

전동식 해머의 소음 특성 파악을 위한 흡차음 실험 연구

이광길[†] · 최승주

한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원
(2011. 5. 30. 접수 / 2011. 9. 23. 채택)

An Experimental Study to Evaluate Noise Characteristic of an Electric Power Driven Hammer

Kwang-Gil Lee[†] · Seung-Ju Choi

Occupational Safety and Health Research Institute, KOSHA
(Received May 30, 2011 / Accepted September 23, 2011)

Abstract : The aim of this paper is to evaluate noise characteristics of an electric power driven hammer. These investigation and analysis were made according to the ISO 1680/1 and MIL-STD 7410-1 and lead-wrapping experiment method that was used to identify the principal noise sources and analyze its noise. Hammer generates loud noise and it irritates and affects many people. Repeated exposures to loud noise can lead people to permanent hearing loss. Based on the contribution analysis, we confirm that the striker part is a major noise source and it has directional noise radiation pattern, which is left and right.

Key Words : hammer, lead wrapping method, noise contribution

1. 서론

2009년 하반기 30,868개 사업장을 대상으로 소음, 분진, 유기화합물, 산·알칼리, 금속, 가스상 물질, 허가물질, 고열, 금속가공유 등의 노출상황을 측정해 본 결과 20.4%에 이르는 6,295개 사업장이 기준을 초과한 것으로 발표되었다. 이중 5,831개 사업장에서 소음이 노출기준 이상으로 집계되어 전체 노출기준 초과 사업장의 76.0%에 달했다. 이러한 사업장에서는 프레스, 공기압축기, 해머 등 반복적으로 고소음을 유발하는 기계류를 많이 사용하고 있다. 직업병 유소견자의 상당부분이 소음성 난청으로 파악되고 있다.

본 연구에서는 고소음 발생 기계류의 하나인 전동식 해머의 소음 특성을 분석해 보고자 한다. 연구목적은 두 가지로서 첫째는 해머 작업시의 작업소음 특성이며, 둘째는 해머 자체의 소음 특성이다. 전동식 해머는 기계 본체, 전동기, 크랭크 기구, 스트라이커, 치즐 등으로 구성되어 있다. 전동기가 크랭크기구를 회전시키면 여기에 연결된 피스톤이 왕

복운동을 하고, 공기의 흡입, 압축 및 배기가 이루어진다. 피스톤의 하사점에서 압축된 공기가 팽창력에 의해 스트라이커를 밀어내면 스트라이커가 치즐을 타격하면서 소음과 진동을 유발하게 된다. 소음은 공기의 흡·배기 구멍으로 새어 나오는 타격음과 기계 본체에서 방사되는 고체 전달 소음으로 대별된다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 평가대상

본 연구에서 중소규모 사업장에서 널리 사용되고 있는 전동식 해머(출력: 1,300 Watt 급, 무게: 15 kg)를 연구대상으로 선정하였다.

2.2. 평가기준

전동식 해머의 소음을 평가하기 위하여, 국제적으로 널리 사용되고 있는 ISO 1680/1-1986(E) 및 미해군 규격(MIL-STD 740-1)을 참고하였다^{1,2)}.

Fig. 1과 같이 해머를 중심으로 반경 1 m의 원을 긋고 24등분(15° 간격)하여 바닥으로부터 1 m 지점마다 소음을 측정하였다. 또한 작업자 귀의 방향으

[†] To whom correspondence should be addressed.
lleeing@kosha.net

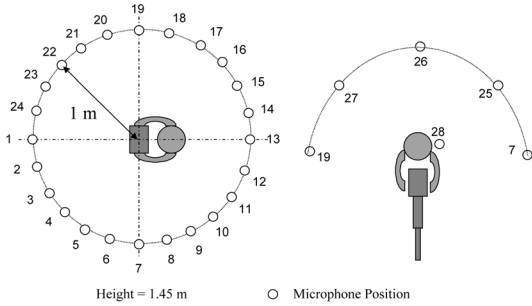


Fig. 1. Measurements Points.

로 전파되는 소음을 측정하기 위하여 바닥으로부터 1.45 m 위치에서 해머 운전자의 귀와 일직선을 긋고, 다시 중심에서 반경 1미터의 원을 그어, 원주의 45° 간격으로 소음을 측정하였다. 또한, 작업자 귀의 위치에서도 측정하였다.

