

자기부상열차용 3궤조 집전장치 성능 및 효율 향상 연구

Third-Rail Current Collector Device improving performance and efficiency for Maglev Train

김지찬*[†], 마상건*, 양성용*, 이경복*, 윤주원**

Ji-Chan Kim *[†], Sang-Kyeon Ma *, Seong-Yong Yang *, Kyeong-Bok Lee *, Joo -Won Yoon * *

Abstract The Maglev vehicle is floating above the rails with a force of an electromagnet and propelled by a linear induction motor system. Maglev train is which less vibration and noise excellent riding comfort as well as dust-free transportation. Catenary system of the Maglev is to use a third rail system is installed next to track. In order to improve the weak spots, catenary is the way to change the terms of the contact method. The current collector device was developed accordingly. In this Paper, improved performance and efficiency than existing current collector of the maglev train will be introduced to the requirements for developing situation.

Keywords : Maglev, The Third Rail. Current Collector Device

초 록 자기부상열차는 차륜과 레인간의 접촉력 없이 전자석의 힘으로 레일 위를 부상하고, 선형유도전동기에 의해 추진하는 시스템이다. 소음과 진동이 작아 승차감이 우수하고 분진이 거의 없는 환경친화적 열차이면서 등판 능력도 우수하다. 자기부상열차는 고가 구조의 레일을 운행하고 있으며, 전차선 방식은 궤도 옆에 전차선이 설치되어 있는 제3궤조 방식을 사용하고 있다. 기존 전차선이 측면 방식으로 구성되어 있어 겨울철 결빙 등에 취약한 부분을 개선하기 위하여 전차선을 하면 접촉 방식으로 변경하고, 그에 따른 하면접촉식 집전장치가 개발되어야 한다. 본 논문에서는 자기부상열차의 기존 집전장치보다 성능과 효율이 향상된 하면 접촉식 집전장치 개발을 위한 요구사항과 개발 현황에 대해 소개하고자 한다.

주요어 : 자기부상열차, 제3궤조, 집전장치

1. 서 론

도시형 자기부상열차는 차륜과 레일간의 마찰이 없이 전자석의 힘으로 레일 위를 약 8mm 공극으로 부상하고, 선형 유도전동기에 의해 추진하는 시스템이다. 소음과 진동이 작아 승차감이 우수하고, 분진이 거의 없는 환경친화적 열차이면서 등판능력 등도 우수하다. 또한 차체가 레일을 감싸고 주행하는 구조로 전복이나 탈선의 위험이 없는 안전한 특징을 가지고 있다. 자기부상열차는 1989년 12월 과학기술부 국책연구주관기관으로 기계연구원이 선정되면서 본격적으로 추진되어 왔으며, 2006년부터 국토해양부 도시형 자기부상열차 실용화

† 교신저자: 대전광역시 도시철도공사(wildlive@hanmail.net)

* 대전광역시 도시철도공사

** 송크카본테크놀로지(유)

사업을 통해 개발된 차량이 한국기계연구원 시험선로와 인천공항 시범노선에 시험 운행 중에 있다.[1] 자기부상열차는 고가 형태의 토목 구조물 상부에 추진레일과 측면에는 급전레일이 설치되어 있는 3궤조 구조이다. 외부 환경에 영향을 덜 받으면서도 성능과 효율이 향상된 집전시스템 적용을 위해 3궤조 방식을 기존 측면 접촉에서 하면 접촉식으로 변경 구축이 진행 중이며, 그에 따른 집전장치를 개발 현황을 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 3궤조 집전시스템 개요 및 특징

2.1.1 개요

도시철도 집전방식은 카테나리 가공선 방식과 제3궤조 방식으로 분류된다. 카테나리 가공선 방식은 궤도 상부에 설치된 가공 전차선으로부터 판토틀레프를 통해 차량에 필요한 전력을 공급하는 방식이다. 반면에 3궤조 방식이란 전차선이 차량 상부 쪽이 아닌 철로와 철로 사이, 또는 철로 옆에 있으면서 집전하는 방식을 말한다. 제3궤조 방식은 노선의 전체적인 외형이 단순해지므로 도심지의 미관에 적합한 방식이며, 급전선이 외부에 노출되지 않으므로 환경적 영향이 거의 없으며 유지보수 측면에서도 유리하여 최근 경량전철에 많이 적용되고 있다. Fig 1은 가공전차선과 제3궤조 전차선을 나타낸다.



