

# 친환경 연료전지 철도차량 시스템 적용 연구

## Development of Korean Fuel Cell Train Technologies and its Technical Investigation with System Engineering Method

\*\*문형석<sup>1</sup>, 구동회<sup>2</sup>, 목재균<sup>3</sup>

\*#Mun, Hyung-Suk (hsmun@krii.re.kr)<sup>1</sup>, Koo, Dong-Hoe<sup>2</sup>, Mock, Jae-kyun<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 한국철도기술연구원 선임연구원, <sup>2</sup> 한국철도기술연구원 책임연구원, <sup>3</sup> 한국철도기술연구원 책임연구원

Key words : Ecotrain, Fuel cell train, System engineering

### 1. 서론

본 논문은 친환경 철도시스템 개발을 목적으로 하여 시스템 엔지니어링 기법을 근간으로 관련 기술을 분석하였다. 철도는 친환경적인 교통수단임에도 불구하고 환경문제를 극복하기 위한 크고 작은 기술 개발 노력이 계속되어 왔었다.

친환경 철도시스템 기술을 분석하였고 차량 및 인프라 분야에서 효과가 우수한 연료전지 차량기술을 도출하였다. 해외에서 개발중인 관련 기술을 분석하여 친환경 연료 공급 장치 시스템 기술을 기초로 핵심 기술을 분류하였으며 국내 적용 가능한 시스템을 제안하였다. 향후 예상되는 기술개발 체계 분석과 핵심기술 분야에 대하여 요약하였다.

### 2. Eco train 적용기술 우선 순위 분석

친환경 철도 시스템을 구축하기 위해서는 기존의 철도에 의하여 발생하는 환경 문제의 도출과 이를 해결하는 기술에 대한 분류와 해석이 필요하다. 본 논문에서는 Fig1, Fig2의 분류를 통하여 인프라 및 차량분야에서 가장 큰 친환경효과를 얻을 수 있는 기술로 연료전지 차량의 개발을 선정하게 된다.



Fig. 1 철도시스템의 환경문제 발생 조건 분석



Fig. 2 Eco train 시스템 요구 우선순위 분석

### 3. 해외 Eco train 개발 현황

연료전지 차량은 미국과 일본에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 주요 연구사례는 다음과 같다.

#### 3.1 미국

##### 3.1.1 Fuel cell Hybride switcher type

미국은 이미 Eco train을 군용으로 개발 되었으며 Hybride switcher type 차량은 역내 조차장의 단거리 운행을 목적으로 한다.

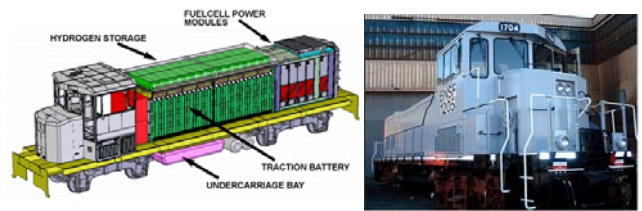


Fig.3 Hybride switcher type

차종	기관차
출력	250 kw fuelcell power plant
적용분야	Hill 공군기지, 유타
적용목적	철도 조차장 / 지하 군수시설 수송용 고전압 / 디젤 사용 불가지역
개발계획	2008년 12월 31일 시제차량 완성
차량무게	127 톤

Table 1 Hybride switcher type 기본사양

##### 3.1.2 Fuel cell Hybride road switcher type

Hybride switcher type 은 보다 진보된 연료전지 기술로 제작 되었으며 도심을 통과 할 수 있는 정도의 용량을 가진다.

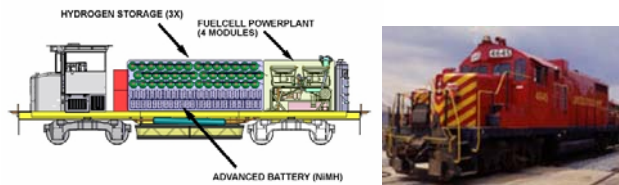


Fig. 4. Fuel cell Hybride road switcher type

차종	기관차
출력	500 kw fuelcell power plant
특징	switcher type의 차세대 기관차
개발목적	switcher type을 능가하는 장거리
주요기술 개선내용 (2.1.1 대비)	- 2배 이상의 출력 및 운행시간 가능 - 3배의 Hydrogen 저장 기술 - 4 modules의 plant

Table 2 Fuel cell Hybride switcher type 기본사양

#### 3.1.3 광산철도



Fig. 5 광산용 철도차량

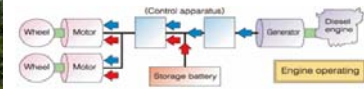
차종	광산용 철도차량
개발업체	Nuvera ( PEM fuel cell stack )
개발목적	지하구간의 인력 및 자원이동
주요기술 개선내용)	충전시간 30-45분 (일반 battery 8시간 충전)

Table 3 광산철도 기본사양

#### 3.2 일본

일본 철도차량회사(JR 동일본)는 VVVF인버터 제어나 회생 브레이크 등 에너지절약 전차의 개발을 추진하여 왔지만, 환경부하 저감 및 성능향상을 위해 새로운 철도차량 동력원개발을 목적으로 뉴 에너지 트레인 개발을 추진하고 있다. 우선 제1단계로 디젤 하이브리드 철도차량을 개발하였고, 2단계에서는, 뉴 에너지 트레인, 세계최초로 연료전지 하이브리드 철도차량의 개발을 시작하였다.

