

등록번호	실용화연구처-2939
결재일자	2024. 10. 16.
공개구분	공개

★담당자	시스템연구 부장	실용화연구 처장	철도혁신연 구원장
임명호	성동일	유진영	10/16 代유진영
협조자			

차세대 열차제어시스템(KTCS-3) 연구성과 홍보 및 기술조사를 위한
국외출장 결과보고



철도혁신연구원 실용화연구처

목 차

I. 개요	1.
1. 출장목적	1.
2. 출장개요	2.
3. 세부일정	2.
II. 주요활동	2.
1. KTCS-3 홍보활동	2.
2. KTCS-3 참여 국외기관 회의	4.
- (TUV_SUD) TSI 인증 및 유럽 ATO 인증 레벨 현황	
- (Euro-Multitel) 유럽 LAB 시험 전략 및 시험설비	
3. 이노트랜스 기술조사	6.
- 이노트랜스 2024 기술동향	
- 차세대 열차제어시스템(KTCS-3) 관련 기술	
III. 시사점	8.
1. KTCS 홍보활동	8.
2. KTCS 참여 국외기관 회의	8.
3. 이노트랜스 기술조사	8.
- 유럽 선행연구 모니터링 및 집중형 R&D 강화	
- KTCS 기술 고도화	
IV. 출장결과 활용계획	10.
V. 소요예산	10.

□ 출장목적

- 공단이 주관하는 국가R&D 차세대 열차제어시스템(KTCS-3)의 혁신기술 (이동폐색, 자동운전) 우수성 홍보를 위해 KTCS-3 홍보영상 및 배너를 2024 이노트랜스(독일)에 전시하여 K-철도 브랜드 인지도를 제고하고,
- 철도 신기술 및 국외동향을 파악하여 KTCS-3 연구목표 달성과 사업화 기여 및 공단 연구원의 차세대 연구과제 발굴에 기반이 되는 기술조사를 위함

< 독일 InnoTrans 2024 (제14회) >

(장소) 독일 베를린 전시장(메세 베를린)

(일시) 2024. 9. 24.(화) ~ 9. 27.(금)

(규모) 200,000m² 면적, 42개 전시홀 운영(59개국 2,900개社 이상 전시 참여)

(내용) 철도 인프라/시스템 기술, 철도차량/수송기술, 에너지/친환경 기술 등

□ 출장개요

- 출장기간 : 2024. 9. 23.(월) ~ 9. 28.(토) (4박 6일)
- 출 장 지 : 이노트랜스(독일)
- 출 장 자 : 과제 참여연구원 4명

소 속	직위	성 명	주요 업무
철도혁신연구원 실용화연구처	처장	유진영	<ul style="list-style-type: none"> - KTCS 연구성과 홍보 및 질의 대응 - 분야별(궤도, 신호, 차량) 기술 조사 - 안전성 평가(연구과제, 유럽동향) 논의
	과장	임명호	
	대리	정하영	
	사원	장연록	

□ 세부 일정

구 분	주요 업무	비 고
9.23.(월)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공 이동(19시간 35분) <ul style="list-style-type: none"> - 인천(1:20) → 도하(5:45) [QR0859, 10시간 25분] - 도하(8:55) → 베를린(13:55) [QR0081, 6시간] ○ 이노트랜스 행사장 및 숙소 이동(2시간) 	
9.24.(화) ~ 9.26.(목)	<ul style="list-style-type: none"> ○ (공통) 이노트랜스 KTCS-3 홍보 및 기술조사(09:00~18:00) ○ (9.25.(수)) KTCS-3 연구과제에 참여 중인 국외기관과 회의 <ul style="list-style-type: none"> - (TUV SUD) TSI 인증 및 유럽의 ATO 안전성 인증 현황 - (Multitel) KTCS-3 과업 추진 일정 및 유럽 시험설비 현황 	
9.27.(금) ~ 9.28.(토)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 항공 이동(18시간 35분) <ul style="list-style-type: none"> - 베를린(16:00) → 도하(22:40) [QR0082, 5시간 40분] - 도하(2:40)^{9.28.(토)} → 인천(17:35)^{9.28.(토)} [QR0858, 8시간 55분] 	

II

주요활동

① KTCS-3 홍보활동 [붙임 1]

