

국토교통부



국토교통
과학기술진흥원



철도차량부품개발사업단

KORAIL 철도연구원 Rolling Stock Parts Development Group

KORAIL 한국철도

국가 R&D 철도차량부품개발사업 추진 현황

2024. 4. 3(수)

한국철도공사
철도차량부품개발사업단
사업단장 이영근



CONTENTS

01.	철도차량부품개발사업 개요	3
02.	철도차량 부품개발 실용화 지원 총괄 추진실적 및 향후계획	8
03.	시장진입형 국산화 과제 추진실적 및 향후계획	21
04.	미래시장 선도형 과제 추진실적 및 향후계획	192

추진배경 및 사업목적

추진배경

- 철도차량 부품개발은 차량의 안전성, 국내 부품 기술력 확보와 철도차량 부품 산업의 경쟁력 강화를 위해 중요
- 국토부는 철도부품·장치 기술 고도화를 통한 고부가가치 철도차량 부품산업을 육성하고자 하는 부품개발 비전 수립

사업목적

- 철도차량 부품개발 및 성능검증을 통해 부품 국산화 및 철도차량 기술수준을 높이고, 정부정책인 철도부품 중소기업 육성 기여

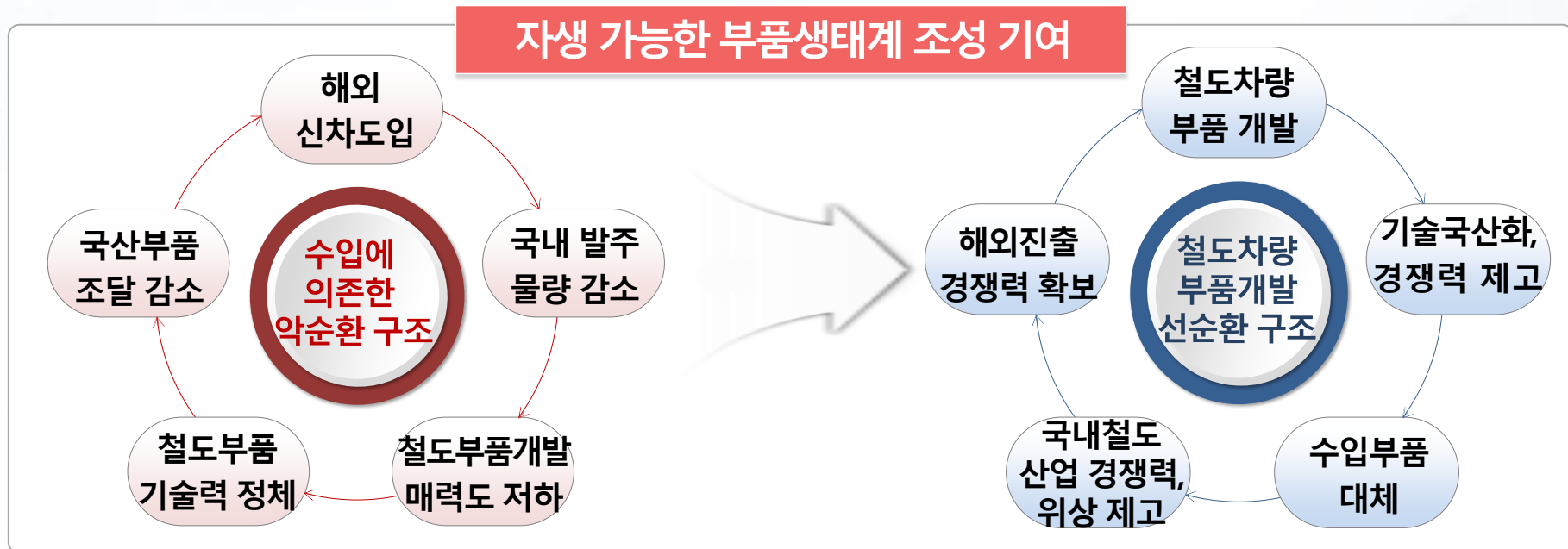
사업목표

- 부품 국산화를 통한 국내 조달가능 부품 신규 확보 (10개)
- 기술경쟁력 확보로 철도차량 기술수준 격차 해소 (4.9년 ⇒ 2.0년)

추진경과

- 2016. 09. 「철도차량 부품개발사업」기획 착수(기술수요조사 4회)
 - * 공사 연구원 주관 기획연구 완료('17.12.), 개발 대상부품 18종 선정
- 2017. 12. 국토부, 『철도차량 부품개발 마스터 플랜』 장관 결재
 - * 철도차량 부품개발 사업 추진 확정 (개발 대상부품 18개 확정)
- 2019. 03. 과기부, 예비타당성조사 적합 판정 (대상부품 18개 ⇒ 15개)
- 2020. 01. 국토진흥원, 「철도차량 부품개발사업」공고(1차)
 - * 사업단 총괄, 제동디스크&패드, 주회로 차단시스템, 공조시스템
- 2020. 04. 「철도차량 부품개발사업」협약 체결 및 과제 수행
- 2021. 01. 국토진흥원, 「철도차량 부품개발사업」공고(2차)
 - * 댐퍼, 공기스프링, 판토틀레프, 냉각팬, 관절장치, PMSM, MG-PMSM, 반도체변압기, 통합제어플랫폼, 자동연결분리
- 2021. 04. 「철도차량 부품개발사업」협약 체결 및 과제 수행
- 2022. 01. 국토진흥원, 「철도차량 부품개발사업」공고(3차)
 - * 해치시스템, 전기식 출입문
- 2022. 04. 「철도차량 부품개발사업」협약 체결 및 과제 수행

철도차량부품개발사업 개요



AS-IS

설계·제작·단품 성능시험

운영기관 협조를 통한 개별 현차시험

일부 개별 과제 내 운영기관 참여 실용화 지원

기술개발 후 사업화를 위한 추가 활동 필요

TO-BE

설계·제작·단품 성능시험 + **현차시험, 인증획득 활동**

(통합공정관리 수행으로) **통합**현차시험 실시

주관과제주도로 실용화지원(운영기관+완성차업체+시험인증기관)

사업내 **전주기적 실용화지원** 사업종료후 즉시 시장진입가능

철도차량부품개발사업 개발부품 소개



연구과제 기간별 개발부품

'20.04.~'24.12.

- 동력분산식 고속철도용 제동디스크 및 제동패드
- 동력분산식 고속철도용 모듈형 주회로 차단시스템
- 동력분산식 고속철도용 지붕탑재형 공조시스템

'21.04.~'24.12.

- 동력분산식 고속철도용 댐퍼
- 동력분산식 고속철도용 공기스프링
- 동력분산식 고속철도용 반능동형 판토그래프
- 동력분산식 고속철도용 냉각팬 시스템
- 저상트램용 관절장치 개발

'21.04.~'25.12.

- 고속철도용 회로류 저감형 영구자석 동기전동기
- 도시철도용 마그네틱 기어드 방식 동력전달시스템
- 고속철도용 컨버터 일체형 반도체 변압기 개발
- 도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼
- 물류차량용 자동 연결/분리 시스템

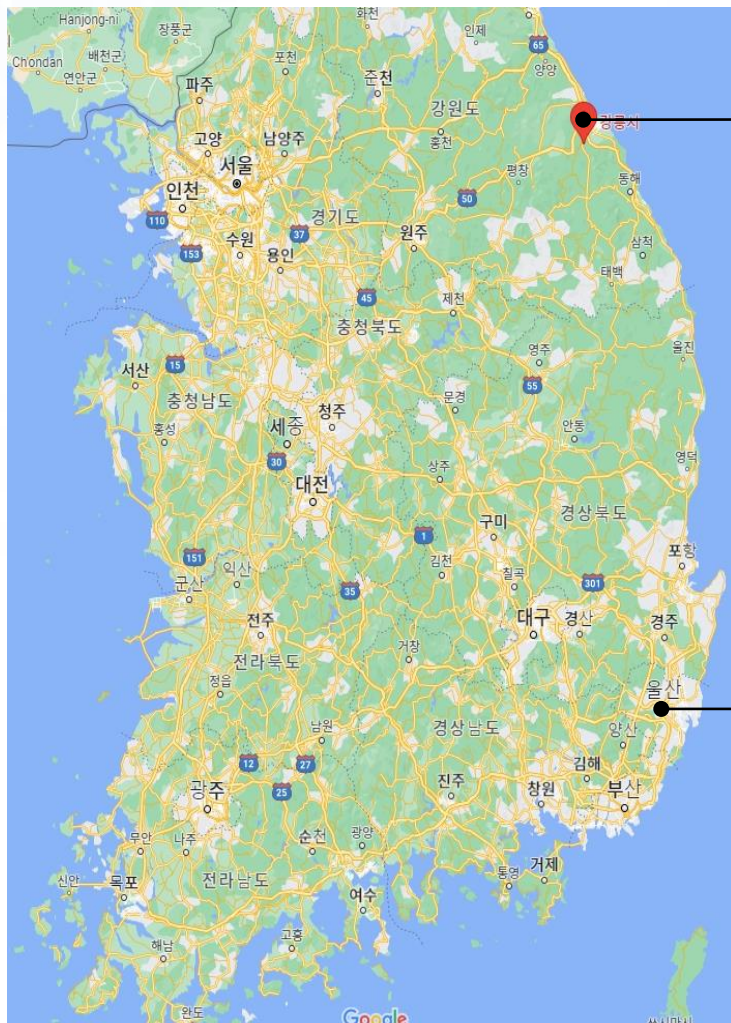
'22.04.~'24.12.

- 동력분산식 고속철도용 전두부 해치시스템
- 도시철도용 차량용 전기식 출입문

철도차량 부품개발 실용화 지원

현차시험 추진

1. KTX-이음 통합 현차시험



강릉차량사업소
(KTX-이음 경정비)



울산차량사업소
(KTX-이음 중정비)

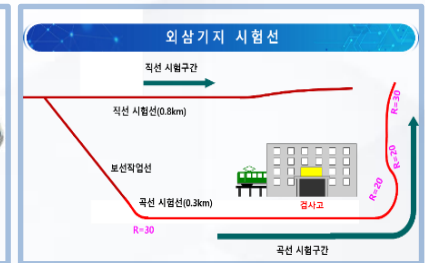
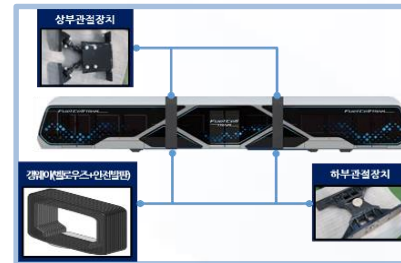


현차시험 추진

2. 도시철도차량 부품 개발 현차시험 및 성능결과 검토 지원

✓ 도시철도용 부품 현차시험 수행 지원

- * 차량: 수소 시제 차량(현대로템)
- * 장소: 대전교통공사 외삼기지
- * 수량: 관절장치(하부 2EA, 상부(힌지) 2EA)
갱웨이(벨로우즈+안전발판) 2Set

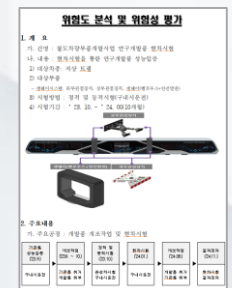
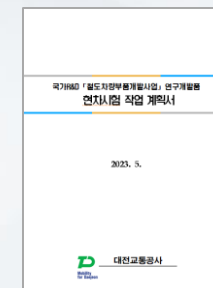
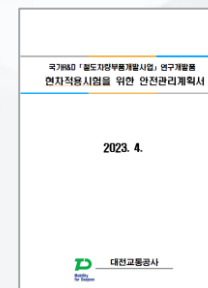


✓ 저상 트램용 관절장치 현차 적용시험용 차량 반입,개발품 취부, 외삼기지 시험선 구축



✓ 현차시험 관련 안전관리 계획 수립

- * 안전관리 계획서 작성 / 작업계획서 작성
- * 위험도 분석 및 위험성 평가서 작성



철도차량 부품개발 실용화 지원

적합성 검증

3. 철도차량부품 적합성 검증체계 구축 및 인증획득 지원

✓ 2~16과제 사용자 요구사항에 따른 적합성 준수 확인 및 적절성 검증

* 설계 적합성, 합치성 검증기관 : 운영사(코레일), 시험인증기관(KTL), 완성차업체(현대로템)

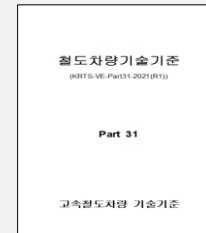
사용자 요구사항 및 적합성 준수 확인 목록(Compliance Check) 검증 계획

과제	과제명	과제번호	과제내용	검증항목	검증방법	검증시기	검증결과	검증비율	검증비율	검증비율
2	고속철도 차량부품개발사업	2021-01	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.01.15	완료	100%	100%	100%
3	고속철도 차량부품개발사업	2021-02	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.02.15	완료	100%	100%	100%
4	고속철도 차량부품개발사업	2021-03	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.03.15	완료	100%	100%	100%
5	고속철도 차량부품개발사업	2021-04	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.04.15	완료	100%	100%	100%
6	고속철도 차량부품개발사업	2021-05	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.05.15	완료	100%	100%	100%
7	고속철도 차량부품개발사업	2021-06	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.06.15	완료	100%	100%	100%
8	고속철도 차량부품개발사업	2021-07	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.07.15	완료	100%	100%	100%
9	고속철도 차량부품개발사업	2021-08	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.08.15	완료	100%	100%	100%
10	고속철도 차량부품개발사업	2021-09	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.09.15	완료	100%	100%	100%
11	고속철도 차량부품개발사업	2021-10	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.10.15	완료	100%	100%	100%
12	고속철도 차량부품개발사업	2021-11	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.11.15	완료	100%	100%	100%
13	고속철도 차량부품개발사업	2021-12	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2021.12.15	완료	100%	100%	100%
14	고속철도 차량부품개발사업	2022-01	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2022.01.15	완료	100%	100%	100%
15	고속철도 차량부품개발사업	2022-02	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2022.02.15	완료	100%	100%	100%
16	고속철도 차량부품개발사업	2022-03	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	고속철도 차량부품개발사업	2022.03.15	완료	100%	100%	100%

사업단 개발 CCL

01 개조신고

- 개조신고 시 입증해야 할 시험항목 정립
- 철도차량 기술기준(Part 31, Part 81)
- 철도용품 기술기준(제동패드 및 디스크)

