

자기부상열차 비상롤러 속도 개선에 관한 연구

A Study on Improvement of Emergency Roller Speed of Magnetic Levitation Train

양성용^{*†}, 임경수^{*}, 노환희^{*}

Seong Yong Yang^{*†}, Soo Kyoung Lim^{*}, Whan Hee Noh^{*}

Abstract Currently, magnetic levitation trains are now operating on Incheon airport pilot lines. The levitation system is very important because magnetic levitation trains are floated in orbit due to the characteristics of the system. Due to the nature of the railway, which emphasizes safety, the emergency roller system is mounted on the magnetic levitation train as a supplementary measure due to the failure of the floating system. In this paper, the problem of existing magnetic levitation system is identified and improved to minimize the train delay due to the failure of the levitation system. In order to ensure efficient and efficient operation of trains, we proposed a method to improve the speed of the emergency roller system to cope with the failure of the floating system in a stable and efficient manner

Keywords : magnetic levitation, emergency roller

초 록 현재 자기부상열차는 인천공항 시범노선에서 영업 운전을 하고 있다. 자기부상열차는 시스템의 특성상 궤도에서 부상하여 진행하기 때문에 부상시스템이 매우 중요하다. 안전을 중요시 하는 철도의 특성상 부상시스템의 고장으로 인한 보완책으로 비상롤러시스템이 자기부상열차에 장착되어 있다. 본 논문에서는 기존 자기부상시스템의 문제점을 파악하고 이를 개선하여 부상시스템의 고장으로 인한 열차지연을 최소화하여 효율적인 열차운행을 위하여 안정적이고 효율적으로 부상시스템 고장 시 대응할 수 있도록 비상롤러시스템 속도향상 방안을 제시하였다

주요어 : 자기부상, 비상롤러

1. 서 론

인천공항 자기부상열차는 현재 세계 두 번째 상용화한 자기부상열차로서, 인천국제공항역에서 용유역까지 6.1km의 거리를 매일 15분 간격으로 9시부터 19시까지 6개역을 운행하고 있다. 자기부상열차는 기존 철차와 다르게 전자석의 힘으로 열차가 선로 위를 부상하여 이동하는 신교통수단이다.

자기부상열차에서 부상시스템이라는 새로운 개념이 추가 도입됨으로써 부상시스템의 고

† 교신저자: 대전광역시 도시철도공사 연구개발원(sheep1004@hanmail.net)

* 대전광역시 도시철도공사 연구개발원

장시에 대한 대응시나리오가 마련되어야 한다. 일반 철차는 고장 시 대차가 파손되지 않는 이상은 구원운전이 가능하지만 자기부상열차는 부상시스템이 고장 시 구원운전조차 힘들어진다. 이를 보완하고자 추가 설치되어 있는 시스템이 비상롤러 시스템이며 이 비상롤러 시스템의 문제점을 보완하고 속도향상을 통해 운영의 효율성을 높이는 방법에 대한 연구가 필요하다.

2. 본 론

2.1 비상롤러 시스템

2.1.1 비상롤러의 기능

비상롤러 시스템은 자기부상열차의 부상력 상실 시 차체를 부상시켜 차량이 이동가능 하도록 도와주는 장치로서 차량의 배터리 전원만으로도 동작이 가능하고 1량당 1set의 유압 발생장치와 16ea의 비상롤러로 구성되어 있으며, 차량의 배터리 전원 사용이 불가할 경우 휴대용 파워팩으로 동작시킬 수 있다.

2.1.2 비상롤러의 동작순서

자기부상열차가 완전히 정지하고, 비상 착지한 자기부상열차에 대한 구원 작업이 개시되면 운전 패넌을 통한 운전자 조작에 의해 비상롤러를 하강시키며 자기부상열차를 들어올린다.

구체적으로 보면 구동기가 작동하여 저유기에 수용된 기름으로 유압을 형성한 후 형성된 유압은 개방된 밸브와 유압관을 거쳐 유압실린더에 공급된다. 유압실린더가 공급받은 유압으로써 비상롤러를 하강시키고 비상롤러가 하강하여 자기부상열차가 들어 올려진다. 따라서 자기부상열차는 비상롤러에 의해 지지된 상태가 된다.