2.3. 실험방법

실험은 두 가지로 구분하여 추진하였다. 첫째는 해머 사용시의 작업소음에 대한 측정과 분석이며 둘째는 해머 자체의 소음을 측정하고 이를 분석하는 것이다.

작업소음은 Fig. 2와 같이 표준시편인 콘크리트 블록을 타격하여 깨면서 측정하였다. 그리고 해머의 자체의 소음을 측정하고자 표준시편으로 사용된 콘크리트 블록을 제거하고 Fig. 3과 같이 납 차음판을 사용하여 측정하였다. 정상 작업시의 방사소음을 측정하고 스트라이커 부위, 치즐부위, 구동부 등의 소음원별로 순차적으로 1개소씩 납차음판(차음재)으로 감싸나면서 소음레벨을 측정한 후 직전 단계에서 측정한 소음레벨과 비교함으로써 그 차를 확인하는 방법을 사용하였다. 각 소음원이 독립적으로 소음을 방사하고 있을 때 차음재로 차폐하고 그



Fig. 2. Measurements of Hammer Noise.

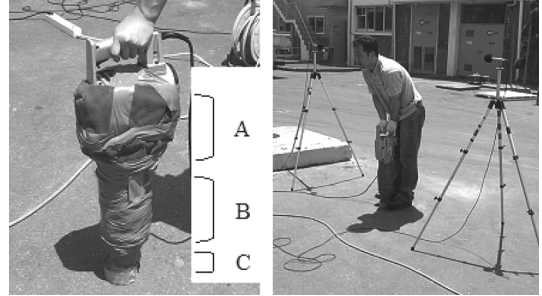


Fig. 3. Lead wrapping test for jack hammer.

전후를 비교하여 해당 부위에 대한 소음 기여도를 분석하였다.

2.4. 기여도 분석

소음을 발생하는 부품을 제거하여 제거전후의 소음을 비교하거나 차음전후의 소음을 비교하는 방법으로 각 소음원에 대한 기여도를 분석할 수 있다. 특정 소음원에 대하여 부품의 제거 전후와 차음전의 소음 레벨을 L_{before} 라 하고, 차음 후의 소음 레벨을 L_{after} 라고 하면, 특정소음원에 대한 방사소음 레벨은 식 (1)과 같다.

$$L_A = 10 \log_{10}(10^{L_{before}/10} - 10^{L_{after}/10}) \quad (1)$$

3. 결과 및 고찰

3.1. 콘크리트 블록을 이용한 작업소음 실험 결과

Fig. 4는 표준 시편인 콘크리트블록을 Fig. 1과 같이 파쇄하면서 각각의 측정 위치에서 측정한 실험 결과로서 125~4,000 Hz 대역의 소음이 크게 발생하는 것을 볼 수 있다.

3.2. 납차음판을 이용한 실험 결과

해머의 소음원은 전동 모터소음, 감속용 기어소음, 스트라이커(Striker)와 앤빌에 의한 타격음 등이라 할 수 있다.

Table 1. Result of wrapping test

Wrapping zone	Sound pressure level dB(A)
Base	95.2
W1 : B(Striker)	88.9
W2 : B + C(Striker + Chisel)	86.8
W3 : A + B + C(Striker + Chisel + Driving mechanism)	84.9
W4 : Double Wrapping(A + B + C)	84.7