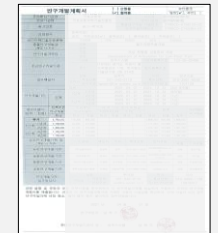
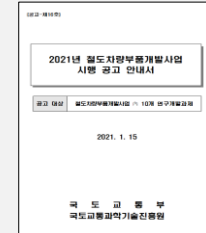


고속철도차량 기술기준

안전품목검사기준

02 과제제안요구서(RFP)

- 연구과제 성과 입증을 위한 시험항목 정립
- 과제 RFP, 연구개발계획서

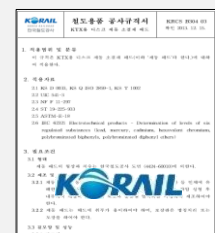


과제제안요구서(RFP)

연구개발계획서

03 현차시험 기술검토

- 한국철도공사 현차시험 기술검토를 위한 시험항목 정립
- 공사규격서(KRCS), 부품설명서



공사규격서(KRCS)

2과제 동력분산식 고속철도 차량용 제동디스크 조립체 및 제동패드 개발



동력분산식 고속철도 차량용 제동디스크 조립체 및 제동패드 개발

과제 개요

고속철도 차량용 제동디스크 / 제동패드 설계 및 제조기술 확보로 글로벌 경쟁력 확보

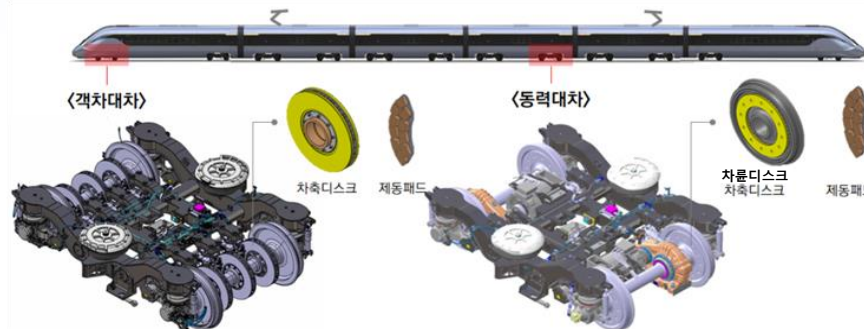
EN14535, UIC 541-3을 만족, 철도용품 형식승인 획득, 현차시험을 통한 성능검증

연구 개발 최종 목표

동력분산식 고속철도 차량에 적용 가능한 제동디스크 및 제동패드 개발

불순물 함유량을 최소화 / 내크랙성 향상 제동디스크 개발

마찰계수 편차를 최소화 / 마찰성능 향상 제동패드 개발



항 목	차축디스크	차륜디스크
관성하중/에너지	4.7 ton / 1274.82 MJ	7.7 ton / 2091.03 MJ
기계적 성질	- 항복강도 : 900MPa 이상, - 인장강도 : 1,050~1,200 MPa - 연 신 율 : 8% 이상, - 경 도 : 331 ~ 388 HB	
내구성능	제동디스크 표면 6개소 측정 온도 평균 값 ≤ 680℃ 이하에서 이상마모/열균열 없을 것.	

〈 제동디스크 연구개발 목표 〉

항 목	제동패드
마찰성능	0.30~0.45 (UIC 541-3 8th, 2018), 0.34 이상 @300km/h
마모량(cm³/MJ)	차축디스크 0.35 이하, 차륜디스크 0.45 이하
전단강도(N)	14,000 이상
온도특성	제동디스크 표면 6개소 측정 온도 평균 값 ≤ 680℃ 이하에서 이상마모/열균열 없을 것.
비상제동거리	3,300 m 이내 @300km/h
소음	KTX-이음 모니터링 후 목표수립

〈 제동패드 연구개발 목표 〉

동력분산식 고속철도 차량용 제동디스크 조립체 및 제동패드 개발

연구개발 내용

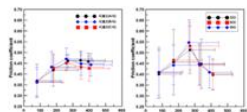
제동디스크

• 주요 연구개발 내용

소재연구, 마찰연구, 시험평가연구, 냉각성능연구, 체결구조연구

마찰연구

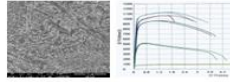
- 제동디스크와마찰특성연구
- 디스크 재질 특성에 따른 마찰계수변화연구



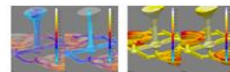
〈재질별 마찰계수 평가〉

소재연구

- 내열합금소재개발
- Ni, Cr, Mo합금설계
- 최적제조공정개발



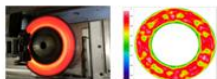
〈조직특성 및 기계적물성〉



〈구조해석〉

시험평가연구

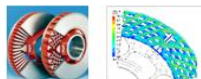
- SSM 평가 절차/기준 연구
- FSM 평가절차/기준연구
- 내크랙/내마모평가연구



〈다이노모 온도 평가〉

냉각성능연구

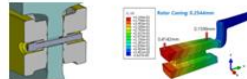
- Fin 구조에 냉각성능 연구
- CFD 해석 열물성 연구



〈디스크 CFD 해석〉

체결구조연구

- 디스크 체결 구조 연구
- 열응력 최적화 연구



〈디스크 체결구조〉

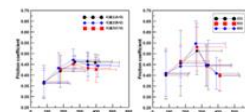
제동패드

• 주요 연구개발 내용

소재연구, 마찰연구, 시험평가연구, 제동소음연구, 유연구조연구

마찰연구

- 제동디스크와마찰특성연구
- 디스크 재질 특성에 따른 마찰계수변화연구



〈재질별 마찰계수 평가〉

소재연구

- 고온 마찰계수 안전성소재연구
- 마찰재 조성 공정 연구



〈마찰재 조성 공정개발〉

구분	성분	특성
기지 (Matrix)	Cu, Fe	마찰재의 강도와 인성을 조절
금속 (합금)	Mn, Ni, Cr, Fe-Mn	복합마찰력을 발생 시키고, 이차물(Metal Transfer)이나 연공경화(산화물)를 제거 하는 역할을 하여 안정한 마찰계수를 얻고, 동시에 내마모성을 향상
세라믹	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , SiC	
고체 윤활제	BN, CaF ₂ , MoS ₂ , WS ₂ , Graphite	윤활력을 향상하여 마찰계수를 낮추고, 내마모성을 향상

〈마찰재 조성 주요 구성〉

시험평가연구

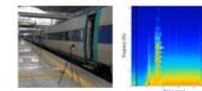
- SSM 평가 절차/기준 연구
- FSM 평가절차/기준연구
- 마찰 특성 연구



〈다이노모 마찰계수 평가〉

제동소음연구

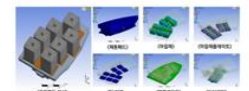
- 제동 소음 해석 연구
- 제동 소음 분석 연구



〈제동소음 측정 및 분석〉

유연구조연구

- 마찰재 유연구조 연구
- 유연특성, Hot spot 연구



〈제동패드 유연구조〉

3과제 동력분산식 고속철도 차량용 모듈형 주회로 차단시스템 개발

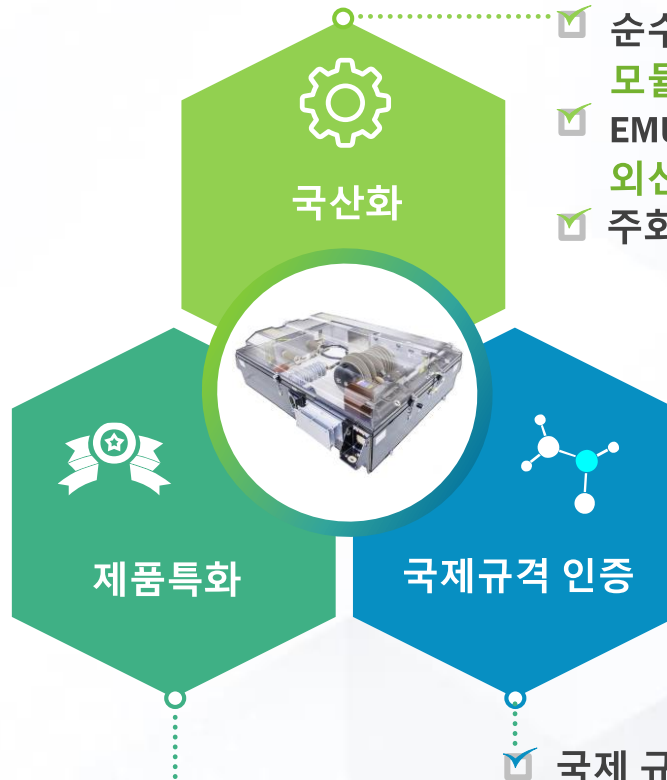


동력분산식 고속철도 차량용 모듈형 주회로차단 시스템 개발

과제 개요



- ✓ 주회로차단기 위상에 따른 투입/개방 시점 제어 및 실시간 상태감시를 통한 운행 안정성 확보
- ✓ 위상제어기 모듈화, 진공도 감시, 메커니즘 상태 감시



- ✓ 순수 국내 기술 개발로 모듈형 주회로차단 시스템 분야 기술자립
- ✓ EMU-260 차량용 주회로차단 시스템의 외산 제품 진입 방지 및 국산화 달성
- ✓ 주회로차단기, 단로기, 모듈형 BOX 개발

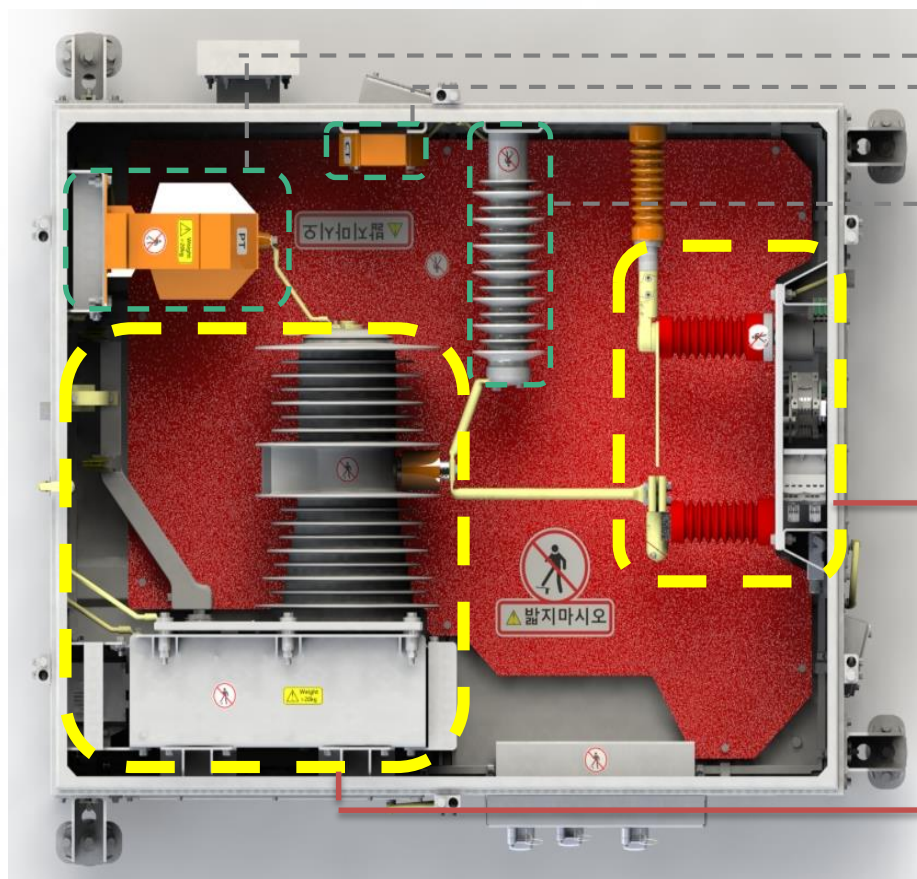


- ✓ 국제 규격 제품 인증 : SIL LEVEL 2 / TSI
- ✓ 품질경영시스템 : ISO/TS 22163
- ✓ 신제품 인증 : K마크
- ✓ 국제 규격 IEC 60077에 따른 제품 성능 검증

