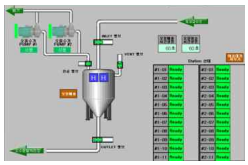
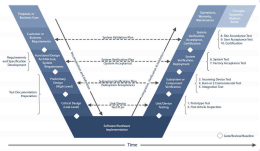
본사 간행물등록번호
연구원-02-21032-01

Final Report

Technology





2021

기술연구처

철도차량 ECVM 시스템 기술개발
(기획 연구보고서)

KORAIL 연 구 원
Research Institute

2021년도
연구원-02-21032-01

철도차량 ECVM 시스템 기술개발

(기획연구 최종보고서)

2021. 04

한국철도공사 연구원

제 출 문

이 보고서를 2021년도 자체연구 (과제명 : 철도차량 ECVM 시스템 기술개발) 과제의 최종보고서로 제출합니다.

2021. 04.

연구책임자 :	연구원 기술연구처	책임연구원	윤 차 중
자문위원	한국교통대학교	대학원장	김 재 문
	샬롬엔지니어링(주)	전무이사	이 행 섭
기획지원	OH시스템	대표이사	박 명 수

요 약 문

Ⅰ. 제 목

○ 철도차량 ECVM[1] 시스템 기술개발

Ⅱ. 연구과제 개요

1. 기술의 정의

○ ECVM은 철도차량 정비차고, 유치선 또는 역구내 주박 선에 단독으로 설치되어 사용하는 시설이며 철도차량 운용과 차량기지 정비용량에 영향을 주는 주 공정(Critical Path)으로 정비시간 단축을 위해 필요한 시스템 고도화 및 자동화 기술

○ 각 차량의 오물탱크의 오물 수거를 순차적으로 작업했던 기존방식에서 원격제어(리모트 컨트롤러)기를 이용하여 Multi 작업(복수로 오물을 수거하고 청소하는 시스템)을 통한 오물 수거시간 단축기술

○ 위생환경 조성을 위한 오물 누수, 누기를 방지하기 위한 원터치 연결 커플러 기술

○ 철도차량의 오물탱크 오물량을 자동으로 검지하여 오물배출구와 자동 연결하는 지능형 로봇기술과 IoT기술을 이용하여 오물탱크의 상태를 모니터링 하는 융합기술

○ 외부환경을 인식하고, 스스로 상황을 판단하여, 자율적으로 동작하는 이미지 처리 및 자율이동 기술

○ 작업자의 근골격계 예방과 근무환경 개선을 위한 한 스마트(소형, 경량화) ECVM 스테이션 개발 및 작업자의 작업동선을 단축하고 오물 수거 호수의 길이를 유동적으로 조정하기 위한 플렉시블 롤링 배관 시스템 기술

○ 국내외 적용되고 있는 진공펌프(로브펌프)를 활용한 시스템인 오물 수거, 이송, 처리의 일련 과정을 원활하게 구현하는 진공 및 유체역학 적용 기술

○ 현재 차량기지에 설치되어 운용되고 있는 오물수거장치와 최대한 호환 가능한 시스템 개발로 실용화 확산 가능한 응용기술

○ 배관 압력 제어기술은 각 열차 내 오물탱크에서 기지 내 집하장까지 배관 길이 차에 따른 배관 압력 불평형으로 발생하는 잔류 오물을 전량 수거하기 위한 진공압 균등 배분 기술로 진공과 진공 밸브 제어를 통해 오물의 수거부터 이송, 처리의 일련 과정을 원활하게 구현하는 유체역학 적용 기술

---

1) ECVM(Effluent water Collect Vacuum Multiple module) 폐수회수 진공 다중모듈

○ 다수의 오물탱크를 동시에 작업할 때 발생될 수 있는 유동저항을 최소화하기 위하여 배관 내면 거칠기를 고려한 재질 및 용량, 규격, 집하장의 용량 선정 효율화 기술

○ 폭 넓은 기후환경 변화에도 정상 성능과 기능을 유지하는 전천후 동작 기술

○ 오물탱크 청소상태에 따라 객차내 악취발생 원인이 될 수 있으므로 청소수 회수 시 부유물 검지센서를 활용하여 기준값을 설정하고 미달 시 청소 Recycle 제어기술

2. 연구개발 배경 및 필요성

○ 정부에서는 국민의 복지와 편익을 위한 고품질의 철도교통 제공과 지역균형발전 등을 위한 철도노선을 증대하거나 새로운 노선을 신설하게 되며, 이때 새로운 종류의 철도차량이 도입되어 운영되고 이 차량을 정비하기 위한 기지를 국가에서 건설하게 됨

○ 신규 철도노선 건설사업 추진 시 차량기지 신설은 많은 건설비용이 소요되는 사업으로 건설사업에서 제외되어 추진되며, 노선 건설 후 열차 운행과 정비를 위한 정비기지 건설비용은 추가 투자되어 건설하게 됨

○ 차량기지 신설 계획 수립 시 사회적 변화를 고려한 장기 운영사항 까지 반영할 수 없음에 따라 추가 열차운행 및 인접 신규 노선 건설 시 추가 비용이 더욱 많이 발생됨

○ 철도차량정비기지 건설시 오물만을 수거하기 위한 선로를 별도로 건설하지 못하고 정비하는 검수고에서 동시에 수거하거나, 오물 수거만을 목적으로 별도의 열차운전정리 와 검수고 유치를 통해 정규적인 정비 업무에 지장으로 초래하고 있음

○ 오물 수거만을 목적으로 철도차량이 기지에 유치되는 경우 정비기지의 운용률 확보를 위해 추가되는 선로 건설비로 환산하면 약 140억~650억 원의 건설비용이 발생되어야 하는 것으로 조사됨

○ 철도차량 정비기지 신설 또는 이전 시 건설비용 절감 가능 및 기 설치된 차량기지 오물 수거 시스템 개량 사업 추진 시 적용으로 정비기지 운용 효율화 기여

* 한국철도 오물수거설비 26개 기지에서 운영 중

○ 오물처리는 3D 업종으로 인식되어 산업계 전반적으로 기반이 매우 열악하므로 관련분야 이미지를 쇄신할 수 있는 기반을 마련하고, 국내 철도산업계 신장 및 해외시장에서도 선호할 수 있는 신개념의 오물처리 시스템 개발이 필요함

○ 현재 운행되는 고속철도차량은 ES[2] 검사 기준으로 정비하며, ES 검사는 약 4시간의 작업 소요시간 (오물처리시간 포함)이 필요함. 검사 후 고속철도차량 운영을 위한 배차간격은 15분~20분 시격을 가지고 있으며, 위 조건에 열차운행의 지장을 최소화하기 위해서는 ES 검사 시간의 단축이 반드시 필요한 상황임

- ES 검사는 고속차량 도입 초기 2,500㎞에서 현재는 5,000㎞로 주기가 연장되었으나, 운행 횟수의 증가로 오물수거 작업 주기는 계속 증가됨. 이로 인해 차량 정비고의 혼잡도는 높아졌으며, 차량기지 정비용량 감소를 야기하게 됨

○ 현재 철도차량의 오물수거방법은 작업자가 모든 작업(호스연결, 오물스테이션 조작, 분리 등)을 도보로 이동하여 수동으로 조작하고 있어, 11~12개의 오물탱크를 처리하기 위해서 KTX-Ⅰ(20량 1편성) 기준으로 약 1시간이 소요되고 있음

- 오물수거 소요시간은 개소당 약 5분으로 커플러 연결 등 1.5분(이동, 도킹), 오물수거 2분, 분리 및 정리 1.5분(이동, 분리)으로 순차적으로 작업이 이루어짐

○ 또한 ES검사와 별개로 철도차량이 오물수거만을 위해 정비고로 배차 받아 오물수거가 이루어져 차량정비고 혼잡도 최소화와 효율적인 열차운행 계획을 위해서는 차량 유치선 등에 ECVM 설치 운영하여 오물수거 소요시간 최소화 필요

○ 철도차량 오물통 내의 양은 차량 내부에서만 3단계 현시(저수, 80%, 만수)되어 작업자가 확인하기 어렵고, 이에 따라 오물수거가 불필요한 오물통도 작업시간이 할당되어 소요시간이 더욱 증가되고 있음

2) ES(Examination Service) : 기본 정비로 KTX 기준 5,000㎞, 3일)_한국철도공사 철도차량 유지보수 세칙

소요시간	현재 오물 청소 순서			
KTX-Ⅰ : 평균 60분 총 11개소 KTX-Ⅱ : 평균 40분 총 6개소	토출커버 열기 및 호스연결	오물 수거 코크 ON 및 수거	탱크내부 세척 및 이물질 제거	작업 완료 및 마무리

○ 오물처리는 ES 검사 시 차량기지 정비고에 설치된 ECVM를 이용하여 작업이 이루어지고 있으나, 운전시격이 단축되고 운행횟수가 증가한 경우 ES 정비 대상이 아닌 차량도 순수 오물처리를 위해 차량정비기지로 입환되어 정비고 1선을 점유함에 따라 기존 정비선로 용량 부족 문제를 야기하고, 특히 야간에 집중되는 고속열차는 정비시간 확보의 어려움으로 차량기지 증축 또는 개량을 하게 하는 주원인으로 작용

○ 현재 차량기지 정비기지 선로용량 산정은 철도차량 유지보수규정 및 지침에 의거하여 예정된 정비대상차량을 기준으로 정비용량에 따라 설치되었으나, 향후 EMU[3] 신규 차량 도입 등으로 정비수요가 증가함에 따라 차량정비고 용량부족이 가시화됨

- EMU-320 36편성, EMU-250 30편성, EMU-150 101편성 도입에 따른 중장기 차량정비기지 개량 소요 비용으로 약 5,058억원 예산 확보 필요('19.12월 철도공사 중장기 철도차량기지 개량계획 보고서)

3) EMU(Electric Multiple Unit) : 동력분산형 전기동차

중장기 차량기지 개량계획 Master Plan (2020~2025)

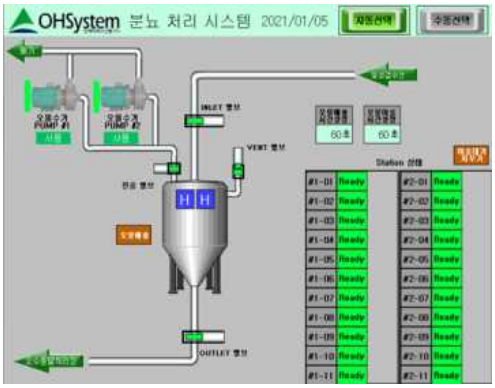
○ 철도차량의 오물수거가 원활하게 이루어 지지 않을 경우 차량의 화장실을 폐쇄하고 운행하게 되므로 이용하는 국민에게 불편함을 초래하게 되고, 악취발생으로 민원발생의 원인이됨

3. 국내외 현황 및 환경분석

1) 국내 동향

○ 국내 철도에는 26개 차량정비기지에 오물처리 시스템이 설치되어 운영 중이나 최근 철도 운송 수요 증대로 인한 활발한 건설사업 추진과 선로이용 증대 등으로 차량기지의 정비량이 증대되고 있어, 오물처리를 위한 소요시간이 정비기지 용량과 운용율에 영향을 미치는 문제로 대두됨

○ KTX는 주간시간의 높은 운용률로 정비는 주로 야간에 시행되고 1일 확보 가능한 정비시간은 약 8~9시간이며 약 3일주기로 시행되는 ES 검사는 평균 약 3시간이 소요됨



○ 또한 오물 수거만을 위하여 차량기지에 입고되는 차량은 열차정리(입환) 시간과 오물 수거 시간 약 2~3시간의 소요로 차량정비기지 용량 감소로 이어지고 있음

○ 오물처리 작업은 수작업으로 이루어져 차량 1량당 스커트 오픈, 오물스테이션과 오물통 연결, 오물스테이션 기기 조작 및 세척, 오물스테이션과 오물통 분리 및 정리의 1cycle 소요시간은 5분 내외로 표와 같이 순차적으로 진행되어 오물처리에 장시간이(약 1시간/20량 1편성 기준) 소요됨

소요시간	5M	10M	15M	20M	25M	30M	35M	40M	45M	50M	55M	60M
#0. PREPATATION												
#1. SINGLE												
#2. SINGLE												
#3. DOUBLE												
#4. DOUBLE												
#5. DOUBLE												
#6. DOUBLE												
#7. DOUBLE												
#8. DOUBLE												
#9. DOUBLE												
#10. SINGLE												
#11. SINGLE												

○ 현재 철도차량 오물통의 퇴적량 관리는 80%, 100% 두 조건만을 모니터링하여 객차 내부의 LED등을 통해 육안으로 확인 가능하도록 열차내 승무원(열차팀장)에게 알려주고, 정비원에게는 운전실 TDCS[4]의 로그인을 통해 오물처리 시점을 알려주는 시스템이며,

○ 수거 및 청소 시에는 오물통별 퇴적량을 고려하지않고(0%~100%) 오물수거 및 오물통 수압 청소를 3회 일률적으로 시행 중

○ 국외 오물처리 시스템도 국내 도입된 시스템과 유사한 운영 형태로 작업자의 수동연결, 수동제어 방식을 택하고 있으며, 오물통의 구조도 유사하여 육안 확인 또는 차량 제어시스템의 정보를 이용하기 때문에 데이터의 누적을 통한 사전 작업이 불가함

2) 해외 동향

○ 스페인(Aquafrisch) : 역사 및 기지 오물수거 시스템

- 열차의 오물탱크를 비우는 오물 수거 시스템으로, 선로를 따라 독립적인 수거스테이션을 분포하여 설치하며, 오물 수거호스 및 오물탱크 세척을 위한 별도의 호스로 구성되어 있음

- 수거는 압축기/감압기에 의해 수행되고, 모든 오물은 축적탱크에 저장

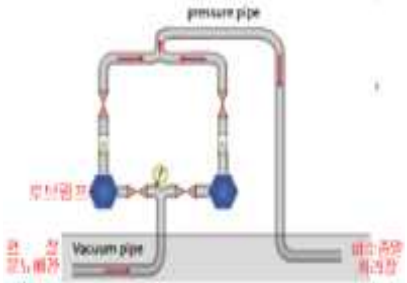
4) TDCS(Train Diagnostic and Control System): 열차진단 제어시스템

○ 독일(Vogelsang) : 3종류(VAC, T, REEL UNIT)의 오물처리 시스템을 적용

- VAC UNIT

· VacUnit 펌핑 시스템의 핵심은 로터리 로브 펌프를 기반으로 동일한 작업 단계에서 폐수-공기 혼합물을 직접 운반 · 대형 진공 수집 탱크가 있는 기존 시스템의 경우처럼 VacUnit으로 액체 및 기체 상태를 분리 할 필요가 없어 공기와 폐수를 별도로 펌핑하기 위한 추가 장치 및 장비가 필요하지 않음	

- T UNIT

· T Unit은 통합된 로터리 로브 펌프가 있는 독립형 스테이션으로 중앙처리 시스템 VacUnit과 함께 보조 서비스 모듈로 사용 · 호스를 매달아 관리할 수 있는 통합 호스 릴 트랙션 시스템	
· 케이싱 내부 로브 회전에 의한 용적변화로 진공상태발생 · 내부액체는 로브사이 공간을 채우며 이동	

- REEL UNIT

· 흡입 (ReelUnit WD)을 사용하여 화장실 저장 탱크를 비우고 승객 열차에 물을 공급하는 데 (ReelUnit WS) 모두 사용되는 전문적인 호스 릴 시스템 · 요구사항에 따라 소형 다열 또는 슬림형 단일 열 호스 릴 시스템	

Ⅲ. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1. 목 표

○ 오물수거 시간 단축을 통한 정비기지 운용 효율화

- 전천후 철도차량 오물 수거 가능한 시스템 및 자동화 기술을 개발하여 철도차량 정비기지 정비용량을 향상하고 이를 통해 정비기지 건설비용 절감

- 기존 오물처리 작업(도보 이동, 수동 연결)의 문제점을 보완하기 위한 운영 효율화 기술개발 연구가 필요하며, 1 cycle 기준으로 순차적으로 진행되는 문제점을 개선하기 위한 고도화 기술개발 연구가 필요함

- 이를 위해 차량 오물통 위치를 자동으로 검지하여 오물배출구를 자동 연결하는 자동화 기술과 IoT기술을 이용한 오물통 상태 모니터링 기술이 선행되어야 함

○ 정비기지 위생환경 조성을 통한 위해요인 해소 및 안전성 확보

- 현 오물수거 작업공간은 철도차량 유지보수를 하고있는 정비기지 내부에 위치해 있으며, 작업자 이동 동선에 1선로당 약400m 구간에 설치되어있어 이로 인한 안전사고가 발생되고 좋지 않은 냄새로 인하여 최첨단 정비기지 이미지를 훼손하고 있음 (고양시에있는 고속철도 정비기지의 경우 11개 수거선로 설치)

- 위 문제 해결을 위한 ECVM 기술개발을 통해(자동화, 소형 경량화, 롤 배관, 원터치 밸브 등) 신속한 오물수거와 쾌적한 오물수거 환경조성을 목표로 함

2. 사업추진전략

○ 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술개발 시스템 설계/제작하는 1단계와 개발된 기술과 시스템에 대하여 현장에 실증하는 2단계로 나누어 추진함

단 계	1단계	2단계
기 간	20개월	12개월
예 산	약 28억원	약 10억원
목 표	- 환경조사 및 기초설계 - ECVM 고도화 및 자동화 기술개발 시스템 설계/제작/설치	- 개발품 현장설치 및 공인기관 성적서 확보 - 운영/관리 기준 개발

3. 연구 주요내용

철도차량 ECVM 시스템 기술개발	
연구개발 목 표	• 철도차량 정비기지 운영 효율화를 위한 오물수거 기술개발 • 오물 수거 고도화 기술개발 • 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발
세부추진내용	• 원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발 - ECVM 통합제어 및 원격제어 시스템 개발 - 오물 이송관 원터치 연결 커플러 및 플렉시블 롤링 배관 개발 - 차량과 ECVM 3개 튜브관(오수, 세척, 급수) 자동연결 분리 기술개발 - 통합 관리 소프트웨어 개발 • 오물 수거 고도화 기술개발 - 스마트(소형, 경량화) 오물스테이션 개발 - 진공 유니트 시스템 개발 및 PLC 밸브 제어기술 개발 - 기존 오물수거 설비와 병행사용 또는 호환성 확보 기술개발 - 오물통 Multi 수거 및 장거리 이송 가능 배관선로 압력제어 시스템 개발 • 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발 - 폭넓은 기후 환경에 적합한 성능확보 기술개발(동파 및 냄새 감소) - 오물수거를 위한 기준 및 절차 개발 - 시스템 성능검증 절차서 및 운영 매뉴얼 작성 - 공인기관 성능검증(성적서) 확보

4. 핵심기술 내용

○ ECVM 통합제어 및 원격 제어 시스템 개발

- 세계 최초로 오물 스테이션의 동작 상태, 현황을 네트워크를 통해 통합제어시스템에서 일괄적으로 관리하는 시스템을 연구 개발하는 것을 목표로 함

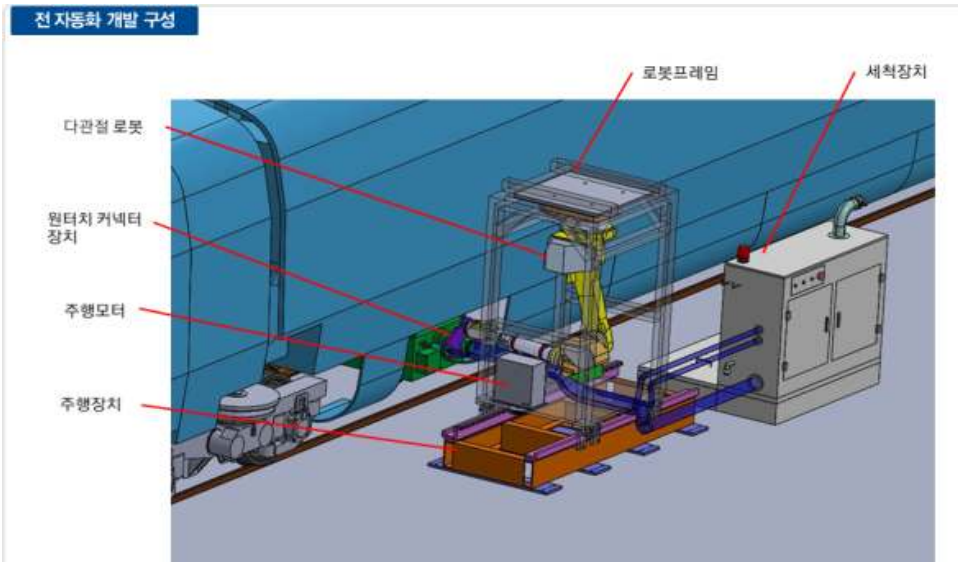
- 네트워크에 연결된 무선 AP를 통해 작업자가 현장에서 원격으로 시스템을 제어할 수 있도록 연구 개발하여 ECVM 스테이션을 무선으로 제어함

○ 오물 이송관 원터치 연결 커플러 및 플렉시블 롤링 배관 개발

- 오물 이송관을 원터치로 연결하고, 차량의 밸브를 자동으로 개폐하는 기술로 작업 편의성을 개선하고, 연결과 동시에 작업이 진행되어 작업 소요시간을 단축하는 것을 목표로 함

- ECVM 스테이션에 연결된 플렉시블 롤링 배관을 통해 오물통의 위치가 상이한 이종 차량간 호환성을 확보하여 작업 편의성을 개선, 커플링 시간을 단축함

- 세계최초 로봇 융합기술을 이용하여 연결에서 작업까지 One-Step으로 작업을 진행할 수 있으며, 전 자동화를 실현하여 1인 관리 및 검수 가능 시스템 구현



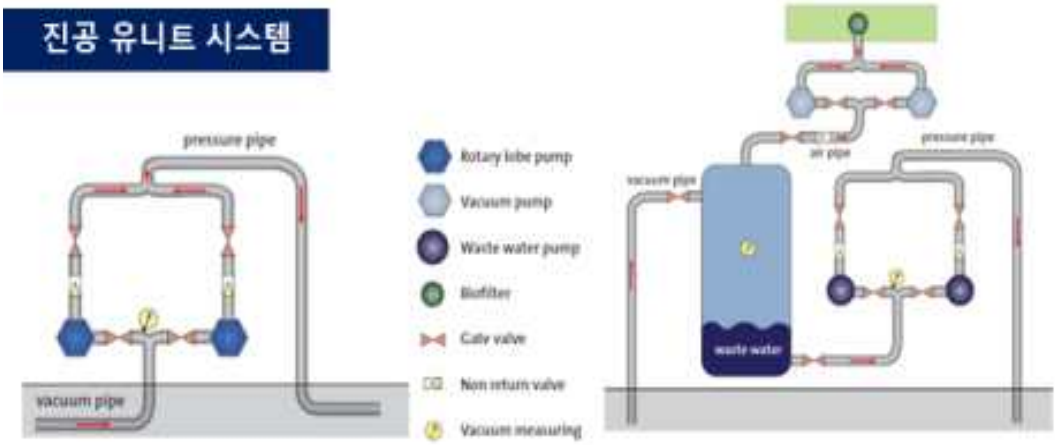
○ 차량 실시간 오물 수위 모니터링 시스템 개발

- 차량의 기존 오물통의 수위 센서를 변경하지 않는 범위에서 오물통 단자함을 이용 실시간 오물 수위 검지 모듈을 개발

- 모듈과 차량간 인터페이스는 기존의 80%, 100%(만수), 저수 신호를 제공하고 무선을 이용 실시간으로 수위를 점검하여, 입고 전 차량기지에서 오물 수위 검지가 가능하도록 구현하여, 작업 소요시간을 단축함

○ 진공 유니트 시스템 개발 및 PLC 밸브 제어기술 개발

- 진공 유니트 시스템은 집하장 내 설치된 거대한 진공탱크의 압력에 따른 비효율적 수거 운전을 진공 탱크가 없이도 수거한 오물을 집하장까지 집약할 수 있으며, 효율적인 운전을 통해 수거 시간을 단축함



5. 기술로드맵

과제명	연구내용	1단계 2022	1단계 2023	2단계 2024
철도차량 ECVM 시스템 기술개발	원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발	ECVM 통합제어 및 원격제어 시스템 개발 원터치 연결 커플러/플렉시블 롤링 배관 개발 차량과 ECVM 간 자동연결 분리 기술개발 통합 관리 소프트웨어 개발		개발품 현장설치 및 공인기관 성적서 확보
	오물수거 시스템 고도화 기술개발	스마트(소형, 경량화) ECVM 스테이션 개발 진공 유니트 및 PLC 밸브 제어기술 개발 기존 ECVM 설비 호환성 확보 기술개발 Multi 수거/이송 배관 압력 제어 시스템 개발		
	성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발	기후 환경에 적합한 성능확보 기술개발 오물수거를 위한 기준 및 절차 개발 시스템 성능검증 절차서 및 운영 매뉴얼 작성 연구개발품 성능검증 및 수정보완		

6. 추진체계

연구개발과제	
과제명	**철도차량 ECVM 시스템 기술개발**

주관연구기관
ECVM 효율성 향상 호환성 기술 개발
담당기술개발내용
성능검증 및 Test-bed 구축 지원

공동연구기관(1)	공동연구기관(2)	공동연구기관(3)
미래형 ECVM 기술개발	ECVM 고도화 기술개발	성능검증 및 운영 기술개발
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용
- 원터치 커플러 개발 - 원격제어시스템 개발 - 자동연결분리 기술개발 - 통합 관리 소프트웨어 개발	- 스마트 ECVM 스테이션 개발 - 진공 유닛/밸브 제어기술 개발 - 기존 시스템과 호환성 확보기술 - Multi 배관 압력제어기술 개발	- 시험기준 및 절차, 매뉴얼 개발 - 전천후 성능 기준 개발 - 시스템 성능검증절차서 작성 - 공인기관 성능검증 확보

7. 테스트베드 설치

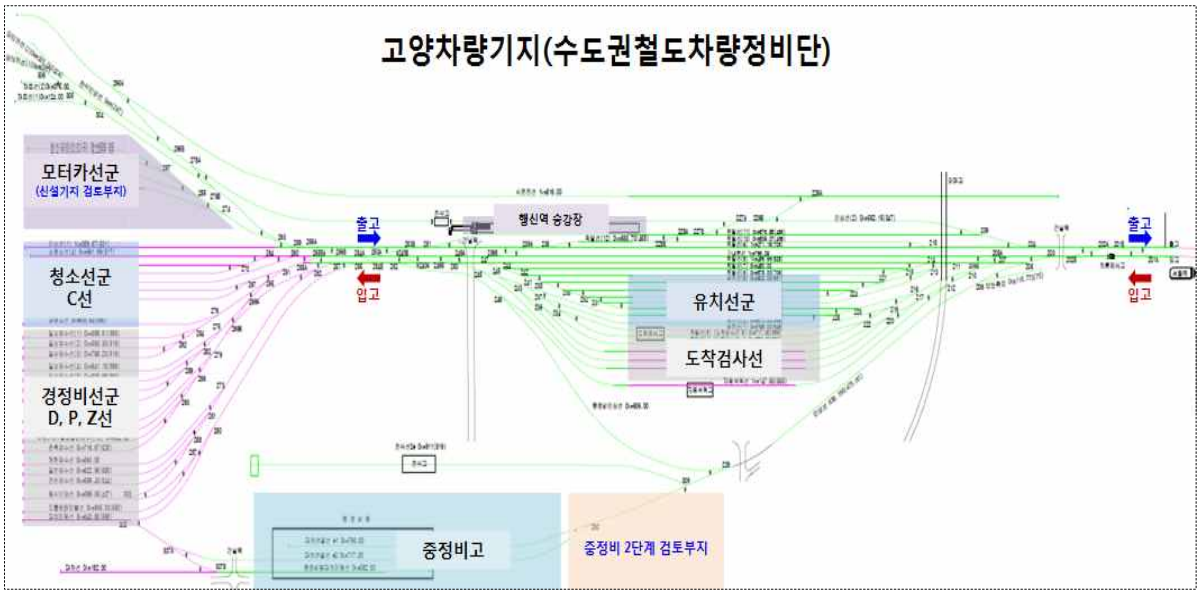
1) 설치위치 조사분석

○ 한국철도공사 26개 차량 정비기지를 대상으로 조사

○ 설치위치 검토 시 주요 착안사항

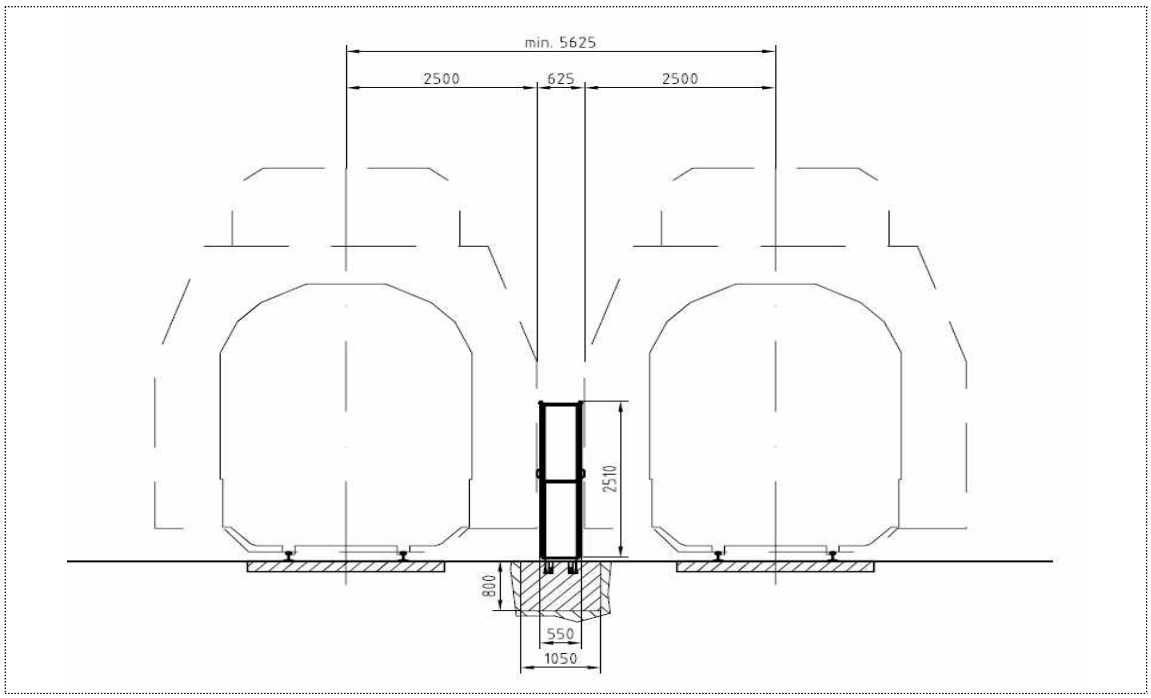
- 옥외설치 장소 검토(악취, 혐오, 기피 등 작업자 고려)
- 기지운용에 지장이 없는 곳(오물수거를 위한 별도 입환공정 지양)
- 철도건설법 기준 준용 가능여부(선로간 5,625mm 거리 확보)
- 오물수거 인프라 검토(수거 및 이송 등 기존 인프라시설 적용가능 검토)

