

「사전제작형 콘크리트궤도」 연구 내실화를 위한 국외출장 결과보고

2026. 10.



신기술개발처

목 차

I. 출장개요	1
II. 출장결과 종합	2
III. 세부 조사내용	4
1. 사전제작 콘크리트궤도 시스템	4
2. 자갈도상 철거 · 노반 정비	17
3. 패널 양중 · 부설 장비	20
4. 시공 · 보수 자동화로봇	21
5. 레일 이음 · 용접	22
6. 충전재 · 주입재	25
7. 상태평가 · 시공 정밀도 계측	28
8. 정책 동향	31

■ 배경

- 국가R&D「고속철도 자갈궤도 구간 급속개량을 위한 사전제작형 콘크리트궤도 및 시공기술 개발」과제의 연구성과 내실화를 위해
 - 연구목표 대비 국제수준 정량 확인, 최신 기술개발 동향 및 적용사례 조사 등을 수행하기 위해 ‘2026 InnoTrans’ 박람회 참석

< InnoTrans 2026 >

- ◆ 세계 최대 규모의 철도·교통기술 박람회로 2년마다 철도산업 전 분야의 최신기술과 제품이 전시되는 국제 행사
- ◆ (기간/장소) 2026. 9.22.(화) ~ 2026. 9.25.(금) / 독일 베를린(MESSE BERLIN)
- ◆ (규모/구성) 전시면적 약200,000m², 42개 홀 + 야외 전시장 / 참가기업 약 3,000개사

■ 출장 내용

- (일정) 2026. 9.21.(월) ~ 2026. 9.26.(토) (4박6일)
- (장소) 2026 이노트랜스 박람회 (독일 베를린)
- (출장자) 3인 (출장자 전원 국가R&D 과제 참여연구원)

소 속	직 급	성 명	주요역할	비고
철도혁신연구원 신기술개발처	과 장	홍태욱	·국외출장 업무 총괄(계획·결과보고 등) ·국제 기술개발 동향 및 수준 종합·분석 ·국내 적용방안 검토, 실용화 전략 수립 등	국가R&D 실무담당
시설본부 시설개량처	부 장	채기현	·대외 업무협약 및 기술조사 총괄 ·분야별 주요기술 현장적용성 검토 ·R&D 벤치마킹 및 개선사항 도출 등	시설개량 사업관리 담당부장
SE융합본부 인프라기술처	대 리	손홍주	·국제 궤도분야 설계동향 파악 ·궤도시스템 구조설계 기법 기술조사 ·기존선 개량사례 조사 및 분석 등	궤도 개량 설계업무 담당자

- (주요내용) ① 분야별 주요기업 기술동향 파악·분석, 국내 적용성 검토
② 과제 정량목표 대비 국제 기술수준 확인 및 사업화 전략 수립

II

출장결과 종합

조사개요

- InnoTrans 2026 전시장 조사와 특별세션(DVF 대화포럼) 참석으로, R&D 과제와 관련된 국제 보유기술과 전시 내용, 정책 동향을 조사
 - 분야별 주요 기업을 중심으로 업체 담당자 면담, 기술조사를 통해 과제 목표(시공, 속도, 정밀도 등)에 대응하는 해외 기술수준 확인

관련분야	조사기업
사전제작 콘크리트궤도 시스템	Salcef, Max Bögl, PORR 등 11개 기업
자갈도상 철거 · 노반 정비	Plasser & Theurer, SWIETELSKY, Railcare
패널 양중 · 부설 장비	TECHNE KIROW
시공 · 보수 자동화로봇	ROBEL
레일 이음 · 용접	Schlatter, Goldschmidt, Welding Alloys
충전재 · 주입재	Gremmler, Sika, edilon)(sedra
상태평가 · 시공 정밀도 계측	Zetica, MERMEC, Trimble
정책 동향	DVF Dialog Forum(독일교통포럼, 유럽철도청장 참석)

주요 조사결과

(기업별 개요 및 주요기술은 Ⅲ. 세부 조사내용 참조)

- (급속개량 사례) 운행선 야간 차단으로 자갈궤도를 콘크리트궤도로 바꾸는 상용화된 기술은 Salcef FAST¹⁾가 유일하게 확인됨
 - ➡ [Salcef FAST] 1일차 임시 지지 상태로 개통하고 다음 차단에 하부 그라우트를 충전하는 2일 단계 시공으로, 과제 개념과 가장 유사
 - (시공실적) 7시간 차단(순작업 5시간)에 슬래브 12매(57.6m)
 - (적용구간) 이탈리아 지역선(속도 60~150km/h) 및 로마 지하철(40km/h) 등으로 고속선 적용은 확인되지 않음
- (해외 교체 실적) Max Bögl · PORR · Rhomberg Sersa의 자갈궤도 → 콘크리트궤도 교체는 모두 수개월 장기 차단 공사로 진행
 - Max Bögl · PORR 담당자는 기존 자갈 철거 방식으로 야간 3~4시간 내 전환은 어렵다고 보고 자갈을 고결재로 굳힌 뒤 처리하는 대안을 거론

1) Salcef Fast : Salcef Group(이탈리아)의 임시 지지 프리캐스트 슬래브궤도(2026 DB 혁신상 1위수상)

- (400km/h급 검증) MAX Bögl과 PORR의 인증된 최고 속도는 350km/h이며, 공인된 400km/h급 프리캐스트 궤도 사례는 확인되지 않음
- (시공 장비·자동화) 철거·부설 관련한 상용화된 장비는 다수 있으나, 철거부터 거치·정렬까지 한 흐름으로 자동화 한 사례는 확인되지 않음
 - (철거장비) P&T 기업의 궤도를 둔 채 연속굴착하는 Plasser RM 900 S (최대 390m/h) 대형 편성 중심의 장비, 소형 흡입식 굴착기는 국부 적용
 - (부설장비) 상용화된 Salcef의 슬래브 부설열차(적재·운반·거치) 및 KIROW의 철도크레인(최대 100t 양중), 궤광·분기기 부설장비 참고 가능
- (레일 이음·용접) 전시 기술은 테르밋 용접과 플래시버트 용접으로 공법 자체는 국내 기술수준과 큰 차이가 없는 것으로 확인됨
 - Pandrol 기업의 자동 테르밋(1개소당 1시간 → 45분으로 개선) 장비와 Schlatter 기업의 이동식 플래시버트(용접 조건 자동기록) 장비는 참고
- (충전재) 전시 기술은 레일 고정용 탄성재나 도상 고결재이며, 과제와 같은 구조용 초속경 충전재의 강도·경화 자료는 확인하지 못함
- (시공정밀도) 해외사례를 종합 시 공장 제작, 현장 위치 조정, 정밀 측량으로 오차를 나눠 관리하며, 운영단계에서 체결장치 조정량으로 보정
- (정책동향) 철도 기준의 표준화와 데이터 공유 필요성이 언급되었고, 숙련인력 감소에 대응한 자동화가 철도 효율화 과제로 제시

■ 시사점

- (해외 기술동향) 각각의 요소기술들은 R&D 과제 목표 성능에 근접하여 참고할 수 있으나, 이를 하나로 엮은 시공사례는 확인하지 못함
 - 확인된 해외 고속선의 자갈 → 콘크리트 궤도 개량 사례는 수개월 장기 차단공사로 진행 (약50km 최대 10개월, Max Bogl 담당자 면담내용)
- (해외 정책동향) DVF 포럼에서 철도 효율화 과제로 제시된 철도기준의 표준화 및 자동화 기조는 R&D 과제의 추진 목표 타당성을 부여,
 - 또한, 과제 성공 시 국내 철도기술의 국제 표준 선점의 기회로 판단
- (총평) 차단시간 4시간, 400km/h급, 고속선 급속개량, 공정 자동화 목표의 본 과제는 세계적으로 유례없는 도적적 과제임을 확인함

