

덤프트럭의 저주파 소음 특성

Low Frequency Noise Characteristics of Dump Truck

정성수† · 전병수* · 신수현**

Sung Soo Jung, Byeong Su Jeon and Su Hyun Shin

Key Words : Low frequency noise (저주파소음), Infrasound (초저주파), Dump truck noise (덤프트럭 소음)

ABSTRACT

The low frequency noise, including infra-sound is known to affect human physiology and psychology. Guidelines and measurement method of low frequency noise has been introduced in several countries in order to evaluate low frequency noise. In this work, low frequency noise characteristics of dump truck was investigated in terms of the noise level and spectrum. The interior sound pressure level of the dump truck was between 60 and 105 dB in the frequency range of 1~250 Hz.

1. 서 론

그 동안의 소음연구는 주로 가청주파수 대역에 집중되어 왔으나 최근에는 20 Hz 이하의 초저주파 대역을 포함한 250 Hz 이하의 저주파 소음에 대한 연구가 관심을 받고 있다. 저주파 소음은 그 특성 상 귀에 잘 들리지 않지만 그 동안의 연구결과를 보면 사람의 순화기, 호흡기, 신경 내분비 등에 영향을 미치고 있다⁽¹⁻²⁾. 독일, 덴마크, 스웨덴 등 유럽 국가들은 지난 40여년간의 연구 경험을 바탕으로 1990년 중반에 저주파 소음에 대한 측정 및 평가 지침서를 마련하였으며, 일본의 경우도 2004년에 환경성에서 지침서를 발표한 바 있다⁽³⁻⁵⁾. 이에 반해 국내 연구는 초기단계라고 할 수 있다.

본 연구에서는 국내·외에서 생산되고 있는 덤프트럭을 대상으로 운전자 옆 좌석에서 저주파 소음을 측정하고 비교하였다. 또한 운전자들을 대상으로 소음에 대해 어떻게 느끼고 있는지 설문조사를 하였다. 저주파 소음의 주파수 범위는 국가별로 차이가 있지만 최대 250 Hz까지

고려하기 때문에 여기서는 1 ~ 250 Hz 범위에서 1/3-옥타브 밴드 분석을 하였다.

2. 저주파 소음 측정 및 결과

2.1 덤프트럭 저주파 소음 측정방법

소음은 운전자 옆 좌석에서 저주파 전용 마이크로폰(B&K 4193)을 정밀급 소음계(B&K 2231)에 장착하고 신호는 DAT (Sony PC208Ax)로 녹음한 후 실험실에서 신호분석기(B&K 3550)로 1/3-옥타브 밴드별로 분석하였다. 신호 분석 시 A 보정 혹은 초저주파인 경우는 G 보정을 하지 않았다. 이것은 비록 저주파 소음에 초저주파와 가청 주파수 대역이 포함되어 있지만 저주파 소음 평가 시 G 보정과 A 보정으로 이원화된 평가보다는 단일 지수로 평가하는 것이 일관성이 있기 때문이다. 차량은 국내·외에서 제작된 것으로 총 30대이다.

덤프트럭은 일반적으로 공사장 등에서 사용되기 때문에 현장에서 속력 40-70 km/h 범위에서 비포장 도로를 운행하는 동안 측정하였다. 소음 측정 전에 운전자들에게 덤프트럭을 장시간 운전 하면서 소음에 대한 느끼는 점을 설문 조사하였다.

† 교신저자; 한국표준과학연구원
E-mail : jss@kriss.re.kr
Tel : 042-868-5307, Fax : 042-868-5643

* 한국표준과학연구원

** 부산대학교

2.2 덤프트럭의 저주파 소음 측정결과

스카니아 덤프트럭에 대한 저주파 소음결과를 그림 1에 나타냈다. 결과를 보면 250 Hz까지 65 ~100 dB 사이의 음압레벨을 보이고 있다. 2.5 Hz를 기점으로 고주파 대역으로 갈 수록 음압레벨이 감소하는 경향을 보이고 있다.

그림 2는 볼보 덤프트럭의 저주파 소음 측정결과를 나타낸 것이다. 스카니아와 비교할 때 2.5 Hz에서의 피크는 유사하지만 16~40 Hz 대역의 음압레벨이 다소 높게 나타나고 있다.

