

건축용벽판(철강제)의 차음특성에 관한 실험적 연구

김선우,* 송민정,** 유창남,** 이태강***

An Experimental Study on Sound Insulation Characteristic of Building Components(Steel panel for Wall)

(Kim, Sun-Woo, Song, Min-Jeong, You, Chang-Nam, Lee, Tai-Gang)

1. 서론

최근 인력난과 공기지연으로 인한 공사비의 상승 등으로 조립식 벽체의 사용이 늘어나고 있다. 조립식 벽체는 조립, 해체가 용이하여 단기간에 걸쳐 건조할 수 있으며 또한 변경상황이 있을시 비교적 간단하게 해체시킬 수 있는 장점이 있다. 조립식 벽체의 재료로서 현재 가장 많이 활용되고 있는 구조가 건축용 벽판(철강제)이다.

이러한 건축용 벽판은 음향성능상, 구성재료 자체에 의해서도 음향성능에 영향을 미치지만 그 사용방법이나 접합의 방식, 두께 등 여러가지 조건에 따라 음향성능에 차이를 가져온다. 따라서 이러한 여러가지 조건에 따른 음향특성을 파악할 필요성이 요구된다.

그리고 건축용 벽판의 차음성능 평가기준은 KS F 4724로 명기되어 있지만 단순히 500 Hz만의 투과손실량으로 규정되어 있기에 차음성능상의 수준을 평가하는 변별력이 낮다고 할 수 있다.

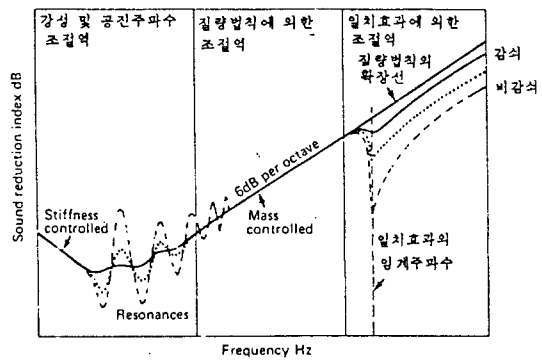
본 연구는 국내에서 생산되는 조립식 벽체 중 건축용벽판(철강제)의 재료구성, 부재간의 접합방식, 두께에 따른 투과손실의 특성을 실험실 실험을 통하여 비교·분석함으로써, 건축용 벽판(철강제)의 차음성능개선을 위한 기초자료로 제시하고, KS F 4724로 규정된 차음기준에 대한 개선의 필요성을 언급하고자 한다.

2. 이론적 고찰(벽체의 투과손실 이론)

벽체에 음에너지가 입사하면 음압에 의해 진동하므로 벽체의 투과손실은 진동에 대한 움직임이 적을수록 그 차음성능은 유리해진다.

[그림 2. 1]은 벽체의 차음성능특성곡선이다. 저음역에서는 벽체의 강성(Stiffness)과 공진주파수에 의해, 고음역 주파수

에서는 질량법칙에 의해 결정되며 고음역의 특정주파수에서는 일치효과(Coincidence Effect)가 일어나 그로 인해 차음성능이 저하하는 특성이 있다.



[그림 2. 1] 벽체의 투과손실 특성

2. 1 균일 단일 벽체에서의 질량법칙

균일한 단일벽체에 입사하는 음의 투과손실은 주파수(f)와 면밀도(m)가 2배로 되면 투과손실(TLo)은 6dB씩 증가하게 되며 이를 수직입사음에 대한 질량법칙이라 한다. 그러나 실제로 벽체에 입사하는 음은 여러각도에서 입사하게 되므로 난입사각 $\theta = 0 \sim 78^\circ$ 에 질량법칙(TLm)은 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$TL_m = TL_o - 5dB \dots \dots (2. 1)$$

2. 2 일치효과(Coincidence Effect)

벽체에 음이 입사할때 벽이 굴곡진동을 일으켜, 질량법칙에 의한 값보다 저하가 일어나게된다. 이는 입사각 θ 로 파장이 λ 인 평면파가 벽체에 입사하게 되면 벽면상에서는

$$\lambda B = \frac{\lambda}{\sin \theta} \dots \dots (2. 2)$$

를 파장으로 하는 음압의 강약이 벽면을 따라 이동하기 때문에 벽체는 굴곡진동을 일으켜 그 굴곡파가 벽체를 따라 전파한다. 벽체 굴곡파와 입사하는 음파사이의 식 (2. 2)와

