

Spherical microphone을 이용한 고속열차 실내소음의 방향성 측정

Measurement of directivity patterns of high-speed train noises using a spherical microphone array

김재현* · 장형석* · 무하마드 임란* · 전진용†

Jae Hyeon Kim, Hyung Suk Jang, Muhammad Imran and Jin Yong Jeon

1. 서 론

본 연구는 주행시 고속열차 실내 소음의 방향성을 측정하기 위하여 구형 다채널 마이크로폰(Spherical microphone array)을 이용하여 현장측정을 진행하였다. 현장측정을 통하여 각 주파수 대역별 소음의 유입경로를 파악하여 고속열차의 음환경개선을 위한 방향성을 제시하고자 한다.

2. 객실 소음 방향성 측정

2.1 Beamforming

Beamforming은 지향성 신호의 송수신을 위한 다채널 센서의 신호처리기술이다(1). 센서의 위치에 따라 신호의 세기를 조절함으로써 각 센서의 간섭을 배제하고 결합된 신호의 배열을 통해 분석이 이루어진다. Beamforming은 전 방향의 송수신 data를 선택할 수 있고, 채널수를 증가시킴에 따라 분석되는 공간의 폭이 넓어지게 된다. Beamforming에 의해 형성된 각각의 빔트랙에서는 spherical microphone의 신호처리과정에서 생성된 빔패턴을 형성하고 총 개소수를 정하며, 서로 직교하는 빔패턴이 생성되도록 아이겐빔을 설정한다(2). 즉, 아이겐빔은 공간적으로 빔을 직교하여 음장을 분리하고, 기존의 음장에 대한 공간적 정보를 포함하게 된다. Beamforming을 기반으로 하는 spherical microphone의 데이터 처리 방식은 그림 1과 같다.

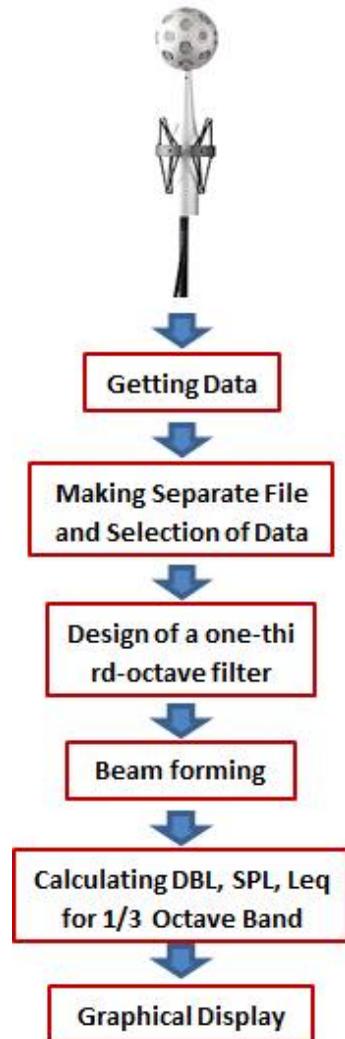


Figure 1 Flow chart at computation

† 교신저자, 한양대학교 건축공학부

E-mail : jyjeon@hanyang.ac.kr

Tel : (02)2220-1795, Fax : (02)2220-4794

* 한양대학교 첨단건축도시환경공학과

2.2 측정 지점

주행 중 고속열차 소음의 유입방향을 조사하기 위하여 미국 mh acoustics사의 em32 Eigenmike microphone array를 사용하여 고속열차가 개활지 직선구간에서 300 km/h 속도로 주행시 실내소음을 측정하였다. 수음점은 열차 1량 내부 총 14개 좌석 열 중에서 제 5열의 통로측 좌석으로 선정하였다.