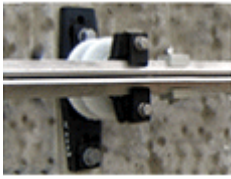


Fig. 1 Overhead Catenary and Third Rail Feeding Method

2.1.2 특징

3궤조 방식은 집전슈가 전차선에 접촉하는 방식에 따라 구분 되며, 전차선 위에 닿는 방식을 상면 접촉 방식, 옆에 닿는 방식을 측면 접촉 방식, 아래 쪽에 닿는 방식을 하면 접촉 방식이라고 한다. 미관상 우수하나 고압 전류가 흐르는 전차선이 지면과 가까운 바닥에 설치되어 있기 때문에 문제가 발생하면 중대 사고로 이어질 수도 있다. 특히 선로에 승객이 낙상되는 경우 감전사로 이어질 수도 있는 단점이 있다. 따라서 방식에 따라 급전 궤조 위에 절연 덮개를 설치하여 안전 사고를 예방하고 있다. 3궤조 방식은 접촉 방식에 따라 각기 특징을 가지고 있다. 측면 접촉 방식은 지지금구가 다소 복잡하지만 점검이 용이하며, 하면 접촉 방식은 지지금구가 다소 복잡하고 도전레일 점검이 어렵지만, 전차선위에 이물질 영향이 적다. 그리고 상면 접촉 방식은 지지금구가 단순하고 레일 점검이 용이하지만 전차선 위

에 이물질 영향에 취약한 단점을 지니고 있다. Table 1은 각각의 방식 별 특징을 나타낸다.

Table 1 Comparison of each contact method

구분	측면접촉방식	하면접촉방식	상면접촉방식
구성방식			
특성	- 지지금구 다소 복잡 - 도전레일 점검이 용이	-지지금구 다소 복잡 -도전레일 점검이 어려움	-지지금구 매우 단순 -도전레일 점검이 용이
적용	- AGT, 모노레일, 자기부상	-철제차륜	-철제차륜
적용사례	- 의정부 경전철 - 경산 시험선 - 대전과학관 자기부상시험선	-부산김해경전철	-용인경전철

2.2 자기부상열차 3궤조 집전장치 성능 및 효율 향상

2.2.1 기존 자기부상열차 3궤조 집전장치

자기부상열차는 궤도와 비접촉으로 운행되므로 선로 구조물 및 궤도의 형태 등 여러 요소들이 성능에 영향을 미치게 된다. 차량의 성능뿐 아니라 선로구조물 및 제3궤조 전차선에 대한 기능 및 구조도 함께 개선하여 필요가 있다. 이번 연구과제는 도시형 자기부상열차 성능 및 효율 향상과제로 한국기계연구원 총 길이 1.3km의 시험선로에 설치되어 있는 측면방식의 전차선로를 하면방식의 전차선으로 변경을 진행 중에 있으며, 그에 따른 열차의 집전장치(CCD : Current Collector Device)를 개발하고 있다.[2] 3궤조 전차선이 하면방식으로 변경됨에 따라 절연커버가 설치 가능하게 되어 겨울철 눈으로 인한 빙설 등 외부 환경에 대한 영향이 감소될 것으로 예상하고 있다.[3] Table 2는 접촉 방식 별 전차선 단면도이다.

