도와 고속철도 겸용 철도신호 시스템인 KTCS-2에 대한 공인 적합성 평가(공인시험 및 공인검사) 기술과 자동운전기능을 지원하는 KTCS-3에 대한 비공인 적합성 평가(시험 및 검사) 기술을 구분하여 정의

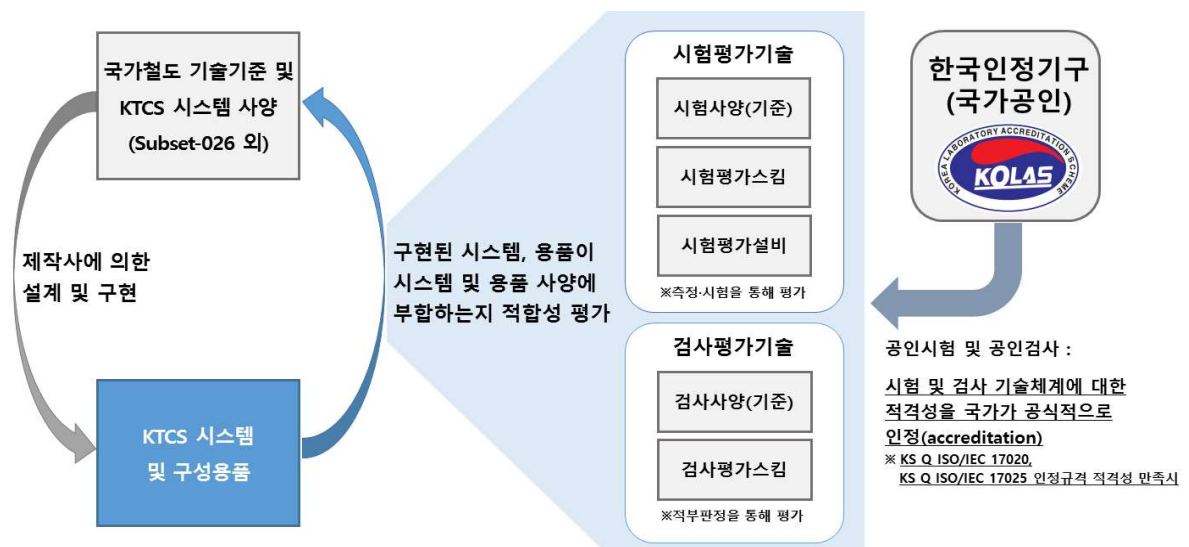


그림 3 KTCS 적합성 평가기술 정의

(3) 상호 연계운행의 정의

- “상호 연계운행”은 철도차량이 국가철도망 철도노선 간에서 상호 연계하여 운행할 수 있는 특성으로 정의할 수 있음
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제19조 제3항에서는 ‘철도를 새로 건설하거나 개량하는 경우에는 철도차량이 철도 노선 간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 철도시설의 호환성과 안전성을 확보하여야 한다.’라고 명시하고 있으며 “상호 연계운행”에 대한 용어를 최초로 사용
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률 시행규칙」 제8조 제1항2에서는 ‘2. 철도시설은 철도차량이 철도 노선간을 상호 연계하여 운행·이용될 수 있도록 안전성, 신뢰성, 가용성, 산업안전보건, 환경보호, 기술적 호환성과 교통약자의 접근성이 확보 되도록 할 것’이라고 명시하고 있으며 국가철도망에서의 상호 연계운행에 관한 세부 기술사항을 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서 정의하고 있음

- “상호운영성(interoperability)”은 유럽연합내 국가 간 철도망에서의 국제철도 운송서비스를 촉진하기 위한 철도시스템의 능력으로 정의할 수 있음
 - 상호운영성은 유럽의 상호운영성 법률(Directive 2008/57/EC, 현Directive (EU) 2016/797 the interoperability of the rail system within the European Union)에서 최초로 사용
 - 상호운영성은 국가 간 철도선로에서 요구되는 성능 수준을 달성하면서 안전하고 중단 없는 열차의 운영을 가능하게 하는 능력으로, 이러한 능력은 필수요건에 부합하기 위해 충족되어야 하는 모든 규제 및 기술, 운영 조건에 따라 달라진다고 정의
(영국 교통부(DfT) Interoperability Glossary V3.0)
 - 상호운영성 법률에서는 철도시스템의 하부시스템을 기능적, 구조적으로 구분하여 총 8개의 분야의 상호운영성 기술사양서(TSI)를 마련하였으며, 적용범위, 기본특성, 타 하부시스템간의 인터페이스, 상호운영성 구성요소, EC 검증 및 평가 체계에 대해 규정

- 따라서, 국내 관련법률 등에 따라 국내 일반철도 및 고속철도 차량이 국가 철도망 내 노선 간 상호 연계운행할 수 있는 능력은 “상호 연계운행성”으로 정의하는 것이 타당하며, “상호 연계운행성”은 유럽 상호운영성 법률에 따른 “상호운영성(interoperability)”과는 차별화하여 사용하는 것이 적절함

2. 기술 분류 체계

가. 철도 신호제어시스템 기술 분류 체계

(1) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 기술 분류

(가) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템(KTCS-2) 하부시스템 분류

- KTCS-2는 차상신호 하부시스템(Onboard subsystem)와 지상신호 하부시스템(Trackside subsystem)으로 분류
- 그림 4는 KTCS-2의 구성도를 나타내며 각 모듈별 기능 및 모듈간 인터페이스 사양은 ETCS 사양문서(Subset)에서 정의

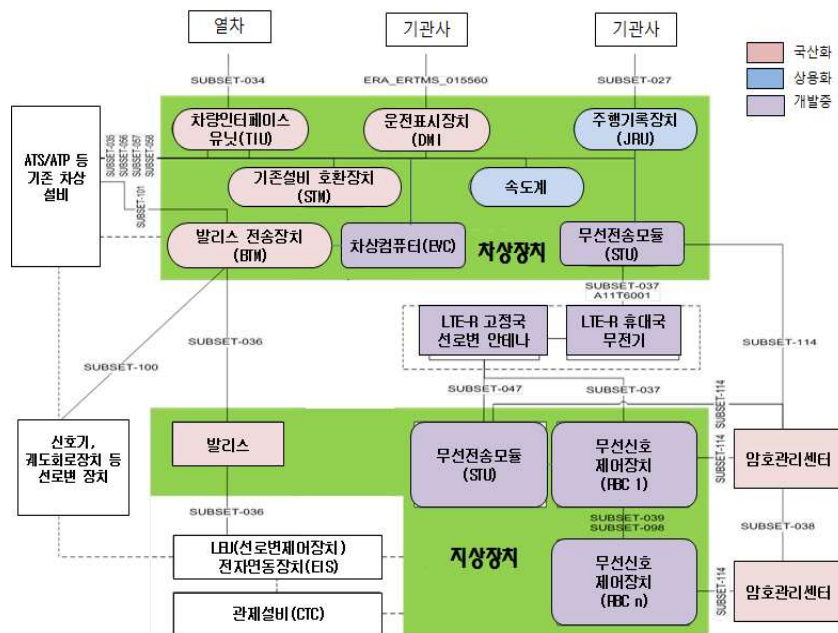


그림 4 KTCS-2 차상장치 및 지상장치 구성도

(나) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 기능 분류

- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」(이하 철도시설 기술기준)에서는 KTCS-2의 하부시스템별 기능과 하부시스템간의 인터페이스 기능에 대해 세분화하여 규정
- 철도시설 기술기준에서 차상신호 하부시스템은 아래와 같은 기능목록을 충족하여야 하

며 기능목록별 세부 기능사양은 ETCS 시스템사양문서(Subsubset-026 V2.3.0)에서 제시

- 지상신호장치로부터 전송된 신호정보 판독
- 차량특성정보 설정 기능
- 차량운전모드 설정 기능
- 주행거리 측정 기능
- 발리스에 의한 열차 위치측정 기능
- 정적 및 동적 속도프로파일의 계산
- 동적 속도프로파일에 대한 열차보호
- 차량운전정보표시(DMI) 기능
- 차량운행정정보기록(JRU) 기능
- 기존 신호장치(고속철도 ATC, 일반철도 ATS) 정보의 판독을 통한 차량의 운행안전 확보

○ 철도시설 기술기준에서 지상신호 하부시스템은 아래와 같은 기능목록을 충족하여야 하며 기능목록별 세부 기능사양은 ETCS 시스템 사양문서(Subsubset-026 V2.3.0)에 제시되어 있음

- 차상신호장치가 정상 동작할 수 있도록 신호정보 생성
- 발리스에 따른 기준 위치 및 선로정보 전송
- 기존 지상신호장치(CTC, 연동장치 등)로부터 수신한 신호정보의 처리
- 이동권한의 생성 및 전송

○ 아울러, 차상신호 하부시스템과 지상신호 하부시스템은 상호 연계되는 하부장치와의 인터페이스 사양을 충족하여야 하며, 철도시설 기술기준에서 하부시스템별 인터페이스 항목은 다음과 같음

- 차상신호 인터페이스 기능 항목
 - 차상컴퓨터장치(KVC)와 무선통신장치간 인터페이스
 - 차상컴퓨터장치(KVC)와 차량장치(주행거리계, 제동장치 등)간 인터페이스
 - 차상컴퓨터장치(KVC)와 기존 신호장치(고속철도 TVM-430, 일반철도 ATS)간 인터페이스
- 지상신호 인터페이스 기능 항목
 - 무선폐색센터(RBC)간의 인터페이스
 - 무선폐색센터(RBC)와 무선통신장치간 인터페이스
 - 무선폐색센터(RBC)와 기존 신호장치(연동장치, CTC)간 인터페이스

(다) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 구성용품 분류

○ 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 차상신호 및 지상신호 하부

시스템을 구성하는 구성용품에 대해 규정

- 차상신호 하부시스템은 아래와 같은 하부 구성용품으로 구성되며 하부 구성용품은 지상신호 하부시스템의 기능사양을 만족하여야 함
 - 차상컴퓨터장치(KVC)
 - 운행정보기록장치(JRU)
 - 운전자표시장치(DMI)
 - 발리스전송모듈(BTM)
 - 주행거리계(Odometry)
 - 특정전송모듈(STM)
 - LTE-R 차상단말장치

- 지상신호 하부시스템은 아래와 같은 하부 구성되며 하부 구성용품은 지상신호 하부시스템의 기능사양을 만족하여야 함
 - 무선폐색센터(RBC)
 - 발리스
 - LTE-R 기지국
 - 암호키관리센터(KMC)
 - 선로변제어유닛(LEU)

(라) 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 한국형 고속철도용 신호제어시스템(KTCS-3) 하부시스템의 분류

- KTCS-3는 기존 KTCS-2에 ETCS L3급 이동폐색기술(Moving Block System)이 추가되고, 지상 자동운전장치와 차상 자동운전장치가 기존 KTCS-2 장치에 추가된 구조로 개발 중에 있음
- 유럽의 경우 기존 ETCS에 ATO 자동운전 기능이 포함된 시스템을 ATO over ETCS(AoE)로 정의하고 있으며 그림과 같이 ETCS 구조에 차상 및 지상 자동운전장치가 중첩된 구조를 가지고 있음
- KTCS-3에서는 기존 KTCS-2에 ETCS L3 기능과 자동운전기능이 중첩되어 추가되는 구조로 구성용품 분야에서도 기존 KTCS-2 구성용품에 차상ATO 및 지상ATO장치가 추가될 것으로 추정되며, KTCS-3 개발 완료시 KTCS-3 구성용품에 대한 기능/성능 사양과 구성용품 간의 인터페이스 사양(안)이 마련 될 것으로 예상됨
 - KTCS-3 개발 완료 시 기능 및 인터페이스 사양(안)으로는 지상ATO장치기능, 차상

ATO장치기능, 차상컴퓨터장치와 차상ATO장치간의 인터페이스, 차상ATO장치와 지상 ATO장치간의 인터페이스, 지상ATO장치와 타 지상ATO장치간의 인터페이스, 지상 ATO장치와 CTC(TMS)간의 인터페이스 사양 등이 존재할 것으로 예상

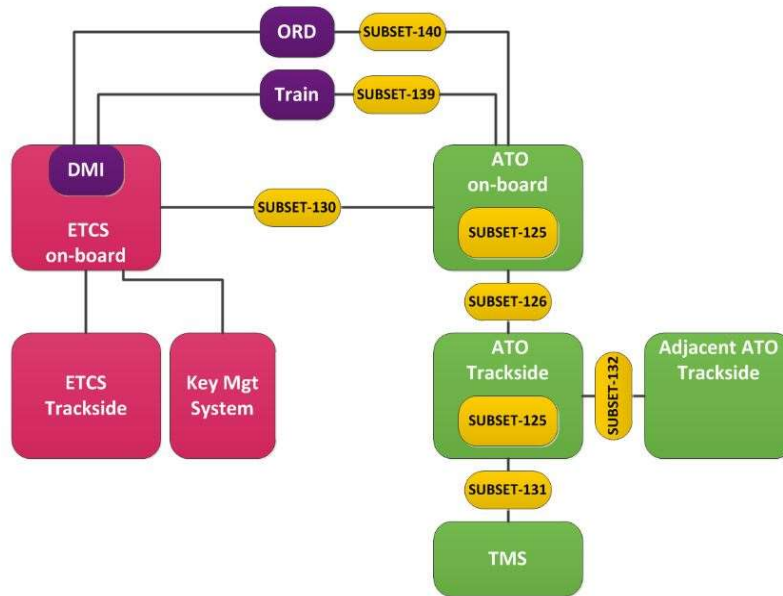


그림 5 ATO over ETCS 시스템 구조

나. 적합성 평가 기술 분류 체계

(1) 적합성 평가 – 시험기술

- “철도 신호제어시스템 적합성 평가기술” 개발의 범위는 시험기술 및 검사기술로 구분
- “철도 신호제어시스템 적합성 평가기술”은 국내 철도노선 간 상호연계운행 시 객관적인 호환성 검증이 필요한 일반철도와 고속철도 겸용 철도신호시스템인 KTCS-2에 대한 공인 적합성 평가(공인시험 및 공인검사) 기술과 현재 개발 중인 자동운전기능을 지원하는 KTCS-3에 대한 비공인 적합성 평가(시험 및 검사) 기술로 구분
- KTCS-2에 대한 공인 적합성 평가는 KTCS-2를 구성하는 하부 구성용품별 공인시험 및 공인검사 기술로 분류가 가능

(가) KTCS-2 공인 시험기술 체계 분류

- 공인 시험기술은 KS Q ISO/IEC 17025(시험 및 교정 기관의 적격성에 대한 일반 요구 사항) 규격에 부합하는 아래 항목으로 분류됨

- 시험 대상별 시험설비
 - 시험 대상 및 항목별 시험방법 및 세부 시험절차
 - 시험설비의 측정소급성 관리 등 무결성 관리방법 및 품질관리 기술
- 철도 신호제어시스템 공인 시험기술 적용 대상 분류
- 차상신호 하부시스템 공인시험 적용 대상 구성용품
 - 차상컴퓨터장치(KVC)
 - 운행정보기록장치(JRU)
 - 운전자표시장치(DMI)
 - 발리스전송모듈(BTM)
 - 주행거리계(Odometry)
 - 특정전송모듈(STM)
 - ※ LTE-R 차상단말장치의 경우, 지상 LTE-R 기지국과 물리적 통신채널의 연결을 담당하는 장치로서 국내 철도환경(국가철도공단)에서는 정보통신기술 분야로 일괄 관리 중에 있어 신호제어시스템 적합성 평가 대상에서 제외.
 - 지상신호 하부시스템 공인시험 적용 대상 분류
 - 무선폐색센터(RBC)
 - 발리스
 - ※ LTE-R 기지국 및 암호키관리센터(KMC)의 경우, LTE-R 차상단말장치와 보안성이 확보된 물리적 통신채널의 연결을 담당하는 장치로서 국내 철도환경(국가철도공단)에서는 정보통신기술 분야로 일괄 관리 중에 있어 신호제어시스템 적합성 평가 대상에서 제외
 - ※ 선로변제어유닛(LEU)는 기존 일반철도용 ATP 지상장치의 일부분으로 KTCS-2의 구성범위에 포함되지 않아 신호제어시스템 적합성 평가대상에서 제외

(나) KTCS-3 시험기술 체계 분류

- KTCS-3 시험기술은 KS Q ISO/IEC 17025(시험 및 교정 기관의 적격성에 대한 일반 요구 사항) 규격에 준하는 아래 항목으로 분류됨
- ※ 단, KTCS-3 시험기술은 국가인정기구를 통한 공인시험기관 인정을 포함하지 않음
- 시험 대상별 시험설비
 - 시험 대상 및 항목별 시험방법 및 세부 시험절차
 - 시험설비의 측정소급성 관리 등 무결성 관리방법 및 품질관리 기술
- KTCS-3 시험기술 적용 대상 분류
- KTCS-3 차상신호 하부시스템 시험 적용 대상 구성용품

- 차상자동운전장치(ATO Onboard)
 - ※ 차상자동운전 기능사양 및 차상자동운전장치와 타 장치 간 인터페이스 사양의 적합성을 시험으로 검증
- KTCS-3 지상신호 하부시스템 시험 적용 대상 구성용품
 - 지상자동운전장치(ATO Trackside)
 - ※ 지상자동운전 기능사양 및 지상자동운전장치와 타 장치 간 인터페이스 사양의 적합성을 시험으로 검증

(2) 적합성 평가 – 검사기술

(가) KTCS-2 공인 검사기술 체계 분류

- 공인 검사기술은 KS Q ISO/IEC 17020(적합성 평가 - 검사기관 운영에 대한 요구사항) 규격에 부합하는 아래 항목으로 분류됨
 - 검사 대상 품목별 검사 요건(기준) 및 세부 검사절차
 - 검사 대상 품목별 시험설비 활용 검사절차
 - 검사 요건 및 세부 검사절차의 무결성 관리방법 등 품질관리 기술

(나) KTCS-2 공인 검사기술 적용 대상 분류

- 차상신호 하부시스템 공인검사 적용 대상 구성용품
 - 차상컴퓨터장치(KVC)
 - 운행정보기록장치(JRU)
 - 운전자표시장치(DMI)
 - 발리스전송모듈(BTM)
 - 주행거리계(Odometry)
 - 특정전송모듈(STM)
 - ※ LTE-R 차상단말장치의 경우, 지상 LTE-R 기지국과 물리적 통신채널의 연결을 담당하는 장치로서 국내 철도환경(국가철도공단)에서는 정보통신기술 분야로 일괄 관리 중에 있어 신호제어시스템 적합성 평가 대상에서 제외
- 지상신호 하부시스템 공인검사 적용 대상 구성용품
 - 무선폐색센터(RBC)
 - 발리스
 - ※ LTE-R 기지국 및 암호키관리센터(KMC)의 경우, LTE-R 차상단말장치와 보안성이 확보된 물리적 통신채널의 연결을 담당하는 장치로서 국내 철도환경(국가철도공단)에서는 정보통신기술 분야로 일괄 관리 중에 있어 신호제어시스템 적합성 평가 대상에서 제외

- ※ 선로변제어유닛(LEU)는 기존 일반철도용 ATP 지상장치의 일부분 설치 및 운영 중에 있으며 KTCS-2의 구성범위에 포함되지 않고, 차상신호 하부시스템에서 LEU로부터 발생된 신호정보에 대한 호환성을 갖춰야 하므로 신호제어시스템 적합성 평가 대상에서 제외

(다) KTCS-3 검사기술 체계 분류

- 검사기술은 KS Q ISO/IEC 17020(적합성 평가 - 검사기관 운영에 대한 요구사항) 규격에 준하는 아래 항목으로 분류됨
 - ※ 단, KTCS-3 검사기술은 국가인정기구를 통한 공인시험기관 인정을 포함하지 않음
 - 검사 대상 품목별 검사 요건(기준) 및 세부 검사절차
 - 검사 대상 품목별 시험설비 활용 검사절차
 - 검사 요건 및 세부 검사절차의 무결성 관리방법 등 품질관리 기술

(라) KTCS-3 검사기술 적용 대상 분류

- KTCS-3 차상신호 하부시스템 검사 적용 대상 구성용품
 - 차상자동운전장치(ATO Onboard)
 - ※ 차상자동운전 기능사양 및 차상자동운전장치와 타 장치 간 인터페이스 사양의 적합성을 검사(적부여부 판정)로 검증
- KTCS-3 지상신호 하부시스템 검사 적용 대상 구성용품
 - 지상자동운장치(ATO Trackside)
 - ※ 지상자동운전 기능사양 및 지상자동운전장치와 타 장치간 인터페이스 사양의 적합성을 검사(적부여부 판정)로 검증

3. 세부 기술 내용

가. 적합성 평가 - 시험기술

- 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템의 시험기술은 시험설비기술, 시험사양 및 시험평가기술(시험평가스킴), 시험설비 무결성 관리기술로 분류
- KTCS는 유럽표준형 열차제어시스템(ETCS) 기술규격을 준용하여 개발되었으므로 ETCS 시험설비 구성 사양 및 시험 규격 사양에 따른 기술개발이 요구됨
- ETCS 시험설비 구성 및 시험 사양에 따른 시험기술 개발 시 KTCS 구성용품 외에도 ETCS 구성용품을 대상으로 하는 시험이 가능하며, 국제 공인시험기술로 인정 시 국내에서 수행한 시험결과가 해외에서도 인정받을 수 있어 국산제품의 해외수출 시 해외 시험기관을 통한 추가시험이 불필요함

(1) 시험설비기술

- 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템의 시험설비는 하부 구성용품별 시험설비와 지상 및 차상장치를 통합하여 시험하는 시스템 통합 시험설비로 구분

(가) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템(KTCS-2) 구성용품 시험설비기술

- KTCS-2의 구성용품 별 시험설비는 차상신호장치와 지상신호장치로 구분하여 개발되며, 차상신호장치용 시험설비 환경구성은 ETCS 기술사양서(Subset-094)에서 정의
- 해외 공인시험기관과 시험결과에 대한 상호인정을 받기 위해서는 ETCS 기술사양서의 준용이 필요하며 KTCS-2 차상신호장치용 시험설비 환경은 ETCS 기술사양서 (Subset-094)에 따라 시험설비 환경 구성이 요구됨
- KTCS-2의 차상신호장치는 차상컴퓨터장치(KVC), 운행정보기록장치(JRU), 운전자표시장치(DMI), 발리스전송모듈(BTM), 주행거리계(Odometry), 특정전송모듈(STM)이 통합 구성되며 Subset-094 ETCS 차상신호장치용 시험설비 환경에서는 통합 구성된 차상신호장치 수준에서 시험할 수 있는 시험환경을 제시
- 특정전송모듈(STM)은 국가별로 고유한 지상신호설비간 신호제어정보의 인터페이스를 담당하는 차상신호장치 구성요소로서 국내에서는 일반철도용 ATS와 고속철도용 ATC

신호제어정보의 인터페이스 기능을 담당하므로 KTCS-2의 차상신호장치에서 일반철도용 ATS와 고속철도용 ATC 신호제어정보를 완전하게 처리할 수 있는 시험설비 기술개발 필요

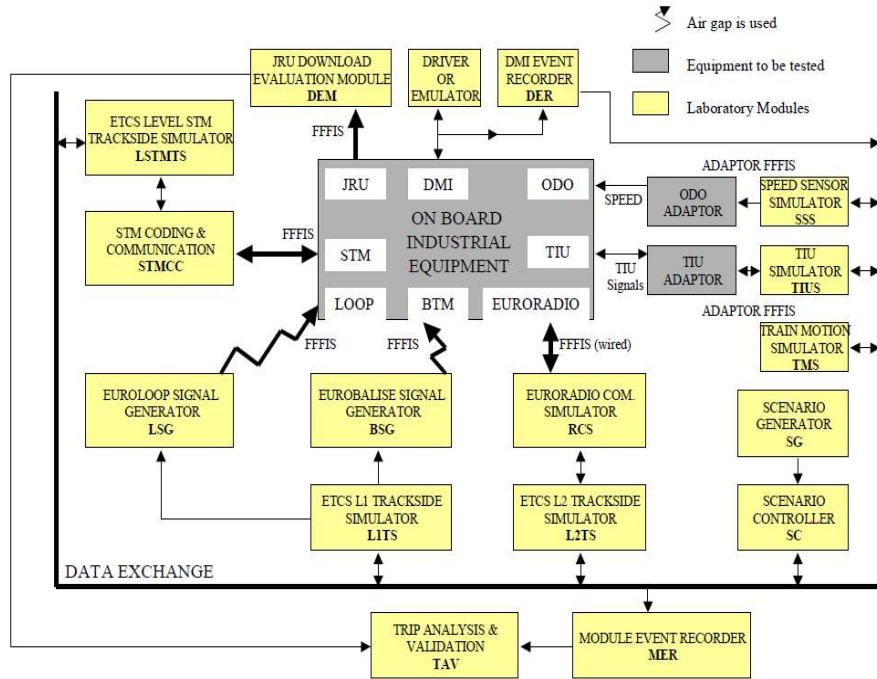
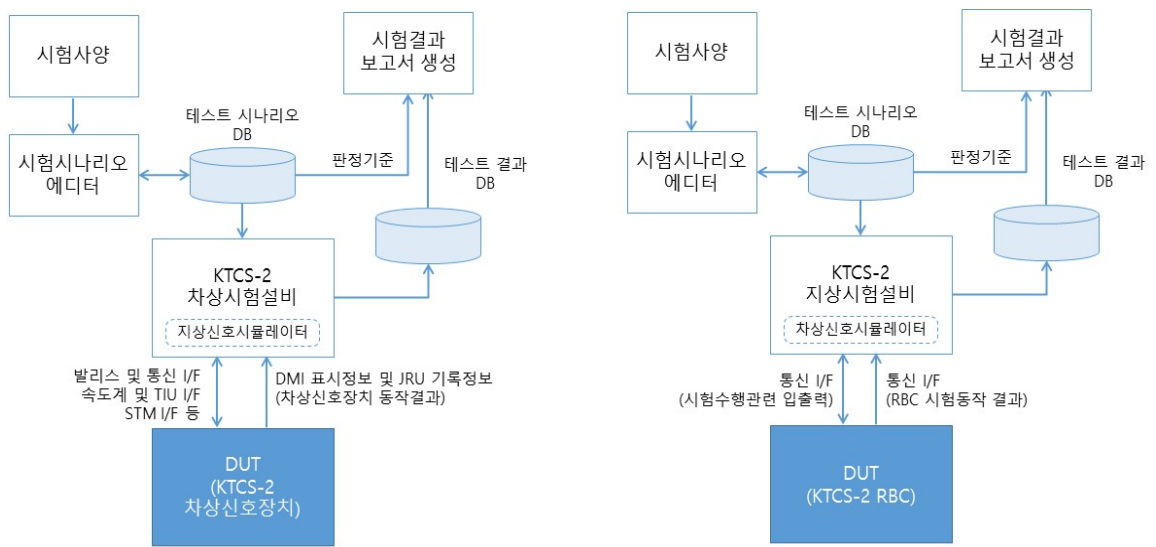


그림 6 ETCS 차상장치 표준시험설비 구성도(Subset-094)

○ KTCS-2의 지상신호장치는 RBC, 발리스, 연동장치, CTC 등으로 구성되나 KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 호환성에 관련된 하부 구성요소는 RBC와 발리스이므로 RBC와 발리스에 대한 시험설비 개발이 필요



<KTCS-2 차상신호장치 시험설비 구성(안)>

<KTCS-2 지상신호장치 시험설비 구성(안)>

그림 7 KTCS-2 차상신호장치 및 지상신호장치 시험설비 구성(안)

- RBC의 시험환경은 Subset 기술사양으로 제시되어 있지 않으며, 유럽의 경우 ETCS SRS(시스템 요구사항)과 RBC 구현 시 적용하는 엔지니어링 규칙을 기반으로 각 국가별 또는 노선별로 RBC 시험환경을 정의하여 시험기술을 개발
- 발리스/BTM의 시험설비 구성은 Subset-085 기술사양에 제시되어 있으며, 발리스와 차상신호장치간 무선인터페이스에 대한 물리적 신호특성 및 상호간에 전송되는 텔레그램 데이터의 무결성 검증을 위한 시험환경 개발 필요

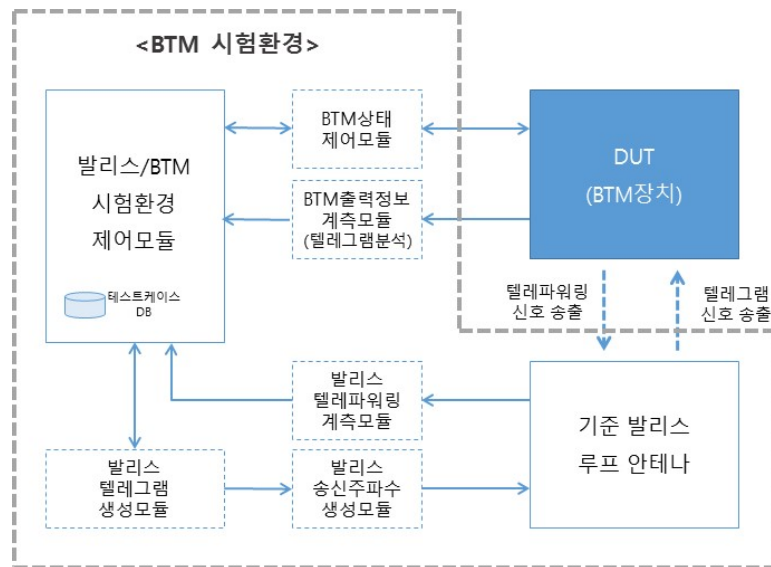


그림 8 발리스/BTM 시험설비 구성(안) - BTM 테스트

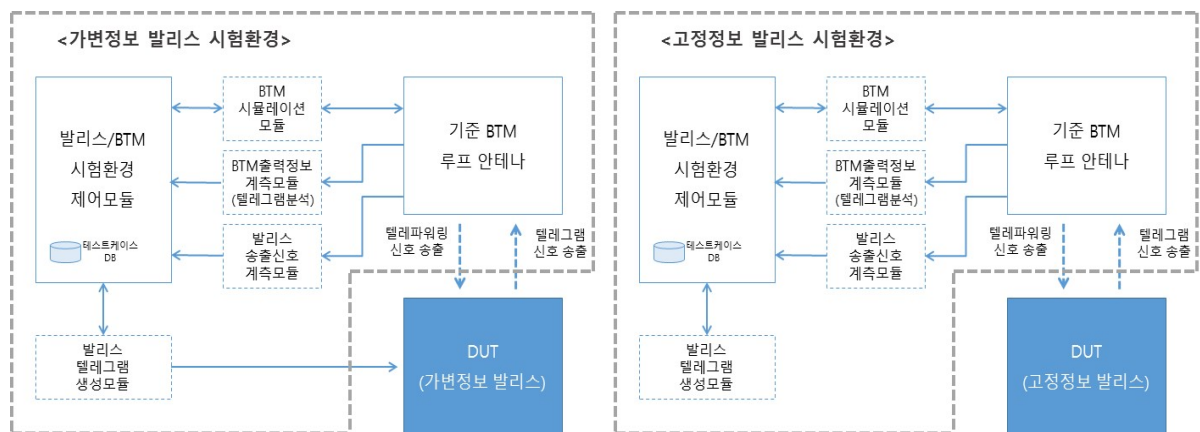


그림 9 발리스/BTM 시험설비 구성(안) - 고정/가변 발리스 테스트

- KTCS-3은 KTCS-2에 이동폐색과 자동운전기능이 중첩된 방식으로 이동폐색기능은 RBC에서 구현되며, 자동운전기능은 차상자동운전장치와 지상자동운전장치를 통해 구현하는 것으로 조사됨

- KTCS-3은 KTCS-2를 기반으로 구현되는 것으로 검토되어 KTCS-3의 시험환경은 KTCS-2 시험환경을 기반으로 구성하는 것이 가능할 것으로 고려됨
- KTCS-2의 신규 건설사업 및 개량사업은 2022년부터 단계적으로 확대될 계획으로 보고 되어 KTCS-2에 대한 적합성 평가 수요에 먼저 대응하기 위해 KTCS-2 시험환경의 우선 구현이 요구되며, 향후 KTCS-3 및 미래의 KTCS-X에 대한 시험기능의 확장성 및 시험 환경의 유연성을 확보하기 위해 모듈형 시험설비 구조를 채택하는 것이 적절함



그림 10 KTCS 시험설비 개발 방향 - 모듈형 시험설비 구조

- KTCS-3 차상자동운전장치는 기존 KTCS-2에 연계되어 동작하므로 KTCS-3 차상자동운전 장치의 시험환경을 개발하기 위해서는 KTCS-2 차상신호장치 및 지상신호장치 시험환경에 KTCS-3 차상자동운전장치의 시험환경이 추가된 구조의 시험환경 개발 필요

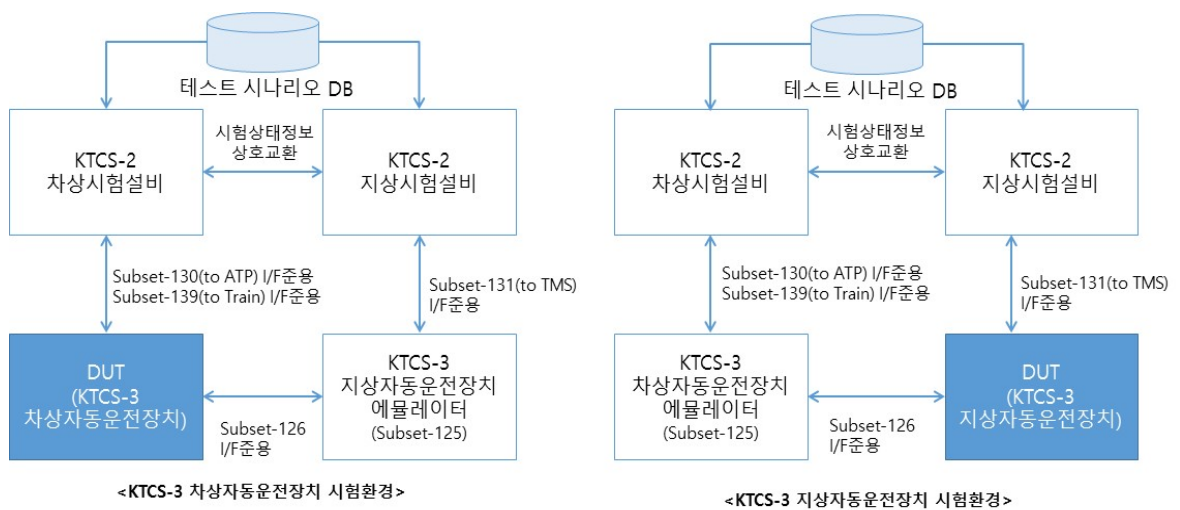


그림 11 KTCS-3 구성용품 시험설비 구성(안)

- KTCS-3 지상자동운전장치는 기존 KTCS-2에 연계되어 동작하므로 KTCS-3 지상자동운전 장치의 시험환경을 개발하기 위해서는 KTCS-2 차상신호장치 및 지상신호장치 시험환경에 KTCS-3 지상자동운전장치 시험환경을 추가하여 모듈형 시험환경 개발 필요
- 기존 KTCS-2 시험환경과 KTCS-3 시험환경 간의 인터페이스는 AoE(ATO over ETCS)관련 요구사항 중 타 장치간 인터페이스 요구사항인 subset-130(ETCS 차상장치 I/F)/131(지상 TMS(CTC) I/F)/139(차량 추진/제동 I/F)에 따른 개발이 요구됨
- KTCS-3 장치별 시험을 위해서는 상대측 장치에 대한 에뮬레이터가 요구되며 각각의 에뮬레이터는 Subset-125(자동운전장치 기능요구사항)에 따라 구현되어야 하며, 차상자동 운전장치와 지상자동운전장치간 인터페이스는 Subset-126(차상-지상자동운전장치간 I/F)에 따라 구현되어야 함

(나) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 시스템 통합 시험설비기술

- KTCS-2의 차상신호장치와 지상신호장치간의 상호 운영상의 호환성을 검증하기 위해 KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치를 통합한 시스템 통합 시험환경 구성 필요

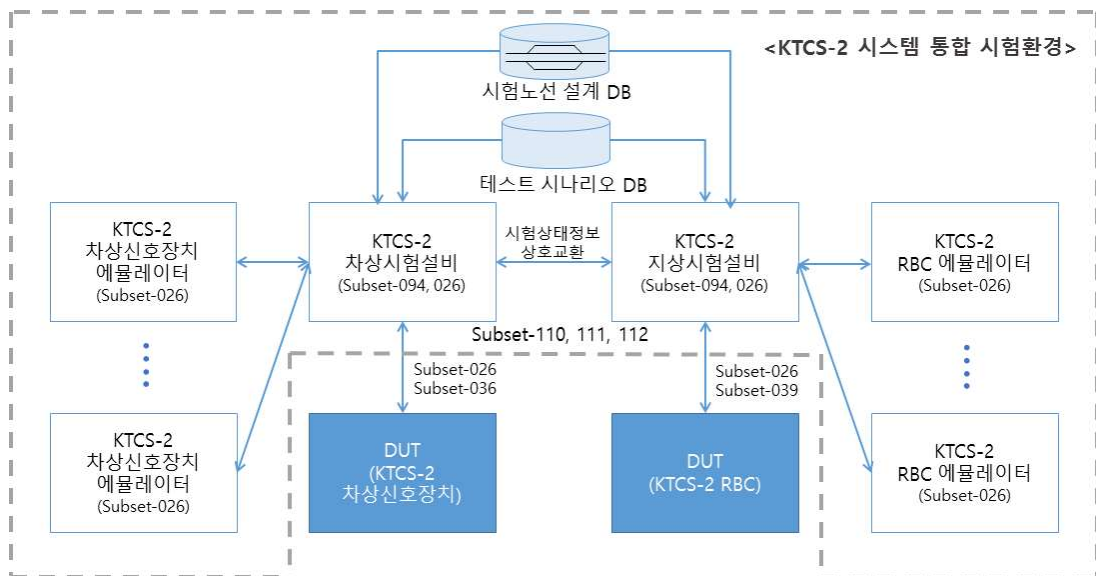


그림 12 KTCS-2 시스템 통합 시험환경 구성(안)

- 유럽의 경우 SUBSET-110(Interoperability Test-Guidelines), SUBSET-111(Interoperability Test Environment Definition), SUBSET-112(Basics for Interoperability Test Scenario Specifications)와 같은 ETCS 시스템 통합시험 관련 사양서를 마련하여 시스템 통합 시험환경을 구성하고 있음

- KTCS-2 시스템 통합 시험환경을 구성하기 위해서는 유럽 등에서의 시스템 통합시험 사양을 분석하여 시스템 통합 시험환경 구조를 구성하고 국내 시험노선에 대한 신호설비 설계 파라미터 값을 활용하여 통합 시험 시나리오의 개발 및 시험환경에 시험 시나리오를 자동으로 실행시킬 수 있는 자동화된 시스템 통합 시험환경 개발 필요
- KTCS-3 시스템 통합 시험환경은 KTCS-2 시스템 통합 시험환경에 KTCS-3 구성용품 시험설비 구성이 추가된 구조로 구성이 가능할 것으로 판단되며, 국내 시험노선에 대한 신호설비 설계 파라미터 값을 활용하여 통합 시험 시나리오의 개발 및 시험환경에 시험 시나리오를 자동으로 실행시킬 수 있는 자동화된 시스템 통합 시험환경 개발 필요
- KTCS-3 시스템 통합 시험환경에서는 시험대상이 되는 차상자동운전장치가 가상의 시험노선에서 운행될 때 실물 지상자동운전장치 및 인접한 가상의 지상자동운전장치 에뮬레이터와 상호 연동하며 자동운전기능사양을 검증할 수 있도록 개발 필요

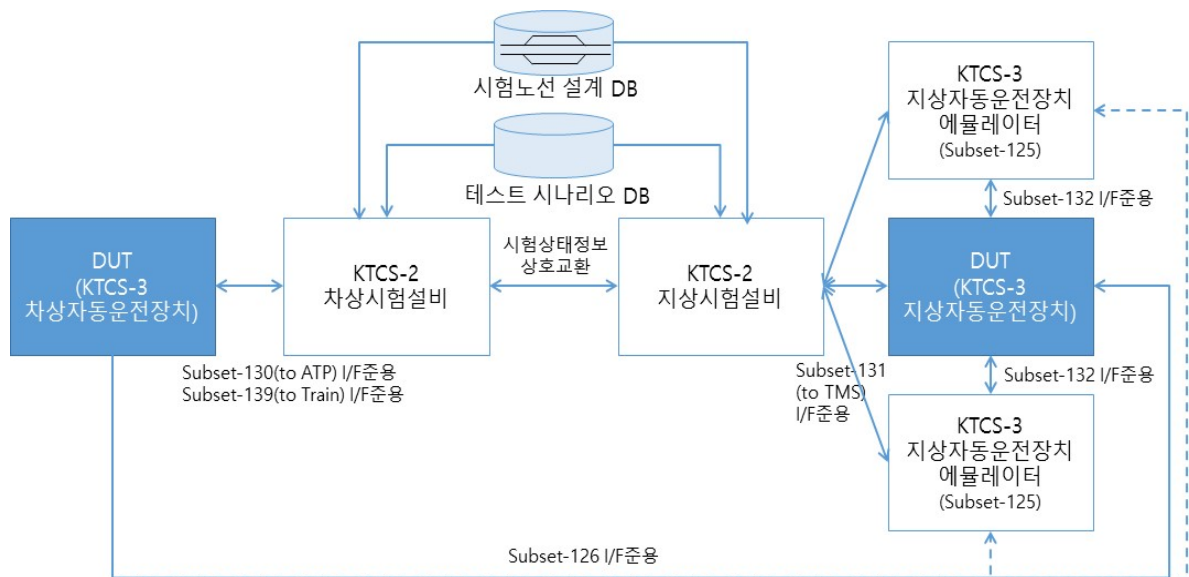


그림 13 KTCS-3 시스템 통합 시험환경 구성(안)

(2) 시험사양 및 시험평가기술

(가) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 구성용품 시험사양 및 시험평가기술

- KTCS가 시스템 사양을 부합하는지 시험(측정)하기 위해서는 시험사양과 시험평가기술이 요구되며 시험대상별 시험사양(기준)과 시험절차(스킴)의 개발이 필요함
- KTCS-2는 유럽의 상호운영성 기술기준인 CCS-TSI에 포함된 ETCS 기술사양을 근거로 개발되었으며, ETCS 기술사양에는 시스템 성능사양, 시스템 기능사양, 구성용품별 사양, 구성용품별 인터페이스 사양, 구성용품별 시험사양 등 마련되어 있으며 Baseline2 기준으로 총 57개의 기술사양서가 존재

**TSI CCS
기술사양서 목록
(총 57개, BL2 기준)**

그림 14 CCS TSI 기술사양서 목록

- ETCS 기술사양 문서 중 구성용품에 대한 시험사양은 일부 시험사양(9개)만이 마련되어 있으며 해외 공인시험기관과 시험결과의 상호인정을 위해 해당 ETCS 구성용품 시험사양에 부합하는 시험평가 기술개발 필요

- 현재 해외 시험기관에서 공인시험이 가능한 시험은 Subset-076, Subset-085에 대한

시험으로 국한되어 있는 것으로 조사됨

TITLE	SUBSET
On board Unit testing	Suite of documents from Subset-076
Functional Requirements for an On-board Reference Test Facility	Subset-094
Test specification for Interface “k”	Subset-102
STM Testing	Suite of documents from Subset-074
ERTMS EuroRadio Test cases Safety Layer	Subset-092
JRU Test Specification	Subset-028. Reserved
Test Specification for Eurobalise FFFIS	Subset-085
Test specification for EUROLOOP	SUBSET-103. Reserved
RBC-RBC Test specification for Safe Communication Interface	SUBSET-099. Reserved

그림 15 ETCS 주요 구성용품 별 시험규격

- ETCS 기술사양 문서에 시험사양이 존재하지 않는 구성용품 중 국내 KTCS의 구성용품에 해당하는 용품에 대한 시험사양 및 시험평가기술은 추가 개발되어야 함
- ETCS 차상신호장치의 경우 시스템사양(Subsubset-026)과의 부합성을 완벽하게 검증하기 위해 구체화된 1,842개의 테스트 케이스와 93개의 테스트 시퀀스를 사양화한 시험사양서(Subsubset-076)가 마련되어 있으며, KTCS-2 차상신호장치 시험절차 개발 시 관련 시험사양의 준용이 필요

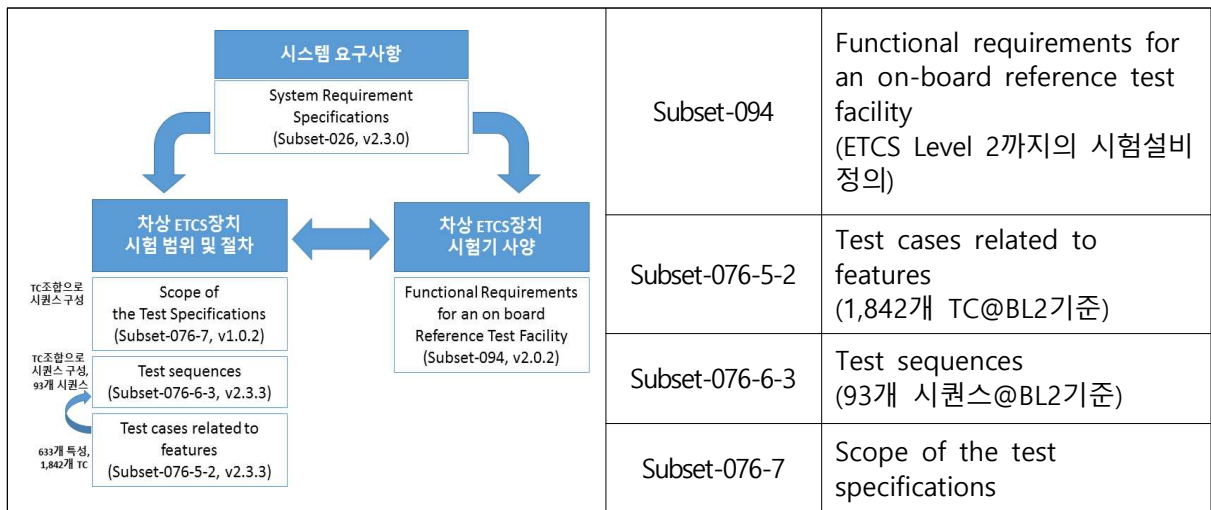


그림 16 ETCS 차상신호장치 시험사양서 현황

SEQUENCE OF TEST									
Step	Dist. (m)	Previous		Description of Events	I/O	Interface	Comments	Next	Test Result
Feature 541: The ETCS on-board system is powered (Transition [4])									
Test Case 1: Testing of mode transition from NP to SB									
1	0.00	L2	NP	The power of the on-board is switched on. The on-board equipment changes to SB mode.	-	-		L2	SB
2	0.00	L2	SB	The new current mode SB is RECORDED on JRU	O	JRU		L2	SB
Feature 601: Handling of supervision data at entering Stand By mode									
Test Case 1: Onboard system switches to Stand By and some stored data are changing									
5	0.00	L2	SB	Statuses of data stored on-board change	-	-	New statuses of data shall be in accordance with Subset-026-4.10.1.3 column SB	L2	SB
Feature 522: Indication of Auto-tests results to the driver									
Test Case 1: Indication of Auto-tests results and SB mode to the driver									
7	0.00	L2	SB	Driver opens desk	I	TIU	Recording this TIU input is not mandatory (see SUBSET-27)	L2	SB
8	0.00	L2	SB	The actual mode SB is DISPLAYED	O	DMI	The SB indication after opening the desk may not be recorded. Because the change of mode was already recorded while desk was closed (FT541)	L2	SB

그림 17 ETCS 차상신호장치 테스트 시퀀스 사례(Subsubset-076-6-3-001)

○ ETCS 차상신호장치 시험사양은 시스템사양(Subsubset-026)과의 부합성을 완벽하게 검증하기 위해 복잡한 구조를 가진 대규모의 테스트 케이스와 테스트 시퀀스로 구성되어 있으며 시험 수행시간 단축 및 투입인력의 절감 등 시험 효율성 증대와 더불어 시험평가 시 시험자에 의한 인적오류를 방지하기 위해서는 시험사양의 DB화 및 시험사양 DB를 활용하여 차상신호장치 시험설비를 자동으로 동작시키는 시험절차의 자동화 기술개발이 필요

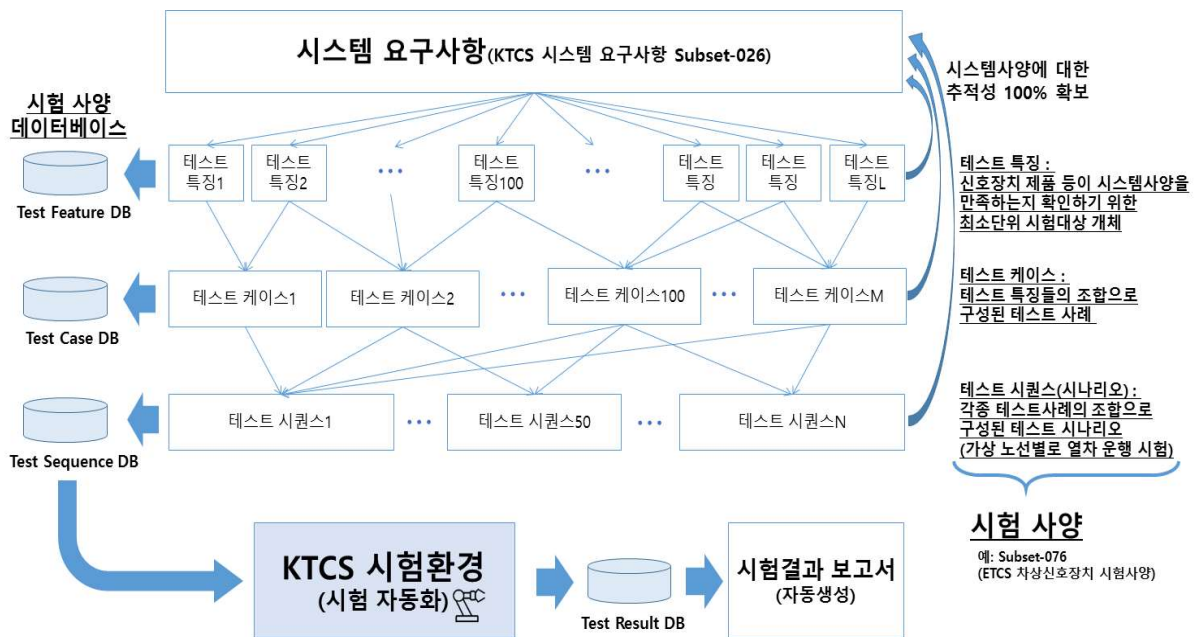


그림 18 시험사양 데이터베이스 기반 시험절차 자동화기술 구조

- KTCS-2 지상신호장치 구성용품 중 RBC에 대한 시험사양은 ETCS 사양문서 중 시험사양으로 제시되어 있지 않으므로, ETCS 시스템사양(Subset-026)과 RBC관련 Subset 및 국내 KTCS-2 지상신호장치 엔지니어링 규칙에 부합하는 시험사양의 신규 개발 필요
- KTCS-2 RBC 시험사양은 차상신호장치 시험사양과 유사한 방식으로 도출하고 시험사양의 DB화 및 시험사양 DB를 활용하여 RBC 시험설비를 자동으로 동작시키는 시험절차의 자동화 기술개발이 필요
- KTCS-2 지상신호장치 구성용품인 발리스와 차상신호장치 구성용품인 BTM에 대한 시험사양은 ETCS 시험사양(Subset-085)으로 제시되어 있으며, 시험사양의 DB화 및 시험사양 DB를 활용하여 발리스/BTM 시험설비를 자동으로 동작시키는 시험절차의 자동화 기술개발이 필요
- KTCS-3은 현재 기술개발이 진행 중임으로 차상자동운전장치 및 지상자동운전장치에 대한 시험사양이 마련되어 있지 않은 상태이며, 유럽의 AoE(ATO over ETCS)관련 사양 문서에서도 Subset-125(자동운전장치 기능요구사항), Subset-126(차상-지상자동운전장치간 I/F사양), Subset-130(ETCS 차상장치 I/F사양), Subset-131(지상 TMS(CTC) I/F) 등과 같이 시스템 사양(안)만 마련되어 있는 상황으로 완전한 시험사양이 마련되어 있지 못함
- 국가R&D로 수행 중인 KTCS-3의 기술개발 완료(2020년 12월)시 KTCS-3 시스템사양(안)이 마련될 것으로 예상되어 KTCS-2 차상신호장치 시험사양과 유사한 방식으로 KTCS-3 시험사양을 도출하고 시험사양의 DB화 및 시험사양 DB를 활용하여 KTCS-3 시험설비를 자동으로 동작시키는 시험절차의 자동화 기술개발이 필요

(나) 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템 시스템 통합 시험사양 및 시험평가기술

- KTCS의 시스템 통합시험은 차상신호장치와 지상신호장치가 가상의 노선 환경에서 시스템 사양을 상호 충족하는지 측정(시험)하는 것으로 정의할 수 있으며 시스템 통합 시험의 수행을 위해 시험사양과 시험절차(스킴)의 개발이 필요
- 유럽의 ETCS 체계에서는 차상신호장치와 지상신호장치간 시스템 통합시험을 위해 아래와 같은 통합시험 지침 및 기본 시험사양을 마련
 - Subset-110 Interoperability Test-Guidelines
 - Subset-111 Interoperability Test Environment Definition

- Subset-112 Basics for Interoperability Test Scenario Specifications

- 유럽의 AoE(ATO over ETCS)도 현재 시스템 개발 단계에 있으므로 AoE에 대한 시스템 통합시험을 위한 시험사양은 아직 마련되어 있지 못함
- KTCS-2의 시스템 통합시험 사양은 Subset-110, 111, 112와 같은 ETCS 시스템 통합 시험 사양서에 제시된 시험 방법론을 준용하고 KTCS-2 사양과 국내 철도환경에서 적용 중인 신호설계 요구사항에 부합하는 시스템 통합시험 사양의 개발이 필요
- 또한, KTCS-2 통합시험 수행시간 단축 및 투입인력의 절감 등 시험 효율성 증대와 더불어 시험평가 시 시험자에 의한 인적오류를 방지하기 위해서는 시스템 통합시험 사양의 DB화 및 DB를 활용하여 시스템 통합시험 설비를 자동으로 동작시키는 시험절차의 자동화 기술개발이 필요
- KTCS-3의 시스템 통합시험을 위한 시험사양 및 시험절차 자동화 기술개발은 KTCS-2 시스템 통합 시험사양 및 시험절차 자동화 기술개발 방법론을 준용하여 개발이 가능하며 차상자동운전장치와 지상자동운전장치간의 상호연계기능이 시스템 사양에 부합하는지 측정할 수 있는 시험사양 및 시험절차의 추가가 필요

(3) 시험평가 기술 및 시험설비 무결성 관리기술

- 시험사양, 시험절차, 시험설비 등을 포함하는 시험평가체계에서 시험사양에 대한 시험 결과의 유효성을 보장하기 위한 품질관리는 지속적으로 유지관리 되어야 함
- 시스템 사양의 변경 시 시험사양 및 시험절차에 대한 변경 관리는 관리지침에 따라 체계적으로 관리되고 기록되어야 하며 이에 대한 관리지침 및 관리절차의 개발이 필요
- 시험사양 및 시험절차가 시스템 요구사항을 온전하게 부합하는지에 대해 관리하기 위한 추적성 매트릭스의 마련도 요구됨
- 시험(측정)설비의 경우 반복시험 시 시험(측정)결과에 대한 유효성을 확보하기 위해 공인시험기관 인정표준(KS Q ISO/IEC 17025)에서는 측정소급성에 대한 세부지침인 '측정결과의 소급성 유지를 위한 지침'에 따라 시험설비의 무결성 관리절차를 요구하고 있음
- 공인시험기관 인정표준(KS Q ISO/IEC 17025)에서 시험(측정)결과의 유효성을 확인하기

위해 기본적으로 균질성 및 안정성을 보유한 물질인 인증표준물질(CRM:Certified Reference Material), 표준물질(RM:Reference Material) 혹은 품질관리물질(QCM:Quality Control Materials)을 활용하도록 하고 있으며, 철도신호제어시스템 기술분야에서는 KTCS 사양을 100% 반영하는 표준 차상신호장치 에뮬레이터 및 표준 RBC에뮬레이터를 표준물질로 활용하여 시험설비의 무결성 확인이 필요

- 인증표준물질(CRM)은 인증값의 측정소급성과 특성값의 불확도가 포함된 표준물질
- 품질관리물질(QCM)은 품질관리를 위해 사용되는 물질로서 내부사용을 목적으로 시험실에서 자체적으로 생산된 물질

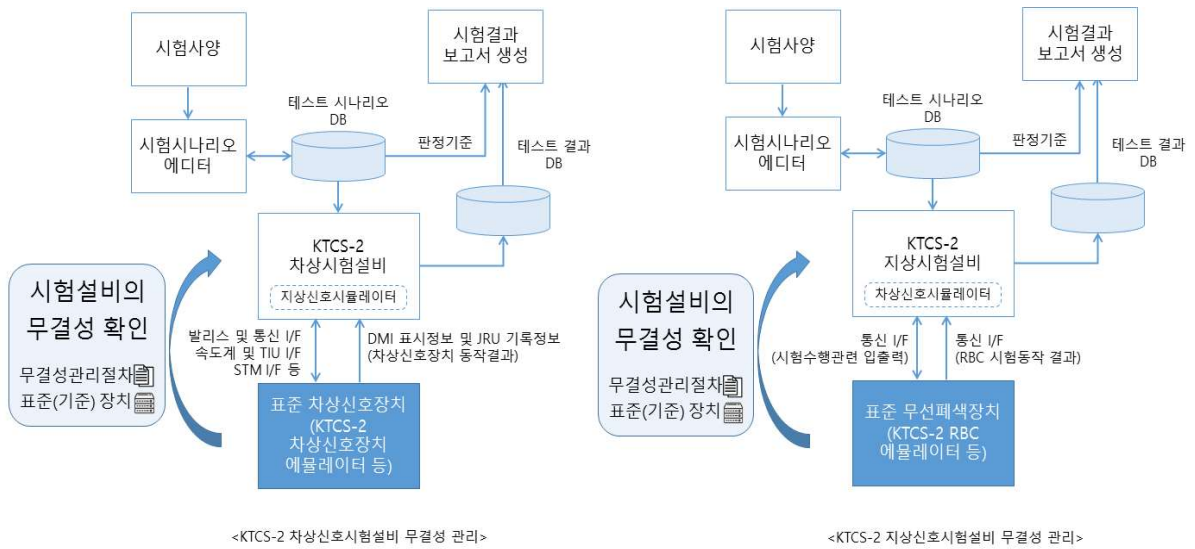


그림 19 KTCS 시험설비의 무결성 관리기술(안)

나. 적합성평가 - 검사기술

- 한국형 일반철도 및 고속철도용 신호제어시스템의 검사기술은 **검사사양 및 검사평가절차 (검사평가스킴), 검사사양 및 검사절차에 대한 무결성관리기술**로 분류
- KTCS의 시스템 사양은 측정(시험)을 통해 평가하는 요구사항과 적부여부(검사)를 통해 평가하는 요구사항으로 구분
- KTCS의 시스템 사양에 대한 검사평가 대상 범위는 KTCS 사양 전체를 포함
 - KTCS의 시험평가 대상 범위는 KTCS 시험사양 중 측정(시험)을 통해 평가 가능한 요구사항으로 국한

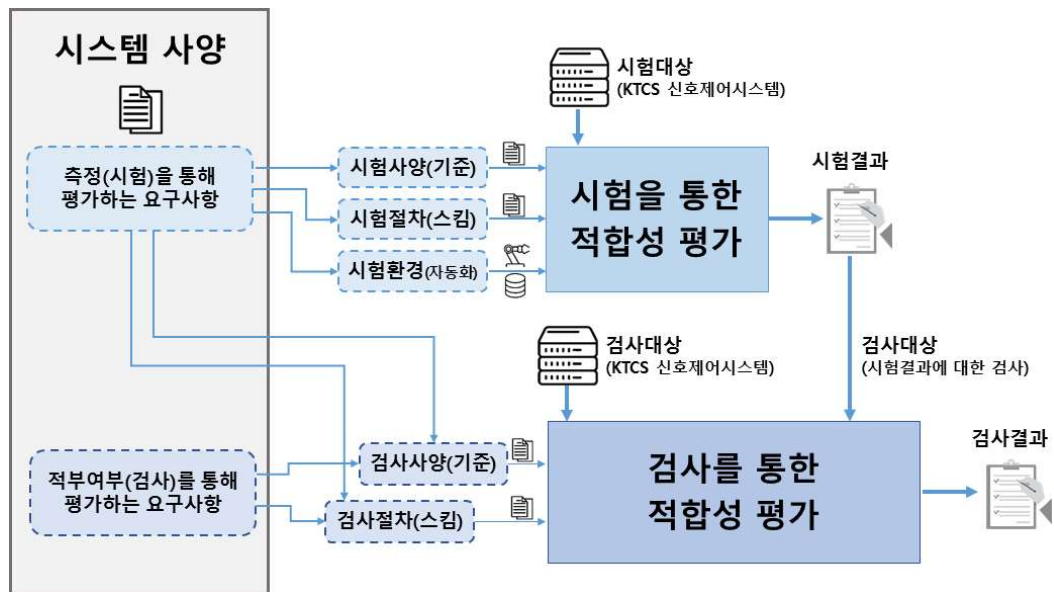


그림 20 적합성평가 시 시험평가 절차 및 검사평가 절차

(1) 검사 대상 품목별 검사사양 및 검사평가기술

- KTCS의 시스템 사양에 대한 검사평가를 위해서는 시스템 사양에 부합하는 검사사양과 검사평가절차의 개발이 필요함
- 시스템 요구사항과 검사사양 및 검사평가절차 간의 관계 구조는 그림 21과 같음
 - 검사사양은 KTCS 구성용품, 하부시스템 등이 시스템 사양에 대해 적합한 지 결정하기 위한 최소단위 검사대상 개체의 집합으로 구성
 - 검사기법(검사스킴)은 검사사양에 대한 적합성 결정을 위한 기술적, 관리적 절차로 정의가 가능하며 세부 검사절차 외 검사절차 수행에 필요한 지침 및 표준, 검사판정

을 위한 기준데이터, 체크리스트 등으로 구성

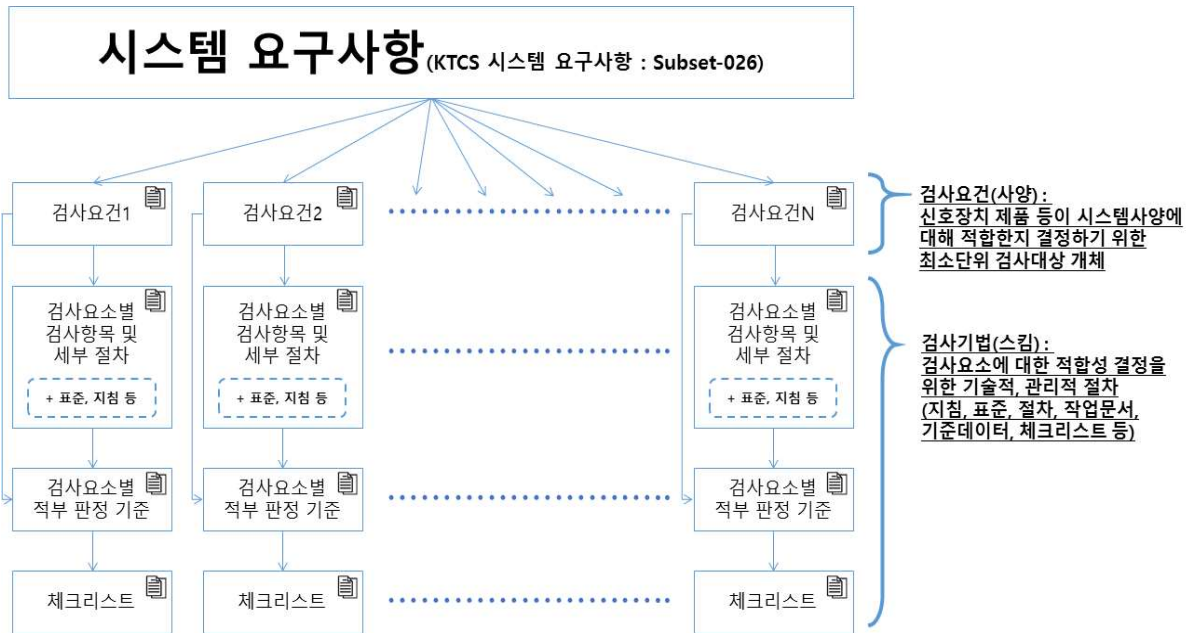


그림 21 시스템 요구사항과 검사사양, 검사절차간의 구조

- 검사평가에서 검사대상으로 시험결과를 포함하며 검사평가 중 필요시 시험(계측)설비를 추가로 활용하는 검사도 포함될 수 있으므로, KTCS 시험설비를 활용하는 세부 검사 절차의 개발도 필요함

(2) 무결성관리기술

- 검사사양, 검사절차 등을 포함하는 검사평가체계에서 검사사양에 대한 검사결과와 유효성을 보장하기 위한 품질관리는 지속적으로 유지관리 되어야 함
- 시스템 사양의 변경 시 검사사양 및 검사절차에 대한 변경관리는 관리지침에 따라 체계적으로 관리되고 기록되어야 하며 이에 대한 관리지침 및 관리절차의 개발이 필요
- 검사사양 및 검사절차가 시스템 요구사항을 온전하게 부합하는지에 대해 관리하기 위한 추적성 매트릭스의 마련도 요구됨

2절 기술개발의 필요성

1. 기술개발의 배경

가. 국가 철도망의 확대 및 노선 간 연계성의 한계

- 지역 간 철도교통서비스 제공 확대를 목적으로 전국 주요 도시권을 연결하는 국가철도 (일반·고속철도)망을 지속 확충되고 있으며, 이에 따라 일반철도와 고속철도, 광역철도와 고속철도 등 서로 다른 속도와 성능을 갖는 열차 및 인프라를 연계하는 철도망이 지속적으로 증가하고 있음
- 기존 철도신호시스템은 상황에 따라 노선별로 서로 상이한 시스템을 도입함으로써 인하여 노선 간 연계운행을 위해서는 각 노선에 적합한 차상신호장치를 열차에 설치·운영하는 것이 필요하므로 경제성이 떨어지고 잠재적 호환성 이슈로 안전성 저하 우려



그림 22 일반, 고속철도 신호시스템 적용 노선 현황

○ 일반철도 및 고속철도 신호시스템의 연계운영 제약사항

- 국내 최초로 도입된 고속철도 차량(KTX-I)은 고속선 전용 신호시스템인 ATC (TVM430)와 일반철도 노선을 위한 ATS 장치를 탑재되어 운행 시작
- 일반철도 신호시스템이 지상신호기(+ATS)방식에서 차상신호(ATP)방식으로 개량 (2010.04)됨에 따라, KTX-I 차량에 ATP 차상신호장치가 추가 설치되고, 이후 KTX-산천 차량부터는 차량 제작시 ATC(TVM430)/ATP/ATS 차상신호장치가 설치되어 운영되는 등 잠재적 호환성·안전성 이슈 및 비효율성 내재
 - KTX-I, KTX-산천 차량은 ATC 지상신호설비가 구축된 고속철도 노선에서는 ATC차상 신호장치로 운행하며, ATP/ATS 지상신호설비가 구축된 일반철도 노선에서는 ATP 또는 ATS 차상신호장치로 열차를 운행
 - KTX-I, KTX-산천 차량이 투입되는 일반철도 노선(경부선, 경의선, 호남선, 경전선, 전라선, 동해선, 중앙선, 경강선 등)과 인천국제공항철도 노선에서는 ATP 또는 ATS 장치로 열차를 운행

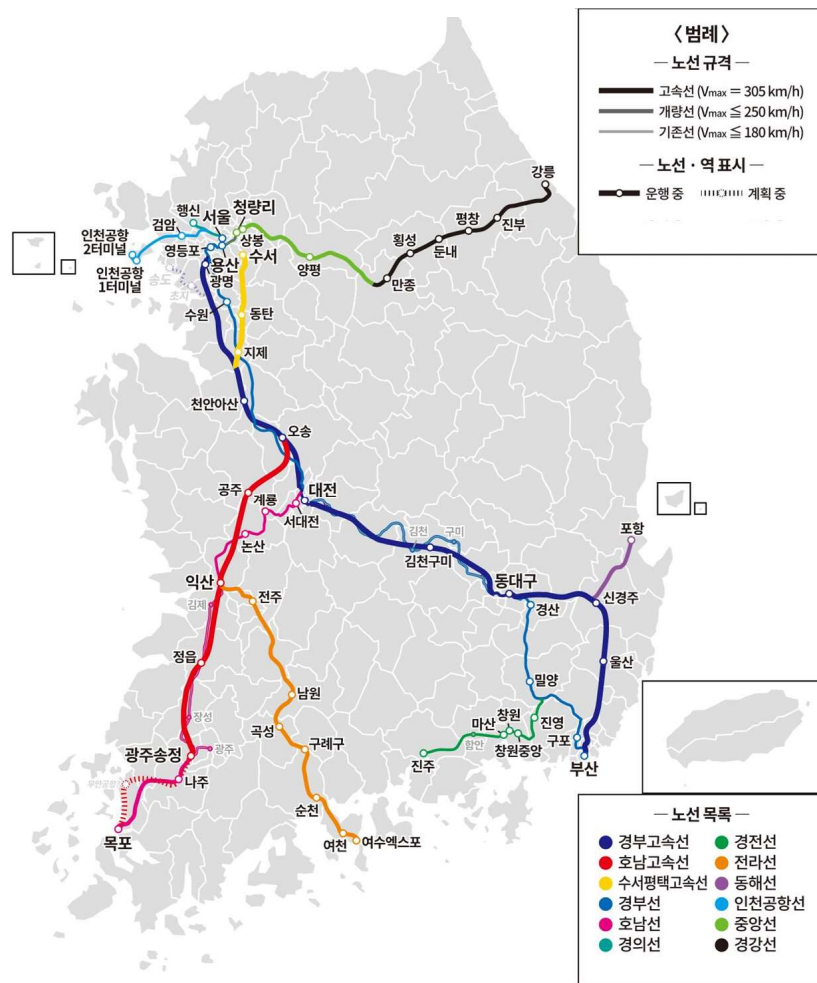


그림 23 국내 고속철도 운행 노선 현황

나. 한국형 표준 신호시스템의 개발

- 2010년부터 「도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 및 성능평가」, 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」와 같이 CBTC와 ETCS-L2의 국산화 연구개발사업이 진행되어 왔으며 2020년 현재 「자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발」과제를 통해 ETCS L3급의 국산화 연구개발이 수행 중
- 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」 과제는 LTE-R 무선통신기술 개발 및 ETCS-L2 수준의 한국형 일반·고속철도용 열차제어시스템(KTCS-2)의 실용화를 목표로 개발
- KTCS-2의 기술사양은 아래와 같음
 - 철도통합무선기술인 LTE-R을 적용한 ETCS-L2 기반의 일반·고속철도용 열차제어시스템 개발
 - 국내 운영 중인 기존 신호장치(ATC, ATP)와 상호운영 및 연계운행 지원
 - LTE-R로 열차제어정보 송수신(열차 위치보고, 이동권한, 임시속도제한 등)
 - 열차제어시스템 지상장치와 차상장치 간 및 기존 운영 중인 신호장치와 KTCS-2 간의 인터페이스 규격을 표준화하여 상호운영성(TIS) 확보

표 1 한국형 철도신호시스템의 기술 단계별 특징 비교

구분	ATP(일반철도 적용 중)	KTCS-2(시범사업 중)	KTCS-3(연구개발 중)
구성방식			
제어정보 전달방식	유선 (LEU → 발리스)	무선 (RBC → LTE-R망)	무선 (RBC → LTE-R망)
무선방식	VHF, TRS (음성전용)	LTE-R (대용량, 고속 데이터전송)	LTE-R (대용량, 고속 데이터전송)
폐색방식	고정폐색 (궤도회로 사용)	고정폐색 (궤도회로 사용)	이동폐색 (궤도회로 불필요)
연계운행 호환성	노선 간 호환성 없음 (고속ATC, 일반ATP/ATS)	ATP와 호환 가능	ATP, KTCS-2와 호환 및 자동운전 지원

다. 한국형 표준 신호시스템의 실용화 계획 추진

- 국토교통부에서는 KTCS-2 중심의 “철도 신호통신 국산화 계획”을 추진
 - 열차운행 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 신호통신시스템을 표준화하고 국산화 기술개발을 위해 ‘철도 신호통신 국산화 계획’을 수립(2017.12)
 - 국토교통부의 ‘철도 신호통신 국산화 계획’에서는 총 5개의 세분화된 추진계획(도시 철도 신호시스템 국산화, 일반(고속)철도 신호시스템 국산화, 철도통신시스템 국산화, 차세대 신호시스템 개발, 제도적 기반마련)을 수립

- “철도 신호통신 국산화 계획” 중 일반(고속)철도 신호시스템 국산화는 기존 신호시스템 (ATS/ATP)과 호환성을 가지면서 유럽표준(ETCS-L2)에 따라 개발하고 있는 신호시스템 (KTCS-2)의 성능 및 안전성을 인증하여 실용화되도록 추진방향을 설정
 - 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 성능 및 인터페이스에 대한 성능검증을 위해 시험, 검사를 실시하고, 시스템 안정화와 더불어 현장운용 노하우 확보 및 성능을 입증하여 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 확대설치를 위해 영업선 시범운영사업(2018~2021) 추진 결정

- “철도 신호통신 국산화 계획”에서는 국가철도망에서 철도차량의 노선 간 연계운행이 용이하도록 철도건설 및 개량 시, 철도시스템의 상호운영성을 확보하도록 제도화 방향 수립
 - 상호운영성 확보를 위해 철도시스템이 갖춰야 하는 필수요건(기술기준)과 평가절차를 마련하고, 모든 철도사업자가 준수하도록 의무화 추진
 - “철도 신호통신 국산화 계획”에 따라 「철도건설법」의 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정 시 철도차량이 철도 노선 간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 호환성과 안전성을 확보하도록 법제화 방향 공표

- 철도시설의 지속가능한 유지관리체계 마련을 위해 2019년 「철도건설법」이 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정되었으며 노선간 연계 운행시 호환성과 안전성을 확보하기 위해 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」이 신규 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성 평가를 통해 검증하도록 규정(2022년 1월 1일부터 시행)

2. 기술개발의 필요성 및 기술개발 미 추진시의 문제점

가. 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 적합성 평가 방안의 부재

- 「철도안전법」 형식승인제도(철도용품기술기준) 운영을 통해 철도부품의 적합성 평가가 선진화되고 있으나, 시행초기 단계로 일부 중요부품만을 대상으로 하여 실효성 제약이 있음
- 현재 철제차륜, 차축, 연결장치, 보통레일, 점착절연레일, PSC침목 등 총 16종의 철도 부품만 형식승인제도 시행 중이며 여기서 신호부품은 전자연동장치, 자동폐색제어장치, AF궤도회로장치 총 3종만 형식승인제도를 시행 중
- 최신 디지털기반 임베디드 기술이 적용된 KTCS-2 등 철도부품의 전자화 수준이 향상됨에 따라 기능, 성능, 품질확인을 위한 실효성 있는 적합성 평가 방안의 마련이 필요한 상황
- KTCS-2는 국가철도공단/한국철도공사 기술표준 및 KRS(한국철도표준규격)도 마련되어 있지 않은 상황으로 국내 표준사양 및 시험사양 등의 마련이 시급한 상황

외관도(사진)	용품 개요	외관도(사진)	용품 개요
	<p>< ① : 차륜 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 차량의 하중을 지지하고 레일 위를 주행할 수 있도록 안내하는 부품으로 립(단면, 플랜지), 보스, 플레이트로 구분 ○ 200km/h 이상(1종, 고속차량), 200km/h 미만(2종, 고속차량 외)으로 구분 		<p>< ⑥ : PSC 침목 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ "침목"이란 레일을 고정·지지하며, 레일을 통해 전달되는 열차 하중을 도상에 분포시키는 역할을 하는 궤도구성품 ○ "PSC침목"이란 침목에 강선, 강봉, 강연선 등과 같은 긴장재를 통해 프리스트레스를 도입하여 휨 하중 등에 저항할 수 있도록 제작되는 침목
	<p>< ② : 차축 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 차량이 안일되어 차량의 중량을 지지하면서 회전운동을 하여 차량을 주행할 수 있게 하는 부품 ○ 200km/h 이상(1종, 고속차량), 200km/h 미만(2종, 고속차량 외)으로 구분 		<p>< ⑦ : 전자연동장치 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도회로, 신호전환기, 신호기, 폐색장치 등의 상호 연쇄조건을 데이터베이스화된 소프트웨어로 구성하고, 컴퓨터에 의한 분석, 제어 및 표시하는 장치
	<p>< ③ : 연결기 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 철도차량의 편성 및 중편 운행을 위하여 차량과 차량을 연결하는 장치 ○ 용도에 따라 자동연결기(일반, 고속), 밀착연결기(일반, 도시), 중간연결기(편성차량), 자동복합연결기(중편편성) 등으로 구분 		<p>< ⑧ : AF궤도회로장치 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 선로의 레일을 전기회로의 일부로 사용하여 선로위를 달리는 열차를 검지하여 지상에서 차상으로 열차정보를 전달하는 장치 ○ 지상중심 열차제어방식의 '속도코드 전송형', 차상중심 열차제어방식의 '속도코드 무전송형'으로 구분
	<p>< ④ : 보통레일 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 열차 바퀴에서 받은 하중을 침목과 도상으로 전달하고, 열차가 안전하게 주행할 수 있도록 안내하는 부품 ○ 50kgN, 60kg, 60kgK, 60kgKP, 60E1 등으로 구분 		<p>< ⑨ : 자동폐색제어장치 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 폐색구간 내의 폐색신호기, 궤도회로 등과 연결되어 열차의 진행에 따라 폐색신호기의 현시를 자동적으로 제어하며, 역구내 연동장치와 연결되어 폐색의 안전측동작(Fail-safe) 기능을 도모하는 장치 ○ 자동폐색제어장치에 의한 신호체계는 단선과 복선, 그리고 3·4·5현시용으로 구분
	<p>< ⑤ : 점착절연레일 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 궤도구조상 취약 개소인 절연이음매를 강화하기 위하여 레일과 레일의 집합부 및 레일과 이음매간에 절연체를 삽입하고 강력한 점착제로 밀착화하여 내충격성과 전기절연성능을 향상시킨 레일 		<p>< ⑩ : 전차선 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 전기철도에서 차량의 집전장치와 접촉하여 전기철도차량에 전력을 공급하는 장치(전선) ○ 기술기준은 속도 및 동합금을 전차선에 대해 적용하며, 재질과 형상에 따라 8개 종류로 구분

그림 24 철도용품기술기준 적용 철도부품 현황

- 국가간 철도교통망이 발전된 유럽의 경우 국가 간 철도교통망의 상호운영성을 확보하기 위해 상호운영성 기술기준(TSI)을 마련하였으며 신호기술 분야 상호운영성 기술기준(CCS-TSI)에서는 유럽표준형 신호제어시스템인 ETCS의 기술사양을 규정하고, ETCS

기술사양이 완벽하게 구현되었는지 객관적으로 확인하기 위해 시험사양을 포함한 적합성 평가절차도 규정하고 있음.

- 유럽표준형 신호제어시스템인 ETCS의 경우 시스템사양 및 시험사양이 규격화되어 있으며, 유럽 내 각국별 국가인정기구(벨기에 BELAC, 독일 DAkKS, 스페인 ENAC 등)를 통해 공인시험기관 자격이 부여된 공인시험기관(벨기에 Multitel, 독일 DLR, 스페인 CEDEX 등)을 지정하여 ETCS 하부신호장치에 대한 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가제도를 운영 중에 있음
 - 벨기에 Multitel 공인시험실은 BELAC(벨기에 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시
 - 스페인 CEDEX의 철도상호운영성연구소(LIF)는 ENAC(스페인 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시
 - 독일 DLR의 철도특화시험실(RailSiTe)은 DAkKS(독일 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC)에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시



[벨기에 Multitel 철도인증시험실]



[독일 DLR RailSiTe 시험실]

그림 25 ETCS 공인 적합성 평가기관(벨기에, 독일)



[스페인 CEDEX LIF 시험실]



[중국 CRCC 시험실]

그림 26 ETCS 및 CTCS 공인 적합성 평가기관(스페인, 중국)

- 최근 고속철도 중심의 철도교통망을 대폭 확장하고 있는 중국에서도 고속철도망에서의 노선 간 연계운행성을 확보하고 지속가능한 고속철도 네트워크 운영기반을 마련하기 위해 유럽 ETCS 기술을 벤치마킹하여 중국 표준형 신호제어시스템(CTCS)를 개발하고 각종 관련표준사양 및 시험기술의 마련을 통해 적합성 평가체계도 확립
- 중국의 CRCC(중국철도과학기술원 산하의 중국철도시험인증센터, China Railway Certification Center)는 중국 국가인정기구인 CNAS(China National Accreditation Service for Conformity Assessment)를 통해 인정된 CTCS에 대한 공인 적합성 평가기관으로 중국 내 CTCS에 대해 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가를 수행 중에 있음
 - CRCC는 CNAS에 의해 ISO/IEC 17025 공인시험기관, ISO/IEC 17020 공인검사기관, ISO/IEC 17065 공인인증기관으로 인정을 받았으며, CTCS 구성부품인 차상ATP장치(CVC), 발리스, BTM, RBC 등에 대한 공인시험, 공인검사, 제품인증을 수행 중에 있으며, ETCS 호환제품의 해외 수출을 위해 ETCS에 대한 공인 적합성 평가도 함께 수행 중에 있음.

