

## 건축 구조물에의 차음시트 적용

°김상렬\*, 김재승\*, 김현실\*, 강현주\*, 마경업\*\*, 한문성\*\*

### Effect of Sound Damping Sheet on Sound Transmission Loss in Building Structure

Sang-Ryul Kim\*, Jae-Seung Kim\*, Hyun-Sil Kim\*, Hyun-Ju Kang\*, Kyung-Up Mah\*\*,  
and Mun-Sung Han\*\*

#### ABSTRACT

This paper deals experimentally with the effect of the sound-damping sheet on building wall system; brick wall, light wall panel, and gypsum board. Experimental results show that when the sound-damping sheet is attached on wall systems, the mass and/or damping effects result in increasing of STL of wall system depending on the characteristics of the original partition. It is pointed out that the performances of sound damping sheets must be presented with specific wall structures that applied, not by the sound transmission loss of the sheet itself.

#### I. 서언

차음시트는 현재 기존 벽체의 철거 없이도 간단히 벽체의 차음성능을 향상시킬 수 있다는 장점으로 인해 국내/외 업체에서 다양한 종류로 생산/판매하고 있으며 각 차음시트에 대한 차음성능결과를 여러 형태로 내놓고 있다. 그러나 제출되는 차음시트의 차음성능결과는 시트자체의 차음성능이 대부분이며 간혹 철판이나 석고보드 등에 접착하였을 때의 차음성능결과가 제시되기도 한다. 그러나 시트 자체의 차음성능 결과는 실제 건축구조물에 차음시트를 적용하였을 때의 차음시트의 효과를 제

로 표현하지 못하고 있으며 이로 인해 차음시트의 선정이나 혹은 적용을 어렵게 만들기도 한다.

따라서 본 연구에서는 차음시트를 실제 건축 구조물에 적용하였을 때의 차음성능 변화를 관찰하고 차음시트의 영향을 살펴보고자 한다.

#### II. 건축구조물에의 차음시트 적용

본 논문에서 건축 구조물이라 함은 일반 벽돌벽체를 포함한 건물의 내외벽을 이루는 건축 벽체시스템을 말한다. 본 연구에서 적용된 건축구조물은 일반 벽돌벽체와 칸막이시스템으로 알려진 경량벽체 4종류 그리고 석고보드이며 각각의 시스템에 차음시트를 부착하였을 때의 차음성능의 변화를 관찰

\*: 한국기계연구원 음향연구그룹

\*\* : 유일산업㈜

하였다. 다음은 그 결과를 수록한 것이다.

### 1. 일반 벽돌벽체에의 차음시트 적용

일반 벽돌시스템은 160mm의 두께를 가진 벽돌에 미장작업(약 1cm의 시멘트도장)을 한 벽체시스템으로 벽돌벽체에 대한 차음시트의 성능파악을 위하여 2가지 형태의 실험을 수행하였다. 첫번째는 벽돌벽체에 차음시트를 부착하고 시트부착 전후의 차음성능을 비교하였고 두번째는 일반적인 건축물에 차음시트가 사용될 경우 차음시트 단독으로 사용되지 않는 점을 고려하여 미장작업된 동일벽체에 차음시트와 석고보드 9.5t를 연속으로 설치하여 그 차음성능의 변화를 관찰하였다.

Fig. 1.은 실험에 사용된 벽체시스템의 단면을 보여준다. 그림에서 벽돌은 160mm 두께를 가지고 있으며 양면에 미장작업이 수행, 양생된 것이다. 또한 석고보드는 9.5t 두께를 가진 것으로 목재 frame에 고정되어 벽돌벽체 표면에 그림과 같이 설치되었다. 즉 벽돌벽체와 석고보드 사이에는 30mm의 air-gap이 존재하는 형태의 벽체시스템을 구성하였다.