Table 2 Comparison of Third rail system cross-section

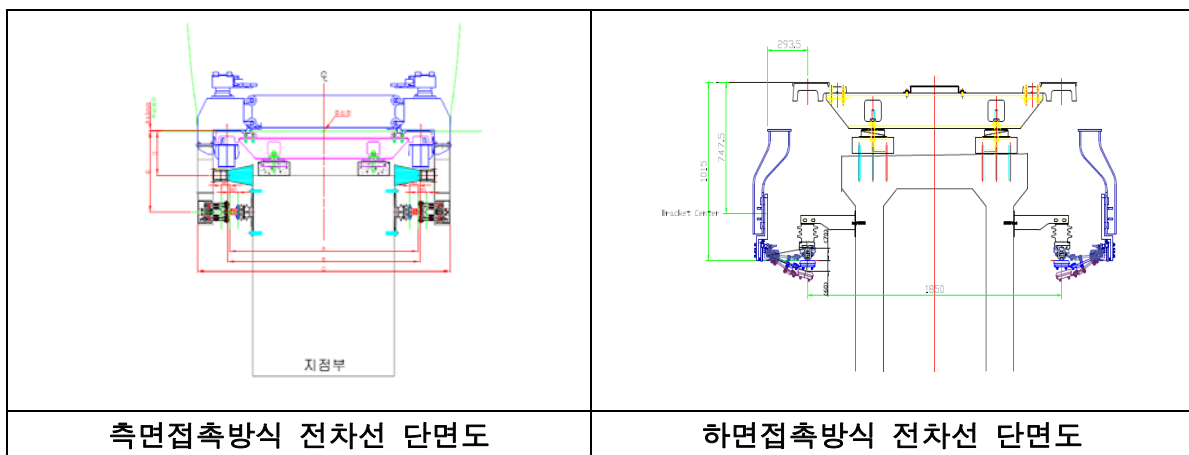
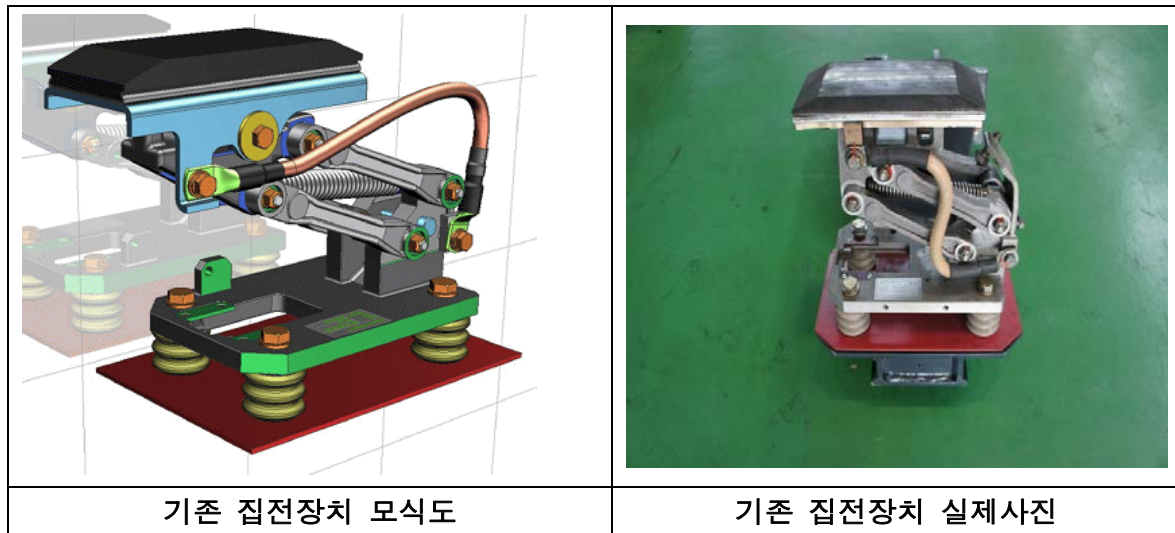


Table 3 은 현재 자기부상열차에 설치되어 있는 측면 접촉 방식의 집전장치의 설계 모식도와 실제 사진을 나타낸다. 동작 방식은 스프링 작용식으로 항상 가선을 접촉하고 있으며, 압상력은 8kgf 이상이다. 집전장치 브라켓과 집전장치 사이에 지지애자를 사용함으로써 절연성을 유지하게 된다. 집전슈의 경우 자기부상열차가 최대 속도(80~100km/h)로 운행할 경우를 고려하여 제작되어야 하며, 열차 운행 환경을 고려하여 부품 소재를 선정하여야 한다.

Table 3 Side Contacting Current Collector schematic diagrams and real Device



일반적으로 집전슈 재질은 카본, 동합침 카본, 금속 주물 등이 사용되고 있다. 자기부상열차의 경우 소음이 거의 없기 때문에 집전슈와 3궤조 사이의 마찰음이 더 예민하게 들릴 수 있다. 따라서 순수 카본을 사용할수록 슬립성이 좋아지기 때문에 소음, 경량, 균질마모, 환경 친화적 측면을 고려하여 집전장치 집전슈 재질은 동합침 카본(Metalized Carbon)을 사용하였다.[4]