* 전남대학교 건축학과 교수, 공학박사
 ** 전남대학교 대학원 석사과정
 *** 전남대학교 공업기술연구소 특별연구원, 공학박사

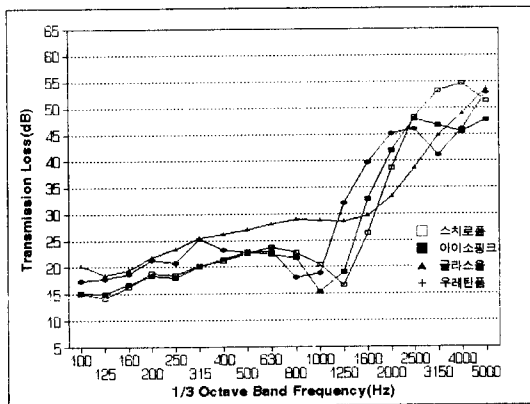
측정시간을 측정하여 각 구조에 따른 투과손실을 측정하였다.

측정주파수 대역은 KS F 2808 규정에 의하면 125Hz~4000Hz까지 1/3 Octave band로 측정하도록 되어 있으나 본 실험에서는 100Hz~5000Hz까지의 1/3 Octave band로 측정하였다.

4. 실험결과 분석 및 고찰

4.1 층진재 제질에 따른 음향 투과손실 차이 비교

다른 제반조건(두께, 접합방식, 주변부마감)이 동등하고 벽판의 코어부분이 스티로폼, 아이소핑크, 글라스 울, 우레탄 폼일때 층진재의 제질에 따른 주파수별 음향 투과손실값은 [그림 4. 1]과 같다.

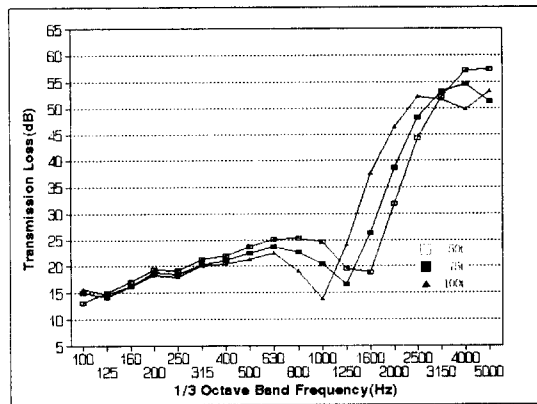


[그림 4. 1] 제질에 따른 음향 투과손실값

그림에서 알 수 있듯이 스티로폼, 아이소핑크, 우레탄폼은 주파수 특성이 비슷한 반면 글라스울은 1000Hz까지는 차음 성능이 우수하고, 1250Hz이상에서는 다른 세종류에 비해 떨어진다. 그리고 우레탄폼이 1000Hz~2500Hz에서 우수하다. 스티로폼, 아이소 핑크, 우레탄폼은 발포성 재료이기 때문에 주파수별 음향투과손실값의 패턴이 비슷하다. 그러나 글래스 울은 재료의 성상이 발포성 재료와는 다르기 때문에 주파수별 음향투과손실값의 패턴이 다른 세가지와는 다르다. 그리고 4가지 시편 모두 500Hz에서 투과손실 값이 20을 넘고 있음을 알 수 있다.

4.2 두께에 따른 투과손실 차이 비교

다른 제반조건은 동등하게 하고 층진재가 스티로폼으로 된 건축용벽판의 두께에 따른 투과손실값은 [그림 4. 2]와 같다.

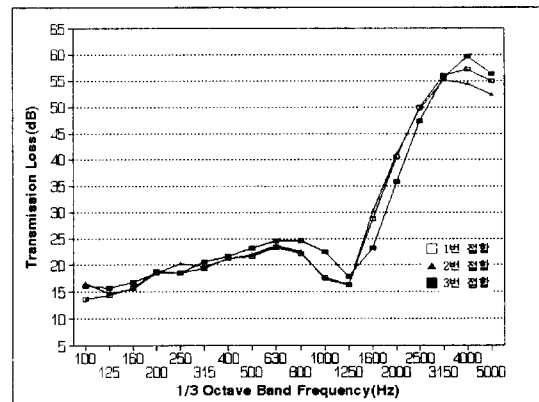


[그림 4. 2] 두께에 따른 음향투과손실값(스티로폼)

그림에서와 같이 층진재 두께의 차이에 의한 투과손실치의 변화는 500Hz 중심주파수 대역이하에서는 대동소이하나, 1000Hz이상의 대역에서는 그 차이가 10dB이상으로 뚜렷함을 알 수 있다. 즉 500Hz이하의 주파수에서는 강판제 벽판, 즉 아연도 강판의 차음성능에 의해 투과손실치가 결정되고, 1000Hz대역이상의 주파수에서는 질량법칙에 의해 층진재의 두께가 두꺼울수록 차음성능이 향상된다고 할 수 있다.