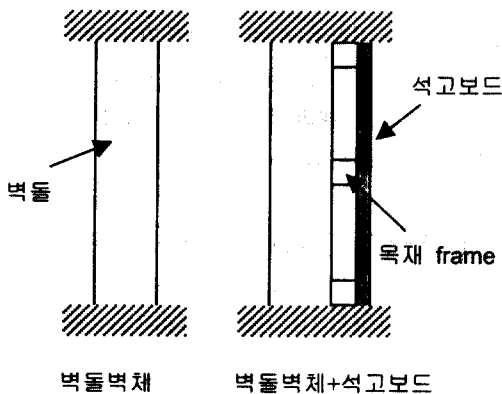


Fig 1. Structure of brick wall system

Fig. 2는 상기한 벽돌벽체시스템에 각각 국내산 1t, 2t, 3t 그리고 외국산 1.2t의 차음시트를 부착하여

부착전과의 차음성능변화를 비교/수룩한 것이다.

그림에서 차음시트를 부착하였을 경우 STL이 벽돌벽체의 경우에 비하여 그다지 변화가 보이지 않음을 볼 수 있으며 이는 차음시트시편을 벽돌벽체에 부착하더라도 차음성능의 향상을 기대할 수 없음을 나타낸다.[1]

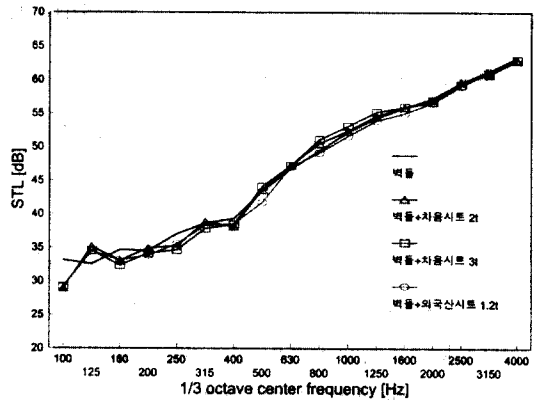


Fig. 2. STL of brick wall system

또한 fig. 3에 나타나 있는 벽돌과 석고보드 9.5t로 이루어져 있는 벽체시스템 실험에서도 이러한 현상은 동일하게 나타나고 있는데 그림에서 벽돌과 석고보드로 이루어진 벽체의 차음성능과 각각의 차음시트를 부착한 경우를 비교하여 보면 그다지 큰 증가를 보이지 않음을 알 수 있다. 따라서 실험실 시험에서는 즉 벽돌벽체의 설치가 빈틈없이 설치되고 벽체에 균열이나 기타 소음의 전달을 용이하게 하는 물리적 구조가 존재하지 않는 상황에서는 차음시트의 부착으로 벽돌의 차음성능 이상을 기대하기 어려운 것으로 판단된다. 그러나 실제 건축물의 경우는 벽체에 균열이나 기타 소음투과가 용이한 hole이 존재하기도 하기 때문에 차음시트는 차음시트의 mass와 damping에 의한 차음효과보다는 벽체의 실링이란 측면에서 벽돌벽체에의 적용을 고려해 볼 수 있을 것으로 판단된다. 즉 벽체를 보다 완벽하게 실링 처리함으로써 얻어지는 차음성능의 향상을 기대하여야 한다.

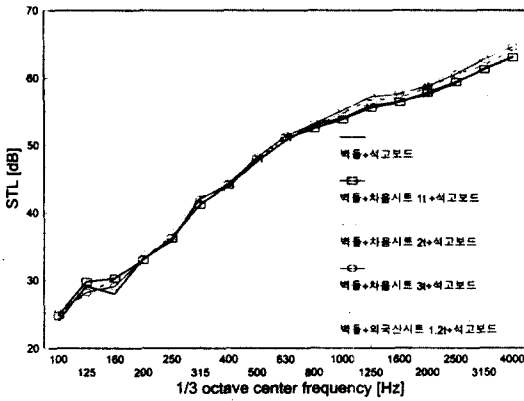


Fig. 3. STL of brick and gypsum board wall system

## 2. 경량판넬에의 차음시트 적용

범용 경량판넬에 대한 실험은 5 종류의 범용 경량판넬(칸막이 벽체)에 대하여 차음시트의 영향을 실험하였다. 실험에 사용된 범용 경량판넬은 아래와 같으며 그 단면구조는 fig. 4 에 수록하였다.

