

부산 지하철 2호선 소음 특성

Noise Characteristics of Busan Subway No. 2

김병삼†·이태근*·최행호***·안병욱***·석성주**

Kim Byoung-Sam, Lee Tae-Keun, Choi Haeng-Ho, Ahn Byoung-Uk, Suk Sung-Ju

1. 서 론

철도차량 연변 방사소음의 예측과 측정 등 기초연구 수행은 많이 진행되고 있다. 휠/레일 접촉소음, 공기역학적 소음 등 공력소음에 대한 연구도 활발하다. 고속전철의 주요 소음원들이 실내소음에 미치는 영향에 대한 조사로 고속전철 외벽 알루미늄 주름패널의 음향투과손실에 대한 연구가 진행되고 있다. 철도차량의 경우, 개활지와 터널내 주행시를 구분 실내 소음기준치를 규제하고 있다. 종래의 연구 내용들은 차량설계 확정 및 제작 이전단계의 검토하기에는 제한적이다. 철도차량의 실내소음은 철도차량의 소음발생장치와 차량의 소음차단성능이 지배적이고, 차량 설계의 차이와 터널 단면적의 차이, 레일 및 차륜의 거칠기의 차이 등에 기인한 것으로 보고되고 있다.

본 연구에서는 부산 지하철 철도 차량의 바닥 진동 기인에 의한 구조 진동음 저감을 위한 설계를 하기 위하여 부산 지하철 2호선 철도차량 실내소음을 측정, 분석하였다.

2. 측정방법

부산 지하철 2호선 철도차량 실내소음은 부산 호포역에서 장산역 구간에서 주행중인 국내에서 제작된 전동차를 대상으로 측정을 실시하였다. 전동차 6량 중 3호차 내에 마이크로폰을 설치하였으며, 차량 속도는 60km/h인 구간에서 실내소음을 측정하였다. 주요 소음원에 대한 규명은 측정자가 측정 구간에서 실제 청취하여 파악하였다. 부산 지하철 철도 차량의 바닥 진동에 기인에 의한 소음은 소음레벨 변화 추이와 진동레벨 변화추이를 비교 검토하여 판단하였다. 부산 지하철 철도 차량의 바닥 진동에 기인에 의한 실내소음은 소음계(sound level meter)를 이용하여 측정하였다. 측정된 소음신호는 분석기를 이용하여 주파수 대역별 음압레벨을 분석하였다.



Fig. 1 Measurement set-up

3. 측정결과 및 고찰

본 연구에서는 부산시 지하철 2호선 구간별 철도차량 실내소음레벨을 측정하였다. Fig. 2는 호포~금곡 구간 측정결과이다. 측정 구간은 호포역에서 장산역까지 총 38개 구간이다. 측정 시간은 총 4325초이며 측정시간 중 운행시간은 3699초, 정차시간은 626초이다. 측정 구간에서 주요 소음원은 곡선구간에서의 스켈소음, 분기기에서의 충격소음, 도유기에 의한 소음 그리고 부산 지하철 차량의 구동방식에 의한 VVVF 소음 등이다. 부산 지하철 2호선의 주요 소음 발생 횟수는 VVVF에 의한 소음이 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그 다음은 곡선구간에서의 스켈소음, 분기기에서의 충격소음, 도유기에 의한 소음 순이다.

(a) Sound pressure level

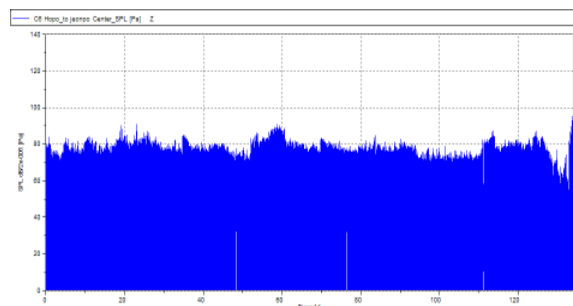


Fig. 2 Sound pressure level and vibration level (Hopo-Keumgok section)

Fig. 3은 호포~금곡, 구명~구남 구간 바닥 종류에 대한 음압레벨의 비교이다. 콘크리트 바닥의 경우가 자갈 바닥의 경우에 비해 1,000Hz 이하의 저주파 대역에서 높은 음압레벨을 보였다.

† 교신저자; 원광대학교 기계자동차공학부
E-mail : anvkbs@wonkwang.ac.kr
Tel : (063)850-6697, Fax : (063) 850-6691

* 대덕대학 정밀기계시스템과
** 부산교통공사 안전관리실

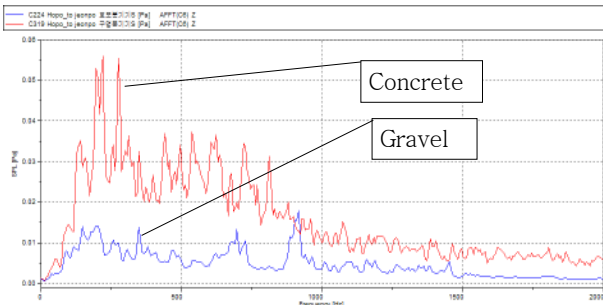


Fig. 3 Sound pressure level for the ground (Hopo-Keumgok, Gumyoung-Gunam section)

Fig. 4는 레일의 곡선 반경에 대한 음압레벨의 차이를 비교한 것이다. 곡선 반경이 커지면 진동을 발생하는 주파수 대역이 곡선 반경이 작은 경우에 비해 저주파수 대역으로 이동하는 경향이 있다. 음압레벨의 피크치를 나타내는 주파수 대역 역시 곡선 반경이 400m인 경우가 250m인 경우보다 저주파수 대역에 있다. 즉, 곡선 반경이 커지면 진동과 소음을 발생하는 주파수 대역이 저주파수 대역으로 이동하고 있음을 알 수 있다. 곡선반경에 따라 소음과 진동을 발생하는 주파수 대역이 변화하고 있음을 알 수 있다.