2.2.2 개발 중인 자기부상열차 3궤조 집전장치

3궤조 전차선을 하면접촉식 변경함에 따라 기존 집전장치도 변경이 필요하게 되었다. 자기부상 차량과 동시에 제작되는 것이 아닌 만큼 기존 브라켓과 호환성을 염두하여 설계하였다. 또한 기존보다 성능이나 효율이 향상될 수 있도록 세부 사양을 상향하여 제작할 계획이다. 집전장치는 설계 요구사항과 대차와 브라켓 구조를 고려하여 차량한계 내에서 설치될 수 있도록 설계하였다. 집전슈의 크기는 자기부상열차가 운행 중에 급전선을 벗어나지 차량의 수평변위를 고려하여 선정하였다. 기존 집전장치 대비 신규로 개발 중인 집전장치 구조는 Fig 2와 같다. 기존 브라켓과 호환될 수 설치될 수 있도록 아답터 유닛(Adaptor Unit)을 설계하였으며, 로커 유닛(Rocker Unit)에 부착된 스프링을 통해 집전슈에 필요한 접촉력을

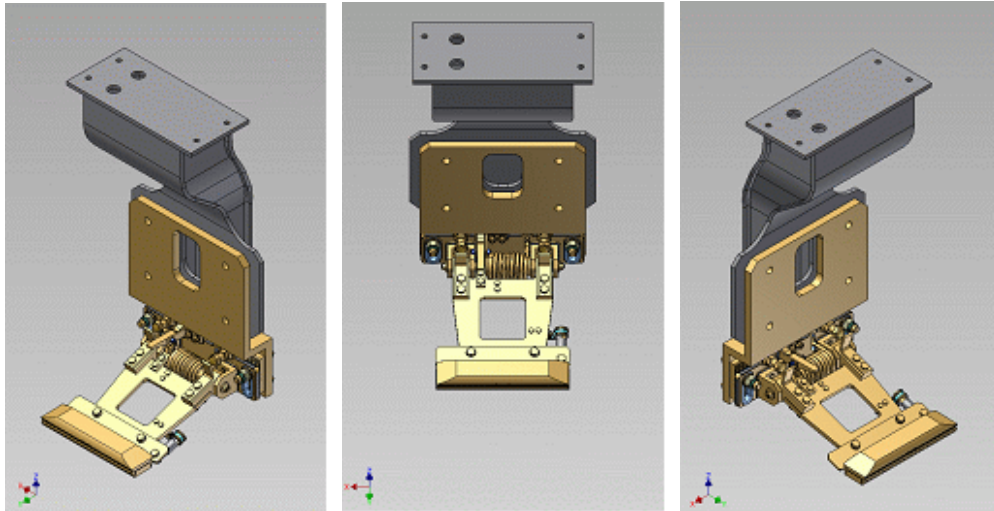


Fig. 2 Bottom Contact Current Collector Device schematic Diagrams.

제공할 수 있도록 설계하였다. 로켓 유닛은 집전슈와 아답터 유닛 사이의 절연이 유지될 수 있도록 절연판으로 구성하였다. 그리고 기존 집전장치 대비 성능은 설계속도를 100km/h에서 110km/h로 향상하였으며, 통전 전류도 기존 700A에서 1500A로 개선하였다. 또한 집전장치 중량도 20kg에서 14kg으로 감소시켜 자기부상열차의 중량을 감소시켜 전력비 소모를 저감시킬 수 있도록 하였다.

3. 결론

본 논문에서는 도시형 자기부상열차에 적용된 제3궤조 집전방식을 측면 접촉 방식에서 하면 접촉 방식으로 변경함에 따라 그에 따른 집전장치를 개발하였다. 또한 기존 집전장치 대비 성능이나 효율이 향상될 수 있도록 설계속도, 통전 전류, 압상력 등을 개선하여 설계하였으며, 집전장치 중량도 대폭 감소하였다. 향후 설계안을 토대로 집전장치를 제작할 계획이며, 한국기계연구원 시험선로 전차선 구축에 맞추어 성능 검증을 위한 시험을 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] B. C Shin, W. J. Kim, D. Y. Park, J. K. Baek, H. S. Kang(2011), "Introduction of Urban Maglev Project", *Journal of the Korean Society for Railway*, 14(2), pp. 26-32.
- [2] M. C. Min, Y. T. Heo, D. Y. Hong, W. J. Lee, S. Y. Jo, N. C. Jeong (2011) "The Development of Third-Rail System Applied to Turn-out Section for Urban Maglev", *Fall Conference of the Korean society for railway*, pp. 3046-3051.
- [3] Y. S. Kim, R. G. Jeong, S. H. Park, N. U. Baeg (2004) "Characteristics of 3rd type power collector for the Rubber-Tired AGT Light Rail Vehicle", *Spring Conference of the Korean society for railway*, pp. 72-76.
- [4] Installation and Maintenance Manual (Third Rail Current Collector), pp. 12.