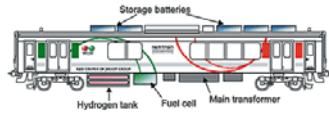
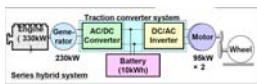
3.2.1 기하 E 200 형



개발목적	저연비 저공해 Hybrid 개발
차종	기하 E 200 형
운행노선	a. 일본 고우미선 b. 코카이선/ "아츠타카케 고원산악열차" (2007년부터 2년간 영업운전 계획 -> 데이터 확보)
최대속도	100 km/h
전지사양	Lithium ion Batteries (diesel-electric hybrid train)
전력공급방식	Battery 충전을 통한 모타구동방식
보조전력 발생장치	차량하부의 디젤엔진
연비	10~25% 향상
유해가스 감소비율	25~60%
개발자 및 운영처	동일본 철도
투입 노선	비전철화 구간
적용대상차량	디젤전용차량 Battery 전용차량

Fig. 6 기하 E 200 형 기본사양

3.2.2 NE Train



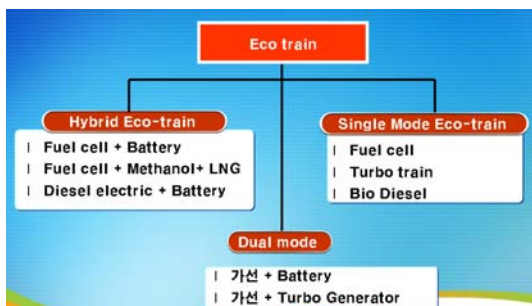
NE Train

NE Train 시스템 기본구성도

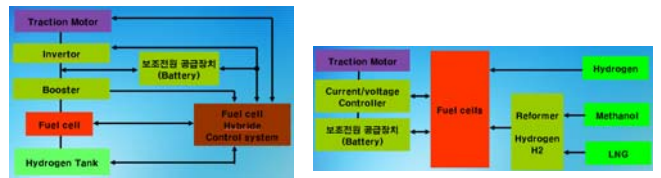
차종	(New Energy Train, NE Train)
동력전달방식	저장용 Battery+연료전지 (65kw) (일본최초)
최대속도	100km/h
수소충전소간 거리	50~100 km (간선노선 가능)
저장용 Battery 충전방식	제동열을 통한 충전
배출물	물만 전부, 유해가스배출 0
연료소비율	기존열차의 20% 이하
운전에너지 삭감 목표	15% (1990년 기준)
개발자 및 운영처	동일본 철도
투입 노선	전력라인이 필요 없는 원격지역

Fig. 7 NE train 기본사양

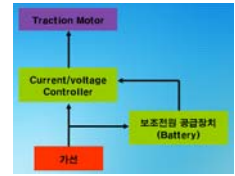
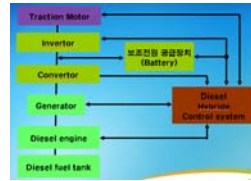
4. Eco train 시스템 분석



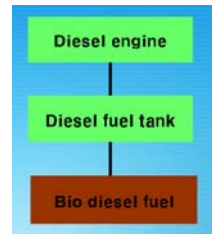
기준에 개발중인 연료전지 차량의 시스템을 Fig 8과 같이 분류 하게 되었다. 이 중 hybride Eco- train 분야가 효과적인 연료 전지 차량군으로 고려되었으며 이 중에서도 특히 Fuel cell Battery 시스템을 한국에 적합한 친환경 차량으로 주목하게 되었다.



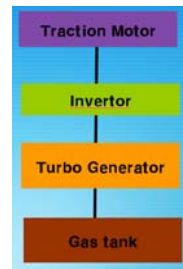
Fuel cell + Battery Hybrid/ Fuel cell + Methanol + LNG Hybrid



Diesel electric + battery Hybrid/ Dual mode



Fuel cell train / Bio diesel train



Turbo train

Fig. 8 Eco train 시스템 분류체계

Fuel cell Battery 시스템은 일본의 NE train과 유사한 시스템으로 향후 연구개발 될 차량으로 잠정 고려될 수 있을 것이다. 그러나 본 차량의 실용화를 위해서는 여러 가지 기술적인 숙제가 남아있으며 이러한 문제는 철도의 기술적 특성을 고려하여 체계적으로 연구되어야 할 것이다.

5. 결론

Eco train의 시스템 사양 분석을 토대로 한국형 친환경 철도 차량 기본사양을 검토하였다. 연료전지 철도 차량의 경우 다음과 같은 추가적인 기술개발과 연구가 요구되는데 우선 연료전지의 성능개선과 관련된 기존의 연구사례는 미국에서 찾을 수 있다. Fuel cell Hybride switcher type의 경우 기존의 개발된 차량보다 2배에 가까운 출력을 낼 수 있는 차량이다. 또한 수소전지의 충전에 필요한 연료통의 가용능력은 역간 충전 거리를 연장할 수 있고 이러한 능력은 인프라비용의 절감효과가 예상된다. 연료전지 차량은 기존의 철도 차량과 완전히 다른 시스템을 가지는 차량으로 운행에 필요한 철도 운영규정의 개정과 안전에 대한 연구도 병행하여야 한다. 특히 기존인프라와의 인터페이스 기술이나 연료전지를 장착하면서 고려되어야 하는 차량 시스템 인터페이스 기술 핵심부품 신뢰성 확보 연구가 중요시 되어야 할 것이다.

참고문헌

1. Hybride Traction System, Paul Cooper, Hitachi rail