나. 한국형 일반·고속철도용 신호시스템의 확대 구축으로 평가수요 급증 예상

- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관을 통해 확인하도록 규정하고 있으며 KTCS-2 시범사업이 종료되는 2022년 1월 1일부터 KTCS-2에 대한 공인 적합성 평가가 법적으로 강제화될 예정
 - KTCS-2 시범사업 이후 신설 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 2022~2032년까지 96개 노선, 4,848km에 구축되고, 신규 차상신호장치는 2,025대 도입될 예정으로 공인시험 및 검사 수요 확대 전망
- 국내 KTCS-2 적합성 평가체계가 조속히 마련되지 못하면 국내 신규 건설 및 개량 구축 시 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」의 준수를 위해 KTCS-2 하부장치를 해외 공인 적합성 평가기관으로부터 신규 건설 및 구축에 소요되는 전량에 대해 적합성 평가를 받아야 하는 문제 발생
 - 해외 공인 시험평가 시 구성용품 1건 당 평가비용 약 3억원, 평가기간 6개월 소요로 국내산업계의 적합성 평가에 대한 부담이 증대
- 아울러, KTCS-2 차상신호장치 탑재열차가 국내 기존 신호설비(ATC, ATS, ATP) 구축노선에서 안전하게 운행되려면 KTCS-2와 국내 기존 신호설비간의 호환성이 완벽하게 입증

되어야 하나 국내 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 적합성 평가기준 및 평가 기술, 공인 적합성 평가기관도 존재하지 않아 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 객관적 확인이 불가능한 상황

- KTCS-2 후속으로 KTCS-2와 기술적 호환성을 갖춘 “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 과제(KTCS-3 개발과제)가 추진되는 등 한국형 표준 신호제어기술개발은 지속적으로 추진되는데 반해 실용화 및 적용성 확대를 위해 필요한 적합성 평가기술의 개발은 추진되지 않아 대규모 국가예산이 투입된 연구개발사업의 실용화 및 사업화에 약점으로 작용

다. 세계적인 수준의 철도신호시스템 적합성 평가기술 마련 요구

- 세계무역기구 WTO/TBT 협정을 통해 표준(Standards), 기술규정(Technical Regulations), 적합성 평가(Conformity Assessment)에 관한 협정이 체결되어 국제상호인정 환경이 확대 중에 있음
- 표준/기술규정을 국제표준에 일치시키고, 또한 적합성 평가절차도 국제표준에 일치시키면 국제상호인정협정(MRA)이 확대됨에 따라 해당 국제표준에 대한 국내 시험결과가 상호인정협정국가에서도 상호수용이 보장되는 방식으로 국제상호인정제도가 운영 중임
- 국내의 경우 국가공인 적합성 평가제도는 산업부산하 국가기술표준원 적합성 평가과에서 관리 중에 있으며, 공인시험·검사 대한 인정기구(KOLAS)와 공인인증에 대한 인정기구(KAS)를 분리하여 운영 중으로 국내 인정기구는 ILAC/IAF 등 국제인정기구와 상호인정 협정을 맺고 국가 간 시험·검사·인증결과에 대한 상호수용 인정을 확대 중에 있음
- 현재 철도신호시스템의 실질적인 국제표준은 철도선진국인 유럽의 ETCS 기술표준으로 유럽을 중심으로 전 세계적으로 ETCS 기술표준의 확대 적용 중에 있음
 - 유럽의 경우 ETCS에 대한 공인 적합성 평가제도를 운영 중으로 ETCS 하부 구성장치 간 호환성 확보뿐만 아니라, 신규 개발업체의 시장진입을 차단하는 기술장벽으로도 활용 중
 - 우리나라의 경우 일반철도 노선의 신호시스템으로 해외제작사를 통해 도입한 ETCS L1 기술기반의 차상신호(ATP)장치가 설치, 운영 중에 있으며, 한국형 일반·고속철도용 신호제어시스템으로 ETCS L2 기술기반의 KTCS-2를 개발하였으나, 공인 적합성 평가를 통과하지 못하는 경우 실용화 및 시장진입이 어려움

- 반면 중국의 경우 ETCS 기술표준을 벤치마킹하여 ETCS 제어기술과 기존의 중국 고속 철도 신호제어기술을 결합한 구조로 중국 표준형 신호제어시스템(CTCS)을 개발하고 시스템규격과 시스템 구성용품별 기술사양 및 시험사양을 모두 마련하여 중국 고유의 CTCS 기술표준 체계를 확립하고 CTCS 기술표준기반의 국산화 기술을 육성하여 해외 신호기술로부터 중국내 철도신호시장을 보호하는 등 CTCS 기술표준을 기술장벽으로 활용
 - CTCS는 유럽 ETCS 기술표준을 벤치마킹하여 개발되었으며, 일부 구성용품별 적용 표준은 유럽 ETCS 기술표준을 따르기 때문에 중국내 공인 적합성 평가기관(CRCC)는 CTCS 및 ETCS에 대한 공인 적합성 평가체계를 모두 확보하고 있어 국제상호인정협정(MRA)를 통해 중국 내 적합성 평가 결과가 유럽에서도 통용 가능
- 현재 KTCS는 ETCS 기술표준에 기반한 신호제어시스템으로 개발되었기 때문에 국제공인 적합성 평가기관 인정규격에 부합하는 KTCS 적합성 평가 기술개발을 통해 국내 한국형 철도 신호제어시스템의 실용화 확대를 위한 적합성 평가 기틀을 마련하고 KOLAS(국가 인정기구)를 통해 국제 공인평가기관으로 인정받아 세계적 수준의 철도 신호제어시스템 적합성 평가체계를 마련
 - 현재 KTCS 기술사양은 ETCS 기술표준을 준용하고 있어 ETCS와 동일한 수준의 국내 공인 적합성 평가체계 마련 시 ETCS 호환 국산제품의 국내 시험결과가 해외에서도 상호수용되어 국내업체의 기술경쟁력 및 시장경쟁력 강화 가능
 - 또한, 중국 CTCS 적합성 평가체계와 유사하게 ETCS 기술표준에 기반하여 한국 고유의 KTCS 기술사양 및 시험사양을 추가하는 적합성 평가체계 마련 시 해외 신호기술로부터 국내 철도신호시장을 보호하는 기술장벽으로도 활용이 가능

라. 기술개발 미 추진시의 문제점

- 한국형 일반·고속철도용 신호제어시스템의 실용화 제약
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인 적합성 평가 요건의 적용이 2022년부터 시작될 예정으로 KTCS에 대한 적합성 평가 기술개발이 추진되지 못하면, KTCS에 대한 국내 공인 적합성 평가가 불가능하여 한국형 신호기술의 실용화를 위한 추가비용 및 일정지연이 예상됨
- 국가철도망의 확대 및 노선간 상호연계 제약 및 국토 균형발전 저해
 - 현재 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성 확인을 위해 특정 노선 및 신규/개량 설비 설치구간에 한정된 노선에서 종합시험운행을 통해 차량과 노선간 적합성 평가가 수행되고 있으나, 시험의 규모도 특정 노선 및 구간으로 제한되므로 잠재적인 호환성

문제가 확인되지 못할 수 있으며, 향후 노선 연계시 호환성 문제로 노선간 상호연계에 따른 추가비용 및 일정 지연이 예상됨

- 국토교통부 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 KTCS의 확대구축 실행 시 장애 요인으로 작용하여 국가철도망에서의 노선간 상호연계운영 범위 및 연계운영 시작 시기가 지연되어 철도망 중심의 국토 균형발전에 저해요소로 작용
- 해외 적합성 평가기술 의존에 따른 국부유출 및 기술경쟁력 극복 불가
- 국내 공인 적합성 평가기술 및 평가체계 미확보로 KTCS를 신규 건설 또는 개량 사업 시 해외 공인 적합성 평가기관에 평가를 의뢰하여야 하므로 국가철도건설예산의 해외유출이 예상되며, 해외 평가로 인한 평가기간의 지연으로 전체 사업기간의 지연 또는 연장이 불가피할 수 있음
 - 공인 적합성 평가기술 개발을 위해서는 시스템사양, 기술사양, 시험사양 등을 완벽하게 이해해야만 적합성 평가기술의 개발이 가능하며, 국내 기술수준은 국내 철도노선 환경에 적용되는 ETCS 기술사양에 국한될 수 있어, 세계수준의 기술경쟁력 확보가 불가능

제2장 국내외 동향 및 환경분석

1절 국내외 정책동향

1. 국내 정책동향

가. 국가철도망 구축계획 검토

- 2006년부터 시작된 국가철도망 구축계획에서는 철도교통의 경쟁력을 제고하고 편리한 철도 이용환경의 조성을 국가철도망 구축의 목표로 하여 철도망을 확충하고 운행속도를 향상하는 방향으로 국가철도망을 구축
 - 제1차 국가철도망 구축계획(2006~2015)에서는 철도교통망의 경쟁력 제고를 위해 속도향상, 접근성 개선, 안전성·친환경성·쾌적성 향상을 3대 과제로 선정하여 철도망 구축 추진
 - 제2차 국가철도망 구축계획(2011~2020)에서는 철도망을 통해 국토를 통합·다핵·개방형 구조로 재편하기 위해 전국 주요거점을 고속 KTX망으로 연결하고, 대도시권 30분대 광역·급행 철도망 구축, 녹색 철도물류체계 구축, 편리한 철도 이용환경 조성을 4대 과제로 선정하여 철도망 구축 추진

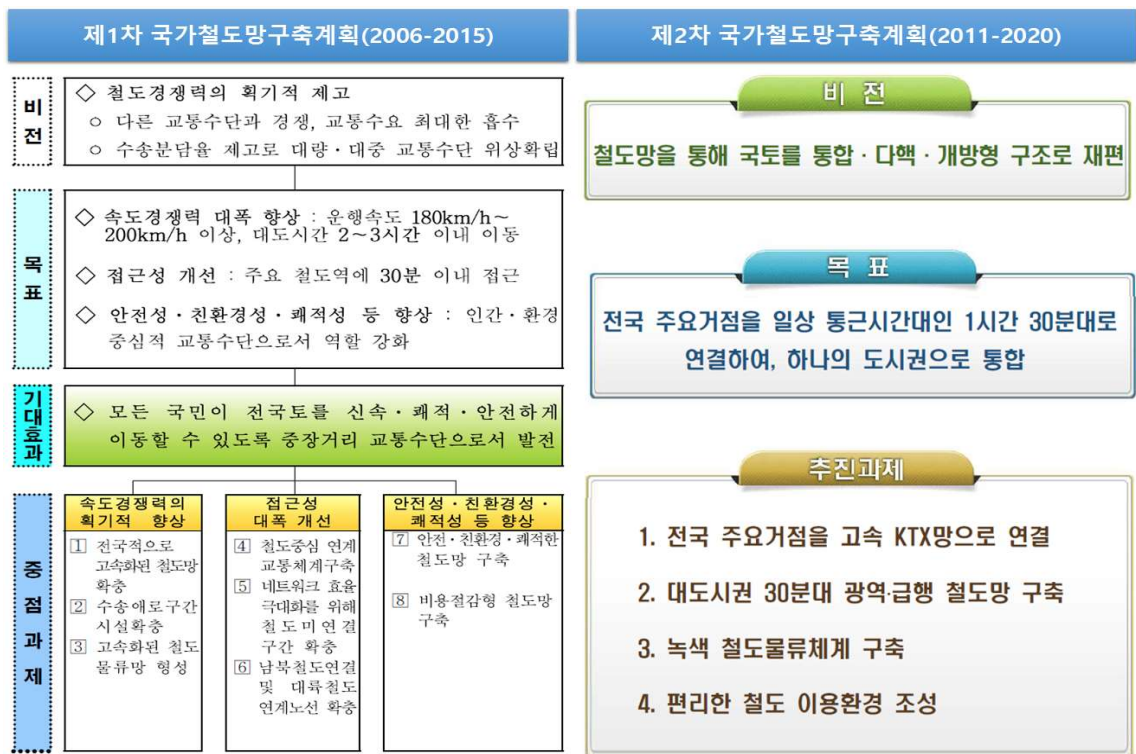


그림 27 제1차, 제2차 국가철도망 구축계획의 주요 추진과제

- 제3차 국가철도망 구축계획(2016-2025)에서는 제2차 계획의 기초를 유지하면서도 투자의 효율성을 높이기 위한 사업에 중점 투자하고 한반도 통합철도망 구축의 기틀을 마련하는 것을 방향으로 설정
 - 철도운영 효율성을 제고하기 위해 열차 운행 단절구간의 연결 및 철도시설 수준의 일치를 세부 추진과제로 설정하고, 안전하고 이용하기 편리한 철도시설 조성을 위해 신규-기존노선 간 신호체계의 호환성 확보를 세부 추진과제로 설정

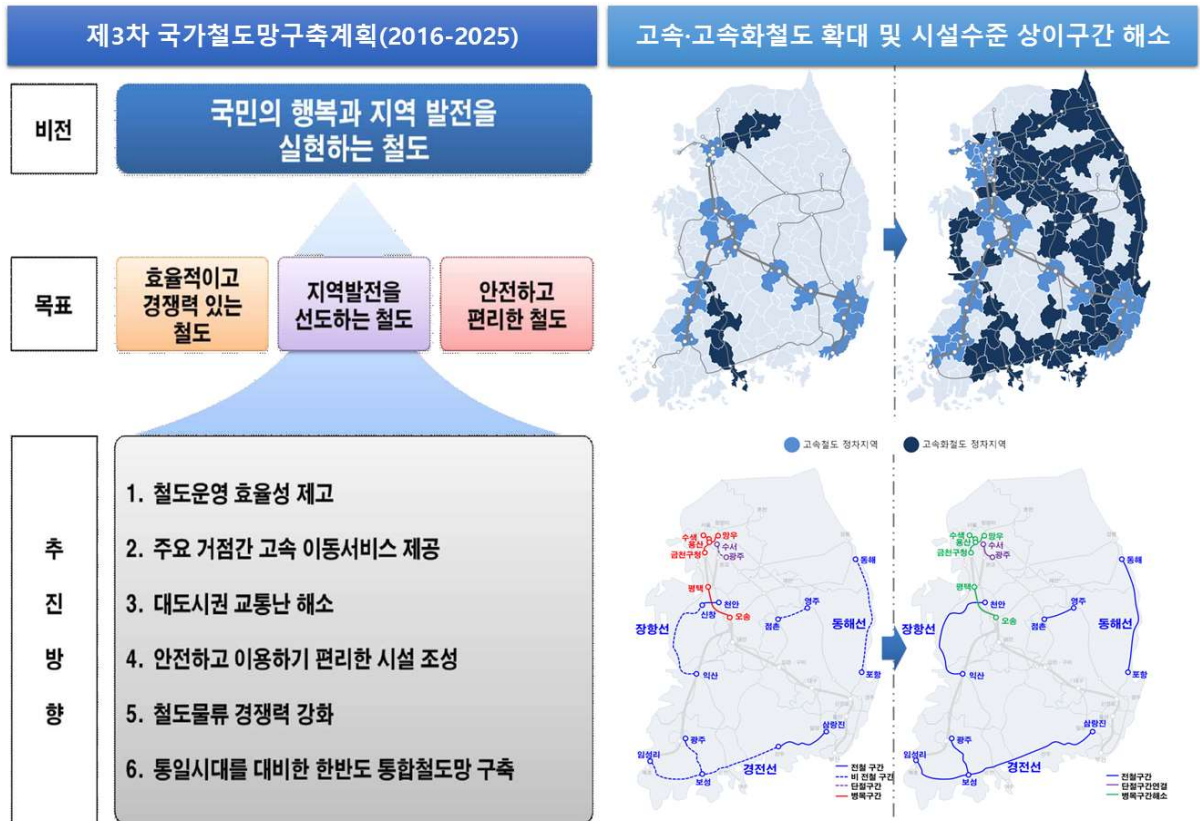


그림 28 제3차 국가철도망구축계획 및 주요 효과

- 제3차 국가철도망 구축계획에서는 철도시설의 수준이 상이한 구간 해소 및 고속·고속화 철도 운행용량, 고속이동서비스 지역 확대를 통해 철도교통 경쟁력과 철도운영 효율성 제고를 추진
 - 철도신호시스템의 경우 철도시설의 수준이 상이한 구간 해소 및 고속철도 서비스 지역 확대를 위해 기존 일반철도(ATS·ATP) 및 고속철도 신호시스템(ATC)과 호환성을 가지면서 유럽 철도신호표준(ETCS L2)을 따르는 일반·고속철도 신호시스템(KTCS-2) 국산화 개발 추진

나. 철도산업발전 기본계획 검토

- 제3차 철도산업발전 기본계획(2016~2020)에서는 철도산업을 국가경제 발전의 새로운 성장동력으로 활용하여 글로벌 수준으로 철도산업을 육성하기 위한 비전을 설정
 - 비전달성을 위해 '국민행복' 및 '경제성장'을 실현하기 위해 5개 분야(철도 공공분야 거버넌스 개편, 운영, 건설, 안전, 산업생태계)에 대한 총 26개의 세부 추진목표를 설정
- 제3차 철도산업발전 기본계획의 중점분야인 철도산업생태계 분야에서는 국산 신호시스템의 성능·안전성·신뢰성을 확보하고, 국내 적용실적을 바탕으로 차량·부품·신호 패키지 해외진출 추진하기 위해 '신호시스템 국산화 및 경쟁력 제고'를 세부 추진과제로 설정
 - LTE 무선통신기술과 세계적 표준으로 확산 중인 유럽기준(ETCS)에 따른 한국형 신호시스템이 성능, 안전, 신뢰성을 확보하여 개발이 추진되도록 하는 세부계획을 수립
 - 해외진출 시 경쟁력을 확보하기 위해 한국형 신호시스템의 국내 표준규격 제정 및 국제인증(안전성 및 성능인증) 획득 추진 등 국제적 기술경쟁력 확보계획도 수립

비전		<< 분야별 추진과제 >>	
	국민행복과 경제성장을 견인하는 글로벌 수준 철도산업 육성	중점분야	추진과제
분야	주요추진 목표	철도 공공분야 거버넌스 개편	1. 경쟁체제의 원활한 정착 유도 2. 신규사업자 시장참여 유도를 통한 경쟁 활성화 3. 철도시설관리 및 관제의 공공성 강화 4. 철도공사 사업구조 개편
철도 공공분야 거버넌스 개편	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 경쟁도입 확대 <ul style="list-style-type: none"> • 단위선로사용료 도입 및 철도시설 공동사용 기준 마련 ▶ 관제 및 유지보수 공공성 강화 	철도 운영	1. 속도 중심의 국가 간선철도망 운영 2. 간선-지선 통합 네트워크 형성 3. 광역서비스 향상 4. 이용자 중심의 서비스 개선 5. 철도 물류시설 확충 6. 철도물류 서비스 질 제고를 위한 제도 정비
철도운영	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 속도 중심의 국가 간선철도망 운영 <ul style="list-style-type: none"> • 서울~부산 평균 2시간 40분('15) → 2시간 20분('20) ▶ 철도물류 혁신 및 경쟁력 제고 <ul style="list-style-type: none"> • 화물 수송분담률 5.7%('14) → 10.0%('20) 이상 	철도 건설	1. 중장기 운영전략에 맞는 간선망 구축 2. 민자사업 활성화 3. 철도의 속도경쟁력 향상 4. 대도시 광역·도시철도망 확충
철도건설	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 네트워크 중심의 간선망 투자 <ul style="list-style-type: none"> • 고속(화)철도 수혜지역 51%('15) → 65%('20) 이상 확대 ▶ 광역철도망을 통한 이동성 향상 <ul style="list-style-type: none"> • 통근시간 30분 이내 단축 	철도 안전	1. 재난 및 보원 대응 역량 강화 2. 인적오류의 최소화 3. 철도시설의 안전성·효율성 제고 4. 철도차량의 생애주기 관리 강화 5. 철도사고에 대한 책임성 강화
철도안전	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 이용자 안심 철도안전체계 구축 <ul style="list-style-type: none"> • 대형사고 0, 1억km 당 사고 7.2건('15) → 5건('20) 사망자 13.1명('15) → 8.5명('20) 이하 ▶ 철도시설 유지보수 효율화 <ul style="list-style-type: none"> • 유지보수 인력 0.796명/km('15) → 0.676명/km('20) 이하 	철도 산업생태계	1. 부품산업 경쟁력 강화 2. 신호시스템 국산화 및 경쟁력 제고 3. 철도차량 After Market 조성 4. 미래 선도형 R&D 추진 5. R&D 상용화를 제고 6. 철도산업 해외진출 인력양성 7. 철도 R&D 전문인력 양성
철도산업 생태계	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 철도기술 자립 <ul style="list-style-type: none"> • 최고기술국 대비 철도기술력 83.1%('15) → 90%('20) ▶ 미래 선도형 R&D 추진 <ul style="list-style-type: none"> • 미래선도형 R&D 투자비중 점진적 확대 		

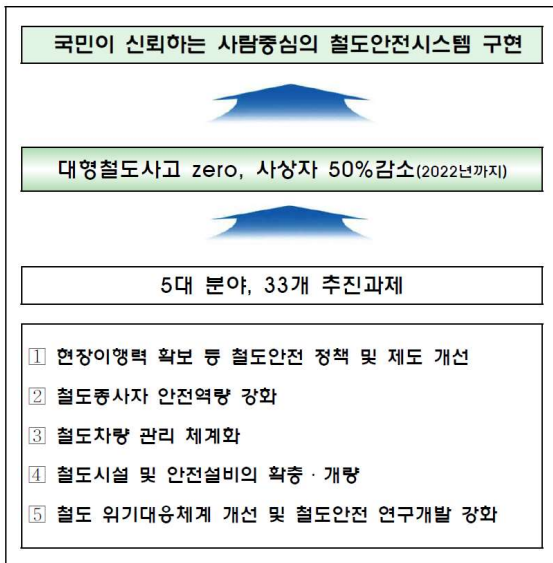
그림 29 제3차 철도산업발전 기본계획의 주요 추진과제

다. 철도안전 종합계획 검토

- 제3차 철도안전 종합계획(2016~2022)에서는 철도안전 환경변화에 선제적 대응을 위해 '철도시설 및 안전설비의 확충, 개량'을 중점 추진분야로 설정하고 기존 신호설비가 설치된 노선에 대해 안전성이 높은 신호시스템으로 개량하도록 하는 세부 추진과제를 설정
 - 일반철도 노선 중 ATP(ETCS L1수준) 신호시스템 미설치 구간은 약 65% 수준으로 기존 ATS가 설치된 노선을 ATP로 개량하도록 계획
 - 일부 연결노선의 경우 ATP와 ATS를 혼용하여 사용하고 있어 구간별 상이한 신호시스템으로 기관사 부주의 우려 및 안전사고 발생 위협 높음
- 기관사, 관제사의 인적과실 방지 및 노선별 운행방식의 혼란 최소화를 위해 안전성이 높은 신호시스템(ATP)으로 개선하도록 하는 하위계획을 수립
 - KTCS-2는 일반철도 ATP 신호기술에 대한 상호호환성을 갖춘 한국형 신호시스템이므로 KTCS-2 개발 완료시 ATP를 대신하여 KTCS-2로 개량하도록 계획 수립

2. 계획의 비전 및 목표

가. 계획의 비전



나. 계획의 목표

① 대형철도사고 발생	: Zero화
② 1억km당 철도사고 발생건수	: 7.2건('15) → 3.6건('22)
③ 1억km당 사망자수(자살 제외)	: 13명('15) → 6.5명('22)
④ 1억km당 부상자수	: 31.5명('15) → 15.8명('22)

중점 추진분야	수정계획 추진과제
① 현장이행력 확보 등 철도안전 정책 및 제도 개선	1.1 철도안전 투자 확대 및 효율화
	1.2 증거기반 철도안전 의사결정체계 구축
	1.3 지방자치단체 안전관리 책임성 강화
	1.4 철도안전관리 체계 감독 강화
	1.5 철도사고·장애에 대한 철도운영자 등 책임 강화
	1.6 철도 운영조직간 안전관리 사각지대 해소
	1.7 철도안전 위해행위 예방체계 및 처벌강화
	1.8 국제철도 연결을 대비한 기반조성
	1.9 철도사고 원인조사 분석 역량 강화
	② 철도종사자 안전역량 강화
2.2 철도종사자 자격제도 고도화 및 지속적 개선	
2.3 철도종사자 안전확보 방안	
2.4 철도종사자 교육훈련 내실화	
2.5 철도종사자 비상대응 능력 향상	
③ 철도차량 관리 체계화	3.1 철도차량 점검, 정비 체계화
	3.2 노후 철도차량 관리 강화
	3.3 철도차량 내 안전설비 개선
	3.4 화물차량, 특수차량 안전성 향상
④ 철도시설 및 안전설비의 확충·개량	4.1 철도건널목 사고예방 대책 지속 수행
	4.2 선로변 불법침입 사고 예방
	4.3 철도역사 내 안전사고 예방
	4.4 철도시설물 유지보수 체계화
	4.5 철도시설물 유지보수 방법·장비 개선
	4.6 지하 및 터널구간 화재안전성 확보
	4.7 안전성이 높은 신호시스템으로 개량
	4.8 철도시설물 안전성 검증 강화
	4.9 안전 중심의 철도교통관제 시스템 운영
	4.10 철도안전 핵심 S/W 안전성·보안성 강화
⑤ 철도 위기대응체계 개선 및 철도안전 연구개발 강화	5.1 철도안전 현안해결을 위한 규제기술 개발
	5.2 철도안전 원천기술 개발 및 검증인프라 구축
	5.3 철도사고 위기대응체계 운영
	5.4 위험물 운송 안전관리 강화
	5.5 철도안전 활동에 대한 국민 참여 확대

그림 30 제3차 철도안전 종합계획(수정계획)의 주요 추진과제

라. 철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률 검토

- 철도 건설시 준용되는 「철도건설법」이 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정, 시행(2019.3)됨에 따라 철도차량이 철도노선 간 연계운행 시 적용되어야 할 철도시설 기술기준이 신규 제정되었으며, 기술기준의 정착을 위해 철도신호제어시스템의 적합성 평가 기술개발 및 평가체계의 구축이 요구됨
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률 및 하위 기술기준에서는 신규 노선 및 개량 노선의 경우 공인시험기관 및 공인검사기관을 통해 철도 신호제어시스템의 적합성 평가를 받도록 법제화
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제19조 제3항(철도시설의 기술 기준) : 철도를 새로 건설하거나 개량하는 경우에는 철도차량이 철도 노선 간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 철도시설의 호환성과 안전성을 확보하여야 한다.

- 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」에서는 철도차량이 철도 노선간 상호연계 운행 시 철도시설의 호환성 및 안전성 확보를 위한 하위 기술기준으로 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」을 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제4조(시행자등의 책무) : ② 시행자등은 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성 평가를 통해 이 기준에서 인용하는 표준의 준수 여부를 영업개시 전까지 분야별로 확인해야 한다.
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제5조(시행계획의 수립 등)
 - ① 시행자등은 철도건설사업 및 개량사업 시행 시 제7조에 따른 철도시설 필수요건을 충족하기 위한 계획(이하 "시행계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. ② 제1항에 따른 시행계획에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 - 3. 분야별 기술요건의 세부내용, 다른 분야와의 인터페이스, 구성용품의 기술요건과 이에 대한 적합 여부 평가기준

- 「철도노선 간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」의 제4조제2항 및 제5조제3항의 규정은 2022년 1월 1일부터 시행 예정으로 고속(일반)철도용 한국형 철도신호제어시스템의 적합성 평가체계 마련 및 적합성 평가 역량 강화가 시급히 요구됨
 - 철도건설사업 등의 시행자는 KTCS-2 및 차·지상 구성용품이 해당 기술기준에 제시된 기술요건을 부합하는지 공인시험 및 공인검사를 통해 객관적으로 확인하도록 하고 있으며, 현재 국내 적합성 평가 기술적, 환경적 여건이 부족하여 2022년 1월부터 관련 조항의 효력이 발생하도록 유예기간을 적용

마. 철도 신호통신시스템 국산화 계획 검토

- 국토교통부에서는 열차운행 안전과 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 신호통신시스템을 표준화하고 국산화 기술개발을 위해 “철도 신호통신 국산화 계획”을 수립(2017.12)
- “철도 신호통신 국산화 계획”에서는 총 5개의 세분화된 추진계획(도시철도 신호시스템 국산화, 일반(고속)철도 신호시스템 국산화, 철도통신시스템 국산화, 차세대 신호시스템 개발, 제도적 기반마련)을 수립
- “철도 신호통신 국산화 계획” 중 일반(고속)철도 신호시스템 국산화는 기존 신호시스템(ATS·ATP)과 호환성을 가지면서 유럽표준(ETCS-2)에 따라 개발하고 있는 신호시스템(KTCS-2)의 성능 및 안전성을 인증하여 실용화되도록 추진방향을 설정
- 아울러, 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 성능 및 인터페이스에 대한 성능검증을 위해 시험, 검사를 실시하고, 시스템 안정화와 더불어 현장운용 노하우 확보 및 성능을 입증하여 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 확대설치를 위해 영업선 시범운영 추진(~2021)
- “철도 신호통신 국산화 계획”에서는 국가철도망에서 철도차량의 노선 간 연계운행이 용이하도록 철도건설 및 개량 시, 철도시스템의 상호운영성을 확보하도록 제도화 방향 수립
 - 상호운영성 확보를 위해 철도시스템이 갖춰야 하는 필수요건(기술기준)과 평가절차를 마련하고, 모든 철도사업자가 준수하도록 의무화 추진
 - “철도 신호통신 국산화 계획”에 따라 「철도건설법」의 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정 시 철도차량이 철도 노선간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 호환성과 안전성을 확보하도록 법제화

바. 철도신호관련 사고 현황 검토

(1) 최근 5년간 철도사고 현황 및 추이

- 최근 5년간 운행거리 1억km당 철도사고는 매년 감소하고 있으며, 주요철도사고(열차사고 + 건널목 사고) 또한 16년 이후 크게 감소. 사망자 역시 지속적으로 감소하여 14년 대비 53% 감소, 반면 18년도 자살자를 제외한 사망자는 전년대비 증가

(단위 : 건, 명, 백만원)

구분		2014	2015	2016	2017	2018	합계	평균	증감(%) 14→18	증감(%) 17→18	
합계		209	138	123	105	98	673	135	-53%	-7%	
철도교통사고	열차사고	열차충돌	2	1	0	1	0	4	1	-100%	-100%
		열차탈선	6	3	8	2	4	23	5	-33%	100%
		열차화재	1	0	0	1	0	2	0	-100%	-100%
		소계	9	4	8	4	4	29	6	-56%	0%
	건널목사고	7	12	9	11	8	47	9	14%	-27%	
	철도교통사고상 인명피해	여객	59	44	42	42	20	207	41	-66%	-52%
		공중	51	46	33	23	35	188	38	-31%	52%
		직원	10	10	4	7	3	34	7	-70%	-57%
		소계	120	100	79	72	58	429	86	-52%	-19%
	소계	136	116	96	87	70	505	101	-49%	-20%	
철도안전사고	철도화재사고		2	2	1	0	0	5	1	-100%	-
	철도안전사고 상인명피해	여객	11	9	11	10	12	53	11	9%	20%
		공중	5	2	4	0	3	14	3	-40%	-
		직원	53	8	10	5	9	85	17	-83%	80%
		소계	69	19	25	15	24	152	30	-65%	60%
	철도시설파손사고	0	1	1	3	4	9	2	-	33%	
	기타철도안전사고	2	0	0	0	0	2	0	-100%	-	
소계	73	22	27	18	28	168	34	-62%	56%		
피해현황	인명피해 (명)	사망	80	76	62	51	44	313	63	-45%	-14%
		부상	608	70	60	46	50	834	167	-96%	9%
		소계	688	146	122	97	94	1,147	229	-86%	-3%
	재산피해(백만원)	7,600	3,134	2,632	7,423	746	21,534	4,307	-90%	-90%	

그림 31 최근 5년간 철도사고 현황

- 최근 5년간 철도사고는 총 673건(연평균 135건)이 발생하였으며, 이중 철도교통사고 75%(총 505건, 연평균 101건), 철도안전사고 25%(총 168건, 연평균 34건)의 비율로 발생하였고, 철도교통사고는 매년 감소 추세이며, 철도안전사고는 15년 이후부터 정체 추세

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	합계	증감(%) 14→18	증감(%) 17→18
합계	209	138	123	105	98	673	-53%	-7%
일반철도	116	75	56	42	48	337	-59%	14%
도시철도	79	53	61	53	34	280	-57%	-36%
고속철도	14	10	6	10	16	56	14%	60%

그림 32 철도시스템 유형별 사고발생 현황

- 철도시스템 유형별로는 일반철도의 사고가 337건(50%)이 발생하여 가장 높은 발생률을 보였으며, 도시철도 280건(42%), 고속철도 34건(8%)순으로 발생
- 도시철도는 16년 이후 감소하고 있으며, 일반철도는 14년 이후 감소하다 최근 소폭 상승하였고, 고속철도는 16년 6건 이후 증가추세에 있음
- 운행거리 100만km당 발생건수로 환산 시 고속 0.26건, 도시 0.44건, 일반 1.06건이 발생.

(단위 : 건/운행거리100만km)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	평균	증감(%) 14→18
고속철도	0.43	0.30	0.16	0.18	0.27	0.26	-37%
일반철도	1.74	1.10	0.92	0.69	0.79	1.06	-55%
도시철도	0.67	0.44	0.48	0.40	0.25	0.44	-34%

그림 33 철도시스템 유형별 운행거리당 사고발생 현황

(2) 열차사고 발생원인 현황 검토

- 최근 5년간 열차사고 원인은 기술적요인 16건(57%), 인적요인 10건(36%), 외적요인 2건(7%) 순으로 발생
- 인적요인으로는 운전자 4건, 유지보수자 3건, 관제사 및 여객방화, 외부작업 각 1건이 발생하였으며, 기술적 요인으로는 차량원인 10건, 차량/선로간, 신호통신, 선로/구조물 2건순으로 발생
- 이중 신호장치에 따른 열차사고는 총 2건으로 아래와 같음
 - 17년 9월 중앙선 양평-원덕간 시운전 열차 추돌로 직원 1명 사망(신호통신 고장)
 - 14년 5월 수도권도시철도 2호선 열차추돌로 477명 부상(신호통신 고장)

(단위 : 건)

구분		2014	2015	2016	2017	2018	합계	증감(%) (14→18)	
인적 요인	운전자	과속운행	0	0	2	0	0	2	-
		신호위반	1	0	0	0	0	1	-100%
		기타 (운전취급 잘못)	0	0	1	0	0	1	-
	유지보수자	유지보수미비	0	0	2	0	0	2	-
		미승인작업	1	0	0	0	0	1	-100%
	관제사	신호취급 잘못	0	0	1	0	0	1	-
	외부요인	방화	1	0	0	0	0	1	-100%
		선로변 무단작업	0	1	0	0	0	1	-
소 계		3	1	6	0	0	10	-100%	
기술적 요인	차량	주행장치 고장	4	2	1	1	1	9	-
		전원공급장치 고장	0	0	0	1	0	1	-
	상호작용 불량 - 차량/선로간		0	1	0	1	0	2	-
	신호통신 - 폐색장치고장		1	0	0	1	0	2	-100%
	선로/구조물	분기기결함	0	0	0	0	1	1	-
		기타	1	0	0	0	0	1	-100%
	기 타		0	0	0	0	1	1	-
소 계		6	3	1	4	2	16	-67%	
외적 요인	낙 석		0	0	1	0	0	1	-
	혹 서		0	0	0	0	1	1	-
	소 계		0	0	1	0	1	2	-

그림 34 열차사고 원인별 사고발생 현황

(3) 운행장애 현황 검토

- 운행장애 현황은 '14년부터 '18년까지의 운행장애 현황은 총 1,242건(연평균 248건)이 발생하였고, '18년 기준
- '14년 대비 48건(17%), '17년 대비 9건(4%) 감소하였으나 사고에 비해 감소폭이 적음
- 발생건수로는 16년 이후 정체추세이나, 운행거리 1억km당 발생건수는 꾸준히 감소하는 추세임

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	합계	평균	증감(%) 14→18
지연운행	279	253	236	236	229	1,233	247	-18%
위험사건	0	2	1	4	2	9	2	-
운행장애 합계	279	255	237	240	231	1,242	248	-17%
1억km당 운행장애	128.6	114.3	105.3	96.4	89.9	534.5	106.9	-30%

그림 35 최근 5년간 운행장애 현황

- 최근 5년간 운행장애 발생원인은 차량결함 662건(54%)로 가장 높은 발생률을 보였으며, 외부 요인 238건(19%), 취급부주의 및 신호결함 각각99건(8%) 순으로 발생

(단위 : 건)

구분		2014	2015	2016	2017	2018	합계	평균	증감(%) 14→18	
합계		279	253	236	236	229	1233	247	-18%	
지연발생원인	취급(관리) 부주의	17	20	29	18	15	99	20	-12%	
	시설장비결함	차량	154	142	115	140	111	662	132	-28%
		신호	19	21	16	19	24	99	20	26%
		전철	8	3	9	8	3	31	6	-63%
		시설	4	2	6	4	11	27	5	175%
		차량/신호/F	5	2	1	2	6	16	3	20%
		차량/전철/F	3	0	2	0	0	5	1	-100%
		차량/시설/F	0	1	0	0	1	2	0	-
	기타	7	2	1	0	1	11	2	-86%	
	외부요인	58	56	43	38	43	238	48	-26%	
기타	4	4	14	7	14	43	9	250%		

그림 36 지연운행 원인 현황

- 시설장비결함 중 신호설비관련 결함은 차량 결함에 이어 2번째로 높은 발생률을 보이며, 신호설비의 결함 발생 수 및 증감률 검토 시 열차 지연운행에 상대적으로 큰 영향을 미치고 있음
- 고속철도 지연운행 원인 현황 분석결과 시설장비결함 중 신호설비 관련결함은 차량 결함에 이어 2번째로 높은 발생률(24건)을 보이고 있으며, 2014년 대비 167%로 크게 증가

구분		2014	2015	2016	2017	2018	합계	평균	증감(%) (14→18)	증감(%) (17→18)	
합계		46	65	57	75	75	318	63.6	63%	0%	
지연발생원인	취급(관리)부주의	1	2	4	7	1	15	3	0%	-86%	
	시설장비결함	차량	30	42	38	55	44	209	41.8	47%	-20%
		신호	3	3	2	8	8	24	4.8	167%	0%
		전철	2	0	3	0	1	6	1.2	-50%	-
		시설	0	0	0	0	3	3	0.6	-	-
		차량/신호/F	1	0	0	0	1	2	0.4	0%	-
		차량/시설/F	0	0	0	0	0	0	0	-	-
		차량/전철/F	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	기타	1	0	0	0	1	2	0.4	0%	-	
	외부요인	8	16	7	5	14	50	10	75%	180%	
기타	0	2	3	0	2	7	1.4	-	-		

그림 37 고속철도 지연운행 원인 현황

- 최근 고속철도 차량이 일반철도 노선에서도 운행됨에 따라 고속철도 신호설비 관련 열차운행지연이 증가되고 있는 것으로 추정

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	합계
경부고속선	23	28	31	42	35	159
경부선	17	18	14	15	14	78
호남고속선		3	6	7	9	25
호남선	3	9	1	6	6	25
경강선					3	3
경부고속선(수서)				1	2	3
경의선		2			2	4
동해선				1	1	2
전라선	2		3	1	1	7
중앙선					1	1
경전선		2				2
공항철도 1호선	1	2		3		6
기타		1	2		1	4

그림 38 고속철도 노선별 운행장애 현황

- 일반철도 지연운행 원인 현황 분석결과 시설장비결함 중 신호설비 관련결함은 차량 결함에 이어 2번째로 높은 발생률(20건)을 보이고 있으며, 2014년 대비 67% 증가

(단위 : 건)

구분	2014	2015	2016	2017	2018	합계	평균	증감(%) (14→18)	증감(%) (17→18)		
합계	148	105	80	79	85	497	99	-42%	9%		
발생 원인	취급(관리)부주의	9	8	8	3	10	38	8	11%	233%	
	시설 장비 결함	차량	96	67	46	55	43	307	61	-55%	-22%
		신호	3	7	3	3	4	20	4	67%	67%
		시설	1	0	0	1	6	8	2	500%	500%
		전철	2	0	1	2	1	6	1	-50%	-50%
		차량/신호/F	3	0	0	2	0	5	1	-100%	-100%
		차량/전철/F	2	0	0	0	0	2	0	-100%	-
		차량/시설/F	0	0	0	0	0	0	0	-	-
	기타	4	1	0	0	0	5	1	-100%	-	
	외부요인	26	21	20	10	16	93	19	-38%	60%	
기타	2	1	2	3	5	13	3	150%	67%		

그림 39 일반철도 지연운행 원인 현황

(4) 철도신호관련 사고 현황 분석 결과

- 최근 5년간 운행거리 1억km당 철도사고는 매년 감소하고 있으며, 신호관련 철도사고는 2건이 발생
 - 17년 9월 중앙선 양평-원덕간 시운전 열차 추돌로 직원 1명 사망(신호통신 고장)
 - 14년 5월 수도권도시철도 2호선 열차추돌로 477명 부상(신호통신 고장)
- ※ 중앙선 열차 추돌사고의 경우 ATS→ATP 신호설비 개량사업에 따른 시운전시 발생한 사고

- 열차 운행장애를 발생시키는 시설장비결함 중 신호설비관련 결함은 차량 결함에 이어 2번째로 높은 발생률을 보이고 있으며, 고속철도의 경우 2014년 대비 발생률이 167%로 증가하였으며, 이는 최근 고속철도 차량이 일반철도 노선에서도 운행됨에 따라 고속철도 신호설비관련 결함 발생률이 증가된 것으로 추정

- 따라서, 국가철도망에서 상호 연계운행 대상 노선의 확장 및 이에 따른 신호설비 개량 사업의 확대됨에 따라 철도신호관련 사고 및 운행장애의 잠재적 발생 가능성이 커지고 있으며 노선 간 상호연계 운행시 호환성 및 안전성을 확보하기 위해 고속·일반철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 객관적인 적합성 평가가 요구됨

2. 국외 정책동향

가. 유럽 철도 신호제어시스템의 정책동향

(1) EU 통합에 따른 유럽 철도교통망의 변화 및 상호운영이 가능한 신호체계 도입

- 1993년 유럽의 정치, 경제 통합을 실현하기 위하여 유럽의 12개국이 참가하여 유럽 연합을 출범한 이후 유럽의 철도분야 역시 지속적인 통합화 과정을 지속적으로 추진
 - EU에서는 철도의 안전, 국가 간 상호운영, 철도차량과 하부시스템의 상호승인(Cross Acceptance), 상호운영을 위한 유럽형 열차운영관리시스템(ERTMS : European Rail Traffic Management System) 등이 유럽철도의 주요 관심 분야로 설정
- EU내 철도시스템의 상호운영성을 보장하기 위해 철도시스템을 구성하는 각각의 하부 시스템 및 각 하부시스템의 일부에 대한 기술기준(TSI : Technical Specifications of Interoperability)을 규정(Directive (EU)2016/797)
 - TSI는 Directive (EU)2016/797에 구분한 구조적 영역과 기능적 영역의 하부시스템, 그리고 공통 영역에 대하여 총 11개의 기술기준을 규정하고 있으며, 철도 신호제어 기술분야에 대한 기술기준으로 “제어 명령 및 신호”(CCS : Control Command and Signalling) 기술기준(TSI)을 규정
 - TSI의 하위 기준으로는 European Norm(EN)과 CEN, CENELEC 등의 유럽표준과 ISO, IEC 등의 국제표준을 적용하고 있음

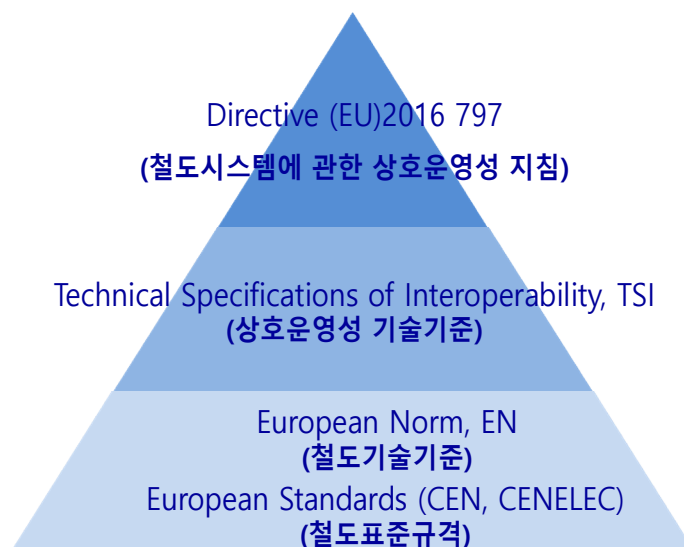


그림 40 유럽 내 철도시스템의 상호운영 기준체계

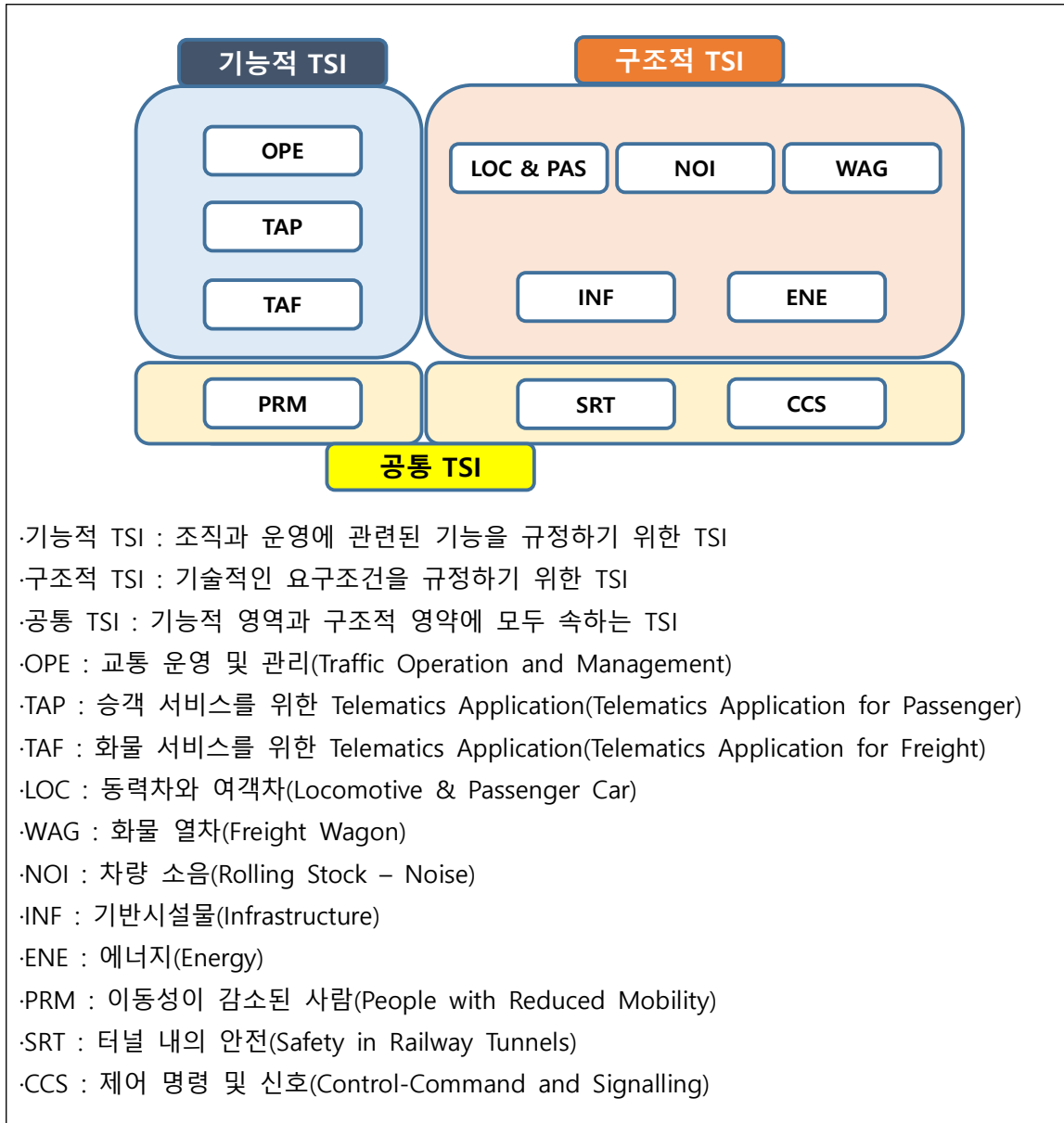


그림 41 TSI 기술기준의 구조

- CCS-TSI에서는 ETCS 기술규격을 규정하고 있으며, ETCS는 유럽 권역의 약 15개 간선 철도망 및 고속철도망의 통합과 상호 연계운행 확보를 목적으로 유럽의 철도 열차제어 시스템을 표준화한 유럽표준 신호규격으로, 3단계(Level 1~3)로 구분
- EU 통합 이전에는 약 14개 이상의 국가별 신호시스템이 사용되어 왔으나, 국가 간 철도망 연결을 위해 ERTMS의 하부구조로 ETCS가 표준화되어 ETCS 적용범위가 지속적으로 확대되고 있음

표 2 유럽 국가별 철도신호시스템 현황

시스템 명	적용 국가	시스템 명	적용 국가
ALSN	리투아니아, 라트비아, 에스토니아, 러시아, 벨로루시	LS	체코, 슬로바키아
ASFA	스페인	LZB	독일, 오스트리아, 스페인
ATB	네덜란드	MEMOR II+	룩셈부르크
ATP-VR / RHK	핀란드	RETB	영국
AWS	영국	RSDD / SCMT	이탈리아
BACC	이탈리아	SELCAB	스페인, 영국
CAWS / ATP	아일랜드	SHP	폴란드
Crocodile	프랑스, 룩셈부르크, 벨기에	TBL	벨기에
EBICAB	스웨덴, 노르웨이, 포르투갈, 불가리아, 스페인	TPWS	영국
EVM	헝가리	TVM	벨기에, 프랑스, 영국
GW ATP	영국	ZUB 121	스위스
Indusi / PZB	오스트리아, 독일	ZUB 123	덴마크
KVB	프랑스		

- ERTMS/ETCS는 현재 기술의 한계와 미래의 가능한 기술개발 능력을 고려하여 기능 및 구성적인 측면에서 Level 1, Level 2, Level 3로 분류하여 단계적으로 적용
 - ETCS Level 2 부터는 열차 간격제어를 위해 GSM-R 철도전용 무선통신망을 통해 열차제어 정보를 전송
 - ETCS Level 3에서는 열차검지장치(궤도회로, 차축계수기 등)의 설치 없이 차량만으로 열차 무결성을 확보해야하는 기술적 어려움이 있어 상업 운영이 개시되지 못하고 있어, 현재 ETCS Level 2 수준의 상업운영만 가능

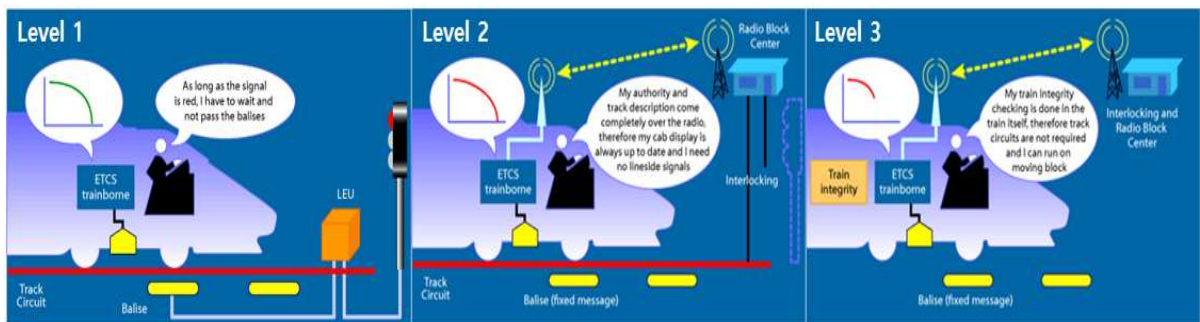


그림 42 ETCS Level 1, 2, 3

(2) EU 철도교통망의 발전 방향

- 철도 선진국인 유럽연합의 주도로 열차 수송능력 및 경제성·안전성이 향상된 차세대

신호통신시스템 개발을 추진 중

- 유럽연합은 철도산업 세계시장 지배력을 강화하기 위해 기술개발 로드맵(Foster-Rail*)을 수립하고, 연구프로젝트(NGTC, Shift2Rail) 추진
 - * Foster-Rail(Future of Surface Transport Research Rail), 2016.4, 유럽철도청 주관
- (NGTC*) 일반·고속철도용 자동운전기능, ETCS L3급의 이동폐색 및 열차위치검지 기술, 통신규격 등에 대한 ETCS/CBTC 통합 열차제어 시스템요구사항서(SRS) 마련
 - * NGTC(Next Generation of Train Control system), 2013.9~2016.8, 유럽철도협회 주관, Shift2Rail IP2에 포함
- (Shift2Rail*) 철도 연구개발 프로그램으로 서비스 향상, 비용절감 상호운영성 향상 등을 위해 차세대 신호시스템 핵심기술 개발
 - * 2014~2020년 / EU·산업계·시설관리자 참여 / 5개 혁신과제(차량, 신호, 인프라, IT 서비스, 화물)와 공통과제(상호운영, 안전, 에너지 등)로 구성

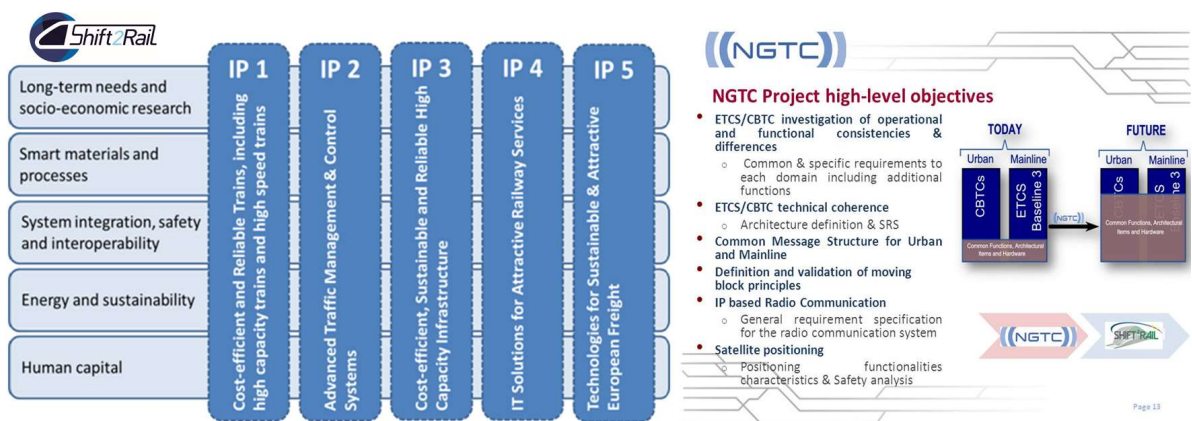


그림 43 Shift2Rail 세부연구주제 및 NGTC 개발 목표

3. 정책동향 분석결과(시사점)

- EU에서는 EU국가별 철도망의 상호통합운영을 위해 철도차량, 기반시설, 신호 및 제어, 에너지, 유지보수, 운영 및 교통관리, 통신망 서비스에 대한 TSI (상호운영성 기술사양)의 기술기준과 함께 각국의 규격을 통합하는 형태로 수많은 EN (유럽규격)을 제정하여 관리하며, 기준 및 규격에 대한 적합성 인증제도를 운영하여 상호운영성 확보
 - Shift2Rail, NGTC 등을 통해 도시·일반·고속철도에서 상호호환이 가능한 신호시스템에 대한 기술기준 마련 및 중장기적 TSI 개정 방향에 포함

- 국내의 경우 노선 간 연계운영을 위해 선로 및 궤도, 전철전력 분야의 표준화는 되어 있으나, 신호시스템은 일반철도, 고속철도 등 운영노선별로 상이한 외산 신호시스템이 도입·구축되어 왔으며, 최근 ETCS와 LTE-R 무선통신 기술을 접목한 한국형 일반·고속철도용 열차제어시스템(KTCS-2)이 개발이 개발되어 전 노선으로 확대 추진 예정*
 - * 국토부 “철도 신호통신시스템 국산화 계획(2017.12)”

- 국내와 EU는 공통적으로 철도와 무선통신 기술을 접목하여 비용절감과 수송력 향상 그리고 안전성과 편리성 향상 및 모든 노선간 연계운영이 가능한 방향으로 철도환경의 발전을 도모

- EU의 경우 ETCS Level별 하위호환성을 갖추도록 신호시스템 기술기준을 마련하고 이에 대한 적합성 인증체계를 운영하고 있으며, 국내에서도 국내의 경우, 노선 간 표준화가 미진한 신호분야에 대해서는 기존 신호시스템에 대한 하위호환성을 갖춘 한국형 통합 신호시스템의 기술 규격화와 적합성 인증체계의 마련이 필요함

2절 국내외 시장현황 및 전망

1. 국내 시장현황 및 전망

가. 국내 신호시스템 구축계획

- KTCS-2 시범사업 이후 고속(일반)철도용 신호시스템으로 KTCS-2가 확대 구축될 예정으로 적합성 평가 수요가 크게 확대될 예정
 - 국가철도공단에서는 국토교통부의 "철도 신호시스템 시범사업 계획"에 따라 전라선 익산~여수 간 180km 구간에 한국형 신호시스템(KTCS-2) 구축을 위한 기본 및 실시 설계를 2018년 10월부터 착수하여 2021년까지 시스템을 구축 예정
 - KTX 3편성(6량)에 차상장치 설치 및 전라선 180km 구간에 지상설비 구축
 - 지상설비는 KTCS-2 지상장치 및 관제설비, 연동장치 등의 개량을 포함하며, 통신 시스템은 LTE-R로 구축

- KTCS-2 시범사업 이후 신설 및 개량 시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 2022~2032년까지 96개 노선, 4,848km에 구축될 예정으로 공인 시험 및 검사 수요 확대 전망

- 무궤도회로 기반 KTCS-3는 기존 KTCS-2와의 호환성을 확보하면서 해외시장 진출을 위해 유럽 신호시스템 표준 ETCS L3을 바탕으로 개발 중('18~'20, 290억)

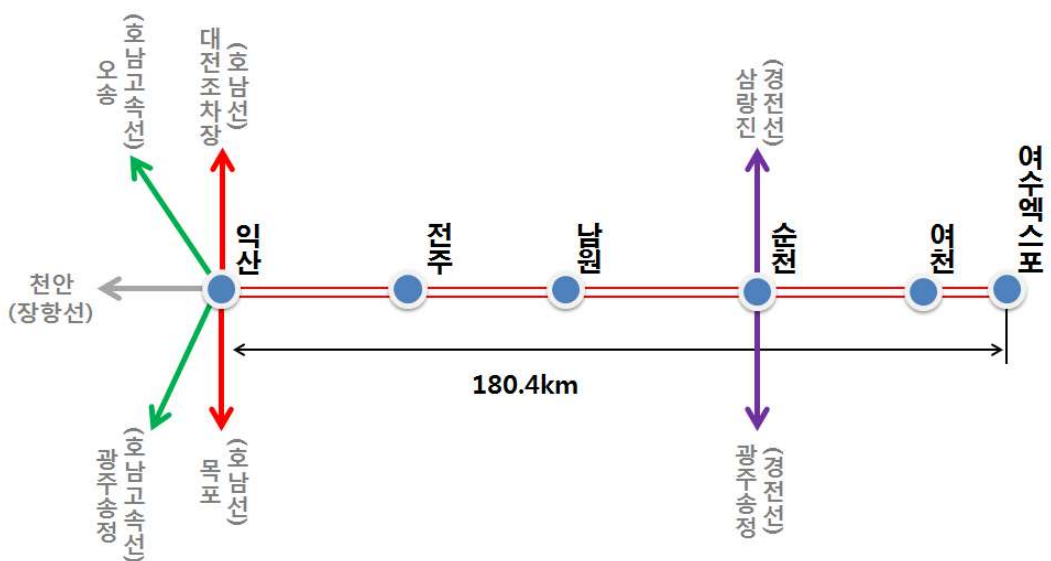


그림 44 KTCS-2 시범노선 현황

표 3 KTCS-2 연차별 투자계획

구분	합계	18년	19년	20년	21년	22년	23년	24년	25년	26년	27년 이후
합계(억원)	21,620	5	20	210	144	547	1,446	2,457	3,466	4,470	8,855
시범사업 (전라선)	379	5	20	210	144	0	0	0	0	0	0
시범사업 외 전 구간	21,241	0	0	0	0	547	1,446	2,457	3,466	4,470	8,855



그림 45 2030년 일반·고속철도 KTCS-2 구축계획

2. 국외 시장현황 및 전망

- 2023년까지 열차제어시스템 공급에 대한 총 수요는 2.9%로 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 시장규모는 2015년부터 2017년까지 연간 151억유로(20조) 대비 2021~2023년에는 연간 177억유로(23조)로 확대 예상
- 특히, 중국이 포함된 아시아 시장의 열차제어시스템 시장이 약 40%로 지속적인 철도 연장에 따른 인프라, 차량시스템 투자 예측

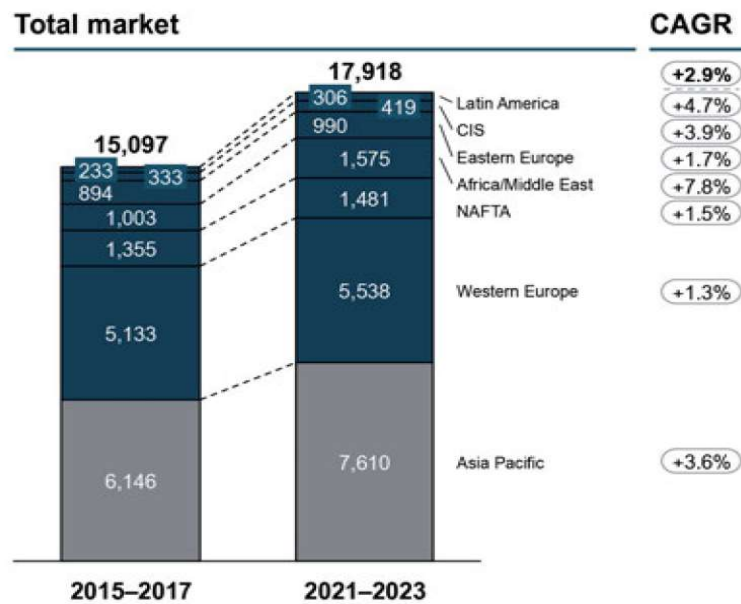


그림 46 열차제어시스템 시장현황 및 전망

가. 유럽 일반·고속철도용 ETCS 구축계획 및 전망

- EU 국가별 연계철도망(TEN-T)의 확장 및 상호운영성 강화를 위해 유럽의회(EC)에서는 EDP(ERTMS European Deployment Plan)를 새로 수립하여 2023년까지 확장된 연계 철도망(Core Network Corridors)의 30~40%에 ERTMS/ETCS를 구축하는 계획을 발표 ('17.1.5, Commission Implementing Regulation (EU) 2017/6)
- 2017년 말 기준, ETCS는 유럽 내 약 4,500km 선로에 구축, 약 7,000대의 차량에 장착되었으며, 최대 320km/h의 상업운전속도를 지원
- EDP에서는 CCS-TSI 최신 기술사양(Baseline 3 Release 2)의 적용을 권고하고 있으며, 차량분야의 경우 2019년부터 운영에 투입되는 신규제작 차량에 CCS-TSI 최신 기술 사양(Baseline 3)을 필수적으로 적용하도록 규제

- 2019년 6월부터 ERA의 PAD(Planning and Approval Delivery Unit) 조직이 신설되어, 차량 인증(VA), 안전 인증서 또는 ERTMS 지상에 대한 승인을 수행

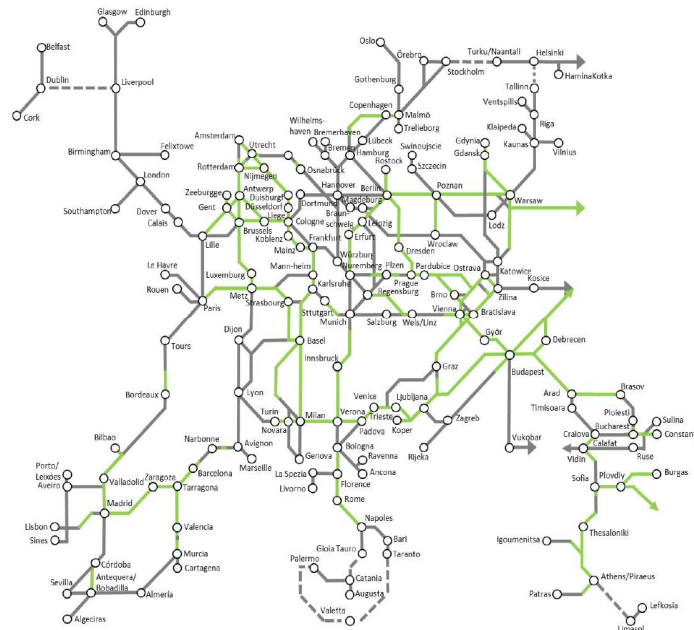


그림 47 2023년까지의 유럽 내 ETCS 확대구축 노선

Corridor	Country 1	Country 2	Cross-border section	Date country 1	Date country 2
BAC - OEM	Austria	Czech Republic	Wien - Breclav	In operation	2018
BAC	Austria	Slovenia	Wendorf - Maribor	2023	2023
MED	France	Spain	Le Soler - Barcelona	In operation	In operation
MED	Slovenia	Hungary	Hodos	2017	2018
NSM - NSB	Belgium	Netherlands	Antwerpen - Breda	In operation	In operation
NSM	Belgium	Luxembourg	Ciney - Luxembourg	2022	In operation
NSM	France	Luxembourg	Thionville - Bettembourg	In operation	In operation
NSM	Luxembourg	Germany	Outrange <--> Bundesgrenze	2017	Corridor ends here
NSM	France	Switzerland	Mulhouse - Basel	2020	2017
NSB	Poland	Germany	Poznan - Frankfurt Oder	2023	2020
NSB - RALP	Germany	Belgium	Aachen - Boetzel-laer border	2020	2020
NSB - RALP	Germany	Belgium	Aachen - Herengrath	2022	In operation
OEM	Czech Republic	Slovakia	Breclav-Devinska Nova Ves	2018	2023
OEM -RDN	Hungary	Austria	Parndorf - Hegyshalom	2022	2022
OEM -RDN	Hungary	Romania	Budapest-Curtici	2018	2018
OEM	Bulgaria	Romania	Vidin-Calafat	In operation	2018
RALP	Germany	Switzerland	Basel node	2017	2017
RALP	Switzerland	Italy	Raron - Domodossola	2017	2017
RDN	Germany	Czech Republic	Schirnding <--> Cheb	2023	2023
RDN	Germany	Austria	Passau - Wels	2020	In operation
SCM	Germany	Denmark	Snoghoj - Flensburg	2020	2023
SCM	Austria	Italy	Innsbruck-Brennero	In operation	2020
RALP	Switzerland	Italy	Veza - Chiasso	2017	2018

그림 48 EDP(ERTMS European Deployment Plan)-ETCS 확대구축 노선 계획

- 유럽 내에 ETCS 구축계획에 따라 일반·고속철도용 ETCS의 시장규모는 2018년에 약 20억유로(2조)로 이를 기점으로 2023년까지 연평균 성장률이 3.4%이고, ETCS의 신규 개발 및 개량수요에 따른 시장 성장률은 약 5%가 예상

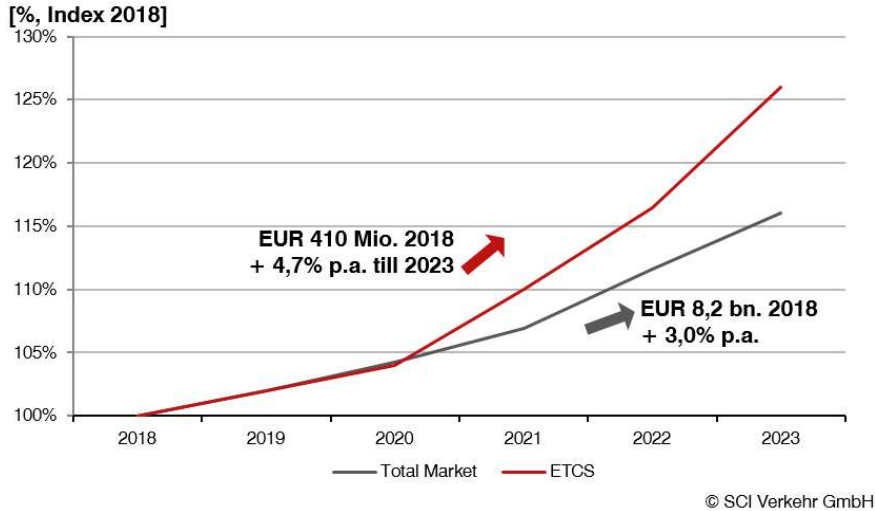


그림 49 2023년 유럽 내 열차제어시스템 개발 시장 전망

- ETCS 제작사로는 Alstom, Hitachi Rail(Ansaldo STS), Bombardier, Siemens 및 Thales가 있고, 중국의 고속 및 도시철도 신호시스템에 대한 수요가 증가함에 따라 중국내 열차 제어 제작사인 CRSC(China Railway Signal & Communication Corp.)의 시장 점유율은 중기적으로 계속 증가할 것으로 예상
 - 현재 열차제어시스템 시장은 중국 CTCS의 자국 내 신규 철도 인프라에 대응하는 시장과 유럽의 TEN-T 계획에 따른 ETCS 수요에 따른 시장으로 양분

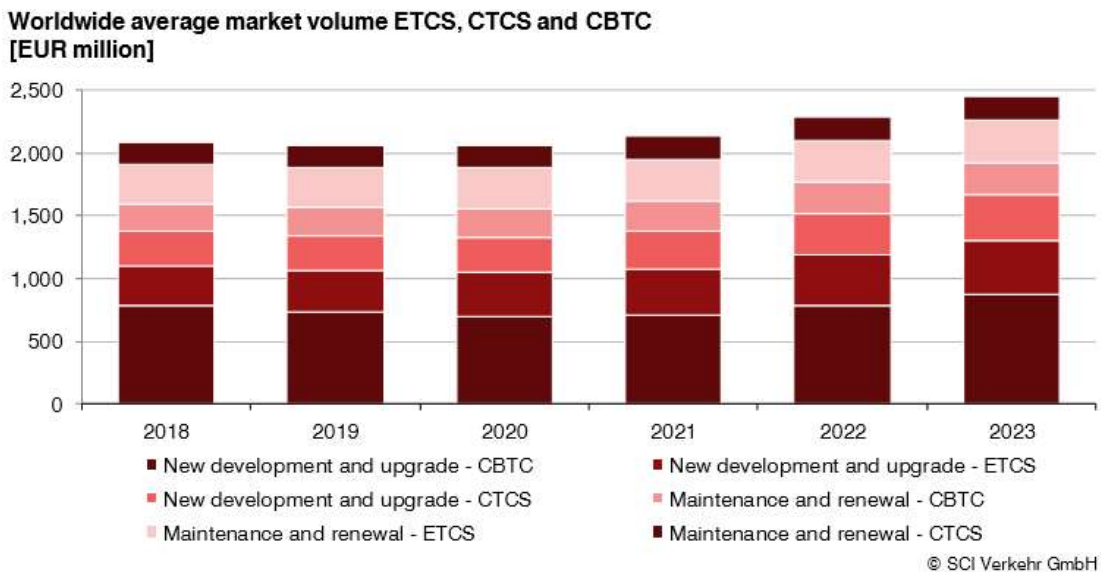


그림 50 열차제어시스템(ETCS, CTCS, CBTC) 시장점유 유형현황 및 전망

Current average market volume ETCS and CTCS for new development and upgrade [EUR million]

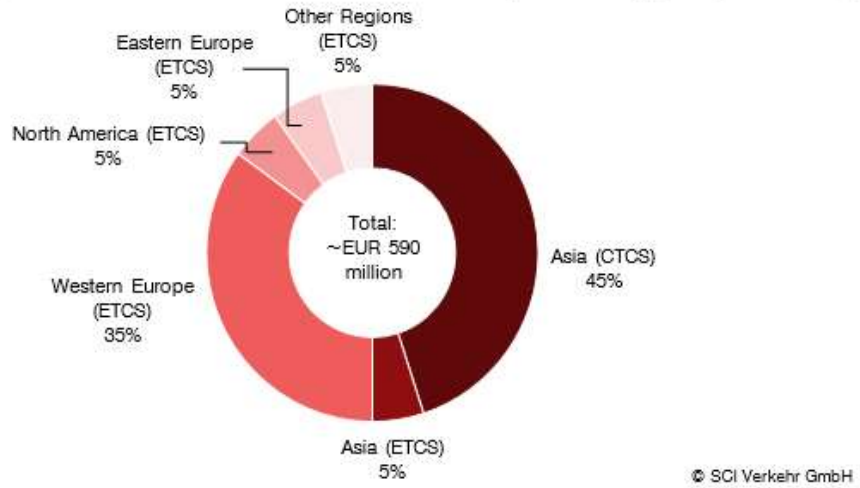


그림 51 ETCS, CTCS의 시장점유 현황[2]

나. 중국 CTCS 구축계획 및 전망

- 중국은 철도운송능력의 부족을 경제발전의 제한요소로 인식하여 국가적 사업으로 고속 철도망을 확충
- 고속철도망은 기존 4종4횡의 고속철도망 구축계획(2008년)에서 최근 8종8횡의 고속 철도망 구축계획(NDRC, 2016년) 수립 후 더욱 확장 중이며, 2020년까지 주요 고속 철도 건설을 완료하고, 2025년까지 고속선 총 연장을 38,000km까지 건설 예정



그림 52 2007년~2030년간 CTCS기반 고속철도 구축 현황 및 계획

- 2025년까지 중국 고속철도 연장이 2015년의 2배로 증가
 - 중국 고속철도용 신호 및 통신시스템은 CTCS와 GSM-R이 적용 중에 있으며, 최고속도 200~250km/h 이내의 운영속도에서는 CTCS-2급, 최고속도 250km/h 이상의 운영속도에서는 CTCS-3급의 열차제어시스템이 적용되어 운영 중
- 2011년에서 2015년까지 중국 국토 2/3 면적을 빠르게 커버, 2016년에서 2020년에는 중국의 중부 및 서부 지역으로 확장
- 2021년에서 2030년 사이에 도시간에 여러 연결이 추가될 전망

3. 종합

- 세계적으로 2023년까지 열차제어시스템 공급에 대한 총 수요는 2.9%로 증가할 것으로 예상되며, 이에 따라 시장규모는 2015년부터 2017년까지 연간 151억유로(20조) 대비 2021~2023년에는 연간 177억유로(23조)로 확대 예상
- 이는 유럽내 연계철도망(TEN-T)확장에 정책에 따라 ETCS의 신규 개발 및 기존 노선 개량에 따른 수요로, 2018년 대비 2023년까지 연평균 3.4% 성장 전망
 - 또한, 중국 내 고속철도 구축계획에 따라, 2025년까지 고속선 총 연장을 38,000km까지 건설, 2015년 대비 2배로 양적 증가 전망
- 현재 열차제어기술에 대한 시장은 유럽의 TEN-T 계획에 따른 ETCS 신규 개발 및 개량 수요와 중국 내 고속철도 신규 구축에 따른 CTCS 수요로 양분
- 국내의 경우, ETCS L2와 호환이 가능한 궤도회로 기반 KTCS-2를 개발, 국토교통부의 "철도 신호시스템 시범사업 계획"에 따라 전라선 익산~여수 간 180km 구간에서 시범 운행 예정
- 시범운영 이후, 2027년까지 약 6,000천억원을 투자하여, KTCS-2를 국내 신규 노선 및 개량 노선에 적용 계획

3절 국내외 기술 동향

1. 특허동향 분석

가. 분석개요

(1) 분석목적

- 철도 신호제어시스템 적합성 평가 기술분야에 대한 기술개발 추이, 최근 연구개발 동향분석 등을 위해 국내·외 출원된 특허 동향을 분석
- 특허의 국가별 포트폴리오 분석 결과를 바탕으로 동 사업의 추진방향 도출 시 참고자료로 활용

(2) 분석대상

- 2000년부터 2019년까지 20년간 관련 분야의 출원 공개된 한국, 미국, 유럽, 국제(PCT), 일본, 중국 출원 특허를 대상으로 분석
- 권리존속기간(20년)을 고려하여 2000.01.01. 이후 출원된 39건을 유효특허 분석대상 범위로 함. 일반적으로, 특허는 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련 정보를 일반에게 공개하도록 하고 있으므로, 2018년 말부터 출원된 특허는 미공개 상태에 있을 것으로 추정됨.

표 4 특허분석 대상

대상 종류	내용
특허 DB	키프리스(KIPRIS) (http://www.kipris.or.kr/)
검색조건	[국문] 국내(KR) 출원 공개 특허 [해외] 미국(US), 일본(JP), 유럽(EP), 중국(CN), 국제(PCT) 출원 공개 특허
검색기간	2000.01.01 ~ 2019.12.31. (총 20년)
검색일시	2020.03.26.