< Salcef Group (이탈리아) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ FAST System(임시 지지 프리캐스트 슬래브궤도, 2일 단계 시공)과 전용 시공 열차
기업소개	◆ 궤도 · 전차선 · 신호 시공, 궤도 장비 제작, 콘크리트 침목 · 슬래브 생산을 함께 하는 이탈리아 철도 그룹. 2019년 상장, 2022년 매출 5.65억 유로 ◆ FAST는 자회사 Overail이 개발 · 생산하는 슬래브궤도이며 전용 시공 열차는 자회사 SRT가 제작. 2026 DB 공급사 혁신상 1위 수상
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ FAST 슬래브 구조 - 프리캐스트 슬래브 4,750 × 2,450mm, 두께 약 200mm, 중량 6,140kg(체결 장치 포함), 레일지지점 8쌍(간격 600mm), 체결장치 Vossloh 300-1 - 종 · 횡 양방향 포스트텐션, 하부는 현장 배합 그라우트로 채우고, 슬래브 홈 2곳에 철근 보강 그라우트 스토퍼를 타설해 종 · 횡방향 하중에 저항 - 슬래브와 하부층 사이에 분리 매트를 두어, 사고 등으로 교체할 때 임시 지지 장치를 다시 끼우고 슬래브만 바꿀 수 있음 ◆ 단계별 시공방법 (임시 지지 상태 개통) - 1일차 : 차단 · 장비 진입 → 기존 궤광 · 자갈 철거와 노반 굴착 → 지지면 다짐 · 강성 시험 → 슬래브 거치 · 스펀들 사전 조정 → 레일 이음 → 측량 → 슬래브 안정성 실시간 계측 장치 설치 → 개통 - 2일차: 앞 구간 계측 장치 철거 → 하부 그라우트 타설 → 조정 · 준공 측량 → 개통. 같은 차단 시간에 다음 구간 1일차 작업을 병행 - 공정표상 선로 차단 22:15~05:30(약 7시간) 중 순작업 5시간. 그라우트 강도 · 경화 시간과 임시 지지 상태 통과 속도는 공개자료에 없음 ◆ 전용 시공 열차 (SRT) 3종 - 궤광 · 자갈 철거 열차(컨베이어 자갈 반출), 그라우트 배합 열차(사일로 · 정밀 계량, 1인 조작), 슬래브 부설 열차(적재 · 운반 · 크레인 거치 · 정밀 조정) ◆ 정밀도 관리와 검증 - 시공 위치는 임시 지지장치와 곡선용 가변 형상 제작 방식(Overail 특허)으로 맞추고, 체결장치 조정량(높이 -5~+76mm 등)은 유지보수용으로 남김 ◆ 적용 실적 (업체 제시) - 2022년 이후 이탈리아 영업선 18.3km 이상 교체, 90%는 운행속도 60~150km/h 지역선, 나머지는 로마 지하철 A선(40km/h)

< 현장확인 >

- ◆ 시공량 안내 화면에 궤도 개량은 '7시간 선로 차단' 에 슬래브 12매(57.60m), 신설은 '8시간 교대' 에 60매(288m, 작업열차 1편성당)를 게시
- ◆ 짧은 차단 시간 내 시공, 건축한계가 작은 터널·단선 구간 운용, 인접선을 작업에 쓰지 않음, 전기 구동 장비, 최소 현장 인력, 전 공정 디지털 제어를 장점으로 안내
- ◆ 「TRACK RENEWAL」 시공과정 영상을 4개 구간으로 확인

< 시공과정 영상 주요 장면 (부스 터치스크린 「TRACK RENEWAL」 (촬영본)>



① 기존 궤광·자갈 철거: 굴착기로 궤광을 걷어 철거 열차에 적재



② 궤광·자갈 일체형 철거 장비



③ 슬래브 부설 장비로 터널 안에서 슬래브 거치



④ 슬래브 하부 임시 지지장치(나사 스펀들)



⑤ 개략 정렬: 작업자가 동력 공구로 스펀들 조정



⑥ 기준점 측량(Reference points)



⑦ 그라우트 배합 열차: 시멘트 2종·필러 저장 칸



⑧ 열차에서 배합한 그라우트 투입



⑨ 현장 물류: 콘크리트 배합 열차와 자체 공급 설비



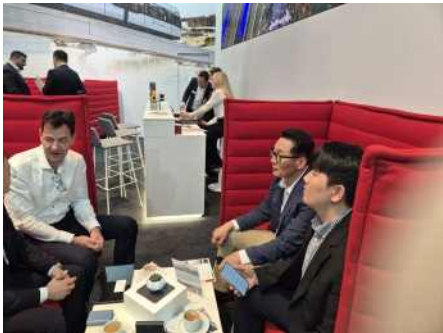
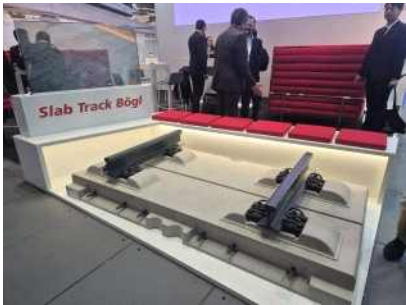
⑩ 현장 물류: 야적장에서 슬래브를 부설 열차에 적재

- ◆ 부스 대형 화면에 DB 공급사 혁신상 시상 장면을 상영, 행사 기간 중(9.23) FAST-System이 1위로 수상했으며, DB는 운행을 완전히 중단하지 않고 개량하는 방식으로 소개

시 사 점	◆ 임시 지지 상태의 실시간 계측, 분리 매트를 둔 슬래브 교체 구조, 시공 정밀도는 지지장치로 맞추고 체결장치 조정량은 유지보수용으로 남기는 설계는 과제의 가받침 모니터링, 상부패널 교체 방법, 시공오차 $\pm 2\text{mm}$ 관리 방안 검토 등에 참고 가능 ◆ 영상에서 확인되는 전용시공열차의 형식은 과제 시공 로봇과 컨셉에 참고가능 할 것으로 보이며, 슬래브 거치는 장비가 많지만 개략 정렬(동력 공구로 스펀들 조정) · 기준점 측량 · 레일 체결은 작업자가 하는 장면이 확인되어 자동화 범위 검토 시 비교 필요 ◆ 확인된 적용실적은 최고 150km/h 지역선과 도시철도이고 임시 지지 상태 허용 속도, 그라우트 강도 발현, Overail 특허(부설 방식, 가변 형상 제작)는 과제에 참고 가능	
사진대지		

< Max Bogl (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ FF Bogl(Feste Fahrbahn Bogl) 프리캐스트 슬래브궤도
기업소개	◆ 프리캐스트 슬래브궤도, 자기부상 교통시스템, 교량 · 풍력타워 등 사업진행 ◆ FF Bogl 슬래브궤도를 30년 넘게 공급, 설계 프로그램, 생산설비(이동식 공장 포함), 기술이전, 품질관리를 묶어서 제공
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ FF Bogl 슬래브궤도 – 수경성 결합층(THB) 또는 철근콘크리트 기층 위에 슬래브($6.45 \times 2.55 \times 0.20\text{m}$)를 놓고 스펀들로 높이 · 방향을 맞춘 뒤 하부를 그라우팅하고, 강봉으로 슬래브끼리 종방향 연결하여 연속 구조물화 – 레일지지점은 공장에서 가공(오차 0.1mm 미만), 현장에서는 슬래브 위치만 조정 – 유럽 및 중국 10,000km 이상 부설, 최고 350km/h 운행 – 자갈궤도 접속부 약 45m는 단계적으로 도상 고결 범위를 바꿔 강성 차이를 줄임

조사내용	< 현장확인 > ◆ 기존선 교체 사례 : 할레-비터펠트선 약 15km 복선 구간의 기존 궤도를 FF Bogl로 교체(15km 구간, 4개월 운행 차단) ◆ 할레-비터펠트선 외에도 약 50km 구간(노선명 불명확)을 10개월 동안 차단하고 시공했다고 답변 야간 3~4시간 차단 안에서 바꾸는 방식은 어렵다는 반응 ◆ 3~4시간 차단 안에서 시공하려면 자갈을 그대로 걷어내는 방식으로는 어렵고, 자갈에 고결재를 뿌려 굳힌 뒤 통째로 들어내는 방법을 거론, 마지막 단계의 레일 위치 맞춤이 현장에서 쉽지 않다고 언급 ◆ 슬래브 하부 충전층 재료를 사용하며, 가장자리 균열(엣지 크랙) · 온도 휨(컬링) 대책으로는 슬래브끼리 종방향 철근으로 이어 하나로 묶는 구조와 전용 클램프로 대응한다고 답변 ◆ FF Bogl 슬래브궤도는 중국에서 400km/h급 시험을 하였고, 일반 고속선과 같은 설계로 하였다함, 400km/h 인증을 받았다고 했으나 인증 기관과 방식은 답변자가 알지 못함 ◆ 독일은 토공 잔류침하를 사실상 허용하지 않는 수준으로 노반을 관리하고 있으며, 슬래브-충전층-수경성 결합층-쇄석 다짐층으로 이어지는 궤도 층 구성은 국내 콘크리트궤도와 같은 것으로 확인
시 사 점	◆ 공장 정밀 가공과 현장 위치 조정을 나누는 방식은 R&D 과제 패널의 시공오차 ($\pm 2\text{mm}$) 관리 방안을 정할 때 참고 가능 ◆ 거치 뒤 그라우팅과 종방향 연결이 이어지는 공정은 당일 가반침으로 개통하고 다음 날 충전하는 과제 공정과 비교검토가 가능 ◆ 확인된 교체 사례는 장기 차단 공사였고 담당자는 야간 3~4시간 차단 시공은 어렵다고 봄, 거론된 자갈 고결 후 일괄 철거와 마지막 레일 위치 맞춤의 어려움은 과제 철거 · 정밀 시공 공정 검토에 참고할 수 있음
사진대지	 

