

자기부상열차 시스템 설계의 향상 (Advancement of system design of maglev)

우이완* 이재익 이정률** 김국진*** 한동인****
Woo, yi-wan Lee, jae-ik Lee, joun-g-yul Kim, kuk-jin Han, dong-in

ABSTRACT

Due to excessive city's traffic jam, which an energy and pollution problem of metropolis have risen seriously, Many industrialized countries have developed many kind of new transportation system for the purpose of substituting the mass traffic. Maglev system has began the revenue operation from Japan and China recently and it is beginning highlighted the new system. We examined specification to be improved in the system and safety of maglev.

1. 서 론

대도시의 공해 및 에너지 문제가 심각하게 대두되고 지나친 도심의 교통 체증 심화로 인해 대중교통 수단을 이용하기에 불편함이 많아짐에 따라 여러 선진국들은 포화상태에 있는 대중교통수단을 대체할 여러 종류의 신교통 시스템을 개발하여 운행하고 있다. 신교통 시스템의 한 종류인 자기부상열차는 오랜동안 독일과 일본, 한국등이 기술개발을 지속적으로 하여 왔으나, 그동안은 다른 신교통시스템에 비해 상대적으로 덜 부각되었으나, 최근에 중국과 일본에서 영업운전을 시작하므로써 자기부상열차가 본격적인 새로운 교통시스템으로서 부각되기 시작하였다. 이에 국내에서도 영업운전이 가능한 수준까지 개발된 자기부상열차의 시스템중 안전성과 기능적인 측면에서 향상된 사양들을 검토하였다.




* 책임저자 : (주) Rotem 선임연구원
** (주) Rotem 책임연구원
*** (주) Rotem 수석연구원
**** (주) Rotem 수석연구원

2. 본 문

2.1 자기부상열차 단계별 개발과정

(주) 로템에서는 1985년부터 현재까지 약 20년간 자기부상열차개발에 주력하여 왔다. 단계별 개발과제의 내용을 살펴보면 도표1과 같다.

도표 1

단계	기간(년도)	주요개발내용	개발차량
1	'85 ~ '93	<ul style="list-style-type: none"> - 부상시스템 개발 - 추진시스템 개발 - 소형 Mock-up으로 시스템 입증(8인승) - 40인승 자기부상열차 개발 및 운행 	
2	'94 ~ '99	<ul style="list-style-type: none"> - 2량1편성 자기부상열차 개발 - 기본시스템 사양 입증시험 평균속도 : 50km/h 구배(6%) 및 곡선통과시험(60mR) - 주행시험 	
3	'03 ~ '06	<ul style="list-style-type: none"> - 실용화에 근접한 자기부상열차 개발 (2량1편성) - 무인자동운전 - 지속적인 주행시험을 통한 신뢰성 확보 - 최초 영업운전 예정 (대전 과학관~엑스포공원) 	

2.2 자기부상열차의 향상된 시스템

1, 2단계 자기부상열차 개발의 초점은 시스템의 입증에 중점을 두고 개발되었다. 승객의 편의시설이나 화재등과 같은 안전성 등에는 다소 미흡한 점이 있었다. 국내의 여러 지자체에서 경량전철의 도입을 추진하고 있는 현재에 경량전철의 한 차종으로써 수요에 충족된 요구조건등을 만족하기 위하여 3단계 즉 산자부과제 “실용화자기부상열차”는 시스템의 신뢰성 뿐만 아니라 승객의 안전에도 주안을 두고 차량개발을 하였다. 특히, 대구화재 사건등으로 인해 국내에서도 안전기준이 제정되고 강화되어 승객의 안전에 직결되는 부분은 선진국 못지않은 기준을 설정하고 있다. 이에 상업화에 근접된 차량개발을 위해 산자부과제 “실용화 자기부상열차”는 많은 부분에 있어서 근접해 있다고 하겠다. 여기에서는 승객안전 측면과 시스템성능 측면에서 기존의 자기부상열차에 비해 향상된 시스템을 서술하고자 한다.

(1) 승객안전 측면

가) 실내는 공간 활용과 밝고 산뜻한 분위기 연출을 위해 White 계통의 색상을 선택하여 승객에게

편안함과 깨끗한 이미지를 느낄 수 있도록 하였으며 화재발생시 화재 확산 및 억제를 위해 모든 실내내장판 및 의자를 국제규격에 부합된 불연재료로 제작되어있다.

- 나) 차량내 화재발생 및 불의의 사고로 인한 승객대피를 위해 객실출입문은 내·외부에서 수동으로 열 수 있도록 육안 구분이 잘되는 부분에 비상레버를 설치하고 있으며, 특히 연기로 인한 시야 확보가 되지 않아도 승객들이 잘 찾을 수 있도록 모든 안내표지판은 착광표지로 제작·부착되어 있다. 또한, 차량에 전원 공급이 완전히 차단되어도 비상등과 방송장치 및 경보장치가 일정시간 가동이 될 수 있도록 되어있다. 특히, 자기부상열차는 무인운전시스템이기에 중앙사령실에서 실시간 차량운행정보 및 차량내부를 모니터링 할 수 있는 영상시스템이 차량 앞 뒤에 각각 1세트씩 구현되어 있어 유사시 승객의 구원 요청이 없어도 바로 승무원이 조치할 수 있으며, 차량내에는 중앙사령실과 승객간 통화가 가능한 비상인터폰이 객실출입문 가까이 설치되어 있다.
- 다) 차량통로간 연결장치는 다른 칸의 차량내부 상황을 볼수 있도록 넓게 제작되어 차량간 연결되어 있다.
- 라) 또한, 승객의 유사시 탈출을 위해 차량 전두부분에 비상출입문이 설치되어 있으며 고가로 운행이 되기 때문에 차량바닥과 레일면간 높이차이를 없애기 위해 비상사다리가 별도로 설치되어 있다. 조작방법 또한 승객이 용이하게 사용할 수 있는 구조로 구성되어 있다.