(3) 분석방법

- 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 분야 전문가의 검수를 받은 키워드를 조합하여 검색식을 작성하고 수정 보완
- 확정된 검색식을 특허 DB에 적용하여 원 자료(Raw Data)를 확보하였으며, 기술 특성에 맞지 않는 노이즈를 제거함으로써 분석대상 유효특허를 선별
- 유효특허를 대상으로 출원연도별, 국가별, 출원인별, 출원국가별로 분류하여, 특허건수,

점유율 등으로 구분하여 분석 수행

표 5 국/영문 특허 검색식

구분	핵심키워드	특허 검색식
국문	철도, 신호, 열차제어, 시험, 검사, 시뮬레이션	AB=[((철도)*(신호+(열차*제어)))*(시험+검사+시뮬레이션)]
영문		AB=[(((railway+railroad)*(signal+(train*control)))*(test+simulation)]

표 6 분석대상 특허 검색건수 및 유효건수

(단위 : 건)

검색결과				국내·외 유효건수 합계
국문		영문		
검색건수	유효건수	검색건수	유효건수	
62	4	539	35	39

나. 분석결과

(1) 국가별 특허출원 경향

- 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 분야의 연도별 특허출원 경향을 살펴보면, 매년 0~3건 정도에 머물던 출원 건수가 2018년을 기점으로 5~6건으로 증가하는 추세로 나타남
- 중국의 경우 CTCS 기술 고도화에 따른 신호제어시스템 적합성 평가 기술 도입/성숙기로, 기업 및 학교를 중심으로 적극적인 출원이 이루어지고 있음
- 특허 발행국별 점유율 현황을 보면, 중국에 출원된 특허가 27건(69%)으로 가장 높은 비중을 차지하며, 한국 4건(10%), 일본 4건(10%), 미국 2건(5%), 유럽 1건(3%) 순임

표 7 발행국별 연도별 특허출원 동향

(단위 : 건)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
KR	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4
US	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
JP	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
EP	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
CN	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2	1	2	2	0	2	3	5	6	0	27
WO	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
합계	0	0	2	0	1	2	3	0	3	2	2	2	1	3	2	0	2	3	5	6	0	39

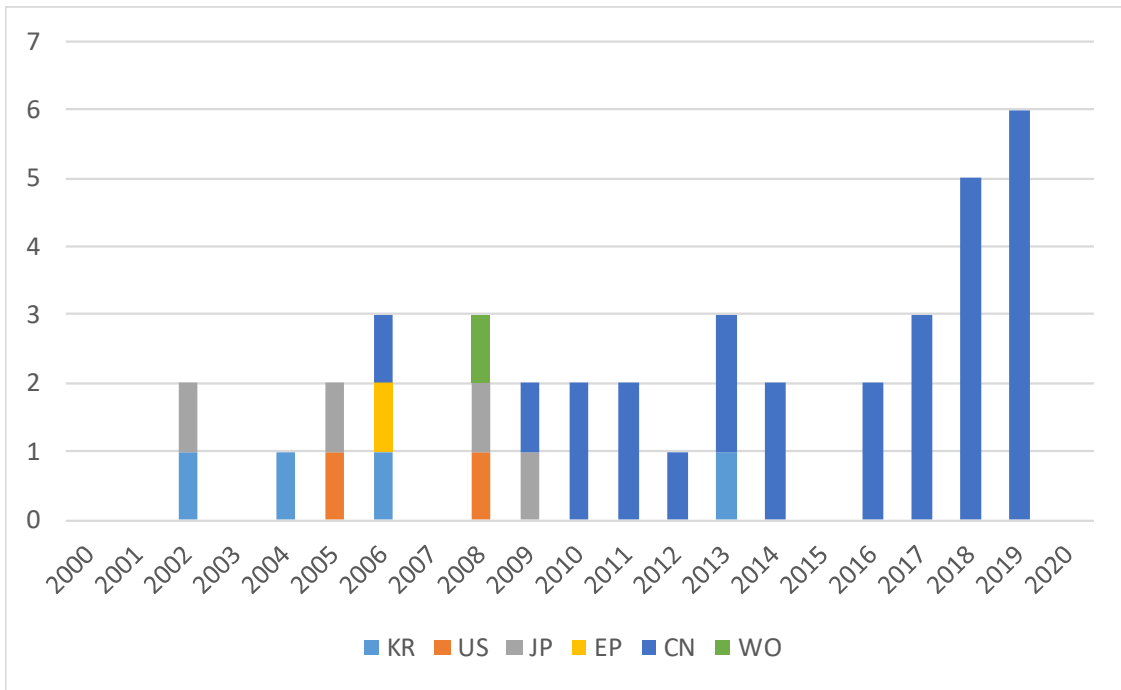


그림 53 발행국별 연도별 특허출원 경향

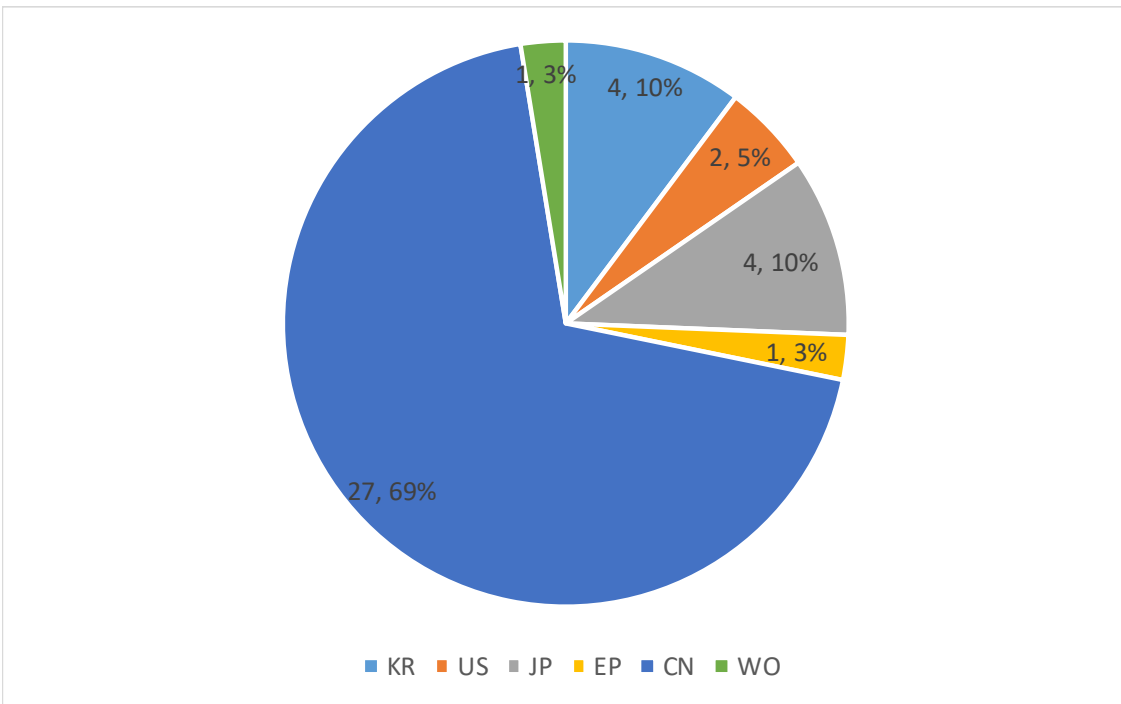


그림 54 발행국별 특허출원 비율

(2) 주요 출원인별 출원 현황

- 한국에서의 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 분야에 대한 주요 키 플레이어는 한국철도기술연구원, 한국철도공사, 현대로템 주식회사로 분석됨.

표 8 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 국내 출원인 현황

(단위 : 건)	
출원인	합계
한국철도기술연구원	1
한국철도공사	1
현대로템 주식회사	1
가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼	1
합 계	4

- 해외 국가에서의 철도 신호제어시스템 적합성 평가 기술 분야에 대한 주요 키 플레이어는 SHANGHAI FUXIN INTELLIGENT TRANSPORTATION SOLUTIONS CO., LTD.(3건), BEIJING ZHONGKE ZHIHUI TECHNOLOGY CO., LTD.(2건), HITACHI LTD(2건), Tsinghua University Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal & Communication (2건) 순으로 나타남

표 9 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 해외 출원인 현황

(단위 : 건)	
출원인	합계
SHANGHAI FUXIN INTELLIGENT TRANSPORTATION SOLUTIONS CO., LTD.	3
BEIJING ZHONGKE ZHIHUI TECHNOLOGY CO., LTD.	2
HITACHI LTD	2
Joseph C. Winkler Paul J. Galburt Donald P. Crosby David K. Rayna Christopher V. Traynor George T. Briechle	2
Tsinghua University Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal & Communication	2
BEIJING JIAODA SIGNAL TECHNOLOGY CO., LTD.	1
Beijing Jiaotong University	1
Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal and Communication Co., Ltd.	1
CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CORPORATION LIMITED, SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CORPORATION LIMITED BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. BEIJING RUICHI NATIONAL RAILWAY INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.	1
CHINA RAILWAY CORPORATION BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	1
CHINA RAILWAY RESEARCH INSTITUTE GROUP CO., LTD. COMMUNICATION SIGNAL RESEARCH INSTITUTE CHINA RAILWAY SCIENCE RESEARCH INSTITUTE GROUP CO., LTD. BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT GENERAL CO., LTD. BEIJING RUICHI NATIONAL RAILWAY INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.	1

(단위 : 건)

CHINA RAILWAY TEST & CERTIFICATION CENTER CO., LTD.	1
CHINA RAILWAY TEST & CERTIFICATION CENTER LIMITED	1
Henan Lanxin Technology Co., Ltd.	1
HENAN SPLENDOR SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.	1
Hitachi Ltd.	1
Hitachi, Ltd.	1
HUNAN CRRC TIMES COMMUNICATION SIGNALS CO., LTD.	1
KUNMING ELECTRIC POWER SECTION, CHINA RAILWAY KUNMING GROUP CO., LTD.	1
LA ROSA, Mario	1
LANZHOU ANXIN RAILWAY TECHNOLOGY CO., LTD.	1
LIUZHOU RAILWAY VOCATIONAL TECHNICAL COLLEGE	1
mitsubishi electric corp	1
SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT GENERAL CO., LTD. CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES	1
SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES	1
SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA RAILWAY CORPORATION	1
TOSHIBA CORP CENTRAL JAPAN RAILWAY CO	1
Traffic Control Technology	1
Transport Bureau of the Ministry of Railways Casco Signal Ltd.	1
총 합계	35

(3) 주요 적용대상별 출원 현황

- 한국에서의 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 적용 분야는 전자연동장치(2건), 차상신호장치(2건)으로 분석됨

표 10 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 국내 출원특허

국가	발명의 명칭	출원인	출원일
KR	철도의 전자 연동장치 자동 검사 시스템 (AUTO-CHECKING SYSTEM FOR THE INTERLOCKING SYSTEM OFRAIL)	한국철도기술연구원	2002.10.29
KR	차상신호장치 시뮬레이터(Onboard Signaling Simulator)	현대로템 주식회사	2004.08.27
KR	전자 연동 시스템 및 시험 장치와 시험 방법 (ELECTRONIC INTERLOCKING SYSTEM AND TEST DEVICE AND TESTMETHOD)	가부시키가이샤 히타치세이사쿠쇼	2006.02.09
KR	철도 차량 신호 장치용 검사 시스템(Inspection System for Signal Equipment of Railroad Vehicle)	한국철도공사	2013.03.19

- 해외 국가에서의 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 적용 분야는 전자연동장치(11건), ATC(2건), GSM-R(2건), Transponder(2건), RBC(1건) 순으로 분석됨

표 11 철도 신호제어시스템 적합성 평가기술 해외 출원특허

국가	발명의 명칭	출원인	출원일
CN	Testing apparatus and testing method for an electronic interlocking system (전자 연쇄 시스템을 위한 시험 장치와 테스트 방법)	Hitachi Ltd.	2006.01.20
CN	Railway signal interlocking testing and detecting system (철도 신호 인터록킹 테스트와 검출 시스템)	Henan Lanxin Technology Co., Ltd.	2009.03.09
CN	Meta-model-based modeling method for geographical lines of high-speed railway signal system (고속의 철도 신호 시스템의 지리적 라인을 위한 Meta-모델 기반식이 모델링 방법)	Tsinghua University Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal & Communication	2010.12.08
CN	Modeling method for high-speed railway train control system function testing (고속의 철도 트레인 제어 시스템 기능 테스트를 위한 모델링 방법)	Tsinghua University Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal & Communication	2010.12.17
CN	Railway signal control simulation system (철도 신호 제어시뮬레이션 시스템)	Transport Bureau of the Ministry of Railways Casco Signal Ltd.	2011.01.27
CN	CBTC (Communications Based Train Control) signal system simulation testing platform (CBTC (커뮤니케이션 기반의 열차 조종)은 시스템 시뮬레이션 검사 중인 플랫폼을 신호화)	Traffic Control Technology	2011.12.29
CN	C3 train control system RBC interconnection and intercommunication testing platform (C3 열차 제어 시스템 RBC 인터커넥션과 내선 통화 검사 중인 플랫폼)	Beijing Jiaotong University	2012.03.01
CN	High-speed railway active transponder message automatic verification method and system (고속의 철도 능동 위성 중계기 메시지 자동 검증 방법과 시스템)	Beijing National Railway Research & Design Institute of Signal and Communication Co., Ltd.	2013.04.17
CN	Portable information source simulator for active transponder (액티브 트랜스폰더를 위한 휴대용 정보 소스 시뮬레이터)	Beijing Jiada Signal Technology Co., Ltd.	2013.06.21
CN	Automated testing system for railway signal computer interlocking system (철도 신호 컴퓨터 인터록킹 시스템을 위한 자동 평가 시스템)	SHANGHAI FUXIN INTELLIGENT TRANSPORTATION SOLUTIONS CO., LTD.	2014.03.21
CN	Vehicle-mounted ATC-MMI test method for urban rail transit (도시적 철도 운송을 위한 차량 탑재식 ATC-MMI 검사 방법)	LIUZHOU VOCATIONAL RAILWAY TECHNICAL COLLEGE	2014.12.12
CN	Test scene generating method for railway signal computer interlocking system (철도 신호 컴퓨터 인터록킹 시스템을 위한 검사 촬영 장면 생성 방법)	SHANGHAI FUXIN INTELLIGENT TRANSPORTATION SOLUTIONS CO., LTD.	2016.01.11

국가	발명의 명칭	출원인	출원일
CN	Automatic testing method for railway signal computer interlocking system (철도 신호 컴퓨터 인터로킹 시스템을 위한 시험 자동화 방법)	SHANGHAI FUXIN INTELLIGENT TRANSPORTATION SOLUTIONS CO., LTD.	2016.01.11
CN	Simulating system for testing external interface of high speed railway computer interlocking system (고속 철도 컴퓨터 인터로킹 시스템의 외장형 인터페이스를 테스트하기 위한 Simulating 시스템)	SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA RAILWAY CORPORATION	2017.03.15
CN	Test sequence generation method applied to railway train control system (철도 트레인 제어 시스템에 적용된 테스트 시퀀스 생성 방법)	SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES	2017.06.01
CN	Railway signal data flow storage management system (철도 신호 데이터 흐름 기억 관리 시스템)	SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE OF CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT GENERAL CO., LTD. CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES	2017.12.22
CN	Railway secure communication protocol conformance testing method (철도 보안 통신 프로토콜 일치성 검열 방법)	CHINA RAILWAY CORPORATION BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY	2018.05.10
CN	Field verification system of CTCS-4 level train control system ground equipment (CTCS-4 레벨 열차 제어 시스템 지상 장치부의 분야 검증 시스템)	CHINA RAILWAY RESEARCH INSTITUTE GROUP CO., LTD. COMMUNICATION SIGNAL RESEARCH INSTITUTE CHINA RAILWAY SCIENCE RESEARCH INSTITUTE GROUP CO., LTD. BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY DEVELOPMENT GENERAL CO., LTD. BEIJING RUICHI NATIONAL RAILWAY INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.	2018.06.21
CN	Railway line condition simulation method and simulation system (철도 선로 조건 시뮬레이션법과 모의 실험 시스템)	BEIJING ZHONGKE ZHIHUI TECHNOLOGY CO., LTD.	2018.08.20
CN	C3 wireless communication GSM-R network simulation system (C3 무선 통신 GSM-R 통신만 시뮬레이션 시스템)	BEIJING ZHONGKE ZHIHUI TECHNOLOGY CO., LTD.	2018.11.05
CN	Railway signal simulation test box (철도 신호 시뮬레이션 시험 박스)	KUNMING ELECTRIC POWER SECTION, CHINA RAILWAY KUNMING GROUP CO., LTD.	2018.12.13
CN	Railway signal centralized monitoring system testing platform (철도 신호 집중화 모니터링 시스템 시험 플랫폼)	CHINA RAILWAY TEST & CERTIFICATION CENTER CO., LTD.	2019.02.01

국가	발명의 명칭	출원인	출원일
CN	Black box test based test platform of high-speed railway train operation control system (고속의 철도 트레인 운용 제어 시스템의 블랙 박스 시험 기반의 시험 플랫폼)	CHINA RAILWAY TEST & CERTIFICATION CENTER LIMITED	2019.05.15
CN	Conformance checking and calculation method and platform of block section length (적합성 체크와 폐색 구간 길이의 계산 방법과 플랫폼)	CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CORPORATION LIMITED, SIGNAL & COMMUNICATION RESEARCH INSTITUTE CHINA ACADEMY OF RAILWAY SCIENCES CORPORATION LIMITED BEIJING HUATIE INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD. BEIJING RUICHI NATIONAL RAILWAY INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEM ENGINEERING TECHNOLOGY CO., LTD.	2019.06.06
CN	Rail circuit train operation simulation device (레일 회로 열차 운전 시뮬레이션 장치)	HENAN SPLENDOR SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD.	2019.06.19
CN	Railway interlocking test practice system based on text flow (텍스트 플로우에 기초가 된 철도 인터록킹 테스트 프랙티스 시스템)	LANZHOU ANXIN RAILWAY TECHNOLOGY CO., LTD.	2019.08.05
CN	Train-ground communication simulation device by using Ethernet to replace GSM-R network (GSM-R 네트워크를 대체하는 Ethernet을 사용한 Train-지면 커뮤니케이션 시뮬레이션 장치)	HUNAN CRRC TIMES COMMUNICATION SIGNALS CO., LTD.	2019.08.30
EP	Electronic interlocking system with testing section and corresponding testing method (시험 섹션과 상응하는 테스트 방법을 가진 전자 연쇄 시스템)	Hitachi, Ltd.	2006.02.20
JP	신호 보안 시스템의 시험 장치(arrangement for testing)TEST DEVICE OF SIGNAL SECURITY SYSTEM	mitsubishi electric corp	2002.05.15
JP	전자 연쇄 시스템 및 시험 장치(arrangement for testing)와 시험 방법ELECTRONIC INTERLOCKING SYSTEM, TESTING DEVICE, AND TESTING METHOD	HITACHI LTD	2005.02.22
JP	시험작업효율을올린철도보안시스템RAILWAY SECURITY SYSTEM WITH IMPROVED TEST WORK EFFICIENCY	HITACHI LTD	2008.08.21
JP	자동열차 제어(automatic train control)의 사전 검증 장치PRELIMINARY VERIFICATION DEVICE FOR AUTOMATIC TRAIN CONTROL	TOSHIBA CORP CENTRAL JAPAN RAILWAY CO	2009.03.18
US	Method and apparatus for automatically testing a railroad interlocking (자동적으로 레일 로드 인터록킹을 테스트하기 위한 방법과 장치)	Joseph C. Winkler Paul J. Galburt Donald P. Crosby David K. Rayna Christopher V. Traynor George T. Briechle	2005.06.30

국가	발명의 명칭	출원인	출원일
US	Method and apparatus for automatically testing a railroad interlocking (자동적으로 레일 로드 인터록킹을 테스트하기 위한 방법과 장치)	Joseph C. Winkler Paul J. Galburt Donald P. Crosby David K. Rayna Christopher V. Traynor George T. Briechle	2008.02.29
WO	A SYSTEM FOR EMULATING TRACK CIRCUITS IN RAILWAY LINES (철도 선로에서 궤도 회로를 대리 실행하기 위한 시스템)	LA ROSA, Mario	2008.05.10

(4) 결론

- 철도 신호제어시스템 적합성 평가 기술분야의 연도별 특허출원 경향을 살펴보면, 매년 0~3건 정도에 머물던 국내외 출원 건수가 2018년을 기점으로 중국을 중심으로 출원 건수가 5~6건으로 증가하는 추세로 나타남.
- 다만, 국내외 주요 출원인 중 철도 신호제어시스템 적합성 평가 기술을 선도하고 있는 유럽의 ERTMS Accredited Laboratories (EAL)인 Multitel, CEDEX 등이 포함되지 않음
 - 이는 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술이 각 국가별 소수의 시험평가 전문기관 등을 중심으로 수요가 발생함에 따라 글로벌 시장 규모가 작고, 소수의 기술 선도 기관이 특허 공개 시 핵심기술 및 노하우의 외부 유출을 방지하기 위한 목적 등으로 특허 출원에 소극적인 자세를 취함에 따른 결과인 것으로 분석됨.

2. 국내기술개발 동향

가. 열차제어기술개발 동향

(1) 국내 연구개발 개요

- 국내 철도신호는 G7고속철도기술개발사업, 도시철도표준사업, 경량전철시스템개발사업, 자기부상철도기술개발사업 등 국가연구개발사업을 수행하면서 관련 핵심기술과 시스템 엔지니어링 기술을 확보하였음
- 1995년 이후 국내에서 추진되었던 열차제어시스템 개발 또는 시스템 도입 타당성 연구와 관련하여 다수의 국가연구개발사업을 진행하였음
- 국가연구개발사업의 목적은 차량시스템을 개발하는 것이었으며, 개발차량의 성능시험을 검증하는데 필요한 열차제어시스템의 차상장치를 개발하였기 때문에 일관성 없는 기술을 개발하였음
- 국가연구개발사업을 통해서 개발된 철도관제설비, 사령설비, 전자연동장치 등은 영업노선에 적용되고 있으나, 열차방호장치(ATP) 등 핵심기술은 해외철도신호기업의 제품을 도입 하거나 기술협력을 하고 있는 상황이었음
- “도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계구축 및 성능평가”, “일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화”, “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 과제를 통해서 계획화된 열차제어시스템 개발이 진행되고 있음
- “도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 및 성능평가” 과제를 통해서 열차방호 등 열차제어기술, 무인운전기술, 무선통신망(LTE-R)기술 등 핵심기술을 개발 하였고, 상용화 성과를 도출하였음
- “일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화” 과제를 통해서 고속철도에 적용할 수 있는 ETCS L2급의 열차제어기술과 무선통신망(LTE-R)기술을 확보하였으며 시범사업 수행을 통해 실용화를 하고자 함
- “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 과제를 통해서 고속철도에 적용할 수 있는 ETCS L3급의 열차제어기술과 자동

운전기술, 궤도회로가 수행하던 레일절손 검지기술 및 열차무결성 검지기술을 개발하고자 함

표 12 국토교통부의 국가연구개발사업 및 시범사업 현황

사업(과제)명	수행내용	
	기간 및 주관기관	내 용
도시형 자기부상열차 개발사업 (과학기술부)	- 기간 : 1994.5 ~ 1999.8 - 주관 : 한국기계연구원	- 개발내용 ·한국기계연구원에 시험선 구축 ·2량 1편성 시제차량 개발 ·일본 HSST의 패턴벨트방식을 적용하여 열차 속도 및 위치를 추적하는 기술개발
도시철도차량 표준화·국산화	- 기간 : 1995.8 ~ 2001.12 - 주관 : ROTEM	- 개발내용 ·시험선 운영을 위한 신호시스템(ATC) 차상장치, 자동열차운전장치(ATO) 개발 ·열차내 전장품을 제어하는 종합제어장치(TCMS) 개발
경량전철시스템 기술개발사업(경량 전철 신호제어시스템 기술개발) (건설교통부)	- 기간 : 1999.1 ~ 2005.12 - 주관 : 철도연 + 포스콘	- 개발내용 ·무인자동운전이 가능한 열차제어시스템 기술개발 ·무선LAN 방식을 적용하여 열차위치추적, 열차속도제어 및 열차진로제어 수행(미국의 특허기술 적용한 특정기술) ·전용시험선(경북경산) 구축 및 시험열차 제작
도시철도표준화 연구개발사업(도시 철도 신호시스템 표준화 연구) (건설교통부)	- 기간 : 2001.1 ~ 2006.12 - 주관 : ROTEM	- 개발내용 ·표준규격을 확인하기 위한 열차제어시스템 차상장치 개발 ·MBS사업의 신호시스템 I/F 점검 - 개발결과 ·도시철도 시설물 표준규격, 성능시험기준 및 안전기준 고시
고속철도 자동열차제어장치 기술개발 (건설교통부)	- 기간 : 1999.10 ~ 2001.9 - 주관 : LS산전	- 개발내용 ·고속철도용 자동열차제어장치 (AF궤도회로, 차상장치) 개발 - 개발결과 ·G7고속차량에 차상장치 설치 및 현장(오송기지) 시험완료
고속철도 열차제어시스템 안정화 기술개발 (건설교통부)	- 기간 : 2002.12 ~ 2007.10 - 주관 : LS산전	- 개발내용 ·열차제어시스템 안정화 및 RAMS검증
지능형 열차제어시스템 (MBS) 시범구축 (철도청)	- 기간 : 2002.12 ~ 2007.10 - 주관 : 삼성SDS	- 사업내용 ·새로운 신호시스템의 광역철도망 도입 타당성 검증을 위해서 CBTC시스템 도입하여 분당선에 설치

사업(과제)명	수행내용	
	기간 및 주관기관	내 용
중기거점기술개발 사업 (자기부상열차 실용화를 위한 차량모델개발) (산업자원부)	- 기간 : 2003.10 ~ 2006.9 - 주관 : ROTEM	- 개발내용 ·무인운전을 지원하는 자기부상열차 신호시스템 개발 ·차상과 지상간 정보전송을 위해서 무선LAN 개발 - 개발결과 ·대전 국립과학관 자기부상철도에 적용하였으나, 운행이 중단되었음
차세대 고속철도 기술개발사업 (통합차상신호시스 템개발) (국토해양부)	- 기간 : 2007.7 ~ 2013.7 - 주관 : LS산전	- 개발내용 ·경부고속철도의 지상신호를 수신하여 처리하는 상호운영성을 갖는 차상신호장치 개발 (ATS/ATC/ATP통합) ·최고시속 400[km/h]의 열차주행속도 제어 ·운전자 정보표시장치 개발
도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계구축 및 성능평가 (국토교통부)	- 기간 : 2010.12 ~ 2014.7 - 주관 : 철도연	- 개발내용 ·무인자동운전 및 상호운영성을 지원하는 열차제어시스템 기술개발 ·무선LAN 및 LTE를 적용하여 열차위치추적, 열차간격제어 및 열차진로제어 수행 ·시험선구축(대불선) 및 시험열차운행(2편성) - 개발결과 ·한국철도표준규격(KRS) 제정 ·필리핀 마닐라3호선 공급계약 ·부산교통공사 1호선 무선통신망 교체
일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화 (국토교통부)	- 기간 : 2014.12 ~ 2017.12 - 주관 : 한국철도시설공단	- 개발내용 ·ETCS L1, L2와 상호운영이 되는 열차제어시스템 및 LTE-R 개발 ·호남고속선 및 원주-강릉에서 시험평가
자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발 (국토교통부)	- 기간 : 2018.4 ~ 2020.12 - 주관 : 국가철도공단	- 개발내용 ·ETCS L3 수준의 열차제어시스템(궤도회로 없이 무선통신으로 열차위치 검지 및 열차제어 수행) 개발과 자동운전(GoA 2)기술 개발 ·궤도회로 기능 대체를 위한 레일절손 검지기술 및 열차무결성 검지기술 개발 ·1단계 사업으로써 시제품 제작과 Lab테스트 수행까지가 목표이며 2단계 사업에서 노선 설치 후 시험평가 수행 예정

○ 경부 고속철도건설과 함께 ETCS L1의 구축사업을 진행하였으며, 이를 통해서 다음과 같은 효과를 얻을 수 있었으나, 구축비용 절감, 선로용량 향상, 비용절감 등의 효과는 미미함

- 고속철도의 기존선 운행에 따른 안전 확보 및 열차속도 향상
 - 기존 신호설비(지상신호기+ATS)의 열차속도 한계는 160[km/h]이하로 기존선에서 고속철도의 운행속도를 제한하고 있음
 - 고속선은 차상신호방식이고, 기존선은 지상신호방식으로 고속철도 기관사의 취급오류에 따른 철도사고 발생 가능

- 노후 신호설비(지상신호기+ATS)의 개량시기 도래
 - 기존선 신호설비(지상신호기+ATS)의 설치시기가 1969~1985년으로 지상장치와 차상장치의 내구연한이 도래함

- 병목구간 해결
 - 주요 간선구간에서의 병목현상이 존재하고 있으며, 이로 인한 물류비용손실이 발생하고 있음
 - 열차의 양방향 운전을 지원하여 선로공사 또는 사고 발생 시에 우회진로를 확보하여 열차운행을 지속할 수 있음

(2) 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 및 성능평가

(가) 연구개발 핵심 내용

○ 표준체계 구축

<열차제어시스템>

- 무인운전을 지원하는 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템규격서, 프로토콜규격서 작성
- 국내 도시철도운영기관 및 시스템 공급사의 시스템 개발 요구사항 조사 및 반영
 - 대불선에서 규격서 검증을 위한 열차제어시스템 설계, 제작 및 구축
- 기존 상용품인 ATS장치와 티를 시험선에 적합하게 개량
- 지상ATP, 차상ATP/ATO의 H/W 및 열차제어 프로그램 국산화
- 대불시험선에서 성능을 검증한「도시철도시설 표준규격」개정(안)을 KRS(한국철도표준규격)로 제정(2015.12)

<철도전용 무선통신망>

- LTE-R의 국내 상용화를 위한 요구사항 도출 및 표준(안) 작성
 - 국제철도연합(UIC)이 제정한 국제규격인 GSM-R 표준규격을 기준으로 LTE 기반의 철도통신에 필요한 기능 및 사용자 요구사항 정립
- LTE-R 지상장치 및 단말장치 설계, 제작 및 구축
 - 철도서비스 우선순위 및 QoS 관리방안 수립

- 기지국, 응용서버, 지령장치, 차상 단말, 휴대 단말 설계·제작 및 구축
- 대불선 및 호남선에서 표준안 검증 및 TTA 표준문서 제정
- 표준문서에서 제시한 기능 및 성능 요구사항의 실효성 확인

○ 성능검증

<열차제어시스템>

- 열차제어시스템의 목표성능 범위는 다음과 같다.

WATP가 제어할 수 있는 열차 최대 편성수	10 ~ 40 [편성] ^{*)}
ATP용 열차위치 측정의 정확도(역간 주행시)	± 5 ~ 10 [m]
ATO용 열차위치 측정의 정확도(정위치정차용)	± 0.35 [m] 이하
ATP용 열차속도 측정의 정확도	± 3.0 [km/h] 이하
차상에서 지상으로 전송할 때 메시지 지연시간	0.5 [s] 미만
지상에서 차상으로 전송할 때 메시지 지연시간	0.5 [s] 미만
열차 롤백 검지기준	2 [m] 미만
영속도 검지기준	3 [km/h]미만 (2초 동안)

^{*)} 발주자가 열차운행계획에 맞추어 적절한 WATP를 선택할 수 있도록 지원하기 위하여 운행편성수가 적은 노선의 WATP 열차제어용량은 10편성을 초과하여야 하며, 운행편성수가 많은 노선의 WATP 열차제어용량은 40편성까지 지원하여야 함

- 대불선에서 열차운행(운행최고속도 94km/h)을 통하여 성능시험을 수행할 수 있는 인프라 구축
- 대불시험선 11.25km(터널 2.2km 1개소, 교량 3.3km 1개소), 역사 5개소(1개소에 플랫폼 스크린도어 설치), 시험열차 2편성(경의선 전동차, 차세대도시철도차량), 자동회차지역 1개소

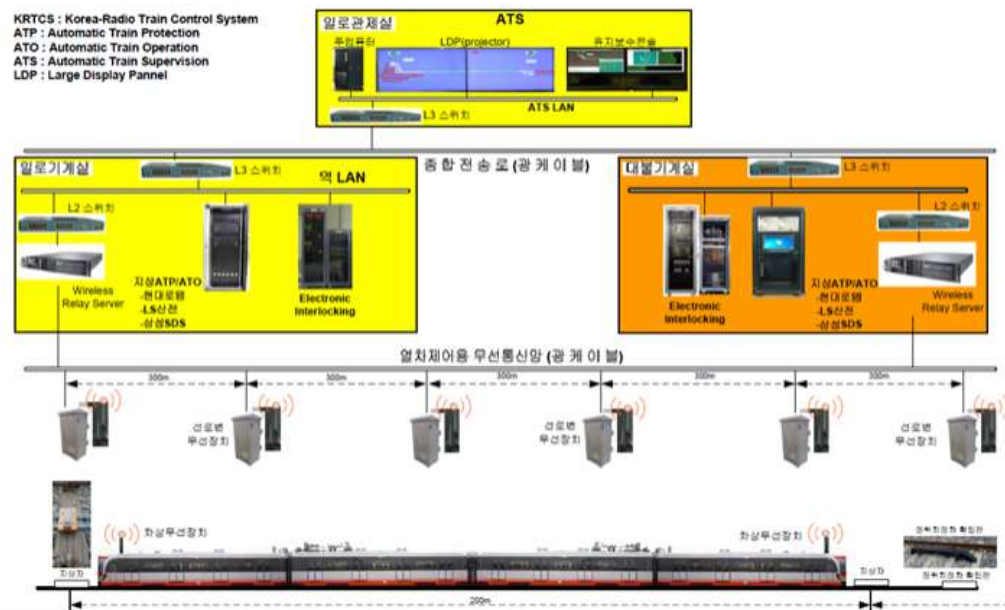


그림 55 무선통신기반 열차제어시스템 지상시스템 구성도

KRTCS : Korea-Radio Train Control System
MMI: Man Machine Interface

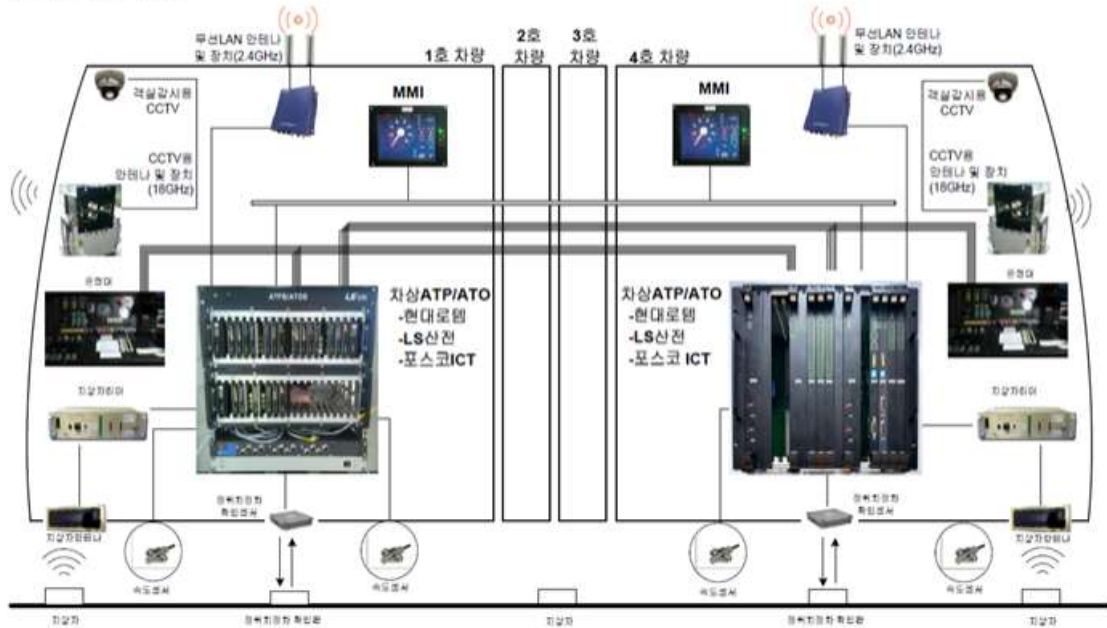


그림 56 무선통신기반 열차제어시스템 차상시스템 구성도

- 철도연 철도안전인증센터를 통한 열차제어시스템 종합성능시험 및 상호운영성 평가 및 도시철도 무인운전 운영기관(네오트랜스)의 이례사항 점검
- 국제기준 IEC62278 적용 및 유럽의 ISA기관을 통한 ATP/ATO장치에 대한 안전성활동 수행(SIL4인증 획득)

<철도전용 무선통신망>

- 대불선 및 호남선에서의 열차운행을 통하여 기능 및 성능 검증 인프라 구축
 - 대불시험 선 11.25km(일로역~대불역 구간), 시험열차 1편성(경의선 전동차), 운행최고속도 94km/h, 2.6GHz 대역 무선국 10개 설치
 - 호남시험선 54.2km(광주송정역~일로역), 시험열차 1편성(경의선 전동차), 운행최고속도 160km/h, 700MHz 대역 무선국 51개 설치
- GSM-R 시험절차 및 기준을 참고로 LTE 기반의 철도통신 시험절차서 작성
- 철도연 철도안전인증센터 주관으로 LTE 기반 철도통신 기능 및 성능 검증 수행
 - 차상 및 휴대단말에 대한 기능 및 성능 요구사항 만족 여부 점검

(나) 연구개발 성과

- 국내외 규격을 적용하여 시스템 설계, 제작, 설치, 성능시험, 안전성활동 등 일련의 모든

업무를 국내 기업이 수행하여 시스템 국산화 및 기술자립을 하였음

<열차제어시스템>

- 무인운전을 지원하는 도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템규격서, 프로토콜규격서 및 표준규격서(안) 작성
 - IEEE1474.1에 포함되지 않은 무인운전을 규격서에 추가
 - 열차제어시스템 지상설비와 차상설비간 상호운영성을 지원하기 위한 KRS(철도표준규격) 제정 완료(2015년 12월 제정)
- 열차제어시스템 설계·제작역량 확보
 - ATS장치와 티는 운영기관의 요구사항에 맞게 공급할 수 있으며, 지상ATP장치, 차상 ATP/ATO장치의 H/W, S/W의 설계·제작 능력 확보
 - 통신방식(무선LAN, LTE-R)에 종속되지 않는 시스템 구현
- 열차제어시스템 성능시험절차서, 상호운영성 시험절차서 작성, 성적서 발급
 - 종합성능시험 : 총 49개 항목에 대하여 '만족'
 - 상호운영성시험 : 총 18개 항목에 대하여 '만족'
 - 도시철도 무인운전 운영기관(네오트랜스)에서 열차제어시스템의 이력사항을 점검하고 결과보고서 제출(14개 항목을 제안하고 점검결과는 적합판정)
- ATP/ATO장치의 GA(Generic Application) 활동에 대한 SIL4인증서를 획득하였으며, 이를 통하여 안전성활동인력 확보
- 특히
 - 무선통신기반 열차제어시스템의 열차무결성 확보시스템 및 그 방법
 - 열차위치보조검지장치를 활용한 열차제어시스템 및 열차의 방호방법
 - 영상을 이용한 철도차량 위치검지시스템

<철도전용 무선통신망>

- 철도전용 무선통신망의 국내 실용화를 위한 LTE-R 요구사항 표준문서 제정(TTA)
- 그룹 및 영상, 긴급통화, 단문 메시지 전송, 열차제어데이터 전송 등 철도서비스에 특화된 LTE-R 장치 설계·제작 역량 확보
 - 철도서비스를 위한 우선순위 관리 S/W, Call 서버, PTT 서버 및 지령 장치
 - 700MHz 및 2.6GHz 대역의 기지국, 차상 단말 및 휴대 단말
- LTE-R 성능검증 및 철도안전인증센터 성적서 발급
 - 단말장치별로 우선순위, 대역폭 제어 등 다양한 QoS 정책 적용, 2.6GHz 대역에서의 총 185개 및 700MHz 대역에서의 총 78개 기능/성능 시험항목에 대하여 '만족' 판정
- 특히
 - 무선통신기반 열차제어시스템에서의 열차의 이동패턴에 최적화된 핸드오버 방법

- 무선통신 철도환경에 적용되는 기지국 장치의 배치구조

(3) 일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화

(가) 연구개발 핵심 내용

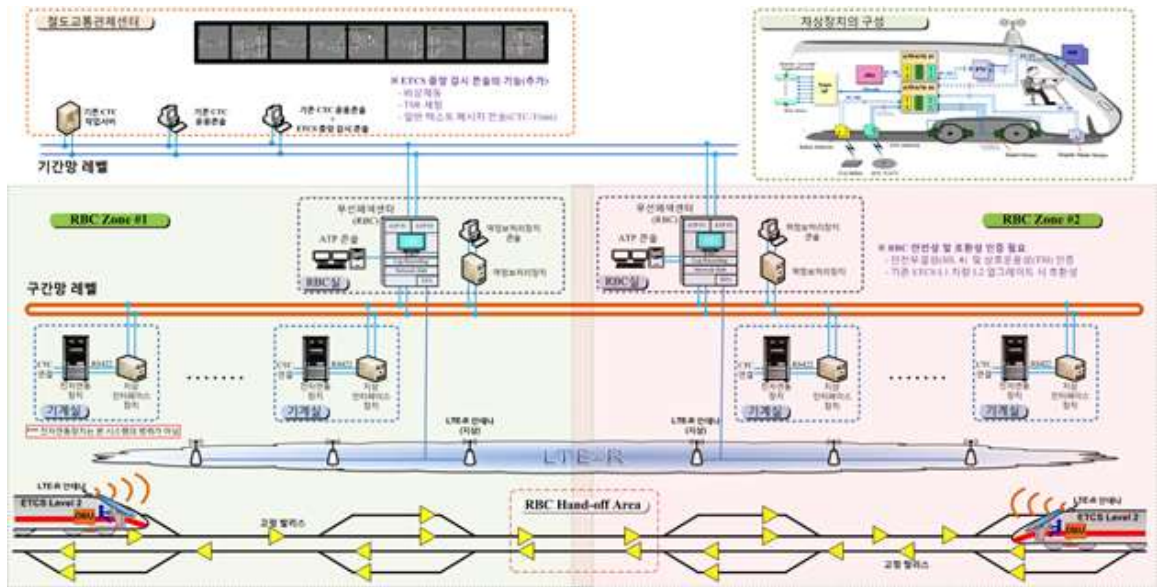
○ 열차제어시스템의 기술규격

- 국내 운영 중인 시스템(지상신호기+ATS, ATP)와 상호운영 및 연계운행 가능
- LTE-R로 열차제어정보 송수신 (열차 위치보고, 이동권한, 임시속도제한 등)
- 열차제어시스템 지상장치와 차상장치간 및 기존 운영 중인 설비와 KRTCS-2 간의 인터페이스 규격을 표준화하여 상호운영성(TIS) 확보

○ 철도통합무선망(LTE-R)의 기술규격

- 사용자 요구사항 및 성능 요구사항을 정의
 - 운행 목표속도 350km/h
 - 기존 철도통신망(VHF, TRS) 및 재난안전통신망(PS-LTE)과 연동
- 음성은 물론 영상 등 대용량 데이터의 신속·정확한 송수신 (열차제어 포함)

장치명	주요기능
지상 ATP장치 (RBC: Radio Block Center)	지상의 연동장치로부터 열차 점유정보 및 진로정보 등을 전송받아 열차의 이동권한 및 제한속도를 연산하는 장치
차상 ATP장치 (KVC: Korean Vital Computer)	지상의 무선폐색센터로부터 열차의 이동권한 및 제한속도를 수신 받아 열차를 안전하게 제어하고 방호하는 장치
운전자표시장치(DMI)	차상ATP와 연계되어 기관사에게 열차운행 정보를 표시하는 장치
속도거리연산장치(SDU)	차량에 설치되는 타코미터 및 도플러센서의 정보를 수신받아 열차의 이동 속도 및 이동거리를 연산하는 장치
주행기록장치(JRU)	열차 운행정보 기록하는 장치 (일종의 블랙박스 기능)
발리스 정보변환장치(BTM)	발리스 안테나로부터 전송받은 지상 정보를 변환하여 차상 ATP 장치로 전송
발리스 안테나	지상 발리스와 열차운행에 필요한 데이터 송·수신하는 장치 (BTM과 한 세트)
안전전송모듈(STU)	지상장치와 차상장치간 무선으로 송수신되는 정보의 신뢰성 및 보안도 확보를 위한 장치 (LTE-R로 전송되는 신호정보를 암호·복호화)
타코미터, 도플러센서	차량운행속도, 거리를 계산하는 장치



(나) 인프라 구축내역

- 설치대상 : 철도통합무선망(LTE-R) 센터설비 및 현장설비
- 설치장소 : 호남고속철도 익산~정읍, 노령터널
- 설치내역



구분	설치대상	구성	장소
센터설비	EPC	Core 장비 1식	정읍시험센터
현장설비	DU	DU 1식	정읍시험센터
	RRU	DU 3식 RRU 40기	시험선 시험선

(다) 각 세부과제별 시험계획 및 결과

○ 열차제어시스템 (KTCS-2)

시험항목	시험기준	시험결과
통합시험	유럽 신호시스템(ETCS)의 기술규격(공개규격) - 기능요구사항(FRS)/ 성능요구사항(SRS)	합격
현차시험	유럽 신호시스템(ETCS)의 기술규격(공개규격) - 기능요구사항(FRS) / 성능요구사항(SRS)	성능 및 기능 확인

- ※ 통합시험 : 유럽 'Multitel 社(벨기에)' 시험장비(차상시험장치)를 활용하여 제한적 시행
- ※ 호남고속선 시나리오 : 호남고속 환경 (최고속도 350km/h, 차량 기밀, 절연구간 등)
- ※ 원주~강릉 시나리오 : 원주~강릉 노선 환경 (다종의 차량 속도, 진로제어 등)

○ 철도통합무선망(LTE-R)

시험항목	시험기준	시험결과
지상인프라	철도무선통신망 TTA 표준	합격 (3자 검증 예정)
단말기 (차상/휴대)	철도무선통신망 TTA 표준	합격 (3자 검증 예정)

(4) 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체 기술 개발

(가) 연구개발 핵심 내용

○ 시스템 통합 및 사양 개발

- 열차제어시스템 개발요구사항 조사 및 분석
 - KRTCS-1 및 KTCS-2, 현재 철도노선에 구축된 차상신호(ATP)와의 상호운명을 위한 요구사항 포함
 - 열차제어시스템 자동화수준, 성능 및 기능요구사항 정의
- 열차제어시스템을 구성하는 하부시스템 개발 요구사항 작성 및 검증
 - 하부시스템 개발(상세설계) 과정에서 발생된 보완사항 반영
- 열차제어시스템 개발명세서 작성
 - KRTCS-1 및 KTCS-2, 현재 철도노선에 구축된 차상신호(ATP)와의 상호운영성 확보
 - 열차제어시스템 개념 및 구성 정립
 - 열차제어시스템 성능사양 작성
 - 열차제어시스템 기능사양 작성 및 기능배치(기본설계)

- 열차제어시스템 하부시스템 상세설계에 따른 기능사양 및 기능배치 보완
 - 열차제어시스템 명세서 및 인터페이스 명세서 작성
 - 열차제어시스템 명세서 작성
 - 차상ATP/ATO장치, 지상ATO장치 제작 및 단품시험, 안전성 평가 결과에 따른 최종 명세서 작성
 - 실용화 지원 기술
 - 관련 기술기준 및 규격 제/개정안
 - 열차제어시스템 표준규격(안) 및 기술기준(안) 작성 및 보완
- 열차진로제어기술 개발
- 이동폐색을 지원하는 일반·고속철도 전자연동장치의 요구사항 분석 및 개념설계
 - 전자연동장치 구성
 - 성능명세서 및 기능명세서 작성
 - 전자연동장치와 관제설비 및 지상제어장치와의 인터페이스 명세서 작성
 - 일반·고속철도 전자연동장치 설계
 - 일반·고속철도 전자연동장치 시험계획서 작성
- 레일절손검지장치 개발
- 요구사항 분석 및 개념설계
 - 기능 및 성능사양 정의
 - 기본 및 상세설계
 - 레일절손검지장치와 연동장치간 인터페이스 사양 작성
 - 시제품 제작
 - 실험실에서의 단품 시험
- 무선통신망 안정성 및 가용성 향상기술 개발
- LTE-R 무선접속제어 알고리즘 기술 연구
 - LTE-R 무선접속제어 알고리즘 프로그램 구현 및 시험
 - 열차제어 주파수 자동 천이 알고리즘 기술 연구
 - 열차제어 주파수 자동 천이 알고리즘 프로그램 구현 및 시험
- 차상ATP/ATO장치, 지상ATO장치 사양 개발 및 차상-지상장치 통합
- 차상ATP/ATO장치, 지상ATO장치 개발요구사항 조사 및 분석
 - 1세부과제의 '열차제어시스템 개발요구사항 및 개발명세서'와 연계
 - 성능 및 기능 요구사항 정의

- 개발요구사항 검증
 - KRTCS-1 및 KTCS-2, 현재 철도노선에 구축된 차상신호(ATP)와의 상호운영을 위한 요구사항 포함
 - 차상ATP/ATO장치, 지상ATO장치 개발명세서 작성 및 검증
 - 차상ATP/ATO장치, 지상ATO장치 인터페이스 명세서 작성 및 검증
 - 현재 운용 중인 열차제어시스템(연동장치, ATC 등)과 인터페이스 확보
- 이동폐색용 지상ATP장치 개발
- 요구사항 분석 및 개념·기본·상세설계
 - 이동폐색제어기술 및 안전간격제어기술 기본·상세설계
 - 이동폐색제어기술 및 안전간격제어기술 구현
 - 시제품 제작 및 보완
 - 실험실에서의 단품 시험
 - RAM 및 안전성 인증 활동
- 자동운전(GOA2)을 지원하는 차상ATP/ATO장치 개발
- 요구사항 분석 및 개념·기본·상세설계
 - 열차속도제어기술 및 열차자동운전기술 기본·상세설계
 - 열차속도제어기술 및 열차자동운전기술 구현
 - 시제품 제작 및 보완
 - 실험실에서의 단품 시험
 - RAM 및 안전성 인증 활동
- 종합성능시험 인프라 구축을 위한 기본계획 수립
- 종합성능시험 기본계획 수립
 - 종합성능시험을 위한 요구사항 조사 및 분석
 - 시스템 단계별 기능점검을 위한 시험계획서 작성
 - 종합성능시험 단계, 항목, 방법 및 절차 정의
 - 종합성능시험 인프라 설계
- 실시간 열차운행관제기술 개발
- 이동폐색을 지원하는 일반·고속철도 열차운행 실시간 제어 요구사항 분석 및 개념설계
 - 관제설비(ATS) 구성
 - 성능명세서 및 기능명세서 작성
 - 관제설비와 지상제어장치 및 전자연동장치와의 인터페이스 명세서 작성

- 일반·고속철도 열차운행 실시간 제어관리장치 설계
 - 일반·고속철도 열차운행 실시간 제어관리장치 시험계획서 작성
- 열차무결성 검지장치 개발
- 요구사항 분석 및 개념설계
 - 기능 및 성능사양 정의
 - 열차분리검지정보 전송 : 이벤트 전송
 - 기본 및 상세설계
 - 열차무결성 검지장치와 차상ATP간 인터페이스 사양 작성
 - 시제품 제작
 - 실험실에서의 단품 시험
 - 시험계획서 작성
 - 환경시험, 기능 및 성능시험 등

현재 KRTCS-2 열차제어 개념도



그림 57 KRTCS-2 열차제어 개념도

미래 ETCS L3 열차제어 개념도



그림 58 KRTCS-3 열차제어 개념도

나. 국내 철도신호 표준규격 현황

(1) 국내 철도표준규격 체계 및 현황

- 국내 철도건설관련 최상위 법률은 2019년 개정된 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률(구, 철도건설법)」이며, 하위의 규칙, 규정, 기준으로는 「철도건설규칙», 「철도의 건설기준에 관한 규정», 「철도설계기준」 등이 있으며, 상기 규칙, 규정, 기준은 국내 철도건설사업 시 반드시 따라야 하는 강제성이 있는 규정임
- 「철도건설규칙», 「철도의 건설기준에 관한 규정», 「철도설계기준」 등의 규정에서는 철도신호 주요기능별 적용원칙, 장치유형 등 핵심 기술사항만이 규정화되어 있으며, 하위의 설계지침/편람, 철도표준규격 등에서 세부적 기술사항이 명시되는 구조를 가짐
- 철도설계기준 하위에 있는 철도설계 지침 및 편람, 전문시방서 및 철도표준규격 등은 법률적 강제성이 없는 권고 표준으로 발주기관의 적용 여부에 따라 건설사업별로 적용될 수 있음

대표	철도건설법		구분	철도건설공사 법령 및 기준	
대통령령	철도건설법 시행령		공통	철도건설규칙	
국토교통부령	철도건설법 시행규칙, 철도건설규칙			철도의 건설기준에 관한 규정	
국토교통부고시	설계기준	철도의 건설기준에 관한 규정	설계기준	노반	철도설계기준(노반편)_2015
				궤도	-
				건축	철도설계기준(건축편)_2015
				전철전력	철도설계기준(시스템편)_2015
				통신	
연계교통시설	철도설계기준(연계교통시설편)_2014				
철도시설공단기준	설계기준	철도설계지침 및 편람, 철도표준도, 표준규격, 수량 및 단가산출표준	철도설계지침 및 편람	코드집	KR CODE 2012
				토목/궤도	철도설계지침 및 편람(토목/궤도편)
				건축	철도설계지침 및 편람(건축편)
	전철전력			철도설계지침 및 편람(전철전력편)	
	신호제어			철도설계지침 및 편람(신호제어편)	
	정보통신			철도설계지침 및 편람(정보통신편)	
시공기준	전문시방서(시스템편)	연계교통시설	전문시방서	연계교통시설	철도설계지침 및 편람(연계교통시설편)
				노반	철도건설공사 전문시방서(노반편)_2015
				궤도	철도건설공사 전문시방서(궤도편)_2013
				건축	철도건설공사 전문시방서(건축편)_2007
				전철전력	철도건설공사 전문시방서(전철전력편)_2014
				통신	철도건설공사 전문시방서(통신편)_2010
				신호	철도건설공사 전문시방서(신호편)_2010

그림 59 국내 철도건설관련 규정 및 기준현황

- 국내 철도표준규격은 산업표준화법에 따른 KS(한국산업표준) 표준, 철도안전법에 따른 KRS(한국철도표준규격) 표준, 국가철도공단의 사내표준인 KRSA 표준, 한국철도공사의 사내표준인 KRCS 표준으로 구분

○ KRS(한국철도표준규격) 신호분야 표준현황

규격번호	규격명	고시일	상태
KRS-SG-0001-18R	NS-AM형선로전환기	2018-07-13	개정
KRS-SG-0002-19R	LED형 신호기구	2019-08-02	개정
KRS-SG-0003-19R	직류 자기유지 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0004-19R	유극 선조 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0005-19R	무극 선조 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0006-19R	시소 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0007-18R	K50형 계전기	2018-07-13	개정
KRS-SG-0008-19R	바이어스 궤도 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0009-19R	바이어스 선조 계전기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0010-16R	기 기 랙	2016-12-29	개정
KRS-SG-0011-19R	계전기 유니트	2019-08-02	개정
KRS-SG-0012-17R	철도신호용 계전기 성능시험 방법	2017-12-14	개정
KRS-SG-0013-18R	전기연동장치	2018-07-13	개정
KRS-SG-0014-16R	신호용 전원공급 장치	2019-08-02	확인
KRS-SG-0015-17R	전자연동장치	2017-12-14	개정
KRS-SG-0016-16R	조작 표시반	2019-08-02	확인
KRS-SG-0017-16R	열차번호 인식기	2019-08-02	확인
KRS-SG-0018-18R	신호용접속단자	2018-07-13	개정
KRS-SG-0019-19R	신호 원격제어 장치(ERC-I)	2019-08-02	개정
KRS-SG-0020-19R	LED형 진로표시기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0021-16R	다등형 색등식 신호기구	2016-12-29	개정
KRS-SG-0022-19R	수지형 입환신호기구	2019-08-02	개정
KRS-SG-0023-19R	수지형 신호기구	2019-08-02	개정
KRS-SG-0024-12R	신호기구함 (방열형)	2019-08-02	확인
KRS-SG-0025-18R	신호기구함 및 접속함	2018-11-16	개정
KRS-SG-0026-18R	NS형 선로전환기	2018-07-13	개정
KRS-SG-0027-17R	MJ81형 선로전환기	2017-12-14	개정
KRS-SG-0028-18R	차상선로전환기	2018-07-13	개정
KRS-SG-0029-19R	선로전환기 간류	2019-08-02	개정
KRS-SG-0030-17R	밀 착 검 지 기	2017-12-14	개정
KRS-SG-0031-19R	고전압 임펄스 궤도회로장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0032-17R	절연체 이음매판	2017-12-14	개정
KRS-SG-0033-18R	유절연가청주파수(AF)궤도회로	2018-07-13	개정
KRS-SG-0034-17R	가청주파수(AF)궤도회로제어케이블	2017-10-12	개정
KRS-SG-0035-16R	가청주파수(AF)궤도회로용 케이블 (DC전철용)	2019-11-26	폐지
KRS-SG-0036-19R	궤도회로기능감시장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0037-19R	임피던스 본드(430A용)	2019-08-02	개정

KRS-SG-0038-18R	무절연 가청주파수(AF)궤도회로	2018-11-16	개정
KRS-SG-0039-16R	본드핀 및 점퍼핀	2019-08-02	확인
KRS-SG-0040-16R	건널목 경보장치	2019-08-02	확인
KRS-SG-0041-16R	건널목 전동차단기	2019-08-02	확인
KRS-SG-0042-19R	건널목 제어유니트	2019-08-02	개정
KRS-SG-0043-19R	건널목 지장물 검지장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0044-16R	건널목 경보기용 경보등	2019-08-02	확인
KRS-SG-0045-16R	건널목 경보기(현수형)	2019-08-02	확인
KRS-SG-0046-16R	건널목전동차단기(장대형)	2019-08-02	확인
KRS-SG-0047-19R	건널목 정보분석장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0048-19R	건널목정시간제어기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0049-19R	건널목 출구측 차단간검지기	2019-08-02	개정
KRS-SG-0050-19R	건널목 원격감시장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0051-17R	건널목제어유니트(삽입형식)	2017-12-14	개정
KRS-SG-0052-19R	건널목 경보장치(가교형)	2019-08-02	개정
KRS-SG-0053-16R	건널목 지장물검지 조작스위치	2019-08-02	확인
KRS-SG-0054-14R	단선 자동폐색제어장치	2014-11-28	개정
KRS-SG-0055-14R	복선 자동폐색제어장치	2014-11-28	개정
KRS-SG-0056-19R	전차선절연구간예고지상장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0057-17R	ATC 지상장치 시험기	2017-12-14	개정
KRS-SG-0058-16R	ATS 지상자 시험기	2019-08-02	확인
KRS-SG-0059-17R	ATS 지상장치	2017-12-14	개정
KRS-SG-0060-16R	ABS용 보안기	2019-08-02	폐지
KRS-SG-0061-16R	보안기	2019-08-02	확인
KRS-SG-0062-18R	철도신호시스템 (점대점 정보전송방식)	2018-11-16	개정
KRS-SG-0063-17R	철도신호시스템 (네트워크 정보전송방식)	2017-10-12	개정
KRS-SG-0064-17R	신호본드	2017-10-12	개정
KRS-SG-0065-19R	분기기용 쇄정 장치	2019-08-02	개정
KRS-SG-0066-14	승강장 안전 발판	2014-11-28	제정
KRS-SG-0067-14	지상신호제어설비 시험방법	2014-11-28	제정
KRS-SG-0068-17R	승강장 안전문 설비	2017-12-14	개정
KRS-SG-0069-19R	도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템	2019-08-02	개정

○ KRSA(국가철도공단표준) 신호분야 현황

구분	규격명	제개정/ 확인일
공단표준규격(KRSA)	신호용품 터널경보장치(일반철도용)(KRSA-4016-R1) 개정	2019-09-17
공단표준규격(KRSA)	신호용품 보수자선로횡단장치(KRSA-4015-R1) 개정	2019-09-17
공단표준규격(KRSA)	신호용품 고속철도용무극선조계전기(KRSA-4004-R2) 개정	2019-09-17
공단표준규격(KRSA)	신호용품 단열재삽입구조형접속함(KRSA-4002-R2) 확인	2019-09-17
공단표준규격(KRSA)	신호용품 터널경보장치(KRSA-4014-R1) 개정	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호용품 낙석 및 차량낙하 지장물검지장치(KRSA-4013-R1) 개정	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호용품 지상신호제어기(KRSA-4012-R2) 개정	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호용품 선로전환기 기능감시장치(KRSA-4010-R1) 타당성 확인	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호용품 ATC폐색입출력전원원격복구장치(KRSA-4009-R1) 개정	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호용품 ATC원격속도제어장치(KRSA-4008-R1) 개정	2018-09-04
공단표준규격(KRSA)	신호제어용품 공단표준규격 KRSA-4005-R1(열차제어케이블 ZCO3, F-ZCO3) 개정	2017-12-20
공단표준규격(KRSA)	신호제어용품 공단표준규격 KRSA-4001-R1(ATP지상장치) 개정	2017-12-20
공단표준규격(KRSA)	철도용품 공단표준규격 KRSA-4007-R1(KPM-13형_선로전환기) 개정[1]	2017-06-23
공단표준규격(KRSA)	철도용품 공단표준규격 KRSA-4003-R2(밀착검지기(이중계형)) 개정[1]	2017-06-23
공단표준규격(KRSA)	철도용품 공단표준규격 KRSA-4106-R0(터널경보장치(일반철도용)) 제정	2016-12-28
공단표준규격(KRSA)	신호용품 기상검지장치 공단표준규격(KRSA) 제정(안) 사전공지	2016-11-29
공단표준규격(KRSA)	신호용품 터널경보장치(일반철도용) 공단표준규격(KRSA) 제정(안)	2016-11-16
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4015-R0(보수자선로횡단장치) 공단표준규격 제정	2016-11-02
공단표준규격(KRSA)	신호용품 "보수자 선로횡단장치" 공단표준규격 제정(안) 사전공지	2016-08-31
공단표준규격(KRSA)	KR S-13010(안전설비) 개정, 2016. 5.18)	2016-05-25
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4013-R0(낙석및차량낙하 지장물검지장치) 공단표준규격 제정	2015-11-10
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4014-R0(터널경보장치) 공단표준규격 제정	2015-11-10
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4011-R1(지진감시시스템 공단표준규격) 개정	2015-08-24
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4012-R1[지상신호제어기(Kxi) 공단표준규격] 개정	2015-08-24
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4010-R0(선로전환기 기능감시장치 공단표준규격) 제정	2015-08-24
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4009-R0(ATC폐색입출력전원원격복구장치 공단표준규격) 제정	2015-08-24
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4008-R0(ATC원격속도제어장치 공단표준규격) 제정	2015-08-24
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4005-R0(열차제어케이블 ZPAU, F-ZPAU, ZPFU, F-ZPFU 표준규격서)	2014-12-12
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4005-R0(열차제어케이블 ZCO3, F-ZCO3 표준규격서)	2014-12-12
공단표준규격(KRSA)	KRSA-T-2014-4002-R0(지진감시시스템)	2014-10-29
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4001-R0(ATP지상장치)	2014-10-29
공단표준규격(KRSA)	KRSA-T-2014-4002-R0(지상신호제어기)	2014-06-18
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4072-R0(KPM-13형 선로전환기)	2014-01-14
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4003-R1[밀착검지기(이중계형)]	2014-01-14
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4004-R0(고속철도용무극선조계전기)	2013-12-30
공단표준규격(KRSA)	KRSA-4003-R0(밀착검지기), KRSA-4002-R0(단열재삽입구조형접속함)	2013-12-30

○ KRSC(한국철도공사표준) 전기신호용품분야 규격현황

규격번호	규격명	상태	제개정/ 확인일	유효기간
KRCS C234-04	승강장확인용 무선영상전송시스템	확인	2020.01.06	2023.01.05
KRCS C300-04	VHF 2주파단신 터널무선중계시스템	확인	2020.01.06	2023.01.05
KRCS C251-04	TRS 열차무선 통신장치(KTX-산천	확인	2020.01.06	2023.01.05
KRCS C252-03	FM 재방송장치	확인	2020.01.06	2023.01.05
KRCS C329	통합형 선로전환장치	제정	2019.11.25	2022.11.24
KRCS C328	29kV 친환경 고체절연개폐장치	제정	2019.10.30	2022.10.29
KRCS C235-04	검진차(변전설비 종합검사용진단차)	확인	2019.10.24	2022.10.23
KRCS C309-01	전력보호 감시장치	확인	2019.10.24	2022.10.23
KRCS C310-01	고장점 표정장치 자동절체시스템	확인	2019.10.24	2022.10.23
KRCS C238-04	고화질 IP카메라	확인	2019.10.21	2022.10.20
KRCS C312-01	승무원용 통합무선통신장치	확인	2019.10.21	2022.10.20
KRCS C327	고속철도 통합연동시스템	제정	2019.10.15	2022.10.14
KRCS C313-01	선로변기능모듈 시험기	개정	2019.10.15	2022.10.14
KRCS C320-01	거리검지형 밀착검지기	개정	2019.07.29	2022.07.28
KRCS C231-05	선로전환기 히팅장치	개정	2019.07.29	2022.07.28
KRCS C326	건널목 전자식제어장치	제정	2019.07.29	2022.07.28
KRCS C325	TFM절체기 통합 모니터링 시스템	제정	2019.07.29	2022.07.28
KRCS C324	다초점 차축온도검지장치	제정	2019.07.29	2022.07.28
KRCS C294-02	차축검지장치	확인	2019.07.03	2022.07.02
KRCS C308-01	레이저레이더 건널목 지장물 검지장치	확인	2019.07.03	2022.07.02
KRCS C244-04	ATP 지상장치	확인	2019.07.03	2022.07.02
KRCS C314-01	승강장 동적호차표시기	개정	2019.06.19	2022.06.18
KRCS C281-06	송전철탑 관리시스템	확인	2019.05.20	2022.05.19
KRCS C124-06	케이블 가교비닐절연 비닐시스	확인	2019.05.20	2022.05.19
KRCS C111-06	절연사다리차	확인	2019.05.20	2022.05.19
KRCS C043-06	로우프용 활차	확인	2019.05.20	2022.05.19
KRCS C323	절연코팅결합형 연결간(EPOXY RESIN COATING JOINT)	제정	2019.05.08	2022.05.07
KRCS C241-06	역무자동화설비	개정	2019.04.29	2022.04.28
KRCS C254-03	6/10KV 가교폴리엔틸렌 절연 전력케이블	확인	2019.03.21	2022.03.20
KRCS C303-01	고체절연 개폐장치	확인	2019.03.21	2022.03.20
KRCS C302-01	정류기용 물드변압기	제정	2019.03.21	2022.03.20
KRCS C311-01	고속철도 철도통합무선망(LTE-R) 차상무선통신장치	개정	2019.02.21	2022.02.20
KRCS C322	일반철도차량 철도통합무선망(LTE-R) 차상무선통신장치	제정	2019.02.21	2022.02.20
KRCS C222-05	전기설비기술지원시스템	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C307-01	직류궤도회로 정류기	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C223-05	선로변기능모듈 2중화 감시 및 절체기	확인	2019.02.20	2022.02.19

KRCS C245-04	선로전환기 기능감시장치	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C247-03	ATP리액터 모듈	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C305-01	ATS 지상자 시험기	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C229-04	전자연동장치	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C215-05	단등형 입환신호기	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C232-04	ATC가청주파수(AF)궤도회로장치	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C214-05	다기능 신호부속기	확인	2019.02.20	2022.02.19
KRCS C273-03	동력차 열차무선통신장치용 전원장치	확인	2019.01.24	2022.01.22
KRCS C249-03	VHF무선 터널중계제어장치	확인	2019.01.23	2022.01.22
KRCS C129-05	전·전자식 교환기	확인	2019.01.23	2022.01.22
KRCS C301-01	선로작업용 VHF무전기	확인	2019.01.23	2022.01.22
KRCS C248-03	열차무선 디지털 통합녹음장치	확인	2019.01.23	2022.01.22
KRCS C275-03	보수장비용 열차무선통신장치	확인	2019.01.23	2022.01.22
KRCS C216-05	제어반,자동(변압기 초음파 진단장치)	확인	2019.01.18	2022.01.18
KRCS C217-05	제어반, 자동[전철전력기기 진단기법(시스템)]	확인	2019.01.18	2022.01.18
KRCS C218-05	제어반, 자동(고장점 위치추적 센서)	확인	2019.01.18	2022.01.17
KRCS C219-05	제어반, 자동(보호계전기 사고데이터 원격취득장치)	확인	2019.01.18	2022.01.17
KRCS C250-04	방수형 휴대무전기	개정	2018.12.07	2021.12.06
KRCS C056-07	신호용 자물쇠	개정	2018.10.30	2021.10.29
KRCS C296-01	SF6 가스분석기	확인	2018.10.24	2021.10.23
KRCS C297-01	변압기 기계적변형 진단장비(SFRA)	확인	2018.10.24	2021.10.23
KRCS C298-01	진공차단기 접촉자 시험장치	확인	2018.10.24	2021.10.23
KRCS C299-01	통합보안장비(UTM)	확인	2018.10.24	2021.10.23
KRCS C295-01	경부 고속선 1단계용 RTU	확인	2018.10.11	2021.10.10
KRCS C321	전차선로 피뢰기용 단로기	제정	2018.09.14	2021.09.13
KRCS C290-01	전기철도 안전 표지류	확인	2018.06.27	2021.06.26
KRCS C289-01	고속철도 균압용 드로퍼클램프	확인	2018.06.27	2021.06.26
KRCS C285-01	선로전환표지	확인	2018.06.25	2021.06.24
KRCS C286-01	보안기	확인	2018.06.25	2021.06.24
KRCS C284-01	케이블 헤드	확인	2018.06.25	2021.06.24
KRCS C292-01	LED신호기구(분리형)	확인	2018.06.25	2021.06.24
KRCS C293-01	특수자립형 신호기	확인	2018.06.25	2021.06.24
KRCS C246-04	역정보전송장치(LDTS)	확인	2018.06.22	2021.06.21
KRCS C283-01	등열식 LED형 신호기구	확인	2018.06.22	2021.06.21
KRCS C282-01	고속철도 LED형 백색등	확인	2018.06.22	2021.06.21
KRCS C318	보수자황단장치	제정	2018.05.04	2021.05.03
KRCS C317	레일온도검지장치	제정	2018.05.04	2021.05.03
KRCS C316	고속철도 기상검지장치	제정	2018.05.04	2021.05.03
KRCS C173-06	조명타워(승·하강식)	개정	2018.05.04	2021.05.03
KRCS C319	터널경보장치	제정	2018.05.04	2021.05.03

KRCS C099-07	변압기물드	개정	2018.04.12	2021.04.11
KRCS C278-03	LED조명등기구	개정	2018.04.12	2021.04.11
KRCS C047-05	전차선만곡기	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C054-05	전차선 가선 측정기	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C243-04	능동형 고조파 저감설비	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C242-03	직류용 에너지저장장치	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C076-05	가동브래킷용 강관	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C098-05	전철용보안기	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C038-05	전차선키	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C277-01	정류기	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C032-05	가동브래킷 조립금구	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C279-01	무정전전원장치(UPS)	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C146-06	제어반(전철원격감시제어장치)	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C157-05	장력조정장치 철추	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C280-01	리액턴스방식 고장점표정장치	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C228-04	전차선로 적외선 진단장치	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C024-05	가공알루미늄선용 압축슬리브	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C012-05	콘크리트 추	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C272-02	리튬인산철 축전지	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C210-05	파워케이블 콘넥터	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C288-01	VLF 전력케이블 진단장비	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C212-05	접촉식기능칩리더기	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C287-01	진상역률 보상장치	확인	2018.03.12	2021.03.11
KRCS C274-02	로컬관제용 열차방호장치	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C271-02	환경감시장치_일반철도	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C276-02	수도권 지하구간 열차무선설비	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C102-05	연선전화기	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C134-05	영상감시장치	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C160-05	케이블-시외(PEF 스타페스)	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C161-05	케이블-시외(PEF 웰만텔)	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C167-05	측정기 전송능률	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C176-05	영상감시장치(종합무인감시장치)	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C203-05	무선전송시스템(KTX영상콘텐츠 전송시스템)	확인	2018.01.30	2021.01.29
KRCS C270-02	전류검지계전기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C269-02	자동폐색제어장치 주파수 측정기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C268-02	임펄스 전압 측정기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C267-02	신호부동용 정류기(고주파 모듈형)	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C266-02	다가능 궤도회로 측정기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C265-02	집중형 원격제어장치	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C004-05	신호용 접선자	확인	2017.11.27	2020.11.26

KRCS C007-05	전기쇄정기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C027-05	신호 부동용 정류기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C029-05	궤도송신기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C041-05	신호용 저항기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C042-05	퓨즈(G형)	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C057-05	TS형 전기전철기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C073-05	궤조절연수지	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C079-05	건널목 고장감시장치	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C151-05	전자식 열쇠시스템	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C198-05	ATC/ATS 겸용 차상장치	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C199-05	고속선 ATC 시험장치	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C225-04	고속철도 궤도회로 성능감시장치(선로변)	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C226-04	보수차량용 고주파송출장치	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C227-04	고속철도 ATC 차상신호분석기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C260-02	LED형 신호기 식별표지	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C256-02	고속분기부 절연일체형 간류	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C239-03	차축온도검지장치(HBD)	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C255-02	출발반응표시등	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C259-02	고속철도용 ATC지상장치 측정기	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C240-03	역정보전송장치(FEPOL)	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C258-02	밀착검지기 이중계 시스템	확인	2017.11.27	2020.11.26
KRCS C264-02	종합방송설비	확인	2017.11.23	2020.11.22
KRCS C315	SEI 보드 시험기	제정	2017.09.06	2020.09.05
KRCS C135-05	접속장비	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C147-05	제어반(전력원격감시제어장치)	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C148-05	배전반(조명설비중앙감시장치)	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C261-02	CAKO250 가동브라켓	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C262-02	DST구간 터널브래킷	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C071-05	전철용 볼트	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C224-04	고드름 자동 제거장치	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C263-02	장간애자 T-MS	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C086-05	자동기중개폐기	확인	2017.08.28	2020.08.27
KRCS C175-06	배전반(디지털형)	개정	2017.04.10	2020.04.09
KRCS C253-02	선로전환기 전환력 측정기	확인	2017.03.28	2020.03.27
KRCS C220-04	과속방지장치	확인	2017.03.28	2020.03.27
KRCS C257-02	제어반(디지털통신장치-VME-CU)	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C125-05	케이블 가교폴리에틸렌 절연전력(CV)	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C192-05	제어반자동(변전설비 원격진단장치)	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C202-05	스테인리스 가로등주	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C011-05	특별고압변압기	확인	2017.03.24	2020.03.23

KRCS C221-04	부하개폐기	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C237-03	직류전철변전소 변전설비	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C230-04	터널브래킷(테프론제)	확인	2017.03.24	2020.03.23
KRCS C291-01	신호용 계전기 시험기	개정	2017.03.15	2020.03.14
KRCS C306-01	고속철도 안전스위치	개정	2017.03.15	2020.03.14
KRCS C304	무선도청 탐지시스템	폐지	2016.04.05	2019.04.04
KRCS C021-03	단락용 동선	확인	2014.01.20	2017.01.19
KRCS C093-04	누설동축 케이블(LCX)	폐지	2013.02.16	2016.02.15
KRCS C026-03	전선관	폐지	2011.02.16	2013.02.15
KRCS C236-01	변류기 2차 개방감시장치	폐지	2010.12.01	2010.12.31
KRCS C233-01	와이어턴버클(WIRE TURN BUCKLE)	폐지	2010.05.19	2013.05.18
KRCS C112-02	정류기 부동용	폐지	2009.02.25	2012.02.24
KRCS C131-02	회선시험반	폐지	2009.02.25	2012.02.24
KRCS C017-02	캡타이어 케이블(5P)	폐지	2009.02.25	2012.02.24
KRCS C016-02	캡타이어 케이블(2P)	폐지	2009.02.25	2012.02.24
KRCS C121-02	신호본드	폐지	2008.09.01	2008.09.01
KRCS C028-02	절연이음매판	폐지	2008.09.01	2008.09.01
KRCS C207-02	열차접근경보기	폐지	2008.04.17	2011.04.16
KRCS C213-01	무절연가청주파수(AF)궤도회로장치	폐지	2006.07.25	2009.07.24
KRCS C211-01	전차선로 해빙시스템	폐지	2006.04.06	2009.04.05
KRCS C090-01	자동발차 안내장치	폐지	2005.05.25	2008.05.24
KRCS C103-01	전철용강관전주	폐지	2005.05.18	2008.05.17
KRCS C068-01	철도용 완철	폐지	2005.05.18	2008.05.17
KRCS C020-01	철도건널목 차단기	폐지	2001.09.12	2004.09.11
KRCS C096-01	터널브래킷	폐지	2000.04.12	2003.04.11

- 고속(일반)철도용 한국형 철도신호시스템(KTCS-2)의 국가연구개발사업이 최근(2018.06)에 완료됨에 따라 KTCS-2 시스템 및 하부 구성용품에 대한 KRS 표준규격 및 공단/공사 내 표준규격이 마련되지 못한 상태이며, 관련 시험규격 또한 마련되지 못함
- 최근 국가철도공단에서는 "한국형 초고속 신호시스템 구축 기반마련을 위한 기술용역 (2020.04~2021.12)"을 통해 KTCS-2에 대한 KRS 표준규격(안) 마련 및 KRS 제정 추진을 위한 가이드를 작성 중에 있으며, 2021년 내로 KTCS-2에 KRS 표준규격이 제시될 것으로 예상

(2) 한국철도표준규격 제정 방안

○ 근거 규정

- 법적 근거 : 철도안전법 제34조(표준화)
 - 국토교통부장관은 철도의 안전과 호환성의 확보 등을 위하여 철도차량 및 철도용품의 표준규격을 정하여 철도운영자 등 또는 철도차량을 제작·조립 또는 수입하려는 자 등에게 권고할 수 있다. 다만, 「산업표준화법」에 따른 한국산업표준이 제정되어 있는 사항에 대하여는 그 표준에 따른다.
- 관계법령
 - 철도안전법 제34조(표준화)
 - 철도안전법 시행규칙 제74조(철도표준규격의 제정 등)
 - 철도표준규격관리 시행지침

○ 대상 기준

- 철도의 안전운행 및 호환성 확보를 목적으로 철도산업에서 사용하는 철도차량 및 철도용품으로서, 철도현장에서 실제 적용을 완료하여 안전 및 호환성에 문제가 없음이 입증된 용품을 대상으로 철도표준규격을 정함

○ 규격 구성

- 적용범위, 인용규격, 제품분류, 용어정의 등
- 요구특성
 - 제품의 기능 및 성능과 관련된 항목 및 특성치
 - 제품의 안전과 관련하여 요구되는 항목 및 특성치
 - 안전 및 성능에 영향을 줄 수 있거나 타 철도기기(궤도, 철도차량 포함)와의 인터페이스에 영향을 줄 수 있는 치수 및 형상 등의 사항
- 재료, 구조 및 가공방법 (단, 특허분쟁의 소지가 있는 사항은 제외함)
- 검사 또는 시험 항목과 방법
- 기타 필요에 의해 정하는 사항 또는 부속설명서
 - ※ 성능과 안전에 영향을 주지 않는 제작사양(제작도면 포함) 및 포장, 표식에 대해서는 해당 수요처에 별도 정하여 관리함

○ 규격 분류

대분류	중분류	분류기호	종수	합계
철도시설용품	가. 토목용품 (Civil)	CV	0	168
	나. 궤도용품 (Track)	TR	14	
	다. 건축용품 (Architecture)	AC	1	
	라. 전철전력용품 (Power)	PW	73	
	마. 신호용품 (Signal)	SG	69	
	바. 통신용품 (Communication)	CM	26	
철도차량용품	가. 차체설비용품 (Car Body)	CB	8	93
	나. 주행장치용품 (Running)	RN	26	
	다. 제동장치용품 (Braking)	BR	25	
	라. 추진장치용품 (Propulsion)	PR	14	
	마. 보조전원장치용품 (Auxiliary Power)	AP	9	
	바. 차상신호장치용품 (Cab Signal)	CS	3	
	사. 운전자보안장치용품 (Operator Security)	OS	1	
	아. 종합제어장치용품 (Composite Control)	CC	1	
	자. 연결장치용품 (Coupling)	CP	4	
	차. 그 밖의 장치용품 (Equipment)	EQ	2	
합계				276

그림 60 KRS 표준규격 분류 체계

○ 규격 관리

- 철도표준규격의 제정 등(철도안전법 시행규칙 제74조)
 - 철도표준규격을 제정·개정 하거나 폐지하려는 경우 기술위원회의 심의를 거침.
 - 고시한 날부터 3년마다 제정 규격에 대한 타당성을 확인함.
 - ※ 예외사항 (3년 이내)
 - 철도기술의 향상 등으로 개정 또는 폐지가 필요한 경우
 - 사용 중인 철도표준규격의 적용에 문제점이 발생한 경우
 - 그 밖에 철도 안전 및 호환성 확보를 위하여 즉시 확인이 필요한 경우
 - 철도표준규격을 한국산업규격으로 대체하여 적용에 문제가 없다고 인정되는 경우, 해당 철도표준규격은 폐지함.
 - 철도표준규격을 제정한 경우에는 해당 철도표준규격의 명칭·번호 및 제정 연월일 등을 관보에 고시함. 고시한 철도표준규격을 개정하거나 폐지한 경우에도 또한 같음.
- 철도표준규격관리 권한의 위탁(철도안전법 시행령 제63조)
 - 국토교통부장관은 법 제77조제2항에 따라서 법 제34조제1항에 따른 철도차량·철도용품 표준규격의 제정·개정 등에 관한 업무 중 다음 각 목의 업무를 한국철도기술연구원에 위탁함.
 - 가. 표준규격의 제정·개정·폐지에 관한 신청의 접수

- 나. 표준규격의 제정·개정·폐지 및 확인 대상의 검토
- 다. 표준규격의 제정·개정·폐지 및 확인에 대한 처리결과 통보
- 라. 표준규격서의 작성
- 마. 표준규격서의 기록 및 보관

- 철도표준규격의 보급(철도표준규격관리 시행지침 제14조)
 - 철도분야의 이해관계자에게 철도표준규격을 공급하고 널리 알리고자 노력함.
 - 홈페이지에 등재하여 열람이 가능하도록 하고, 인쇄 보급하도록 지원함
- 국제규격 부합화(철도표준규격관리 시행지침 제17조)
 - 무역 확대 및 국가 간 연계가 필요한 부문에 관한 철도표준규격은 관련 국제규격과의 적합성 등을 검토하여 국제규격에 부합화하고, 당해 철도규격을 영문화하여 국내 및 해외의 각 기관에 배포하는 노력을 하여야 함.

