

온라인 유도급전 철도시스템 기술개발 기획

① 기술개요

본 기획연구의 내용은 스포츠급 클린 경량항공기(2인승 육상 또는 수륙양용) 개발 또는 안전성 인증을 목표로 하는 동체 경량화, 저탄소·고효율 엔진기술 적용(개발 혹은 도입방식), 형상정의 및 설계/해석(개념/기본/상세 설계 및 해석), 시제기 제작, 시험평가(지상, 비행시험), 안전성 연구, 인증신청 및 인증획득 등에 대한 추진전략 및 개발방향 등을 제시하는 내용으로 다음과 같이 본 기획연구의 내용적 범위를 세부 항목으로 제시하였음.

② 국내·외 개발 동향조사

① 급전 및 궤도분야 기술

1. 국외 개발 동향

- 현재 비접촉식 유도급전에 대한 연구가 추진되는 현황을 살펴보면 독일, 프랑스, 영국 등을 포함하는 유럽연합에서는 2002년도부터 EVIAC (Electric Vehicle Inductive Automatic Charging)를 구성하여 전기자동차 및 경량전철에 활용할 수 있는 유도 급전기술을 공동 개발하고 있음.



그림 2-1. 유럽연합의 EVIAC

- 유도 급전기술을 수송시스템에 적용한 사례로는 미국 라스베이거스 관광객 수송을 위한 환경친화적인 궤도전용 유도 급전 경량전철 상용화가 있으며, 또한 독일 Wampfler사의 뉴질랜드 와카레와레 공원의 20kW급 순환용 자동차와 Italy의 Porto Antico의 60kW급 버스가 있음.



그림 2-2. 라스베가스의 궤도전용
유도급전 경량전철

- 뉴질랜드의 경우 오클랜드 대학에서 연구를 수행해 왔으며, 매입형 유도전력 급전장치와 차량 내 충전기를 최소화하는 구동시스템 개발 등이 완료되었으며, 환경 친화적인 도로전용 유도급전 소형자동차시험선을 구축하여 상용화 검증시험이 진행 중에 있음.

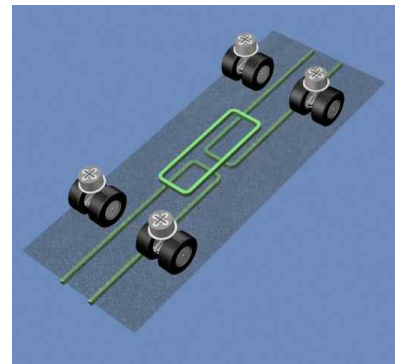


그림 2-3. 유도급전을 적용한 스위스 Numexia사의 컨테이너 수송용 차량

- 독일 Wampfler사는 30kW급 인버터 장치를 개발하였으며, 이 인버터는 400V 3상 전원을 사용하여 전기버스의 전원을 공급하기 위하여 20kHz 전원을 트랙에 공급하여 사용하며 픽업은 80Ask 125A를 사용하고 있음.



그림 2-4. 트랙용 인버터 장치

- 철도분야에서 추진되고 있는 급전에 대한 연구는 크게 비접촉과 접촉식 급전방식으로 연구가 진행되고 있으며, 접촉식 급전 방식에 대한 연구가 대부분을 차지하고 있으며, 비접촉식 급전방식에 대해서는 차량분야에서는 추진되고 있으나 철도분야에서는 Bombardier를 제외하고는 아직 활발하게 연구가 진행되고 있는 상황은 아님.

표 2-1. 급전 기술방식별 사례

기술 방식	국가	적용 분야	적용차량	공극	급전선로 규격	급전인버터 규격	비고
비접촉자기유도방식	독일 (Bombardier)	열차		6.5cm	효율93% 이상, 15m 세그먼트 이션	250kW 이상	급전선로가 15m 간격으로 세그먼트이션됨
	독일 (Wampfler)	열차		15cm 이하	-	60kW	독일의 Weil과 Rhein에 시험용 선로 건설
	미국 (라스베가스)	경량 전철		-	-	-	관광객 수송용
접촉식지면급전방식	프랑스 (Alstom-Citadis)	경량 전철		-	22m 세그먼트 이션	-	급전선로가 22m 간격으로 세그먼트이션됨

- 철도분야에서 비접촉과 접촉식 급전방식을 기준으로 다양한 형태의 급전방식에 대한 연구를 추진하고 있으며, 방식별로 대표적인 사례를 살펴보면 다음과 같음.

2. 국내 개발 동향

- 국내에서는 Bombardier와 같이 비접촉 자기유도방식을 철도분야에 직접 적용하여 연구를 추진한 사례는 없으나, 다양한 영역에서 연구를 추진 중에 있음. 산업자동화 영역에서 한국전기연구원이 (주)그린파워, 신성ENG와 협력하여 LCD 생산 클린룸의 LCD 이송용 선형형 자속전동기 전원공급용 비접촉 전원공급 장치 상용화(2006년) 하였으며, KAIST에서는 현대중공업, 대우버스, 코캠, 그린파워 등과 협력하여 온라인 전기자동차에 공진진형 자기유도 기술을 적용한 실험모델 개발에 성공하였음. 한국전기연구원에서 개발된 기술은 Rail-mounted E-Core Type으로 그린파워가 보유중인 상용화 제품은 출력용량이 0~100kW, 레일길이가 10~200m 임.