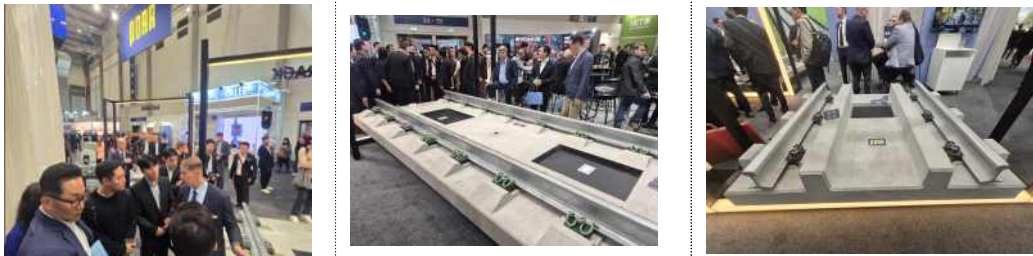
< Sonneville AG (스위스) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ LVT(Low Vibration Track) 무도상 궤도시스템
기업소개	◆ 무도상 궤도시스템을 발전시킨 스위스 회사, 5개 대륙에 1,400km 이상 부설했고 시공실적 절반가량이 도시철도
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ LVT(Low Vibration Track) 무도상 궤도시스템 – 레일패드, 콘크리트 블록, 블록 패드, 고무부트로 구성되며 결합된 블록을 콘크리트 패널에 묻는 구조 – 블록과 주변 콘크리트가 분리되어 진동이 줄고 구성품을 따로 교체할 수 있음 – 레일 저면까지 시스템 높이 280mm(저높이형 240mm), 침하 시 심으로 최대 25mm 보정 ◆ Oval LVT – 터널·고가교용 타원형 블록 2종, 블록 형상을 바꿔 채움 콘크리트 양과 구조자중을 줄였고 쉘을 블록에 일체화해 구성품을 보호 – 기존의 블록 하부 탄성 인서트를 없애고 고무부트 바닥이 탄성 지지를 말도록 했으며, 체결장치와 탈선방지 장치는 사업별로 조합 ◆ LVT Panel – 프리캐스트 패널 1매에 LVT 지지체 4개를 넣은 궤도 갱신용 제품 < 현장확인 > ◆ LVT 블록 여러 종을 레일·체결장치와 조립한 상태로 전시 ◆ 분기기용 LVT('LVT FOR SWITCHES'), 저탄소·RFID 이력관리 콘크리트 침목 기술 전시
시 사 점	◆ LVT 기술은 진동 저감용 매입형 블록 궤도이며, 장대터널과 도시철도에 주로 사용된 것으로 확인, 본 R&D 과제와는 개발 목적, 구조, 조건 등이 달라 벤치마킹할 여지가 적다고 판단됨
사진대지	 

< Rhomberg Sersa Rail Group (오스트리아 · 스위스) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ IVES 슬래브궤도(아스팔트 기층 + 프리캐스트 블록)
기업소개	◆ 오스트리아 Rhomberg Bahntechnik과 스위스 Sersa가 2012년에 합친 궤도 시공 · 유지보수 전문 그룹 ◆ 슬래브궤도를 20년 넘게 시공해 왔고, 자체 시스템 IVES 외에 PORR STA, Sonnevile LVT, GETRAC 같은 타사 시스템도 직접 부설하는 시공사
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ IVES (Intelligent · Versatile · Efficient · Solid) – 아스팔트 기층을 도로 장비로 깔고 프리캐스트 블록 배치 → 레일 · 체결장치로 궤광 구성 → 정밀 조정 → 체결장치와 블록 사이를 속경 그라우트로 고정. 아래층은 빠르게, 위층은 정밀하게 맞추는 개념 – 블록을 놓은 직후부터 공사 차량이 다닐 수 있고 공정 사이 대기 시간이 짧으며, 중단했다가 이어서 시공할 수 있다고 설명 – 블록과 주변 콘크리트가 분리되어 진동이 줄고 구성품을 따로 교체할 수 있음 < 현장확인 > ◆ 블록을 놓은 직후부터 공사 차량이 다닐 수 있고 공정 사이 대기 시간이 짧으며, 중단했다가 이어서 시공할 수 있다고 설명 ◆ 자갈궤도를 콘크리트궤도로 교체한 시공 실적은 있으나 모두 장기 차단작업으로 진행, 시공 당시 겨울철 아스팔트층 높이 정밀도를 지키는 것이 어려웠다고 답변 ◆ 실내 부스에 시드니 메트로 서부 시드니 공항선(Sydney Metro - Western Sydney Airport)을 「호주 최대 콘크리트궤도(Feste Fahrbahn) 프로젝트」로 게시 ◆ 아일랜드 철도(Irish Rail) 보선장비 운영 · 유지보수 사례로, 크레인 장비가 침목이 조립된 궤도 패널을 들어 올려 교체 · 부설하는 장면을 대형 화면에 소개
시 사 점	◆ 아래층은 빠르게, 위층은 정밀하게 시공한다는 IVES의 구분은 하부패널과 상부 패널로 나눈 과제 구조에서 층별 허용오차를 배분하는 논리로 참고 가능 ◆ 겨울철 아스팔트층 높이를 맞추기 어려웠다는 점은 현장 포설층보다 공장 제작 패널과 가반침 조정을 통해 정밀도를 확보하는 것을 검토할 필요가 있음
사진대지	  

< PORR AG (오스트리아) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ Slab Track Austria(STA, 탄성 지지 프리캐스트 슬래브궤도)
기업소개	◆ 오스트리아 빈에 본사를 둔 종합건설사. 수주잔고 85억 유로, 생산실적 67억 유로, 직원 약 21,000명 ◆ 오스트리아 · 독일 · 스위스 · 폴란드 · 체코 · 슬로바키아 · 루마니아를 주력 시장으로 터널 · 철도 · 토목 공사를 수행
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Slab Track Austria (STA) - 철근콘크리트 슬래브의 바닥과 원추형 개구부를 탄성층으로 감싸 하부와 분리하고, 슬래브 아래는 자기충전 콘크리트(SCC)로 채움 - 표준 슬래브 5.2m × 2.4m, 폭을 2.1m까지 줄인 형식도 있음. 레일 상면에서 충전 콘크리트 바닥까지 시스템 높이 43cm - 시공은 슬래브 제작 → 크레인 거치 → 슬래브의 나사 스푼들로 정밀 조정 → SCC 주입 4단계로 진행 < 현장확인 > ◆ STA 패널은 400km/h급 인증은 받지 않았으나, 부설된 선로에서 해당 속도까지 주행해 보았고 이상이 없었다 주장 ◆ 야간 차단작업만으로 자갈궤도를 콘크리트 궤도를 바꾼 사례는 확인이 필요하다고 답변, 다만 이런 시공 과정을 시뮬레이션한 기술은 보유하고 있다고 주장 ◆ 기존 자갈궤도 철거하는 방식으로는 4시간 차단 안에 콘크리트 궤도로 전환이 불가능할 것으로 판단하며, 대안으로 기존 자갈에 급속 고결재를 넣어 굳힌 뒤 그 위에 패널을 얹는 방식을 제시 ◆ STA에 들어가는 자기충전 콘크리트는 몇시간 이내 목표강도를 발현한다고 답변 하였으며, 사용되는 재료와 배합비는 공개하지 못한다 답변
시 사 점	◆ STA 슬래브 구조와 시공공정은 R&D 과제 패널의 구조의 운반 · 거치 · 충전 공정 단계별 비교 검토 자료로 활용 가능 ◆ 야간 차단만으로 전환한 사례는 확인되지 않았고, 담당자는 현재 검토중인 철거 방식으로는 4시간 차단 안에 전환이 어렵다고 판단, Max Bogl도 같은 취지로 답변해, R&D의 철거형 4시간 공정은 공정별 소요시간으로 실현 가능성을 정량 입증할 필요가 있다 판단됨
사진대지	

< PCM RAILONE AG (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ RHEDA 2000 슬래브궤도(격자거더 바이블록 침목 매입형)
기업소개	◆ 독일 노이마르크트에 본사를 둔 콘크리트 침목 · 궤도시스템 회사로 70년 넘는 업력을 내세움 ◆ 국내 경부고속철도 2단계와 호남고속철도에 RHEDA 2000 바이블록 침목을 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ RHEDA 2000 – 격자거더가 달린 블록 침목을 현장타설 콘크리트층에 묻어 일체화하는 방식, 토공 · 교량 · 터널과 분기기 구간에 같은 구조로 적용 – 슈투트가르트(최고 250km/h), 사우디 하라마인 고속철도(320km/h) 등에 적용 ◆ ROCS (RAILONE preCast Slab) – 레일지지점 2쌍을 가진 약 1t 프리캐스트 판을 스펀들로 맞춘 뒤 하부를 현장 타설해 일체화, 판이 작아 특수 장비 없이 다룰 수 있다고 설명 ◆ GETRAC – 아스팔트 기층 위에 침목을 앵커블록으로 고정하는 방식 < 현장확인 > ◆ ‘High Speed & Sustainability’ 를 주제로 격자거더가 달린 고속선용 침목 블록 (BUILT FOR HIGH SPEED) 등 침목 실물을 단상에 전시 ◆ 부스 벽면 그래픽으로 RHEDA 2000 GREEN 슬래브궤도를 소개하고, 저탄소 모노블록 침목(READY FOR LOW-CARBON?)을 자갈 도상 모형에 놓아 전시
시 사 점	◆ 경부고속철도 2단계 · 호남고속철도에 RHEDA 2000 적용실적이 있음에 따라 과제 궤도와 기존 콘크리트궤도가 만나는 구간의 강성 차이 검토에 기초 자료로 활용 가능 ◆ 작은 판과 현장타설을 조합한 ROCS는 대형 패널과 속경 충전재를 쓰는 과제 방식과 장비 부담 · 현장 양생 시간이 달라, 두 방식의 차이를 설명하는 비교 사례로 활용 가능
사진대지	  