실험은 일반 벽돌벽체에 대한 실험과 동일하게 상기의 범용 경량판넬 자체의 차음성능과 차음시트를 붙였을 때의 차음성능을 측정하여 수행하였으며 이들의 비교를 통한 차음시트의 영향을 파악하였다.

Fig. 5는 석고보드에 대한 차음성능 실험결과를 나타낸다. 그림에서 석고보드 9.5t는 일반적인 단일판넬의 차음특성[2]을 보이며 coincidence가 3.15kHz 영역에서 발생하고 있다. 석고보드에 차음시트를 부착한 경우는 주파수에 따라 다소 차이가 있으나 차음시트의 mass에 의한 STL의 증가(단위면적당 mass는 석고보드 6.3kg/m<sup>2</sup>, 차음시트 1t 2.4kg/m<sup>2</sup>로 mass law[3]에 의하면 약 2.9dB 증가)와 함께 석고보드의 coincidence 영역에서 차음시트의 damping에 의한 STL의 증가를 보이고 있다.

또한 fig. 6~9에 수록된 SGP, 샌드위치판, KSG, 메탈스터드에 대한 실험에서도 각각의 경우에 차음시트 자체의 mass 추가에 의한 효과와 damping에 의한 효과가 나타나고 있다.

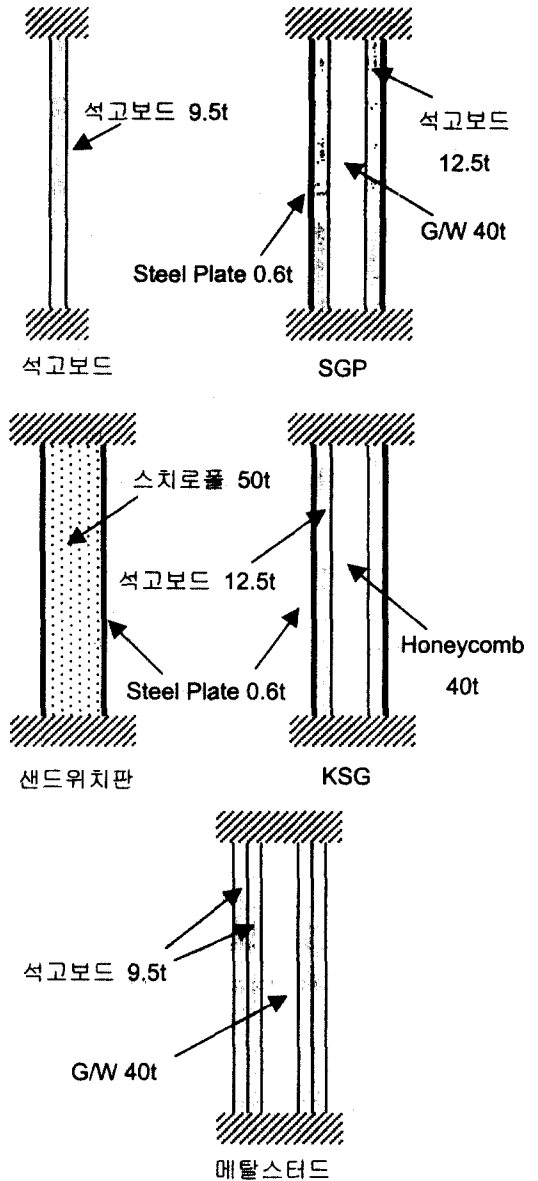


Fig. 4 Structure of light wall panels

그러나 각각의 경량판넬의 실험에서 차음시트의 효과는 그 크기와 형태가 서로 다르게 나타나고 있는데 예를 들면 샌드위치판의 경우 차음시트는 저주파수 영역에서는 차음시트의 mass 추가에 의한 STL의 증가현상(단위면적당 mass는 샌드위치판 9.8kg/m<sup>2</sup>, 차음시트 2t 4.45kg/m<sup>2</sup>로 mass law에 의한

면 약 3.3dB 증가)이 일어나고 있으며 1.25kHz 에 존재하던 mass-spring-mass resonance[2]를 차음시트 부착으로 인해 1kHz로 이동되었고 그 크기 역시 damping에 의하여 증가하고 있다.