2) 설치위치(안) 선정 : 한국철도 수도권철도차량정비단



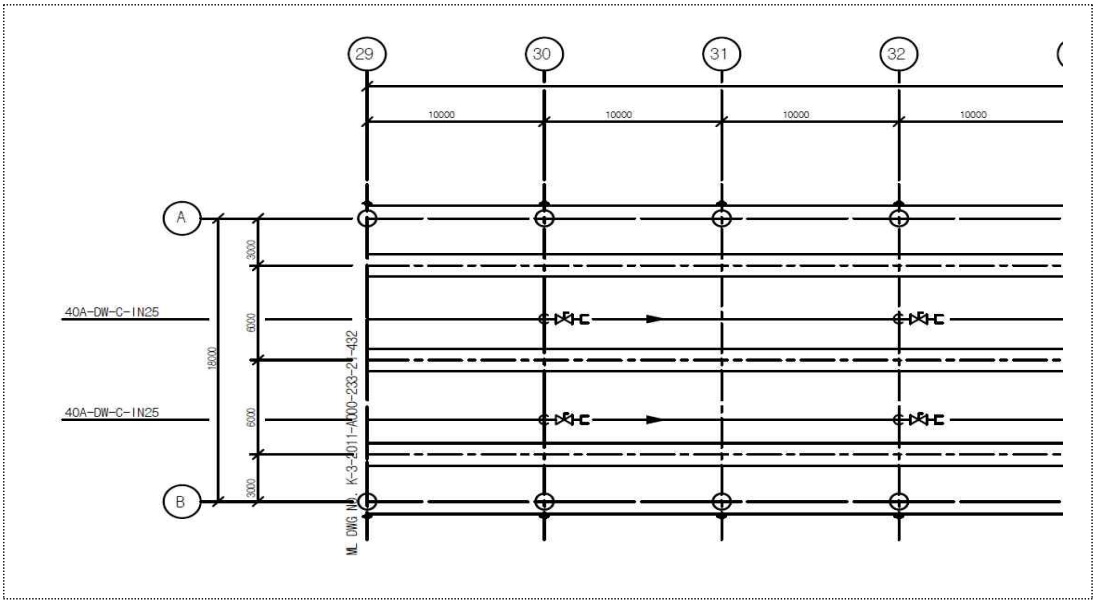
○ 철도건설법 기준 준용(선로간 5,625mm 거리 확보)

- 설치기준



○ 세부설치 위치(안) : 수도권철도차량정비기지 도착검사고

선로간 거리 : 6,000mm로 기준에 부합하는 N1~2 ,N2~3번선



8. 개발성과물 성능목표 및 평가계획

(1) 개발성과물 성능목표

성능평가 항목	단위	개발목표치	설정근거
오물수거 소요시간	정량평가	20 Min 10량/편성 기준	- 기존 오물수거 장비 작업 소요시간은 약 40분으로 기술 개발 시 30~50% 소요시간 절감 설정
스마트(소형, 경량화) 오물스테이션	정성평가	만족도 설문조사 (우수 의견 70% 상)	- 기존 오물수거 장비는 스테이션 대비 디자인 요소 및 작업자 만족도 - 작업자 동선 단축거리
커플러연결/분리 소요시간	정량평가	7분 이내 10량/편성 기준	- 원터치 연결 커플러를 이용하여 소요시간 절감 설정
Multi 시스템	정량평가	기능구현	- 오물 수거, 청소, 이송, 관리 등 통합 관리 시스템 구현
전천후 시스템	정량평가	-온도 -40 ~ 50℃ 정상동작	- 연구개발 시스템이 정비고 내부 또는 옥외 유치선에 설치 시에도 정상 동작
진공 유니트 개발	정량평가	진공도 20% 이내	- 배관 진공압력은 초입부와 말단의 진공도 편차없이 일정

(2) 평가계획

○ 시스템 성능검증 절차서에 따라 제 3 공인시험기관을 통해 성능검증

○ 공인기관 성능검증(성적서) 확보

9. 소요예산 산정

1) 인력투입계획

○ 연구일정에 따른 인력투입계획은 연구목표별로 투입되는 연구인력을 기준으로 구분하여 산출함

○ 총 투입 연구 인력은 3년간 115명이 투입될 계획임

단위 : [명]

분 류	1단계		2단계	합계
	1차년	2차년	3차년	
미래형 ECVM 기술개발	10	15	15	40
ECVM 고도화 기술개발	10	10	10	30
성능검증 및 운영/관리기준 개발	15	15	15	45
합 계	35	40	40	115

2) 소요예산계획

○ 연구일정에 따른 소요예산은 투입인력을 고려한 인건비, 연구활동에 따른 장비비, 재료비 투입계획을 고려하여 산정하였음

○ 총 소요예산은 정부출연금 38억원으로 산정함

단위 : [억원]

분 류	1단계		2단계	합계
	1차년	2차년	3차년	
미래형 ECVM 기술개발	6	8	5	19
ECVM 고도화 기술개발	5	6	4	15
성능검증 및 운영/관리기준 개발	1	2	1	4
합 계	12	16	10	38

Ⅳ. 연구성과 활용계획 및 기대효과

○ 철도차량 정비기지 신설 또는 이전 시 건설비용 절감 가능 및 기 설치된 차량기지 오물 수거 시스템 개량 사업 추진 시 적용으로 정비기지 운용 효율화 기여

- 한국철도에서 운영중인 오물수거설비를 26개소

○ ES 작업시간 감소로 차량기지 정비용량 증가로 차량기지 개량에 소요되는 비용 절감 가능

- 오물수거장치 고도화로 화장실 오물수거시간을 단축(20량 1편성 기준: 60→40분, 10량 1편성 기준 40→30분)하면 약 1.3편성 정비용량 증가 효과가 있고 오물수거선을 별도로 설치할 경우 6편성 정비용량 증가효과가 있음

- 6편성 정비용량 증가 효과를 건설비용과 연계하여 분석하면 유치선 관점에서는 약 140억, 정비기지화 관점에서는 약 650억원의 절감 효과 있음

* 강릉차량기지 건설비용 분석

건설기간	건설비용	정비능력	부지면적	비고
`16.1～`19.1	2,154억원	고속12편성 일반8편성	300,166㎡	설계기간 미포함

- 현장적용 예정인 한국철도공사 수도권철도차량정비단 건설은 1998년 전에 설계되고 2002년 준공하였기 때문에 당시 건설비용을 적용 효과로 산출하기 어려움

○ 오물 수거 후 청소상태 모니터링을 통해 객차 내부 오물냄새 발생원인 경감을 통해 철도교통 이용고객에게 질 좋은 교통서비스 제공

○ 실용화시 기술료 및 기술사업화 추진 가능한 대상과제임

○ 기타

- 국제적으로 개발사례가 없는 로봇오물수거 자동시스템 개발에 필요한 원천기술과 노하우 축척

- 국제적으로 가장 첨단화된 오물수거설비 개발로 기술선도 및 해외 기술사업화 기대

< 목 차 >

제 출 문 ····· i
요 약 문 ····· ii
목 차 ····· 22
표 목 차 ····· 23
그림목차 ····· 25

제1장 기술의 정의 및 필요성 ····· 28
1. 기술의 정의 ····· 28
2. 기술개발의 필요성 ····· 29
제2장 국내외 동향 및 환경분석 ····· 33
1. 정책동향 ····· 33
2. 시장동향 ····· 35
3. 특허동향 ····· 40
4. 기술수준조사 ····· 54
5. 연구개발 인프라 분석 ····· 56
제3장 오물수거 시스템 요소기술 도출 ····· 59
1. 원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발 ····· 59
2. 오물 수거 고도화 기술개발 ····· 71
3. 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발 ····· 76
제4장 연구과제 상세기획 ····· 81
1. 기술개발전략 수립 ····· 81
2. 연구개발과제 구성 및 내용 ····· 84
3. 연구과제 추진방안 ····· 88
5. 개발성과물 성능목표 및 평가계획 ····· 93
제5장 과제제안요구서 ····· 95
1. 과제제안요구서 ····· 95
2. 평가기준 설정 ····· 104

<표 차례>

<표 1> 고속철도차량의 정비기준 ····· 29
<표 2> 오물수거 소요시간 ····· 30
<표 3> 오물수거 소요 시간 및 청소 순서 ····· 30
<표 4> 국내 오물수거설비 설치 현황 ····· 35
<표 5> 요일별 고속차량 운행현황 ····· 37
<표 6> 주말 시간별 고속차량 입출고 현황 ····· 37
<표 7> 연도별 고속철도차량 도입 편성수 ····· 37
<표 8> 철도차량 정비 작업공정 ····· 38
<표 9> 오물수거 소요시간 ····· 38
<표 10> 철도차량 오물 수거 시스템 관련 국내외 특허 분석 대상 ····· 41
<표 11> 국가별 오물 관련 특허 보유 결과 ····· 41
<표 12> 철도차량 오물처리 시스템 관련 국내외 주요 특허 ····· 42
<표 13> 연구개발 관련 연관 특허 사례 1. ····· 43
<표 14> 연구개발 관련 연관 특허 사례 2. ····· 44
<표 15> 연구개발 관련 연관 특허 사례 3. ····· 45
<표 16> 연구개발 관련 연관 특허 사례 4. ····· 46
<표 17> 연구개발 관련 연관 특허 사례 5. ····· 47
<표 18> 연구개발 관련 연관 특허 사례 6. ····· 48
<표 19> 연구개발 관련 연관 특허 사례 7. ····· 49
<표 20> 연구개발 관련 연관 특허 사례 8. ····· 50
<표 21> 연구개발 관련 연관 특허 사례 9. ····· 52
<표 22> 연구개발 관련 연관 특허 사례 10. ····· 53
<표 23> 기술수준 평가방법 및 주요특징 ····· 54
<표 24> 오물수거 자동화 시스템 관련 기업 ····· 57
<표 25> 철도전문 연구기관 현황 ····· 58
<표 26> 철도 관련 대학 현황 ····· 59

<표 27> 차량 내부 오물 수위 표기 방법 ····· 60
<표 28> 통합관리 소프트웨어 주요기능 ····· 70
<표 29> 오물 처리장치 성능 시험 ····· 78
<표 30> 절연 및 내전압 시험 기준 ····· 79
<표 31> 전원 변동 시험 기준 ····· 79
<표 32> 전자파 내성 시험 기준 ····· 80
<표 33> 기술개발 단계별 예산 및 목표 ····· 86
<표 34> 연구목표 및 추진내용 ····· 86
<표 35> 연구개발 추진체계 ····· 89
<표 36> 연차별 연구인력 투입계획 ····· 92
<표 37> 연차별 소요예산 계획 ····· 92
<표 38> 개발성과물 성능목표 ····· 93
<표 39> 차량기지 건설비용 사례 ····· 94

<그림 차례>

<그림 1> 고속차량 정비기지 시간대별 혼잡도(수도권철도차량정비단) ····· 31
<그림 2> 중장기 차량기지 개량계획 Master Plan(2020~2025) ····· 32
<그림 3> 수도권철도차량정비단 신규설치 오물수거장치('21.1.) ····· 36
<그림 4> 스페인 역사 및 기지 오물수거 시스템 ····· 39
<그림 5> 철도차량 오물처리 시스템 분야의 연도별 특허동향 ····· 55
<그림 6> 국내외 철도차량 오물처리 시스템 특허 점유율 ····· 55
<그림 7> 출원 연수 및 건수에 따른 관련분야 기술 성숙도 ····· 56
<그림 8> 현행 오물 수거 방식 ····· 59
<그림 9> 철도운영사의 검수 관리 시스템과 오물 검수 미연동 ····· 60
<그림 10> 타입별 레벨 센서 종류 예시 ····· 61
<그림 11> 오물 수위 측정센서 및 통신 모듈 ····· 61
<그림 12> 오물 수위 실시간 모니터링 시스템 개발 구성도 ····· 62
<그림 13> 통합제어 시스템의 기능 ····· 62
<그림 14> 오물수거 시스템 원격 제어 ····· 63
<그림 15> 오물 수위 모니터링을 통한 선별적 수거 ····· 63
<그림 16> 통합제어 시스템 ····· 64
<그림 17> 국내 오물수거 배관 현황 ····· 64
<그림 18> 개발 서브배관 릴링 시스템 예시 ····· 65
<그림 19> 기존 오물 토출 커플러 및 자동 밸브 커플러 ····· 66
<그림 20> Smart Factory 개념도 ····· 66
<그림 21> 튜브관 자동연결 분리 기술 ····· 67
<그림 22> 오물통 커플러 인식 이미지 알고리즘 개념 ····· 67
<그림 23> 오물 수거 자동연결 및 분리 프로세스 ····· 68
<그림 24> 오물 수거 자동화 개발 구성 ····· 69
<그림 25> 분뇨수거 통합관리 데이터 베이스 구조도 ····· 70
<그림 26> 차량 오물통 데이터 활용 및 흐름도 ····· 71

<그림 27> 오물스테이션 및 오물 수거 환경 ····· 72
그<림 28> 스마트 오물스테이션 ····· 72
<그림 29> 오물의 농도 및 탁도의 데이터화 ····· 73
<그림 30> 현재 오물수거 시스템의 진공탱크 ····· 73
<그림 31> 진공 유니트 시스템 개발 ····· 74
<그림 32> PLC 밸브 제어기술 ····· 74
<그림 33> 차호별 오물수거 소요시간 ····· 75
<그림 34> 오물 이송거리에 따른 압력차 ····· 75
<그림 35> 오물통 Multi 수거 기술을 통한 오물수거 소요시간 단축 ····· 76
<그림 36> 오물 처리장치 구조 ····· 77
<그림 37> 효율적인 수거된 오물 처리 방안 ····· 78
<그림 38> 오물수거 시스템 고도화 SWOT 분석 ····· 82
<그림 39> 철도차량 ECVM 시스템 개발 목표 ····· 83
<그림 40> 기술개발 로드맵 ····· 83
<그림 41> 철도차량 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술개발 과제 구성 ····· 84
<그림 42> 오물 수거 고도화 기술 개발 방법 ····· 85
<그림 43> 연구과제 로드맵 ····· 87
<그림 44> 연구과제 중복성 검토 방안 ····· 87
<그림 45> 유사과제 검색 결과 ····· 88
<그림 46> 고양차량기지 노선도 ····· 91
<그림 47> 철도차량 접촉한계를 고려한 개발품 설치공간 검토 ····· 91

제1장 기술의 정의 및 필요성

1. 기술의 정의

○ ECVM[5]은 철도차량 정비차고, 유치선 또는 역구내 주박 선에 단독으로 설치되어 사용하는 시설이며 철도차량 운용과 차량기지 정비용량에 영향을 주는 주 공정(Critical Path)으로 정비시간 단축을 위해 필요한 시스템 고도화 및 자동화 기술

○ 각 차량의 오물탱크의 오물 수거를 순차적으로 작업했던 기존방식에서 원격제어(리모트 컨트롤러)기를 이용하여 Multi 작업(복수로 오물을 수거하고 청소하는 시스템)을 통한 오물 수거시간 단축기술

○ 위생환경 조성을 위한 오물 누수, 누기를 방지하기 위한 원터치 연결 커플러 기술

○ 철도차량의 오물탱크를 자동으로 검지하여 오물배출구와 자동 연결하는 지능형 로봇제어기술과 IoT기술을 이용하여 오물탱크의 상태를 모니터링 하는 융합기술

○ 외부환경을 인식하고, 스스로 상황을 판단하여, 자율적으로 동작하는 이미지 처리 및 자율이동 기술

○ 작업자의 근골격계 예방과 근무환경 개선을 위한 한 스마트(소형, 경량화) ECVM 스테이션 개발 및 작업자의 작업동선을 단축하고 오물 수거 호수의 길이를 유동적으로 변경하기 위한 플렉시블 롤링 배관 시스템 기술

○ 국내외 적용되고 있는 진공펌프(로브펌프)를 활용한 시스템인 오물 수거, 이송, 처리의 일련 과정을 원활하게 구현하는 진공 및 유체역학 적용 기술

○ 현재 차량기지에 설치되어 운용되고 있는 오물수거장치와 최대한 호환 가능한 시스템 개발로 실용화 확산 가능한 응용기술

○ 배관 압력 제어기술은 각 열차 내 오물탱크에서 기지 내 집하장까지 배관 길이 차에 따른 배관 압력 불평형으로 발생하는 잔류 오물을 전량 수거하기 위한 진공압 균등 배분 기술로 진공과 진공 밸브 제어를 통해 오물의 수거부터 이송, 처리의 일련 과정을 원활하게 구현하는 유체역학 적용 기술

○ 다수의 오물탱크를 동시에 작업할 때 발생될 수 있는 유동저항을 최소화하기 위하여 배관 내면 거칠기를 고려한 재질 및 용량, 규격, 집하장의 용량 선정 효율화 기술

○ 폭 넓은 기후환경 변화에도 정상 성능과 기능을 유지하는 전천후 동작 기술

○ 오물탱크 청소상태에 따라 객차내 악취발생 원인이 될 수 있으므로 청소수 회수 시 부유물 검지센서를 활용하여 기준값을 설정하고 미달 시 청소 Recycle 제어기술

---

5) ECVM(Effluent water Collect Vacuum Multiple module) 폐수회수 진공 다중모듈

2. 기술개발의 필요성

○ ES[6] 검사는 기본 정비로 고속차량 기준 5,000[㎞] 운행한 열차 또는 3일 약 4시간의 작업소요시간(오물처리시간 포함)이 필요하며, 현재 운행되는 고속차량 116편성을 ES 검사 기준으로 정비하면, 현재 배차간격이 15분~20분인 고속차량의 열차운행 계획을 소화하기 위해서는 ES 검사 시간의 단축이 필요한 상황임

- 차량기지 정비용량 산정의 주요인자는 일일작업시간, 정비종별 작업소요시간, 정비종별 정비주기, 연간 작업일수 등으로 고속차량의 현재 운용기준은 표와 같음

<표 1> 고속철도차량의 정비기준

정비종별	검수주기	작업 소요시간	일일 작업시간	연간 작업일수	파동율
일상정비(ES)	3일	3시간	8시간	365일	10%
실내설비정비(CE)	13일	4시간	8시간	365일	10%
주행기어정비(RGI)	13일	4시간	8시간	365일	10%
체계정비(SWT)	1개월(35일)	8시간	8시간	244일	10%
제한정비(LI)	3.9개월(105일)	27시간	8시간	244일	10%
일반정비(GI)	7.8개월(210일)	32시간	8시간	244일	10%
전반정비(FGI)	15.7개월(420일)	67시간	8시간	244일	10%

- ES 검사는 고속차량의 도입 초기 2,500[㎞]에서 시행하였으며, 이후 3,500[㎞]를 거쳐 현재는 5,000[㎞]로 주기가 연장되었으나, 운행 횟수의 증가로 화장실 오물수거량은 계속 증가되어 매일 오물수거를 하여야 함

- 또한 ES 검사 작업소요시간은 3시간으로 오물처리시간을 포함하면 차량기지 정비선 1선당 2편성/일 ES 작업이 가능하므로, 잦은 오물수거 작업은 차량정비고의 혼잡도를 증가하고, 차량기지 정비용량에 영향을 주며 ES 작업소요시간의 단축을 야기하게 됨

○ 현재 철도차량 오물처리 시스템은 작업자가 모든 작업(호스연결, 오물스테이션 조작, 분리 등)을 도보로 이동하여 수동으로 조작하고 있어, 11~12개의 오물통을 처리하기 위해서 KTX-Ⅰ(20량 1편성) 기준으로 약 1시간이 소요되고 있음

- 오물통의 작업 소요시간은 호스 장착 1분(도보 이동 15초 + 도킹 15초), 오물수거

6) ES(Examination Service) : 기본 정비로 KTX 기준 5,000㎞, 3일)_한국철도공사 철도차량 유지보수 세칙

3분(흡입 20초 + 세척수 공급 25초 + 세척수 흡입 20초 + 충수 25초 + 음용수 공급 90초), 호스 분리 1분(도보 이동 15초 + 분리 15초)으로 표와 같이 순차적으로 작업이 이루어짐

<표 2> 오물수거 소요시간

소요시간	5M	10M	15M	20M	25M	30M	35M	40M	45M	50M	55M	60M
#0. PREPATATION												
#1. SINGLE												
#2. SINGLE												
#3. DOUBLE												
#4. DOUBLE												
#5. DOUBLE												
#6. DOUBLE												
#7. DOUBLE												
#8. DOUBLE												
#9. DOUBLE												
#10. SINGLE												
#11. SINGLE												

○ 또한 ES검사와 별개로 철도차량이 오물수거만을 위해 정비고로 배차 받아 오물수거가 이루어져 차량정비고 혼잡도 최소화와 효율적인 열차운행 계획을 위해서는 차량 유치선 등에 ECVM 설치 운영하여 오물수거 소요시간 최소화 필요

○ 철도차량 오물통 내의 양은 차량 내부에서만 3단계 현시(저수, 80%, 만수)되어 작업자가 확인하기 어렵고, 이에 따라 오물수거가 불필요한 오물통도 작업시간이 할당되어 소요시간이 더욱 증가되고 있음

<표 3> 오물수거 소요 시간 및 청소 순서

소요시간	현재 오물 청소 순서			
KTX-Ⅰ : 평균 60분 총 11개소 KTX-Ⅱ : 평균 40분 총 6개소	토출커버 열기 및 호스연결	오물수거 코크 ON 및 오물수거	탱크내부 세척 및 이물질 제거	작업 완료 및 마무리

○ 오물처리는 ES 검사 시 차량기지 정비고에 설치된 ECVM를 이용하여 작업이 이루어지고 있으나, 운전시격이 단축되고 운행횟수가 증가한 경우 ES 정비 대상이 아닌 차량도 순수 오물처리를 위해 차량정비기지로 입환되어 정비고 1선을 점유함에 따라 기존 정비선로 용량 부족 문제를 야기하고, 특히 야간에 집중되는 고속열차는 정비시간 확보의 어려움으로 차량기지 증축 또는 개량을 하게 하는 주원인으로 작용

○ 현재 차량기지 정비기지 선로용량 산정은 철도차량유지보수규정 및 지침에 의거하여 예정된 정비대상차량을 기준으로 정비용량에 따라 설치되었으나, 향후 EMU 신규 차량 도입 등으로 정비수요가 증가함에 따라 차량정비고 용량부족이 가시화됨

<그림 1> 고속차량 정비기지 시간대별 혼잡도(수도권철도차량정비단)

○ 신규 철도노선 건설사업 추진 시 차량기지 신설은 많은 건설비용이 소요되는 사업으로 건설사업에서 제외되어 추진되며, 노선 건설 후 열차 운행과 정비를 위한 정비기지 건설비용은 추가 투자되어 건설하게 됨

○ 차량기지 신설 계획 수립 시 사회적 변화를 고려한 장기 운영사항까지 반영할 수 없음에 따라 지역균형발전 등 국가 정책의 일환으로 추가 열차운행 및 인접 신규 노선 건설 시 추가 비용이 더욱 많이 발생됨

- EMU 개통 지역 중 철도서비스가 새롭게 되는 지역들은 교통수단 전환에 일정 시간이 소요되는 램프업 현상이 관찰될 수 있으므로 이에 대한 대책이 필요함

- 램프업 현상은 신규 교통서비스가 제공되는 지역에서 교통수단 전환 행태변화 지연, 접근성 개선 지연 등으로 당초 예측수요 보다 떨어지다 일정 시간이 지난 뒤 예측수요에 도달하는 것으로, 교통수단 전환의 거부감을 줄일 수 있도록 EMU이용의 효율성 향상을 위해 오물처리 시간 단축은 정비용량 증대 효과를 거둘 수 있음

○ 정비량 및 정비선 산정 기준에 따라 오물처리는 3D 업종으로 인식되어 산업계 전반적으로 기반이 매우 열악하므로 관련분야 이미지를 쇄신할 수 있는 기반을 마련하고, 국내 철도산업계 신장 및 해외시장에서도 선호할 수 있는 신개념의 오물처리 시스템 개발이 필요함

○ EMU 도입에 따른 차량정비기지 개량 소요 비용 약5,058억원('19.12월 철도공사 중장기 철도차량기지 개량계획 보고서)

<그림 2> 중장기 차량기지 개량계획 Master Plan(2020~2025)

제2장 국내외 동향 및 환경분석

1. 정책동향

□ 정부의 국정목표

○ **(현 정부 국정비전)** 「국민의 나라 정의로운 대한민국」으로 제시하고, 국정비전 달성을 위한 5대 국정목표를 ①국민이 주인인 정부 **②더불어 잘사는 경제** ③내 삶을 책임지는 국가 ④고르게 발전하는 지역 ⑤평화의 번영의 한반도로 선정하여 100대 국정과제를 제시하고 실천하고 있음

○ **(과학기술 발전이 선도하는 4차 산업혁명)** 4차 산업혁명을 촉발하는 초지능 · 초연결 기술(AI, IoT, 5G 등)을 확산하고 핵심기술을 개발하여, 신산업 육성을 통해 일자리 및 성장동력을 확보하기 위한 계획 수립

○ **(중소벤처가 주도하는 창업과 혁신성장)** 중소기업 집중 육성으로 일자리 창출과 소득 주도 성장을 달성하며, 이를 위해 중소기업 전용 R&D 예산을 2배 이상 확대할 수 있는 지원체계를 수요자 중심으로 재설계 추진 중

○ **(저탄소/4세대 무선통신 EMU 고속열차 개통)** 우리나라의 우수한 IT 기술을 철도 안전에 접목한 세계 최초의 4세대 철도무선통신망(LTE-R)을 통해 세계 시장에서 친환경 철도를 비롯한 교통인프라 강국으로의 진출 의지 천명

□ 과학기술정보통신부(미래창조과학부)

○ **(철도 시스템 구축/운영 분야 투자 강화)** 2017년 정부연구개발 투자 방향 및 기준(안)을 통해 자율주행 자동차, 철도 등 미래 유망 교통시스템 구축/운영 분야의 투자를 강화하고, 시설물 설계/엔지니어링 및 유지관리 기술 개선에 투자를 지속히 강화하고 있으며,