< Vossloh AG (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ 슬래브궤도용 M312 방진 침목 · MFlex 체결장치, TrackStability(좌굴 안전여유 계산)
기업소개	◆ 독일 베르톨에 본사를 둔 궤도 인프라 기업. 체결장치, 침목, 분기기, 레일 용접 · 연마 서비스, 디지털 진단을 공급 ◆ 고속 분기기는 1980년부터 프랑스 국철과 협력해 왔고 한국 · 중국 등에 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 슬래브궤도용 체결장치 300-1B - 250km/h 이상 고속선과 일반선용, 축중 26t 이하. 높이 조정 -4/+76mm, 궤간 조정 ±16mm, EN 13481-5 승인 ◆ 이동식 플래시버트 용접 서비스 - 궤도 · 도로 겸용 트럭에 AMS 60 용접 헤드를 실은 차량으로 시간당 4~6곳, 교대당 35~40곳 용접. 전류 · 힘 · 변위를 기록하며 EN 14587-2 적용 ◆ TrackStability (2026 신제품) - 선로 설계 · 운영 조건과 현재 상태 자료로 구간별 좌굴 안전여유(허용 온도 상승)를 계산하고 설계 보완 · 보수 조치를 제안하는 소프트웨어 < 현장확인 > ◆ 슬래브궤도용 M312 프리스트레스 모노블록 부트형(고무 덧씌움) 방진 침목을 MFlex 7 체결장치와 조립해 전시하고, 플로팅 슬래브의 대안으로 진동을 최대 20dB 줄인다고 소개 ◆ 고속선 안내판에 300 MFlex를 적용한 PSC 슬래브와 LiDAR 측정 장비, 도시 철도 안내판에 슬래브궤도용 400 MFlex 체결장치를 게시 ◆ TrackStability를 행사에서 처음 공개하고 저탄소 침목, 레이저 기반 상태 평가 등 디지털 진단 기술을 함께 소개
시 사 점	◆ 방진 침목을 슬래브궤도에 쓰는 M312 방식은 교량 · 도심 구간 진동 대책 검토에 참고 가능하며, 20dB는 업체 제시값이어서 시험 조건 확인이 필요함 ◆ 구간별 좌굴 안전여유를 계산하는 TrackStability는 400km/h 증속 시 장대레일 안정성 검토와 유지관리 우선순위 판단에 참고 가능 ◆ 체결장치 높이 조정 범위(+76mm)는 토공 구간 침하 대응 범위를 정할 때 비교 자료로 활용 가능
사진대지	   

< Pandrol (영국 · 프랑스) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ Common Interface 체결 시스템(슬래브궤도용 교체형 체결장치)과 i+weld(테르밋 용접 자동화)
기업소개	◆ 체결장치 · 테르밋 용접 · 궤도 보수장비를 공급하는 회사. 프랑스에 자체 전자 개발 조직을 두고 용접 자동화 장비와 앱을 개발
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Common Interface System – 슬래브궤도에서 같은 설치판과 다웰을 쓰면서 단일 탄성 · 이중 탄성 · 고감쇠 (Vanguard) 체결장치를 바꿔 끼우는 구조. 프리캐스트 부재에 미리 조립해 반입 가능 ◆ SD/QuickFit – 코치 스크루를 조이거나 풀면 클립이 체결 · 대기 위치로 스스로 움직이는 체결장치. 침목에 부품을 모두 끼운 상태로 반입해 레일만 넣으면 됨 ◆ i+weld (테르밋 용접 자동화) – 접화 · 자동 예열 · 자동 정렬 · 자체 밀봉 주형 · 기록 앱으로 구성. 한 곳 소요 시간(준비~마감 연마)을 약 1시간에서 약 45분으로 줄였다고 제시 < 현장확인 > ◆ Fastclip FCA · Fastclip DFC · Vanguard Common Interface 체결장치를 나란히 전시하고, 같은 설치판에 체결장치를 바꿔 끼워 슬래브 패널의 향후 교체에 대비 할 수 있다고 안내 ◆ 소음 · 진동 시연 구역과 e-Clip Anti-vandal 등 체결장치도 전시
시 사 점	◆ 체결장치를 공장에서 패널에 미리 조립하고 현장에서는 레일만 얹는 방식은 과제 상부패널 제작 · 반입 계획에 참고 가능하며, Common Interface 개념은 개량 후 부품 교체와 유지관리 측면에서 검토할 만함
사진대지	 

< China Railway Baoji Bridge Group (중국) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트 궤도시스템
키워드	◆ 슬래브궤도용 고속 분기기(패널형 · 현장타설형)
기업소개	◆ 중국중철(China Railway Group) 계열의 분기기 · 강교 · 양중 기계 제작사 연간 생산능력을 분기기 1만 톤, 강구조 40만 t으로 소개(아시아 최대 분기기 제작사)
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 고속 분기기 - 350km/h 여객전용선용 60kg/m 1:42 분기기(자갈 · 무도상 검용), 1:18 분기기 등 생산 ◆ 교량 양중 기계 - 900t 교량 가설기, 500t 거더 운반기, 대형 문형크레인 < 현장확인 > ◆ 수출 분기기 사진 패널(60E1 · 54E1 · P65 고속 · 115RE 중하중 등), 신형 고망간 크로싱 성능표, 체결장치 샘플, 교량 가설기 모형을 전시. 회사 소개 패널에 1966년 이후 분기기 30만 톤, 50개국 이상 공급으로 표기 ◆ 슬래브궤도용 분기기는 침목이 들어간 프리캐스트 패널형과 현장타설형 두 가지를 고속철도에 공급하며, 중국에서 약 20년간 사용해 왔다고 설명 ◆ 패널형은 포인트부와 크로싱부를 미리 조립해 반입하고 하부 패널 연결은 현장에서 시공하며, 패널과 하부 충전층은 시공사 업무 범위로 분기기 제작사는 관여하지 않는다고 답변 ◆ 운행선에서 짧은 차단 시간에 분기기를 교체한 실적은 없으며 중국은 건설선 위주여서 필요가 없었다고 답변
시 사 점	◆ 운행선 단시간 교체 실적이 없다는 답변으로 볼 때 장래 분기기 구간 급속 교체 기술 개발은 국내에서 별도 검토가 필요
사진대지	  

< GERB Schwingungsisolierungen (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트궤도 시스템
키워드	◆ 질량-스프링 시스템, 강성 전이구간(Stiffness Transition Zone), 침목·도상 하부 탄성재
기업소개	◆ 독일 베를린에 본사를 둔 진동 절연 전문기업, 철도에서는 강재 스프링·폴리우레탄 탄성재를 쓴 질량-스프링 시스템과 탄성 패드·매트를 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 질량-스프링 시스템(MSS) – 콘크리트 슬래브를 강재 스프링(고유진동수 4~8Hz) 또는 폴리우레탄 탄성재(8~25Hz) 위에 올려 진동을 절연. 슬래브를 기초 위에 친 뒤 유압장비로 들어 올려 맞추는 방식으로 높이를 줄인 형식도 있음 ◆ 강성 전이구간(Stiffness Transition Zone) – 콘크리트궤도와 자갈궤도 사이 등 강성이 바뀌는 구간에 탄성 받침(NOVO DAMP, 시스템 진동수 25Hz 미만)이나 강성 전이 시스템(8~14Hz)을 넣어 강성 차이를 줄임 < 현장확인 > ◆ 부스 벽면에 강성 전이구간·레일패드·베이스플레이트·침목하부패드(USP)·도상매트(UBM) 적용 위치를 궤도 단면 그림으로 안내 ◆ 질량-스프링 시스템용 강재 스프링 요소(절단 모형)와 탄성 패드·매트 시편을 전시
시 사 점	◆ 강성 전이구간 제품은 과제 개량 구간 앞뒤 자갈궤도 접속부의 강성 차이 완화 방안 검토 시 비교 대상이 됨 ◆ 슬래브 하부 탄성재로 진동을 절연하는 구조는 과제 범위 밖이나, 도심 구간 적용 시 패널 하부 탄성층 추가 여부 검토에 참고 가능
사진대지	 