그러나 SGP나 KSG 메탈스터드의 저주파수 영역에서는 mass law를 따르는 차음시트의 mass 추가에 의한 STL의 증가량보다 더욱 큰 STL의 증가를 보이고 있으며 이는 벽체시스템의 mass-spring-mass resonance 주파수를 저주파수쪽으로 이동시킴으로써 얻어지는 효과로 판단된다[2].

이렇듯 차음시트의 효과는 각각의 벽체시스템에 따라 그 효과가 다르게 나타나고 있다

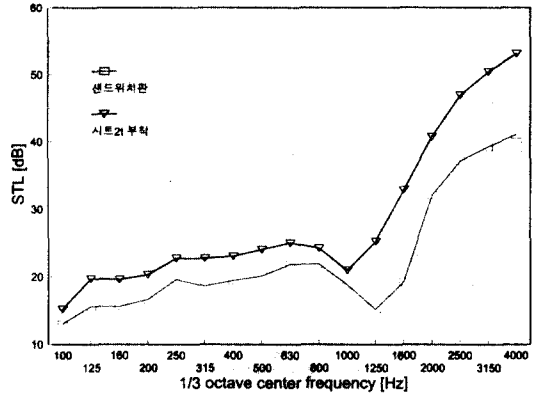


Fig. 7. STL of sandwich panel

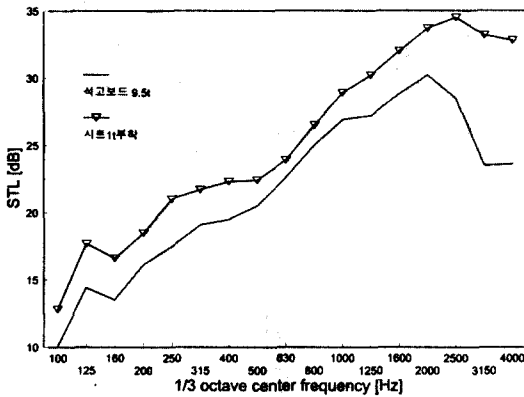


Fig. 5. STL of gypsum board 9.5t

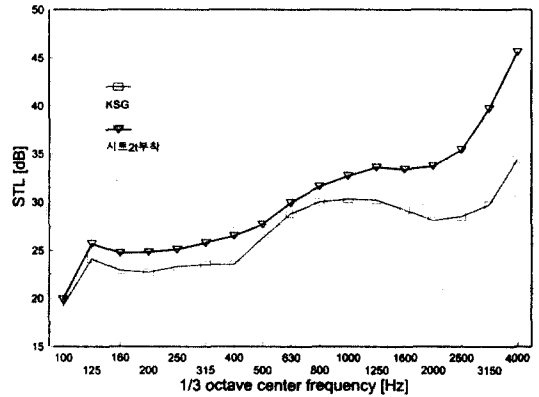


Fig. 8. STL of KSG

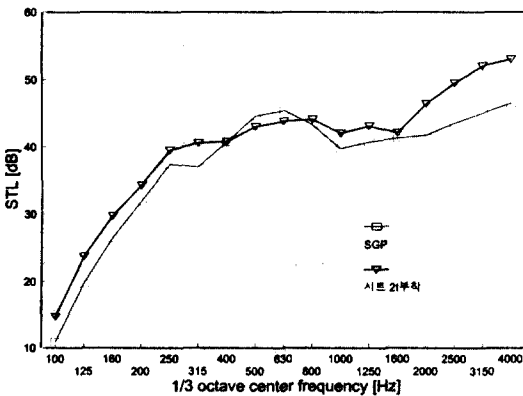


Fig. 6. STL of SGP

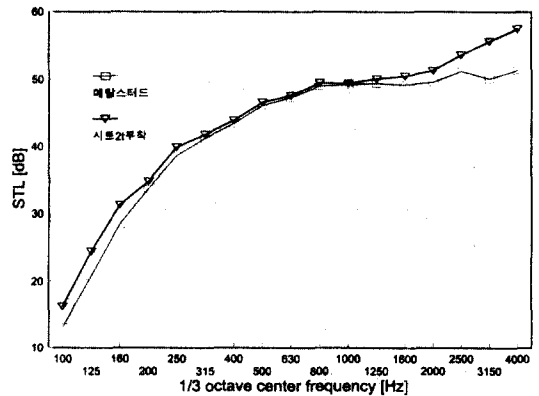


Fig. 9. STL of metal stud

### 3. 차음시트 자체의 차음성능시험

한편 차음시트만의 차음성능을 계측하기 위하여 목재 frame 을 만들고 그 위에 차음시트를 부착하여 실험을 수행하였는데 fig. 10 에 그 결과가 나타나 있다. 그림에서 각각의 시트는 mass law 를 따라 1 옥타브 주파수 당 6dB 의 증가형태로 STL 을 보이고 있다. 