○ **(차세대 철도부품 및 미래형 교통인프라 투자 확대)** 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)에 따라 건설/교통분야 투자 방향은 특수구조물 설계, 차세대 철도부품 등의 글로벌 기술경쟁력 확보에 주력하고, 미래형 교통인프라 투자를 확대하여 노후시설물 안전성 향상 및 건물통합관리 등 유지·관리 기술 개발을 강화하고 있음

○ **(자동화 기반 능동 유지보수 기술개발)** 제3차 철도안전종합계획('16～'20)에 따

라 철도 운영사가 안전을 최우선 가치로 삼아 운영하도록 철도안전/편의 등을 위한 기술 개발로 철도 핵심부품 장치 국산화 및 고도화 기술개발, 자동화 기반 능동유지보수 등 철도 건설·운영비 절감 기술 개발을 추진 중

○ **(IoT 기반 유지보수시스템 기술개발)** 2019년도 정부연구개발 투자방향 및 기준(안)은 철도차량 유지보수의 생산성과 품질 향상을 위해 철도차량 유지보수에 스마트팩토리 개념을 도입하고, 철도 안전과 열차 운행 안정성 향상을 위해 급전계통 모의시스템 개발, IoT 기반 유지보수시스템, 기존 철도인프라 활용 열차급행화 연구개발 등을 계획함

□ 국토교통부

○ **(철도 산업생태계 육성)** 제3차 철도산업발전 기본계획('17~'21)에서 5개 분야에 대한 중장기 목표와 과제를 제시하고, 철도를 미래 성장동력으로 육성하기 위해 부품산업의 경쟁력을 강화하고, 미래 철도시장을 선도할 수 있는 핵심기술 개발에 집중 투자하며, 성능인증과 부품 표준화에 대한 정부 지원을 강화하여 관련 산업의 해외 진출을 적극 지원

○ **(지능형 철도 체계 기술개발)** 제1차 국토교통과학기술 연구개발 종합계획('18~'27)에 따라 국토교통 산업을 혁신하고 미래의 새로운 성장동력의 확보를 위하여 R&D 분야에 향후 10년간 총 9조 5,800억 원을 투자할 계획이며, 이 중 철도 용량 증대 등을 위하여 친환경 초고속 철도와 무인 자율운영 등 지능형 철도 체계 개발 등을 계획함

○ **(철도종합시험선로 준공)** 개발품에 대한 성능시험을 시험용 철도선로가 아닌 KTX, 전동차 등 운행하고 있는 영업선로에서 실시함으로써 시험 중 사고의 위험에 노출되어 있었고, 충분한 시험시간 확보도 어려워 충북 청원군 ~ 세종시 구간에 총 2,399억원을 투입해 13km 연장의 시험용 선로를 구축하여 철도종합시험선로를 구축하여 국내·외에서 요구하는 다양한 종류의 성능시험이 모두 가능하도록 하였으며, 본격적으로 운영함에 따라 우리나라 철도기술개발을 촉진하고 기술경쟁력을 제고하는데 기여할 것으로 기대됨

○ **(스마트 철도 안전관리 컨퍼런스 개최)** 철도운영기관의 스마트 기술에 대한 이해를 넓히고, 공급처인 민간기업이 보유한 스마트 기술이 현장에 확대 적용될 수 있는 계기를 마련하기 위한 스마트 철도 안전관리 컨퍼런스를 개최하여, 철도시설이나 철도차량의 상태를 자동 검측하거나 원격 감시하여 효과적인 유지관리를

도모할 철도시설, 차량 등에 대한 스마트 기술 활용현황과 향후 도입계획 등을 발표

○ **(국민안전을 위한 철도 SOC 디지털화)** 주요업무 추진계획으로 IoT센서 결합 차량 및 시설을 활용하여 철도시설 점검 및 관리체계를 고도화하며, 대용량 정보 전송이 가능한 철도전용 통신시스템 및 스마트 건널목를 확대하고, 노후 변전설비 디지털화(32개소), IoT 센서와 가속도·GPS·음향센서를 결합하여 노후 교량(1,966개소)·비탈면(500개소)의 위험상황 실시간 모니터링 체계 구축 등이 있음

2. 시장동향

1) 국내동향

○ 국내 철도에는 26개 차량정비기지에 오물처리 시스템이 설치되어 운영 중이나 최근 철도 운송 수요 증대로 인한 활발한 건설사업 추진과 선로이용 증대 등으로 차량기지의 정비량이 증대되고 있어, 오물처리를 위한 소요시간이 정비기지 용량과 운용율에 영향을 미치는 문제로 대두됨

○ 또한 주요역(서울, 용산, 광명, 대전 등)에는 오물수거 설비가 없어 차량기지에 입고하거나 반복역(부산, 포항, 목포, 여수 등)에서 오물 수거 작업을 시행 중

<표 4> 국내 오물수거설비 설치 현황

구 분	소속	설치장소	취득일	비 고
1	수도권철도차량 정비단	고속경정비	2002.11.	KTX용
2		고속청소선	2020.11	KTX용
3		서울차량	1990.12	일반차량
4		병점차량	2008.12	누리로
5		청량리차량	2005.08.	일반차량
6		평내차량	2010.12.	ITX-청춘
7		동해차량	2014.09	KTX/일반차량
8		강릉차량	2019.01.	KTX/일반차량
9	대전철도차량 정비단	대전차량	2003.03	일반차량
10		제천차량	1992.12	일반차량

구 분	소속	설치장소	취득일	비 고
11	부산철도차량 정비단	고속경정비	2004.04.	KTX용
12		고속청소선	2019.12	KTX용
13		부산역	2004.04.	KTX/일반차량
14		대구차량	1994.08	일반차량
15		포항차량	2015.04.	KTX/일반차량
16		부산차량(가야역)	2001.12	일반차량
17		부산차량(부전역)	1986.05	일반차량
18		마산차량	1991.12.	일반차량
19		마산차량(진주)	2012.12.	KTX용
20		영주차량	1995.06.	일반차량
21	호남철도차량정비단	고속경정비	2004.04.	KTX용
22		익산차량	2008.02	일반차량
23		광주차량	2004.04.	일반차량
24		목포차량	2004.04.	KTX/일반차량
25		순천차량	1994.05.	일반차량
26		여수차량	2012.01.	KTX/일반차량

<그림 3> 수도권철도차량정비단 신규설치 오물수거장치('21.1.)

○ 고속차량 운용현황을 보면 주중 평균 59개 열차편성 운영, 주말 최대 71개 열차편성이 운행하며, 야간시간 최대 29개 편성이 집중적으로 입고되며, 새벽시간 24개 편성이 집중적으로 출고되고 있음

<표 5> 요일별 고속차량 운행현황

[단위 : 편성]

구분		월	화	수	목	금	토	일	비고
고속차량 운행현황	보유편성	84	84	84	84	84	84	84	원강제외
	운행편성	59	59	59	59	70	71	70	
	운행률(%)	70.2	70.2	70.2	70.2	83.3	84.5	83.3	
고양기지 입출고	입고	24	23	24	20	23	24	29	
	출고	22	24	23	24	25	25	24	

○ KTX는 주간시간의 높은 운용률로 정비는 주로 야간에 시행되고 1일 확보 가능한 정비시간은 약 8~9시간이며 약 3일주기로 시행되는 ES 검사는 평균 약 3시간이 소요됨

<표 6> 주말 시간별 고속차량 입출고 현황

[단위 : 편성]

차 종	입고시간 대(주말기준, 일)									출고시간 대(주말기준, 일)					
	계	14	19	20	21	22	23	24	01	계	04	05	06	07	08
KTX	14	-	1	-	2	1	3	5	2	12	-	5	3	3	1
산 천	9	-	-	-	1	-	2	5	1	7	2	3	-	2	-
원 강	6	-	-	-	-	2	1	3	-	5	-	2	1	1	1
합 계	**29**	**-**	**1**	**-**	**3**	**3**	**6**	**13**	**3**	**24**	**2**	**10**	**4**	**6**	**2**

<표 7> 연도별 고속철도차량 도입 편성수

구 분	도입년도							비 고
	`04년	`10년	`12년	`15년	`16년	`17년	`21년	
KTX	46편성	-	-	-	-	-	-	코레일
KTX-산천	-	19편성	5편성	-	-	-	-	코레일
KTX-호남	-	-	-	22편성	-	-	-	SR임대
SRT	-	-	-	-	10편성	-	-	㈜ SR
KTX-원강		-	-	-	-	15편성	-	코레일
EMU-300	-	-	-	-	-	-	2편성	제작 중
누 계	46편성	65편성	70편성	92편성	102편성	117편성	119편성	

○ ES공정은 정비차고에 도착하면 승강문 시험, 무가압 정비, 고장수리, 기능시험 순으로 시행하며 청소와 오물수거작업은 병행하여 시행함

<표 8> 철도차량 정비 작업공정

전차선	가압	단전	무가압	무가압	무가압	가압	가압	가압
작업 공정	승강문/ 객실점검	단로기/ 차량접지	지붕장치	주행장치	하부장치	단로기/ 차량기동	입환	고장수리 기능시험
ES시간 (3시간)	30분	15분	1시간 10분			15분	50분	2시간56분 (필요시)

○ 또한 오물 수거만을 위하여 차량기지에 입고되는 차량은 열차정리(입환) 시간과 오물 수거 시간 약 2~3시간의 소요로 차량정비기지 용량 감소로 이어지고 있음

○ 오물처리 작업은 수작업으로 이루어져 차량 1량당 스커트 오픈, 오물스테이션과 오물통 연결, 오물스테이션 기기 조작 및 세척, 오물스테이션과 오물통 분리 및 정리의 1cycle 소요시간은 5분 내외로 표와 같이 순차적으로 진행되어 오물처리에 장시간이(약 1시간/20량 1편성 기준) 소요됨

<표 9> 오물수거 소요시간

소요시간	5M	10M	15M	20M	25M	30M	35M	40M	45M	50M	55M	60M
#0. PREPATATION												
#1. SINGLE												
#2. SINGLE												
#3. DOUBLE												
#4. DOUBLE												
#5. DOUBLE												
#6. DOUBLE												
#7. DOUBLE												
#8. DOUBLE												
#9. DOUBLE												
#10. SINGLE												
#11. SINGLE												

○ 현재 철도차량 오물통의 퇴적량 관리는 80%, 100% 두 조건만을 모니터링하여 객차 내부의 LED등을 통해 육안으로 확인 가능하도록 열차내 승무원(열차팀장)에게 알려주고, 정비원에게는 운전실 TDCS의 로그인을 통해 오물처리 시점을 알려주는 시스템이며,

○ 수거 및 청소 시에는 오물통별 퇴적량을 고려하지 않고(0%~100%) 오물수거 및 오물통 수압 청소를 3회 일률적으로 시행 중

2) 해외동향

○ 국외 오물처리 시스템도 국내 도입된 시스템과 유사한 운영 형태로 작업자의 수동연결, 수동제어 방식을 택하고 있으며, 오물통의 구조도 유사하여 육안 확인하는 등 데이터를 활용한 체계적이고 예지적 계획수거는 하고 있지 않음

○ 스페인(Aquafrisch) : 역사 및 기지 오물수거 시스템

- 열차의 오물탱크를 비우는 오물 수거 시스템으로, 선로를 따라 독립적인 수거스테이션을 분포하여 설치하며, 오물 수거호스 및 오물탱크 세척을 위한 별도의 호스로 구성되어 있음

- 수거는 압축기/감압기에 의해 수행되고, 모든 오물은 축적탱크에 저장

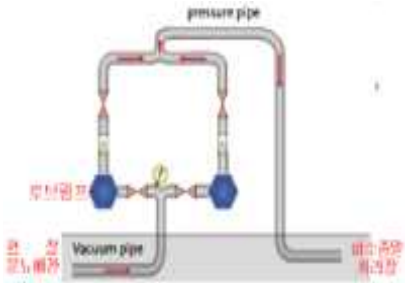
<그림 4> 스페인 역사 및 기지 오물수거 시스템

○ 독일(Vogelsang) : 3종류(VAC, T, REEL UNIT)의 오물처리 시스템을 적용

- VAC UNIT

· VacUnit 펌핑 시스템의 핵심은 로터리 로브 펌프를 기반으로 동일한 작업 단계에서 폐수-공기 혼합물을 직접 운반 · 대형 진공 수집 탱크가 있는 기존 시스템의 경우처럼 VacUnit으로 액체 및 기체 상태를 분리 할 필요가 없어 공기와 폐수를 별도로 펌핑하기 위한 추가 장치 및 장비가 필요하지 않음	

- T UNIT

· T Unit은 통합된 로터리 로브 펌프가 있는 독립형 스테이션으로 중앙처리 시스템 VacUnit과 함께 보조 서비스 모듈로 사용 · 호스를 매달아 관리할 수 있는 통합 호스 릴 트랙션 시스템	
· 케이싱 내부 로브 회전에 의한 용적변화로 진공상태발생 · 내부액체는 로브사이 공간을 채우며 이동	

- REEL UNIT

· 흡입 (ReelUnit WD)을 사용하여 화장실 저장 탱크를 비우고 승객 열차에 물을 공급하는 데 (ReelUnit WS) 모두 사용되는 전문적인 호스 릴 시스템 · 요구사항에 따라 소형 다열 또는 슬림형 단일 열 호스 릴 시스템	

3. 특허동향

1) 특허분석 범위

○ 본 분석에서는 연구성과의 파급효과 및 연구의 필요성을 고려하여 철도 차량의 오물 수거 시스템에 관하여, ~2021년 03월까지 출원공개 또는 등록된 한국, 일본, 미국, 중국 및 유럽의 공개 및 등록특허를 분석 대상으로 함

<표 10> 철도차량 오물 수거 시스템 관련 국내외 특허 분석 대상

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개・등록특허 (공개・등록일 기준)	한국	KIPRIS/ WIPSON	2000.1~ 2021.3	특허공개 및 등록 명칭+요약+청구항1항
	일본	KIPRIS/ WIPSON		
	미국	KIPRIS/ WIPSON		
	중국	KIPRIS/ WIPSON		
	유럽	KIPRIS/ WIPSON		

2) 검색식

○ 특허 검색은 국가를 소분류로 하고, 하기 표와 같이 검색식으로 검색한 결과 한국은 162개, 일본은 202개, 미국은 634개, 중국은 1449개, 기타 나라는 178개로 검색되며, 오물 관련 특허 보유 결과는 아래와 같음

<표 11> 국가별 오물 관련 특허 보유 결과

소분류	검색식	검색결과	
		검색특허	관련특허
KR	(철도* 열차* 기차* 트레인* ktx* train* railroad* railway* (rail and vehicle)) and (오물 오폐물 화장실 분뇨 오수 분변 배설* cet toilet waste fecal* sewage feces (night adj1 soil) excreta) and (처리 수거 배출 수집 회수 방출 이송 운송 운반 treat* emit* collect* discharg* pump* dispos* process* gather* drain* transport*)	162	75
JP		202	100
US		634	100
CN		1449	251
EP		178	53

3) 주요 특허현황

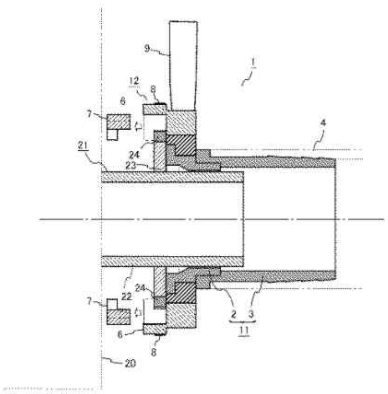
○ 철도 차량의 오물처리 시스템과 관련하여 철도 차량의 외부에서 철도 차량과 연결하여 철도 차량 내의 오물들을 배출시켜 처리할 수 있도록 하는 기술들을 중심으로 주요 특허를 선정함

<표 12> 철도차량 오물처리 시스템 관련 국내외 주요 특허

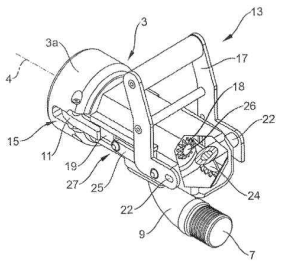
번호	국가	출원번호	공개/ 등록번호	출원인	발명의 명칭
1	JP	2019-212498	2020-169015	ASAHI TECNO CO LTD	호스 접속용 커플러
2	US	16/573467	2020-0086894	VOGELSANG GMBH & CO. KG	EXTRACTION DEVICE FOR DISCHARGING MIXED FLUID, IN PARTICULAR CONTAINING FECES, FROM A COLLECTING TANK
3	JP	2012-205904	5984600	SHINOHARA ELECTRIC CO LTD	차량 정비장의 급배 호스의 수납 확인 장치
4	KR	10-2015-0049451	10-1561442	주식회사 가경코스모	철도 차량기지에서의 차량 분뇨 수거 시스템
5	JP	2009-139379	5491078	CENTRAL JAPAN RAILWAY CO	지상 설비 분리 깜빡잊음 방지 시스템
6	EP	2008-716270	2114743	Haag, Werner	HOSE COUPLING FOR THE DISPOSAL OF FECAL MATTER IN TRACKED VEHICLES
7	US	13/051483	2011-0226349	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	RAIL VEHICLE HAVING A SANITARY ASSEMBLY
8	US	10/415075	6931995	Central Japan Railway Company	Train maintenance automating system
9	KR	10-2002-0036826	10-2004-0001571	선진환경기공 주식회사	분뇨 수거 설비 및 그의 자동 운전방법
10	JP	1994-075506	2977717	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE | WEST JAPAN RAILWAY CO	철도 차량용 오수 저장 배출 장치 및 철도 차량 차륜의 미끄럼 방지 방법

4) 주요 특허 심층분석

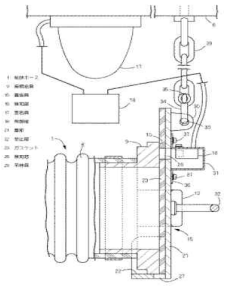
<표 13> 연구개발 관련 연관 특허 사례 1.

No	1	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	호스 접속용 커플러		
출원인	ASAHI TECNO CO LTD	출원국가	JP
출원번호	2019-212498	출원일	2019-11-25
공개번호	2020-169015	공개일	2020-10-15
요약	오물 분리용 호스가 오물 탱크에서 분리되지 않는 경우에도 차량 설비의 파손을 방지할 수 있는 호스 접속용 커플러를 제공한다. 【해결 수단】철도 차량의 오물 탱크에서 오물을 분리할 때, 오물 분리용 호스를 오물 탱크에 접속하기 위한 호스 접속용 커플러로서, 관 형상을 가지며, 한쪽부가 오물 탱크에 설치된 배출 밸브에 접속되고 다른 한쪽부가 오물 분리용 호스에 접속되는 본체부와 본체부를 배출 밸브에 접속한 상태에서 배출 밸브로부터의 본체부의 이탈을 규제하는 결합부를 구비하고, 본체부를 배출 밸브에 접속한 상태에서 본체부에 대해 배출 밸브에서 분리하는 방향의 힘이 가해진 경우, 오물 분리용 호스가 파단하는 힘 미만의 소정 힘으로 결합부의 일부가 파단 또는 변형함으로써, 본체부와 배출 밸브와의 접속 상태를 해제하는 호스 접속용 커플러		
대표청구항	철도 차량의 오물 탱크에서 오물을 분리할 때, 오물 분리용 호스를 오물 탱크에 접속하기 위한 호스 접속용 커플러로서, 관 형상을 가지며, 한쪽부가 오물 탱크에 설치된 배출 밸브에 접속되고 다른 한쪽부가 오물 분리용 호스에 접속되는 본체부와 본체부를 배출 밸브에 접속한 상태에서 배출 밸브로부터의 본체부의 이탈을 규제하는 결합부를 구비하고, 본체부를 배출 밸브에 접속한 상태에서 본체부에 대해 배출 밸브에서 분리하는 방향의 힘이 가해진 경우, 오물 분리용 호스가 파단하는 힘 미만의 소정 힘으로 결합부의 일부가 파단 또는 변형함으로써, 본체부와 배출 밸브와의 접속 상태를 해제하는 호스 접속용 커플러		
대표도면			

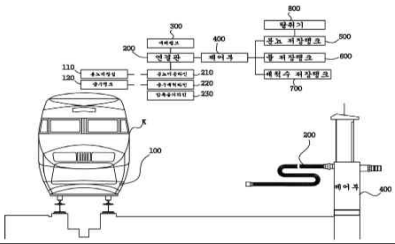
<표 14> 연구개발 관련 연관 특허 사례 2.

No	2	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	EXTRACTION DEVICE FOR DISCHARGING MIXED FLUID, IN PARTICULAR CONTAINING FECES, FROM A COLLECTING TANK		
출원인	VOGELSANG GMBH & CO. KG	출원국가	US
출원번호	16/573467	출원일	2019-09-17
공개번호	2020-0086894	공개일	2020-03-19
요약	An extraction device for discharging a mixed fluid, in particular containing feces, from a collecting tank of a rail vehicle comprises a housing having a mixed fluid inlet and a mixed fluid outlet, a flow passage which extends in the housing between the inlet and the outlet, a retaining latch mounted to the housing and adapted to cooperate with a corresponding recess on the collecting tank and is pivotably reciprocal between a locked position and an unlocked position, a shut-off member reciprocable between a release position and a blocking position, and a handling means or actuator mounted to the housing for actuation of the shut-off member. The handling means is operatively connected to the retaining latch in such a way that upon the movement of the retaining latch into the unlocked position the shut-off member is put into the blocking position.		
대표청구항	An extraction device for discharging a mixed fluid from a collecting tank of a vehicle comprising: a housing having a mixed fluid inlet and a mixed fluid outlet;a flow passage extending within the housing between the mixed fluid inlet and the mixed fluid outlet;a retaining latch mounted to the housing and adapted to cooperate with a corresponding recess on a connection of the collecting tank, wherein the retaining latch is reciprocally displaceable between a locked position and an unlocked position;a shut-off member reciprocally movable between a release position and a blocking position; andan actuator mounted to the housing, wherein the actuator is operatively coupled with the retaining latch such that displacement of the retaining latch into the unlocked position moves the shut-off member into the blocking position.		
대표도면			

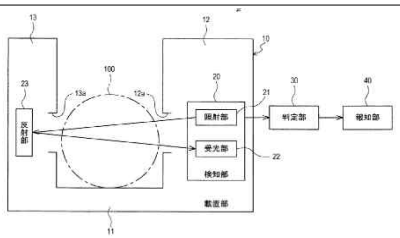
<표 15> 연구개발 관련 연관 특허 사례 3.

No	3	기술분류	B65H-075/00
발명의 명칭	차량 정비창의 급배 호스의 수납 확인 장치		
출원인	SHINOHARA ELECTRIC CO LTD	출원국가	JP
출원번호	2012-205904	출원일	2012-09-19
공개번호	2014-058397	공개일	2014-04-03
등록번호	5984600	등록일	2016-08-12
요약	수납 확인 장치가 차지하는 공간을 줄일 수 있고 전체 비용을 절감해 도입 비용을 저비용화할 수 있는, 차량 정비장의 급배 호스의 수납 확인 장치를 제공한다. 【해결 수단】 수납 확인 장치는 급배 호스(1)의 일단에 마련한 접속 금구(9)에 연결되는 뚜껑 금구(15)와 뚜껑 금구(15)에 장착되어 접속 금구(9)의 유무를 검지하는 검지부(16)과 경고구(17)과 경고구(17)의 작동 상태를 제어하는 제어부(18)을 구비하고 있다. 접속 금구(9)의 주위 대향 위치에는 한 쌍의 조작 핸들 (11)과 한 쌍의 걸림체(12)가 마련해 있다. 뚜껑 금구(15)는 접속 금구 (9)의 금구 단면(10)을 덮는 덮개부(21)과 접속 금구(9)의 하부 둘레면을 지지하는 수지부(22)를 일체로 구비하고 있고, 뚜껑 금구(15)가 적지구 (29)에서 소정의 지상 높이에 적지되어 있다. 한 쌍의 걸림체(12)와 덮개부(21)의 대향측부(24)를 상대적으로 슬라이드 계합하여 급배 호스 (1)을 뚜껑 금구(15)에 대해서 연결해 수납하는 것을 특징으로 한다.		
대표청구항	차량 정비장에 설치해 있는 급배 호스(1)가 적정한 수납 위치에 수납되어 있는지를 확인하는 수납 확인 장치로서, 수납 확인 장치는 급배 호스(1)의 일단에 마련한 접속 금구(9)에 연결되는 뚜껑 금구(15)와 뚜껑 금구(15)에 장착되어 접속 금구(9)의 유무를 검지하는 검지부(16)와 작업자의 주의를 환기하는 경고구(17)와 검지부(16)의 검지 상태에 기반하여 경고구(17)의 작동 상태를 제어하는 제어부(18)를 구비하고 접속 금구(9)의 주위 대향 위치에는 한 쌍의 조작 핸들(11)과 한 쌍의 걸림체(12)가 마련되어 있고 뚜껑 금구(15)는 접속 금구(9)의 금구 단면(10)을 덮는 덮개부(21)와 접속 금구(9)의 하부 둘레면을 지지하는 수지부(22)를 일체로 구비하고 있고, 뚜껑 금구(15)가 적지구(29)로 소정의 지상 높이에 적지되어 있고 한 쌍의 걸림체(12)와 덮개부(21)의 대향측부(24)를 상대적으로 슬라이드 계합하여 급배 호스(1)가 뚜껑 금구(15)에 연결해 수납해 있는 것을 특징으로 하는 차량 정비장의 급배 호스의 수납 확인 장치		
대표도면			

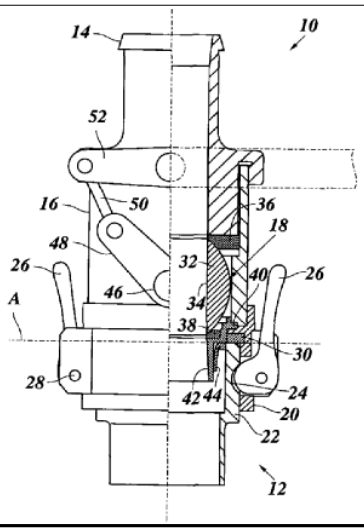
<표 16> 연구개발 관련 연관 특허 사례 4.

No	4	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	철도 차량기지에서의 차량 분뇨 수거 시스템		
출원인	주식회사 가경코스모	출원국가	KR
출원번호	10-2015-0049451	출원일	2015-04-08
공개번호	10-1561442	등록일	2015-10-13
요약	본 발명은 차량(K)에 구비된 각각의 화장실에서 각각 외부로 연통되게 구비되며 분뇨저장실(110) 및 급수탱크(120)와 연결된 라인을 갖는 개폐구(100); 차량 외부에서 개폐구(100)의 라인에 선택적으로 접속 연결되는 것이며, 각각 분뇨이송라인(210)과 급수세척라인(220) 및 압축공기라인(230)으로 분리 구성되는 복수의 연결관(200); 연결관(200)을 이루는 분뇨이송라인(210)과 급수세척라인(220) 및 압축공기라인(230)에 각각 설치되어 신호값에 따라 해당 라인을 개폐하게 되는 개폐밸브(300); 연결관(200)을 제어하는 제어부(400) 및 제어부(400)의 신호값에 따라 분뇨이송라인(210)을 통해 배출되는 분뇨 및 폐수를 저장하는 분뇨 저장탱크(500), 급수세척라인(220)을 통해 화장실에 물을 공급하는 물 저장탱크(600), 급수세척라인(220)을 통해 세척수를 공급하는 세척수 저장탱크(700)를 포함하는 것을 특징으로 한다.		
대표청구항	다수 차량의 객실에 위치한 화장실에 각각 연결되어 분뇨를 외부로 배출시켜 운반 차량에 저장하도록 하는 철도 차량 기지에서의 차량 분뇨 수거 시스템에 있어서, 차량(K)에 구비된 각각의 화장실에서 각각 외부로 연통되게 구비되며 분뇨저장실(110) 및 급수탱크(120)와 연결된 라인을 갖는 개폐구(100); 차량 외부에서 개폐구(100)의 라인에 선택적으로 접속 연결되는 것이며, 각각 분뇨이송라인(210)과 급수세척라인(220) 및 압축공기라인(230)으로 분리 구성되는 복수의 연결관(200); 연결관(200)을 이루는 분뇨이송라인(210)과 급수세척라인(220) 및 압축공기라인(230)에 각각 설치되어 신호값에 따라 해당 라인을 개폐하게 되는 개폐밸브(300); 연결관(200)을 제어하는 제어부(400); 및 제어부(400)의 신호값에 따라 분뇨이송라인(210)을 통해 배출되는 분뇨 및 폐수를 저장하는 분뇨 저장탱크(500), 급수세척라인(220)을 통해 화장실에 물을 공급하는 물 저장탱크(600), 급수세척라인(220)을 통해 세척수를 공급하는 세척수 저장탱크(700)를 포함하고, 연결관(200)이 개폐구(100)에 자동 접속부(900)를 통해 자동으로 연결 및 분리될 수 있도록 하며; 자동 접속부(900)는 연결관(200)을 고정하며 플랫홈 바닥면의 가이드수단(S)을 통해 전후 이동하게 되는 이동몸체(920)와 이동몸체(920)에 구비되며 연결관(200)과 연통되며 선단이 개폐구(100)에 접속 및 분리가능하게 되는 접속구(940)로 이루어지고, 가이드수단(S)은, 지면에 형성된 랙기어(960)와 이동몸체(920)의 저면에 위치되어 랙기어(960)와 치합되며 모터(970) 구동에 따른 회전시 랙기어(960)를 따라 전후방으로 이동하게 되는 피니언기어(980)로 이루어진 것임을 특징으로 하는 철도 차량 기지에서의 차량 분뇨 수거 시스템		
대표도면			

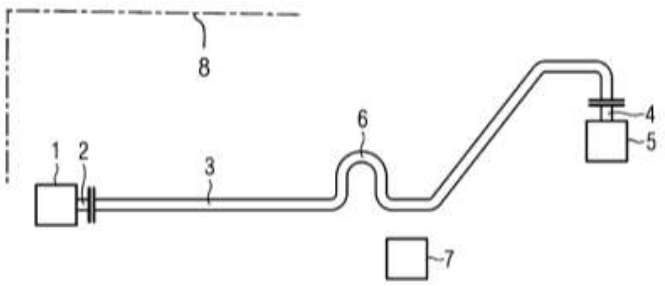
<표 17> 연구개발 관련 연관 특허 사례 5.

