

21TBIP-
C144183
-04

보안 과제(), 일반 과제(✓) / 공개(✓), 비공개()발간등록번호(11-B552989-000650-01)

국토교통기술사업화지원사업 최종보고서

R&D / 21TBIP-C144183-04

국
토
교
통
기
술
사
업
화

최
종
보
고
서

2022

국
토
교
통
부
국
토
교
통
과
학
기
술
진
흥
원

국토교통기술사업화지원사업

최종보고서

2022. 11. 30.

주관연구기관 / (주)카템

협동연구기관 / (주)펠릭스테크

(주)에스앤위즈

트리니티엔지니어링(주)

국토교통부

국토교통과학기술진흥원

제출문

제 출 문

국토교통과학기술진흥원 귀하

‘국토교통기술사업화지원사업’(연구개발 기간 : 2018.04.01 ~ 2022.06.30) 과제의 최종보고서를 제출합니다.

2022. 11. 30.

주관연구기관명 : (주)카템

(대표자)

공동연구기관명 : (주)펠릭스테크

(대표자)

(주)에스앤위즈

(대표자)

트리니티엔지니어링(주)

(대표자)

위탁연구기관명 :

주관연구기관책임자: 이 태 영

공동연구기관책임자: 박 희 상 / 김 장 훈 / 윤 태 식

위탁연구기관책임자:

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제37조에 따라 최종보고서 열람에
동의합니다.

< 요약 문 >

사업명		국토교통기술사업화지원사업			총괄연구개발 식별번호		-	
내역사업명					연구개발과제번호		21TBIP-C144183-04	
국가과학기술 표준분류		EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%	
총괄연구개발명		표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화						
연구개발과제명		표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화						
전체 연구개발기간		2018. 04. 01 - 2022. 06. 30.(4년 3개월)						
총 연구개발비		총 4,795,800천원 (정부지원연구개발비 : 3,000,000천원, 기관부담연구개발비 : 1,795,800천원, 지방자치단체 : 천원, 그 외 지원금 : 천원)						
연구개발단계		기초[] 응용[] 개발[☒] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도		착수시점 기준() 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형		지정공모 [☒] 자유공모 []						
연구개발과제 특성		실용화						
연구 개발 목표 및 내용	최종 목표	수입적용 중인 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)를 대체하여 당사가 보유하고 있는 핵심기술(특허보유)을 적용한 균열 방지형 제동디스크의 기술사업화 ○ 본 사업에의 사업화 대상품인 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)는 제품개발 성격에 속함 ○ 제동디스크(Brake Disc) 운영 초기인 2004년부터 현재까지 전량 해외도입 적용 중인 국산화개발 대상품으로 분류됨 ○ 현재 국내에서는 유일하게 당사가 다년간의 연구를 통해 국산화 개발은 물론 성능고도화에 성공하였음(디스크(Disc)의 표면균열 방지 기술 및 허브(Hub) 냉각효율 향상 기술 등의 개발을 통한 제품성능 고도화) ○ 해외 인증기관 입회시험(3rd party witness test)를 통해 개발성능을 우수성을 입증하였음(인증기관 : Ricardo(영)) ○ 당사는 이러한 기술관련 특허 보유함 (국내 특허 보유 및 해외 특허 출원 중) ○ 당사가 보유 중인 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc) 제조 핵심기술을 금번 사업을 통하여 사업화하고자 함						
	전체 내용	○ 고속철도(KTX)용 Solid Type 제동디스크(Brake Disc) 성능고도화 시제품제작 - 국내소재(고내열강) 고온강도 안정화(열처리) 및 Near-net shape 특수공법(형단조) 적용 - 균열방지 디스크(Disc) 및 냉각효율 향상 허브(Hub) 제작기술 적용 ○ 성능시험 및 현차시험을 통하여 국내품에 대한 신뢰성 입증 - 종합제동성능시험(KRRI, KRCS B 349), 현차시험(KORAIL, 4계절) 수행 ○ 철도 안전법 등 국가기준을 통과 - 형식승인 및 제작자승인 획득 (전문기관을 통한 컨설팅) ○ 사업화를 위한 국가공인 성능/품질인증 확보 - 신기술(NET), 한국제품인증(KAS), 조달우수제품 등 ○ 해외시장 진출을 위한 해외 인증기관 품질인증 획득 (IRIS ISO/TS 22163 기준)						

1년차	목표	<주관연구기관 ((주)카템)> ○ 제동디스크 조립체 3d Modeling 최적설계 (Optimizing Design) ○ 디스크용 국내 원 소재(MOQ 60톤) 잉곳 및 1차 시제용 디스크/허브 단조소재 확보 ○ Near-net shape 공법적용 냉각효율 향상형 허브용 단조금형 개발 ○ 제동디스크 조립/도장 및 언밸런스 테스트 등 성능고도화 1차 시제 10sets 제작 <공동연구기관 ((주)에스앤위즈)> ○ 디스크(Disc) 해석을 통한 구조(강도)적 / 열적 건전성 검증 <공동연구기관 ((주)펠릭스테크)> ○ 1차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 Set-up 및 최적 단조 공정기술 확보 ○ 1차 시제 제작을 통한 제동디스크 물성적 요구조건 만족을 위한 열처리(Q/T)공법 안정화
	내용	<주관연구기관 ((주)카템)> ○ 제동디스크 조립체 3d Modeling 최적설계 (Optimizing Design) - 본 사업을 통하여 신규 연구인력을 확보함에 따라 3D 모델링에 적용한 설계 S/W는 CatiaV5로 5개월 Lease를 통하여 교육을 이수하고 3D 모델링 완성 ○ 디스크용 국내 원소재(MOQ 60톤) 잉곳 및 1차 시제용 디스크/허브 단조소재 확보 - 제동디스크용 소재는 앞서 설명한 바와 같이 국내 소재로 수입의 화학성분 분석결과 가장 조성이 일치하는 소재를 선정하였으나 Non-standard 소재로 세아창원특수강(주) 최소제강 단위(MOQ)가 60톤으로 확인 되었으며 따라서 MOQ단위로 확보할 수밖에 없는 현실이다. ○ Near-net shape 공법적용 냉각효율 향상형 허브용 단조금형 개발 - 저비용 고 회수 생산 공정인 Near net shape 공법을 적용함으로써 기존 공법대비 약 20% 이상의 소재손실과 약 30% 이상의 가공비용을 절약하고자 한다. - 형단조 금형 기초도면 기준 시작금형 제작 (소재 : SKD61종, 프레스금형장비용) - 단조소재(니켈크롬몰리브덴 고합금강, SCM430 예상)확보, 시제(5sets)제작 ○ 제동디스크 조립/도장 및 언밸런스 테스트 등 성능고도화 1차 시제 10sets 제작 - 허브와 디스크를 조립하는 체결용 볼트는 24개가 소요되며 허브와 볼트의 조립 시에는 유압을 사용하여 강제 압입으로 조립되어야 하고 볼트 압입을 위해서는 제품의 형상이 복잡하므로 특별한 치구가 소요된다. - 조립 후에는 디스크 간의 평행도와 허브 중심축과의 직각도가 매우 중요하다. 왜냐하면, 객차대차의 휠 & 엑셀에 개발제품을 조립하였을 경우 평행도와 직각도가 규정치를 벗어날 경우 브레이크 패드와의 간섭으로 인하여 KTX의 제동 시 문제가 발생하고 제동을 하지 않을 가속 구간이나 등속도 운행 구간에서도 디스크와 패드의 마찰로 인하여 차량 구동에 영향을 미칠 수 있다. 그래서 한국철도공사에서는 휠 & 엑셀에 디스크 조립체를 압입 후에는 전용 측정장비에서 디스크와 휠까지 직각도와 평행도를 확인 후 기록에 남겨 추적성 관리를 하고 있다. - 제동 디스크의 편심정도(평가항목 3)는 허브 내경 200mm 위치에 비 접촉 구조로 치구를 제작하며, 언밸런스 측정기에 설치하여 1050±150rpm의 회전속도로 편심량을 측정하여 요구기준은 16g.m 이하이다.

<공동연구기관 ((주)에스앤위즈)>

- 디스크(Disc) 구조 강성/강도 해석
 - 유한요소 모델링, 접촉압력/제동력에 대한 구조강도 해석, 정규 모드 해석
- 디스크(Disc) 열특성 해석
 - 유한요소 모델링, 마찰열 발생기구 분석 및 열전도 해석, 열적/기계적 특성에 따른 열응력 해석
- 디스크(Disc)의 Parametric Study
 - 디스크(Disc)의 재료적/가공 특성에 따른 구조 강성/강도 및 열해석 평가, 인자별 특성 분석 및 최적 사양 도출

<공동연구기관 ((주)펠릭스테크)>

- 1차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 Set-up 및 최적 단조 공정기술 확보
 - 소재 열간 단조 제어기술 확보
 - 제동 디스크(Brake Disk) 제조공정 적정 주요변수 도출
 - 제동 디스크(Brake Disk) 1차 시제품 제작
- 1차 시제 제작을 통한 제동디스크 물성적 요구조건 만족을 위한 열처리(Q/T)공법 안정화
 - 2차 단조공정을 거쳐 제작한 소재는 단조공정 시 내부에 형성된 열응력을 제거하고, 조직의 안정화를 위하여 노말라이징 처리를 실시하고 퀴칭 & 템퍼링 열처리 작업으로 소재특성을 향상 시킬 수 있는 조건을 갖춘 다음 단조/열처리 시 표면에 열화된 표피부분을 황삭으로 제거하고 소재 내부 품질 상태를 보증하기 비파괴검사의 일종인 초음파 탐상검사를 실시한다.
 - 초음파탐상검사(UT)는 KS B 0817(금속재료의 펄스 반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법)에서 요구하는 수준의 탐상기로 직접접촉식 A-SCOPE 표시법에 다른 수직탐상방법으로 실시했고, 검사 기준은 프랑스 고속전철에 적용하고 한국형 고속전철에 적용하기 위해 한국철도공사에서 번역한 NF F11-416(철도차량 스틸 링이 달린 브레이크 디스크)의 규정에 따라 링에 대하여 다음과 같은 규정을 적용한다.
 - √ 직경 3mm인 구멍 이상의 결함 지표 1개 이하
 - √ 직경 2mm인 구멍 이상의 결함 지표 5개 이하(허용된 결함간의 중심 거리가 50mm 이상되어야 함)
 - √ 길이가 25mm이상인 결함 지표 1개 이하(직경 2mm인 구멍보다 결함 지표가 클 때)
 - √ 직경 2mm인 구멍 이하의 결함일 지라도, 50% 이상의 반향파 감소를 유발하는 결함
 - √ 지표는 허용하지 않음
- 열처리 공정은 한국기계재료연구소와의 선행연구 과정에서 최적의 조건을 찾기 위해 실험실에서 선정한 최적 조건을 실제 열처리 공정에서 실현하기 위해 전문업체에서 3번의 열처리 공정을 진행하여 3번의 시편을 테스트한 결과를 통하여 최적의 조건을 선정한다.

	</		

3년차		<공동연구기관 ((주)펠릭스테크)> ○ 2차 시제 제작을 통한 제동디스크 물성적 요구조건 만족을 위한 열처리(Q/T)공법 완성 ○ 디스크 제품의 기계적 물성치 만족을 위한 열처리 온도 조건 및 냉각 방법 확립 ○ 시제품 제작 후 건전성 평가를 위한 분석 및 검사 방법 확립
	목표	<주관연구기관 ((주)카템)> ○ 제동성능시험 시험결과 분석 (한국철도기술연구원) ○ 철도안전법에 의한 국가기준 인증 획득 (형식승인/제작자승인) ○ 현차시험 종료 및 결과분석 ○ 국가공인인증 획득 (NET, EPC, 조달우수제품 인증 및 세계일류상품 선정) ○ 3차 시제 제작 (개선 허브 해외 인증용) <공동연구기관 ((주)에스앤위즈)> ○ 디스크(Disc)+허브(Hub) 조립체 강성/강도 해석 ○ 디스크(Disc)+허브(Hub) 조립체 열특성 해석 ○ 현차 시험 결과 비교분석 및 제품성능 검증 <공동연구기관 ((주)펠릭스테크)> ○ KTX 제동디스크 2차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 기술 완성
	내용	<주관연구기관 ((주)카템)> ○ 제동성능시험 시험결과 분석 (한국철도기술연구원) - 한국철도기술연구원(KRRI) 보유 철도다이나모 시험설비를 활용하여 제동종합성능 시험 실시 - KRRI 2017년 장비보수 후 성적서 획득 - 시험기준 : 수요기업인 한국철도공사(Korail)의 철도용품 규격(KRCS B 349, 제동디스크) - 시험항목 : 총 3개 항목 (제동성능, 내구성, 마찰계수 시험) - 평가항목별 시험기준 <그림 1. 한국철도기술연구원 철도다이나모미터> ○ 철도안전법에 의한 국가기준 인증 획득 (형식승인/제작자승인) - 철도안전법 승인 획득 추진을 위한 컨설팅 계약 체결 (2019.07.28.) - 2017년 말 발효되어 1년 뒤인 2018년 말 시행 예정인 철도안전법 2차 대상품 6종에 사업화 대상품인 제동디스크가 포함됨으로 인해 철도안전법에 규정한 형식승인과 제작자승인을 득하지 못하면 사업화는 불가능하다. - 국내에서 생산, 판매, 사용을 위해서는 국내, 외 업체를 막론하고 국내법을 준수해야 되기 때문에 상업화를 위해서는 반드시 넘어야 할 또 하나의 다윈의 바다(Darwinian sea)인 것이다. - 따라서 당사는 형식승인과 제작자 승인을 획득하기 위하여 금 번 사업의 지원을 받고자 하며 전략적으로 전문기관의 컨설팅의 활용할 계획을 가지고 있다. - 철도용품 기술기준 Part 3. 차량용품 중 제동디스크 (KRTS-C0-Part3-6-2017의 2종 (고속철도차량용))

- 현차시험 종료 및 결과분석
 - 2차 년도 한국철도공사(KORAIL)의 차량지원 하에 현차시험 완료 (14개월)
 - KORAIL의 규정에 준하여 4계절 현차시험 진행 예상
 - 수입품 대비 개발품의 동등이상 성능 비교분석
 - 정기적 점검을 통하여 디스크의 표면균열 여부, 디스크의 마모량, 디스크의 패드 공격성 볼트 풀림 여부 등에 대하여 KORAIL과 공동점검 실시.

특히, 개발디스크 마모량관련 동일대차의 수입디스크와 비교 측정을 통하여 마모량 비교 해외품(메이커 : Faiveley(프)사, 두께 45mm) vs 국산화개발품 (측정횟수 : 매 정기점검 시)

 - 한국철도공사(Korail) 협조공문 접수 (2018.02.05., 고속차량처-522)
-
- 국가공인인증 획득 (NET, EPC, 조달우수제품 인증 및 세계일류상품 선정)
 - 신기술(NET) 인증
 - 한국산업기술진흥협회 주관,
 - 고속철도(KTX)용 제동디스크의 표면균열 방지 제조기술로 신청
 - 신기술(NET) 인증 획득으로 세계일류상품에 지원할 수 있는 자격 획득
-
- 3차 시제 제작
 - 개선 허브 해외 인증용
 - 제동디스크(Brake Disc) Ring Rolling 열간단조 해외인증용 3차 시제품 제작
 - 외형 검사를 통한 표면부 결함 검사
 - 비파괴 검사를 통한 내부 결함 검사
 - 시제품 기계적·물리적 성질 분석 및 공인시험 진행

<공동연구기관 ((주)에스앤위즈)>

- 디스크(Disc)+허브(Hub) 조립체 강성/강도 해석
 - 유한요소 모델링
 - 제동 하중에 따른 구조 강도 해석
 - 체결 조건에 따른 강도/제동력 평가 해석
 - 정규 모드 해석
- 디스크(Disc)+허브(Hub) 조립체 열특성 해석
 - 유한요소 모델링
 - 디스크(Disc)와 패드(Pad) 마찰열에 대한 허브(Hub) 방열성능 검증
 - 마찰열 조건에 따른 열적 강도 특성 해석 및 평가
- 현차 시험 결과 비교 분석 및 제품 성능 검증
 - 현차 성능 시험 결과 및 해석 결과 분석을 통한 제품 성능 검증

<공동연구기관 ((주)펠릭스테크)>

- KTX 제동디스크 2차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 기술 완성
 - 제동디스크(Brake Disc) Ring Rolling 열간 단조 성형 기술 확보
 - SFCMV1 소재를 사용한 단조 브레이크 디스크 제조 적정 조건 도출 (단조작업시방서)
 - SFCMV1 소재를 사용한 제동디스크 Ring Rolling 열간 단조 2차 시제품 제작

			○ 사업화 - 국내, 외 전시회 등 홍보 : Bexco, 철도기술산업전(2021.06 예정), 독일 InnoTrans 2021, 해외 홍보사절단 및 비대면 홍보활동 참가 - 국내, 외 매출달성 <공동연구기관 (트리니티엔지니어링(주))> ○ 현차 시험 결과 비교 분석 및 제품 성능 검증 - 현차 성능 시험 결과 및 해석 결과분석을 통한 제품 성능 검증									
연구개발성과	○ 기술경쟁력 및 가격경쟁력을 동시에 보유한 고속철도용 제동디스크의 제작 원천기술 획득 ○ 형식승인 및 제작자승인 등 획득을 통한 국내 사업화를 위한 필수조건 확보 ○ 수입품 대비 동등 이상 성능의 고속철도(KTX)용 제동디스크 양산체제 구축 ○ 단조강(Forged steel) 디스크 개발로 주강(Casting steel) 디스크로 Line-up 계기 마련 ○ Born global 제품으로써 국내 사업화를 통한 궁극적 목표인 해외시장 진출 기반조성											
연구개발성과 활용방안 및 기대효과	○ 활용계획 - 1단계 : 현재 국내 운용중인 KTX 46편성 총 3,128개 대상 유지, 보수품 시장 진입 - 2단계 : 현재 국내 운용중인 KTX-산천 유지, 보수품(주강) 단강으로 확대적용 성공 - 3단계 : 현재 특허 출원 중인 중국, EU연합 등 기존 해외시장 및 북중미 신규시장 진출 - 4단계 : 운용 착수한 수서선, 원강선 등 신규노선 향후 유지, 보수품 지속적용 추진 기대 효과 ○ 기대효과 - 국내 매출은 사업종료 1년 후 2022년부터 20.0억을 시작으로 4년 후인 2025년 50억 예상 - 수입대체 효과는 2021년 10.0억을 시작으로 증가하여 2025년 약 50억으로 예상됨 - 해외시장 진출로 사업종료 4년 후인 2025년 세계시장 점유율 20.0%, 200Mill.\$, 2,400억 목표 - 2022년까지 15명을 시작으로 2025년 까지 약 50명의 신규 일자리 창출 예상됨											
연구개발성과의 비공여부 및 사유	해당없음											
연구개발성과의 등록·기탁 건수 (양식 수정 가능)	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	신규 고용	공인 인증 (NET, NEP)	매출액	기술 실시 계약	기타
	1	4	4					6	1			
연구시설·장비 종합정보시스템 등록 현황	구입기관	연구시설· 장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
국문핵심어 (5개 이내)	제동디스크			균열방지		냉각효율		고속철도		사업화		
영문핵심어 (5개 이내)	Brake disc			Crack prevention		Cooling efficiency		High-speed trains		Commercialization		

< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도
4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)
5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

별첨자료 (참고 문헌 등)

1. 연구개발과제의 개요

1) 연구개발과제의 최종 목표

구 분	내 용
최종 목표	표면균열 방지 기술 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크 (Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 선도기술 확보를 통한 사업화
세부 목표	○ 고속철도(KTX)용 Solid Type 제동디스크(Brake Disc) 성능 고도화 시제품 제작 - 국내소재(고내열강) 고온강도 안정화(열처리) 및 Near-net shape 특수공법(형단조) 적용 - 균열방지 디스크(Disc) 및 냉각효율 향상 허브(Hub) 제작기술 적용 ○ 제동성능시험 및 현차시험을 통하여 국내품에 대한 신뢰성 입증 획득 - 종합제동성능시험(KRCS B 349 기준) - 한국철도기술연구원(KRRI) 설비 활용 - 현차시험(절차에 따라 4계절 시험) - 한국철도공사(KORAIL) 차량 지원 ○ 철도 안전법 등 국가기준을 통과 - 시험기관 : 한국철도기술연구원(KRRI) / 형식승인팀 - 형식승인 및 제작자승인 획득 (전문기관을 통한 컨설팅 지원) ○ 사업화를 위한 국가공인 성능/품질인증 확보 - 신기술(NET), 한국제품인증(KAS), 조달우수제품 인증 등 ○ 해외시장 진출을 위한 해외 인증기관 품질인증 획득 (IRIS ISO/TS 22163 기준)

2) 연구개발과제의 연차별 목표

가. 연차별 개발목표

- ① 1차 년도 (2018년) : **성능고도화 시제품 제작**
- ② 2차 년도 (2019년) : **제동성능시험 완료, 현차시험 착수 및 형식승인/제작자승인 획득**
- ③ 3차 년도 (2020년) : **현차시험 종료 및 국가공인 성능인증/품질인증 획득**
- ④ 4차 년도 (2021년) : **해외 성능인증 획득**

나. 참여기관별 업무분장 및 개발목표

참여기관(참여구분)	연구개발 분야	개발목표	비고
(주)키템 (주관연구기관)	* 사업총괄 * 사업화 시제품 생산 (가공/조립) * 제동성능시험/현차시험 추진 * 형식승인/제작자승인 획득 * 국가공인 성능/품질 인증 획득 * 해외 공인시험 추진	* 성능고도화 시제품 제작 * 제동성능시험 추진/공인성적서 획득(KRRI) * 현차시험 완료(Korail 지원) * 형식승인/제작자승인 획득 * 국가공인 성능/품질 인증 획득 * 해외 공인시험 및 인증서 획득	특허보유
(주)에스엔위즈(공동연구기관)	* 제동디스크 구조강도/열 해석	* 구조적/열전 건전성 검증	-
(주)펠릭스테크(공동연구기관)	* 사업화 시제품 단조, 열처리	* 단조공정 set-up/안정화 * 열처리공정 set-up/안정화	-

다. 연차별 목표

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치		목표치 설정 근거	가중치 (%)	
1년차 (2018)	기술 분석 및 BI 수립	특허 맵 보고서	-	1건		-	25	
		비즈니스모델 보고서		1건				
		특허 출원서		1건				
	디스크용 원소재 확보 (SFCMV1)	원소재 화학성분 분석	조건만족	C	0.2 ~ 0.3	KRCS B349	25	
				Si	0.4 ~ 0.7			
				Mn	0.35 ~ 0.8			
				P	0.03 이하			
				S	0.015 이하			
				Ni	0.5 이하			
				Cr	1.0 ~ 1.5			
				Mo	0.7 ~ 1.3			
				Cu	0.3 이하			
				V	0.2 ~ 0.3			
		신규인력고용	-	1명		-		
	1차 시제용 단조공정 set-up	디스크 단조소재 확보	-	20 ea		-	KT101.0018.0	
		단조작업절차서	-	1종		-		
	허브용 금형 개발	단조소재 확보	-	10 ea		-	KRCS B349	25
		단조금형개발	-	1종		-		
		항복강도	480MPa	600MPa이상				
		인장강도	530MPa	760MPa이상				
		연신율	14%	20%이상				
		경도(HB)	190	241이상 ~ 293이하				
		Charpy 충격값	48J	60J이상				
		신규인력고용	-	1건		-		
		디스크(Disc) 해석/검증	디스크 강도/모드해석	-	1건			
	디스크 1차 시제 열처리	항복강도	700MPa	900MPa이상		KRCS B349		
		인장강도	900MPa	1030 ~ 1250MPa				
		고온항복강도	400MPa	600MPa이상				
		연신율	8%	16%이상				
		Charpy 충격값	15J	20J이상				
		경도(HB)	280	331이상 ~ 388이하				
		열처리공정 절차서	-	1건		KT101.0020.0		
		직경3mm이상결함	-	없을 것		KRCS B349		
		직경2mm이상결함	-	4개 이하				
		길이25mm이상결함	-	없을 것				
	1차 시제 제작 (10 sets)	시제품 제작	-	10 sets		-	25	
		언밸런스량	-	16g.m이하		-		
		시제품	-	1건		-		
	계				신규인력고용: 2건 특허: 출원 1건 등록 1건 논문등재: 0건 시제품: 1건		100	

구분	연구개발목표	핵심 연구개발성과 (연구개발성과물)	현재 국내·외 기술수준	연구개발 목표치	목표치 설정 근거	가중치 (%)
2년차 (2019)	허브(Hub) 해석 검증	냉각효율 향상형 허브 강도/모드해석	-	1건	-	10
		냉각효율 극대화형 허브 강도/모드해석	-	1건	-	
		논문등재	-	1건	-	
	2차 시제	기계적 성질 - 고온 항복강도	400MPa	600MPa 이상	KRCS B349	
		파괴인성 저주기피로 시험 마모시험	-	3항목	-	
		냉각효율 향상형, 극대화형 허브 시제제작	-	허브시제	-	
		특허	-	출원 2건	-	20
		시제품	-	2건	-	20
	제동 성능시험	제동성능시험	-	KRCS B 349	KRCS B349	20
		신규인력고용	-	2명	-	
	현차시험 착수	현차시험 (Korail)	-	1회	시험착수공문	10
		특허	-	출원 1건 등록 2건	-	20
	형식승인 및 제작자승인	형식승인	-	1회	KRTS-C0-Par t3- 2017	
	계			신규인력고용: 2건 특허: 출원 3건 등록 2건 논문등재: 1건 시제품: 2건		100
3년차 (2020)	제동성능시험종 료 및 현차시험	현차시험(Korail)	-	KRCS B 349	KRCS B 349	
	형식승인 및 제작자승인	형식승인, 제작자승인 획득	-	KRTS-C0- Part3, 7	KRTS-C0- Par t3, 7	20
		신규인력고용	-	1	-	
	국가공인 성능/품질인증	신기술(NET)인증획득	-	1건	-	40
		강도, 모드, 열 해석	-	KRCS B 349	-	20
		특허	-	등록1건	-	
		해외 인증용 시제제작 (3차 시제) 소재물성치	-	KRCS B 349	KRCS B 349	20
		해외 인증용 시제제작 (3차 시제) 엔밸런스량	-	16 g.m 이하	KRCS B 349	
		시제품	-	1건	-	
	계			신규인력고용: 1건 특허: 등록 1건 시제품: 2건 신기술인증: 1건		100
4년차 (2021)	해외인증	계약체결	-	1건	-	
		해외인증획득	-	1건	-	
	사업화	해외전시회 출품	-	1건	-	100
		해외홍보	-	1건	-	
		특허	-	등록1건	-	
	계			신규인력고용: 1건 특허: 출원 0건 등록 1건 논문등재: 0건 시제품: 0건		100

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

<1차년도_2018년>

- 주관연구기관 ((주)카템):

○ 기술분석 및 BI수립

- 해외 경쟁사 기술/제품 분석
- 특허 전략수립(기술특허 맵 작성)
- 신기술 국내특허 출원(1건)
- BI(비즈니스 모델 수립)

A-1-① 특허 맵 - 보고서

2018년 국토교통사업화지원사업 특허 맵 최종보고서

- 고속철도(KTX)용 제동 디스크(Brake Disc)

- (주)카템 -

2018. 09. 03

국토교통과학기술진흥원
(수행사 노벨국제특허법률사무소)

A-1-② 비즈니스 모델 수립 - 보고서

 BM Consulting Report □ 과제 명칭 : 고속철도 제동용 디스크의 BM 및 사업계획 수립 □ 의뢰 기업 : ㈜카템 □ 주요 내용 : BM 및 사업계획 수립 □ 수행 기간 : 2018년 10월 - 2018년 11월 The 3rd well with Elim T. C The Best Solution & Results 신뢰의 지평 기술개발 전문 KATEM Elim T.C	KATEM BM 및 사업계획 수립 목 차 I. 요약문(Summary) 1 II. 대내 기업분석 17 1. 기업개요 분석 17 1-1. 일반개요 17 1-2. 사업개요 20 2. 사업포트폴리오 분석 24 2-1. 매트릭스 평가 24 2-2. 평가결과 및 분석 27 3. 가치사슬(Value-Chain) 분석 29 3-1. 필요성 및 개념 29 3-2. 가치사슬 분석결과 31 4. 조직진단 분석 (7S 모델) 34 4-1. 개념 및 분석프레임 34 4-2. 조직진단 분석결과 36 5. 기업 종합진단 39 5-1. 부분별 세부진단 39 5-2. 종합진단 결과 43
--	--

KATEM BM 및 사업계획 수립 III. 시장성 분석 45 1. 산업동향 분석 45 1-1. 철도산업 동향 45 1-2. 고속철도산업 동향 57 2. 국내 시장분석 61 2-1. 고속철도 브레이크 디스크시장 61 2-2. 고속철도 시장 64 3. 해외 시장분석 68 3-1. 고속철도 브레이크 디스크시장 68 3-2. 고속철도 시장 (아시아 지역) 76 4. 국내 관련현황 및 정책 113 4-1. 국내 고속철도 현황 113 4-2. 국내 관련정책 동향 117 IV. 기술성 분석 120 1. 제품 개요 120 1-1. 일반 개요 120 1-2. 제품 특징 및 관련특허 평가 121 2. 특허동향 분석 123 2-1. 전체 및 국가별 특허 동향 123 2-2. 출원인별 출원현황 및 세부동향 분석 128 3. 주요특허 분석 130 3-1. 주요 핵심특허 분석 130 3-2. 관련 유사특허 분석 134	KATEM BM 및 사업계획 수립 4. 관련기술 동향 136 4-1. 국내 기술동향 136 4-2. 해외 기술동향 139 5. 관련기업 분석 145 5-1. 관련기업 현황 145 5-2. 경쟁기업 분석 147 V. 수익모델(BM) 수립 160 1. 수익모델(BM) 분석 프레임 160 1-1. 일반개요 160 1-2. 분석프레임 162 2. 수익모델(BM) 요소별 분석 164 2-1. 제품서비스 및 고객집합의 분석 164 2-2. 내부역량 및 재무영역 분석 166 3. 수익모델(BM) 차별성 분석 173 3-1. 분석 개요 173 3-2. 수익모델 분석 174 4. 수익모델(BM) 도출 180 4-1. 수익모델 분석결과 180 4-2. 수익모델 도출 182	KATEM BM 및 사업계획 수립 VI. 사업계획 수립 183 1. 시장 분석 183 1-1. 시장분석 요약 183 1-2. 시장성 종합분석 186 2. 기술 분석 187 2-1. 기술분석 요약 187 2-2. 기술성 종합분석 190 3. 사업추진 계획 192 3-1. 생산/판매 계획 192 3-2. 투자/자금조달 계획 194 ※ 별첨 1. 주요 핵심특허 정황분석 결과 (19건). "PDF파일 첨부" 2. 관련 유사특허 현황 (19건). "PDF파일 첨부" 3. 조사보고서 인쇄본 파일 수록 CD
--	--	---

○ 제동디스크 조립체 3d Modeling 최적설계 (Optimizing Design)

- 본 사업을 통하여 신규 연구인력을 확보함에 따라 3D 모델링에 적용한 설계 S/W는 CatiaV5로 5개월 Lease를 통하여 교육을 이수하고 3D 모델링 완성.