따라서 시트 자체만의 차음성능결과는 그림에서 볼 수 있듯이 차음시트 자체만의 실험으로는 앞선 실험들에서 보였던 차음시트의 damping 에 의한 효과를 표현하지 못하고 있으며 단지 차음시트의 mass 에 의한 차음량만을 표현하고 있다.

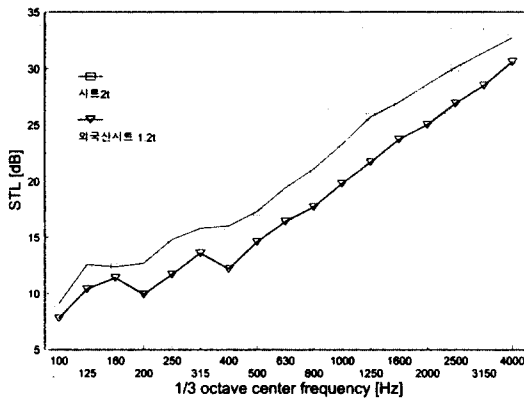


Fig. 10. STL of sound damping sheet

### 4. 실제 현장적용 예

실제 건축물에 차음시트를 적용하였을 때의 차음시트의 효과를 관찰하기 위하여 유일산업(주)공장내에 위치한 건물에 차음시트를 적용하였다. 적용한 차음구조는 fig. 11 과 같다.

실험은 음원실과 수음실을 분리하고 있는 벽체에 차음구조를 시공하여 시공 전,후의 차음성능의 변화를 관찰하였다. 또한 시공된 건물은 벽면에 창문과 출입문 등이 존재하였기 때문에 음원실에서 발생된 소음이 분리벽면 외에 다른 path 를 통하여 수음실로 들어올 수 있기 때문에 수음실 수직 4 면

에 모두 차음구조를 시공한 후 그 차음 성능을 다시 계측하여 그전 결과와 비교하였다. 그 결과가 fig. 12 와 같다. 그림에서 '시공전'은 차음구조를 시공하기 전의 STL 을 나타내고 '시공후'는 음원실과 수음실을 분리하는 벽면에만 차음구조를 시공한 후를 말한다. 또한 '4 면 시공후'는 수음실의 천정과 바닥을 제외한 4 측면에 차음구조를 시공한 후를 나타낸다.