< voestalpine Railway Systems [오스트리아] >

구 분	내 용
관련분야	◆ 사전제작 콘크리트궤도 시스템
키워드	◆ 슬래브궤도 체결장치(FS 300), 시공 보조장치(Cast Fix), 분기기 상태 감시(zentrak)
기업소개	◆ 오스트리아 철강그룹 voestalpine의 철도 부문으로 레일 · 분기기 · 체결장치 · 신호 설비와 디지털 감시 시스템을 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Fastening System 300 · Cast Fix – FS 300은 일반선 · 고속선 슬래브궤도용 체결장치로 궤간 · 높이 조정이 가능하고 부품을 미리 조립해 반입할 수 있음 – Cast Fix는 상향식(top-down) 슬래브궤도 시공 시 베이스플레이트 · 탄성 받침 · 높이 조정 부품을 한 덩어리로 고정해 콘크리트를 타설하는 보조장치. 타설 후 선형 · 높이 보정을 줄인다고 제시 ◆ zentrak 분기기 구동 · 상태 감시 – 전기유압식 분기기 구동장치(ECOSTAR 5.0)와 분기기 상태 감시(Switch Condition Monitoring)를 묶어 이상 징후를 미리 알려 예방 정비에 활용 < 현장확인 > ◆ 부스에 중공(hollow) 콘크리트 침목과 콘크리트 받침 위 체결장치 실물을 전시 ◆ 센서와 배선을 붙인 분기기 · 침목 위에 측정 장비를 올린 시연 구간과 zentrak 제어함(「Intelligent Performance on Track」)을 전시
시 사 점	◆ 체결장치 부품을 미리 조립해 반입하고 타설 시 위치를 고정하는 방식은 과제 상부패널 공장 제작 시 체결장치 매립 정밀도 확보 방안에 참고 가능 ◆ 침목 · 분기기에 센서를 붙여 상태를 기록하는 방식은 개량 구간 성능검증(변위 · 응력 계측) 계측 체계 구성에 참고 가능
사진대지	 

< Plasser & Theurer (오스트리아) >

구 분	내 용		
관련분야	◆ 자갈도상 철거 · 노반 정비		
키워드	◆ 궤도 보수장비(UnimatExpress 2X-4x4 Dynamic 연속 다짐, BallastMaster 410 도상 정리)		
기업소개	◆ 1953년 설립된 오스트리아 궤도 보수장비 제작사. 빈 본사 · 린츠 공장을 두고 전 세계 직원 약 5,000명, 109개국에 대형 장비 16,600대 이상 공급 ◆ 다짐 장비에서 출발해 궤도 부설 · 갱신, 도상 클리닝, 노반 개량, 전차선 장비까지 생산하며 측정 사업부(Plasser Diagnostics)를 새로 출범		
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ UnimatExpress 2X-4x4 Dynamic - 본선과 분기기를 2침목씩 연속 다짐하고 동적 안정화까지 한 편성에서 처리해 차단 시간을 줄이는 장비 ◆ BallastMaster 410 - 10m³ 자갈 저장조를 갖추고 필요한 곳에만 자갈을 공급하며 분배 · 정형 · 청소를 한 번 통과로 처리하는 도상 정리 장비 ◆ 도상 클리닝 · 노반 개량 장비 (RM 900 계열, RPM-RS-900) - 궤도를 둔 채 굴착 체인으로 침목 아래 자갈을 연속 처리하는 대형 편성 장비 - RM 900 S는 작업 속도 최대 390m/h, 노반까지 개량하는 RPM-RS-900은 최대 100m/h(편성 길이 198m) < 현장확인 > ◆ 옥외 전시장에 UnimatExpress 2X-4x4 Dynamic과 BallastMaster 410 실물을 전시 ◆ BallastMaster 410 안내판에 길이 20,240mm, 최대 축중 20t, 최고 주행속도 100km/h(자주 · 견인) 등 제원을 게시 ◆ 실내 부스에 Plasser Diagnostics 구역을 두고, 측정 시스템을 보수장비와 일반 철도차량에 탑재해 0~300km/h 이상 범위를 측정한다고 소개		
시 사 점	◆ 도상 클리닝 · 노반 개량 장비는 궤도를 둔 채 연속 굴착하는 상용 장비로 궤도를 먼저 걷어내는 과제 철거 로봇과 작업 방식 · 규모가 달라 성능 비교 시 구분필요 ◆ 다짐 · 안정화를 한 편성에서 처리하는 방식은 개량 구간 앞뒤 자갈궤도 접속부 정비에 참고 가능 ◆ 측정과 분석을 한 체계로 묶은 Plasser Diagnostics 방식은 개량 전후 궤도 상태를 같은 기준으로 기록하는 성능검증 계측 체계 구성에 참고 가능		
사진대지			

< SWIETELSKY AG [오스트리아] >

구 분	내 용
관련분야	◆ 자갈도상 철거 · 노반 정비
키워드	◆ 궤도 갱신 시공(궤도갱신열차 등 대형 장비 운용)
기업소개	◆ 오스트리아 린츠에 본사를 둔 종합건설사, 평균 직원 12,650명 ◆ 철도 부문은 대형 궤도 장비와 자체 철도운송 회사를 갖추고 오스트리아 · 독일 중심으로 궤도 갱신 공사를 수행
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 궤도 갱신 장비 운용 – 궤도갱신열차 RU 800 S · RUS 1000 S, 다짐 장비 Unimat 09-8x4/4S Dynamic 등 보유 ◆ 전면 차단 일괄 개량 시공 – 독일철도의 간선 집중 개량(리트반(Riedbahn)에 이어 뉘른베르크-레겐스부르크 구간(약 88km))에 시공사로 참여, 약6개월 전면 차단으로 궤도 100km 이상, 분기기 74틀, 전차선 100km 이상 교체 < 현장확인 > – 실내 부스에서 장비 전시 없이 대형 화면으로 철도 시공 현장 영상을 상영하며 시공 역량을 소개 – 옥외 전시장에 Swietelsky 도장의 가선(전차선) 작업용 궤도 · 도로 겸용 차량 (LRB 18 TC)과 TECHNE KIROW와 함께 분기기 경사 운반 화차(Switch Tilter)를 전시
시 사 점	◆ 9.23 참여한 DVF 포럼에서 DB InfraGO는 독일은 간선을 수개월 전면 차단해 일괄 개량하고 있으나, 뉘른베르크-레겐스부르크 등 일부 구간의 공기가 계획 보다 길어졌다고 언급, 전면 차단 대신 야간 차단을 택한 과제 방식(계획서상 전면 차단 시 운영손실 5조 원대)의 필요성을 설명하는 비교 사례로 활용 가능
사진대지	 

< Railcare Group AB (스웨덴) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 자갈도상 철거 · 노반 정비
키워드	◆ Railvac(진공 흡입 굴착기)와 배터리 다목적 차량(MPV)
기업소개	◆ 스웨덴 셸레프테함에 본사를 둔 궤도 보수 서비스 · 특수 장비 회사. 북유럽과 영국이 주 시장이며 나스닥 스톡홀름 상장, 직원 약 200명 ◆ 30년 넘게 진공 흡입 방식 굴착 장비를 운용해 왔으며 장비 현대화와 ETCS 설치 사업도 수행
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Railvac (진공 흡입 굴착기) – 유압 암 끝의 흡입 호스(직경 225mm)로 침목 사이와 아래의 자갈을 빨아들이는 장비, 레일을 자르거나 침목을 빼지 않고 작업하며 케이블과 배수관 주변도 손상 없이 굴착. 공기 유량 시간당 19,000m³ – 분기기 교체, 배수 설치, 건널목 개량에 쓰이고 복선 궤도 하부 횡단 굴착을 20~30분에 처리. 조직원 1명과 소수 보조 인력으로 운용 ◆ MPV · MPVe (배터리 다목적 차량) – 배터리 차량으로 Railvac에 동력을 공급하고 자갈 화차를 견인해 배출가스 없이 작업, 후속 MPVe는 팬터그래프로 충전 < 현장확인 > – 옥외에서 Railvac, 자갈 공급 장치, 무선 원격 제어 개조, ETCS 설치 서비스를 소개 – 레일과 침목을 둔 채 작업하는 것이 기본 방식이며, 영국에서 주말 차단 4회로 자갈 3,720t을 교체 실적이 있음
시 사 점	◆ 굴착날이 노반을 긁지 않는 흡입 방식은 ‘기존 노반 교란 최소화’라는 과제 철거 조건과 맞닿아 있어, 구조물 접촉부나 케이블 주변 같은 정밀 굴착 구간에 부분 적용을 검토할 수 있음 ◆ 자갈 체적 기준 시간당 처리량 자료가 없어 과제 철거 속도 목표(50m/h)에 대한 단독 적용성은 확인이 필요함
사진대지	 