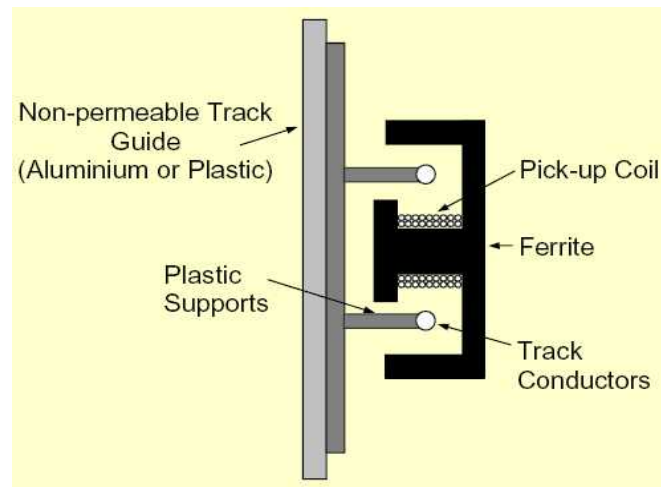


그림 2-8. Rail-mounted E-Core Type CPS



그림 2-9. 한국전기연구원이 개발한 30kW급 CPS

- KAIST에서는 공진형 자기유도 기술을 적용하여 기존의 자동차를 개조 제작한 온라인전기 버스 실험모델을 개발하였으며(2009년 7월), 서울대공원에서 자기유도기술을 적용한 온라인전기 열차를 개발하였음. 온라인 전기버스의 경우에는 공극간격 20cm 이상에서 효율 90%이상으로 3m 세그먼트이션이 되어 있으며, 온라인전기 열차는 공극간격 12cm 이상에서 효율 90%이상이며 24m 세그먼트이션으로 구성되어 있음. (주) 다원시스에서는 2007년에 유도 용해로용 부하 공진형 인버터를 개발하였으며, 이 인버터는 6상의 AC입력전원을 받아 정류시킨 후 사이리스터를 이용하여 유도용해를 이용한 것으로 병렬 공진방식의 낮은 역률을 고려하여 직렬 공진방식을 채택하고 있음.

② 집전 및 차량분야 기술

1. 국외 개발 동향

- 집전장치에 대한 연구는 급전장치에 대한 연구와 함께 진행되고 있으며 급전방식에 따라 다양한 형태의 집전장치를 개발하고 있음.
- 대부분의 집전장치에 대한 연구가 접촉식에 대한 연구가 주를 이루고 있으며, 아직 비접촉 방식의 집전장치에 대한 연구가 미약한 상태임.
- 집전장치의 마모 및 상부가선 설치로 인한 비용 문제, 미관상 문제, 안전 등의 문제로 인하여 비접촉식 유도 급/집전에 대한 관심이 증대되고 있음.
- 접촉식으로 현재 연구가 진행되어 철도 차량에 적용하여 사용하는 방식으로 3궤조 집전장치를 통해 수전하는 집전방식에 대한 연구와 실제 적용 되어 사용되고 있음. 제3궤조 집전방식은 접촉방식에 따라 다양하게 분류되고 있음.

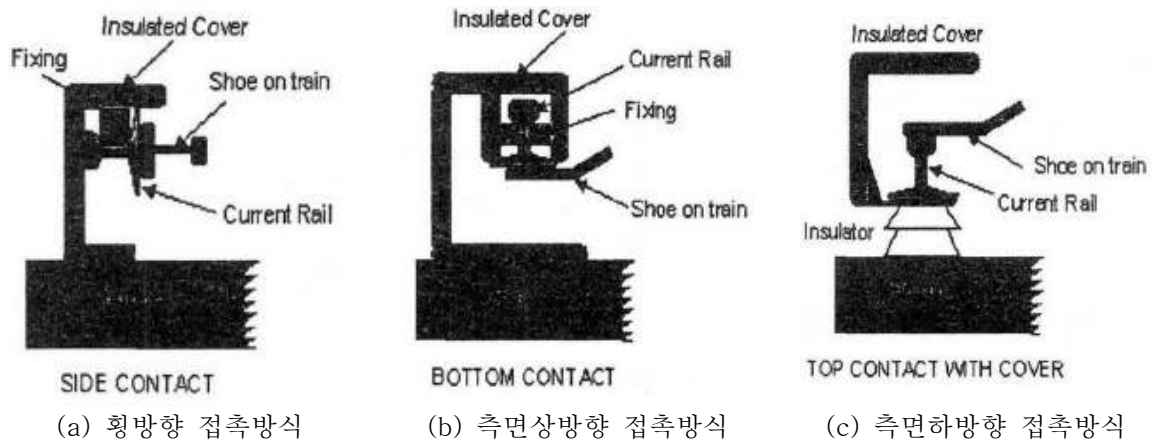
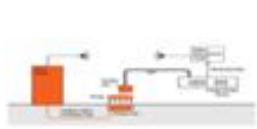


