

## 도로교통 소음원에 의한 저주파 소음실태 Low Frequency Pass-by Noise for Road Vehicle

정성수\* · 서상준\* · 조문재\* · 김용태\*

Sung Soo Jung, Sang Joon Suh, Moon Jae Jho, Yong Tae Kim

**Key Words** : Pass-by Noise (운행소음), Sound Pressure Level (음압레벨), Low frequency noise (저주파 소음),  
Infra-sound noise (초저주파 소음)

### ABSTRACT

The Low frequency(1-200 Hz) noise levels radiated by road traffic were investigated. The results showed that the peak pass-by noise of truck with speed of 60 km/h was about 75 dB. For the infra-sound frequency range, the noise was about 65 dB and it was less value than expected. But the noise level will be increase as increasing the speed. The pass-by noise for train was also measured for comparison. The peak train noise was about 95 dB and it will be enough noise level for a human body to give nuisance.

### 1. 서 론

흔히 말하는 소음의 주파수 영역은 20 Hz부터 20 kHz까지의 가청주파수 대역을 뜻하게 된다. 사람의 가청 주파수를 고려할 때 많은 경우 200 Hz 이상의 소음에 대해 민감하고 따라서 이들 주파수 이상에서 주로 소음 저감 대책을 마련하여 왔다. 하지만 최근에 와서는 20 Hz 이하의 초저주파 소음을 비롯하여 200 Hz 이하의 저주파 소음에 대한 관심이 증가하고 있다.

저주파 소음에 대해 이미 독일은 DIN 45680에 저주파수 관련 규격을 마련하였으며, 덴마크는 1997년에 저주파수 소음 산정방법을 수립하였다. 최근 일본의 저주파 소음기술 위원회에서는 저주파 소음 평가법을 제안함으로써 일본 환경청에서 2000년부터 관련 자료를 수집하고 있는 중이며, 스웨덴, 네덜란드에서도 역시 유사한 기준들을 마련 중에 있다. 미국의 경우도 현재 실태조사를 진행 중에 있다(1). 우리의 경우는 이에 대한 실태조사도 미미한 상태이며 일부 고속전철의 터널 통과 시 미기압파에 대한 측정이 실행된 경우는 있었다.

본 연구에서는 도로교통 소음원의 운행에 따른 저주파

소음량이 어느 정도인지 실태조사를 하였다. 저주파수에 대한 정의 자체도 연구자들마다 다르기 때문에 저주파 소음 영역을 최대 한 경우를 가정하여 200 Hz 이하로 설정하였다. 측정결과에 대해 인체 유해성 여부를 살펴보았다.

### 2. 저주파 음의 일반적인 특성

저주파 소음의 정의를 200 Hz 이하로 설정하였을 때 이들에 대한 각국의 규정을 정리하면 그림 1과 같다. 그림 1에서 보듯이 주파수에 따라 허용되는 값이 다르게 분포하고 있다. 독일의 경우는 아주 엄격하여 야간에 주택 내의 경우는 40 dB 정도의 음압레벨인 경우도 사람들에게 불편함을 준다는 것을 쉽게 알 수 있다.

저주파음이 인체에 미치는 영향에 대해서는 많은 연구들이 수행되었는데 학자들마다 다른 견해를 보고하고 있다. 따라서 어떤값이 한계 값인가를 결정하는 것은 곤란하지만 이들의 결과들을 종합하면 그림 2와 같다. 그림 2의 결과는 63 Hz 이하까지만의 결과이기 때문에 실제 200 Hz까지 확장될 때의 결과는 예측하기 힘들다. 하지만 분명히 영향을 주는 것만은 사실이다.