No	5	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	지상 설비 분리 깜빡잊음 방지 시스템		
출원인	CENTRAL JAPAN RAILWAY CO	출원국가	JP
출원번호	2009-139379	출원일	2009-06-10
공개번호	2010-285027	공개일	2010-12-24
등록번호	5491078	등록일	2014-03-07
요약	정비 중의 철도 차량에 접속되어서 이용되는 지상 설비의 철도 차량에서의 분리의 깜빡잊음을 더욱 확실하게 방지하는 것.【해결 수단】검지부 (20)이 재치부(10)에 재치되는 오물 분리 호스(100)으로 향하여 광선이 조사 가능한 조사부(21)과 재치부(10)에 오물 분리 호스(100)이 재치되지 않는 경우에 조사부(21)에 의해 조사된 광선을 수광하는 수광부(22)를 가진다. 그리고 수광부(22)가 조사부(21)에 의해 조사된 광선을 수광할 경우에 검지부(20)이 재치부(10)에 재치되는 오물 분리 호스(100)을 검지하지 않고, 판정부(30)이 오물 분리 호스(100)이 철도 차량에 접속되어 있을 가능성이 있다고 판정한다. 한편, 수광부(22)가 조사부(21)에 의해 조사된 광선을 수광하지 않는 경우에 검지부(20)이 재치부(10)에 재치되는 오물 분리 호스(100)을 검지하고 판정부(30)이 오물 분리 호스(100)이 철도 차량에 접속되지 않다고 판정한다.		
대표청구항	정비 중의 철도 차량에 접속되어서 이용되는 지상 설비를 내포 상태로 재치 가능하며 철도 차량에 접속된 상태의 지상 설비는 재치되지 않고, 철도 차량에서 분리된 상태의 지상 설비는 재치 가능한 재치부와 재치부에 재치되는 지상설비를 검지 가능한 검지부와 검지부에 의해 재치부에 재치되는 지상 설비가 검지될 경우에 지상 설비가 철도 차량에 접속되지 않다고 판정하고 한편, 검지 수단에 의해 재치부에 재치되는 지상 설비가 검지되지 않는 경우에 지상 설비가 철도 차량에 접속되어 있을 가능성이 있다고 판정하는 판정부와 적어도 판정부에 의해 지상 설비가 철도 차량에 접속되어 있을 가능성이 있다고 판정되었을 경우에 그 취지를 알리는 알림부를 구비하는 지상 설비 분리 깜빡잊음 방지 시스템으로서, 검지부는 재치부에 재치되는 지상 설비로 향하여 광선이 조사 가능한 조사부와 재치부에 지상 설비가 재치되지 않는 경우에 조사부에 의해 조사된 광선을 수광하는 수광부를 가지며, 수광부가 조사부에 의해 조사된 광선을 수광할 경우에 재치부에 재치되는 지상 설비를 검지하지 않고, 한편, 수광부가 조사부에 의해 조사된 광선을 수광하지 않는 경우에 재치부에 재치되는 지상 설비를 검지하는 것을 특징으로 하는 지상 설비 분리 깜빡잊음 방지 시스템		
대표도면			

<표 18> 연구개발 관련 연관 특허 사례 6.

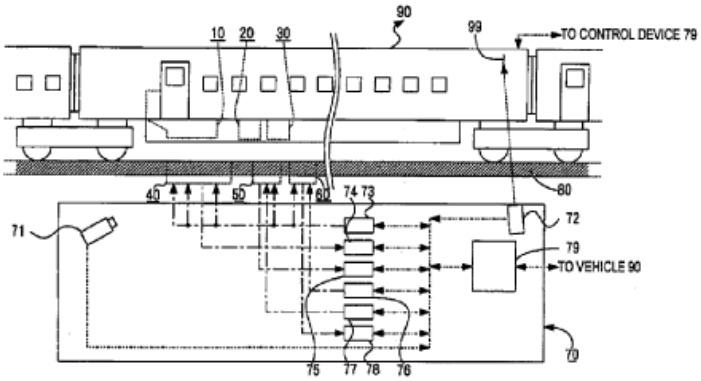
No	6	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	HOSE COUPLING FOR THE DISPOSAL OF FECAL MATTER IN TRACKED VEHICLES		
출원인	Haag, Werner	출원국가	EP
출원번호	2008-716270	출원일	2008-03-05
공개번호	2114743	등록일	2011-10-26
요약	The invention relates to a pipe coupling for thick materials, particularly for the disposal of fecal matter in tracked vehicles, comprising a first coupling part (10), a second coupling part (12) that can be mechanically locked to the first coupling part, and a closure element (18) allocated to the first coupling part (10). The invention is characterized in that the closure element (18) is disposed directly at the parting plane (A) between the coupling parts (10, 12) and that a through-opening (34) of the closure element (18), in the open state, opens into a sleeve (42) that projects over the parting plane (A) and engages into a cross-sectional constriction of the second coupling part (12).		
대표청구항	Hose coupling for thick matter, in particular for the disposal of fecal matter in tracked vehicles, comprising a first coupling member (10) and a second coupling member (12) mechanically lockable to the first coupling member, and a closure member (18) associated with the first coupling member (10), characterized in that the closure member (18) is arranged directly at the partition plane (A) between the coupling members (10, 12), and in that a feedthrough opening (34) of the closure member (18), in the open state thereof, leads into a sleeve (42) that projects beyond the partition plane (A) and engages into a reduced cross-section part of the second coupling member (12).		
대표도면			

<표 19> 연구개발 관련 연관 특허 사례 7.

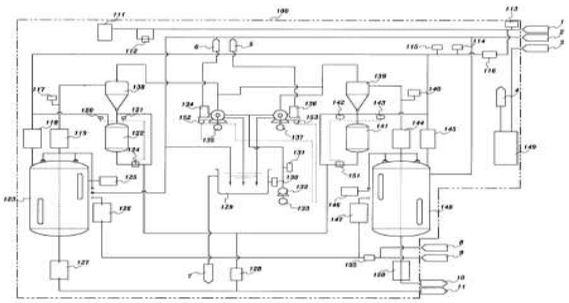
No	7	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	RAIL VEHICLE HAVING A SANITARY ASSEMBLY		
출원인	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT	출원국가	US
출원번호	13/051483	출원일	2011-03-18
공개번호	2011-0226349	공개일	2011-09-22
요약	A rail vehicle has a sanitary assembly at which waste water is produced. A waste water pipeline extends between the sanitary assembly and a connector for a target container for receiving waste water. The waste water connector of the sanitary assembly is located lower than at least a portion of the waste water pipeline to the target container so that the waste water has to be conveyed through the waste water line counter to the force of gravity. The waste water pipeline is formed with at least one return flow barrier.		
대표청구항	A rail vehicle with a sanitary assembly at which waste water is produced, the rail vehicle comprising: a waste water pipeline extending between the sanitary assembly and a connector for a target container for receiving waste water; wherein a waste water connector for connecting said waste water pipeline to the sanitary assembly is disposed lower than at least a portion of said waste water pipeline leading to the target container, and the waste water is conveyed through the waste water line counter to a force of gravity; and at least one return flow barrier disposed in said waste water pipeline and arranged between said waste water connector of the sanitary assembly and said connector for the target container		
대표도면			

<표 20> 연구개발 관련 연관 특허 사례 8.

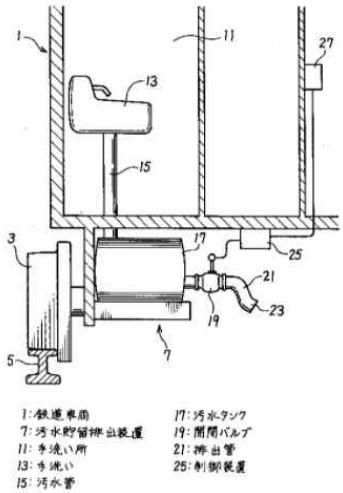
No	8	기술분류	B61J-007/02
발명의 명칭	Train maintenance automating system		
출원인	Central Japan Railway Company	출원국가	US
출원번호	10/415075	출원일	2001-07-30
공개번호	6931995	등록일	2005-08-23
요약	An automation system for train maintenance that performs operations related to train maintenance without human intervention is provided. The automation system for train maintenance comprises a refuse reservoir (10), a sewage tank (20), a water tank (30), and expanders (41, 42, 51, 61). In this automation system, when a railway vehicle is parked, the expanders (41, 42, 51, 61) are expanded to lift connectors (45, 54, 64) toward the railway vehicle for connection to the refuse reservoir (10), sewage tank (20), and water tank (30). In this automation system, discharge of refuse, removal of sewage, and feeding of water are automatically performed. Upon completion of these operations, the expanders (41, 42, 51, 61) are contracted so that the connectors (44, 45, 54, 55, 64, 65) are stored in waiting locations (48, 58). Therefore, use of this automation system for train maintenance allows automatic train maintenance without human intervention.		
대표청구항	An automation system for train maintenance that performs train maintenance when the train is parked, comprising: storing means provided in a railway vehicle forming the train, feeding/discharging means, installed on the ground, for feeding the storage to be supplied to the storing means or discharging storage to be discharged from the storing means via a feeding/discharging opening; feeding/discharging opening shifting means for performing access movement in which the feeding/discharging opening of the feeding/discharging means is moved close toward the railway vehicle from a waiting location on the ground to connect the feeding/discharging opening to the storing means, and disconnection movement in which the feeding/discharging opening connected to the storing means is moved away from the railway vehicle toward the waiting location to disconnect the feeding/discharging opening from the storing means; parking determination means for determining whether the trains is parked; connection determination means for determining whether the feeding/discharging opening is connected to the storing means; feeding/discharging completion determination means for determining whether the feeding of the storage to be supplied or the discharge of the storage to be discharged is completed; access movement control means for urging the feeding/discharging opening shifting means to perform the access movement when the parking determination means determines that the		

	train is parked; feeding/discharging movement control means for urging the feeding/discharging means to feed the storage to be fed or to discharge the storage to be discharged when the connection determination means determines that the feeding/discharging opening is connected to the storing means; and disconnection movement control means for urging the feeding/discharging opening shifting means to perform the disconnection movement when the feeding/discharging completion means determines that the feeding of the storage to be supplied or the discharge of the storage to be discharged is completed; and traveling direction shifting means for shifting the feeding/discharging opening along the traveling direction of the train, wherein said access movement control means urges said traveling direction shifting means to move said feeding/discharging opening to eliminate a gap between an actual parking position and a predetermined parking position of the train and urges said feeding/discharging opening shifting means to perform said access movement, when said parking determination means determines that said train is parked and there is such a gap.
대표도면	

<표 21> 연구개발 관련 연관 특허 사례 9.

No	9	기술분류	C02F-011/00
발명의 명칭	분뇨 수거 설비 및 그의 자동 운전방법		
출원인	선진환경기공주식회사	출원국가	KR
출원번호	10-2002-0036826	출원일	2002-06-28
공개번호	10-2004-0001571	공개일	2004-01-07
요약	본 발명은 분뇨를 수거하는 설비에 관한 것으로, 특히 분뇨를 수거하는 설비를 전자동 시스템으로 구현하고, 철도 객차 등의 정화조에 있는 분뇨를 간단한 버튼 조작만으로 자동 수거할 수 있는 분뇨 수거 설비 및 그의 자동 운전 방법에 관한 것이다. 이를 위해 본 발명에 따른 분뇨 수거 설비는 외부의 정화 탱크로부터 분뇨를 자동으로 유입하여 수거하는 부대설비와, 일정 분뇨의 수거 시에 연계된 오수처리장으로 분뇨를 자동으로 배출하는 부대설비와, 분뇨 배출 후 잔존물을 배출하는 부대설비 및 이를 제어하는 콘트롤 패널을 구비함을 특징으로 한다.		
대표청구항	분뇨 수거 설비에 있어서 전력공급원에 연결되며, 자동 운전을 지시하는 버튼을 구비하여 자동 운전을 지시하는 버튼이 온 되면 자동 운전에 따른 설비의 제반 운전 동작을 제어하며, 자동 밸브들의 오픈/클로우즈의 구동을 제어하는 콘트롤 패널; 분뇨를 수거할 외부 정화 탱크로부터의 분뇨를 수거하거나 만수가 되면 분뇨를 외부의 오수처리장으로 배출하고 탱크상부 진공가스 배출시 습기 또는 분뇨 MIST 제어를 위한 습기차단장치를 갖춘 분뇨수거 탱크; 분뇨수거 탱크의 만수 여부를 체크하는 레벨 스위치; 분뇨수거 탱크의 분뇨 유입 및 차단을 분뇨의 만수 여부에 따라 오픈 또는 클로우즈 되는 흡입밸브; 분뇨수거 탱크가 만수 레벨이 되면 오픈 되고, 수거 레벨이 되면 클로우즈 되어 분뇨를 외부의 오수처리장으로 배출시키는 분뇨배출 밸브; 분뇨수거 탱크의 분뇨 수거 운전시에 오픈 되어 탱크내 진공압 상태를 만들어 분뇨를 흡입하고, 분뇨수거 탱크의 분뇨 배출 운전시에 클로우즈 되는 가스배출 밸브; 분뇨수거 탱크와 가스배출 밸브를 통해 연결되며, 분뇨수거 탱크의 압력이 기준치 이하인 경우에 분뇨를 유입하도록 러닝하고, 기준치 이상인 경우 분뇨를 배출하도록 정지하는 진공 펌프; 분뇨 배출 운전 전에 외부의 압력 공기 또는 콤프레샤 등의 압축기계를 이용해 발생한 압축공기를 분뇨수거 탱크로 주입하도록 오픈 되고, 분뇨 배출 중지 운전시에 클로우즈 되어 분뇨수거 탱크로 외부의 압력 공기가 주입되는 것을 차단하는 압력공기 밸브; 분뇨수거 탱크의 이물질을 포집하여 배수밸브를 통해 잔류물을 외부의 오수처리장으로 배출하는 배수탱크;로 구성됨을 특징으로 하는 분뇨수거 설비		
대표도면			

<표 22> 연구개발 관련 연관 특허 사례 10.

No	10	기술분류	B61D-035/00
발명의 명칭	철도 차량용 오수 저장 배출 장치 및 철도 차량 차륜의 미끄럼 방지 방법		
출원인	RAILWAY TECHNICAL RESEARCH INSTITUTE | WEST JAPAN RAILWAY CO	출원국가	JP
출원번호	1994-075506	출원일	1994-03-23
공개번호	2977717	등록일	1999-09-10
요약	철도 차량으로부터의 오수의 배출에 따른 문제점(차량과 레일 사이의 점착 계수 저하 등)을 해결할 수 있고 또한 장치도 최대한 간편 경량의 것으로 끝낼 수 있는 철도 차량용 오수 저장 배출 장치를 제공한다. 【구성】본 발명의 철도 차량용 오수 저장 배출 장치(7)은 철도 차량(1)에 탑재되어 있고 오수를 일시 저장하는 오수 탱크(17)과 이 탱크 내에 저장된 오수를 차외로 배출하는 배출관(21)과 이 배출관에 설치된 개폐 밸브(19)와 개폐 밸브 제어 장치(25)를 가지는 것을 특징으로 한다. 오수 탱크에 저장된 오수는 적당 개폐 밸브를 염으로써 오수 배출에 따른 문제가 거의 발생하지 않는 상황하에서 (예를 들면 저속 주행 중 또는 정차 중) 차외로 배출된다.		
대표청구항	고속철도 차량에 탑재되어 있고 철도 차량 내의 화장실소에서 발생하는 비누수를 포함한 오수를 일시 저장하는 오수 탱크와 이 오수 탱크 내에 저장된 오수를 선로로 배출하는 배출관과 이 배출관에 설치된 개폐 밸브와 철도차량 주행 속도 신호를 입력으로서 받아 주행 속도가 차륜의 점착 계수 저하가 문제가 되는 기준 속도를 초과하고 있을 때는 개폐 밸브 개방 불가로 판정하고 주행 속도가 기준 속도 이하의 때는 개폐 밸브개가로 판정한다. 판정부를 가지는 개폐 밸브 제어 장치를 가지며, 오수에 의해 차륜이 슬립하는 것을 방지하는 것을 특징으로 하는 철도 차량용 오수 저장 배출 장치		
대표도면			

4. 기술수준조사

1) 기술수준 평가방법 검토

○ 철도기술수준을 평가하는 방법은 일반적으로 전문가 의견조사, 연구개발 기반 분석, 연구개발 성과분석 및 과학기술동향 분석 등이 사용될 수 있음

○ 전문가 의견 조사는 설문조사나 인터뷰를 통해 이루어지고, 연구개발 기반 분석과 연구개발 성과 분석은 통계자료와 논문 등록, 특허 등의 데이터베이스가 활용됨

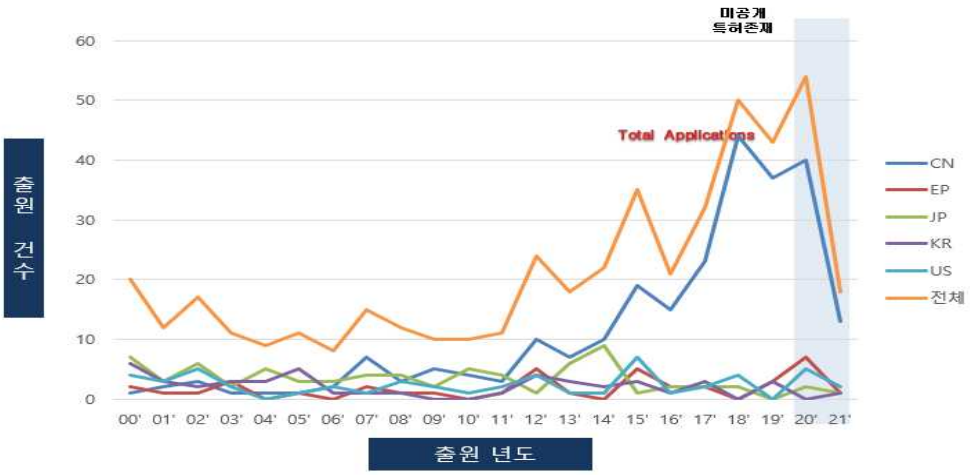
<표 23> 기술수준 평가방법 및 주요특징

방법론	평가내용	방법	주요특징
전문가 의견조사	기술수준(%) 기술격차(년)	설문/인터뷰 조사	- 아이디어, 성과, 인프라 등을 포괄한 종합적인 의견조사 가능 - 객관적 근거 제시가 어려움
연구개발 기반분석	투자, 인력 등	통계 데이터	- 객관적 자료에 근거하나, 연구분야의 분류 방식, 인력의 전문성 등이 국가별로 다르기 때문에 일률적인 비교와 평가 곤란
연구개발 성과분석	논문, 특허 등	데이터베이스	- 논문 및 특허 DB의 분류기준을 기술분야와 연계 또는 Keyword 분석을 통해 국가별 비교 가능함 - 일관적인 기준 적용으로 연도별 비교 분석 용이
과학기술 동향분석	과학기술 동향	문헌조사	- 상대적으로 짧은 시간에 넓은 범위의 관련 지식 조사 가능 - 전문적이고 상세한 의견조사 가능

2) 특허 분석을 통한 국가별 기술수준 조사

○ 철도 차량의 오물처리 시스템 분야의 연도별 전체 특허동향을 살펴보면, 분석 초기구간인 2000년대에서 2010년대 초반까지는 출원 건수가 많지 않았으나 2010년대에 들어서면서 중국을 중심으로 출원건수가 급격하게 증가하고 있음

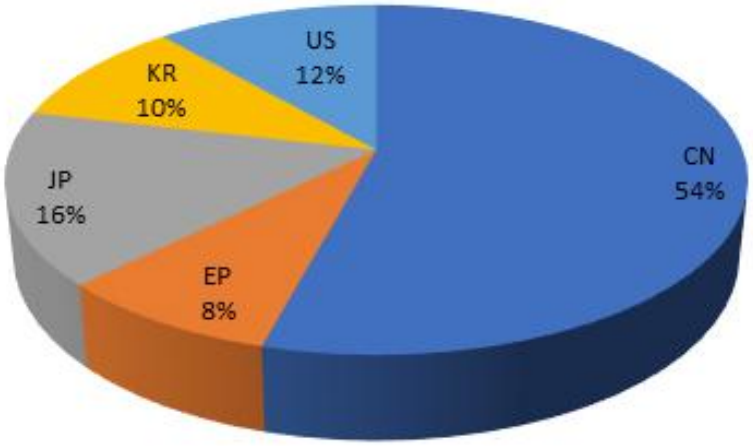
○ 중국을 제외한 한국, 미국, 유럽, 일본의 출원건수는 일정하게 유지되고 있으며, 최근 들어 증가하는 경향을 보이고 있음



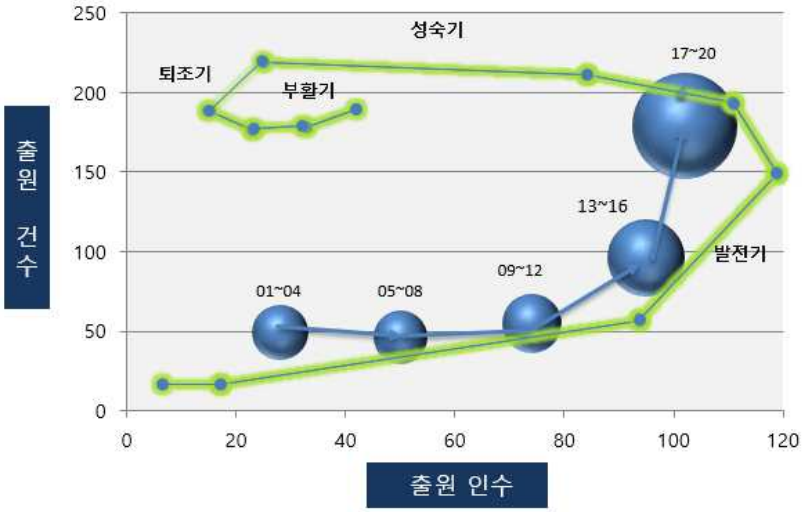
<그림 5> 철도차량 오물처리 시스템 분야의 연도별 특허동향

○ 철도 차량의 오물처리 시스템 분야의 국가별 특허동향을 살펴보면, 중국에서 전체 분석대상 국가 출원규모의 54%를 차지하는 것으로 나타나, 중국에서 철도 차량의 오물 처리 시스템 분야의 연구개발이 활발하게 이루어지고 있는 것으로 보임

○ 또한, 일본, 미국, 한국, 유럽 순으로 각각 16%, 12%, 10%, 8%의 출원 점유율을 기록하고 있으며, 최근 출원이 증가하고 있는바, 세계적으로 철도 차량의 오물처리 시스템에 관한 기술개발이 활발하게 진행되는 것으로 볼 수 있음



<그림 6> 국내외 철도차량 오물처리 시스템 특허 점유율



<그림 7> 출원 연수 및 건수에 따른 관련분야 기술 성숙도

○ 철도 차량의 오물처리 시스템 분야의 전체 기술 성장단계는 2000년대 초반부터 현재까지 출원인수가 증가하고 있으며, 출원건수에 있어서도 2010년대 들어 급격하게 증가하고 있는 것으로 보아 발전기에 있는 것으로 보임

○ 철도 차량 오물 처리 시스템에 관련된 특허들을 분석한 결과 최근 들어 관련 기술 개발이 활발하게 이루어지고 있으나, 기존의 기술들은 차량의 오물장치를 외부와 연결시키거나 외부로 배출시키는 장치에 관한 발명들이 대부분이며, 자동으로 철도 차량에 접근하여 오물을 분리시킬 수 있는 장치들에 관한 발명은 많지 않은 것으로 보임

○ 따라서, 철도 차량 오물 처리 시스템과 관련된 자동화 연결 및 제어기술, 제반 소프트웨어 기술 등은 공백기술로 판단되며, 이러한 기술들에 대해 원천 특허를 확보하고 특허 포트폴리오를 구축하여 보호범위의 확보가 가능할 것으로 판단됨

5. 연구개발 인프라 분석

1) 기업현황

○ 본 과제의 철도차량 오물수거 시스템, 철도차량 원격제어 시스템, 철도차량 설비 자동화 시스템에 관련된 기업은 25여개 기업으로 파악되었지만, 철도차량 오물수거 자동화 부분과 직접적인 관련이 있는 업체는 국내에 없는 것으로 파악됨

- 철도차량 오물수거 시스템을 제작하는 기업은 3개로 차량기지 건설 시 철도차량 오물수거 시스템 납품 실적이 있는 기업들임
- 오물수거 자동화 시스템 개발이 가능한 기업은 21개로 철도차량 유지보수 장비 개발 및 납품 실적이 있는 기업들임

<표 24> 오물수거 자동화 시스템 관련 기업

업체명	업체별 능력	분 야
오에이치시스템(주)	철도 차량 분뇨 수거 시스템 제작 설치	오물수거 시스템 분야
㈜가경코스모	철도 차량 분뇨 수거 시스템 제작 설치	오물수거 시스템 분야
유덕환경(주)	철도 차량 분뇨 수거 시스템 제작 설치	오물수거 시스템 분야
대호엔지니어링(주)	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
(주)브이씨텍	철도차량용 제어장치 등	철도차량설비 자동화 분야
(주)삼영기계	철도건설장비 개발 등	철도차량설비 자동화 분야
갑을오토텍(주)	공조와 동력계통 냉각장치 등	철도차량설비 자동화 분야
대아정공	철도차량 부품제작, 산업기기 제작	철도차량설비 자동화 분야
샬롬엔지니어링	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
㈜대신상역ENG	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
㈜금촌씨스템	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
수성eng	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
고구려엔지니어링(주)	철도차량 통신 관련 부품 제작	철도차량설비 자동화 분야
TUV라인란드 코리아	시험, 진단 서비스	철도차량설비 자동화 분야
㈜한터기술	철도차량 장비, IT장비 개발	철도차량설비 자동화 분야
㈜성주엠아이	철도차량, 건설기계 부품 및 부분품	철도차량설비 자동화 분야
(주)아원	차량용 및 중앙집중식 윤활장치 제조	철도차량설비 자동화 분야
(주)유진정공	철도차량 부품 설계 및 제조 등	철도차량설비 자동화 분야
㈜에코마이스터	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
우진산전(주)	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
㈜아이씨엠 테크윈	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
기현기계(주)	철도차량용 유지보수 기계장비 제작	철도차량설비 자동화 분야
(주)한성테크	철도의 신호용품, 내장재 부품	철도차량설비 자동화 분야
(주)한영넉스	자동온도제어 계측기기 등	철도차량설비 자동화 분야

2) 연구기관 현황

○ 본 과제와 관련된 연구기관은 국내에 총 5개로 철도전문 연구기관인 한국철도기술연구원을 비롯하여 한국기계연구원은 기계장치 개발 및 유동 제어, 한국전기연구원 및 전자통신연구원은 원격제어 시스템, 자동화 시스템 개발, 한국산업기술시험원은 시제품 성능 및 절차 인증과 관련됨