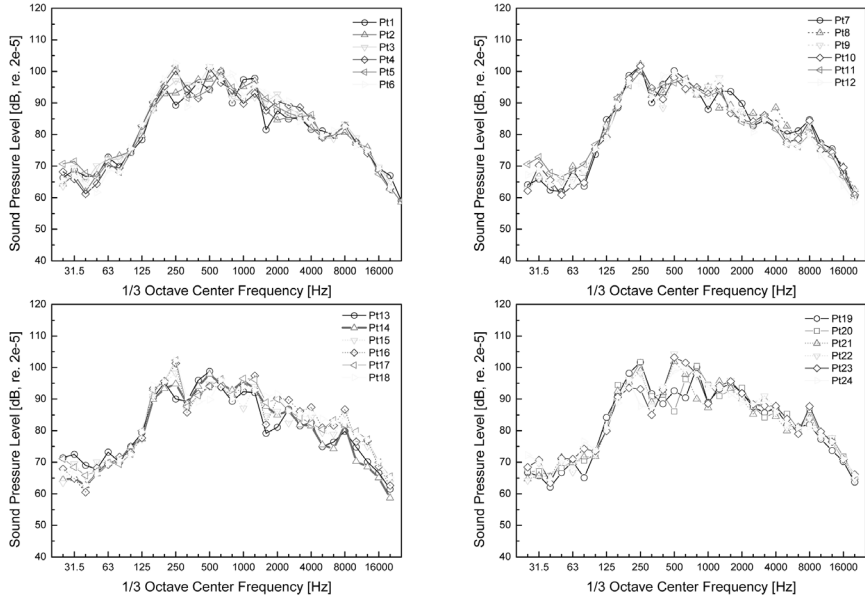


Fig. 4. Noise characteristics of hammer.

해머의 자체소음은 표준시편인 콘크리트 블록을 제거하고 Fig. 3과 같이 납차음판을 사용하여 시험하였다. 여기서 A부위는 전동 모터부위이며, B는 감속용 기어부위, C는 스트라이커와 앤빌 부위이다. 그리고 Table 1과 같이 납차음판 1겹으로 B 부위만 감싼 후 측정된 결과를 W1으로, B와 C부위를 감싼 후 측정된 결과를 W2로, A, B 및 C를 감싼 후 시험한 결과를 W3로 각각 나타내었다. 그리고 A, B 및 C를 두 겹으로 감싼 후 시험한 결과를 W4로 각각 나타내었다.

실험결과는 Table 1 및 Fig. 5와 같다. 여기에서 납차음판을 사용하지 않고 측정된 결과를 기준치(Base)로 표현하였으며 측정치는 95.2 dB(A)이었다.

3.3. 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 콘크리트를 타격하여 파쇄하면서 발생하는 소음을 측정된 결과이며, Fig. 5는 콘크리트 시편을 제거하고 Fig. 3과 같이 실험하면서 측정된 결과이다. 여기서 1,000 Hz 이하 주파수 대역의 소음을 살펴보면 Fig. 4에서는 60~100 dB이나 Fig. 5에서는 60~80 dB로서 약 20 dB의 차이가 있음을 알 수 있다. 이로써 1,000 Hz 이하 주파수 대역의 소음은 대부분 콘크리트 시편에 의해 방사되고 있는 작업소음임을 알 수 있다.

또한 납차음판을 이용한 흡차음 실험결과로부터 식 (1)에 의거하여 정상 작업시(Base) 소음과 B부위

를 차음했을 때의 소음을 비교함으로써 스트라이커 타격부위(Zone B)의 기여도를 평가할 수 있다. Fig.

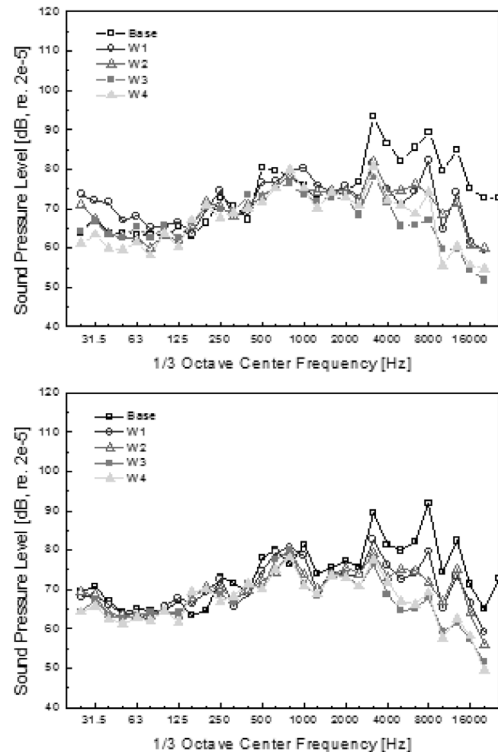


Fig. 5. Comparison of noise spectrum according to wrapping zones.

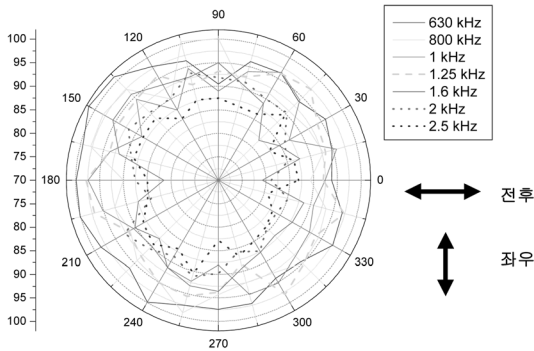


Fig. 6. Directivity pattern of hammer noise.

