

도시철도차량 제동소음 및 마찰열 측정에 관한 연구

Research on Measurement of Brake Noise and Frictional heat for Urban Railway Vehicles

김남기*†, 김인기*, 원종필*, 남찬혁**, 안서연**

Nam-Gi Kim*†, In-Gi Kim*, Jong-Pil Won*, Chan-Hyuk Nam**, Seo-Yeon Ahn**

초 록 도시철도차량의 기술수준이 발전함에 따라 이용 고객의 감성품질을 만족 시킬 수 있는 연구 분야가 활발히 진행되고 있다. 그 중의 하나로 도시철도차량의 제동체결 시 발생하는 제동소음과 마찰열을 측정해 봄으로써 현 상황을 진단하고 제동마찰재 개발 연구를 통해서 향상된 제품을 개발 할 수 있는 자료로 활용하기 위해 이번 연구를 진행하게 되었다. 제동소음 개선을 통하여 고객의 감성품질을 만족 할 수 있는 도시철도 운영환경을 조성할 수 있으며 마찰열을 측정해 마찰재가 차륜과 디스크의 미치는 영향을 확인해 볼 예정이다.

주요어 : 도시철도차량, 제동마찰재, 제동슈, 제동패드, 제동시스템, BOU, 제동소음, 마찰열

1. 서 론

본 논문에서는 기존의 사용하고 있는 해외 제동마찰재의 국산화 개발을 추진하면서 마찰재의 재질이 소음과 발열에 미치는 영향을 알아보기 위해 차량 운행 시 발생하는 제동소음과 마찰열을 측정하는 방법에 대해 기술할 것이다.

또한 제동시스템과의 상관관계도 살펴보기 위해 제동시스템이 다른 차량의 데이터도 시험을 통하여 수집하고 비교해 볼 예정이다. 한국철도공사에서 도시철도차량에 적용하고 있는 제동작용장치(BOU, Brake Operating Unit)의 유형은 크게 두 가지로 YN43 제동장치와 YB36 제동장치로 구성되어있다. 두 제동 시스템의 가장 큰 차이점은 제동제어장치가 EOD(Electric Operating Device)에서 ECU(Electric Control Unit)로 변경되었으며 기존의 다양한 밸브들이 모듈화 되었다는 점이다.

2. 본 론

2.1 차량제원

1차 측정 대상차량은 경의·중앙선 노선에 운영 중인 전동차로 8량 1편성으로 구성되어 있고 제동제어장치로 EOD가 적용된 차량으로 용문차량사업소→시흥차량사업소 구간을 이동하면서 측정을 진행하였다.

2.2 측정 장비

2.2.1 측정시스템 구성

데이터 수집 장치 DAQ에 가속도센서, 소음, 온도센서를 결선하여 측정한 아날로그신호를 디지털화하여 데이터를 저장한다.



Fig. 1 Measurement System

2.2.2 소음

제동소음은 마이크로폰 장비를 활용하여 측정한다. 제동슈는 제동캘리퍼 옆면의 중앙부분, 패드는 제동캘리퍼의 제일 상단부분에

† 교신저자: 한국철도공사 연구원 기술연구처
(nk.kony@korail.com)

* 한국철도공사

** 자동차부품연구원

1개씩 설치하였고 객실내부에는 통로연결막 주위 1개, 노약자석 근처에 1개를 설치하여 발생하는 소음 데이터를 수집한다.

2.2.3 마찰열

마찰열은 제동슈와 제동패드의 지름 3mm 홀을 가공한 후 열전대 온도센서를 삽입해 제동슈와 차륜 간 그리고 제동패드와 디스크 간에 발생하는 온도를 측정한다.

2.2.4 가속도센서

공기제동 체결되는 시점을 확인하기 위해 활용하며 제동동작부에 장착하여 움직임을 확인한다.

