

흡음률 증가를 위한 방음벽 구조

김현실, 김제승, 강현주, 김봉기, 김상렬

한국기계연구원 음향연구그룹

Noise Barrier Design for Increased Sound Absorption

Hyun-Sil Kim*, Jae-Seung Kim, Hyun-Joo Kang, Bong-Ki Kim and Sang-Ryul Kim

Korea Institute of Machinery and Materials, Acoustics Lab.,
hskim@kimm.re.kr

ABSTRACT

Various shapes of the noise barrier frame and construction of the sound absorbing panels are studied. It is found that insertion of the sound absorbing panel into barrier frame results in the decrease of the sound absorption coefficient, while the empty frame shows a peak around 250 Hz. Using double sound absorbing panels with air gap can increase sound absorption coefficient up to NRC 0.85.

1. 서 론

거주환경에서의 소음공해가 날로 심해짐에 따라 방음벽의 사용이 점차 늘고 있으며 도심에서는 거의 대부분 흡음형 방음벽이 사용되고 있다. 흡음형 방음벽의 요구조건[1]은 NRC 0.70 (250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz 흡음률의 평균값) 이상이어야 하는데 점차 더 높은 흡음률을 요구하는 상황이 증가하고 있다.

기존에 널리 사용되는 흡음형 방음벽은 두께가 100 mm이며 흡음재로는 주로 두께 50mm의 유리섬유를 사용하고 전면판 형상은 슬릿형으로

구멍이 뚫려있다. 대부분의 흡음형 방음벽은 H-beam을 일정 간격으로 세우고 폭이 0.5m, 길이는 2m 또는 4m인 방음판을 수직으로 설치하며 각각의 방음판 테두리에는 고무패킹이 부착되어 있어서 밀봉역할을 한다. 그러나 이와 같은 방음벽 구조로는 얻을 수 있는 흡음률의 한계가 있으며 본 논문에서는 흡음률 증가를 위한 새로운 방음벽 구조에 대해 검토하였다.

2. 방음벽 성능계측

먼저 기존 방음판의 흡음률을 측정하였는데 폭 0.5m, 길이 2m인 방음판 12개(총 면적: $12m^2$)를 당 연구원 잔향실에 설치하고 측정하였다. 기존 방음판은 전면타공판 + 공기층 20mm + 흡음재 50mm + 배후 공기층 30mm + 후면 아연도금 강판 1.2mm으로 구성되어 있으며 전면 타공판은 slit 형으로 개구율(opening ratio)은 약 20%에 달한다. 내부 흡음재가 유리섬유(GW 50t)일때와 폴리우레탄 폼 50t일때를 각각 그림 1과 2에 비교하였다. 비교를 위해 흡음재만 잔향실에 설치하고 측정한 흡음률도 함께 나

타냈다.

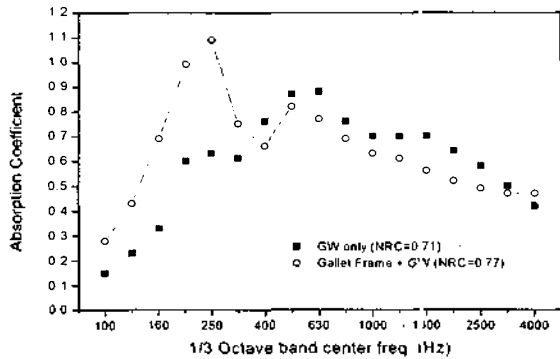


그림 1. GW(Glass wool)만 있는 경우와 GW를 방음판 틀에 내장한 경우의 흡음률

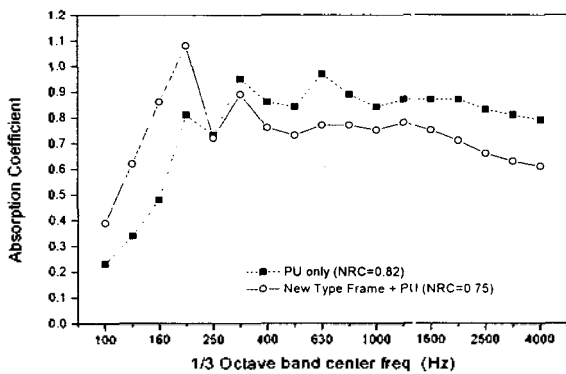


그림 2. PU(폴리우레탄 폼)만 있는 경우와 PU를 방음판 틀에 내장한 경우의 흡음률

그림 1과 2에서 보면 흡음재를 방음판 틀에 내장하면 250 Hz에서 피크가 발생하며 고주파수에서는 전면판의 영향으로 흡음률이 다소 떨어진다.