5 및 Table 1로부터 스트라이커 타격부에서 소음이 가장 많이 방사되고 있음을 알 수 있다.

Fig. 6은 해머소음의 지향특성을 보여주고 있다. 측정결과로부터 전후방향보다는 작업자의 좌우 방향으로 소음이 많이 방사되고 있음을 알 수 있다.

특히 800 Hz 대역의 저주파수 소음은 별다른 지향특성이 없으나 난청에 영향을 많이 미치는 1 kHz 이상의 대역에서는 지향특성이 비교적 심함을 알 수 있다. 따라서 소음저감대책을 검토할 때에는 좌우로 방사되는 소음을 저감하기 위한 노력이 보다 필요할 것으로 판단된다.

해머 소음의 경우 흡·차음재를 이용해 실험으로 입증된 Zone B를 중심으로 소음 전달경로를 차단하는 방법을 검토하는 것이 소음 저감을 위하여 바람직하다고 판단된다.

4. 결론

전동식 해머의 작업소음 특성 및 흡차음 실험 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

- 1) 전동식 해머 사용 시 125~4,000 Hz 대역의 작업소음이 많이 발생하며, 1,000 Hz 이하의 소음은 대부분 콘크리트 시편에 의해 방사되고 있음을 확인하였다.
- 2) 전동식 해머에서 소음 기여도가 큰 부위는 스트라이커와 앤빌, 치즐, 구동부 순임을 확인하였다.
- 3) 해머의 흡배기구, 방열 구조 등으로 소음의 지향특성이 나타나고 있어 작업자의 전후방향보다는 좌우 방향으로 소음이 많이 방사되고 있음을 확인하였다. 따라서 이러한 방향성을 고려하여 근로자의 작업방향을 조정할 필요가 있다. 소음으로 인한 민원이 있을 수 있는 장소를 등지고 작업하는

등의 작업지도가 효과적일 것이다.

4) 해머 소음의 경우 흡·차음재를 이용해 실험으로 입증된 Fig. 3에서 Zone B를 중심으로 소음 전달경로를 차단하는 방법을 검토하는 것이 소음저감에 유효할 것임을 확인하였다.

5) 방열 및 흡배기구 부위에서 소음이 많이 방사되고 있음을 확인하였다. 설계시 소음 방사면적을 최소화하고 스트라이커와 앤빌 타격에 의한 표면재의 방진 및 방음설계가 필요하다고 판단된다. 이때 댐핑효과 및 진동에 대해 구속력을 갖는 흡차음재를 사용하는 방안도 필요하다고 판단된다.

참고문헌

- 1) ISO 1680/1, "Acoustics-test code for the measurement of airborne noise emitted by rotating electrical machinery-Part 1: Engineering method for free-field conditions over a reflecting plane", 1986.
- 2) MIL-STD-740-1(SH), "Airborne sound measurements and acceptance criteria of shipboard equipment.", 1986.
- 3) Leo L. Beranek, "Noise and Vibration Control", McGraw Hill, 1971.
- 4) 이정권, "배기소음기의 음향해석 및 설계", 자동차공학회, 16(4), pp. 37~50, 1994.
- 5) M.L. Munjal, "Acoustics of Ducts and Mufflers", John Wiley & Sons, Inc., 1987.
- 6) 이성욱, "왕복동식 압축기의 밸브거동과 압력 맥동에 대한 연구", 한국소음진동공학회, 9(4), pp. 754~760, 1999.
- 7) 박철희, "냉장고용 왕복동식 압축기의 소음특성에 관한 실험적 연구", 한국소음진동공학회 추계 학술대회논문집, pp. 196~201, 1997.
- 8) Masayuki Yokoi(1994). "Study of portable electric drill noise", Noise Control Eng. J. 42(4), pp. 129~139.
- 9) E. P. Rusin, "Evaluating the operating parameters of pneumatic percussion machinery", Journal of mining science, 32(6), pp. 511~515, 1996.
- 10) Y. Champoux, R. Oddo, C. Guigou, N. Atalla, "On the noise of percussion drill steel rods", Noise con94, pp. 169~174, 1994.
- 11) 이광길, "고소음발생 기계류의 소음저감을 위한 공학적 대책 연구(II)", 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 연구보고서, 2003.