<표 25> 철도전문 연구기관 현황

연구기관	인력현황	주요기능	연구분야
한국철도기술연구원	연구직 226 기술직 9 행정직 33	- 고속철도, 일반철도, 도시철도/경량전철 시스템 기술 개발 - 차세대 대중교통 시스템 연구개발	철도기술 및 정책
한국기계연구원	연구직 245 기술직 30 행정직 35	- 첨단생산장비, 극한기계부품, 나노융합기계 연구환경, 에너지 기계, 기계시스템 연구	기계분야 기술
헌국전기연구원	책임급 240 선임급 145 원급 60	- 전력 기술, 신재생 에너지의 전력시스템 연계 기술 연구개발 - 전기기기, 전기부품·소재 연구개발	전기분야 기술
한국전자통신연구원	책임급 993 선임급 796 원급 105	- 방송·통신,미디어분야, SW콘텐츠분야 연구개발 - IT기반 융·복합분야, IT부품·소재분야 연구개발 - IT분야 정보보호 및 표준화 연구	전자통신 기술
한국산업기술시험원	책임급 182 선임급 200 주임급 75	- 전기안전, 정보통신기기, 전자파, 이차전지 및 스마트그리드, 의료기기 시험	종합시험 인증

3) 대학 현황

○ 철도 관련 대학은 국내에 총 4개로 파악되나 오물수거 시스템 등의 관련 연구는 부족한 실정임

- 철도분야 학부 및 대학원을 운영하는 한국교통대학교를 비롯하여 철도학부 또는 대학원을 운영하고 있는 우송대학교, 서울과학기술대학교, 동양대학교 등이 철도분야 교육 및 연구에 특화되어 있음

<표 26> 철도 관련 대학 현황

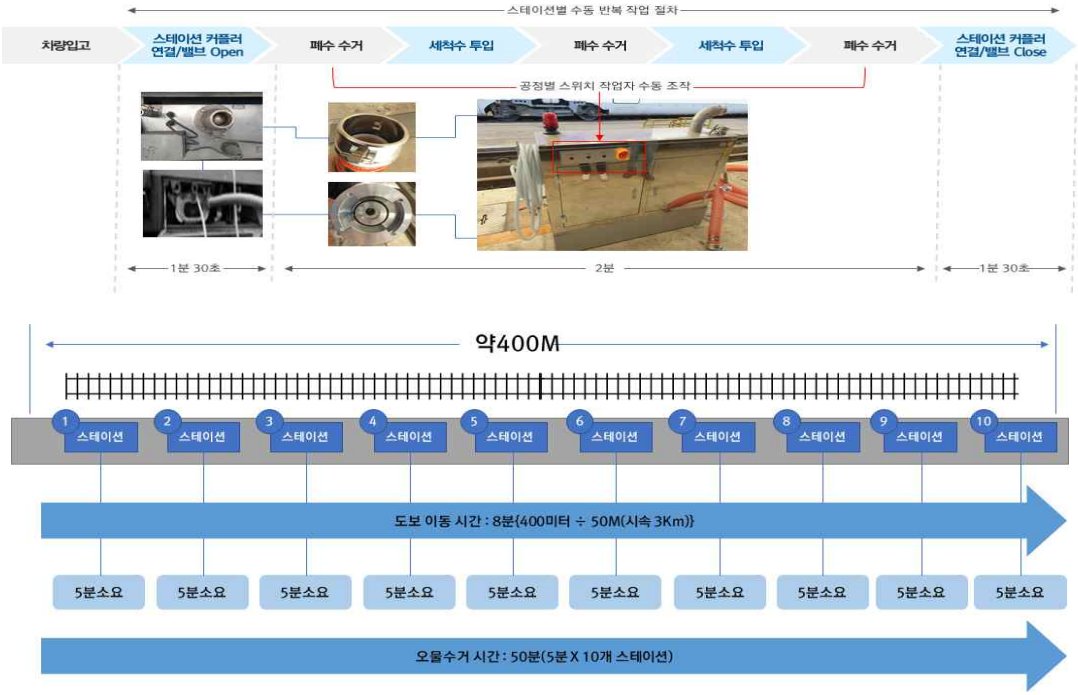
대학	인력현황	철도관련 운영학과	연구분야
한국교통 대학교	전임 308 조교 78	- 철도공학부(경영, 운수, 기계, 전기, 시설) 운영 - 교통대학원(정책, 시스템) 운영	철도기술 각 분야
우송 대학교	전임 298 조교 76	- 철도물류대학(경영, 건설, 운송, 차량, 전기) 운영	철도기술 각 분야
서울과학 기술대학교	전임 295 조교 71	- 철도전문대학원(경영, 건설, 차량, 전기, 시스템) 운영	철도기술 각 분야
동양 대학교	-	- 철도학부(경영, 운수, 기계, 전기, 시설) 운영	철도기술 각 분야

제3장 오물수거 시스템 요소기술 도출

1. 원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발

1) ECVM 통합제어 및 원격 제어 시스템 개발

○ 현행 오물 수거 방식은 ES 정비 시 작업자가 수동으로 스테이션을 동작하여 작업에 장시간이 소요되며, 차량 길이로 인해 작업자 도보 이동시간 등으로 인해 많은 시간이 소요되게 됨(오물을 수거하기 위한 기지 입환 시간 2~3시간 별도)



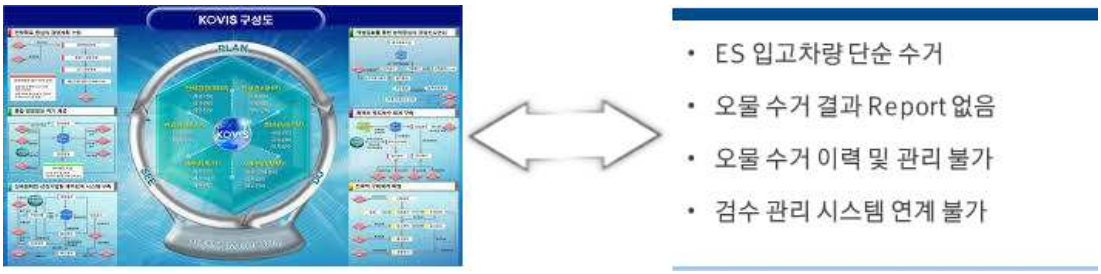
<그림 8> 현행 오물 수거 방식

○ 현재 오물 수위는 차량 내부에서만 확인 가능하며, 작업자가 오물 수위를 확인하기 어려워 불필요한 오물 수거에도 작업을 할당하고 있으며, 오물 수위 또한 저수, 80%, 만수 3단계로만 현시되어 정확한 오물 수위 확인에 어려움이 있음

<표 27> 차량 내부 오물 수위 표기 방법

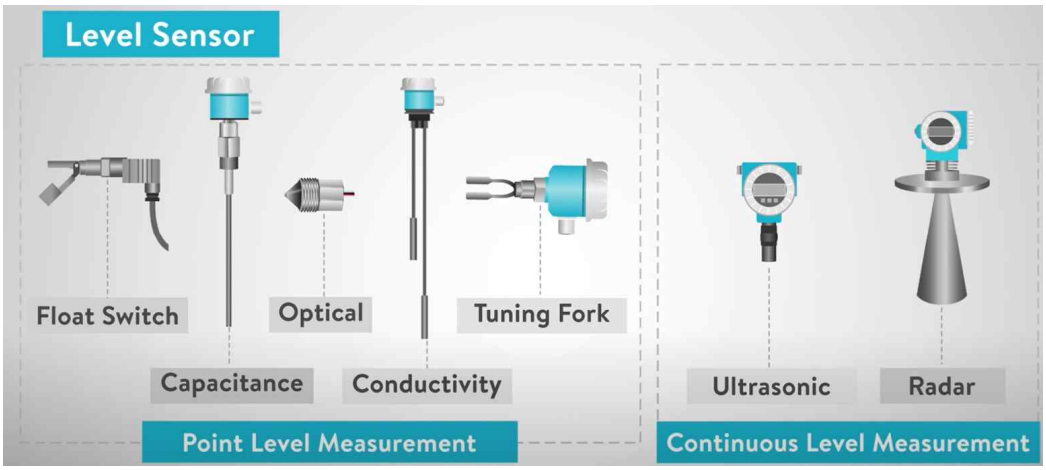
구 분	표 기	시스템 상태	표시 LED
시스템 상태 표시등	작동	정상상태	점멸
		비 정상상태	점등 또는 소등
	탱크 80%	오물탱크 80% 수위도달	점등
	탱크만수위	오물탱크 만수위 도달	점등
	공압부족	급기압 350kPa 미달	점등
	진공부족	진공형성 불가	점등
	급수부족	급수탱크내 물부족	점등점등
화장실 점검 표시등	사용중지	시스템 고장	점등
	변기고수위	변기 고수위 감지	점등점등
	흡입밸브점검	흡입밸브 닫힘 불량	점등
	변기급수차단	변기급수 공급상태	소등
		변기급수 차단상태	점등
	물탱크급수차단	물탱크 급수상태	소등
		물탱크 급수차단상태	점등

○ 현 오물 수거 검수는 철도운영사의 검수 관리 시스템과 연동되지 않으며, 수거에 따른 Report도 없어, ES 정비 시 단순 수거 작업만 진행할 뿐 체계적인 관리가 되고 있지 않음



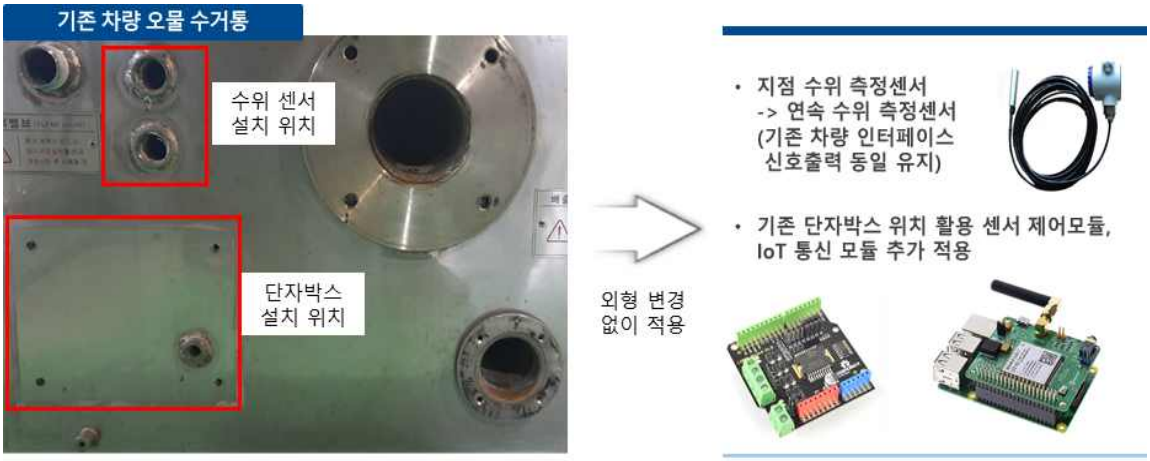
<그림 9> 철도운영사의 검수 관리 시스템과 오물 검수 미연동

○ (오물 수위 실시간 모니터링 시스템 개발) 현재 적용된 오물 수위 센서는 지점 수위 측정(Point Level Measurement) 타입이며, 이를 연속 수위 측정(Continuous Level Measurement) 타입로 변경하여 수위 변화량을 세밀히 감지할 수 있도록 개발(0 ~ 100%)이 필요함



<그림 10> 타입별 레벨 센서 종류 예시

- 기 설치된 센서 모듈 위치를 활용하여 외형 및 기존 인터페이스 변경 없이 개량하며, 센서 제어 모듈과 IoT 통신(통신방식: Wifi or LTE)모듈을 적용함
- IoT 통신 모듈의 안테나는 오물통 해치 내부에 설치하여 외관 상의 변형이 없도록 적용함



<그림 11> 오물 수위 측정센서 및 통신 모듈

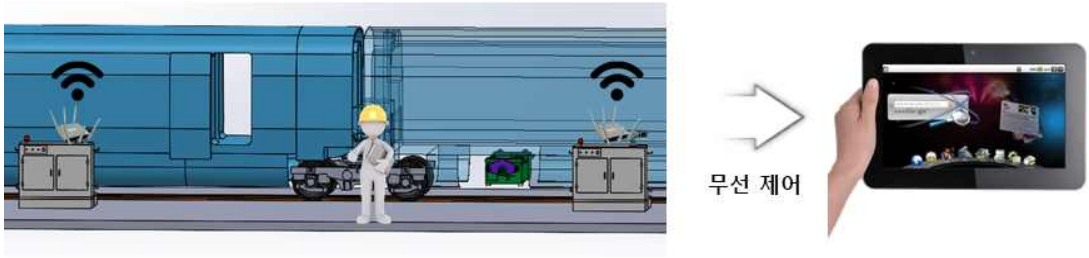
- 오물 수거를 위해 차량기지 입고 시 통합 제어 시스템 측으로 오물 수위 정보를 전송하여, 작업자에게 수거가 필요한 통에 대한 정보를 제공

<그림 12> 오물 수위 실시간 모니터링 시스템 개발 구성도

○ **(통합제어 및 원격제어 시스템 개발)** ECVM 스테이션의 동작 상태, 현황을 네트워크망을 통해 통합제어 시스템에서 일괄적으로 관리하는 시스템 개발

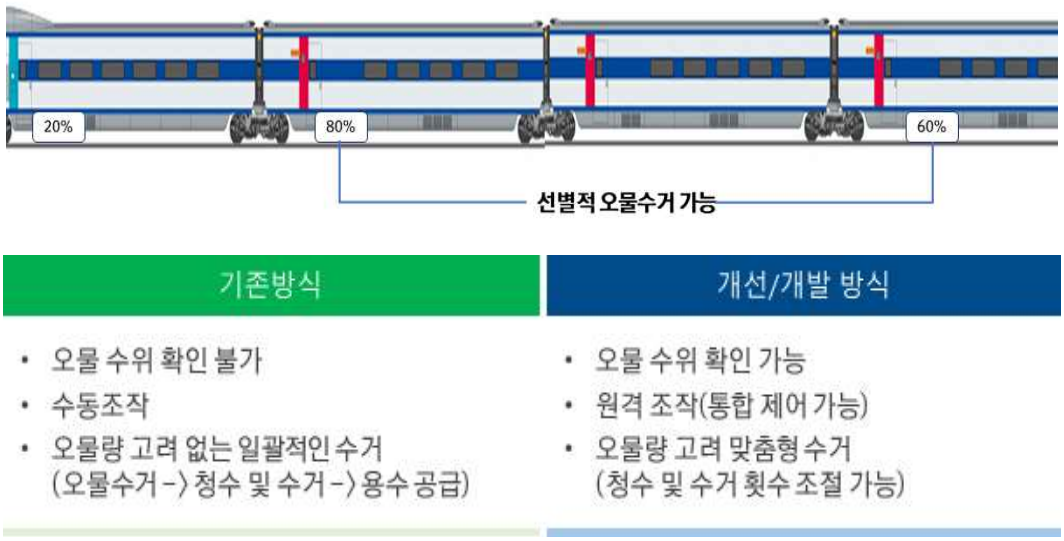
<그림 13> 통합제어 시스템의 기능

- 작업자가 각각의 스테이션을 수동으로 조작하는 방식을 네트워크에 연결된 무선 중계기(Wireless Access Point)를 통해 작업자가 현장에서 원격으로 시스템을 제어할 수 있도록 연구 개발하여 ECVM 스테이션을 무선으로 제어함



<그림 14> 오물수거 시스템 원격 제어

- 오물 수위 실시간 모니터링 시스템과 인터페이스를 통해 오물 수위 정보 받아 작업자가 원격 제어모듈을 통해 선별적 오물 수거 및 수위에 따른 수거 횟수 조정으로 업무 효율성 제고



<그림 15> 오물 수위 모니터링을 통한 선별적 수거

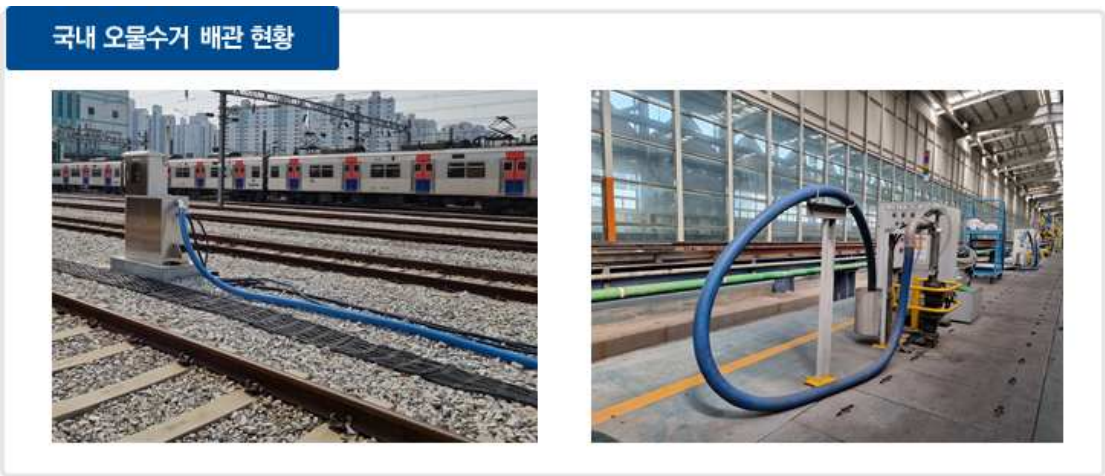
- 원터치 연결 커플러 개발 및 자동연결시스템과 조합하여 통합 제어시스템에서 일괄 제어가 가능하도록 시스템 확장성 고려 개발

<그림 16> 통합제어 시스템

2) 오물 이송관 원터치 연결 커플러 및 플렉시블 롤링 배관 개발

○ 기존 오물 이송관 연결은 작업자가 커플러 채결 및 오물관 개폐를 수동으로 수행하여 소요시간이 각 오물통 당 약 3~4분씩 소요되어, 차량과 오물수거 시스템 연결과 분리에만 KTX-I 기준 약 35~45분이 소요되므로, 작업 소요시간을 단축할 수 있는 시스템 개발이 필요함

○ 기존 오물수거 장치는 철도차량별 오물통의 위치가 상이하여 약 10[m] 길이의 이송관을 사용하여 안전사고 발생 요인이 증가 되며, 배관 무게 증가로 인한 작업 어려움 발생



<그림 17> 국내 오물수거 배관 현황

○ **(플랙시블 롤링배관 개발)** 해외에서 개발되어 적용되어 있는 릴링 시스템 또는 T시스템을 벤치마킹하여 개발하여, 오물통의 위치가 상이한 이종 차량간 호환성을 확보하며, 커플링 시간을 단축하고 작업 편의성을 개선함

<그림 18> 개발 서브배관 릴링 시스템 예시

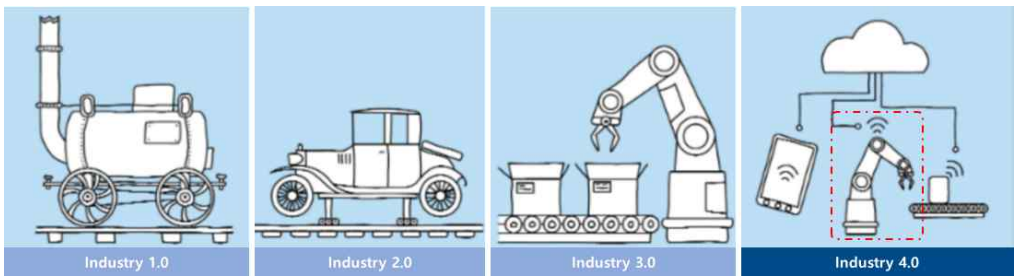
○ **(오물 이송관 원터치 연결 커플러 개발)** 오물통 커플러에 소형 모터를 적용 자동으로 개폐할 수 있도록 개발 적용하며, 기존 오물통의 개량을 최소화 및 변형이 없도록 스테이션 전력을 이용하여 자동 개폐를 위한 서보모터를 구동할 수 있으며, 자동연결 및 분리 기술과 연계하여 One-step 오물 수거 자동화 구축기여

- 기존 수동 체결 방식의 커플러를 원터치로 연결하고, 개폐를 위한 모터에 전원을 공급하는 형태로 개발하여 작업 편의성을 개선하고, 연결과 동시에 작업이 진행되어 작업 소요시간을 단축
- 현재 이송관 측 커플러는 개방상태로 오물 수거 후 잔여물이 남아 기지 바닥에 오물이 흐르는 경우가 발생할 수 있음. 이송관 커플러 측에도 개폐가 가능하도록 제작하여 오물 유출을 미연에 방지하도록 개발

<그림 19> 기존 오물 토출 커플러 및 자동 밸브 커플러

3) 차량과 ECVM 3개 튜브관(오수, 세척, 급수) 자동연결 분리 기술개발

○ 4차산업혁명에 발맞추어 철도 검수 분야는 Smart Factory화를 추진하고 있으며, 여러 분야에 로봇을 활용한 시스템을 적용하여 검수 자동화 실현

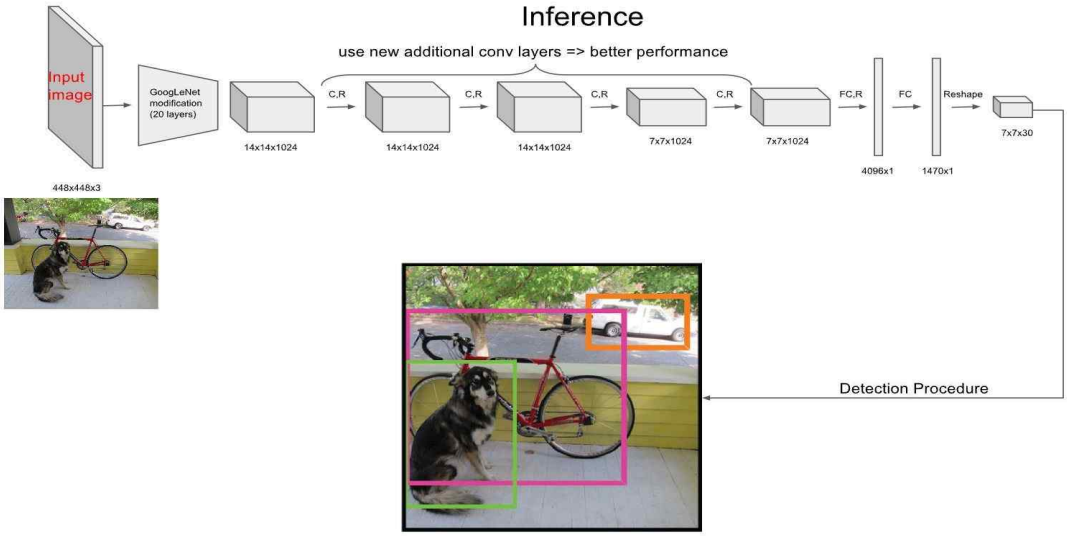


<그림 20> Smart Factory 개념도

○ **(튜브관 자동연결 분리 기술개발)** 각 오물스테이션에 로봇을 활용해 자동으로 튜브관을 연결 및 분해하고 원격으로 통합제어하여 오물수거 소요시간을 단축함

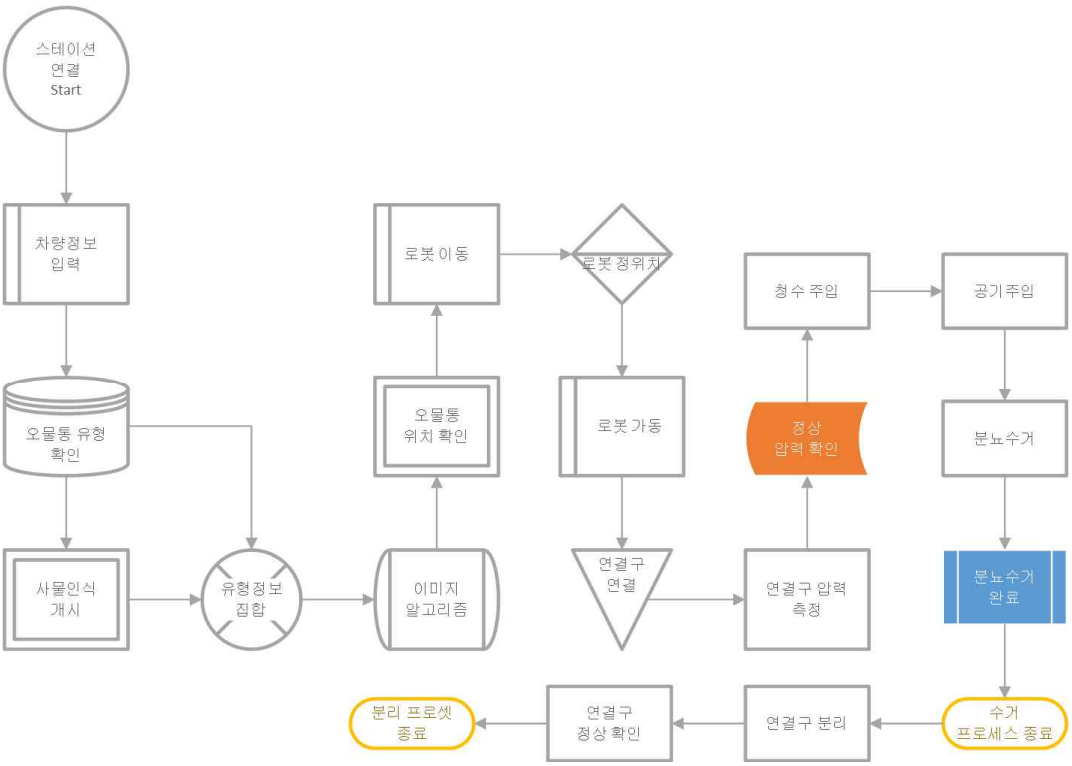
<그림 21> 튜브관 자동연결 분리 기술

- 오물수거, 세척수, 급수 배관을 동시에 연결하는 로봇 암을 개발하기 위하여 오물통 커플러 인식 이미지 알고리즘을 적용하여 연결 장애가 발생하지 않도록 시스템을 개발하며,

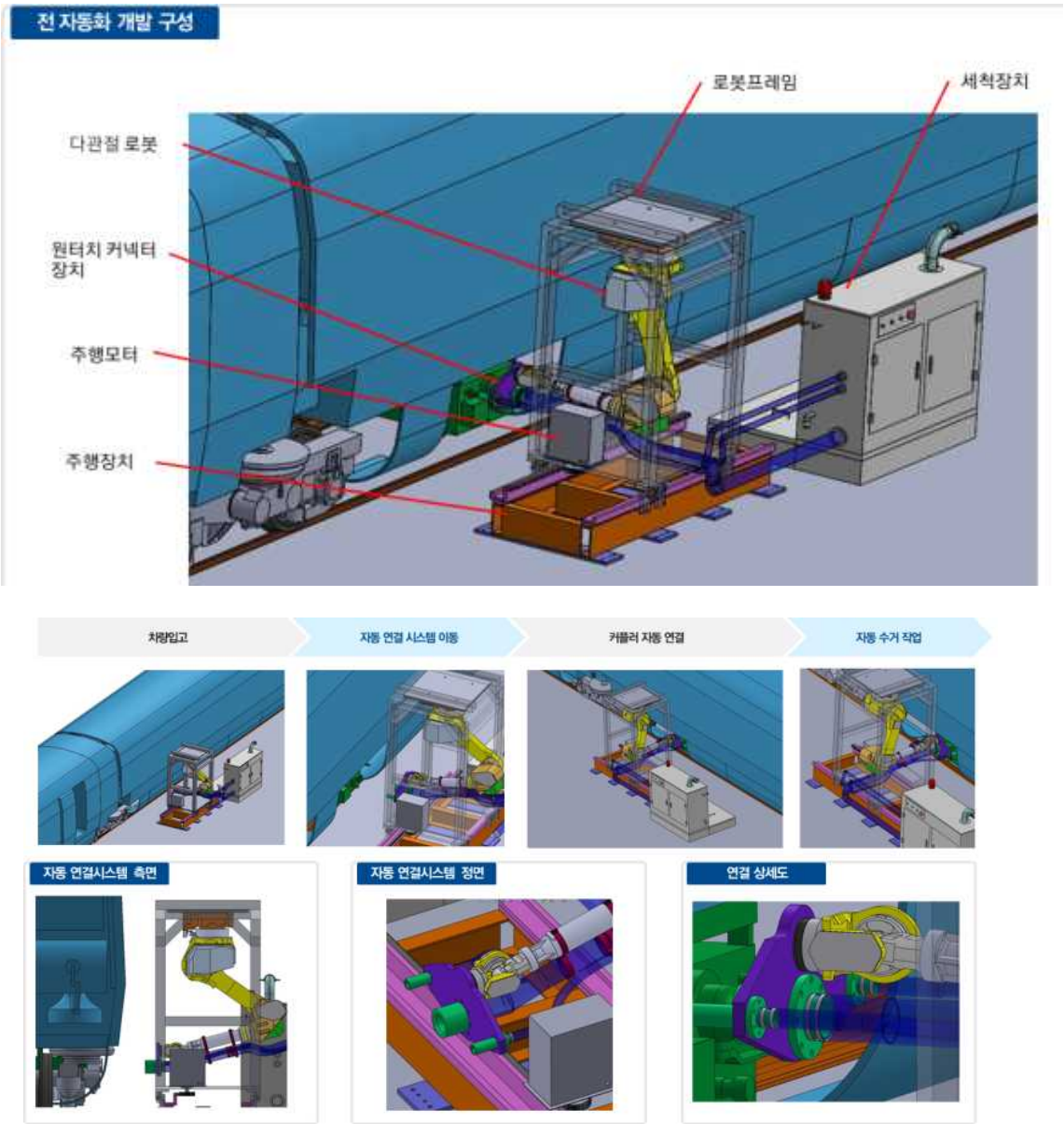


<그림 22> 오물통 커플러 인식 이미지 알고리즘 개념

- 세계최초 로봇 융합기술을 이용한 오물수거 시스템으로 튜브관 이동, 커플러 연결에서 오물처리 작업까지 One-Step으로 작업을 진행할 수 있으며, 전 자동화를 실현하여 1인 관리 및 검수 가능 시스템 구현