연구개발 내용

모듈형 주회로차단 시스템 개발

제품 구성 및 개발 대상품



계기용 변압기(PT) : 구매품

전류형 변압기(CT) : 구매품

피뢰기(SA) : 구매품

고압회로차단기(DS) : 개발품

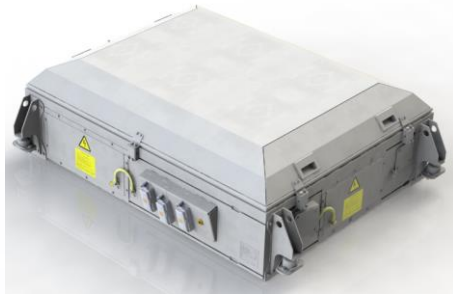
모듈형 Box : 개발품

주회로차단기/접지스위치(MCB/ES) : 개발품

동력분산식 고속철도 차량용 모듈형 주회로차단 시스템 개발

설치위치

모듈형 Box



위상제어 모듈



진단감시 모듈



M'1에 모듈형 Box, 위상제어 모듈, 진단감시 모듈, 각 1EA 설치

시스템 구성

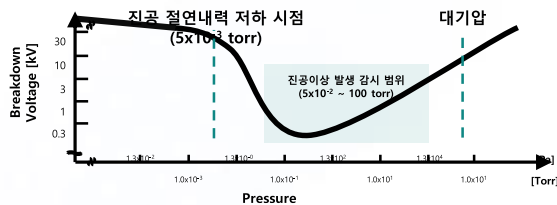


연구개발 내용

진단감시 모듈 개발

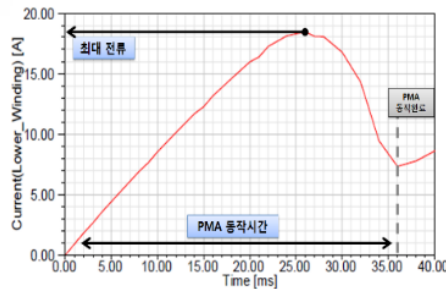
진공인터럽터 진공도 감시

- 진공인터럽터 진공도 저하 시 간헐적 방전 발생
- 검출기에서 펄스 전류를 검출하여 검사
- 운전 중 실시간 검사 가능



코일전류 감시

- 조작기 Close/Open 동작 시 코일 전류 및 curve 측정
- 초기 입력된 기준 Curve와 비교



온/습도 감시

차단기 상태 감시

센서 모듈

센싱 데이터
취합

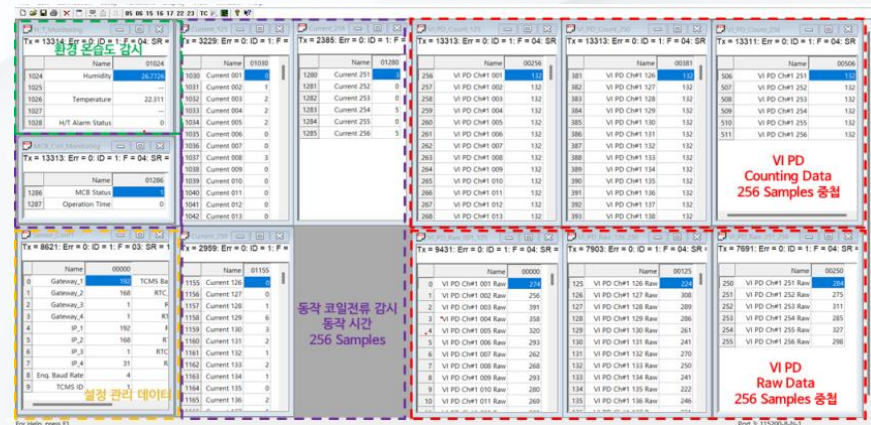


데이터
분석

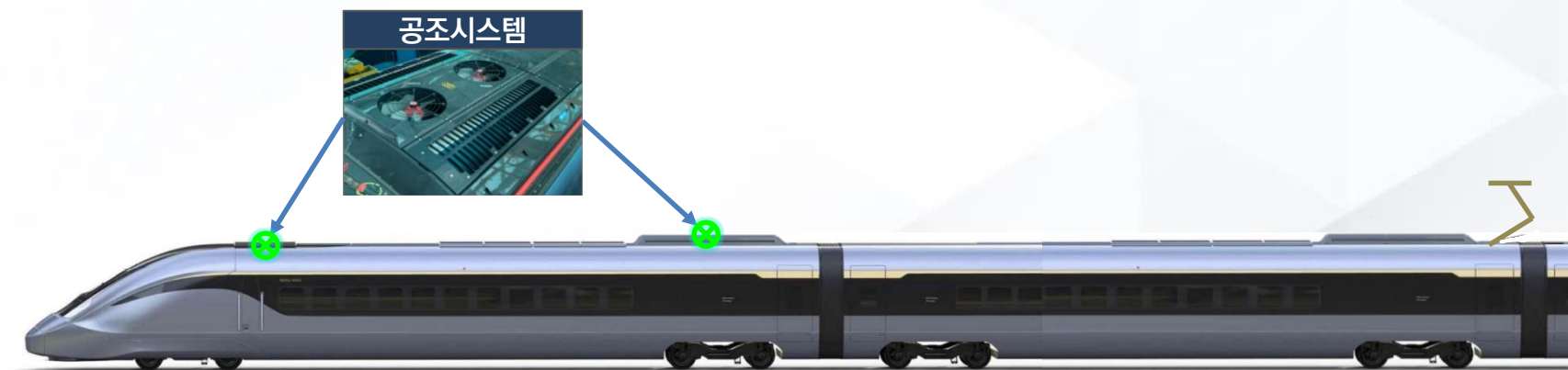
진단 모듈



데이터 취득 및 분석



4과제 동력분산식 고속철도 차량용 지붕탑재형 공조시스템 개발



과제 개요

연구 개발 최종 목표

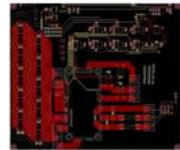
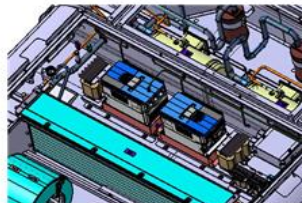
- 수입 공조시스템 국산화 및 기술자립
- 에너지 절약형 인버터 공조기 개발

수입 공조시스템 국산화 및 기술자립 (TRL 9)

객실공조기	운전실공조기	제어기 및 배전반	소음기
			

- ✓ **객실용 공조시스템 개발**
 - 객실용 공조기, 덕트 및 소음기
- ✓ **운전실용 공조시스템 개발**
 - 운전실용 공조기
- ✓ **제어기 및 제어 알고리즘 개발**

에너지 절약형 인버터 공조기 개발 (TRL 6)

인버터 3D 모델링, PCB	냉방기내부 인버터 설치(예)
 	

- ✓ **차세대 에너지 절약형 인버터 공조기 개발**
 - 압축기용 인버터
 - 히트펌프 사이클 적용 난방운전
 - 인버터 공조기 제어기 및 제어 알고리즘

연구개발 내용

1. 공조시스템 제작 및 성능시험



운전실,냉난방장치 성능시험 @ KTL 안산



객실냉난방장치 성능시험 @ KTL 화성

동력분산식 고속철도 차량용 지붕탑재형 공조시스템 개발

연구개발 내용

2. 인버터형 공조시스템 개발



인버터 공조시스템

실부하
조합시험



냉난방 장치용 인버터



단차 환경 챔버 시험 및 신뢰성 검증



녹색인증
Green Certification
녹색기술인증



공조시스템 인버터용 제어장치 시제품



3차 시제품



13KW 공조시스템 인버터장치 성과물(시제품)

[1차 시제품] 공조시스템 인버터 시제품 제작(2021. 05.)

[2차 시제품] 방열성능개선 및 내부 분진유입 차단 개선

[3차 시제품] 입출력 및 I/F 커넥터 개선

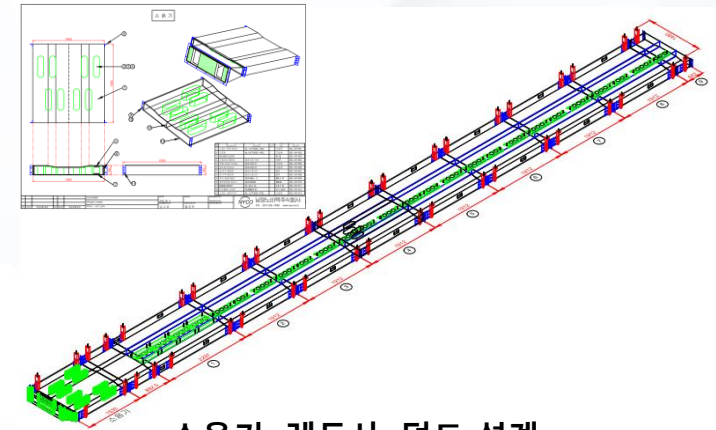
동작 및 고장상태 현시장치 추가

총 3set 제작(인증시험 및 디버깅용 포함)

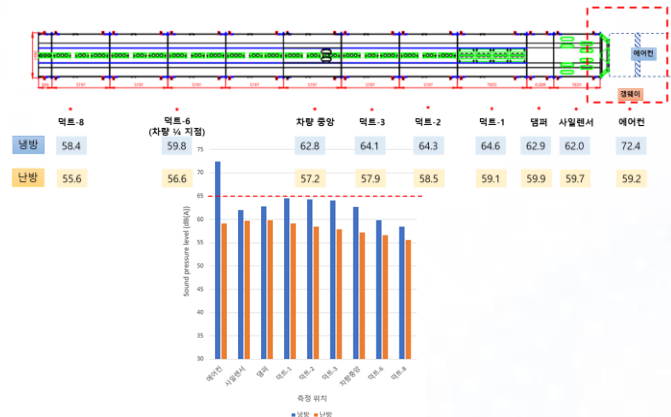
연구개발 내용

3. 공조시스템 소음기 개발

- ✓ 시제품(레듀사/사일렌서/덕트/디퓨저) 제작
 - 시제품 성능평가를 위해 목업차량 구조 특성 검토
 - 개발된 각 부품 조립 적합성 검토
 - 시제품 설계 및 제작
 - 목업차량에 시제품(레듀사/사일렌서/덕트/디퓨저) 설치
- ✓ 에어컨 및 사일렌서/덕트 소음 성능평가
 - 난방 조건 소음 성능 평가
 - 냉방 조건 소음 성능 평가
 - 냉·난방 소음 성능 평가 해석 및 보완작업



소음기, 레듀사, 덕트 설계



측정 위치에 따른 소음 평가

측정위치	냉방	난방
에어컨	72.4	59.2
사일렌서	62.0	59.7
댐퍼	62.9	59.9
덕트-1	64.6	59.1
덕트-2	64.3	58.5
덕트-3	64.1	57.9
차량중앙	62.8	57.2
덕트-6 (차량 1/4지점)	59.8	56.6
덕트-8	58.4	55.6



시제품 제작, 목업차량에 설치

연구개발 내용

4. 공조시스템 시험용 목업차량 제작 및 시험

■ 풍량시험 및 성능검증



■ 냉난방장치-제어기 매칭시험



■ 소음 시험



5과제 동력분산식 고속철도 차량용 댐퍼 개발



과제 개요

댐퍼 5종 신규 개발 확보, 제품인증, 대차시험 및 현차시험을 통한 성능 검증

연구 개발 최종 목표

동력분산식 고속철도 차량용 댐퍼(5종) 국산화 개발

동력분산식 고속철도 차량용 댐퍼 5종 설계

동력분산식 고속철도 차량용 댐퍼 5종 제작

개발 댐퍼 내환경성능(-40 ~ 80 °C) 검증

개발 댐퍼 내구성능 1,000시간 이상 검증

대차안정성시험을 통한 개발 댐퍼 성능 검증



항 목	댐 퍼(5종)
외관/치수	기존 제품과 동일(1차 수직, 요, 차체간 댐퍼) 체결부 외경 변경(2차 수직, 횡 댐퍼, $\phi 54 \rightarrow \phi 60$) → 기존품과 호환
조인트(고무) 특성시험	반경방향(Radial) 기존 성능과 동일
	원추방향(Conical) 기존 성능과 동일
	비틀림방향(Torsional) 기존 성능과 동일
	축방향(Axial) 성능시험 항목추가
감쇠력 성능 시험	기존 성능과 동일
오일 누유 시험	기존 성능과 동일
내환경성 (저온/고온) 시험	기존 성능(-35 °C / 70 °C) → 목표 성능(-40 °C / 80 °C) 시험에 누유 확인 항목 추가
내구성 시험	기존 성능과 동일(1,000hr)

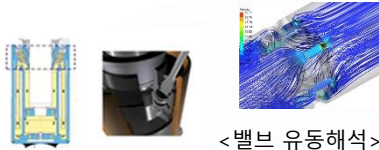
〈 댐퍼 연구개발 목표 〉

연구개발 내용

감쇠력 제어 연구, 부상(방진고무) 연구, 오일 누유 방지기술 연구, 현차시험 검증

감쇠력 제어연구

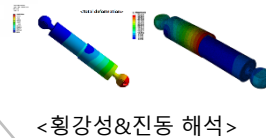
- 차량특성을 만족하는 감쇠력 성능
- 유지 보수가 용이한 밸브 구조 개발
- 밸브 유동 해석



<감쇠력 조절 밸브>

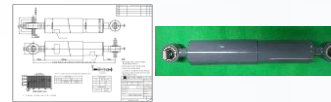
횡강성 연구(소재)

- 횡강성 해석 및 진동해석



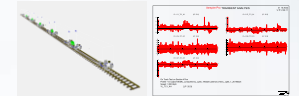
시제품 설계&제작

- 댐퍼 5종(1차 수직, 2차 수직, 요차체간, 횡 댐퍼) 설계 및 제작



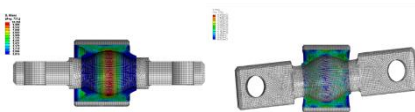
동역학 해석

- 동역학 해석 모델 작성 및 검증



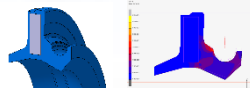
부상(방진고무)연구

- 부상 성능해석 (Radial/Axial/conical/torsional)
- 부상 성능기준 만족



오일씰 씰링 연구

- 오일씰 접촉해석(씰변형)/스프링 장착
- 제품의 긴박력 확보(벤치마킹 대비 동등 이상)



대차 안정성 시험

- 대차동적특성시험(롤러 리그시험) 진행
- 현차시험 전 성능검증



기타

- ISO/TS 22163 (진행중)
- ISO 9001 인증완료
- K마크 인증(진행중)
- 특허 출원 10건

6과제 동력분산식 고속철도 차량용 공기스프링 개발



과제 개요

- 고내구성이 확보된 고속 EMU 공기스프링 제작 기술 개발 시제품 성능 적합성 검증
- 부품의 고내구성을 위한 3차원 비선형 해석 및 최적설계 기술 개발

연구 최종 목표

동력분산식 고속철도차량용(EMU-260/320)고내구성 공기스프링 국산화 개발

동력분산식 고속철도용 공기스프링 기술 축적 및 응용개발 가능 원천기술 확보
동력분산식 고속철도용 공기스프링 기술개발을 통한 수입대체
유지보수 시장 진출을 통한 신규매출 확보(국산화를 통한 수입대체 효과 발생)

공기스프링 산업의 효율화를 추구하여 관련 산업 발전에 기여하며,
공기스프링 기술 전문 인력 양성으로 고용 촉진
타차종(KTX, ITX 등) 확대 적용을 위한 다이어프램형 공기스프링 보급



- 국내/외 기술수준 & 특허 분석
- 해외 선진기술 및 개발대상 성능 분석
- 공기스프링 개발부품/구성품 기본/상세 설계
- 공기스프링 설계 도서 분석 및 제작(안)



- 국내/외 운영기관 공기스프링 운용 및 유지보수 현황 분석
- 국내외 공기스프링 표준 및 규격, 기술기준 현황 분석
- 운영기관 유지보수 측면의 요구사항 도출
- 부품 비선형 구조해석