○ 규격 제/개정 절차

- 철도표준규격의 제/개정 절차는 1. 신청, 2. 검토 및 분석, 3. 전문위원회 또는 기술위원회 심의, 4. 확정고시 의 순서로 진행



그림 61 한국철도표준규격 제정 절차

다. KTCS-2 시범사업 현황 분석

(1) KTCS-2 시험사업 개요

- KTCS-2 시범사업은 전라선 일반철도 180.4km 구간(익산역~여수엑스포역간)을 대상으로 진행(사업기간 : 2018.10 ~ 2021.12)중에 있음

○ KTCS-2 시범사업에서의 지상신호설비 제작/설치는 국가철도공단 주관으로 총 180.4km 구간을 총 3개의 공구로 구분하여 개량사업이 추진 중에 있으며, 3개 공구 에 대한 제작사가 선정됨(2020년 7월 기준)

○ KTCS-2 시범사업에서의 차상신호설비 제작/설치는 한국철도공사 주관으로 진행 중에 있으며, 적용대상 차량은 KTX-1 차량 2편성으로 결정되었으며, 현재 사전규격공개 단계임(2020년 7월 기준)

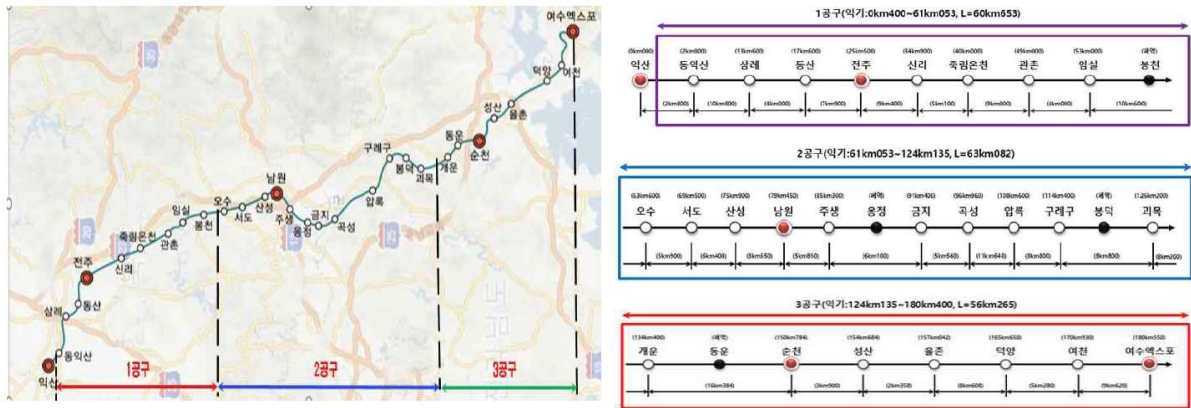


그림 62 KTCS-2 시범사업 적용노선 현황

(2) KTCS-2 시험사업 신호시스템 구성(안)

○ KTCS-2 시범사업 신호시스템의 전체 구성도는 그림 64와 같음

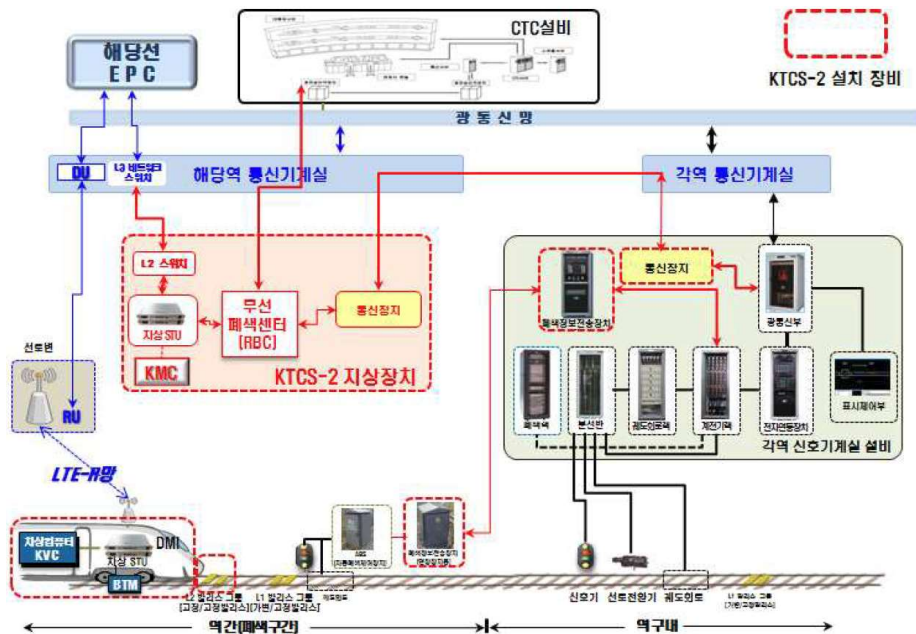


그림 63 KTCS-2 시범사업 시스템 구성도

○ KTCS-2 시범사업 지상신호시스템 구성

- 주요 구성품
 - 무선폐색센터(RBC, Radio Block Centre)
 - 안전전송유닛(STU, Safety Transmission Unit)
 - 암호키관리센터(KMC, Key Management Center) - 1공구에만 구축
 - 폐색정보전송장치(BITU, Block Information Transmission Unit)
 - 발리스(Balise)
 - 기타설비(전자연동장치 등)
 - ※ 폐색정보전송장치(BITU)는 기존 일반철도 지상신호설비인 ABS(자동폐색장치)를 대신하는 장치로 역간 구간에서의 궤도회로 점유정보를 RBC로 전송하는 역할을 담당
- 주요 기능 및 환경 요구사항
 - ERTMS/ETCS Baseline 2(SRS Ver 2.3.0d)의 적용 요구사항
 - IEC 62236(EN 50121, 전자파 적합성), IEC 62497(EN 50124, 절연), IEC 62498(EN 50125, 기기에 대한 환경 조건)
 - KRS-SG-0067-14(지상신호제어설비 시험방법)
 - IEC62278(RAMS), IEC62279(철도제어 및 보호시스템용 소프트웨어), IEC62425(신호 전달을 위한 안전관련 전자시스템), IEC62280(통신시스템에서의 안전관련 통신)

○ KTCS-2 시범사업 차상신호시스템

- 주요 구성품
 - KVC 신호장치(제어기, BTM, JRU)
 - 속도센서
 - 도플러 레이더 센서
 - BTM 안테나
 - DMI, STU
 - 차상신호장치용 LTE-R 모듈
 - 차상신호장치용 LTE-R 안테나
- 주요 기능 및 환경 요구사항
 - ERTMS/ETCS Baseline 2(SRS Ver 2.3.0d)의 적용 요구사항
 - IEC62278 : RAMS
 - IEC62279 : 철도제어 및 보호시스템용 소프트웨어
 - IEC62425 : 신호전달을 위한 안전관련 전자시스템
 - IEC62280 : 통신시스템에서의 안전관련 통신
 - IEC 60571 : 철도차량용 전자기기의 개별 요구사항
 - IEC 62236-3-2 : 철도용 전기자기 적합성

- IEC 60068-2-1 : 환경 시험 - 제2-1부 : 시험 - 시험 A : 내한성 시험
- IEC 60068-2-2 : 환경 시험 - 제2-2부 : 시험 - 시험 B : 내열성 시험
- IEC 60068-2-14 : 환경 시험 - 제2-14부 : 시험 - 시험 N : 온도 변화
- IEC 60068-2-30 : 환경 시험 - 제2-30부 : 시험 - 시험 Db와 지참: 내습 사이클
- IEC 61373 : 철도 차량 부품의 진동/충격 시험 방법
- 이동통신표준화기술협력기구(3GPP)규격, 국제전기전자기술자협회(IEEE)규격, 철도용품
공사규격서(KRCS C311 01)

(3) KTCS-2 시범사업 신호시스템 구성품 중 적합성 평가 대상 분석

- “철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준”에서는 철도차량이 국가철도망 노선간 상호연계 운행 시 안전성 및 호환성 확보를 위한 차상신호장치와 지상신호장치간의 기술요건 목록, 기술요건별 세부내용, 타 분야와의 인터페이스, 구성용품 대상, 구성용품별 기술요건 등을 규정하고 있음
- KTCS-2 시범사업 신호시스템 구성품 중 “철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준”에 따른 적합성 평가 대상은 구성용품 대상으로 한정 필요
 - 상호연계 운행 시 차상신호장치와 지상신호장치간 직접적으로 인터페이스되는 구성용품 대상은 다음과 같음
 - 지상신호장치 : 무선폐색센터(RBC), 발리스
 - 차상신호장치 : 차상컴퓨터장치(KVC), 발리스전송모듈(BTM), 특정전송모듈(STM)
 - ※ 이외의 구성용품은 KTCS-2 지상신호장치와 기존 지상신호장치간 인터페이스되거나, KTCS-2 차상신호장치와 기존 차량내 하부장치간 인터페이스되는 용품임

3. 국외기술개발 동향

가. 열차제어기술개발 동향

(1) ETCS 운영현황

- 해외의 경우 무선통신기술을 열차제어기술에 적용한 새로운 열차제어시스템인 ETCS, CTCS, ATACS(Advanced Train Administrations and Communication System) 등을 개발하여 상용화하고 있으며, 최근 유럽은 철도산업의 경쟁력을 지속적으로 유지하고, 유럽철도 시장규모를 확대하기 위한 Forster Rail, NGTC 및 Shift2Rail 등을 추진하고 있음
 - FOSTER-RAIL 프로젝트는 유럽철도의 연구개발 및 혁신을 위한 로드맵(~2050)을 작성하는 것으로 10개 분야(인프라, 차량, 신호·통신·제어, 안전·보안, 교육 등)로 구성
 - NGTC는 철도신호시장 확대 및 경쟁력 강화를 위해 도시·일반·고속철도에서 사용이 가능한 무선방식의 신호시스템 연구개발 시행하였음
 - Shift2Rail은 연구개발실행 프로그램으로 신호통신분야는 서비스 향상/비용절감/상호운용성 향상/인증절차 간소화를 목적으로 11개 기술을 선정하여 개발 추진(~'50, 약 2억 유로(약 2,451억원))하고 있음
- 열차제어시스템의 상호운용성을 확보하기 위해서 시스템을 3단계로 구분하고 있음
 - ETCS는 다음 그림과 같이 상위레벨의 차상장치가 설치된 열차는 하위레벨의 신호설비가 구축된 노선을 주행할 수 있도록 하여 상호운용성을 지원하고 있으며, 이에 필요한 ETCS 장치도 일관성을 갖고 있음

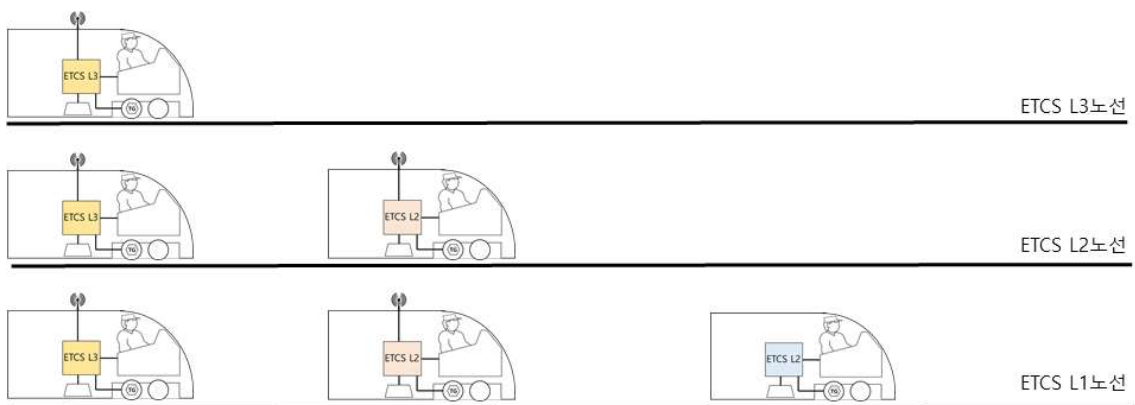


그림 64 ETCS 차상장치와 지상장치간 상호운영 개요

표 13 ETCS Level별 구성 장치

구분	궤도회로 (열차검지)	신호기	LEU	데이터전용장치			RBC (지상제어장치)	열차분리검지 장치
				발리스	인필	무선장치		
ETCS L1	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×
ETCS L2	◎	×	×	◎	×	◎	◎	×
ETCS L3	×	×	×	◎	×	◎	◎	◎

○ ETCS Level 1

- 열차에 대한 정보전송과 위치검지를 위한 Balise (Euro-Balise) 설치
- 열차속도프로파일을 이용하여 열차속도를 연속적으로 감시
- 차상신호(cab signaling : 운전자에 의한 신호현시 확인/준수 필요)
- 궤도회로를 이용하여 열차의 선로점유 및 열차무결성(train integrity) 확인
- 고정폐색을 적용하여 열차간 안전간격 확보
- 인필이나 통신장비를 추가로 설치하여 해당 balise에 열차가 도착하기 전에 신호현시 변화정보를 전송받음(추가사항)

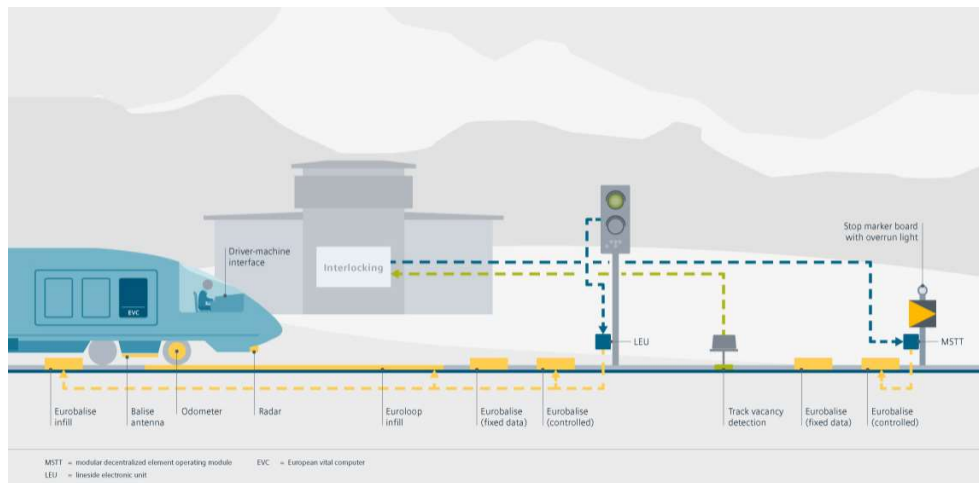


그림 65 ETCS Level 1 (참조 Siemens사의 Trainguard)

○ ETCS Level 2

- 무선통신(GSM-R)을 이용하여 열차와 무선폐색센터(RBC : Radio Block Center)사이
양방향 정보전송
- 열차위치확인(또는 열차위치 보정)목적으로 balise 사용
- 연속적으로 열차의 안전속도(제한속도)를 감시
- 차상신호(cab signaling)
- 궤도회로 또는 차축검지기(axle counter) 등을 이용하여 열차의 선로점유 및 열차 무
결성 확인

- 고정폐색을 적용하여 열차 간 안전간격 확보

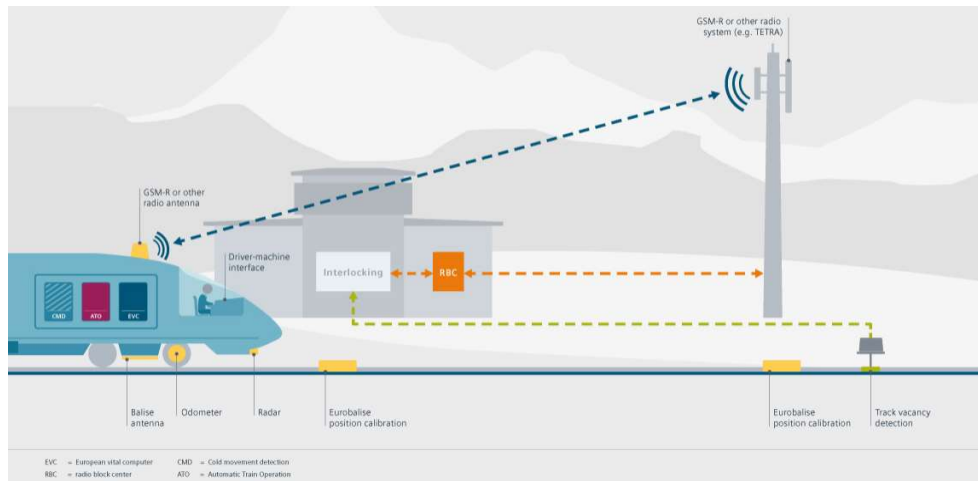


그림 66 ETCS Level 2 (참조 Siemens사의 Trainguard)

○ ETCS Level 3

Level 3은 Level 2에 대해서 다음과 같은 차이점이 있음

- 차상신호장치의 열차위치정보 및 열차무결성을 토대로 선로점유상태 파악(열차는 내장된 열차무결성 감시장치를 이용할 수 있어야 함)
- RBC에서 열차안전간격 보장(고정폐색, 가상폐색, 이동폐색)
- ETCS 차상장치를 장착한 열차만이 Level 3 선로에서 운행될 수 있음

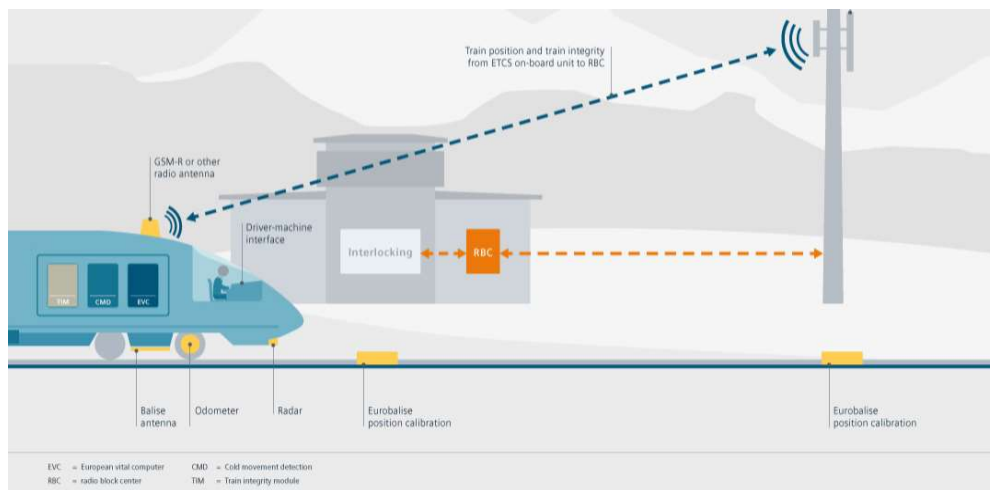


그림 67 ETCS Level 3 (참조 Siemens사의 Trainguard)

○ 1999년에 불가리아의 Sofia~Burgas(42km)구간에 ETCS L1을 공급계약을 체결한 후 ETCS는 유럽을 중심으로 도입되고 있으며, 아시아는 중국이 ETCS 도입을 활발하게 추진하고 있음

- 현재까지 ETCS를 운영 중이거나 계약이 완료된 프로젝트(차상장치 공급계약 제외)는

193건이며, ETCS L2가 시장을 주도하는 것으로 분석됨

	아프리카	미주	아시아	유럽	계
ETCS L1	17	3	22	34	76
ETCS L1/2	6	-	5	25	36
ETCS L2	3	1	24	53	81
ETCS L3	-	-	-	-	-
계	26	4	51	112	193

- 노선길이 : 총 84,394km

	아프리카	미주	아시아	유럽	계
ETCS L1	3,392	468	7,838	20,683	32,381
ETCS L1/2	2,378	-	1,601	5,809	9,788
ETCS L2	1,458	154	23,430	17,183	42,225
ETCS L3	-	-	-	-	-
계	7,228	622	32,869	43,675	84,394

(2) 중국의 CTCS 운영현황 및 기술동향

○ 중국 일반·고속철도용 철도 신호제어시스템 기술 개요

- 중국은 철도운송능력의 부족을 경제발전의 제한요소로 인식하여 국가적 사업으로 고속철도망을 확충
- 중국의 고속철도망은 기존 4종4횡의 고속철도망 구축계획(2008년)에서 최근 8종8횡의 고속철도망 구축계획(NDRC, 2016년) 수립 후 더욱 확장 중이며, 2020년까지 주요 고속철도건설을 완료하고, 2025년까지 고속선 총 연장을 38,000km까지 건설 예정

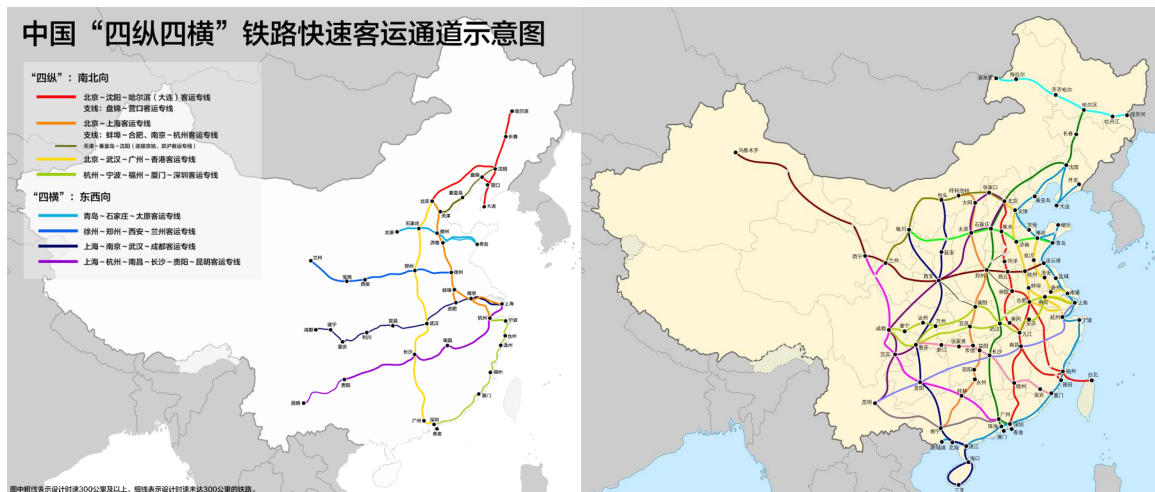


그림 68 중국 고속철도망 확충 계획(4종4횡⇒8종8횡)

○ 중국 CTCS 기술 동향

- CTCS는 기존 철도신호기술과 ETCS 기술을 통합하여 개발한 중국표준형 열차제어시스템으로 적용속도 및 구성장치 수준에 따라 총 4단계의 열차제어시스템으로 구분하며, 상위레벨의 차상장치는 하위레벨의 지상장치와 호환성을 가짐
- 고속철도 노선에서는 운영속도에 따라 CTCS-2와 CTCS-3가 적용되고 있으며, CTCS-2는 200~250km/h 이내의 운영속도 노선에서 적용되며, ATC(TVM)와 발리스를 통합한 방식으로 구성
- CTCS-3는 250km/h 이상의 운영속도 노선에서 적용되며, GSM-R기반의 ETCS Level 2 방식과 CTCS-2가 통합된 방식으로 구성
- CTCS-4는 ETCS Level 3와 유사한 개념으로 정의되며, 현재 개발 중에 있음
- LKJ2000은 중국의 일반철도용 차상신호장치로서 발리스가 추가 구성여부에 따라 CTCS-0 또는 CTCS-1로 구분

- CTCS-0: [Track Circuit](#) + [Cab Signalling](#) + LKJ2000
- CTCS-1: [Track Circuit](#) + [Cab Signalling](#) + LKJ2000 + [Balise](#)
- CTCS-2: [Track Circuit](#) + [Balise](#) + [ATP](#)
 ※ the track circuit is used both for block occupation detection and movement authorization, its architecture is similar to [TVM-300](#)
- CTCS-3D: [Track Circuit](#) + [Balise](#) + [ATP](#)
 ※ CTCS-3D is equivalent to the European [ETCS Level-1](#)
- CTCS-3: [Balise](#) + [GSM-R](#) + [ATP](#), using CTCS-2 as the backup system
 ※ CTCS-3 is equivalent to the European [ETCS Level-2](#) + CTCS-2.
- CTCS-4: [Balise](#) + [GSM-R](#) + [ATP](#), moving block
 ※ Levels 2, 3, and 4 are back-compatible with lower levels.

그림 69 CTCS 단계별 하부 구성설비 유형 및 특징

- CTCS-0
 - CTCS-0은 일반 기관차 신호설비와 열차운행모니터링장치로 구성됨
- CTCS-1
 - 주요 기관차 신호설비와 안전성이 강화된 열차운행모니터링장치(LKJ2000)로 구성됨
 - 160km/h 이하 구간에서는 기관차 신호 본체의 요구사항을 충족시키기 위해 기존 장비를 기반으로 강화된 점제어(point)식 장치를 추가하고 열차 운행의 안전 모니터링 기능을 실현함

- CTCS-2
 - 궤도회로와 점제어(point)식 발리스를 기반으로 이동권한 정보를 전송하고 목표거리-연속속도 모드를 사용하여 열차 운영을 모니터링함
 - 차량과 지상간의 통합 설계를 채택하여 지상에는 신호기 없이 구성되며 차량신호가 운전 시 사용됨
 - 지상 서브시스템은 열차제어센터(TCC), ZPW-2000시리즈 궤도회로 및 발리스 등으로 구성됨
 - 차량 서브시스템은 차량 안전컴퓨터, 궤도회로 정보판독기(TCR), 발리스 전송모듈, 기록 유닛, 휴먼 머신 인터페이스, 속도 측정 모듈, 열차 인터페이스 유닛, 궤도회로 정보 수신 안테나 및 발리스 정보 수신 안테나 등으로 구성됨

- CTCS-3
 - GSM-R 무선통신을 기반으로 차량 및 지상 정보의 양방향 정보전송을 실현하고, 무선폐색센터(RBC)는 이동권한을 생성하고, 궤도회로는 열차점유 확인을 실현하고, 발리스는 열차 위치를 인식시키고, CTCS-2 레벨의 제어기능을 갖추고 있음
 - 지상에는 신호기 없이 구성되며 차량신호가 열차 운전 시 사용됨
 - 지상 서브시스템은 RBC(Radio Block Center), GSM-R 지상장비, 점제어식(point)식 장비 및 궤도회로 등과 같은 장치로 구성
 - 차량 서브시스템은 차량 안전컴퓨터, 무선통신(GSM-R) 열차제어 차량모듈, 발리스 전송모듈, 궤도회로 정보판독기, 속도 측정 모듈, 휴먼 머신 인터페이스 및 기록 유닛 등으로 구성됨

- CTCS-4
 - 무선통신을 기반으로 정보를 전송하는 열차제어시스템으로, 가상폐색 또는 이동폐색을 실현할 수 있음
 - 열차 위치 및 열차 무결성 점검은 RBC 및 차상 검증 시스템에 의해 완료되며, 지상에는 신호기 없이 구성되며 차량신호가 운전 시 사용됨

- CTCS Level 간의 관계 분석
 - 다음과 같이 명확한 Level(등급) 간 관계를 정의하고 있음.
 - 열차제어 차상장치의 모든 제어기능에 대한 요구사항을 충족하여야 함
 - 시스템은 이전 버전과 호환되어야 함(CTCS-2, CTCS-3, CTCS-4 간)
 - 시스템 Level 전환이 자동으로 수행되어야 함
 - 시스템 장애 조건에서 시스템 성능이 저하(degrade) 될 수 있어야 함
 - 시스템 Level 전환은 열차의 정상 운행에 영향을 미치지 않아야 함

- 시스템의 각 Level 상태가 명확하게 표시되어야 함

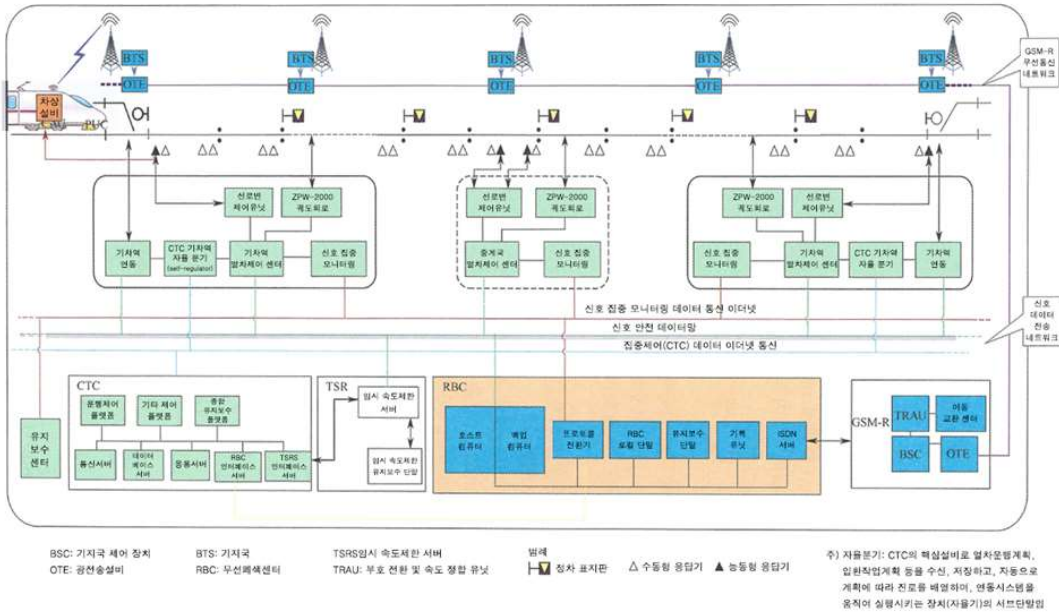


그림 70 CTCS-3 지상설비 구성도

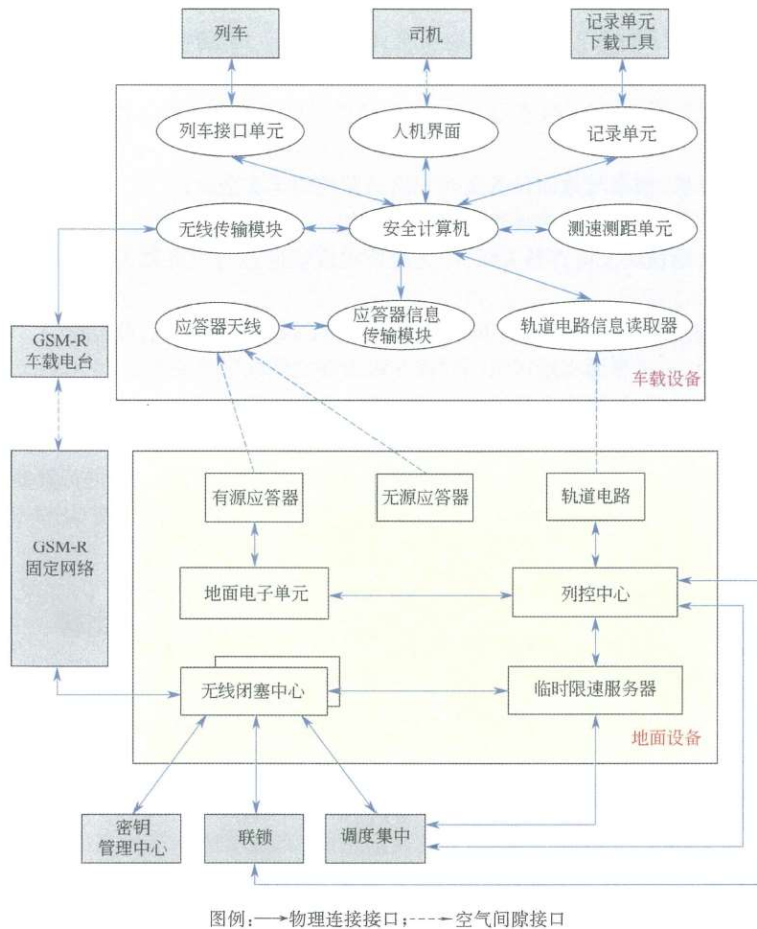


그림 71 CTCS-3 차상-지상장치간 내부 구조 및 인터페이스 관계

- 중국은 지속적으로 CTCS 구축을 위해서 22개 이상의 프로젝트를 추진하고 있으며, 대부분 CTCS-3을 구축하고 있음
- 중국 철도신호시스템 공급사인 CRCS(CRSCD), Hollysys 사를 중심으로 해외 유명 신호 설비제작업체와 공동으로 진행하고 있음

표 14 중국내 CTCS 구축현황

사업명	공급사	CTCS Level	선로길이(km)
Beijing - Shanghai	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	2636
Beijing - Tianjin	Siemens	Level 2	234
Beijing-Shijiazhuang	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	938
Changsha-Huaihua	Bombardier/CRCS	Level 3	600
Chengdu -Chongqing	Bombardier/CRSCD	Level 3	618
Guangzhou - Shengzhen - Hong Kong	Hitachi/Hollysys	Level 3	200
Hangzhou - Changsha	Bombardier/CRCS	Level 3	1866
Hangzhou - Ningbo	Bombardier/CRSCD	Level 3	300
Hangzhou-Nanchang	Bombardier/CRCS	Level 3	1182
Harbin - Dalian	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	1842
Hefei - Bengbu	Bombardier/CRCS	Level 3	264
Huaihua-Kunming	Bombardier/CRSCD	Level 3	1734
Nanjing - Hangzhou	Bombardier/CRCS	Level 3	498
Panjin - Yingkou	Bombardier/CRCS	Level 3	180
Shanghai - Hangzhou	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	404
Shanghai - Nanjing	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	602
Shijiazhuang-Wuhan	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	1520
Tianjin-Qinhuangdao	Bombardier	Level 3	574
Tianjin-Tanggu	Bombardier/CRSCD	Level 3	80
Wuhan - New Guangzhou	Alstom/Bombardier/CRSCD	Level 3	2138
Xi'an-Baoji	Ansaldo STS/Hollysys	Level 3	360
Zhengzhou - Xi'an	Ansaldo STS/Hollysys	Level 3	916

(3) ETCS Level 3 개발 및 운영현황

- (특징) ETCS Level 3는 ETCS Level 2와 달리 열차를 검지하는 궤도회로를 사용하지 않고, 무선통신(GSM-R)을 사용하여 수송용량 향상, 비용절감, 효율성 향상, 신뢰성 향상

등이 기대됨

- (개발현황-시범사업) ETCS Level 3는 현재까지 스웨덴, 카자흐스탄, 잠비아에 구축되어 시범 운영되고 있으나, 열차운행편성이 적은 노선이고, 시범운영을 통해서 많은 개선과 개발이 요구되고 있음
 - 현재까지 스웨덴의 West Dalarna 노선(Malung~Borlange, 143km, 단선), 카자흐스탄의 Uzen-Bolashak노선(146km), Korgas-Zhetygen노선(293km), 잠비아 Chingola-Livingstone line(980km)이 확인되었음
 - 위 사업에서 시스템 공급사는 BT(Bombardier Transport)에서 공급하고 있으나, 이동 폐색제어, 열차분리검지기능 등 주요 기능을 적용하지 않고 있어서 많은 논란이 있기 때문에 저비용 시스템인 ETCS Regional로 부르고 있음
- (개발현황-구축기술개발) 네덜란드의 ProRail사와 영국의 NetworkRail이 ETCS Level 3의 구성품에 대한 시험*을 실시하였으며, ETCS Level 3을 효율적으로 구축하기 위한 MOU(2016) 체결
 - * 네덜란드의 Lelystad(2013), 영국의 국립 ERTMS종합시험시설(2014)

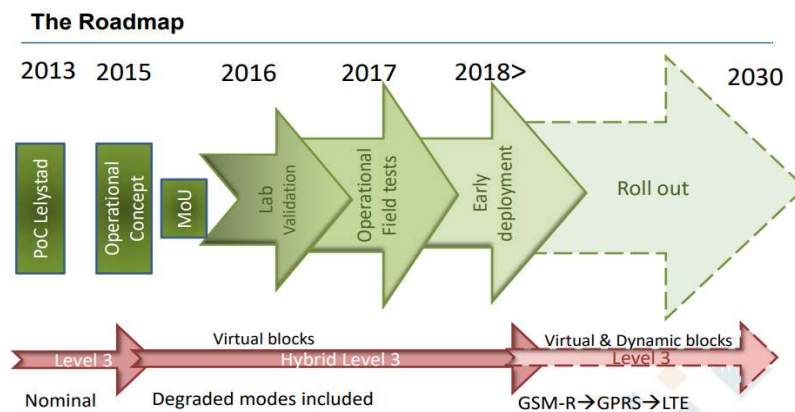


그림 72 Network Rail ETCS Level 3구축 로드맵

- (상용화를 위한 제한사항) ETCS Level 3을 상용화하기 위해서는 열차분리검지기능과 열차위치정보의 신뢰성 검증을 요구하고 있음
- 열차분리검지기능은 운행 중인 열차의 끊어짐을 검지하여 다른 열차가 접근하는 것을 금지하여 열차충돌사고를 방지하는 것으로서 상용화에 반드시 요구되는 기술임
 - 고속여객열차, 일반여객열차, 일반화물열차, 장대화물열차 등에 모두 적용하는데 있어서 신뢰성과 운영가능성 등이 검증된 기술이 없음(열차에 열차무결성 장치 설치)

- 정차 중인 열차의 전원을 차단하거나, 지상에 있는 열차제어장치를 재기동할 경우에도 열차위치를 실시간으로 확인할 수 있는 검증된 운영절차를 확보하여야 함
 - 무선통신망의 장애가 발생할 경우, 열차제어시스템이 열차운행의 안전성을 보장할 수 있어 열차운행지연 등을 초래할 뿐 심각한 철도사고는 발생하지 않음
 - 열차를 조성하기 위해서 입환구역에 있는 열차의 전원을 차단하고 열차를 분리하는 작업을 수행하면 관제실의 열차제어장치가 열차위치를 확인할 수 없고, 입환구역에 접근하는 열차와 충돌하는 사고가 발생할 수 있음

- (ETCS Level 3 적용단계) ETCS Level 3를 적용하는데 필요한 제한사항을 해소할 때까지 ETCS Level 3 적용하는 단계를 4단계로 구분하여 사업전략을 마련함
 - (1단계 : Level 3 Overlay) ETCS가 장착된 열차와 미장착된 열차가 혼용되어 운영되는 경우
 - 기존선을 대상으로 하며, 혼합열차운행을 위해서 열차운전규칙을 새로이 마련되어야 함
 - ETCS 장착된 열차가 열차분리검증기능, 입환구역 등에서의 열차위치검지기능을 요구하지 않음
 - (2단계 : Level 3 Hybrid) 모든 열차가 ETCS를 장착했으며, 선로변에 설치되어 있는 열차검지장치의 열차검지정보를 활용
 - 기존선을 대상으로 하며, 유럽의 시범사업인 ETCS Regional에 적용되고 있는 것으로 예상
 - 영국의 Network Rail과 네덜란드의 ProRail에서 적용할 방식
 - 지상에 설치되어 있는 열차검지장치의 정보를 사용할 수 있어 열차분리검증기능, 입환구역에서의 열차검지기능을 요구하지 않음
 - (3단계 : Level 3 가상폐색) 열차운행시격에 따라 폐색의 길이를 조정할 수 있으며, 모두 열차가 ETCS를 장착했으며, 열차에서 열차분리검지기능을 수행하고, 입환구역 등에서 열차위치를 관리하기 위한 열차운전규칙 마련 필요
 - 현재까지 일반·고속철도용으로 개발된 사례가 없으며, 궤도회로와 같은 열차검지장치를 선로에 설치하지 않음
 - (4단계 : Level 3 이동폐색) 선행열차와 후속열차간 안전간격에 따라 폐색의 위치와 길이가 조정되며, 모두 열차가 ETCS를 장착했으며, 열차에서 열차분리검지기능을 수행하고, 입환구역 등에서 열차위치를 관리하기 위한 열차운전규칙 마련 필요
 - 현재까지 일반·고속철도용으로 개발된 사례가 없으며, 궤도회로와 같은 열차검지장치를 선로에 설치하지 않음

(4) ETCS의 ATO 개발 및 운영현황

- (정의) 자동열차운전(Automatic Train Operation)은 non-safety분야로서 열차에 장착된

ATP의 감시 하에 열차출발, 열차주행(열차속도를 자동제어), 열차정차, 열차출입문개폐 등을 담당함

- 열차에서 ATO기능을 수행하기 위해서는 열차에 ATP장치가 반드시 설치되어야 하고 ATO가 열차이동제어를 수행하여도 최종적으로 열차의 안전은 ATP가 담당

○ (등급) 철도에서 정의하고 있는 자동열차운전레벨(GoA: Grade of Automation)은 4개의 등급이며, 현재 ETCS는 GoA 1을 지원하고 있음

- 무인운전은 GoA3과 GoA4를 지칭하며, 자동운전은 GoA2를 지칭함

자동화 단계 (GoA)	운영종류/명칭	열차 시동	열차 운행 (가속 및 제동)	출입문	비상시 운영
GoA 1 	ATP with driver (NTO)	기관사	기관사	기관사	기관사
GoA 2 	ATP and ATO with driver (STO)	자동	자동	기관사	기관사
GoA 3 	DTO	자동	자동	안전요원	안전요원
GoA 4 	UTO	자동	자동	자동	자동

그림 73 열차의 자동화등급별 시스템이 수행하는 기능

○ (기대효과) 열차의 자동운전은 수송용량, 에너지, 승차감, 유지보수, 정시성 등에 긍정적인 효과를 발휘

- 정규화된 운행패턴을 유지할 수 있어서 정시성을 높일 수 있음
- 열차간 운행시격을 단축할 수 있어서 선로용량을 높일 수 있음
- 에너지 사용량을 최소화할 수 있는 속도패턴을 적용하여 에너지를 절감할 수 있음
- 열차의 가속과 감속패턴을 정규화하여 승객의 승차감을 향상할 수 있음
- 추진장치와 제동장치의 스트레스를 저감하여 유지보수시간을 단축할 수 있음

○ (ETCS의 ATO 요구사항) ETCS제작자 모임인 UNISIG에서 ATP장치 구성과 시스템 개발 규격서(Subset 125)를 제안하고 있으나, 현재까지 공개되지 않고 있음

○ (ETCS의 ATO 지침) ATO를 개발함에 있어서 확정된 요구사항은 다음과 같음

- ATO는 ERTMS의 규격서를 만족하여야 함
- 철도운행을 위해서 ATO를 추가할 수 있으나, ATO가 열차운행을 방해해서는 안 됨
- 열차에 설치되는 ATP장치와 ATO장치는 개발장치이며, 인터페이스규격을 만족해야 함

- ATO장치와 관제설비간 인터페이스는 지속적인 연구개발을 진행해야 함
- (ETCS의 ATO 구축단계) ETCS에 ATO기능을 적용하는 것은 2단계로 구분하여 진행되며, 최종적으로 GoA4를 구현
- (1단계) 2019년까지 GoA 2를 지원하는 ETCS를 개발하고 2022년까지 상용화
 - (2단계) GoA 3/4를 지원하는 자율주행 ATO를 개발하며, Shift2Rail의 개발공정에 맞춤
 - Ten-T프로젝트와 NGTC프로젝트를 통해서 ATO 운전개념, 상호운영요구사항을 정립 (현재 완료)
 - Shift2Rail프로젝트를 통해서 GoA 2 및 GoA 4 시범운영노선을 구축하고 운영

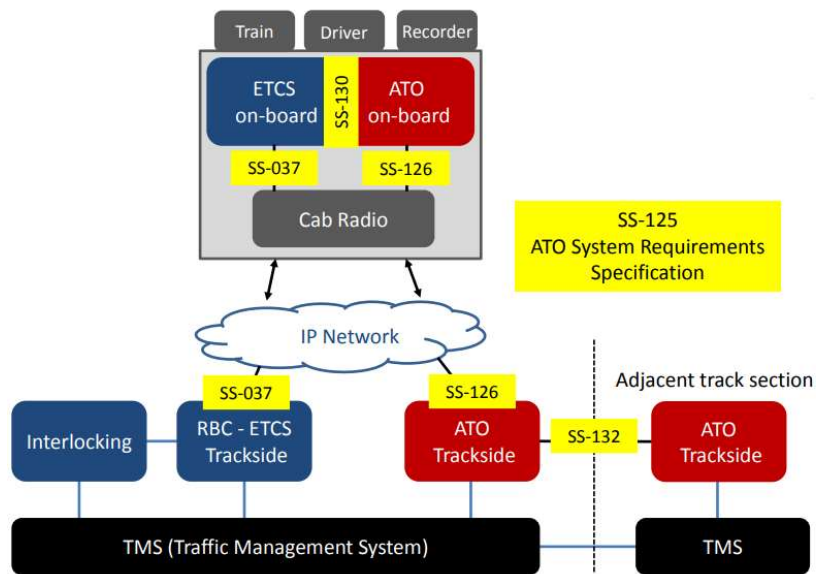


그림 74 ETCS의 ATO 구성도

- (ETCS의 ATO 개발현황) 일부 노선에서 ATO기능을 탑재한 ETCS개발 프로젝트를 추진하고 있으나, 모든 고속철도 및 간선철도에 적용할 수 있는 ATO개념*, 성능, 기능이 확정된 개발규격서가 없는 상황(Shift2Rail을 통해서 완료할 예정)
- * 도시철도는 한정된 노선으로 노선별로 특화된 ATO개발이 필요하지만, 일반고속철도는 모든 노선이 연결되어 있어서 ATO를 개발하기 위해서는 다양한 운영조건이 반영되어야 함
- (런던의 Thamslink) 기존 신호설비를 자동운전을 지원하는 ETCS L2/ATO로 개량하며, 2018년 1월부터 Kentish Town과 Elephant&Castle 구간에서 운행
- 모든 구간의 열차운행편성수를 24train/h로 높이고, 첨두시간대에 30train/h로 높이기 위해서 GoA 2를 지원하는 ATO를 도입
- (런던의 CrossRail) 기존 신호설비를 자동운전을 지원하는 ETCS L2/ATO로 개량하고 있

으며, 운행구간은 Portobello Junction에서 Pudding Mill Lane/Abbey Wood구간

- Thamslink와 같이 열차운행편성수를 24train/h로 높이고, 첨두시간대에 30train/h로 높이기 위해서 GoA 2를 지원하는 ATO를 도입(Whitechapel – Paddington구간)
-

표 15 런던의 Thamslink 및 Crossrail 비교

구 분	Thameslink	Crossrail
Infra Manager	National railway (Network Rail)	Urban railway (TFL)
Open	2018, 4 stations	2018, 6 stations
Line capacity	24 trains/h (New trains)	24 trains/h (New trains)
Automation	ATO	ATO+PSD
Urban main system	ETCS Level 2	CBTC
Urban sub-system	Wayside signal and TPWS/AWS	-
Exclusive system	ETCS and AWS/ TPWS	CBTC

* AWS /TPWS: Automatic Warning System /Train Protection & Warning System

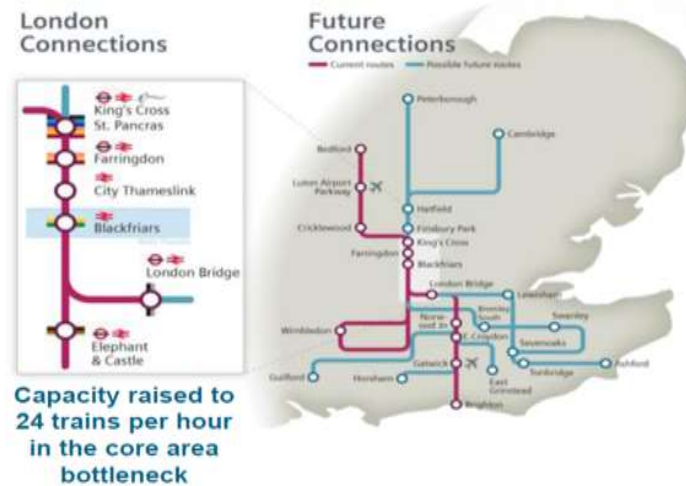


그림 75 런던의 Thamslink 노선도

- (멕시코의 Toluca interurban선) 멕시코의 광역도시철도(58km)이며, 신호설비를 자동운전을 지원하는 ETCS L2/ATO로 구축하였으며, 2018년에 영업운전 계획
- 열차운전시격이 2.5분이고, GoA 2를 지원하는 ATO를 도입하고 있으나, 적용한 ATO 규격은 draft규격서를 적용해서 개발한 것임(Thales사)

나. 해외 철도신호 표준규격 현황

(1) 유럽 철도신호 규격 현황

- 유럽의 경우 유럽연합 회원국 간 철도교통망의 상호운영을 위해 필요한 사항을 상호 운영성 법률(Directive 2016/797)로 규정하고, 상호운영성 법률의 시행을 위해 필요한 기능적, 구조적 세부항목별 기술기준(TSI, 상호운영성 기술기준)을 사양화

유럽철도상호운영기술기준				
신호통신	철도전기	철도차량	시설물	교통약자
지상신호기준(ETCS) 차상신호기준(ETCS) 통신기술기준	전차선 기준	여객열차기술기준 화물열차기술기준	궤도기준 노반기준	역사시설기준 차량편의기준
EU 2016/919 - 범위 - 제외사항 - 특정사례 - 협정사항 - EC인증 - 적합성 평가 - 이행사항 [부록-기술사항] - 기술개요 - 서브시스템 정의 - 상호운영 구성요소 - 적합성 평가원칙 - CCS TSI 이행	EU 1301/2014 - 범위 - 제외사항 - 특정사례 - 협정사항 - EC인증 - 적합성 평가 - 이행사항 [부록-기술사항] - 기술개요 - 서브시스템 정의 - 필수요구사항 - 서브시스템 사양 - 상호운영 구성요소 - 적합성 평가원칙 - 에너지TSI 이행	EU 1302/2014 - 범위 - 제외사항 - 특정사례 - 협정사항 - EC인증 - 적합성 평가 - 이행사항 [부록-기술사항] - 기술개요 - 서브시스템 정의 - 필수요구사항 - 차량 서브시스템 정의 - 상호운영 구성요소 - 적합성 평가원칙 - 차량TSI 이행	EU 1299/2014 -범위 -제외사항 -특정사례 -협정사항 -EC인증 -적합성 평가 -이행사항 [부록-기술사항] - 기술개요 - 서브시스템 정의 - 필수요구사항 - 인프라 서브시스템 정의 - 상호운영 구성요소 - 적합성 평가원칙 - 인프라TSI 이행	EU 1300/2014 -범위 -제외사항 -특정사례 -자산목록 -국가별 실행계획 -최종조항 [부록-기술사항] - 기술개요 - 서브시스템 정의 - 필수요구사항 - 서브시스템 정의 - 상호운영 현장 - 적합성 평가원칙 - TSI 이행

그림 76 주요 상호운영기술기준(TSI)의 유형 및 구조

- 신호시스템에 대한 상호운영성 기술기준은 TSI CCS(Control-Command and Signalling, Regulation (EU) 2016/919)이며, 유럽표준형 열차제어시스템(ETCS)의 Baseline 2를 필수 적용이 필요한 기술사양을 규정화
 - 국내 KTCS-2 및 KTCS-3 국가연구개발사업에서는 Baseline 2를 준용하여 개발
 - 2019년부터 유럽내 신규 발주차량의 경우 차상신호장치는 Baseline 3 준용 필요

표 16 ETCS Baseline 2 및 GSM-R Baseline 1의 필수 기술사양 목록

색인 번호	#1 사양 집합 (ETCS Baseline 2 및 GSM-R Baseline 1)			
	참조	사양 이름	버전	주석
1	ERA/ERTMS/003204	ERTMS/ETCS 기능 요건 사양	5.0	
2	의도적으로 삭제됨			
3	SUBSET-023	용어 및 약어집	2.0.0	
4	SUBSET-026	시스템 요건 사양	2.3.0	
5	SUBSET-027	FFFIS 법률적 레코더-다운로드 도구	2.3.0	주석 1
6	SUBSET-033	인간-기계 인터페이스용 FIS	2.0.0	
7	SUBSET-034	열차 인터페이스용 FIS	2.0.0	
8	SUBSET-035	특정전송모듈 FFFIS	2.1.1	
9	SUBSET-036	유로발리스용 FFFIS	2.4.1	
10	SUBSET-037	유로라디오 FFFIS	2.3.0	
11	SUBSET-038	오프라인 암호키 관리 FIS	2.3.0	
12	SUBSET-039	RBC/RBC 핸드오버 FIS	2.3.0	
13	SUBSET-040	설계 치수 및 엔지니어링 규칙	2.3.0	
14	SUBSET-041	상호운용성 수행 요건	2.1.0	
15	SUBSET-108	TSI 부록 A 문서에 대한 상호운용성 관련 통합	1.2.0	
16	SUBSET-044	유로루프용 FFFIS	2.3.0	
17	의도적으로 삭제됨			
18	SUBSET-046	라디오인필 FFFIS	2.0.0	
19	SUBSET-047	라디오인필용 지상-차상 FIS	2.0.0	
20	SUBSET-048	라디오인필용 차상 FFFIS	2.0.0	
21	SUBSET-049	LEU/연동 장치가 포함된 라디오인필용 FIS	2.0.0	
22	의도적으로 삭제됨			
23	SUBSET-054	ETCS 변수값 지정에 대한 책임 및 규칙	2.1.0	
24	의도적으로 삭제됨			
25	SUBSET-056	STM FFFIS 안전시간 레이어	2.2.0	
26	SUBSET-057	STM FFFIS 안전연결 레이어	2.2.0	
27	SUBSET-091	레벨 1 및 레벨 2 ETCS의 기술적 상호운영성에 대한 안전 요건	2.5.0	
28	의도적으로 삭제됨			
29	SUBSET-102	인터페이스 'K'에 관한 사양	1.0.0	
30	의도적으로 삭제됨			
31	SUBSET-094	차상 참조 시험 시설에 관한 기능 요건	2.0.2	
32	EIRENE FRS	GSM-R 기능 요건 사양	8.0.0	주석 10
33	EIRENE SRS	GSM-R 시스템 요건 사양	16.0.0	주석 10
34	A11T6001	(MORANE) 유로라디오를 위한 무선전송 FFFIS	13.0.0	
35	의도적으로 삭제됨			
36 a~b	의도적으로 삭제됨			

36 c	SUBSET-074-2	FFFIS STM 시험 사례 문서	1.0.0	
37 a	의도적으로 삭제됨			
37 b	SUBSET-076-5-2	특징에 관련된 시험 사례	2.3.3	
37 c	SUBSET-076-6-3	시험 순서	2.3.3	
37 d	SUBSET-076-7	시험 사양의 범위	1.0.2	
37 e	의도적으로 삭제됨			
38	06E068	ETCS 표시판 정의	2.0	
39	SUBSET-092-1	ERTMS 유로라디오 적합성 요건	2.3.0	
40	SUBSET-092-2	ERTMS 유로라디오 시험 사례 안전 레이어	2.3.0	
41~42	의도적으로 삭제됨			
43	SUBSET 085	유로발리스 FFFIS에 관한 시험 사양	2.2.2	
44	의도적으로 삭제됨			
45	SUBSET-101	인터페이스 'K' 사양	1.0.0	
46	SUBSET-100	인터페이스 'G' 사양	1.0.1	
47	의도적으로 삭제됨			
48	유보	GSM-R 이동장치 시험 사양		주석 4
49	SUBSET-059	STM 성능 요건	2.1.1	
50	SUBSET-103	유로루프 시험 사양	1.0.0	
51	유보	DMI의 인체공학적 측면		
52	SUBSET-058	FFFIS STM 애플리케이션 레이어	2.1.1	
53~61	의도적으로 삭제됨			
62	유보	안전 통신 인터페이스에 관한 RBC-RBC 시험 사양		
63	SUBSET-098	RBC-RBC 안전 통신 인터페이스	1.0.0	
64	EN 301 515	GSM 및 철도 GSM 운영 요건	2.3.0	주석 2
65	TS 102 281	철도 GSM 운영에 관한 세부 조건	3.0.0	주석 3
66	TS 103 169	상호운용성에 관한 ASCII 옵션	1.1.1	
67	(MORANE) P 38 T 9001	GSM-R SIM 카드에 관한 FFFIS	5.0	주석 10
68	ETSI TS 102 610	철도 통신, GSM, 철도 GSM 운영을 위한 UUIE 사용	1.3.0	
69	(MORANE) F 10 T 6002	최우선순위 요청 확인을 위한 FFFIS	5.0	
70	(MORANE) F 12 T 6002	최우선순위 요청 확인을 위한 FIS	5.0	
71	(MORANE) E 10 T 6001	기능적 어드레싱을 위한 FFFS	4.1	
72	(MORANE) E 12 T 6001	기능적 어드레싱을 위한 FIS	5.1	
73	(MORANE) F 10 T 6001	위치 기반 어드레싱을 위한 FFFIS	4	
74	(MORANE) F 12 T 6001	위치 기반 어드레싱을 위한 FIS	3	
75	(MORANE) F 10 T 6003	요청 당사자 및 요청 수신 당사자에 대한 기능 번호 제공을 위한 FFFIS	4	
76	(MORANE) F 12 T 6003	요청 당사자 및 요청 수신 당사자에 대한 기능 번호 제공을 위한 FIS	4	

77	ERA/ERTMS/033281	CCS 지상 시스템과 다른 서브시스템 간 인터페이스	3.0	주석 7
78	유보	ETCS DMI 기능에 관한 안전 요건		
79~82	해당 없음	해당 없음		

주석 1: 기록되어야 하는 정보의 기능 설명만이 의무사항이다. 인터페이스의 기술적 특성은 의무사항에 해당하지 않는다.

주석 2: 색인 32와 색인 33에서 'MI'로 참조된 EN 301 515 제2.1항에 나열된 사양의 조항들은 의무사항이다.

주석 3: 색인 32와 색인 33에서 'MI'로 참조된 TS 102 281 표 1과 표 2에 나열된 변경요청(CR)은 의무사항이다.

주석 4: 색인 48은 GSM-R 이동장치에 관한 시험 사례만을 지칭하며 이는 당분간 '유보'로 유지된다. 애플리케이션 가이드는 이 TSI 제6.2.1항에 명시된 절차에 따라 이동장치 및 네트워크의 평가를 위한 조화 가능 사례 목록을 포함할 것이다.

주석 7: 이 문서는 ETCS 및 GSM-R baseline과 상관이 없다.

주석 10: (MI) 요건 만이 TSI CCS에서 의무사항이다.

- 아울러 신호시스템에 대한 상호운용성 기술기준은 TSI CCS(Control-Command and Signalling, Regulation (EU) 2016/919)이며, 하부신호시스템의 안전성 및 신뢰성 확보를 위한 RAMS관련 필수적용 유럽표준규격을 제시

표 17 TSI CCS에서 제시하는 유럽표준(EN) 현황

표준번호	표준 명	버전
EN 50126	철도적용 – RAMS 사양 및 입증	1999
EN 50128	철도적용 – 신호통신연산시스템 – 철도제어 및 방호시스템의 소프트웨어	2001 or 2011
EN 50129	철도적용 – 신호통신연산시스템 – 철도신호의 안전관련 전자시스템	2003
EN 50159	철도적용 – 신호통신연산시스템	2010

(2) 중국 철도신호 규격 현황

- 중국 국가표준규격 체계

❖ 중국 국가표준 체계



- 국가 표준(National Standards)
- 전문(산업) 표준(Professional Standards)
- 지역(지방) 표준(Local Standards)
- 기업 표준(Enterprise Standards)

- 국가 표준(National Standards)

Code	Content
GB	Mandatory National Standards
GB/T	Voluntary National Standards
GB/Z	National Guiding Technical Documents

- 지역(지방) 표준(Local Standards)

Code	Content
DB + *	Mandatory local standards
DB + */T	Voluntary local standards

- 기업 표준(Enterprise Standards)

Code	Content
Q + *	Enterprise standards

- 전문(산업) 표준(Professional Standards)

Code	Content	Code	Content
SB	Processing	UZ	Civil affairs
QB	Ship	WY	Agriculture
QB	Ship	QB	Light industry
CB	Surveying	QC	Automobiles
CJ	Urban construction	QJ	Seals
CI	Press and publication	QX	Meteorology
DA	Alcohol	QB	Commerce
DB	Earthquake	BC	Water product
DL	Power	BH	Petrochemical industry
DZ	Geology/ mineral	BZ	Electronics
EJ	Nuclear industry	SL	Water resource
FZ	Tactics	SN	Commodity inspection
GA	Public security	SY	Petroleum gas
GY	Radio, film, TV	SY10000	Oceanic petroleum gas
HB	Aviation		
HG	Chemical industry	TB	Railways transportation
HJ	Environmental Protection	TD	Land administration
HS	Customs	TY	Spun
HV	Ocean	WB	Books
JB	Machinery	WH	Culture
JC	Building materials	WU	Civil products from same industry
JG	Construction industry	WU	Foreign trade
JR	Finance	WB	Hygiene
JT	Communication	WB	Raw earth
JY	Education	WB	Famous metallurgy
LB	Tourism	YC	Tobacco
LD	Labor and labor safety	YC	Telecommunication
LY	Forestry	Y6	Non-ferrous metallurgy
MH	Civil aviation	YY	Medicine
MT	Coal	YZ	Posts

그림 77 중국 국가표준 체계

- 중국 표준체계에는 국가 표준(National Standards), 전문 표준(Professional Standards), 지역 표준(Local Standards), 기업 표준(Enterprise Standards)으로 구분
 - 표준의 등급은 계층적이며 지역 표준이 기업 표준보다 상위 표준이며, 전문 표준이 지역 표준보다 상위 표준임
 - 중국 국가표준은 "GB 표준"이라고 하며, 중국 전역에서 일관되게 적용되며, 기술 요구사항을 위해 개발되었으며, 현재 다양한 GB 표준이 ISO, IEC 또는 기타 국제표준(international standards)으로부터 채택되고 있음
 - 2006년 기준으로 모든 중국 국가 GB 표준의 거의 절반이 국제표준과 "선진 외국 표준(advanced foreign standards)"을 채택하여 만들어졌으며, 중국은 국제표준 또는 선진 외국 표준의 채택 표준 수를 현저히 늘리는 목표를 표명하였음
 - 중국 국가 표준은 GB(필수 표준) 또는 GB/T(권고 표준)로 구분할 수 있음.
 - 전문 표준은 종종 "산업 표준(Industry Standards)"이라고 하며, 국가표준(National GB Standard)이 존재하지 않을 때, 전문 표준이 개발되고 적용되지만, 중국의 특정 산업 분야에 대한 통일된 기술 요구사항이 필요한 경우 적용되고 있음
 - 전문 표준은 산업 부문별로 코드화되어 있으며, 자발적 표준규격 코드에는 필수 코드 뒤에 "/T"가 추가됨. 예를 들어, 철도교통분야의 전문표준 중 필수 표준의 코드는 TB이며, 자발적 표준의 코드는 TB/T 임
 - 지역 표준은 종종 "지방 표준(Provincial Standards)"이라고 하며, 국가 표준이나 전문 표준을 사용할 수 없을 때 지역 표준이 개발되었지만, 지역 내에서 산업 제품의 안전 및 위생에 대한 통합 요구사항이 필요함
 - 지역 표준은 "DB+*" (필수적) 또는 "DB+*/T" (자발적)로 구분할 수 있음
 - 기업 표준은 국가 표준, 전문 표준 및 지역 표준이 없는 경우, 중국내 개별 회사에서 개발하거나 적용할 수 있음. 하지만 국가 표준, 전문 표준 및 지역 표준을 사용할 수 있는 경우 해당 표준들의 사용 및 채택이 권장되고 있음
 - 기업 표준의 코드 체계는 "Q+*"로 표현되며, *는 기업 표준 코드를 표시함
- 중국 GB 국가표준(철도신호분야) 현황
- 철도신호관련 중국 GB 국가표준 규격은 철도신호 RAMS 관련 국제표준(IEC)규격이 중국어로 번안되어 국제표준 부합화 규격으로 제정, 공표
 - 국내 KS표준규격 대비 철도신호 RAMS 관련 국제표준규격 부합화 수준이 높음(현재 IEC 62425 표준규격은 KS 규격화되지 못한 상태임)

표 18 철도신호관련 중국 GB 국가표준 목록

GB 규격 번호	GB 규격에 대응되는 국제 표준규격	비고
GB/T 21562-2008	Railway applications - Specification and demonstration of Reliability Availability, Maintainability and Safety (RAMS) IEC 62278 : 2002	국제규격채택
GB/T 21562.2-2008	Railway applications—Specification and demonstration of reliability,availability, maintainability and safety(RAMS) — Part 2: Guide to the application for safety	국제규격채택
GB/T 21562.3-2008	Railway applications—Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)—Part 3 : Guide to the application for rolling stock RAM IEC/TR 62278-3 : 2010	국제규격채택
GB/T 24339.1-2009	Railway applications - Communication,signalling and processing systems - Part 1: Safety-related communication in closed transmission systems IEC 62280-1 : 2002	국제규격채택
GB/T 24339.2-2009	Railway application - Communication,signalling and processing systems - Part 2: Safety-related communication in open transmission systems IEC 62280-2 : 2002	국제규격채택
GB/T 28808-2012	Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Software for railway control and protection systems IEC 62279 : 2002	국제규격채택
GB/T 28809-2012	Railway applications - Communication, signaling and processing systems - Safety related electronic systems for signaling IEC 62425 : 2007	국제규격채택
GB/T 32347.3-2015	Railway applications—Environmental conditions for equipment — Part 3: Equipment for signaling and telecommunications IEC 62498-3 : 2010	국제규격채택

○ CTCS관련 전문표준규격(TB) 현황

• CTCS관련 전문표준규격 체계

- CTCS는 ETCS와 유사한 체계로 기술 규격화되어 있으며, CTCS 기능요구사항명세서(FRS)와 CTCS 시스템요구사항명세서(SRS)가 별도로 규정
- CTCS 관련 전문표준규격은 철도분야 필수산업표준(TB)와 권고산업표준(TB/T)로 규격화하여 제한적으로 공개
- 신호분야 TB로는 철도신호설계(TB10007), 고속철도신호품질승인기준(TB10756) 등이 있으며, 고속철도용 신호설계사양은 고속철도설계기준(TB10621)에 포함. CTCS 관련 세부 전문표준규격은 권고규격인 TB/T로 정리되어 있음
- CTCS-3관련 최상위 TB/T는 TB/T 3530-2018로서 CTCS-3급 열차제어시스템의 시스템 요구사항 명세서(SRS)을 정의하고 있으며, CTCS-3급 열차제어시스템의 하부 구성 요소별로 각각의 기술사양과 시험사양이 별도의 TB/T로 규정되어 있음
- CTCS-3관련 전문표준규격 체계는 TSI-CCS를 통해 공개된 ETCS 표준규격 체계보다 더욱 상세한 기술규격 체계를 갖춘 것으로 확인되었음.

표 19 CTCS-3관련 중국 전문표준규격 체계

TB/T 코드	전문표준 규격 명	구 분
TB/T 3530-2018	CTCS-3급 열차제어시스템 요구사항	시스템요구사항 기술기준
TB/T 3483-2017	CTCS-3급 열차제어차상장치 기술사양	기술사양
TB/T 3538-2018	CTCS-3급 열차제어차상장치 테스트사양	시험사양
TB/T 3330-2015	무선폐색센터(RBC) 기술사양	기술사양
TB/T 3535-2018	무선폐색센터(RBC) 테스트사양	시험사양
TB/T 3485-2017	발리스전송시스템 기술사양	기술사양
TB/T 3544-2018	발리스전송시스템 테스트사양	시험사양
TB/T 3484-2017	열차제어시스템 트랜스폰더 적용원리	기술사양
TB/T 3531-2018	임시속도제한서버(TSRs) 기술사양	기술사양
TB/T 3543-2018	임시속도제한서버(TSRs) 테스트 사양	시험사양
TB/T 3370.1-2018	철도디지털이동통신시스템(GSM-R) 차량통신모듈 1부 : 기술 요구사항	기술사양
TB/T 3370.2-2018	철도디지털이동통신시스템(GSM-R) 차량통신모듈 2부 : 테스트 방법	시험사양
TB/T 3382-2016	CTCS-3열차제어시스템과 GSM-R 간 인터페이스 사양	기술사양
TB/T 3510-2018	열차제어센터(TCC) 인터페이스 사양	기술사양
TB/T 3536-2018	열차제어센터(TCC) 테스트 사양	시험사양
TB/T 3206-2017	ZPW-2000 궤도회로 기술사양	기술사양
TB/T 3532-2018	ZPW-2000 궤도회로 장치	기술사양 및 시험사양

• CTCS관련 전문표준규격 분석결과

- CTCS 기술사양은 중국 철도운영현황(철도운영기관 요구사항 반영 등)에 맞게 중국 내 적용을 위해 신규로 개발한 열차제어 기술사양이며, ETCS 열차제어 원리 등이 유사할 뿐 CTCS와 ETCS는 서로 다른 열차제어시스템으로 간주해야 함
- 최근 중국의 철도기술 변화는 타 국가 대비 급변하고 있는 상황으로 중국내 변경된 철도정책에 부합하도록 기술사양 및 시험사양이 지속적으로 제정, 개정되고 있는 상황임
- CTCS에 대한 시험규격은 CTCS 기술사양 분석을 통해 자체 마련한 시험사양으로 ETCS 시험사양과 동일하지 않고, 시험가능한 수준의 테스트케이스를 자체적으로 마련하여 시험사양을 규정
- 현재 CTCS-3급 차상 ATP장치(CVC)는 중국 내 2개사(CRSC(CRSCD), Hollysys 사)를 통해 총 3종의 CTCS-3 차상장치가 공급되고 있으며, 유럽 대비 더욱 강화된 품질 기준을 적용하여 관리되고 있는 것으로 알려짐
- 아울러, CTCS-3급 지상 ATP장치(RBC)도 CRSC(CRSCD), Hollysys 사를 포함한 중국 내 철도신호제작사를 통해 공급되고 있음.

4절 국내외 적합성평가 동향

1. 국내 적합성평가 및 공인기관(체계) 동향 분석

가. 적합성평가 제도

- 적합성 평가(Conformity Assessment)의 정의는 「국가표준기본법」제3조의 19에서 “제품 등이 국가표준, 국제표준 등을 충족하는지를 평가하는 교정, 인증, 시험, 검사 등을 말한다”로 정의하며, 적합성 평가제도는 철도뿐 아니라 산업 전반에 경쟁력을 보유한 유럽과 북미의 선진국이 주도하여 이미 국제적 규범으로 자리 잡고 있음
- 안전과 공공재의 비용절감이라는 명분으로 포장된 비즈니스는 실패하지 않듯이 적합성 평가제도는 전 세계 어디서든 1회 평가결과를 수용하고 재평가를 하지 않는다는 명분(One Test, Accepted Everywhere)에서 출발하여 대부분 국가가 이 체계에 합류*하고 있으나, 적합성 평가를 주도하는 평가기관은 대부분의 선진국 기업이나 단체들이 선점
 - * 시험·검사에 대한 국제협력기구(ILAC)에는 `18년 기준 103개국, 인증에 대한 국제협력기구(IAF)에는 `19년 기준 91개 국가가 가입하여 평가제도에 대한 상호수용 협정체계
- 적합성 평가체계에 대한 국제표준화 및 국제기구 가입을 통해 우리나라도 국제적으로 통용되는 시험·검사·인증 등에 대한 적합성 평가체계를 「국가표준기본법」으로 제정하여 국가인정기구(NAB, National Accreditation Body)인 국가기술표준원(KATS) 중심으로 운영하고 있음




그림 78 대한민국 적합성 평가제도 현황

- 선진국이 추구하는 적합성 평가체계 구축을 통한 시장의 양극화는 적합성 평가제도의 구축과 함께 제도의 기반이 되는 국제표준의 확대가 핵심이며, 선진국은 이러한 국제기구*활동에 많은 자원을 투입
 - * 국제 공신력을 기준으로 ISO, IEC, IEEE가 3대 국제표준화 기구이며, 철도분야는 IEC TC9, ISO TC269를 중심으로 운영됨
- 국제 적합성 평가제도와 정부 단위 협력체계가 구축된 국내의 적합성 평가제도는 KOLAS 시험, KOLAS 검사, KAS 인증, KAB 인증이 있음
 - * 한국교정시험기관인정기구(KOLAS : Korea Laboratory Accreditation Scheme), 한국제품인증기구(KAS : Korea Accreditation System), 한국인정지원센터(KAB : Korea Accreditation Board)
- 철도분야에서는 한국철도기술연구원이 중심이 되어 2000년 기계 및 전기분야에 대한 시험기관의 요건(ISO/IEC 17025)을 인정기구로부터 평가받아 KOLAS 공인시험기관 인정을 취득하였으며, 2016년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 인증기관의 요건(ISO/IEC 17065)을 평가받아 KAS 제품인증기관 인정을 취득하였고, 2017년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 검사기관의 요건(ISO/IEC 17020)을 평가받아 KOLAS 검사기관으로 인정받음


KAS-P-027 (1/2)

KAS 공인 제품인증기관 인정서

기관명 : 한국철도기술연구원
 법인등록번호 : 135221-0000076
 법인주소 : 경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
 사업장 소재지 : 경기도 의왕시 철도박물관로 176 (월암동)
 인정분야 및 범위 : 별첨참조
 인증유형 : 스킵유형 1a
 인정유효기간 : 2016. 08. 11. ~ 2020. 08. 10.
 인증마크 : 

상기 기관을 국가표준기본법 제21조, 제품인증기관 인정 및 사후관리 등에 관한 요령 제21조의 규정 및 KS Q ISO/IEC 17065의 인정요건에 의거하여 KAS 공인 제품인증기관으로 인정합니다.

2020년 1월 2일

한국제품인증기관장 

KAS-P-027 (2/2)

○ 인증분야 및 범위

- 대분류 : 31. 기타 운송장비 제조업
- 인증스킵의 유형 : 스킵유형 1a

중분류	소분류	제품명	제품의 범주	기준문서
312 철도장비 제조업	3120 철도장비 제조업	철도건설법의 철도시설 및 철도안전법의 철도차량	철도차량 완성차 및 시설물의 신뢰성·안전성 (RAMS)	IEC 62278
			철도차량 및 철도시설물의 구성품단위 신뢰성·안전성 (RAMS)	IEC 62278
			철도차량 및 철도시설물의 제어장치(SIL)	IEC 62279
			철도차량 및 철도시설물의 소프트웨어(SIL)	IEC 62425
			철도차량 및 철도시설물의 유무선통신장치(SIL)	IEC 62280

끝.

그림 79 한국철도기술연구원 인증기관(ISO/IEC 17065) 인정서

공인검사기관 인정서

한국철도기술연구원

인정번호 : KI133
 법인등록번호 : 135221-000076
 (또는 고유번호)
 사업장소재지 : 경기도 의왕시 철도박물관로 176(월암동)
 최초인정일자 : 2017년 9월 14일
 인정유효기간 : 2017년 9월 14일 ~ 2021년 9월 13일
 검사기관유형 : A형
 인정분야 및 범위 : 별첨
 발행일 : 2017년 9월 14일

상기 기관을 국가표준기본법 제 23 조 및 KS Q ISO/IEC 17020:2014 의 인정요건에 의거하여 공인 검사기관으로 인정합니다.



제KI133호

01. 산업용설비 및 기계

002. 전기전자제품 검사

검사종류	검사품목	검사방법
설계검사 형식확인시험 최초검사	철도용품 및 시설 시스템	IEC 62278:2002 Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)
		IEC 62279:2015 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
		IEC 62280:2014 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related communication in transmission systems
		IEC 62425:2007 Railway applications - Communication, signalling and processing systems - Safety related electronic systems for signalling

끝.