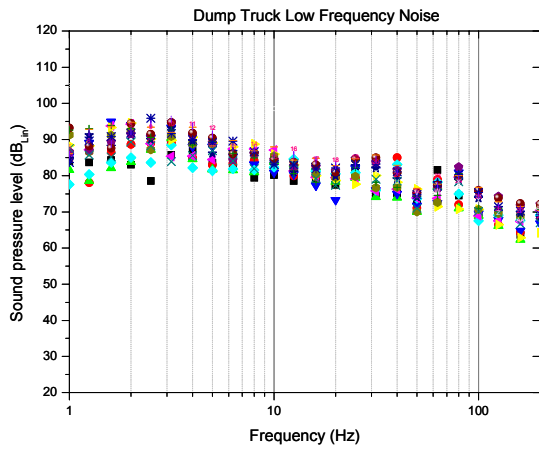


그림 1. 스카니아 덤프트럭의 저주파 소음

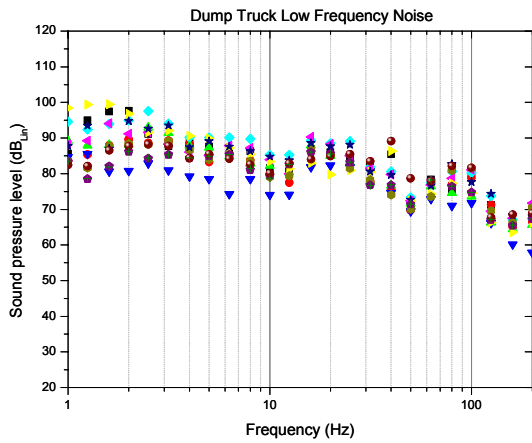


그림 2. 볼보 덤프트럭의 저주파 소음

다음은 국내에서 생산되고 있는 덤프트럭으로 A사의 결과를 그림 3에 나타냈다. 앞서의 두 외국 차량과 비교할 때, 피크 음압레벨을 나타내는 주파수가 2 Hz에서도 나타나지만 16 Hz 그리고 60 Hz 대역에서도 나타나고 있어 외국차량과 다른 특성을 보이고 있다.

다른 B와 C사에 대한 결과를 그림 4와 그림 5에 각각 나타냈다. B사의 경우 16~30 Hz 대역에서 높은 음압레벨을 보이는 반면, C사의 경우는 100 Hz까지 비교적 평탄한 음압레벨을 특성을 보이고 있다.

