

# 전동식 햄머 소음의 평가 및 흡·차음 실험

이광길·김광종·이관형·박재석·김세완·김봉기\*·권남진\*\*

한국산업안전공단·\*한국기계연구원·\*\*계양전기(주)

## 1. 서 론

전동식 햄머는 전동기, 크랭크 기구, 스트라이커, 치즐, 기계본체 등으로 구성되어 있다. 전동기에 의하여 구동되는 크랭크축의 회전에 의해 크랭크기구에 연결된 피스톤이 왕복운동을 한다. 이때 공기의 흡입 및 압축이 이루어지면서 피스톤이 하사점 부근에 다다를 때 압축된 공기의 팽창에 의해 스트라이커를 밀어내면 스트라이커가 치즐을 타격하게 되고 팽창된 압축공기는 배기구를 통하여 외부로 방출된다. 주요 소음으로는 전동기에 의한 소음, 동력전달 기구에 의한 소음, 스트라이커가 치즐을 타격할 때 발생하는 타격음, 배기 소음 등이 있다. 이를 소음전달매체의 측면에서 보면 흡·배기구로부터 분출되는 소음과 기계 본체에서 방사되는 소음으로 구분할 수 있다.

## 2. 연구범위 및 대상

선정된 전동식 햄머를 대상으로 소음원을 규명하여 각각의 기여도를 분석하고, 이를 바탕으로 흡·차음재를 부착하여 차음실험을 해보고자 한다. 전동식 햄머의 외형 및 사양은 표 1 및 그림 1과 같다.

표 1. 전동식 햄머의 주요 사양

구 분	사 양
모 델	KH-6500
소비전력(W)	1,300
전동기 회전수	1755
크랭크축의 회전수	1,450 rpm
중 량	15kg
크랭크 회전수의 주파수	11.3Hz

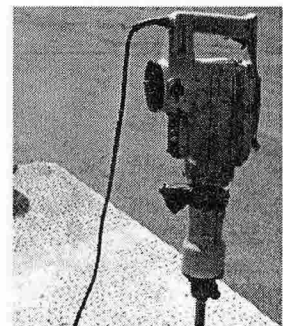


그림 1. 전동식 햄머의 외형

## 3. 실 험

### 3.1. 방사소음의 측정 위치

사용중인 햄머(브레이커)의 소음을 측정 및 평가하기 위하여 그림 2와 같이 측정하였다. 햄머의 방사소음원을 규명하기 위하여 그림 3과 같이 햄머를 중심으로 반경 1m의 원을 그은 후 등간격으로 분할하여 15° 간격으로 소음을 측정하였으며 번호는 측정위치를 나타내고 있다. 또한,

작업자 귀의 방향으로 전파되는 소음을 측정하기 위하여 바닥으로부터 1.45m 위치에서 작업자의 귀와 일직선을 긋고, 다시 중심에서 반경 1m의 원을 그은 후 등간격으로 분할하여 45° 간격으로 소음을 측정하였다. 또한, 작업자 귀의 위치에서도 측정하였다.

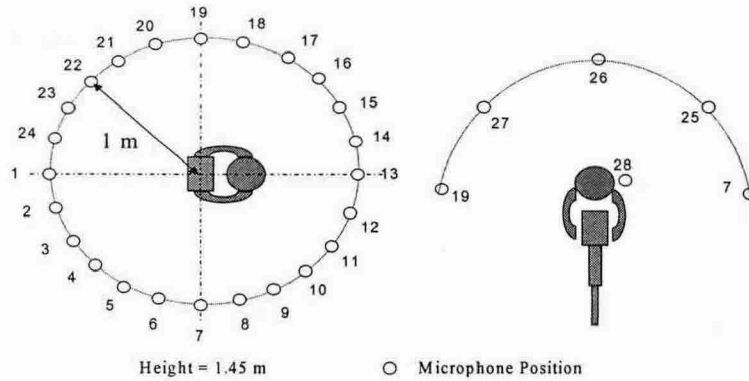


그림 2. 측정위치

### 3.2. 방사소음의 측정 위치 및 분석

햄머의 주 소음원은 전동기에 의한 소음, 감속용 기어 등의 전동기구에 의한 소음, Striker와 앤빌에 의한 타격음, 배기음 등이라 할 수 있다. 그림 3은 표준 시편인 콘크리트블록을 파쇄하면서 측정한 실험결과를 나타내고 있으며 이를 살펴보면 125~4,000 Hz 대역의 소음이 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 그림 4에서 동그라미로 표시된 그래프는 표준시편으로 사용된 콘크리트블록을 제거한 후 측정한 결과로서 햄머 자체의 소음을 나타내고 있다. 그림 3과 그림 4의 동그라미 그래프를 비교해 보면 1,000Hz이하의 소음은 대부분 콘크리트 시편에 의해 방사되고 있음을 알 수 있다.