2.3 제동마찰재의 비교

2.3.1 제동슈

제동슈는 현재 이탈리아 A社와 일본 B社의 제품을 사용하고 있으며 이탈리아 A社의 제품은 경도가 HRR58로 타사 제품보다 낮게 나타나고 Fe성분이 9%정도 포함하고 있는 Mild Low Steel 마찰재로 분석된다. 일본 B社의 제품은 경도HRR90이고 내부에 쇠블럭을 포함하고 있다. Fe성분은 26%정도로 Low Steel 마찰재로 분석된다.

2.3.2 제동패드

제동패드는 이탈리아 A社, 폴란드 C社, 국내 D社 제품이 사용되며 이탈리아 제품은 Low Steel 마찰재로 Steel이 27% 포함되어 있고 폴란드 제품은 Steel이 15%정도 포함된 Low Steel 마찰재로 분석된다. 국내 D社의 제품은 추후 SEM과 XRF 장비를 통해 분석해 볼 예정이다.

더 큰 소음이 발생하는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 실내의 경우 통로연결막 측은 38dB, 객실내부는 42dB로 제동캘리퍼 동작 부위 보다는 낮은 소음이 측정되었다.

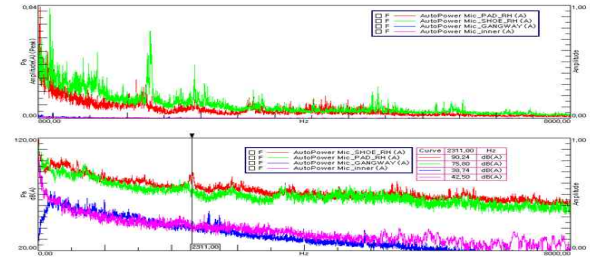


Fig. 2 Noise data

3.2 마찰열

마찰열은 제동슈(일본B社) 2point 와 패드 (이탈리아 A社, 국내D社)의 각각 1point씩 총 4point를 측정하였으며 전체 측정 구간에서 이탈리아 A社 패드가 88℃, 일본B社 제동슈가 60℃로 최고온도를 기록하였다. 신원역→양수역 구간에서 제작사가 다른 두 패드에서 큰 차이가 발생하였는데 최고온도가 이탈리아 A社 제품이 88℃ 일 때, 국내D社 패드가 44℃로 2배 정도의 차이가 발생하는 것으로 확인 되었다. 이는 마찰재의 재질이 마찰열 특성에 미치는 것으로 분석되며 국내D社 제품의 재질 분석을 통해 상관관계를 도출 해볼 예정이다.

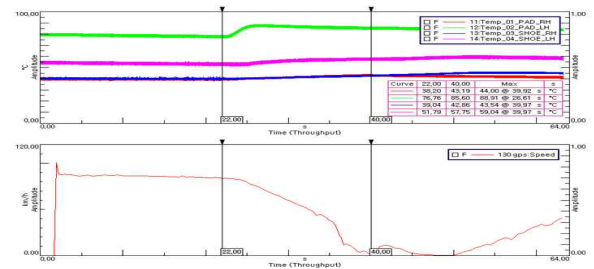


Fig. 3 Temperature data

3. 결론

3.1 소음

소음은 제동슈(일본B社)와 패드(국내D社)의 각각 1 point 씩을 측정하였다. 제동체결 시 발생하는 소음을 분석해 보면 주파수 2.311kHz 부근에서 스퀸(Squal) 소음이 발생하는 것으로 측정 되었으며 가장 큰 소음은 제동슈90dB, 패드75dB로 제동슈에서

후기

본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 철도 기술 사업으로 지원된 「도시철도차량용 제동마찰재 개발 및 표준화 연구」 과제의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

(연구과제번호 : 18RTRP-B123168-04)

참고문헌

- [1] 도시철도 제동마찰재 개발 및 표준화 연구 성과보고서(2차년도), 상신브레이크
- [2] 제동소음 및 발열 측정 현차 시험 계획서 및 결과분석자료, 자동차부품연구원
- [3] 제동시스템 비교설명 기술자료, 한국철도공사