- 디스크용 국내 원소재(M0Q 60톤) 잉곳 및 1차 시제용 디스크/허브 단조소재 확보
 - Non-standard 소재로 세아창원특수강(주) 최소 제강단위(M0Q)가 60톤 확보 완료.

A-3-① 디스크 단조소재 확보 (총22ea)



A-4-① 허브 단조소재 확보 사진 (10EA)



- Near-net shape 공법적용 냉각효율 향상형 허브용 단조금형 개발
 - 기본 단조형상 설계안을 기초로 FE해석을 통한 preform 등의 중간 단조형상 최적설계 완료.

A-4-② 허브용 단조금형개발

대여자산(금형)보관증						
적용기종	품명	PART NO(규격)	단위	수량	목.금형TYPE	관리NO
Brake Disc	Hub	4423-10070-3	SET	1	원형(Insert)	

■금형(상형)



■금형(하형)



상기 물품을 정히 수령하고, 아래사항을 준수하겠음

2018년 10월 2일

발주처 주 소: 경남 창원시 창원대로 18번길 22 벤처동 206호
 업 체: (주)카 템 (KATEM)
 대 표: 이 태 영 (인)

보관업체 주 소: 경남 김해시 한림면 김해대로 1031번길 74
 업 체: 보 성 테 크
 대 표: 함 태 훈 (인)

- 1.본 금형.치공구의 소유권은 주관업체 및 대여업체에 있으며(공동소유), 금형.치공구 보관 및 유지보수 등에 대한 책임은 보관업체의 책임으로 한다.
- 2.작업중 보관업체의 부주의로 인하여 파손되었을 경우에는 보관업체의 부담으로 신규제작한다.
- 3.정상적인 사용으로 금형.치공구가 노후화되었을 경우 보관업체는 카템과 협의하여 처리하도록 한다.
- 4.본, 물품은 카템(KATEM)와의 거래에 한하여 사용하고 카템(KATEM)의 승인없이 용도의 사용, 전매, 명의대여, 담보등의 목적으로 사용할 수 없다.
- 5.보관증은 2부를 작성, 1부는 카템(KATEM)에 제출하고 1부는 보관업체에서 보관유지한다.
- 6.기타 제처리는 카템(KATEM)의 대여자산 관리규정에 따른다.

(주) 카 템 (KATEM) 귀하

- 제동디스크 조립/도장 및 언밸런스 테스트 등 성능고도화 1차 시제 10sets 제작
- 조립, 비파괴검사, 도장, 3차원측정, 불균형측정(16g.m이하)등을 통해 10sets 조립 완료.

A-7-① 시제품 제작 (10SET 중 1set 기계적 성질 검사용 절단)



신규인력 고용 - 2명

신규 참여연구원 채용확인서

□ 연구과제 개요

(단위 : 천원)

사업명	국토교통기술사업화지원사업		
과제명	표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	㈜ 카템	주관연구책임자	김정훈
제출기관	㈜ 카템	제출기관 연구책임자	김정훈
달해연도 협약기간	2018. 4. 1. ~ 2018. 12. 31.		
달해연도 연구개발비	660,000		

□ 신규 참여연구원 인적사항

성명	김정훈
주민등록번호	790312-1823028
소속 및 직위	연구개발팀 책임연구원
담당업무 / 전공	국토교통기술사업화지원사업 총괄관리 및 관련연습 / 컴퓨터공학
주소 / 연락처	경남 창원시 의창구 팔용동 107-2 / 010-3033-7963
참여기간	2018. 4. 1 ~ 2021. 12. 31
참여율	100%

상기인은 국토교통부에서 시행하는 2018년도 국토교통부소관 연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2018년 3월 21 일

주관연구기관명 :

㈜ 카템

대표자 :

이태영

주관연구책임자 :

김정훈

국토교통과학기술진흥원장 귀하

[첨부] 4대보험 가입내역확인서, 고용계약서 사본 각 1부.

신규 참여연구원 채용확인서

□ 연구과제 개요

(단위 : 천원)

사업명	국토교통기술사업화지원사업		
과제명	표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	㈜ 카템	주관연구책임자	김정훈
제출기관	㈜ 카템	제출기관 연구책임자	김정훈
달해연도 협약기간	2018. 4. 1. ~ 2018. 12. 31.		
달해연도 연구개발비	660,000		

□ 신규 참여연구원 인적사항

성명	차영현
주민등록번호	610619 - 1903023
소속 및 직위	연구개발팀 상무이사
담당업무 / 전공	품질인증 및 보증(철도 안전법 제43조제2항 관련) / 기계공학
주소 / 연락처	부산광역시 사상구 백양대로 906호, 4동 803호 (모라동,무상여파트) / 010-3583-0311
참여기간	2018. 4. 1 ~ 2021. 12. 31
참여율	100%

상기인은 국토교통부에서 시행하는 2018년도 국토교통부소관 연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2018년 4월 1 일

주관연구기관명 :

㈜ 카템

대표자 :

이태영

주관연구책임자 :

김정훈

국토교통과학기술진흥원장 귀하

[첨부] 4대보험 가입내역확인서, 고용계약서 사본 각 1부.

4대 사회보험
사업장 가입자 명부

발급번호	20180807921594	발급일시	2018-08-07 16:38	사업장 관리번호	66961009460	
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험		
사업장등록번호	669-81-00845	669-81-00845	669-81-00845	669-81-00845		
사업장명칭	(주)카템	(주)카템	(주)카템	(주)카템		
■ 가입 내역(발급일자 현재기준)						
1 / 2						
번호	주민(외국인)등록번호	성명	가입내역			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	550625-1*****	배순환	미가입	2017. 09. 15	2017. 09. 15	2017. 09. 15
2	600625-1*****	이태영	2017. 09. 01	2017. 09. 01	미가입	미가입
3	610619-1*****	차영현	2018. 04. 01	2018. 04. 01	2018. 04. 01	2018. 04. 01
4	661211-2*****	송준환	2017. 09. 01	2017. 09. 01	미가입	미가입
5	771109-1*****	황유정	2018. 07. 01	2018. 07. 01	2018. 07. 01	2018. 07. 01
6	790312-1*****	김정훈	2018. 02. 19	2018. 02. 19	2018. 02. 19	2018. 02. 19
7	790328-1*****	주수원	2017. 09. 01	2017. 09. 01	2017. 09. 01	2017. 09. 01
8	879022-2*****	배보연	2017. 09. 01	2017. 09. 01	2017. 09. 01	2017. 09. 01
9	950415-1*****	최성기	2018. 07. 01	2018. 07. 01	2018. 07. 01	2018. 07. 01

1. 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단·국민건강보험공단·근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계하여 제공되는 것이며, 발급사실 여부는 발급일로부터 90일까지 4대 사회보험 포털사이트(www.4insure.or.kr)에 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.

- 공동연구기관 ((주)에스앤위즈):

- 디스크(Disc) 해석을 통한 구조(강도)적 / 열적 건전성 검증
 - 유한요소 모델링
 - 접촉압력/제동력에 대한 구조강도 해석
 - 정규 모드 해석
 - 마찰열 발생기구 분석 및 열전도 해석
 - 열적/기계적 특성에 따른 열응력 해석
 - 디스크(Disc)의 재료적/가공 특성에 따른 구조 강성/강도 및 열해석 평가
 - 인자별 특성 분석 및 최적 사양 도출

- 공동연구기관 ((주)펠릭스테크):

- 1차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 Set-up 및 최적 단조 공정기술 확보
 - 소재의 단조 성형 특성 조사 분석
 - 열간 단조 성형성 및 열처리 조건 설정을 위한 기초 시험 실시
 - 열간 단조 성형성 파악을 위한 온도별 테스트 진행
 - 단조 전 용체화 가열조건에 따른 단조 성형성 평가
 - 열처리 조건별 단조소재에 대한 물성 및 건전성 평가
 - 단조 성형 적정 부하량 도출
 - 소재에 대한 예비 단조 시험
- 1차 시제 제작을 통한 제동디스크 물성적 요구조건 만족을 위한 열처리(Q/T)공법 안정화
 - 한국기계재료연구소와의 선행연구 과정에서 최적의 조건을 찾기 위해 실험실에서 선정한 최적조건을 실제 열처리공정에서 실현하기 위해 전문업체에서 3번의 열처리 공정을 진행하여 3번의 시편을 테스트한 결과를 통하여 최적의 조건을 선정.

- 철도안전법에 의한 국가기준(형식승인/제작자승인) 획득
 - 철도안전법 획득을 위한 컨설팅 계약 체결 : 2019. 07. 19.

C-1-① 형식승인

- 철도안전법 컨설팅 계약서 (주요부분)

형식승인·제작자승인 컨설팅 계약서

㈜카템(이하 "갑"이라 한다)과 글로벌스타테크놀로지코리아(주)(이하 "을"이라 한다)는 고속철도차량용 제동디스크의 형식승인 및 제작자승인 컨설팅에 대한 계약(이하 "이 계약"이라 한다)을 다음과 같이 체결한다.

제1조 (목적) "이 계약"은 "갑"의 철도안전법에 따른 형식승인 및 제작자승인 업무에 대한 "을"의 기술컨설팅 용역 수행에 있어 "갑"과 "을"이 상호 이행하여야 할 제반사항을 규정하고 상호신의를 따라 계약내용이 성실히 이행될 수 있도록 하는데 목적이 있다.

제2조 (계약기간) "이 계약"의 계약기간은 계약체결일로부터 2020년 5월 31일로 한다.

제3조 (계약의 변경) "갑"과 "을"이 계약내용의 일부 또는 전부를 변경하고자 할 경우에는 양 당사자간의 별도 서면합의로 계약조건의 일부 또는 전부를 변경할 수 있다.

제4조 (업무수행) "을"은 컨설팅을 수행함에 있어 제안서 (Offer No. 103126 v3) 에 의거하여 전문인력을 해당업무에 투입하여, "갑"의 승인신청과 승인검사준비 및 대응가이드에 책임을 다하며 "갑"이 최종적으로 "형식승인"과 "제작자승인"을 득 할 수 있도록 업무를 수행한다.

제5조 (용역비용) 용역비는 일금 육천삼백육십만원(6,360만원/부가세별도)으로 한다. [승인관련비용 등을 포함한 제반 모든 비용 별도]

- 1) 2019년 8월 15일 이후에 계약금 지불 시, 용역비는 7,000만원(부가세별도)으로 하며, 2차, 3차 청구 시 420만원 씩 추가 지불한다.
- 2) 신청 후 1년(365일) 이 경과하여 승인업무가 종료된 경우, "갑"은 "을"에게 추가로 800만원(부가세별도)을 지급한다.

제6조 (용역비용 지불조건) ①"갑"은 용역비용을 아래와 같이 "을"에게 청구서 발행 후 14일 이내 현금 지급한다(부가세별도).

- | | |
|-------------------------------|-------------|
| 1. 계약금은 계약 즉시: | 33,600,000원 |
| 2. 형식승인 신청 시 혹은 2020년 1월 31일: | 18,000,000원 |
| 3. 제작자승인 검사확인서 발행 시: | 12,000,000원 |
| 5조 1항, 2항에 따른 추가금액 발생 시: | 청구에 따라 지불 |

제7조 (자료제공) "갑"은 형식승인 및 제작자승인에 필요한 정보 및 자료를 "을"과 공유하여야 한다.

제8조 (업무추진) "갑"은 "이 계약" 수행을 위해 전문인력을 지정하여 승인을 위한 도면, 데이터, 결자서, 보고서, 시스템 수립, 실행 등을 통한 업무자료 기반의 검사대응을 수행하여야 한다.

제9조 (계약의 해제 또는 해지)

①계약 당사자 중 일방에게 다음 각 호의 어느 하나가 발생한 경우에는 상대방에 대하여 계약기간에 관계없이 서면으로 계약을 해제하거나 해지할 수 있다.

- 1) "이 계약"의 내용을 위반한 경우
 - 2) "이 계약"의 의무 또는 준수사항을 현저히 태만하거나 지연하여 상대방의 업무에 지장을 초래한 경우
 - 3) 일방의 고의 또는 과실로 인하여 상대방에게 손해가 발생한 경우
- ②"갑"은 국토교통부에 형식승인 신청 완료 후, "갑"의 사정으로 계약이 중도 해지된 경우나 업무가 중단된 경우 (국토교통부 신청 취소/포기 포함) 에는 "갑"은 "이 계약"에서 규정한 비용 전액을 "을"에게 지급한다.

제10조 (손해배상)

- ①"이 계약"이 "을"의 귀책사유로 인하여 해제 또는 해지 되는 경우, "을"은 그로 인한 "갑"의 손해를 배상하여야 한다.
- ②"을"이 "이 계약"의 이행과 관련하여 제3자에게 손해를 가하여 제3자가 "갑"을 상대로 손해배상청구 등 기타 소송을 제기한 경우, "을"은 자신의 비용과 책임으로 이를 변호하여야 하나, "이 계약"으로 인한 "을"의 손해배상액은 어떠한 경우라도 본 용역비용을 상한액으로 한다.

제11조 (지적재산권)

- ①"갑"이 "이 계약"의 이행에 필요한 자료를 "을"에게 제공한 경우, "을"은 제공받은 자료를 "이 계약"의 이행 외에 다른 목적으로 사용할 수 없다.
- ②"을"이 "이 계약"의 이행과 관련하여 제3자가 지적재산권 침해를 이유로 "갑"을 상대로 소송을 제기한 경우 "을"은 자신의 비용부담으로 이를 변호하여야 하며, "갑"이 입은 손해 및 비용 전액을 배상하여야 한다.

제12조 (계약양도 등 금지) "갑"과 "을"은 상대방에 대하여 가지는 "이 계약"상의 권리 및 의무의 일부 또는 전부를 제3자에게 양도할 수 없다.

제13조 (비밀유지 의무)

- ①"갑"과 "을"은 "이 계약"의 이행과정에서 취득한 기밀사항을 제3자에게 누설하여서는 아니 된다.
- ②"이 계약"에서 제공되는 자료에 관하여 "갑"과 "을"은 타 업체에 어떤 형태로든 정보를 제공할 수 없으며, 만약 정보누출로 인한 피해 발생 시 "을"은 모든 법적, 금전적 책임을 배상한다.

제14조 (신의성실 의무) "갑"과 "을"은 신의와 성실로서 "이 계약"을 준수하여야 한다.

제15조 (계약서의 해석) "이 계약"의 각 조항 해석에 이의가 있을 때에는 "갑"과 "을"의 합의에 의하여 결정하되, 합의에 이르지 못할 때에는 일관 관례에 따른다.

"이 계약"의 체결을 증명하기 위하여 계약서 2부를 작성하고 "갑"과 "을"이 기명날인하여 각각 1부씩 보관한다.

2019년 7월 19일

갑: (주)카템

이 태 영 대표

을: 글로벌스타테크놀로지코리아(주)

이 환 태 대표

C-1-① 형식승인

(주)카템 공문 KT102.19029호

형식승인 신청서

(주) 카 템 (K A T E M)

주) 51365 경남 창원시 의창구 창원대로 18번길 22 벤처동 206호(말뚝동, 경남테크노파크)
 전 화 (055) 287-8546 팩 스 (055) 252-8547 작 성 자 : 남기홍주임

문서번호 : KT102.19029 호
 시행일자 : 2019. 12. 27.
 수 신 : 국토교통부 장관
 참 조 : 김건호 주무관

제 목 : 철도용품 형식승인 신청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 당사에서 제작중인 철도차량에 사용하는 제동디스크를 철도용품
 형식승인 대상품목으로 지정되어 형식승인을 신청합니다.

첨부문서 1. 철도용품 형식승인 신청서 1부
 2. 형식승인 신청관련 서류 1부

- 끝, -

(주) 카 템 대표이사 이태영

철도용품 형식승인신청서

■ 철도안전법 시행규칙 [별지 제3호서식] (개정 2019. 3. 19)

접수번호	접수일	처리기간
회사명	(주)카템	법인등록번호
대표자	이태영	194211-0275009
신청인	주 소	생년월일
	창원시 의창구 창원대로 18번길 22 벤처동 206호	1960. 08. 28
	(회사 소재지) (말뚝동, 경남테크노파크)	
용품 종류	철도 차량 용품	용품 형식
신청대상	설계자 설립 또는 명칭	제동디스크
	(주)카템	설계자 주소
		상동

「철도안전법」 제27조제1항 및 같은 법 시행규칙 제60조제1항에 따라 철도용품 형식승인을 신청합니다.

2019년 12월 27일

신청인 **이태영** (서인) (인)

국토교통부장관 귀하

첨부서류	1. 법 제27조제2항에 따른 철도용품의 기술기준(이하 "철도용품기술기준"이라 한다)에 대한 적합성 입증계획서 및 입증서 2. 철도용품의 설계도면, 설계명세서 및 설명서 3. 법 제27조제4항에서 준용하는 법 제26조제4항에 따른 형식승인신청서의 견제 대상에 해당하는 권 주 그 입증서류 4. 제61조제1항제3호에 따른 품목명세서, 시험 절차서 5. 그 밖에 철도용품기술기준에 적합함을 입증하기 위하여 국토교통부장관이 필요하다고 인정하여 고시하는 서류	주수용
------	---	-----

210mm×297mm(백상지 60g/㎡[제철용품])

○ 제동디스크 2차 시제 10sets 제작

- 조립, 비파괴검사, 도장, 3차원측정, 불균형측정(16g.m)등을 통해 10sets 조립 완료.

신규인력 고용 - 3명

[별첨2]

신규 참여연구원 채용 확인서

□ 과제현황

(단위: 천원)

사 업 명	국토교통기술사업화지원사업		
과 제 명	표면균열 방지 및 내각조를 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	㈜카템	주관연구책임자	이태영
당해연차 협약기간	2019. 1. 1. ~ 2019. 12. 31.		
당해연차 연구개발비	1,381,000		
참여기업	㈜에스엔위즈, ㈜윌릭스테크		

□ 신규 참여연구원 인적사항

성 명	박 명 열	생년월일 (음력인력만 기재)	성년인력 대상 여부	x
과학기술인등록번호	1243 9832			-
소속 및 직위	생산기술팀 연구원			
담당업무 / 전공	국토교통기술사업화지원사업 정품 생산기술/공학계열			
주소 / 연락처	경기도 수원시 생안구 대평로 142 대원01빌딩 111동 103호/010-4858-8377			
참여기간	2019.02.26. ~ 2021.12.31.	참 여 율	100%	

상기인은 국토교통부에서 시행하는 2019년도 국토교통연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2019. 04. 05.

기관명 :

㈜ 카 템 (인)

대표자 :

이 태 영 (인)

주관연구책임자 :

이 태 영 (인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

첨부 : 고용계약서(정년인력 고용의 경우 생년월일 정보 추가 또는 확인 가능 서류 추가) 사본 1부.

신규 참여연구원 채용 확인서

□ 과제현황

(단위: 천원)

사 업 명	국토교통기술사업화지원사업		
과 제 명	표면균열 방지 및 내각조를 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	㈜카템	주관연구책임자	이태영
당해연차 협약기간	2019. 1. 1. ~ 2019. 12. 31.		
당해연차 연구개발비	1,381,000		
참여기업	㈜에스엔위즈, ㈜윌릭스테크		

□ 신규 참여연구원 인적사항

성 명	남 기 용	생년월일 (음력인력만 기재)	성년인력 대상 여부	O
과학기술인등록번호	1174 6763			860125
소속 및 직위	연구개발팀 / 연구원			
담당업무 / 전공	국토교통기술사업화 지원사업 설계 / 메카트로닉스(제어계측) 공학			
주소 / 연락처	충천시 마산화령구 양덕동 17길 22 경남아파트 2동 106호 /010-3027-3033			
참여기간	2019. 07.01. ~ 2021.12.31	참 여 율	100%	

상기인은 국토교통부에서 시행하는 2019년도 국토교통연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2019. 06. 28.

기관명 :

㈜ 카 템 (인)

대표자 :

이 태 영 (인)

주관연구책임자 :

이 태 영 (인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

첨부 : 고용계약서(정년인력 고용의 경우 생년월일 정보 추가 또는 확인 가능 서류 추가) 사본 1부.

출력일시: 2020.01.09 09:10

신규 참여연구원 채용 확인서

□ 과제현황

(단위: 천원)

사 업 명	국토교통기술사업화지원사업		
과 제 명	표면균열 방지 및 내각조를 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	㈜카템	주관연구책임자	이태영
당해연차 협약기간	2019. 1. 1. ~ 2019. 12. 31.		
당해연차 연구개발비	1,674,000		
참여기업	㈜에스엔위즈, ㈜윌릭스테크		

□ 신규 참여연구원 인적사항

성 명	김 용 신	생년월일 (음력인력만 기재)	성년인력 대상 여부	X
과학기술인등록번호	1157 5331			1978.01.20
소속 및 직위	연구개발팀 /특임연구원			
담당업무 / 전공	국토교통기술사업화지원사업 제품개발 및 인증/ 기계공학			
주소 / 연락처	부산시 금정구 금강로 503, 606동 202호(구서동, 구서롯데캐슬골드)			
참여기간	2019.10.21. ~ 2021.12.31	참 여 율	100%	

상기인은 국토교통부에서 시행하는 2019년도 국토교통연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2019. 10. 21.

기관명 :

㈜ 카 템 (인)

대표자 :

이 태 영 (인)

주관연구책임자 :

이 태 영 (인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

첨부 : 고용계약서(정년인력 고용의 경우 생년월일 정보 추가 또는 확인 가능 서류 추가) 사본 1부.

4대 사회보험
사업장 가입자 명부

발급번호	20200109623661	발급일시	2020-01-09 09:10	사업장 관리번호	66981008460
구분	국민연금	건강보험	산재보험	고용보험	
사업자등록번호	669-81-00846	669-81-00846	669-81-00846	669-81-00846	
사업장 명칭	(주)카템	(주)카템	(주)카템	(주)카템	

■ 가입 내역(발급일자 현재기준)

1 / 2

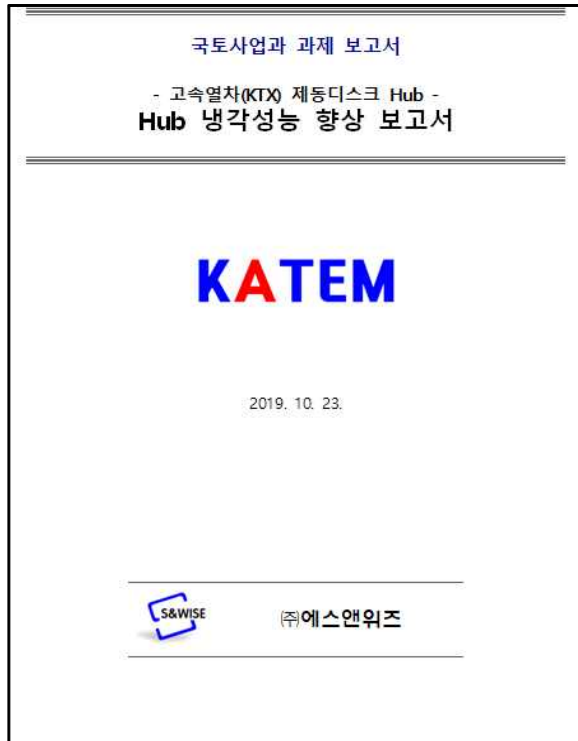
연번	주민(외국인)등록번호	성명	자격취득일			
			국민연금	건강보험	산재보험	고용보험
1	550625-1*****	백승환	2017.09.15	2017.09.15	2017.09.15	2017.09.15
2	580217-1*****	박영열	2019.02.26	2019.02.26	2019.02.26	2019.02.26
3	600828-1*****	이태영	2017.09.01	2017.09.01	미가입	미가입
4	610619-1*****	차영현	2018.04.01	2018.04.01	2018.04.01	2018.04.01
5	661211-2*****	송정은	2017.09.01	2017.09.01	미가입	미가입
6	780120-1*****	김윤신	2019.10.21	2019.10.21	2019.10.21	2019.10.21
7	860125-1*****	남기용	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01
8	870522-2*****	네보연	2017.09.01	2017.09.01	2017.09.01	2017.09.01
9	950415-1*****	최성기	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01

D- 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템에 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단에서 가입자 정보를 실시간 연계하여 제공하는 것이며, 발급사실 여부는 발급일로부터 90일까지 4대사회보험 포털사이트(www.4insure.or.kr)의 [발급사실확인] 메뉴에서 확인 가능합니다.
영입일 정보연계서비스, 4대 사회보험에 함께 합니다.

- 공동연구기관 ((주)에스앤위즈):

- 허브 해석을 통한 구조강도 및 냉각효율 향상을 위한 구조적 건전성 검증
 - 유한요소 모델링
 - 제동 하중에 따른 구조 강도 해석
 - 체결 조건에 따른 강도/제동력 평가 해석
 - 정규 모드 해석

B-1-① 기존허브 강도 및 모드해석 - 보고서



1. 연구개발의 필요성

이 보고서는 (주)카템이 국토교통과학기술진흥원의 지원을 받아 수행하고 있는 "표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크 (Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화"의 해석에 관한 내용을 제시하고 있으며, 궁극적으로 KTX 디스크 브레이크와 관련된 설계 기술, 국내 수급이 용이하고 제동환경에 적합한 내열강 소재의 선정, 생산 및 제작, 품질관리 및 신뢰성 평가 등의 독자적인 기술 구축을 목적으로 하고 있다.