4.3 시편접합방식에 의한 음향 투과손실 차이 비교

두께, 주변부 마감, 층진재 등 다른 조건은 동등하고 다만 시편부재간의 접합방식이 다른 시편의 주파수별 음향투과손실값은 [그림 4. 3]과 같다.



[그림 4. 3] 시편 접합방식에 따른 음향투과손실 값

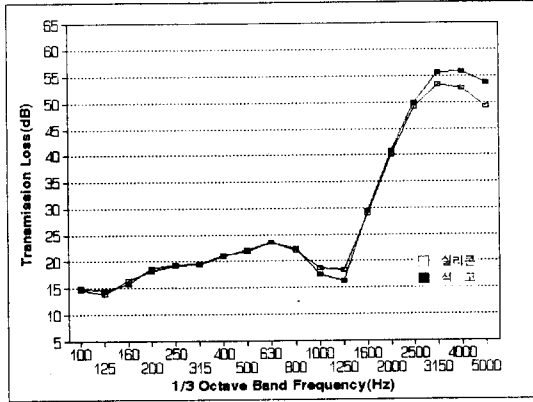
그림에서 알 수 있듯이 시편을 가로 혹은 세로로 설치하든지 그리고 시편이 2개로 구성되든지 3개, 혹은 4개로 구성되든지 간에 음향 투과손실 차이는 거의 없음을 알 수 있다. 이러한 이유는 강판제 벽판 자체의 차음성능 수준이 높지 않아서, 접합방식의 차이에 따른 차음성능 변화가 재료 자체의 차음성능 수준에는 영향을 미치지 못한 것으로 사료된다.

4.4 석고마감과 실리콘마감에 의한 투과손실 차이 비교

실험실 실험에서 시편의 주변부 마감은 시편을 개구부에

견고히 고착시켜주는 석고본드로 하였으나 석고본드는 시공상 복잡하고, 실험 후 시편을 제거할 때 상당한 노력이 필요하다. 주변마감의 재료로서 석고본드보다 시공이 간편한 건축용 실란트로 시공을 한 후 실험을 하였다.

아래 [그림 4. 4]는 두가지 재료로 주변부 마감을 했을 때 두께, 접합방식 등이 동등한 건축용 벽판에 대한 투과손실 값이다.



[그림 4. 4] 석고마감, 실리콘마감에 의한 음향투과손실 값 그림에서 알 수 있듯이 시편주변부를 석고마감 한 경우와 실리콘 마감한 경우 음향투과손실값의 패턴은 일치하고 있다. 다만 석고마감을 한 경우가 3,15kHz~5kHz에서 3~4dB정도 높다. 주변부 마감이 밀실하게 처리된다면 시편 주변부 마감처리 재료가 다르더라도 시편의 음향투과손실값에는 영향이 거의 없다는 것을 알 수 있다.

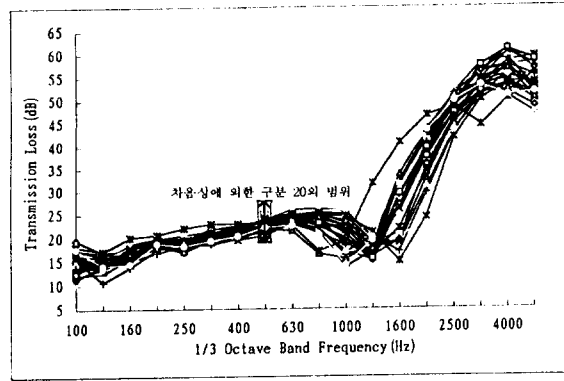
4. 5 실험대상 전체시편의 주파수 특성 범위

[그림 4. 5]는 실험대상 시편 전체를 주파수별 음향투과손실값을 표시한 것이다. 그림에서 보면 630Hz까지는 음향 투과손실의 차이가 5dB~7dB정도 이지만 800Hz이상의 고음역에서는 그 차이가 30dB까지 나고 있다.

그런데 한국공업규격(KS F 4724)에서는 건축용 벽판(철강제)의 차음기준을 표 4. 1과 같이 규정하고 있다. 즉 단지 500Hz 대역에서의 측정치만으로 벽판전체의 차음성능을 평가하도록 되어있다.