<그림 23> 오물 수거 자동연결 및 분리 프로세스

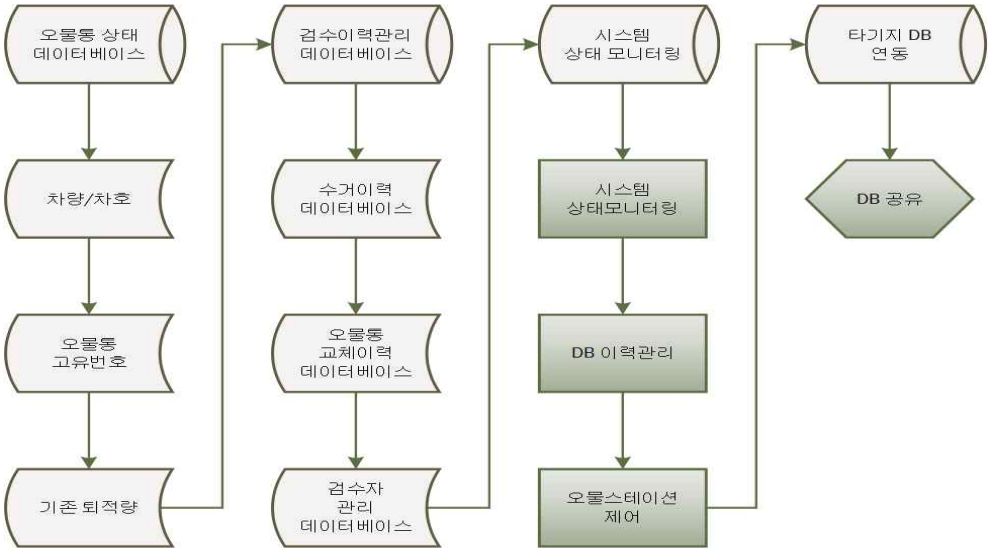


<그림 24> 오물 수거 자동화 개발 구성

4) 통합 관리 소프트웨어 개발

○ **(통합 관리 소프트웨어 개발)** IoT기반 실시간 오물 수위 감지 데이터를 통해 편성별, 차호별 오물통 상태 변화 데이터 베이스를 구축하여 작업 효율성을 향상

- 효율적인 데이터 처리를 위해 코드의 분류별로 각 코드 값을 정의하여 관리하며, 오물통 상태변화 DB 이용한 미수거 오물 적재량 변화 예측 및 오물통 세척 시기 알림



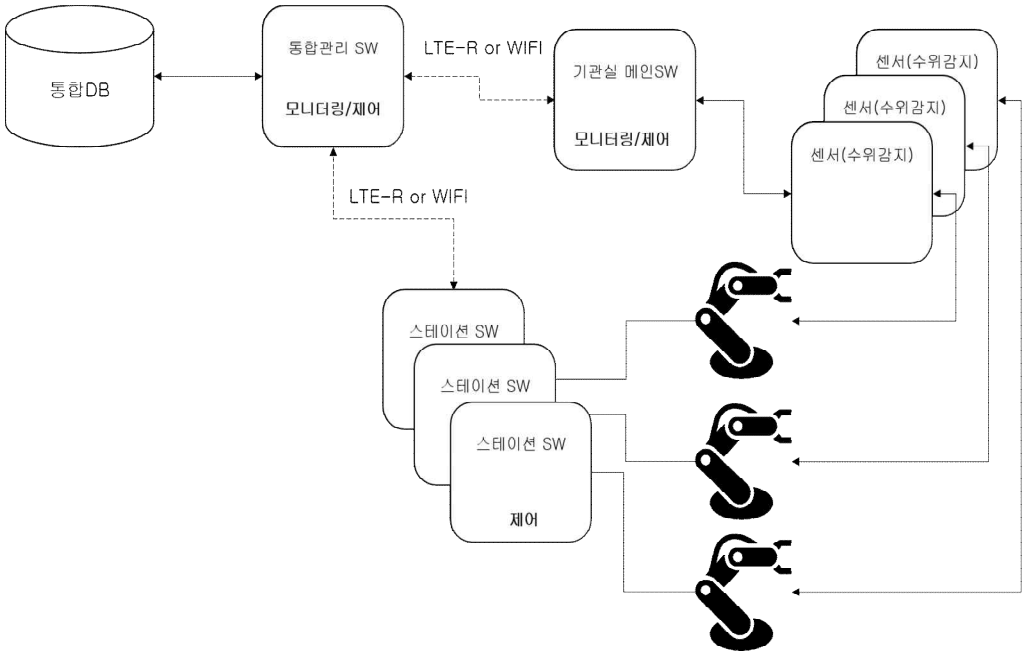
<그림 25> 분뇨수거 통합관리 데이터 베이스 구조도

- 통합관리 소프트웨어의 주요기능은 오물통의 상태를 모니터링 하고, 수거 시기를 예측하며, 각 오물스테이션를 자동제어하고, 수거 이력을 DB화 함

<표 28> 통합관리 소프트웨어 주요기능

	주기능	세부기능	비고
1	오물통 상태 모니터링	- 차량별, 차호별 수위상태 모니터링 - 장치의 이상유무, 센서의 자기진단 모니터링 - 사용자 인식이 용이하도록 표현 (Info graphics / Chart)	
2	수거 시기 예측	- 적재량 변화/기간의 변화에 따른 수거 시기의 예측, 알람 기능	
3	오물스테이션 제어	- 오물수거, 세척 급수 제어 - 튜브관 체결, 분리 제어 - 자동연결 시스템 제어	
4	수거 이력/레포트	- 차량별, 차호별 수거 이력 및 레포트	
5	통계/검색	- 통계, 검색 기능(시간대별, 기간별, 차호별 통계 등)의 다양화	

- 차량의 오물통 데이터는 [IOT 오물통] → [기관실 메인 SW] → LET-R or Wifi(TCP/IP) → [통합관리 SW]로 이동하여 데이터 베이스를 구축하며, 수집된 데이터는 [통합관리 SW] → LET-R or Wifi(TCP/IP) → [스테이션 SW]로 이동하여 작업자에게 제공되어 작업방법 등을 결정함



<그림 26> 차량 오물통 데이터 활용 및 흐름도

2. 오물 수거 고도화 기술개발

1) 스마트(소형, 경량화) 오물스테이션 개발

○ 오물 스테이션은 오물수거, 세척수 공급, 음용수 공급 라인이 설치되고 각각의 제어를 위한 배관, 밸브, 제어시스템으로 구성되어 있어, 설치 공간이 과다하게 소요됨에 따라 작업자의 이동 시 안전사고 등 방지를 위해 별도 안전장치 설치 필요

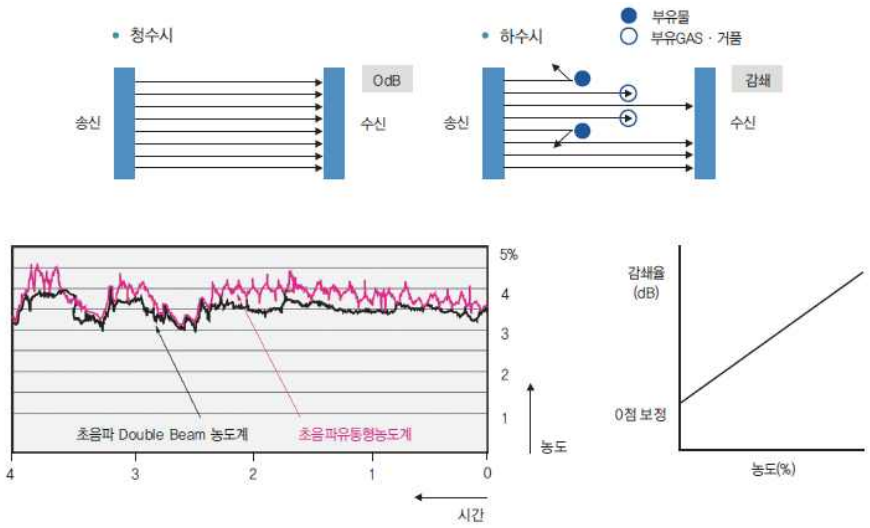
○ 차량 오물통의 수위 상태에 대한 정보 없이 일괄적인 수거로 인해 시간 및 과도한 에너지가 사용되며, 차량 오물통과 연결되는 토출 배관의 잔여 오물이 외부로 누출되어 악취 작업 환경이 열악함

<그림 27> 오물스테이션 및 오물 수거 환경

○ **(스마트 오물스테이션 개발)** 오물작업 시 작업자의 이동에 영향을 주지 않도록 내부 구조를 **단순화**하며, 설계의 집약화로 **컴팩트**한 오물스테이션 개발이 필요하며, 수거되는 오물의 농도를 측정해 작업시간을 **자동**으로 **제어**하고, 잔여 오물로 인한 악취 민원을 방지할 수 있는 시스템 개발이 필요함

<그림 28 >스마트 오물스테이션

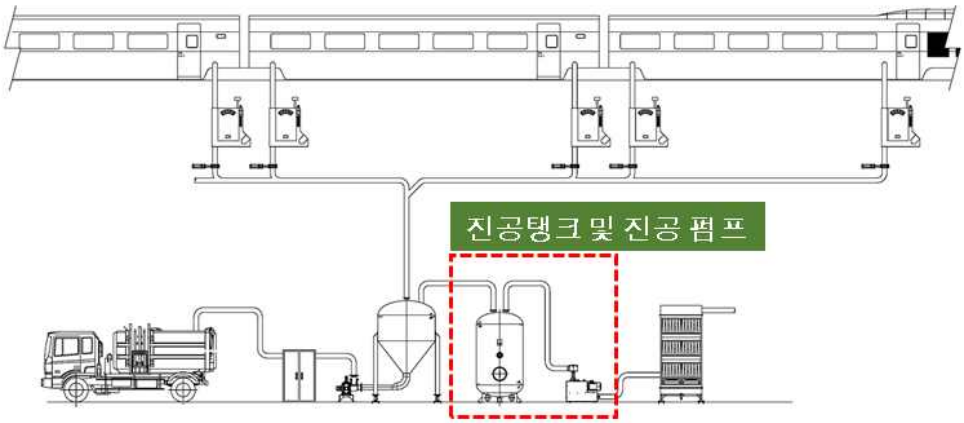
○ 수거하는 오물의 농도 혹은 탁도를 측정해 오물에 의한 기계 오작동을 방지하고, 농도 혹은 탁도의 데이터를 DATA BASE화해 오물스테이션을 제어함으로서 작업 효율성을 제고함



<그림 29> 오물의 농도 및 탁도의 데이터화

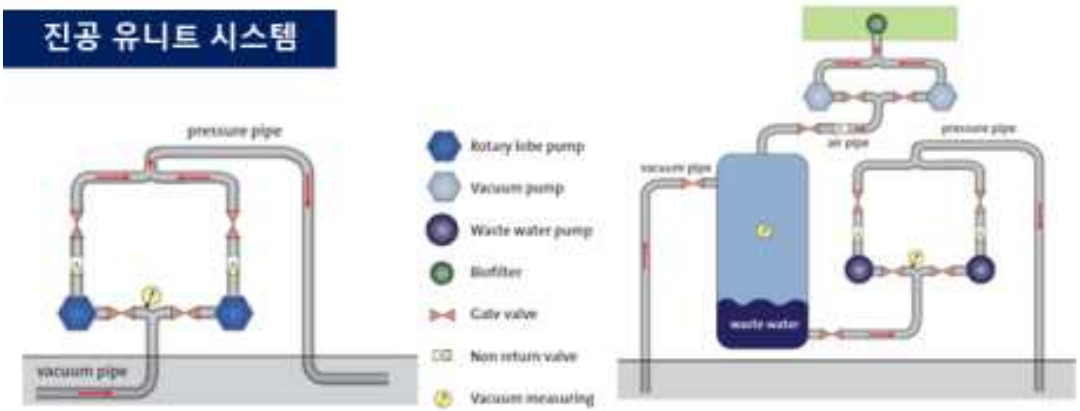
2) 진공 유니트 시스템 개발 및 PLC 밸브 제어기술 개발

○ 현재 오물수거 시스템은 집하장 내 설치된 거대한 진공 탱크의 압력을 이용한 진공 유니트 시스템으로 배관 길이에 따라 압력이 변동되어 비효율적 수거 운전을 시행



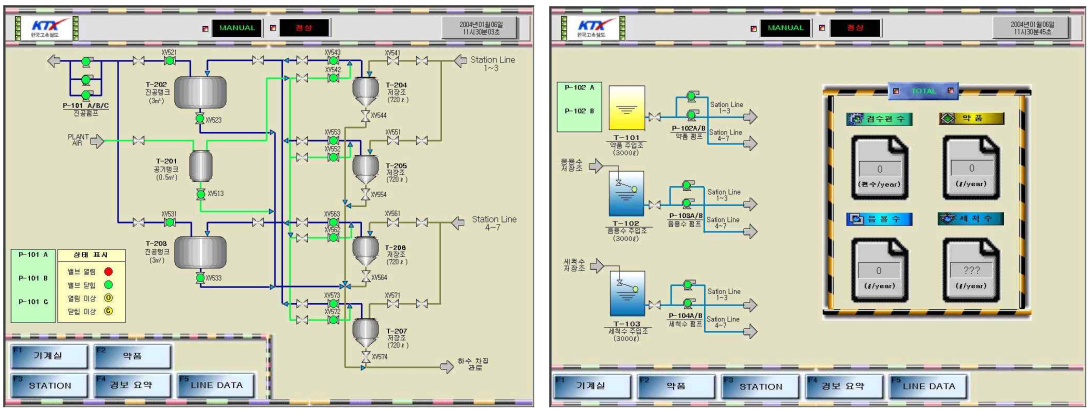
<그림 30> 현재 오물수거 시스템의 진공탱크

○ **(진공 유니트 시스템 개발)** 진공 탱크가 없이도 진공압과 양압을 적절히 조화하여 모든 스테이션과 집하장에 동일한 압력을 배분하여 수거한 오물을 집하장까지 집약할 수 있는 시스템 개발이 필요함



<그림 31> 진공 유니트 시스템 개발

○ **(PLC 밸브 제어기술 개발)** 효율적인 운전이 가능하도록 모든 스테이션을 일괄 제어하고 각 스테이션의 상태를 파악하여 모든 밸브를 **자동**으로 **제어**하여 가장 효율적으로 운영할 수 있는 시스템 개발이 필요함



<그림 32> PLC 밸브 제어기술

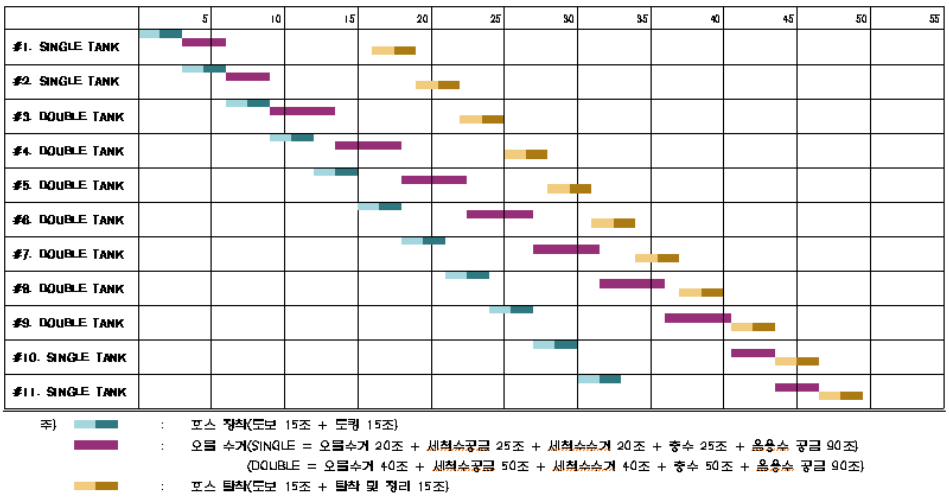
3) 기존 오물수거 설비와 병행사용 또는 호환성 확보 기술개발

○ **(호환성 확보 기술개발)** 기존 설비에 추가 장치 설치로 단점을 보완하여, **경제적**인 시스템 개발이 필요함

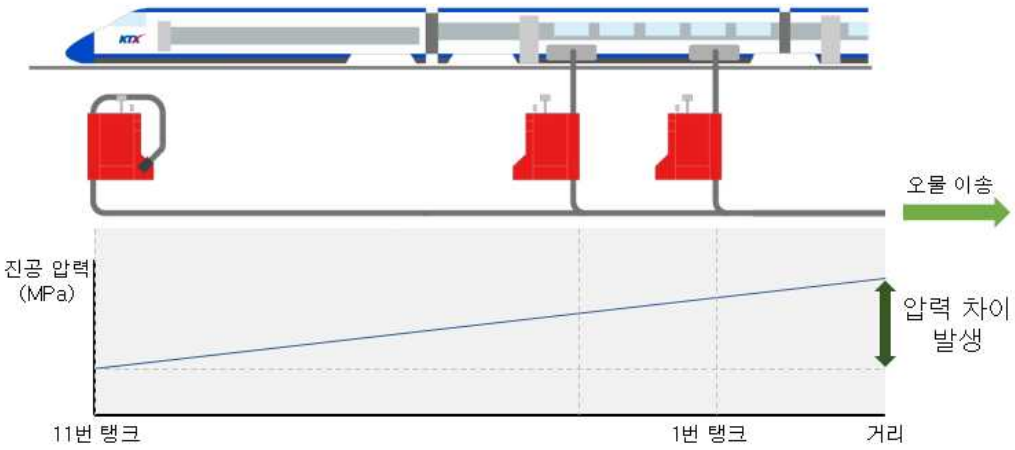
- 오물 수거 배관의 루트 변경, 플랜지 시공법, 기존 배관 라인에 By-PASS 배관을 이용하여 오물 농도를 측정하고, 배관 체결부 교체로 새로운 롤링 배관장치 설치

4) 오물통 Multi 수거 및 장거리 이송 가능 배관선로 압력제어 시스템 개발

○ 기존 오물처리 시스템은 오물스테이션이 순차적으로 운전하므로 수거시간이 과다하게 소요되며, 스테이션과 진공펌프 거리에 따른 압력 차이로 말단부의 압력 저하로 수거 효율이 낮아지는 현상이 발생됨



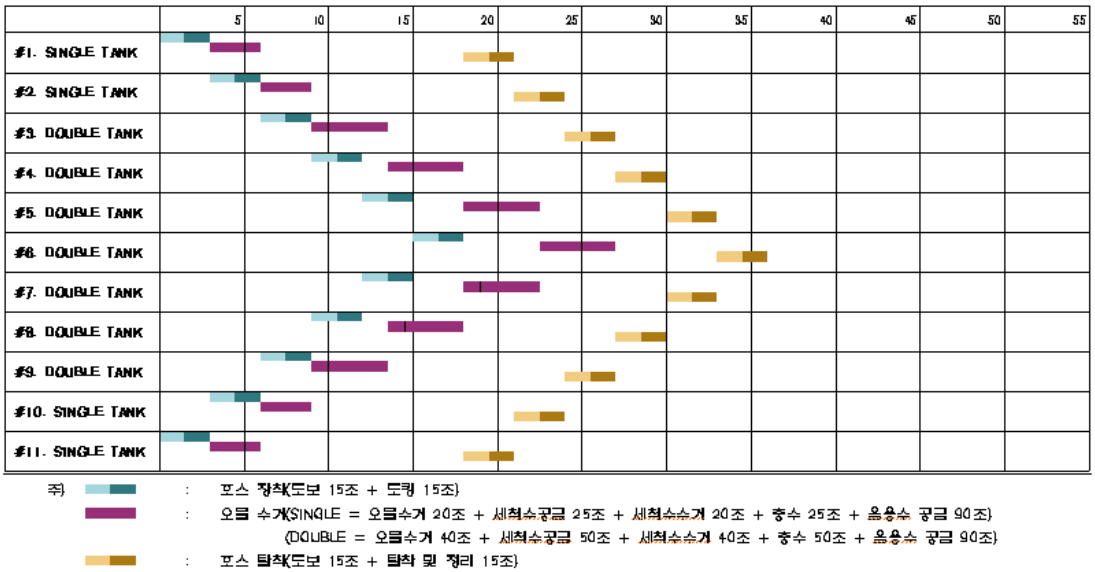
<그림 33> 차호별 오물수거 소요시간



<그림 34> 오물 이송거리에 따른 압력차

○ **(오물통 Multi 수거 시스템 개발)** 2인 1조의 작업자가 차량의 오물통을 1대씩 수거하는 방법에서 Multi로 오물통을 수거해 작업 소요시간을 획기적으로 절감하는 시스템 개발이 필요함

- **오물통 Multi 수거** 시 기존 2인 1조 운영방식 기준으로 약 30% **운전시간**을 **단축**할 수 있으며, 원터치 연결기 등 미래기술 집약시 수거시간을 획기적으로 단축할 수 있음



<그림 35> 오물통 Multi 수거 기술을 통한 오물수거 소요시간 단축

- 진공펌프의 회전수를 인버터로 제어해 장거리 위치한 스테이션 이송 시 높은 RPM으로 배관 내 압력 손실을 보상하고, 단거리에 위치한 스테이션 이송 시 낮은 RPM 운전으로 장비의 내구성 확보 및 전기 사용을 최소화하고, 배관선로 말단에 설치된 압력계의 데이터를 활용해 RPM을 조절함으로써 관로의 상태와 무관하게 **동일한 압력**을 상시 유지 가능함

- 집하장과 스테이션 연결 배관을 진공 챔버로 활용해 거리에 따라 더 많은 진공압을 확보해 압력 강하에 대응함

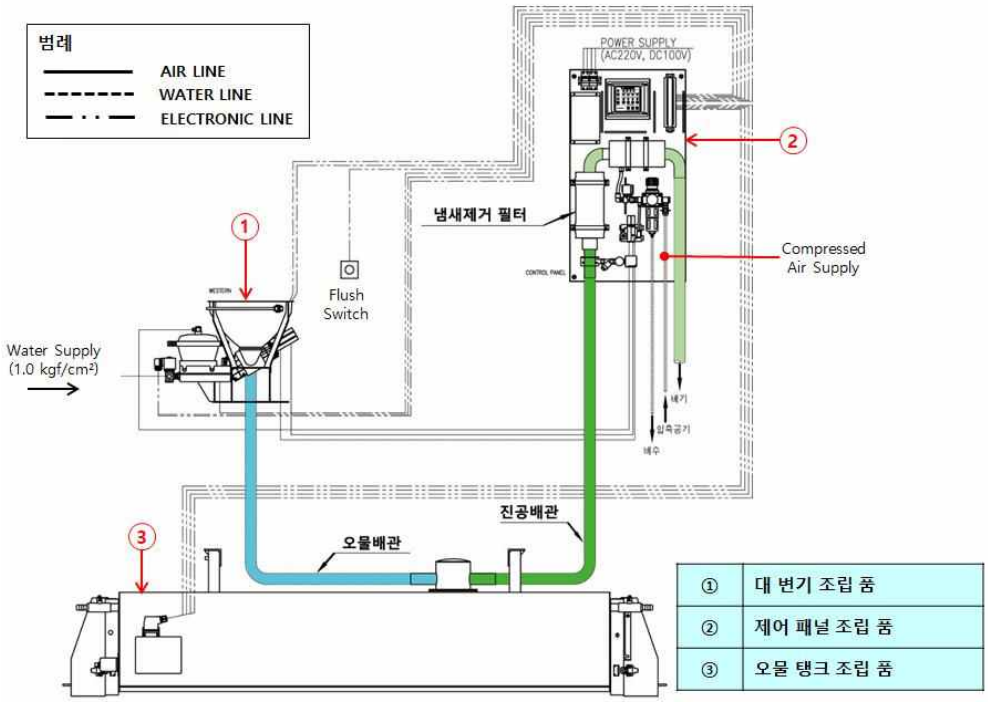
3. 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발

1) 폭넓은 기후 환경에 적합한 성능확보 기술개발(동파 및 냄새 감소)

○ 우리나라 철도 운행 환경은 겨울철에 빙점 이하의 겨울, 고온 다습한 한여름 등 4계절이 나타나는 지역으로 철도차량의 경우에는 장비의 과온을 제거하기 위해 냉각설비, 착설이나 결빙 방지를 위해 열선을 설치하거나 눈과 얼음의 제거를 위한 설비들이 일부 운용되고 있지만, 에너지의 과다한 소모나 작업시간이 문제가 되고 있음

○ 철도차량 내 오물처리 장치는 대변기 조립품과, 제어판넬, 오물탱크로 구성되며, 악취 제거를 위한 냄새제거 필터, 히터 등이 포함되어 있으나, 계절별 문제점 발생

- 여름철 : 날씨가 고온 다습하여 오물의 부패가 조기에 발생하여 화장실 악취 발생으로 이용 승객의 민원 다수 발생함



<그림 36> 오물 처리장치 구조

- 악취 유출경로는 변기에서 오물 탱크로 연결된 오물배관과 탱크를 진공시키기 위한 진공 배관 총 2개소로 변기 하단에 설치된 흡입 밸브에 의해 상시 차단되어 있는 구조로 오물 탱크 내의 냄새가 실내로 유입되는 것을 방지함

- 장기 사용 시, 밸브 내부에 실링이 마모 한계치에 도달하여 밀폐력이 저하되며, 개폐동작과정에서 밸브 내부로 유입되는 극소량의 암모니아 성분의 오수가 잔존하여 이물질을 형성, 고착되어 기밀 유지가 불가능함

- 겨울철 : 오물통에 열선이 설치되어 동결되지 않지만, 빙점 이하의 기온으로 오물 수거 작업 시 토출구 주변과, 세척수, 음용수 호스가 동결되어 수거 작업시간이 증가함

○ **(폭넓은 기후 환경에 적합한 성능확보 기술개발)** 4계절 기후에서 문제가 발생하지 않도록 수요자 관점의 시스템 엔지니어링을 수행하여야 함

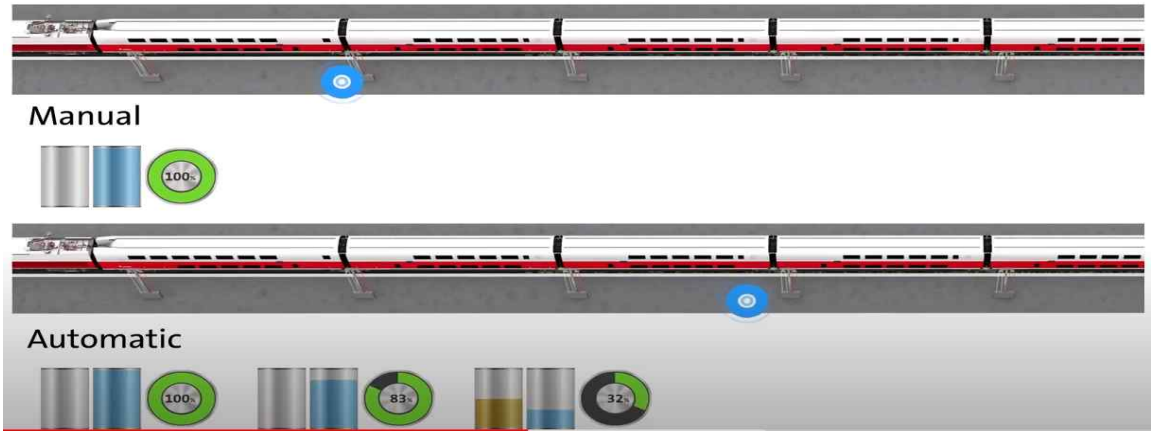
- 철도차량 및 시스템은 KS C IEC 60571, KS R 9213의 고온, 저온, 온도싸이클, 고습 시험 등을 수행하여야 하며, 개발품도 동 시험결과를 만족할 수 있도록 개발되어야 함