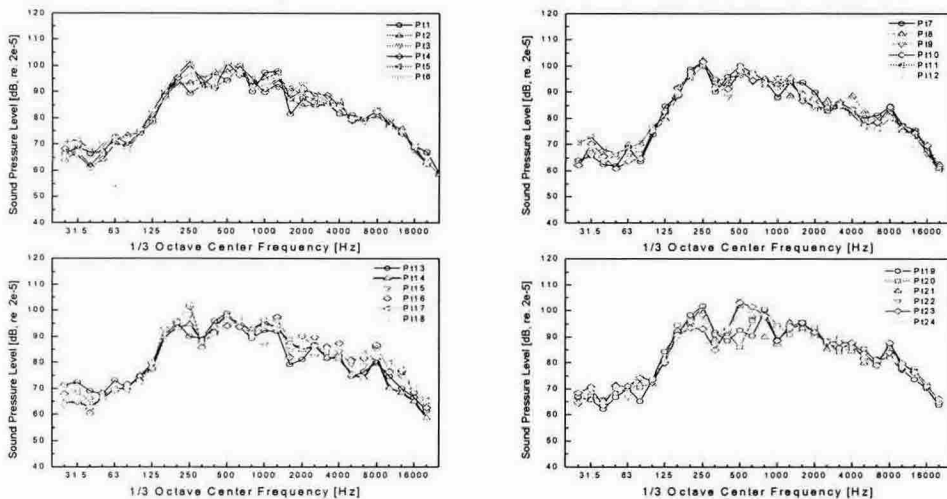
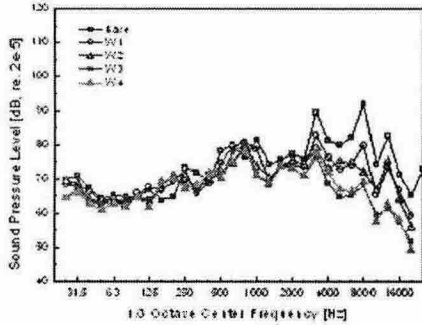
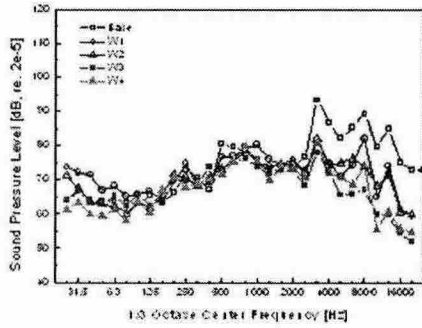


그림 3. 소음특성

그림 4의 w1, w2, w3, w4의 그래프는 콘크리트 시편을 제거한 상태에서 햄머의 각 부분을 납차음판으로 씌운 후에 측정한 실험결과이다. 실험결과로부터 스트라이커가 앤빌을 타격부분 (Zone B)에서 소음이 많이 방사되고 있음을 확인할 수 있었다.



Base 95.2 dB(A)	
* Wrapping Zone	dB(A)
W1 : B	88.9
W2 : B+C	86.8
W3 : A+B+C	84.9
W4 : A(Double) +B+C	84.7

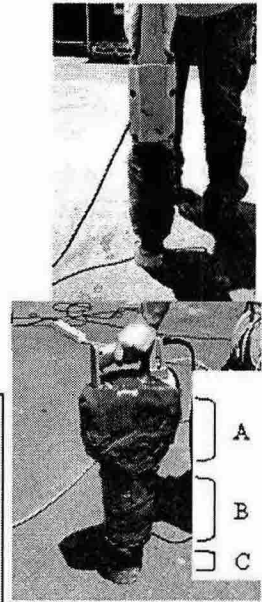


그림 4. 햄머 Lead Wrapping 실험

그림 5는 햄머 소음의 지향특성을 나타내고 있다. 측정결과로부터 전후방향보다는 작업자의 좌우 방향으로 소음이 많이 방사되고 있음을 알 수 있다. 따라서 소음저감대책 검토시 좌우로 방사되는 소음을 저감하기 위한 노력이 보다 필요할 것으로 판단된다.