예로서 Ochiai(2)의 연구 결과를 그림 3에 나타냈다. 결과를 보면 20 Hz 이하의 초저주파음 보다도 200 Hz까지의 음

\* 한국표준과학연구원

E-mail : jss@kriss.re.kr

Tel : (042) 868-5307, Fax : (042) 868-5643

이 더 불쾌감을 수반함을 알 수 있다. 50 Hz에서 200 Hz 대역에서는 65 dB 이상에서 이미 불쾌감을 느끼게 된다. 초저주파 대역에서는 사람의 귀에 들리지 않기 때문에 상대적으로 귀에 거슬리지 않지만 저주파 음은 인체에 영향을 주게 된다. 표에 의하면 통증 내지는 압박감을 느끼는 음압레벨이 이미 80 dB 이상에서 나타나고 있다.

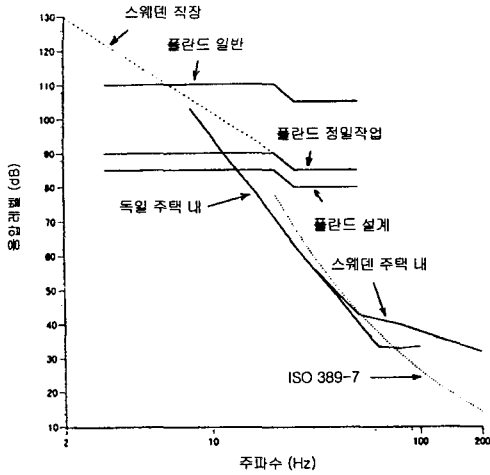


그림 1. 저주파음 규제 기준 및 가이드라인.

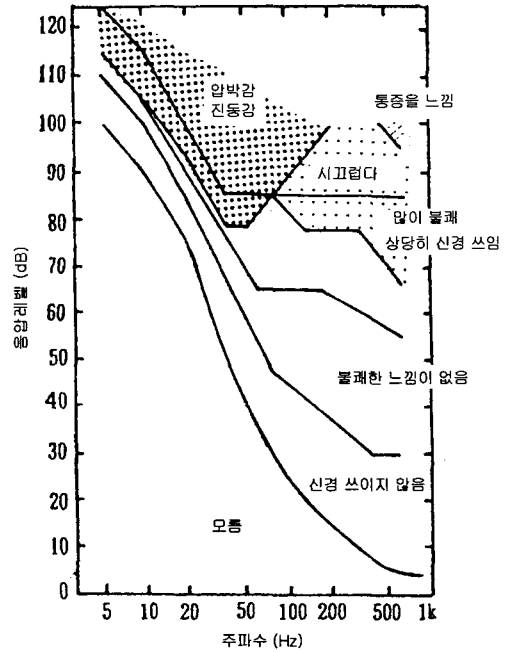


그림 3. 저주파음에 의한 영향

### 3. 저주파 측정방법 및 결과분석

#### 3.1 측정방법

주파수 소음 중에서도 특히 20 Hz 이하를 초저주파음 이라고 하는데 G-가중 보정 인자를 적용하는 것이 일반적이다. 하지만 저주파 음에 대한 평가를 위해 본 연구에서는 G-가중 인자를 적용하지 않고 Linear 특성으로 분석하였다. 측정은 정밀 소음계에 1 Hz 이상 소음 측정이 가능한 저주파용 마이크로폰을 설치하여 사용하였다. 측정은 현장에서 DAT로 녹음한 후 실험실에서 1/3-옥타브 밴드로 분석하였다. 마이크로폰의 위치는 지표면에서 1 m 이상 그리고 차량의 중심으로부터 마이크로폰까지의 거리는 가변적으로 유지하였다. 바람의 효과는 결정적으로 초저주파 대역에 영향을 미치지 않기 때문에 바람이 거의 없는 맑은 날에 측정하였다. 바람이 있는 날은 차량은 대형 트럭에서 방사되는 음압이 크기 때문에 트럭에 초점을 두었다. 비교를 위해 철도소음에 대해서도 살펴보았다.