그림 80 한국철도기술연구원 검사기관(ISO/IEC 17020) 인정서

- KOLAS 공인시험으로 인정받기 위해서는 시험을 수행하는 범위(인정범위)에 대한 전문성과 공정성 관리체계를 인정기구로부터 평가받아야 하며, 시험 수행 범위는 일반적으로 표준코드와 기술기준 등 범위와 내용이 명확한 표준으로 설정
- 시험기관의 전문성은 장비와 인력으로 구분되며, 장비는 시험기관의 소유를 원칙으로 하며 시험에 필요한 장비의 정확도(Accuracy) 및 정밀도(Precision)와 이를 유지하는 교정(Correction)이 핵심사항임. 인력은 시험장비의 운영, 시험결과의 해석 및 정리에 필요한 전문성과 이해관계충돌, 시험자의 리스크 등 공정성(Impartiality) 확보체계의 구축과 운영이 공인시험기관의 요건에 만족함을 입증해야 함
- KOLAS 검사기관과 KAS 인증기관은 시험기관 대비 장비에 대한 입증은 제외되거나 비중이 작지만, 외부 시험결과의 수용, 평가표준에 대한 등록 심사원의 평가결과가 균일하게 도출되도록 관리하기 위한 세부평가기준인 평가스킴을 갖춰야 하며, 검사기관과 인증기관은 시험기관과 동일하게 관련 인력의 전문성과 공정성을 관리하기 위한 조직 체계 및 개인별 자격 확보가 인정기구 인정조건

나. 한국철도의 적합성평가 이력

- 국내 적합성 평가의 변천사를 편의상 다음 그림과 같이 태동기, 도입기, 성장기, 과도기로 구분할 수 있음



그림 81 한국철도 검사인증제도 이력

- 태동기(1899~1962) : 노량진과 인천 제물포 간 최초의 철도부터 철도청이 출범 이전까지로 볼 수 있으며, 이때는 일본 철도제품을 국내에 설치 및 운영하던 단계로 국내철도산업과 별도의 적합성 평가 개념을 찾기 어려운 시기
- 도입기(1963~2003) : 철도청에 의해 철도시설과 차량이 구축되고 운영되던 시기로 대부분 기준이 일본철도의 철도표준을 사용하였으며, 철도청은 물품구매의 편의와 국내 철도산업 발전을 위해 일본산업표준(JIS)을 바탕으로 한국철도표준(KRS)의 기원이 된 물품시방서를 제정하여 운영한 시기
 - 이 시기 물품구매 과정에서 적합성 평가의 개념이 시작되었으며, 대부분 철도청 구매부서에서 사용자가 직접 시험과 검사를 시행하는 제2자 적합성 평가체계를 운영하였다. 이후 1996년 한국철도기술연구원 설립과 함께 한국철도기술연구원의 시험인증부서에서 전문인력과 장비를 활용한 제3자 적합성 평가가 시작
 - 이 기간에 한국철도기술연구원이 사실상 독점적인 적합성 평가를 수행하였으며, 이로 인해 시장은 비용 및 시간에 대한 불만을 독점적 지위에 있는 평가기관의 자질과 독립성에 대한 불만이 표출
 - 이러한 불만을 줄이고자 한국철도기술연구원은 전문성과 공정성 강화를 위해 주요 시험항목과 표준에 대한 공인시험기관(KOLAS) 자격을 2000년에 인정받았으며, 이로 인해 국제적 적합성 평가제도가 한국철도에 도입

- 성장기(2004~2011) : 경부고속철도 개통을 계기로 철도안전의 많은 제도가 과거 일본에서 유럽의 영향을 많이 받게 된 시기로 유럽연합위원회의결(EU Directive)에 영향을 받은 철도안전법이 제정되었으며, 국제적 적합성 평가제도를 활용하고 있는 유럽의 기술기준인증기관(NoBo), 독립안전평가기관(ISA) 등이 국내에 소개
 - 2004년 고속철도의 개통과 더불어 우리기술로 개발된 철도차량의 해외 실용화에 사회적 관심이 집중되었으나, 세계는 이미 유럽 철도선진국 주도로 적합성 평가제도를 활용한 비관세 무역장벽이 구축되어 국내기술의 해외진출이 어려움을 겪게 되었고, 대중교통에 대한 국민의 눈높이가 올라가고 SNS 발달 등 철도사고에 대한 사회적 영향이 증가함에 따라 철도기술은 기능구현 중심에서 품질과 안전 확보 등 국제표준과 적합성 평가에 의한 보증 활동 수요가 증가됨

- 과도기(2012~현재) : 2012년 기준으로 보는 이유는 철도안전법 개정을 통해 형식승인 제도가 철도차량과 용품을 대상으로 시행되었기 때문이며, 형식승인제도 시행을 통해 철도차량과 용품에 대한 기술기준이 고시되었고, 기술기준에 대한 적합성을 철도안전법 시행령에서 권한이 위임한 한국철도기술연구원이 수행함에 따라 국제사회에서 요구하는 제3자에 의한 적합성 평가체계를 구축 및 운영 시작

- 형식승인제도는 2011년 2월 KTX(고속철도) 광명역 탈선사고의 영향을 크게 받았으며, 이때까지 기능구현과 성장 중심의 국내 철도기술이 품질과 안전을 되돌아보는 계기가 되어 정부는 철도안전을 위해 매년 많은 예산을 투입하고 있으나, 발생된 사고의 재발 방지 중심 대책의 한계를 인식하게 되었으며, 운영과 유지보수 중심의 안전관리강화에서 제작과 시스템 도입단계의 안전관리를 강화하는 선제적 사고 예방을 추진하였다. 이러한 안전관리체계 고도화의 일환으로 유럽연합의 적합성 평가제도를 벤치마킹한 형식승인 제도를 도입

- 하지만 위 도입기에서 제3자 평가도입에 대한 시장저항과 같은 불만이 형식승인제도를 대상으로 표출되고 있으며, 최근('19.10) 한국교통연구원의 "사전예방적 철도안전정책 연구"에서 조사된 바와 같이 형식승인제도 시행으로 인한 시간 및 비용증가에 대한 산업계의 불만이 발생

- 최근('19) 시행된 개조승인검사는 신청자가 제조사인 형식승인검사와 달리 운영기관이 신청의 주체가 됨. 운영기관은 영업이익이 주요 성과목표로써 새로운 검사제도 관련 비용 및 시간 발생에 대한 불만도 늘어나고 있다. 하지만 이러한 불만은 제품으로써의 가치가 있는 철도기술의 개발과 철도서비스의 안전확보를 위해 거쳐야 할 과정이며, 선진국 수준의 기술과 운행 안전을 확보하기 위해 제도의 후퇴보다는 발전을 위한

의견수렴과 제도개선이 국토교통부 중심으로 진행되고 있음

다. 적합성 평가와 국제표준

- 1993년 12월 18일 116개국이 단일안에 합의하여 세계무역기구(WTO)가 설립되었으며, WTO/TBT 협정을 통해 표준(Standards), 기술규정(Technical Regulations), 적합성 평가(Conformity Assessment)에 관한 협정이 회원국 간에 체결되었다. 따라서 무역장벽을 낮추어 회원국 간 무역을 활성화한다는 명분으로 "One Standard, One Test, Accepted Everywhere"라는 표어와 함께 선진국 주도로 국제표준화, 국제표준에 따른 평가기관의 자격 체계화, 자격을 취득한 기관의 평가결과를 상호수용하기 위한 체계가 마련
- 이를 위해 현재 대표적 국제표준화 기구인 ISO(International Organization for Standardization)와 IEC(International Electrotechnical Commission)를 주축으로 국제표준들이 제정되고 있음
- 국내 철도분야에 널리 적용되고 있는 표준으로 국가표준인 한국철도표준(KRS)이 있으나, KRS는 철도청의 물품구매사양서를 기반으로 하여 구매자 입장에서 물품의 성능을 확인하기 쉽도록 일반철도의 시설물을 대상으로 한 표준이 대부분임
- 하지만 국제표준은 국가 및 운영기관별 장치의 구성과 기능이 상이하므로 주로 절차에 대한 표준을 대상으로 하며, 구체적으로는 특정장치에 대한 품질이 아닌 철도적용 - 품질안전(RAMS) 사양부터 입증까지의 절차(IEC 62278), 철도적용 - 품질시스템 - 철도분야 사업관리시스템(ISO 22163) 등의 절차에 대한 요구사항을 제시한 절차표준의 비중이 높음
- 표준은 일반적으로 호환성 및 최소요건의 확보를 위해 활용된다. 즉 통신시스템의 프로토콜에 대한 표준(IEEE)을 통해 데이터의 순서 및 내용 등을 약속하여 제조사가 다른 장비 간에도 호환이 되도록 하고 있으며, 철도차량에 운전을 위한 표시장치(DMI, Driver-Machine Interface)에 대한 유럽표준이 대표적 호환성 확보 목적의 표준임
- 마찬가지로 최소요건을 위한 표준에는 온도, 습도, 전자기 등 환경시험의 방법에 대한 표준, RAMS 프로세스에 대한 표준 등이 있으며, 이러한 최소요건 표준은 수명기간 동안 최소한의 정상 동작(신뢰성, 가용성)과 안전의 확보를 위해 적용하고 있음
- 이러한 표준은 앞에서 설명한 ISO 및 IEC를 중심으로 국제표준으로 제정되며, 국제표준의

제정절차는 아래 표와 같으며, 일반적인 국제표준 제안부터 제정까지의 기간은 5년으로 추정(기술표준원 ISO/IEC 구격 절차별 소요시간)


표 20 프로젝트 단계 및 관련문서(한국표준협회 국제표준화 Q&A사례집)

프로젝트 단계	관련문서	
	명칭	약어
예비단계 (Preliminary stage)	예비작업항목 (Preliminary work item)	PWI
제안단계 (Proposal stage)	신규작업항목제안 (New work item proposal)	NP
준비단계 (Preparatory stage)	작업초안 (Working draft)	WD
위원회 단계 (Committee stage)	위원회안 (Committee draft)	CD
질의단계 (Enquiry stage)	질의안 (Enquiry draft)	ISO/DIS IEC/CDV
승인단계 (Approval stage)	최종국제표준안 (Final draft international standard)	FDIS
발행단계 (Publication stage)	국제표준 (International standard)	ISO, IEC 또는 ISO/IEC

라. 국내 적합성 평가체계

- 적합성 평가체계에 대한 국제표준화 및 국제기구 가입을 통해 우리나라도 국제적으로 통용되는 시험·검사·인증 등에 대한 적합성 평가체계를 「국가표준기본법」을 바탕으로 운영하고 있음
- 이러한 국제 적합성 평가체계는 국내의 경우 시험·검사에 대해서는 KOLAS, 제품, 프로세스, 서비스 인증에 대해서는 KAS, 경영시스템 인증에 대해서는 KAB 제도를 표 21과 같이 운영하고 있음
- 우리나라가 가입한 국제시험기관 인정협력체(ILAC, International Laboratory Accreditation Cooperation)은 1977년 시험·교정·검사기관이 발행한 성적서의 국제상호인정(MLA)을 통해 무역기술 장벽해소 및 세계무역 촉진에 이바지하고자 설립되었으며, 95개국 91개 인정기구(‘17.05 기준)가 가입되었으며, 산하의 지역협력체기구는 APLAC(아시아태평양), EA(유럽), IAAC(미주) 등 6개를 갖추고 있다. KOLAS의 ILAC-MRA는 시험분야(‘00.11), 교정분야(‘01.06), 메니컬시험분야(‘16.11)이며, 검사분야는 아직 협정이 체결되지 않은 상태임

표 21 국내인증기구(KOLAS, KAS, KAB) 현황(산업통상자원부)

구분	KOLAS	KAS	KAB
국문명칭	한국인정기구	한국제품인정기구	한국인정지원센터
영문명칭	Korea Laboratory Accreditation Scheme	Korea Accreditation System	Korea Accreditation Board
로고			
설립년도	'92.12.	'01.07.	'95.09.
인정분야	시험·교정·메디컬기관	제품인증기관	경영시스템인증기관
기관수('19.6)	889개	19개	56개
국제기구	ILAC	IAF	IAF
국내운영기관	국가기술표준원	국가기술표준원	민간, 재단법인

- 또한 국제인증기구포럼(IAF, International Accreditation Forum)은 1993년 경영시스템·제품·요원 인증분야 인정기관 다자간 상호인정협정(MLA)체결을 통해 무역 기술장벽 해소 및 세계무역 촉진에 기여하고자 설립되었으며, 91개국 인정기구('19 기준)가 가입되었으며, 국내 IAF-MLA는 한국제품인정기구(KAS)가 '07.01, 한국인정지원센터(KAB)가 QMS(Quality Management System)분야에 대하여 '99.09, EMS(Engineering Management system) 분야에 대해 가입함('04.10.)
- 국내 적합성 평가체계는 전기용품, 조선, 화학플랜트와 같이 국내 산업의 해외진출이 활발한 분야를 중심으로 발전하였으며, 「국가표준기본법」에 따라 한국인정기구로부터 인정을 받고자 하는 기관은 국가기술표준원이 고시하는 기관인정 및 사후관리 등에 관한 요령 등에 따라 신청·평가·인정·사후관리·갱신평가 절차에 따라 운영하고 있음

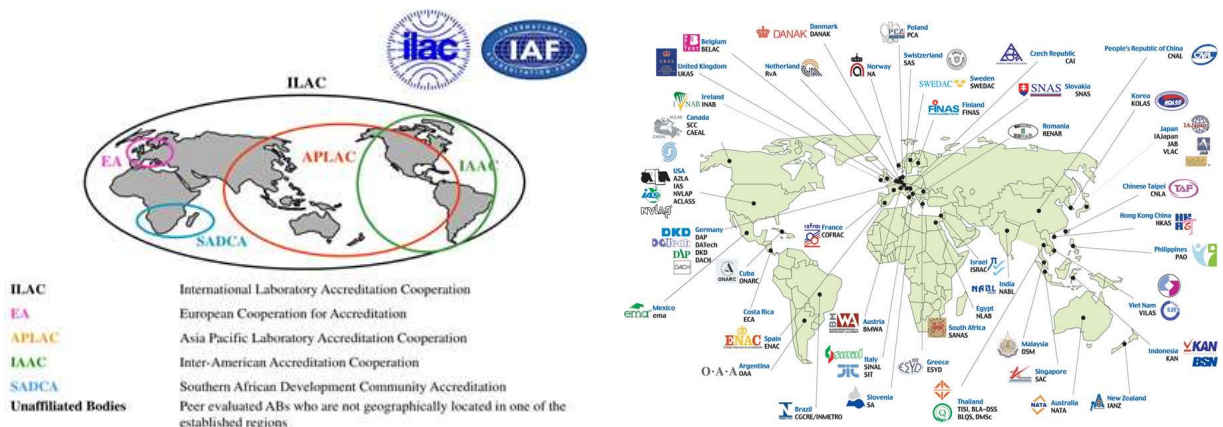


그림 82 적합성 평가제도 국제 네트워크 및 국가별 인정기구 현황

마. 기술기준과 표준

- 표준(Standard)의 법률적 정의는 법률, 기술기준, 국가표준, 사내표준 등 성문적 성격을 갖는 모든 규범을 통칭. 따라서 표준에는 고시된 기술기준은 물론 과거 '규격'이라 호칭하는 코드가 부여된 문서(Protocol), 사내표준 등 모든 사회적 약속이 포함
- 기술기준과 표준은 적합성 평가의 기준이 되므로 철도건설운영기관의 사내표준에서 흔히 보이는 'OO장치는 절대 고장이 발생하면 안 된다.'와 같이 평가할 수 없는 요건과, '케이블의 결선은 미려해야 한다.'와 같이 객관적 평가가 곤란한 요건은 제거 또는 최소한으로 사용되어야 하며, 요건에는 다른 표준의 인용이나 상호 참조가 가능
- 인용은 표준개정 효율성을 높이는 방법으로써, 하나의 표준에 중복된 내용을 표기하여 편리한 입증문서 준비를 선호하는 신청자의 입장에는 배치되지만 시험방법 및 기준이 개정되는 경우 관련 표준이 일괄 개정 효과를 본다는 측면에서는 인용이 효과적
- 예를 들어 철도신호장치에 대한 한국철도표준(KRS SG)들에서 공통요건이 되는 온도, 진동, 충격, 전자기, 방수, 방진, 기능시험의 방법과 기준이 각각의 표준에 구체적으로 기술되었으나, 2014년 지상신호제어설비 시험방법(KRS SG 0067)을 제정하고, 관련 장치의 시험방법에서는 해당 표준을 인용하여 시험방법 또는 적합기준이 되는 수치가 개정되는 경우 관련된 표준이 자동으로 개정되는 효과가 발생
- 표준은 장치표준과 절차표준으로 구분하며, 장치표준은 '자기부상열차용 집전장치(KRS AP 0005)', '화차용 막판식 제동장치(KRS BR 0011)'과 같이 특정 제품에 대한 사양을 표준으로 제정한 것이며, 절차표준은 '철도차량 차륜 시험방법(KRS RN 0007)', '철도 신호용 계전기 성능시험 방법(KRS SG 0012)'과 같이 기능 요건이 다양한 제품에 대한 공통 성능평가 방법을 표준으로 제정
- 국제적으로 장치표준은 대부분 사내표준이며, 국가 또는 지역에서 동일하게 사용하는 제품을 대상으로 일부 장치표준이 활용되므로 대부분의 국제, 지역, 국가표준은 절차표준의 형태를 보임. 국내 철도분야 국가표준인 KRS에는 과거 철도청의 물품구매사양서가 표준화된 사례가 많아 고속·일반·광역철도와 같이 동일한 장치를 사용하는 분야에는 표준이 많으나 지자체 운영이나 민간투자사업에 의한 철도에 대한 장치표준은 국가 표준에서 찾아보기 어렵다.
- 이러한 국내표준 환경의 선진화를 위해 한국철도기술연구원은 국토교통부로부터 "철도 표준의 국제표준 부합화 정비" 용역을 통해 KRS와 철도분야 KS에 대한 정비를 수행하고

있다. 이와 동시에 지자체 또는 민간이 건설·운영하는 철도의 차량과 용품에 대한 최소 품질과 안전기준으로 형식승인 기술기준이 고시되어 형식승인 검사를 통해 적합성 평가가 수행되고 있음

표 22 한국철도의 대표적 표준구조

구분	법령	국제표준	국가표준	단체표준
사례	철도안전법의 기술기준, 철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률의 기술기준	ISO IEC IEEE	국가산업표준(KS) 한국철도표준규격(KRS)	국가철도공단표준규격(KRS A) 한국철도공사규격(KRCS) 정보통신협회표준(TTA)
강제성	○	계약 시 강제여부 설정		
주요내용	공익을 위한 필수요건	공통절차 및 최소기준		물품구매사양

바. 형식승인 검사제도

- 철도안전법에 따른 철도차량과 철도용품에 대한 형식승인 검사제도는 2012년 철도안전법 개정(기술기준 고시)을 통해 도입되었으며, 기술기준의 각종 유예기간을 고려하여 2015년부터 본격적으로 시행
- 형식승인 검사제도는 국제적 적합성 평가제도를 적용하고 있지 않으나, 시험·검사·인증을 구분하여 시행한다는 점에서는 국제적인 흐름에 부합하는 제도

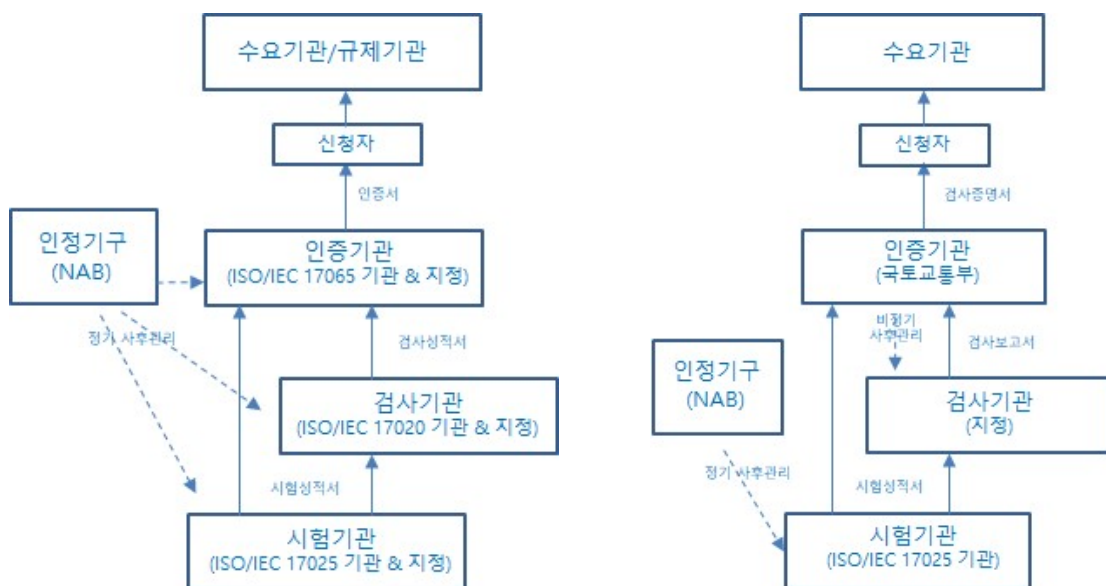


그림 83 국제적 적합성 평가제도(좌)와 형식승인 검사제도(우)

- 형식승인 검사증명서를 획득하기 위해서는 철도안전법 시행규칙에 따라 검사기관으로 지정된 한국철도기술연구원으로부터 검사를 받아야 하며, 국제적 적합성 평가제도의 관점에서 공인검사를 한국철도기술연구원이 수행하고, 인증을 국토교통부가 수행하는 구조
- 한국철도기술연구원은 기술기준에 언급된 각종 측정요건(물리적 크기, 에너지양, 전기·역학적 성능)에 대한 시험성적서 평가를 검사범위에 포함하고 있으며, 해당 측정요건에 대한 국내외 공인시험기관이 있는 경우 국내외 공인시험기관의 성적서의 대상과 범위를 검토하여 검사를 면제하고 있으며, 공인시험기관이 없는 경우 입회를 통해 시험의 유효성 확보를 검사범위에 포함하여 진행
- 상적으로는 모든 측정요건에 대한 공인시험기관이 존재해야 하지만, 과거 공인시험기관이 발행한 비공인성적서*의 유통을 관행적으로 묵인함에 따라 공인기관들이 인정범위 확대에 소극적인 시장 분위기가 조성되었으며, 이러한 관행으로 형식승인 검사기관의 초기 공인성적서 요구에 대한 시장의 불만이 발생
 - * 공인기관의 인정범위에 포함되지 않은 시험으로 법률적으로는 비공인성적서 임. 공인기관에 대한 인정기구의 사후관리에 포함되지 않는 성적서로써 이러한 성적서들에서 올바르지 않은 시험방법 적용, 잘못된 시험환경에서 시험, 기준의 일부 적용, 부적합 요건을 제외하고 시험결과 표기 등 다수의 부정성적서 발행
- 현재 형식승인 제도는 철도차량에 대한 기술기준은 고속·일반철도 차량에 대해 7건, 도시철도 차량에 대해 7건으로 차종별 기술기준이 고시되었으며, 철도용품에 대해서는 16종에 대한 기술기준이 고시되었으며, 고시된 대상만 형식승인 및 개조승인 대상임
- 이러한 철도차량 및 철도용품에 대한 형식승인 검사는 기술기준에 대한 적합 여부가 핵심이며, 검사 후 국토교통부의 증명서 획득을 위해서는 해당 기술기준의 만족을 입증하기 위한 자료의 준비가 중요
- 국제적 적합성 평가제도의 관점에서 형식승인 검사제도는 시험에 대해서는 이미 인정기구로부터 인정받은 공인시험기관의 성적서가 정착되었으나, 검사기관은 인정기구의 공인검사기관 인정과 별도로 법률에 따라 한국철도기술연구원을 지정하여 운영하며, 인증은 정부가 직접 수행하는 구조임
- 이러한 구조는 선진국(EU) 사례와 검사제도의 국제화를 위해 향후 검사기관 및 인증기관도 현재 시험기관 운영과 같이 형식승인 기술기준에 대한 공인검사기관 및 인증기관으로

인정받은 기관 중 정부가 지정한 복수의 기관에서 수행할 것으로 전망됨

- 또한 형식승인 검사제도는 철도차량 및 철도용품 기술기준과 별도로 품질관리시스템에 대한 기술기준인 제작자 승인기술기준이 고시되었다. 제작자승인기술기준은 철도차량 및 철도용품을 제작하는 신청자의 품질관리시스템의 체계의 건전성과 체계의 준수 여부를 제작, 검사하는 과정으로써 형식승인 검사증명서의 취득을 위해서는 검사를 받아야 함



그림 84 형식승인검사 흐름도

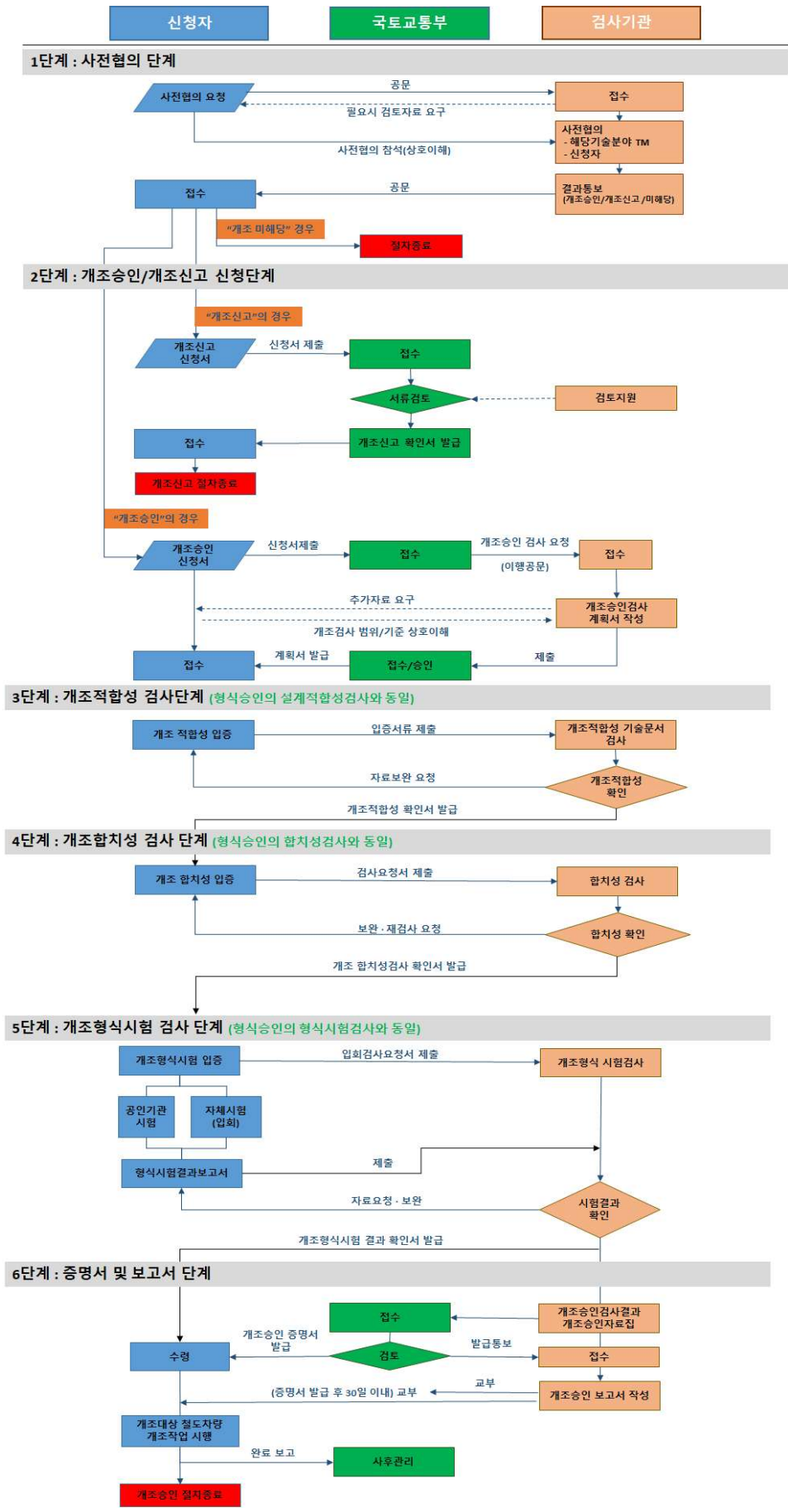


그림 85 개조승인검사 흐름도

2. 국외 적합성평가 및 공인기관(체계) 동향 분석

가. 해외 철도분야 적합성 평가제도

해외철도의 검사제도는 안전 및 호환성 확보와 자국 시장 확대를 위한 비관세장벽 구축의 두 가지 전략으로 구분되며, 안전 및 호환성 확보를 위한 검사제도는 유럽연합의 상호운영성 기술기준(TSI)과 TSI의 만족여부를 제3자가 평가하는 적합성 평가제도가 대표적이며, 우리나라 형식승인 검사제도와 같이 철도의 안전 확보와 시장보호를 목적으로 여러 국가에서 기술 기준이 운영되고 있음

(1) EU의 상호운영성 적합성 평가제도 [그림 40참조]

- EU는 회원국 간의 원활한 철도의 운영을 위해 유럽연합 의회와 이사회에서 제정한 EU Directive 2016/797 EC(철도시스템에 대한 상호운영성 법률)과 하위 기술기준인 TSI를 상호운영을 위한 규정으로 활용하고 있음.
- 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성을 확보하기 위한 가장 상위의 법은 유럽철도 상호운영법률(Directive (EU)2016/797)이며, 이에 근거하여 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성 기술기준과 각 국가별 국가기술기준으로 기술적 사항을 규정하고 있으며, TSI에서 직접 언급된 기준 또는 유럽연합의 공통 기술지침(Guideline)인 European Norm(EN)에 매우 상세한 기술적 실현 방안을 제시
- 유럽철도 상호운영법률(Directive (EU)2016/797)은 유럽연합 회원국 철도노선 간의 상호 연계운행을 위한 필수조건을 지정하였으며, 필수요구조건(안전성, 신뢰성 및 가용성, 보건, 환경보호, 기술적 호환성 및 접근성)은 선언적 의미로 기술되었으며, 이러한 선언적 비전을 달성하기 위한 세부 기술사항은 각 하부시스템별 기술기준(TSI)에서 규정
- 유럽철도 상호운영지침(Directive (EU)2016/797)에서는 철도시스템의 하부시스템을 기능적(Functional) TSI, 구조적(Structural) TSI로 구분하고 8개 분야의 하부시스템으로 규정하며, TSI의 구성은 각 분야별로 유사하며, 적용범위, 기본특성항목, 타 하부시스템과의 인터페이스, 상호운영성 구성요소, EC 검증을 위한 평가체계에 대해 규정
- 유럽의 철도신호분야 상호운영성 기술기준(CCS TSI)에 따른 전체 인증절차는 아래 그림과 같이 구성용품(ICs)에 대한 인증과 하부시스템(subsystem)에 대한 인증단계로 구분되어 진행

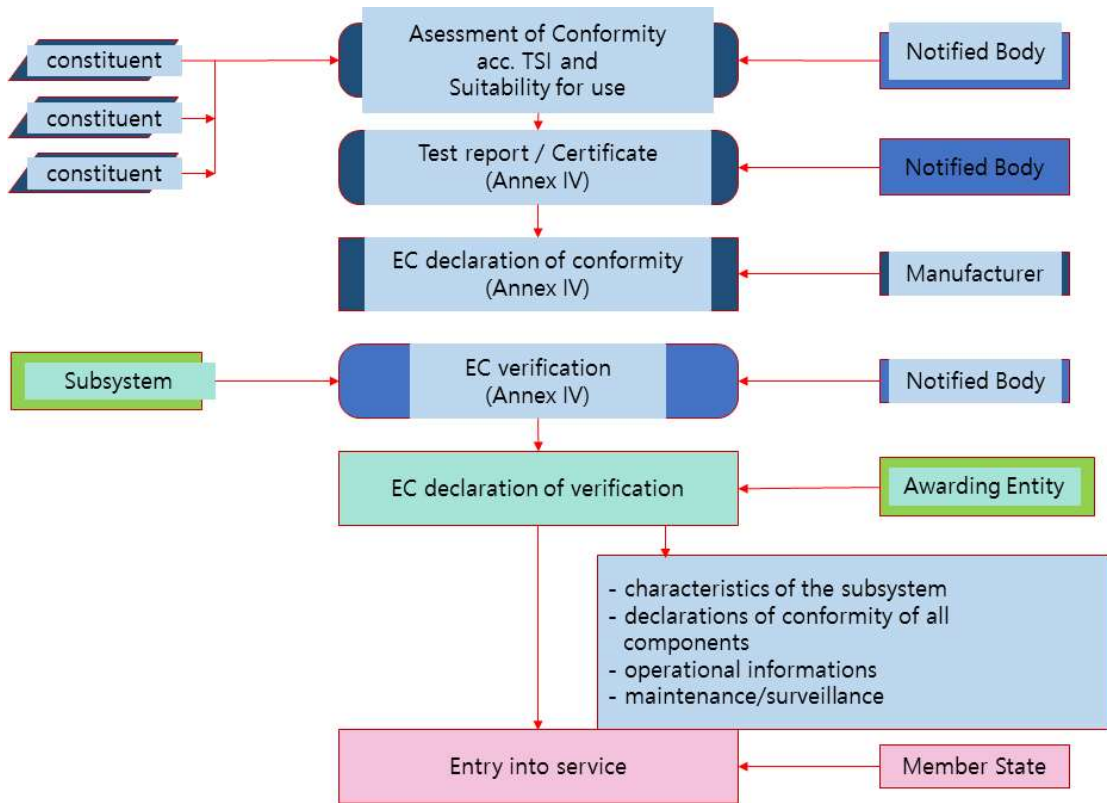


그림 86 TSI 인증 절차

- 상호운영성 법률에 따라 구성용품 제작사와 하부시스템 계약자는 인증기관(NoBo : Notified Body)와 공동으로 적합성 평가를 완료하고 구성용품 및 하부시스템에 대한 각각의 적합성 선언을 수행하여야 함
 - EC 적합성 선언(DoC, 상호운영 구성용품에 대한 적합성 인증 결과)
 - EC 검증 선언(DoV, 하부시스템에 대한 적합성 인증 결과)

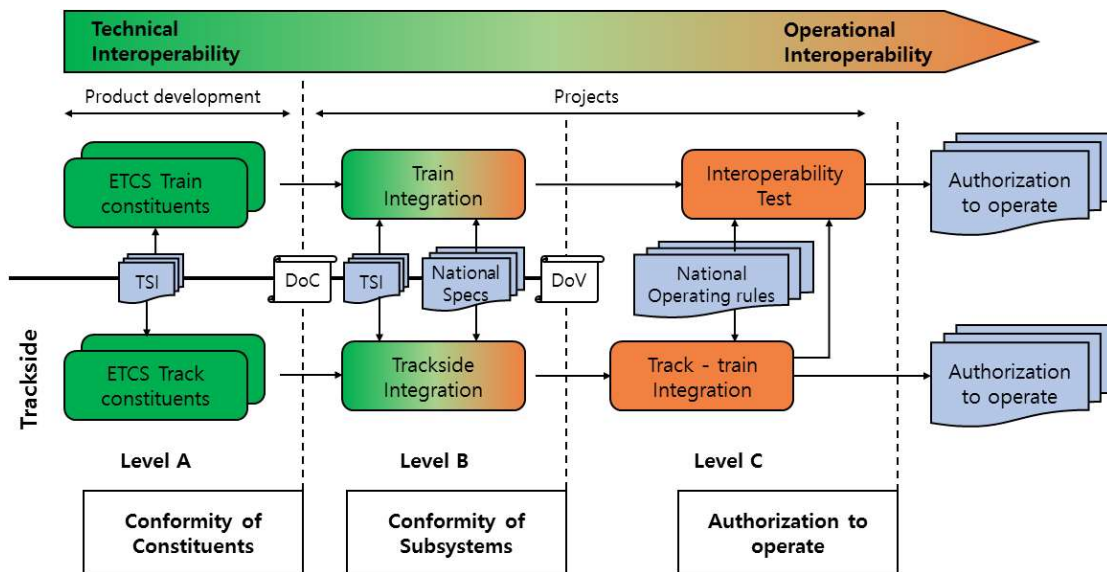


그림 87 TSI 적합성 평가의 3단계 구조

- 상호운영 구성용품(ICs)이 하부시스템에서 사용되기 위해서는 시험, 검사, 인증기관에 의한 적합성 평가가 완료되어야 하며, 최종적으로 NoBo(TSI 인증기관)에 의해 인증서가 발급되면 구성용품 제작사는 EC 적합성 선언(EC DoC : EC declaration of conformity)을 공표
 - 시험기준에 대한 시험 평가는 공인시험기관에서 수행
 - 안전성 평가는 AsBo(독립안전성평가기관, Assessment Body)에서 수행
 - 검사 및 인증평가는 NoBo에서 수행
- ※ NoBo는 유럽철도청(ERA)에 의해 지정된 인증기관으로 현재 유럽내 인증기관으로만 구성
- ※ NB-Rail은 39개의 NoBo로 구성된 유럽의 NoBo협회로서 벨기에 브뤼셀에 소재



그림 88 유럽 내 NoBo 현황(NB-Rail)

- 하부시스템 구현 시 TSI 구성용품 이외의 국가별 신호장치가 적용됨에 따라 TSI 기술 기준 이외에도 국가별 기술사양의 적용이 필요하며 TSI 기술기준에 대한 적합성 평가는 NoBo에서 국가별 기술사양에 대한 적합성 평가는 국가지정기관(DeBo : Designated Body)에서 담당하며 하부시스템에 대한 적합성 평가 결과는 NoBo에 의해 EC 검증서(EC Verification)가 발급되며, 하부시스템 계약자 EC 검증 선언(EC DoV : EC declaration of verification)를 공표(안전성 평가는 AsBo에서 수행)
 - 시험기준에 대한 시험 평가는 시험기관에서 수행
 - 안전성 평가는 AsBo에서 수행
 - 검사 및 인증평가는 DeBo, NoBo에서 수행
- 지상신호 하부시스템과 차상신호 하부시스템간의 시스템 통합은 DoV가 확보된 하부 시스템간의 통합만이 가능하며, 차상신호 및 지상신호의 통합 시험은 상호운영성 시험

기준(IOP Test Specifications, Subset-110, 111, 112)에 따라 철도운영기관 주관 하에 수행되고 시스템 통합에 대한 적합성 평가는 DeBo에서 담당하며, 시스템 통합에 대한 적합성 평가가 완료 시 EU회원국의 안전권한부처(NSA, National Safety Authority, 교통부)를 통해 최종 운영승인이 발효되는 절차로 구성

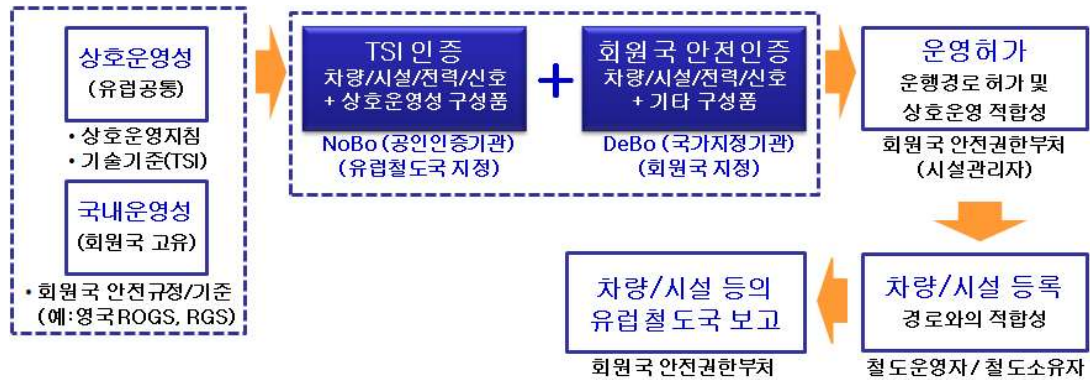


그림 89 유럽철도국(ERA)의 적합성 평가 및 운영허가 등록 절차

- 따라서 지정된 적합성 평가기관(DeBo, AsBo, NoBo)으로부터 TSI에 대한 적합성을 평가받은 후 평가 결과물인 인증서 및 평가보고서를 NSA에 제출하여 최종 운영허가를 취득하고, 열차운영자/시설관리자는 운영허가를 받은 철도차량이나 철도시설을 유럽철도청(ERA)의 상호운영성 정보관리시스템(ERADIS : European Railway Agency Database of Interoperability and Safety)에 등록 및 보고하는 절차로 진행

ERADIS - European Railway Agency Database of Interoperability and Safety

Home > Inter-operability documents > NoBo EC Certificates > Statistics

NoBo EC Certificates, NoBo QMS Approvals and NoBo ISVs Statistics

Year: All
NoBo NANDO number: All
NoBo: All

Number of published NoBo EC Certificates

Reporting Year: All
Reporting NoBo NANDO number: All

NoBo name	Number of NoBo EC Certificates					
	Refused	Issued	Amended	Restricted	Suspended	Withdrawn
CERTIFER SA	0	388	92	0	0	0
Bahn Consult TEN Bewertungsges.m.b.H.	0	13	0	0	0	0
BELGORAIL S.A.	0	297	76	0	0	0
Výzkumný Ústav Železniční, a.s.	0	704	58	0	0	2
EISENBAHN-CERT (EBC) Benannte Stelle Interoperabilität beim Eisenbahn-Bundesamt	0	593	86	0	1	1
RINA Services S.p.A.	0	147	23	0	0	9
Italcertifer S.p.A.	0	262	0	0	0	63
TÜV SÜD Nederland B.V.	0	366	10	0	0	20

그림 90 ERA 상호운영성 정보관리시스템(ERADIS)

- 유럽철도는 이러한 상호운영 기술기준에 대해 적합성 평가를 위해 국제적 적합성 평가 체계를 적용하고 있으며, TSI 기술기준 및 EN 표준에 대한 시험과 검사는 국가별 인정 기구가 해당 표준에 대한 시험과 검사를 인정한 공인기관(ISO/IEC 17020 및 17025 인정기관) 중 정부가 지정한 기관에서 수행하며, 시험과 검사결과의 인증은 공인기관 (ISO/IEC 17065 인정) 중 해당국가와 유럽철도청(ERA)이 지정한 기관에서 수행
- 현재 유럽 내 DeBo 또는 AsBo만 취득하여 전문적 서비스를 제공하는 기관도 있지만 적합성 평가를 전문적으로 수행하는 기관이 DeBo, AsBo, NoBo를 모두 운영하기도 하며, 적합성 평가를 수행하는 전문평가기관을 민간에 개방하고, 각각의 평가기관의 건전성을 국제적 적합성 평가체계에 따른 인정기구 사후관리절차에 따라 국가별 적합성 평가 규제기관이 관리하는 유럽철도의 적합성 평가체계가 국제적 모범사례로 인정받고 있음
- CCS TSI에 따라 ETCS 구성용품은 공인시험기관을 통한 공인시험이 요구되며, 유럽 내 각국별 국가인정기구(벨기에 BELAC, 독일 DAkkS, 스페인 ENAC 등)를 통해 공인시험기관 자격(ISO/IEC 17025 표준 부합)이 부여된 공인시험기관에서 ETCS 구성용품에 대한 공인 시험 수행 중으로 유럽 내 5개 공인시험기관 확인
 - 벨기에 Multitel Railway Certification (ERTMS) independant Laboratory
 - 인정기구 : BELAC(벨기에 공인인정기구)
 - 공인시험항목 : ETCS 차상신호장치(Subset-076, Subset-094 등), 유로발리스/BTM(Subset-085 등)
 - 스페인 CEDEX LIF(철도상호운영성연구소)
 - 인정기구 : ENAC(스페인 공인인정기구)
 - 공인시험항목 : ETCS 차상신호장치(Subset-076, Subset-094 등), 유로발리스/BTM(Subset-085 등)
 - 독일 DLR RailSiTe(철도특화시험실)
 - 인정기구 : DAkkS(독일 공인인정기구)
 - 공인시험항목 : ETCS 차상신호장치(Subset-076, Subset-094 등)
 - 이태리 RINA
 - 인정기구 : ACCREDIA(이태리 공인인정기구)
 - 공인시험항목 : ETCS 차상신호장치(Subset-076, Subset-094 등)
 - 프랑스 SNCF CIM – LIF
 - 인정기구 : COFRAC
 - 공인시험항목 : ETCS 차상신호장치(Subset-076, Subset-094 등)

용이하게 하기 위하여 US Code를 도입하여 적용하고 있으며, 그 하위법으로 CFR을 도입하여 보다 상세하게 규정하고 있다. CFR에서의 규정하고 있는 기술적 내용은 관련 학회나 단체에서 편람이나 표준의 형태로 제시되어 활용

- 미국 철도시스템의 영업서비스를 위해서는 미국연방규정(CFR) Title 49 Transportation, subtitle B - Other Regulations Related Transportation, Chapter VI-Federal Transit Administration, Department Of Transportation, part 659 - 철도고정궤도시스템; 주(州) 차원의 안전감독, §659.19 시스템 안전프로그램 계획(SSPP) (h)안전인증(safety certification)의 요건 만족 필요

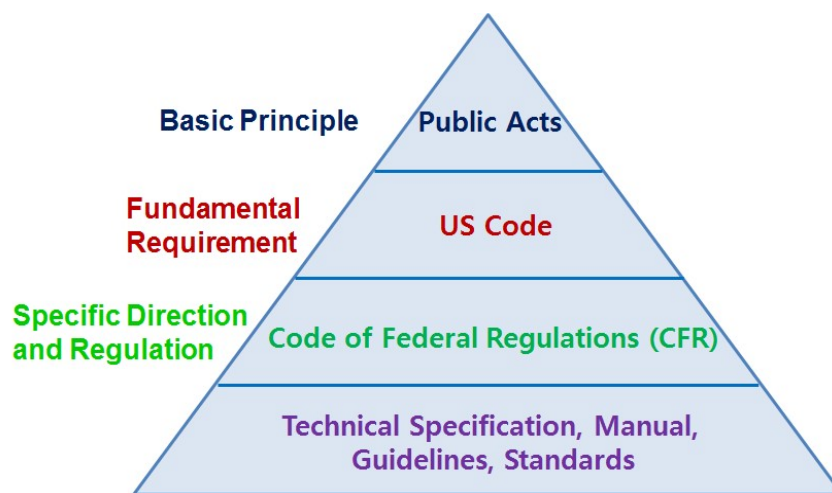


그림 92 미국의 철도법령 및 기준체계

- 요건은 교통(운영)기관이 설비, 장비 또는 차량 및 여객 서비스의 개시 이전에 안전 및 보안을 확보하고, 그 승인을 보장하는 절차의 준수가 필요하며, 국가철도망에서 운영되는 철도장비, 시설, 차량 등의 안전을 확보하기 위해 국가기준으로 정한 안전규정에 적합한지에 대해 공공기관 또는 자격을 갖춘 개인이 검사, 시험, 테스트 등을 시행하며 법에서 규정한 기술기준 등에 부합해야 열차운행이 가능하며, 또한 도시철도에서 운영되는 설비, 장비 또는 차량 등의 안전에 대해서는 영업서비스 개시 이전에 운영자가 안전을 자체적으로 인증
- 철도차량 용품의 안전인증업무는 FRA(Federal Railroad Administration)의 권한을 위임받아 AAR(The Association of American Railroads)에서 수행한다. AAR은 북미의 주요 철도 운송업을 대표하는 산업체의 연합으로 철도산업의 효율, 안전, 서비스의 개선을 위하여 해당산업의 운영기준과 설비사양 관련 업무를 담당
- 또한, 해당산업의 운영기준, 기술규격, 선로구성품의 대한 품질보증, 기반시설안전 및

안전확보 계획을 감독한다. 산업규격을 제정하고 매뉴얼을 발행하며 FRA 및 기타 연방 기구와 협력

- 미국의 기술기준 및 형식승인 검사제도는 국내와 같이 AAR과 TCI 주관으로 수행하며, 검사 과정에서 표준의 입증은 국제적 적합성 평가제도의 결과물(성적서 및 인증서)이 수용

(3) 일본의 철도분야 적합성 평가제도

- 일본의 경우 단일 국가, 단일 기술기준에 따라 철도가 계획되고 건설, 운영되어 일본의 철도건설관련 규정은 철도사업법과 철도영업법 등의 법령과 철도영업법에 근거한 시행령인 철도기술기준(성령)을 근거로 표준화된 철도시스템을 구축·운영하고 있으며, 건설기관 또는 운영기관에서 성령의 적합성을 확인하여 수용하는 구조
- 기술기준의 만족을 입증하기 위한 자료에는 인용된 표준에 대한 공인시험 및 검사결과는 국제적 적합성 평가체계를 따르지만 유럽과 같이 철도분야를 위한 적합성 평가기관의 지정 운영은 RAMS(Reliability, Availability, Maintainability, Safety)에 대해서만 적용
- RAMS에 대한 인증은 국가교통안전환경연구소 NTSEL(National Traffic Safety and Environment Laboratory) 산하 철도인증센터 NRCC(National Traffic Safety and Environment Laboratory Railway Certification Center)에서 공인인증기관(ISO/IEC 17065)의 지위를 취득하여 철도 제품에 대한 인증 수행
- NTSEL은 자동차와 철도의 안전기준 방안 마련을 통해 국가의 기준 책정 등의 시책 입안을 지원, 자동차 및 철도의 기준에 대한 적합성 심사 및 기술적인 검증을 시행하는 연구기관으로 1950년 일본 교통부의 종합 기술 연구소인 이동기술연구소로 설립, 2001년 지금의 독립 행정법인 교통안전환경연구소로 변경
- 일본은 정밀한 기술과 높은 품질을 무기로 철도기술의 해외 진출을 도모하였으나, 유럽연합이 주도하는 TSI 및 RAMS 인증으로 인해 어려움을 겪게 되었으며, 이를 극복하기 위한 방안으로 유럽연합이 주도하여 국제표준으로 제정된 RAMS표준에 대한 인증기관을 운영하여 일본기술의 해외 진출 어려움을 해결하기 위해 노력 중

(4) 중국의 철도분야 적합성 평가제도

- 중국 철도분야 적합성 평가는 유럽연합이 주도하는 국제적 적합성 평가체계를 수용.

미국의 말라카해협 봉쇄전략으로 인한 안정적 원유 수입로 확보를 위해 시작된 일대일로 사업의 성공을 위해서는 중국 내 여러 자치구뿐만 아니라 말레이시아, 베트남, 태국 등 아세안 국가와의 상호운영 필요

- 독일 등 유럽의 철도기술을 바탕으로 급격하게 성장하고 있는 중국은 아세안 국가와의 연계운행과 중국 내 운행효율을 위해 EU의 TSI에 바탕을 둔 기술기준을 운영하고 있으며, 국제적 적합성 평가제도를 운용하여 중국에서 생산된 용품에 대한 해외 진출을 활발히 진행
- 기술적으로는 유럽표준(EN) 및 국제표준(IEC, ISO, IEEE 등)의 철도분야 표준에 대한 공인시험 및 검사기관을 다수 운영하고 있으며, 인증도 유럽의 Ricardo Rail, TUV 등과의 협력법인 구축을 통해 중국 내 철도의 기술기준에 대한 적합성 평가, 주변국과의 연계 운행 준비, 해외진출에 필요한 입증자료 확보체계를 운영하고 있다. 대표적 기관으로는 중국철도(Chain Railway) 산하의 중국철도과학원(CARS) 소속의 중국철도시험인증센터(CRCC)가 있으며, CRCC는 중국의 인정기구(CNAS)로부터 공인시험기관(ISO/IEC 17025) 및 공인인증기관(ISO/IEC 17065)으로 인정받아 우리나라의 한국철도기술연구원 철도시험인증센터와 매우 유사한 형태로 운영
- CRCC는 '(구)중국 국가 철도제품 품질감독 및 검사센터'로서 중국내 철도부품에 대한 제 3자 시험, 검사, 인증기관임(2013년 CRCC로 변경, 현재 중국철도과학원인 CARS 산하기관임)
- CRCC는 고속철도, 일반철도, 도시철도 차량, 용품, 유지관리 시스템 및 차량, 추진, 전력, 신호통신, 궤도, 운송, 물류, 화학, 안전, 보건 등 철도관련 모든 분야에 대한 시험, 검사, 인증 서비스를 제공하고 있음
- 현재 CRCC는 CNCA(중국 국가 인증 및 인정기구)로부터 인증기관 인정 및 CNAS(중국 국가 적합성 평가 인정기구)로부터 ISO/IEC 17025(공인시험기관), ISO/IEC 17020(공인검사기관), ISO/IEC17065(공인제품인증기관) 등의 공인기관 인정 자격을 취득

표 23 CRCC의 철도신호분야 적합성 평가대상

신호(21종)		
1	기관차 신호장비	기관차 신호장비(기관차 신호수신안테나 포함)
2	궤도회로장비	ZPW-2000(UM포함)시리즈 장비
3		25주기 마이크로전자위상감지 궤도회로 수신기
4		비대칭 고전압펄스궤도회로 장비
5		스테이션 코딩된 주요장비 및 격리장비
6	엑셀카운터	
7	선로전환장비	선로전환기
8		밀착검사기
9		선로전환기 외부잠금장치
10	안전계전기	
11	신호기(필라멘트변환기 포함)	
12	열차작동감시및기록장치(LKJ)	
13	기관차운행제어장비(GYK)	
14	열차제어시스템 ATP 차량장비	ATP 차상장치(CVC)
15		궤도회로, 발리스정보 수신부(TCR, BTM)
16	열차제어시스템 지상장비	열차제어센터(TCC), 무선폐색센터(RBC), 임시속도제한서버(TSRS)
17		발리스, 선로변전자장비(LEU)
18	역컴퓨터기반연동장치(CBI)	
19	중앙집중식스케줄링장비(CTC)	
20	열차디스패치명령시스템장비(TDCS)	
21	(무선 단거리기관차 신호 및 모니터링 시스템)	

○ CRCC는 각 기술 분야별 점검소(inspection station)을 구분하여 시험설비를 구성하고 있으며, 고속철도용 신호통신시스템인 CTCS관련 시험은 통신신호점검소에서 담당하고 있음

○ CRCC 철도신호통신 용품 전반에 대한 시험, 검사, 인증을 수행 중에 있음

- CRCC에서는 철도신호분야의 총 21개 유형, 철도통신분야 총 3개 유형에 대한 적합성 평가를 수행 중(2018년 기준)
- CRCC에서는 철도신호통신 용품 전반에 대한 시험, 검사, 인증을 수행

○ CRCC내 CTCS관련 공인시험설비는 총 3종(차상ATP장치, RBC무선폐색센터, 발리스

/BTM)의 시험설비로 구성

- CTCS 공인인증 시험설비는 ETCS 시험설비(벨기에 Multitel사)를 근간으로 중국 기술 사양에 맞게 개량, 구축하여 시험 운영 중에 있음
 - 최근 RBC의 성능개선에 따른 시험성능 향상을 위해 약 100대의 가상열차 투입이 가능한 시험환경으로 개량 중에 있음
 - 3종의 시험설비별 전문시험조직이 구성되어 있으며, 각각의 시험설비별로 약 5명씩, 총 15명의 전담시험인력이 투입되어 운영 중에 있음
 - CRCC의 CTCS 실험실은 ISO/IEC17025 공인시험실로 인정되어 운영 중임
- 현재 중국의 철도관련 기술기준과 적합성 평가를 포함한 법제도에 대한 연구를 한국철도 기술연구원 북방철도연구센터에서 연구 중이며, 이러한 연구는 우리나라 철도가 북한을 거쳐 중국이나 러시아로 연결되기 위한 준비과정의 하나이며, 유럽의 사례를 볼 때 국가 간 철도가 연계운행을 위해서는 유럽연합의 TSI와 같이 아시아 지역의 철도연계 운행 기술기준과 상호인정이 가능한 적합성 평가체계의 구축이 진행될 것으로 예상
- 따라서 아시아 철도의 연계운행 기술기준의 국가 간 합의 시 우리나라의 이익을 강화 (한국열차의 해외운행 활성화, 국내 핵심기술의 기술기준 제정 등)하기 위해서는 현재의 기술기준에 대한 정비와 기술기준의 적합성 평가제도의 국제화 추진 필요

나. 적합성평가를 활용한 EU의 철도시장 보호

- 국제표준에 따른 적합성 평가는 앞에서 설명한 바와 같이 호환성 및 최소요건의 달성을 목적으로 하고 있으나, 유럽 주도의 선진국들은 품질·안전 확보를 명분으로 적합성 평가를 의무화하여 선진국 중심시장 구축에 집중
- EU는 국가표준, 지역표준, 국제표준으로 점진적 근거마련 후 적합성 평가체계를 법제도 및 입찰참여조건으로 명시하여 선진국 위주의 시장보호를 위한 진입장벽을 구축하고 표준의 기술수준을 높이는 지속적 개정을 통해 이를 더욱 공고히 하고 있음. 구체적 사례로는 90년대 전자기적합성 표준에 대한 인증의무화, 2000년대 이후 SIL(Safety Integrity level)을 포함한 RAMS 표준의 제품 및 사업단위 인증취득 의무화로 시장주도권을 유지하고 있으며, 최근에는 새로운 기술장벽으로 사이버보안에 대한 인증취득 의무화를 추진 중
- 국제표준에 대한 시험·검사성적서 또는 인증서의 의무화는 적합성 평가를 전문적으로 수행하는 선진 적합성 평가기관 중심으로 진행되고 있으며, 이러한 기관들은 공평성·전문성 확보 및 국가 간 상호수용을 통한 기업부담 완화를 명분으로 독일의 TÜV그룹, 영국

Ricardo Rail, 프랑스 Bureauveritaas, 이탈리아 RINA, 노르웨이 DNV GL, 미국 SGS 등의 평가기관이 주도하는 이너서클을 구성하고 있음

- 또한, 철도시스템의 복잡도가 증가하고 ICT기술의 활용을 통한 디지털화가 진행됨에 따라 적합성 평가의 전문성을 바탕으로 비용절감과 안전확보를 명분으로 한 독립안전평가 (ISA), 독립확인및검증(IV&V), 프로젝트리스크 관리(PM+SE) 등 다양한 서비스와 결합하여 적극적으로 시장을 확대하고 있음







그림 93 해외시장 진출을 위한 적합성 평가제도의 역할(국가기술표준원)

다. 철도분야 해외 적합성 평가기관 현황

- 2018년 말 기준 국내에는 5개 이상의 적합성 평가 전문기관이 활동하고 있으며, 적합성 평가기관에 대한 자격인 ISO/IEC 17000 시리즈에 따라 자국의 인정기구로부터 인정받아 전 세계 서비스 제공하고 있음. 대부분 민간기업으로 100년 이상의 노하우와 EU 국가 간 연계운행에 대한 기술기준(TSI) 인증기관(Notified Body) 자격을 내세워 국내에 비공인 (Non Accredited) 검사 및 인증 서비스를 제공하고 있음
- 2014년 12월 한국철도기술연구원(철도연)은 국내기업의 해외진출 지원을 위한 “국제공인 기관 철도안전 공동인증”을 추진하기 위해 국내 인증기관 현황을 표 24와 같이 조사

표 24 국내 철도분야 검사·인증기관(한국철도기술연구원 조사)

기관	 Ricardo Rail	 TUV Rheinland	 TUV SUD	 DNV GL
ISA인증 발행근거	ISO 17020 ISO 17065(영국) (IEC 62278, IEC 62279 IEC 62425, IEC 62280)	ISO 17020 ISO 17025 ISO 17065(독일) (IEC 62278, IEC 62279 IEC 62425, IEC 62280)	ISO 17020 ISO 17025 ISO 17065(독일) (IEC 62278, IEC 62279 IEC 62425, IEC 62280)	ISO 17020 ISO 17025 ISO 17065(중국) (IEC 62278, IEC 62279 IEC 62425, IEC 62280)

- 국내에서 활동하는 외국계 적합성 평가기관은 철도시스템의 운영비용 절감과 안전확보를 목적으로 하는 RAMS표준인 IEC 62278(EN 50126)의 국내적용을 계기로 영국 Lloyd's Register Rail(현, Ricardo Rail)가 처음으로 국내 서비스를 시작
- 철도청은 신호시스템 안전성기술기준(청지시 2001-49호, `01)을 통해 기능안전에 대한 국제표준인 IEC 61508을 기반으로 한 SIL을 도입하였으며, 이후 2004년 철도안전법 제정을 통해 철도시스템에 대한 RAMS는 국내철도에 정착되었으며, 2000년 이후 Lloyd's Register에서는 초기 RAMS 국제표준 및 영국의 철도안전 엔지니어링 가이드(Yellow Book) 교육을 중심으로 국내 활동을 시작
- 이후 철도청이 2002년 발주한 경부선 및 호남선 시설계량과 KTX, 디젤전기기관차, 디젤동차, 전기기관차 약 400대 가량을 업그레이드 하는 "차상신호(ATP)시스템 구축사업"을 계기로 활성화 되었으며, 신분당선 및 용인경전철 등 민간자본 사업에서 사업자의 리스크 관리를 위해 유럽에서 시행하고 있는 RAMS 표준에 따른 사업관리와 인증이 활성화
- 신호분야를 중심으로 첨단기술을 개발하는 국가연구개발사업에서도 이후 실용화를 위해 해외시장에서 요구하는 RAMS인증 취득까지 시장이 확대되고 있음. 이러한 과정에서 2005년 독일의 TUV SUD가 국내 서비스를 시작하였으며, 이후 노르웨이 DNV, 프랑스 BV, 독일 TUV 라인란드, 미국 SGS 등이 국내에서 활동
- 이러한 해외기관의 활동에도 불구하고 국내 검사인증체계가 확립되지 않은 상태에서 인증이 시행되지 않은 차량 및 제품 등 다양한 문제가 발생하였으며, 인증을 시행하는 사업의 경우에도 검사인증 수수료가 상당함에도 발주 시 예산에 반영되지 않는 등 국내 철도산업의 경쟁력 강화를 저해하는 문제들이 발생
- 이를 해결하기 위해 철도연은 2014년 국제인증기관 인정취득을 경영목표로 설정하여 3년간의 조직구성, 심사원양성, 매뉴얼 및 지침서 등의 프로세스 개발을 통해 2016년 08월 인정기구로부터 RAMS 국제표준에 대한 KAS 제품인증기관으로 인정받았으며, 2017년 09월에는 RAMS 국제표준에 대한 KOLAS 검사기관으로 인정취득
- 철도연은 인정 준비과정에서 ISO/IEC 17065 표준에 따른 국제공인 인증기관으로써 발행된 인증서는 IAF-MLA에 따라 회원국 간 상호수용이 됨에도 전 세계적으로 영향력 있는 검사인증기관과의 협력 추진
- 해외 적합성 평가기관으로부터의 국내시장 보호와 국내기술의 해외진출 경쟁력 강화를

위해 철도연은 해외 적합성 평가기관과의 협력 프로그램을 제안하고 Ricardo Rail과의 협력사업을 통해 사우디 리야드 도시철도의 PSD RAMS 컨설팅 및 인증사업을 공동으로 수행하였으며, TUV SUD 및 라인란드와의 협력의사 확인을 통해 전 세계 철도시장의 RAMS 및 강제인증관련 정보를 교류하고 있으며, 철도연이 참여한 국내 RAMS 적합성 평가 시장은 2000년대 중반 대비 75%의 수수료 절감효과가 발생한 것으로 추정됨

3. 적합성평가 동향 분석 결과(시사점)

가. 개발기술의 해외 철도분야 적합성 평가제도 극복

- 유럽이 주도하는 TSI 및 RAMS에 대한 국제적 적합성 평가체계 운영은 대세이며, 화물운송 비중인 높은 미국과 국제적 적합성 평가체계로 인해 어려움을 겪고 있는 일본과 비교하면 형식승인 검사제도의 도입으로 선진 적합성 평가체계를 구축하고 있는 우리나라는 해외 진출에 유리한 입지를 확보하였음
- 하지만 거대한 내수시장과 입지적 조건(다양한 국가와의 국경)을 갖춘 중국이 주변국과의 연계운행을 도모하면서 동시에 국제 수준의 적합성 평가체계를 도입한 현재의 흐름은 우리나라 시장의 보호와 해외 진출이 유리한 현재의 입지가 점차 좁아질 것으로 예상
- 따라서 빠르게 변화하는 국제여건을 고려한 전략이 필요하며, 이를 위해서는 과거와 같이 고속열차 수출에만 집착하기보다는 유럽의 사례를 벤치마킹하여 고도화된 기술기준과 전문적 적합성 평가 등의 지식산업 활성화를 통한 이익 창출에 대한 관심이 필요

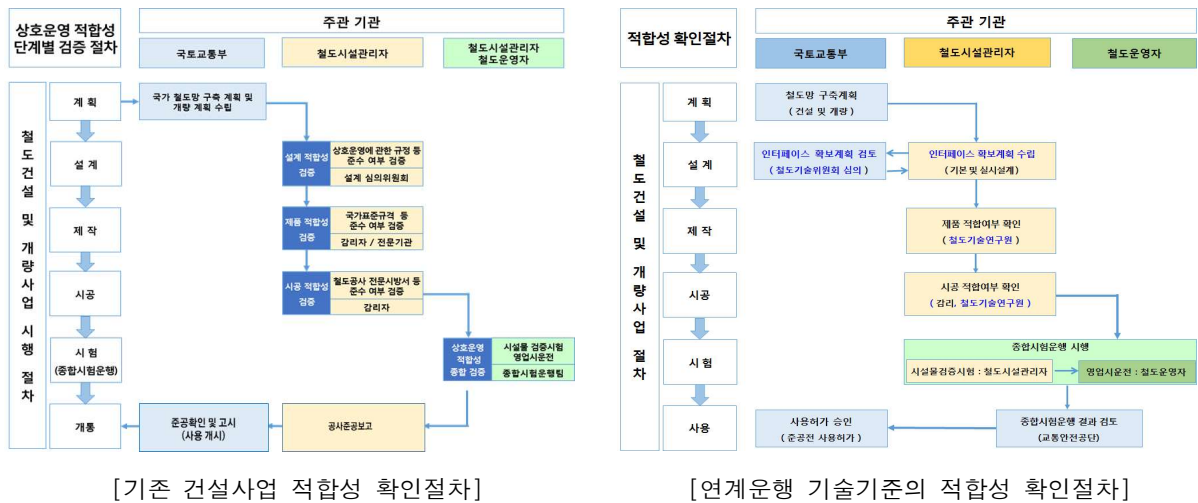


그림 94 국내 건설사업 적합성 평가절차의 변경 전(좌) 및 변경 후(우)

- 국내 국가철도망의 효율적 활용을 위해 고속철도와 일반철도간의 연계운행이 확대됨에 따라 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」이 전면개정되었으며 동법 제19조에 따른 “철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준”이 2019년 3월에 고시되었음. 상기 기술기준에서는 노선간 연계운행을 위한 기술적 요건과 안전확보를 위한 철도시설과 철도차량의 기준을 제시하고 있으며, 일정 규모 이상의 사업에 대해서는 해당 기술기준에 대한 건설기관의 관리계획 수립과 국제적 적합성 평가제도를 활용한 평가를 의무화하였지만 일본과 우리나라에만 있는 감리제도와 적합성 평가기관의 역할분담, 철도차량 기술기준과의

관계정리 등은 숙제로 남음

- 해외 용품 및 시스템 단위 개량 또는 건설사업에서 요구하는 인증요건으로는 3가지 표준에 대한 적합성 평가가 일반적임
 - 첫 번째는 RAMS 인증으로써 용품단위 SIL인증과 시스템단위 RAMS인증으로 구분된다. SIL인증은 우발고장특성을 갖는 제어기(예를 들어 차상제어장치, 철도차량제동제어장치, 지상신호장치 등)에 대하여 SIL 1~4 등급별 계획수립, 설계, 제작, 검증, 수행조직 등에 대한 요구사항이 명시된 철도적용 제어기의 요구사항(IEC 62425)과 소프트웨어의 요구사항관리, 형상관리, 도구사용, 단계별 확인, 모듈 및 조합 테스트, 요구사항 검증 등에 대한 SIL 등급별 요구사항이 명시된 철도적용 소프트웨어의 요구사항(IEC 62279)에 대한 인증임. RAMS 인증은 도시철도, 일반철도, 고속철도의 모든 사업에 대부분 적용되고 있으며, 이러한 사업에서는 SIL인증을 획득한 용품을 적용하고 있음. RAMS 인증은 해당 표준에 대한 공인검사기관(ISO/IEC 17020)의 독립안전평가보고서 와 공인인증기관(ISO/IEC 17065)의 SIL인증서를 통해 적합성을 평가
 - 두 번째는 유럽연합 회원국 간 열차의 상호운행성 보장을 위한 기술기준인 TSI에 대한 인증으로써 철도차량, 기반시설, 에너지, 신호, 운영 등의 분야별 연계운행을 위해 필요한 최소한의 기술기준과 적합성 평가체계를 유럽법령으로 제정하여 운영하고 있다. 따라서 TSI에 대한 적합성 평가는 자격이 있는 제3자가 수행하는 것을 원칙으로 하며, 적합성 평가기관의 기본자격으로 공인검사기관 및 공인인증기관을 획득한 기관이 국가별 교통부에 TSI 적합성 평가기관으로 신청하면 심의를 거쳐 제3자 적합성 평가기관(NoBo, Notified Body)으로 지정됨. TSI의 당초 취지는 유럽연합 회원국내 주요횡단노선의 원활한 연계운행을 목적으로 하였으나, 사양의 완성도가 높고 유럽중심의 적합성 평가체계가 이미 구축된 점 등이 강점이 되어 유럽과 연결되지 않은 브라질, 사우디, 말레이시아 등의 전 세계 일반철도와 고속철도 사양으로 적용되고 있으며, 이에 대한 적합성 평가도 TSI NoBo 들이 수행 중에 있음.
 - 세 번째 IRIS(International Railway Industry Standard) 인증으로써 유럽 철도산업의 설계사, 제작사, 유지보수 및 개량 관련 기업들의 연합인 유럽철도산업협회(UNIFE, The Association of the European Rail Industry)이 품질관리체계에 대한 기술기준을 만들어서 유럽 내 사용되는 철도차량에 강제적용하고 있음. ISO 9001 품질경영표준을 기반으로 철도산업의 특성을 반영한 IRIS 기술기준은 2017년 철도분야품질경영시스템(ISO 22163)으로 제정되었음. IRIS인증기관은 경영시스템에 대한 인증기관 요건 IOS/IEC 17021(우리나라의 17021에 대한 인정기구인 KAB)을 바탕으로 국가별 인정기구로부터 인정받은 후 UNIFE에 등록된 IRIS인증기관들이 적합성 평가를 수행

나. 철도분야 적합성 평가 변화 예상

- 형식승인제도 등의 시행으로 제3자 검사 및 인증 수수료는 최근 15년 사이 대폭 절감. 하지만 절감 요인을 분석해보면 경쟁으로 인한 수수료 하락도 있지만, 해당 국가에서 인정받은 검사인증 조직이 평가하여 보고서 및 인증서를 발행하던 과거 방식에서 현지 임시 채용 인력(해당 국가 인정기구에 등록되지 않은 심사원)에 의한 평가로 인건비 및 직접비(교통비, 체제비 등) 감소분이 반영된 것으로 추정
- 적합성 평가의 결과는 해당 인정기구에 의해 사후관리(인증은 매 12개월, 시험·검사는 매 18개월) 대상이며, 사후관리는 국가별 인정기구가 선임한 평가사들에 의해 현장에서 사후관리 범위 내 발행된 성적서 및 인증서의 건별 검토가 진행되고, 표준에 따라 수행되어야 할 교육훈련, 심사원관리, 내부심사, 심의위원회결과, 경영검토회의 결과 등이 모두 검토되며, 부적합사항이 발생하는 경우 개선, 인정정지, 인정취소 등 민감한 문제가 발생
- 이러한 엄격한 검사를 통해 ILAC-MRA와 IAF-MLA를 통한 국제 상호수용이 유지되기 때문이며, 또한 사후관리 대상은 검사의 경우 KOLAS 마크가 표시된 검사성적서, 인증의 경우 KAS 마크가 표시된 인증서 위주로 실시하므로 이러한 성적서와 인증서를 공인성적서 및 공인인증서라 함
- 하지만 인정기구로부터 인정을 받은 검사인증기관이 발행하는 비공인 인증서에 대한 사후관리는 시행되지 못하며, 비공인 성적서 및 인증서는 공인자격이 없는 평가자의 평가, 인정기구로부터 인정받지 않은 분야의 평가, 부적합 사항을 제외한 적합부분만 표기한 성적서 및 인증서, 평가대상의 형식을 표기하지 않은 만능 인증서 등의 유통이 가능한 문제점이 있음
- 2015년부터 국내 유통되는 인증서를 검토한 결과, 대부분이 국가 간 상호수용 서류조차 포함되지 않은 비공인 인증서의 발행이 존재하였으며, 이러한 비공인 성적서 또는 인증서가 제출되어 해당 구매 또는 사업이 완료된 경우 적절한 검수가 이루어지지 않아 철도산업 전반의 비공인 성적서와 인증서 유통이 사회적 문제로 이슈화될 것으로 우려
- 따라서, 공인시험 및 공인검사기관의 확충과 더불어 성적서 및 인증서에 대한 분석역량 강화를 위한 교육, 홍보를 통해 이러한 문제를 바로잡고, 건전한 적합성 평가체계 정착을 통해 국내 제품·시스템의 경쟁력 강화가 요구되며, 해외 검사인증기관이 국내에서 건전하게 활동하도록 제도를 보완하여 국내 기술경쟁력을 높이고 공인 성적서 및 인증서는 상호수용 생태계를 강화하여 기업은 동일한 요구사항(표준 및 기술기준별 요구사항)에 대하여 중복 평가를 면제하여 시간과 비용을 절감하기 위한 체계의 마련이 필요함

다. 신호제어시스템 적합성평가 제도추진(안)

국내기술로 개발된 KTCS-2, KTCS-3 등의 국내외 실용화를 위해서는 국제적으로 통용되는 적합성 평가제도의 운영이 필수적임. 즉 개발기술의 표준화(국가표준 또는 단체표준)가 필요하며, 제정된 표준에 대해 국가 공인인정기구로부터 KOLAS 시험·검사 및 KAS 인증기관 인정을 취득해야 국내 실용화는 물론 해외진출을 위한 요건이 만족됨. 이미 KTCS-2의 기술기준은 ETCS의 기술사양을 일부 수용하고 있어, ETCS 기반의 KTCS-2 및 KTCS-3에 대한 국가표준을 우선 정비하고, 이에 대한 적합성 평가 기술개발 및 시험설비 구축을 통해 시험 및 검사체계를 구현 후, KOLAS 시험·검사기관 및 KAS 인증기관 인정을 통해 국제적으로 통용 가능한 KTCS의 적합성 평가체계를 확립하기 위한 노력이 요구됨

(1) KTCS의 표준사양 제정

- 국가연구개발사업으로 개발된 KTCS-2는 ETCS Baseline 2 SRS Subset-026 2.3.0d 기술 사양을 기반으로 개발되었으며, KTCS-2에 대한 표준규격은 국가철도공단 내 잠정표준(안)으로 마련된 상태임
- 현재 추진 중인 KTCS-2에 대한 전라선 시범사업(18.10~21.12) 기간 동안 KTCS-2에 대한 KRS 표준(안)이 마련될 예정으로, 시범사업 중 국내 철도신호기술 여건이 고려된 기능, 성능, 인터페이스 사양 등이 추가될 것으로 예상됨
- KTCS-2의 기반이 되는 ETCS 기술사양에서 정의된 시험표준은 KVC(차상신호장치)와 발리스/BTM관련 시험표준이 존재하며, 해당 시험표준을 벤치마킹하고 KTCS-2 KRS규격에 부합하도록 ETCS 시험표준을 최적화하여 한국형 KVC 및 발리스/BTM 시험표준을 마련하는 것이 타당함
- 반면 KVC와 발리스/BTM를 제외한 구성용품에 대한 시험표준은 ETCS 기술사양 체계에 마련되어 있지 못하며, 이러한 구성용품 중 차상신호장치와 지상신호장치간 직접적으로 인터페이스 되는 RBC에 대한 시험표준의 마련이 가장 중요함. RBC관련 시험표준은 해외 공인시험기관의 주도로 표준화 작업이 추진되고 있으며 ETCS 공식 시험표준으로 제정되기 위해 현재 ERA를 통해 검토되고 있는 것으로 확인되었음. 또한, 중국 CTCS의 경우 중국내 CTCS SRS 표준에 따른 중국 고유의 RBC 시험표준을 마련하여 적합성 평가에 활용 중에 있음
- 따라서, KTCS-2 RBC관련 시험표준은 해외 공인시험기관의 잠정표준규격 및 중국 CTCS RBC 시험표준을 벤치마킹하고 KTCS-2 KRS 표준규격에 부합하도록 RBC 시험표준을

최적화하여 한국형 RBC의 시험표준을 마련하는 것이 타당함

- 현재 국가연구개발사업으로 개발 중인 KTCS-3는 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차 제어시스템에 대한 시제품 개발을 추진 중에 있으며 향후 2단계 실용화 사업 추진 시 KTCS-3 잠정표준사양이 마련될 수 있을 것으로 예상되며, KTCS-2와 KTCS-3간의 상호 호환을 위해 기존 KTCS-2 기술사양을 포함하도록 표준사양 마련이 타당함

(2) KTCS의 시험·검사기술 개발

- KTCS-2의 시험기술은 시험설비 기술, 시험사양 및 시험평가기술(시험평가스킴), 시험설비 무결성 관리기술로 분류
- KTCS-2는 ETCS 기술사양을 기반으로 개발되었으므로 ETCS 시험설비의 구성사양 및 시험사양에 기반한 시험기술의 개발이 가능하며, 이를 통해 시험기술 개발기간 단축 및 해외 상호인정을 위한 기술기반마련의 조기 달성이 가능함
 - KTCS-2 시험사업 이후 국가철도망에 대한 KTCS-2 확대 구축계획이 추진될 예정으로 KTCS-2 공인시험, 공인검사 기술이 시급히 요구되는 실정임
 - 따라서, ETCS 시험설비(HW)에 기반한 KTCS 시험설비를 개발하고, 국내 KTCS관련 시험 시에는 KTCS 시험사양 및 시험DB(SW)를 적용하고, 해외 ETCS관련 시험 시에는 ETCS 시험사양과 시험DB를 적용하여 국내 시험요건 및 해외 시험요건을 모두 만족 시키는 전략이 타당함
- 시험결과에 대한 국제 상호인정이 가능한 대상은 국제적으로 통용되는 ETCS 구성용품으로 한정되며, ETCS 구성용품에 대한 기술사양 및 시험사양의 준용 및 ETCS 구성용품별 시험설비의 준용이 요구되며, 시험기술 및 시험설비에 대해 국가공인인정기구를 통한 공인인정(KOLAS) 취득이 필요함
 - 현재 해외 공인시험기관에서 상호 인정가능한 ETCS 구성용품은 EVC, 발리스, BTM이 있으며, 이외의 구성용품은 각국별 국가지정(시험)기관(DeBo)에서 각 국별 시험기준, 사양을 준용하여 시험평가 중
 - ETCS 구성용품 중 EVC에 대한 시험결과의 상호 인정을 위해 시험사양으로는 Subset-076의 준용이 필요하며 시험설비는 Subset-094 시험설비 사양에 따른 시험 환경 구성이 요구됨
 - ETCS 구성용품 중 발리스, BTM에 대한 시험결과의 상호 인정을 위해서 시험사양 및 시험설비 사양으로 Subset-085의 준용이 필요함
- ETCS 구성용품 중 시험사양이 마련되지 못한 구성용품은 현재 국제 상호인정이 불가능한

상황이며, 국내 KTCS 차상신호장치와 지상신호장치간 연계 호환성을 평가하기 위해서는 국내 KTCS 표준사양에 부합하는 구성용품별 시험사양 및 시험설비의 개발 추진이 요구됨

- STM은 국가별로 고유한 지상신호설비간 신호제어정보의 인터페이스를 담당하는 차상신호장치 구성요소로서 국내에서는 일반철도용 ATS와 고속철도용 ATC 신호제어정보의 인터페이스 기능을 담당하므로 STM 장치가 일반철도용 ATS 지상신호정보와 고속철도용 ATC 지상신호정보를 정상적으로 판독하고 판독된 신호정보를 KTCS-2 차상신호장치로 정상 전송하는지에 대한 시험사양 및 시험설비의 개발 추진이 요구됨. STM 시험기술 개발 시, ATS 및 ATC관련 공단/공사 사내표준 및 국내 시험사례 현황 등을 검토하여 STM 시험기술을 개발하는 것이 타당함
 - RBC는 ETCS 시험사양으로 마련되어 있지 않으며, 현재 유럽에서는 ETCS SRS과 RBC 구현 시 적용하는 엔지니어링 규칙을 기반으로 각 국가별 또는 노선별로 RBC 시험환경을 정의하여 시험기술을 개발하여 적용 중임. 중국의 경우에는 CTCS RBC 표준규격 및 RBC 시험표준을 별도로 마련하고, 유럽의 ETCS 시험기관에서 사용 중인 RBC 시험설비에 기반한 CTCS RBC 시험설비를 개발하여 공인시험 중에 있으며, 국내의 경우에도 중국 CTCS RBC 시험기술 개발사례를 벤치마킹하여 ETCS RBC 시험설비를 기반으로 국내 KTCS RBC 기술사양 및 RBC 시험표준에 따른 RBC 시험기술의 개발이 타당함
- 현재 국가연구개발사업으로 개발 중인 KTCS-3은 기 개발된 KTCS-2에 기반하여 이동폐색과 자동운전기능이 중첩된 방식으로 개발 중에 있으며 이동폐색기능은 RBC를 통해 구현하고, 자동운전기능은 차상ATO장치와 지상ATO장치를 통해 구현
- KTCS-3 연구단에서는 기존 ETCS 장치에 자동운전장치를 중첩하는 구조(AoE)로 개발 중
- 따라서, KTCS-3 시험기술은 기존 KTCS-2 시험기술에 KTCS-3관련 시험기술을 중첩하는 Add-on 방식으로 시험기술을 개발하는 것이 타당
- KTCS-3 시험설비는 기존 KTCS-2 시험설비에 지상 및 차상ATO관련 시험설비를 추가 연계하는 방식으로 구현이 가능할 것으로 예상
- 종합적으로 KTCS-2의 신규 건설 및 개량사업은 2022년부터 이후 10년 동안 단계적으로 확대될 계획으로 KTCS-2에 대한 공인 적합성 평가가 시급히 요구됨에 따라, KTCS-2 시험기술의 우선 개발을 통해 공인시험 체계를 조기 정착시키고, 향후 KTCS-3 실용화 사업의 추진 및 추진 성과(KTCS-3 표준사양 등)를 고려하여 KTCS-2 시험기술에 KTCS-3 시험기술이 추가될 수 있도록 하는 것이 타당함

- KTCS-2의 검사기술은 검사사양 및 검사평가기술(검사평가스킴), 검사평가스킴 무결성 관리기술로 분류
- KTCS-2 사양에 대한 검사평가를 위해서는 KTCS-2 표준사양에 부합하는 검사사양과 검사평가절차의 개발 추진 필요
 - 검사사양은 KTCS 구성용품, 하부시스템 등이 시스템 사양에 대해 적합한 지 결정하기 위한 최소단위 검사대상 개체의 집합으로 구성
 - 검사평가기술(검사스킴)은 검사사양에 대한 적합성 결정을 위한 기술적, 관리적 절차로 정의가 가능하며 세부 검사절차 외 검사절차 수행에 필요한 지침 및 표준, 검사판정을 위한 기준데이터, 체크리스트 등으로 구성
- 검사평가 시 검사대상으로 시험결과를 포함하며 검사평가 중 필요시 시험(계측)설비를 추가로 활용하는 검사도 포함될 수 있으므로, KTCS-2 시험설비를 활용하는 세부 검사절차의 개발도 추가되어야 함
- 현재 핵심기술 위주로 개발 중인 KTCS-3는 2단계 실용화사업의 추진을 통해 KTCS-3 표준사양이 마련될 것으로 예상되며, KTCS-3 표준사양 중 KTCS-2 대비 신규 추가된 이동폐색기능 및 자동운전기능에 대한 검사기술에 대한 추가 개발이 요구됨

(3) KTCS의 KOLAS 시험·검사기관 인정

- KTCS-2 및 KTCS-3의 표준이 제정되면, 해당 표준에 대한 KOLAS 시험 및 검사기관 인정추진이 요구되며, KOLAS기관 인정은 「국가표준기본법」 제23조, 동법 시행령 제16조에 따른 'KOLAS 공인 시험 및 검사기관 인정제도 운영요령(국가기술표준원 고시 제2019-56호, '19.03.18.)'에 따라 인정신청 또는 인정범위 확대(KOLAS 기관인 경우) 추진 필요
- 인정신청의 자격은 운영요령 제17조(신청기관의 요건)을 따른 인정요건을 만족한 법인은 누구나 신청이 가능. 또한 신청 시의 서류는 운영요령 제18조(인정신청 및 평가)에 따르며 다음과 같은 요건과 이를 만족하는 서류를 제출하여 그림과 같이 심사관련 인정절차에 따름
 - 가) 일반현황 및 인력현황(대표자서약서, 법인등기부등본 등)
 - 나) 인정신청분야(운영요령의 분야코드 및 해당분야에 대한 설명자료)
 - 다) 측정설비 보유현황
 - 라) 내부심사 및 경영검토 실적
 - 마) 시험실 환경조건 및 유지현황

- 바) 항목별 시험방법 및 절차서 목록(평가스킴)
- 사) 숙련도시험 또는 측정심사 참가실적
- 아) 측정불확도 추정실적
- 자) 인정과 관련된 컨설팅 및 기술지도를 받은 내용 및 성적서 발행리스트
- 차) 품질매뉴얼 및 절차서



KOLAS-R-002 : 2019

KOLAS 공인 시험 및 검사기관 인정제도 운영요령

한국인정기구
Korea Laboratory Accreditation Scheme
Korean Agency for Technology and Standards, MOTIE, Korea

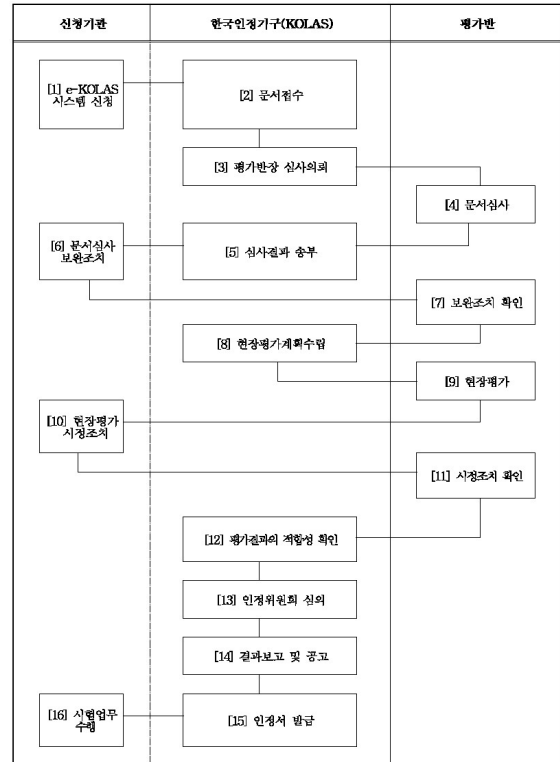


그림 95 KOLAS 시험·검사 운영요령(좌) 및 인정절차(우)

- 위 신청서류의 준비를 위해서는 경영체계와 평가스킴이 핵심 준비사항임. 경영체계는 다시 인력을 포함한 조직구성(요건 '가'), 시설확보(요건 '다', '마'), 품질체계(요건 '라', '차'), 인력구성(요건 '사', '아')이며, 평가스킴은 인정신청분야 시험·검사의 세부기준(요건 '바', '아')임
- 특히 평가스킴은 인정신청분야의 표준에 대한 요건별 시험·검사 세부절차와 시험의 경우 측정불확도와 검사의 경우 적합/부적합 평가기준을 개발하고 보유해야 함
- 인정신청 심의의 핵심은 공평성과 전문성이며, 이해충돌(COI, Conflict of interest)을 방지하고 시험·검사를 수행하는 인력의 공평성과 전문성을 확인할 수 있는 체계의 확보, 장비의 정확도 및 관리체계를 중점적으로 인정기구가 평가. 큰 틀에서는 등록된 시험·검사인력이 보유한 장비를 통해 평가한 결과가 동일하게 나오는지에 대한 체계를 평가

- KOLAS 시험·검사기관 인정신청(인정범위 확대도 동일) 할 때 인정신청을 위한 장비와 체계의 구성에 약 1년, 인정심의 약 1년이 소요되며, 인정을 받은 후에는 사후관리와 갱신평가를 인정기구로부터 주기적으로 받아야 함
- 사후관리는 운영요령 제24조(사후관리)에 따라 최초 인정 후 1년 이내 실시되며, 그 이후에는 18개월 주기로 인정기구로부터 평가를 받음. 인정기구 평가는 서류평가와 현장평가로 구분되며, 인정기구가 선임함 KOLAS 평가사로부터 경영체계의 유지 및 관리상태, 이전 관리 이후의 발행 성적서 등을 범위로 적합성을 평가받음. KOLAS 인정의 유효기간은 4년이며 운영요령 제25조(갱신평가)에 따라 유효기간 만료 7개월 전에 갱신평가 신청 후 최초 인정과 동일한 순서로 인정기구 평가를 받아 인정의 유지여부를 결정

(4) KTCS의 KAS 공인 인정

- KTCS-2 및 KTCS-3의 표준이 제정 및 KOLAS 시험·검사기관이 구성되면 ETCS를 기반으로 한 국가를 대상으로 한 해외진출을 위해 국제인증인 KAS 인증기관 구성필요
- KAS기관 인정은 「국가표준기본법」 제21조 및 KS Q ISO/IEC 17011에 따른 'KAS 공인 제품인증기관 인정 및 사후관리 등에 관한 요령(국가기술표준원 고시 제2020-3호, '20.01.07.)'에 따라 인정신청 또는 인정범위 확대(KAS 기관인 경우) 추진필요
- 인정신청의 자격은 운영요령 제18조(신청기관의 요건)을 따른 인정요건을 만족한 법인은 누구나 신청이 가능. 또한 신청 시의 서류는 운영요령 제19조(인정신청 및 평가)에 따르며 다음과 같은 요건과 이를 만족하는 서류를 제출하여 그림과 같이 심사관련 인정절차에 따름
 - 가) 인증기관과 인증사용자 사이의 관계 및 계약서 사본
 - 나) 일반현황 및 인력현황(대표자서약서, 법인등기부등본 등)
 - 다) 인정신청분야(KS Q ISO/IEC 17065 해설서의 분야코드 및 해당분야에 대한 설명자료)
 - 라) 법인 등기부등본 및 정관(기관 독립성 확인용)
 - 마) 인증기관의 운영 또는 활동으로 발생한 책임 등의 적절한 증명서(책임보험증서 등)
 - 바) 신청기관의 일반현황
 - 사) 인증활동을 수행하는 내부, 외부 인증심사원 및 원격인력자원을 포함한 직원 및 국가현황
 - 아) 인증마크의 소유권 입증자료(상표등록증 등)
 - 자) 인증된 제품에 사용할 마크 및 라벨 사본
 - 차) 인증업무에 대한 홍보나 설명을 위한 브로셔, 광고물, 팸플릿 또는 기타 출발물
 - 카) 공인인증서가 발행된 국가 및 각 국가에서 발행된 인증실적

- 타) 인증절차/인증기준 리스트 및 사본
- 파) 시험, 검사, 및/또는 평가 등을 포함하여 인증기관이 관련 업무의 일부를 위탁한 경우 해당기관에 대한 신원 리스트 및 관계
- 하) 요령 제18조 제2항(인정신청 불가요건)의 규정에 의한 증빙서류
- 거) 시료채취, 검사수준 및 합격기준 등에 대한 관련 절차의 세부사항
- 너) 인증업무에 있어 요구되는 시험설비 현황
- 더) 인증업무에 대한 공공성과 관련 고객들의 필요성에 대한 기술
- 러) 신청기관의 품질매뉴얼 및 절차서
- 머) 인증업무와 관련하여 컨설팅 또는 기술지도를 받거나 수행한 내용
- 버) 내부심사 및 경영검토 실적
- 서) 해외소재 고정지역 사무소나 원격 인력자원에 의해 수행되는 모든 활동을 관리하는 신청기관의 협정



KAS-R-001 : 2020

KAS 공인제품인증기관 인정 및 사후관리 등에 관한 요령

한국제품인증기구
Korea Accreditation System
Korean Agency for Technology and Standards, MOTIE, Korea

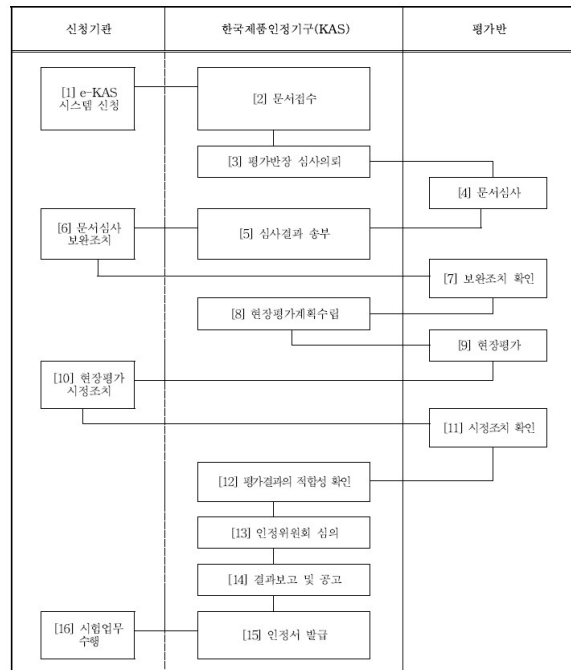


그림 96 KAS 인증기관 운영요령(좌) 및 인정절차(우)

- 위 신청서류의 준비를 위해서는 경영체계와 평가스킴이 핵심 준비사항임. 경영체계는 다시 인력을 포함한 조직구성(요건 '나', '라', '마', '바'), 시설확보(요건 '너'), 품질체계(요건 '가', '다', '러', '버'), 인력구성(요건 '사', '파')이며, 평가스킴은 인정신청분야 인증의 세부 기준(요건 '타', '거')임.
- 특히 평가스킴은 인정신청분야의 표준에 대한 요건별 인증평가 세부절차와 적합/부적합

평가기준을 개발하고 보유해야 함

- 인정신청 심의의 핵심은 공평성과 전문성이며, 이해충돌을 방지하고 평가를 수행하는 인증심사원의 공평성과 전문성을 확인할 수 있는 체계의 확보와 이행실적을 중점적으로 인정기구가 평가. 큰 틀에서는 등록된 인증심사원이 평가한 결과가 동일하게 나오는지에 대한 체계를 평가
- KAS 인증기관 인정신청(인정범위 확대도 동일)할 때 인정신청을 위한 조직 및 인증심사원의 교육요건 준비에 약 2년, 인정심의 약 1년이 소요되며, 인정을 받은 후에는 사후관리와 갱신평가를 인정기구로부터 주기적으로 받아야 함
- 사후관리는 운영요령 제25조(사후관리)에 따라 매 1년 주기로 인정기구로부터 평가를 받음. 인정기구 평가는 서류평가와 현장평가로 구분되며, 인정기구가 선임함 KAS 평가사로부터 경영체계의 유지 및 관리상태, 이전 관리 이후의 발행 인증서 등을 범위로 적합성을 평가받음. KAS 인정의 유효기간은 4년이며 운영요령 제26조(갱신평가)에 따라 유효기간 만료 7개월 전에 갱신평가 신청 후 최초 인정과 동일한 순서로 인정기구 평가를 받아 인정의 유지여부를 결정

(5) KTCS의 국제 상호인정 전략

- 유럽의 상호운영성 기술기준(TSI)에 따라 개발된 ETCS는 유럽뿐만 아니라, 브라질, 사우디, 말레이시아 등 전 세계의 일반철도 및 고속철도용 신호시스템으로 적용이 확대 중에 있음
 - 유럽연합 회원국내 국제철도망에서의 단일화된 철도운송서비스를 목적으로 차상신호 및 지상신호관련 장치 구성, 기능, 인터페이스, 적합성 평가관련 기술사양을 상세하게 규정하고 있어, 자국 내 일반/고속철도용 신호기술사양이 존재하지 않는 국가에서 신규 철도사업 추진 시 CCS TSI내의 ETCS 기술사양을 적용하는 사업이 확대되고 있음
 - 따라서, 유럽의 ETCS 기술은 사실상 국제적인 일반철도 및 고속철도용 신호기술로서 간주할 수 있으며, ETCS 기술사양은 UNISIG(ETCS 기술사양의 개발을 주관하는 유럽 내 철도신호장치제작사 협회, 총 9개사)에서 주관하고 있으며, ERA(유럽철도청)의 승인 후 ERA 홈페이지를 통해 공표
- CCS TSI에서는 ETCS 시스템의 주요 구성용품(EVC, BTM, 발리스, RBC 등)을 규정하고 있으며, 유럽 내 ETCS 시험기관을 중심으로 ETCS 기술사양에 따라 ETCS 구성용품별 적합성 평가를 시행 중에 있음.
 - CCS TSI에서는 ETCS 구성용품 중 유럽 내 국제철도망에서 상호운영성 확보 시 중요

성이 가장 큰 EVC를 ISO/IEC17025 공인시험기관에서 평가하도록 법률로 규정하고 있으며, ETCS 시험기관에서는 EVC외에도 ETCS 시험사양이 마련된 발리스, BTM에 대한 공인시험을 시행 중에 있음.