자기부상열차의 이동 중에 유압을 공급하는 유압 회로는 레일 간의 유격이나 코너 주행에 따라 발생하는 충격과 큰 순간 하중으로부터 축압기와 릴리프 밸브에 의해 보호된다. 비상롤러의 사용이 완료되면 유압실린더에 구비된 탄성체에 의해 비상롤러를 상승한다.

2.1.3 기존 비상롤러의 문제점

자기부상열차의 부상력 손실 시 비상롤러로 운행하게 되는데 기존 비상롤러는 최고속도가 25km/h이상으로 속도내기가 힘들다. 이는 열차의 표정속도보다 느려 열차의 지연을 초래하므로 운영의 효율성을 높이기 위해서 개선되어야 한다. 속도가 25km/h이상 올리기 힘든 이유를 찾아보기 위해 한국기계연구원에서 카메라를 이용하여 비상롤러의 상태를 모니터링 해보았더니 공회전하는 비상롤러가 발견되었다. 이는 점착력이 좋지 않아 공회전하는 것으로 판단된다. 그리고 비상롤러의 바퀴가 너무 작아 가속하기가 힘들었다. 비상롤러로 운행 시 진동이 심하고 소음이 크다는 것도 개선되어야 한다.

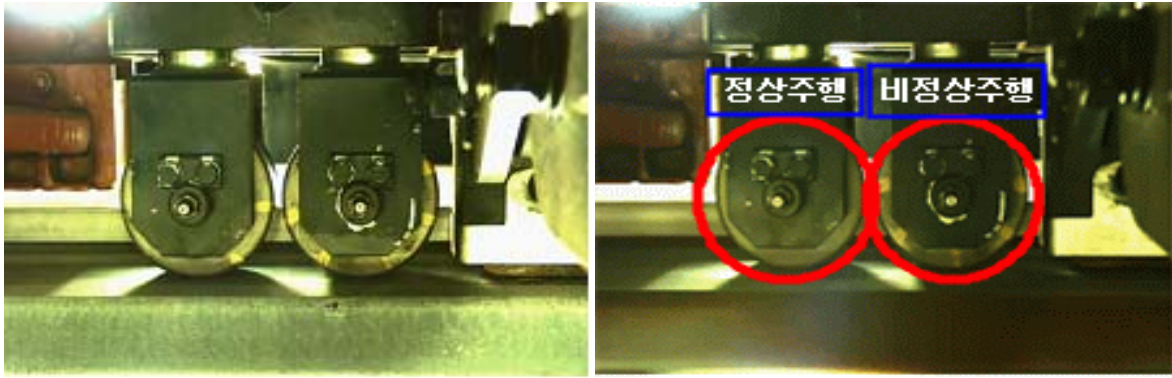


Fig. 1. Emergency roller motion image

2.2 비상롤러 시스템 개발 및 현장 시험

2.2.1 비상롤러 개발품 제작

비상롤러의 문제점에 대한 개선대책을 마련하여 여러 가지 방안을 도출하였으나 현차에 적용 시 공간적 문제와 여러 가지 시험환경의 문제들을 검토한 결과 비상롤러 개선품을 개발 제작하였다.