그림 1 - KTX-산천 고속차량

고속철도는 통상적으로 시속 250km 이상의 고속으로 주행하는 철도를 말하며, 2004년 4월에 건국 이래 최대의 국책사업이라 불리는 KTX 고속철도가 개통됨에 따라 우리나라는 시속 300km대의 초고속철도 시대에 들어서게 되었다.

그림 1은 2009년부터 한국철도공사(KORAIL)에서 운행하고 있는 KTX-I 차량의

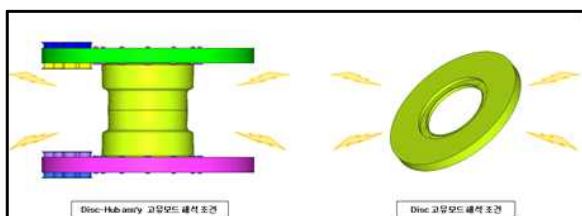
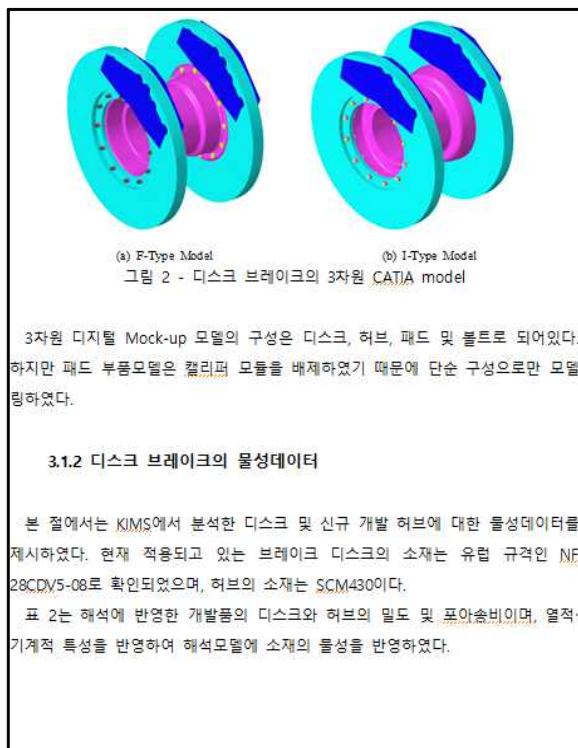
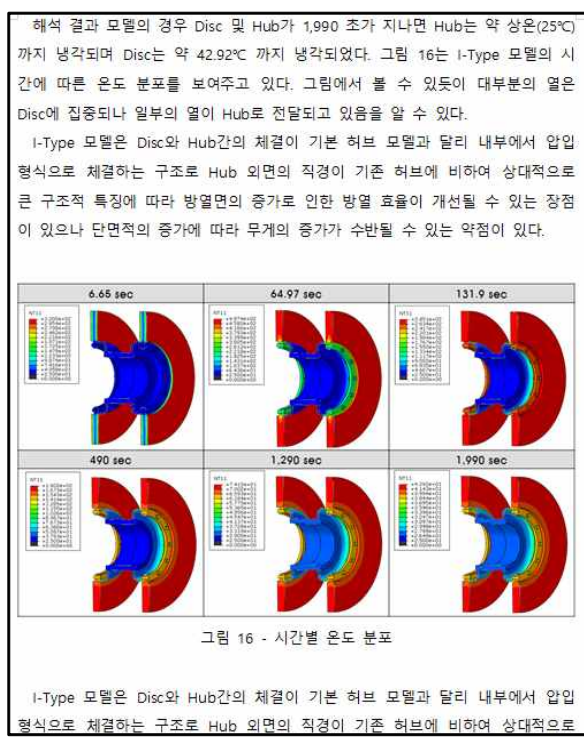
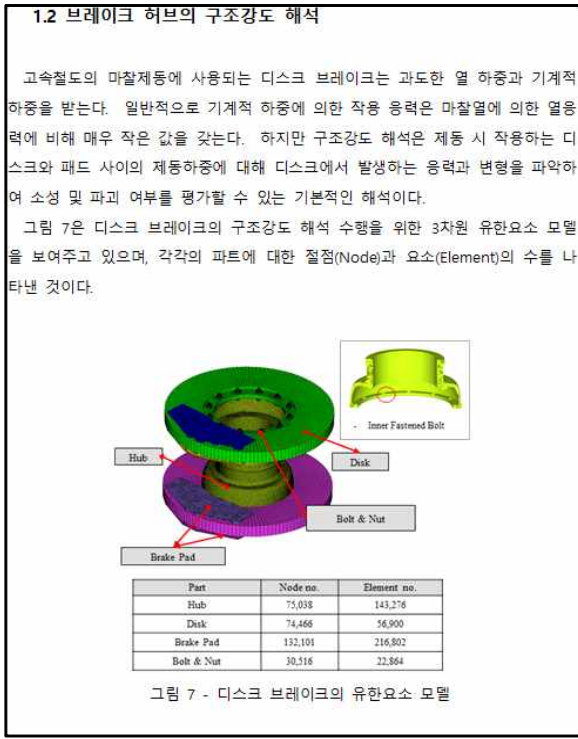
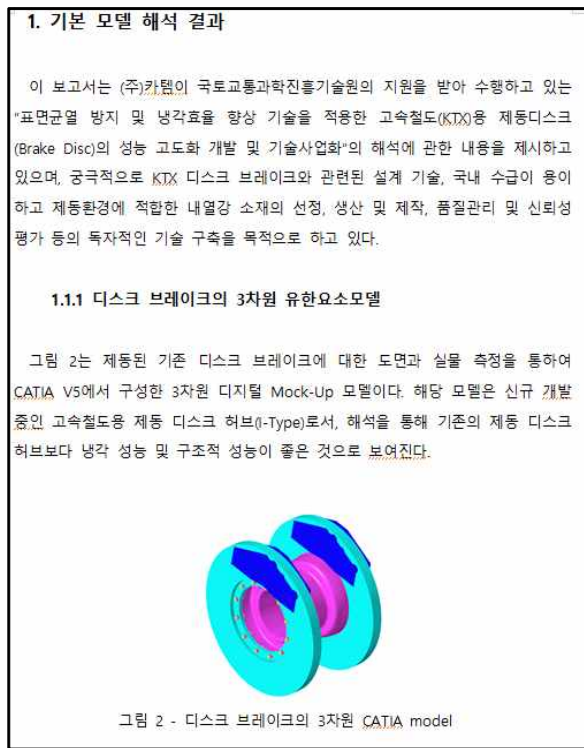
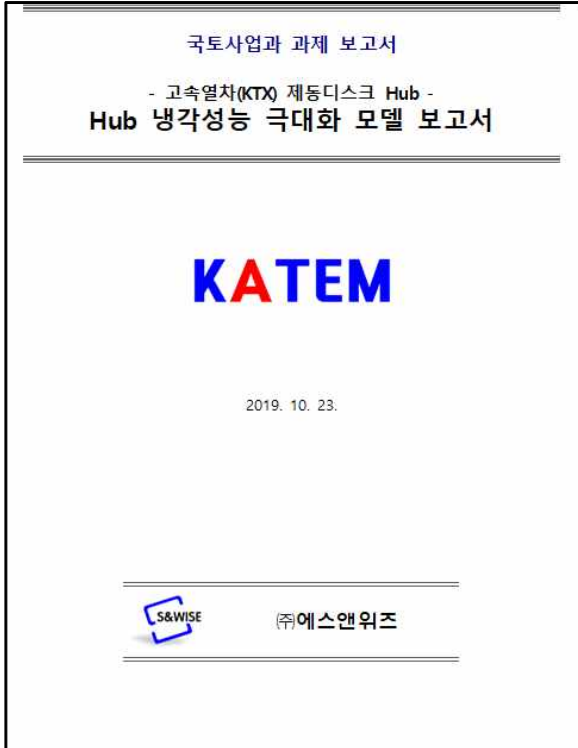


그림 11 - 고유모드 해석 조건

표 3은 6차 모드(mode)까지의 주파수 및 상당 회전속도를 나타내었고, 그림 12은 각 모드별 회전속도를 기준 회전속도와 비교한 결과이다.

표 3 - 디스크의 고유주파수 및 상당 회전속도

모드	Disc & 허브 조립체		디스크	
	고유주파수 [Hz]	상당 회전속도 [rpm]	고유주파수 [Hz]	상당 회전속도 [rpm]
모드 1	285.73	17,143.8	470.77	28,246
모드 2	293.77	17,626.2	470.77	28,246
모드 3	418.95	25,137	1011.1	60,666
모드 4	581.43	34,885.8	252.2	75,132
모드 5	581.43	34,885.8	1252.2	75,132
모드 6	592.42	35,545.2	1614.5	96,870



- 공동연구기관 ((주)펠릭스테크):

- 2차 시제 제작을 통한 단조(링 압연)공정 기술 완성
 - 1차년도 시제품 제작 문제점 파악 및 수정
 - 소재를 사용한 제동디스크 단조 Ring Rolling 성형 전 열처리 조건 확립
 - 소재를 사용한 제동디스크 Ring Rolling 기본 성형 조건 확립
 - Ring Rolling 열간 단조 내·외부 결함 방지를 위한 최적 조건 설계
- 2차 시제 제작을 통한 허브 물성적 요구조건 만족을 위한 열처리(Q/T)공법 완성
 - 디스크 제품의 기계적 물성치 만족을 위한 열처리 온도 조건 및 냉각 방법 확립

<3차년도_2020>

- 주관연구기관 ((주)카템):

○ 제동성능시험 완료 (시험기관 : 한국철도기술연구원(KRRI))

- 시험신청 (2019.07.31.) 및 접수 완료 (2019.10.28.)
- 시험일자 : 2020.03.19. ~ 2020.04.27.
- 시험기준 : 수요기업인 한국철도공사(Korail)의 철도용품 규격(KRCS B 349 04 제동디스크)
- 시험항목 : 총 3개 항목 (제동성능, 내구성, 마찰계수 시험)
- 시험결과 : 철도용품 규격(KRCS B 349 제동디스크) 전 항목(3개) 만족
- 성적서 발급일자 : 2020. 05. 15. 성적서 번호 : R20-0043-(1)

B-5-①-1 제동성능시험종료 및 현차시험종료 - 제동성능시험결과보고서

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>문서번호 :</td><td>KT101.0001.0</td></tr> <tr><td>개정이력 :</td><td>00</td></tr> <tr><td>발행일 :</td><td>2020.07.01</td></tr> <tr><td>쪽번호 :</td><td>1 / 15</td></tr> </table>	문서번호 :	KT101.0001.0	개정이력 :	00	발행일 :	2020.07.01	쪽번호 :	1 / 15								
문서번호 :	KT101.0001.0																	
개정이력 :	00																	
발행일 :	2020.07.01																	
쪽번호 :	1 / 15																	
고속철도(KTX)용 제동디스크 제동성능시험 결과보고서																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">승인</td> <td style="width: 25%;">2020.07.01</td> <td style="width: 25%;">이태영</td> <td style="width: 25%; text-align: center;"><i>이태영</i></td> </tr> <tr> <td>검토</td> <td>2020.07.01</td> <td>김윤신</td> <td style="text-align: center;"><i>김윤신</i></td> </tr> <tr> <td>작성</td> <td>2020.07.01</td> <td>남기웅</td> <td style="text-align: center;"><i>남기웅</i></td> </tr> <tr> <td></td> <td>일자</td> <td>이름</td> <td>서명</td> </tr> </table>			승인	2020.07.01	이태영	<i>이태영</i>	검토	2020.07.01	김윤신	<i>김윤신</i>	작성	2020.07.01	남기웅	<i>남기웅</i>		일자	이름	서명
승인	2020.07.01	이태영	<i>이태영</i>															
검토	2020.07.01	김윤신	<i>김윤신</i>															
작성	2020.07.01	남기웅	<i>남기웅</i>															
	일자	이름	서명															

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>문서번호 :</td><td>KT101.0001.0</td></tr> <tr><td>개정이력 :</td><td>00</td></tr> <tr><td>발행일 :</td><td>2020.07.01</td></tr> <tr><td>쪽번호 :</td><td>4 / 15</td></tr> </table>	문서번호 :	KT101.0001.0	개정이력 :	00	발행일 :	2020.07.01	쪽번호 :	4 / 15
문서번호 :	KT101.0001.0									
개정이력 :	00									
발행일 :	2020.07.01									
쪽번호 :	4 / 15									
1. 개요 본 문서는 한국철도공사(KORAIL)가 수요적인 고속철도(KTX)용 제동디스크 제동성능시험 결과 보고서 시험결과 및 결과를 기술하는데 그 목적이 있다. 본시험은 국토교통부 2018년도 국토교통기술사업화지원 사업(사업명)의 '300km/h급 고속철도(KTX)용 근원방지 제동디스크 사업화(과제명)' 과제수행의 일환으로 수행되며, 시험결과는 개발국산품 브레이크 디스크의 성능 입증용으로 활용될 것이다. 여기에 추가하여 본 시험은 시험의 주체인 제동디스크 개발업체가 시험장비를 보유하고 있지 않은 관계로 한국철도기술연구원(KRRI)의 시험 장비와 인력을 이용하여 수행되었다. 2. 관련규격 1) 고속철도(KTX)용 제동디스크의 성능 시험 절차서(TP201901) 2) 철도용품공사규격 : KRCS B349 03 KTX용 브레이크 디스크 3) 철도용품공사규격 : KRCS B304 05 KTX용 디스크 제동 소결재 패드 4) 한국철도공사 도면 : 디스크 프릴체(도면 : 4423-10050) 5) 한국철도공사 도면 : 소결재 패드(Cofren 사 유엔패드) 6) Technical Specification Brake Double Disc : K611-13ZE19930-E1300-RC+T-101 3. 시험시편 형상 1) 브레이크 디스크(시험대상) : 형상 및 치수는 한국철도공사도면 4423-10050에 의한다. 2) 브레이크패드(시험대상물의 상대제물) : 형상 및 치수는 한국철도공사도면 Cofren 사 유엔패드 도면에 의한다. 4. 시험시편 수량 1) 브레이크디스크(4423-10050) 1개 2) 브레이크패드(Cofren 사 유엔패드) 4조										

5. 시험항목 시험은 항목은 다음과 같다. 1) 성능시험 2) 내구성 및 마모량 시험 3) 마찰계수시험 6. 시험장비 본 시험에 이용한 시험장비는 한국철도기술연구원의 고속 제동성능 시험기이다. (그림 1. 참고) 1) Motor Max RPM : 3000 (AC Motor) 2) Motor Speed Max : 503km/h 3) Motor Nominal Torque : 6,014N.m @ 1000rpm 4) Max Brake Torque : 35,000N.m 5) Inertia - Mechanical inertia : Min. 200 kg.m ~ Max. 2,400 kg.m - Fixed inertia 200kgm² : D1.2m X T125mm  그림 1. 한국철도기술연구원 고속 제동성능 시험기	7. 시험 결과 시험 일시 : 2020.03.19 ~ 2020.04.27 시험 방법 : 현차시험 시험결과서 (TP201901) 한국철도공사 철도용품공사규격 KTX 브레이크 디스크(KRCS B349 03) 한국철도공사 철도용품공사규격 KTX용 디스크 제동 소결재 패드(KRCS B304 05) 7.1 성능시험 아래 표 1은 성능시험 결과들, 그림 2는 성능시험 후 디스크와 패드의 마찰면 상태를 보여주고 있다. 표 1. 성능시험 결과 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 30%;">시험 항목</th> <th style="width: 35%;">시험 기준</th> <th style="width: 35%;">시험 결과</th> </tr> <tr> <td>성능시험</td> <td>시험 후 디스크 마찰면의 열적 변형 및 균열이 없을 것</td> <td>열적 변형 및 균열 없음</td> </tr> </table>   그림 2. 성능시험 후 디스크와 패드의 마찰면 사진	시험 항목	시험 기준	시험 결과	성능시험	시험 후 디스크 마찰면의 열적 변형 및 균열이 없을 것	열적 변형 및 균열 없음
시험 항목	시험 기준	시험 결과					
성능시험	시험 후 디스크 마찰면의 열적 변형 및 균열이 없을 것	열적 변형 및 균열 없음					

B-5-①-2 제동성능시험종료 및 현차시험종료 - 제동성능시험성적서



시험 성적서
(TEST REPORT)

Sheet No. : 1 / 9

발급번호 (Certificate No.)	R20-0043-(1)		
신 청 자 (Client)	(상호)	(주)카빈	
	(주소)	경남 창원시 의창구 창원대로 18번길 22 번지동 206호(활용동, 경남테크노파크)	
	(대표자)	이대영	(TEL) 055-287-0546
제 작 자 (Manufacturer)	(상호)	(주)카빈	
	(주소)	경남 창원시 의창구 창원대로 18번길 22 번지동 206호(활용동, 경남테크노파크)	
접수번호 (Receipt No.)	G19-0150	시험일자 (Date of Test)	2020.03.19.~2020.04.27
시험장소 (Location of Test)	본원 9동 제동성능시험실		
품 명 (Commodity)	고속철도(KTX)용 제동디스크		
시험규격 (Test method used)	- 철도용품 공사규격서 (KPCS B 343 03) 4.2.2 4 가, 5 가, 6 및 부록 1, 2, 3 - 의뢰자 제사규격 (문서번호:TP201901) 7.1 항의 11), 14, 7.2 항의 1), 2), 8, 7.3 항의 9		
시험환경 (Test Environment)	온도 (15.3 ± 5.3) °C, 습도 (36.5 ± 26.5) % R.H.		
시험기록 (Test Record)			
시험 성적서			9 매
시험 그래프			0 매
시험 사진			30 매
			총 9 매
시험결과 (Test Results)	상기 시험품의 항목별 상세 시험결과는 별지 시험성적서와 같음.		
용 도 (Uses)	한국철도공사 제출품		

비 고 (Note) : 1. 이 시험결과는 신청자가 제시한 시료 및 시료명에만 한정됩니다.

(The results shown in the test report refer only to the sample(s) tested unless otherwise stated.)

2. 시험성적서 진위여부는 성적서 하단 QR 또는 G4B (www.g4b.go.kr) 진위확인코드를 활용하여 확인
(The authenticity of test reports can be proved by the QR code or G4B code)

실무자 : 해웅 기술책임자 : 정종덕

발급일자 (Certification Date) : 2020년 05월 15일

(Certified by)

한국철도기술연구원장
President of Korea Railroad Research Corporation



우)16106 경기도 의왕시 철도박물관로 176 (176, Cheoldobangmulgwan-ro, Uiwang-si, Gyeonggi-do, 16105 KOREA)
TEL : +82-31-460-5630, FAX : +82-31-460-5509

KRRI-QP-15-04(00)



G4B(www.g4b.go.kr)진위확인코드 : v6fW7KvEAcU=



○ 현차시험 종료 및 시험결과 분석

- 1차 시험착수 : 2019. 12. 25.발차 (KTX22호 08, 09번 대차)
- 1차 시험탈거 : 2020. 01. 09. (부분 부품간섭으로 인한 탈거)
- 2차 시험착수 : 2020. 06. 30.발차 (KTX01호 04, 10번 대차)
- 현차시험 점검일자: 2020. 07. 14. ~ 2021. 09월 (약 14개월)
- 특이사항 :
 - 1) KTX01-10번 대차 교체주기로 2020. 09. 21.대차 탈거
 - 2) KTX01-10번 대차 → KTX02-18번 대차로 변경 후 발차(2020. 11. 19.)

KTX용 제동디스크 모델 비교



■ 현차시험 완료 후 정량화된 테스트 결과, 균열방지 정도 및 효율향상 정도 분석

- 1) 객차 브레이크 디스크 개발품[쐬카템] 및 비교품[페블레] 현차 시험기간(653,589 ~ 690,305km) 동안 이례사항 발생 없음.
- 2) 개발품[쐬카템]과 수입품[페블레] 비교 시 디스크 표면의 스크래치, 균열등의 대비 특이사항 없음. 단, 현미경 검사결과를 참조사항으로 개발품과 수입품의 내균열성에 차이가 있는 것으로 확인되며 그 정도는 개발품이 수입품에 비해 약 30%정도의 hair crack 불생이 적은 것으로 확인 됨
- 3) 개발품[쐬카템] 및 수입품[페블레] 모두 취부볼트 상태(이완 및 절손)가 양호 하였음.
- 4) 개발품[쐬카템] 및 수입품[페블레] 모두 허브이완 및 회전, 패드와 간섭 없음.
- 5) 수입품[페블레] 대비 개발품[쐬카템] 디스크 두께 최종 측정결과가 -0.048mm 로 개발 품이 수입품에 비해 마모면에서 우수하다고 판단됨.

B-5-①-3, 4 제동성능시험종료 및 현차시험종료 - 2차 현차시험 시행보고



수도권철도차량정비단

수도권철도차량정비단

수신자 수신자참조
(경유)

제목 KTX 객차 제동디스크(국가 R&D) 현차시험 시행 보고(알림)

1. 고속차량차-4160(2019.11.12.)호 및 경정비기계부-1655(2020.07.02.)호 관련입니다.
2. KTX 객차 제동디스크 기술사업화 과제(국가 R&D) 관련 시험조사 시행을 아래와 같이 보고드립니다.

가. 관리번호 : 19-INV-ME-280

나. 설치위치 : KTX-01호 B04A/B, B10A/B(4조, 8개)

편성	위수	차축번호	비고
KTX-01	B04A	CL225 G100	개발품(카템)
	B04B	CL225 G099	비교품(페블레)
	B10A	CL225 G101	개발품(카템)
	B10B	CL225 G098	비교품(페블레)

다. 기간 : 2022년 9월까지(설치 후 14개월)

라. 협조사할 : 미래차량 발생 시 수도권 신뢰성관리부 또는 경정비 기계부 통보

붙임 : KTX 객차 제동디스크 현차시험 시행보고 1부. 끝.

수도권철도차량정비단장

수신자 차량기술담당(고속차량정비), 부산철도차량정비담당

발신자 서울본부 차장 최철수 (02-3111-8223) / 이만우 (02-3111-8223)

참조자

시행 : 신뢰성관리부-1670 (2020.07.05.) 접수 : 고속차량차-9551 (2020.9.21.)
우 : 110409 경기도 고양시 덕양구 향정로 109-1 고양기지 / http://www.korail.com
전화 : 031-810-8409 / 전송 02-361-8223 / iwan@korail.com / 비공개(5)

KTX객차 제동디스크(국가 R&D) 현차시험 시행보고

경정비기계부 (20.06.30)

□ 개요

- KTX용 객차 제동디스크 기술사업화 과제(국가 R&D 개발) 관련하여 시험 대상 조립 및 현차 취부를 통한 현차시험 시행보고
- 신뢰성관리부-0463(2019.11.28)호 「KTX 객차 제동디스크 시험결과 알림 및 시험조사 협조요청」
- 경정비기계부-0240(2019.12.26)호 「KTX객차 제동디스크(국가 R&D) 현차시험 시행 알림」
- 경정비기계부-0320(2020.1.10)호 「KTX객차 제동디스크(국가 R&D) 현차시험 이력사항 송부」
- 개발품 제동디스크와 허브 간 간섭 발생으로 현차 취거(20.01.09.)

□ 현차시험 (재시험)

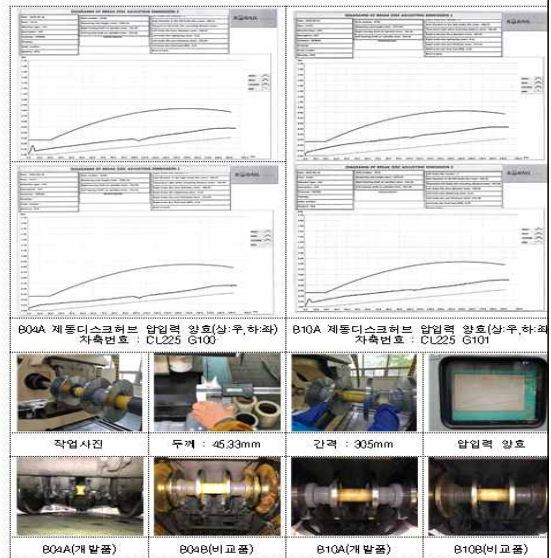
- (대상) KTX-01호 B04A/B, B10A/B
- (수량) KTX 객차제동디스크 4조(8개)
- (기간) 취부 후 14개월
- (관리번호) 19-INV-ME-280
- (조립결과) 조립상태 양호
- 제동디스크허브 압입 : 양호(압입력 범위내 위치 : 36~63Ton)
- 제동디스크허브 간격측정 : 양호(305±0.5mm)
- (취부결과) 현차 취부 중 특이사항 없음

편성	위수	차축번호	구분	20.06.30. 기준 비고
KTX-01	B04A	CL225 G100	개발품(카템)	
	B04B	CL225 G099	비교품(페블레)	
	B10A	CL225 G101	개발품(카템)	
	B10B	CL225 G098	비교품(페블레)	

□ 향후계획

- 제동디스크 제작사(카템) 합동모니터링 시행(월 1회 / SWT집수 시)
- 디스크 표면상태, 디스크 마모량(두께), 디스크 취부볼트 상태

□ 관련사진



B-5-①-5 제동성능시험종료 및 현차시험종료 - 2차 현차시험 착수 보고서

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	문서번호 :	KT101.0002.0
		개정여력 :	00
		발행일 :	2020.07.08
		쪽 번호 :	1 / 20

고속철도(KTX)용 제동디스크 현차 시험 착수 보고서

승인	2020.07.08	이태형	이태형
검토	2020.07.08	김승진	김승진
작성	2020.07.08	남기웅	남기웅
	일자	이름	서명

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	문서번호 :	KT101.0002.0
		개정여력 :	00
		발행일 :	2020.07.08
		쪽 번호 :	4 / 20

1. 개요

본 문서는 한국철도공사(KORAIL)가 수요자인 고속철도(KTX)용 제동디스크 현차시험 착수 보고서로 시험방법 및 결과분석을 기술하는데 목적이 있다. 본 시험은 국토교통부 2018년도 국토교통기술사업화지원 사업(사업명)의 "300km/h 급 고속철도(KTX)용 고효율방지 제동디스크 사업화"(과제명) 과제수행의 일환으로 수행되며, 분석결과를 국산화 개발을 KTX 고속철도용 제동디스크의 실용시험 과정임

2. 참고 규격

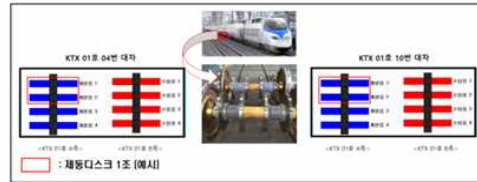
- 한국철도공사 (KORAIL) 철도용품 중사규격서 (KTX 브레이크 디스크) : KRCS 8349-03

3. 시험 형상

- KTX 고속철도용 제동디스크(시험대상) : 형상 및 치수는 카템 자체 국산화 개발 모델
- 한국철도공사 도면 : 디스크 조립제(도면 : 4423-10050) (14점부 참고)

4. 시험 수량

- KTX 01호 고속철도용 국산화 개발용 제동 디스크 4, 10번 대차 A축 총 4조
- KTX 01호 고속철도용 비교 수입품 제동 디스크 4, 10번 대차 B축 총 4조



〈그림 1. KTX 01호 제동디스크 장착 위치〉

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	문서번호 :	KT101.0002.0
		개정여력 :	00
		발행일 :	2020.07.08
		쪽 번호 :	5 / 20

5. 시험 항목

- 1) 국산화 개발품과 비교 수입품의 제동디스크 마모량
- 2) 제동성능
 - 디스크 표면 상태 : 원주 방향 마모 홈, 열처리 의한 균열 및 색상 변화 등
 - 고정볼트 상태 확인 (볼트 풀림 및 육안 검사)
 - 디스크와 패드 간섭 확인
 - 디스크 패드 무게측정
 - 디스크 각 부위 두께 측정

6. 현차 시험

- 1) 1차 현차시험
 - 시험착수일자 : 2019. 12. 25.
 - 대상 : KTX-22호 8번 대차 A축, 9번 대차 A축
 - 수량 : KTX 객차제동디스크 4sets
 - 기간 : 취부 후 14개월, 약 50만 km
 - 국산화 개발용 제동디스크 허브 간섭 발생으로 1차 시제를 탈거 (허브 표면 도장 까짐 및 홈 파임(스크래치) 발생)
 - 탈거일자 : 2020. 01. 09.
 - 주행거리 : 27,201km
 - 원인 : 개발용 허브 무게가 비교품에 비해 무거움
 - 현상 : 허브와 제동패드 여유 공간이 부족한 상태에서, 제동 할리파가 디스크 내측으로 돌출 때 상단 제동패드 백플레이트 모서리 부분이 허브를 공격
- 2) 대책
 - 제동디스크 국산화 개발용 허브 형상 변경/수정 검토 (약 6개월)



〈그림 2. 국산화 개발용 허브 간섭〉

KATEM	국토교통부 기술사업화지원사업	문서번호 :	KT101.0002.0
		개정여력 :	00
		발행일 :	2020.07.08
		쪽 번호 :	6 / 20

2) KTX 고속철도용 제동디스크 국산화 개발 모델



〈그림 3. 국산화 개발용 모델 비교〉

3) 2차 현차시험 (혁음모델 : K TYPE, 개선모델)

- 한국철도공사 수도권청비단 KTX 제동디스크 국산화 개발용 입고 2020. 06. 02.
- 한국철도공사 수도권청비단 KTX 제동디스크 국산화 개발용 착륙 입고 2020. 06. 16
- 시험착수일자 : 2020. 06. 30.
- 대상 : KTX-01호 04번 대차 A축 (NO. 3,4), B축 비교 수입품 (Faiveley(프)사) (운출 차차번호 : 1024809, S/N : CL255 G100) (KTX-01호 10번 대차 A축 (NO. 1,2), B축 비교 수입품 (Faiveley(프)사) (운출 차차번호 : 1024809, S/N : CL255 G101)
- 수량 : KTX 객차제동디스크 4sets
- 기간 : 취부 후 14개월, 약 50만 km
- 현차시험종료 예정일자 : 2021. 08. 29.