방음판 프레임만의 흡음률을 보기 위해 내부 흡음재를 제거하고 흡음률을 측정 한 결과를 그림 3에 보였는데 250 Hz에서 피크가 발생하며 NRC 값도 0.21로 비교적 높은 값을 보인다. 일반적인 금속판의 흡음률이 0.01 - 0.02 정도로 매우 작은 값을 감안하면 피크는 방음판 구조에 의한 음향모드의 영향으로 추측된다[2].

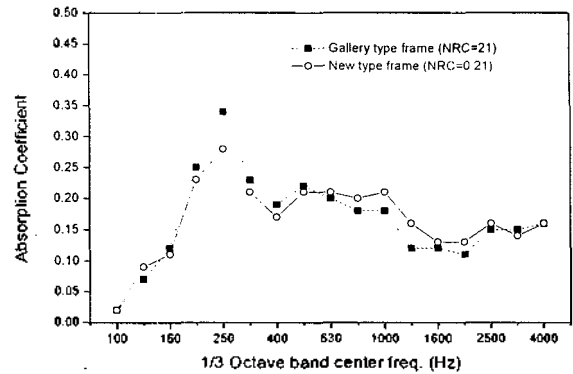


그림 3. 방음판 frame의 흡음률

배후 공기층의 영향 및 이중 흡음재의 효과를 검토하기 위해 그림 4와 같이 방음판 틀을 제거한 후 흡음재만 여러 가지로 조합하여 측정하였으며 결과를 그림 5에 비교하였다. 그림 4에서 (a)는 두께 50t의 PU를 바닥에 설치하였고 (b)는 배후 공기층을 40mm 두었으며 (c)와 (d)는 흡음재를 이중으로 공기층 간격을 두어 설치하였다.

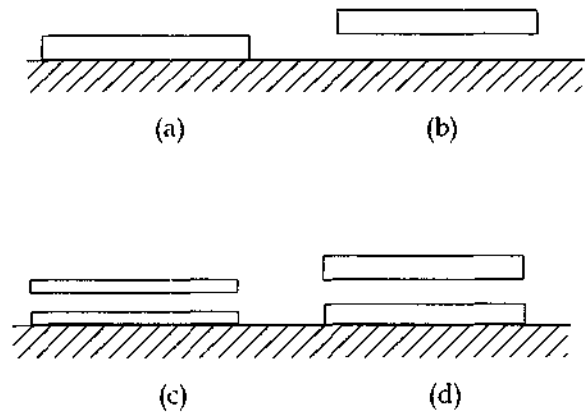


그림 4. 흡음재 배치

- (a) 단일 흡음재 PU 50t (배후 공기층 없음)
- (b) 단일 흡음재(50t) + air gap 40mm
- (c) 이중 흡음재(PU 25t + air gap 50mm + PU 25t)
- (d) 이중 흡음재(PU 50t + air gap 50mm + PU 25t)

50t)

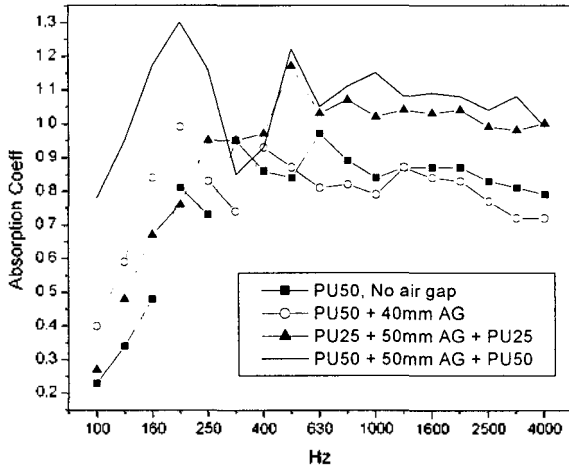


그림 5. PU 흡음재의 흡음률

그림 5에서 NRC 값은 각각 다음과 같다.