- ETCS 구성용품 중 RBC는 ETCS 시험사양이 공표되어 있지 않아 공인시험이 불가능한 상황이나, 유럽내 공인시험기관을 중심으로 RBC 시험사양의 공인화가 추진 중에 있으며, 향후 ERA를 통해 공표될 것으로 예상

※ EVC와 철도차량간의 인터페이스 대비 RBC는 유럽내 각 국가별 기존 지상신호장치 (궤도회로, 차축계수기, 폐색장치, 연동장치 등)와 연계되어야 함에 따른 단일화된 시험사양의 마련이 용이하지 못한 환경이었지만, 최근 기존 지상신호장치간 인터페이스 표준화 사업(EULYX 프로젝트)가 진행됨에 따라 RBC 시험사양의 공표가 앞당겨질 것으로 예상

- 종합적으로 신호제어시스템 적합성 평가 시 국제적으로 상호인정이 가능한 구성용품 대상으로는 EVC, BTM, 발리스로 한정되며, 향후 RBC가 추가될 것으로 예상됨

- 기존 지상신호설비가 구축된 노선에서 ETCS 차상신호장치 탑재열차의 상호운명을 구현하는 STM 장치는 각 국가별 지상신호방식에 따라 상이한 구조 및 인터페이스 사양을 가지고 있어 국제적으로 통용되는 기술 및 시험사양이 없고 국가별로 지정된 평가기관(DeBo)에서 평가를 수행

- 따라서, KTCS 대상 적합성 평가 결과의 국제 상호인정을 위해서는 동일 평가대상에 대한 평가표준, 평가스킴, 평가설비를 확보하여 평가체계를 구현하고 국가인정기구(한국의 경우 KOLAS)로부터 구현된 평가체계에 대해 공인인정을 획득해야만 국제 상호인정을 위한 요건을 갖추게 됨

- 중국의 경우 ETCS 기술을 기반으로 중국고유의 고속철도용 신호시스템인 CTCS를 개발하고 일대일로 정책에 따른 고속철도망 건설 시 CTCS 기술의 적용을 확대하고 있음

- 중국은 ETCS 기술사양을 그대로 적용하지 않고, 벤치마킹을 통해 중국 전용의 CTCS 기술표준(SRS)을 마련하였으며, CTCS 구성용품별 기술표준과 시험표준을 마련하고 구성용품별 시험설비를 구축하여 ETCS의 평가체계 대비 더욱 체계적인 평가체계를 구축하여 운영 중임

- CTCS는 ETCS 구성용품별 물리적 사양은 준용하되, 논리적 기능사양(소프트웨어기반의 기능사양)은 중국철도환경에 맞도록 보완된 기술사양을 가지고 있어, CTCS 구성용품별 적합성 평가 설비는 유럽 ETCS 시험설비를 도입하여 CTCS 시험설비를 구축하고, CTCS 기술사양에 맞는 평가스킴 및 평가DB(SW기반 테스트케이스 및 테스트시퀀스)를 적용하여 CTCS 구성용품별 적합성 평가를 수행. 또한 중국의 국가인정기구인 CNAS를

통해 공인 적합성 평가 인정도 취득

- 아울러, 중국은 CTCS 시험설비 운영 시 ETCS 구성용품별 평가스킴 및 평가DB를 적용하여 ETCS 구성용품별 공인 적합성 평가가 가능한 환경도 갖추고 있어, 중국 시장을 위한 CTCS 적합성 평가체계와 국외 시장을 위한 ETCS 적합성 평가체계를 동시에 갖추고 있는 상황임
- KTCS-2 시험사업 이후 국가철도망에 대한 KTCS-2 확대 구축계획이 추진될 예정으로 KTCS-2 대상 공인 적합성 평가체계의 마련이 시급히 요구되는 실정이며, 중국 CTCS 적합성 평가체계 구축사례와 유사하게 핵심 ETCS 시험설비 도입하여 KTCS 시험설비를 구축하고 국내 KTCS관련 평가스킴 및 평가DB를 적용하여 KTCS 구성용품별 적합성 평가를 수행하며, 또한 국내 제작사의 해외 시장 대응을 위해서는 ETCS관련 평가스킴, 평가DB 적용 및 KTCS 시험설비의 활용을 통해 ETCS 구성용품별 적합성 평가를 수행
- KTCS 적합성 평가기술에 대해 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인인정 취득으로 '철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준'의 시행을 위해 요구되는 공인 KTCS 적합성 평가체계의 구축 및 운영 가능
 - ETCS 적합성 평가기술에 대해 KOLAS에 의한 공인인정 취득 및 해외 ETCS 공인시험 기관(ETCS 시험설비 제작사)과의 상호인정협력을 통해 ETCS 공인 시험분야에 대한 국제 상호인정이 가능한 적합성 평가체계의 구축 및 운영이 가능
- ※ 단, 공식적인 TSI 인증은 TSI 기술기준에 의거하여 ERA가 지정한 NoBo기관만 인증평가가 가능한 상황(현재 NoBo는 유럽평가기관만 존재)
- ETCS 공인시험 결과에 대한 해외 상호인정을 획득하기 위해서는 시험사양에 따른 평가스킴 및 평가설비의 구축시 ETCS 평가전문가를 통한 객관적 검증이 필요하나 국내의 경우 ETCS 기술성숙도가 낮고 ETCS 평가기술 전문가가 부족한 상황이며, 2022년 KTCS 공인 적합성 평가제도의 시행을 앞두고 있어 해외 ETCS 시험설비 도입을 통한 조기 평가기술 개발 및 평가체계의 우선 구축이 요구되는 상황
- ETCS와 같이 해외에서 선행 개발된 기술의 경우 국산화 기술개발 후 해외 시험설비를 활용한 성능검증이 우선되어야 하며, 국산화 기술역량이 충분히 확보된 상황에서만 시험설비를 포함한 전체 시스템에 대한 기술개발이 가능함
 - 따라서, ETCS 시험설비 도입을 통해 KTCS-2 적합성 평가기술을 우선 개발하고 KTCS-2에 대한 적합성 평가의 지속적인 수행 및 KTCS-2의 국내 확대 적용을 통해 KTCS 기술역량이 충분히 확보되어야만 KTCS에 대한 적합성 평가기술의 국내 독자개발이 가능할 것으로 예상

5절 유사과제 분석 및 기존 기술(연구)와의 차별성

1. KTCS 연구개발 과제와의 차별성

가. “일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화” 과제와의 차별성 검토

(1) 과제 현황

- “일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화” 과제에서는 KTCS-2 개발 성과품에 대한 기능과 성능을 개발단계에서 검증하기 위해 KTCS-2 통합시험실을 구축
 - 위 과제에서 개발한 차상신호장치와 지상신호장치 간의 통합시험(L2 수준) 용도로 (주)유경제어에 통합시험실을 구축
 - KTCS-2 통합시험실은 해외 ETCS 공인시험기관인 벨기에 Multel社로부터 차상시험장비를 도입(ETCS baseline2 수준)하고 국내에서 개발된 지상장치(RBC)와 전자연동장치 및 열차점유 시뮬레이터를 통합하여 시험실을 구축
 - 위 과제에서 KTCS-2 통합시험실을 통해 호남고속선 및 원강선 시험노선을 모사하는 시나리오를 개발하여 KTCS-2 차상장치와 지상장치의 통합시험을 진행



그림 97 일반·고속철도용 철도신호시스템 개발용 통합시험실

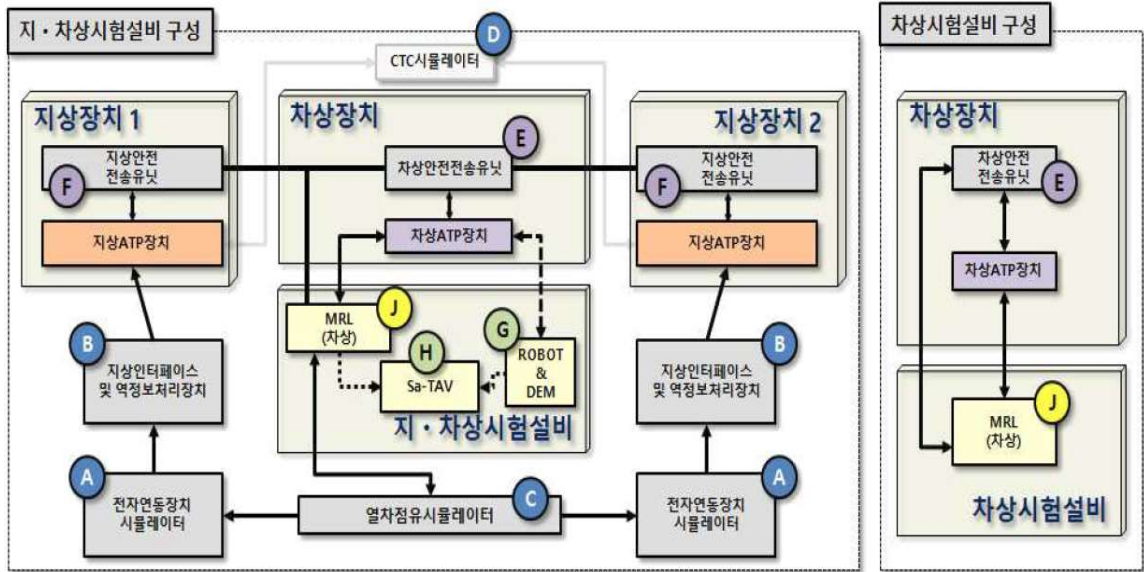


그림 98 KTCS-2 통합시험실 구성도

- ETCS 차상장치 시험규격(Subset-076)의 테스트시퀀스(테스트 시나리오) 중 호남고속선 및 원강선 시험노선에 해당하는 테스트시퀀스로 제한하여 통합시험을 수행

표 25 KTCS-2 통합시험실 활용 시험현황

호남고속선 통합시험실 시험내용			원강선 통합시험실 시험내용		
구분	내용	시험 방안	구분	내용	시험 방안
1	장치 간 인터페이스 점검	인터페이스 Check List	1	장치 간 인터페이스 점검	인터페이스 Check List
2	지상장치 기본시험	호남고속선 시험선 주행 시나리오	2	차상장치 기본시험	Subset-076, 15개 시나리오
	차상장치 기본시험	Subset-076, 11개 시나리오	3	지상~차상장치 연계시험	경강선 시험선 주행 시나리오
3	지상~차상장치 연계시험	호남고속선 시험선 주행 시나리오			

(2) 차별성 분석 결과

○ KTCS-2 통합시험실을 활용한 공인시험 제약사항 분석결과

- KTCS-2 통합시험실은 해외 공인시험기관으로부터 차상시험설비만 도입하고, 이외의 시험설비는 국내장치를 활용하여 국내 시험선로(호남시험선, 원강시험선) 환경에 맞게 조정된 ETCS-L2 수준의 통합시험환경으로 구성
- 해외 공인시험기관으로부터 도입한 차상시험설비를 공인시험기로 활용하기 위해서는 시험설비의 정확하고 완전한 사용을 위한 구체화된 시험사양 및 시험절차(시험평가 스킴)가 마련되어야 하며, 시험설비 측정치의 신뢰성 확보를 위해 시험설비의 측정 소급성 및 유효성 관리가 필수적
- 하지만, KTCS-2 통합시험실은 별도의 평가스킴이 마련되어 있지 않으며, 시험설비 노후화 및 유지보수 미수행 등으로 시험설비 측정치의 소급성 및 신뢰성이 훼손되었으며

별도의 독립성을 가진 전담 시험조직을 통해 시험업무가 수행되지 않았음

- KTCS-2 하부장치 제작기관별 개발인력이 시험설비를 직접 운영하여 시험평가 수행
- 또한 지상장치에 대한 시험설비와 시험평가스킴이 별도로 구축되어 있지 못해 RBC 등 지상장치에 대한 단독 시험 및 공인시험이 불가능
- 발리스, BTM 등 차상장치와 지상장치간 인터페이스를 담당하는 하부 구성장치에 대한 시험설비와 시험평가스킴의 부재로 인해 발리스 및 BTM에 대한 단독 시험 및 공인 시험이 불가능
- 또한 국내 기존신호설비(ATC, ATS)에 대한 인터페이스를 위한 STM 모듈에 대한 시험설비가 구축되지 못해, KTCS-2 통합시험실에서는 국내 철도환경에 적용 중인 기존 신호설비(ATC, ATS)에 대한 하위호환성 검증이 불가능

나. “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 과제와의 차별성 검토

(1) 과제 현황

- 국가철도공단이 주관기관으로 고속철도 운행환경(350km/h 속도대역)에서 궤도회로를 사용하지 않고 무선통신(LTE-R)만을 활용하여 열차제어가 가능한 차상 ATP/ATO 및 지상 ATP 개발을 목표로 “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 연구단 과제를 수행 중(‘18.04~20.12)으로 세부 개발목표는 다음과 같음
- 자동운전을 지원하는 이동폐색형 차상 ATP/ATO 개발
- 이동폐색방식의 지상 ATP 개발
- 기 개발된 KRTCS-1, KTCS-2 및 현재 구축된 ATP(ETCS L1)와의 상호운영성 확보
- 현재 운용 중인 ATC(고속철도)와 인터페이스 확보

(2) 차별성 분석 결과

- 위 과제에서는 자동운전을 지원하는 이동폐색형 ATP/ATO 핵심기술 및 장치 개발에만 초점을 맞추고 있음
 - ATP/ATO 장치간 인터페이스 검증관련 연구내용이 포함되어 있으나, 차상신호장치와 지상신호장치간 무선통신구간의 암호화를 담당하는 STU장치에 대한 안전성 검증연구를 수행하고 있음
- 따라서, 이 연구에서는 본 기획과제를 통해 도출하고자 하는 일반·고속철도용 한국형

철도신호제어시스템(KTCS-2/3)에 대한 적합성 평가 기술개발 기획과 중복성이 없음

- 대상 과제 완료시 자동운전을 지원하는 이동폐색형 ATP/ATO 장치 및 장치간 인터페이스 명세서(안)이 도출될 계획(2020.12)으로 KTCS-3 적합성 평가를 위한 시험환경 구성과 시험/검사사양 및 평가기준 마련 시 도출된 명세서의 활용이 필요할 것으로 예상

6절 국내 연구개발 역량 및 SWOT 분석

1. 국내 철도신호 연구개발 역량 분석

가. 국가철도망의 철도신호 적용현황 분석

- 국내 철도신호시스템은 도시철도, 일반철도, 고속철도 유형 별로 상이한 시스템이 적용되어 노선간 상호연계운행을 위한 제약이 발생

표 26 한국철도공사 신호시스템 설비 현황

장 치 별	내 용	총 시설량			비 고
		연 장(Km)	역 수(역)	설치율(%)	
연동장치	전 자 식	-	484	82.8	수도권고속선 포함
	전 기 식		51	8.7	
	기 기 집 중		48	8.2	
	기 계 식		2	0.3	
	계		585	100	
열차집중제어장치 (CTC)	경부고속선(금천구청~부산)	399.7	33	86.9	철도영업거리 : 3,915.6km (수도권고속선 60.9km 제외)
	호남고속선(오송~광주송정)	183.8	14		
	수 도 권(경인선 외 10개선)	407.1	94		
	경 부 선(서울~부산)	441.7	71		
	호 남 선(대전조차장~목포)	252.5	34		
	중 앙 선(청량리~영천)	331.5	66		
	태 백 선(제천~백산)	104.1	17		
	영 동 선(영주~강릉)	192.7	30		
	충 북 선(조치원~봉양)	115.0	16		
	장 향 선(천안~익산)	154.4	23		
	경 전 선(삼랑진~광주송정)	277.7	34		
	전 라 선(익산~여수엑스포)	180.4	25		
	동해선(모량~포항)	35.1	3		
	경북선(김천~영주)	115.0	9		
	기타선(가야·광주·삼척·광양제철·함백선 등)	213.4	32		
계	3,404.1	501			
열차자동제어장치 (ATC)	고속선(연결선 포함), 고양기지선(시험선) 과천·분당(기지포함)·일산선	637.2	-	16.3	고속선 607.5 기타선 90.6 수도권고속선 제외
자동폐색장치 (ABS)	경부선 외 50개선	2,946.4	-	75.2	
열차자동정지장치 (ATS)	경부선 외 68개선	3,110.1	-	79.4	
열차자동방호장치 (ATP)	경부선 외 21개선	1,154.2	-	29.5	
장 치 별	내 용	총 시설량		설치율(%)	비 고
신호기장치	장내출발(4,306), 폐색(4,362), 기타(9,633)	18,301		-	수도권고속선 포함
전기선로전환기장치	NS(2,689), NS-AM(5,860), MJ81(1,158), 하이드로스타(76)	9,783		-	
궤도회로장치	임펄스(11,140), 바이어스(1,544), 직류(1,543), PF(17), AF(9,267)	23,511		-	
건널목보안장치	1종(안전표지, 경보기, 차단기)	903		90.2	
	2종(안전표지, 경보기)	5		0.5	
	3종(안전표지)	93		9.3	
	계	1,001		100	

※ 고속선과 과천, 분당, 일산선(광역철도노선)에 적용되는 열차자동제어장치(ATC)는 서로 상이함
 ※ 2016.12.31. 기준 현황

- 일반철도용 신호제어설비로서 지상신호기(+ATS) 또는 ATS/ATP 혼용 또는 ATP가 설치·운영 중에 있으며, 고속철도용 신호제어설비로는 자동열차제어장치(ATC)가 설치·운영 중에 있으며, 도시철도용 신호제어설비는 운영노선별로 상이한 신호제어시스템이 설치·운영 중에 있음
- 일반철도 노선의 경우 국산화된 자동열차정지장치(ATS)가 기본적으로 구축되어 있으나, 2000년대부터 기존선 고속화 및 운행안전성 향상을 위해 ETCS L1 기술기반의 자동열차방호장치(ATP)가 지속적으로 확대 구축 중에 있음

표 27 국내 자동열차방호장치(ATP) 설치노선 현황

노 선 명(km)	제작사	사용개시일	시 공 사	비 고
경부선(서울~부산, 441.7)	Bombardier	'11.04.06.	서우건설/LG CNS	
호남선(대전조~목포, 252.5)	Bombardier	'10.04.21.	서우건설/LG CNS	
전라선(익산~여수엑스포, 180.4)	Bombardier/Thales	'12.05.01.	서우건설/대아티아이	
경춘선(망우~춘천, 80.7)	Thales	'12.02.28.	대아티아이	限,itx-청춘
시흥연결선(1.5)	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/LG CNS	
대전도심구간(10.4)	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/LG CNS	
대구도심구간(14.0)	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/LG CNS	
부산연결선(2.1)	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/LG CNS	
광주선(광주선 분기~광주, 11.9)	Bombardier	'10.04.21	서우건설/LG CNS	
경전선(광주송정~광주선분기, 2.1)	Bombardier	'10.04.21	서우건설/LG CNS	
북송정삼각선(호남~경전선, 1.0)	Bombardier	'10.04.21	서우건설/LG CNS	
경의선(서울~화전, 11.5)	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	
대전선(대전~서대전, 5.7)	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	
부전선(가야~부전, 2.2)	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	
가야선(범일~사상, 8.3)	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	
동해남부선(부산진~범일, 2.1)	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	
동해선(모량~포항, 35.1)	Bombardier/Thales	'15.04.01	서우건설/대아티아이	
건천연결선(고속선~모량, 2.0)	Bombardier/Thales	'15.04.01	서우건설/대아티아이	
익산남·북연결선(4.1)	Bombardier	'15.04.01	서우건설	
광주송정연결선(6.1)	Bombardier	'15.04.01	서우건설	
평택선(평택~창내, 13.1)	Thales	'15.04.02	대아티아이	
경강선(판교~여주, 54.8)	Bombardier	'16.09.24	서우건설	
경강선(서원주~강릉, 120.7)	Bombardier/Thales	'17.12.22.	서우건설/대아티아이	ATP 전용노선
중앙선(덕소~서원주, 69.2)	Bombardier/Thales	'17.12.22.	서우건설/대아티아이	
기타(10.9) * 장항,대구,충북,경북,미전,경부2선	Bombardier	'11.04.06	서우건설/LG CNS	ATP↔ATS 변경구간
23개 노선(1,344.1)				

- 자동열차방호장치(ATP)는 KTX/KTX산천, ITX-청춘/새마을, 디젤전기기관차 등 총 805량에 설치되어 운영 중(2016.12.31. 기준)

표 28 국내 자동열차방호장치(ATP) 설치차량 현황

차 종	량수	제작사	사용개시일	시공사
KTX(46편성)	92	Bombardier	'12.05.10.	서우건설/LG CNS
KTX-산천(I, 24편성)	48	Ansaldo	'12.05.01.	현대로템(주)
KTX-산천(II, 22편성)	44	Ansaldo	'15.04.01	현대로템(주)
KTX-산천(SRT, 10편성)	20	Ansaldo	'16.12.09	현대로템(주)
KTX-산천(III/평창, 16편성)	32	Ansaldo	'16.12.09	현대로템(주)
itx-청춘(8편성)	16	Ansaldo	'12.02.28.	현대로템(주)
itx-새마을(23편성)	46	Ansaldo	'14.02.15	현대로템(주)
디젤동차(무궁화)	45	Bombardier	'12.02.20.	서우건설/LG CNS
디젤기관차(7300호대, 7400호대)	187	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/LG CNS
디젤기관차(7500호대)	16	Bombardier	'15.12.01	서우건설
디젤기관차(7600호대)	25	Ansaldo	'14.06.01	현대로템(주)
누리로(7편성)	14	Bombardier	'13.11.01.	히타치(주)
전기기관차(8101~02, 8201~55)	57	Bombardier	'13.03.04.	서우건설/유경제어
전기기관차(8256~83)	28	Ansaldo	'13.11.01.	현대로템(주)
전기기관차(8501~56)	56	Ansaldo	'13.11.26.	현대로템(주)
전기기관차(8557~87)	31	Ansaldo	'13.11.28.	현대로템(주)
전기동차(경강선)	48	Ansaldo	'16.08.30.	현대로템(주)
계	805			

- 일반철도 노선을 제외한 도시철도 및 고속철도의 신호방식은 각 운영 노선별로 상이한 시스템이 도입·적용 중에 있으며, 이것은 전용 노선에서 전용 열차가 운행되는 해당 철도시스템의 특성에 기인함
 - 고속철도 신호방식은 프랑스 TVM기술 기반의 고속철도용 ATC 기술이 도입, 적용 중
 - 고속철도 차량이 ATC 구간 이외 일반철도망을 운행하는 경우 ATS, ATP 차상신호 장치가 추가 설치하여 운행되고 있음
- 현재 국내 일반철도망에 구축·운영 중인 ATP 신호설비는 안saldo, 봄바르디어, 탈레스 등 외산신호기술(유럽)이 도입·구축되어 있으며, 국가연구개발사업인 "400km/h급 고속철도

인프라 시범적용 기술개발(2010~15)”, “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)” 과제를 통해 ETCS L2기반 한국형 철도신호제어기술이 개발되었으나 실용화되지 못함

나. ETCS기반 신호기술 국산화 개발 역량 분석

○ ETCS Level별 차상신호장치 및 지상신호장치에 대한 국산화 기술개발 역량 분석

(1) ETCS Level 1의 국산화 기술개발 역량 분석

표 29 ETCS Level 1의 국산화 기술개발 역량분석 결과

구 분	장치명	개발회사	국내제작사	기술역량 분석
지상설비	발리스	봄바르디어	서우건설산업	해외기술(봄바르디어) 도입 후 국내 생산 및 일반철도망 적용 중
지상설비	발리스	탈레스	유경제어	해외기술(탈레스) 도입 후 국내 생산 및 일반철도망 적용 중
지상설비	발리스	신우이엔지	신우이엔지	국내 자체 개발 후 생산 및 일반철도망 적용 중
지상설비	LEU	봄바르디어	서우건설산업	해외기술(봄바르디어) 도입 후 국내 생산 및 일반철도망 적용 중
지상설비	LEU	탈레스	대아티아이	해외기술(탈레스) 도입 후 국내 생산 및 일반철도망 적용 중
지상설비	LEU	신우이엔지	신우이엔지	국내 자체개발 및 해외 안전인증 획득 (국내 상용화 실적 없음)
차상설비	ATP차장장치 (ETCS L1)	봄바르디어	서우건설산업	해외제품(봄바르디어) 도입, 설치
차상설비	ATP차상장치 (ETCS L1)	안살도STS	현대로템	해외제품(안살도STS) 도입, 설치
차상설비	ATP차상장치 (ETCS L1)	샬롬엔지니어링	샬롬엔지니어링	유지보수 모터카용 ATP차상장치 자체개발 및 국내 모터카에 적용 중

○ ETCS L1 신호기술은 국내 일반철도망에 ATP장치로 명명되어 구축, 운영 중에 있으며 지상신호설비의 경우 유럽 ETCS 제작사(봄바르디어, 탈레스)의 원천기술을 국내 제작사가 도입하여 국내생산 후 일반철도망에 설치·운영 되고 있음

- ETCS L1 지상신호장치(발리스, LEU)의 국내 제작 및 설치·운영기술은 10년 이상 적용되어 기술적 안정화 단계에 진입한 것으로 판단됨
- ETCS L1 지상신호장치 해외 개발사의 도면, 부품을 활용하여 국내에서 제작, 설치되고

있는 상황으로 ETCS L1 신호장치에 대한 원천기술 개발역량 부족

- 최근 ETCS L1 지상신호장치(발리스, LEU)에 대한 국산화 기술개발 및 해외독립평가 기관에 대한 안전성 인증(2020년)이 완료되었으나 국내 철도망에 구축된 실용화 사례가 없음
- 차상신호설비의 경우 유럽 ETCS 제작사(봄바르디어, 안살도STS)의 해외 제조 제품이 설치·운영 되고 있음
 - ETCS L1 차상장치는 해외 제작사 제품이 전량 수입, 설치되고 있어 국산화 기술개발 역량이 부족한 상황이었음
 - ETCS L1 차상장치의 지속적인 국내적용 확대를 위해 국내개발 차량 적용을 위한 차상 신호장치-차량간 인터페이스 기술은 안정화 단계에 진입한 것으로 판단됨
 - ATS/ATC/ATP겸용 차상신호장치가 국내 중소기업을 통해 개발되었으나, 유지보수 모터카용 차상신호장치 분야에 제한적으로 적용 중

(2) ETCS Level 2의 국산화 기술개발 역량 분석

- 국토부 국가연구개발사업 “400km/h급 고속철도인프라 시범적용 기술개발(2010~15)”, “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)”를 통해 ETCS L2기반 한국형 철도신호제어기술 개발
- 신호설비 제작사간 상호호환성 확보를 위해 “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)” 사업에서는 차상/지상신호설비제작사를 3개 컨소시엄으로 구성하여 기술개발을 추진
 - LS산전(지상)/테크빌(차상) 컨소시엄, 대아티아이(지상)/현대로템(차상) 컨소시엄, 서울 건설산업(지상)/포스코ICT(차상) 컨소시엄에서 기술개발 추진
- “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)”에서는 ETCS L2 구성 용품 중 지상신호설비인 RBC와 차상신호설비인 KVC를 개발
 - 기타설비로 차상신호설비와 지상신호설비간 제어정보의 암호화를 위한 STU 장치도 개발
- “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)” 사업에서는 KTCS-2 개발 성과품에 대한 기능과 성능을 개발단계에서 검증하기 위해 KTCS-2 통합시험실을 구축하여 LAB 시험 진행
 - KTCS-2 통합시험실은 해외 ETCS 공인시험기관인 벨기에 Multel社로부터 차상시험장비를 도입(ETCS baseline2 수준)하고 국내에서 개발된 지상장치(RBC)와 전자연동장치 및 열차점유 시뮬레이터를 통합하여 제한된 수준의 통합시험실 환경 구축

- KTCS-2 통합시험실을 통해 호남고속선 및 원강선 시험노선을 모사하는 시나리오를 개발하여 KTCS-2 차상장치와 지상장치의 통합시험을 진행하였으나, 제작사가 자체적으로 KTCS-2 통합시험실을 활용, 통합시험을 진행하여 통합시험결과에 대한 객관성 확보 미흡

표 30 ETCS Level 2의 국산화 기술개발 역량분석 결과

구분	장치명	개발회사	국내제작사	기술역량 분석
지상설비	RBC	LS산전	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 RBC 개발 및 자체시험 • 해외독립평가기관을 통한 안전성 인증 (차상장치개발사(테크빌)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
지상설비	RBC	대아티아이	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 RBC 개발 및 자체시험 • 해외독립평가기관을 통한 안전성 인증 (차상장치개발사(현대로템)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
지상설비	RBC	서우건설산업	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 RBC 개발 및 자체시험 • 해외독립평가기관을 통한 안전성 인증 (차상장치제작사(포스코ICT)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
차상설비	차상신호장치 (ETCS L2)	테크빌	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 차상신호장치 개발 및 자체시험 • 해외독립평가기관을 통한 안전성 인증 (지상장치개발사(LS산전)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
차상설비	차상신호장치 (ETCS L2)	현대로템	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 차상신호장치 개발 및 자체시험 • 해외독립평가기관을 통한 안전성 인증(지상장치제작사(대아티아이)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
차상설비	차상신호장치 (ETCS L2)	포스코ICT	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L2기반 차상장치 개발 및 자체시험(지상장치제작사(서우건설산업)와 콘소시엄을 구성하여 개발)
기타	차지상 무선통신 암호화설비	유경제어	(좌동)	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 지상신호장치와 차상신호장치 무선통신 메시지 암호화 장치 개발

- “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)” 사업에서는 HEMU 차량에 차상신호장치를 탑재하여 시험노선(호남고속선, 원강선 일부구간)에서 시운전

시험 수행

- 차량과 차상신호장치간 입력인터페이스만 연결하고 제한적 조건에서 시운전 시험을 수행하여 완전한 시험이 진행되지 못함

(3) ETCS Level 3의 국산화 기술개발 역량 분석

- 국가철도공단이 주관기관으로 고속철도 운행환경(350km/h 속도대역)에서 궤도회로를 사용하지 않고 무선통신(LTE-R)만을 활용하여 열차제어가 가능한 차상 ATP/ATO 및 지상 ATP/ATO 개발을 목표로 “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발” 연구단 과제를 수행 중(18.04~20.12)
- 본 과제에서는 각각 1개 차상신호제작사와 지상신호제작사만이 참여하여 기술개발 추진
 - 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 기술개발 사양은 한국철도기술연구원이 개발기관으로 참여
 - 지상ATP/ATO설비 개발은 대아티아이(주)가 개발기관으로 참여 중이며, 차상ATP/ATO 설비는 현대로템(주)이 개발기관으로 참여
- 본 과제에서의 기술개발은 ETCS기반 ATP장치에 자동운전장치(ATO)가 중첩되는 구조의 ATO over ETCS(AoE) 기술기반으로 개발 중
 - AoE 기술은 유럽 Shift2Rail 프로젝트의 일환(X2R 프로젝트)으로 기술개발 중으로 기술표준 사양(안)을 단계적으로 개발 중에 있으며, 기술개발 성과(AoE 기술표준사양 등 성과 문서)는 프로젝트 참여기관에 한해 제한적으로 공개
 - 본 과제에서는 AoE 기술사양에 대한 접근권한 미확보로 ETCS기반 ATP장치에 ATO 장치가 중첩되는 구조의 AoE 장치구성 방식은 준용하되 장치 간 프로토콜은 국내 자체개발 추진 중
- 본 과제를 통해 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 한국형 신호제어기술 사양(KTCS-3) 마련 예정
 - KTCS-3에서 ATP기술은 ETCS L3 기술사양을 준용하고 있으나 ATO기술은 국내개발 프로토콜을 적용으로 AoE 기술표준에 부합성은 확인은 불가
 - KTCS-3 기술사양 마련 시 국내수준의 공인 적합성 평가 기술개발이 가능하며, AoE에 부합하는 KTCS-3 기술사양 마련시 국제 공인 적합성 평가 기술개발 가능

표 31 ETCS Level 3의 국산화 기술개발 역량분석 결과

구분	장치명	개발회사	국내제작사	기술역량 분석
지상설비	RBC (ETCS L3)	대아티아이	-	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L3기반 RBC 개량기술 및 ATO기능 지원을 위한 인터페이스 기술개발 추진 중 • ETCS-지상ATO간 인터페이스는 국내 개발 인터페이스 적용 • 차상신호개발사와 연동시험을 통한 통합 성능 검증 추진
지상설비	지상ATO	대아티아이	-	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L3기반 지상ATO 국산화 기술개발 추진 중 • 지상ATO와 차상ATO간 인터페이스는 국내 개발 인터페이스 적용 • 차상신호개발사와 연동시험을 통한 통합 성능 검증 추진
차상설비	차상신호장치 (ETCS L3)	현대로템	-	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L3기반 차상장치 개량기술 및 ATO기능 지원을 위한 인터페이스 기술개발 추진 중 • ETCS-차상ATO간 인터페이스는 국내 개발 인터페이스 적용 • 지상신호개발사와 연동시험을 통한 통합 성능 검증 추진
차상설비	차상신호장치 (차상ATO)	현대로템	-	<ul style="list-style-type: none"> • 국가R&D 과제를 통해 ETCS L3기반 차상ATO 국산화 기술개발 추진 중 • 지상ATO와 차상ATO간 인터페이스는 국내 개발 인터페이스 적용 • 지상신호개발사와 연동시험을 통한 통합 성능 검증 추진

2. 기술개발 SWOT 분석

가. 기술개발관련 SWOT 요인 도출

- 국내외 정책동향, 시장동향, 기술동향, 적합성 평가 동향 등을 종합적으로 분석하여 Strength(강점), Weakness(약점), Opportunity(기회), Threat(위험) 요인을 도출

표 32 기술개발 관련 SWOT 요인 도출 결과

<p>강점 (Strength)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 한국형 철도신호기술의 국산화를 위한 정부(국토교통부)의 적극적인 정책적, 제도적 지원('철도 신호통신 국산화계획(17.12)' 및 철도건설법 개정(19.3)) ○ 지속적인 철도신호기술 국산화 R&D사업 추진을 통해 관련 핵심기술 및 개발 인력 등 기술개발 역량 확보(도시철도용 KRTCS 기술개발, 고속(일반)철도용 KTCS 기술개발 사업 추진 등) ○ 유럽열차제어시스템(ETCS) 표준사양 기반으로 고속(일반)철도용 KTCS 기술개발을 추진하여 기술개발 시 참고할 수 있는 규격, 사양 등 기술정보 확보 ○ 2000년대 초반부터 국내 일반철도 신호시스템 개량 시 ETCS Level1과 동일한 사양을 가진 ATP 신호시스템으로 개량되어 ETCS 사양 기반의 KTCS 신호기술을 국내 철도환경에 적용하기 용이 ○ LTE, 5G 등 세계최고 수준의 무선통신 기술역량 확보하고 LTE-R 기반의 철도 전용 통합무선통신망이 확대 구축 중으로 KTCS 신호기술의 국내 적용 가능성 증대 ○ 철도용품대상 형식승인제도 시행 등 철도용품에 대한 공인 적합성 평가제도의 활성화 및 형식승인 대상범위 지속적 확대로 철도용품에 대한 공인 적합성 평가 수요 증가 ○ 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」시행에 따른 신호제어시스템의 호환성 및 안전성에 대한 제3자 적합성 평가의 제도화로 철도신호에 대한 적합성평가 기반 마련 ○ 국토부의 철도차량 및 용품분야 형식승인제도 이외의 산업부 국가기술표준원의 KOLAS 공인시험 및 공인검사체계, KAS 공인인증체계가 구축되어 철도신호기술에 대한 공인 적합성 평가체계 구축 기반이 성숙되어 있음
<p>약점 (Weakness)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일반·고속철도용 KTCS 등 국산화된 신호기술의 국내 실용화 실적 미비 ○ 궤도회로, 전자연동장치, 자동폐색장치 등 국산화 수준이 높은 신호용품 이외의 신규 철도신호용품, 시스템의 경우 해외 적용사례, 실적이 있는 해외 제품이 국내 적용되고 있어 적용실적이 없고 공인 적합성평가가 되지 못한 국산화 신호기술은 기술 경쟁력이 부족 ○ KTCS 등 국산화된 철도신호기술은 시스템 단위로 실용화되어야 하기 때문에 실용화시 대규모의 예산투입 및 지속적인 확대 구축을 위한 정책적 지원이 필요한데 반해 그간의 예산투입 및 정책지원이 미비 <ul style="list-style-type: none"> - 최근 '철도 신호통신 국산화계획(17.12)' 및 철도건설법 개정(19.3)에 따라

	<p>예산투입 및 정책지원 근거 마련</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 철도신호시장 규모가 협소한 관계로 전문기업의 체계적인 연구개발 추진역량 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 철도신호시장 규모가 작아 타 기술분야 대비 국내 철도신호 개발기업의 규모 작음 - 국내 철도신호 개발기업 규모에 비례하여 개발인력 규모도 작음 ○ 철도신호 연구개발 결과물에 대한 철도건설기관, 철도운영기관의 적용 노력 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 신기술 적용을 위한 예산지원 및 기능/성능 등 품질인증 지원 등이 부족하여 철도건설 및 운영기관의 적용실적 저조 ○ 철도신호 연구개발 결과물에 대한 표준 사양 마련 등 규격화 노력 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 신규 개발된 국산화 신호기술에 대한 기술사양, 규격 등 표준화 실적 부족 - 연구개발 시 기술개발에만 초점을 맞춰 초안 수준의 기술사양, 기술규격화 작업만 수행 ○ 사용자(철도건설 및 운영기관), 대기업, 중소기업 간 협력체계 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 해외 유사기능 신호시스템 도입, 유사장치 중복 개발, 저가 입찰 등 과당 경쟁으로 국내 기술개발 협력체계 부족 ○ 철도신호용품, 기술규격, 시험규격, 시험인프라 등 철도용품의 신뢰성, 안전성, 호환성을 검증하기 위한 국내 인프라 부족 <ul style="list-style-type: none"> - 궤도회로, 전자연동장치, 자동폐색장치의 경우 형식승인제도를 통해 품질확보가 되고 있으나 이외의 용품에 대한 품질확보체계 미비 ○ KTCS 등 국산화 신호기술 개발 시 신규 기술의 구현을 중심으로 기술개발이 진행되어 적합성 평가를 위한 기술개발이 진행되지 못함 <ul style="list-style-type: none"> - 시운전시험 등 제한적 환경에서 제한된 기능에 대한 제한적 평가로 신규개발 기술에 대한 충분한 평가가 진행되지 못함 - 현재 개발기술에 대한 평가역량 부족으로 국내 공인 적합성평가 불가능 ○ 해외 기술사양에 기반한 KTCS 국산화 기술개발로 해외 ETCS 적합성평가기관을 통해 적합성평가가 가능한 상황으로 국내 적합성평가 인프라 부족
<p>기회 (Opportunity)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 전 세계 일반철도 및 고속철도망에 유럽표준형 신호제어기술(ETCS)의 적용이 확대됨에 따라 ETCS 기술사양이 사실상 국제표준으로 활용 중 <ul style="list-style-type: none"> - 유럽 이외에 아프리카, 남미, 인도, 아시아(한국, 인도네시아, 태국), 오세아니아 등 ETCS 적용 확대 ○ 전 세계적으로 ETCS 관련시장이 성장함에 따라 ETCS 기술기반의 KTCS 기술의 해외시장으로 진출 가능성 향상 <ul style="list-style-type: none"> - ETCS 기술표준에 대한 공인적합성 인증 획득시 해외시장에 진입 용이 ○ 국내 국가철도망 구축계획, 철도안전 종합계획, 철도산업발전기본계획 등 국가철도 발전계획에서 국내철도망의 노선간 연계운행을 통한 철도교통망의 운영효율성 및 안전성 개선 계획을 발표하여 향후 국가철도망의 신규구축 및

	<p>노후시설 개량시 KTCS의 적용확대가 예상됨</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전라선 180km 구간에 대한 KTCS-2 시범사업이 추진 중('18~'21)으로 KTCS 신호기술이 지속적으로 확대 적용될 것으로 예상 <p>○ 철도전용 무선주파수 확보 및 LTE-R기반 철도통합무선통신망의 구축 확대로 LTE-R 무선통신기술을 활용하는 KTCS의 국내 적용환경 개선</p> <p>○ 국내 국가철도망에서 노선간 상호연계 운행수요 증가 및 상호연계 운행시 호환성, 안전성 확보에 대한 제3자 적합성 평가의 제도화로 KTCS 신호기술에 대한 적합성평가 수요 확대 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 철도 신호통신 국산화계획(국토부, 17.12)에 따라 2022~32년까지 96개 노선 4,848km에 KTCS-2 지상신호장치가 설치되고, 철도차량 2,025대에 KTCS-2 차상신호장치가 신규 설치될 계획 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 개정, 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 신규 재정 등 제3자 적합성 평가의 제도화로 KTCS에 대한 국가 공인시험 및 공인검사 수요가 크게 확대될 것으로 예상 <p>○ 세계무역기구 WTO/TBT 협정을 통해 표준(Standards), 기술규정(Technical Regulations), 적합성평가(Conformity Assessment)에 관한 협정 체결하여 국제 상호인정 환경 확대 중</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 KTCS 및 ETCS에 대한 공인 적합성평가 기술 개발 및 공인 적합성평가 체계 구축 시 국산화 신호기술의 기술경쟁력 제고 지원 및 해외시장 진출 지원 가능
<p>위협 (Threat)</p>	<p>○ 최근 COVID-19 등 국내외 사회적 이슈 해결을 위한 대규모 국가예산투입으로 국가재정건전성 약화 및 국가연구개발지원 예산규모 축소 예상</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가연구개발지원 예산규모 축소로 인한 KTCS 적합성평가기술 개발 예산의 감액 또는 예산지원 지연 가능 <p>○ 국가철도망에서 노선간 상호연계 운행에 대한 국가 철도교통 정책 변경 시 노선간 상호연계운행에 대한 적합성평가 필요성의 감소 가능</p> <p>○ 전라선 180km 구간에 대한 KTCS-2 시범사업 실패의 경우 KTCS에 대한 보완개발(신규 규격화)이 필요하며, 이에 따른 적합성평가 기술의 보완도 필요</p> <p>○ 해외기술(ETCS) 기반의 KTCS 기술개발로 해외 ETCS 신호용품 및 해외 적합성평가기술에 대한 시장잠식 우려</p> <ul style="list-style-type: none"> - 유럽의 ETCS 제조사의 적극적인 국내시장 진출 시 국내 시장 잠식 우려 - ETCS 기술사양외 국내 관련 기술기준, 규격화 미비로 국내 기술장벽 구축 미흡 - 중국의 경우 ETCS 기술기반의 중국표준형 CTCS 기술을 개발하고, ETCS 및 CTCS 적합성 평가체계도 모두 구축하여 가격경쟁력을 앞세운 국내시장 진입 가능 <p>○ KTCS 공인적합성평가기술 미개발 시 해외 공인적합성평가기관에 의한 적합성평가로 해외 기술종속 지속화 우려</p>

나. SWOT 분석 및 기술개발 중점전략 도출

표 33 기술개발 관련 SWOT 중점전략 도출 결과

외부환경 내부역량	기회(O)	위협(T)
강점(S)	<p>[SO전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 한국형 철도신호기술의 국산화를 위한 정부의 정책적, 제도적 지원이 마련됨에 따라 KTCS 공인 적합성평가 기술개발에 대한 추진 타당성 확보 ○ 철도 신호통신 국산화 계획(국토부, 17.12)에 따른 KTCS 공인 적합성평가 대상의 대폭 증가로 KTCS 적합성평가 기술개발의 조기개발 필요 ○ KTCS 및 ETCS 공인 적합성평가 기술개발로 국내 평가수요 대응 및 국제공인 적합성 평가체계를 구축하여 국산 KTCS 기술의 해외시장 진출 시 기술장벽 해소 지원 ○ 기존 일반철도 신호시스템(ATS, ATP), 고속철도 신호시스템(ATC)과 KTCS 신호기술의 호환성 검증기술 개발을 통해 노선간 상호연계 운영성의 완전한 검증 추진 	<p>[ST전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국가연구개발사업 예산지원 규모 축소 시 시급성이 요구되는 KTCS-2에 대한 공인 적합성평가 기술개발을 우선 추진 ○ KTCS 시범사업 시 발생한 차/지상 신호장치간 기술적 호환성 이슈에 대한 보완 방안을 포함하여 완벽한 KTCS 공인적합성평가 기술개발 추진 ○ 해외 ETCS 공인평가기관과의 협력전략 마련을 통해 국내 적합성평가 시장보호 및 해외진출 기반 조성 ○ 국내 기존신호기술과 유사한 신호기술 적용국가에서 ETCS기술 적용시 기존신호에 대한 호환성 검증이 필요하며 국내개발 평가기술의 수출 추진 ○ 국가주도의 적합성평가 기술개발 및 지원으로 국내 철도신호산업기반 조성 강화 및 해외 기술 종속화 방지
약점(W)	<p>[WO전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 KTCS 공인적합성평가 기술 수요에 조기 부합하도록 KTCS-2에 대한 공인적합성평가 기술을 우선 개발 ○ 국제수준의 적합성평가 기술개발 및 적용으로 국산화 개발품의 품질 및 호환성을 객관적으로 검증하여 국산 개발품의 기술경쟁력 확보 및 실용화 지원 ○ ETCS, KTCS 기술사양, 규격에 근거한 적합성평가 기술개발 및 평가 인프라의 조기구축으로 국내기술개발 역량강화 지원 ○ 국가주도의 적합성평가 기술개발 및 평가체계 구축으로 KTCS 기술성숙도 향상 및 민관 기술협력체계 구축 ○ 해외 ETCS 시험장치 활용을 통한 국내 적합성평가 기술개발로 국내 적합성평가 수요 조기 대응 및 해외평가기관간 상호인정협약 조기 추진 	<p>[WT전략]</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ ETCS 기술사양은 차/지상 신호장치간 호환성 확보에 중점을 둔 기술사양으로 완전한 KTCS 신호기술의 구현을 위한 보충적 기술사양의 마련이 필요하며, 국내 철도신호환경에 적합한 보충적 기술사양 및 적합성평가 기술 마련을 통해 해외기술(ETCS)의 무분별한 국내 도입, 시장 잠식 등 문제 방지 가능 ○ ETCS기반의 일반·고속철도용 ATO(자동운전) 기술표준은 미 제정된 상황으로 국제 공인적합성평가가 불가능한 상황이며, 해외선진 공인적합성 평가기관과의 협력을 통해 ATO기능이 포함된 KTCS-3에 대한 적합성평가 기술의 선도적 개발 추진 ○ KTCS-ETCS-CTCS(한-유-중) 적합성평가 기술 협력체계 조성으로 유라시아 철도망의 상호연계운영기반 조성 지원

7절 활용 가능성 분석

1. 국내 한국형 철도신호시스템 적합성평가 시장성 분석

가. 한국형 철도신호시스템 구축계획 분석

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가 시장성 분석을 위해서는 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템의 향후 구축계획에 대한 파악이 요구됨
- 국토부 “철도 신호통신시스템 국산화 계획(‘17.12)”에서는 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템의 향후 구축계획을 제시하고 있음

(1) 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템은 시범사업(‘18~’21)을 통한 실용화 검증결과를 토대로 시설 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 ‘22~’32년까지 국내 일반, 고속철도망에 대한 신호시스템을 전부 교체하는 것으로 계획 수립
 - 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템을 차상장치, 지상장치로 구분하여 개량 계획을 수립
- (차상장치) 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템(KTCS-2)은 기존 신호설비(ATC, ATS)와 호환성을 가지므로 ‘22년 이후 설계되는 신규차량이나 내구연한이 도래한 차상장치부터 차상장치를 개량하는 것으로 계획
 - KTCS-2의 지상장치로 구축 예정인 신설노선 및 개량노선에 연계운행하려는 차량은 KTCS-2의 차상장치를 우선 장착
 - 차상장치 개량에 필요한 자원확보는 철도공사의 재정부담 완화를 위해 신규차량 구입비를 지원하는 사례를 준용하여 차상장치 비용의 50%를 국고(출자)로 지원하는 것으로 계획 수립

표 34 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획(차상장치)

구분	합계(대, 억원)		'22		'24		'26		'26		'30	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
계	2,025	12,150	296	1,776	683	4,098	662	3,972	168	1,008	216	1,296
신규	400	2,400	81	486	169	1,014	112	672	38	228		
개량	1,625	9,750	215	1,290	514	3,084	550	3,300	130	780	216	1,296

- (지상장치) 노선 간 연계운행을 할 수 있도록 국가 철도망 및 국가 철도망과 연계되는 모든 철도노선에 KTCS-2 지상장치를 적용하는 것으로 계획
 - '22년 이후 설계되는 건설 또는 개량노선부터 설치하고, KTCS-2와 호환이 안되는 고속철도는 차상장치부터 개량한 후 추진
 - 지상장치 개량에 필요한 자원확보는 건설구간은 건설사업비로, 기존구간은 개량사업비로 구축하는 것으로 계획 수립

표 35 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획(지상장치)

구분	합계(km,억원)		'18		'21		'24		'27		'30		'32	
	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액	수량	금액
계	4,848	2,160	0	4	180	268	300	2,660	1,504	5,234	1,978	3,212	886	1,382
신규	미정		미정											
개량	4,848	2,160	0	4	180	268	300	4,450	1,504	12,306	1,978	3,212	886	1,382

※ '18~'21 비용은 시범운영 구축에 소요되는 비용(전라선 또는 광주선을 고려)

나. 한국형 철도신호시스템 적합성평가 시장규모 산출

(1) 적합성평가 시장규모 산출을 위한 가정

- 적합성 평가는 평가가 적용되는 시기에 따라 GA(Generic Application)와 SA(Specific Application) 평가로 구분
 - GA는 제품 단위에 대한 평가로 특정 철도차량 또는 특정 철도노선에 적용되기 전에 수행되는 평가로 정의
 - SA는 GA평가 이후에 특정 철도차량 또는 특정 철도노선에 적용 시 적용되는 평가로 정의하며 특정 프로젝트 환경에 맞게 제품이 적용됨에 따라 설계, 구성, 환경 파라미터 등 프로젝트별 요건이 적용된 상태에서 평가되고 있음
 - GA평가와 SA평가는 별도로 또는 동시에 평가될 수 있으며, 국내의 경우 GA평가된 제품을 특정 철도노선 또는 특정 철도노선에 적용할 때 해당 프로젝트별 요건을 포함하여 SA평가를 별도로 적용하고 있음
- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템(KTCS-2)의 유형 구분
 - 국토부 국가연구개발사업 "일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화(2014~18)"에서는 국가철도망에서의 노선간 상호연계 운행이 가능한 KTCS-2를 개발
 - 신호설비 제작사간 상호호환성 확보를 위해 "일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어

시스템 실용화(2014~18)” 사업에서는 차상/지상신호설비제작사를 3개 컨소시엄으로 구성하여 기술개발을 추진

- LS산전(지상)/테크빌(차상) 컨소시엄, 대아티아이(지상)/현대로템(차상) 컨소시엄, 서울 건설산업(지상)/포스코ICT(차상) 컨소시엄에서 기술개발 추진
- KTCS-2의 적합성 평가대상이 되는 장치별 형식 유형은 차상/지상신호설비 제작사별로 구분이 가능하며, 이에 따라 차상장치 3개 형식 유형, 지상장치 3개 형식 유형으로 구분 가능
- 따라서 차상장치 및 지상장치 제작사별로 각각 3개의 형식유형이 존재하므로 GA평가는 3개 형식유형별로 적용이 가능함

(2) 차상장치 적합성 평가 시장규모 산출

○ 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획에 따른 차상장치 적합성 평가 시장규모 산출을 위한 조건

- 차상장치 개량 및 신규도입 규모 : 총 2,025대
- 1회 개량 또는 신규 발주프로젝트 규모 : 20대/프로젝트
- 차상장치 발주 프로젝트 규모 : 101.25회/10년
- 형식유형 : 9개 (최초 3개 형식유형 별로 10년간 형식변경 3회 시)
- GA평가 비용 : (시험)3억원/형식유형, (검사)3억원/형식유형
- SA평가 비용 : (시험)1.5억원/프로젝트, (검사)5억원/프로젝트
- ※ 시험, 검사평가 비용은 해외 평가기관 평가비용을 적용

○ 차상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과

- GA평가비용 총 54억원/10년 규모 산출(시험 27억원, 검사 27억원)
- SA평가비용 총 145.44억원/10년 규모 산출(시험 48.48억원, 검사 96.96억원)
-

표 36 차상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과

평가구분	평가 산출 근거		총평가수 (회)	시험비용 (억원)	검사비용 (억원)	총 시험비용 (억원)	총 검사비용 (억원)	합계 (억원)
	형식유형	형식변경회수						
GA	3	3	9	3	3	27	27	54
	3	3						
SA	총 도입 규모(대)	1회 도입규모 (대/프로젝트)	101.25	1.5	5	151.875	506.25	658.125
	2,025	20						

(3) 지상장치 적합성 평가 시장규모 산출

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획에 따른 지상장치 적합성 평가 시장규모 산출을 위한 조건
 - 지상장치 개량 및 신규도입 규모 : 총 4,848km
 - 1회 개량 또는 신규 발주프로젝트 규모 : 150km(RBC 3개 규모)
 - 지상장치 발주 프로젝트 규모 : 32.32회/10년
 - 형식유형 : 9개 (최소 3개 형식유형 별로 10년간 형식변경 3회 시)
 - GA평가 비용 : (시험)3억원/형식유형, (검사)3억원/형식유형
 - SA평가 비용 : (시험)1.5억원/프로젝트, (검사)3억원/프로젝트
 - ※ 시험, 검사평가 비용은 해외 평가기관 평가비용을 적용

- 지상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과
 - GA평가비용 총 54억원/10년 규모 산출(시험 27억원, 검사 27억원)
 - SA평가비용 총 145.44억원/10년 규모 산출(시험 48.48억원, 검사 96.96억원)

표 37 지상장치 적합성 평가 시장규모 산출 결과

평가구분	평가 산출 근거		총평가수 (회)	시험비용 (억원)	검사비용 (억원)	총 시험비용 (억원)	총 검사비용 (억원)	합계 (억원)
	형식유형	형식변경회수						
GA	3	3	9	3	3	27	27	54
	형식유형	형식변경회수						
SA	2,025	150	32.32	1.5	3	48.48	96.96	145.44
	총 도입 규모(km)	1회 도입규모 (km/프로젝트)						

다. 한국형 철도신호시스템 적합성평가 연차별 시장규모 산출

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획의 연차별 구축 수량에 따른 적합성 평가비용을 산출하여 국내 연차별 시장규모를 산출
 - 차상장치관련 연차별 적합성 평가 시장규모 산출
 - 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획내 차상신호장치의 연차별 구축 수량을 근거로 시험 및 검사 시장규모를 산출
 - 차상신호장치의 경우 KTCS-2 시범사업 종료 이후, 도입대수가 크게 증가하는 2024년부터 적합성 평가 시장규모가 크게 성장할 것으로 예상
- ※ 단, 연차별 시장규모 산출결과는 발주기관의 도입계획 지연 시 변경될 수 있음

표 38 적합성 평가 연차별 시장규모(차상신호장치)

연도	2022	2024	2026	2028	2030	합 계
연도별 도입수량(대)	296	683	662	168	216	2,025
GA시험회수	3	-	3	-	3	9
SA시험회수	14.80	34.15	33.10	8.40	10.80	101.25
GA시험시장규모(억원)	9	-	9	-	9	27
SA시험시장규모(억원)	22.20	51.23	49.65	12.60	16.20	151.88
GA검사회수	3	-	3	-	3	9
SA검사회수	14.80	34.15	33.10	8.40	10.80	101.25
GA검사시장규모(억원)	9	-	9	-	9	27
SA검사시장규모(억원)	74.00	170.75	165.50	42.00	54.00	506.25
총 시험시장규모(억원)	31.20	51.23	58.65	12.60	25.20	178.88
총 검사시장규모(억원)	83.00	170.75	174.50	42.00	63.00	533.25
총 시장규모(억원)	14.20	221.98	233.15	54.60	88.20	712.125

- 지상장치관련 연차별 적합성 평가 시장규모 산출
 - 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획내 지상신호장치의 연차별 구축 수량을 근거로 시험 및 검사 시장규모를 산출
 - 지상신호장치의 경우 구축연장이 크게 증가하는 2027년부터 적합성 평가 시장규모가 크게 성장할 것으로 예상
- ※ 단, 연차별 시장규모 산출결과는 발주기관의 건설계획 지연 시 변경될 수 있음

표 39 적합성 평가 연차별 시장규모(지상신호장치)

연도	2021	2024	2027	2030	2032	합계
연도별 구축거리(km)	180	300	1,504	1,978	886	4,848
GA시험회수	3	-	3	-	3	9
SA시험회수	1.20	2.00	10.03	13.19	5.91	32.32
GA시험시장규모(억원)	9	-	9	-	9	27
SA시험시장규모(억원)	1.80	3.00	15.04	19.78	8.86	48.48
GA검사회수	3	-	3	-	3	9
SA검사회수	1.20	2.00	10.03	13.19	5.91	32.32
GA검사시장규모(억원)	9	-	9	-	9	27
SA검사시장규모(억원)	3.60	6.00	30.08	39.56	17.72	96.96
총 시험시장규모(억원)	10.80	3.00	24.04	19.78	17.86	75.48
총 검사시장규모(억원)	12.60	6.00	39.08	39.56	26.72	123.96
총 시장규모(억원)	23.40	9.00	63.12	59.34	44.58	199.440

○ 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 대상 연차별 적합성 평가 시장규모 산출

- KTCS-2 시범사업 종료 시점 이후(2023년)부터 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가 시장규모가 크게 설정할 것으로 예상

※ 단, 연차별 시장규모 산출결과는 발주기관의 도입/건설계획 지연 시 변경될 수 있음

표 40 적합성 평가 연차별 시장규모(전체)

연도	2021~2022	2023~2024	2025~2026	2027~2028	2029~2030	2031~2032
시험시장규모(억원)	42.00	54.23	58.65	36.64	44.98	17.86
검사시장규모(억원)	95.60	176.75	174.50	81.08	102.56	26.72
적합성평가 총시장규모(억원)	137.60	230.98	233.15	117.72	147.54	44.58

라. 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 시장성 분석 결과

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축계획에 따른 적합성 평가 비용을 산출하여 국내 적합성 평가 시장의 전체 규모를 산출

- 총 10년간 차상장치 2,025대 설치 및 지상장치 4,848km 구축 시 발생 가능한 한국형 철도신호시스템의 적합성 평가 시장규모는 약 911억원 규모가 될 것으로 예상
 - 한국형 철도신호시스템 차상장치 적합성 평가 규모는 총 712억원 규모로 GA 시험평가 27억원, GA 검사평가 27억원, SA 시험평가 151.875억원, SA 검사평가 506.25억원으로 예상
 - 한국형 철도신호시스템 지상장치 적합성 평가 규모는 총 199억원 규모로 GA 시험평가 27억원, GA 검사평가 27억원, SA 시험평가 48.48억원, SA 검사평가 96.96억원으로 예상

표 41 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 시장규모 산출 결과

장치구분	구축규모	평가구분	시험시장규모 (억원)	검사시장규모 (억원)	적합성평가 시장규모(억원)
차상장치	2,025대	GA평가	27	27	54
		SA평가	151.875	506.25	658.125
지상장치	4,848km	GA평가	27	27	54
		SA평가	48.48	96.96	145.44
합 계			254.355	657.21	911.565

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 중장기 구축 계획에 따른 KTCS-2의 지속적인 구축 및 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 개정, 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 신규 재정 등 제3자 적합성 평가 제도의 시행에 따라 국내 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 시장이 새롭게 창출될 예정이며, 국내 적합성 평가 기술개발에 대한 적기 지원이 되지 못하면 KTCS-2 구축사업 시 해외 평가기관을 통한 제한적 적합성 평가로 평가비용의 해외 유출 및 적합성 평가 제도의 부분적 이행 등의 문제가 발생될 것으로 예상

2. 기대 효과

- 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 용품(장치)단위 공인 적합성 평가 기술개발에 따른 기대효과



그림 99 한국형 신호시스템의 용품(장치)단위 적합성 평가 기술개발에 따른 기대효과

- 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성 평가 실용화기술 개발에 따른 기대효과



그림 100 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성 평가 실용화기술 개발에 따른 기대효과

제3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절 비전 및 목표

1. 비전 및 목표 수립

- 본 기획과제에서는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 적합성 평가 기술개발을 위한 최선의 연구개발 계획을 도출하기 위해 국내외 동향 및 환경분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 연구개발 추진 방향을 도출
 - 국가철도 노선 간 연계운행을 위한 차량/시설 간 호환성 및 안전성의 객관적 검증
 - 지속가능한 철도교통망 구축과 유지관리를 위한 정부정책 및 제도의 지원
 - 국산화 신호기술의 기술경쟁력 및 해외 수출경쟁력 향상 및 국내 산업기반 지원
 - 4차 산업기술을 적용하여 적합성 평가과정을 디지털화, 자동화하여 평가부담 경감

- 연구개발 추진 방향을 고려하여 도출한 연구개발 비전과 최종 목표는 다음과 같음



그림 101 연구개발 비전 및 목표

- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인시험 및 공인검사 요건에 부합하고 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 한국형 일반철도 및 고속철도 신호시스템(KTCS)의 확대 구축계획에도 부합하도록 성과목표를 설정하였으며, 세계수준의 적합성 평가 기술수준을 달성하여 국산화 기술이 기술경쟁력 및 수출경쟁력을 갖출 수 있도록 지원
 - ISO/IEC 17025(공인시험기관 인정표준) 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 연계운행정 국제공인 시험체계 실증
 - ISO/IEC 17020(공인검사기관 인정표준) 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 연계운행정 국제공인 검사체계 실증

- 디지털화 및 자동화를 통한 시험평가 절차를 최적화하며 지속가능한 시험기술 및 검사기술체계의 구축이 가능하도록 다음과 같은 중점 연구개발 분야를 설정
 - 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발
 - 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

- 중점 연구개발 분야에 대한 연구개발을 통해 성과목표를 달성 시 다음과 같은 기대효과가 예상됨
 - 국가철도 노선간 상호연계운영성 확보
 - 국가철도망 확대정책 및 제도 지원
 - 철도망 연계확대로 국토 균형발전에 기여
 - 디지털트윈기반 평가 최적화로 비용절감
 - 세계수준 평가기술로 기술경쟁력 강화
 - 국제상호인정으로 수출경쟁력 강화

2절 핵심기술요소(CTE) 도출

1. 핵심기술요소(CTE) 도출 방안

- "핵심기술요소(CTE : Critical Technology Elements)"는 개별 연구개발사업의 범주에서 해당사업 완수를 위해 기술적으로 중요한 요소로 사업의 목표(성능, 비용, 일정)를 충족 하는데 결정적인 영향을 주거나, 기존 기술에 비해 개발 내용, 개발방식, 시연 환경, 설계 조건 등이 새롭게 적용되는 기술을 의미
- 본 기획과제에서는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 적합성 평가 기술개발을 위한 최적의 핵심기술요소(CTE)을 도출하기 위해 아래와 같은 CTE 도출 프로세스를 적용
 - (1) 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 적합성 평가대상 요소 식별
 - (2) 적합성평가 대상요소별 CTE 검토대상 요소기술 도출
 - (3) CTE 체크리스트로 적정성 검토
 - (4) 적정성 검토결과에 따른 후보 CTE 선정
 - (5) 연구진 검토회의에 따른 최종 CTE 선정



그림 102 CTE 도출 프로세스

2. 핵심기술요소(CTE) 도출 결과

- CTE 도출을 위한 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 적합성 평가 대상요소 식별 결과는 다음과 같음
 - KTCS-2 차상신호 하부시스템 적합성평가 대상 구성용품
 - 차상컴퓨터장치(KVC, 차상ATP)
 - 운행정보기록장치(JRU)

- 운전자표시장치(DMI)
- 발리스전송모듈(BTM)
- 주행거리계(Odometry)
- 특정전송모듈(STM)
- KTCS-2 지상신호 하부시스템 적합성평가 대상 구성용품
 - 무선폐색센터(RBC, 지상ATP)
 - 발리스
- 현재 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 KTCS-3관련 기술내용을 포함하고 있지 않아, KTCS-3 연구개발에서 추진 중인 KTCS-3 핵심 구성용품을 적합성 평가 대상 구성용품으로 선정
 - 차상자동운전장치(차상ATO)
 - 지상자동운전장치(지상ATO)

○ 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 적합성 평가를 위해서는 대상요소별 시험평가 기술개발과 검사평가 기술개발이 요구되며, 도출된 요소기술은 아래와 같음

표 42 KTCS 적합성 평가 기술개발을 위한 요소기술 목록

적합성 평가 구분	적합성 평가 기술개발 요소기술	적합성 평가 구분	적합성 평가 기술개발 요소기술
KTCS-2 차상신호 시험평가	차상컴퓨터장치(KVC) 시험평가기술	KTCS-2 차상신호 검사평가	차상컴퓨터장치(KVC) 검사평가기술
	운행정보기록장치(JRU) 시험평가기술		운행정보기록장치(JRU) 검사평가기술
	운전자표시장치(DMI) 시험평가기술		운전자표시장치(DMI) 검사평가기술
	발리스전송모듈(BTM) 시험평가기술		발리스전송모듈(BTM) 검사평가기술
	주행거리계(Odometry) 시험평가기술		주행거리계(Odometry) 시험평가기술
	특정전송모듈(STM) 시험평가기술		특정전송모듈(STM) 검사평가기술
	LTE-R 차상통신단말 시험평가기술		LTE-R 차상통신단말 검사평가기술
KTCS-2 지상신호 시험평가	무선폐색센터(RBC) 시험평가기술	KTCS-2 지상신호 검사평가	무선폐색센터(RBC) 검사평가기술
	발리스 시험평가기술		발리스 검사평가기술
	LTE-R 기지국 시험평가기술		LTE-R 기지국 검사평가기술
	암호키관리센터(KMC) 시험평가기술		암호키관리센터(KMC) 검사평가기술
	선로변제어유닛(LEU) 시험평가기술		선로변제어유닛(LEU) 검사평가기술
KTCS-2 시스템 시험평가	KTCS-2 시스템통합 시험평가기술	KTCS-2 시스템 시험검사	KTCS-2 시스템통합 검사평가기술
KTCS-3 차상신호 시험평가	차상ATO장치 시험평가기술	KTCS-3 차상신호 검사평가	차상ATO장치 검사평가기술
KTCS-3 지상신호 시험평가	지상ATO장치 시험평가기술	KTCS-3 지상신호 검사평가	지상ATO장치 검사평가기술
KTCS-3 시스템 시험평가	KTCS-3 시스템통합 시험평가기술	KTCS-3 시스템 검사평가	KTCS-3 시스템통합 검사평가기술

○ CTE 적적성 검토를 위한 CTE 체크리스트 평가를 시행하였으며, 아래 표와 같이 정의된 CTE 체크리스트를 적용

- KTCS 적합성 평가 기술개발을 위한 요소기술별로 아래 정의된 CTE 체크리스트를 적용하여 후보 CTE 요소기술 도출

표 43 CTE 체크리스트

단계	CTE 체크리스트	기준
SET 1	해당 기술이 운용 요구사항, 비용, 일정 등에 중대한 영향을 주는가?	반드시 충족
SET 2-1	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패) 위험이 예상되는가?	적어도 하나이상 충족
SET 2-2	해당 기술이 새롭거나 독창적인가?	
SET 2-3	기존의 성공적으로 적용된 이후에 금번 개발 시 변경된 기술이 있는가?	
SET 2-4	해당 기술이 새로운 유사환경(Relevant environment)에 적용되는가?	
SET 2-5	원래의 설계목적이나 시범된 능력을 뛰어넘는 환경조건과 성능의 충족이 요구되는가?	