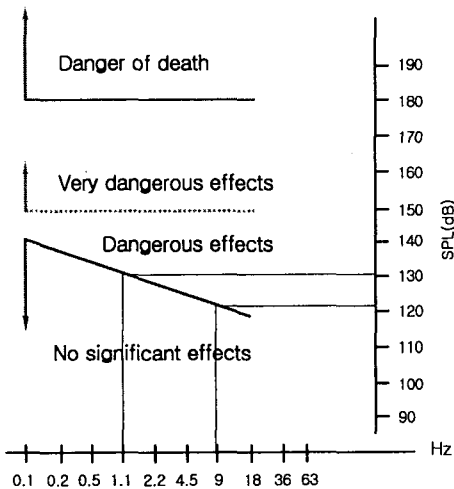


그림 2. 저주파음이 인체에 미치는 영향.

### 3.2 측정결과 및 분석

트럭의 종류를 구분하면 일반 화물 트럭, 공사장에서 주로 사용하는 덤프트럭, 화물칸이 모두 막힌 box 트럭으로 나눌 수 있다. 우선 60 km/h로 운행하는 일반 화물트럭인 경우에 대한 결과를 그림 4에 나타냈다. 결과를 보면 음압레벨이 75 dB 이하를 보이고 있으며, 20 Hz 이하인 경우는 전반적으로 60 dB 이하의 값을 가진다.

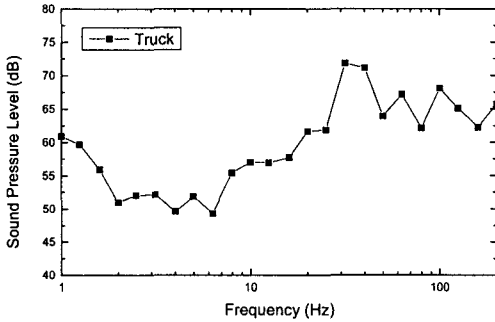


그림 4. 일반 화물트럭의 통과소음

다음은 덤프트럭에 대한 결과를 그림 5에 나타냈다. 덤프트럭인 경우도 최대 소음레벨은 75 정도를 나타내고 있는데 전반적으로 일반 화물트럭에 비해 저주파 대역에서 소음이 크게 상승하고 있음을 볼 수 있다.

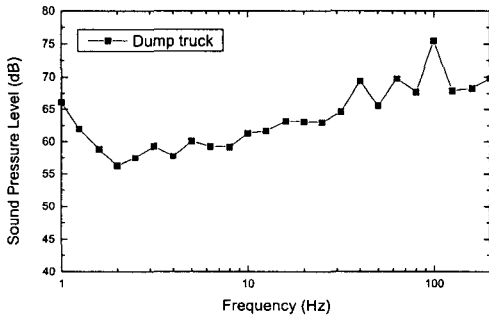


그림 5. 덤프트럭의 통과소음

다음은 화물칸이 box형으로 되어 트럭에 대한 결과를 그림 6에 나타냈다. 이 경우도 최대 음압레벨은 75 dB 정도로 다른 트럭의 경우와 비슷한 값을 나타내고 있다. 하지만 10 Hz 이상에서 음압레벨이

상승하여 비슷한 레벨을 나타내고 있다.

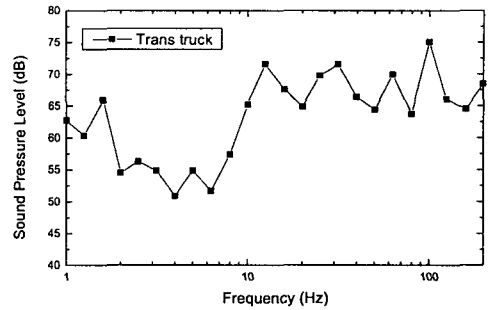


그림 6. 이삿짐 트럭의 통과소음

트럭에 대한 운행소음 측정결과를 그림 3으로 분석해 보면 100 Hz 이상에서는 70 dB 정도에 가깝기 때문에 어느 정도 불쾌감을 유발할 수 있을 것으로 보이지만, 그 이하의 주파수에서는 인체에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단되고 있다. 하지만 이 경우는 속력이 60 km/h를 기준으로 측정된 결과이고 속력이 증가하는 경우에는 소음레벨 역시 상승할 것으로 판단된다. 또한 저속인 경우는 통과 시간이 상대적으로 길기 때문에 역시 소음레벨이 증가할 것을 보인다. 수치적으로는 별로 큰 영향이 없는 것으로 나타나고 있지만 실제 트럭이 우리 주위를 지나가는 경우 상당한 불쾌감을 느끼는 점을 고려할 때 좀더 많은 연구 결과들이 필요함을 직시할 수 있다.