(a) 0.82, (b) 0.83, (c) 1.05, (d) 1.15

그림 4에서 흡음재의 면적은 모두 (a)의 값을 사용하였으며 흡음률이 1.0을 넘어가는 값은 그대로 사용하였다. 흡음재를 이중으로 사용하는 경우 흡음면적이 증가하지만 흡음률의 증가는 기하학적인 면적증가보다는 매우 작음을 알 수 있다.

기존 방음판에는 그림 4의 이중 흡음재를 넣을 수가 없으므로 현재 두께 100mm인 방음판을 150mm로 높였으며 단면을 그림 6에 보였다. 하부 중간의 “ㄷ”자로 꺾인 부분은 구조보강을 위해 절곡된 것인데 배후 공기층을 제공하는 역할을 한다.

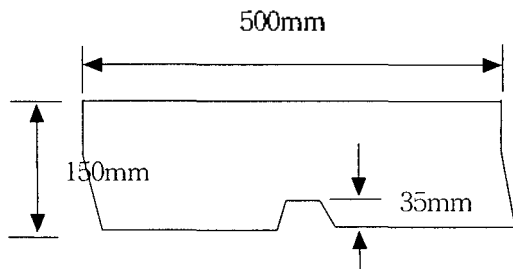


그림 6. 새로운 방음판 단면

그림 7의 (a)와 (b)에는 그림 6의 새로운 방음판 안에 설치한 흡음재의 두가지 경우를 나타냈다. (a)는 하단에 표면이 울퉁불퉁한 wedge형 PU 흡음재(두께 50mm)를 설치하고 그 위에는 두께 50t의 PU foam을 올려 놓았다. Wedge형 흡음재는 대략 돌기의 높이가 25mm이며 자연적으로 공간이 형성되기 때문에 돌기사이로 음파의 전달이 가능하다.

(b)의 경우는 두께 25mm의 PU foam을 아래에 설치하고 공기층 25mm를 두고 그 위에는 두께 50mm의 PU foam을 설치하였다. 단, 50t PU foam은 주변을 약 50mm 잘라낸 것으로 25t PU에 비해 약 80%의 단면적을 갖는다. (c)는 (b)의 흡음재만 잔향실 바닥에 설치하고 흡음률을 측정하였다.

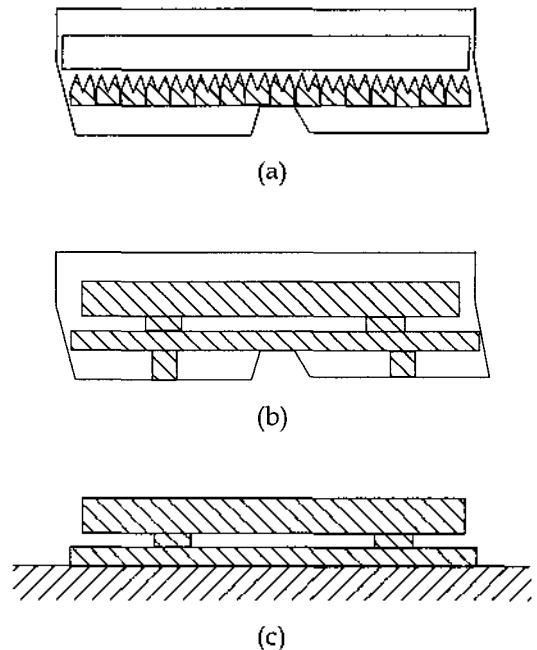


그림 7. 이중 흡음재를 내장한 방음벽구조

그림 7의 (a)와 (b)의 흡음형 방음판의 흡음률을 그림 8에 비교하였는데 NRC값은 (a)는 0.82, (b)는 0.79로 나타났다. 그림 2의 50t 단일 PU를 내장한 기존 방음판(NRC 0.75)에 비해서 흡음

률은 증가하였으나 그림 4와 5의 결과에서 보듯이 흡음률의 증가는 기하학적인 표면적 증가에 비해서는 매우 작음을 알 수 있다.