표 4. 1 건축용 벽판(철강제)의 차음기준 (평가주파수 대역 500Hz)

차음성에 의한 구분	12	20	28	36
투과손실 (dB)	12 이상 20 미만	20 이상 28 미만	28 이상 36 미만	36 이상



[그림 4. 5] 실험대상 전체시편의 주파수별

음향 투과 손실 값의 범위

전체시험 대상시편은 증진재, 두께, 주변부마감, 접합방식 등이 다른데도 KS F 4724에서 규정하고 있는 차음기준 20(500Hz에서 20이상 28미만)을 만족하고 있다. 차음등급상의 기준으로만으로는 본다면 전체실험대상시편 45개의 차음성능 수준은 모두 20으로 평가되어 전혀 차음성능이 구별이 되지 않는다. 이러한 이유때문에 구미에서는 벽체의 등급을 각 주파수 대역별 성능치를 부여한 차음등급 기준곡선(STC 곡선)과 16대역 주파수의 실측 투과손실을 비교해 결정하고 있다. 일본에서도 표준곡선(D 곡선)에 적용시켜 벽체의 차음등급을 구하고 있다. 우리나라에서는 벽체의 차음구조 지정 기준(건설부 고시 341호, 1990. 6)에서 3개의 주파수별로 투과손실값을 측정하여 평가하도록 되어있다. 따라서 건축용 벽판(철강제)의 경우도 차음성능의 수준향상을 도모하기 위해서는, 주파수별 차음성능 기준치 제시가 반드시 필요하리라 사료된다. 또한 국내 건축법상의 차음기준도 차음등급의 명확한 제시가 없고 건물용도별, 부위별, 구분이 불명확한 점이 있으므로, 청감실험 및 전문가의 경험과 지식 등을 기초로 하여 차음기준에 대한 체계적인 검토가 필요하다고 사료된다.

5. 결론

건축용 벽판(철강제)의 차음특성을 알아 보기위해 코어부분이 스티로폼인 시편 33개와 우레탄폼 4개, 글라스울 4개, 아이스 펑크 4개를 시험하였다. 이 시편들의 두께의 변화와 주변부 마감, 시편의 설치방법, 증진재에 따른 투과손실의 차이를 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1. 실험대상 전체시편의 주파수 특성을 살펴볼 때 630Hz까지는 음향 투과손실의 차이가 5dB~7dB정도 있지만 800Hz 이상에서는 그 차이가 30dB까지 나고 있음을 알 수 있다. 그

런데 한국공업규격상의 기준에 의하여 평가하면 측정대상 45개 구조가 모두 차음등급 20으로 평가된다. 이러한 관점에서 건축용벽판의 차음등급 기준에 대한 체계적인 검토가 반드시 필요하다고 사료된다.

2. 강판재 벽판사이의 충전재 재질에 따른 음향투과손실 차이는 스티로폼, 아이소핑크, 우레탄폼은 주파수 특성이 비슷한 반면 글라스울은 1000Hz까지는 차음성능이 우수하고, 1250Hz이상에서는 다른 세종류에 비해 차음성능이 저하되며 우레탄폼이 중음역에서 비교적 우수한 차음성능을 가지고 있었다.

3. 현재 충전재로 가장 많이 사용되고 있는 스티로폼의 두께를 50mm, 75mm, 100mm로 변화시켰을 때의 투과손실은 500Hz 중심주파수 대역이하에서는 대동소이하나, 1000Hz이상의 대역에서는 충전재의 두께가 두꺼울수록 차음성능이 향상되었다. 즉 500Hz 이하의 대역에서는 강판의 차음성능에 의해 투과손실이 결정되고, 1000Hz 이상에서는 충전재의 두께에 의해 차음성능이 좌우된다고 할 수 있다.

4. 시편부재간의 접합방식 따른 차이는 거의 차음성능에 영향을 주지 못하고 시편주위를 석고마감을 한 경우와 실리콘 마감을 한 경우 또한 투과손실에 차이가 거의 없었다.

참고문헌

1. 이태강, 청감실험에 의한 벽체 차음성능 평가에 관한 연구, 전남대학교 박사학위논문, 1993. 8
2. 대한주택공사, 공동주택 내부소음 기준설정에 관한 연구 (I), 대한주택공사, 1986. 12
3. 대한주택공사, 공동주택 내부소음 기준설정에 관한 연구 (II), 대한주택공사, 1991. 12
4. 日本建築學會, 建築物の遮音性能基準と設計指針, 技報堂, 1985
5. 김선우, 장길수, 이태강, 공동주택 외부소음 기준설정에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 3권 5호 1987. 10