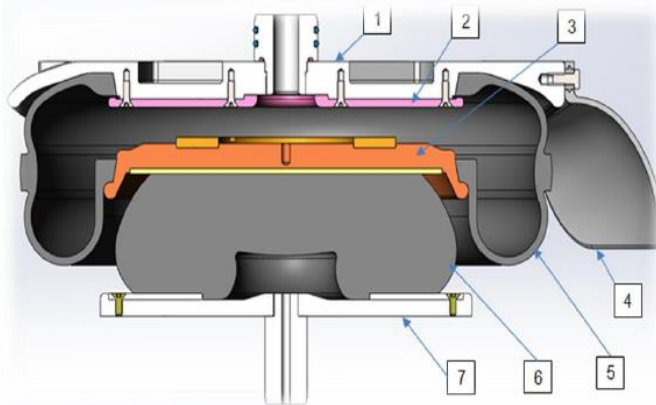


한국교통대학교

- 고속철도차량 구성품 사양 및 형상 비교 분석
- 고속철도차량 구성품 기술요구사항 검토

연구개발 내용

공기스프링 구성



순서	부 품 명	부품 설명
1	상부 플레이트	공기스프링의 상부/차체 연결 및 지지
2	안전 플레이트	공기스프링의 찌그러짐/변형 방지
3	슬라이딩 플레이트	공기스프링의 마모저감/하중 지지
4	보호커버	공기스프링의 외부 타격 보호
5	다이어프램	차체 하중 지지/수직, 종, 횡 처짐 수용
6	보조 스프링	다이어 프램과 같이 하중 지지
7	하부 플레이트	대차 프레임에 공기스프링 고정 역할

[고무개발]



[성형, 가류 시스템 개발]



[공기스프링 시제품]



7과제 동력분산식 고속철도 차량용 반 능동형 팬터그래프 개발



과제 개요

국제 수준의 요구조건에 부합되는 판토틀래프 성능 확보를 위한 연구 수행
국내 철도차량부품 제조사의 기술력 및 시장 경쟁력 확보

연구개발 최종 목표

동력분산식 고속철도 차량용 반 능동형 판토틀래프 개발

최종 목표	EMU-320 중련 편성 상태로 320km/h 운행 시 편성 후위 판토틀래프의 압상력이 철도안전법 기술기준을 만족
연구 개발 내용	• (집전장치 내환경성능) : -35 ~ 45℃ • (집전장치 횡강성) : 측면 300N 가할 시 30mm 이내 변위 • (집전장치 접촉성능 범위) : 0~350N • (집전장치 제어유닛) : 286km/h 및 352km/h 속도신호 인가, Bellows 압력변동이 1분 동안 0.05Bar 이내 • (내구성능) : 상승하강 내구(75×10³회, 0.1m/s), 10×10³회, 현가장치(1.2×10⁶회) 이상 • (주스판 내구성능) : 0.5~20hz 주파수로 수직 방향 1.2×10⁶사이클 이상, 랜덤 주파수로 1,000만 사이클 이상 • (중량) : 기존대비 10% 경량화(기존품 : 124kg±5%) • (작동방식) : 공기상승-자중하강 • (공기압력/동작시간) : 5~10kgf/cm² / 10초 이내(상승, 하강) • (제어유닛) : 정적압상력 기준 차량속도에 따라 압상력을 공압으로 상향 조정 • (보호장치) : 자동하강장치, 상승제한장치 적용 • (상태기반 유지보수) : 판토틀래프 개별 감시용 카메라 설치 상태기반 유지보수 시스템과 연계

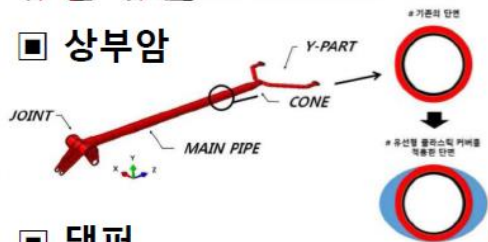
연구개발 내용

■ 집전헤드

- 최적화 설계(내구수명)
- 소음저감

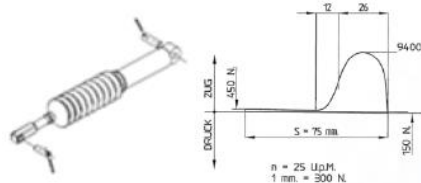


■ 상부암



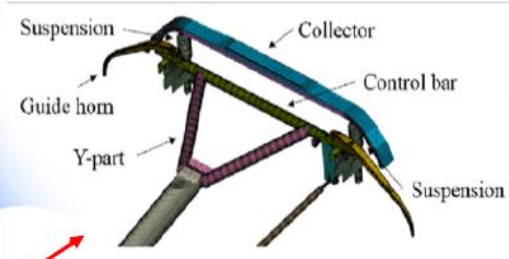
■ 댐퍼

- 댐퍼 특성 곡선 최적화



■ 상부암

- 경량화
- 구조 최적화 설계&해석



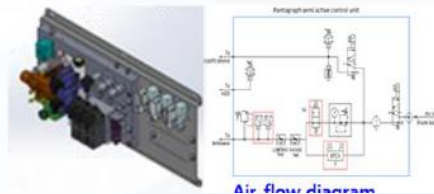
■ 벨로우즈, 급속배기밸브

- 최적화 설계 적용 밸브
- 환경조건 시험 선정



■ 공압제어장치

- 속도에 따라 가변 제어
- EP valve 적용



■ 제어기

- IPCU 적용

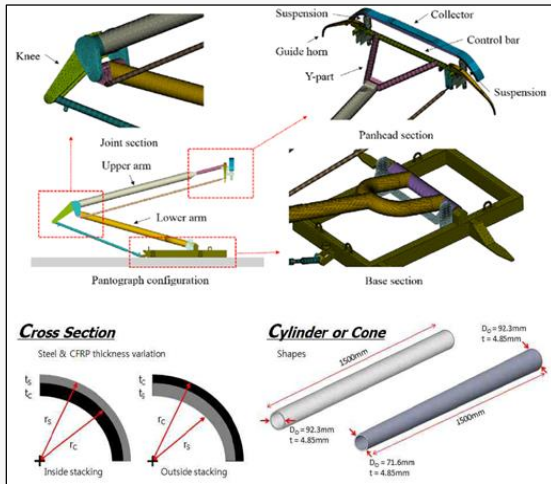


Force control board(FCB)

연구개발 내용

시제품 설계

- 반 능동형 판토그래프 경량화 기술 개발
- 판토그래프, 제어기 시제품 설계 완료



<구조 및 복합재를 이용한 프레임 경량화 설계>



<판토그래프>



<제어기>

시제품 제작

- 현차검증용 판토그래프 시제품 4 Set 제작
- 현차검증용 제어기 시제품 4 Set 제작



<현차검증용 판토그래프 시제품>



<제어기 현차 검증용 시제품>

시제품 성능 검증

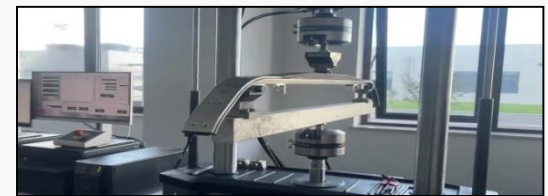
- 판토그래프 사전 자체성능검증 10건('23.01.11)
- 제어기 기능 시험 진행 중('23.11월 ~)
- 주습판 공인 성능검증 6건('23.11.30)



<판토그래프 자체 성능검증>



<제어기 기능 시험>



<주습판 공인 성능검증>

8과제 동력분산식 고속철도 차량용 냉각팬 시스템 개발



8. 냉각팬



과제 개요

고장 진단이 가능한 동력분산식 고속철도 차량용 하이브리드 고정압 냉각 시스템 개발
탄소 소재를 이용하여 경량화 시킨 냉각팬, 고장진단 기술, 통합 관리 어플리케이션 개발

연구 최종 목표

동력분산식 고속철도 차량용 냉각 팬 시스템 개발

탄소 소재를 적용하여 경량화 된 냉각 팬 개발

모터 냉각성능 향상 기술 개발

고장진단 기술 개발

냉각팬 통합 관리 어플리케이션 개발

개발품 성능 인증 및 신뢰성 확보

ACTM 공법을 이용한 임펠러를 개발하여 경량화

에어포켓 방열구조 적용, 모터 냉각 성능 개선

MCSA 기반의 결함 검지 시스템 개발

실시간 상태 감시용 통합 관리 어플리케이션 개발

외부기관 성능평가 및 신뢰성 검증을 통한 제품 신뢰성 확보

연구개발 내용

• 모터 냉각성능이 개선된 고속철도 차량용 냉각팬

- 탄소 소재를 적용한 임펠러와 최적화된 하우징 개발

→ 주변압기, 주전력변환장치, 견인전동기, 보조전원장치의 냉각 팬 사양을 검토하여 임펠러와 하우징 설계

→ 설계 안을 바탕으로 유동해석 수행

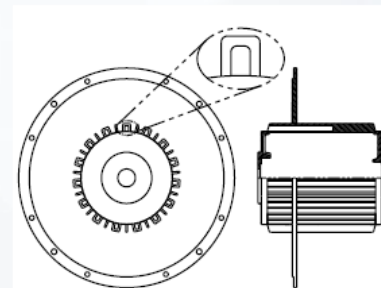


- 방열 성능과 경량화 된 모터 개발

→ 냉각 핀 내부에 공기가 흐를 수 있는 에어포켓 구조를 적용하여

방열 성능 향상

→ 알루미늄 소재의 적용 및 방열성능 개선 및 경량화 실현



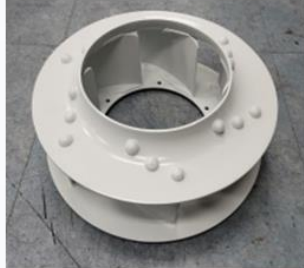
<모터 냉각 핀 에어포켓 구조>

- 냉각팬 시스템 통합 관리 어플리케이션 개발

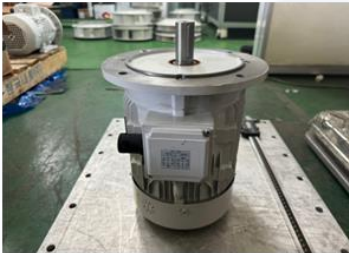
→ 고장진단 장치로 부터 받은 데이터를 분석하여 고장 감지가 가능한 통합 관리 어플리케이션 개발

연구개발 내용

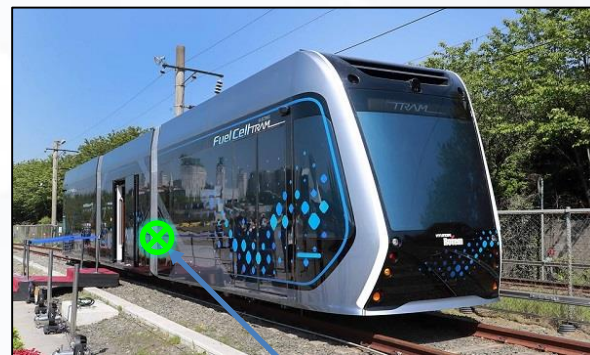
✓ KTX-이음 냉각팬 4종 임펠러

모델 명	건인전동기 냉각팬 임펠러	주변압기 냉각팬 임펠러	주변환장치 냉각팬 임펠러	보조전원장치 냉각팬 임펠러
사 진				
재 질	탄소섬유 (CFRP)	탄소강 (SPFH590)	탄소섬유 (CFRP)	탄소섬유 (CFRP)

✓ KTX-이음 냉각팬 4종 모터

모델 명	건인전동기 냉각팬 모터	주변압기 냉각팬 모터	주변환장치 냉각팬 모터	보조전원장치 냉각팬 모터
사 진				
사 양	3상 2P 380V 8.5kW	3상 2/4P 440V 4.0/0.45kW	3상 2P 380V 4.2kW	3상 2P 440V 1.1kW

9과제 저상 트램용 관절장치 개발



트램관절



과제 개요

연구 개발 최종 목표

저상트램용 관절장치 국산화 및 실용화 달성

■ 저상 트램용 갱웨이시스템*(관절장치 및 갱웨이) 개발

★ 주요 부품개발 : 상부 힌지 관절장치, 상부 피치 관절장치, 하부 관절장치, 하부 스윙플레이트,
내·외부 벨로우즈

➢ 저상트램용 갱웨이 시스템 목표 개발사양

- 운영사 요구사항을 반영한 조향각도 구현(최소 $\pm 38^\circ$ 이상)
- 피치관절장치 허용각도 $\pm 6.5^\circ$ 구현
- 차량 수명과 동등한 내구성 확보

➢ 저상트램용 갱웨이시스템 설계 및 제작 기술 확보

■ 저상트램용 갱웨이시스템 관련 인증획득

- 제품성능인증 획득(NEP, EPC, K마크 중 선택)
- 국제품질경영시스템인증 획득

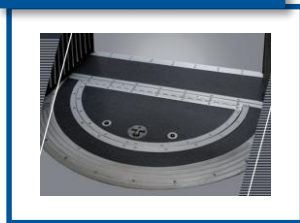
연구개발 내용

궤웨이

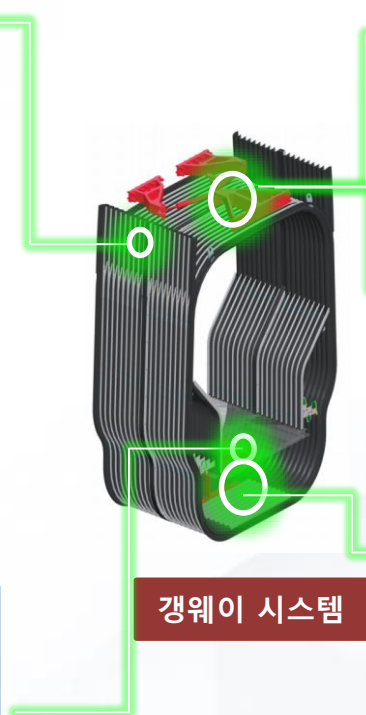
내외부 벨로우즈



하부 스윙 플레이트



궤웨이 시스템



상부 힌지타입 관절장치



상부 피칭타입 관절장치



하부 관절장치



관절장치

연구개발 내용

관절장치 개발

시작품/시제품 제작

시작품



하부관절 시제품



상부한지관절 시제품



상부피칭관절 시제품

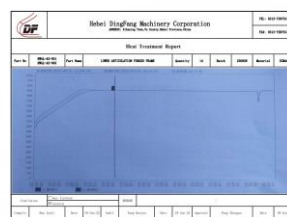


부품/구성품 성능검증

화확/기계적성질

Bohai Dongfang Machinery Corporation									
Testing Certificate of Chemical Composition and Mechanical Property									
Part No.	Spec No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.
Part No.	Spec No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.	Lot No.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126	127	128	129	130
131	132	133	134	135	136	137	138	139	140
141	142	143	144	145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
171	172	173	174	175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186	187	188	189	190
191	192	193	194	195	196	197	198	199	200
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216	217	218	219	220
221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
231	232	233	234	235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246	247	248	249	250
251	252	253	254	255	256	257	258	259	260
261	262	263	264	265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276	277	278	279	280
281	282	283	284	285	286	287	288	289	290
291	292	293	294	295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310
311	312	313	314	315	316	317	318	319	320
321	322	323	324	325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336	337	338	339	340
341	342	343	344	345	346	347	348	349	350
351	352	353	354	355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366	367	368	369	370
371	372	373	374	375	376	377	378	379	380
381	382	383	384	385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396	397	398	399	400
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410
411	412	413	414	415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426	427	428	429	430
431	432	433	434	435	436	437	438	439	440
441	442	443	444	445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456	457	458	459	460
461	462	463	464	465	466	467	468	469	470
471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490
491	492	493	494	495	496	497	498	499	500
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516	517	518	519	520
521	522	523	524	525	526	527	528	529	530
531	532	533	534	535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546	547	548	549	550
551	552	553	554	555	556	557	558	559	560
561	562	563	564	565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576	577	578	579	580
581	582	583	584	585	586	587	588	589	590
591	592	593	594	595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610
611	612	613	614	615	616	617	618	619	620
621	622	623	624	625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636	637	638	639	640
641	642	643	644	645	646	647	648	649	650
651	652	653	654	655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666	667	668	669	670
671	672	673	674	675	676	677	678	679	680
681	682	683	684	685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696	697	698	699	700
701	702	703	704	705	706	707	708	709	710
711	712	713	714	715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726	727	728	729	730
731	732	733	734	735	736	737	738	739	740
741	742	743	744	745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756	757	758	759	760
761	762	763	764	765	766	767	768	769	770
771	772	773	774	775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786	787	788	789	790
791	792	793	794	795	796	797	798	799	800
801	802	803	804	805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816	817	818	819	820
821	822	823	824	825	826	827	828	829	830
831	832	833	834	835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846	847	848	849	850
851	852	853	854	855	856	857	858	859	860
861	862	863	864	865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876	877	878	879	880
881	882	883	884	885	886	887	888	889	890
891	892	893	894	895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906	907	908	909	910
911	912	913	914	915	916	917	918	919	920
921	922	923	924	925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936	937	938	939	940
941	942	943	944	945	946	947	948	949	950
951	952	953	954	955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966	967	968	969	970
971	972	973	974	975	976	977	978	979	980
981	982	983	984	985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000

