

기술수요조사서 (과제제안)

연구개발 과제명

마찰재 마모저감을 위한 GTX 제동디스크의 표면코팅 기술개발

□ 제안기관

기관명	지티엑스에이운영(주)		우선순위	상(√) 중() 하()
제안 담당자	부서	기술분야 교육 및 연구TF	직위	팀장
	성명	최영구	연락처	휴대폰 : 010-2038-0901 e-mail : kwchoiyg@nate.com
활용 예정 부서	부서	차량사업소	직위	소장
	성명	권기철	연락처	휴대폰 : e-mail :

□ 제안과제

구분	내용
1. 연구개발 필요성	○ GTX-A는 최고 영업속도 180km/h로 달리는 준고속 전동차로 중전철 전동차보다 높은 내열성과 강도를 요구하는 고속열차급의 합금강 제동디스크 및 소결금속재 마찰재를 적용하고 있음   ○ 그러나, GTX-A는 고속주행에 비해 상대적으로 역간 거리가 짧아(역간 평균

구 분	내 용
	거리 8.1km) 빈번한 감속 및 정차를 해야 하는 광역철도의 특성을 동시에 가지고 있어 제동시스템에 가지는 부담은 매우 큰 편으로 유지보수 측면에서 다음과 같은 현안이 발생하고 있음 • <u>마찰재 과다 마모 및 디스크 편마모 발생</u>: 차량의 급가감속 및 선로선형으로 인해 제동디스크의 편마모 및 제동마찰재의 과다 마모가 발생하고 있음. 이는 제동력 저하의 원인이 되며 유지보수 비용의 과도한 상승을 유발하고 있음 • <u>열부하 관리 필요(디스크 균열 및 마찰재 손상)</u>: 최고 180km/h에서 정차역마다 급감속을 반복하기 때문에, 제동디스크와 제동마찰재 사이에서 발생하는 마찰열이 일반 도시철도보다 상당히 높게 발생함. 따라서 고온 노출 시 제동력이 떨어지는 페이드(Fade) 현상을 방지하기 위해 고성능·고내열성 재료의 안정성 유지가 중요함 • <u>제동균형 유지</u>: GTX-A 전동차는 정차 직전까지 전기에너지를 회수하는 영속도 회생 제동을 우선 활용하나, 급감속의 반복에 따른 비상제동 체결이나 회생제동 실패 시 기계식 공기제동(디스크 및 마찰재 마찰)이 그 부담을 담당해야 하므로, 두 제동시스템 간의 유기적인 인터페이스와 디스크 마찰면의 균일한 마모 관리가 필수적임 ○ GTX-A 운영과정에서 빈번한 제동체결로 인해 제동디스크 편마모 및 마찰재 과다마모가 발생하여 제동성능 저하(제동력 감소, 진동 및 소음 발생, 열변형 가속 등) 및 유지보수 비용 과다지출이 발생되고 있음 • 제동마찰재 과다마모로 인해 마찰재가 연간 7,000조 가량 소모되고 있으며, 이를 구입단가로 환산하면 연간 17.5억에 해당되는 금액임 • 제동디스크 편마모 방지 및 마찰재 과다마모 방지를 위한 기술개발이 요구되며, 이를 위해 HVOF, 레이저클래딩 등의 표면처리기술을 제동디스크에 적용함으로써 제동디스크의 편마모 방지, 열적손상(열균열, 열변형 등) 저감 그리고 마찰재 마모량 저감을 이루고자 함
2. 현장수요 및 확산 가능성	○ GTX-A 제동디스크 보수품 및 타 GTX 노선의 차량에 적용가능 • GTX-A 노선은 20개의 편성(8량(4M4T) 1편성)이 운용 중에 있으며, 편성별로 동력차량(4량)에는 차륜디스크가, 부수차량(4량)에는 차축디스크가 각각 32개씩 장착되어 있어 유지보수품으로 활용가능함 • GTX는 1기노선(B, C, D) 및 2기노선(E, F)까지 국가철도망 구축계획을 중심으로 추진되고 있어, 저마모 디스크 표면코팅기술이 GTX-A에서 검증될 경우에는 이를 타 GTX노선의 차량도입 및 유지보수품으로 활용이 가능함