< TECHNE KIROW GmbH (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 패널 양중 · 부설 장비
키워드	◆ Multi Tasker 철도 크레인, Tracklayer 궤광 · 분기기 부설 장비, Switch Tilter 분기기 경사 운반 화차
기업소개	◆ 100년 넘게 철도 크레인을 만들어 온 독일 제작사. 누적 5,500대 이상 납품 ◆ Multi Tasker 크레인 외에 분기기 경사 운반 화차, 분기기 부설 장비, 천공 · 향타 기초 열차를 생산
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Multi Tasker (철도 크레인) – M(60~500) · L(500~1,600) · XL(2,000 이상)급으로 구분. M급은 레일 · 궤광 · 소형 분기기, L급은 대형 분기기와 교량, XL급은 복구 · 교량 작업용 – 이중선회 방식은 붐(팔)이 돌아도 카운터웨이트(무게추)가 궤도 방향을 유지해 옆 선로 · 터널 벽 · 승강장을 침범하지 않음 ◆ Tracklayer (궤광 · 분기기 부설 장비) – 크롤러 4개 위 프레임에 조립 궤광 · 분기기 패널을 통째로 매달아 운반 · 거치하는 장비(TL 1200 : 인양40t · 패널40m, TL 2000 : 인양55t · 패널45m) – 크롤러를 90° 까지 돌려 옆으로 이동하고 패널을 든 채 장애물을 비켜 갈 수 있으며, 운전원 1명이 무선 원격으로 조작 ◆ Switch Tilter (분기기 경사 운반 화차) – 조립된 분기기를 기울여 실어 차량 한계 안에서 운반하는 화차 – 현장에서 수평으로 되돌린 뒤 철도 크레인으로 거치해 분기기 일괄 시공 가능 < 현장확인 > ◆ 옥외 전시장 Multi Tasker KRC 910 실물 전시 – 현장 안내판에 최대 하중 100t, 캔트 자동 보정으로 하중을 든 채 주행, 카운터웨이트를 접은 상태에서 건축한계 안 작업, 특별허가 없이 CE 선로 등급 노선 이동 등을 표기 ◆ 실내 부스에 Tracklayer가 궤광을 매단 모형, 분기기를 기울여 실은 Switch Tilter 화차 모형, Multi Tasker 크레인 모형을 전시
시 사 점	◆ Tracklayer의 패널을 프레임에 매달아 변형을 막는 구조, 패널을 든 채 옆으로 이동하는 기능, 1인 무선 원격 조작, Multi Tasker의 옆 선로 비침범 · 하중 주행 기능은 과제 패널 운반 · 시공 로봇의 요구조건과 형식을 정할 때 참고 가능
사진대지	  

< ROBEL Bahnbaumaschinen GmbH (독일) >

구 분	내 용		
관련분야	◆ 시공 · 보수 자동화로봇		
키워드	◆ 궤도 보수 공구 · 장비 자동화(배터리 구동 공구, 레일 보수 로봇 ROBOT)		
기업소개	◆ 1901년 설립, 독일 프라이라싱에 본사를 둔 궤도 장비 제작사. 휴대용 궤도 공구부터 보수 차량, 맞춤형 작업 시스템까지 생산하며 직원 약 570명		
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 레일 보수 로봇 ROBOT (ROBEL Rail Automation) - 레일 · 분기기 국부 결함을 스캔 → 밀링 → 예열 → 용접 → 연마 순으로 자동 보수하고 작업 내용을 디지털로 기록, 운전원 1명, 컨테이너에 실어 이동 ◆ ROLAY Sleeper (침목 부설 장비) - 운전원 1명, 침목 20개를 싣고 개당 약 5초에 부설(정확도 최대 ±9mm) ◆ ROREXS (레일 교환장비) - 최대 500m 장대레일을 옆 선로 침범 없이 교환 ◆ ROGRIND 13.45 RS E³ (용접 연마기) - 배터리로 구동하는 레일두부 · 용접부 연마기, 최대 60분 연속 작업이 가능 < 현장확인 > ◆ 옥외 전시장에서 배터리 구동 공구와 엔진 구동 공구를 포함한 휴대용 레일 작업 장비를 레일 위에서 시연하였으며, 출장단이 휴대용 체결 공구를 직접 조작해 봄 ◆ 보수 차량 RORUNNER 54.22 개조 사례를 안내판으로 소개, 기존 승인 범위 안에서 개조해 새 승인 없이 최대 24년 추가 사용, 투자비 최대 30% 절감을 제시 ◆ 실내 부스는 레일 절삭(ROMILL) · 레일 취급(ROREX) · 용접(ROWELD) 장비와 궤도 측정 시스템(CTG) 소개		
시 사 점	◆ ROBOT처럼 결함 스캔부터 용접 · 연마 · 작업 기록까지 한 장비에서 처리하는 구성은 R&D 과제의 레일 이음 · 용접부 자동화 장비의 공정 범위와 기록 항목을 정할 때 비교 대상이 됨 ◆ 배터리 구동 공구는 장비 동력 선정 시 참고 가능하며, 원격 조작은 안전 확보 측면에서 검토할 만함		
사진대지	  		
	 		

< Schlatter Industries AG (스위스) >

구 분	내 용	
관련분야	◆ 레일 이음 · 용접	
키워드	◆ 이동식 플래시버트 용접기(AMS 계열)	
기업소개	◆ 1916년 설립, 스위스 솔리렌에 본사를 둔 저항용접 · 직조기계 회사 ◆ 장대레일 공장용 고정식 설비와 현장용 이동식 플래시버트 용접기를 공급	
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 이동식 플래시버트 용접기 AMS 계열 – AMS60(레일 끝단 정렬 정밀도를 높인 고속선용), AMS100(대단면 · 흠불이 레일), AMS200(인장 · 압축 1,400kN, 레일 긴장과 용접을 한 번에 처리) – 용접마다 힘 · 전류 · 변위를 기록하는 Weld Analyzer 탑재, 트럭 탑재형과 컨테이너형으로 공급 – Vossloh Rail Services의 이동식 용접 차량이 AMS 60 용접 헤드를 사용하며 생산성을 시간당 4~6곳으로 제시 ◆ 고정식 용접 설비 – 짧은 레일을 500m 이상 장대레일로 잇는 공장 설비와 망간강을 포함한 분기기 부재 용접 설비 < 현장확인 > ◆ 부스 패널에 ‘고정식 · 이동식 플래시버트 용접기 선도 공급사’ 문구와 함께 장대레일 공장 설비와 현장 용접 장면을 게시 ◆ 이동식 플래시버트 용접기 AMS 계열을 트럭 · 화차 탑재 등 여러 구성으로 공급한다고 안내	
시 사 점	◆ R&D 연구계획서는 차단작업 뒤 이음부 처리를 이음매판 25분, 테르밋 30분, 자동화 로봇 8분으로 비교하고 있음. ‘시간당 4~6곳’은 이동 · 정렬을 포함한 목표 시간 8분과 그대로 비교하기 어려우며, 정렬 · 용접 · 트리밍 · 연마 · 검사 단계별 시간을 따로 기록해 비교 기준을 맞추는 필요가 있음 ◆ 용접 이력을 자동 기록하는 방식은 이음부 품질 이력을 성능검증 자료로 남기는 데 참고 가능	
사진대지		

< Goldschmidt Group (독일) >

구 분	내 용	
관련분야	◆ 레일 이음 · 용접	
키워드	◆ 테르밋 용접(Thermit) 공법과 용접 부대장비	
기업소개	◆ 1895년 테르밋 반응 특허에서 출발한 독일 레일 용접 전문 그룹. 용접재 9천만 개 이상을 판매했고 해마다 약 11,000km 분량의 궤도가 이 공법으로 용접된다고 소개 ◆ 용접재 외에 예열 · 연마 장비, 궤도 · 도로 겸용 작업차, 용접 기록용 디지털 도구를 공급	
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Thermit 용접 - 간격 설정 → 정렬 → 주형 설치 → 예열 → 테르밋 반응 → 주입 → 잔재 제거 → 마감 연마의 8단계 - SkV-Elite L25는 간격 25mm, 43~65kg/m 레일 기준 예열 2분, R400HT 강종까지 적용(EN 14730-1 인증) ◆ 용접 부대장비 - 교환식 배터리 구동 장비(+S), 궤도 · 도로 겸용 용접 작업차 SRB18(궤도 60km/h · 도로 90km/h, 궤도 진입 2분 이내) < 현장확인 > ◆ 용접부가 있는 레일(49E1) 위에 빔형 장비를 올려 두고, 그 옆에 용접용 필터 장치('...FILTER™' 표기, 카트리지 세트당 최대 20회 용접)를 전시 ◆ 레일 단면 시편을 함께 전시하며 테르밋 용접 공법과 부대장비를 소개 ◆ 레일 위에 용접 장치 SMARTWELD JET+S와 소형 동력장치 CPU 520+S(연마 공구 연결)를 올려 용접부터 마감 연마까지의 장비 구성을 함께 전시	
시 사 점	◆ 테르밋은 장비가 가벼워 어디서나 쓰는 기준 공법으로 과제 이음부 로봇의 비교 대상(계획서상 테르밋 30분)이 됨 ◆ 배터리 장비와 공정 기록 도구 등 부대장비는 터널 구간 야간 이음부 작업의 작업 조건과 품질 이력 관리에 참고 가능	
사진대지		