열처리



치수확인



중량확인



강도확인



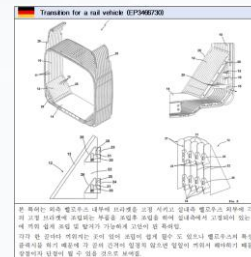
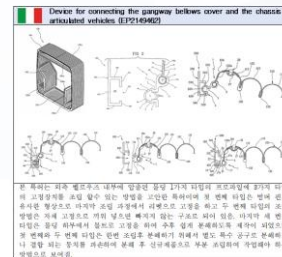
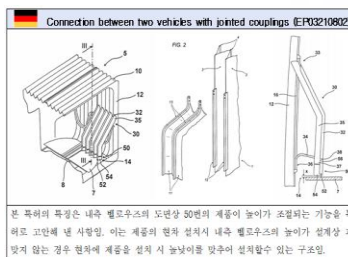
내구성확인



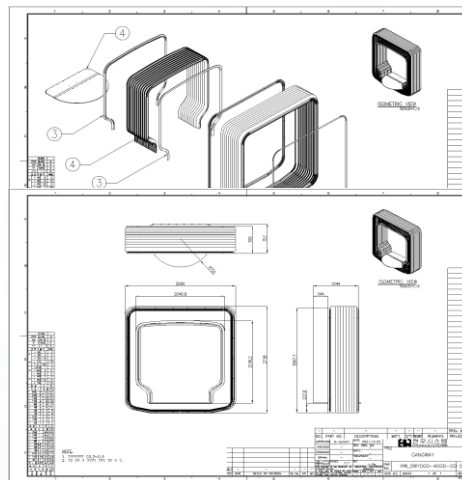
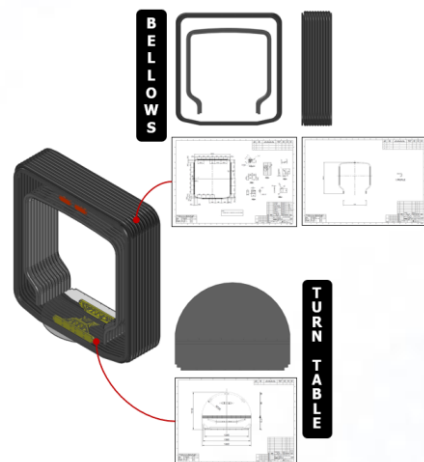
연구개발 내용

갱워이 개발

선진기술 및 특허 조사

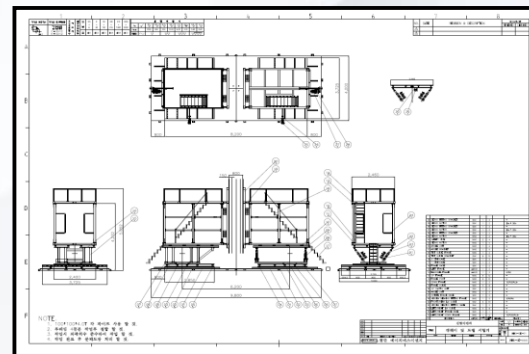


설계[Design]



▣ 내구성 시험기 설계

- 전 차종 시험기 가능한 시험기 설계
- 시험기의 내구성 증대 설계



연구개발 내용

갱웨이 개발

시작품/시제품 제작

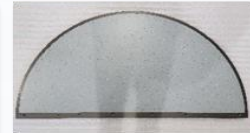
시작품 1set



갱웨이 시제품



턴테이블 시제품



부품/구성품 성능검증

벨로우즈 물성시험



벨로우즈 화재시험



치수검사



중량 확인

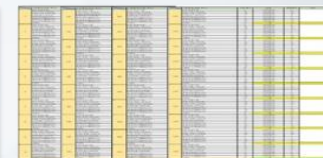


누수시험



조합성능검증

내구성시험



10과제 동력분산식 고속철도 차량용 전두부 해치시스템 개발



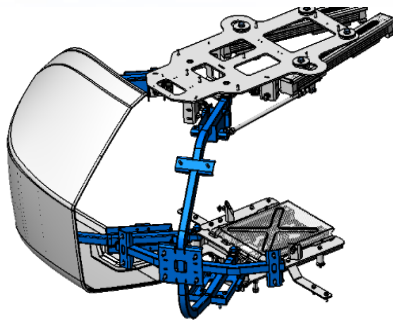
동력분산식 고속철도 차량용 전두부 해치시스템 개발

과제 개요

구조 및 작동부, 복합소재 Part, 전자/공압 제어장치 개발

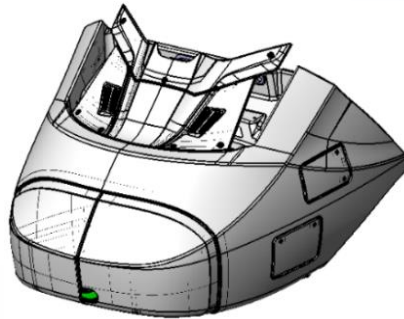
구조 및 작동부

- 해치커버 개폐 동작 수행



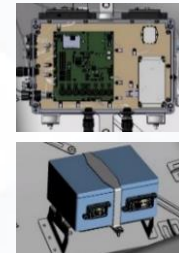
복합소재Part

- 재료강도, 화재안전성능, 체계 인터페이스 호환성 확보



전자/공압 제어기

- 장치를 통합 제어 하여 해치 시스템 작동을 컨트롤



<전자 제어장치>



<공압 제어장치>

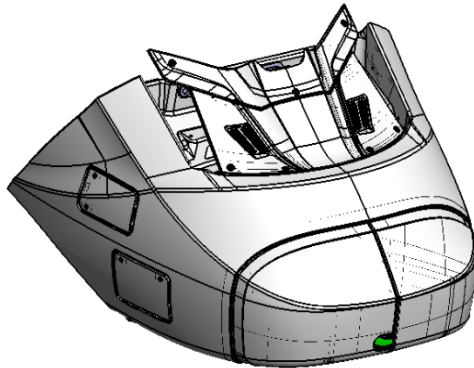
항 목	요구조건	비고
온도	-35 ~ 45℃	IEC 60068-2
진동 및 충격	1종 A Class	IEC 61373
고온고습	55℃ / 95%	IEC 60068-2
공기누설	0.2bar이하 @ 5분	-
내구성	닫힘 -> 열림 -> 닫힘을 1회로 18,000회 실시	-
최소곡선반경	최소반경 125m 곡선에서 해치커버와 자동연결기 사이에 간섭이 없어야 함	-
최대공력하중	해치커버는 최대공력하중은 9,981Pa 이상	-

항 목	요구조건	비고
인장강도	196MPa 이상	-
압축강도	216MPa 이상	-
최대평균 열방출율 (kW/m²)	≤60	ISO 5658-2 ASTM E 662 등
독성지수	≤3.0	
소화점임계 열류량	15이상	
연기밀도	1.5min : ≤100 4.0min : ≤200	

항 목	요구조건	비고
온도	-40 ~ 70℃	IEC 60068-2
진동 및 충격	1종 B Class	IEC 61373
고온고습	55℃ / 95%	IEC 60068-2
전원변동	제어전압의 70~125%	IEC 60571
방진방수	IP 55 이상	IEC 60529
절연저항	20MΩ 이상	IEC 60571
내전압	AC1000V@2분	
접지저항	-	-
EMI/EMC	생략	

연구개발 내용

복합소재 개발



개발 컨셉 복합소재 내부 형상 최적화로 동 특성 대비 비용 절감

해치커버

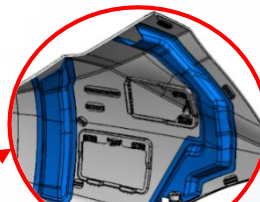
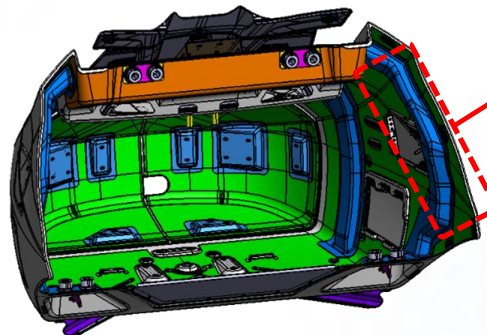
특징

■ 소재 강도 성능 확보

- 인장 강도 196 MPa (ASTM D 638-14)
- 압축 강도 216 MPa (ASTM D 790-17)

■ 화재안전 성능 확보

- 철도차량 기술 기준에 따라 위험등급 4에 대한 기준 만족
- 독성지수 $R \leq 3.0$ (BS 6853)
- 최대 평균열방출율 $MARHE \leq 60 \text{ kW/m}^2$ (ISO 5660-1)
- 소화점 임계 열류량 $CFE \geq 15 \text{ kW/m}^2$ (ISO 5658-2)
- 연기밀도 $D_s (1.5/4.0\text{min}) : \leq 100 / \leq 200$ (ISO 5659-2)



보강 복합재

외부 도장

외부 스킨
(Phenolic prepreg)

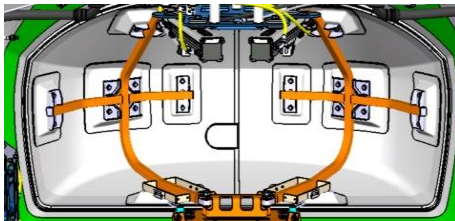
내장재 (Nomex)

내부 스킨
(Phenolic prepreg)

복합소재 구성

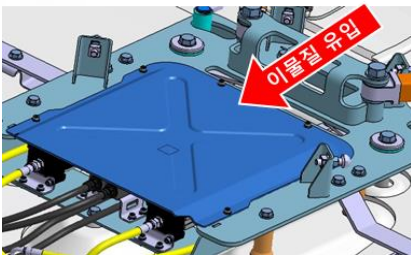
연구개발 내용

구조, 작동부 개발



구조부 프레임

진동/충격 완화에 효과적인 성능을 가지는 구조



이물질 유입 방지

작동부 구성품 보호를 위한 덮개 적용

개발 컨셉 내환경 성능을 높이고 고장률을 감소시키도록 설계하였습니다.

구조 및 작동부

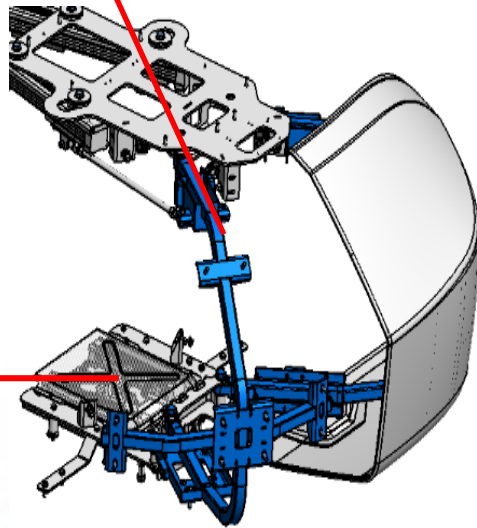
특징

■ 이물질 유입 방지 대책

- 보호 덮개 등을 적용하여 이물질로 인한 고장 개선

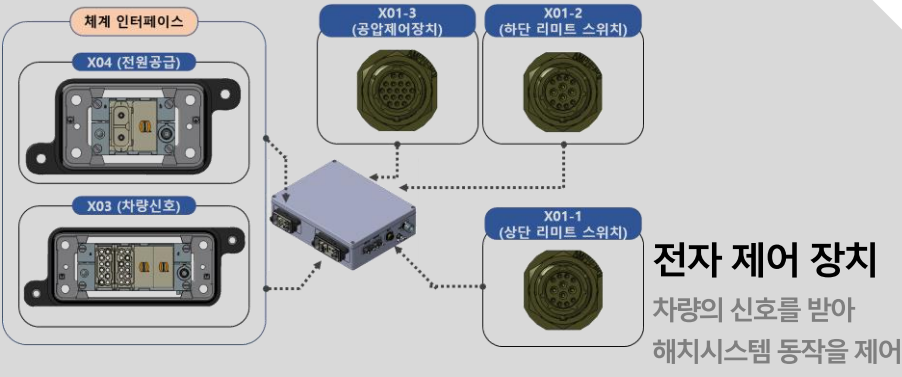
■ 작동 성능 향상

- 가스 스프링 없이 내진동/내충격성이 좋은 구조부 프레임
- 1종 A Class 만족 (IEC 61373)
- 해치시스템 작동 시 회전 반경 최소화 설계