구 분	내 용
	 GTX 노선도 GTX 노선별 추진 상황 - GTX-A: 운정~삼성~동탄(85.2km) 2025년 전 구간 개통 (삼성역 연결 2028년) - GTX-B: 인천대입구~용산~상봉~마석(82.7km) 2024년 용산~상봉 착공 - GTX-C: 덕정~수원(74.8km) 실시협약 거쳐 하반기 착공 - GTX-D: 장기~부천중합운동장(21.1km) 추진방안 6월까지 수립 - GTX-E: 검암~덕소·마정 추진방안 6월까지 수립 - GTX-F: 서울 교외 순환마정 추진방안 6월까지 수립 자료=국토교통부 국민여의팀 ○ 제동디스크/마찰재에서 발생하는 비배기분야의 미세분진을 저감하는 친환경 표면코팅 핵심기술 개발의 필요성이 대두되고 있으며, 'HVOF 및 레이저클레딩 등을 적용한 저마모 표면코팅 기술'은 차륜/레일의 곡선부 스킨소음 저감 및 텅레일 내구성 향상 등에도 확대 적용이 가능한 기술임 ○ 고속철도의 제동디스크 성능 및 안전성 향상을 위한 연구가 진행되어 현재 비교적 안전한 제동시스템이 구축되었으나, 향후 속도향상을 위한 기술개발(KTX-청룡(EMU-320) 및 370km/h 이상의 EMU·HEMU 등) 및 기후변화 등 차량 운행 환경변화에 따른 제동분야의 요구특성도 달라지므로 디스크의 수명을 연장하고 유지보수비용을 저감시킬 수 있는 고속철도 분야에서의 친환경 제동디스크/마찰재 개발로 확산이 가능함
3. 요구기술 및 적용조건	○ 제동디스크 표면코팅 요구조건 - 제동디스크 한국철도표준규격(KRS BR 0003-23(R))을 만족 - 기존 제동디스크 대비 80% 이상 마모량 및 편마모량 저감 ○ 제동마찰재 마모량 요구조건 - 한국철도표준규격(KRS BR 0025) 및 UIC 541-3 기준을 만족도록 고온(400℃ 이상) 주행 시에도 일정한 제동력을 제공하며, 평균마찰계수는 속도별 공칭 평균마찰계수의 일정 범위를 만족 - 기존 마찰재 마모량 대비 30% 이상 마모량 저감 ○ 제동디스크 적용조건 - 기존 동력차량(4량) 및 부수차량(4량)에 적용되는 제동디스크에 표면코팅을 적용하여 기계적인 특성을 만족하도록 함

구 분	내 용
4. 시험·인증 및 현장실증 계획	○ 시험/인증 계획 • 제동다이아모 시험을 통해 기존 제동디스크 대비 80% 이상 마모량 및 편마모량 저감 성능 확보 • 제동다이아모 시험을 통해 기존 마찰재 마모량 대비 30% 이상 마모량 저감 및 평균마찰계수 성능 확보 ○ 현장실증 계획 • GTX-A 차량에 개발한 표면코팅 차륜디스크 및 표면코팅 차축디스크를 현차에 장착하여 실노선 현장실증을 수행함 • 실증기간(6개월~1년) 동안 디스크 마모량 및 마찰재 마모량을 측정/기록하여 저마모 성능을 검증함
5. 도입 및 활용계획	○ 도입 및 활용계획 • GTX-A 노선은 20개의 편성이 운용 중에 있으며, 8량(4M4T) 1편성으로 구성되어 있으며, 편성별로 동력차량(4량)에는 차륜디스크가, 부수차량(4량)에는 차축디스크가 각각 32개씩 장착되어 있음 • 다이아모시험 및 현차시험을 통해 저마모 제동디스크에 대한 성능이 입증되는 경우, 개발품 제작업체에 대해 우선 구매추진('29~'30년 구매 착수) • GTX-A 제동디스크 유지보수품으로 활용(총 1280개×3회, 76.8억원) ※ 수량: 20편성 × 64EA/편성 = 1,280EA ※ 금액: 1,280EA × 200만원/EA × 3회 = 76.8억원 • GTX-B,C,D,E,F 제동디스크 완성차 적용 시(총 1280개×5노선, 128억원) ※ 수량: 20편성 × 64EA/편성 × 5노선 = 1,280EA ※ 금액: 1,280EA × 200만원/EA × 5노선 = 128억원 • 저마모 표면코팅 제동디스크의 마찰재 마모량 30% 저감 시 마찰재 유지보수 비용 저감 효과기대 • 디스크에 적용된 저마모 표면코팅 성능이 입증되면, 이를 차륜/레일의 곡선부 마모/스킬소음 저감 및 텅레일 내구성 향상 분야로 확대 적용할 계획임
6. 수요기관 협력·지원 계획	○ 철도연에서 과제를 주관하고, 참여기관인 표면코팅 업체에서 저마모 제동디스크를 제작하며, 수요기관인 GTX-A 운영(주)에서는 현차시험을 담당 • 철도연에서는 과제 총괄을 담당하고, 공정관리, 다이아모시험, 현차시험 지원을 담당 • 참여기관은 주관기관(철도연)과 수요기관(GTX-A 운영(주))의 요구조건을 수렴하여 GTX용 저마모 제동디스크 제작 및 현차시험 지원을 수행함 • 수요기관은 현차시험을 위한 시운전계획 수립, 제동디스크/마찰재 제공, 개발품 현차장착 및 시운전 지원, 개발품에 대한 구매계획 제시 및 지원 등의 업무를 수행

구 분	내 용
7. 예상 개발기간 및 소요예산	○ 총 연구기간: 2년(2027~2028)

한국철도기술연구원장 귀하