

승차감 및 유지보수성이 향상된 차세대 전동차 개발에 관한 연구

이우동, 김길동, 한석윤, 박기준, 안태기, 이호용, 신정렬, 박서영

A Study on the Development of Next Generation EMU Improved Ride Quality and M

Lee, Woo-Dong Kim, Gil-Dong Suk, Youn-Han Park Kee-Jun Ahn Tai-Ki, Lee Ho Yong, Shin, Jeong-Ryol Pa

Abstract - Lately, there is urban transit vehicles in trend that speed is increased and safety are reinforced. In the case of Japan, is developing vehicles that the electric motor of direct drive type for maintenance expense curtailment and noise decrease. It is predicted to happen the demand of EMU met new environment such as wide area railway in domestic. Furthermore, It is need the introduction of vehicles met new standard according to reinforcement of safety standard such as interior finishing material. Therefore, This paper present about the development direction of urban transit vehicles in domestic environment.

1. 서 론

최근에 도시철도차량은 속도향상 및 안전이 강화되는 추세에 있다. 일본의 경우, 유지보수비 절감 및 소음감소를 위한 직접구동형 전동기를 탑재한 차량을 개발중이다. 국내에서도 광역철도와 같이 새로운 환경에 맞는 전동차의 수요가 발생할 것으로 예측된다. 더구나 도시철도차량은 내장재 등 안전기준의 강화에 따라 새로운 기준에 알맞은 차량의 도입이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 국내환경에 알맞은 도시철도차량 개발방향에 대하여 제시해보고자 한다.

2. 본 론

2.1 개발의 필요성

2.1.1 전략적 중요성 및 국가경쟁력 향상

도시철도분야는 공공성이 강하고 관련분야 기술적 파급효과가 매우 큰 국가경쟁력과 직결된 교통시스템으로 국민의 교통편의를 증진하고 첨단교통기술로 적극적으로 개발·육성 필요하며 에너지 절감은 국가가 해결해야 할 당면과제이므로, 기술정책이 대중교통수단인 철도기술개발로의 전환 필요하다.

2.1.1 기존 도시철도기술의 한계성 부각

기존 전동차의 장치들의 신뢰성을 향상하고 승객의 다양한 욕구에 부응하는 새로운 개념의 도시철도시스템이 필요하며 유지보수비용 증가 등 도시철도운영기관의 만성적인 적자는 국가에 큰 부담으로 작용하므로 이를 근본적으로 해결하기 위한 기술개발 필요하다.

2.1.3 국내·외 철도시장 환경 변화

신분당선, 신안산선 등 향후 수도권 전철이 838km(광역철도 731km, 도시철도 107km)(1)가 건설예정이므로 새로운 환경에 알맞은 차량 및 기술개발 필요하다. 또한 국외철도시장은 기술경쟁력 중심으로 재편되고 있으며 안전성/신뢰성 기술이 미비할 경우에는 시장참여가 불가능하므로 이를 방지하면 선진기업의 국내시장 점유 및 국내 기업의 해외 수출 등 철도시장에 엄청난 타격이 예상되므로 기술개발이 필요하다.

2.2 기존 도시철도차량 현황 분석

2.2.1. 도시철도 현황 및 분석

국내 전동차 운전장에 사고발생은 연평균 535.4건 발생하고 있으며 국내 도시철도 운영기관 운영유지비 등 손실액 증가는 '03년 기준 9,759억원이다[2].

또한 국가 경쟁력 1위 기술 감소추세는그림 1과 같이 '94년 82건에서 '03년 53건으로 줄어들고 있는 추세이며 특히 차량분야 핵심선회기술이 없다.

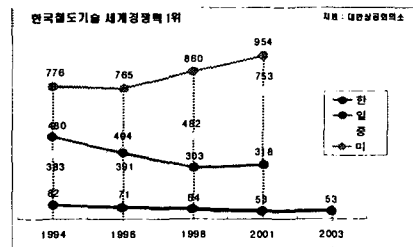


그림 1 철도기술 세계경쟁력 1위

지하철 혼잡으로 인한 7대 도시교통 혼잡비 발생비용은 '00년 기준으로 19.5조원(GDP의 3.7%)이며 서울 도심 및 대도시의 자동차 평균주행속도 '98년 기준(19.6km/h)이다.

2.2.2. 도시철도 시장규모

전동차부문 국내시장규모는 933억원 ('00년 ~ '02년 평균)이며 그림 2와 같이 세계시장규모 30조원 추정되고 이중 한국의 시장점유율 2.5%이다.