연구개발 내용

제어부 개발



공압 제어 장치

특징

- 보호 커버 적용
 - 보호 커버를 적용하여 이물질로부터 내부 구성품 보호
- 수동 조작 편의성 증대
 - 작업자가 쉽게 조작 가능하도록 수동조작 버튼 적용

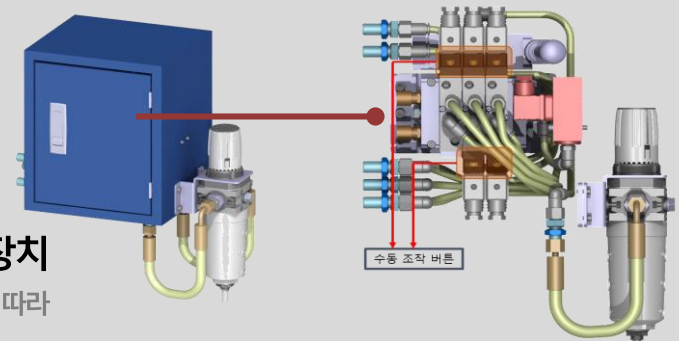
해치 제어기

특징

- 소형화 및 유지보수성 증대
 - 제어기 / 배전반 통합하여 배선 관리 편의성 및 제어기 유지보수성 증대
- EMI/EMC 성능 향상
 - 적합성 기준 A 등급 만족하도록 개발 (IEC 62236-3-2, IEC 61000-4-2~6)

공압 제어 장치

제어기의 신호에 따라 작동부를 컨트롤



11과제 도시철도 차량용 전기식 출입문 개발



전기식 출입문



과제 개요

KRTS Part51, KRCS등 요구 규격을 만족, 현차시험을 통한 성능검증

연구 개발 최종 목표

도시철도 차량용 전기식 출입문 표준(안) 개발

구동장치

- 모터
- 잠금장치
- 모터커플러

제어장치

- DCU SW 일괄 업로드
- DCU 유지보수 편리성
- DCU 고기능 유지보수 소프트웨어 개발
- DCU 표준 멀티 프로그램 개발

판넬성능향상

- Nonframe 판넬
 - 알루미늄 하니컴 (현차)
 - 코르크(검토)
 - 발포폼(검토)
- 창유리
- 판넬 내부 스킨

개폐고립모듈

- 비상수동개폐장치
- 출입문 고립장치 모듈

추가 신규 개발

- 모터센서 CBM
- 근접센서

연구개발 내용

구동장치 표준화[안]

(국산화) 국내 개발 저속 모터

정격파워 상승과 감속기 제거로 인한 중량 저감 및 정비 단순화

(기술향상) ALDEM 형식 커플러

스페이스 슬립구조, 편심흡수능력이 우수, 축반력(부하) 최소화

(기술향상) 하향 회전식 기계식 잠금장치

국내업체 제품, 자중(自重)에 의한 잠금방식으로 잠금기능의 상실 우려 감소, 구동의 안정성이 확보

판넬 성능 향상

(차별화) Direct Glazing, 복층강화유리

silicone sealant 이용 직접 부착, 백화현상 및 누수 방지

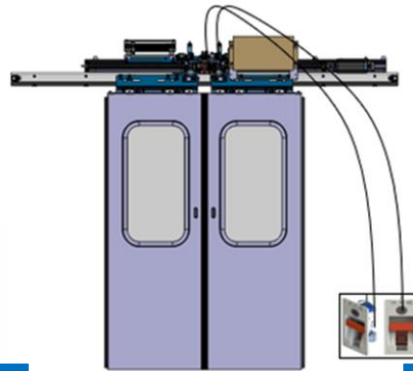
제어장치 표준화[안]

(차별화) DCU S/W 일괄 업로드

Master DCU 업로드 시 차량 내 잔여 DCU에 자동 일괄 업로드 되어 시간 및 인력 사용 절감

(기술향상) 표준멀티 프로그램

제어환경 조건과 관련없이 제어방식 별 소프트웨어 선택 기능 적용



비상개폐/고립모듈 표준화[안]

(기술향상) 축방향 FULL 타입

기존 로타리 타입(100N) 대비 작동력(40N) 감소

(차별화) 고립스위치 위치 변경

기존 도어 엔진부에서 비상수동개폐 핸들 박스내부로 이동하여 취급 용이

12과제 희토류 저감형 영구자석 동기전동기 개발



견인전동기



희토류 저감형 영구자석 동기전동기 개발

과제 개요

고속철도용 영구자석 동기전동기/추진제어장치 설계 및 제조기술 확보

연구 개발 최종 목표

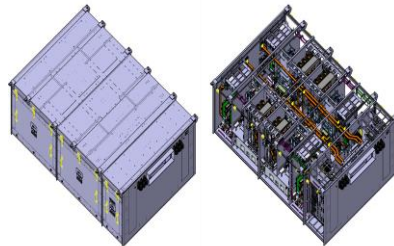
RFP 요구 규격 KS C IEC를 만족, 고도화된 RAMS 분석, 공인 인증 시험을 통한 성능 검증

연구개발 성과물(1단계)

주행시스템 신뢰성 향상/ 460kVA급 추진제어시스템 개발



< C/I 추진제어장치 >



< VVVF 추진제어장치 >

희토류 저감 / 희토류 저감형 영구자석 동기전동기 개발



< 희토류 저감형 영구자석 동기전동기 >

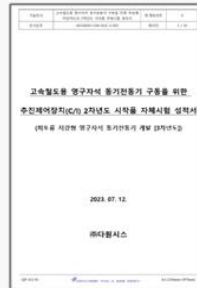
항 목	C/I 추진제어장치	VVVF 추진제어장치
인버터 제어 방식	3-Level 3상 전압형 VVVF 인버터	
최대 출력	1,828 [kVA] (457[kVA] X 4Channel)	2,168 [kVA] (542[kVA] X 4Channel)
인버터 효율	96 [%]	97 [%]
냉각 방식	수냉각 방식	
제어 회로 전압	DC 100 [V]	

항 목	희토류 저감형 영구자석 동기전동기
정격 출력	380 [kW]
정격속도(최대속도)	2,193 [rpm] (3,802 [rpm])
정격 토크	1,656[N · m]
효율	98.8 [%]
출력 밀도	0.788 [kW/kg]
단위토크당 영구자석 사용량	9.11 [g/N · m]

희토류 저감형 영구자석 동기전동기 개발

연구개발 내용

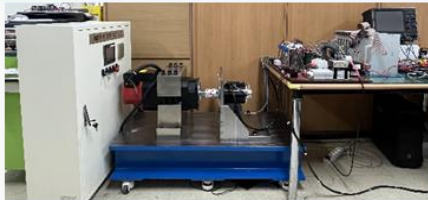
자체 성능 검증 시험



• 자체 성능 검증을 통한 개선

- 모터 3종, 추진제어장치 2종에 대하여 자체 조합 시험 진행
- 확보한 데이터를 기반으로 성능 개선

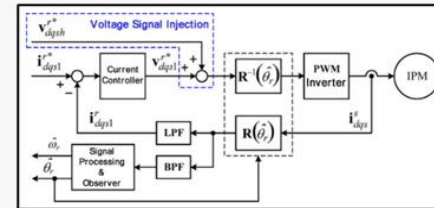
테스트 구축



• SiC소자 및 3-Level 토폴로지 테스트 베드 구축

- SiC소자가 정격 전압이 3,300[V] 수준
- 3-Level 토폴로지 적용을 통하여 추진제어장치 적용을 위한 테스트 수행

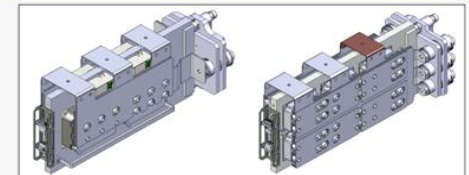
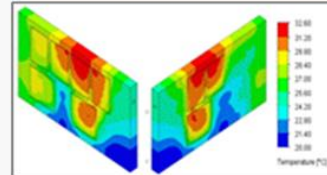
선행 기술 조사 및 활용 방안 도출



• 센서리스 제어 시스템 연구

- 타행운전을 위한 Flying Start 기법 연구
- 해당 연구 성과에 대한 논문 투고(SCIE)

수냉각 시스템 개발



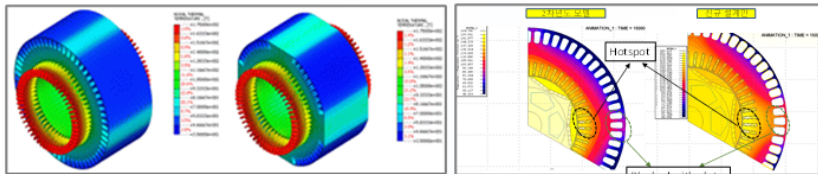
• 수냉각 시스템 개발

- 수냉각시스템 연구 및 시제품 적용을 통한 기술 및 데이터 확보

희토류 저감형 영구자석 동기전동기 개발

연구개발 내용

모터 냉각 기술 개발



• 모터 냉각 기술 개발

- 모터 냉각 기술 연구 및 시제품 적용을 통한 기술 및 데이터 확보

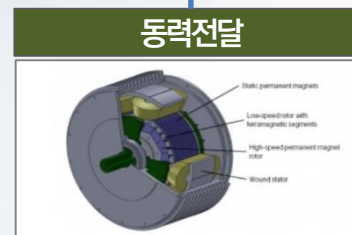
RAMS 분석



• RAMS 분석

- RAMS 분석을 통한 시스템 개념 수립 및 신뢰성 및 안정성 확보

13과제 마그네틱 기어드 방식 동력전달시스템 개발



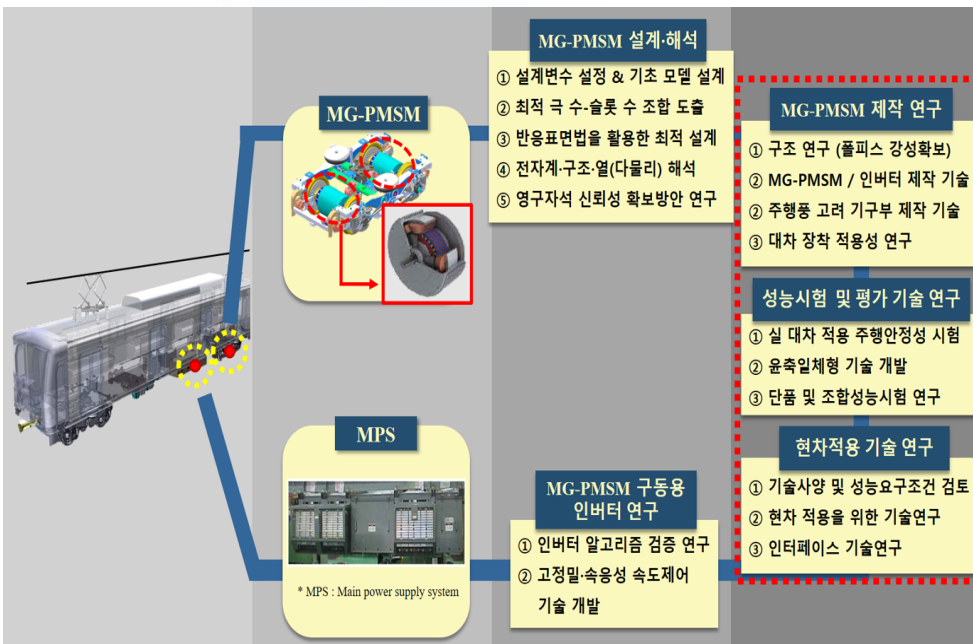
과제 개요

연구 개발 세부 목표

도시철도용 동력전달시스템 경량·효율화를 위한 마그네틱 기어드 방식 동력전달시스템 개발

비접촉 직접구동형 마그네틱 기어드 동기전동기 개발

구동 알고리즘/인버터 기술 개발



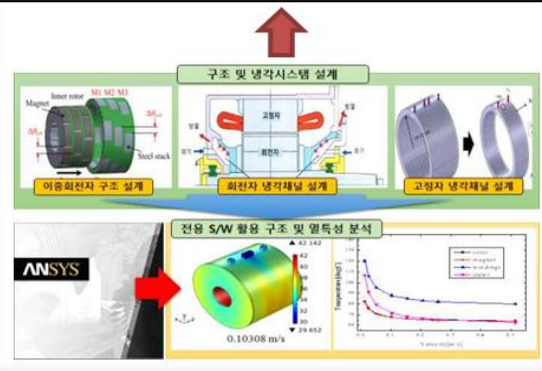
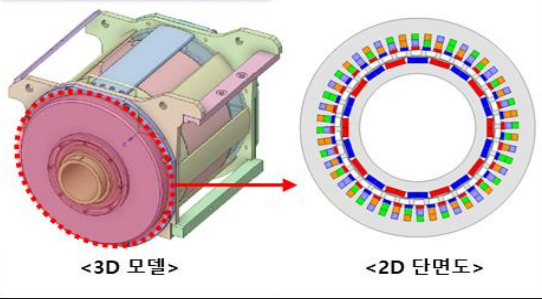
항 목	목표 사양
인버터	300kW급 (최대 효율 96% 이상)
출력용량	연속 정격 기준 MGM 210kW급 이상
추진효율	MG-PMSM 효율 93% 이상
출력밀도	기존 감속기+견인전동기 시스템 대비 20% 이상 개선 (경량화 목표 중량 : 1,220kg이하, 출력밀도 0.172kw/kg)
출력부 토크 및 회전수	저속부 870 rpm 시 2,312 Nm 이상
소음성능	최대 RPM 시 MGM 105 dB(A)@1m 이하
진동성능	최대 RPM 시 성능시험을 통한 진동 성능 규격 제시
기타	신기술 인증(NET 등) 및 국제품질경영시스템 ISO/TS 22163 인증

연구개발 내용

210kW급 마그네틱 기어드 동기전동기 (MG-PMSM)