2.3 측정결과

그림 2는 300 km/h 속도로 주행시 개활지의 한 지점을 지날 때 250, 1000, 2000 Hz에서 실내의 SPL을 측정하였다. 그림 2(a,b,c)와 같이 공통적인 경향성으로 천장(Elevation 90°부분)과 정면(Azimuth -180°부분)에서 다소 소음이 유입되는 결과를 나타내었다. Azimuth -90°는 창측을 나타내고 있다.

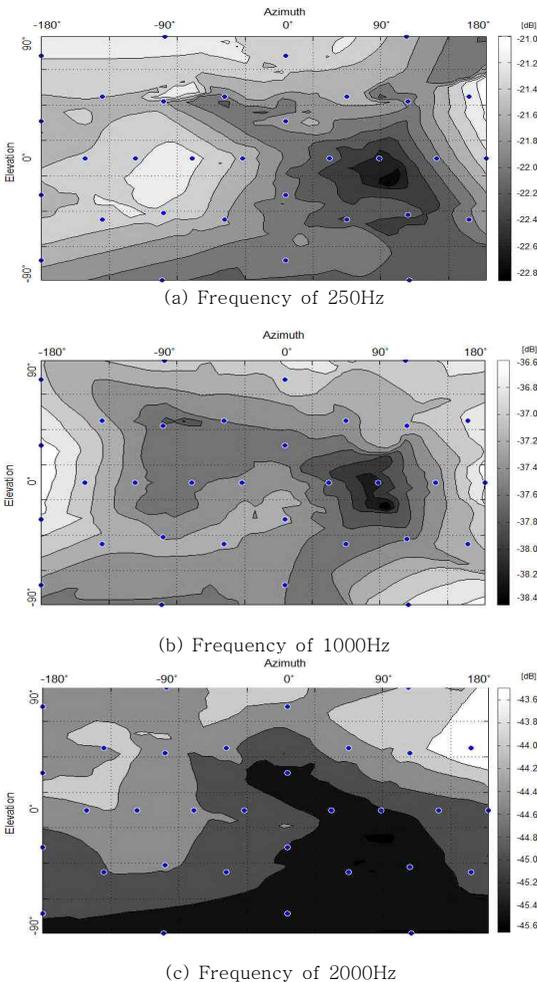


Figure 2 Measurement results at 300 km/h

그림 2(a)와 같이 250Hz 대역은 창측(-90°)에서 다소 소음 유입이 높은 것으로 평가되었다. 그림 2(b)에서는 1000Hz 대역 창측(-90°)과 통로측(+90°)에서의 유입소음의 차이가 250Hz 대역에 비해 크게 나타나지 않았지만 의자에 의해 소음영향이 일부 차단되는 마이크로폰 어레이 하부에 비해 천장부 소음의 양이 비교적 크고 편차가 적은 것으로 나타났다. 2000 Hz 대역은 그림 2(c)와 같이 전체적으로 배경소음레벨이 크지 않은 것을 볼 수 있다. 특히 열차 바닥부분과 통로측에서는 배경소음레벨이 상대적으로 낮게 나타나고 천장 전면부에서만 배경소음레벨이 높은 것을 알 수 있었다.

3. 결 론

본 연구는 spherical microphone array를 이용하여 열차 실내소음의 방향성을 측정된 초기분석결과이다. 주로 표면 반사음이 강한 천장과 차음이 상대적으로 취약한 창측을 통하여 소음이 유입되었다. 특히 창측에서 저주파 대역의 소음 전달이 다른 주파수 대역보다 큰 것으로 나타났다. 향후 추가측정 및 분석을 통하여 열차의 소음원별로 방향성을 조사하고, 객실 내 마감설계요소 및 개선방향 등을 제시할 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- (1) Nilsen et al., 2013, Robust 3D Sound Source Localization Using Spherical Microphone Arrays, Audio Engineering Society
- (2) Farina et al., 2011, Spatial analysis of foom impulse responses captured with a 32-capsules microphone array, Audio Engineering Society

후 기

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(13PRTD-C061727-02)에 의해 수행되었습니다.