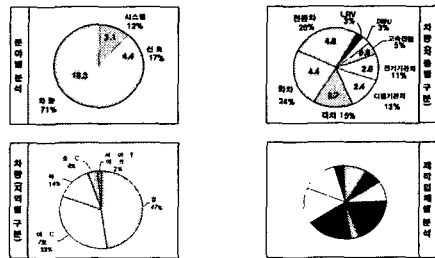


그림 2 도시철도 세계시장 규모[3]

2.2.3. 도시철도 기술현황

국내 전동차 기술경쟁력은 안전성, 승차감 및 신뢰성분야 등에 있어 외국기술에 비하여 현저히 낮고 외국기업의 경우에는 핵심장치에 대한 기술이 브랜드화되어 있으나 국내는 전무(제동장치는 NABCO, 추진장치는 Siemens 등)하며 전동차 신기술 및 신호통신기술 등은 외국주도로 개발되고 있으며, 국내는 답습하는 방식이다. 최근에 외국시장이 점차 강화되고 있으며 안전성, 신뢰성 및 승차감 향상기술이 없이는 시장참여 자체가 불가능하다.

표 1 차세대 전동차 개발주어

구분	1세대	2세대	3세대	
	1974	1984	1995	
	1호선 전동차	3, 4호선 전동차	과천선 전동차	대만전동차 SMG 7, 8호선
차체	Mild Steel	Mild Steel	Stainless Steel	Stainless Steel
대차	1차 Coil 2차 Air Bolster	1차 Coil 2차 Air Bolster	1차 Rubber 2차 Air Bolsterless	1차 Rubber 2차 Air Bolsterless
차량편성비율	6M4T (2.5kph/s)	6M4T (3.0kph/s)	5M5T (3.0kph/s)	5M5T (3.0kph/s)
추진제어장치	DC 저항	DC Chopper	AC GTO VVVF	AC GTO VVVF
보조전원장치	MG	PTR SIV	GTO SIV	GTO SIV
자기전단장치	TIS	TGIS	TGIS	TCMS
신호제어장치	ATS	ATC	ATC	ATC/ATO
제동장치	발전제동 공압제동	회생제동 공압제동	회생제동 공압제동	회생제동 공압제동

구분	3.5세대		4세대	
	1997	2001	2005	
	인천1호선 전동차	마닐라 전동차	대구시 전동차	차세대 전동차
차체	Stainless Steel	Stainless Steel	Stainless Steel	초경량화구조
대차	볼스타레스 대차	볼스타레스 대차	볼스타레스 대차	볼스타레스 판절대차
차량편성비율	5M5T (3.0kph/s)	4M4T (3.6kph/s)	4M4T (3.0kph/s)	가변편성
추진제어장치	AC IGBT 인버터	AC IGBT 인버터	AC IGBT 인버터	개별제어 직접구동 인버터
보조전원장치	IGBT SIV	IGBT SIV	IGBT SIV	이중화보조 전원장치
자기전단장치	TCMS	TMS	TGIS	TCMS (예방진단)
신호제어장치	ATC/ATO	ATC/ATO	ATC/ATO	ATC/ATO
제동장치	회생제동 공압제동	회생제동 공압제동	회생제동 공압제동	회생제동 /유압제동

2.3 차세대전동차의 개발방향

기술개발 목표	차세대 도시차량시스템 기술
운영 효율화	·운영 효율화 기술
수송능력 향상	·승객 편의성 향상 ·수송능력 향상 기술
차량 신뢰성 향상	·차량 신뢰성 향상 기술 ·유지보수 향상 기술
안전도 향상	·핵심장치 예방진단 기술
친환경성 향상	·소음·진동 감소 기술

2.3.1 연구내용

- 차세대 차량시스템 및 연계 기술개발
- 직접구동형 모터 및 연계 기술개발
- 화상처리식 검지시스템 기술개발
- 가변편성 및 차체경량화 기술개발
- 제동계통 최적화 및 신뢰성 향상 기술개발

- 차량 및 전장품 설계 및 제작(예방진단 기능)
- 판절대차 및 수송능력 향상 기술개발
- 시험선 구축 및 신뢰도 검증 시험

2.4 연구개발내용 및 목표

2.4.1 차세대 차량시스템 및 연계 기술개발

시스템 엔지니어링분야에서는 요구사항 및 개발사양을 작성하고 전산지원도구를 이용하여 기능분석을 수행함으로써 개발사양의 추적성 및 정확성을 기할 것이다. 또한 개발사양에서 정한 기준에 따라 성능시험기준을 수립하여 시험평가를 수행하는 것으로 기술개발 방향을 설정하였다.

2.4.2 직접구동형 모터 및 연계 기술개발

구동기어 및 기어커플링 제거로 소음 및 유지보수비용을 절감하기 위한 직접구동형 모터를 적용하도록 하였다.

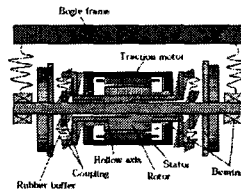


그림 3 직접구동형 모터 구조

2.4.3 화상처리식 검지시스템 기술개발

도시철도 역 구내에서의 안전사고를 방지하기 위하여 화상처리식 검지시스템을 적용하였으며 이미지처리 및 응용기술을 개발하여 감지장치 통합시스템을 개발하는 것으로 개발방향을 설정하였다.