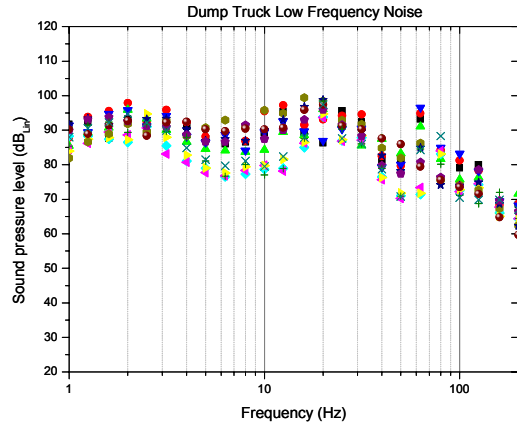


그림 3. 국내제작 A사 덤프트럭의 저주파 소음

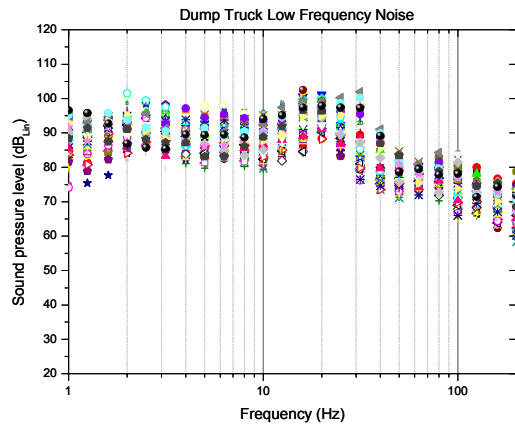


그림 4. 국내제작 B사 덤프트럭의 저주파 소음

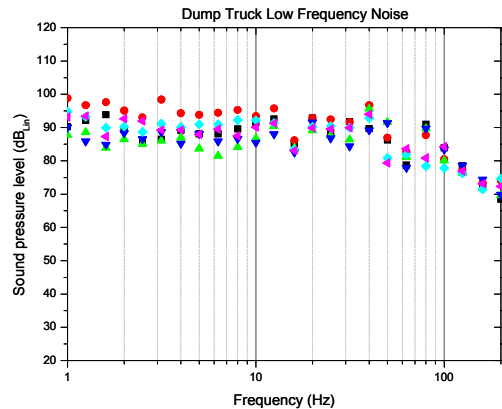


그림 5. 국내제작 C사 덤프트럭의 저주파 소음

외국 덤프트럭과 국내에서 제작되는 덤프트럭의 특성을 볼 때 전반적으로 국내의 A와 B사의 덤프트럭이 250 Hz까지의 총 음압레벨에 있어 외국사에 비해 다소 높은 음압레벨을 나타냈으며, 특히 10~30 Hz 대역에서 높았다. C사의 경우는 다른 트럭에 비해 100 Hz 대역까지 비교적 평탄한 음압레벨을 나타내고 있어, 각 제작사를 마다의 제작 기술에 따라 다른 특성을 가짐을 확인 할 수 있다.

덤프트럭에 적재 유무에 따른 결과를 살펴보았다. 그림 6의 국내 B사 덤프트럭에 대해 적재를 한 경우와 그렇지 않은 경우 저주파소음 측정결과를 나타낸 것으로 적재를 한 경우가 비적재된 경우에 비해 음압레벨이 높음을 볼 수 있다.

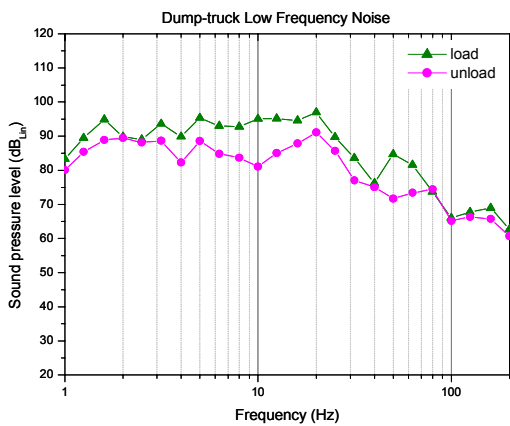


그림 6. 국내제작 B사 덤프트럭의 적재 유무에 따른 저주파 소음결과 비교

다음은 덤프트럭 통과 시 측정된 결과를 그림 7에 나타냈다. 앞서 차량 내 소음과 비교하면 전반적으로 낮은 음압레벨을 나타내고 있다.

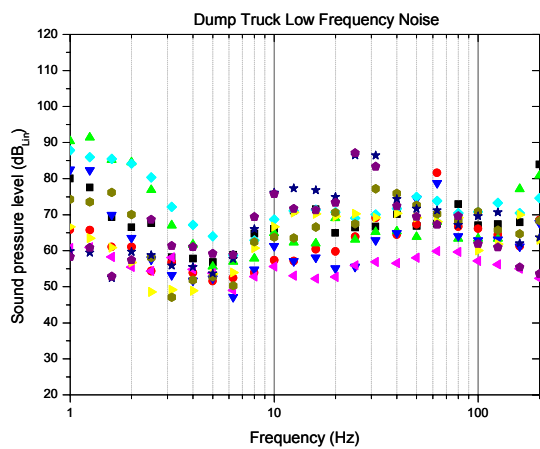


그림 7. 덤프트럭 통과 시 저주파 소음

2.3 덤프트럭 운전자 설문조사

덤프트럭을 운전하는 운전자를 대상으로 운전 후 정신적, 육체적 반응정도에 대한 설문조사를 하였다. 설문 조사에 참여한 운전자는 총 30명으로 운전경력을 볼 때 5년 이내가 총 6명, 11~15년 범위가 10명, 16년 이상은 14명으로 비교적 장기간 덤프트럭 운전 경험을 가지고 있었다. 하루 평균 운전시간은 10시간 정도가 11명, 11시간 이상이 19명이었다. 한달 평균 운전일수는 15일 이상이 29명으로 대부분 상당히 많이 운전하는 편이었다. 운전자의 연령분포는 20대 6명, 30대 10명, 40대 이상 14명으로, 20대 6명은 운전경력 5년 이하의 운전자였다.