개발품 현차 시험 후 1차 디스크 표면상태 점검 (2020.07.14)

- ☐ 디스크 표면상태 (헤어크랙 균열, 열변형) : 양호
- ☐ 고정볼트상태 : 양호
- ☐ 허브 상태 : 양호
- ☐ 디스크와 패드간섭 : 양호

4번 대차 A축



좌



개발품 디스크 1



우



좌



개발품 디스크 2



우



좌



개발품 디스크 3



우



좌



개발품 디스크 4



우

3) 현장심사 : 2020. 10. 08. (최종평가 탈락)

- 1) 신청일자 : 2020. 10. 04.
- 2) 접수번호 : 2020-01-0780
- 3) 신청품목 : 고속철도(KTX)용 브레이크 디스크(Brake disc)
- 4) 대면평가 : 2020. 10. 30.
- 5) 적합확인 : 문서번호 성능인증팀-4732 (2020. 11. 04.)

1-1) 중소벤처기업부 성능인증(EPC) 인증 평가완료

- 1) 신청일자 : 2020. 10. 04.
- 2) 접수번호 : 2020-01-0780
- 3) 신청품목 : 고속철도(KTX)용 브레이크 디스크(Brake disc)
- 4) 대면평가 : 2020. 10. 30.

(신청일자 및 접수번호)

【별지제5호시각】					처리기간 45일	
성능인증신청서						
신청인	업체명 (대표자)		(주)카텔(이태영)		사업자등록번호	609-81-00846
	주 소	경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 22 경남테크노파크 벤처동 206호 (전화 :)				
	제조공장 소재지					경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 22 경남테크노파크 시험생산동 102-106
신청품목 (납품 예상시각)		교육원도(LED)용 브레이크 디스크(Brake disc) (부착형)	규격 또는 호칭		한국철도공사 용품규격 KRCS B 349 (브레이크 디스크)	
공정현황	종업원수	임원:1명, 사무직:2명, 기술직:5명, 기타:0명, 계:8명				
	자본금	200백만원	연간매출액	1,168백만원		
	연구개발비	연간 500백만원	설비자랑화율	30%		
성능담당	직위	대표이사	성명	이태영		
	자격구분	기술사	자격번호	06178090002R		
「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률 시행규칙」제15조제2항 및 같은 법 시행규칙 제11조제1항의 규정에 따라 위와 같이 성능인증을 요청합니다.						
신규						
신청인 : 이태영 (서명 또는 날인)						
중소벤처기업부장관 귀하						
첨부서류			공정심사및성능검사비용			
성능검사 대상 제품의 규격 설명서 (공공기관에 구매할 수 있는 규격 또는 신기술 인증제품 등의 규격 제시)			공정심사비용 : 성능검사비용 : 계 :			

[illegible]

- 조달우수제품인증

- 1) 신청예정일자 : 제5회 2020. 09. 28. ~ 2020. 10. 16
- 2) 접수완료/심사 (신기술인증 획득 후 심사가능)

1. 국가공인인증 (조달우수제품 인증)

1-2) 중소기업부 성능인증(EPC) 인증 평가완료

- 1) 신청일자 : 2020.10.23.
- 2) 신청차수 및 접수번호 : 05회 / 016398
- 3) 신청품목 : 브레이크 디스크(Brake disc)

(우수제품지정신청서)

[별지 제1호의 3서식 (제4조제2항)]

우수제품지정신청서

제 품 명	(한글) 제동디스크	(영문) Brake disc
모델명	KT204.A100.0	
모델명 등록 번호	제부품명번호+식별번호 (010자리)	0522215001
신청분야 (해당란○표)	1. 전기전자 2. 정보통신 3. 기계장치 4. 건설환경 5. 화학설비 6. 사투기기 7. 유기화학 8. 기능재료	
1차 심사 결과 여부 (이전 접수로 대체확정 시 ○표)	결락 ()	
회사명	(한글) (주)KATEM	대표자 (한글) 이태영
	(영문) KATEM Co., Ltd.	(영문) Lee Tae Young
주소	본사 : (충북81895) 경남 창원시 의창구 창원대로 10번길 22 경남테크노파크 벤치동 306호(창동동) 공장 : (충북81895) 경남 창원시 의창구 창원대로 10번길 22 경남테크노파크 시설경관동 102-106호(창동동)	
기업형태 (해당란표시)	중소기업 ○ 중소기업기본법 제2조 제8항에 따른 유예 중소기업 () 중견기업 ()	
제품 특징 (해당란표시)	중소기업자간경쟁제품 ()	
구성상 품목	전도차 및 자동차용 부품	업종 제조업
상시 공급원수	9	가복물 (제한원) 344
생산(제조)현장	1,462	장업년도 2017
사업자 등록번호	669-01-00046	법인번호 194211-0275009
연락처	부서 연구개발팀	연락전화 055-282-8546
	회사 대표이사	FAX번호 055-282-8547
	성명 이태영	e-Mail Ltv5546@naver.com

[우수제품지정신청서 규정] 제4조에 따라 우수제품지정을 신청합니다.

2022년 10월 23일
신청인 : 이태영

조달청장 귀하

주) 신청인은 제품기술의 권리자로서 신청제품의 제조 및 조달제품에 관한 모든 권한을 보유한 자여야 함.
※ 신청 요일이 많은 경우, 필자에 기재도 가능
주) 제품명번호 10자리와 식별번호8자리 중 18자리를 기재한다. (조달청 상품정보시스템
(http://www.gsb.go.kr/001)에서 신청(단양구 : 조달청 상품관리과))

(제품설명서)

[별지 제1호의 5서식(제4조제2항)]

제품설명서

제품명칭	브레이크 디스크	신청모델 (대표모델)	KT204.A100.0
------	----------	----------------	--------------

제품의 일반적 용도 및 기능

1) 제품소개

- 제품명 : 고속철도(KTX)용 제동디스크(brake disc)
- 제품구성 : 디스크(disc)+허브(hub)
- 제품규격 : KACS B 349 (KORAIL 철도용품규격)
- 제품기능 : 상대 물인 패드와의 마찰력에 의해 열차를 서행, 정지하게 하는 기능
- 판매가격 : 5,000,000원
- 제조원가 : 3,500,000원 (수익율 : 약 30%)
- 적용차종 : 국내 KTX 총 61편성 (경부선 46편성, 경관선 15편성)
- 국내수량 : 현재 장착되어 운용 중인 브레이크 디스크 총 3,548개 (약 100.0억)
- 현재 국내에 적용 중인 고속철도를 브레이크 디스크는 단조강, 주조강 등 2종류
이며 이번 조달우수제품인증 대상품은 수량이 가장 많은 KTX용 단조강 디스크임

국내 고속철도 운영현황 및 제동디스크 사용 수량

순	차종	편성 수	제동디스크 수량(개)	단가(천원)	금액(억 원)	비고
1	KTX (경부선)	46편성	46x68 = 3,128	5,000	156.4	단조
2	KTX (경관선)	15편성	15x28 = 420	5,000	21.0	단조
계		61편성	3,548	-	177.4	-
3	KTX-산천(경부선)	24편성	24x42 = 1,008	5,000	50.4	주조
4	KTX-산천(호남선)	22편성	22x42 = 924	5,000	46.2	주조
5	KTX-산천(수서선)	10편성	10x42 = 420	5,000	21.0	주조
계		56편성	56x42 = 2,352	-	117.6	-
합 계			-	-	295.0	-

주) 출처 : 한국철도공사(KORAIL). 단가는 수입가(수정가) 기준임

· KTX : 총 61편성, 제동디스크 총 3,548개로 예비 품 포함 총 180.0억 시장
· KTX-산천 : 총 56편성, 제동디스크 총 2,352개로 예비 품 포함 총 120.0억 시장
· 국내 고속철도용 주, 단 강 제동디스크 전체 시장은 약 300.0억 원으로 추정

그림 1 국내 고속철도 운영현황 및 제동디스크 사용 수량

(조달우수제품인증 접수번호)

출 > 우수제품(업체) > 우수제품 신청조회

우수제품 신청

우수제품 신규지정 +

우수제품 규격추가 +

우수제품 기간연장 +

FAQ

우수제품지정결과 공고

우수제품 신청조회

심사년도	2020	심사차수	전체	진행상태	전체
신청분야	전체	접수번호		업체여부	전체

신규신청 신청결과 검색

[우수제품 접수 목록] [검색건수: 1건] 10 목록고침

순번	심사년도	심사차수	신청분야	접수번호	업체명	제품명	진행상태	보완기한일자
1	2020	05	기계장치	016398	루식회사 가림	브레이크 디스크	합회보완요청	2020-10-30

- 세계일류상품 인증 (신기술인증 획득 후 심사가능)

○ 철도안전법에 의한 국가기준(형식승인/제작자승인) 획득

- 철도안전법 획득을 위한 컬설팅 계약 체결 : 2019. 07. 28.
- 국토교통부(철도운행안전과) 형식승인 신청 : 2019. 12. 27.
- 국토교통부(철도운행안전과) 제작자승인 신청 : 2020. 12. 24.

C-1,2-①-1 형식승인

1) 형식승인 추진현황(시험기관 : 한국철도기술연구원(KRRI))

- 국토교통부(철도운행안전과) 형식승인 신청 일자 : 2019. 12. 27.
- 한국철도기술연구원 형식승인 입증자료 제출요청 공문 접수 : 2020. 01. 07.
- 한국철도기술연구원 1차 형식승인 제출 2020. 03. 09.
- 한국철도기술연구원 형식승인 검사계획서(안) 2020. 03. 20.
- 한국철도기술연구원 1차 형식승인 검사 착수 회의 2020. 03. 26.
(중요내용 : 모든 문서는 일식으로 제출한다.)
- 한국철도기술연구원 2차 형식승인 제출 2020. 07. 01.
- 한국철도기술연구원 2차 형식승인 관련 미팅 2020. 07. 03.
- 한국철도기술연구원 3차 형식승인 제출 2020. 07. 31.
- 한국철도기술연구원 3차 형식승인 관련 미팅 2020. 08. 14.
- 한국철도기술연구원 4차 형식승인 제출 2020. 08. 24.
- 한국철도기술연구원 4차 형식승인 관련 미팅 2020. 08. 28.
- 한국철도기술연구원 5차 형식승인 제출 2020. 10. 13.

2) 국토교통부 신청공문 및 형식승인신청서

(주)카템 공문 KT102.19029호)

(형식승인 신청서)

(주) 카 템 (K A T E M)

우) 51365 경남 창원시 의창구 창원대로 18번길 22 변치동 206호(팔용동, 경남테크노파크)
전 화 (055) 287-8546 팩 스 (055) 252-8547 작 성 자 : 남기용주임

문서번호 : KT102.19029 호
시행일자 : 2019. 12. 27.
수 신 : 국토교통부 장관
참 조 : 김진호 주무관

제 목 : 철도용품 형식승인 신청

1. 귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 당사에서 제작중인 철도차량에 사용하는 제동디스크를 철도용품 형식승인 대상품목으로 지정되어 형식승인을 신청합니다.

첨부문서 1. 철도용품 형식승인 신청서 1부
2. 형식승인 신청관련 서류 1부

- 끝. -

(주) 카 템 대표이사 이태영

철도용품 형식승인신청서

신청번호: [] 접수일: [] 제27조(2) (보통)

회사명: [주]카템 법인등록번호: 194211-0275009

대표자: [] 대의명: [] 생년월일: 1960. 08. 29

주소: 창원시 의창구 창원대로 18번길 22 변치동 206호
(회사 소재지) (팔용동, 경남테크노파크)

종류 종류: 철도 차량 부품 종류 형식: 제동디스크

신청대상: 설계자 성명 또는 명칭: [주]카템 설계자 주소: 상동

『철도안전법』 제27조제1항 및 같은 법 시행규칙 제60조제1항에 따라 철도용품 형식승인을 신청합니다.

2019년 12월 27일

신청인 **이태영** (서인) (인)

국토교통부장관 귀하

1. 법 제27조제2항에 따른 철도용품의 기술기준(이하 "철도용품기술기준"이라 한다)에 대한 시험성
검증계획서 및 입증자료
2. 철도용품의 설계도면, 설계명세서 및 설명서
3. 법 제27조제4항에서 준용하는 법 제26조제4항에 따른 형식승인당시의 면허 대상에 해당하는 경
구 그 입증서류
4. 제41조제1항제3호에 따른 품질관리 시험 결과지
5. 그 밖에 철도용품기술기준에 적합함을 입증하기 위하여 국토교통부장관이 필요하다고 인정하여
고시하는 서류

[인]

210mm×297mm(배당기 80g/㎡(제출용))

C-1,2-①-1 형식승인

5) 한국철도기술연구원(KRRI) 형식승인 검사계획서(안)공문 (PV19-20-A2-4506-01) (2020. 03. 20.)

PRIDE KRRI, 미래교통 신기술 창조와 리더



한국철도기술연구원



수신 (주)카템 대표이사
(경유)

제목 (주)카템 제동디스크 형식승인검사(PV19-20) 계획서(안) 송부

1. 귀 사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 관련근거
가. 철도운행안전과-56(2020.01.07.)
나. 주카템 KT102.20005호(2020.03.09.)
3. 위 관련근거에 의거에 의해 형식승인 요청된 (주)카템 제동디스크(PV19-20)의 형식승인검사 계획서(안)를 붙임과 같이 송부합니다.

붙임 : 1. 형식승인 검사 계획서(안)(PV19-20-A2-4506-01) 1부. 끝.

한국철도기술연구원장



원장	김용석	원장	김영국	선박장	전공 0920 박찬경
----	-----	----	-----	-----	----------------

협조자 원원 송용수

시행 형식승인원-001076 (2020.03.20.) 접수

주 (16106) 경기도 의왕시 철도박물관로 176 / <http://www.krri.re.kr/>

전화번호 031-460-8590 팩스번호 / kimyongseok@krri.re.kr / 관계

C-1,2-①-2 제작자승인

1) 제작자 승인 추진계획

- 2021년 01월 제작자승인 신청준비
- 2021년 02월 재작자승인 신청
- 2021년 03월 품질관리체계적합성검사 입증 및 검사 대응
- 2021년 06월 제작검사 기술컨설팅 및 검사대응
- 2021년 09월 제작자승인 검사 후 대응으로 검사완료

○ 한국제품인정제도 KAS(Korea accreditation system) 인증기관 발행 성적서 획득

- 1) 신청일자 : 2020. 06. 18.
- 2) 검사기관 : (사)한국철도차량엔지니어링 (ROTECO) (국토교통부 철도차량 완성 검사기관)
- 3) 검사기관인 ROTECO 인증서 획득 : 2020. 11. 02. (제품인증서 RTC-2020-001)

한국제품인정제도 KAS (Korea Accreditation System)인증

- 1) 신청일자 : 2020. 06. 18.
- 2) 검사기관 : (사)한국철도차량엔지니어링 (ROTECO)
(국토교통부 철도차량 완성 검사기관)
- 3) 공장심사 및 현장평가 : 2020. 09. 17. ~ 18.
- 4) 제품 평가 성적서 : 2020. 10. 15. 확인(KTR한국화학융합시험연구원_전체양호)
- 5) 검사기관 (사)한국철도차량엔지니어링 (ROTECO) 인증서 획득 : 2020. 11. 02.

(제품 인증 신청서)

제품 인증 신청서 (■ 신규, □ 추가, □ 변경)				
의뢰자	상 호	㈜카템	대 표 자	
	전화번호	055)287-8546	팩 스	
소 재 지	경남 창원시 의창구 창원대로18번길 22, 경남테크노파크 벤처동 206호			
	성명	직위	전화번호	
담당자	김용신	차장	010-9764-5004	
	전자우편(E-mail)			
인증제품	제 품 명	KTX 고속철도용 제동디스크	수 량	
	형식/모델명	단강 더블 디스크 / K-204	제조번호	
	인증스킬	TYPE 3	인증기준	
	추가정보 (표성모양, 변경내용 등)	해당없음		
제 작 자	상 호	㈜카템	대 표 자	
	전화번호	055)287-8546	팩 스	
소 재 지	경남 창원시 의창구 창원대로18번길 22, 경남테크노파크 벤처동 206호			
	수령방법	□ 직접수령 ■ 우편발송의뢰	수 취 인	이 대 영 대표
증 서 용 도	□ 자체 참고용 ■ 품질관리용 □ 제출용(제출처 :)			
	상 호	㈜카템	납부예정일	
수 납 당 당 자	성명	직위	전화번호	
	배 보 면	과장	010-4124-5650	
전자우편(E-mail) boyoun425@naver.com				
상기와 같이 제품인증을 신청합니다.				
2020년 06월 18일 신청인 이 대 영 (인)				
(사)한국철도차량엔지니어링 이사장 귀하				
구 비 서 류	1. 대표자서약서			검토확인
	2. 제조·검사 설비 현황(필요 시)			
	3. 제품품질자료(사진포함)			
	4. 사일자등록증 사본			
	5. 기타			

RTC-CP-05-01 (0) R O T E C O A4(210× 297)

(제품인증 평가기준)

- 제품인증 평가기준 -

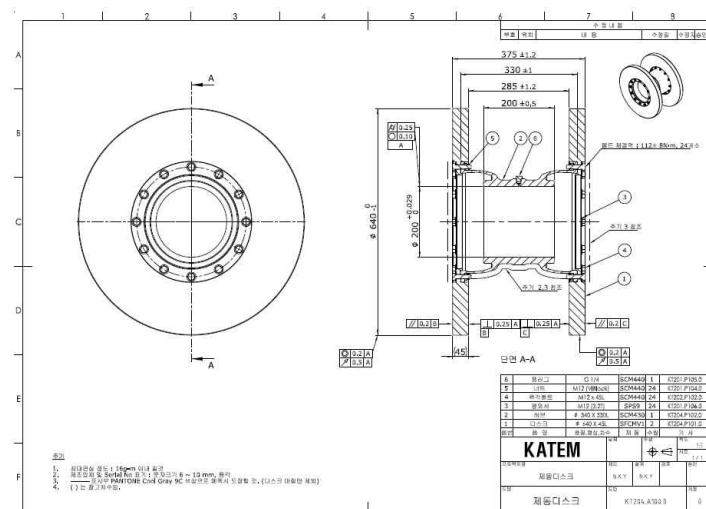
고속차량용 제동 디스크
(단강 더블 디스크)
RTC-TD-001

관리구분 : □ 관리분 □ 비관리분
제정일자 : 2020. 06. 25
개정일자 : (Rev.)
배 포 처 : (사)한국철도차량엔지니어링

구분	직위	이름	서명
승인	경영책임자	김재영	
검토	기술심의위원회	노양환	
작성	인용책임자	전종열	

(사) 한국철도차량엔지니어링
KOREA ROLLING STOCK TECHNICAL CORPORATION

(인증 제품 조립도면)



(제품 인증서)



제품인증서

인증번호 : 제 RPC-2020-001 호

업 체 명 : (주) 카 템

사업자번호 : 669-81-00846

주 소 : 경남 창원시 의창구 창원대로18번길 22,
경남테크노파크 벤처동 206호

인 증 표 준 : RTC-TD-001

인 증 유 형 : TYPE 3

제 품 명 : KTX 고속철도용 제동디스크(단강 더블 디스크)

형식/모델명 : 단강 더블 디스크 / K-204

유효 기 간 : 2020. 11. 02. ~ 2022. 11. 01.

상기 제품은 KS Q ISO/IEC 17065 인정 요건에 따라
(사)한국철도차량엔지니어링의 제품인증기준에 적합함을
확인합니다.



2020. 11. 02.

(사)한국철도차량엔지니어링 이사장



- 진행사항 (출원 4건 완료, 등록 2건 완료)

- 1) 출원 10-2018-0048066 (2018.04.25.)
등록 10-2070699 (2020.01.21.)완료
발명의 명칭 : 고속열차의 브레이크 디스크용 방열효율 향상 구조
- 2) 출원 10-2019-0057016 (2019.05.15.)
등록 10-2058535 (2019.12.17.)완료
발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체
- 3) 출원 10-2019-0104803 (2019.08.27.)
의견 제출 통지서 제출 완료 (2020.10.20.)
발명의 명칭 : 철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체
- 4) 출원 10-2019-0115713 (2019.09.20.)
의견 제출 통지서 제출 완료 (2020.10.30.)
발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체

특허 - 출원 4건 완료

(제 10-2018-0048066 호)

(제 10-2019-0057016 호)

[illegible]

출원 번호 통지서	
송신 일자	2019.05.15
제 기 사 항	심사청구(第) 공개신청(第)
송신 번호	10-2019-0057016 (전수번호 1-1-2019-0497373-96)
출원인 명칭	(주)키리네(1-2017-046887-1)
대 리 인 성명	이학수(9-2001-000566-5)
발 명 자 성명	이태환
발 명 의 명칭	혈도차량용 브레이크 디스크 조립체
특 허 청 장	
<< 안내 >>	
1. 귀하의 출원에 대해 심사관이 검토하였으나, 특허를 실시 할정당성이 충분치않은 것을 확인하였습니다. 2. 출원에 따른 수수료 및 심사료등에 대하여 다른국가나 중화민국 내법정중에서 송금, 납부받은 것을 기록하여 기록번호 부여의는 중화에 납부하여야 합니다. 출원번호 : 9-0131(국문호) + 출원번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고려번호 정보변경 신청], 행정상자료[물 제출서류]에 출원 이후의 각종 통신품을 정상적으로 받을 수 있습니다. ※ 특허로(Patent Grant) 관속 - 인터넷으로만 - 특허대상 사항과 절차 제5호 서식 4. 특허청에서는 출원된 명세서 또는 도면의 불합치가 발견한 경우, 무효결정을 하고자 하는 의견서 제출하기 이전에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항을 발명의 범위 내에서 보충할 수 있습니다. 5. 외국어로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 협상선언)나 미국외국 제도(USO)에 입항할 때, 국내에서 출원하고자 하는 경우에 대한 출원일로부터 일정한 기간 내에 출원료에 출원하여 우선권을 인정받을 수 있습니다. 우선권 인정기간 : 특허·실용성신은 12개월, 발명·디자인은 6개월 이내 미국외국입장신청 : 미국·영국·일본·중국·대한민국·유럽연합·캐나다·브라질·멕시코·인도네시아·타이완·홍콩·필리핀·말레이시아·싱가포르·아일랜드·호랑기·뉴질랜드·인도네시아·미국외국입장신청서(SPTO-SB-39)를 제출하고 나 미국외국에 미국외국 입장을 제공하면 됩니다. 6. 본 출원사항을 외부에 만시하거나 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 무단히 외부공개 관련법에 따라 처벌받을 수 있습니다. 주 특허번호 : 10-2019-0000000, 발명고려번호 : 40-2019-0000000 7. 출원일이 특허수급절차에서 개판한 발명을 사용 금지(가짜) : 명확하게 속해하지 않은 경우, 특허제 13조에 따라 심사자에게 특허이탈을 통지한다. 특허이탈 제13조에 따라 통지후에 다시 통보받았자가 될 수 없습니다.	

(제 10-2019-0104803 호)

(제 10-2019-0115713 호)

	관심 생략
	출원번호통지서
출원 일자	2019.08.27
특 기 사 항	심사청구(가) 공개신청(가)
출원 번호	10-2019-0104803 (접수번호 1-1-2019-0877990-59)
출원 인 명칭	(주)카텔(1-2017-0446887-1)
대 리 인 성명	이혁수(9-2003-000566-5)
발명 자 성명	이태권
발명 의 명칭	철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체
특 허 청 장	
<<한글>>	
1. 하기의 출원은 본국 및 해외 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행사항은 출원번호 통지서에 확인하실 수 있습니다. 2. 출원이 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉과 납입금증에 의해 성립, 납부하신 금액을 기재하여 기한 전 유예 국에는 은행에 납부하여야 합니다. 수납처 정보 : 031(가공로)-3-후문층 3. 개회된 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [한국저작권보호정보관리(www.kipc.or.kr)]에 접속하여 출원 번호와 주소, 연락처를 작성으로 등록할 수 있습니다. 출원점진(Green)과 재출원여부 출원 번호와 주소, 연락처를 작성으로 등록할 수 있습니다. 4. 특허(특허출원/발명특허)를 검색시 또는 다른 목적의 보장이 필요한 경우, 목록검색 요청 또는 인터넷 제출식(가)에 의해 출원여부 조회를 철회한 일제시 또는 도면에 기재한 사항의 오류에 대해 보정할 수 있습니다. 5. 고지된 주소 출원번호와 하는 정보 PCT 제도(특허 출원심사)나 관리제도 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 그러나 출원번호와 하는 경우에 대한 내용은 국내출원번호부터 해당되는 기간 내 출원에 출원번호에 우선권을 인정받을 수 있습니다. 출원 인터넷 <http://www.kipo.go.kr>-특허(PCT)비지니스 우측을 클릭하여 <특허 신청안내> 12.7페이지 <내 나라> 6.7항 이내 <국제특허청장과의 상호협력 기관 우호기관>에 우호국 우호기관 시, 출원번호에 포함되지 않은, 우선권 제도를 이용하여 국제특허청장과의 상호협력 기관 우호국(AUTOBIOGRAPHIC) 제출하기 후 국내 출원 증명서를 제출하여야 합니다. 출원번호를 신기술 관련에 표시하고 하는 경우에는 여부와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 과징금에 따라 처벌될 수 있습니다. 출원번호 10-2010-0000000, 상표등록번호 40-2010-0000000 7. 출원인이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용(가)명목하게 공개하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 하산처리 되어 특허법 제133조에 따라 불이익에 처해져서 사용(가) 할 수 없습니다. 8. 기타 심사 절차와 관련 사항은 등록된 출원번호 참조하시어 바랍니다.	