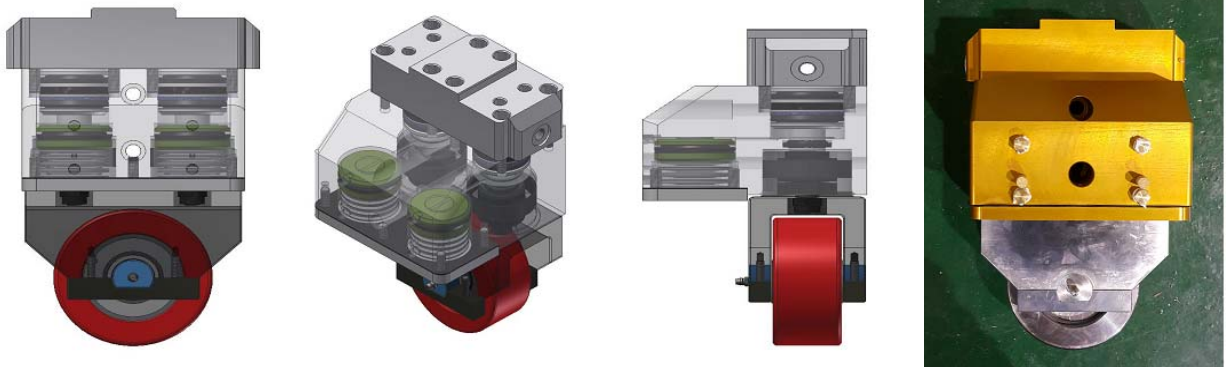


Fig. 2. Improved emergency roller image

2.2.2 비상롤러 개선사항

- 비상롤러 조립체 커버 개선

자기부상열차의 기존 비상롤러 조립체는 체결 커버의 좌우가 구분되어 있어 예비품으로 보관 시 좌우 양방향을 모두 보유하고 있어야 하는 어려움이 있다. 이는 불필요한 비용이 소모될 뿐 아니라 예비품 운용에도 효율성이 떨어진다. 이를 개선하기 위해서 개선품에서는 체결 커버의 좌우를 구분하지 않는 구조로 제작하여 필요 시 양방향 모두 설치가 가능하도록 하여 효율성 증대하였다.

- 비상롤러 쉘링 개선

자기부상열차 비상롤러의 기존품 쉘링은 해외제품 사용하여 납기 2달정도 걸려서 예비품 미확보시 비상 수급에 문제가 발생한다. 따라서 해당 부품을 국산품으로 대체하여 수

급문제를 해결하고 우레탄오링 적용하여 인장력, 복원력, 내구성 향상시켰다.

- 비상롤러 크기의 변경

자기부상열차 비상롤러의 속도향상을 위하여 롤러를 확대함으로써 동일한 주행 회전 수당 주행거리가 향상되는 것을 활용하여 속도향상방안을 마련하였다. 상부의 실린더 구조 공간을 확보한 후에 롤러 크기를 Ø80에서 Ø113로 변경하였다.

- 비상롤러 프레임 일체화

자기부상열차 비상롤러는 롤러를 2개 사용 시 프레임이 개별적으로 분리되어 제작 설치되어 있고 비상롤러의 구동 및 복귀가 동시에 이루어지지 않는 문제점을 가지고 있다. 그 리도 비상롤러 2개중 1a의 개의 롤러가 공회전하는 것을 발견하였다. 이를 개선하기 위하여 비상롤러의 롤러를 1개로 변경하였고 프레임도 일체화하여 비상롤러의 구동 및 복귀를 균형화 하도록 제작하였다.

2.2 비상롤러 시스템 현장 시험

2.2.1 비상롤러의 소음측정

- 비상롤러 개발품 현장시험 조건

- 한국기계연구원 시험차량으로 시험
- 소음 측정 구간 : 직선거리 구간
- 차량 주행 조건 : 20km/h 주행
- 소음 측정 위치
 - ① 차량 MC1 내부 3개 지점(앞쪽/중간/뒤쪽) 120cm 높이에서 측정
 - ② 20km/h 주행 시 비상롤러 근처에서 측정



Fig. 3. Emergency roller noise measurement

2.2.2 비상롤러의 소음측정 결과

Table 1 Emergency roller noise measurement results

구분		기존 비상롤러 시스템			비상롤러 시스템 개발품		
측정위치		암소음평균	주행소음평균	소음차이	암소음평균	주행소음평균	소음차이
실내	앞쪽	53.05	79.03	26.58	53.01	79.52	26.51
	중간	52.54	78.87	26.33	52.26	77.97	25.70
	뒤쪽	52.41	78.84	26.43	53.57	77.91	24.34
실외(롤러인접)		73.84	107.45	33.61	72.57	105.55	32.98

기존 비상롤러 시스템과 비상롤러 개발품과의 소음을 비교하기 위해 같은 속도(20km/h)로 주행시의 소음 측정 결과를 비교하였다. 그 결과는 기존품에 비해 개발품에서의 발생 소음이 1dB가량 감소한 것으로 나타났다.