< Welding Alloys [영국] >

구 분	내 용
관련분야	◆ 레일 이음 · 용접
키워드	◆ 협동 용접로봇(Flex-e-bot), 레일 게이지코너 자동 복원기
기업소개	◆ 용접 재료(와이어) · 장비 · 내마모 판재를 만드는 용접 전문기업으로 철도 레일 · 크로싱 보수 용접 장비를 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Flex-e-bot – 현장용 소형 협동로봇으로 레일에 기계식 클램프로 고정하거나 트럭에 자석 받침으로 얹어 사용. 작업 범위 · 용접 방식 · 방향만 입력하면 육성(덧살) 용접을 자동 수행하고, 작업자가 토치를 떼어 수작업 마감도 가능 ◆ Gauge Corner Restoration Machine – 마모된 레일 게이지코너를 자동으로 덧살 용접해 복원하는 레일 탑재형 장비 < 현장확인 > ◆ 부스(Hall 8.1 / 155)에서 레일 시편 위에 Flex-e-bot을 올려 시연하고 「Collaborative welding automation」을 안내 ◆ 게이지코너 복원기 실물을 함께 전시하고 생산성 향상 · 반복 정밀도 · 비용 절감을 제시
시 사 점	◆ 레일에 클램프로 고정해 쓰는 현장용 용접로봇은 과제 이음부 자동화 로봇의 탑재 · 고정 방식 비교에 참고 가능 ◆ 다만 보수용 덧살 용접 장비여서 레일 접합(이음) 공정과 목적이 달라 성능 수치 비교 대상은 아님
사진대지	 

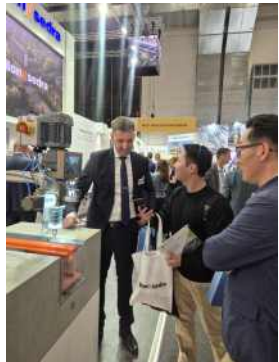
< Gremmler Bauchemie GmbH (독일) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 충전재 · 주입재
키워드	◆ GREBOPOX 도상 고결재(에폭시계 ballast bonding)
기업소개	◆ 독일 현세에 있는 건설화학 회사. 도상 고결용 에폭시 GREBOPOX를 25년 넘게 생산하며 시공은 협력사 Terra System이 전담
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ GREBOPOX 도상 고결재 - 무용제 2액형 에폭시를 가열 혼합 장비로 자갈 위에 뿌려 자갈끼리 점으로 접착, 젖은 자갈에도 붙고 깊이 30cm까지 스며들며 배수성 유지 - 가사시간 20~25분(20° C), 기계적 강도 완전 발현 7일(20° C), 바탕 온도 1° C부터 시공 가능 - 고결 도상의 횡저항이 일반 자갈궤도의 8~10배라고 제시. 자갈궤도-슬래브궤도 접속부, 옆 선로 굴착 시 자갈 어깨 고정, 자갈 비산 방지에 사용 - 독일 연방철도청(EBA) 승인 < 현장확인 > - 절연 이음매 등을 공급하는 MARTIN Schienentechnik과 공동 부스를 운영 - GREBOPOX 안내 배너에 EBA 인증 도상 고결 수치, 배수성 유지, 전용 장비 (TERRAMAT) 시공을 표기
시 사 점	◆ 옆 선로 굴착 때 자갈 어깨를 고정하는 용도는 과제의 반대선 · 접속부 자갈막이와 목적이 겹쳐, 도상 고결을 자갈막이 대안 가운데 하나로 비교 검토 가능 ◆ 완전 경화에 7일(20° C)이 걸리고 열차 운행 허용 시점이 자료에 없어, 차단 당일 시공 · 개통 공정에 쓰려면 사전 시공 등 적용 조건을 따로 확인할 필요가 있음, PORR · Max Bogl 담당자가 거론한 ‘자갈 고결’ 방식 검토 시 기초 자료로 활용 가능
사진대지	 

< Sika AG (스위스) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 충전재 · 주입재
키워드	◆ Icosit KC 레일 고정 그라우트(폴리우레탄)와 CONTRACK 사전제작 궤도 슬래브
기업소개	◆ 스위스 바르에 본사를 둔 건설화학 그룹. 철도 분야에서 레일 고정용 그라우트, 도상 고결재, 보수 모르타르를 공급하며 레일 탄성 고정 분야 30년 넘는 실적을 내세움 ◆ 폴란드 KZN Contrack과 대형 사전제작 궤도 슬래브(CONTRACK Powered by Sika)를 함께 개발 · 공급
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Icosit KC 계열 (레일 고정용 폴리우레탄 그라우트) – KC 340/7은 본선 베이스플레이트 하부용으로 가사시간 약 8분, 20° C에서 약 12시간 뒤 통행 가능. KC 350/45는 매립식 연속 지지 레일용으로 20° C에서 2시간 뒤 통행 가능 ◆ CONTRACK Powered by Sika – 철근콘크리트 슬래브에 폴리우레탄으로 레일을 연속 탄성 고정한 대형 프리캐스트 슬래브, 바르샤바 자비샤 광장 트램 교차부(슬래브 121매)를 5주에 시공 < 현장확인 > ◆ 베이스플레이트 하부 레일 고정 그라우트 Sika 336 – Discrete Fixation (Sika Icosit KC 340/7, 프라이머 KC 330)' 실물을 전시하고 앵커링 제품 4종(Sika AnchorFix-3030, Sikadur-32+, Sikadur-53, Sika Icosit KC 220/60 TX)을 안내
시 사 점	◆ 공장에서 레일 고정까지 마친 대형 슬래브(CONTRACK)는 도시철도 · 분기기용 기술이나, 사전제작 범위를 레일 고정까지 넓히는 개념은 과제 상부패널 제작 범위 검토에 참고 가능 ◆ 레일 고정 그라우트는 탄성 지지재로 과제 구조용 충전재와 기능이 달라 강도 수치를 직접 비교하기 어려우나, 온도별 경화 · 통행 가능 시간을 제시하는 방식은 과제 충전재의 동절기 시공 기준 정리에 참고 가능
사진대지	

< edilon)(sedra (네덜란드) >

구 분	내 용		
관련분야	◆ 충전재 · 주입재		
키워드	◆ Corkelast 탄성 주입재와 매립형 레일 시스템(ERS)		
기업소개	◆ 네덜란드의 탄성 궤도 재료 · 무도상 궤도시스템 회사. 레일을 액상 탄성재로 홈 안에 고정하는 매립형 레일 분야에서 50년 넘는 경험을 내세움		
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ Corkelast VA-60 (탄성 주입재) - 2액형 폴리우레탄으로 부으면 스스로 수평을 잡고 탄성체로 굳음. 가사시간 13~17분, 최소 경화 시간은 바탕 온도 15~30° C에서 2시간, 5~10° C에서 3시간이며 그 뒤 운행 가능 ◆ ERS (Embedded Rail System) - 콘크리트 · 강재 홈 안에 레일을 넣고 탄성재를 부어 연속 지지. 구조 높이가 낮아 교량 · 터널에 유리하고 사전제작 홈이나 슬래브를 쓰면 설치가 빠름(EN 13481-5 적합) - 네덜란드 하를럼 철도교 2곳과 건널목의 레일을 주말 1회 차단으로 교체, 고속선 본선 적용 실적은 확인되지 않음 < 현장확인 > ◆ 콘크리트 홈 안 레일 둘레에 Corkelast를 주입하는 장치의 시연 모형을 전시 ◆ 부스 벽면에 공장 제작과 현장 시공 두 가지 설치 방식을 안내하고, 잔디 궤도 단면에 매립형 레일 모형을 전시, 벽면 앞에 크레인 암으로 공장 제작 레일 매립 블록을 들어 거치하는 모형을 전시		
시 사 점	◆ 주입 후 수 시간 안에 운행할 수 있는 탄성 주입재가 상용화되어 있으나, 과제의 구조용 충전재와 기능이 달라 강도 기준을 직접 비교하기는 어려움 ◆ 저온에서 경화 시간이 늘어나는 온도별 자료는 과제 충전재의 동절기 시공 기준 검토에 참고 가능하며, 공장 제작 홈 · 슬래브에 레일을 매립하는 방식은 분기기 · 건널목 등 형상이 복잡한 구간의 급속 교체 방안 검토에 참고 가능		
사진대지			