	관인생략
출원번호통지서	
출원일자	2019.09.20
특허사항	심사청구(유) 공개신청(Y)
출원번호	10-2019115713(접수번호 1-1-2019-09961351-09)
출원인명칭	(주)카텔(1-2017-0446887-1)
대리의명칭	이택학(P-2003-00056-S)
발명자성명	이태형
발명의명칭	콜드장항류 브레이커 디스크 조립체
특허청장	
<< 안내 >>	
1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원인 본인에게 확인하여야 합니다. 2. 출구에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 통행한 날만큼중에서 성원, 납부자 번호 등을 기재하여 개개년 유예료 또는 은행에 납부하여야 합니다. 유예납부번호 : 0313(가정번호) - 접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항을 알릴 경우, 즉시 [특허국적변경 정보변환(과제), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. 수령처명(government.go.kr) - 민원서비스단문 - 특허보급 서비스국 발주 부서 서식 4. 특허(재출원인발명)를 명세서 또는 도면의 보충이 필요한 경우, 통신판촉이전 또는 전자서 송신기간 이내에 출석시에 최초로 첨부한 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 내에서 보완할 수 있습니다. 5. 고압배터리 충전장치 하는 경우 PCT 제2차(한국 출원인)에 따르면 제2차(한국)에 대해서도 실시가능하다. 한국 출원인 제2차에 대해서는 국내출원일부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. 외국 관련 : http://www.kipo.go.kr-특허PCT-외국출원 6. 출원인 및 대리인의 신분증 사본을 12월 말일까지 제출하여야 하며, 출원인 및 대리인의 신분증을 기록으로 유지하고 유지기간 종료시 신분증이 미등록되었는지, 유지기간 12월 말일까지 신분증 유효기간이 만료되지 않았는지 확인하여야 합니다. 유연한 신분증 유효기간 연장 신청 방법 : https://www.kipo.go.kr (PPO30339)를 제출하거나 우리기관 방문 상담 가능 7. 본청에서는 사실증거 여부를 조사하지 하는 경우에는 여과 없이 하여야 하며, 이를 위반 할 경우 간판명칭(명)과 처벌받을 수 있습니다. 수익률기준 10-2010-0000000, 상표권기준 10-2010-0000000 8. 출원인이 착작물등과 관련하여 개발 과정 중 사용자의 법적 책임에 대해 지고 있는 경우, 특허법 제62조 제2항 상간 당사자는 특허개발절차에 대해 법적 책임 13조 제1항과 동법제14조의 특허개발책임에 대한 법적 책임을 지고 있다. 9. 기타 심사 절차에 관한 사항은 통행한 안내서를 참조하시기 바랍니다.	

○ 신규인력고용(1명)

신규인력 - 1명 채용

[별첨2]

신규 참여연구원 채용 확인서

☐ 과제현황 (단위 : 원)

사 업 명	국토교통기술사업화지원사업		
과 제 명	표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
주관연구기관	(주)카템	주관연구책임자	이태영
당해연차 협약기간	2020. 01. 01. ~ 2020. 12. 31.		
당해연차 연구개발비	1,381,000		
참여기업	(주)에스엔위즈, (주)펠릭스테크		

☐ 신규 참여연구원 인력사항

성 명	신 명 관 (인)	청년인력 대상 여부	*
과학기술인등록번호	1265 2705	생년월일 (청년인력만 기재)	-
소속 및 직위	생산기술팀 연구원		
담당업무 / 전공	국토교통기술사업화지원사업 제품 생산기술/ 이과계열		
주소 / 연락처	경산시 마산 회령로 합성동 11길 33/010-8558-0485		
참여기간	2020. 10. 19. ~ 2021. 12. 31.	참 여 율	100%

상기인원은 국토교통부에서 시행하는 2019년도 국토교통연구개발사업의 연구과제 수행을 위하여 신규로 채용하였음을 확인합니다.

2020. 10. 19.

기 관 명 : (주) 카 템 (인)

대 표 자 : 이 태 영 (인)

주관연구책임자 : 이 태 영 (인)

국토교통과학기술진흥원장 귀하

첨부 : 고용계약서(청년인력 고용의 경우 생년월일 정보 추가 또는 확인 가능 서류 추가) 사본 1부.

**4대 사회보험
사업장 가입자 명부**

발급번호	20210120870499	발급일시	2021-01-20 11:24	사업장 관리번호	66981008460
구분	국민연금	건강보험	신제보험	고용보험	
사업자등록번호	669-81-00846	669-81-00846	669-81-00846	669-81-00846	
사업장 명칭	(주)카템	(주)카템	(주)카템	(주)카템	

■ 가입 내역(발급일자 현재기준) 1 / 2

연번	주민(외국인) 등록번호	성명	자 격 취 득 일			
			국민연금	건강보험	신제보험	고용보험
1	550625-1*****	배승환	2017.09.15	2017.09.15	2017.09.15	2017.09.15
2	590816-1*****	신병관	2020.10.19	2020.10.19	2020.10.19	2020.10.19
3	600828-1*****	이태영	2017.09.01			
4	610619-1*****	차영현	2018.04.01	2018.04.01	2018.04.01	2018.04.01
5	661211-2*****	송경문	2017.09.01	2017.09.01		
6	780120-1*****	김용신	2019.10.21	2019.10.21	2019.10.21	2019.10.21
7	850527-1*****	서준우	2020.10.12	2020.10.12	2020.10.12	2020.10.12
8	860125-1*****	남기훈	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01	2019.07.01
9	870522-2*****	백보연	2017.09.01	2017.09.01	2017.09.01	2017.09.01
10	950415-1*****	최성기	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01	2018.07.01

D. 위 사업장 가입자 명부는 4대사회보험 정보연계시스템이 국민연금공단, 국민건강보험공단, 근로복지공단의 가입자 정보를 실시간 연계하여 제공하는 것이며, 발급사실 여부는 등록일로부터 90일까지 4대사회보험 포털사이트(www.4insure.or.kr)의 발급사실확인 메뉴에서 확인 가능합니다.
*청년인력 정보연계서비스 4대 사회보험이 함께 합니다.

- 공동연구기관 ((주)에스엔위즈):

○ 현차시험 결과를 반영한 제동디스크 조립체 구조강도 및 열적 건전성 재검증

- 현차시험 탈거 후 K-TYPE모델 검증

- 1) 제동 하중에 따른 구조 강도 해석
- 2) 체결 조건에 따른 강도/제동력 평가 해석
- 3) 디스크(Disc)와 패드(Pad) 마찰열에 대한 허브(Hub) 방열성능 검증
- 4) 마찰열 조건에 따른 열적 강도 특성 해석 및 평가

- 공동연구기관 ((주)펠릭스테크): (3차년도 기준 연구개발업무완료)

○ 3차 시제 단조 및 열처리 (20sets)

- 2차년도 제동디스크 시제품 제작 공정 문제점 수정 보완

- 1) 제동디스크 제품 단조 시방서 및 절차서 확립 완료
- 2) MOQ 소재를 사용한 제동디스크 단조 공정 확립
- 3) MOQ 소재를 사용한 제동디스크 단조 최적 절단 공정 확립
- 4) 금형 설계 수정 및 최적의 금형 제작
- 5) 브레이크 디스크 단조 전 열처리 온도 조건 및 공정 확립
- 6) 브레이크 디스크 열간 Ring Rolling 단조 공정 확립

- 제동디스크(Brake Disc) Ring Rolling 열간 단조 해외인증용 3차 시제품 제작 (20sets)

- 1) 외형 검사를 통한 표면부 결함 검사
- 2) 비파괴 검사를 통한 내부 결함 검사
- 3) 시제품 기계적·물리적 성질 분석 및 공인 시험 진행

<4차년도_2021>

- 주관연구기관 ((주)카템):

○ 현차시험 종료 및 시험 결과분석 : 양호

- 1차 시험착수 : 2019. 12. 25. 발차 (KTX22호 08, 09번 대차)
- 1차 시험탈거 : 2020. 01. 09. (부분 부품간섭으로 인한 탈거)
- 2차 시험착수 : 2020. 06. 30. 발차 (KTX01호 04, 10번 대차) 진행중
- 특이사항
 - 1) KTX01-10번 대차 교체주기로 2020. 09. 21.대차 탈거
 - 2) KTX01-10번 대차 → KTX02-18번 대차로 변경 후 발차(2020. 11. 19.)
- 현차시험운행종료
 - 1) KTX01-04번 대차 : 2021. 08. 29. (현차시험 14개월 운행) 총 주행거리 : 약 650,000Km
 - 2) KTX02-18번 대차 : 2021. 11. 24. 탈거 및 종료
 - 3) 한국철도공사 수도권철도차량정비단 KTX 객차 제동디스크 현차시험 결과보고(최종) 확보
공문번호 : 신뢰성관리부-3265 (2021. 12. 24.)

B-5-① 현차시험종료

대한민국의 대일 국면의 코레일



한국철도공사 수도권철도차량정비단 

수신자 차량기술단장(고속차량처장)
(경유)

제목 KTX 객차 제동디스크 현차시험 결과보고(최종)

1. 고속차량처-4160(2019.11.12.)호, 경정비기계부-3030(2021.12.21.)호의 관련입니다.
2. KTX용 객차 제동디스크 기술사업화 과제 개발품의 현차시험 결과를 다음과 같이 보고합니다.
가. 관리번호 : 19-INV-ME-280
나. 대상 및 수량 : KTX 객차 제동디스크 개발품 및 외자품(각 2조)
다. 편성번호 및 취부위치
- 최초 KTX01 B04/A,B축 B10/A,B축 → 변경 KTX01 B04/A,B축, KTX02 B18/A,B축
라. 시험기간 : 현차 취부 후 14개월 이상(2020.06.29. ~ 2021.11.24.)
마. 현차시험 결과 : 양호(붙임 참조)

붙임 1. KTX 객차 제동디스크 현차시험 결과보고서 1부
2. KTX 객차 제동디스크 점검 및 두께측정 기록표 1부
3. KTX 객차 제동디스크 표면사진 1부, 끝.

수도권철도차량정비단장



차장	조두권	부장	김병호	부장	박명현	품질안전처장	정원 12/24
합조자 시험 신뢰성관리부-3265 (2021. 12. 24.) 접수 고속차량처-4995 (2021. 12. 28.) 우 10439 경기도 고양시 덕양구 향곡로 108-1 / http://www.korail.com 전화 031-810-8298 / 전송 031-810-8223 / cdh68@korail.com / 비공개(5)							

○ 철도안전법에 의한 국가기준(형식승인/제작자승인) 획득

- 철도안전법 획득을 위한 컨설팅 계약체결 : 2019. 07. 28.
- 국토교통부(철도운행안전과) 형식승인 신청 : 2019. 12. 27.
- 국토교통부(철도운행안전과) 제작자승인 신청 : 2020. 12. 24.
- 철도안전법 형식승인
 - 1) 철도용품 설계적합성 검사확인서 확보
 - (1) 관리번호 : PV19-20-A3-01(2021. 01. 05.)
 - (2) 설계적합성검사 확인서 오기로 인한 재발급(관리번호 : PV19-20-A3-02(2022. 03. 15.))
 - 2) 철도용품 합치성검사 확인서 확보(관리번호 : PV19-20-A4-01(2022. 03. 21.))
 - 3) 철도용품 형식시험 결과확인서 확보(관리번호 : PV19-20-A5-01(2022. 03. 21.))
 - 4) 국토교통부 형식승인 증명서 확보(증명서 번호 : 제2022-용품-020호)(2022. 04. 22.)
- 철도안전법 제작자 승인
 - 1) 한국철도기술연구원 사전기술검토 : 2021. 02. 05.
 - 2) 1차 품질관리체계 적합성 검사 : 2021. 05. 20. ~ 05. 21.
 - 3) 2차 품질관리체계 적합성 검사 : 2021. 07. 28.
 - 4) 철도용품 품질관리체계 적합성검사 확인서 확보(관리번호 : PV19-20-M3-01(2021. 09. 24.))
 - 5) 제작검사 실시 : 2022. 04. 21. ~ 04. 22.
 - 6) 철도용품 제작검사 확인서 확보(관리번호 : PV19-20-M4-01(2022. 06. 15.))
 - 7) 국토교통부 제작자승인 증명서 확보(증명서 번호 : 제2022-용품-034호)(2022. 07. 14.)

순번	명 칭		확인서 획득	비 고
1	철도안전법 형식승인	- 설계적합성 검사	●	완료함.
2		- 용품형식시험	●	완료함.
3		- 합치성검사	●	완료함.
4	철도안전법 제작자승인	- 품질관리체계 적합성검사	●	완료함.
5		- 제작검사	●	완료함.

<철도안전법 진행 현황>

C-1,2-① 형식승인 및 제작자승인

제2022-용품-020호

철도용품 형식승인증명서

1. 증명서 번호 : 제2022-용품-020호
2. 신청회사 : (주)카템 (법인등록번호 : 194211-0275009)
3. 대표자 : 이태영 (생년월일 : 1960년 08월 28일)
4. 설계자 : (주)카템 (법인등록번호 : 194211-0275009)
5. 용품종류 : 차량용품 - 제동디스크
6. 용품형식 : 2중-Ø640-T375-SFCMV1
7. 형식승인 번호 : 제2022-용품-020호 (2022년 04월 22일)
8. 형식승인자료집 번호 : 자료집 제2022-용품-020호

「철도안전법」 제27조제1항 및 같은 법 시행규칙 제62조제2항에 따라
위 철도용품의 형식승인을 증명합니다.

2022년 04월 22일

국토교통부장관



제2022-용품-034호

철도용품 제작자승인증명서

1. 증명서 번호 : 제2022-용품-034호
2. 신청회사 : (주)카템 (법인등록번호 : 194211-0275009)
3. 대표자 : 이태영 (생년월일 : 1960년 08월 28일)
4. 형식승인 번호 : 제2022-용품-020호 (2022년 04월 22일)
5. 제작공장 위치 : 경남 창원시 의창구 창원대로 18번길 22,
경남테크노파크 시험생산동
6. 품질관리체계 명칭 : (주)카템 제동디스크 품질관리체계
7. 제작자승인지정서 번호 : 지정서 제2022-용품-034호

「철도안전법」 제27조의2제1항 및 같은 법 시행규칙 제66조제2항에 따라
위 철도용품의 제작자승인을 증명합니다.

2022년 07월 14일

국토교통부장관



○ 국가공인인증 획득

- 신기술(NET) 인증

- 1) 기 술 명 : 고속철도 차량용 단조강 제동디스크의 링압연공법적용 균열방지 제조기술
- 2) 인증번호 : 제1376호
- 3) 유효기간 : 2021. 12. 07. ~ 2024. 12. 06.
- 4) 인증서 발급 기관 : 산업통상자원부

D-1-① 신기술(NET)



신 기술 인증서

기 술 명 : 고속철도 차량용 단조강 제동디스크의
링압연공법적용 균열방지 제조 기술

회 사 명 : (주)카템

대 표 자 : 이태영

소 재 지 : 경상남도 창원시 의창구 창원대로18번길 22,
벤처동 206호

인증번호 : 제1376호

유효기간 : 2021년 12월 7일부터 2024년 12월 6일까지

위의 기술을 「산업기술혁신 촉진법」 제15조의2에 따른
신기술로 인증합니다.

2021년 12월 7일

산업통상자원부장관



○ 해외인증 컨설팅(IRIS)

- 컨설팅 계약체결 : 2021. 01. 04. ~ 2021. 05. 30.

(컨설팅 전문기관 : 프로세스 파트너스(주))

E-1-① 해외인증(IRIS) 전문기관 계약체결

○ 해외인증 획득(IRIS ISO/TS 22163)

- 인증범위 : Design, Development, Manufacturing and Maintenance of brake disc for High trains
- 인증기관 : TÜV Rheinland
- 인증번호 : Certificate-Register-No: 39 10 004 2103
- 유효기간 : 2021. 08 .22. ~ 2024. 06. 02.
- 인증관리기관 : UNIFE
- 사후심사 : 2022. 05. 03. ~ 04. 완료

E-2-② 해외인증획득(IRIS)



○ 특허 (목표 4건, 등록 4건)

- 진행사항 (출원 4건 완료, 등록 4건 완료)

- 1) 출원 10-2018-0048066 (2018. 04. 25.)
등록 10-2070699 (2020. 01. 21.)완료
발명의 명칭 : 고속열차의 브레이크 디스크용 방열효율 향상형 허브
- 2) 출원 10-2019-0057016 (2019. 05. 15.)
등록 10-2058535 (2019. 12. 17.)완료
발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체
- 3) 출원 10-2019-0104803 (2019. 08. 27.)
등록 10-2211340 (2021. 01. 28.)완료
발명의 명칭 : 철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체
- 4) 출원 10-2019-0115713 (2019. 09. 20.)
등록 10-2306928 (2021. 09. 24.)완료
발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체

특 허 등 록 증



○ 특이사항

- 1) ㈜에스앤위즈 폐업으로 2021. 04. 30. 부 연구과제 종료
- 2) ㈜에스앤위즈에서 트리니티 엔지니어링(주)으로 연구과제 양수/양도함 (2021. 05. 01.)

- 공동연구기관 (트리니티 엔지니어링(주)):

○ 구조강도해석(정,동 강도), 모드해석 완료

- 구조해석용 F.E.모델링
- 정, 동강도 해석 조건 수립
- 모드해석 조건 수립
- 결과 분석 및 보고서 작성

○ 소음(Squeal)해석 완료

- 소음해석용 F.E.모델링
- 소음해석 조건 수립
- Solving
- 결과 분석 및 보고서 작성

○ 열전도, 열응력 해석, 유동해석 완료

- 유동해석용 F.E.모델링
- 유동 해석 조건 수립
- 열 유동 해석 조건 수립
- Solving
- 결과 분석 및 보고서 작성

구조강도해석(정,동 강도), 모드해석 완료

KATEM

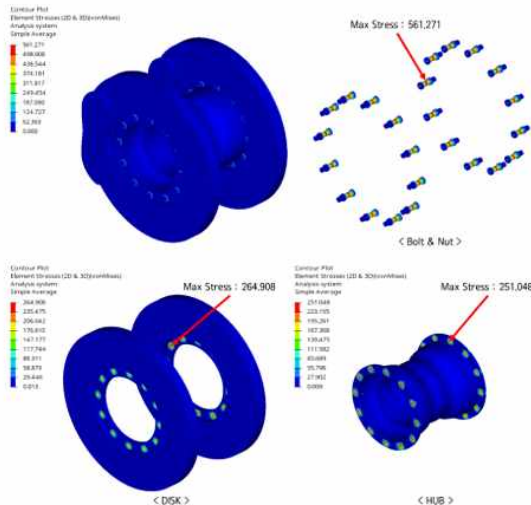
고속철도(KTX)용 제동디스크
K-TYPE 모델 해석 보고서

문서번호 : KT101.0119.0
개정이력 : Rev. 00
제정일자 : 2021. 12. 14.
쪽 번호 : 11 / 16

4. 해석결과

4.1 구조강도 해석 결과

K타입 모델의 구조강도 해석 결과는 그림 7에 나와 있으며, 해석 결과로 모델의 최대 응력 발생 지점은 브레이크 디스크와 허브의 볼트 결합에 의한 응력으로 볼트에서 561.271 MPa의 응력이 발생 하였다. 디스크와 허브 각각 파트에서의 최대 응력 또한 볼트 너트에 의해 체결된 부위를 기준으로 발생 하였으며, 이때 발생된 최대 응력의 값은 디스크에서는 264.908 MPa, 허브에서는 251.048 MPa이 계산되었다.



<그림 7. K - 타입의 구조강도 해석 결과>

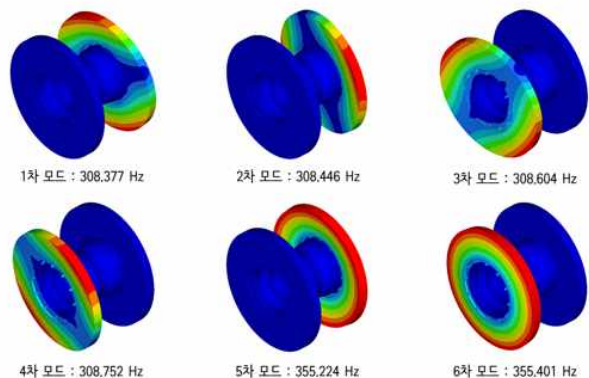
KATEM

고속철도(KTX)용 제동디스크
K-TYPE 모델 해석 보고서

문서번호 : KT101.0119.0
개정이력 : Rev. 00
제정일자 : 2021. 12. 14.
쪽 번호 : 12 / 16

4.2 모드해석 결과

K - 타입의 모드해석 결과는 KTX 고속철도가 300km/h 이상의 고속 영역에서 사용될 수 있음을 고려하여 최대 허용 속도를 350km/h로 가정하였고, 1차 모드는 308.377 Hz에서 나타났으며, 이는 약 18,502 rpm으로 KTX의 최대 운행 속도인 350km/h 주행시 발생할 수 있는 최대 rpm인 약 4,780 rpm을 상회하는 값으로 주행 중에 공진이 발생할 가능성은 낮은 것으로 보여진다. 그림 8은 각 모드에서의 디스크 조립체의 고유진동수와 모드 형상을 나타낸 그림이다.



<그림 8. K - 타입의 고유모드 해석 결과>

4.3 Squeal 해석 결과

K - 타입의 Squeal 해석 결과는 아래의 표6 으로 나타낼 수 있으며, Eigenvalue(R)의 값이 음수에서 양수로 바뀌는 구간의 모드가 Squeal 발생 지점으로 볼 수 있다. 해석 결과 Eigenvalue (R)이 음수에서 양수로 바뀌는 구간이 없으므로, Squeal이 발생하지 않음을 예측할 수 있다.

소음(Squeal)해석 완료

KATEM	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서	문서번호 : KT101.0119.0
		개정이력 : Rev. 00
		제정일자 : 2021. 12. 14.
		쪽 번 호 : 8 / 16

3.3 Squeal 해석 경계조건

제동디스크 조립체에 대한 Squeal 해석은 디스크가 작동하면서 발생하는 Squeal 소음에 대한 예측을 하는 해석 과정이다. 모델의 Squeal 해석 경계조건은 다음과 같이 조건을 입력하였다. 해석은 총 4단계로 진행을 하였으며, 모델의 허브 측 중심점을 기준으로 RBE2(Rigid body Element)를 사용하여 6자유도 구속을 한 후, 64kN의 힘으로 Bolt pretension을 부여하였다. 2 Step에서는 디스크와 접촉에 있는 브레이크 패드의 양면에 각각 30kN의 하중을 부여하여 정지 상태에서의 브레이크 디스크에 걸리는 응력을 확인하였다. 3 Step에서는 2 Step에서 부여한 브레이크 패드의 압력을 유지, 허브의 중심점을 기준으로 디스크 모델 1도(0.018radian) 회전을 부여, 4 Step에서는 복소고유치 해석을 진행하여 0~8000Hz 범위에서 최대 55개의 모드를 출력하여 해석을 진행하였다.

3.4 열유동 해석 경계조건

고속철도를 브레이크 디스크는 재동 시 발생하는 마찰에 의해 브레이크 패드가 열원이 되어 발열이 되며, 외부의 공기가 브레이크 디스크에 유입됨에 따라 냉각이 일어나는 메커니즘으로, 열원 상태를 예측하기 위하여 표 3의 재료를 참고하였다.

<표 3. 열유동 해석 모델 정보>

구분	단위	값
마찰계수		0.32
휠 사이즈	mm	920.0
패드면적	mm ²	26,520
압부력	N	30,000

패드 발열 산출 공식은 대표적으로 사용되는 발열량 산출 공식을 사용할 수 있다.

$$q(x,y,t) = \mu P(x,y) v(t)$$

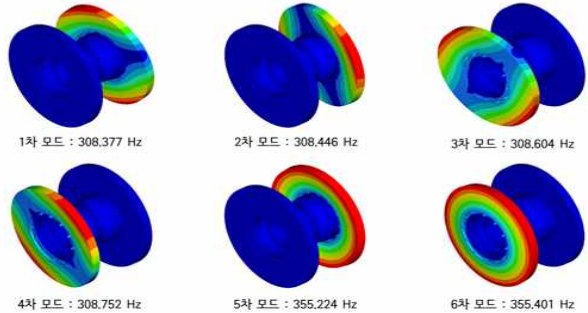
위의 공식을 디스크의 각속도로 변환하면 아래의 수식으로 표현이 된다.

$$q(x,y,t) = \mu P(x,y) \omega(t) r$$

KATEM	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서	문서번호 : KT101.0119.0
		개정이력 : Rev. 00
		제정일자 : 2021. 12. 14.
		쪽 번 호 : 12 / 16

4.2 모드해석 결과

K - 타입의 모드해석 결과는 KTX 고속철도가 300km/h 이상의 고속 영역에서 사용될 수 있음을 고려하여 최대 허용 속도를 350km/h로 가정하였고, 1차 모드는 308.377 Hz에서 나타났으며, 이는 약 18,502 rpm으로 KTX의 최대 운행 속도인 350km/h 주행시 발생할 수 있는 최대 rpm인 약 4,780 rpm을 상회하는 값으로 주행 중에 공진이 발생할 가능성은 낮은 것으로 보여진다. 그림 8은 각 모드에서의 디스크 조립체의 고유진동수와 모드 형상을 나타낸 그림이다.



<그림 8. K - 타입의 고유모드 해석 결과>

4.3 Squeal 해석 결과

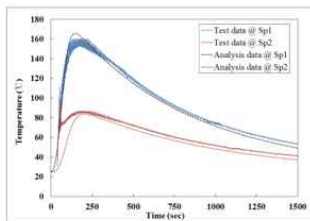
K - 타입의 Squeal 해석 결과는 아래의 표 6 으로 나타낼 수 있으며, Eigenvalue(R)의 값이 음수에서 양수로 바뀌는 구간의 모드가 Squeal 발생 지점으로 볼 수 있다. 해석 결과 Eigenvalue (R)이 음수에서 양수로 바뀌는 구간이 없으므로, Squeal이 발생하지 않음을 예측할 수 있다.

열전도, 열응력 해석, 유동해석 완료

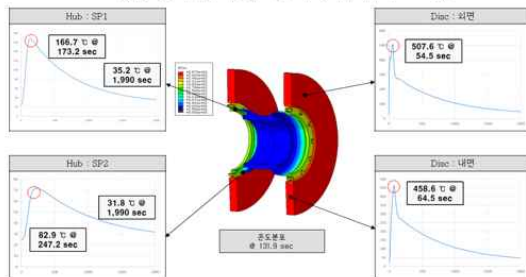
KATEM	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서	문서번호 : KT101.0119.0
		개정이력 : Rev. 02
		제정일자 : 2021. 12. 14.
		쪽 번 호 : 15 / 16

5.4 열유동 해석 결과

K - 타입의 열유동 해석 결과 디스크 외부의 최고 온도는 507.6°C, 내부의 최고 온도는 458.6°C의 결과값이 계산되었다. 해석 결과의 검증에 열화상 카메라를 통하여 측정된 두 포인트의 값을 비교 측정하였다. SP1 포인트에서 시험온도는 160.9°C, 해석온도는 166.7°C가 나왔으며, SP2 포인트에서의 시험온도는 86.0°C 해석온도는 82.9°C로 계산되었다. 온도값을 비교하였을 때, 시험과 해석의 온도분포는 유사하게 나타남을 확인할 수 있었다.



a. 열화상 카메라 측정에 의한 각 센서에서의 디스크의 온도



b. 열유동 해석에 의한 각 센서에서의 디스크의 온도

<그림 9. K - 타입 브레이크 디스크 제동시험에서의 온도>

KATEM	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서	문서번호 : KT101.0119.0
		개정이력 : Rev. 02
		제정일자 : 2021. 12. 14.
		쪽 번 호 : 16 / 16

5. 결 론

고속철도를 제동디스크 및 허브 조립체에 대한 안정성을 파악하기 위한 해석을 수행하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 제동디스크 및 허브 조립체를 대상으로 구조 강도해석, 모드 해석, Squeal 해석 및 열유동 해석을 수행하였다.
- (2) 구조 강도 해석결과 K - 타입 모델에서는 동일하게 브레이크 디스크와 허브의 볼트 결합에 의하여 561.271 MPa의 최대 응력이 발생하였으며, 디스크에서는 264.908 MPa, 허브에서는 251.048 MPa이 계산되었다.
- (3) 모드해석결과 K - 타입에서 1차 모드가 308.377 Hz로 계산, 이를 회전수로 환산하면 각각 약 18,502 rpm의 값으로 KTX의 최대 운행 속도인 350km/h 주행시 발생할 수 있는 최대 rpm인 약 4,780 rpm을 상회하는 값으로 주행 중에 공진이 발생할 가능성은 낮은 것으로 보여진다.
- (4) Squeal 해석결과 Squeal 소음이 발생하지 않는 것으로 예측되었다.
- (5) K - 타입의 열유동 해석 결과 디스크 외부의 최고 온도는 507.6°C, 내부의 최고 온도는 458.6°C의 결과값이 계산되었다. 해석 결과의 검증에 열화상 카메라를 통하여 측정된 두 포인트의 값을 비교 측정하였다. SP1 포인트에서 시험온도는 160.9°C, 해석온도는 166.7°C가 나왔으며, SP2 포인트에서의 시험온도는 86.0°C 해석온도는 82.9°C로 계산되었다. 온도값을 비교하였을 때, 시험과 해석의 온도분포는 유사하게 나타남을 확인할 수 있었다.