그림 2-10. 제3궤조 집전방식의 유형

표 2-2. 집전 기술방식별 사례

기술 방식	국가	적용 분야	적용차량	공극	집전모듈 규격	집전레귤 레이터 규격	비고
비접 촉자 기유 동방 식	독일 (Bombardier)	열차		6.5cm	93%	250kW	
	독일 (Wampfler)	열차		15cm 이하	60kW	60kW	독일의 Weil과 Rhein에 시험용 선로 건설
	미국 (라스베가스)	경량 전철		-	-	-	
접촉 식지 면급 전방 식	프랑스(Alstom-Citadis)	경량 전철		-	-	-	

2. 국내 개발 동향

- 집전은 급전 분야와 함께 연구를 추진하고 있기 때문에, 아직 특별한 연구가 진행된 사항은 없으나, 한국철도기술연구원에서 ‘전기차량의 전원급전용 비접촉 집전 시스템’ 특허를 등록 까지 완료하였으며, KAIST에서는 온라인전기버스 및 온라인전기열차용 집전장치를 개발하였음.
- 이 기술을 바탕으로 2009년 7월에 온라인전기버스를 제작하였고, 8월에는 온라인전기승용차, 12월에는 서울대공원 코끼리 순환열차를 제작하였음.
- 한국철도기술연구원에서 등록한 특허는 전기 차량에 있어서 차량 외부로부터 전력을 선택적으로 공급받아 동작이 가능하도록 하는 전원급전용 비접촉 집전시스템에 관한 내용으로 차량이 주행하는 도로상에 전력송전선을 설치하는 것을 특징으로 함.
- 또한 전기 차량의 하부에 전력 집전장치를 설치하여 전가지유도 작용에 의해 비접촉방식의 차량전력공급이 가능한 방식임.

- 주행 중 차량의 집전과 차량 내부 배터리 충전을 위한 전력집전이 가능하도록 하는 종래의 접촉 방식의 장점을 살리면서, 접촉방식의 한계였던 기계적 마찰에 의한 마모, 소음 발생현상을 해소가 가능함.

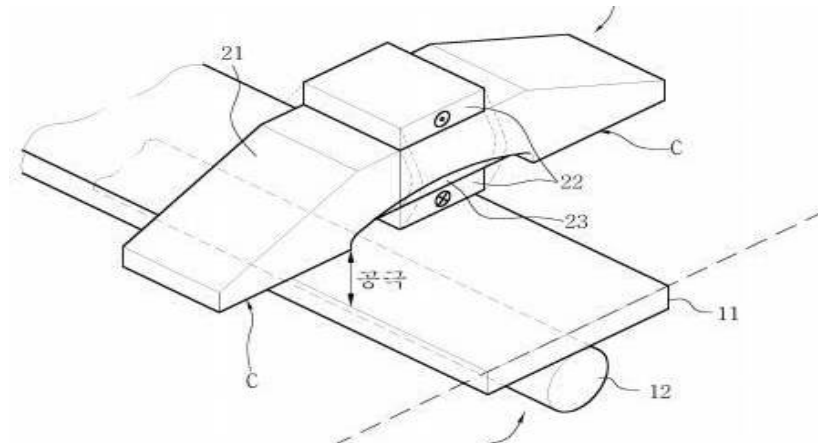


그림 2-14. 비접촉 집전 시스템 개념도(한국철도기술연구원)

- KAIST에서 개발한 전기버스용 집전장치는 공극 간격 20cm 이상, 집전모듈규격은 효율 93%이상, 총 60kW 이상임.
- 현재까지 개발한 집전장치는 3kW급 E타입 집전구조를 2월에 개발하였고, 7월에는 Flat 타입의 집전구조, 8월에는 15kW급 Slim E 타입 집전 구조를 확보하였으며, 향후 용량과 성능을 최적화한 집전구조를 개발할 예정에 있음.

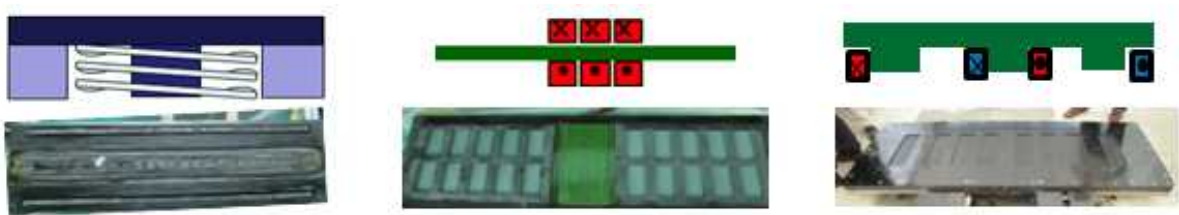


그림 2-15. KAIST가 개발한 집전구조 형상 및 실제사진

♣ 출처

‘온라인 유도급전 철도시스템 기술개발 기획’, 2010.8, 한국철도기술연구원