다음의 그림은 “실용화자기부상열차의 실내장면과 영상시스템 및 비상인터폰, 비상탈출기구등이다.



그림1 차량내부



그림2 비상탈출구

(2) 시스템 측면

- 가) 2단계 개발부터는 자기부상열차에 기본적으로 “페일-세이프기능”을 구축하였지만 주로 추진시스템과 관련된 인버터, 부상시스템과 관련된 DC-DC Converter의 이중화로 한 차량의 기기가 고장이 발생했을 경우 연장급전으로 편성을 운행할 수 있도록 설계되어 있었다. 그러나 “실용화 자기부상열차”에서는 앞에서 언급한 기능외에 정전등 천재지변으로 집전가선에서의 전원공급이 차단되어도 부상시스템에는 배터리 전원으로 부상을 계속 유지할 수 있게 하여 타행운전이 가능하게 기능을 보완하였다, 이것은 자기부상열차는 레일면에서 12mm(Lim) 부상하여 주

행하기 때문에 전원차단으로 인한 차량의 순간적인 자유낙하를 방지하여 충격으로 인한 손상을 방지하고자 하였다.

- 나) 또한 최초 시운전 및 유사시 비상수동운전과 관련차량의 고장정보 및 기기들의 작동상태를 현시할 수 있고 기지내 입고시 운행데이타의 수집과 고장부분의 기록등, 차량내의 모든 정보를 수집관리 할 수 있도록 열차 종합제어 장치인 “TCMS”를 갖추고 있다.
여기서 축적된 운행데이타는 앞으로 자기부상열차의 최대 장점인 LCC(Life Cycle Cost)를 입증할 때 중요한 정보데이타가 될 것이다.
- 다) 앞에서 언급하였지만 기존 전동차는 비상시 중앙사령실과의 음성통화만 가능하지만 “실용화 자기부상열차”는 운행중 차량내부를 실시간 감시할 수 있는 영상시스템이 차량에 탑재되어있어 사후처리가 아닌 예방차원에서 승객의 안전을 더욱 강화시켰다고 할 수 있다.
- 라) 기존의 자기부상열차는 속도신호를 패턴벨트를 이용하여 속도를 검지하였으나 이것은 선로건설시 많은 비용이 발생하는 단점과 유지보수가 지속적으로 이루어져야 한다. 하지만 이번 “실용화 자기부상열차”에는 도플러센서라고 하는 속도센서를 사용하여 보다 정확하고 레일의 일부면을 대향면으로 이용하기에 향후 건설될 노선에서는 건설비 절감을 이룰 수 있을 것으로 보인다.
- 마) 실용화자기부상열차의 최대 변화는 신호시스템의 적용이다. CBTC 기반의 신호시스템 개발을 통하여 무인운전이 가능한 Total 시스템 구축을 목표로 하여 열차운행의 안전성을 고려하여 이중계 시스템으로 구축하였으며, 양산시 대비하여 자기부상열차의 Switching 및 Signal을 포함한 지상신호의 Vital 제어를 수행하는 전자연동장치 및 통신기반 시스템에 적합한 무선통신방식을 채택한 무선모듈과 향후 확장성을 고려한 WATC 등 지상설비의 설계/제작을 할 예정이다. 아마 이것은 국내최초로 무인자동운전을 구현할 것으로 판단된다.
- 바) 구조체의 경우 제작공수 절감을 위해 알루미늄 압출재를 사용하였으며 대차의 경우도 용접공수를 최소화 하기위해 가능한 부분까지 주조물로써 가공하고 그 외 부분은 리벳구조로 하여 제작공수를 기존 차량에 비해 상당히 감소 시켰으며, 대차의 유지보수를 용이하게 하기위해 외부커버를 장착 개방형으로 제작하였다.
- 사) 기본적으로 자기부상열차의 제동은 회생제동과 공기제동을 겸용하여 사용하지만, 비상시는 순수 공기제동만으로 감소를 시켜야 하는데 제동거리를 단축하기 위해서 자동유격장치가 장착된 제동장치를 사용하여 공주시간을 최소화할 수 있도록 하였다.



그림 3 속도센서



그림4 자기부상열차내에 장착 예정인 신호시스템

2.3 결 론

이제 국내의 여러 지자체에서 경량전철 도입을 적극적으로 검토하고 있는 시점에 경량전철의 한 부류로써 개발된 산자부과제 “실용화자기부상열차”의 기간내 성공적인 주행시험을 수행하여 향후 경량전철에서 주도적 역할을 담당할 수 있을 것으로 판단된다.

이미 “도시철도차량안전기준에 관한 규칙”을 만족하고 있음을 입증하였으며, 곧 철도차량 인증기관 으로부터 인증시험을 걸쳐 ‘07년 최초로 영업운전이 계획되어 있어 이제는 신뢰성 입증을 위한 지속적인 주행시험으로 영업운전에 만전을 기할 예정이다.

참고문헌

1. 도시철도차량표준사양 건교부
2. 도시철도차량안전기준에 관한 규칙 시행령 건교부
3. 도시철도건설규칙등