※ 특이사항

- 최종평가 사전검토 보완사항 (2022. 05. 26.)

보완의견(검토의견)

- 열응력 해석에 대한 Boundary condition 중 최고 온도 조건(Peak surface temperature)이 ‘고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 열응력 해석 보고서(KT101.0120.0 2022.2.11.) & (KT101.0119.0 2021.12.14.)’의 276.8℃와 ‘냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구 논문(한국산학기술학회 논문지 22(3), 2021.3, 199-207 (9페이지))’의 507.6℃와 상이
 - 혼선 방지를 위하여 최종보고서에는 공인된 논문을 기준으로 설명하고, 해석 보고서는 설계 참고자료로 설명하는 등의 방법 강구

조치내용

- 냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구 논문 내용 확인 및 발췌(한국산학기술학회 논문지 22(3), 2021. 03.

DBpia

냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구

Analytical Study of High Speed Railway Braking Disc-hub for Enhancement of Cooling Performance

저자
(Authors) 이웅우, 김장훈
Yong-Woo Lee, Jang-Hoon Kim

출처
(Source) [한국산학기술학회 논문지 22\(3\)](#), 2021.3, 199-207 (9 pages)

발행처
(Publisher) [한국산학기술학회](#)
Korea Academy Industrial Cooperation Society

URL <http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE10542469>

APA Style 이웅우, 김장훈 (2021). 냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구. 한국산학기술학회 논문지. 22(3), 199-207.

이용정보
(Accessed) 연세대학교
165.***.14.104
2021/04/29 10:12 (KST)

시험조건은 UIC 541-3 (Disc brakes and their application - General conditions OR for the approval of brake pads)에 근거하여 최고속 300 km/h에서 감속도 1.04 m/s^2 로 제동하는 조건에 따라 부여되었으며, 해석과 시험의 상관도를 높이기 위해 마찰 표면에 작용하는 열유속 식(1)의 보정계수 c (correction factor)를 변화하며 시험 결과에 해석 조건을 맞추는 방법으로 수행되었다. Fig. 3은 열전달-열응력 연성 해석 조건을 보여주고 있다. Fig. 3에서 디스크와 패드의 마찰면에 식 (1)의 열유속(heat flux)를 부여하고, 디스크-허브 조립체가 공기중으로 노출되는 허브 볼트, 너트, 디스크 원주면 등에 식 (3)의 막계수를 부여하여 1,500 초 동안 해석을 수행하였다. 기계적인 구속조건으로 허브 내측의 구동축 연결부의 변위를 고정하였다. 해석은 볼트의 체결 토크 1.049 Nm에 해당하는 축력 51,519 N의 초기 체결력(Pre-tension)을 부여한 후 진행되었으며, 시험과 상관도 검증을 통해 식 (1)의 보정 계수 c 를 변화시키며 수행되었다.

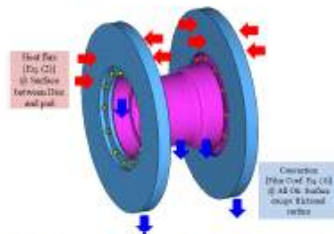


Fig. 3. Boundary conditions of thermo-mechanical coupled analysis

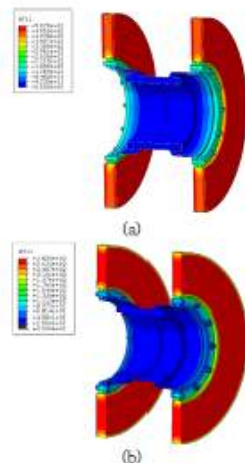
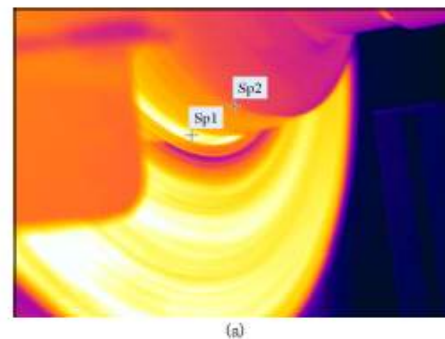


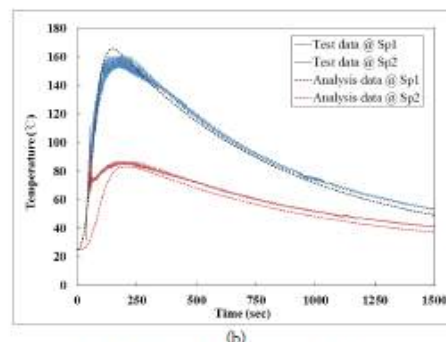
Fig. 4. Temperature contour of old model for thermo-mechanical coupled analysis
(a) At 54.5 sec (b) At 173.2 sec

Fig. 4는 열전달-열응력 연성해석의 온도분포 결과로 열유속 보정계수 c 가 0.92일 때의 결과를 보여주고 있다. Fig. 4 (a)에서 디스크의 최대 온도는 54.5 초에 디스크 표면에서 507.6°C 가 나타남을 볼 수 있으며, 내부 열전달 및 감속에 따른 열유속에 저하에 따라 허브의 최대 온도는 173.2 초에서 최대온도 166.7°C 가 나타남을 확인하였다.

해석 결과의 검증을 위해 Fig. 5 (a)와 같이 열화상 카메라를 통해 허브의 온도를 두개 지점에 대하여 측정하였다. 각 지점별 최대 온도는 Fig. 5(b)에서와 같이 최대 온도는 측정점 1에서 시험은 160.9°C , 해석은 166.7°C 가 나타났으며, 측정점 2에서는 시험은 86.0°C , 해석은 82.9°C 가 나타났다. 또한 시간에 따른 온도 분포는 시험과 해석에서 측정점 1의 경우 거의 유사하게 나타나고 있으나, 측정점 2는 250 초 이하 구간에서 다소 차이가 나타나는 것을 볼 수 있다. 이는 실제 열전달계수는 온도에 따라 달라지는데 해석 시 사용된 물성이 상수로 정의되어 나타난 것으로 판단된다.



(a)



(b)

Fig. 5. Thermal test and analysis result
(a) Thermography of disc and hub,
(b) Temperature graph

○ 고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서 검토 및 수정(KT101.0119.0)

수정 전

KATEM

고속철도(KTX)용 제동디스크
K-TYPE 모델 해석 보고서

문서번호 : KT101.0119.0

개정이력 : Rev. 00

제정일자 : 2021. 12. 14.

쪽 번호 : 15 / 16

5.4 열유동 해석 결과

K - 타입의 열유동 해석 결과 디스크 중심부의 최고 온도는 276.8°C, 허브의 최고 온도는 93.8°C의 결과값이 계산 되었다. 실제 열화상 카메라를 통하여 측정된 값인 디스크 중심부 최고온도 259.6°C 와 허브의 최고온도 94°C 온도값과 비교 하였을 때, 디스크 중심부와 허브에서 각각 6.6%와 0.2%의 오차를 갖는 것으로 계산되었다.

a. 열화상 카메라 측정에 의한 디스크의 온도

b. 열유동 해석에 의한 디스크의 온도

<그림 9. K - 타입 브레이크 디스크 제동시험에서의 온도>

수정 후

KATEM

고속철도(KTX)용 제동디스크
K-TYPE 모델 해석 보고서

문서번호 : KT101.0119.0

개정이력 : Rev. 02

제정일자 : 2021. 12. 14.

쪽 번호 : 15 / 16

5.4 열유동 해석 결과

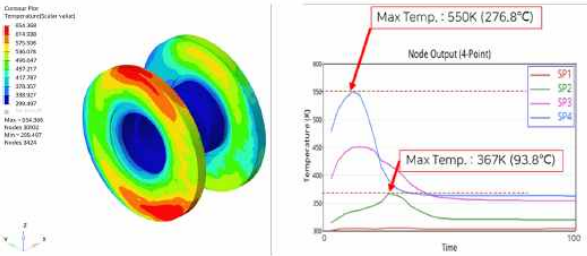
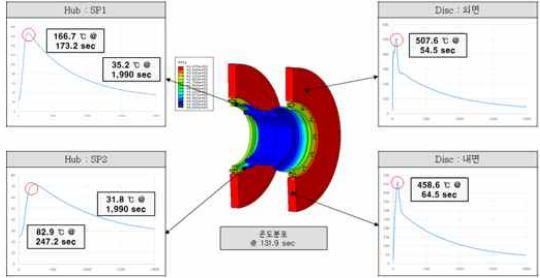
K - 타입의 열유동 해석 결과 디스크 외부의 최고 온도는 507.6°C, 내부의 최고 온도는 458.6°C의 결과값이 계산되었다. 해석 결과의 검증용 위해 열화상 카메라를 통하여 측정된 두 포인트의 값을 비교 측정하였다. SP1 포인트에서 시험온도는 160.9°C, 해석온도는 166.7°C가 나왔으며, SP2 포인트에서의 시험온도는 86.0°C 해석온도는 82.9°C로 계산되었다. 온도값을 비교하였을 때, 시험과 해석의 온도분포는 유사하게 나타남을 확인할 수 있었다.

a. 열화상 카메라 측정에 의한 각 센서에서의 디스크의 온도

b. 열유동 해석에 의한 각 센서에서의 디스크의 온도

<그림 9. K - 타입 브레이크 디스크 제동시험에서의 온도>

○ 고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 열응력 해석 보고서 검토 및 수정(KT101.0120.0)

수정 전	수정 후
 고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 열응력 해석 보고서 문서번호 : KT101.0120.0 개정이력 : Rev. 00 제정일자 : 2022. 02. 11. 쪽 번호 : 6 / 9 3. 해석 경계 조건 및 기계적 물성 3.1 열응력 해석 경계조건 모델의 열응력 해석을 진행하기 위하여 해석 경계조건은 그림 3에서 표기된 온도조건을 입력하였다. Acusolve를 사용하여 계산한 디스크의 온도 분포결과를 열응력 해석을 위해 준비한 모델에 적용하였으며, 가장 높은 온도가 측정된 시점에서의 온도를 적용하여 열팽창에 의한 디스크에 걸리는 응력을 계산하였다. 해당 모델은 기존 열유동 해석에서 디스크와 허브만을 사용하여 해석을 진행하여 볼트와 너트 등의 파트는 제외하였으며, 허브와 차축의 연결 부분을 Rigid(RBE2)요소를 사용하여 고정하였다.  Max Temp.: 550K (276.8°C) Max Temp.: 367K (93.8°C) <그림 3. 열응력 해석 경계조건> 3.2 기계적 성질 제동디스크 조립체의 해석에는 기본 구조재로서의 물성을 사용하였으며, 디스크 및 허브의 생산 과정에서 나타나는 소재의 재질 특성은 반영하지 못하므로 등방성 재질, 탄성 및 소성으로 가정하였다. 일반 구조강도 해석에 필요한 탄성계수, 프와송비와 밀도 이외에, 열응력해석을 위한 열전도도, 비열 등의 물성 정보가 필요하며 밑의 표에 정리하였다.	 고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 열응력 해석 보고서 문서번호 : KT101.0120.0 개정이력 : Rev. 01 제정일자 : 2022. 02. 11. 쪽 번호 : 6 / 9 3. 해석 경계 조건 및 기계적 물성 3.1 열응력 해석 경계조건 모델의 열응력 해석을 진행하기 위하여 해석 경계조건은 그림 3에서 표기된 온도조건을 입력하였다. Acusolve를 사용하여 계산한 디스크의 온도 분포결과를 열응력 해석을 위해 준비한 모델에 적용하였으며, 가장 높은 온도가 측정된 시점에서의 온도를 적용(Mapping)하여 열팽창에 의한 디스크에 걸리는 응력을 계산하였다. 해당 모델은 기존 열유동 해석에서 디스크와 허브만을 사용하여 해석을 진행하여 볼트와 너트 등의 파트는 제외하였으며, 허브와 차축의 연결 부분을 Rigid(RBE2)요소를 사용하여 고정하였다.  Hub: SP1 166.7 °C @ 173.2 sec Disc: 외면 507.8 °C @ 54.5 sec Hub: SP2 82.9 °C @ 247.2 sec Disc: 내면 438.6 °C @ 64.5 sec 온도분포 @ 150.8 sec <그림 3. 열응력 해석 적용 열 경계조건>

보완의견(검토의견)

- 브레이크 패드의 접촉면 형상이 1차년도 triangle에서 최종 square로 변경되면서 2줄의 굴이 발생하고 디스크 상에 마모형태도 역시 나이테 형상이 나타남으로 인해 장기 사용 시 불완전 접촉의 가능성에 대하여는 디스크를 쉽게 교체 가능한 장점을 활용하는 것이 좋을 듯함(교체 주기 명시, RCM)

조치내용

- 고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서 검토 및 수정(KT101.0119.0)

Joint-Study Report

- 고속열차(KTX)용 제동Disc -

해석 보고서

KATEM

2018. 10. 22.



(주)에스앤위즈

3.3.3 패드에 대한 사양

패드는 700 °C 이상의 온도에 견디고 높은 열응력에서도 마모가 적으며 수분과 적설의 영향에서도 마찰계수의 변화가 적은 소결합금(sintered copper alloy)으로 실린더 타입의 펠릿(pellet) 형상으로 제작되어 있다.⁽¹⁾ 그리고 패드는 일반적인 특성에 대해서는 NF F 11-296은 합성(Organic) 제동패드에 대한 규격 및 NF F 11-297은 소결(Sintered material) 제동패드에 대한 규격에 부합해야 한다. 현재 사용되는 패드의 사양은 NF F 11-297 재료의 소결 제동패드이다.

부품 특성으로는 공칭 표면적 200cm²의 패드에 대한 요구조건에 부합하여야 한다. 또한 여러 개의 소결 금속 스타드(Stud)로 만들어진 패드의 경우, 이러한 스타드는 디스크의 마찰 계적 너비를 따라 일정한 열 흐름을 보장하도록 배열되어야 한다.⁽²⁾ 그리고 패드는 마찰로 인하여 마모될 때까지, 변형되거나 파손됨이 없이 제동 체결 또는 제동 해제 상태에서 부가되는 모든 운영조건에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

그림 11은 KTX에 사용되는 패드의 실물 구성, 그림 12는 형상 설계도면이다.

그림 11 - 패드구성⁽¹⁾

KATEM

고속철도(KTX)용 제동디스크
K-TYPE 모델 해석 보고서

문서번호 : KT101.0119.0

개정이력 : Rev. 02

제정일자 : 2021. 12. 14.

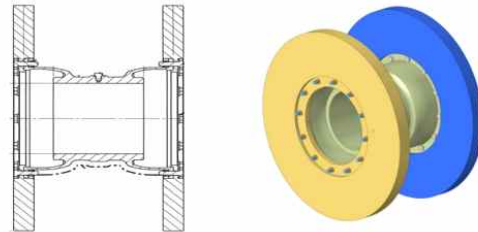
쪽 번호 : 4 / 16

1. 목 적

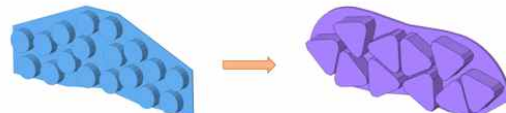
본 문서는 카템에서 개발한 고속철도(KTX)용 제동 디스크 및 제동 디스크 허브를 대상으로 전산 시뮬레이션 해석을 통해 구조적인 성능 및 안정성을 확인하는 것을 목적으로 한다.

2. 해석 모델 정보

그림 1, 2는 과제 3차년도에 개발된 허브(이하 K타입)의 형상이며, 4차년도 진행 과정에 사양 변경이 된 브레이크 패드 형상이다. 3차년도와 다른 브레이크 패드의 형상에 맞추어 추가적인 브레이크 허브 Assy의 강성해석 및 패드 슬립 해석을 수행하였다.



<그림 1. K- 타입 제동디스크 조립체의 도면 및 3D 형상>



<3차년도 PAD 형상>

<4차년도 PAD 형상>

<그림 2. K-타입 제동디스크 브레이크 패드의 도면 및 3D 형상>

- 제동디스크에 대한 교체주기 및 RCM(Reliability Centered Maintenance)
 - 고속철도(KTX)용 제동디스크 유지보수절차서(매뉴얼)(KT101.0031.0) 내용 발췌

	고속철도(KTX)용 제동디스크 유지보수절차서(매뉴얼)	문서번호 : KT101.0031.0
		개정이력 : Rev. 0
		제정일자 : 2020.02.17
		쪽 번 호 : 4 / 7

1. 목 적

본 문서는 고속철도(KTX)용 제동디스크 2 종 (KRTS-CO-Part3-6-2017)의 철도용품 기술 기준 (KRTS)에 따른 유지보수 절차를 기술한다.

2. 유지 보수 및 안전 업무 직원의 자격 조건

- 2.1 적절한 교육을 받은, 자질이 검증된 직원에 의해 수행되어야 한다.
- 2.2 유지 보수 직원은 정신적, 신체적으로 완벽하게 정상적인 상태를 유지하여야 하며, 이상 발견 시 작업에서 배제되어야 한다.

3. 안전 일반 사항

- 3.1 안전 예방 조치를 따르지 않으면, 신체 상해 혹은 물질적 손해가 발생하므로 항상 안전 수칙을 생활화한다.
- 3.2 안전 예방 조치는 장비 설치, 장비 작동 전에 읽고 이해되어야 한다.
- 3.3 직원들은 장비 작동 전 기본 안전 수칙이 사고를 피할 수 있게 되어 있는지 여부를 항상 체크 후 작업한다.

4. 안전 수칙

안전 수칙은 작업자 안전과 제품 안전으로 구분한다.

4.1 작업자 안전 수칙

- 1) 직원들은 헐거운 옷, 금속성 안경 및 팔찌 등을 착용해서는 안 된다.
- 2) 직원들은 작업장에서 작업 시 항상 안전화를 착용한다.
- 3) 작업 시 날카로운 부품이나 뜨거운 부품에 신체상 상해를 피하기 위해 항상 장갑을 착용하고 작업을 한다.
- 4) 직원들은 용도에 적합한 안전모, 보안경, 귀 보호대를 착용하고 작업을 한다.
- 5) 압축 공기를 사용 시 신체 상해를 보호하기 위해 항상 보안경, 마스크를 착용하고 작업을 한다.

- 6) 솔벤트 작업 후 에어 분사 시 먼지 입자 나 솔벤트 물방울이 비산되어 피부 나 눈의 염증을 유발할 수 있으므로 주의하여 작업하고, 반드시 보안경, 피부보호대, 마스크를 착용하고 작업을 한다.
- 7) 에어 분사 시 다른 사람에게 향하도록 분사해서는 안 된다.
- 8) 장비에서 구성 부품을 탈거 시 에어 공급을 중단해도 잔류 공기압이 있어 비산될 우려가 있으므로 주의하여 작업을 한다. 작업 시 반드시 보안경, 귀 보호대, 마스크를 착용한다.
- 9) 솔벤트, 세척제, 윤활유의 사용은 안전상 위험을 내포하므로 절차에 따라 작업을 주의하여 진행한다.
- 10) 작업장내 위험(DANGER), 경고(WARNING) 등 필요한 위치에 게시를 한다.

4.2 제품 안전 수칙

- 1) BOLT 및 NUT 는 이완 시 심각한 문제를 야기함으로 규정된 제품을 사용한다. 풀림 방지용 너트 및 볼트를 사용한다.
 - A. 너트 : 란프란코 풀림 방지 너트. M12*1.75 10 등급
 - B. 볼트 : M12*1.75*45L, 10.9 등급 SCM435, QT 열처리 적용
 - C. 체결토크가 $112 \pm 8 \text{ N/m}$, 24 개소로 작업 시 PAINT MARKING 을 실시하면서 누락이 없도록 작업한다.
- 2) 완제품의 무게가 약 200 kg 으로 이동 및 포장 시 제품에 굽힘, 충격 등이 가해지지 않도록 주의하면서 작업을 한다.
- 3) 완제품의 부식 방지를 위해 방청 비닐로 제품을 보관한다.
- 4) 제동 디스크 두께는 신품에서 45mm, 최대 마모 한계는 38mm 까지 사용 가능하며 38mm 미만은 교체 권장한다.

5. 재 작업 절차

- 5.1 최종 완성품 검사 시 부적합이 발생하였을 시 재 작업을 실시한다.
- 5.2 부적합품은 반드시 정상품과 구별이 되도록 마킹 후 별도 장소에 보관한다.
- 5.3 재 작업 일정을 수립하여, 조립 역순으로 분해 후, 해당 결함 부품을 수정 혹은 교환 후 조립 순서대로 작업한다.
- 5.4 최종 완성품 검사를 실시하여 합격 시 포장 실시한다.

6. 유지 보수

- 6.1 제동디스크의 안전성을 확보하고 제동디스크의 본래 기능을 유지할 수 있도록 단계별 검사를 철저히 한 후, 후공정 작업을 진행한다.
- 6.2 제동디스크의 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 미리 방지하도록 고장모드 영향 치명도 분석(FMECA) 과 관리계획서를 작성하여 주기적으로 파악하고 기록 보관한다.
- 6.3 고장모드 영향 치명도 분석을 통해 부품이나 장비가 고장을 일으킬 수 있는 모든 가능한 형태, 각 고장모드의 원인 및 각 고장의 영향에 대해 고찰할 수 있다.
- 6.4 유지 보수는 정상 작업에 비해 난해한 작업이므로, 유형에 맞는 작업 시방서를 작성한 후 작업을 진행한다.
작업 시방서에는 각 유지 보수 단계에 필요한 과업, 과업 수행 주기, 과업 수행 소요 시간, 필요한 기술 수준 및 필요 장비 등을 포함한다.
- 6.5 특히, 안전 관련 사항은 필수 항목으로 반드시 명기하여 안전 사고가 발생하지 않도록 사전에 철저한 검토를 하여야 한다.

7. KTX 제동디스크 유지보수주기 · 검사표

검수종별	약호	검수기준 (주기 및 회기)		비 고
		주행거리(km)	회기한도	
일상검수	ES	5,000(최대) (육안검사)	-	Examination in Service
주행기어검수	RGI	20,000(최대) (육안검사)	14일	Running Gear Inspection
제한검수	LI	150,000~165,000 (측정)	4개월	Limited Inspection
일반검수	GI	300,000~330,000 (측정)	8개월	General Inspection
전반검수	FGI	600,000~660,000 (측정)	16개월	Full General Inspection

※ 주의

1. KTX 제동디스크 사용 보증 기간 3년으로 한다.
2. 육안검사는 제동디스크의 표면상태, 고정볼트상태, 허브상태, 제동디스크와 패드간섭 확인임.
3. 측정은 두께측정을 말하며 제동 디스크 두께는 신품에서 45 mm, 최대 마모 한계는 38 mm까지 사용 가능하며 38 mm 미만은 교체 권장한다.

	고속철도(KTX)용 제동디스크 고장모드영향 치명도분석 (FMECA)	문서번호 : KT101.0066.0
		개정이력 : Rev. 0
		제정일자 : 2020.02.17
		쪽 번 호 : 4 / 22

1. 목 적

제품 및 프로세스 설계에서 발생할 수 있는 잠재적 고장, 불량, 유형, 문제점 등을 파악하고 원인별로 Risk(위험도)를 평가하여 사전 예방하는데 그 목적이 있다.

2. 잠재적 고장형태(유형)

시스템, 서브시스템, 부품이 설계의도 및 공정요구사항을 만족시키지 못하는 것으로서 아래사항을 고려하여야 한다.

- 1) 입고부품 및 자재는 정상으로 간주한다.
- 2) 고장은 발생할 수 있으나 반드시 발생하는 것은 아니다.
- 3) 제품/공정 요구사항을 충족시키는데 실패할 수 있는 요인을 검토한다.
- 4) 기술사양과는 무관한 고객불만 사항의 경우는 유사공정의 비교와 유사구성품과 관련된 고객불만 검토가 필요하다.
- 5) 최종사용자 및 후속 작업에 대한 유사공정 과거 실패 사례를 검토한다.
- 6) 고장 형태는 논리적이고 기술적인 용어를 사용하여야 하고, 공정 검사 및 Test 결과를 참조한다.
- 7) 전형적인 공정 FMECA 의 고장형태는 다음과 같다.

- | | |
|------------------------|---------------------------|
| (1) Bent(구부러짐) | (9) Deformed(변형) |
| (2) Binding(굳음) | (10) Dirty(더러움) |
| (3) Blistered(기포, 부풀음) | (11) Discolored(변색) |
| (4) Burred(버어) | (12) Distorted(비틀림) |
| (5) Brittle(깨지기 쉬운) | (13) Eccentric(편심) |
| (6) Broken(파손) | (14) Leaking(누설) |
| (7) Corroded(부식) | (15) Melted(녹은) |
| (8) Cracked(크랙, 금간) | (16) Misaligned(조정, 설치불량) |

- (17) Handling Damage(취급손상,표면 너무 매끈,라벨부착 미스)
- (18) Hole Missing(위치 벗어남,누락,깊이 낮음/깊음)
- (19) Open Circuited(단선)
- (20) Over/Under Size(과다/미달)
- (21) Porous(기공)
- (22) Rough(거친)
- (23) Short Circuited(단락)
- (24) Short/Long(짧음, 남음)
- (25) Tight/Loose(빡빡함/헐거움)
- (26) Warped(뒤틀림)
- (27) Wrinkled(주름)

3. 잠재적 고장영향

시스템이나 장치 등의 고장요인을 도출하는 기법으로서, 시스템을 구성하는 기기 혹은 부품 등의 어떤 고장이 발생했을 때 그 고장의 형태(모드)와 해당 고장에 따른 영향의 내용과 정도를 분석하여 고장의 원인 / 발생과정 / 발생가능성(빈도) 등을 파악하고 관리방법 등을 평가하여 각각 점수화(1~10 점) 한 후 위험 우선 순위를 선정하고 위험도가 높은 고장유형에 적절한 대책을 세울 수 있도록 하는 재해 예방 분석 기법이며 작성방법은 아래와 같다.

- 1) 고객이 인식하거나 경험할 수 있는 표현으로 설명/기입한다.
- 2) 고장 형태가 안전에 영향을 미치거나 규제사항에 부적합함을 초래한다면 명확히 표시한다.
- 3) 최종사용자에 대한 고장의 영향은 다음과 같이 성능의 용어로 표기한다.