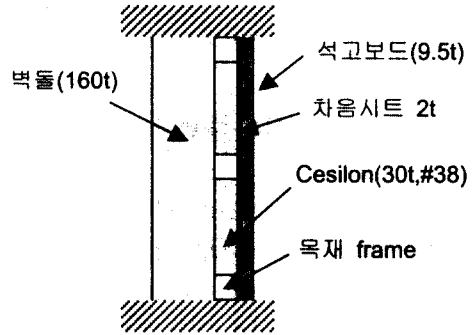


Fig. 11 Structure of wall system in field test

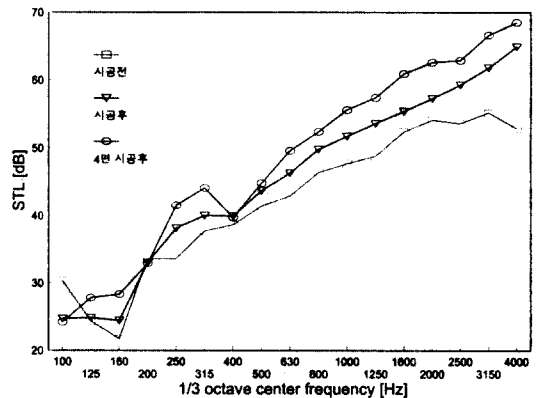


Fig. 11 STL of wall system in field test

fig. 12 에서 '시공전'에 비하여 '시공후'는 전체적으로 차음성능이 향상되었음을 볼 수 있다. 또한 '4 면시공후'의 경우는 다시 '시공후'보다도 더 높은 STL 을 보이고 있는데 이는 앞서 밝혔듯이 실험이 수행된 건물의 구조상 flanking path 에 의한 영향

(벽면에 있는 창문과 출입문으로 들어오는 소음의 영향)으로 '시공전'과 '시공후'의 STL은 실제 분리 벽체의 차음성능보다 낮은 값을 나타내고 있음을 말한다. 2장 1절의 벽돌벽체시스템에 대한 실험에서는 차음시트를 적용하여도 두드러진 차음성능의 향상을 기대할 수 없었다. 그러나 실제 건축물에서의 벽돌시스템에는 벽체의 균열과 기타 틈과 같은 소음전달이 용이한 것이 존재하므로 인하여 본 실험에서 사용된 차음구조의 설치는 차음성능의 효과를 얻어낼 수 있는 것이다.

본 연구는 산업자원부에서 시행한 공기반과제로 수행한 결과를 수록하였다.

참고문헌

III. 결론

본 연구에서 수행된 실험결과를 토대로 차음시트가 건축 구조물에 적용되었을 때의 차음성능의 변화를 관찰하였다. 요약하면 다음과 같다.

차음시트는 건축구조물에 부착되었을 경우 크게 차음시트의 mass에 의한 효과와 damping에 의한 영향으로 차음성능의 향상을 이룰 수 있다. 그러나 이러한 차음시트의 효과는 각각의 건축 구조물의 구조와 형상에 따라 다르며 STL의 증가량도 적용되는 구조물에 따라 다르게 나타나고 있다.

특히 벽돌벽체가 완벽하게 실링되어 있다면 현재 판매되고 있는 차음시트의 mass로는 차음성능의 증가를 볼 수 없으나 일반적인 건축물의 벽돌벽체 시스템처럼 균열이나 혹은 틈과 같은 것이 존재할 경우 차음시트의 부착은 실링으로 인한 효과를 일차적으로 기대할 수 있다.

한편 차음시트만의 차음성능 결과는 차음시트의 mass law에 의한 결과와 동일하며 이는 차음시트의 damping에 의한 효과를 표현할 수 없었다. 따라서 차음시트의 차음성능 표현은 차음시트가 단독으로 구조물에 사용되지 않는다는 점에서 차음시트 자체만의 차음성능 결과보다는 다른 구조물에 부착되었을 경우의 차음량 변화로 표현하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

[1] B. H. Sharp, "A Study of Techniques to Increase the Sound Insulation of Building Elements," Report No. WR 73-5, WYLE Laboratory, (1973)

[2] 강현주, "입사에너지에 대한 방향성 가승함수를 이용한 다중격벽의 차음해석", PH.D 논문, KAIST, 2000

[3] Lawrence E. Kinsler, Austin R. Frey, Alan B. Coppens, and James V. Sanders, Fundamentals of Acoustics, 3rd edition, John Wiley & Sons, 1982, pp 306~308