2.2.3 비상롤러의 동작상태 확인



Fig. 4. Emergency roller motion picture shooting measurement

비상롤러 개발품의 동작상태를 촬영영상으로 확인해 보면 정지상태에서 동작상태로 변경 시 stroke 정상 동작하여 자기부상열차가 부상되는 것을 확인할 수 있다. 수회 반복하여 확인한 결과 비상롤러의 stroke는 정상 동작하는 것을 확인하였다. 다음으로 주행영상에서는 정지 상태에서 주행상태를 정확히 확인하기 위해 롤러에 표시를 해서 관찰한 결과 기존 비상롤러에서 발생했던 롤러가 레일에 밀착되지 않거나 헛도는 현상이 발생하지는 않았다. 비상롤러를 개선하고자 했던 주요현상은 사라졌다.

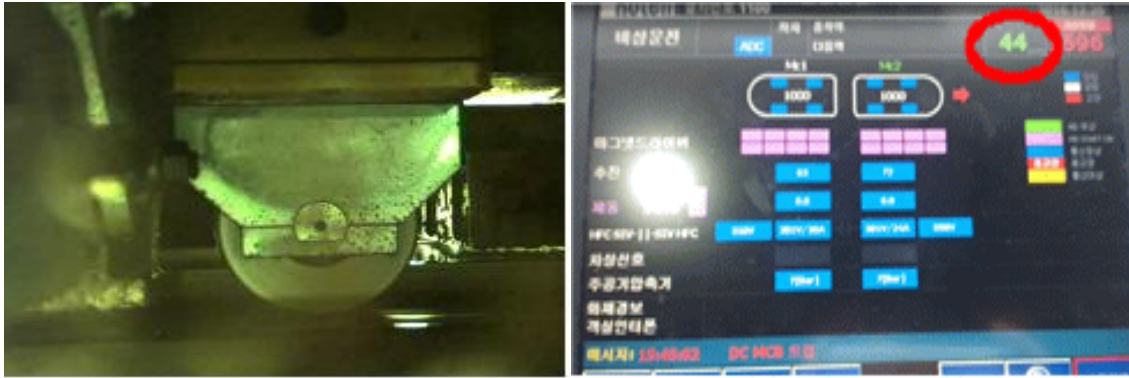


Fig. 5. Emergency roller motion picture shooting

자기부상열차 비상롤러의 가장 중요한 개선 요소인 주행속도 향상을 확인하기 위하여 비상롤러로 35km/h로 주행 시험을 실시하였다. 이 시험에서 기관사가 자기부상열차를 수동으로 운전을 하다 보니 정확히 35km/h의 속도로 주행하기가 어려워 35km/h이상의 속도로 주행시험을 실시하였다. 결과는 최고속도가 44km/h로 나왔으며 원래 목표인 35km/h의 속도에는 무난하게 도달하는 것으로 나타났다.

3. 결 론

자기부상열차의 부상장치의 고장을 대비한 비상롤러시스템의 문제점을 도출하고 성능개선을 통해 비상롤러시스템의 효율성을 향상시키고 앞으로 추후 자기부상열차의 다른 노선에 적용되거나 인천공항의 자기부상열차의 개량이 이루어질 경우 적용이 가능하도록 기존차량에 바로 적용 가능하도록 노력하였다. 공간적 제약 때문에 많은 애로사항은 있었지만 여러 가지 방안연구를 통해 비상롤러 시스템의 성능 개선을 이루었다. 이번에 개선할 사항 중 실제 적용하지 못한 부분은 향후 기회가 되면 개선 연구가 필요하다.