- (홍보기간) 2024. 9. 24.(화) ~ 9. 28.(목) (09:00 ~ 18:00)
- (홍 보 물) KTCS-3 홍보영상 및 배너
- (홍보내용) KTCS-3 이동폐색/자동운전기술 및 자동운전 시험설비
- (홍보장소) 2024 이노트랜스 공단 및 철도연 부스



○ 홍보결과

- KTCS가 ETCS를 기반으로 한국형으로 개발되었다는 점이 주목 받음
- 상용화에 대한 질의가 많았으며, KTCS-2는 현재 국내 고속철도 노선 (경부, 호남, 수도권)에 순차 적용 예정이며 KTCS-3는 연구과제 종료 후에 시범 구축 후 확대 적용 예정 설명
- 또한 KTCS는 ETCS 기술 수준과 동등하며, ETCS보다 더 경제적인 비용으로 시스템 구축 가능성을 강조

○ 주요 질의 답변

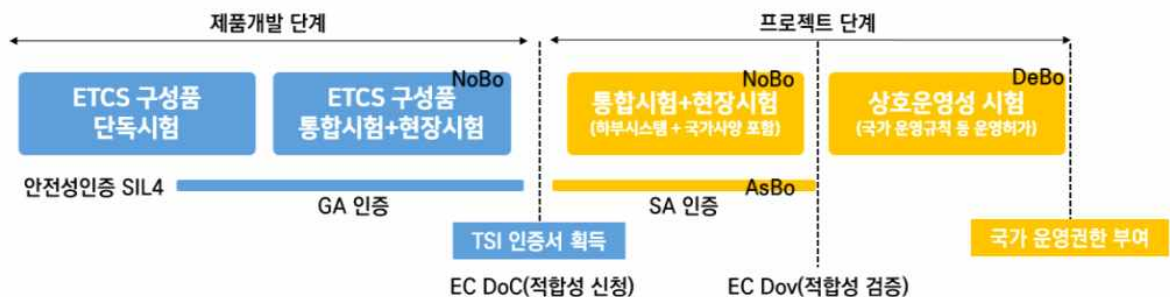
번호	주요질의 및 답변	
1	Q	KTCS-3와 기존 ETCS와 차이점은 무엇인가?
	A	KTCS-3는 유럽의 ETCS 표준규격(Subset-026)을 준용하여 개발하여 유럽과 호환이 가능한 시스템임. 단, GSM-R의 제한적인 통신 방식을 극복하고자 LTE-R 방식을 채택함
2	Q	KTCS-3의 주요 기능과 이점은 무엇인가?
	A	KTCS-3는 이동폐색(Moving Block) 기술을 채택하여 운전시각 및 선로용량 증대에 크게 기여할 수 있음. 또한, 궤도회로를 미사용으로 지상설비 최소화 등 건설비 및 유지보수비 절감에 효과적임
3	Q	KTCS-3는 ETCS와의 상호운영성이 가능한지?
	A	KTCS-3는 유럽의 ETCS 표준규격을 준용하여 ETCS와 상호운영성 가능
4	Q	ATO가 제공하는 자동운전 기능의 상세내용은 무엇인가?
	A	개발 중인 ATO는 GoA2 수준으로 기관사와 안전요원이 있는 반자동 운전이며, 기관사가 자동운전 버튼 취급시, ATP에서 제공하는 속도 프로파일에 맞춰 최적의 운전이 가능하도록 설계 <ul style="list-style-type: none"> - KTCS와 연계하여 국가철도망에 적용 가능하며, 상호운용성을 갖추 - 뿐만 아니라, 공단은 GoA 4 수준의 개발과제도 기획 중에 있음
5	Q	KTCS-3와 ATO의 상용화 및 해외 수출 계획이 있는지?
	A	국내에서 시범사업 후에 일반·광역 철도 노선에 확대 구축 예정 <ul style="list-style-type: none"> - 또한, ATO 기술은 KTCS-2, 3 구분없이 탑재가 가능하여 운전시각 단축이 필요한 노선에 시너지 효과를 기대 - 특히, 공단은 신호시스템 해외 수출을 위해 UAE, 폴란드 등 ETCS L2 공급을 원하는 주요 국가와 접촉중