- (1) Noise(소음)
 - (2) Erratic Operation(불규칙적인 작동)
 - (3) Inoperative(작동불능)
 - (4) Unstable(불안정성)
 - (5) Intermittent Operation(간헐적인 작동)
 - (6) Vehicle Control Impaired(차량콘트롤 저하)
 - (7) Rough(거칠음)
 - (8) Excessive Effort Required(과도한 작동력 요구)
 - (9) Unpleasant Odor(불쾌한 냄새)
 - (10) Operation Impaired(작동저하)
 - (11) Draft(통풍)
 - (12) Poor Appearance(조잡한 외관)
 - (13) Rework / Repaires(재작업/수리)
 - (14) Scrap(폐기)
 - (15) Leaks(리스크)
 - (16) Vehicle control impaired(차량콘트롤 저하)
 - (17) Customer dissatisfaction(고객불만족)
- 4) 후속 작업 또는 공정에 대한 고장의 영향으로서 이는 공정/작업 성능의 용어로 표기하며, 대표적인 예는 다음과 같다.
- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| (1) 조임 불가(Cannot fasten) | (5) 장착 불가(Cannot mount) |
| (2) 조립 불가(Does not fit) | (6) 불일치(Does not match) |
| (3) Bore/Tap 불가(Cannot bore/tap) | (7) 접촉면 불일치(Cannot face) |
| (4) 연결 안됨(Does not connect) | (8) 장비 손상(Damages Equipment) |

	고속철도(KTX)용 제동디스크 고장모드영향 치명도분석 (FMECA)	문서번호 : KT101.0066.0
		개정이력 : Rev. 0
		제정일자 : 2020.02.17
		쪽 번 호 : 7 / 22

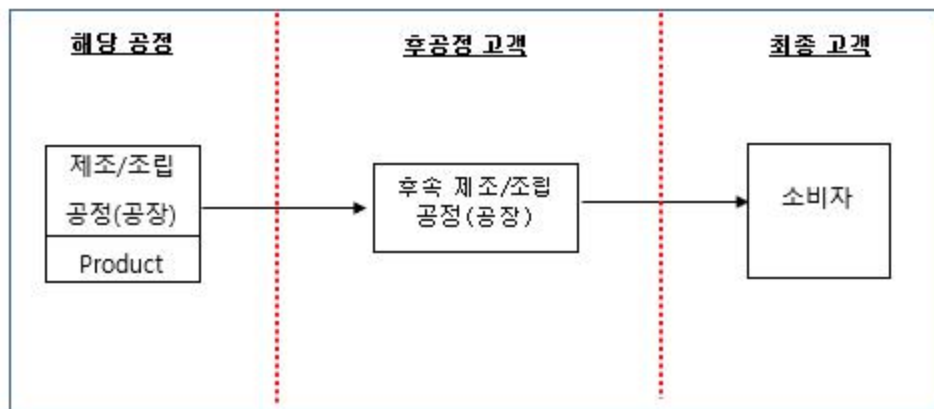
(9) 작업자 위험(Endangers operator)

(10) 과도한 톨 마모(Cause excessive tool wear)

4. 심각도(Severity)

- 1) 심각도는 해당되는 고장형태에 대한 가장 심각한 영향과 관련된 등급이다.
- 2) 고장형태가 고객(후공정, 최종제품)에게 미치는 영향의 심각한 정도로서 여러 개의 고장영향에 대하여 가장 심각한 것을 기준으로 적용한다.

<그림 1. 공정흐름에 따른 후공정의 개념>



- 3) 아래의 "심각도 평가 기준표"를 참조하여 각 공장별 정의된 심각도 기준을 적용하여 심각도 등급을 산정한다.

<표 1. 심각도 일반평가 기준표>

제품에 대한 영향의 심각도 (고객 영향)	영향	등급	영향	공정에 대한 영향의 심각도 (제조/조립 영향)
잠재적 고장형태가 경고 없이 안전 운행에 영향을 미치거나 정부법규에 대해 불일치 사항을 포함	안전 및 규제 요구사항을 충족시키지 못함	10	안전 및 규제 요구 사항을 충족시키지 못함	경고 없이 작업자(기계 또는 조립)를 위험에 빠뜨릴 수 있다.
잠재적 고장형태가 경고를 하면서 안전운행에 영향을 미치거나 정부 법규에 대해 불일치 사항을 포함		9		경고를 하면서 작업자(기계 또는 조립)를 위험에 빠뜨릴 수 있다.
주요 기능 상실(작동 불능, 안전운행에 영향을 미치지 않음)	주요 기능의 상실 또는 저하	8	중대한 생산중단	제품을 100% 폐기할 수 있다. 라인 가동을 중단하거나 선적 중단
주요 기능 저하(자동차가 작동하지만, 성능 수준이 떨어짐)		7	현저한 생산중단	양산된 제품의 일부를 폐기할 수 있다. 라인속도 감소 또는 인력 충원을 포함한 주요 공정과의 편차
보조 기능 상실(제품이 작동하지만, 안락하고 편안한 기능 불능)	보조 기능의 상실 또는 저하	6	보통의 생산중단	양산된 제품 100%가 라인 밖에서 재작업되고 합격되도록 할 수 있다.
보조 기능 저하(제품이 작동하지만, 성능 수준의 감소로 안락하고 편안한 기능 수준이 떨어짐)		5		양산 제품의 일부가 라인 밖에서 재작업되고 합격되도록 할 수 있다.
외관 또는 들리는 소음, 품목이 안락하지 않고 대부분의 고객에 의해 인지됨(>75%)	고객불편(Annoyance)	4		양산된 제품 100%가 작업장 내에서 재작업되고 다음 공정으로 이동할 수 있다.
외관 또는 들리는 소음, 품목이 안락하지 않고 많은고객에 의해 인지됨(50%)		3		양산 제품의 일부가 작업장 내에서 재작업되고 다음 공정으로 이동할 수 있다.
외관 또는 들리는 소음, 품목이 안락하지 않고 예민한 고객에 의해 인지됨(<25%)		2	경미한 생산중단	공정, 오퍼레이션, 또는 작업자 에게 경미한 불편
인지할 수 있는 영향 없음	영향 없음	1	영향 없음	인지할 수 있는 영향 없음

5. 잠재적 고장원인

고장을 일으킬 수 있는 잠재적 원인 및 매커니즘을 기술한다 (공정특성의 비정상적인 상태 등)

- 1) 시정조치 및 관리가 가능하도록 원인을 기술
- 2) 대부분의 원인들은 여러 개의 고장형태와 관련이 있으며, 따라서 근본원인의 결정 및 관리를 위해 실험계획법을 고려할 수 있다.
- 3) 전형적인 고장원인의 대표적인 용어는 다음과 같다.
 - (1) 부적절한 토크(Improper torque) - 과다, 미달(over, under)
 - (2) 부적절한 용접(Improper weld) - 전류, 통전시간, 가압력(current, time, pressure)
 - (3) 부정확한 게이지 측정(Inaccurate gauging)
 - (4) 부적절한 열처리(Improper heat treat) - 시간, 온도(time, temperature)
 - (5) 불충분한 환기(Inadequate gating/venting)
 - (6) 불충분한 윤활 또는 윤활되지 않음(Inadequate or no lubricating)
 - (7) 부품 누락 또는 오장착(Part missing or mislocated)
 - (8) 마모된 위치결정구(Worn locator)
 - (9) 마모된 툴(Worn tool)
 - (10) 위치결정구 위의 칩(Chip on locator)
 - (11) 툴 파손(Broken tool)
 - (12) 부적절한 기계 셋업(Improper machine setup)
 - (13) 부적절한 프로그래밍(Improper programming)
 - (14) 모호하고 불명확한 표현을 사용하지 않는다.

6. 예방관리 및 검출관리

고장 예방/검출 방법은 고장형태 또는 고장의 원인/매커니즘의 발생을 예방하거나, 이를 검출하는 관리방안에 대하여 기술한다.

- (1) 예방관리 : 원인/매커니즘이나 고장형태의 발생을 예방할 수 있는 관리방법 기술한다.
예) 공정/설비 점검, 실수방지(ERROR PROOFING) 또는 통계적 공정관리(SPC) 등
- (2) 검출관리 : 원인/매커니즘 또는 고장형태를 검출하는 관리방법을 기술한다.
예) 제품 검사, 측정, 시험

7. 발생도(Occurrence)

- 1) 고장의 특정한 원인/메커니즘이 발생할 수 있는 가능성이다.
- 2) 발생도를 줄이는 유일한 방법은 원인/메커니즘을 예방 및 검출관리를 개선하는 것이다.
- 3) 잠재적 고장형태의 발생도는 공정이 가동되는 동안 예측되는 고장빈도에 따라 산출된다.
 - (1) 유사공정의 통계적 Data 를 이용한다.
 - (2) 주관적 평가는 유사공정의 과거 Data 를 이용한다.
- 4) 아래의 "발생도 평가 기준표"를 참조하여 각 공장별 정의된 발생도 기준을 적용하여 발생도 등급을 산정한다.

<표 2. 발생도 평가 기준표>

고장 가능성	기준: 원인의 발생도-공정 FMECA (부품별 고장건수)	PPM	등급
매우 높음: 지속적인 고장	1,000 개당 100 개 이상 (10 개중 1 개 이상)	$\geq 100,000$	10
높음: 빈번한(찾은) 고장	1,000 개당 50 개 이상 (20 개중 1 개 이상)	50,000	9
	1,000 개당 20 개 이상 (50 개중 1 개 이상)	20,000	8
	1,000 개당 10 개 이상 (100 개중 1 개 이상)	10,000	7
보통: 가끔 고장	1,000 개당 2 개 이상 (500 개중 1 개 이상)	2,000	6
	1,000 개당 0.5 개 이상 (2,000 개중 1 개 이상)	500	5
	1,000 개당 0.1 개 이상 (10,000 개중 1 개 이상)	100	4
낮음: 상대적으로 적은 고장	1,000 개당 0.01 개 이상 (100,000 개중 1 개 이상)	10	3
	1,000 개당 0.001 개 이상 (1,000,000 개중 1 개 이상)	1	2
희박: 고장이 거의 없음	예방관리를 통하여 고장이 제거됨	<1	1

5. 잠재적 고장원인

고장을 일으킬 수 있는 잠재적 원인 및 매커니즘을 기술한다 (공정특성의 비정상적인 상태 등)

- 1) 시정조치 및 관리가 가능하도록 원인을 기술
- 2) 대부분의 원인들은 여러 개의 고장형태와 관련이 있으며, 따라서 근본원인의 결정 및 관리를 위해 실험계획법을 고려할 수 있다.
- 3) 전형적인 고장원인의 대표적인 용어는 다음과 같다.
 - (1) 부적절한 토크(Improper torque) - 과다, 미달(over,under)
 - (2) 부적절한 용접(Improper weld) - 전류, 통전시간, 가압력(current, time, pressure)
 - (3) 부정확한 게이지 측정(Inaccurate gauging)
 - (4) 부적절한 열처리(Improper heat treat) - 시간, 온도(time, temperature)
 - (5) 불충분한 환기(Inadequate gating/venting)
 - (6) 불충분한 윤활 또는 윤활되지 않음(Inadequate or no lubricating)
 - (7) 부품 누락 또는 오장착(Part missing or mislocated)
 - (8) 마모된 위치결정구(Worn locator)
 - (9) 마모된 툴(Worn tool)
 - (10) 위치결정구 위의 칩(Chip on locator)
 - (11) 툴 파손(Broken tool)
 - (12) 부적절한 기계 셋업(Improper machine setup)
 - (13) 부적절한 프로그래밍(Improper programming)
 - (14) 모호하고 불명확한 표현을 사용하지 않는다.

6. 예방관리 및 검출관리

고장 예방/검출 방법은 고장형태 또는 고장의 원인/매커니즘의 발생을 예방하거나, 이를 검출하는 관리방안에 대하여 기술한다.

- (1) 예방관리 : 원인/매커니즘이나 고장형태의 발생을 예방할 수 있는 관리방법 기술한다.
예) 공정/설비 점검, 실수방지(ERROR PROOFING) 또는 통계적 공정관리(SPC) 등
- (2) 검출관리 : 원인/매커니즘 또는 고장형태를 검출하는 관리방법을 기술한다.
예) 제품 검사, 측정, 시험

7. 발생도(Occurrence)

- 1) 고장의 특정한 원인/메커니즘이 발생할 수 있는 가능성이다.
- 2) 발생도를 줄이는 유일한 방법은 원인/메커니즘을 예방 및 검출관리를 개선하는 것이다.
- 3) 잠재적 고장형태의 발생도는 공정이 가동되는 동안 예측되는 고장빈도에 따라 산출된다.
 - (1) 유사공정의 통계적 Data 를 이용한다.
 - (2) 주관적 평가는 유사공정의 과거 Data 를 이용한다.
- 4) 아래의 "발생도 평가 기준표"를 참조하여 각 공장별 정의된 발생도 기준을 적용하여 발생도 등급을 산정한다.

<표 2. 발생도 평가 기준표>

고장 가능성	기준: 원인의 발생도-공정 FMECA (부품별 고장건수)	PPM	등급
매우 높음: 지속적인 고장	1,000 개당 100 개 이상 (10 개중 1 개 이상)	$\geq 100,000$	10
높음: 빈번한(찾은) 고장	1,000 개당 50 개 이상 (20 개중 1 개 이상)	50,000	9
	1,000 개당 20 개 이상 (50 개중 1 개 이상)	20,000	8
	1,000 개당 10 개 이상 (100 개중 1 개 이상)	10,000	7
보통: 가끔 고장	1,000 개당 2 개 이상 (500 개중 1 개 이상)	2,000	6
	1,000 개당 0.5 개 이상 (2,000 개중 1 개 이상)	500	5
	1,000 개당 0.1 개 이상 (10,000 개중 1 개 이상)	100	4
낮음: 상대적으로 적은 고장	1,000 개당 0.01 개 이상 (100,000 개중 1 개 이상)	10	3
	1,000 개당 0.001 개 이상 (1,000,000 개중 1 개 이상)	1	2
희박: 고장이 거의 없음	예방관리를 통하여 고장이 제거됨	<1	1

8. 검출도(Detection)

고장이 발생할 경우 고장 제품의 출하를 방지하기 위한 모든 "고장 예방/검출 방법"의 검출 관리 능력을 평가한다

- 1) 무작위(Random) 품질검사는 독립적(Isolated)으로 존재하는 고장을 검출할 가능성이 낮다.
- 2) 검출방법이 없는 경우 검출도 등급은 10 등급을 적용한다.
- 3) 하나 이상의 검출방법이 적용될 경우, 가능 검출능력이 좋은 낮은 등급을 적용한다.
- 4) 통계적 이론에 의해 수행되는 샘플링은 유효한 검출 관리 방법이다.
- 5) 아래의 "검출도 평가 기준표"를 참조하여 각 공장별 정의된 검출도 기준을 적용하여 검출도 등급을 산정한다.

9. RPN(Risk Priority Number; 위험우선수)

$RPN = \text{심각도}(S) \times \text{발생도}(O) \times \text{검출도}(D)$

- 1) 위험 우선 순위도의 산출은 심각도, 발생도, 검출도의 곱으로 계산하여 공정의 위험정도를 기입한다.
- 2) RPN 이 100 점 이상 항목의 고장 원인에 대해서는 개선 계획(Control Plan)을 권고한다.
- 3) 100 점 이하의 항목에 대해서는 심각도가 9 점 이상인 항목을 우선적으로 개선대책을 수립하여 시행할 수 있다.

10. 권고조치

- 1) 권고 조치는 하나 또는 그 이상의 위험 요소를 줄이는 것이다.
- 2) 고려되어야 할 조치사항은 다음과 같다.
 - (1) Risk 을 줄이기 위한 공정 및 설계의 변경이 필요할 수 있다.
 - (2) Risk 을 줄이기 위해 능동적으로 Error Proof 를 적용한다
 - (3) 발생도 개선을 위한 개선 방법을 우선적으로 고려하고, 검출도 개선을 그 다음 고려한다.

	고속철도(KTX)용 제동디스크 고장모드영향 치명도분석 (FMECA)	문서번호 : KT101.0066.0
		개정이력 : Rev. 0
		제정일자 : 2020.02.17
		쪽 번 호 : 12 / 22

<표 3. 검출도 일반평가 기준표>

검출기회	기준 : 공정관리에 의한 검출 가능성	검출가능성	등급
검출기회 없음	현 공정관리 없음: 검출할 수 없음 또는 분석되지 않음	거의 불가능	10
어떤 단계에서도 검출 가능성 적음	고장형태 및/또는 에러(원인)가 쉽게 검출되지 않음. (예: 무작위 심사)	매우 희박	9
공정완료 후 문제 검출	작업자가 시각/촉각/청각을 통해 공정완료 후 고장형태검출	희박	8
공정에서 문제 검출	작업자가 시각/촉각/청각 수단을 이용해 작업 위치에서 고장형태 검출 또는 공정완료 후 계수치 게이지를 이용한 검출(Go/No-go, 수작업 톨오크 체크/클리커 렌치 등)	매우 낮음	7
공정 후 문제 검출	작업자가 계량치 게이지를 이용하여 공정완료 후 고장 형태 검출 또는 계수치 게이지를 이용해 작업 위치에서 작업자에 의한 검출(Go/No-go, 수작업 톨오크 체크/ 클리커 렌치 등) - 최종종검사 안하고 작업중 육안 검사만실시	낮음	6
현장에서 문제 검출	작업위치에서 계량치 게이지를 이용하는 작업자에 의해 또는 부적합한 부품을 검출하여 작업자에게 통지하는 작업위치의 자동화된 통제(빛 버저 등)에 의해 고장형태 또는 에러(원인)검출. 셋업 상에서 수행된 게이지 측정 및 초음 (셋업원인에 대해서만) 계측기로 작업중 검사(초중종검사를 검사)	보통	5
공정 후 문제 검출	서로 어긋나는 부품을 검출하고 더 이상의 공정 진행을 막기 위해 스테이션에서 부품을 자동적으로 차단하는 자동화된 관리에 의한 공정 후 고장형태 검출 -작업 후 작업된 제품 검사를 할 수 있는 장치 사용	다소 높음	4
현장에서 문제 검출	서로 어긋나는 부품을 검출하고 더 이상의 공정 진행을 막기 위해 스테이션에서 부품을 자동적으로 차단하는 자동화된 관리에 의한 스테이션내 고장형태 검출	높음	3
에러 검출 및 또는 문제예방	에러를 검출하고 서로 어긋나는 부품의 생산을 예방하는 자동화된 관리에 의한 스테이션 내 에러(원인) 검출	매우높음	2
검출 해당사항 없음: 에러 예방	픽스처 설계, 기계 설계 또는 부품 설계의 결과로서의 에러(원인) 예방.	거의 확실	1

	고속철도(KTX)용 제동디스크 고장모드영향 치명도분석 (FMECA)	문서번호 : KT101.0066.0
		개정이력 : Rev. 0
		제정일자 : 2020.02.17
		쪽 번 호 : 13 / 22

11. 가공라인 RPN(Risk Priority Number ; 위험우선수) 판정 기준

1) 가공라인 심각도

<표 4. 가공라인 심각도 기준표>

영향	공정에 대한 영향의 심각도 (제조/조립 영향)	심각도	비 고
안전 및 규제 요구사항을 충족시키지 못할	사전 경고 없이 작업자(설비 또는 가공)을 위협하게 할 수 있다	10	
	사전 경고 후 작업자(설비 또는 가공)을 위협하게 할 수 있다	9	
중대한 생산중단	가공된 부품이 100% 폐기 or 라인정지 1SHIFT 이상인 경우	8	
현저한 생산중단	가공된 부품을 선별해서 50%이상 폐기 or 라인정지 1 시간 이상인 경우	7	
보통의 생산중단	100% 제품이 Off-Line 에서 Repair or 라인정지 1 시간 이하인 경우	6	
	50%이상 제품이 Off-Line Rework 될 경우 or 선별 필요한 경우. (라인정지 없음.)	5	
	100% 제품이 해당 라인 통과 전에 재 작업되고 대응조치 (품질서 발행)가 필요한 경우	4	
	50% 제품이 해당 라인 통과 전에 재 작업 될 수 있고 대응조치가 필요한 경우	3	
경미한 생산중단	공정, 작업자에게 약간의 불편을 초래	2	
영향 없음	인지할 수 있는 영향 없음.	1	

2) 가공라인 검출도

<표 5. 가공라인 검출도 기준표>

기준 : 공정관리에 의한 검출 가능성	검출도	비 고
현 시험 및 검사 방법이 없음. (검출할 수 없음)	10	
고장모드 그리고/또는 에러(원인)가 쉽게 검출되지 않음 (예: 무작위 검사)	9	조립라인 작업자 육안 검사
고장 모드 검출이 후속공정에서 작업자의 육안/ 측감/청각 의 방법에 의해 이루어짐(검출력 불확실함)	8	
고장 모드 검출이 후속공정에서 작업자의 육안/ 측감/청각 의 방법에 의해 이루어짐(검출력 불확실함)	8	
고장 모드 검출이 공정 내에서 작업자의 육안/측감/청각의 방법에 의해 이루어짐(검출력 매우 낮음) 예) 작업자 자주 검사 등	7	Final 완성품 검사
고장 모드 검출이 후속공정에서 계량형 게이지 또는 계수형 게이지를 사용해 이루어짐(고/노고 게이지, 매뉴얼 톨오크 체크/말각 렌치 등)	6	품질관리 요원 순회 검사
고장 모드 또는 에러(원인)검출이 공정 내에서 계량형/계수형 게이지를 사용해서 이루어짐(한도검본 검사 포함). 측정이 셋업 및 초를 검사에 수행된다(셋업만이 원인인 경우)	5	자주 검사 - 계량형 게이지 사용 - Setup 점검(초품검사)
고장 모드 검출이 후속공정에서 자동화된 관리방법에 의해 불량품을 검출하고 불량품이 관리된다.	4	Final Measuring Machine (불량품 배출방지 Interlock)
고장 모드 검출이 공정 내에서 자동화된 관리방법에 의해 불량품을 검출하고 불량품이 관리된다.	3	설비 Post gage 적용 (자동 전수 측정/보정가공)
에러(원인)검출이 공정 내에서 자동화된 방법에 의해 에러를 검출하고 불량품이 만들어지는 것을 예방한다.	2	Tool Monitoring System 적용 (제품손상 방지)Machine Condition Monitoring System 적용(설비 비정상 상태 감지)
제품 또는 공정 설계를 통해 불량품이 물리적으로 생산될 수 없는 경우(입증되어야 함)	1	

12. 조립라인 RPN(Risk Priority Number ; 위험우선수) 판정 기준

1) 조립라인 심각도

<표 6. 조립라인 심각도 기준표>

영향	공정에 대한 영향의 심각도 (제조/조립 영향)	심각도	비고
안전 및 규제 요구 사항을 충족시키지 못함	사전 경고 없이 작업자(설비 또는 조립)을 위험하게 할 수 있다	10	
	사전 경고 후 작업자(설비 또는 조립)을 위험하게 할 수 있다	9	
중대한 생산중단	조립된 부품이 100% 폐기 or 라인정지 15SHIFT 이상인 경우	8	
현저한 생산중단	조립된 부품을 선별해서 50%이상 폐기 or 라인정지 1 시간 이상인 경우	7	
보통의 생산중단	100% 제품이 Off-Line 에서 Repair or 라인정지 1 시간 이하인 경우	6	
	50%이상 제품이 Off-Line Rework 될 경우 or 선별 필요한 경우. (라인정지 없음)	5	
	100% 제품이 해당 라인 통과 전에 재 작업되고 대응조치 (품질서 발행)가 필요한 경우	4	
	50% 제품이 해당 라인 통과 전에 재 작업 될 수 있고 대응 조치가 필요한 경우	3	
경미한 생산중단	공정, 작업자에게 약간의 불편을 초래	2	
영향 없음	인지할 수 있는 영향 없음.	1	

2) 조립라인 검출도

<표 7. 조립라인 검출도 기준표>

기준 : 공정관리에 의한 검출 가능성	검출도	비 고
현 시험 및 검사 방법이 없음. (검출할 수 없음)	10	
고장모드 그리고/또는 에러(원인)가 쉽게 검출되지 않음 (예: 무작위 검사)	9	
고장 모드 검출이 후속공정에서 작업자의 육안/촉감/청각의 방법에 의해 이루어짐(검출력 불확실함)	8	
고장 모드 검출이 공정 내에서 작업자의 육안/촉감/청각의 방법에 의해 이루어짐(검출력 매우 낮음) 예) 작업자 자주 검사 등	7	육안 자주 검사 (검사 및 수정공정)
고장 모드 검출이 후속공정에서 계량형 게이지 또는 계수형 게이지를 사용해 이루어짐(고/노고 게이지, 매뉴얼 토크 체크/알각 렌치 등)	6	QC 순회 검사 (게이지)
고장 모드 또는 에러(원인)검출이 공정 내에서 계량형/계수형 게이지를 사용해서 이루어짐(한도건본 검사 포함). 측정이 셋업 및 초를 검사에 수행된다(셋업만이 원인인 경우).	5	측정 자주 검사 (토크렌치/치수검사)
고장 모드 검출이 후속공정에서 자동화된 관리방법에 의해 불량품을 검출하고 불량품이 관리된다.	4	
고장 모드 검출이 공정 내에서 자동화된 관리방법에 의해 불량품을 검출하고 불량품이 관리된다.	3	전동너트러너, 액 주입 장비,비전 검사(해당공정), EOL TEST 장비, Interlock Error Proofing
에러(원인)검출이 공정 내에서 자동화된 방법에 의해 에러를 검출하고 불량품이 만들어지는 것을 예방한다.	2	발생방지용 Error Proofing
제품 또는 공정 설계를 통해 불량품이 물리적으로 생산될 수 없는 경우(입증되어야 함)	1	

보완의견(검토의견)

- K- 디자인 모델과 기존품과의 차이로 생기는 부분에 대한 시험성적과 유지보수성을 높이는 장점에 대해 최종보고서에 기재 필요

조치내용

- K- 디자인 모델과 기존품과의 부분에 대해 비교 분석(최종보고서 30 페이지 참조)

KTX용 제동디스크 모델 비교



1. F타입

- F타입은 (주)카템의 초기 제작 모델로서 Faiveley 사와 유사한 형태를 지닌다. 볼트머리가 디스크 사이에 위치하며 너트가 외부에 노출되어 있어 외부에서 충격을 받았을시, 너트의 풀림 현상 발생을 유발한다. 이러한 단점들을 개선하여 만든 제품이 I타입이 된다.

2. I타입

- I타입은 제동디스크의 허브에 냉각효율을 향상시키는 모델로 제작되었다. F타입과는 달리 볼트머리가 허브 외부에 위치되어있으며, 이로 인해 너트가 내부에 있으므로 풀림에 안전하게 되었다. 하지만, 너트가 허브 내부에 위치하여 너트의 점검이 용이하지 못하는 단점이 드러나게 된다. 그리하여 재개선하게 되어 만들어진게 K타입이 된다.

3. K타입

- (주)카템의 유일한 모델로서, I타입에서 증명된 냉각효율 향상을 유지할 수 있는 모델이다. F타입에서의 볼트,너트 단점을 보완한 I타입의 장점을 이어가며, I타입과는 다르게 너트 위치가 외부에 있어 점검에 용이하다. 이러한 개선점들을 바탕으로 하여 만들어 낸 제품은 수요처인 한국철도공사(Korail)의 요구에 맞춰 설계한 제품으로 한국철도공사에 납품 할 계획이다.

보완의견(검토의견)

- 해외 진출(유럽, 중동, 동남아)시 IRIS 인증(생산품질인증)을 기반으로 공급 MoU 체결 후, 본 계약과 인도시점 중 제품규격인증(EN)을 획득하여 공급하는 것이 바람직(계약시 선금금에 규격인증비용을 포함)

조치내용

- 기존 KTX-산천 성능시험을 통해 KTX1의 제품성능인증(EN 14535-3)을 통한 진출방안을 모색하겠음



"Beyond Korea No.1"
대한민국을 넘어 세계로 도약하는 KTL

1/11

철도차량용 제동디스크 성능평가

신청업체

기관명	㈜카템
담당자	이태영 대표
메일주소	tylee8546@katem.co.kr

작성

승인

기관명	한국산업기술시험원	기관명	한국산업기술시험원
성명	강지성	성명	박진규
메일주소	jisung58@kti.re.kr	메일주소	jkpark@kti.re.kr

■ (최종) 연구개발과정에 대한 정리

1) 선행연구(R&D) 과정 : 중소기업부 창의융합R&D 사업 (2015.07.01.~2016.09.30.)

- ① R&D용 기본시제 제작
- ② 1단계 제동성능시험 완료

2) 기술개발 및 사업화 과정 : 국토부 국토교통사업화지원사업 (2018.04.01.~2022.06.30.)