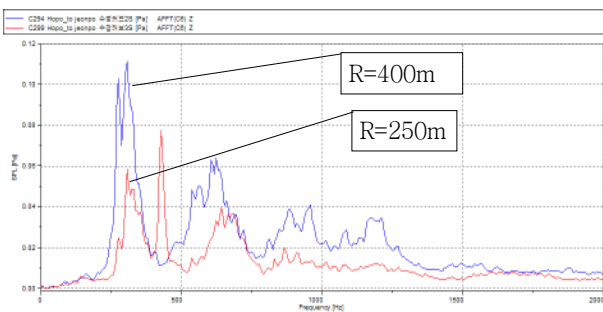


Fig. 4 Sound pressure level for the rail curvature

Fig. 5는 동원~율리, 수정~덕천 구간에서 레일 연마에 대한 음압레벨의 차이를 비교한 것이다. 레일을 연마하면 레일을 연마하기 전보다 상대적으로 음압레벨이 감소하고 있다. 그러나 레일 연마 측정한 전·후 좌우(x-축), 전후(y-축), 상하(z-축)방향의 진동신호를 분석해 보면 상하(z-축)방향 진동레벨은 감소한 반면 좌우(x-축)방향과 전후(y-축)방향의 진동레벨은 크게 감소하지 않고 있음을 알 수 있다. 이는 레일을 연마하는 연마기가 한쪽 방향으로만 레일을 연마하는 것에 기인한 것으로 판단된다.

Fig. 6은 수정~덕천, 구남~모라 구간 VVVF에 대한 음압레벨을 비교한 것이다. VVVF 가동시 철도 차량의 특성에 따라 음압레벨의 발생 주파수 대역이 약간 차이가 있었으나 400Hz 전후에서 높은 음압레벨을 나타내고 있다. 진동레벨과 소음레벨을 비교해 볼 때 거의 유사한 주파수 대역에서 피크치를 보이고 있다. 즉 VVVF 가동에 의해 발생하는 높

은 음압레벨은 VVVF의 진동에 기인한 것으로 판단되며 철도 차량의 종류에 대한 변화는 거의 없고 VVVF 가동시 모터의 회전수가 진동과 음압레벨을 발생하는 주파수 대역에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

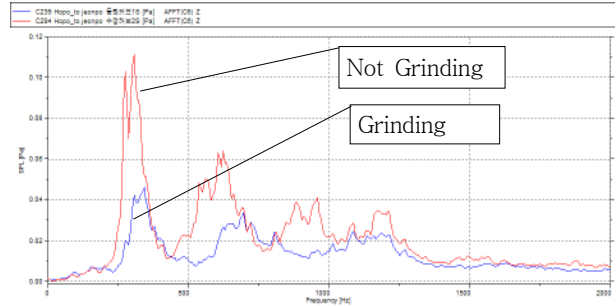


Fig. 5 Sound pressure level for the rail grinding (Dongwon-Yuli, Sujeong-Dukcheon section)

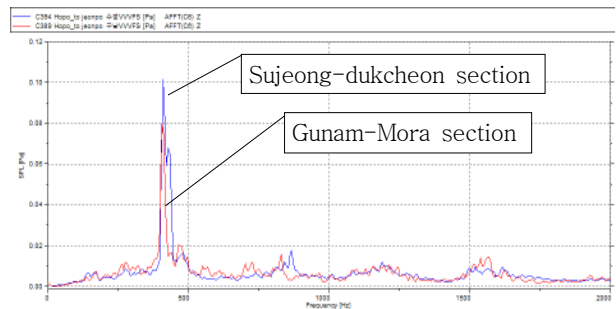


Fig. 6 Sound pressure level for the VVVF

4. 결 론

본 연구의 목표인 부산 지하철 철도 차량의 바닥 진동 기인에 의한 구조진동음 저감을 위하여 부산 지하철 2호선 철도차량 실내소음을 측정, 분석하였다.

부산 지하철 2호선 철도 차량의 바닥 진동 기인에 의한 구조진동음을 측정한 결과, VVVF 가동에 의한 소음, 곡선 구간에서의 스켈소음, 분기기에서의 충격소음, 도유기에 의한 소음 등이 주요 소음원임을 규명하였다.

또한, 콘크리트 바닥의 경우가 자갈 바닥의 경우에 비해 1,000Hz 이하의 저주파 대역에서 높은 음압레벨을 보였으며, 곡선 반경이 커지면 소음을 발생하는 주파수 대역이 저주파수 대역으로 이동하고 있음을 확인할 수 있었다.

VVVF 가동시 모터의 회전수가 진동과 음압레벨을 발생하는 주파수 대역에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 건설기술혁신사업의 연구비지원(과제번호 09기술혁신E05)에 의해 수행되었습니다.