

차세대 전동차 추진시스템의 기술개발 방향

*김길동, 이한민, 이장무

한국철도기술연구원 (gdkim@krii.re.kr)

Future Technologies of VVVF Propulsion System for Advanced EMU System

Gildong Kim*, Hanmin Lee*, Changmu Lee*

Korea Railroad Research Institute

gdkim@krii.re.kr

1. 서론

정부의 복지정책과 문화생활의 질적 향상으로 도시철도 시스템에 대해서도 승차감 향상과 쾌적함 그리고 사용의 편리성 등에 대한 요구가 커지고 있다. 또한 전 세계적으로 환경오염의 영향이 심각해지고, 환경규제가 강화되면서 친환경적인 도시철도 차량시스템의 필요성이 대두되는 시점에서 경제적이고 친환경적인 차세대 도시철도 시스템의 기술개발이 필요해지고 있고 선진국에서는 이러한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 국내에서는 이러한 연구가 미흡하여 기술적 중속성에서 탈피하지 못하고 있는 실정이므로, 철도차량 분야에서 선진기술을 추월하기 위하여 새로운 시스템에 대한 연구가 절실히 요망되고 있다.

따라서 본 연구에서는 차세대 도시철도 추진시스템의 핵심 개발기술인 직접 구동형 견인전동기 개발과 완전 전기회생 제동방법, 유지보수의 편리성을 위한 예방진단기술 개발에 대하여 연구하고자 한다.

2. 차세대 견인전동기

종래의 전동차는 견인전동기, 커플링 및 변속기 등 기어박스로 구성된 동력전달장치를 통하여 전동기 발생토크가 차륜에 전달되는 간접구동방식을 사용하여 왔고, 최근에도 널리 사용되는 방식이다. 이러한 방식은 기어의 감속비율만큼 전동기 토크가 감소되어 전동기 부피 및 중량이 감소되고 Unsprung 질량이 직접구동에 비해 상대적으로 적어 레일로부터 전동기에 전달되는 충격이 작은 장점이 있지만, 구성적 측면에서 감속기어를 통한 동력전달로 시스템 구성이 복잡하고 취부공간의 확보가 요구된다. 또한, 성능적 측면에서 감속기어의 전달손실만큼 시스템 효율 저하와 소음의 증가, 그리고 유지, 보수 측면에서 불리한 단점을 갖고 있다.

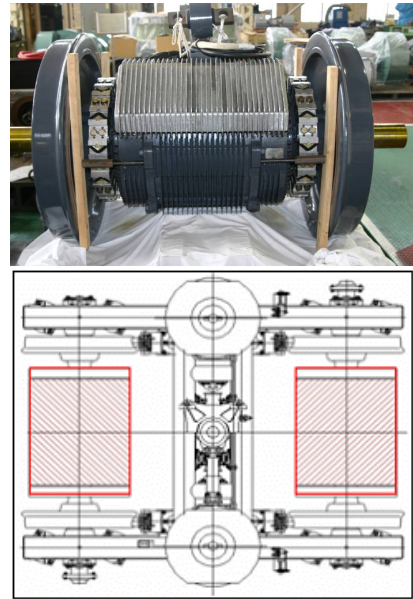


그림 1. 직접 구동 방식

그러나 직접구동 방식은 그 구성이 간단하며 별도의 동력전달장치가 필요 없는 구조로서 소음 및 유지보수 등이 우수하며 차량의 저상화가 용이 할뿐더러 장착공간, 중량, 소음, 전달손실, 보수 등의 문제를 없애고 차량 시스템 효율 및 성능이 우수한 구동시스템을 실현하는 것이 가능한 방식이다. 또한 최근 전력전자 기술의 급속한 발전으로 고속 스위칭이 가능한 IGBT가 상용화되었으며, 개별제어가 가능하게 되어 철도차량용으로 동기전동기의 적용이 가능하게 되었다. 동기전동기 중에서도 유도전동기에 이어 차세대 주전동기 주목 받는 것은 소형, 경량화가 유리하면서도 효율이 높은 영구자석 동기전동기이다.

영구자석 전동기는 장착공간의 제한으로 소형, 경량화가 요구되는 철도차량, 전기 자동차용으로 연구개발이 활발히 진행되어, 차세대 전동기 특징은 구동시스템의 단순화로 감속기어, 베어링 등 보수를 요구하는 부품의 제거로 비용저감, 에너지 절감을 이룩할 수 있는 전동기이다.