<표 29> 오물 처리장치 성능 시험

구분	세부적용규격	시험온도	방치시간	비고
고온시험	KS C IEC 60068-2-2	70℃, 85℃	16H	안정화 2H
저온시험	KS C IEC 60068-2-1	-40℃	16H	안정화 2H
고온고습시험	KS C IEC 60068-2-30	55℃ / 95%	48H	24H 2cycle
저온 방치시험	KS R 9213	-35℃	16H	
온도싸이클 시험	KS C IEC 60068-2-14	-35℃ / 70℃	21H	30M 5cycle

2) 오물수거를 위한 기준 및 절차 개발

○ **(오물수거를 위한 기준 및 절차 개발)** 현재 철도차량 ES 검사는 고속차량의 도입 초기 2,500[㎞]에서 시행하였으나, 운행 안전성 향상 등으로 현재는 5,000[㎞]로 주기가 연장되었으며, 운행 횟수의 증가로 화장실 오물수거량은 계속 증가되어 매일 오물수거가 필요한 상황임 발생되기도 함



<그림 37> 효율적인 수거된 오물 처리 방안

- ES 검사 작업소요시간은 3시간으로 잦은 오물수거 작업은 차량정비고의 혼잡도를 증가하고, 차량기지 정비용량 감소를 야기함

- 오물수거 작업은 호스연결, 오물스테이션 조작, 분리 등을 도보로 이동하여 수동으로 조작하고 있으며, 각 오물통 위치에서 순차적으로 작업이 이루어지므로 오물통 Multi 수거를 위한 새로운 오물수거 기준 및 절차 개발이 필요함

3) 시스템 성능검증 절차서 및 운영 매뉴얼 작성

○ **(시스템 성능검증 절차서 및 운영 매뉴얼 작성)** 개발되는 철도차량 ECVM 시스템의 성능을 검증할 수 있도록 시험절차와 운영 매뉴얼을 개발하여 개발품의 성능목표를 확인함

- 오물스테이션 동작 중 감전 등의 방지를 위하여 KS C IEC 60571의 절연 및 내전압 시험을 하여야 하며, 안정적인 전원 공급을 위하여 전원 변동 시험도 수행하여야 함

<표 30> 절연 및 내전압 시험 기준

<table>
<tr><th>구분</th><th>측정위치</th><th>시험전압</th><th colspan="2">시험 기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">절연저항 시험</td><td rowspan="3">시험 전압별 전원과 접지 사이 타회로는 모두 접지와 연결</td><td rowspan="3">장치별 기준전압</td><td>내전압 시험 전</td><td rowspan="2">20[MΩ] 이상</td></tr>
<tr><td>내전압 시험 후</td></tr>
<tr><td>내전압 시험</td><td colspan="2">시험전압 1분간 인가 후 개발품 상태가 이상이 없을 것</td></tr>
</table>

<표 31> 전원 변동 시험 기준

<table>
<tr><th>구분</th><th>시험전압</th><th>시험 기준</th></tr>
<tr><td>직류 전원 변동 시험</td><td>정격전원 전압의 상/하한치 (DC 70[V]/110[V])</td><td rowspan="2">성능검사 수행 시 이상이 없을것</td></tr>
<tr><td>교류 전원 변동 시험</td><td>정격 전원 전압, 주파수에 대한 상/하한치 조합</td></tr>
</table>

- 개발품의 중앙 제어기 및 스테이션 내부 제어기에는 IEC 61000-4의 전자파 내성 시험 기준으로 시험하고, IEC 62236-3-2의 전자파 내성 시험 성능 평가 기준을 적용하여, 전자파에 대한 오동작 발생을 방지하도록 개발되어야 함

<표 32> 전자파 내성 시험 기준

구분	적용단자	내성기준	적용규격	평가기준
정전기 방전	표면단자	6[kV](접촉방전) 8[kV](공기중방전)	IEC 61000-4-2	B
방사내성	표면단자	80~1000[MHz], 20[V/m]	IEC 61000-4-3	A
		1400~2100[MHz], 10[V/m]		
		2100~2500[MHz], 5[V/m]		
버스트	신호선, 통신단자 입력전원단자	2[kV], 5[kH]	IEC 61000-4-4	A
서지	입력 전원단자	2[kV](선-접지) 1[kV](선-선)	IEC 61000-4-5	B
전도내성	신호선, 통신단자 입력 전원단자	0.15 ~ 80[MHz], 10[V] 80% AM(1kHz)	IEC 61000-4-6	A

4) 공인기관 성능검증(성적서) 확보

○ **(공인기관 성능검증 확보)** 공인기관을 통한 철도차량 ECVM 시스템 성능검증을 실시하여, 해외 수출 등을 위한 시스템 신뢰성 확보 필요

제4장 연구과제 상세기획

1. 기술개발전략 수립

1) 비젼 및 목표 설정

가. SWOT분석

○ 철도차량 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술의 개발을 위하여 관련된 내·외부 환경을 분석하고 강점(Strength), 약점(Weakness), 기회(Opportunity), 위협(Threat) 요인을 규정하며 이를 토대로 SO전략, ST전략, WO전략, WT전략 분석을 동시에 시행하여 기술개발 전략의 방향을 설정

○ 내부역량의 강점(Strength)으로서 차량정비기지 위생환경 조성을 통한 위해요인 해소 및 안전성 확보에 대해 정책적인 관심이 증대되는 추세이며, 오물수거 관련 업체들이 자동화 기술 등 국외 기술을 벤치마킹하여 지속적으로 기술을 습득하고 있다는 점, 또한 해외기술 대비 IOT 기술, 네트워크 기술 등은 국내기술이 우수하다는 점을 들 수 있음

○ 내부역량의 약점(Weakness)으로서 철도차량 정비량 및 정비선 산정기준에 따라 오물처리는 3D 업종으로 인식되어 관련 산업체가 전반적으로 기반이 매우 열악한 점, 관련 기술수준이 선진국 대비 낮은 점과 오물수거 설비가 정비선 등 실내에 구축되어 운영되고 있어 시스템을 외부에 구축 시 동절기 등 기후환경 변화에 정상 성능과 기능을 유지하기 위한 기술 미확보를 들 수 있음

○ 외부환경의 기회(Opportunity)로는 과제 수행을 통해 시스템 고도화 및 자동화 기술이 국내 철도산업계 신장 및 해외에서도 선호할 수 있는 신개념 오물처리시스템 시장개척 기회이며, 뿐만 아니라 전천후 오물수거 가능한 시스템은 오물수거 시간 단축을 통한 차량기지 정비용량을 향상시키고 이를 통해 차량정비기지 건설비용을 절감할 수 있다는 점 등을 들 수 있음

○ 외부환경의 위협(Threat)으로는 기존 오물수거 설비와의 병행사용 또는 호환성 확보기술이 요구되고 있으며, 특허분석에서 보듯이 세계 주요 국가에서 기술개발 관심이 증대되고 있고, 특히 중국의 해당분야 기술력이 급성장하고 있으며 오물수거시스템은 환경보호가 기본적인 요구사항이 되고 있는 만큼 이를 고려한 기술개발이 필요함

<그림 38> 오물수거 시스템 고도화 SWOT 분석

나. 비전 및 목표

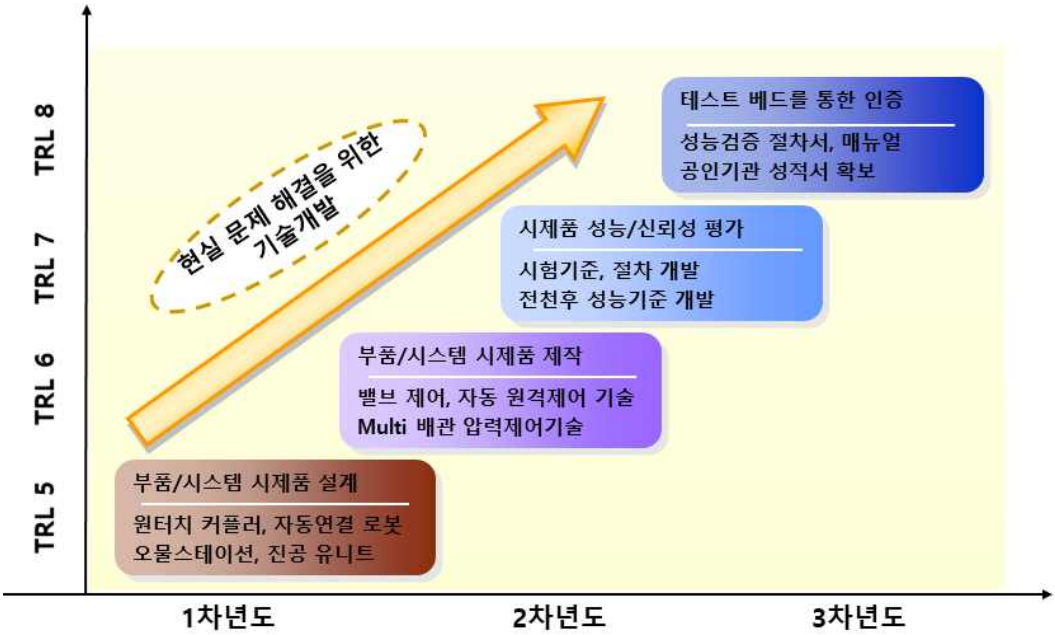
○ SWOT 분석 결과를 토대로 정비기지 운영 효율화, 원격 및 통합제어시스템 기능 확보, IOT 기술, 오물 이송관 신속 연결/분리 용이, 기존 설비와 호환성 확보 등을 주된 키워드로 하여 비전과 목표 설정

○ 실제 운영환경에서 발생할 수 있는 위험도를 최소화하고 하고 국가 연구개발을 통해 쾌적한 정비기지 위생환경 조성 및 운영 효율화 증진을 위해 원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발, 오물수거 고도화, 성능검증 및 운영/관리기준 등을 기반으로 과제를 도출하고 국토교통부 등 상위 계획과의 정책 일관성 유지할 수 있도록 목표 설정

<그림 39> 철도차량 ECVM 시스템 개발 목표

2) 기술개발 로드맵

○ 쾌적한 정비기지 위생환경 조성 및 정비기지 운영 효율화를 위하여 실용화 중심의 기술개발 방향을 설정하고, 3년간의 기술개발을 통해 향후 EMU 신규차량 도입 등으로 정비수요가 증가함에 따라 정비기지 건설 시 개발기술의 적용으로 기술개발 효과의 증대는 물론, 해외에 기술 수출을 추진할 수 있도록 기술개발 로드맵 작성

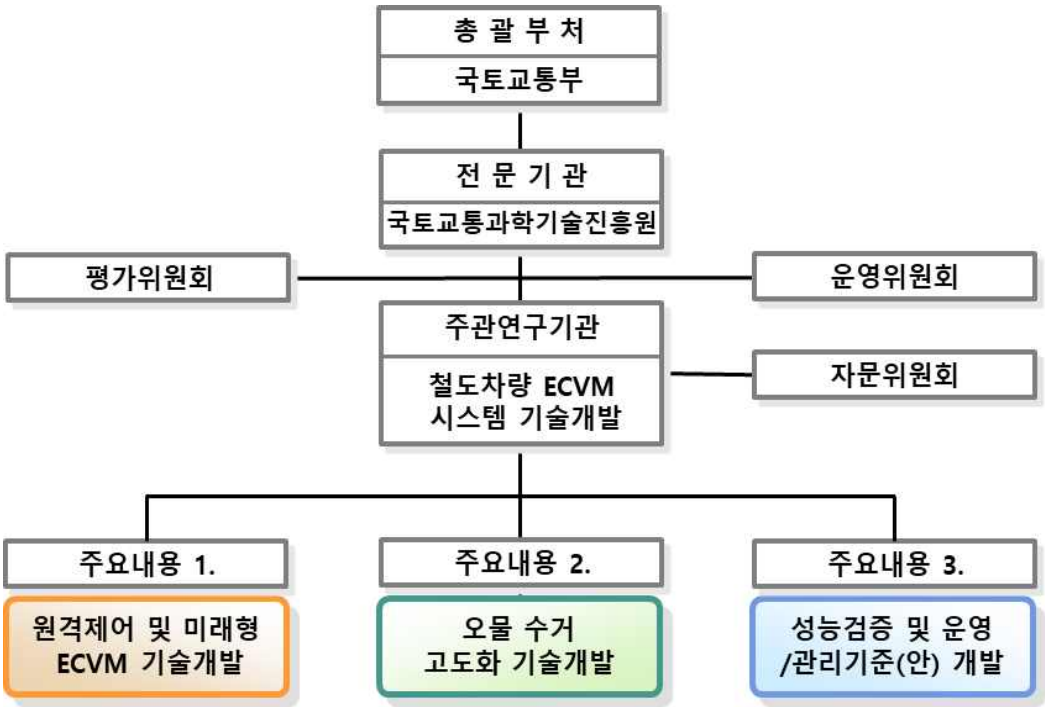


<그림 40> 기술개발 로드맵

2. 연구개발과제 구성 및 내용

1) 연구개발과제 구성

○ 철도차량 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술개발 과제는 1개의 핵심과제로 구성하며, 총괄부처는 국토교통부, 전문연구기관으로 국토교통과학기술진흥원, 그리고 과제의 지원을 위해 자문위원회를 구성하여 운영



<그림 41> 철도차량 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술개발 과제 구성

○ 철도차량 ECVM 시스템 기술개발을 통하여 오물수거 시간을 단축하여 정비기지 운용을 효율화 함

- 전천후 철도차량 오물 수거 가능한 시스템 및 자동화 기술을 개발하여 철도차량 정비기지 정비용량을 향상하고 이를 통해 정비기지 건설비용 절감
- 기존 오물처리 작업(도보 이동, 수동 연결)의 문제점을 보완하기 위한 운영 효율화 기술개발 연구가 필요하며, 1 cycle 기준으로 순차적으로 진행되는 문제점을 개선하기 위한 고도화 기술개발 연구가 필요함
- 이를 위해 차량 오물통 위치를 자동으로 검지하여 오물배출구를 자동연결하는 자동화 기술과 IoT기술을 이용한 오물통 상태 모니터링 기술이 선행되어야 함

○ 오물수거 시스템 고도화를 통하여 정비기지 내 위생 환경 위해 요인 해소 및 안전성 확보

- 현 오물수거 작업공간은 철도차량 유지보수를 하고있는 정비기지 내부에 위치해 있으며, 작업자 이동 동선에 1선로당 약400m 구간에 설치되어있어 이로 인한 안전사고가 발생되고 좋지 않은 냄새로 인하여 최첨단 정비기지 이미지를 훼손하고 있음 (고양시에 있는 고속철도 정비기지의 경우 11개 수거선로 설치)

- 문제 해결을 위한 ECVM 기술개발을 통해(자동화 및 원격제어, 소형 경량화, 롤 배관, 원터치 밸브 등) 신속한 오물수거와 쾌적한 오물수거 환경조성을 목적으로 함

<그림 42> 오물 수거 고도화 기술 개발 방법

2) 연구개발과제 추진전략

○ 오물수거 시스템 고도화 및 자동화 기술개발 시스템 설계/제작하는 1단계와 개발된 기술과 시스템에 대하여 현장에 실증하는 2단계로 나누어 추진함

<표 33> 기술개발 단계별 예산 및 목표

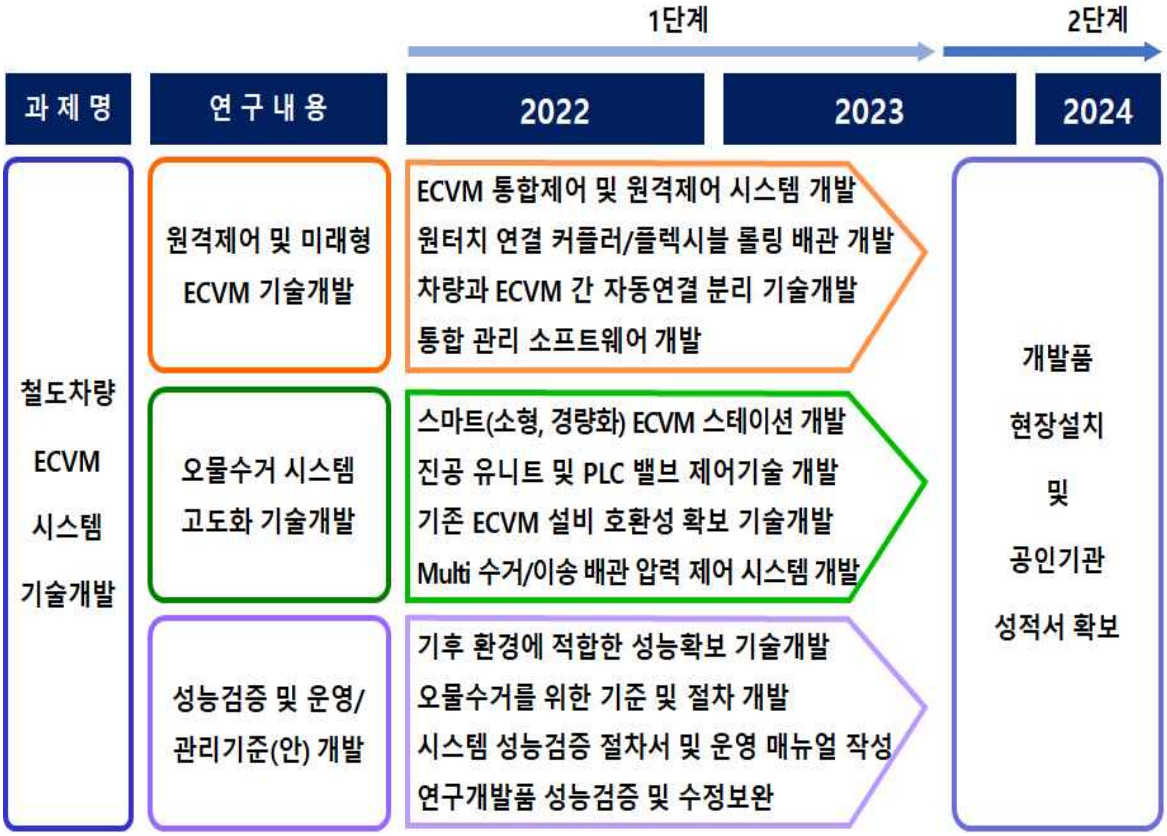
단 계	1단계	2단계
기 간	20개월	12개월
예 산	약 28억원	약 10억원
목 표	- 환경조사 및 기초설계 - ECVM 고도화 및 자동화 기술개발 시스템 설계/제작/설치	- 개발품 현장설치 및 공인기관성적서 확보 - 운영/관리 기준 개발

3) 연구 주요내용

<표 34> 연구목표 및 추진내용

철도차량 ECVM 시스템 기술개발	
연구개발 목 표	• 철도차량 정비기지 운영 효율화를 위한 오물수거 기술개발 • 오물 수거 고도화 기술개발 • 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발
세부추진내용	• 원격제어 및 미래형 ECVM 기술개발 - ECVM 통합제어 및 원격제어 시스템 개발 - 오물 이송관 원터치 연결 커플러 및 플렉시블 롤링 배관 개발 - 차량과 ECVM 3개 튜브관(오수, 세척, 급수) 자동연결 분리 기술개발 - 통합 관리 소프트웨어 개발 • 오물 수거 고도화 기술개발 - 스마트(소형, 경량화) 오물스테이션 개발 - 진공 유니트 시스템 개발 및 PLC 밸브 제어기술 개발 - 기존 오물수거 설비와 병행사용 또는 호환성 확보 기술개발 - 오물통 Multi 수거 및 장거리 이송 가능 배관선로 압력제어 시스템 개발 • 성능검증 및 운영/관리기준(안) 개발 - 폭넓은 기후 환경에 적합한 성능확보 기술개발(동파 및 냄새 감소) - 오물수거를 위한 기준 및 절차 개발 - 시스템 성능검증 절차서 및 운영 매뉴얼 작성 - 공인기관 성능검증(성적서) 확보

4) 연구과제 로드맵



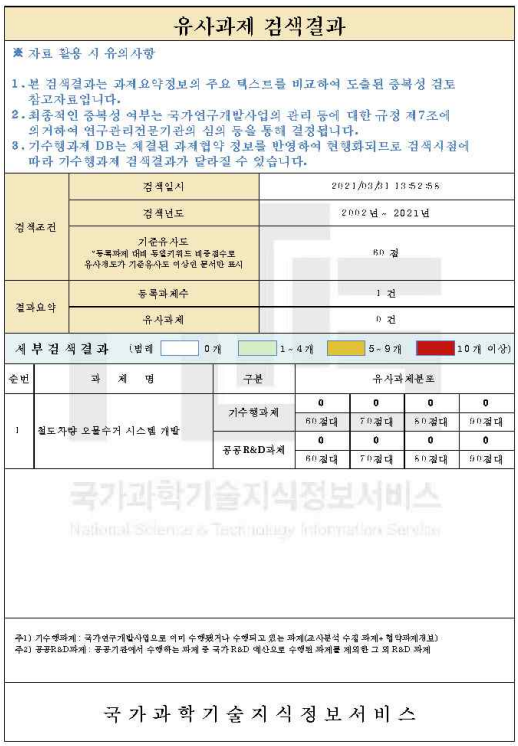
<그림 43> 연구과제 로드맵

5) 연구과제 중복성 검토

○ 국토교통연구개발사업 관리지침에 의거하여 정부출연 연구과제의 과제 중복성 검토를 위하여 도출된 핵심과제 및 연구 세부내용을 대상으로 국가과학기술지식정보서비스(National Science & Technology Information Service)의 유사과제 검토과정을 수행

○ 개별과제별 연구명, 연구목표, 연구내용, 기대효과, 키워드(한/영) 등을 입력하여 기 수행과제, 타인등록과제, 공공R&D과제와의 비교, 검토를 통하여 유사과제 여부 판단

<그림 44> 연구과제 중복성 검토 방안



유사과제 검색결과

※ 자료 활용 시 유의사항

1. 본 검색결과는 과제요약정보의 주요 텍스트를 비교하여 도출된 중복성 검토 참고자료입니다.
2. 최종적인 중복성 여부는 국가연구개발사업의 관리 등에 대한 규정 제7조에 의거하여 연구관리전문기관의 심의 등을 통해 결정됩니다.
3. 기수행과제 DB는 체결된 과제협약 정보를 반영하여 현행화되므로 검색시점에 따라 기수행과제 검색결과가 달라질 수 있습니다.

검색조건	검색일시	2021/03/31 13:52:58
	검색년도	2002년 ~ 2021년
	기준유사도 *등록과제 대비 동일키워드 비중점수로 유사정도가 기준유사도 이상인 문서만 표시	80 점
결과요약	등록과제수	1 건
	유사과제	0 건

세부검색결과 (범례 0개 / 1~4개 / 5~9개 / 10개 이상)

순번	과제명	구분	유사과제분포			
1	철도차량 오물수거 시스템 개발	기수행과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대
		공공R&D과제	0	0	0	0
			60점대	70점대	80점대	90점대

주1) 기수행과제 : 국가연구개발사업으로 이미 수행했거나 수행되고 있는 과제(조사분석 수집 과제+협약과제개보)
주2) 공공R&D과제 : 공공기관에서 수행하는 과제 중 국가R&D 예산으로 수행된 과제를 제외한 그 외 R&D 과제

국가과학기술지식정보서비스

유사과제 요약정보

검색 된 결과가 없습니다.

주1) 순번: 관련된 등록과제 순번으로 해당 순번을 가진 등록과제의 유사과제임을 의미
주2) 구분: 기수행과제(수행)과 공공R&D(공공)을 구분
주3) 구분: 유사과제로 검출된 연구과제가 실시된 연도(협약일가 기준)
주4) 유사도: 등록과제와 유사과제 간 동일키워드 비중점수

국가과학기술지식정보서비스

<NTIS 유사과제 검색 결과> <NTIS 유사과제 요약정보>

<그림 45> 유사과제 검색 결과

3. 연구과제 추진방안

1) 추진전략

○ 수요처(사용자)와의 유기적 협조체계 구축

- 연구개발 성과물의 실용화를 위해 연구기관에 수요기관(사용자) 참여
- 연구개발 성과물의 실용화를 위해 수요기관에서 제시되는 현장 애로사항 및 의견을 개발에 반영

○ 연구성과물 실용화를 위한 추진전략 마련

- 기술개발품 실용화를 목표로 연구개발 추진
- 기술개발 성과물의 원활한 상용화를 위한 성능검증, 공인인증, 제품인증을 기술개발 내용에 포함
- Test-bed 구축계획을 조기에 수립하고, 성과물 성능 및 신뢰성 검증방안을 제시

○ 관련분야 전문가 자문

- 국내외 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
- 실효성 있는 결과물 도출을 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 적극 수렴

○ 제품 개발 시 국내외의 특허를 검색하여 유사한 특허정보 확보, 회피전략 및 해외 진출 전략 수립

○ 기존에 수행되었거나 수행 중인 관련과제와 연계 및 성과물을 활용하여 연구개발 효율성 극대화

2) 추진체계

○ 본 공모과제는 융복합 기술을 기반으로 하는 실용화 연구로 관련 기술을 확보한 대학/연구기관, 기업 및 성과물을 활용할 수 있는 운영기관이 참여

<표 35> 연구개발 추진체계

연구개발과제	
과제명	**철도차량 ECVM 시스템 기술개발**

주관연구기관
ECVM 효율성 향상 및 호환성 기술 개발
담당기술개발내용
성능검증 및 Test-bed 구축 지원

공동연구기관(1)	공동연구기관(2)	공동연구기관(3)
미래형 ECVM 기술개발	ECVM 고도화 기술개발	성능검증 및 운영기술개발
담당기술개발내용	담당기술개발내용	담당기술개발내용
- 원터치 커플러 개발 - 원격제어시스템 개발 - 자동연결분리 기술개발 - 통합 관리 소프트웨어 개발	- 스마트 ECVM 스테이션 개발 - 진공 유닛/밸브 제어기술 개발 - 기존 시스템과 호환성 확보기술 - Multi 배관 압력제어기술 개발	- 시험기준 및 절차, 매뉴얼 개발 - 전천후 성능 기준 개발 - 시스템 성능검증절차서 작성 - 공인기관 성능검증 확보

○ 참여기업은 과제추진 시 역할(자료/기술 조사, 시제품 개발 등)이 명확하여야 하며, 연구개발 결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함

○ 각계 전문가 자문단 또는 자체평가위원단을 구성하여, 연구개발의 기술적, 정책적, 경제적 보완사항에 대한 자문

○ 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고

3) Test-Bed 구축전략(안)

○ 한국철도공사 26개 차량 정비기지를 대상으로 조사

○ 설치위치 검토 시 주요 착안사항

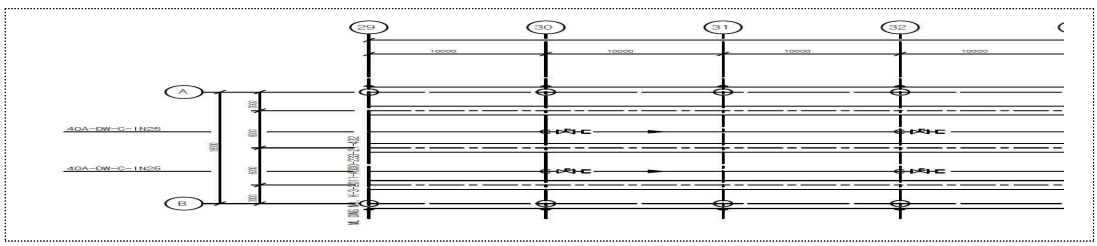
- 옥외설치 장소 검토(악취, 혐오, 기피 등 작업자 고려)
- 기지운용에 지장이 없는 곳(오물수거를 위한 별도 입환공정 지양)
- 철도건설법 기준 준용 가능여부(선로간 5,625mm 거리 확보)
- 오물수거 인프라 검토(수거 및 이송 등 기존 인프라시설 적용가능 검토)