< Zetica Rail [영국] >

구 분	내 용
관련분야	◆ 궤도 · 도상 상태평가
키워드	◆ GPR 도상 조사(ZARR)와 통합 궤도 하부 검측 플랫폼(RASC Pod)
기업소개	◆ 영국 옥스퍼드셔에 본사를 둔 지반 · 도상 조사 전문 회사. 미국 · 인도 · 호주 · 중국에 사무소를 두고 Network Rail, 남아공 Transnet 등에 조사 용역 수행 ◆ 지표투과레이더(GPR)와 통합 검측으로 도상 · 노반 상태를 평가하는 서비스가 주력
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ ZARR (Zetica Advanced Rail Radar) – 열차 · 궤도도로 겸용 차량 · 트롤리에 GPR을 실어 도상을 조사. 열차 탑재 시 160km/h 이상, 겸용 차량은 30km/h 이하로 침목 아래와 침목 사이를 상세 스캔 ◆ RASC Pod – 궤도틀림, 레일 단면, 라인스캔 영상, 레이저, 가속도, 2D · 3D GPR, 열화상을 한 번에 취득하고, 자갈 오염도 · 함수 · 이토 · 틀림을 묶은 자체 지수(CTQI)로 구간을 등급화 – 도상 클리닝 폭 · 깊이 확인, 신설 노반 확인, 보수 우선순위 결정, 호우 뒤 제방 감시에 활용. 2015년 Network Rail 차량 인증 취득 < 현장확인 > ◆ 실물 전시물은 없었으며, GPR 기반 도상 조사와 통합궤도 하부 검측 서비스 기술 영상소개 ◆ 자갈 깊이 등고선과 자갈이 깊게 박힌 구간, 노반 개량이 필요한 범위를 지도로 제시한 조사 사례를 소개
시 사 점	◆ R&D 과제는 시공 전 GPR로 자갈도상 깊이를 연속 측정하도록 하고 있어, 깊이와 함께 오염도 · 함수 · 자갈포켓을 지수화하는 출력 구성은 검측 시스템 설계에 참고 가능 ◆ 수집 자료에 두께 측정 정밀도가 없어 R&D 목표($\pm 5\text{mm}$)와 직접 비교는 어렵고, 고속 주행 조사(구간 선별)와 저속 정밀 조사를 나누어 운영하는 방식을 검토할 필요가 있음
사진대지	 

< MERMEC S.p.A. [이탈리아] >

구 분	내 용
관련분야	◆ 궤도 · 도상 상태평가
키워드	◆ 궤도 · 전차선 종합 검측 시스템과 검측 서비스
기업소개	◆ 1970년 설립, 이탈리아 모노폴리에 본사를 둔 철도 검측 · 진단 · 신호 기업. 직원 약 1,400명, 71개국에서 사용되며 매출의 약 12%를 연구개발에 투자
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ 검측 시스템 - 자체 개발 검측 · 점검 시스템 60종 이상을 검측차에 조합 탑재. 궤도틀림, 레일 단면 · 파상마모, 궤도 표면 영상(V-CUBE), 터널 · 건축한계(T-Sight 5000) 검사 ◆ 검측 서비스와 디지털 트윈 - 검측차 · 분석 소프트웨어 · 보고서를 서비스로 제공하고, 항공 · 지상 LiDAR로 노선 3D 모델과 자산 DB를 구축
시 사 점	◆ 콘크리트궤도로 바뀐 뒤에는 패널 균열과 체결장치 상태가 주요 점검 대상이 되므로, 표면 영상 검사를 성능검증 계측 항목에 넣을지 검토할 필요가 있음
사진대지	 

< Trimble Railway (독일 · 미국) >

구 분	내 용
관련분야	◆ 시공 정밀도 계측
키워드	◆ GEDO 궤도 측량 트롤리(슬래브궤도 시공 · 검수 측량)
기업소개	◆ 측량 장비 회사 Trimble의 철도 측량 부문. GEDO 트롤리와 소프트웨어로 궤도 위치 · 궤간 · 캔트 측량, 슬래브궤도 시공 관리, 건축한계 분석을 지원
조사내용	< 보유기술 (현장전시 및 카탈로그) > ◆ GEDO 슬래브궤도 측량 – 트롤리와 토탈스테이션으로 3D 좌표 · 궤간 · 캔트를 동시에 재고 설계값 대비 보정값을 현장 화면에 바로 표시. 개략 · 정밀 조정과 최종 검수에 사용 – 토탈스테이션 방식 mm급 시간당 최대 600m(2대 사용 시 1,200m), GNSS 방식 cm급 3,000m. 궤간 $\pm 0.3\text{mm}$, 캔트 $\pm 0.5\text{mm}$(정적 기준) ◆ GEDO Scan – 레이저 스캐너를 얹은 트롤리로 교량 하부 등 구간별 건축한계를 확인 < 현장확인 > ◆ 부스 내 Trimble Mobile Mapping 구역은 준공측량(As-built Surveys)과 자산 관리(Asset Management), Trimble Monitoring 구역은 실시간 궤도 감시(Real-time Track Monitoring)를 안내 ◆ 부스 안 레일 위에 궤도 측량 트롤리를 올려 두고, 화면으로 준공 · 자산 자료를 뽑아내는 과정을 소개
시 사 점	◆ 과제 시공오차 $\pm 2\text{mm}$를 확인하려면 mm급 측량이 필요하며, 보정값을 실시간으로 보여 주는 방식은 패널 시공 로봇 제어와 연동해 조정과 검수를 한 흐름으로 묶는 데 참고 가능 ◆ 측량과 실시간 궤도 감시를 한 회사 체계로 제공하는 점은 개량 후 성능검증 기간의 궤도 변위 모니터링 방안 검토에 참고 가능
사진대지	 

< DVF 대화포럼 (DVF Dialog Forum) >

구 분	내 용
행 사 명	◆ 「효율 제고를 통한 성장 - 경제적 · 고성능 · 미래대응형 철도부문」
일 시	◆ 2026.9.23(수) 14:00~16:00
주 최	◆ 독일교통포럼(Deutsches Verkehrsforum, DVF), Messe Berlin 공동
발 표 자	◆ DVF 사무총장(개회사), 유럽철도청(ERA) 청장(기조연설) - (패널1) BCG 교통 · 인프라 부문 글로벌 리더, Vossloh AG 대표이사, 유럽 의회 의원, 승객단체 PRO BAHN 대표 - (패널2) DB InfraGO 대표이사, Arverio Deutschland 최고사업책임자, Siemens Mobility 차량부문 CEO, PRO BAHN 대표
주요내용	< 기조연설 · 패널 1 : 표준화, 데이터, 조달 > ◆ 국가별 규정으로 철도시스템이 쪼개져 비용이 늘고 있어, 성숙한 사양은 약 10년 동결하고 표준화를 우선해야 한다고 강조(ERA) ◆ 공공재원에는 한계가 있으며, 민간투자는 표준화로 잔존가치가 확보된 자산일 때 들어온다고 언급 ◆ 자연의 상당수는 기존 인프라 상태의 돌발 결함에서 오며, 차량 탑재 센서로 상태를 파악하는 기술은 있으나 데이터 통합과 수용이 과제라고 언급(Vossloh) ◆ 데이터 수집 · 교환 방식과 최소기준을 먼저 표준화해야 상태기반 유지보수가 가능하다고 제시(BCG) ◆ 주기 · 매뉴얼 중심 유지보수를 상태기반으로 바꾸고, 최저가 중심 조달에서 품질 · 회복탄력성 중심으로 전환해야 한다는 의견 제시 ◆ 향후 10년간 유럽 철도산업 인력의 약 40%가 은퇴할 것으로 보아 표준화와 자동화가 불가피하다고 언급 < 패널 2 : 신뢰성, 집중 개량, 차량 표준화 > ◆ DB InfraGO는 노선을 장기간 전면 차단하는 회랑 단위 집중 개량을 5개 회랑에서 마쳤으며, 공사비는 3개 구간은 예상보다 적게, 2개 구간은 더 들었다고 소개, 일부 구간은 공사기간이 초과됨 ◆ 운영사(Arverio)는 집중 개량이 비용 초과와 작업 미완료로 약속을 지키지 못했다고 지적하고, 단기 공사구간에서 오는 계획 · 배차 부담이 크다고 언급 ◆ 2026년 6월 야간에 교체한 부품이 원인이 되어 열차무선(GSM-R)이 약 2시간 장애를 일으킨 사례를 소개하며, 야간 작업 후 개통 신뢰성 확보의 중요성을 언급 ◆ 예측정비로 전환하려면 기존 방식만큼 안전하다는 안전성 평가가 먼저 필요하다고 언급

시 사 점	◆ 장기 전면차단 방식인 독일 집중 개량에서도 비용·기간 초과와 운영사 부담이 나타나, 과제의 야간차단 급속개량 방식의 필요성 논거로 활용 가능 ◆ 야간차단 방식은 매일 개통이 전제이므로, 개통 전 확인 항목(궤도틀림, 체결 상태, 궤도회로·신호 인터페이스)과 작업 미완료 시 복구 절차를 급속시공 절차서에 반영할 필요가 있음 ◆ 표준화·사양 안정을 비용 효율의 전제로 보는 유럽 흐름을 고려해, 과제 성과 규격화 시 형식 변형을 최소화하고 EN 16432 체계와 시험항목을 맞추는 방안 검토 필요 ◆ 데이터 표준화가 상태기반 유지보수의 전제라는 의견은, 시험시공 모니터링 항목·주기·데이터 형식·보관 주체를 1단계에서 정의해 성능검증과 유지보수 기준에 함께 활용하는 데 참고 가능 ◆ 숙련인력 감소 전망은 과제 자동화 로봇(철거·시공·충진·용접)의 개발 필요성을 뒷받침하며, 성과지표에 투입인원·숙련도 요구 감소를 포함하는 방안 검토 가능
사진대지	 