설문 내용을 다음과 같다.

- ① 운전하는 동안 소음을 느끼는 정도
- ② 운전하는 동안 어떤 소음이 들리는가
- ③ 운전하는 동안 두통을 느끼는 정도
- ④ 운전하는 동안 가슴에 압박감을 느끼는 정도
- ⑤ 운전하는 동안 피로감 정도
- ⑥ 운전 후 식성
- ⑦ 운전 후 귀에 어떤 소리가 느껴지는가
- ⑧ 운전 후 잠을 잘 때 반응

이러한 설문 조사에 대해 운전자들의 반응에 대해 몇 가지 정리하면 다음과 같다. ① 번 항목에 대해 운전 시 소음을 느끼는 정도는 16명은 시끄럽다고 응답하였으며, 20명은 참을만하다고 응답하였다. 이것은 시끄럽다는 것은 주로 귀에 의존하기 때문에 100 Hz 대역에서의 90 dB 소음을 dBA로 환산하게 되면 71 dBA가 되기 때문에 참을만하다고 답변한 의견이 많은 것으로 파악된다.

② 항목의 운전하는 동안 어떤 소음이 들리는가에 대한 대답으로는 웅하는 소리가 21명으로, 비록 중심주파수를 정확히 평가한 것은 아니지만 저주파 소음을 많이 감지하는 것으로 평가되고 있다.

④ 항목의 운전하는 동안 가슴에 느끼는 압박감 정도에 대한 결과에서는 느낀다고 한 사람이 18명으로 절반이 넘었다.

⑤ 항목의 운전하는 동안의 피로감에 대해서는 간혹느낌을 포함하여 피로감을 느끼는 운전자가 29명으로 장시간 운전 따른 피로감이라고 할 수 있다.

⑧ 운전 후 잠을 잘 때 반응에 대해서는 평상시와 차이가 없음을 포함하는 별다른 문제가 없다고 답한 사람이 19명으로 잠들기 힘들 사람들 11명에 비해 높았다. 이것으로 볼 때 많은 운전자들이 소음에 이미 잘 적응이 되었다고 볼 수 있다.

3. 결론

본 연구에서는 국내·외에서 제작된 덤프트럭을 대상으로 차량 내부에서의 저주파 소음을 측정하고 분석하였다. 측정결과 제작사별로 다른 주파수 특성을 나타냈으며, 250 Hz 까지 60~105 dB 정도의 음압레벨을 가졌다. 물건을 적재한 경우가 적재하지 않은 경우에 비해 높은 음압레벨을 나타냈으며, 덤프트럭 통과 시 소음은 차량 내부에 비해 낮았다. 차량 운전자의 소음에 대한 설문결과, 저주파 소음을 상당부분 느끼는 것으로 파악되었으나 실제 귀로서 시끄러운 정도를 판단하기 때문에 특별히 성가시게 느끼지 않음을 알 수 있었다.

후 기

본 연구는 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원을 받아 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) Broner, N., 1978, "The effects of low frequency noise on people - a review," J. Sound and Vib. Vol. 58. pp. 483~500.
- (2) Berglund, B., Hassmen, P., and Soames Job, R. F., "Sources and effects of low frequency noise," J. Acoust. Soc. Am., 1996, Vol. 99 pp. 2985~3002.
- (3) DIN 45680, 1997, Measuring und bewertung tieffrequenter gerauschmissionen in der nachbarschaft.
- (4) SOSFS, 7E, 1996, General guidelines issued by the Swedish national board of health and welfare, indoor noise and high sound levels.
- (5) Guidance to counter low frequency noise problems, 2004, Ministry of Environment of Japan.