○ CTE 적정성 평가 및 후보 CTE 도출 결과

- CTE 적정성 평가 결과, KTCS-2 시험평가기술 6개, KTCS-3 시험평가기술 3개, KTCS-2 검사평가기술 6개, KTCS-3 검사평가기술 3개가 최종 후보 CTE로 도출

표 44 CTE 체크리스트 평가 결과표

	CTE 체크리스트 구분	SET 1 (필수요건)	SET 2-1 (선택)	SET 2-2 (선택)	SET 2-3 (선택)	SET 2-4 (선택)	SET 2-5 (선택)	종합 평가		
대분류	체크항목 대상기술	해당 기술이 운용 요구사항, 비용, 일정 등에 중대한 영향을 주는가? (차/지상신호간 상호연계성)	해당기술을 개발하거나 시연하는데 중대한(실패) 위험이 예상되는가?	해당 기술이 새롭거나 독창적인가?	기존의 성공적으로 적용된 이후에 금번 개발 시 변경된 기술이 있는가?	해당 기술이 새로운 유사환경(Relevant environment)에 적용되는가?	원래의 설계목적이나 시범된 능력을 뛰어넘는 환경조건과 성능의 충족이 요구되는가?	종합 점수	필수 요건 선정 여부	최 종 후 보 선 정
	(체크기준)	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[0(없음)~1(중)~2(큼)]	[6이상 선정]		

KTCS-2 차상시험	차상컴퓨터장치 (KVC) 시험평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
	운행정보기록장 치(JRU) 시험평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
	운전자표시장치 (DMI) 시험평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	발리스전송모듈 (BTM) 시험평가	2	1	2	1	1	1	8	O	O
	주행거리계(Odo metry) 시험평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
	특정전송모듈 (STM) 시험평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
	LTE-R 차상통신단말 시험평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
KTCS-2 지상시험	무선폐색센터 (RBC) 시험평가	2	1	1	2	1	1	8	O	O
	발리스 시험평가	2	1	2	1	1	1	8	O	O
	LTE-R 기지국 시험평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	암호키관리센터 (KMC) 시험평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	선로변제어유닛 (LEU) 시험평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
KTCS-2 시스템 시험	KTCS-2 시스템통합 시험평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
KTCS-3 차상시험	차상ATO장치 시험평가	2	2	2	1	1	1	9	O	O
KTCS-3 지상시험	지상ATO장치 시험평가	2	2	2	1	1	1	9	O	O
KTCS-3 시스템 시험	KTCS-3 시스템통합 시험평가	2	2	2	2	1	1	10	O	O
KTCS-2 차상검사	차상컴퓨터장치 (KVC) 검사평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
	운행정보기록장 치(JRU) 검사평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X

	운전자표시장치 (DMI) 검사평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	발리스전송모듈 (BTM) 검사평가	2	1	2	1	1	1	8	O	O
	주행거리계(Odometry) 시험평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
	특정전송모듈 (STM) 검사평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
	LTE-R 차상통신단말 검사평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
KTCS-2 지상검사	무선폐색센터 (RBC) 검사평가	2	1	1	2	1	1	8	O	O
	발리스 검사평가	2	1	2	1	1	1	8	O	O
	LTE-R 기지국 검사평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	암호키관리센터 (KMC) 검사평가	1	1	1	1	1	1	6	X	X
	선로변제어유닛 (LEU) 검사평가	1	1	2	1	1	1	7	X	X
KTCS-2 시스템 시험	KTCS-2 시스템통합 검사평가	2	1	2	2	1	1	9	O	O
KTCS-3 차상검사	차상ATO장치 검사평가	2	2	2	1	1	1	9	O	O
KTCS-3 지상검사	지상ATO장치 검사평가	2	2	2	1	1	1	9	O	O
KTCS-3 시스템 검사	KTCS-3 시스템통합 검사평가	2	2	2	2	1	1	10	O	O

○ 최종 CTE 기술요소 선정 결과

- 후보 CTE 기술요소에 대해 기획연구 참여연구진 내부회의를 통해 최종 CTE 기술요소를 선정
- KTCS 적합성 평가 기술개발을 위해 선정된 최종 CTE 기술요소는 표 45와 같음

표 45 KTCS 적합성 평가 기술개발을 위한 최종 CTE 선정결과

구 분	적합성 평가기술개발 최종 CTE 기술요소
KTCS-2 차상신호 시험평가	차상컴퓨터장치(KVC) 시험평가기술
	발리스전송모듈(BTM) 시험평가기술
	특정전송모듈(STM) 시험평가기술
KTCS-2 지상신호 시험평가	무선폐색센터(RBC) 시험평가기술
	발리스 시험평가기술
KTCS-2 시스템 시험평가	KTCS-2 시스템통합 시험평가기술
KTCS-3 차상신호 시험평가	차상ATO장치 시험평가기술
KTCS-3 지상신호 시험평가	지상ATO장치 시험평가기술
KTCS-3 시스템 시험평가	KTCS-3 시스템통합 시험평가기술
KTCS-2 차상신호 검사평가	차상컴퓨터장치(KVC) 검사평가기술
	발리스전송모듈(BTM) 검사평가기술
	특정전송모듈(STM) 검사평가기술
KTCS-2 지상신호 검사평가	무선폐색센터(RBC) 검사평가기술
	발리스 검사평가기술
KTCS-2 시스템 시험검사	KTCS-2 시스템통합 검사평가기술
KTCS-3 차상신호 검사평가	차상ATO장치 검사평가기술
KTCS-3 지상신호 검사평가	지상ATO장치 검사평가기술
KTCS-3 시스템 검사평가	KTCS-3 시스템통합 검사평가기술

○ 최종 CTE 기술요소에 따른 연구과제 체계 구성

- KTCS 철도신호시스템에 대한 적합성 평가 기술개발을 위해 선정된 최종 CTE 기술 요소에 대해 적합성 평가 유형 및 평가대상 유형의 구분을 통해 연구과제 체계 구성안 도출
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서 정의하고 있는 적합성 평가 유형은 시험평가와 검사평가로 구분
 - KTCS 고속(일반)철도용 신호시스템의 유형은 KTCS-2 신호시스템과 KTCS-3 신호 시스템으로 구분
- 따라서, 적합성 평가유형 및 평가대상 유형의 구분을 통해 최종 CTE 기술요소들을 그룹핑한 결과는 아래의 표와 같으며, KTCS 철도신호시스템 적합성 평가기술개발을 위한 연구개발 과제구성 체계 도출 시 유형 분류의 규모가 큰 적합성 평가유형에 따라 세부 연구과제를 구성하는 것이 적절함.

표 46 KTCS 적합성 평가 기술개발 최종 CTE 그룹핑 결과

적합성 평가 유형 분류	평가대상 유형 분류	적합성 평가 세부 유형 분류	최종 CTE 기술요소
시험평가	KTCS-2	KTCS-2 차상신호 시험평가	차상컴퓨터장치(KVC) 시험평가기술
			발리스전송모듈(BTM) 시험평가기술
			특정전송모듈(STM) 시험평가기술
		KTCS-2 지상신호 시험평가	무선폐색센터(RBC) 시험평가기술
			발리스 시험평가기술
			KTCS-2 시스템 시험평가
	KTCS-3	KTCS-3 차상신호 시험평가	차상ATO장치 시험평가기술
		KTCS-3 지상신호 시험평가	지상ATO장치 시험평가기술
		KTCS-3 시스템 시험평가	KTCS-3 시스템통합 시험평가기술
검사평가	KTCS-2	KTCS-2 차상신호 검사평가	차상컴퓨터장치(KVC) 검사평가기술
			발리스전송모듈(BTM) 검사평가기술
			특정전송모듈(STM) 검사평가기술
		KTCS-2 지상신호 검사평가	무선폐색센터(RBC) 검사평가기술
			발리스 검사평가기술
			KTCS-2 시스템 시험검사
	KTCS-3	KTCS-3 차상신호 검사평가	차상ATO장치 검사평가기술
		KTCS-3 지상신호 검사평가	지상ATO장치 검사평가기술
		KTCS-3 시스템 검사평가	KTCS-3 시스템통합 검사평가기술

3절 연구개발 과제구성

1. 연구단 과제 구성

구분	과제명	세부기술명	최종 성과물	최종 성과물 유형
연구단 총괄	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성 평가 실용화 기술개발	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험환경 - ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계기술 공인검사체계	
1세부과제	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발 1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발 1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발 1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발 1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발 1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발 1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발 1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험환경	①시스템
2세부과제	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발 2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발 2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발 2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발 2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발 2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발 2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발 2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인검사체계	③공법/기법

2. 세부과제별 세부기술 및 목표성능 도출

구분	과제명	세부기술명	목표성능	TRL 단계
1 세 부	디지털트윈 기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상STM 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 발리스 /BTM 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차지상 ATP통합 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 차상ATO 시험기술확보	TRL6
		1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 지상ATO 시험기술확보	TRL6
		1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 차지상ATO통합 시험기술확보	TRL6
2 세 부	한국형 고속(일반) 철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 차상ATO 검사기술확보	TRL6
		2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 지상ATO 검사기술확보	TRL6
		2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합수준 차지상ATO통합 검사기술확보	TRL6

4절 세부과제별 세부 연구활동 및 예상 산출물 도출

1. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	예상 산출물	연구기간
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1-1-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 차상ATP 시험설비	2년
		1-1-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 차상ATP 시험평가스킴	2년
		1-1-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-1-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
		1-1-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서	1년
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	1-2-1 시험설비 개발 및 구축	차상STM(ATS/ATC) 시험설비	2년
		1-2-2 시험기준, 공인시험절차 개발	차상STM(ATS/ATC) 시험평가스킴	2년
		1-2-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-2-4 시험설비 시범운영	차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
		1-2-5 공인시험기관 인정	차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인기관 인정서	1년
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1-3-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 지상ATP 시험설비	2년
		1-3-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 지상ATP 시험평가스킴	2년
		1-3-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-3-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
		1-3-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서	1년

1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	1-4-1 시험설비 개발 및 구축	발리스/BTM 시험설비	2년
	1-4-2 시험기준, 공인시험절차 개발	발리스/BTM 시험평가스킴	2년
	1-4-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	발리스/BTM 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-4-4 시험설비 시범운영	발리스/BTM 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
	1-4-5 공인시험기관 인정	발리스/BTM 시험평가 공인기관 인정서	1년
1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-5-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 시스템통합 시험설비	2년
	1-5-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 시스템통합 시험평가스킴	2년
	1-5-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-5-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
	1-5-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인기관 인정서	1년
1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	1-6-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-3급 차상ATO 시험설비	2년
	1-6-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-3급 차상ATO 시험평가스킴	2년
	1-6-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-3급 차상ATO 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-6-4 시험설비 시범운영	KTCS-3급 차상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	1-7-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-3급 지상ATO 시험설비	2년
	1-7-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-3급 지상ATO 시험평가스킴	2년
	1-7-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-3급 지상ATO 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-7-4 시험설비 시범운영	KTCS-3급 지상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년

1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-8-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-3급 시스템통합 시험설비	2년
	1-8-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-3급 시스템통합 시험평가스킴	2년
	1-8-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-3급 시스템통합 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-8-4 시험설비 시범운영	KTCS-3급 시스템통합 시험설비 시범운영 평가보고서	1년

2. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	예상 산출물	연구기간
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	2-1-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서	2년
		2-1-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서	2년
		2-1-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 차상ATP 시범검사 결과보고서	1.5년
		2-1-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	2-2-1 검사평가기준 개발	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준서	2년
		2-2-2 검사평가절차 개발	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차서	2년
		2-2-3 검사평가 시범평가	차상STM(ATS/ATC) 시범검사 결과보고서	1.5년
		2-2-4 공인검사기관 인정	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	2-3-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서	2년
		2-3-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서	2년
		2-3-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 지상ATP 시범검사 결과보고서	1.5년
		2-3-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	2-4-1 검사평가기준 개발	발리스/BTM 검사평가 기준서	2년
		2-4-2 검사평가절차 개발	발리스/BTM 검사평가 절차서	2년

	2-4-3 검사평가 시범평가	발리스/BTM 시범검사 결과보고서	1.5년
	2-4-4 공인검사기관 인정	발리스/BTM 검사평가 공인기관 인정서	1년
2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-5-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서	2년
	2-5-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서	2년
	2-5-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 시스템통합 시범검사 결과보고서	1.5년
	2-5-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인기관 인정서	1년
2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	2-6-1 검사평가기준 개발	KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기준서	2년
	2-6-2 검사평가절차 개발	KTCS-3급 차상ATO 검사평가 절차서	2년
	2-6-3 검사평가 시범평가	KTCS-3급 차상ATO 시범평가 결과보고서	1년
2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	2-7-1 검사평가기준 개발	KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기준서	2년
	2-7-2 검사평가절차 개발	KTCS-3급 지상ATO 검사평가 절차서	2년
	2-7-3 검사평가 시범평가	KTCS-3급 지상ATO 검사평가 결과보고서	1년
2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-8-1 검사평가기준 개발	KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기준서	2년
	2-8-2 검사평가절차 개발	KTCS-3급 시스템통합 검사평가 절차서	2년
	2-8-3 검사평가 시범평가	KTCS-3급 시스템통합 검사평가 결과보고서	1년

5절 세부과제별 추진일정 및 추진전략

1. 세부과제별 추진일정 계획

가. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	연구기간	1차년	2차년	3차년	4차년	5차년
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1-1-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
		1-1-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
		1-1-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
		1-1-4 시험설비 시범운영	1년					
		1-1-5 공인시험기관 인정	1년					
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	1-2-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
		1-2-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
		1-2-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
		1-2-4 시험설비 시범운영	1년					
		1-2-5 공인시험기관 인정	1년					
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1-3-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
		1-3-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
		1-3-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
		1-3-4 시험설비 시범운영	1년					
		1-3-5 공인시험기관 인정	1년					
	1-4 발리스/BTM 시험자동화	1-4-1 시험설비 개발 및 구축	2년					

기술개발	1-4-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
	1-4-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
	1-4-4 시험설비 시범운영	1년					
	1-4-5 공인시험기관 인정	1년					
1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-5-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
	1-5-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
	1-5-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
	1-5-4 시험설비 시범운영	1년					
	1-5-5 공인시험기관 인정	1년					
1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	1-6-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
	1-6-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
	1-6-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
	1-6-4 시험설비 시범운영	1년					
1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	1-7-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
	1-7-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
	1-7-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
	1-7-4 시험설비 시범운영	1년					
1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-8-1 시험설비 개발 및 구축	2년					
	1-8-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년					
	1-8-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년					
	1-8-4 시험설비 시범운영	1년					

나. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	연구 기간	1 차년	2 차년	3 차년	4 차년	5 차년
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	2-1-1 검사평가기준 개발	2년					
		2-1-2 검사평가절차 개발	2년					
		2-1-3 검사평가 시범평가	1.5년					
		2-1-4 공인검사기관 인정	1년					
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	2-2-1 검사평가기준 개발	2년					
		2-2-2 검사평가절차 개발	2년					
		2-2-3 검사평가 시범평가	1.5년					
		2-2-4 공인검사기관 인정	1년					
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	2-3-1 검사평가기준 개발	2년					
		2-3-2 검사평가절차 개발	2년					
		2-3-3 검사평가 시범평가	1.5년					
		2-3-4 공인검사기관 인정	1년					
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	2-4-1 검사평가기준 개발	2년					
		2-4-2 검사평가절차 개발	2년					
		2-4-3 검사평가 시범평가	1.5년					

	2-4-4 공인검사기관 인정	1년						
2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-5-1 검사평가기준 개발	2년						
	2-5-2 검사평가절차 개발	2년						
	2-5-3 검사평가 시범평가	1.5년						
	2-5-4 공인검사기관 인정	1년						
2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	2-6-1 검사평가기준 개발	2년						
	2-6-2 검사평가절차 개발	2년						
	2-6-3 검사평가 시범평가	1년						
2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	2-7-1 검사평가기준 개발	2년						
	2-7-2 검사평가절차 개발	2년						
	2-7-3 검사평가 시범평가	1년						
2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-8-1 검사평가기준 개발	2년						
	2-8-2 검사평가절차 개발	2년						
	2-8-3 검사평가 시범평가	1년						

2. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

가. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

(1) KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발 / 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	□ 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 □ 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킵 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개량(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준서 · KTCS-2급 차상ATP 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 차상ATP 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	□ 1차년도 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 □ 2차년도 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 □ 3차년도 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(2) 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발 / 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> · 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP 장치 와 차상STM장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요 · KTCS-2 차상신호장치와 기존신호설치노선(ATS/ATC)간의 상호연계성 검증
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> · 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 <ul style="list-style-type: none"> · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 <ul style="list-style-type: none"> · ETCS/KTCS 기술사양 및 국내 ATS/ATC 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 국내 ATS/ATC 시험설비와 KTCS-2 차상ATP 시험설비 간의 연계개발을 통한 차상STM 시험기술 개발기간 단축
연구개발 성과물	<ul style="list-style-type: none"> · 차상STM(ATS 및 ATC대응) 자동화 시험설비 · 차상STM 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · 차상STM 시험기준서 · 차상STM 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · 차상STM 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · 차상STM 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 자동화 시험설비 구축 여부 · 차상STM 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · 차상STM 시험설비 검증 장치 구축 여부 · 차상STM 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 차상STM 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	<ul style="list-style-type: none"> · (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(3) KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 지상 ATP 장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개량(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준서 · KTCS-2급 지상ATP 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 지상ATP 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(4) 발리스/BTM 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· 발리스/BTM 시험자동화 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상장치 및 지상장치 구성용품에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킵 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개발(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· 발리스/BTM 자동화 시험설비 · 발리스/BTM 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · 발리스/BTM 시험기준서 · 발리스/BTM 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · 발리스/BTM 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · 발리스/BTM 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · 발리스/BTM 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · 발리스/BTM 자동화 시험설비 구축 여부 · 발리스/BTM 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · 발리스/BTM 시험설비 검증 장치 구축 여부 · 발리스/BTM 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · 발리스/BTM 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 발리스/BTM 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(5) KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 철도신호 시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개발(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준서 · KTCS-2급 시스템통합 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 시스템통합 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(6) KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 차상신호장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영(시범평가)
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(ATO over ETCS) 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · KTCS-2급 시험설비 연계 및 SW개발(시험DB 등)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 차상ATO 자동화 시험설비 · KTCS-3급 차상ATO 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-3급 차상ATO 시험기준서 · KTCS-3급 차상ATO 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-3급 차상ATO 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 차상ATO 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 차상ATO 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-3급 차상ATO 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-3급 차상ATO 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 차상ATP 시험자동화 설비 및 평가스킴 구축여부에 대한 전문가 검토

(7) KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 지상신호 장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영(시범평가)
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(ATO over ETCS) 기술사양 및 국내기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 시험 평가스킴 개발 · KTCS-2급 시험설비 연계 및 SW개발(시험DB 등)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 지상ATO 자동화 시험설비 · KTCS-3급 지상ATO 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-3급 지상ATO 시험기준서 · KTCS-3급 지상ATO 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-3급 지상ATO 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 지상ATO 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 지상ATO 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-3급 지상ATO 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-3급 지상ATO 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 지상ATP 시험자동화 설비 및 평가스킴 구축 여부에 대한 전문가 검토

(8) KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 철도신호 시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영(시범평가)
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(AT0 over ETCS) 기술사양 및 국내기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 시험 평가스킴 개발 · KTCS-2급 시험설비 연계 및 SW개발(시험DB 등)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 시스템통합 자동화 시험설비 · KTCS-3급 시스템통합 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-3급 시스템통합 시험기준서 · KTCS-3급 시스템통합 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-3급 시스템통합 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 시스템통합 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 시스템통합 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-3급 시스템통합 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-3급 시스템통합 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 지상ATP 시험자동화 설비 및 평가스킴 구축 여부에 대한 전문가 검토

나. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

(1) KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발 / 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP 장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 차상ATP 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 차상ATP 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 1차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(2) 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발 / 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP 장치와 차상STM장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요 · KTCS-2 차상신호장치와 기존신호설치노선(ATS/ATC)간의 상호연계성 검증
연구개발 내용	· 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준개발 · 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차개발 · 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 시범운영 · 차상STM(ATS/ATC) 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS/KTCS 기술사양 및 국내 ATS/ATC 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· 차상STM(ATS 및 ATC 대응) 검사평가 기준서 · 차상STM(ATS 및 ATC 대응) 검사평가 절차서 · 차상STM(ATS 및 ATC 대응) 검사평가 시범평가 결과보고서 · 차상STM 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 1차년도 · 차상STM 검사평가기준 분석서 도출 여부 · 차상STM 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 · 차상STM 검사평가기준서 도출 여부 · 차상STM 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · 차상STM 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 차상STM 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(3) KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 지상ATP 장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 지상ATP 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준서 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 지상ATP 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(4) 발리스/BTM 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· 발리스/BTM 검사평가 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상장치 및 지상장치 구성용품에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 발리스/BTM 검사평가 기준개발 · 발리스/BTM 검사평가 절차개발 · 발리스/BTM 검사평가 시범운영 · 발리스/BTM 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· 발리스/BTM 검사평가 기준서 · 발리스/BTM 검사평가 절차서 · 발리스/BTM 검사평가 시범평가 결과보고서 · 발리스/BTM 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · 발리스/BTM 검사평가기준 분석서 도출 여부 · 발리스/BTM 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · 발리스/BTM 검사평가기준서 도출 여부 · 발리스/BTM 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · 발리스/BTM 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 발리스/BTM 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(5) KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발 / 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 철도신호 시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 시스템통합 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 시스템통합 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(6) KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 차상신호 장치에 대한 공인 적합성 평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기준개발 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가 절차개발 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가 시범운영 및 시범평가
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(ATO over ETCS) 기술사양 및 국내기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-3 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기준서 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가 절차서 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가절차서 도출 여부 · KTCS-3급 차상ATO 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 차상ATP 검사평가스킴 구축여부에 대한 전문가 검토

(7) KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 지상신호 장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기준개발 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가 절차개발 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가 시범운영 및 시범평가
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(ATO over ETCS) 기술사양 및 국내기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-3 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기준서 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가 절차서 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가절차서 도출 여부 · KTCS-3급 지상ATO 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 지상ATP 검사평가스킴 구축여부에 대한 전문가 검토

(8) KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발

구분	내용
연구개발 목표 및 기간	· KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발 / 2년(4차년~5차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS 철도신호 시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-3 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기준개발 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가 절차개발 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가 시범운영 및 시범평가
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · AoE(AT0 over ETCS) 기술사양 및 국내기술사양(KTCS-3) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-3 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 AoE 표준화 대응
연구개발 성과물	· KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기준서 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가 절차서 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가 시범평가 결과보고서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 5차년도 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가절차서 도출 여부 · KTCS-3급 시스템통합 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) KTCS-3(잠정)표준기반 시스템통합 검사평가스킴 구축여부에 대한 전문가 검토

다. 세부과제간 연계 관계

- KTCS 적합성평가의 세부유형인 시험평가와 검사평가는 상호 보완적 관계를 가짐
 - 시험평가는 KTCS 사양 중 측정(시험)을 통해 평가 가능한 요건에 대해 평가
 - 검사평가는 KTCS 사양 전체에 대해 적부여부(검사)를 평가
 - KTCS 사양은 국내 KTCS 기술사양서와 유럽 ETCS 기술사양서(국내 KTCS 기술사양에 정의되지 않은 기술사양 준용)을 준용
 - 따라서, 시험평가기술과 검사평가기술은 상호 보완적 연계관계를 가짐

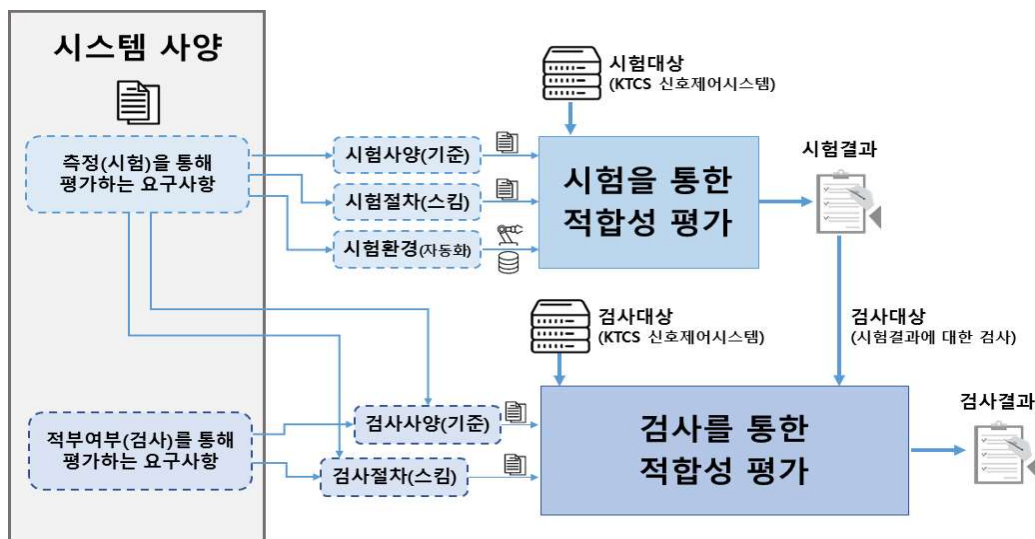


그림 103 KTCS 적합성 평가 세부유형간의 연계 관계

- 세부 과제간의 연계 관계
 - 1세부과제(디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발)의 단계 성과물(KTCS 구성용품별 시험평가 기준 및 시험평가 결과)은 2세부과제(한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발)의 단계 성과물(KTCS 구성용품별 시험평가 기준 및 시험평가 결과)의 적절성 검증을 위해 활용 가능
 - 따라서, 1세부과제와 2세부과제를 하나의 연구단 과제 체계로 구성하고 각 세부과제별 단계 성과물의 상호 공유 및 활용을 통해 각 세부과제별 단계성과물의 성숙도 향상 및 최종 성과물의 조기 실용화 추진이 가능할 것으로 예상
 - 이를 통해, 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 부합하는 공인시험, 공인검사평가 체계의 조기 실현 및 한국형 KTCS의 확대구축 기반 조성 가능

KTCS 시스템 기술사양

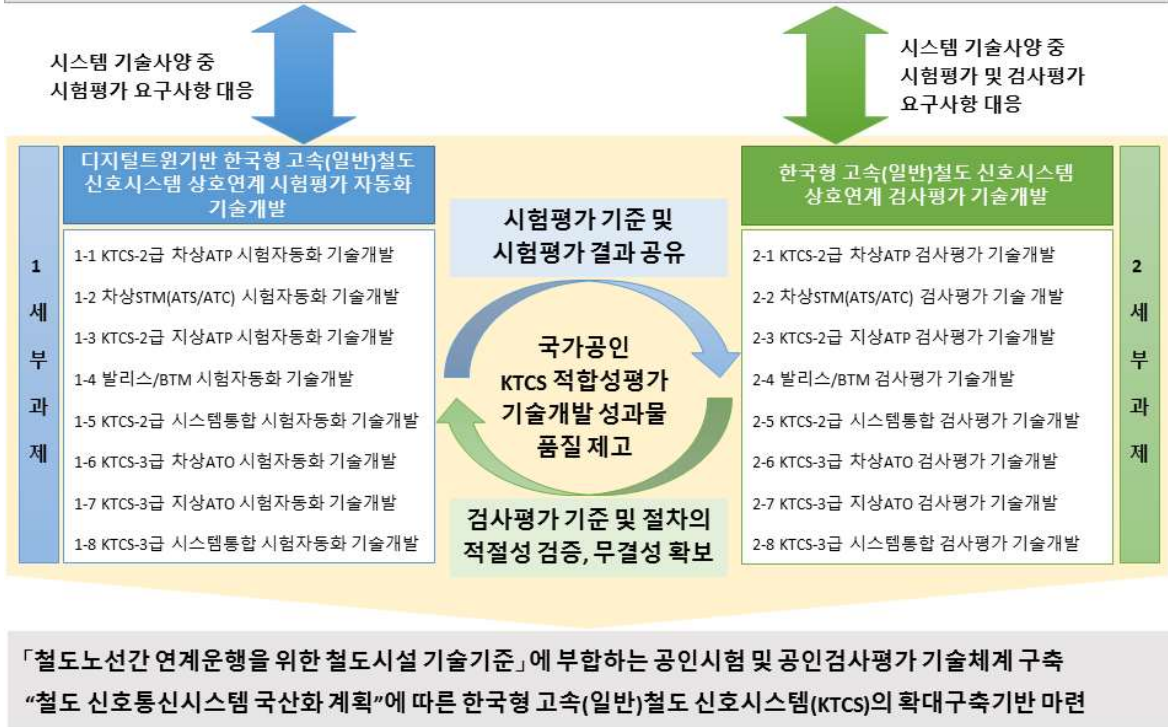


그림 104 KTCS 적합성 평가 기술개발 세부과제간 연계 관계

6절 연구개발 로드맵 및 미래상

1. 연구개발 로드맵

가. 연구개발 로드맵

- KTCS-2 시범사업 및 신규건설사업 추진계획과 자동운전을 지원하는 ETCS L3급 열차제어기술개발 국가R&D(KTCS-3) 추진계획을 고려한 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성 평가 실용화 기술개발 로드맵을 도출

- KTCS-2급 상호연계 적합성 평가기술개발과 KTCS-3급 상호연계 적합성 평가기술개발의 순차추진을 위한 연구개발 로드맵 도출
 - 1단계(1~4차년도) : KTCS-2급 공인 적합성 평가 기술개발
 - KTCS-2급 상호연계 공인 적합성 평가 기술개발은 총 4년간 추진
 - KTCS-2 구축사업의 시급성을 고려하여 KTCS-2급 적합성 평가 기술을 우선개발

 - 2단계(4~5차년도) : KTCS-3급 적합성평가 핵심 기술개발
 - KTCS-3급 상호연계 적합성평가 기술개발은 총 2년간 추진
 - KTCS-3 적합성 평가 기술개발을 위해 KTCS-3 기술사양이 마련되어 하므로 KTCS-3 실용화 연구개발 완료 시점에서 KTCS-3 적합성 평가 기술개발의 착수가 적절함
 - KTCS-3 실용화 연구개발 완료 단계에서 확보 가능한 KTCS-3 기술사양(잠정안)을 참조하여 KTCS-3급 상호연계 적합성 평가 기술개발 추진
 - KTCS-3 상호연계 적합성 평가 기술개발 시 KTCS-2급 적합성 평가 시험설비의 활용 및 개량을 통해 KTCS-3 적합성 평가 기술개발 기간 단축 및 연구예산 절감 추진

 - 3단계(6~8차년도) : KTCS-3급 공인 적합성 평가 기술개발
 - KTCS-3급 상호연계 적합성 평가 실용화(공인인정) 기술개발을 총 3년간 추진
 - KTCS-3 실용화 연구개발 완료 후 KTCS-3 시범사업 착수 및 KTCS-3 기술사양 확정 단계에서 KTCS-3 공인 적합성 평가 기술개발의 착수가 적절함
 - KTCS-3 기술사양 확정에 따른 기술사양의 변경이 예상되며, 이에 대한 2단계 KTCS-3 상호연계 적합성 평가 기술개발 성과물을 보완/개량하여 KTCS-3급 상호연계 적합성 평가 실용화(공인인정) 기술개발 추진

- KTCS 적합성평가 기술개발에 따른 성과 로드맵
 - (2021년~2023년) KTCS-2급 적합성 평가 기술개발 추진 및 단계별 성과 달성
 - (2023년~2024년) KTCS-2급 적합성 평가 공인(KOLAS)인정 획득 및 적합성 평가체계 구축

- (2024년~2025년) KTCS-3급 적합성 평가 기술개발 추진 및 단계별 성과 달성
- (2026년~2029년) KTCS-3급 적합성 평가 실용화개발 추진 및 공인(KOLAS)인정 획득

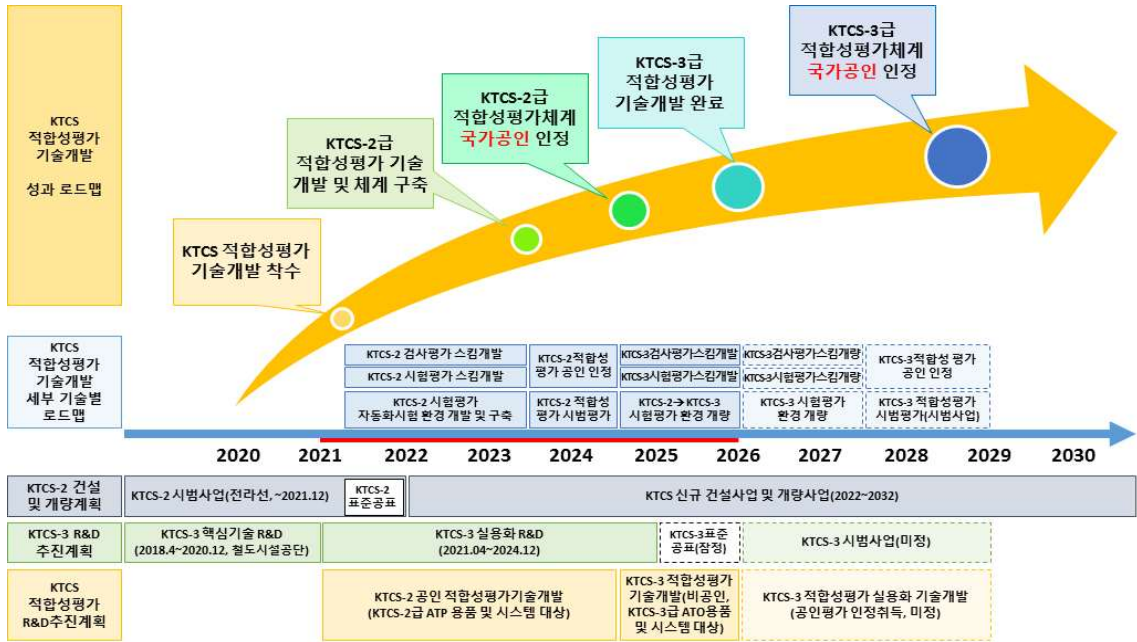


그림 105 연구개발 로드맵

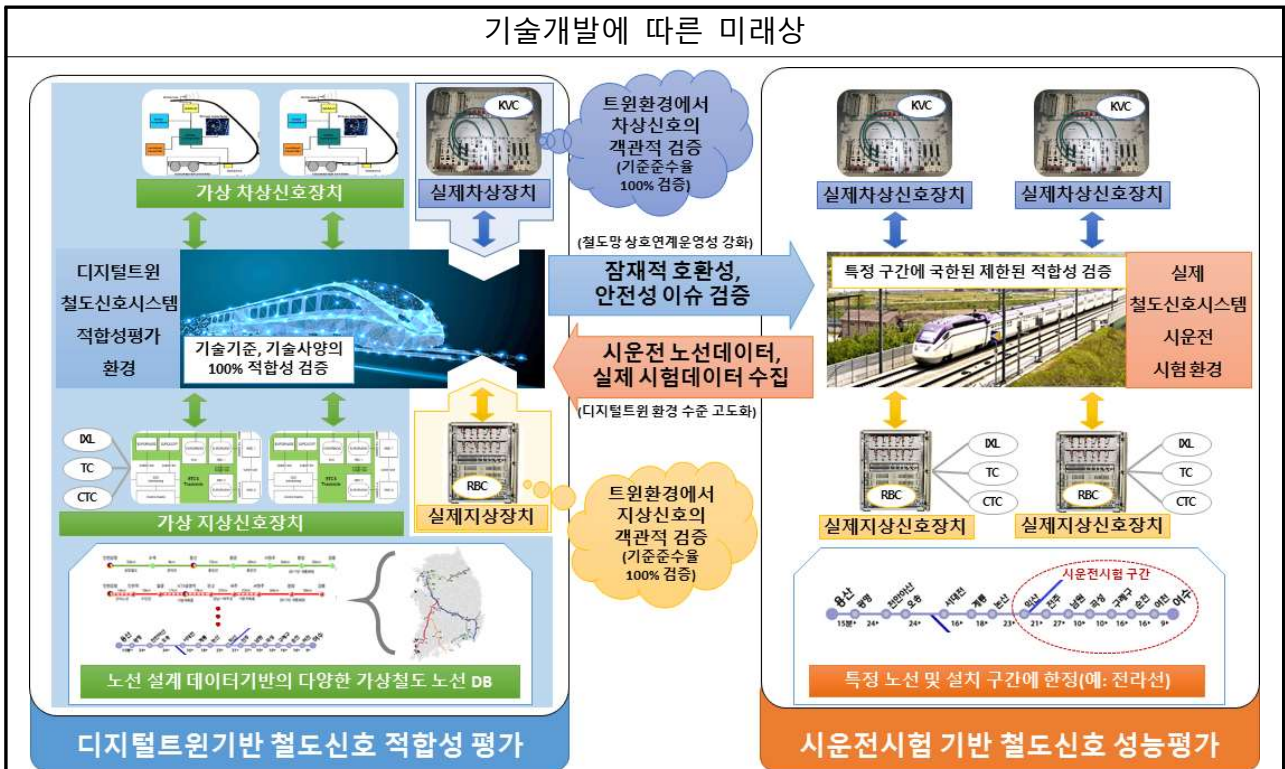
2. 연구개발에 따른 미래상

가. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 용품단위 적합성평가 기술개발



현재(As-Is)	미래(To-Be)
<p>[적합성 평가 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 제작단계에서 제조사가 직접평가(1자평가) 또는 발주기관에서 평가(2자평가)로 향후 적합성평가 기술기준 준수가 불가능 <p>[국내 적합성 평가기관 존재 여부]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 관련 적합성 평가기술 미개발로 KTCS 공인시험기관 및 공인검사기관 전무 <p>[적합성 평가 범위]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 관련 적합성 평가기술 미개발로 KTCS 하부장치 대상으로 공인 적합성평가 불가 (2자평가지 종합시험운행으로 평가) <p>[적합성 평가 국제상호인정 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 관련 적합성 평가기술 미개발로 KTCS 대상으로 적합성평가 불가 	<p>[적합성평가 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공인시험, 검사기관에서 KTCS에 대한 적합성 평가(3자평가)로 관련 적합성 평가기술 기준을 준수 <p>[국내 적합성 평가기관 존재 여부]</p> <ul style="list-style-type: none"> - KTCS 공인시험기관 및 공인검사기관 확보 가능 <p>[적합성 평가 범위]</p> <ul style="list-style-type: none"> - KTCS-2급 차상ATP장치/지상ATP장치, 발리스/BTM장치, STM(ATS/ATC)에 대한 공인 적합성평가 가능 - KTCS-3급 차상ATO/지상ATO장치 <p>[적합성 평가 국제상호인정 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 해외공인기관과 국제상호인정 3개 장치(국제 표준부합 3개 장치, 차상ATP, 발리스, BTM)

나. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 시스템단위 적합성평가 기술개발



디지털트윈기반 한국형 철도신호시스템 시스템단위 적합성평가 기술개발에 따른 미래상

현재(As-Is)	미래(To-Be)
<p>[적합성평가 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시험노선에 시험차량을 운행하여 종합시험 운행(공중별시험, 사전점검, 시설물검증시험, 영업시운전) 시험실시 <p>[시스템단위 적합성 평가기관 존재 여부]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국내 관련기술 미개발로 KTCS에 대한 시스템단위 시험가능 기관 없음 <p>[적합성 평가 범위]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 종합시험운행 평가대상 범위에 한정되어 특정 노선, 구간에 국한하여 평가 가능 <p>[적합성 평가 국제상호인정 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 특정노선에 국한되어 상호인정 불가능 <p>[기타 장단점]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 시운전시험으로 시험비용, 시험기간 과다 - 시운전시험 시 사고발생위험(탈선, 충돌) 	<p>[적합성평가 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 공인시험용 단품 시험설비를 통합하여 디지털트윈환경에서 시스템단위 적합성평가 가능 - 노선 설계데이터를 활용 디지털트윈 구현 <p>[시스템단위 적합성 평가기관 존재 여부]</p> <ul style="list-style-type: none"> - KTCS 하부장치 단위 시험기관 확보 가능 <p>[적합성 평가 범위]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 노선 설계데이터를 활용 디지털트윈환경에서 시험하므로 시험노선에 대한 제약없음 <p>[적합성 평가 국제상호인정 수준]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 노선 설계데이터에 제한되어 상호인정 불가능 <p>[기타 장단점]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 디지털트윈에서 시스템단위 시험으로 잠재적 호환성, 안전성문제를 시운전 이전에 보완 - 시운전기간 단축으로 시험비용 절감 가능

제4장 사전타당성 분석

1절 정책적 타당성 분석

1. 정부 상위계획과의 부합성

가. 국토교통부 상위 계획과의 부합성

(1) '국가철도망 구축계획'과의 부합성 검토

- 제3차 국가철도망 구축계획(2016~2025)에서는 제2차 계획의 기초를 유지하면서도 투자의 효율성을 높이기 위한 사업에 중점 투자하고 한반도 통합철도망 구축의 기틀을 마련하는 것을 방향으로 설정
 - 철도운영 효율성을 제고하기 위해 열차운영 단절구간의 연결 및 철도시설 수준의 일치를 세부 추진과제로 설정하고, 안전하고 이용하기 편리한 철도시설 조성을 위해 신규-기존노선 간 신호체계의 호환성 확보를 세부 추진과제로 설정
- 제3차 국가철도망 구축계획에서는 철도시설의 수준이 상이한 구간 해소 및 고속·고속화 철도 운행용량, 고속이동서비스 지역 확대를 통해 철도교통 경쟁력과 철도운영 효율성 제고를 추진
 - 철도신호시스템의 경우 철도시설의 수준이 상이한 구간 해소 및 고속철도 서비스 지역 확대를 위해 기존 일반철도(ATS·ATP) 및 고속철도 신호시스템(ATC)과 호환성을 가지면서 유럽 철도신호표준(ETCS L2)을 따르는 일반·고속철도 신호시스템(KTCS-2) 국산화 개발 추진
- 따라서, 국산화 개발된 일반·고속철도용 신호시스템의 실용화를 지원하는 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가기술 개발은 국토교통부의 '제3차 국가철도망 구축계획'에 부합하며 정책적 타당성을 갖추고 있음

(2) '철도산업발전 기본계획'과의 부합성 검토

- 제3차 철도산업발전 기본계획(2016~2020)에서는 철도산업을 국가경제 발전의 새로운 성장동력으로 활용하여 글로벌 수준으로 철도산업을 육성하기 위한 비전을 설정
 - 비전달성을 위해 '국민행복' 및 '경제성장'을 실현하기 위해 5개 분야(철도 공공분야 거버넌스 개편, 운영, 건설, 안전, 산업생태계)에 대한 총 26개의 세부 추진목표를 설정

- 제3차 철도산업발전 기본계획의 중점분야인 철도산업생태계 분야에서는 국산 신호 시스템의 성능·안전성·신뢰성을 확보하고, 국내 적용실적을 바탕으로 차량·부품·신호 패키지 해외진출 추진하기 위해 '신호시스템 국산화 및 경쟁력 제고'를 세부 추진 과제로 설정
 - LTE 무선통신기술과 세계적 표준으로 확산 중인 유럽기준(ETCS)에 따른 한국형 신호 시스템이 성능, 안전, 신뢰성을 확보하여 개발이 추진되도록 하는 세부계획을 수립
 - 해외진출 시 경쟁력을 확보하기 위해 한국형 신호시스템의 국내 표준규격 제정 및 국제인증(안전성 및 성능인증) 획득 추진 등 국제적 기술경쟁력 확보계획도 수립
- 따라서, 한국형 신호시스템의 국제인증 획득 및 국제적 기술경쟁력의 확보를 지원할 수 있는 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가기술 개발은 국토교통부의 '제3차 철도산업발전 기본계획'에 부합하며 정책적 타당성을 갖추고 있음

(3) '철도안전 종합계획'과의 부합성 검토

- 제3차 철도안전 종합계획(2016~2022)에서는 철도안전 환경변화에 선제적 대응을 위해 '철도시설 및 안전설비의 확충, 개량'을 중점 추진분야로 설정하고 기존 신호설비가 설치된 노선에 대해 안전성이 높은 신호시스템으로 개량하도록 하는 세부 추진과제를 설정
 - 일반철도 노선 중 ATP(ETCS L1수준) 신호시스템 미설치 구간은 약 65% 수준으로 기존 ATS가 설치된 노선을 ATP로 개량하도록 계획
 - 일부 연결노선의 경우 ATP와 ATS를 혼용하여 사용하고 있어 구간별 상이한 신호 시스템으로 기관사 부주의 우려 및 안전사고 발생 위험 높음
- 기관사, 관제사의 인적과실 방지 및 노선별 운행방식의 혼란 최소화를 위해 안전성이 높은 신호시스템(ATP)으로 개선하도록 하는 하위계획을 수립
 - KTCS-2는 일반철도 ATP 신호기술에 대한 상호호환성을 갖춘 한국형 신호시스템이므로 KTCS-2 개발 완료시 ATP를 대신하여 KTCS-2로 개량하도록 계획 수립
- 따라서, 일반·고속철도용 한국형 신호시스템의 호환성과 안전성 검증을 지원하는 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가기술 개발은 국토교통부의 '제3차 철도안전 종합계획'에 부합하며 정책적 타당성을 갖추고 있음

2. 관련 법률과의 부합성

가. 철도관련 법률과의 부합성

(1) '철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률'과의 부합성

- 철도 건설시 준용되는 「철도건설법」이 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정, 시행(2019.3)됨에 따라 철도차량이 철도노선 간 연계운행 시 적용되어야 할 철도 시설 기술기준이 신규 제정되었으며, 기술기준의 정착을 위해 철도신호시스템의 적합성 평가 기술개발 및 평가체계의 구축이 요구됨
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률 및 하위 기술기준에서는 신규 노선 및 개량 노선의 경우 공인시험기관 및 공인검사기관을 통해 철도신호시스템의 적합성 평가를 받도록 법제화
 - 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 제19조제3항(철도시설의 기술 기준) : 철도를 새로 건설하거나 개량하는 경우에는 철도차량이 철도 노선 간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 철도시설의 호환성과 안전성을 확보하여야 한다.
- 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」에서는 철도차량이 철도 노선간 상호연계 운행시 철도시설의 호환성 및 안전성 확보를 위한 하위 기술기준으로 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」을 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제4조(시행자등의 책무) : ② 시행자등은 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성평가를 통해 이 기준에서 인용하는 표준의 준수 여부를 영업개시 전까지 분야별로 확인해야 한다.
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제5조(시행계획의 수립 등)
 - ① 시행자등은 철도건설사업 및 개량사업 시행 시 제7조에 따른 철도시설 필수요건을 충족하기 위한 계획(이하 "시행계획"이라 한다)을 수립하여야 한다. ② 제1항에 따른 시행계획에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.
 - 3. 분야별 기술요건의 세부내용, 다른 분야와의 인터페이스, 구성용품의 기술요건과 이에 대한 적합 여부 평가기준
- 「철도노선 간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」의 제4조제2항 및 제5조제3항의 규정은 2022년 1월 1일부터 시행 예정으로 고속(일반)철도용 한국형 철도신호시스템의 적합성 평가체계 마련 및 적합성 평가 역량 강화가 시급히 요구됨
 - 철도건설사업 등의 시행자는 KTCS-2 시스템 및 차·지상 구성용품이 해당 기술기준에 제시된 기술요건을 부합하는지 공인시험 및 공인검사를 통해 객관적으로 확인하도록

하고 있으며, 현재 국내 적합성 평가 기술적, 환경적 여건이 부족하여 2022년 1월부터 관련 조항의 효력이 발생하도록 유예기간을 적용

- 따라서, 본 기획과제를 통해 도출된 고속(일반)철도용 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가 기술개발은 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」 등 국가 철도망의 구축 및 유지관리 관련 법률에 부합하며, 2022년 1월 1일부터 고속(일반) 철도용 한국형 철도신호시스템이 신규 건설 또는 개량되는 경우 공인 적합성 평가제도가 적용됨에 따라 관련 적합성 평가기술은 시급히 개발되어야 함

3. 정부의 사업추진 의지 분석

가. 정부의 철도신호시스템 국산화 계획 분석

(1) 국토교통부 '철도 신호통신시스템 국산화 계획'

- 국토교통부에서는 열차운행 안전과 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 신호통신시스템을 표준화하고 국산화 기술개발을 위해 "철도 신호통신 국산화 계획"을 수립(2017.12, 철도안전정책관)
- '철도 신호통신시스템 국산화 계획'에서는 총 5개의 세분화된 추진계획(도시철도 신호시스템 국산화, 일반(고속)철도 신호시스템 국산화, 철도통신시스템 국산화, 차세대 신호시스템 개발, 제도적 기반마련)을 수립
- '철도 신호통신시스템 국산화 계획' 중 일반(고속)철도 신호시스템 국산화는 기존 신호시스템(ATS-ATP)과 호환성을 가지면서 유럽표준(ETCS-2)에 따라 개발하고 있는 신호시스템(KTCS-2)의 성능 및 안전성을 인증하여 실용화되도록 하는 추진 방향을 설정
- 아울러, KTCS-2의 성능 및 인터페이스에 대한 성능검증을 위해 시험, 검사를 실시하고, 시스템 안정화와 더불어 현장운용 노하우 확보 및 성능을 입증하여 KTCS-2의 확대설치를 위해 영업선 시범운영 추진(~2021)
 - 국가철도공단에서는 국토교통부의 '철도 신호시스템 시범사업 계획'에 따라 전라선 익산~여수 간 180km 구간에 KTCS-2 구축을 위한 기본 및 실시설계를 2018년 10월부터 착수하여 2021년까지 시스템 구축 예정
 - KTX 3편성(6량)에 차상장치 설치 및 전라선 180km 구간에 지상설비 구축

- 지상설비는 KTCS-2 지상장치 및 관제설비, 연동장치 등의 개량을 포함하며, 통신 시스템은 LTE-R로 구축 추진 중
 - KTCS-2 시범사업 이후 신설 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 2022~2032년까지 96개 노선, 4,848km에 구축될 예정으로 KTCS-2 장치별 공인 적합성 평가 수요가 크게 확대될 것으로 예상
- '철도 신호통신시스템 국산화 계획'에서는 국가철도망에서 철도차량의 노선 간 연계 운행이 용이하도록 철도건설 및 개량 시, 철도시스템의 상호운영성을 확보하도록 제도화 방향 수립
- 상호운영성 확보를 위해 철도시스템이 갖춰야 하는 필수요건(기술기준)과 평가절차를 마련하고, 모든 철도사업자가 준수하도록 의무화 추진
 - 철도차량이 철도 노선간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 호환성과 안전성을 확보하도록 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」을 개정하고 하위 법률로서 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」을 신규 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성평가를 통해 해당 기술기준에서 인용하는 표준의 준수 여부를 영업개시 전까지 분야별로 확인하도록 규정하고 있으며, 향후 국가철도망에서의 노선 간 자유로운 상호연계운행이 가능하도록 제도적으로 지원
- 국토교통부는 열차운행 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 한국형 신호시스템의 국산화 개발을 지속적으로 지원하고, 한국형 신호시스템의 국내 적용 및 성과 확산을 위한 제도화를 추진하는 등 한국형 신호시스템의 실용화에 박차를 가하고 있으므로 정부차원의 사업추진 의지가 강한 것으로 판단됨.

2절 기술적 타당성 분석

1. 논리모형 도출 및 분석

가. 기획단계 논리모형 도출

(1) 기획단계 논리모형 분석 기준

- 본 절에서는 기획단계의 논리모형을 수립 및 분석을 통해 본 기획과제의 기술적 타당성을 분석
 - 기획단계 논리모형의 수립 및 분석을 위해 'KISTEP의 국가연구개발사업의 기획과 사전평가를 위한 논리모형의 활용(2016, 강현규)'을 참조

(2) '이슈 및 문제' 항목 도출 및 분석

- 이슈 및 문제 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음
 - ① 철도교통망 확대에 따른 간선철도 망에서의 노선 간 연계운행 요구가 지속적으로 증대되고 있음
 - ② 타 기술대비 수명주기가 긴 철도시스템 특성상 다양한 방식의 신호시스템이 국내 철도에 적용 중으로 각 방식간 신호시스템이 호환되지 않아 노선간 상호연계가 어려움 (일반철도는 ATS/ATP 방식, 고속철도는 ATC 신호방식이 적용되고 있으며, 여러 노선을 운행하는 철도차량은 각 노선별 신호장치를 차내에 모두 설치하여 운행해야 하므로 운영 효율성 저하 및 안전성 위협 발생)
 - ③ 열차운행 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 유럽표준 기술(ETCS) 기반의 KTCS-2 신호시스템이 개발(2018)되었으나 객관적 성능검증 미비로 실용화 제약
 - ④ 한국형 일반·고속철도용 신호시스템 중심의 국가철도망 확대를 위해 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」을 개정하고 한국형 신호시스템의 상호연계성을 검증하기 위한 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」이 신규 제정('19.3) 되어 상호연계성을 검증하는 공인 적합성 평가제도가 시행될 예정
 - ⑤ 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 공인 적합성 평가제도는 2022년 1월부터 시행될 예정이나 국내에 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 적합성 평가기술 부재로 국내 철도신호 적합성 평가제도의 시행을 위해서는 유럽 등 해외 적합성 평가기관을 통해 한국형 신호시스템의 적합성평가가 필요하며, 해외평가로 평가비용의 해외유출과 구축기간 지연 및 비용증가 등 문제가 예상됨
 - ⑥ 또한, 한국형 일반·고속철도용 신호시스템의 기반이 되는 유럽표준신호기술(ETCS)은

현재 국제적으로 통용되는 사실(de facto)표준으로 인정되기 때문에 국산 신호제품의 해외 수출경쟁력 향상을 위해 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 국제상호 인정이 가능한 수준의 적합성평가 기술개발이 요구됨

(3) '목표' 항목 도출 및 분석

○ 목표 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① KS Q ISO/IEC17025(시험기관 운영 요구사항)에 부합하는 KTCS 공인 시험평가 기술개발 및 공인인정
- ② KS Q ISO/IEC17020(검사기관 운영 요구사항)에 부합하는 KTCS 공인 검사평가 기술개발 및 공인인정
- ③ 국가철도망의 노선간 상호연계성 검증을 위한 국가 정책 및 제도의 적기 지원

(4) '수혜자' 항목 도출 및 분석

○ 수혜자 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① 철도서비스 공급자(철도운영기관, 건설기관)
- ② 철도신호시스템/장치 제작사(기업)
- ③ 철도서비스 안전당국(정부)
- ④ 철도서비스 이용자(승객)

(5) '투입' 항목 도출 및 분석

○ 투입 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① 사업목표 달성을 위해 아래와 같은 자원투입 필요
 - 사업기간 : 총4년
 - 사업비 : 총 100억원
 - 투입인력 : 총 388M/M
 - 추진체계 : 철도신호 전문연구기관 및 적합성 평가기관 주도의 연구개발 추진체계를 구축하고 철도서비스 공급자, 제작사간 상호협력 연계체계를 구축하여 연구추진

(6) '활동' 항목 도출 및 분석

○ 활동 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 시험평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 시험평가 자동화 기술개발
 - KTCS-2급 차상STM (ATS/ATC) 시험평가 자동화 기술개발

- KTCS-2급 지상ATP 시험평가 자동화 기술개발
- KTCS-2급 시스템통합 시험평가 자동화 기술개발
- KTCS-3급 차상ATO 시험평가 자동화 기술개발
- KTCS-3급 지상ATO 시험평가 자동화 기술개발
- KTCS-3급 시스템통합 시험평가 자동화 기술개발
- [2] 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술
 - 발리스/BTM 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발

(7) '산출' 항목 도출 및 분석

○ 산출 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- [1] ISO/IEC 17025 표준규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 시험평가 기술 및 공인인정
 - KTCS-2급 차상ATP 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정
 - KTCS-2급 차상STM (ATS/ATC) 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가 자동화 기술 및 공인인정
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정
 - KTCS-3급 차상ATO 시험평가 자동화 기술 및 시험장치
 - KTCS-3급 지상ATO 시험평가 자동화 기술 및 시험장치
 - KTCS-3급 시스템통합 시험평가 자동화 기술/시험장치
- [2] ISO/IEC 17020 표준규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 검사평가 기술 및 공인인정
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가기술(평가스킴) 및 공인인정
 - KTCS-2급 차상STM(ATS/ATC) 검사평가기술(평가스킴) 및 공인인정
 - 발리스/BTM 검사평가기술(평가스킴) 및 공인인정
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가기술(평가스킴) 및 공인인정
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가기술(평가스킴) 및 공인인정
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가기술(평가스킴)
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가기술(평가스킴)

- KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술(평가스킴)

(8) '성과/영향' 항목 도출 및 분석

○ 성과 및 영향 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① 국가정책 및 제도 지원
 - 한국형 철도신호시스템 국가공인 적합성평가 기술개발로 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 등 적합성 평가제도의 적기 시행 지원 및 철도노선간 상호연계 운행성 보장
- ② 국내시장 보호
 - 한국형 철도신호시스템에 대한 적합성 평가 시장(향후 10년, 910억원 규모) 선점 및 국부의 해외유출 방지
- ③ 지속가능한 한국형 신호시스템 체계 구축
 - 한국형 철도신호시스템의 국내 적용확대 및 국산화 신호시스템의 실용화 지원
 - 기존 신호방식 호환기능 검증지원을 통한 국내 적용성 확대
- ④ 철도신호산업지원
 - 국제수준의 국가공인 적합성평가 기술개발 및 적용으로 국내 철도산업의 기술경쟁력 강화 및 국제상호인정제도를 통한 해외수출 지원
 - 적합성 평가 인증부품 활용으로 철도산업 건전성 개선
- ⑤ 국토균형발전기여
 - 국가철도교통망의 연계확대로 국민의 이동편리성 향상 및 국토 균형발전에 기여

(9) '가정' 항목 도출 및 분석

○ 가정 항목 도출 및 분석결과는 아래와 같음

- ① 정부의 지원이 적기에 이루어져야만 국가정책 및 제도시행 일정(2022년 1월)에 맞춰 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템에 대한 적합성 평가가 가능함
- ② KTCS-2급 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템에 대한 적합성 평가기술이 우선 개발 되어야만 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제도의 적기 시행 가능
- ③ KTCS-3급 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템은 현재 연구개발이 진행 중 (18.04~20.12) 이며, KTCS-3급 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템에 대한 상세 표준사양이 마련되어야만 공인 적합성평가 기술개발이 가능함
- ④ 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템 중 국제표준(ETCS) 이외의 국내사양(ATS, ATC 등)이 적용되는 경우, 국내사양에 따른 적합성 평가기술을 개발하고 국내에서만 적용
- ⑤ 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템의 적합성평가 기술에 대한 국제상호인정을

추진하는 경우 국제표준(ETCS표준규격)에 부합하는 한국형 고속(일반)철도용 신호 시스템 구성장치에 적합성 평가기술로 한정하여 추진(국내(로컬) 표준의 경우 국제 상호인정 추진 불가능)

(10) 기획단계 논리모형 도출 및 분석 결과

- 본 기획에서의 논리모형 도출 및 분석결과를 종합하면 아래의 논리모형으로 정리가 가능함

표 47 기획단계 논리모형

1. 이슈 / 문제
<p>① 철도교통망 확대에 따른 간선철도 망에서의 노선 간 연계운행 요구가 지속적으로 증대되고 있음</p> <p>② 타 기술대비 수명주기가 긴 철도시스템 특성상 다양한 방식의 신호시스템이 국내철도에 적용 중으로 각 방식간 신호시스템이 호환되지 않아 노선간 상호연계가 어려움(일반철도는 ATS/ATP 방식, 고속철도는 ATC 신호방식이 적용되고 있으며, 여러 노선을 운행하는 철도차량은 각 노선별 신호장치를 차내에 모두 설치하여 운행해야 하므로 운영 효율성 저하 및 안전성 위협 발생)</p> <p>③ 열차운행 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 유럽표준기술(ETCS) 기반의 KTCS-2가 개발(2018)되었으나 객관적 성능검증 미비로 실용화 제약</p> <p>④ 한국형 일반·고속철도용 신호시스템 중심의 국가철도망 확대를 위해 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」을 개정하고 한국형 신호시스템의 상호연계성을 검증하기 위한 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」이 신규 제정('19.3)되어 상호연계성을 검증하는 공인 적합성 평가제도가 시행될 예정</p> <p>⑤ 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 공인 적합성 평가제도는 2022년 1월부터 시행될 예정이나 국내에 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 적합성 평가기술 부재로 국내 철도신호 적합성 평가제도의 시행을 위해서는 유럽 등 해외 적합성 평가기관을 통해 한국형 신호시스템의 적합성 평가가 필요하며, 해외평가로 평가비용의 해외유출과 구축기간 지연 및 비용증가 등 문제가 예상됨</p> <p>⑥ 또한, 한국형 일반·고속철도용 신호시스템의 기반이 되는 ETCS는 현재 국제적으로 통용되는 사실 (de facto)표준으로 인정되기 때문에 국산 신호제품의 해외 수출경쟁력 향상을 위해 한국형 일반·고속철도용 신호시스템에 대한 국제상호인정이 가능한 수준의 적합성평가 기술개발이 요구됨</p>

2. 목표
<p>① KS Q ISO/IEC17025 (시험기관 운영 요구사항)에 부합하는 KTCS 공인 시험평가 기술개발 및 공인인정</p> <p>② KS Q ISO/IEC17020 (검사기관 운영 요구사항)에 부합하는 KTCS 공인 검사평가 기술</p>

3. 수혜자
<p>① 철도서비스 공급자(철도운영기관, 건설기관)</p> <p>② 철도신호시스템/장치 제작사(기업)</p> <p>③ 철도서비스 안전당국(정부)</p> <p>④ 철도서비스 이용자(승객)</p>

개발 및 공인인정

③ 국가철도망의 노선 간 상호연계성 검증을 위한 국가정책 및 제도의 적기 지원

4. 투입	5. 활동	6. 산출	7. 성과 / 영향
<p>① 사업목표 달성을 위해 아래와 같은 자원 투입 필요</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사업기간 : 총4년 - 사업비 : 100억원 - 투입인력 : 388M/M - 추진체계 : 철도신호전문 연구기관 및 적합성 평가기관 주도의 연구개발 추진체계를 구축하고 철도서비스 공급자, 제작사간 상호협력 연계체계를 구축하여 연구 추진 	<p>① 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 시험평가 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - K2급 차상ATP 시험평가 자동화 기술개발 - K2급 차상STM (ATS/ATC) 시험평가 자동화 기술개발 - K2급 지상ATP 시험평가 자동화 기술개발 - K2급 시스템통합 시험평가 자동화 기술개발 - K3급 차상ATO 시험평가 자동화 기술개발 - K3급 지상ATO 시험평가 자동화 기술개발 <p>② 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 검사평가 기술개발</p> <ul style="list-style-type: none"> - K2급 차상ATP 검사평가 기술개발 - K2급 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발 - 발리스/BTM 검사평가 기술개발 - K2급 지상ATP 검사평가 기술개발 - K2급 시스템통합 검사평가 기술개발 	<p>① ISO/IEC 17025 표준규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 시험평가 기술 및 공인인정</p> <ul style="list-style-type: none"> - K2급 차상ATP 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정 - K2급 차상STM (ATS/ATC) 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정 - K2급 지상ATP 시험평가 자동화 기술 및 공인인정 - K2급 시스템통합 시험평가 자동화 기술/시험장치 및 공인인정 - K3급 차상ATO 시험평가 자동화 기술 및 시험장치 - K3급 지상ATO 시험평가 자동화 기술 및 시험장치 <p>② ISO/IEC 17020 표준규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 검사평가 기술 및 공인인정</p> <ul style="list-style-type: none"> - K2급 차상ATP 검사평가기술 및 공인인정 - K2급 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 - 발리스/BTM 검사평 	<p>① 국가정책 및 제도 지원</p> <ul style="list-style-type: none"> -한국형 철도신호시스템 국가공인 적합성평가 기술개발로 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」등 적합성평가 제도의 적기 시행 지원 및 철도노선간 상호연계 운행성 보장 <p>② 국내시장 보호</p> <ul style="list-style-type: none"> -한국형 철도신호시스템에 대한 적합성평가 시장(향후 10년, 910억원 규모) 선점 및 국부의 해외유출 방지 <p>③ 지속가능한 한국형 신호시스템 체계 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> -한국형 철도신호시스템의 국내 적용확대 및 국산화 신호시스템의 실용화 지원 -기존 신호방식 호환기능 검증지원을 통한 국내 적용성 확대 <p>④ 철도신호산업지원</p> <ul style="list-style-type: none"> -국제수준의 국가공인 적합성평가 기술개발 및 적용으로 국내 철도산업의 기술경쟁력 강화 및 국제상호인정제도를 통한 해외수출 지원

		<p>가기술 및 공인인증</p> <ul style="list-style-type: none"> - K2급 지상ATP 검사 평가기술 및 공인인증 - K2급 시스템통합 검사평가 기술 및 공인인증 	<p>-적합성평가 인증부품 활용으로 철도산업 건전성 개선</p> <p>⑤ 국토균형발전기여</p> <ul style="list-style-type: none"> - 국가철도교통망의 연계 확대로 국민의 이동편리성 향상 및 국토 균형발전에 기여
--	--	--	--

8. 가정
<p>① 정부의 지원이 적기에 이루어져야만 국가정책 및 제도시행 일정(2022년 1월)에 맞춰 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템에 대한 적합성평가가 가능함</p> <p>② KTCS-2급에 대한 적합성 평가기술이 우선 개발되어야만 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제도의 적기 시행이 가능함</p> <p>③ KTCS-3급은 현재 연구개발이 진행 중(18.04~20.12)이며, KTCS-3급에 대한 상세 표준사양이 마련되어야만 공인 적합성평가 기술개발이 가능함</p> <p>④ 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템 중 국제표준(ETCS) 이외의 국내사양(ATS, ATC 등)이 적용되는 경우, 국내사양에 따른 적합성 평가기술을 개발하고 국내에서만 적용</p> <p>⑤ 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템의 적합성 평가기술에 대한 국제상호인정을 추진하는 경우 국제표준(ETCS표준규격)에 부합하는 한국형 고속(일반)철도용 신호시스템 구성장치에 적합성 평가기술로 한정하여 추진(국내 표준의 경우 국제상호인정 추진 불가능)</p>

2. 자문위원회 타당성 검토

가. 자문위원회 구성

○ “철도 신호제어시스템의 적합성평가 기술개발” 기획과제 기획 결과물의 적절성 및 타당성 검토를 위해 철도운영/건설기관, KTCS-2 국가연구개발사업 참여 제작사, 국제인증전문가, 공인평가 전문가들로 자문위원회를 구성

○ 자문위원회 구성 명단은 아래와 같음

표 48 자문위원회 구성 명단

소 속	성 명	전문분야	비고
국립한국교통대학교	이○○	정책 및 경제성	
리카르도 아시아 리미티드(레일)	신○○	국제인증	
유경제어(주)	지○○	신호시험	
한국산업기술시험원	박○○	공인평가	
한국철도공사	안○○	운영기관	
국가철도공단	조○○	건설기관	
대아티아이(주)	용○○	지상신호	
(주)테크빌	허○○	차상신호	

나. 자문위원회 자문 결과

(1) 자문위원회 개최결과 요약

○ 자문평가 개최 일정 및 장소

- 2020년 7월 10일(금) 14:00~17:00, 한국철도기술연구원 7동 102호

○ 자문위원회 자문의견 결과

- “철도 신호제어시스템의 적합성평가 기술개발” 기획과제 기획 결과물에 대한 종합적인 검토 자문회의가 개최되었으며, 중복되는 자문의견을 정리하여 총 11건의 자문의견을 도출

표 49 자문위원회 자문의견

순번	자문의견
1	KTCS 국제공인 적합성 평가기술 개발 및 국내 공인 평가기관의 조기 구축 필요
2	KTCS-2 시험평가 분야 중 발리스/BTM 시험평가 분야도 포함하여 본 과제 추진 필요
3	KTCS 시험평가 및 검사평가 기술사양에 국내 철도신호기술사양을 추가하여 공인평가 필요
4	시험규격 개발부터 공인평가기관 인정까지 상당한 기간이 소요되는 바 본 기획과제에서 제시한 연구개발 일정이 다소 짧은 것으로 우려됨(국내 개발 규격의 경우 유효성 검증을 위한 검증기간 추가 소요 예상)
5	2021년 KTCS-2 시범사업(전라선)을 통해 마련될 예정인 KTCS-2 KRS 표준규격과 연계된 시험, 검사평가 기술개발 필요
6	KTCS 차상신호장치와 지상신호장치간 직접 연계되는 구성품을 중심으로 적합성 평가 대상 선정이 적절함
7	조기 평가설비의 구축이 요구되며, 향후 규격보완 및 한국형 규격제정에 따른 적합성 평가 설비의 보완이 가능하도록 기술개발 필요
8	적합성평가는 관련 평가절차와 평가 장비의 구축도 중요하지만, 평가 인력의 전문성 확보 계획의 마련도 필요
9	KTCS-2를 대상으로 하는 적합성평가 기술개발 이외에 일반철도 ATP(ETCS L1)에 대한 적합성 평가 기술개발 고려 필요
10	KTCS-2 표준규격 제정이 우선되어야 하므로 과제 수행계획에 KTCS-2 표준규격 제정 시점의 정의 필요
11	KTCS-2 시험사업을 통해 구축되는 신호장치와 KTCS-2 표준규격이 일치될 수 있어야 함.

(2) 자문위원회 자문의견 보완 결과

- 자문위원회 자문의견에 대한 의견 검토 및 기획과제 보완 결과
 - 자문위원회 자문결과에 대한 기획연구진의 의견 검토 및 보완내용을 아래 표와 같이 정리
 - 자문위원회 자문의견 결과를 모두 수용하여 세부 연구개발계획을 보완

표 50 자문위원회 자문의견에 대한 검토·보완 결과

순번	자문의견	의견검토 및 보완결과
1	○ KTCS 국제공인 적합성 평가기술 개발 및 국내 공인 평가기관의 조기 구축 필요	○ 관련 기술기준(공인 적합성평가) 시행일정 및 현재의 여건(시범사업 및 KTCS 확대구축계획)을 고려하여 조기개발 가능한 연구 추진전략 및 연구일정(안) 마련
2	○ KTCS-2 시험평가 분야 중 발리스/BTM 시험평가 분야도 포함하여 본 과제 추진 필요	○ CTE 분석 등을 통해 발리스/BTM 시험평가 분야도 포함되었으나, 국가지원 연구개발 예산규모의 한계로 본 과제 추진 시 배제 예상
3	○ KTCS 시험평가 및 검사평가 기술사양에 국내 철도신호기술사양을 추가하여 공인 평가 필요	○ STM 평가기술개발 등 국내 철도신호기술을 고려한 적합성평가 기술개발 계획 수립
4	○ 시험규격 개발부터 공인평가기관 인정까지 상당한 기간이 소요되는 바 본 기획과제에서 제시한 연구개발 일정이 다소 짧은 것으로 우려됨(국내 개발 규격의 경우 유효성 검증을 위한 검증기간 추가 소요 예상)	○ 관련 기술기준(공인 적합성평가) 시행일정 및 현재의 여건(시범사업 및 KTCS 확대구축계획)에 의해 최단기 연구개발이 요구되고 있음
5	○ 2021년 KTCS-2 시범사업(전라선)을 통해 마련될 예정인 KTCS-2 KRS 표준규격과 연계된 시험, 검사평가 기술개발 필요	○ KTCS-2 시범사업 및 KRS 표준규격 제정(예상)일을 고려한 KTCS 적합성평가 기술개발 로드맵 및 세부 연구개발 계획 수립
6	○ KTCS 차상신호장치와 지상신호장치간 직접 연계되는 구성품을 중심으로 적합성평가 대상 선정이 적절함	○ “철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준” 및 CTE 분석 등을 적합성평가 기술개발 대상을 최적화하여 선정
7	○ 조기 평가설비의 구축이 요구되며, 향후 규격보완 및 한국형 규격제정에 따른 적합성 평가설비의 보완이 가능하도록 기술개발 필요	○ KTCS 평가설비 운영SW(평가DB) 개발을 국내에서 개발하도록 연구개발계획을 수립하여 향후 규격제정에 따른 대비방안을 마련
8	○ 적합성평가는 관련 평가절차와 평가장비의 구축도 중요하지만, 평가 인력의 전문성 확보 계획의 마련도 필요	○ 해외 평가설비 도입시 이에 대한 교육훈련 계획(예산)을 포함한 연구개발 계획을 수립
9	○ KTCS-2를 대상으로 하는 적합성평가 기술개발 이외에 일반철도 ATP(ETCS L1)에 대한 적합성평가 기술개발 고려 필요	○ KTCS 차상ATP장치에 대한 적합성평가 기술개발 시 ATP(ETCS L1)에 대한 호환성 평가도 포함하여 추진
10	○ KTCS-2 표준규격 제정이 우선되어야 하므로 과제 수행계획에 KTCS-2 표준규격 제정 시점의 정의 필요	○ KTCS-2 시범사업 및 KRS 표준규격 제정일(2021.12예상)을 고려한 KTCS 적합성평가 기술개발 로드맵 수립
11	○ KTCS-2 시범사업을 통해 구축되는 신호장치와 KTCS-2 표준규격이 일치될 수 있어야 함.	○ KTCS-2 표준규격은 KTCS-2 시범사업 시 최종 설치된 신호장치 사양과 부합할 것으로 예상되며 이에 따른 적합성평가 기술개발 계획 수립

3절 경제적 타당성 분석

1. 분석 전제

- 본 절에서는 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 기술개발의 사업효과에 대해 경제성 평가를 통해 경제적 타당성을 분석
- 경제성 분석은 비용-편익, 순 현재가치 그리고 내부수익률 등의 지표를 활용하여 수행하며 국토교통부 '교통시설 투자평가지침(제6차 개정, 17.06)'을 준용
- 분석기간은 철도신호시스템 적합성 평가 기술개발 및 개발기술의 적용(한국형 철도신호시스템 구축에 따른 차상신호장치 및 지상신호장치별 적합성평가 시행)을 감안하여 현재 철도부문 SOC사업의 경제성 분석기간과 동일한 40년으로 설정
- 사회적 할인율은 일반 교통SOC사업에서 적용하는 사회적 할인율 5.5%를 30년까지 적용하며, 30년부터 40년까지는 4.5%의 할인율을 적용
- 편익의 발생 시점은 완공 후 시설이 공용되는 시점부터 발생하는 것으로 적용
- 상기 사항을 정리하면 표 51과 같음

표 51 경제적 타당성 분석 전제

구 분	분석 전제 세부 내용
경제성 분석대상	- 한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술개발 사업효과의 경제성 평가
경제성 분석방법	- 비용편익분석법
분석기간	- 철도부문 SOC사업과 동일한 40년 설정
사회적 할인율	- 구축 후 30년까지 5.5%, 이후 4.5% 적용
사업화율	- 100%

2. 비용 및 편익항목 도출

가. 비용 추정

- 본 기획과제에서 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술개발을 위한 연구개발비는 총 4년간 100억원 규모로 도출되었음
- 국토부 '철도 신호통신시스템 국산화 계획(17.12)'에 따른 향후 한국형 철도신호시스템의 차상장치 구축규모와 지상장치 구축규모를 고려하여 장치별 적합성평가 비용을 추정

- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템은 2032년까지 차상장치 2,025대 및 국내 국가철도망 4,848km 노선 구간에 설치될 계획
 - 한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술개발 완료 후 2024년부터 2032년까지 총 9년간 차상장치에 대한 적합성평가 비용으로 712억원, 지상장치에 대한 적합성평가 비용으로 199억원이 소요될 것으로 추정
- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 적합성 평가기술개발 완료 후 적합성 평가체계의 유지보수비용은 연간 약 10억원 규모가 소요될 것으로 추정
- 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템 적합성 평가기술은 한국형 철도신호시스템이 국내 철도망에 구축되는 2024년부터 2032년까지 총 9년간 유지보수 필요

표 52 한국형 철도신호시스템 적합성 평가비용 추정치

장치구분	구축규모	평가구분	시험시장규모 (억원)	검사시장규모 (억원)	적합성평가 시장규모(억원)
차상장치	2,025대	GA평가	27	27	54
		SA평가	151.875	506.25	658.125
지상장치	4,848km	GA평가	27	27	54
		SA평가	48.48	96.96	145.44
합 계			254.355	657.21	911.565

나. 편익항목 도출

- 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 기술개발을 통해 일반·고속철도용 한국형 철도신호시스템의 적합성 평가시 발생가능한 편익항목은 다음과 같이 도출 가능함
- 신규 철도건설 및 개량사업 시 요구되는 시운전시험 비용 및 기간 단축에 따른 편익
 - 한국형 철도신호시스템의 기능, 성능, 호환성, 안전성의 사전검증을 통한 연착율 감소에 따른 편익
 - 한국형 철도신호시스템의 노선 간 상호연계운영 성능 향상으로 선로용량 증대에 따른 4대 편익
- ※ 국토부 '철도 신호통신시스템 국산화 계획(17.12)'에 따라 한국철도공사 및 국가철도공단에서 차상 및 지상신호장치를 구축할 계획이므로 회임기간은 반영하지 않음
- ※ 향후 대내외적 여건의 불확실성과 기술수준의 불명확성으로 계량화가 어려운 항목은 경제성 분석 시 편익항목으로 반영하지 않음.

3. 편익산정

가. 시운전 시험비용 절감 편익

- 한국형 철도신호시스템 적합성 평가 시 실제 구축노선 및 시험차량을 활용한 시운전 시험 범위 및 시험기간의 단축이 가능
- 한국형 철도신호시스템 구축 사업별 시운전 시험비용에 적합성평가에 따른 시운전시험 비용 절감률을 고려하여 시운전시험 비용절감 편익을 산출
- 시험선 사용료 및 연간 시운전시험 건수 등 시운전시험 비용 산정 근거
 - 오송 철도종합시험선 1일 사용료 1,427만원 적용
 - 한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술개발 완료 시 향후 10년간 차상신호장치 SA 평가건수 101건, 지상신호장치 SA평가 32건 적용
 - 한국형 철도신호시스템 적합성평가 적용에 따른 시험비용 절감율 20% 적용
- 한국형 철도신호시스템 적합성평가에 따른 시운전 시험비용 절감 편익은 연간 7.42억원으로 산출

표 53 시운전 시험비용 절감 편익

구 분	산정근거	비용(백만원)	비고
시험선 사용료(일)	1일(400km운행)	14.27	오송시험선 시험단가
시운전 시험비용(구축사업)	20일	285.48	사업별 20일 소요
시운전 시험비용(년)	13건	2,969	10년간 133건 (차상, 지상 SA평가건수)
시험비용 절감 편익(년)	20% 절감	742	

나. 열차 연착율 감소 편익

- 열차 연착율 감소 편익의 경우, 연간 열차 연착건수를 토대로 연간 1인당 총 연착시간 도출
- 이후 열차 연착원인 중 신호/전기에 따른 연착비율 2.06%와 KTDB에서 제공하는 철도 1인당 시간가치 8,572원을 적용하여 최종 연착율 감소편익을 도출

표 54 열차 연착 원인별 비율

구분	영업관계	차량관계	선로관계	신호전기	운전관계	기타	합계
2010년	1,253	500	459	241	2,625	1,424	6,502
2011년	1,832	612	533	186	3,572	1,845	8,580
2012년	3,798	837	1,851	192	5,064	3,291	15,033
합계	6,883	1,949	2,843	619	11,261	6,560	30,115
비율	22.86%	6.47%	9.44%	2.06%	37.39%	21.78%	100.00%

표 55 연간 KTX 승객 1인당 총 연착시간

구분	연착건수 (07년상반기)	연간 연착건수	지연시간	연평균 연착시간	열차1편성당 평균 고객수	연간 총 연착시간
10분 이내	1,809	3,618	18,090	498시간	885명	440,583시간
10~20분	295	590	8,850			
20~30분	19	38	950			
30분 이상	22	44	1,980			
합계	2,145건	4,290건	29,870시간			

- 신호/전기 원인에 따른 열차 연착율 감소 편익은 연간 약 0.778억원으로 산출
 - 신호/전기 원인에 따른 열차 연착율 감소 편익은 '연간 총 연착시간' X '승객 1인당 시간가치' X '신호전기 연착원인 비율' 로 산출 가능
- 철도신호시스템 적합성평가 시행에 따른 열차 연착율 감소 편익은 연간 약 778만원으로 산출 가능
 - 신호/전기 원인에 따른 열차 연착율 감소 편익 중 약 10%가 철도신호시스템 적합성 평가 시행으로 인해 발생된다고 가정 시 연간 약 778만원 수준으로 편익 발생 예상

다. 선로용량 확충에 따른 편익

- 한국형 철도신호시스템이 국내 철도망에 구축이 완료된 이후의 선로용량 증대효과를 고려하여 교통수요예측 프로그램인 Emme/3를 이용해 선로용량확충에 따른 장래 열차 운행횟수 증가로 인한 편익을 산정
- 선로용량 확충에 따른 편익항목으로는 교통SOC사업의 타당성평가 시 일반적으로 적용되는 통행시간 절감, 운행비용 감소, 교통사고 절감, 환경비용 절감 등 4대 편익을 적용

- 산출결과 선로용량 확충에 따른 4대 편익의 경우 연간 3,073~3,207억원 수준으로 검토
- 철도신호시스템 적합성평가 시행에 따른 선로용량 확충에 따른 편익은 연간 약 307~320억원으로 검토 가능
 - 한국형 철도신호제어시스템 구축 완료 시 선로용량 확충에 따른 편익 중 약 10%가 철도신호시스템 적합성평가 시행으로 인해 발생된다고 가정 시 연간 약 307~320억원 수준으로 편익 발생 예상

표 56 한국형 철도신호시스템 구축 시 선로용량 확충에 따른 4대 편익

구분	통행시간절감	운영비용절감	교통사고절감	환경비용절감	합계(백만원)
2033년	177,685	105,472	15,369	11,482	310,008
2038년	183,713	108,776	15,797	12,381	320,667
2043년	182,441	105,186	15,217	12,903	315,747
2048년	177,427	102,246	15,044	12,600	307,317

라. 편익 산정 결과

- 편익 산정결과 연간 약 32,323백만원의 편익이 발생하는 것으로 검토

표 57 편익산정 결과

구분	시운전시험 감소편익 (백만원/년)	열차 연착율 감소편익 (백만원/년)	선로용량 확충 편익 (백만원/년)	합 계 (백만원/년)
한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술 개발	742	7.78	31,574	32,323

4. 경제성 분석 결과

- 분석결과 B/C는 3.84로 경제적 타당성을 확보하는 것으로 검토됨.