② KTCS-3 참여 국외기관 회의 [붙임 2]

- 이노트랜스에 참석한 KTCS-3 과제 참여 중인 국외기관 2개社 (TUV_SUD(독일), Euro-Multitel(벨기에))와 KTCS-3 과업 추진 및 유럽현황 질의를 위해 회의 시행
- (TUV SUD) TSI 인증 및 유럽의 ATO(열차자동운전) 인증 레벨 현황
 - 1) KTCS-3 해외진출을 위한 유럽 TSI 인증 및 현황 파악
 - (TUV) 유럽은 철도 기술 분야(차량, 신호, 인프라 등) 현장 적용을 위해 TSI 인증 및 국가로부터 운영 권한을 부여 받는 것이 법제화 되어 있음
 - (TUV) 비유럽국가도 철도 기술 분야에 TSI 인증을 발주 조건으로 포함하는 추세이고, 최근 중국은 TSI 인증을 위해 적합성 신청 절차 182건 진행 중

< 상호운영성을 위한 기술 기준 (Technical Specification for Interoperability) >

- 유럽에서 노선간 철도의 상호운영성 확보를 위해 유럽연합국(ERA)과 이사회에서 제시한 EU Directive 2016/797 EC(철도시스템에 대한 상호 운영성 법률)의 기술기준이며, 유럽에서는 TSI를 준수하도록 의무화
- 철도차량, 운영 및 관리, 에너지 등 11개의 기술기준이 있으며, 철도신호 분야는 “제어 명령 및 신호(Control-Command and Signaling)”으로 정의
- 최근 해외 발주처(UAE, 동남아권 등)의 신호시스템 입찰 요구사항으로 TSI 인증 또는 그에 준하는 활동 등을 요구하고 있음



- * NoBo(Notified Body) : TSI 준수 여부 등 적합성을 평가하는 인증기관
- * AsBo(Assessment Body) : 안전성 평가 인증기관(독립안전성평가기관)
- * DeBo(Designated Body) : 국가별 기술사양 등 국가인증 적합성평가 기관

[TSI 인증 및 국가운영 권한 절차]

2) 열차자동운전(ATO) 유럽 안전성 레벨 현황

- (공 단) KTCS-3 ATO 차상장치는 안전성 레벨을 Basic으로 개발 중인데, ATO 정식 규격 배포에 따라 ATO 차상장치 안전성 레벨에 미치는 영향은 없는지?
- (TUV) 초기 ATO 규격 초안에는 ATO 차상장치에 출입문 제어 기능이 포함되어 위험원 분석 결과, 안전성 레벨 2 이상이 요구되었으나,
- (TUV) ATO 정식 규격에서 ATO 차상장치가 출입문을 직접 제어하지 않고 출입문 방향 정보만 안전 시스템에 전송하고 안전시스템이 출입문을 제어하도록 정의였으므로 ATO 차상장치 안전성 레벨은 Basic 이상으로 정의(유럽의 ATO 프로젝트에서도 Basic 레벨로 추진 중)

○ (Euro-Multitel) 유럽 LAB 시험 전략 및 시험설비 업그레이드

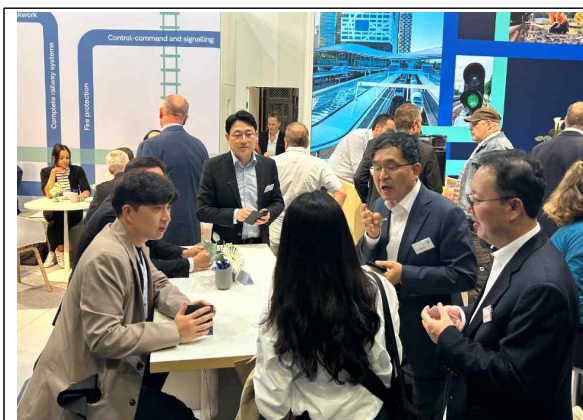
1) 모양변경(선로변경)에 대한 유럽 LAB 시험 전략

- (Multitel) 모양변경 규모에 따라 LAB 시험 방안 조정이 있을 수 있으나 시스템의 안전성이나 성능에 중대한 영향을 미칠 경우, 별도 추가 검증 수행

2) ETCS 규격 업그레이드(Baseline 3 → 4)에 따른 LAB 시험설비 업그레이드

- (Multitel) 시험 규격(Subset-076)이 아직 Baseline4에 공표되지 않았으며, 해당 규격이 공식적으로 배포되어야만 시험설비 S/W 업그레이드 가능.