- MG-PMSM 설계, 다물리 특성 분석 및 제작 기술 개발

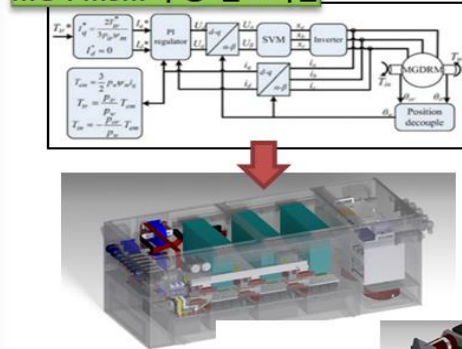
210kW급 MG-PMSM



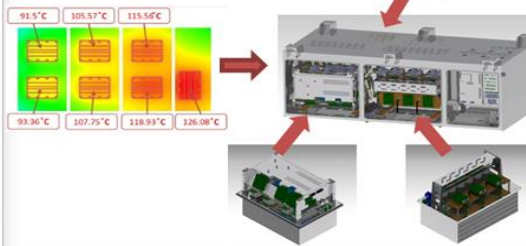
MG-PMSM 구동 알고리즘 및 인버터

- MG-PMSM 구동 알고리즘 및 인버터 설계, 특성 분석 및 제작 기술 개발

MG-PMSM 구동 알고리즘



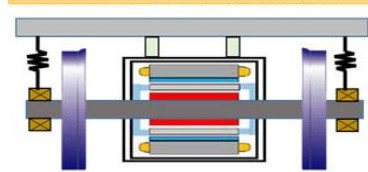
MG-PMSM 구동 전용 인버터



시작품의 성능평가를 통한 유효성 검증

- 시작품의 조합성능평가 및 대차 적용 성능평가 기술 개발 및 설계 유효성 검증

MG-PMSM01 적용된 대차의 차축/차륜 구조



14과제 컨버터 일체형 반도체 변압기 개발



반도체변압기



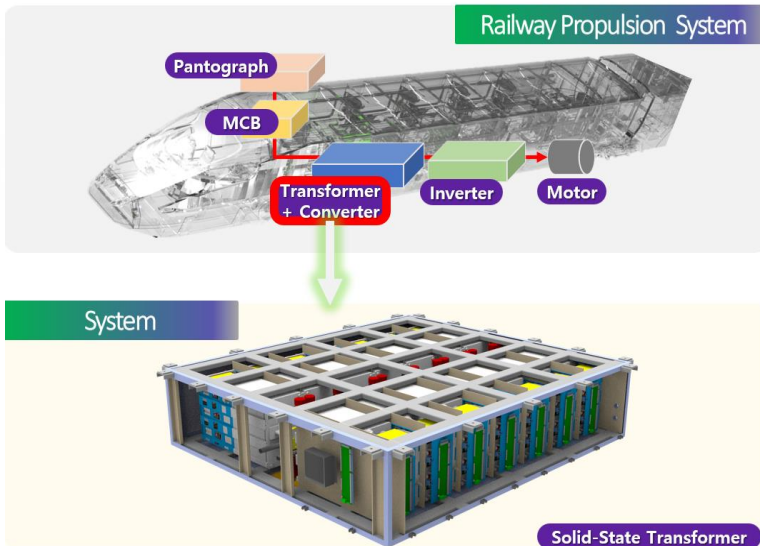
과제 개요

주변압기와 컨버터를 일체화 하여 고효율, 소형, 경량화를 위한 반도체 변압기 개발

연구개발 최종 목표

동력분산식 고속열차의 주전력회로 경량화 및 소형화를 위한
컨버터 일체형 반도체 변압기 개발 및 고속철도차량 적용을 위한 운영기술 개발

Solid State Transformer



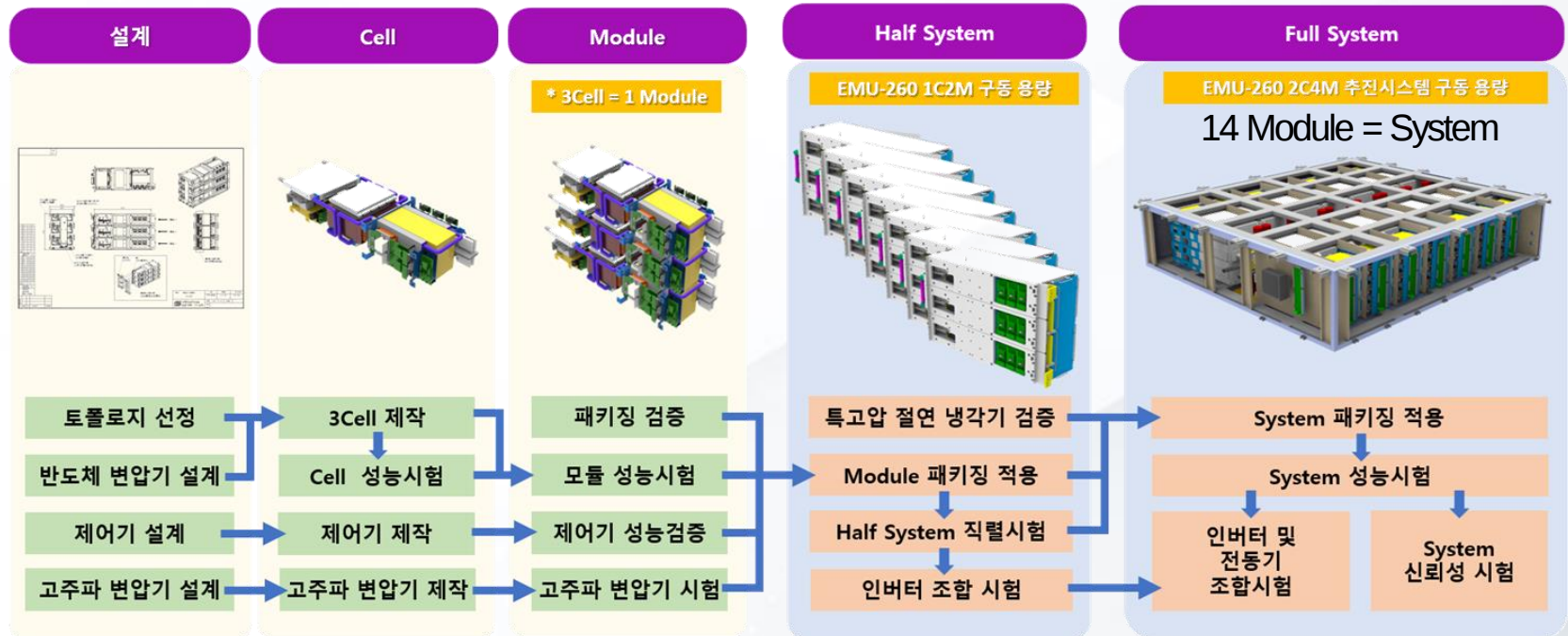
항목	기존 주변압기 + 컨버터	컨버터 일체형 반도체 변압기	
		목표 사양	사양 비교
정격출력	3.4 MVA	3.4 MW	동일 사양
스위칭 주파수	약 1kHz	> 20 kHz	20배 증가
모듈 효율	> 90%	> 96%	손실 60% 감소
변압기 효율	> 96%	> 98%	손실 50% 감소
중량	약 7.7 ton	7.0 ton	10% 감량
고조파 보상	불가	가능	추가 사양/기능
Fail-Safe	불가	가능	
냉각 방식	유랭식 + 수랭식	수랭식	
유지보수성	절연유, 고장 시 전체 교체 필요	절연유를 사용하지 않음, 모듈 교체 방식 적용	

연구개발 내용

• 주요 연구개발 내용

시스템 통합 인터페이스 구현, 전력변환 모듈 설계 및 제작, 고주파 변압기 설계 및 제작, 고속전철에 적합한 시스템 패키징 구현

컨버터 일체형 반도체변압기 연구개발 내용



컨버터 일체형 반도체 변압기 개발

연구개발 내용

해외 선진사 대비 세계적 경쟁력 보유 (동일 중량대비 출력 1.5배)

비교 사양	스위스 ABB社	캐나다 BOMBARDIER社	프랑스 ALSTOM社	연구 개발품
입력 전압	15kV	15kV	15kV	25kV
시스템 용량	1.2MVA	-	1.5MW	4.2MW
중량	-	기존대비 30% 감량	50%이상 감량 (6.8→3.1ton)	5.78 ton
전력밀도	-	-	484 W/kg	726 W/kg
스위칭 주파수	1.8kHz	8kHz	5kHz	30kHz
직렬 구성	16 Cell	-	7 Cell	42 Cell
효율	96%	50% 개선	-	61%개선 94%→96.3%

15과제 도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발



통합제어



과제 개요

- ❖ 제 목 : 도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발
- ❖ 사 업 명 : 철도차량부품개발사업
- ❖ 최종 목표 : 제작사가 상이한 전장제어기기 간에 상호호환성을 확보함으로써
도시철도차량의 유지보수성과 개발 용이성을 향상시키는
도시철도용 통합제어플랫폼 개발
- ❖ 연구 기간 : 총 연구기간 : 2021.4.1 ~ 2025.12.31 (4년9개월)
- ❖ 연구 내용 : - 상호호환성 확보를 위한 도시철도용 통합제어플랫폼 개발
- 기능안전이 확보된 상호호환형 전장제어시스템 및 표준 인터페이스 기술 개발
- 상호호환성 기술의 검증을 위한 시제품 제작 및 상호호환성 검증 방안 개발

도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발

연구개발 내용

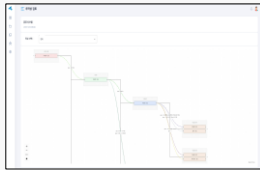
TROSAR 플랫폼 및 철도-수명주기-공학도구 시제품 개발 및 실험실 검증

TROSAR 플랫폼 개발

- 분산객체모델 기반 플랫폼 프레임워크 개발 완료
- 물넷을 기초로 사용자 인터페이스 개발 완료
- 동적SW상호호환이 가능한 통합개발환경 확보



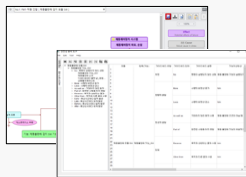
<분산객체모델 구조화 설계>



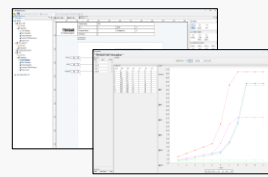
<분산객체모델 기반 추적성>

안전성분석도구 및 SW모델링도구 개발

- 안전성분석도구(HAZOP, FMEA, FTA) 개발 완료
- 형형합성기술 기반 SW모델링 도구 개발 완료
- 기능검증을 위한 시뮬레이션 도구 개발 완료
- 고안전 제어SW 개발 및 검증 체계 확보



<안전성 분석도구>



<SW모델링 & 시뮬레이션 도구>

개방형 SW호환체계 개발

- 동적 인터페이스 및 도구 개발 및 검증 완료
- 보드 3종에 대한 RTOS 매커니즘 개발 및 검증 완료
- 개발분야에 대한 공인시험 성적서 발급 완료

```
15:13 ~ "TIME" (su11)
Time Management API compatibility test
0 REPLENISH 1) NO_ERROR (process is error handler process or new)
0 TIMES_WAIT 1) INVALID_MODE (current process owns a mutex or cur
0 TIMES_WAIT 2) INVALID_PARAM (LOCAL_TIME is out of range)
0 TIMES_WAIT 3) INVALID_PARAM (DELAY_TIME is infinite)
0 TIMES_WAIT 4) NO_ERROR
0 PERIODIC_WAIT 1) NO_ERROR (The current process is not a per
0 PERIODIC_WAIT 2) INVALID_CONFIG (DEADLINE_TIME calculation is o
0 PERIODIC_WAIT 3) INVALID_MODE (current process owns a mutex or
0 PERIODIC_WAIT 4) NO_ERROR
0 GET_TIME 1) NO_ERROR
0 REPLENISH 2) INVALID_MODE (Current process is periodic and new
0 REPLENISH 3) NO_ERROR
Total 12 cases 12 pass, 0 fail
Total tested APIs: 4
```

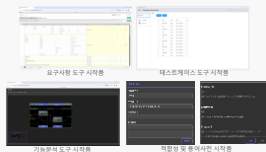
<SW호환체계 동작 화면>



<공인시험 성적서>

요구사항 및 기능분석 도구 개발

- 분산객체모델 기반 요구사항 및 기능분석 기법 개발
- 분산객체모델 테스트케이스 생성 기법 개발
- 역형성 검사 및 표준화 사전 지체물 개발
- 요구사항 및 기능분석 도구 시제품 개발 및 사용자검증
- 테스트케이스 자동화 도구 시제품 개발 및 사용자검증



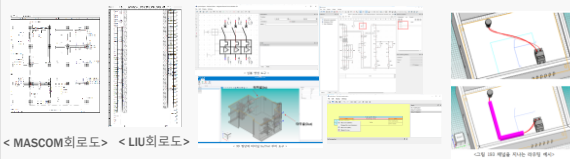
<도구 시작품 사진>



<검증보고서 사진>

전기회로 모델링 도구 개발

- 분산객체모델 기반 전기회로 설계도구 개발
- 3D 배선 자동화 및 패널 설계 기능 개발
- 수입품 대비 철도차량 특화 기능 개발 및 가격경쟁력 30% 이상 확보



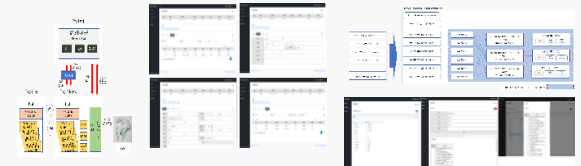
<전기회로도>

<전기회로모델링도구>

<3D 배선 자동화>

유지보수 지원도구 개발

- Trosar 플랫폼 유지보수부품 정보 사용자 모델 개발
- 유지보수 매뉴얼 및 정보의 사용자 활용 모델 개발
- 분산객체모델 기술 기반 유지보수 및 문서작성 지원 도구 개발



<유지보수 지원도구>

<문서작성 지원도구>

도시철도용 전장제어기기 상호호환성 확보를 위한 통합제어플랫폼 개발

연구개발 내용

상호호환형 HW & 시범용 전장품 시제품 개발 및 실험실 검증

상호호환형 전자제어장치 개발

- 도시철도차량 제어기기를 모듈 시제품 제작
- 도시철도차량 제어기기를 모듈 완성시험 진행
- 도시철도차량 제어기기를 모듈 시제품 제작



<전자제어장치 사진>



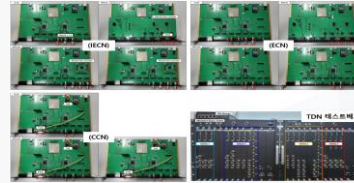
<환경시험 사진>



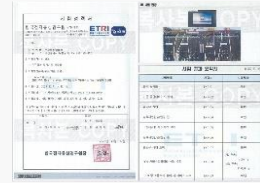
<시험기 사진>

TCN 응용계층 호환 인터페이스 개발

- TCN 응용계층 호환 프로토콜 개발 (TDNconf-TDNopen)
- 지원 로컬 차상 통신망 : ECN(EtherCAT), IECN, CCN
- ECN 서비스 파라미터(PD/MD) 최대 지연시간 지원
- 실시간 객체사전 구성관리(설정/추가/삭제/변경/조회)