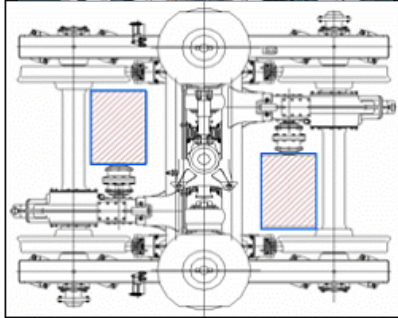


그림 2. 전폐형 영구자석 동기전동기

3. 완전 전기회생 제동

현재의 전동차는 대체적으로 속도 12~10km/h 사이에서 전기와 공기의 브렌딩제동을 사용하여 속도 5km/h 이하에서 전기제동은 차단되고, 완전한 공기제동으로 차량을 정지 시킨다. 이때 공기제동을 사용하면서 M차의 제동장치에 연결된 제륜자에서 발생하는 기계적 소음이 대단히 크므로 승객들에게 불쾌한 승차감을 제공한다. 그러나 속도 0km/h까지 M차에서 전기제동을 사용하면 제동시의 소음저감, 이 소음저감으로 인한 승차감 저하원인을 제거할 수 있다. 그리고 제륜자의 소모율을 저감할 수 있다. 그리고 회생되는 에너지의 량이 커지므로 전동차의 역행에 대한 회생시의 에너지 효율을 상승시킬 수 있다.

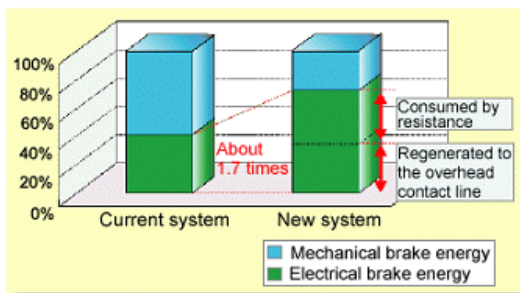


그림 3. 기존방법과 저항삽입 방법의 전기제동력 비교

4. 전장품의 예방진단기능

전력변환장치에 대한 고장진단 기능을 대폭 강화한 예방진단 기술이다. 전력변환장치가 정상적으로 동작할 때 여러 변수를 수집하여 IGBT의 전력반도체 소자와 기타

구성품 등의 내구성과 절연상태, 수명상태 등을 분석하여 유지보수의 편리성을 극대화 시킨 것이다. 기존에는 예방진단 기능은 없고 고장발생 후에 고장원인을 분석하는 기능만이 탑재되어 있다.

5. 결론

친환경적이고 고효율 성을 가지며 유지보수의 편리성을 극대화한 첨단 도시철도 차량의 엔진 역할을 하는 추진 장치의 핵심 요소기술을 미리 개발하여 기술선점과 기술중속을 탈피하고 해외 시장을 개척을 위하여, Gearless형 직접구동 전동기와 영구 자석형 전동기를 적용함으로써 6%의 효율이 상승하게 되고 인버터장치와 전동기는 기존 보다 작은 용량으로 설계 설계되도록 연구를 진행하고 있다. 또한 완전 전기회생제동 적용으로 에너지절감 효과와 안정성 확보가 확인 되면 차세대 도시 철도차량에 적용이 가능하여 기술선점은 물론 수입대체 효과와 수출까지도 가능하도록 차세대전동차 추진시스템 개발연구를 진행할 계획이다.

6. 참고문헌

- [1] Sone, Ashiya : "Pure electrical brake of the railway electric vehicles", Railway cybernetics, vol.34, No.513, pp.194~197, 1997
- [2] Iida et al. : "The running test result of the pure electrical break of the railway electric vehicle", Railway cybernetics, vol.34, No.514, pp.198~201, 1997
- [3] Ogasa, Nagai, Watanabe : "Plant-test Result of All Electrical Braking (Report 1)", National convention Record I.E.E.Japan, 1260, pp.5-389~390, 1998
- [4] Ogasa, Nagai, Watanabe, Toda : "Plant-test of Electrical Braking to Zero Speed for Railway Vehicle", National Convention Record I.E.E.Japan-Industry Application Society-, No.77, pp.257~262, 1998
- [5] Sato, Iida, Hisatomi : "Pure electric braking system test using stsr", National Convention Record I.E.E.Japan-Industry Application Society-, No.78, pp.253~266, 1998