Multitel은 업그레이드를 위한 이외 기반 조건은 모두 완료함



TUV SUD 회의 사진

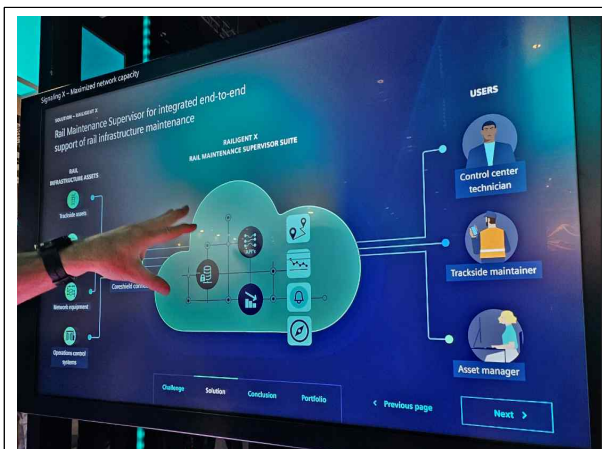


Euro_Multitel 회의 사진

③ 이노트랜스 기술조사 [붙임 3]

○ 이노트랜스 2024 기술동향

- 철도 글로벌 기업들은 철도 환경에 디지털 전환(Dx;Digital Transformation)을 접목하는 것으로 인공지능 기반 유지보수, One-Cloud 통합 관리, 철도 데이터 기술이 주요 테마임
- Europe's for Rail은 디지털 전환의 구체적 목표를 '화물 운송 활성화'로 선정하고 하위 기술 단위에서 원격 운전, 디지털 자동 커플링, 열차제어 및 자동 운전 등의 연구를 글로벌 제작사 및 운영기관이 연합하여 추진 중이며, 이외 철도 기술을 포함한 총 17개 프로젝트에 '22~'26년까지 약 8,606억원을 투자 중
- 중국도 디지털 전환 일환으로 '화물 조차장 자동화 시스템' 및 '선로변 Digital Intelligence'를 구상 중이며, ETCS 기반의 CTCS와 열차자동운전 기술을 자국 내 설치·운영 중이며, 자국 내 실적을 바탕으로 헝가리, 세르비아, 태국 고속철도에 CTCS를 수주하는 등 글로벌 영향력을 확대하는 중임
- 또한 친환경 및 탄소중립 글로벌 동향에 따라 수소열차 및 저탄소 인프라 기술 개발 등의 기술이 선보임



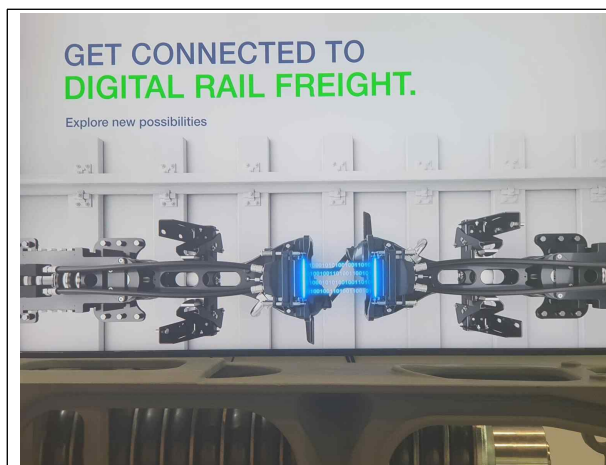
(Simens社) DX One-cloud 통합관리



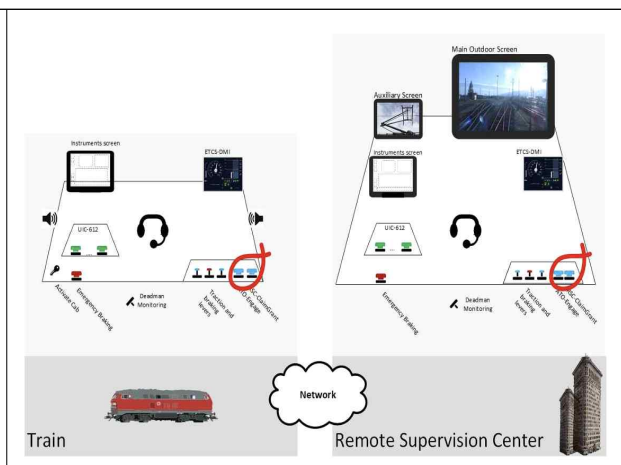
(Europe's for Rail) 주신 호기 없는 ETCS L2 운영 시뮬레이션