- ① 1차 년도 (2018년) : 성능고도화 시제품 제작
- ② 2차 년도 (2019년) : 제동성능시험 완료, 현차시험 착수 및 형식/제작자승인 획득
- ③ 3차 년도 (2020년) : 현차시험 종료 및 국가공인 성능/품질인증 획득
- ④ 4차 년도 (2021년) : 해외 성능인증 획득

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

- 국내 최초 고속철도(KTX)용 제동디스크 개발 완료
- 기술경쟁력 및 가격경쟁력을 동시에 보유한 고속철도용 제동디스크의 제작 원천기술 획득
- 수입품 대비 동등 이상 성능의 고속철도(KTX)용 제동디스크 양산체제 구축
- 단조강(Forged steel) 디스크 개발로 주강(Casting steel) 디스크로 Line-up 계기 마련
- Born global 제품으로써 국내 사업화를 통한 궁극적 목표인 해외시장 진출 기반 조성

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

○ 경제적 성과

- 사업화/제품화(매출실적) : 제동디스크 도면 및 철도용품 공사규격서(KTX브레이크 디스크 KRCS B349) 심의 및 규격화 작업 완료 단계이며, 제동디스크 50대분 발주 진행 중(수주금액 약 5억원으로 예상됨)
- 일자리 창출

구분	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	계
신규고용인력(목표)	2명	2명	1명	1명	6명
성 과	2명	3명	1명	-	6명

○ 기술적 성과

1. 특허

- 1) 출원 10-2018-0048066 (2018.04.25.)
등록 10-2070699 (2020.01.21.)완료
발명의 명칭 : 고속열차의 브레이크 디스크용 방열효율 향상형 허브
- 2) 출원 10-2019-0057016 (2019.05.15.)

등록 10-2058535 (2019.12.17.)완료

발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체

3) 출원 10-2019-0104803 (2019.08.27.)

등록 10-2211340 (2021. 01. 28.)완료

발명의 명칭 : 철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체

4) 출원 10-2019-0115713 (2019.09.20.)

등록 10-2306928 (2021. 09. 24.)완료

발명의 명칭 : 철도차량용 브레이크 디스크 조립체

2. 시제품제작

1) 고속철도(KTX)용 Solid Type 제동디스크(Brake Disc)의 성능고도화 시제품제작 (10sets)

- 국내소재를 적용한 고온강도 안정화 및 Near-net Shape 특수공법 적용
- 균열방지 디스크(Disc) 및 냉각효율 향상 허브(Hub) 제작기술 적용.

2) 표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크의 성능고도화 시제품제작 (10sets)

- 국내 소재를 적용한 고온강도 안정화 및 Near-net Shape 특수공법 적용
- 균열 방지 기술을 적용한 디스크(disc).
- 냉각효율 극대화형 기술을 적용 한 허브(hub).

3) 표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크의 성능고도화 시제품제작 (20sets)

- 국내 소재를 적용한 고온강도 안정화 및 Near-net Shape 특수공법 적용
- 균열 방지 기술을 적용한 디스크(disc).
- 냉각효율 극대화형 기술을 적용 한 허브(hub).

4) 표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크의 성능고도화 시제품제작 K-TYPE (4sets)

- 국내 소재를 적용한 고온강도 안정화 및 Near-net Shape 특수공법 적용
- 균열 방지 기술을 적용한 디스크(disc).
- 냉각효율 극대화형 기술을 적용한 허브(hub).

○ 학술적 성과

- 논문

1) 학술지명 : 한국산화기술학회 논문지 (Vol.22 페이지 199 ~207)

2) 논문명 : 냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구

3) 게재일 : 2021. 03.

○ 기타 성과

- 현장시험 및 검증

1) 고속철도(KTX)용 제동디스크 제동 성능 시험 완료(2020. 05. 15. 한국철도기술연구원)

2) 고속철도(KTX)용 제동디스크 현장시험 완료 (2021.12.24. 한국철도공사 수도권철도차량정비단)

- 연구개발 관련 홍보

1) InnoTrans Berlin 2018 전시회 출품(제동디스크)

2) 2021 부산국제 철도기술산업전 전시회 출품(제동디스크)

(3) 세부 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	냉각성능향상을 위한 고속철도 제동디스크 허브의 해석 연구	한국산학기술학회 논문지	이용우, 김장훈	Vol.22	한국	한국산학기술학회	일반	2021.03	975-4701	100%

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표 내용	발표자	발표 일시	장소	국명

□ 기술 요약 정보

번호	연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용 여부	허용방식

□ 보고서 원문

번호	연도	보고서 명	발간일	등록 번호
1	2018	2018년 국토교통사업화지원사업 특허 맵 최종보고서	2018. 09. 03.	-
2	2018	비즈니스모델 보고서	2018. 11.	-
3	2018	고속열차(KTX)용 제동디스크 Hub 냉각 성능 향상 보고서	2018. 10. 22.	-
4	2019	고속열차(KTX) 제동디스크 Hub 냉각성능 극대화 모델 보고서	2019. 10. 23.	-
5	2020	고속열차(KTX)용제동디스크사업화보고서냉각성능향상허브개발 (디스크/허브조립체강도/열특성해석보고서)	2020. 06. 02.	-
6	2020	고속철도(KTX)용 제동디스크 제동성능시험 결과보고서	2020. 07. 01.	KT101.0001.0
7	2020	고속철도(KTX)용 제동디스크 현차 시험 착수 보고서	2020. 07. 08.	KT101.0002.0
8	2022	고속철도(KTX)용 제동디스크 현차 시험 결과 보고서	2022. 02. 07.	KT101.0117.0
9	2021	전시회 출품 보고서	2021. 08. 25.	KT21-001
10	2021	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 해석 보고서	2021. 12. 14.	KT101.0119.0
11	2022	고속철도(KTX)용 제동디스크 K-TYPE 모델 열응력 해석 보고서	2022. 02. 11.	KT101.0120.0

□ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	구분	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			등록			기여율	활용 여부
				출원인	출원일	출원번호	등록인	등록일	등록번호		
1	특허	고속열차의 브레이크 디스크용 방열효율 향상형 허브	대한민국	(주)카템	2018.04.25	10-2018-00 48066	(주)카템	2020.01.21.	10-2070699	100%	자체 활용
2	특허	철도차량용 브레이크 디스크 조립체	대한민국	(주)카템	2019.05.15	10-2019-00 57016	(주)카템	2019.12.17.	10-2058535	100%	자체 활용
3	특허	철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체	대한민국	(주)카템	2019.08.27	10-2019-01 04803	(주)카템	2021.01.28.	10-2211340	100%	자체 활용
4	특허	철도차량용 브레이크 디스크 조립체	대한민국	(주)카템	2019.09.20	10-2019-01 15713	(주)카템	2021.09.24.	10-2306928	100%	자체 활용

○ 지식재산권 활용 유형

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	활용 예정	기타

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록번호	저작권자명	기여율

□ 신기술 지정

번호	명칭	고시일	보호기간	지정번호
1	고속철도 차량용 단조강 제동디스크의 링압연공법적용 균열방지 제조 기술 (산업통상자원부)	2021. 12. 07.	2021. 12. 07.~ 2024. 12. 06.	제1376호

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증번호		
1	KTX 고속철도용 제동디스크 (단강 더블 디스크)	(사)한국철도차량엔 지니어링(ROTECO)	한국제품인증 (KAS)	제 RPC-2020-001호	2020.11.02	한국
2	Braking system	TUV Rheinland	IRIS Certification conformuty assessment:2020	39 10 004 2103	2021.08.22	유럽
3	철도용품 형식승인증명서	국토교통부	철도용품 형식승인증명서	제2022-용품-020호	2022.04.22	한국
4	철도용품 제작자승인증명서	국토교통부	철도용품 제작자승인증명서	제2022-용품-034호	2022.07.14	한국

□ 표준화

○ 국내표준

번호	인증구분	인증여부	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류	제안/인증일자

○ 국제표준

번호	표준화단계 구분	표준명	표준기구명	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식	제안자	표준화 번호	제안일자

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작업체명	설치장소	이용분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
1	제동디스크 조립/도장 및 언밸런스 테스트 등 성능고도화 1차 시제 10sets 제작	1차년	(주)카템	(주)카템	테스트	-	-	-
2	제동디스크 2차 시제 10sets 제작	2차년	(주)카템	(주)카템	테스트	-	-	-
3	제동디스크(Brake Disc) Ring Rolling 열간단조 해외인증용 3차 시제품 제작	3차년	(주)카템	(주)카템	테스트	-	-	-

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료	
					발생 연도	발생액(천원)

□ 사업화 투자실적

번호	연도	투자 자금 성격*	추가 연구개발 투자(천원)	설비 투자(천원)	기타 투자(천원)	합계(천원)

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식	사업화 형태	지역	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		

□ 매출 실적(누적)

번호	사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
			국내(천원)	국외(달러)		
합계						

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과			표면균열 방지 및 냉각효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)		2018. 04. 01. - 2022. 06. 30. (4년 3개월)		
	소요예산(천원)		4,795,800		
	예상 매출규모(천원)		현재까지	3년 후	5년 후
			-	3,000,000	5,000,000
	시장 점유율	단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
		국내	-	10%	30%
		국외	-	10%	20%
향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획		KTX-산천 제동디스크 , EMU-250 제동디스크, EMU-320 제동디스크			
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)		현재	3년 후	5년 후
			-	10%	30%
	수 출		-	\$ 100Mil.	\$ 200Mil.

□ 고용 창출

번호	사업화명	사업화 업체명	고용창출 인원(명)				합계(명)
			2018년	2019년	2020년	2021년	
1	표면균열 방지 및 냉각 효율 향상 기술을 적용한 고속철도(KTX)용 제동디스크(Brake Disc)의 성능 고도화 개발 및 기술사업화	(주)카템	2명(완료)	3명(완료)	1명(완료)	1명	6명
합계			2명	3명	1명	-	6명

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)	
고용 효과	개발 전	연구인력	2	
		생산인력	1	
	개발 후	연구인력	18	
		생산인력	3	

□ 비용 절감(누적)

번호	사업화명	발생 연도	산정방법	비용 절감액(천원)
합계				

□ 경제적 파급 효과

(단위 : 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수, 명)	기타
해당 연도							
기대 목표							

☐ 산업 지원(기술지도)

번호	내용	기간	참석 대상	장소	인원(명)

☐ 기술 무역

(단위 : 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	총 계약액	기 징수액	해당 연도	징수액	향후 예정액	수출/수입

[사회적 성과]

☐ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용

☐ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용

☐ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용

☐ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	연도	현황(명)										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타

☐ 산업 기술 인력 양성

번호	연도	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원

☐ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	연도	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비(천원)

☐ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용

☐ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	전시회	제동디스크	2021 부산국제 철도기술산업전	2021. 06. 16.~19.
2	전시회	제동디스크	InnoTrans Berlin 2018	2018. 09. 17.~21.

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관

[인프라 성과]

□ 연구시설·장비

번호	구축 기관	연구시설/연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설·장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)

[그 밖의 성과](해당 시 작성)

1. 향후 유지보수 신뢰성을 확보할 수 있도록 기존 디스크 패드와 시험품 디스크 패드의 마모량, 제동소음, 온도 측정량 검측 데이터 등의 비교 데이터 확보

- 관련 내용은 국산화 개발(R&D) 과정에서 실시한 다이나모시험 결과를 바탕으로 정리하였음
- 시험결과 데이터를 기반으로 향후 유지보수 신뢰성을 분석하고자함

항목	패드 마모량	제동 소음	온도	비 고
측정결과 값	51.9g	48.3~20.3dB	505.05°C	다이나모 시험 기준

- 향후 국산품 양산 적용 시 한국철도공사(코레일) 합동으로 좀 더 신뢰성 있는 data 확보 예정

2. 성과 점검기준표에 준하여 증빙자료, 기존 수입품과 개발품의 성능을 성능을 비교할 수 있는 자료 제시

- 수입품 대비 국산화 개발품 재료 및 제동성능 분석 자료 제시

4. 국내외 유사·경쟁 기술과의 특징 비교			
비교항목	개발품 성능	수입품 성능	비 고
1. 상온 항복강도	1039 MPa 이상	900MPa 이상	첨부#2-5 참조
2. 상온 인장강도	1,137~1,181 MPa	1030~1250MPa	
3. 고온 항복강도(600도)	607~645 MPa	600MPa 이상	
4. 연신율	17~22 % 이상	16% 이상	
5. 경도	HB 373~380	HB331~388	첨부#2-3 참조
5. 내구성 시험 시 디스크 마모량 (Normal Wear)	6~24.5μm	44.5 μm 이하	

출처 : (주)카템 신기술(NET) 인증 신청서 중 19쪽

3. 등록 특허와 과제의 연관성 제시

순	등록번호	발명의 명칭	과제와의 연관성	연관여부 (률)	비고
1	제10-2070699호	고속열차의 브레이크디스크용 방열효율 향상형 허브	• 브레이크 디스크용 허브의 방열효율 향상구조에 대한 특허	100%	
2	제10-2058535호	철도차량용 브레이크 디스크 조립체	• 허브의 냉각효율 향상을 위해 단면/측면의 통기 통기구조 특허	100%	
3	제10-2211340호	철도차량용 분리형 브레이크 디스크 조립체	• 단조강 제동디스크 Split type(분리형)에 대한 특허	100%	
4	제10-2306928호	철도차량용 브레이크 디스크 조립체	• 냉각효율 향상을 위한 허브 내부 공기저항 날개부 추가 형상 특허	100%	

2) 목표 달성 수준

연구 개발 목표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 고속철도(KTX)용 Solid Type 제 디스크(Brake Disc) 성능고도화 시제품 제작	○ 고속철도(KTX)용 Solid Type 제동디스크(Brake Disc) 성능고도화 시제품 제작 완료 - 국내 소재(고내열 강) 고온 강도 안정화(열처리) 및 Near-net shape 특수공법(형단조) 적용 - 균열 방지 디스크(Disc) 및 냉각효율 향상 허브(Hub) 제작 기술 적용	100%
○ 제동성능시험을 통한 개발품 성능 신뢰성 확보	○ 제동성능시험 실시 완료(2020.03.19.~2020.04.27.) - 종합제동성능시험 완료(KRCS B 349 기준) - 한국철도기술연구원(KRRI) 공인성적서 확보(05.15)	100%
○ 현차시험을 개발품에 대한 실증 성능 입증 완료	○ 현차시험 실시 완료(2020.06.29.~2021.11.24.) - 현차시험 완료(절차에 따라 14개월(4계절) 시험) - 한국철도공사(KORAIL) 차량(KTX) 지원 : KTX 01호 4번대차 : KTX 01호 10번 대차 → 02호 18번 대차 (대차 교체 :TBO)	100%
○ 철도 안전법 등 국가기준을 통과	○ 철도안전법 통과 진행 중 (6월 완료 목표) - 형식승인 최종 증명서 확보(2022.04.22.) - 제작자승인 진행 중(확인서 1/2종 확보 완료) : 제작검사 기술책임자 기술검토 완료(022.05.23) : 5월/末限 확인서 확보 (← 한국철도기술연구원) : 6월/末限 증명서 확보 (← 국토교통부)	100%
○ 사업화를 위한 국가공인 성능/품 질인증 확보	○ 사업화를 위한 국가공인 성능/품질인증 확보 - 한국제품인증(KAS) 완료(2020.11.02.) - 신기술(NET)완료(2021.12.07.)	100%
○ 해외시장 진출을 위한 해외 인증 기관 품질인증 획득 (IRIS ISO/TS 22163 기준)	○ 해외시장 진출을 위한 해외 인증기관 품질인증 획득 (IRIS ISO/TS 22163 기준) 완료 (2021.08.22.)	100%

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 없음)

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 금번 국산화 제동디스크는 디스크(Disc) 표면균열방지 및 허브(Hub) 냉각효율 향상 제조기술이 적용되 는 등 수입품과는 기술적으로 차별화된 제품임 - 적용된 국내소재의 열처리과정에서 수입소재보다 강도 및 내마모성이 우수할 수 있는 열처리 조건 선 정함. - 이러한 기술적 우수성이 제동성능시험(한국철도기술연구원 인증)을 통하여 수요기업(코레일)의 요구조 건(KRCS B349)을 완벽하게 만족하는 결과를 얻어 그 성능이 입증 됨.
○ 고속철도(KTX)용 제동디스크는 운행 초기인 2004년부터 전량 수입적용하고 있으며 국내연구가 없는 상 황에서 향후 20년간 더 수입 적용해야 할 상황에 금번 사업을 통하여 국산화 개발을 성공함 - 국산화 개발품은 수급이 용이한 국내소재를 적용하여 수입품 대비 약 30%이상의 가격경쟁력이 있어 운 용사의 유지·보수비용 절감에 도움이 될 것으로 예상함.

6. 연구개발성과의 관리 및 활용계획

1) 연구성과 총괄

해당 기관명	핵심연구성과	부출연금 (백만원)	민간 (백만원)	실용화 대상 여부*
주관 : ㈜카템	1-가. 제동성능시험(한국철도기술연구원)	2,430	153.19	대상
	1-나. 현차시험(코레일 14개월 이상 시험)			대상
	1-다. 철도안전법 국가기준 통과 - 형식승인 증명서 - 제작자승인 증명서			대상
	1-라. 국가공인인증 및 품질인증 확보 - 신기술(NET) - 한국제품인증(KAS) - 조달우수제품인증			대상
	1-마. 해외시장 진출을 위한 해외 인증 기관 품질인증(IRIS ISO/TS 22163 기준)			대상
공동 : ㈜에스앤위즈 / 트리니티 엔지니어링(주)	2-가. 논문(한국산학기술학회) 등재 ((주)에스앤위즈) 논문명 : 냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해 석 연구 2-나. 제동디스크의 구조적인 성능 및 안정성을 위한 해석	230	15.34	대상
공동 : ㈜펠릭스테크	3-가. 고속철도(KTX)용 Solid Type 제 동 디스크(Brake Disc) 성능고도 화 시제품 제작 - 국내소재(고내열강) 고온강도 안정화(열처리) 및 Near-net shape 특수공법(형단조) 적용 - 균열방지 디스크(Disc) 및 냉 각효율 향상 허브(Hub) 제작기 술 적용	340	22.6	대상
합 계		3,000	191.12	

* 실용화 대상여부 :

- 대상 : 기술실시 또는 실용화 대상으로 분류된 연구개발기술로 참여기업 등과 기술실시계약 체결 또는 직접 실시(연구성과 소유기관
의 사업화로 인한 매출 발생) 대상이 되는 기술
· 「국가연구개발혁신법」 제18조(기술료의 징수 및 사용) 참조
- 비대상 : 기술실시 또는 실용화 대상으로 분류되지 않은 연구개발기술, 기초연구단계의 연구개발 결과물 등 과제 특성에 따라 기술
실시계약이 불필요하다고 전문기관의 장이 인정하는 경우 등

구 분	1-가					
성과명	제동성능시험(한국철도기술연구원)					
성과개요	제동성능시험을 통해 국내품 대한 신뢰성 입증 획득					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	1-나					
성과명	현차시험(코레일 14개월 이상 시험)					
성과개요	현차시험을 통해 국내품 대한 신뢰성 입증 획득					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	1-다					
성과명	철도안전법 국가기준 통과(형식승인, 제작자승인)					
성과개요	철도안전법을 통해 국내품 대한 신뢰성 입증 및 품질인증 획득					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	1-라					
성과명	국가공인인증 및 품질인증 확보(신기술(NET), 한국제품인증(KAS), 조달우수제품인증)					
성과개요	품질인증을 통해 국내품 대한 신뢰성 입증 및 품질인증 획득					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	1-마					
성과명	해외시장 진출을 위한 해외 인증기관 품질인증(IRIS ISO/TS 22163기준)					
성과개요	품질인증을 통해 국내품 대한 신뢰성 입증 및 품질인증 획득					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	2-가					
성과명	논문 (한국산학기술학회) 등재 ((주)에스앤위즈)					
성과개요	논문명 : 냉각 성능 향상을 위한 고속철도 제동 디스크 허브의 해석 연구					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	2-나					
성과명	제동디스크의 구조적인 성능 및 안정성을 위한 해석					
성과개요	제동디스크의 구조적인 성능 및 안정성 확보					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

구 분	3-가					
성과명	고속철도(KTX)용 Solid Type 제동 디스크(Brake Disc) 성능고도화 시제품 제작					
성과개요	- 국내소재(고내열강) 고온강도 안정화(열처리) 및 Near-net shape 특수공법(형단조) 적용 - 균열방지 디스크(Disc) 및 냉각효율 향상 허브(Hub) 제작기술 적용					
관련 키워드	제동디스크					
기술 분류	EIY11	50%	EBY11	30%	EAY11	20%
성과 유형*	☐ 공법/기법 ☐ 장비/장치 ☐ 재료/자재 ☐ SW ☐ 시스템 ☒ 기준/지침 ☐ 기타					
기술수명주기**	☒ 기술도입기 ☐ 기술성장기 ☐ 기술성숙기 ☐ 기술쇠퇴기					

* 귀 기관의 R&D를 통해 창출된 주요 성과 정보를 작성해 주십시오.

* 핵심연구성과가 2개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(핵심연구성과 수만큼 기재)

* 성과유형 : 참고 3 참조하여 선택

* 기술수명주기 : 참고 4 참조하여 선택

2) 연구개발성과의 향후 5년간(활용보고서 제출기간) 성과활용 목표·계획

구분	1-가		성과명	제동성능시험		
1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.						
구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	____1____단계	완료	한국철도기술 연구원	시험성적서/1	2020. 05. 15.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	____단계					
종료 후 2년	____단계					
종료 후 3년	____단계					
종료 후 4년	____단계					
종료 후 5년	____단계					
* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류 * 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조 ** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조						
2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)						
1) 아니오, 필요하지 않습니다.						
2). 예, 필요합니다. ("2" 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)						
<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>						
구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용				

* 핵심연구성과가 1개 이상인 경우, 해당 양식을 추가하여 작성해 주십시오.(핵심연구성과 수만큼 기재)

구분	1-나		성과명	현차시험		
----	-----	--	-----	------	--	--

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___ 단계	완료	한국철도공사	코레일 시험 결과보고서/1	2021. 12. 24.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	_____ 단계					
종료 후 2년	_____ 단계					
종료 후 3년	_____ 단계					
종료 후 4년	_____ 단계					
종료 후 5년	_____ 단계					

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. (“2” 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-나		성과명	현차시험		
----	-----	--	-----	------	--	--

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___ 단계	완료	한국철도공사	코레일 시험 결과보고서/1	2021. 12. 24.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	___ 단계					
종료 후 2년	___ 단계					
종료 후 3년	___ 단계					
종료 후 4년	___ 단계					
종료 후 5년	___ 단계					

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. (“2” 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-다		성과명	철도안전법(형식승인, 제작자승인)		
----	-----	--	-----	--------------------	--	--

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___ 단계	완료	국토교통부	증명서/2	2022. 06. 30.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	___2___ 단계	사후심사	한국철도기술 연구원	증명서/2	2023	철도안전법
종료 후 2년	___3___ 단계	사후심사	한국철도기술 연구원	증명서/2	2024	철도안전법
종료 후 3년	___4___ 단계	사후심사	한국철도기술 연구원	증명서/2	2025	철도안전법
종료 후 4년	___5___ 단계	사후심사	한국철도기술 연구원	증명서/2	2026	철도안전법
종료 후 5년	___6___ 단계	사후심사	한국철도기술 연구원	증명서/2	2027	철도안전법

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. (“2” 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	1-라		성과명	국가공인인증 및 품질인증 확보		
1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.						
구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	____1____단계	완료	산업통상자원부/ 한국철도차량 엔지니어링/	인증서/2	2021. 12. 07.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	____2____단계	KAS 사후심사	한국철도차량 엔지니어링	인증서/1	2022. 04. 08.	제품인증 평가기준
종료 후 2년	____3____단계	KAS 사후심사	한국철도차량 엔지니어링	인증서/1	2023	제품인증 평가기준
종료 후 3년	____4____단계	KAS 사후심사	한국철도차량 엔지니어링	인증서/1	2024	제품인증 평가기준
종료 후 4년	____5____단계	KAS 사후심사	한국철도차량 엔지니어링	인증서/1	2025	제품인증 평가기준
종료 후 5년	____6____단계	KAS 사후심사	한국철도차량 엔지니어링	인증서/1	2026	제품인증 평가기준
* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류 * 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조 ** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조						
2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)						
1) 아니요, 필요하지 않습니다.						
2). 예, 필요합니다. (“2” 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)						
<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>						
구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용				

구분	1-마		성과명	해외시장 진출을 위한 해외 인증 기관 품질인증(IRIS ISO/TS 22163 기준)		
----	-----	--	-----	--	--	--

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___단계	완료	TÜV Rheinland	인증서/1	2021. 08. 22.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	___2___단계	사후심사	TÜV Rheinland	인증서/1	2022. 05. 04.	IRIS ISO/TS 22163 기준
종료 후 2년	___3___단계	사후심사	TÜV Rheinland	인증서/1	2023	IRIS ISO/TS 22163 기준
종료 후 3년	___4___단계	갱신심사	TÜV Rheinland	인증서/1	2024	IRIS ISO/TS 22163 기준
종료 후 4년	___5___단계	사후심사	TÜV Rheinland	인증서/1	2025	IRIS ISO/TS 22163 기준
종료 후 5년	___6___단계	사후심사	TÜV Rheinland	인증서/1	2026	IRIS ISO/TS 22163 기준

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. ("2" 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	2-가		성과명	논문(한국산학기술학회)등재		
----	-----	--	-----	----------------	--	--

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___ 단계	완료	한국산학기술 학회	논문/1	2021. 03.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	_____ 단계					
종료 후 2년	_____ 단계					
종료 후 3년	_____ 단계					
종료 후 4년	_____ 단계					
종료 후 5년	_____ 단계					

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. (“2” 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	2-나	성과명	제동디스크의 구조적인 성능 및 안전성을 위한 해석
----	-----	-----	-----------------------------

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___단계	완료	트리니티 엔지니어링(주)	해석보고서/2	2022. 02. 11.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	_____단계					
종료 후 2년	_____단계					
종료 후 3년	_____단계					
종료 후 4년	_____단계					
종료 후 5년	_____단계					

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. ("2" 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구 분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

구분	3-가	성과명	고속철도(KTX)용 Solid Type 제동 디스크(Brake Disc) 성능고도화 시제품 제작
----	-----	-----	---

1. 동 연구개발결과의 향후 5년간(활용보고서 제출 기간) 성과활용 목표·계획을 표기해 주십시오.

구분	성과활용 단계*		주요 활동내용**			
	단계	상세현황	주체	성과물/개수	시기	내용
과제종료 시점	___1___단계	완료	(주)필릭스테크	시제품/22	2022. 02. 11.	R&D 기간 내 완료
종료 후 1년	___단계					
종료 후 2년	___단계					
종료 후 3년	___단계					
종료 후 4년	___단계					
종료 후 5년	___단계					

* 성과의 활용 : 국토교통 R&D 성과가 산업적 활용을 통해 부가가치를 창출하거나 공공적 활용을 통해 공익에 기여하는 경우에 대해 <활용되었다>고 판단함. 즉 사업화/기업화에 의한 제품의 매출발생, 입찰 및 발주 절차를 거친 공법 등의 실제 공사 현장적용을 성과 활용으로 분류함. 다만 R&D의 목적이 법/기준/지침 마련인 경우, 법/기준/지침의 반영을 성과 활용으로 분류

* 성과활용단계 : <참고 5. R&D사업 종료 후 성과 활용에 이르는 단계> 참조

** 주요 활동내용 : <참고 6 연구성과물(개발기술)의 성과 활용을 위한 주요 활동 내용> 참조

2. 귀 기관의 R&D 결과물을 활용하기 위해서는 기준이나 지침의 제·개정이 필요합니까? (1)

1) 아니요, 필요하지 않습니다.

2). 예, 필요합니다. ("2" 선택시 아래 <향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획> 표 작성)

<향후 기준/지침 채택을 위한 세부적인 활동 계획>

구분 (설계기준/시방서/지침)	활용구분 (신규/개선)	내용

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업 ‘국토교통기술사업화 지원사업’ 연구개발과제 최종보고서이다.
2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 국토교통부(국토교통과학기술진흥원)에서 시행한 국토교통과학기술 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.
3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.