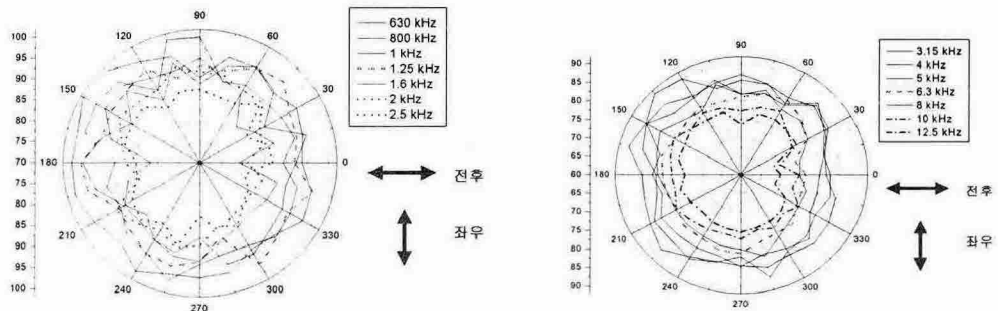


그림 5. 햄머 소음의 지향특성

#### 4. 차음실험

제 3 절의 실험결과를 바탕으로 스트라이커 부위(Zone B부위)에 차음재를 부착하여 차음효과를 검토하였다. 흡·차음 재료로는 내구성을 감안하여 발포 알루미늄과 밀도가 각기 다른 우레탄 고무 3종을 선정하였다.

##### 4.1 발포 알루미늄

흡·차음재로 사용한 발포알루미늄은 금속분말과 발포제를 혼합하여 분말 야금법에 의해 성형 및 소결한 제품이다. 발포금속은 흡음, 방음, 차음, 제진, 내열, 단열재 등으로 사용되고 있다. 흡·차음 특성은 다소 떨어지나 내구성이 요구되는 곳에 이용되고 있다. 발포알루미늄의 흡음률을 알아보기 위하여 4개의 시편을 그림 6과 같이 가공하여 흡음특성 실험을 실시하였다. 그림 7은 흡음특성에 관한 실험결과를 나타내고 있으며 이를 살펴보면 고주파수대역으로 갈수록 흡·차음률이 증가함을 알 수 있다. 그림 8은 실험을 하기 위하여 스트라이커 부위에 발포알루미늄을 부착한 사진이다.

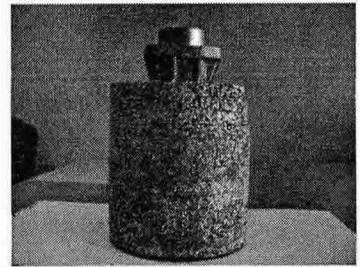
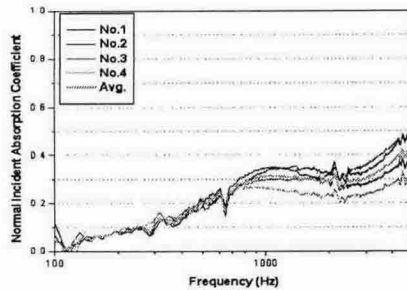
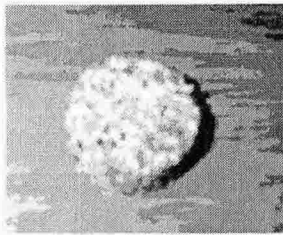


그림 6. 흡음률 실험을 위한 시편

그림 7. 발포 알루미늄의 흡음특성

그림 8. 발포 알루미늄을 이용한 흡·차음

##### 4.2 우레탄 고무

우레탄 고무는 고밀도 우레탄 고무, 우레탄 고무, 우레탄고무와 발포우레탄 고무의 합성 등 3 종류를 소재로 그림 9와 같이 제작하였다. 그림 10은 실험을 하기 위하여 고밀도 우레탄 고무를 햄머에 부착한 사진중의 하나이다.

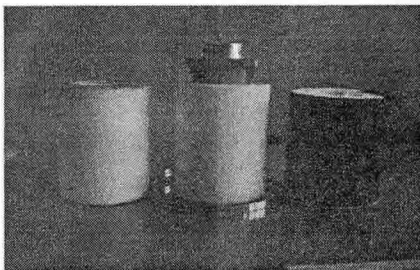


그림 9. 우레탄 고무를 이용한 흡·차음

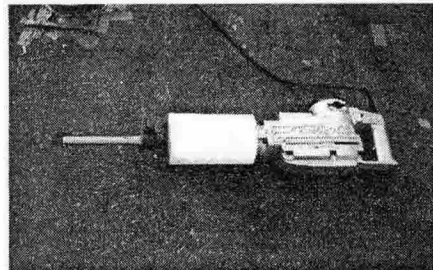
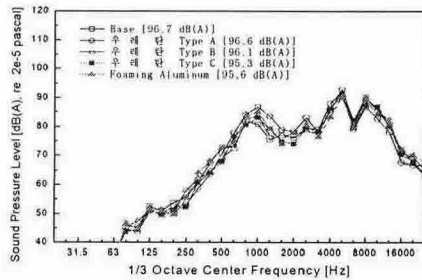