표 58 경제성 분석결과 요약

구분	B/C	NPV(억원)	IRR(%)
한국형 철도신호시스템 적합성평가 기술개발	3.84	2,438.41	15.3

표 59 경제성 분석 결과

년도	비용(억원)				편익(억원)			현재가치(억원)	
	기술개발 비용	평가체계 유지보수	차상 평가비용	지상 평가비용	시운전 시험비용 감소	연착율 감소	선로용량 확충효과	비용	편익
2024	100		79.11	22.11	7.42			190.7	7.0
2025		10	79.11	22.11	7.42			99.9	6.7
2026		10	79.11	22.11	7.42			94.7	6.3
2027		10	79.11	22.11	7.42			89.8	6.0
2028		10	79.11	22.11	7.42			85.1	5.7
2029		10	79.11	22.11	7.42			80.7	5.4
2030		10	79.11	22.11	7.42			76.5	5.1
2031		10	79.11	22.11	7.42			72.5	4.8
2032		10	79.11	22.11	7.42			68.7	4.6
2033						0.0778	3,100.10	0.0	181.5
2034						0.0778	3,121.40	0.0	173.3
2035						0.0778	3,142.70	0.0	165.3
2036						0.0778	3,164.00	0.0	157.8
2037						0.0778	3,185.40	0.0	150.6
2038						0.0778	3,206.70	0.0	143.7
2039						0.0778	3,196.80	0.0	135.8
2040						0.0778	3,187.00	0.0	128.3
2041						0.0778	3,177.20	0.0	121.2
2042						0.0778	3,167.30	0.0	114.6
2043						0.0778	3,157.50	0.0	108.2
2044						0.0778	3,140.60	0.0	102.1
2045						0.0778	3,123.80	0.0	96.2
2046						0.0778	3,106.90	0.0	90.7
2047						0.0778	3,090.00	0.0	85.5
2048						0.0778	3,073.20	0.0	80.6
2049						0.0778	3,073.20	0.0	76.4
2050						0.0778	3,073.20	0.0	72.4
2051						0.0778	3,073.20	0.0	68.6
2052						0.0778	3,073.20	0.0	65.1
2053						0.0778	3,073.20	0.0	61.7
2054						0.0778	3,073.20	0.0	58.5
2055						0.0778	3,073.20	0.0	55.4
2056						0.0778	3,073.20	0.0	52.5
2057						0.0778	3,073.20	0.0	49.8
2058						0.0778	3,073.20	0.0	47.2
2059						0.0778	3,073.20	0.0	44.7
2060						0.0778	3,073.20	0.0	42.4
2061						0.0778	3,073.20	0.0	40.2
2062						0.0778	3,073.20	0.0	38.1
2063						0.0778	3,073.20	0.0	52.9
2064						0.0778	3,073.20	0.0	50.6
2065						0.0778	3,073.20	0.0	48.4
2066						0.0778	3,073.20	0.0	46.3
2067						0.0778	3,073.20	0.0	44.3
2068						0.0778	3,073.20	0.0	42.4
2069						0.0778	3,073.20	0.0	40.6
2070						0.0778	3,073.20	0.0	38.8
2071						0.0778	3,073.20	0.0	37.2
2072						0.0778	3,073.20	0.0	35.6

B/C = 3.84

NPV = 2,438.41억원

IRR = 15.3%

제5장 자원투입계획

1절 연구시설 및 장비 투입계획

1. 1세부과제 연구시설 및 장비 투입계획

(단위: 백만원)

투입계획		연구시설 및 장비목록		용도	비용	
과제	연차	품명			수량	단가
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1	차상ATP 시험설비	KTCS-2급 ATP차상장치 시험환경 구축	1	1,274
		2	차상ATP 에뮬레이터	KTCS-2급 ATP차상장치 시험환경 검증용 에뮬레이터	1	395
		3				
		4				
		합계				2
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1				
		2	지상ATP 시험설비	KTCS-2급 ATP지상장치 시험환경 구축	1	1,260
		2	지상ATP 에뮬레이터	KTCS-2급 ATP지상장치 시험환경 검증용 에뮬레이터	1	240
		4				
		합계				2
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		3	발리스BTM시험기	KTCS 발리스 및 BTM장치 시험환경 구축	1	1,820
		4				
		합계				1
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		3	차/지상ATP 통합시험 설비	KTCS-2급 차지상ATP 통합시험환경 구축	1	451
		4				
		합계				1
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		3				
		4	통합 테스트 시나리오 에디터	KTCS-3급 차지상ATO 통합시험 시나리오 개발	1	84
합계				1	84	
합계					7	5,524

2. 2세부과제 연구시설 및 장비 투입계획

: 해당사항없음.

2절 시작품제작비 투입계획

1. 1세부과제 시작품 제작비 투입계획

(단위: 백만원)

투입계획		시작품제작 목록		용도	비용	
과제	연차	품명			수량	단가
1 세 부	1-2 차상STM(ATS /ATC) 시험자동화 기술개발	1				
		2	STM 시험설비	KTCS-2 시험환경과 연계 가능한 STM 시험환경 구축	1	190
		2	표준 STM장치	STM 시험환경 검증용표준장치	1	190
		4				
		합계				2
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		3	TSRS 시뮬레이터	KTCS-2 통합시험 환경구축시 임시속도서버/F시뮬레이터	1	20
		4	IXL, CTC 시뮬레이터	KTCS-2 통합시험 환경구축 시 연동, 관제I/F시뮬레이터	1	80
		합계				2
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		4	차상ATO시험기로직개발	KTCS-2 시험환경과 연계가능한 차상ATO 시험환경 구축	1	476
		4	표준차상ATO에뮬레이터	KTCS-3 차상ATO 시험환경 검증용 에뮬레이터 구축	1	100
		합계				2
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	1				
		2				
		4	지상ATO시험기로직개발	KTCS-2 시험환경과 연계가능한 지상ATO 시험환경 구축	1	476
		4	표준지상ATO에뮬레이터	KTCS-3 지상ATO 시험환경 검증용 에뮬레이터 구축	1	100
		합계				2
1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1					
	2					
	3					
	4	ATO통합시험기로직개발	KTCS-2 통합시험환경과 연계가능한 차상/지상ATO 통합 시험환경 구축	1	420	
	합계				1	420
합계					9	2,052

2. 2세부과제 시작품 제작비 투입계획

: 해당사항없음

3절 인력 투입계획

1. 1세부과제 인력 투입계획

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1세부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	201,600	189,000	84,000	-	-
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	201,600	189,000	126,000	-	-
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	31,500	157,500	151,200	58,800	-
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	-	63,000	189,000	147,000	-
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	63,000	189,000	147,000	-
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	147,000	180,600
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	151,200	184,800
	1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	-	151,200	184,800
	합계	434,700	661,500	739,200	802,200	550,200
	M/M	62.1	94.5	105.6	114.6	78.6
1세부 소계		3,187,800				

2. 2세부과제 인력 투입계획

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
2세부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	201,600	142,800	67,200	-	-
	2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발	126,000	142,800	67,200	-	-
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-
	2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600
	2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600
	2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600
	합계	327,600	663,600	562,800	579,600	478,800
	M/M	46.8	94.8	80.4	82.8	68.4
2세부 소계		2,612,400				

4절 소요예산 투입계획

1. 총 소요예산 규모

가. 연구단 소요예산 규모

(1) 연구단 총 소요예산

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
직접비	인건비	762,300	1,325,100	1,302,000	1,381,800	1,029,000	5,800,200
	연구장비, 시작품제작비	1,274,000	1,845,000	2,721,000	1,736,000	-	7,576,000
	기타비 (연구활동비, 수당)	498,150	750,975	781,050	727,605	550,500	3,308,280
	직접비 소계	2,534,450	3,921,075	4,804,050	3,845,405	1,579,500	16,684,480
간접비(직접비의 14%)		354,823	548,950.5	672,567	538,356.7	221,130	2,392,107.2
연구비 총액		2,889,273	4,470,025.5	5,476,617	4,383,761.7	1,800,630	19,020,307.2

(2) 세부과제별 소요예산

구분	과제	연구 내용	최종 성과물	소요 예산
연구구단 총괄	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성평가 실용화 기술개발	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반) 철도 신호시스템 상호연계 공인시험 체계 및 공인시험 환경 - ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반) 철도 신호시스템 상호연계기술 공인검사체계	총 190.20 억원 (5년)
1 세 부 과 제	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발 1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발 1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발 1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발 1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발 1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발 1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발 1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험환경	144.617 억원 (5년)
2 세 부 과 제	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발 2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발 2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발 2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발 2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발 2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발 2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발 2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인검사체계	45.585 억원 (5년)

(3) 1세부과제 세부 연구내용별 소요예산

(단위: 천원)

구분	세부 연구내용	직접비						연구별 간접비	연구별 소요 예산
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	직접비 합계		
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1,684,400	678,500	126,000	-	-	2,488,900	348,446	2,837,346
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	302,400	473,500	379,000	-	-	1,154,900	161,686	1,316,586
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	47,250	1,577,250	460,500	88,200	-	2,173,200	304,248	2,477,448
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	-	94,500	2,171,000	220,500	-	2,486,000	348,040	2,834,040
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	92,925	781,500	298,925	-	1,173,350	164,269	1,337,619
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	907,500	270,900	1,178,400	164,976	1,343,376
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	802,800	305,880	1,108,680	155,215.2	1,263,895.2
	1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	-	646,800	275,520	922,320	129,124.8	1,051,444.8
	연차별 직접비 합계	2,034,050	2,916,675	3,918,000	2,964,725	852,300	12,685,750	1,776,005	14,461,755
	연차별 간접비 합계	284,767	408,334.5	548,520	415,061.5	119,322	1,776,005		
연차별 소요 예산	2,318,817	3,325,009.5	4,466,520	3,379,786.5	971,622	14,461,755			

(4) 2세부과제 세부 연구내용별 소요예산

(단위: 천원)

구분	세부 연구내용	직접비						연구별 간접비	연구별 소요 예산
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	직접비 합계		
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	311,400	214,200	140,400	-	-	666,000	93,240	759,240
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	189,000	214,200	100,800	-	-	504,000	70,560	574,560
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	198,000	198,450	100,800	-	497,250	69,615	566,865
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	189,000	223,200	100,800	-	513,000	71,820	584,820
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	189,000	223,200	94,080	-	506,280	70,879.2	577,159.2
	2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	198,000	239,400	437,400	61,236	498,636
	2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	198,000	239,400	437,400	61,236	498,636
	2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	-	189,000	248,400	437,400	61,236	498,636
	연차별 직접비 합계	500,400	1,004,400	886,050	880,680	727,200	3,998,730	559,822.2	4,558,552.2
	연차별 간접비 합계	70,056	140,616	124,047	123,295.2	101,808	559,822.2		
연차별 소요 예산	570,456	1,145,016	1,010,097	1,003,975.2	829,008	4,558,552.2			

2. 세부과제별 상세 소요예산

가. 1세부과제 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

(1) 1세부과제 연구비 총액

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
직접비	인건비	434,700	661,500	739,200	802,200	550,200	3,187,800
	연구장비, 시작품제작비	1,274,000	1,845,000	2,721,000	1,763,000	-	7,576,000
	기타비(연구활동비, 수당)	325,350	410,175	457,800	426,525	302,100	1,921,950
	직접비소계	2,034,050	2,916,675	3,918,000	2,991,725	852,300	12,685,750
간접비(직접비의 14%)		284,767	408,334.5	548,520	415,061.5	119,322	1,776,005
연구비 총액		2,318,817	3,325,009.5	4,466,520	3,406,786.5	971,622	14,461,755

(2) 인건비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	201,600	189,000	84,000	-	-	474,600
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	201,600	189,000	126,000	-	-	516,600
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	31,500	157,500	151,200	58,800	-	399,000
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	-	63,000	189,000	147,000	-	399,000
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	63,000	189,000	147,000	-	399,000
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	147,000	180,600	327,600
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	151,200	184,800	336,000
	1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	-	151,200	184,800	336,000
	합계	434,700	661,500	739,200	802,200	550,200	3,817,800
1세부 소계							3,187,800

(3) 연구시설장비 및 시제품 제작비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1,274,000	395,000	-	-	-	1,669,000
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	-	190,000	190,000	-	-	380,000
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	1,260,000	240,000	-	-	1,500,000
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	-	-	1,820,000	-	-	1,820,000
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	471,000	80,000	-	551,000
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	660,000	-	660,000
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	576,000	-	576,000
	1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	-	420,000	-	420,000
	합계	1,274,000	1,845,000	2,721,000	1,736,000	0	7,576,000
1세부 소계							7,576,000

(4) 기타비(연구활동비 및 연구수당)

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	208,800	94,500	42,000	-	-	345,300
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	100,800	94,500	63,000	-	-	258,300
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	15,750	159,750	69,300	29,400	-	274,200
	1-4 발리스/BTM 시험자동화 기술개발	-	31,500	162,000	73,500	-	267,000
	1-5 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	29,925	121,500	71,925	-	223,350
	1-6 KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	100,500	90,300	190,800
	1-7 KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발	-	-	-	75,600	121,080	196,680
	1-8 KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	-	75,600	90,720	166,320
	합계	325,350	410,175	457,800	426,525	302,100	1,921,950
1세부 소계							1,921,950

(5) 간접비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
1 세 부	간접비	284,767	408,334.5	548,520	415,061.5	119,322
	합 계	284,767	408,334.5	548,520	415,061.5	119,322
1세부 소계		1,776,005				

나. 2세부과제 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

(1) 2세부과제 연구비 총액

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합 계
직접비	인건비	327,600	663,600	562,800	579,600	478,800	2,612,400
	연구장비, 시제품제작비	-	-	-	-	-	-
	기타비(연구활동비, 수당)	172,800	340,800	323,250	301,080	248,400	1,386,330
	직접비소계	500,400	1,004,400	886,050	880,680	727,200	3,998,730
간접비(직접비의 14%)		70,056	140,616	124,047	123,295.2	101,808	559,822.2
연구비 총액		570,456	1,145,016	1,010,097	1,003,975.2	829,008	4,558,552.2

(2) 인건비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	201,600	142,800	67,200	-	-	411,600
	2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발	126,000	142,800	67,200	-	-	336,000
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-	336,000
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-	336,000
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	126,000	142,800	67,200	-	336,000
	2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600	285,600
	2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600	285,600
	2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	-	126,000	159,600	285,600
	합계	327,600	663,600	562,800	579,600	478,800	2,612,400
2세부 소계							2,612,400

(3) 연구시설장비 및 시제품 제작비 : 해당사항없음.

(4) 기타비(연구활동비 및 연구수당)

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	합계
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	109,800	71,400	73,200	-	-	254,400
	2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발	63,000	71,400	33,600	-	-	168,000
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	72,000	55,650	33,600	-	161,250
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	63,000	80,400	33,600	-	177,000
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	63,000	80,400	26,880	-	170,280
	2-6 KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	72,000	79,800	151,800
	2-7 KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발	-	-	-	72,000	79,800	151,800
	2-8 KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	-	63,000	88,800	151,800
	합계	172,800	340,800	323,250	301,080	248,400	1,386,330
2세부 소계							1,386,330

(5) 간접비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	
2 세 부	간접비	70,056	140,616	124,047	123,295.2	101,808	
	합계	70,056	140,616	124,047	123,295.2	101,808	
2세부 소계							559,822.2

제6장 과제공모방안

1절 과제 제안 요구서

1. 연구단 과제

연구과제명	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성평가 실용화 기술개발	
1. 연구 개발목표	<p>○ 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인시험 및 공인검사 요건에 부합하고 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 한국형 고속(일반)철도 신호시스템(KTCS)의 확대 구축을 위한 국제수준의 적합성평가 기술 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO/IEC 17025(공인시험기관 인정표준)을 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계성에 대한 국제공인 시험체계 실증 - ISO/IEC 17020(공인검사기관 인정표준)을 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계성에 대한 국제공인 검사체계 실증 	
비 전	한국형 신호시스템 및 하부장치 간 호환성 검증기술 개발로 국가철도 노선 간 연계운영 강화 및 국산신호기술의 실용화 기반 마련	
목 표	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템(KTCS) 상호연계 적합성평가 실용화 기술 개발	
	- 해외시험수요 대체, 실차 시운전시험 기간 단축, 적합성평가과정의 디지털화 및 자동화 -	
성과 목표	ISO/IEC 17025 규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 국제공인 시험체계 실증	ISO/IEC 17020 규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 국제공인 검사체계 실증
중점 분야	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인정	2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 국가철도 노선간 상호연계운영성 확보 • 국가철도망 확대정책 및 제도 지원 • 철도망 연계확대로 국토 균형발전에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털트윈기반 평가 최적화로 비용절감 • 세계수준 평가기술로 기술경쟁력 강화 • 국제상호인정으로 수출경쟁력 강화
2. 연구개발 필요성 및 기술 동향	<p><input type="checkbox"/> 연구개발 필요성 <input type="radio"/> 국가 철도망의 확대 및 노선간 연계성의 한계</p> <p style="margin-left: 20px;">- 지역 간 철도교통서비스 제공 확대를 목적으로 전국 주요 도시권을 연결하는 국가</p>	

철도(일반·고속철도)망을 지속 확충되고 있으며, 이에 따라 일반철도와 고속철도 등 서로 다른 속도와 성능을 갖는 열차 및 인프라를 연계하는 철도망이 지속적으로 증가하고 있음

- 기존 철도신호시스템은 상황에 따라 노선별로 서로 상이한 시스템을 도입함으로써 인하여 노선 간 연계운행을 위해서는 각 노선에 적합한 차상장치를 열차에 설치·운영하는 것이 필요하므로 경제성이 떨어지고 잠재적 호환성 이슈로 안전성 저하 우려

- 일반철도 및 고속철도 신호시스템의 연계운영 제약 사항

- 국내 최초로 도입된 고속철도 차량인 KTX-I은 고속선 전용 신호시스템인 ATC(TVM430)와 일반철도 노선을 위한 ATS장치를 탑재되어 운행 시작
- 일반철도 신호시스템이 지상신호기(+ATS)방식에서 차상신호(ATP)방식으로 개량(2010.04)됨에 따라, KTX-I 차량에 ATP차상장치가 추가 설치되고, 이후 KTX-산천 차량부터는 차량 제작시 ATC(TVM430)/ATP/ATS 차상신호장치가 설치되어 운영되는 등 잠재적 호환성·안전성 이슈 및 비효율성 내재

○ 한국형 표준 신호시스템의 개발

- 2010년부터 「도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 및 성능평가」, 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」와 같이 CBTC와 ETCS-L2의 국산화 연구개발사업이 진행되어 왔으며 2020년 현재 「자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발」과제를 통해 ETCS L3급의 국산화 연구개발이 수행 중
- 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」 과제는 LTE-R 무선통신기술 개발 및 ETCS-L2 수준의 한국형 일반·고속철도용 열차제어시스템(KTCS-2)의 실용화를 목표로 개발

○ 한국형 표준 신호시스템의 실용화 계획 추진

- 국토교통부에서는 KTCS-2 중심의 '철도 신호통신 국산화 계획'을 추진
 - 열차운영 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 신호통신 시스템을 표준화하고 국산화 기술 개발을 위해 '철도 신호통신 국산화 계획'을 수립(2017.12)
 - 국토교통부의 '철도 신호통신 국산화 계획'에서는 총 5개의 세분화된 추진계획(도시철도 신호시스템 국산화, 일반(고속)철도 신호시스템 국산화, 철도통신시스템 국산화, 차세대 신호시스템 개발, 제도적 기반마련)을 수립
- "철도 신호통신 국산화 계획" 중 일반(고속)철도 신호시스템 국산화는 기존 신호시스템(ATC/ATP)과 호환성을 가지면서 유럽표준(ETCS-L2)에 따라 개발하고 있는 신호시스템(KTCS-2)의 성능 및 안전성을 입증하여 실용화되도록 추진방향을 설정
 - 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 성능 및 인터페이스에 대한 성능 검증을 위해 시험, 검사를 실시하고, 시스템 안정화와 더불어 현장운용 노하우 확보 및 성능을 입증하여 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 확대설치를 위해 영업선 시범운영사업(2018~2021) 추진 결정
- "철도 신호통신 국산화 계획"에서는 국가철도망에서 철도차량의 노선 간 연계운영이 용이하도록 철도건설 및 개량 시, 철도시스템의 상호운영성을 확보하도록 제도화 방향 수립

- 상호운영성 확보를 위해 철도시스템이 갖춰야 하는 필수요건(기술기준)과 평가 절차를 마련하고, 모든 철도사업자가 준수하도록 의무화 추진
- “철도 신호통신 국산화계획”에 따라 「철도건설법」의 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정 시 철도차량이 철도 노선간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 호환성과 안전성을 확보하도록 법제화 방향 공표
- 철도시설의 지속가능한 유지관리체계 마련을 위해 2019년 「철도건설법」이 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정되었으며 노선간 연계 운행시 호환성과 안전성을 확보하기 위해 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」이 신규 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성 평가를 통해 검증하도록 규정(2022년 1월 1일부터 시행)

○ 기술개발 미추진시 아래와 같은 문제점 발생 우려

- 한국형 일반·고속철도용 신호시스템의 실용화 제약
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인 적합성평가 요건의 적용이 2022년부터 시작될 예정으로 KTCS에 대한 적합성평가 기술개발이 추진되지 못하면, KTCS에 대한 국내 공인 적합성평가가 불가능하여 한국형 신호기술의 실용화를 위한 추가비용 및 일정지연이 예상됨
- 국가철도망의 확대 및 노선간 상호연계 제약 및 국토 균형발전 저해
 - 현재 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성 확인을 위해 특정 노선 및 신규/개량설비 설치구간에 한정된 노선에서 종합시험운행을 통해 차량과 노선간 적합성평가가 수행되고 있으나, 시험의 규모도 특정 노선 및 구간으로 제한되므로 잠재적인 호환성 문제가 확인되지 못할 수 있으며, 향후 노선 연계시 호환성 문제로 노선간 상호연계에 따른 추가비용 및 일정지연이 예상됨
 - 국토교통부 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 KTCS의 확대구축 실행시 장애 요인으로 작용하여 국가철도망에서의 노선간 상호연계운영 범위 및 연계운영 시작시기가 지연되어 철도망 중심의 국토 균형발전에 저해요소로 작용
- 해외 적합성 평가기술 의존에 따른 기술경쟁력 극복 불가
 - 국내 공인 적합성 평가기술 및 평가체계 미확보로 KTCS를 신규 건설 또는 개량 사업 시 해외 공인 적합성 평가기관에 평가를 의뢰로 인한 국가철도건설예산의 해외유출이 예상되며, 해외 평가로 인한 평가기간의 지연으로 전체 사업기간의 지연 또는 연장이 불가피할 수 있음
 - 공인 적합성 평가기술 개발을 위해서는 시스템사양, 기술사양, 시험사양 등을 완벽하게 이해해야만 적합성 평가기술의 개발이 가능하며, 국내 기술수준은 국내 철도노선 환경에 적용되는 ETCS 기술사양에 국한될 수 있어, 세계수준의 기술경쟁력 확보가 불가능

□ 기술동향

- 국내 적합성평가 및 공인기관 기술 동향
 - 국제 적합성 평가제도와 정부 단위 협력체계가 구축된 국내의 적합성 평가제도는 KOLAS 시험, KOLAS 검사, KAS 인증, KAB 인증이 있음
 - * 한국교정시험기관인증기구(KOLAS : Korea Laboratory Accreditation Scheme), 한국제품인증기구(KAS : Korea Accreditation System), 한국인정지원센터(KAB : Korea Accreditation Board)

- 철도분야에서는 한국철도기술연구원이 중심이 되어 2000년 기계 및 전기분야에 대한 시험기관의 요건(ISO/IEC 17025)을 인정기구로부터 평가받아 KOLAS 공인시험기관 인정을 취득하였으며, 2016년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 인증기관의 요건(ISO/IEC 17065)을 평가받아 KAS 제품인증기관 인정을 취득하였고, 2017년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 검사기관의 요건(ISO/IEC 17020)을 평가받아 KOLAS 검사기관으로 인정받음
- 국내 철도분야에 널리 적용되고 있는 표준으로 국가표준인 한국철도표준(KRS)이 있으나, KRS는 철도청의 물품구매사양서를 기반으로 하여 구매자 입장에서 물품의 성능을 확인하기 쉽도록 일반철도의 시설물을 대상으로 한 표준이 대부분임
- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관을 통해 확인하도록 규정하고 있으며 KTCS-2 시범사업이 종료되는 2022년 1월 1일부터 KTCS-2에 대한 공인적합성 평가가 법적으로 강제화 될 예정
- KTCS-2 차상신호장치 탑재열차가 국내 기존 신호설비(ATC, ATS, ATP) 구축노선에서 안전하게 운행되려면 KTCS-2와 국내 기존 신호설비간의 호환성이 완벽하게 입증되어야 하나 국내 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 적합성 평가기준 및 평가기술, 공인 적합성 평가기관도 존재하지 않아 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 객관적 확인이 불가능한 상황
- 아시아 철도의 연계운행 기술기준의 국가 간 합의 시 우리나라의 이익을 강화(한국열차의 해외운행 활성화, 국내 핵심기술의 기술기준 제정 등)하기 위해서는 현재의 기술기준에 대한 정비와 기술기준의 적합성 평가제도의 국제화 추진 필요

○ 국외 적합성평가 및 공인기관 기술 동향

- 해외철도의 검사제도는 안전 및 호환성 확보와 자국 시장 확대를 위한 비관세장벽 구축의 두 가지 전략으로 구분되며, 안전 및 호환성 확보를 위한 검사제도는 유럽연합의 상호운영성기술기준(TSI)과 TSI의 만족여부를 제3자가 평가하는 적합성 평가제도가 대표적이며, 우리나라 형식승인 검사제도와 같이 철도의 안전 확보와 시장보호를 목적으로 여러 국가에서 기술기준이 운영되고 있음
- (EU의 상호운영성 검사제도) 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성을 확보하기 위한 가장 상위의 법은 유럽철도 상호운영지침(Directive (EU)2016/797)이며, 이에 근거하여 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성 기술기준과 각 국가별 국가기술기준으로 기술적 사항을 규정하고 있으며, TSI에서 직접 언급된 기준 또는 유럽연합의 공통 기술지침(Guideline)인 European Norm(EN)에 상세한 기술적 실현 방안 제시
 - 유럽표준형 신호제어시스템인 ETCS의 경우 시스템사양 및 시험사양이 규격화되어 있으며, 유럽내 각국별 국가인정기구(벨기에 BELAC, 독일 DAkks, 스페인 ENAC 등)를 통해 공인시험기관 자격이 부여된 공인시험기관(벨기에 Multitel, 독일 DLR, 스페인 CEDEX 등)을 지정하여 ETCS 하부신호장치에 대한 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가 제도를 운영 중에 있음
 - 벨기에 Multitel 공인시험실은 BELAC(벨기에 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시
 - 스페인 CEDEX의 철도상호운영성연구소(LIF)는 ENAC(스페인 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한

공인시험(ETCS-L2급) 실시

- 독일 DLR의 철도특화시험실(RailSiTe)은 DAkKS(독일 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC)에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시



[유럽철도의 상호운영성 인증 및 운영 승인 절차]

- (중국의 철도분야 검사제도) 고속철도 중심의 철도교통망을 대폭 확장하고 있는 중국에서도 고속철도망에서의 노선간 연계운행성을 확보하고 지속가능한 고속철도 네트워크의 운영기반을 마련하기 위해 유럽 ETCS 기술을 벤치마킹하여 중국 표준형 신호제어시스템(CTCS)를 개발하고 각종 관련표준사양 및 시험기술의 마련을 통해 적합성 평가 체계도 확립
 - 중국의 CRCC(중국철도과학기술원 산하의 중국철도시험인증센터, China Railway Certification Center)는 중국 국가인정기구인 CNAS(China National Accreditation Service for Conformity Assessment)를 통해 인정된 CTCS에 대한 공인 적합성 평가 기관으로 중국내 CTCS에 대한 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가를 수행 중에 있음
 - CRCC는 CNAS에 의해 ISO/IEC 17025 공인시험기관, ISO/IEC 17020 공인검사기관, ISO/IEC 17065 공인인증기관으로 인정을 받았으며, CTCS 구성부품인 차상ATP장치(CVC), 발리스, BTM, RBC 등에 대한 공인시험, 공인검사, 제품인증을 수행 중에 있으며, ETCS 호환제품의 해외 수출을 위해 ETCS에 대한 공인 적합성 평가도 함께 수행 중에 있음
- (일본의 철도분야 검사제도) 자체 기술과 높은 품질을 무기로 철도기술의 해외 진출을 도모하였으나, 유럽연합이 주도하는 TSI 및 RAMS 인증으로 인해 어려움을 겪게 되었으며, 이를 극복하기 위한 방안으로 유럽연합이 주도하여 국제표준으로 제정된 RAMS표준에 대한 인증기관을 운영하여 일본기술의 해외 진출 어려움을 해결하기 위해 노력 중

3. 연구개발 내용

< 연구단 >

- 사업총괄관리
 - 과제총괄 관리계획 작성, 조정 및 관리

< 세부과제 1>

디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인증

- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발

- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 개발 및 구축
- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험기준, 공인시험절차 개발
- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 무결성 관리기술 개발
- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 시범운영
- KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인시험기관 인정
- 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 개발 및 구축
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험기준, 공인시험절차 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-2급 지상ATP 시험기준, 공인시험절차 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS 발리스/BTM 시험자동화 기술개발
 - KTCS 발리스/BTM 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS 발리스/BTM 시험기준, 공인시험절차 개발
 - KTCS 발리스/BTM 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - KTCS 발리스/BTM 시험설비 시범운영
 - KTCS 발리스/BTM 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-2급 시스템통합 시험기준, 공인시험절차 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 차상ATO 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-3급 차상ATO 시험기준, 공인시험절차 개발
- KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 지상ATO 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-3급 지상ATO 시험기준, 공인시험절차 개발
- KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 시스템통합시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-3급 시스템통합 시험기준, 공인시험절차 개발

< 세부과제 2>

한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정

- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준 개발

- KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차 개발
- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범평가
- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인검사기관 인정
- 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가기준 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가절차 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 시범평가
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인검사기관 인정
- KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범평가
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인검사기관 인정
- 발리스/BTM 검사평가 기술개발
 - 발리스/BTM검사평가기준 개발
 - 발리스/BTM검사평가절차 개발
 - 발리스/BTM검사평가 시범평가
 - 발리스/BTM 검사평가 공인검사기관 인정
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범평가
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인검사기관 인정
- KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가기준 개발
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가절차 개발
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가 시범평가
- KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가기준 개발
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가절차 개발
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가 시범평가
- KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가기준 개발
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가절차 개발
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가 시범평가

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
 - 산학연 협동 및 단계별 기술개발 추진
 - 산학연의 역할분담 및 관련 전문가·전문기관 협력체계 구축
 - 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 기술 단계별 검증을 위해 철도서비스(운영·건설)기관 참여·협력 유도 및 실용화기반 사전 조성
 - 연구개발 단계별 완성도 향상을 위하여 관련 분야 전문가 활용
 - 해외 공인시험, 검사기관과의 협력을 통해 국가간 적합성평가결과의 상호인정기반

조성

□ 추진체계

- 철도분야 전문연구기관·적합성평가기관 등 해당기술 분야 전문기관 중심의 사업화 추진 및 성과활용처(철도운영·건설기관, 정부), 인정기구간의 협력체계 구성을 통한 사업화 성과물의 활용성 제고 추진
 - (연구기관) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계성 적합성평가 기술 개발 주도
 - (철도운영·건설기관) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 시 시범 참여 및 적합성평가 결과 활용 제고
 - (정부) 적합성평가 미비점 검토 및 제도화 보완 추진
 - (국가인정기구) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계성 적합성평가 기술 개발 성과에 대한 국가공인인정(KOLAS 인정)
- 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
- 연구내용의 검증 및 객관성 확보를 위해 외부 전문가 자문위원회를 구성 및 운영하고 연구내용의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문 실시
- 해외 선진 적합성평가기관과의 협력 및 평가장치의 도입을 검토하여 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 기술의 조기개발이 가능하도록 추진
- 본 연구는 산·학·연 공동연구 및 필요시 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물

□ 주요 최종
성과물

< 세부과제 1>

디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비
 - KTCS-2급 차상ATP 시험평가스킴
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서
 - KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서
- 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가스킴
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영 평가보고서
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가스킴
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS 발리스/BTM 시험자동화 기술개발
 - KTCS 발리스/BTM 시험설비

- KTCS 발리스/BTM 시험평가스킴
- KTCS 발리스/BTM 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
- KTCS 발리스/BTM 시험설비 시범운영 평가보고서
- KTCS 발리스/BTM 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가스킴
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 평가보고서
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS-3급 차상ATO 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 차상ATO 시험설비
 - KTCS-3급 차상ATO 시험평가스킴
- KTCS-3급 지상ATO 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 지상ATO 시험설비
 - KTCS-3급 지상ATO 시험평가스킴
- KTCS-3급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-3급 시스템통합 시험설비
 - KTCS-3급 시스템통합 시험평가스킴

< 세부과제 2>

한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계검사평가 기술개발

- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서
 - KTCS-2급 차상ATP 시범검사 결과보고서
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인기관 인정서
- 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준서
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차서
 - 차상STM(ATS/ATC) 시범검사 결과보고서
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준서
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서
 - KTCS-2급 지상ATP 시범검사 결과보고서
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인기관 인정서
- 발리스/BTM 검사평가 기술개발
 - 발리스/BTM 검사평가 기준서
 - 발리스/BTM 검사평가 절차서
 - 발리스/BTM 시범검사 결과보고서
 - 발리스/BTM 검사평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발

- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서
- KTCS-2급 시스템통합 시범검사 결과보고서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인기관 인정서
- KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가 기준서
 - KTCS-3급 차상ATO 검사평가 절차서
 - KTCS-3급 차상ATO 시범검사 결과보고서
- KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가 기준서
 - KTCS-3급 지상ATO 검사평가 절차서
 - KTCS-3급 지상ATO 시범검사 결과보고서
- KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기술개발
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가 기준서
 - KTCS-3급 시스템통합 검사평가 절차서
 - KTCS-3급 시스템통합 시범검사 결과보고서

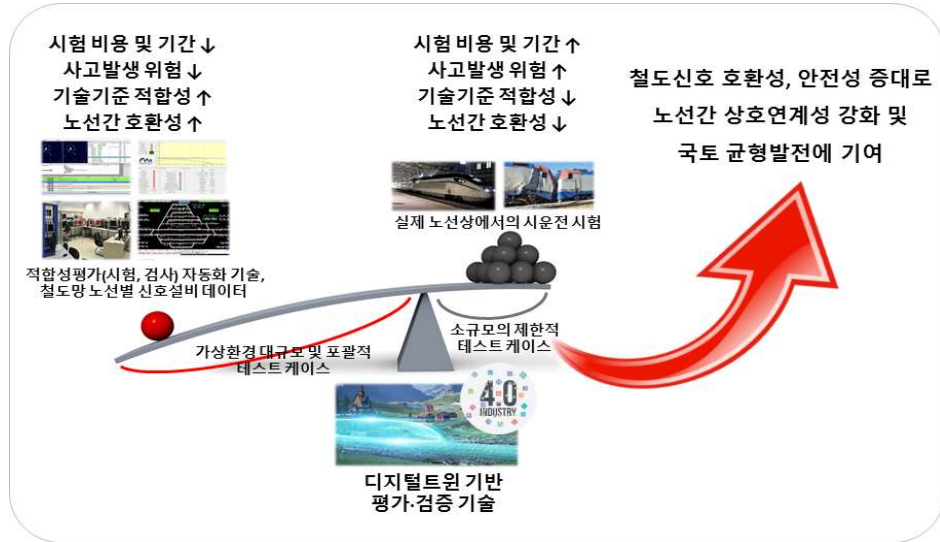
6. 기대효과 및 파급효과

○ 기대효과

- (국가철도 노선간 상호연계운영성 확보) 노선간 상호연계운영을 위한 철도신호시스템의 기능 및 성능품질 검증으로 철도신호시스템의 신뢰성과 가용성을 향상시켜 전체 철도시스템의 운영성 및 안전성 효율 향상
- (국가철도망 확대정책 및 제도지원) KTCS-2 시범사업 이후 신설 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 2022~2032년까지 96개 노선, 4,848km에 구축되고, 신규 차상신호장치는 2,025대 도입될 예정으로 공인시험 및 검사
- (철도망 연계확대로 국토 균형발전에 기여) 국내 기존 신호설비와 KTCS-2/3간 호환성에 대한 적합성 평가기준 및 평가기술, 공인 적합성 평가를 통한 기존 신호설비(ATC, ATS, ATP)와 KTCS-2/3와 국내 기존 신호설비간의 호환성 입증
- (디지털트윈기반 평가 최적화로 비용절감) 적합성평가 자동화기술 및 철도망 노선별 신호설비 데이터를 기반으로한 가상환경에서의 적합성 평가로 평가비용 및 평가기간, 사고발생 위험성을 저감

○ 파급효과

- (세계수준 평가기술로 기술경쟁력 강화) 고속(일반)철도 신호시스템 기술규격(ETCS)에 대한 공인시험·공인검사체계를 확립하여 국내 신호기술의 품질수준 세계화 추진
- (국제상호인정으로 수출경쟁력 강화) 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제정에 따라 요구되는 KTCS 한국형 철도신호시스템의 공인시험 및 공인검사를 위한 적합성평가 기술개발로 국산신호제품 기술품질 및 기술경쟁력 향상



[디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가기술의 기대효과]

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 총 연구기간 : 5년
- 총 연구개발비 : 19,020 백만원(정부출연금)
 - 1차년도 연구개발비 : 2,889백만원(정부출연금)
- ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
- ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

8. 기 타

제7장 참고문헌

- [1] 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」, 법률 제15460호, 2019.3.
- [2] 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」, 국토교통부, 2019.3
- [3] “한국형 철도신호시스템 구축계획”, 국토교통부, 2017.5.
- [4] “철도 신호통신시스템 국산화 계획”, 국토교통부, 2017.12.
- [5] “철도신호시스템 시범사업 계획”, 국토교통부, 2018.7.
- [6] “무궤도회로방식의 고속철도용 열차제어시스템 개발기획” 기획보고서, 국토교통부, 2017.12.
- [7] “일반 및 고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화” 최종보고서, 국토교통부, 2019.1.
- [8] “자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발”, 국토교통과학기술진흥원 홈페이지, 2019.
- [9] 철도형식승인홈페이지, <http://krts.krri.re.kr/>, 2019.10
- [10] 적합성평가, 한국표준협회홈페이지, https://www.ksa.or.kr/ksa_kr/950/subview.do, 2019.10
- [11] 한국인정기구 KOLAS 홈페이지, <https://www.knab.go.kr/kolas/>, 2019.10
- [12] Technical Specifications for Interoperability, https://www.era.europa.eu/activities/technical-specifications-interoperability_en, ERA
- [13] Conformity Assessment, https://www.era.europa.eu/activities/conformity-assessment_en, ERA
- [14] Subset-026, System Requirements Specification, Ver 2.3.0, ERA
- [15] Subset-094, Functional requirements for an onboard reference test facility, Ver 2.0.2, ERA
- [16] Subset-076-5-2, Test cases related to features, Ver 2.3.3, ERA
- [17] Subset 076-6-3, Test sequences, Ver 2.3.3, ERA
- [18] Subset-076-7, Scope of the test specifications, Ver 1.0.2, ERA
- [19] Criteria for the ERTMS Laboratories, V5, ERA
- [20] Multitel Railway Certification, <https://www.multitel.eu/expertise/ertms/>, 2019.10
- [21] China Railway Test & Certification Center, <https://crcc.org.cn/>, 2019.10
- [22] DLR RailSiTe : Railway Simulation and Testing, https://www.dlr.de/ts/en/desktopdefault.aspx/tabid-1235/1688_read-3254/, 2019.10
- [23] CEDEX LIF, http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/LIF/, 2019.10

부 록 - KTCS-2 적합성평가 실용화 기술개발 과제구성 및 예산(안)

1. 연구개발 과제구성

가. 연구단 과제 구성

구분	과제명	세부기술명	최종 성과물	최종 성과물 유형
연구단 총괄	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성평가 실용화 기술개발	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반) 철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험환경 - ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계기술 공인검사체계	
1세부과제	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발 1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발 1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발 1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험환경	①시스템
2세부과제	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발 2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 개발 2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발 2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발 2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인검사체계	③공법/기법

나. 세부과제별 세부기술 및 목표성능 도출

구분	과제명	세부기술명	목표성능	TRL 단계
1 세 부	디지털트윈 기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 STM 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인시험체계로 인정	TRL9
		1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차지 상ATP통합 공인시험체계로 인 정	TRL9
2 세 부	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인검사체계로 인정	TRL9
		2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	ISO/IEC 17025 표준 부합 차상 ATP 공인검사체계로 인정	TRL9

2. 세부과제별 세부 연구활동 및 예상 산출물 도출

가. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	예상 산출물	연구기간
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1-1-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 차상ATP 시험설비	2년
		1-1-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 차상ATP 시험평가스킴	2년
		1-1-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-1-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
		1-1-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서	1년
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	1-2-1 시험설비 개발 및 구축	차상STM(ATS/ATC) 시험설비	2년
		1-2-2 시험기준, 공인시험절차 개발	차상STM(ATS/ATC) 시험평가스킴	2년
		1-2-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-2-4 시험설비 시범운영	차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
		1-2-5 공인시험기관 인정	차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인기관 인정서	1년
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1-3-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 지상ATP 시험설비	2년
		1-3-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 지상ATP 시험평가스킴	2년
		1-3-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
		1-3-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서	1년

	1-3-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서	1년
1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-4-1 시험설비 개발 및 구축	KTCS-2급 시스템통합 시험설비	2년
	1-4-2 시험기준, 공인시험절차 개발	KTCS-2급 시스템통합 시험평가스킴	2년
	1-4-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차	1년
	1-4-4 시험설비 시범운영	KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 평가보고서	1년
	1-4-5 공인시험기관 인정	KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인기관 인정서	1년

나. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

구분	세부기술명	연구활동	예상 산출물	연구기간
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	2-1-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서	2년
		2-1-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서	2년
		2-1-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 차상ATP 시범검사 결과보고서	1년
		2-1-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	2-2-1 검사평가기준 개발	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준서	2년
		2-2-2 검사평가절차 개발	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차서	2년
		2-2-3 검사평가 시범평가	차상STM(ATS/ATC) 시범검사 결과보고서	1년
		2-2-4 공인검사기관 인정	차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	2-3-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준서	2년
		2-3-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서	2년
		2-3-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 지상ATP 시범검사 결과보고서	1년
		2-3-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인기관 인정서	1년
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	2-4-1 검사평가기준 개발	발리스/BTM 검사평가 기준서	2년
		2-4-2 검사평가절차 개발	발리스/BTM 검사평가 절차서	2년
		2-4-3 검사평가 시범평가	발리스/BTM 시범검사 결과보고서	1년
		2-4-4 공인검사기관 인정	발리스/BTM 검사평가 공인기관 인정서	1년

2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-5-1 검사평가기준 개발	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서	2년
	2-5-2 검사평가절차 개발	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서	2년
	2-5-3 검사평가 시범평가	KTCS-2급 시스템통합 시범검사 결과보고서	1년
	2-5-4 공인검사기관 인정	KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인기관 인정서	1년

3. 세부과제별 추진일정 및 추진전략

가. 세부과제별 추진일정

(1) 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인정

구분	세부기술명	연구활동	연구기간	1차년	2차년	3차년	4차년
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1-1-1 시험설비 개발 및 구축	2년				
		1-1-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년				
		1-1-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년				
		1-1-4 시험설비 시범운영	1년				
		1-1-5 공인시험기관 인정	1년				
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	1-2-1 시험설비 개발 및 구축	2년				
		1-2-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년				
		1-2-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년				
		1-2-4 시험설비 시범운영	1년				
		1-2-5 공인시험기관 인정	1년				
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1-3-1 시험설비 개발 및 구축	2년				
		1-3-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년				
		1-3-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년				
		1-3-4 시험설비 시범운영	1년				
		1-3-5 공인시험기관 인정	1년				
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1-4-1 시험설비 개발 및 구축	2년				
		1-4-2 시험기준, 공인시험절차 개발	2년				
		1-4-3 시험설비 무결성 관리기술 개발	1년				
		1-4-4 시험설비 시범운영	1년				
		1-4-5 공인시험기관 인정	1년				

(2) 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정

구분	세부기술명	연구활동	연구기간	1차년	2차년	3차년	4차년
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	2-1-1 검사평가기준 개발	2년				
		2-1-2 검사평가절차 개발	2년				
		2-1-3 검사평가 시범평가	1년				
		2-1-4 공인검사기관 인정	1년				
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	2-2-1 검사평가기준 개발	2년				
		2-2-2 검사평가절차 개발	2년				
		2-2-3 검사평가 시범평가	1년				
		2-2-4 공인검사기관 인정	1년				
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	2-3-1 검사평가기준 개발	2년				
		2-3-2 검사평가절차 개발	2년				
		2-3-3 검사평가 시범평가	1년				
		2-3-4 공인검사기관 인정	1년				
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	2-4-1 검사평가기준 개발	2년				
		2-4-2 검사평가절차 개발	2년				
		2-4-3 검사평가 시범평가	1년				
		2-4-4 공인검사기관 인정	1년				
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	2-5-1 검사평가기준 개발	2년				
		2-5-2 검사평가절차 개발	2년				
		2-5-3 검사평가 시범평가	1년				
		2-5-4 공인검사기관 인정	1년				

4. 세부과제별 주요내용 및 추진전략

가. 세부과제 1 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

(1) KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발
연구기간	· 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 초기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개량(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준서 · KTCS-2급 차상ATP 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 차상ATP 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 1차년도 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 차상ATP 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 차상ATP 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(2) 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발
연구기간	· 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	<ul style="list-style-type: none"> · 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP장치 와 차상STM장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요 · KTCS-2 차상신호장치와 기존신호설치노선(ATS/ATC)간의 상호연계성 검증
연구개발 내용	<ul style="list-style-type: none"> · 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 <ul style="list-style-type: none"> · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 <ul style="list-style-type: none"> · ETCS/KTCS 기술사양 및 국내 ATS/ATC 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 국내 ATS/ATC 시험설비와 KTCS-2 차상ATP 시험설비 간의 연계개발을 통한 차상STM 시험기술 개발기간 단축
연구개발 성과물	<ul style="list-style-type: none"> · 차상STM(ATS 및 ATC대응) 자동화 시험설비 · 차상STM 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · 차상STM 시험기준서 · 차상STM 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · 차상STM 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · 차상STM 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 자동화 시험설비 구축 여부 · 차상STM 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · 차상STM 시험설비 검증 장치 구축 여부 · 차상STM 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 <ul style="list-style-type: none"> · 차상STM 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 차상STM 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	<ul style="list-style-type: none"> · (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(3) KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발
연구기간	· 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 지상ATP장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개량(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준서 · KTCS-2급 지상ATP 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 지상ATP 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 지상ATP 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 지상ATP 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

(4) KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발
연구기간	· 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 철도신호시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 시험설비 개발 및 구축 · 시험기준, 공인시험절차 개발 · 시험설비 무결성 관리기술 개발 · 시험설비 시범운영 · 공인시험기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인시험인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 시험평가스킴 개발 · 해외 ETCS 시험설비 도입 및 국내 SW개발(시험DB)을 통한 개발기간 단축 · 해외 ETCS 공인시험기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 무결성 검증 장치 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준서 · KTCS-2급 시스템통합 시험절차서 및 무결성관리 절차서 · KTCS-2급 시스템통합 공인시험기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 설계서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준 및 시험절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 시스템통합 자동화 시험설비 구축 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험기준서 및 시험절차서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 검증 장치 구축 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리 절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 시스템통합 시험평가대상 공인시험기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인시험기관 인정여부 확인

나. 세부과제 2 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

(1) KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
연구기간	· 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 차상ATP 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호 검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 차상ATP 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 1차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 차상ATP 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(2) 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발
연구기간	· 3년(1차년~3차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상ATP장치 와 차상STM장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요 · KTCS-2 차상신호장치와 기존신호설치노선(ATS/ATC)간의 상호연계성 검증
연구개발 내용	· 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준개발 · 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차개발 · 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 시범운영 · 차상STM(ATS/ATC) 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS/KTCS 기술사양 및 국내 ATS/ATC 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호 검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· 차상STM(ATS 및 ATC대응) 검사평가 기준서 · 차상STM(ATS 및 ATC대응) 검사평가 절차서 · 차상STM(ATS 및 ATC대응) 검사평가 시범평가 결과보고서 · 차상STM 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 1차년도 · 차상STM 검사평가기준 분석서 도출 여부 · 차상STM 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 2차년도 · 차상STM 검사평가기준서 도출 여부 · 차상STM 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · 차상STM 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 차상STM 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(3) KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
연구기간	· 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 지상ATP장치에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 지상ATP 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호 검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준서 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 지상ATP 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 지상ATP 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(4) 발리스/BTM 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· 발리스/BTM 검사평가 기술개발
연구기간	· 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 차상장치 및 지상장치 구성용품에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· 발리스/BTM 검사평가 기준개발 · 발리스/BTM 검사평가 절차개발 · 발리스/BTM 검사평가 시범운영 · 발리스/BTM 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호 검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· 발리스/BTM 검사평가 기준서 · 발리스/BTM 검사평가 절차서 · 발리스/BTM 검사평가 시범평가 결과보고서 · 발리스/BTM 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · 발리스/BTM 검사평가기준 분석서 도출 여부 · 발리스/BTM 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · 발리스/BTM 검사평가기준서 도출 여부 · 발리스/BTM 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · 발리스/BTM 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · 발리스/BTM 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

(5) KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발

구 분	내 용
연구개발 목표	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발
연구기간	· 3년(2차년~4차년)
연구개발 필요성	· 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 KTCS-2 철도신호시스템에 대한 공인 적합성평가 요구 · KTCS-2 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성의 객관적 검증 필요
연구개발 내용	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준개발 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차개발 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범운영 · KTCS-2급 시스템통합 공인검사기관 인정
연구개발 추진전략	<input type="checkbox"/> 연구개발 추진체계 · KTCS/ETCS 등 철도신호 전문연구기관 중심의 연구추진체계 구성 · 공인검사인정의 조기획득을 위해 KOLAS인정기관 중심의 연구추진체계 구성 <input type="checkbox"/> 연구개발 추진방법 · ETCS 기술사양 및 국내 기술사양(KTCS) 분석을 통한 검사평가스킴 개발 · KTCS-2 시험자동화 기술개발(1세부) 과제와의 연계 및 시험결과의 상호 검토를 통한 검사평가스킴의 무결성 확보 추진 · 해외 ETCS 공인검사기관과 협력연구체계 구축을 통한 국제상호인정 추진
연구개발 성과물	· KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범평가 결과보고서 · KTCS-2급 시스템통합 공인검사기관 인정서
연구개발 성과지표 (연차별)	<input type="checkbox"/> 2차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준 분석서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차 분석서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 3차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준서 도출 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차서 도출 여부 <input type="checkbox"/> 4차년도 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범운영 및 시범평가(1식) 수행 여부 · KTCS-2급 시스템통합 검사평가대상 공인검사기관 인정서 획득 여부
성과지표 검증방안	· (연차) 연차별 성과지표 달성여부에 대한 전문가 검토 · (최종) 국가인정기구(KOLAS)에 의한 공인검사기관 인정여부 확인

5. 자원투입계획

가. 연구시설 및 장비 투입계획

(1) 1세부과제 연구시설 및 장비 투입계획

(단위: 백만원)

투입계획		연구시설 및 장비목록		용도	비용		비고	
과제	연차	품명	수량		단가			
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1	차상ATP 시험기	KTCS-2급 ATP차상장치 시험 환경 구축	1	1,274		
		2	차상 ATP에뮬레이터	KTCS-2급 ATP차상장치 시험 환경검증용 에뮬레이터	1	226		
		3						
		4						
		합계				2	1,500	
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	1						
		2						
		3						
		4						
		합계				0	0	
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1						
		2	지상 ATP 시험기	시험설비 개발 및 구축	1	1,260		
		3	지상 ATP 에뮬레이터	KTCS 발리스 및 BTM장치 시험 환경 구축	1	240		
		4						
		합계				2	1,500	
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1						
2								
3		시스템통합용 시험기 통합환경(1/2)	시험설비 개발 및 구축	1	53			
4		시스템통합용 시험기 통합환경(2/2)	시험설비 개발 및 구축	1	567			
합계				1	620			
합계					5	3,620		

(2) 2세부과제 연구시설 및 장비 투입계획

: 해당사항없음.

나. 시작품제작비 투입계획

(1) 1세부과제 시작품 제작비 투입계획

(단위: 백만원)

투입계획		시작품제작 목록		용도	비용		비고	
과제	연차	품명			수량	단가		
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1						
		2						
		3						
		4						
		합계				0	0	
	1-2 차상STM(A TS/ATC) 시험자동화 기술개발	1						
		2	STM 시험설비	KTCS-2 시험환경과 연계 가능한 STM 시험환경 구축	1	190		
		3	표준 STM장치	STM 시험환경 검증용표준장치	1	190		
		4						
		합계				2	380	
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	1						
		2						
		3						
		4						
		합계				0	0	
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	1						
		2						
		3	TSRS 시뮬레이터	KTCS-2 통합시험 환경구축시 임시속도서버/F시뮬레이터	1	20		
		4	IXL, CTC 시뮬레이터	KTCS-2 통합시험 환경구축 시 연동,관제I/F시뮬레이터	1	80		
		합계				2	100	
합계					4	480		

(2) 2세부과제 시작품 제작비 투입계획

: 해당사항없음

다. 인력 투입계획

(1) 1세부과제 인력 투입계획

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
1세부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	135,828	121,968	74,256	-
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	133,056	121,968	74,256	-
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	54,208	187,376	35,952
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	180,600	96,936
	합계	268,884	298,144	516,488	132,888
	M/M	38.412	42.592	73.784	18.984
1세부 소계		1,216,404			

(2) 2세부과제 인력 투입계획

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도
2세부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	-	63,756	158,480	23,884
	2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발	-	63,756	158,480	23,884
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	-	123,060	123,060
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	-	99,176	146,944
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	99,176	146,944
	합계	0	127,512	638,372	464,716
	M/M	0	18.216	91.196	66.388
2세부 소계		1,230,600			

6. 소요예산 투입계획

가. 총 소요예산 규모

(1) 연구단 소요예산 규모

(가) 연구단 총 소요예산

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
직접비	인건비	268,884	425,656	1,154,860	597,604	2,447,004
	연구장비, 시작품제작비	1,274,000	1,675,877	502,842	647,281	4,100,000
	기타비 (연구활동비, 수당)	211,502	277,414	637,035	309,501	1,435,452
	직접비 소계	1,754,386	2,378,947	2,294,737	1,554,386	7,982,456
간접비(직접비의 14%)		245,614	333,053	321,263	217,614	1,117,544
연구비 총액		2,000,000	2,712,000	2,616,000	1,772,000	9,100,000

(나) 세부과제별 소요예산

구분	과제	연구 내용	최종 성과물	소요 예산
연구단	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성평가 실용화 기술개발	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험설비 - ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인검사체계	총 91억원 (4년)
1세부	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인정	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발 1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발 1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발 1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인시험체계 및 공인시험설비	69.5억원 (4년)
2세부	한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발 2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발 2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발 2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발 2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	- ISO/IEC 17025 표준에 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 공인검사체계	21.5억원 (3년)

(다) 1세부과제 세부 연구내용별 소요예산

(단위: 천원)

구분	세부 연구내용	직접비					연구별 간접비	연구별 소요 예산
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	직접비 합계		
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1,554,802	426,726	111,382	-	2,092,910	293,007	2,385,917
	1-2 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	199,584	374,985	299,351	-	873,920	122,349	996,269
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	1,375,957	537,709	56,638	1,970,304	275,842	2,246,146
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	1,016	370,742	791,669	1,163,427	162,880	1,326,307
	연차별 직접비 합계	1,754,386	2,178,684	1,319,184	848,307	-	-	6,100,561
	연차별 간접비 합계	245,614	305,016	184,686	118,763	-	-	854,079
	연차별 소요 예산	2,000,000	2,483,700	1,503,870	967,070	-	-	6,954,640

(라) 2세부과제 세부 연구내용별 소요예산

(단위: 천원)

구 분	세부 연구내용	직접비					연구별 간접비	연구별 소요 예산
		1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	직접비 합계		
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	-	104,629	237,715	35,831	378,175	52,945	431,120
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	-	95,634	237,720	35,826	369,180	51,685	420,865
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	-	193,590	184,590	378,180	52,945	431,125
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	-	157,764	220,416	378,180	52,945	431,125
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	148,764	229,416	378,180	52,945	431,125
	연차별 직접비 합계	-	200,263	975,553	706,079	-	-	1,881,895
	연차별 간접비 합계	-	28,037	136,577	98,851	-	-	263,465
	연차별 소요 예산		228,300	1,112,130	804,930	-	-	2,145,360

7. 세부과제별 상세 소요예산

가. 1세부과제 : 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발

(1) 1세부과제 연구비 총액

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
직접비	인건비	268,884	298,144	516,488	132,888	1,216,404
	연구장비, 시제품제작비	1,274,000	1,675,877	502,842	647,281	4,100,000
	기타비(연구활동비, 수당)	211,502	204,663	299,854	68,138	784,157
	직접비소계	1,754,386	2,178,684	1,319,184	848,307	6,100,561
	간접비(직접비의 14%)	245,614	305,016	184,686	118,763	854,079
	연구비 총액	2,000,000	2,483,700	1,503,870	967,070	6,954,640

(2) 인건비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	135,828	121,968	74,256	-	332,052
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	133,056	121,968	74,256	-	329,280
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	54,208	187,376	35,952	277,536
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	180,600	96,936	277,536
	합계	268,884	298,144	516,488	132,888	1,216,404

(3) 연구시설장비 및 시작용품 제작비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	1,274,000	225,877	-	-	1,499,877
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	-	190,000	190,000	-	380,000
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	1,260,000	240,000	-	1,500,000
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	-	72,842	647,281	720,123
	합계	1,274,000	1,675,877	502,842	647,281	3,379,877

(4) 기타비(연구활동비 및 연구수당)

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1 세 부	1-1 KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발	144,974	78881	37126	-	260,981
	1-2 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발	66,528	63017	35095	-	164,640
	1-3 KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발	-	61749	110333	20686	192,768
	1-4 KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발	-	1016	117300	47452	165,768
	합계	211,502	204,663	299,854	68,138	784,157

(5) 간접비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
1 세 부	간접비	245,614	305,016	184,686	118,763	-
	합 계	245,614	305,016	184,686	118,763	854,079

나. 2세부과제 : 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발

(1) 2세부과제 연구비 총액

(단위: 천원)

비목	세 목	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
직접비	인건비	-	127,512	638,372	464,716	1,230,600
	연구장비, 시제품제작비	-	-	-	-	-
	기타비 (연구활동비, 수당)	-	72,751	337,181	241,363	651,295
	직접비소계	-	200,263	975,553	706,079	1,881,895
	간접비(직접비의 14%)	-	28,037	136,577	98,851	263,465
	연구비 총액	-	228,300	1,112,130	804,930	2,145,360

(2) 인건비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	-	63,756	158,480	23,884	246,120
	2-2 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발	-	63,756	158,480	23,884	246,120
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	-	123,060	123,060	246,120
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	-	99,176	146,944	246,120
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	99,176	146,944	246,120
	합계			127,512	638,372	464,716

(3) 연구시설장비 및 시제품 제작비

: 해당사항없음

(4) 기타비(연구활동비 및 연구수당)

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합계
2 세 부	2-1 KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발	-	40873	79235	11947	132,055
	2-2 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술개발	-	31878	79240	11942	123,060
	2-3 KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발	-	-	70530	61530	132,060
	2-4 발리스/BTM 검사평가 기술개발	-	-	58588	73472	132,060
	2-5 KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발	-	-	49588	82472	132,060
	합계	-	72,751	337,181	241,363	651,295

(5) 간접비

(단위: 천원)

구분	연구내용	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	합 계
2 세 부	간접비	-	28,037	136,577	98,851	263,465
	합계	-	28,037	136,577	98,851	263,465

8. 과제 공모방안

가. 과제 제안 요구서

연구과제명	KTCS-2급 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 적합성평가 실용화 기술개발	
1. 연구 개발목표	<p>○ 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인시험 및 공인검사 요건에 부합하고 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 한국형 고속(일반)철도 신호시스템(KTCS)의 확대 구축을 위한 국제수준의 적합성평가 기술 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> - ISO/IEC 17025(공인시험기관 인정표준)을 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계성에 대한 국제공인 시험체계 실증 - ISO/IEC 17020(공인검사기관 인정표준)을 부합하는 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계성에 대한 국제공인 검사체계 실증 	
비 전	한국형 신호시스템 및 하부장치 간 호환성 검증기술 개발로 국가철도 노선 간 연계운영 강화 및 국산신호기술의 실용화 기반 마련	
목 표	디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템(KTCS) 상호연계 적합성평가 실용화 기술 개발	
	- 해외시험수요 대체, 실차 시운전시험기간 단축, 적합성평가과정의 디지털화 및 자동화 -	
성과 목표	ISO/IEC 17025 규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 국제공인 시험체계 실증	ISO/IEC 17020 규격 부합 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 국제공인 검사체계 실증
중점 분야	1. 디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인정	2. 한국형 고속(일반)철도 신호시스템의 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정
기대 효과	<ul style="list-style-type: none"> • 국가철도 노선간 상호연계운영성 확보 • 국가철도망 확대정책 및 제도 지원 • 철도망 연계확대로 국토 균형발전에 기여 	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털트윈기반 평가 최적화로 비용절감 • 세계수준 평가기술로 기술경쟁력 강화 • 국제상호인정으로 수출경쟁력 강화
2. 연구개발 필요성 및 기술 동향	<p>□ 연구개발 필요성</p> <p>○ 국가 철도망의 확대 및 노선간 연계성의 한계</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지역 간 철도교통서비스 제공 확대를 목적으로 전국 주요 도시권을 연결하는 국가 철도(일반·고속철도)망을 지속 확충되고 있으며, 이에 따라 일반철도와 고속철도 등 서로 다른 속도와 성능을 갖는 열차 및 인프라를 연계하는 철도망이 지속적으로 증가하고 있음 	

- 기존 철도신호시스템은 상황에 따라 노선별로 서로 상이한 시스템을 도입함으로써 인하여 노선 간 연계운행을 위해서는 각 노선에 적합한 차상장치를 열차에 설치·운영하는 것이 필요하므로 경제성이 떨어지고 잠재적 호환성 이슈로 안전성 저하 우려
- 일반철도 및 고속철도 신호시스템의 연계운영 제약 사항
 - 국내 최초로 도입된 고속철도 차량인 KTX-I은 고속선 전용 신호시스템인 ATC(TVM430)와 일반철도 노선을 위한 ATS장치를 탑재되어 운행 시작
 - 일반철도 신호시스템이 지상신호기(+ATS)방식에서 차상신호(ATP)방식으로 개량(2010.04)됨에 따라, KTX-I 차량에 ATP차상장치가 추가 설치되고, 이후 KTX-산천 차량부터는 차량 제작시 ATC(TVM430)/ATP/ATS 차상신호장치가 설치되어 운영되는 등 잠재적 호환성·안전성 이슈 및 비효율성 내재
- 한국형 표준 신호시스템의 개발
 - 2010년부터 「도시철도용 무선통신기반 열차제어시스템 표준체계 구축 및 성능평가」, 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」와 같이 CBTC와 ETCS-L2의 국산화 연구개발사업이 진행되어 왔으며 2020년 현재 「자동운전을 지원하는 ETCS L3급 고속철도용 열차제어시스템 핵심기술 및 궤도회로 기능 대체기술 개발」과제를 통해 ETCS L3급의 국산화 연구개발이 수행 중
 - 「일반·고속철도용 무선통신 및 제어시스템 실용화」 과제는 LTE-R 무선통신기술 개발 및 ETCS-L2 수준의 한국형 일반·고속철도용 열차제어시스템(KTCS-2)의 실용화를 목표로 개발
- 한국형 표준 신호시스템의 실용화 계획 추진
 - 국토교통부에서는 KTCS-2 중심의 '철도 신호통신 국산화 계획'을 추진
 - 열차운영 안전성 및 효율성을 향상하고 철도산업을 활성화하기 위해 신호통신 시스템을 표준화하고 국산화 기술 개발을 위해 '철도 신호통신 국산화계획'을 수립(2017.12)
 - 국토교통부의 '철도 신호통신 국산화계획'에서는 총 5개의 세분화된 추진계획(도시철도 신호시스템 국산화, 일반(고속)철도 신호시스템 국산화, 철도통신시스템 국산화, 차세대 신호시스템 개발, 제도적 기반마련)을 수립
 - "철도 신호통신 국산화계획" 중 일반(고속)철도 신호시스템 국산화는 기존 신호시스템(ATC/ATP)과 호환성을 가지면서 유럽표준(ETCS-L2)에 따라 개발하고 있는 신호시스템(KTCS-2)의 성능 및 안전성을 인증하여 실용화되도록 추진방향을 설정
 - 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 성능 및 인터페이스에 대한 성능 검증을 위해 시험, 검사를 실시하고, 시스템 안정화와 더불어 현장운용 노하우 확보 및 성능을 입증하여 한국형 일반(고속)철도 신호시스템의 확대설치를 위해 영업선 시범운영사업(2018~2021) 추진 결정
 - "철도 신호통신 국산화계획"에서는 국가철도망에서 철도차량의 노선 간 연계운영이 용이하도록 철도건설 및 개량 시, 철도시스템의 상호운영성을 확보하도록 제도화 방향 수립
 - 상호운영성 확보를 위해 철도시스템이 갖춰야 하는 필수요건(기술기준)과 평가절차를 마련하고, 모든 철도사업자가 준수하도록 의무화 추진
 - "철도 신호통신 국산화계획"에 따라 「철도건설법」의 「철도의 건설 및 철도시설

유지관리에 관한 법률」로 개정 시 철도차량이 철도 노선간을 상호 연계하여 운행할 수 있도록 호환성과 안전성을 확보하도록 법제화 방향 공표

- 철도시설의 지속가능한 유지관리체계 마련을 위해 2019년 「철도건설법」이 「철도의 건설 및 철도시설 유지관리에 관한 법률」로 개정되었으며 노선간 연계 운행시 호환성과 안전성을 확보하기 위해 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」이 신규 제정
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관의 적합성 평가를 통해 검증하도록 규정(2022년 1월 1일부터 시행)

○ 기술개발 미추진시 아래와 같은 문제점 발생 우려

- 한국형 일반·고속철도용 신호제어시스템의 실용화 제약
 - 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에 따른 공인 적합성 평가 요건의 적용이 2022년부터 시작될 예정으로 KTCS에 대한 적합성 평가 기술개발이 추진되지 못하면, KTCS에 대한 국내 공인 적합성 평가가 불가능하여 한국형 신호기술의 실용화를 위한 추가비용 및 일정지연이 예상됨
- 국가철도망의 확대 및 노선간 상호연계 제약 및 국토 균형발전 저해
 - 현재 차상신호장치와 지상신호장치간 상호연계성 확인을 위해 특정 노선 및 신규/개량설비 설치구간에 한정된 노선에서 종합시험운행을 통해 차량과 노선간 적합성 평가가 수행되고 있으나, 시험의 규모도 특정 노선 및 구간으로 제한되므로 잠재적인 호환성 문제가 확인되지 못할 수 있으며, 향후 노선 연계시 호환성 문제로 노선간 상호연계에 따른 추가비용 및 일정지연이 예상됨
 - 국토교통부 “철도 신호통신시스템 국산화 계획”에 따른 KTCS의 확대구축 실행시 장애 요인으로 작용하여 국가철도망에서의 노선간 상호연계운영 범위 및 연계운영 시작시기가 지연되어 철도망 중심의 국토 균형발전에 저해요소로 작용
- 해외 적합성 평가기술 의존에 따른 국부유출 및 기술경쟁력 극복 불가
 - 국내 공인 적합성 평가기술 및 평가체계 미확보로 KTCS를 신규 건설 또는 개량 사업 시 해외 공인 적합성 평가기관에 평가를 의뢰해야하기 때문에 국가철도건설예산의 해외유출이 예상되며, 해외 평가로 인한 평가기간의 지연으로 전체 사업기간의 지연 또는 연장이 불가피할 수 있음
 - 공인 적합성 평가기술 개발을 위해서는 시스템사양, 기술사양, 시험사양 등을 완벽하게 이해해야만 적합성 평가기술의 개발이 가능하며, 국내 기술수준은 국내 철도노선 환경에 적용되는 ETCS 기술사양에 국한될 수 있어, 세계수준의 기술경쟁력 확보가 불가능

□ 기술동향

- 국내 적합성 평가 및 공인기관 기술 동향
 - 국제 적합성 평가제도와 정부 단위 협력체계가 구축된 국내의 적합성 평가제도는 KOLAS 시험, KOLAS 검사, KAS 인증, KAB 인증이 있음
 - * KOLAS(한국교정시험기관인정기구, Korea Laboratory Accreditation Scheme), KAS(한국제품인증기구, Korea Accreditation System), KAB(한국인정지원센터, Korea Accreditation Board)
 - 철도분야에서는 한국철도기술연구원이 중심이 되어 2000년 기계 및 전기분야에 대한 시험기관의 요건(ISO/IEC 17025)을 인정기구로부터 평가받아 KOLAS 공인시

험기관 인정을 취득하였으며, 2016년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 인증기관의 요건(ISO/IEC 17065)을 평가받아 KAS 제품인증기관 인정을 취득하였고, 2017년 철도안전(RAMS) 4대 국제표준에 대한 검사기관의 요건(ISO/IEC 17020)을 평가받아 KOLAS 검사기관으로 인정받음

- 국내 철도분야에 널리 적용되고 있는 표준으로 국가표준인 한국철도표준(KRS)이 있으나, KRS는 철도청의 물품구매사양서를 기반으로 하여 구매자 입장에서 물품의 성능을 확인하기 쉽도록 일반철도의 시설물을 대상으로 한 표준이 대부분임
- 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」에서는 해당 기준에서 인용하는 표준(ETCS-L2 기술사양)의 준수 여부를 공인시험기관 및 공인검사기관을 통해 확인하도록 규정하고 있으며 KTCS-2 시범사업이 종료되는 2022년 1월 1일부터 KTCS-2에 대한 공인적합성 평가가 법적으로 강제화 될 예정
- KTCS-2 차상신호장치 탑재열차가 국내 기존 신호설비(ATC, ATS, ATP) 구축노선에서 안전하게 운행되려면 KTCS-2와 국내 기존 신호설비간의 호환성이 완벽하게 입증되어야 하나 국내 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 적합성 평가기준 및 평가기술, 공인 적합성 평가기관도 존재하지 않아 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 객관적 확인이 불가능한 상황
- 아시아 철도의 연계운행 기술기준의 국가 간 합의 시 우리나라의 이익을 강화(한국열차의 해외운행 활성화, 국내 핵심기술의 기술기준 제정 등)하기 위해서는 현재의 기술기준에 대한 정비와 기술기준의 적합성 평가제도의 국제화 추진 필요

○ 국외 적합성 평가 및 공인기관 기술 동향

- 해외철도의 검사제도는 안전 및 호환성 확보와 자국 시장 확대를 위한 비관세장벽 구축의 두 가지 전략으로 구분되며, 안전 및 호환성 확보를 위한 검사제도는 유럽연합의 상호운영성기술기준(TSI)과 TSI의 만족여부를 제3자가 평가하는 적합성 평가제도가 대표적이며, 우리나라 형식승인 검사제도와 같이 철도의 안전 확보와 시장보호를 목적으로 여러 국가에서 기술기준이 운영되고 있음
- (EU의 상호운영성 검사제도) 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성을 확보하기 위한 가장 상위의 법은 유럽철도 상호운영지침(Directive (EU)2016/797)이며, 이에 근거하여 유럽연합 회원국 철도망의 상호운영성 기술기준과 각 국가별 국가기술기준으로 기술적 사항을 규정하고 있으며, TSI에서 직접 언급된 기준 또는 유럽연합의 공통 기술지침(Guideline)인 European Norm(EN)에 상세한 기술적 실현 방안 제시
 - 유럽표준형 신호제어시스템인 ETCS의 경우 시스템사양 및 시험사양이 규격화되어 있으며, 유럽내 각국별 국가인정기구(벨기에 BELAC, 독일 DAkKS, 스페인 ENAC 등)를 통해 공인시험기관 자격이 부여된 공인시험기관(벨기에 Multitel, 독일 DLR, 스페인 CEDEX 등)을 지정하여 ETCS 하부신호장치에 대한 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가제도를 운영 중에 있음
 - 벨기에 Multitel 공인시험실은 BELAC(벨기에 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시
 - 스페인 CEDEX의 철도상호운영성연구소(LIF)는 ENAC(스페인 국가인정기구)에 의한 ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC), 발리스, BTM에 대한 공인시험(ETCS-L2급) 실시
 - 독일 DLR의 철도특화시험실(RailSiTe)은 DAkKS(독일 국가인정기구)에 의한

ISO/IEC 17025 시험기관으로, ETCS 차상ATP장치(EVC)에 대한 공인시험 (ETCS-L2급) 실시



[유럽철도의 상호운영성 인증 및 운영 승인 절차]

- (중국의 철도분야 검사제도) 고속철도 중심의 철도교통망을 대폭 확장하고 있는 중국에서도 고속철도망에서의 노선간 연계운행성을 확보하고 지속가능한 고속철도 네트워크의 운영기반을 마련하기 위해 유럽 ETCS 기술을 벤치마킹하여 중국 표준형 신호제어시스템(CTCS)를 개발하고 각종 관련표준사양 및 시험기술의 마련을 통해 적합성 평가 체계도 확립
 - 중국의 CRCC(중국철도과학기술원 산하의 중국철도시험인증센터, China Railway Certification Center)는 중국 국가인정기구인 CNAS(China National Accreditation Service for Conformity Assessment)를 통해 인정된 CTCS에 대한 공인 적합성 평가 기관으로 중국내 CTCS에 대한 객관적이고 공신력 있는 적합성 평가를 수행 중에 있음
 - CRCC는 CNAS에 의해 ISO/IEC 17025 공인시험기관, ISO/IEC 17020 공인검사기관, ISO/IEC 17065 공인인증기관으로 인정을 받았으며, CTCS 구성부품인 차상 ATP장치(CVC), 발리스, BTM, RBC 등에 대한 공인시험, 공인검사, 제품인증을 수행 중에 있으며, ETCS 호환제품의 해외 수출을 위해 ETCS에 대한 공인 적합성 평가도 함께 수행 중에 있음
- (일본의 철도분야 검사제도) 자체 기술과 높은 품질을 무기로 철도기술의 해외 진출을 도모하였으나, 유럽연합이 주도하는 TSI 및 RAMS 인증으로 인해 어려움을 겪게 되었으며, 이를 극복하기 위한 방안으로 유럽연합이 주도하여 국제표준으로 제정된 RAMS표준에 대한 인증기관을 운영하여 일본기술의 해외 진출 어려움을 해결하기 위해 노력 중

3. 연구개발 내용

< 연구단 >

- 사업총괄관리
 - 과제총괄 관리계획 작성, 조정 및 관리

< 세부과제 1>

디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발 및 공인인증

- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 개발 및 구축

- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험기준, 공인시험절차 개발
- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 무결성 관리기술 개발
- KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 시험설비 시범운영
- KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인시험기관 인정
- 차상STM(ATS/ATC) 시험자동화 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 개발 및 구축
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험기준, 공인시험절차 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-2급 지상ATP 시험기준, 공인시험절차 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가 공인시험기관 인정
- KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 개발 및 구축
 - KTCS-2급 시스템통합 시험기준, 공인시험절차 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성 관리기술 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인시험기관 인정

< 세부과제 2>

한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 검사평가 기술개발 및 공인인정

- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가기준 개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가절차 개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 시범평가
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인검사기관 인정
- 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기술 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가기준 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가절차 개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 시범평가
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인검사기관 인정
- KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가기준 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가절차 개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 시범평가
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인검사기관 인정
- 발리스/BTM 검사평가 기술개발
 - 발리스/BTM검사평가기준 개발
 - 발리스/BTM검사평가절차 개발

- 발리스/BTM검사평가 시범평가
- 발리스/BTM 검사평가 공인검사기관 인정
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가기준 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가절차 개발
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가 시범평가
 - KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인검사기관 인정

4. 연구개발 추진방법

- 추진전략
 - 산학연 협동 및 단계별 기술개발 추진
 - 산학연의 역할분담 및 관련 전문가·전문기관 협력체계 구축
 - 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 기술 단계별 검증을 위해 철도서비스(운영·건설)기관 참여·협력 유도 및 실용화기반 사전 조성
 - 연구개발 단계별 완성도 향상을 위하여 관련 분야 전문가 활용
 - 해외 공인시험, 검사기관과의 협력을 통해 국가간 적합성평가결과의 상호인정기반 조성

- 추진체계
 - 철도분야 전문연구기관·적합성평가기관 등 해당기술 분야 전문기관 중심의 사업화 추진 및 성과활용처(철도운영·건설기관, 정부), 인정기구간의 협력체계 구성을 통한 사업화 성과물의 활용성 제고 추진
 - (연구기관) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계성 적합성평가 기술 개발 주도
 - (철도운영·건설기관) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 시 시범 참여 및 적합성평가 결과 활용 제고
 - (정부) 적합성평가 미비점 검토 및 제도화 보완 추진
 - (국가인정기구) 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계성 적합성평가 기술 개발 성과에 대한 국가공인인정(KOLAS 인정)
 - 연구진의 연구 참여율을 높여 연구 집중도 제고
 - 연구내용의 검증 및 객관성 확보를 위해 외부 전문가 자문위원회를 구성 및 운영하고 연구내용의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문 실시
 - 해외 선진 적합성평가기관과의 협력 및 평가장치의 도입을 검토하여 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가 기술의 조기개발이 가능하도록 추진
 - 본 연구는 산·학·연 공동연구 및 필요시 해외기관 및 전문가와 공동연구를 추진할 수 있음

5. 최종성과물

- 주요 최종 성과물
 - < 세부과제 1 >
디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계 시험평가 자동화 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비
 - KTCS-2급 차상ATP 시험평가스킴
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 차상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서

- KTCS-2급 차상ATP 시험평가 공인기관 인정서
- 차상STM (ATS/ATC) 시험자동화 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가스킴
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험설비 시범운영 평가보고서
 - 차상STM(ATS/ATC) 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 지상ATP 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가스킴
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 지상ATP 시험설비 시범운영 평가보고서
 - KTCS-2급 지상ATP 시험평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 시스템통합 시험자동화 기술개발
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가스킴
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 무결성관리도구 및 관리절차
 - KTCS-2급 시스템통합 시험설비 시범운영 평가보고서
 - KTCS-2급 시스템통합 시험평가 공인기관 인정서

< 세부과제 2>

한국형 고속(일반)철도 신호시스템 상호연계검사평가 기술개발

- KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 기준서
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 절차서
 - KTCS-2급 차상ATP 시범검사 결과보고서
 - KTCS-2급 차상ATP 검사평가 공인기관 인정서
- 차상STM (ATS/ATC) 검사평가 기술개발
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 기준서
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 절차서
 - 차상STM(ATS/ATC) 시범검사 결과보고서
 - 차상STM(ATS/ATC) 검사평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기술개발
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 기준서
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 절차서
 - KTCS-2급 지상ATP 시범검사 결과보고서
 - KTCS-2급 지상ATP 검사평가 공인기관 인정서
- 발리스/BTM 검사평가 기술개발
 - 발리스/BTM 검사평가 기준서
 - 발리스/BTM 검사평가 절차서
 - 발리스/BTM 시범검사 결과보고서
 - 발리스/BTM 검사평가 공인기관 인정서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기술개발

- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 기준서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 절차서
- KTCS-2급 시스템통합 시범검사 결과보고서
- KTCS-2급 시스템통합 검사평가 공인기관 인정서

6. 기대효과 및 파급효과

○ 기대효과

- (국가철도 노선간 상호연계운영성 확보) 노선간 상호연계운영을 위한 철도신호시스템의 기능 및 성능품질 검증으로 철도신호시스템의 신뢰성과 가용성을 향상시켜 전체 철도시스템의 운영성 및 안전성 효율 향상
- (국가철도망 확대정책 및 제도지원) KTCS-2 시범사업 이후 신설 및 개량시기가 도래하는 노선에 단계적으로 설치하여 2022~2032년까지 96개 노선, 4,848km에 구축되고, 신규 차상신호장치는 2,025대 도입될 예정으로 공인시험 및 검사
- (철도망 연계확대로 국토 균형발전에 기여) 국내 기존 신호설비와 KTCS-2간 호환성에 대한 적합성 평가기준 및 평가기술, 공인 적합성 평가를 통한 기존 신호설비(ATC, ATS, ATP)와 KTCS-2와 국내 기존 신호설비간의 호환성 입증
- (디지털트윈기반 평가 최적화로 비용절감) 적합성평가 자동화기술 및 철도망 노선별 신호설비 데이터를 기반으로한 가상환경에서의 적합성 평가로 평가비용 및 평가기간, 사고발생 위험성을 저감

○ 파급효과

- (세계수준 평가기술로 기술경쟁력 강화) 고속(일반)철도 신호시스템 기술규격(ETCS)에 대한 공인시험·공인검사체계를 확립하여 국내 신호기술의 품질수준 세계화 추진
- (국제상호인정으로 수출경쟁력 강화) 「철도노선간 연계운행을 위한 철도시설 기술기준」 제정에 따라 요구되는 KTCS 한국형 철도신호시스템의 공인시험 및 공인검사를 위한 적합성평가 기술개발로 국산신호제품 기술품질 및 기술경쟁력 향상



[디지털트윈기반 한국형 고속(일반)철도 신호시스템 적합성평가기술의 기대효과]

7. 연구개발기간 및 소요예산	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 총 연구기간 : 4년 ○ 총 연구개발비 : 9,100 백만원(정부출연금) <ul style="list-style-type: none"> - 1차년도 연구개발비 : 2,000백만원(정부출연금) ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음 ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
8. 기 타	

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발 기획 과제의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 철도 신호제어시스템 적합성평가 기술개발과제의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표하거나 공개하여서는 안됩니다.