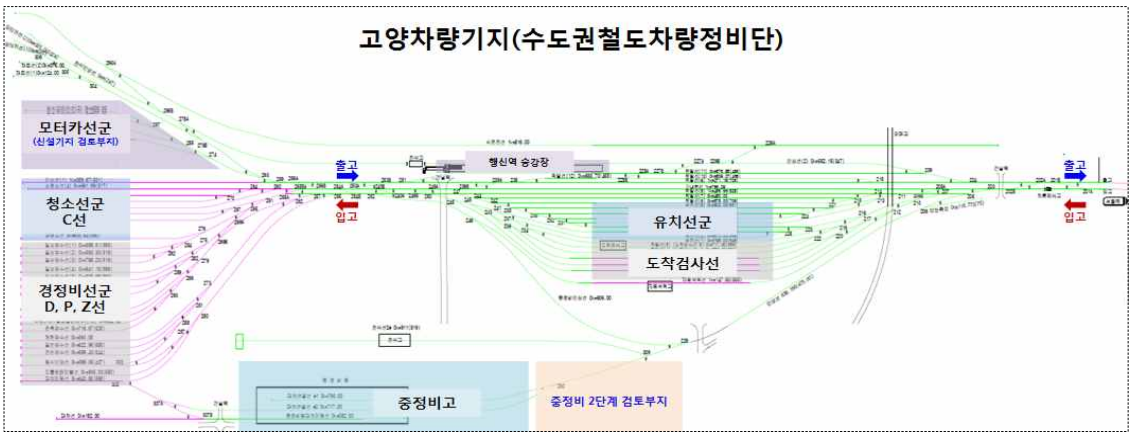
○ 개발품의 Test-bed는 해당 개발품의 활용성 및 유지관리를 감안하여 역 또는 주박지 보다는 고속철도차량기지 내에 배치하고, 국내 기후조건 및 차량 운영조건을 감안하였을 때 고속철도차량기지 중에는 수도권철도차량정비단에 배치하는 것이 개발품의 사용성을 가장 높일 수 있을 것으로 판단됨

○ 수도권철도차량정비단의 구내 배선과 차량 운영조건을 감안하였을 때 차량기지 유치선 또는 도착검사선 주변으로 설치함으로써 불필요한 입환작업을 줄이고 작업 소요시간을 단축시킬 수 있을 것으로 사료됨

○ 세부설치 위치(안) : 수도권철도차량정비기지 도착검사고

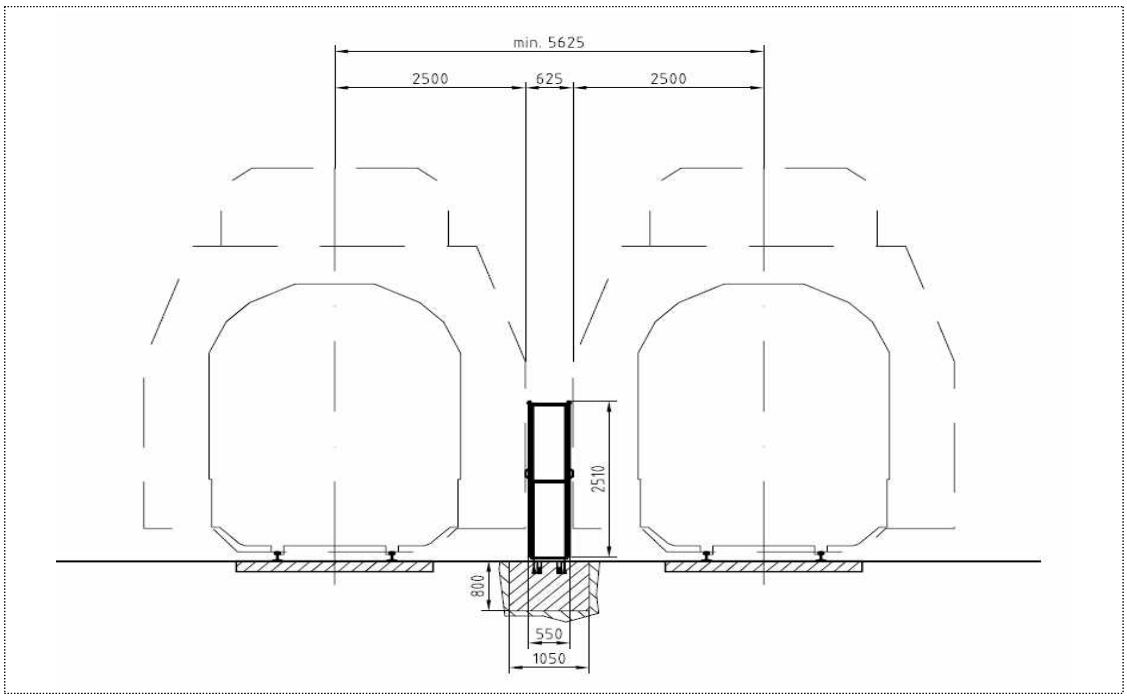
선로간 거리 : 6,000mm로 기준에 부합하는 N1~2 ,N2~3번선





<그림 46> 고양차량기지 노선도

○ 또한 철도건설법 차량한계 기준으로 선로간 확보된 5,625[mm] 거리를 이용하여 철도차량 ECVM 시스템을 설치함



<그림 47> 철도차량 접촉한계를 고려한 개발품 설치공간 검토

4. 인력투입계획 및 소요예산 산정

1) 인력투입계획

○ 연구일정에 따른 인력투입계획은 연구목표별로 투입되는 연구인력을 기준으로 구분하여 산출함

○ 총 투입 연구 인력은 3년간 115명이 투입될 계획임

<표 36> 연차별 연구인력 투입계획

단위 : [명]

분 류	1단계		2단계	합계
	1차년	2차년	3차년	
미래형 ECVM 기술개발	10	15	15	40
ECVM 고도화 기술개발	10	10	10	30
성능검증 및 운영 기술개발	15	15	15	45
합 계	35	40	40	115

2) 소요예산계획

○ 연구일정에 따른 소요예산은 투입인력을 고려한 인건비, 연구활동에 따른 장비비, 재료비 투입계획을 고려하여 산정하였음

○ 총 소요예산은 정부출연금 38억원으로 계획함

<표 37> 연차별 소요예산 계획

단위 : [억원]

분 류	1단계		2단계	합계
	1차년	2차년	3차년	
미래형 ECVM 기술개발	6	8	5	19
ECVM 고도화 기술개발	5	6	4	15
성능검증 및 운영 기술개발	1	2	1	4
합 계	12	16	10	38

5. 개발성과물 성능목표 및 평가계획

1) 개발성과물 성능목표

<표 38> 개발성과물 성능목표

성능평가 항목	단위	개발목표치	설정근거
오물수거 소요시간	정량평가	20 Min 10량/편성 기준	- 기존 오물수거 장비 작업 소요시간은 약 40분으로 기술 개발 시 30~50% 소요시간 절감 설정
스마트(소형, 경량화) 오물스테이션	정성평가	만족도 설문조사 (우수 의견 70% 상)	- 기존 오물수거 장비는 스테이션 대비 디자인 요소 및 작업자 만족도 - 작업자 동선 단축거리
커플러연결/분리 소요시간	정량평가	7분 이내 10량/편성 기준	- 원터치 연결 커플러를 이용하여 소요시간 절감 설정
Multi 시스템	정량평가	기능구현	- 오물 수거, 청소, 이송, 관리 등 통합 관리 시스템 구현
전천후 시스템	정량평가	-온도 -40 ~ 50℃ 정상동작	- 연구개발 시스템이 정비고 내부 또는 옥외 유치선에 설치 시에도 정상 동작
진공 유니트 개발	정량평가	진공도 20% 이내	- 배관 진공압력은 초입부와 말단의 진공도 편차없이 일정

2) 개발성과물 평가계획

○ 시스템 성능검증 절차서에 따라 제 3 공인시험기관을 통해 성능검증

○ 공인기관 성능검증(성적서) 확보

6. 기대효과

○ 철도차량 정비기지 신설 또는 이전 시 건설비용 절감 가능 및 기 설치된 차량기지 오물 수거 시스템 개량 사업 추진 시 적용으로 정비기지 운용 효율화 기여

- 한국철도 오물수거설비 26개소 운영 중

○ ES 작업시간 감소로 차량기지 정비용량 증가로 차량기지 개량에 소요되는 비용 절감 가능

- 오물수거장치 고도화로 화장실 오물수거시간을 단축(20량 1편성 기준: 20분, 10량 1편성 기준 10분)하면 약 1.3편성 정비용량 증가 효과가 있고 오물수거 선을 별도로 설치할 경우 6편성 정비용량 증가효과가 있음

- 6편성 정비용량 증가 효과를 건설비용과 연계하여 분석하면 유치선 관점에서는 약 140억, 정비기지화 관점에서는 약 650억원의 절감 효과 있음

* 강릉차량기지 건설비용 분석

<표 39> 차량기지 건설비용 사례

건설기간	건설비용	정비능력	부지면적	비고
`16.1～`19.1	2,154억원	고속12편성 일반8편성	300,166㎡	설계기간 미포함

* 현장적용 예정인 한국철도공사 수도권철도차량정비단 건설은 1998년 전에 설계되고 2002년 준공하였기 때문에 당시 건설비용을 적용 효과로 산출하기 어려움

○ 오물 수거 후 청소상태 모니터링을 통해 객차 내부 오물냄새 발생원인 경감을 통해 철도교통 이용고객에게 질 좋은 교통서비스 제공

○ 실용화시 기술료 및 기술사업화 추진 가능한 대상과제임

○ 기타

- 국제적으로 개발사례가 없는 로봇오물수거 자동시스템 개발에 필요한 원천기술과 노하우 축척

- 국제적으로 가장 첨단화된 오물수거설비 개발로 기술선도 및 해외 기술사업화 기대

제5장 과제제안요구서

1. 과제제안요구서

연구개발과제명	철도차량 ECVM 시스템 기술개발

1. 연구개발목표

○ 철도차량 ECVM* 시스템 기술개발

- 고속철도 차량용(KTX-Ⅱ) 스마트 오물처리 시스템 개발

* ECVM(Effluent water Collect Vacuum Multiple module) 폐수회수 진공 다중모듈

○ 개발 주요 사양

- 국내 운영 중인 오물수거 시스템과 동등성능 이상의 시제품 설계/제작/시험
- Multi 수거 오물스테이션 동작 가능
- 오물수거 시간 : 20분 이내/편성 (10량 1편성 기준)
- 내환경 성능 : -40℃ ~ 50℃ 정상동작
- 커플러 연결/분리 소요시간 : 7분 이내
- 오물통 만수상태 : 10%를 기준으로 10단계 모니터링

2. 연구개발 필요성 및 기술동향

□ 연구개발 필요성

○ KTX-1, KTX-산천, 원강선, EMU-260 등 16개 차량정비기지에 오물처리 시스템이 설치되어 운영 중이나 최근 철도 운송 수요 증대로 인한 활발한 건설사업 추진과 선로이용 증대 등으로 차량기지의 정비량이 증대되고 있어, 오물처리를 위한 소요시간이 정비기지 용량과 운용율에 영향을 미치는 문제로 대두됨

- 현재 KTX-Ⅰ의 유지보수를 담당하는 차량기지의 오물처리시스템은 모든 작업을 작업자가 수동으로 조작하고 있어 호스 연결부터 오물스테이션의 조작, 분리 등 소요시간이 길어지고 있으며,
- KTX-Ⅰ의 오물통 내의 오물량을 저수, 80%, 만수 3단계로 차량 내부에서만 현시되어, 오물수거가 불필요한 오물통도 작업시간이 할당되고 있어 소요시간이 더욱 증가되고 있음

○ 현재 국내외 철도 운영기관에서 지능형 자동화 로봇 및 IoT 적용 오물처리시스템 사례는 없으나, 향후 신호시스템의 향상을 통해 운전시격이 단

	축되고 선로용량이 증설되어 운행 편성이 증가할 경우 오물처리 소요시간이 문제점으로 대두될 수 있음 ○ 오물처리는 3D 업종으로 구분되어 산업계 전반적으로 기반이 매우 열악하으모 관련분야 이미지를 쇄신할 수 있는 기반을 마련하고, 국내 철도산업계 신장 및 해외시장에서도 선호할 수 있는 신개념의 오물처리 시스템 개발 필요 - 국내 스마트 오물스테이션 및 IoT기반 오물통 관리 시스템을 개발 적용하여 국내 신규 시장진출을 통한 기술 우위 선점
□ 기술동향	○ 국내 동향 - (정책동향) 제3차 철도안전종합계획('16~'20)에 따라 철도 운영사가 안전을 최우선 가치로 삼아 운영하도록 철도안전/편의 등을 위한 기술 개발로 철도 핵심부품 장치 국산화 및 고도화 기술개발, 자동화 기반 능동유지보수 등 철도 건설·운영비 절감 기술 개발을 추진 중 - (시장동향) 국내 철도에는 16개 차량정비기지에 오물처리 시스템이 설치되어 운영 중이나 최근 철도 운송 수용 증대로 활발한 건설사업 추진과 선로용량 증대 등으로 차량기지의 검수량이 증대되고 있어, 정비 시 오물수거 공정이 문제로 대두되고 있음 - (기술동향) 오물처리 작업은 차량 스커트 오픈, 오물스테이션과 오물통 연결, 오물스테이션 별 기기 조작, 오물스테이션과 오물통 분리 및 정리 등을 수작업으로 이루어져 오물처리에 장시간이(1시간/20량 1편성) 소요됨 - (기술동향) 차량의 주요 부품이나 장치 등은 편성 및 차호에 대한 검수 기록을 관리하고 있으나, 오물통에 대한 관리지침 등이 미흡하여 개별 관리 기록등이 데이터화 되어 있지 않아 차호별 오물 퇴적량, 집중 수거 호차 구별, 오물통 별 퇴적량 등에 대한 관리가 미흡한 실정임 - (기술동향) 오물통의 만수 확인은 기관사 또는 객차 내부의 LED등으로 확인이 가능하여 내부에서 검수원이 육안으로 확인하거나, 운전실 TDCS의 로그 확인으로 오물통의 만수를 확인 가능하여 적정한 오물처리 시점을 예측 할 수 없음 ○ 국외 동향

- 국외 오물처리 시스템도 국내 도입된 시스템과 유사한 형태를 하고 있으며 작업자의 수동연결, 수동제어 방식을 택하고 있으며, 오물통의 구조도 유사하여 육안 확인 또는 차량의 제어시스템의 정보를 이용하기 때문에 데이터의 누적을 통한 사전 작업이 불가함
- 스페인(Aquafrisch)은 열차 선로를 따라 분포된 독립적 수거 스테이션으로 수거는 압축기/감압기에 의하여 수행하고, 모든 하수는 축적탱크에 저장하며, 장비가동은 터치 스크린을 활용하여 제어하며, 자체 수거호스 및 열차 탱크 헹굼을 위한 별도 호스 포함하고 있음
- 독일(Vogelsang)은 열차에 적용되는 3종류(VAC UNIT, T UNIT, REEL UNIT)의 오물처리 시스템를 혼용하여 사용하며,
- VAC UNIT 시스템은 로터리 로브 펌프를 기반으로 동일한 작업 단계에서 폐수-공기 혼합물의 폐수를 직접 운반하여, 공기와 폐수를 별도로 펌핑하기 위한 추가 장치 및 장비가 필요하지 않음
- T UNIT 시스템은 케이싱 내부에 T형 로브 회전에 의한 용적 변화로 진공을 발생하므로 복잡하지 않은 구조와 쉬운 접근 덕분에 유지 관리가 매우 간단

3. 연구개발내용

○ 철도차량 ECVM 시스템 기술개발

- 해외 선진 기술 대비 개발대상 성능 비교 분석
- 국내외 표준 및 규격, 기술기준, 사용자 요구사항 조사 적용 기술개발
- 토출구 자동연결 로봇 시스템 개발
- 자동연결용 통합 연결 지그 개발
- 스마트 오물스테이션 통합 관리 소프트웨어 개발
- 자동연결용 원터치 커플러 및 스마트 회수배관(롤링시스템 등) 개발
- 오물통 수위 감지를 위한 센서 모듈 개발
- 오물통 오염도 검지 모듈 개발
- 수위 감지 데이터 전송을 위한 통신 모듈 개발
- 수위 감지 빅데이터를 통한 오물통 상태 진단 DB 구축

	- Multi 오물 수거 시스템 개발 - 오물량에 따른 자동진단 수거 프로세스 개발 - 개발품 현장적용 및 성능검증 - 스마트 오물스테이션 시제품 규격서 개발 - 스마트 오물스테이션 시제품 작업절차서 개발 - 스마트 오물스테이션 시제품 유지보수 매뉴얼 개발
4. 연구개발 추진방법	
□ 추진전략	○ 정량적 연구목표와 목표 설정근거 및 산출근거 제시 - 수요처 니즈 등을 고려한 목표성능 제시 - 연구개발성과목표 및 성과지표를 제시하고 성과물의 목표수준 달성여부를 확인할 수 있는 검증방안 제시 ○ 단계별 구체적 목표를 수립하고, 그에 따른 추진전략 및 일정계획 수립 - 핵심기술별 단계별, 연차별 목표와 추진일정, 개발 기술과 성과물간의 유기적 연계를 파악할 수 있는 체계(세부 기술별 성과 로드맵) 제시 ○ 연구개발성과물의 성능 및 신뢰성을 객관적으로 검증할 수 있는 검증방안 제시 - 테스트베드 구축을 통한 검증시 이에 대한 구체적인 구축 및 실증방안 제시 ○ 선행 연구개발과제 성과 및 국내외 민간 기술·제품 등과 연계·활용 추진 - 선행 연구개발과제와의 중복검토 및 연구개발성과의 구체적 연계·활용 방안 제시 ○ 정부 및 예상수요기관 등의 의견수렴과 유기적 협조체계를 구축하여 연구개발성과의 실용화 가능성 제고 ○ 구체적인 실용화 계획 반드시 제시 ○ 연구개발성과 실용화를 위한 법·제도 또는 기준 등의 정비 및 제·개정의 필요성 검토
□ 추진체계	○ 연구개발성과 실용화를 위해 실수요처 및 실시기업의 참여 권장

○ 정부 및 산·학·연, 수요처 등과의 유기적인 협조체계 구축

○ 연구개발내용 검증 및 객관성 확보를 위해 외부전문가 자문위원회 구성·운영하고 연구개발내용의 기술적·정책적·경제적 보완사항에 대한 자문 실시

○ 참여 연구개발기관 간 협력을 통한 기술개발 과제 간 연계성 확보 및 협조체계 구축

○ 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

○ 연구신청자는 과다한 연구개발기관수의 참여 및 연구개발계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 연구개발기관으로만 구성하여 연구개발추진의 효율성을 도모

○ 산·학·연 간의 긴밀한 협력, 기술공급자와 수요자 간의 긴밀한 협력을 통한 수요 지향적 기술개발 및 수행 체계 구축 필요(지속적인 기술 동향 조사 및 수요 조사 등)

5. 최종 연구개발성과물

○ 철도차량 ECVM 시스템 기술개발

- 국내외 최신 기술동향 및 적용사례 조사 분석 결과보고서
- ECVM 시스템 설계도서(사양서 및 설계도면 등)
- ECVM 시스템 시제품
- ECVM 시스템 시제품 공인기관 시험 성적서
- ECVM 시스템 시제품 규격서
- ECVM 시스템 시제품 작업절차서
- ECVM 시스템 시제품 유지보수 매뉴얼

6. 활용방안 및 기대효과

□ **활용방안**

○ 설계도는 개발 기관의 상용화 및 사업화를 위한 용도 활용

○ 설계도, 공인기관 시험성적서, 개발품 등은 제작자 품질경영시스템 인증 및 제품 인증 획득 시 활용

	○ 설계서, 운영 및 유지보수 규격서는 운영기관 최적운영 및 유지보수지침에 활용 ○ 국내외 철도차량 오물수거시스템 신규 시장진입 및 유지보수용 커플링, 밸브 및 씰링 기술 등 부품별 기술 활용 ○ 국내외 철도차량(고속철도차량, 일반철도차량 등)에 오물통 상태 감시 기술 개발의 요소기술에 대한 적용성을 검토하여 일부 변형 등을 통해 활용
□ 기대효과	○ 철도차량 ECVM 시스템 기술개발을 통한 국내 시장진출을 통한 신규매출 확보 - 국내 신규시장 매출액 : 약 260억원(국내 운영설비 26개소 개조 시) - 해외 신규시장 매출액 : 국내 실용화 후 그 효과에 따라 유동적으로 발생 ○ 오물스테이션의 체결 안전도, 속도 및 작업 효율 향상으로 승객 불만족 사례 감소 및 승객 서비스 향상 ○ 오물처리 데이터 및 오물통의 수위 감지 데이터를 무선으로 수신하여 원격 관리를 통해 DB화하여 오물 관리 빅데이터를 생성하여 신속한 오물처리 가능 ○ 향후 확보된 기술을 기초로 해외진출이 가능할 것으로 기대되고 해외 오물수거시스템 제작업체와의 기술경쟁력 확보
7. 연구개발기간 및 연구개발비	
	□ 총 연구개발기간 : 2021.05. ~ 2023.12.(2년 8개월) ○ 1단계 - 1년차 연구개발기간 : ’21.5.1～’21.12.31 (8개월) - 2년차 연구개발기간 : ’22.1.1～’22.12.31 (12개월) ○ 2단계 - 3년차 연구개발기간 : ’23.1.1～’23.12.31 (12개월) □ 총 정부지원연구개발비 : 3,800백만원 이내 ○ 1년차 정부지원연구개발비 : 1,200백만원 이내

※ 정부지원연구개발비는 선정평가 결과 또는 정부예산사정 등에 따라 조정될 수 있음
※ 영리기관 참여시 기관부담연구개발비는 연차별로「국가연구개발혁신법 시행령」[별표 1]을 따르되, 추가 부담 가능
※ 연구개발비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소 조정 가능

8. 기 타

○ 본 연구개발과제의 보안등급은 “일반과제”임

○ 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구개발내용을 참고하여 작성하되 최종 연구개발목표 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함

○ 필요시 공모된 연구개발과제명 외에 연구개발목표・내용에 대한 대표성을 가지고 타 연구개발과제와 차별화되면서 알기 쉬운 연구개발과제명으로 수정하여 제안할 수 있음

○ 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사 연구개발과제와 연구개발내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
※ http://www.kaia.re.kr, http://www.ntis.go.kr의 유사과제목록 참조

- 제안된 연구개발내용이 타 유사 연구개발과제와 연구개발방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
※ 연구개발 수행 도중 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 경우 협약 해약 가능

○ 연구개발 착수시점 기술현황과 개발종료 후의 기술예측에 대한 대비가 가능하도록 개발기술별로 As-Is와 To-Be를 구체화하여 제시

○ 신청자는 연구개발 성과목표(성과지표/목표치/가중치), 추진일정 및 이에 대한 관리계획 등을 연구개발계획서에 제시
- 개발기술 및 성과물의 목표수준 달성 정도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시해야 함
※ 연구개발과제 선정 이후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검・관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(사양, 장비/장치,

소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시

- 성과지표는 아래의 표를 고려하여 관련 성과지표*를 우선 반영하고, 이에 대한 고려 및 반영 미흡시 협약시 조정(추가) 가능

※ 아래 지표 외 연구개발성과의 질적수준 등 고유 성과지표 및 그 외 성과지표 등 추가 가능

표 40 성과지표

단위사업성과지표	측정산식	관련 성과지표*
① 시제품제작(건)	Σ (시제품 제작 건수)	· **시제품제작(건)**
② 특허등급(지수)	$\frac{\sum_i (A_i \times B_i)}{\Sigma A_i}$ (Ai: 등급별 국내외 특허등록 건수, Bi: 특허등급별 가중치)	· **특허등록(건)** * 한국발명진흥회 SMART 활용
③ 연구개발성과 현장검증(건)	Σ (현장검증 건수)	· **현장검증(건)** * 연구개발성과를 당해연도 현장에서 시험 검증한 성과(현차적합성 검증 보고서, 현차시험 검증 보고서, 현장시험검증 보고서, 성능시험성적서 등)
④ 기술실시계약(건)	Σ (기술이전 계약 건수)	· **기술실시계약(건)**
⑤ 인증(건)	Σ (국내외 인증획득 건수)	· **인증(건)** * 형식승인, SIL, ISO, NET 등 인증서
⑥ 기술사업화 효과(금액)	Σ (계약 또는 매출액)	· **사업화/제품화(건)** * 연구개발성과를 실제 상용화(계약)한 실적
⑦ 학술지게재 논문(지수)	$\frac{\Sigma(\text{표준화된 순위보정영향력지수})}{\Sigma(SCI(E)\text{논문 건수})}$	· **학술지(SCIE) 논문 게재(건)**
⑧ 정책활용도(지수)	Σ 당해연도(표준채택+정책채택+설계기준·시방서 제개정+법제도 제개정) / Σ전년도(표준+정책+설계기준·시방서+법제도 제안)	· **법제도 제개정, 표준채택, 정책채택, 설계기준·시방서 제·개정(건)** * 표준의 경우, 국내외 공인된 표준인증기관(국제, 국가, 단체)을 통한 채택
⑨ 참여기업의 청년인력 신규 채용(명)	총 연구기간의 정부출연금 총액을 기준으로 5억원당 1명 이상의 비율로 청년인력 신규로 채용	· **청년인력 채용 인원(명)** * 채용시점 기준으로 만 15세이상 34세 이하(군 복무기간 고려 최고 만 39세까지), 참여율 100%, 최소 1년 이상 고용 유지
⑩ 매출액 기여	연구성과의 시장 판매를 통해 발생한 기업 매출액 기여분	· **매출액 기여(원)**

○ 추후 연구개발계획 등은 수정·보완될 수 있으며, 이에 따라 과제 내 특정 기술 개발에 대한 추진방식 등이 변경될 수 있음

- 본 연구개발과제의 연구개발기간은 추후 협약 시 변경될 수 있음
- 전문기관은 필요시 선정된 주관연구개발기관(연구책임자)과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구개발목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 연구 과정에서 환경변화에 따라 연구개발내용(연구개발비 포함)이 조정될 수 있음

○ 핵심 요소기술별로 기술도입, 원천기술 개발 등 기술 확보 전략을 연구개발계획에 제시해야 함

- 연구개발 기술수준을 TRL로 설정하고 이에 합당한 근거를 제시

그림 48 연구개발 기술수준

□ 공모조건

○ 개발기술의 실용화를 위해서는 테스트 베드 현장 적용이 반드시 요구되므로 이러한 작업을 원활하게 추진할 수 있고, 향후 실용화를 실질적으로 지원할 수 있는 철도 운영기관들의 참여가 필요함

○ 스마트 오물스테이션의 연구 내실화와 효율적 추진을 위해서는 오물수거 시스템 설계기술, 자동제어 적용 기술을 충분히 보유한 전문 기업체의 참여가 필요함

○ 스마트 오물스테이션의 성능 확보를 위해서는 계발단계에서 철도시스템(철도차량, 운영조건 등) 다양한 운영 환경을 인식하고 연구개발품을 적용가능 한 기술을 보유한 기업체의 참여가 필요함

○ 연구개발품의 특성상 진공설비를 설계/설치하고 운영해본 기업의 참여가 필요함

2. 평가기준 설정

표 41 평가기준 설정 및 근거

성능평가 항목	단위	개발목표치	설정근거
오물수거 소요시간	정량평가	20 Min 10량/편성 기준	- 기존 오물수거 장비 작업 소요시간은 약 40분으로 기술 개발 시 30~50% 소요시간 절감 설정
스마트(소형, 경량화) 오물스테이션	정성평가	만족도 설문조사 (우수 의견 70% 상)	- 기존 오물수거 장비는 스테이션 대비 디자인 요소 및 작업자 만족도 - 작업자 동선 단축거리
커플러연결/분리 소요시간	정량평가	7분 이내 10량/편성 기준	- 원터치 연결 커플러를 이용하여 소요시간 절감 설정
Multi 시스템	정량평가	기능구현	- 오물 수거, 청소, 이송, 관리 등 통합 관리 시스템 구현
전천후 시스템	정량평가	-온도 -40 ~ 50℃ 정상동작	- 연구개발 시스템이 정비고 내부 또는 옥외 유치선에 설치 시에도 정상 동작
진공 유니트 개발	정량평가	진공도 20% 이내	- 배관 진공압력은 초입부와 말단의 진공도 편차없이 일정

주의사항

1. 이 보고서는 한국철도공사의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 한국철도공사에서 시행한 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

본사 간행물등록번호
연구원-02-21032-01

Final Report

발행인 : 한국철도공사 사장

발행일 : 2021. 04.

발행처 : 한국철도공사 연구원

대전광역시 동구 중앙로 240 한국철도공사 B/D 12층

Tel. (042) 615-4656

연 구 원
Research Institute
대전광역시 동구 중앙로 240 한국철도공사 B/D 12층

2021
기술

철도차량 ECVM 시스템 기술개발

한국철도공사