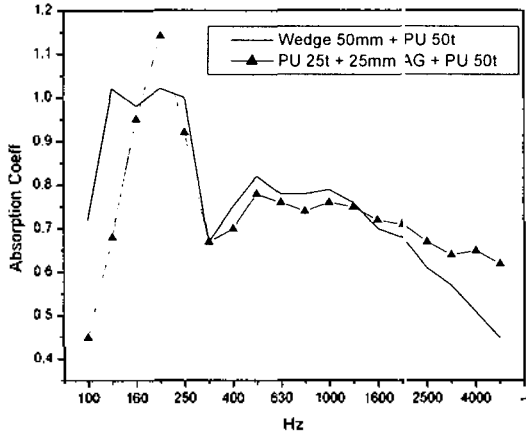


그림 8. 이중 흡음재를 내장한 방음판의 흡음률

방음판 표면은 slit이 생성되어 있어서 음파의 통로역할을 하지만 흡음률을 떨어뜨리게 된다. 그림 9에는 그림 7(b)의 경우에 전면판(cover)을 제거한 경우를 비교하였다. cover를 제거하면 NRC는 0.79에서 0.85로 증가한다.

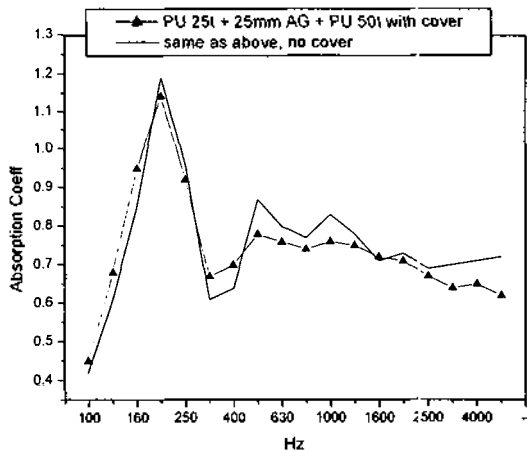


그림 9. 방음판 cover의 영향

흡음재를 방음판 틀에 넣는 것이 흡음률에 미치는 영향을 보기 위해 그림 7의 (b)와 (c)의 경우를 그림 10에 비교하였는데 흡음재만 잔향실에 노출된 경우는 흡음률이 크게 상승하는 것을 볼 수 있다(NRC=0.91). 단, 방음판의 면적은 흡

음재만의 면적보다 주변 테두리 때문에 다소 증가하는데 흡음재만의 면적은 $10.72m^2$, 방음판의 면적은 $11.86m^2$ 이다. 그림 10은 흡음재의 면적도 $11.86m^2$ 을 사용한 경우이며 흡음재의 면적 $10.72m^2$ 을 사용하면 NRC는 1.01로 다소 증가한다.

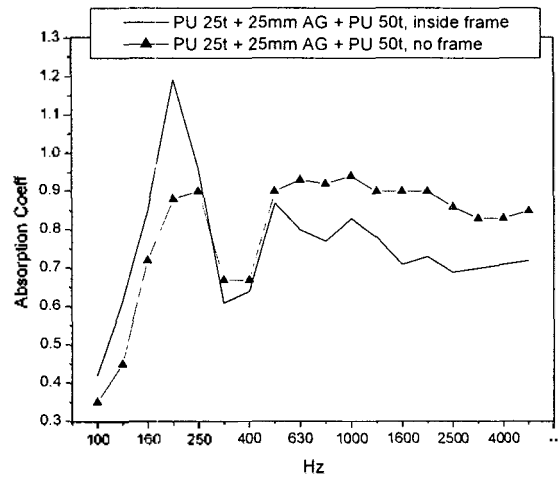


그림 10. 이중 흡음재를 방음판에 내장하는 경우와 노출된 경우의 흡음률

3. 결론

단일 흡음재만 사용하는 경우에 비해서 이중 흡음재를 방음판내에 설치하면 흡음면적의 증가로 인해 흡음률은 증가하나 기하학적인 표면적의 증가에는 크게 못 미친다. 내부가 빈 방음판 형상은 250Hz에서 피크를 보이며 결과적으로 NRC 값의 증가에 도움을 준다.

참고 문헌

- [1] 환경부 고시 제 1998-150호, 방음시설의 성능 및 설치기준, 제2장 방음벽의 음향성능 및 재질
- [2] A. D. Pierce, Acoustics: An Introduction to its Physical Principles and Applications, Acoustical Society of America, 1989.