<로컬 차상 통신망 보드 및 시제품>



<시제품 시험성적서>

상호호환형 종합제어장치 개발

- SW 설계 자료 작성 완료
- HW 환경시험(온/습도, 전자기, 진동) 공인인증 완료
- HW 시제품 3개 편성본 제작 및 SW 시제품 제작 완료



<시제품/시뮬레이터 사진>

<환경시험 및 SW 시제품 사진>

상호호환형 제동제어장치 개발

- 제동제어장치 SW 기초설계 및 HW 모듈 설계 완료
- 제동작용장치 시제품 제작 완료
- 제동제어장치 시뮬레이터 제작 및 내부 테스트 완료



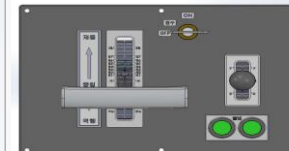
<제동작용장치 시제품>



<제동제어장치 HILS 및 성능시험>

상호호환형 주간제어기 개발

- 동적인터페이스 기술 기반 주간제어기 HW 시제품 설계, 제작 완료
- 개방형 통합제어플랫폼 기반 주간제어기 SW 설계
- 주간제어기 고장 모니터링 설계 : 모니터링 SW 개발

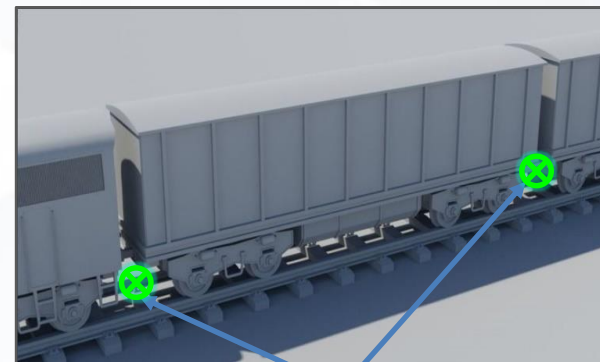


<주간제어기 HW 시제품>

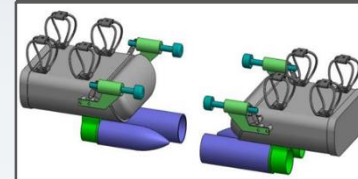


<주간제어기 메인제어장치>

16과제 자동 연결·분리 시스템 개발



자동연결분리



과제 개요

입환제어실에서 원격으로 기관차 무선제어, 화차 자동 연결, 분리시스템 및 연결기 개발

연구개발 최종 목표

✓ 자동 연결분리 시스템 개발

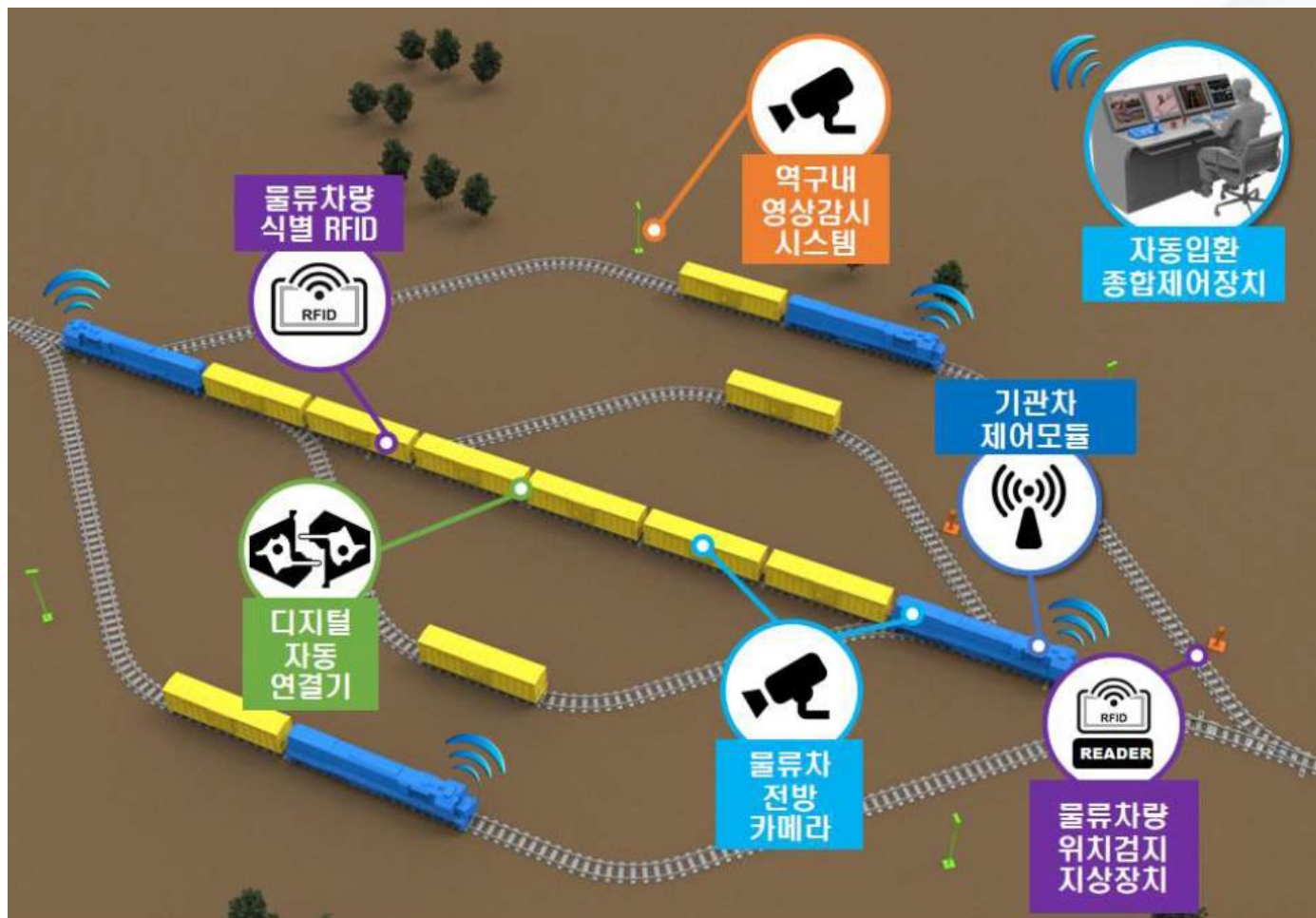
최종 목표

- 원격제어 입환시스템 개발(화차 입환 40량까지, 입환 제어거리 1.6km) 및 검증
- 자동연결 분리 시스템 관련 부품(연결기, 제어기) 개발 및 시제품 시험 검증

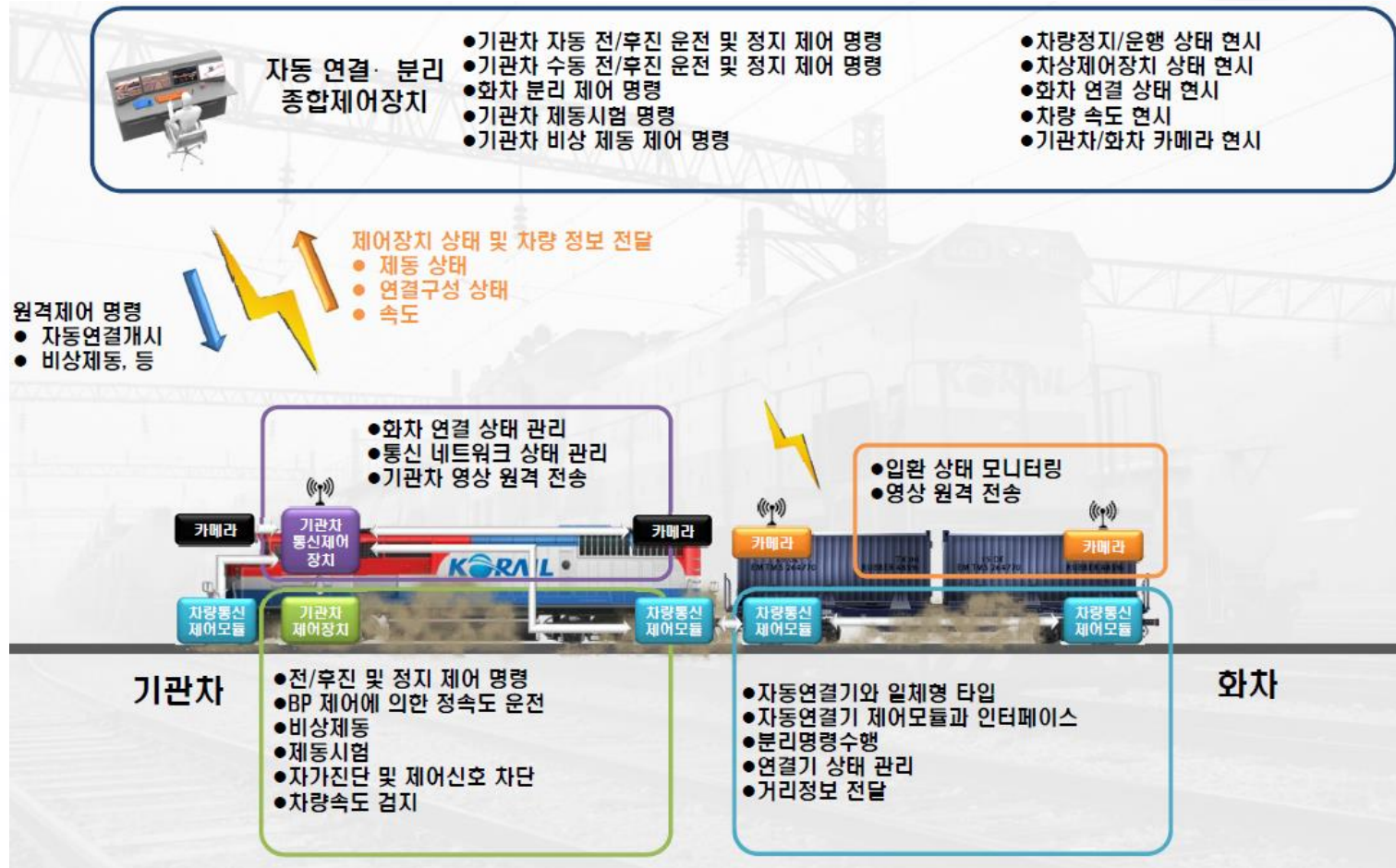
개발 주요 사양

- (연결충격) 철도차량기술기준(KRTS-VE-Part41-2014(R1) "3.2.3.2 철도차량의 연결") 규격 만족
- (충격저감제어) 이중화된 거리측정 센서와 기관차의 속도제어를 통하여 연결·분리시스템 충격저감 기능 확보
- (데이터 전송) 관제↔기관차 100Mbps(TBD) 이상, 차상↔차상, 원격제어장치↔기관차 1Mbps 이상
- (절연성능) IEC 60077-1 규격 만족
- (내환경성능) 온도 : IEC 62498-1 / 진동충격 : IEC 61373 / 누수 (방수) : KS R 9145 규격 만족
- (형식승인) 연결기 및 제어기 관련 형식승인 프로세스 완료

연구개발 내용

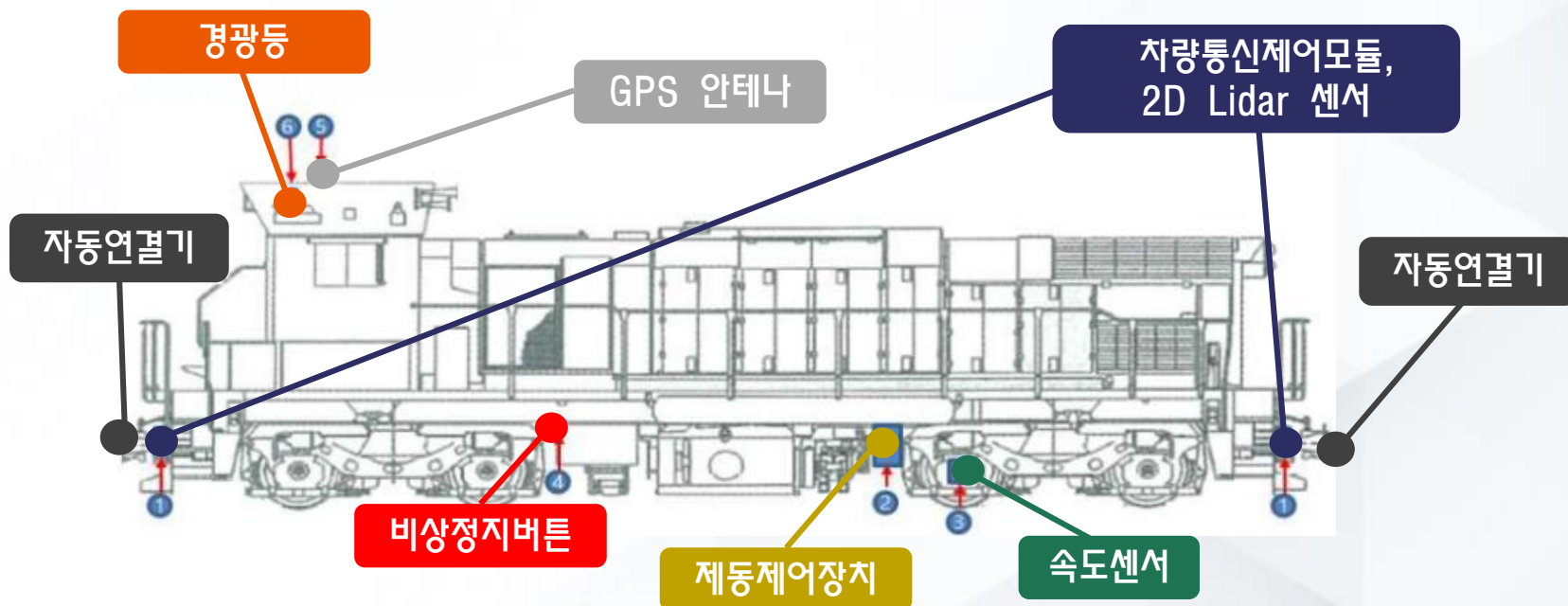


연구개발 내용



연구개발 내용

기관차 개조



연구개발 내용

자동연결기 개발, 화차 개조

기관차 및 화차
설치예정 연결기 형상
(TYPE-10 Coupler)