○ 차세대 열차제어시스템(KTCS-3) 관련 기술

- Europe's For Rail의 R2DATO 프로젝트('22~'26, 2,377억)는 ETCS L2 운영 지침(Ril 400), 열차분리검지, 디지털 자동 커플링, 원격운전, 이동폐색, Hybrid Level 3, 무인운전 기술 등 KTCS-3와 연관된 기술이 다수 포함되어 있어 지속적인 모니터링이 필요한 연구과제임
- (ETCS L2 운영 지침) 주신호가 없는 ETCS L2 운영을 위한 지침
- (열차분리검지) 무궤도회로에서 L3 구현을 위한 핵심 기술
- (디지털 자동 커플링) 화차 결합·분리를 자동으로 하는 기술
- (원격운전) 화차 조성 자동화 및 열차자동운전 운영을 위한 기술
- (이동폐색) 선행열차 후단부까지 이동 가능한 열차제어 기술
- (Hybird Level 3) 궤도회로 기반 Level 3 이동폐색 구현 기술
- (무인운전 기술) 기관사가 없는 열차자동운전 구현 기술
- 이외 기술로는 정확한 열차 위치 연산을 위한 기후에 영향 없는 도플러 센서, 무인운전 시 출입문 제어 기술 구현을 위한 차량 출입문 스위치 등이 있음



EU의 디지털 자동 커플링 기술



EU의 원격운전 개념도

□ KTCS 홍보활동

- KTCS에 대한 국제적인 인지도 향상을 위해 지속적인 홍보활동이 필요하며, 조속히 국내 철도망에 실용화를 이루어 KTCS의 신뢰성을 제고하여 홍보 효과를 높일 필요가 있음

□ KTCS 참여 국외기관 회의

- (TUV SUD) 해외 발주처의 TSI 인증 요구 대응을 위해 국내 철도 기술 인증 체계를 TSI 인증 체계로의 변화를 추진하여 인증 중복 방지, 호환성 확보를 통해 민간기업의 해외시장 진출 유도
- (Euro-Multitel) 모양변경 등 인프라 변경에 대한 유럽의 ETCS LAB 시험 전략을 향후 KTCS 운영 단계에서 적용을 위해 인프라 변경의 경미·보통·중대 기준을 정의하고 각 기준에 대한 LAB 시험 전략 마련 필요

□ 이노트랜스 기술조사

- 유럽 선행연구 모니터링 및 집중형 R&D 강화
 - 유럽은 인프라 분야보다 디지털 전환 관련 분야에 혁신적인 연구가 진행 중이며, 독립적인 연구가 아닌 수 많은 연구 과제들이 네트워크를 구성하고, 하나의 연구과제에서도 수 많은 기술이 융합
 - 또한 R&D 예산 투자, 글로벌 철도 기업 수, 전문 인력, 국경을 초월한 민관 협력 체계 구성, 철도 시장 규모 등 연구 기반이 한국에 비해 압도적이며, 철도 디지털 전환 분야 기술 격차도 상당한 것으로 보임

- 이에 우리의 R&D 방향성을 재검토할 필요가 있음. 우선 유럽의 철도 기술 동향, 연구 보고서를 지속적으로 모니터링하고 유럽의 선행 연구 결과를 토대로 실용화 가능성이 높은 아이템을 선정 및 집중형 R&D를 기획하여 다수의 연구과제간 네트워킹을 구성하여 연구과제의 질적인 측면을 높일 필요가 있음