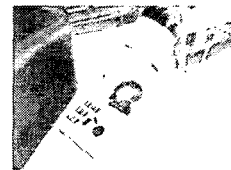


그림 4 화상검지 카메라

2.4.4 가변편성 및 차체경량화 기술개발

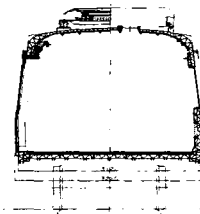
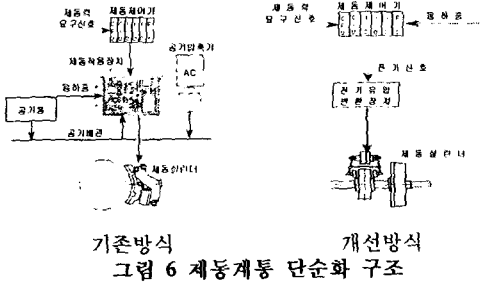


그림 5 경량차체 구조

차세대전동차는 운영효율을 높이기 위하여 차량편성을 가변편성식으로 설정하였으며 차체는 국제수준의 강도를 갖는 초경량차체 및 충격흡수구조로서 차량을 경량화하여 에너지를 절감하도록 하였으며 출입문은 승객발판 및 외부 슬라이딩형 출입문구조로 하여 승객안전성을 높이고 개발방향을 설정하였다.

2.4.5 제동제동 최적화 및 신뢰성 향상 기술개발

3. 결 론



기존전동차의 경우 공기제동방식이기 때문에 공기배관 및 공기통 등으로 인하여 기기배치가 복잡해지고 유지보수가 매우 어렵다. 따라서 차세대 전동차에서는 유압제동과 같이 공기계통을 최적화시키고 안전성 신뢰성이 보다 향상된 제동장치를 개발하도록 방향을 설정하였다.

또한 무공기배관 및 무공기통 등 제동장치를 초경량화하고 안전성은 향상시킴으로써 유지보수비용 및 에너지비용을 절감하도록 하였다.

2.4.6 차량 및 전장품 설계 및 제작(예방진단 기능)

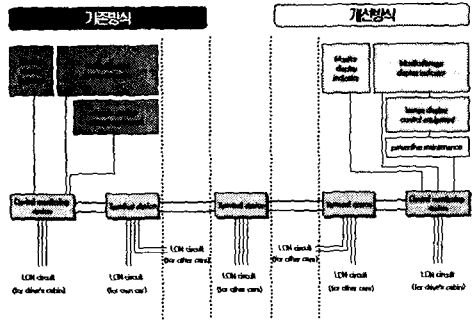


그림 7 예방진단기능 추가방법

차량의 주요 전장품들은 고장을 사전에 감지하는 예방진단기능을 갖는 장치로 개발함으로써 차량의 안전성을 획기적으로 개선하도록 개발방향을 설정하였다.

예방진단기능은 복잡한 제어장치의 유지보수성 향상시키고 나아가 차량의 안전성을 향상시킬 것이다.

2.4.7 관절대차 및 수송능력 향상 기술개발

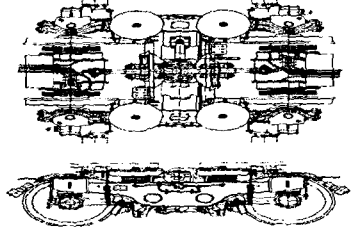


그림 8 관절대차 구조

대차는 곡선추종성을 향상시켜 고속주행이 가능하도록 관절대차를 적용하였으며 또한 대차를 경량화하여 유지보수비용 및 에너지절감효과를 극대화하도록 개발방향을 설정하였다.

차세대 전동차개발의 최종목표는 안전성 향상, 유지보수성 향상, 국가기술경쟁력 향상 및 대국민 서비스 제고이라 할 수 있다. 또한 새로운 환경에 적합한 차량개발이 되어야 하고 개발된 차량의 기대효과가 극대화되도록 해야 한다. 결론적으로 다음과 같이 정리할 수 있다.

첫째 차세대전동차 개발은 무엇보다도 안전성이 확보되어야 한다. 많은 승객들이 이용하는 차량에서 안전사고가 발생하면 이는 국가적으로 큰 손실이기 때문이다.

둘째 국가기술경쟁력차원에서 개발되어야 한다. 문헌 경쟁시대에 필요한건 오직 기술력이며 향후 도시철도시장은 기술력이 없이 시장참여가 불가능해지는 방향으로 가고 있기 때문이다.

셋째 개발된 차량의 경제적효과가 극대화되도록 해야 한다. 유지보수비용과 같은 에너지 절감은 고유가시대에 국가적으로 해결해야 할 당면과제이기 때문이다.

[참고 문헌]

[1] 건설교통부, "광역교통정책업무편람", 2002. 6
 [2] 도시철도운영기관, "도시철도운영기관별 현황", 2003.
 [3] "International Railway Journal", 2002