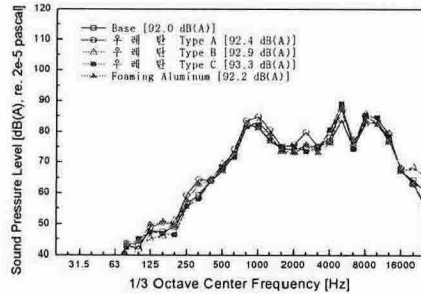
그림 10. 햄머에 고밀도 우레탄고무 부착

### 4.3 흡 · 차음 효과

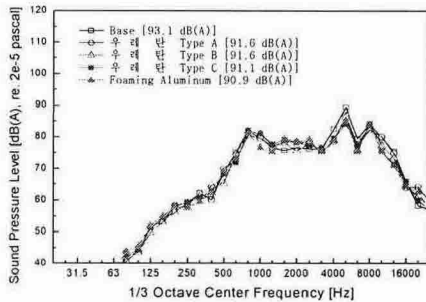
흡 · 차음 효과를 확인해 보기 위하여 햄머에 4종의 부가물을 부착하여 그림 2와 같이 운전자를 중심으로 전후좌우 방향인 pt.1, 7, 13, 19에서 소음을 각각 측정하였다. 그림 11은 측정 위치 및 흡 · 차음재별로 측정결과를 도시한 것으로서 발포알루미늄은 최대 2dB(A), 우레탄은 최대 2dB(A)의 흡 · 차음효과가 있었다.



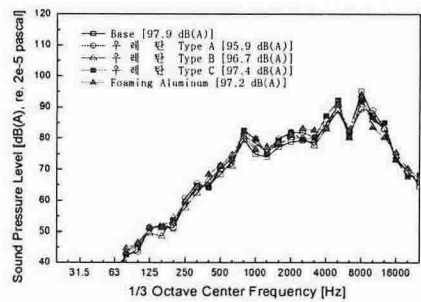
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 11. 소음 대책 적용 결과 (a) Pt.1, (b) Pt.7, (c) Pt.13, (d) Pt.19

### 5. 결론

햄머 사용상의 용이성 등으로 인하여 흡 · 차음재를 사용하여 표면의 방사음을 차단하는 데에는 많은 제약이 약이 따를 수밖에 없을 것으로 판단된다. 따라서 내부 스트라이커와 엔빌 등의 타격음에 의한 표면재 진동을 차단하기 위한 근본적인 방진 및 방음설계가 필요할 것으로 판단된다. 부득이 햄머의 표면에 흡 · 차음재를 부착해야 되는 경우에는 강력한 댐핑과 진동에 대하여 구속력을 갖는 재료를 선정하는 것이 바람직하다 생각된다. 또한 햄머의 전후방향보다는 좌우 방향으로 소음이 많이 방사되고 있으므로 좌우 방향의 소음방사 면적을 줄이는 등의 소음저감 노력이 필요할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 이성욱(1999), “왕복동식 압축기의 밸브거동과 압력 맥동에 대한 연구”. 『한국소음진동공학회』, 9(4), 754-760.
2. 박철희(1997), “냉장고용 왕복동식 압축기의 소음특성에 관한 실험적 연구”, 『한국소음진동공학회』, 추계학술대회논문집, 196-201.
3. ISO 1680/1-1986, "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."
4. MIL-STD-740-1(SH)-1986, "Airborne sound measurements and acceptance criteria of shipboard equipment."
5. Leo L. Beranek(1971), Noise and Vibration Control, McGraw-Hill.
6. Masayuki Yokoi(1994), Study of portable electric drill noise. Noise Control Eng. J. 42(4), pp. 129-139.
7. E. P. Rusin(1996), Evaluating the operating parameters of pneumatic percussion machinery, Journal of mining science, 32(6), pp. 511-515
8. Y. Champoux, R. Oddo, C. Guigou, and N. Atalla(1994), On the noise of percussion drill steel rods, Noise, con. 94 pp. 169-174.