○ KTCS 기술 고도화

- ETCS는 표준화로 시스템 복잡성 해소, 선로용량 증대, 유럽 내 열차 상호 운영 등의 이점이 있고, ETCS에 자동운전 기술까지 접목하여 에너지 절감이라는 EU 정책 달성에도 기여함
- ETCS는 단순히 하나의 신호 시스템의 종류가 아닌, 유럽의 철도 디지털 전환 핵심기술 중 하나로 지속적으로 기술 개발 중임. 특히, Level 3 및 Hybrid Level 3 보완 연구, 무인운전 기술 및 비상상황 대비를 위한 원격운전센터 설립 연구 등을 진행 중이며, 이러한 기술들을 적용하여 여객은 물론 경제적·친환경적 유럽 철도 물류 네트워크 구성을 계획 중임
- ETCS 기반의 KTCS도 유럽의 관련 기술 연구를 지속적으로 모니터링하고 발전시켜야 함
- 특히, KTCS-3는 국가철도망 도입 시 기존 열차와 혼용 운전해야 하므로 궤도회로 설치 노선에서 장기간 운행되어야 함. 따라서 유럽의 Level 3 연구는 물론 Hybrid Level 3 연구를 주목해야 함. 또한 화물열차 Level 3 기능 향상을 위해 열차분리검지 연구를 참고하여 통신 장애에 대한 안전거리를 최소화 할 필요가 있음

IV

출장결과 활용계획

□ KTCS-3 보고서

- KTCS-3 홍보 활동 및 유럽기술동향
 - KTCS-3 홍보 활동 성과, 유럽의 인증 체계 및 시험 전략, KTCS-3 관련 기술(Level 3, 열차분리검지, 원격·무인운전 등)을 공단 성과물인 ‘이동폐색 보고서’ 및 ‘개발명세서’에 반영
 - 유럽 열차자동운전 시스템의 적절한 안전성 레벨(Basic) 현황 파악으로 KTCS-3 과제 정상 추진 재확인(과제도 Basic 레벨 추진) 및 실용화 단계에서 해당 안전성 레벨 적용

□ 대내·외 공유

- 지식경영시스템 및 홈페이지 게시
- KTCS-3 연구단에 ETCS 관련 기술의 유럽 R&D 현황 공유

□ 신규 연구과제 기획

- 신규 국가 R&D로 추진 중인 열차(무인)자동운전 고도화 기획에 활용
- 공단 연구원에서 추진 중인 전략과제(64건)의 기술검토, RFP 작성 등에 이노트랜스에서 조사한 기술 자료 활용

V

소요예산

- 소요예산 : 금20,258,700원
 - 운임(왕복 항공료(보험료 포함)) : 13,166,600원(지급 완료)

운임(원)				합 계
유진영 처장	임명호 과장	정하영 대리	장연록 사원	
3,291,500	3,291,500	3,291,500	3,291,500	13,166,000

- 출장여비 : 6,626,900원 (1USD=1,352.76원, '24.8.26. 기준(국외출장계획 방침 환율 적용))

성명	국외여비[백원미만 버림]			국내여비	합계
	일비	식비	숙박비		
유진영	162,300	265,100	0	128,000	555,400
임명호	162,300	265,100	0	91,700	519,100
정하영	162,300	265,100	4,437,000	130,300	4,994,700
장연록	162,300	265,100	0	130,300	557,700
합계	649,200	1,060,400	4,437,000	480,300	6,626,900

* 정하영 대리가 출장자 전원의 숙박비 전액 예약 및 지급

- 기타경비 : 465,800원(이노트랜스 참가비 기지급)

구분	내역		합계(원)
이노트랜스 참가비(기지급)	60,700원 × 4인		242,800
통신비(로밍)	유진영	45,300	223,000
	임명호	59,600	
	정하영	59,000	
	장연록	59,100	
합계			465,800

○ 회의비 : 130,094원(연구비 카드 사용)

구분	내역	합계(원)
TUV_SUD 회의비(중식)	130,904	130,904
합계		130,904

* 회의비 사용(9.25.수)으로 국외여비 식비 1식 제외 적용

○ 예산과목: 사업비-수탁공사-차세대 열차제어-기타부대비(WP : 294611I01C)

- 붙임 1. KTCS-3 홍보활동 1부.
 2. KTCS-3 참여 국외기관 회의록 1부.
 3. 이노트랜스 기술조사서 1부.
 4. 여비 산출내역서 1부. 끝.