다음은 트럭의 경우와 비교를 위해 철도소음에 대한 결과를 간단히 살펴보았다. 속력 102 km/h로 운행되는 13량의 무궁화 열차에 대한 결과를 그림 7에 나타냈다.

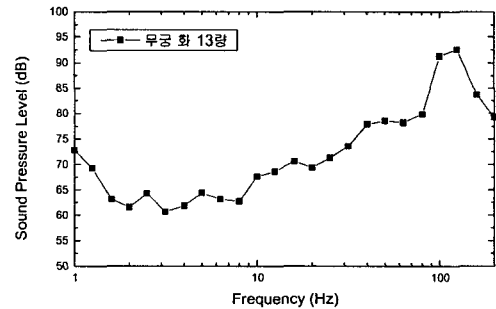


그림 7. 무궁화 열차의 통과소음

그림 7의 결과는 선로 중심으로부터 12 m 떨어진 지점의 경우로서 최대 음압레벨이 95 dB에 달하고 있어 상당히 시끄럽다는 것을 쉽게 알 수 있다. 그리고 트럭에 비해 저주파 소음레벨이 증가하는 현상을 보이고 있다. 이것은 물론 속력이 빠르기 때문에 1차적으로 나타나는 현상이고 또한 트럭보다 차량 길이가 길기 때문에 파악된다.

다음은 새마을 열차에 대한 결과를 그림 8에 나타냈다. 무궁화 열차에 비해 전반적으로 소음레벨이 낮음을 볼 수 있으며 최대 음압레벨 역시 90 dB에 못 미치고 있다. 하지만 이 경우도 역시 시끄럽다고 할 수 있다.

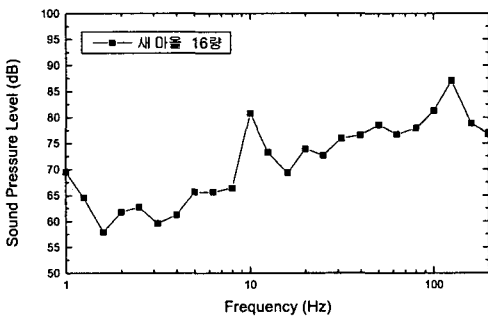


그림 8. 새마을 열차의 통과소음

#### 4. 결론

본 연구에서는 국내 교통수단에서 발생하는 저주파 소음이 어느 정도인지에 대해 실태조사를 하였다. 제한적이기는 하지만 트럭에 대해서 살펴본 결과 시속 60 km/h로 운행되는 경우 초저주음 레벨은 평균 55 dB 정도로 파악되었다. 하지만 속력이 증가하면 소음레벨이 증가할 것으로 사료된다. 비교를 위해 철도 차량에 대해 측정된 결과, 열차인 경우는 최대 음압레벨이 90 dB 정도를 나타내기 때문에 인체에 영향을 줄 수 있는 수준에 있다고 하겠다.

저주파 소음에 대해 선진국에서는 이미 상당부분 연구를 수행한 상태이지만 우리의 경우는 이제 시작단계에 불과하다. 따라서 좀더 시간적 여유를 가지고 다양한 접근을 시도하는 것이 바람직하겠겠다.

#### 참 고 문 헌

- (1) S. Yamada, 1999, 소음제어(일본) Vol. 23, No. 5, pp. 297~300.
- (2) H. Ochiai, 1999, 소음제어(일본) Vol. 23, No. 5, pp. 306~310.