

흡음 · 차음재의 구조특성

최동호 / 환경시험실 연구원

1. 흡음구조

1-1. 흡음재의 특성

흡음이란 입사된 음의 에너지가 재료내에서 공기의 점성이나 재료소자의 진동으로 열에너지로 변화하거나 없어지는 것으로 그 변화하는 방법이 재료의 종류, 취부방법, 구조 등에 따라 차이가 발생하여 그 결과 여러 가지 재료의 흡음 특성이 나타나게 된다.

재료의 흡음성은 흡음율(sound absorption coefficient) 그리스문자 α 로 표시하며 흡음재라 하면 흡음율이 비교적 높은 재료를 말한다.

흡음율은 음의 입사조건에 따라 ①수직입사 흡음율(α), ②경사입사 흡음율(α :입사각), ③랜덤 입사 흡음율(α_v)등으로 분류된다. 이중 일반적으로 측정에 사용되는 것은 수직입사 흡음율의 근사치로 잔향실내에서 측정되는 잔향실법 흡음율(α_{rev})인데 실제의 음향설계로 사용되는 흡음율

은 일반적으로 α_{rev} 이며 설계자료로서의 흡음율에 관한 데이터는 거의 이 잔향실법 흡음율에 관하여 정리되어 있다.

흡음재의 용도는 건축용, 공업용으로 구분하며 재료 그 자체만으로 사용되는 경우는 비교적 적고 대부분 다른 재료와 조합·병용되며, 보조역할을 하게되는 구성재료와 함께 사용되기 때문에 흡음재를 소음방지용으로 사용할 때는 흡음율을 그 선정기준으로 하여, 소음특성, 사용장소 및 사용조건 등을 충분히 고려하여야 한다.

1-2. 흡음재의 분류

흡음재는 그 자체의 흡음구조에 대하여 다공질, 흡음재, 공명형 흡음재, 판진동형 흡음재로 구분된다.

1) 다공질 흡음재

다공질 흡음재는 무수한 작은 공극을 지닌 구

종 류	구성소재 및 형상	품 명
다공질 흡음재	섬유상	유리면, 암면, 취부섬유 등
	치프상 및 조상	목모판, 목편 시멘트판, 코르크판, 석고보드, 콘크리트 블록 등
공명형 흡음재	공판 및 슬리트 판	석면 시멘트판, 석고보드, 알루미늄판, 연질섬유판, 합성수지판
판진동형 흡음재	판상	베니어판, 석면시멘트판, 석고보드, 합성수지판 등

조로 음이 재료에 입사되어 공기의 압력변동을 일으키고 재료내부의 공극내의 공기를 진동시키거나, 마찰 및 점성저항을 일으켜 음 에너지의 일부를 열에너지로 변환시켜 흡음효과가 발생하게 된다.

다공질 흡음재는 중고음역에서 높은 흡음율을 나타내고 그 수치는 다공성의 정도에 따라서 변화하는데 재료의 두께가 증가하면 저음역의 영역까지 흡음범위가 확대되고 재료의 후면에 공기층을 설치하면 더욱 양호한 흡음효과를 기대할 수 있다. 따라서 재료의 조합에 따라 광범위한 주파수 범위에 걸쳐 적절한 흡음특성의 확보가 가능하다. 다만 강도가 약하고 내장재로 사용할 경우 표면처리가 필요하며 내후성이 떨어지는 단점이 있으므로 단일재료의 사용에 제한이 따르게 된다.

2) 공명형 흡음재료

이 흡음재료는 판상형에 다수의 작은 구멍을 뚫어 놓은 것으로 석면 슬레이트판, 석고보드, 알루미늄판, 연질 섬유판 등이 있으며, Slite pannel 등도 흡음의 원리상 같은 공명형 흡음재로 분류된다.

공명형 흡음재료의 흡음구조를 살펴보면, 천공판 및 Slite의 배후에 공기층을 두게 되면 헬름홀스의 공명기의 원리가 작용하여 흡음작용이 이루어지며, 중주파 음역의 특정 주파수를 중심으로 한 산 모양의 흡음특성을 나타내게 된다.

공명형 흡음재료 및 흡음구조는 중·저주파 음역에서 사용되고 있으나 흡음율을 더욱 크게 하기 위하여 유리면 및 암면 등과 다공질 흡음재료의 조합 및 합판, 하드보드, 플렉시블 보드, 석고 보드 및 금속판 등에 일정한 간격으로 천공한 천공판이나, 리브구조의 Slite흡음구조체의 배후에 공기층을 둔 구조 등도 사용되고 있다. 이러한 천공판 흡음구조체의 특징은 판두께, 구멍의 직경, 공기층 길이 및 흡음재의 유무에 의하여 결정되므로 미리 희망하는 흡음특성으로의 설계가 가능하며, 표면재료로서 충분한 강도를 지니고 도장시 천공부분에 손상이 없는 한 음향 효과에 별다른 영향이 없다.

3) 판상 흡음재료

판상 흡음재료는 판상 및 막상(膜狀)으로 된 것으로 두께가 얇고, 중량이 적어 쉽게 진동하기 때문에 다공질 흡음재료와의 조합이 필수적이며, 또한 재료배후에 공기층을 두어 판 진동으로 인한 흡음현상이 일어나게 되므로 판의 두께 및 강성 등에 따라 그 흡음성능에차이게 생기게 된다. 흔히 사이에 공기층을 설치하고 합판, 하드보드, 플렉시블 보드 등의 경질재료를 붙이면 저음역에 대하여 양호한 흡음효과를 얻을 수 있는데 이러한 경우에 있어서는 저주파 음역에서 방음 효과가 있으며, 실제로 사용되고 있는 구조의 공명 주파수는 대체로 200~300Hz범위에 있고, 흡음율은 약 0.2~0.5정도이다.

1-3. 흡음재 선정 및 시공

1) 유리면 등과 같은 다공질 흡음재료는 표면의 의장면이나 강도면에서 내장재의 사용이 곤란하기 때문에 표면처리가 필요하며, 이러한 표면재의 재료 및 구조에 따라서 흡음특성에 차이가 나게 되므로 시공시 배후조건(공기층)과 표면재의 선정에 신중하여야 한다. 대표적인 표면 처리방법으로는 cloth 감기, cloth net부착, 리브 압축, 유공판 혹은 expand metal압축과 같은 방법이 있다.

2) 흡음재로 사용되는 유공판의 경우는 개구율이 25% 이상, 두께 6mm이하인 것이 양호하나 강도면에서 문제가 있으므로 그 사용조건에 주의할 기을일 필요가 있다. 유공판의 재료로는 합판, 시멘트판, 규소산 카리슘판, 금속판 등이 널리 사용되는데 흡음재로 사용할 경우 표면처리가 가능하며 적절한 처리로 흡음효과를 증대시킬 수 있다. 스튜디오나 홀 등에 흡음재로 적용할 경우에 의장성의 문제는 유공판의 구멍을 둥근모양이 아닌 변형적인 모양으로 제작할 경우 보완이 가능하다.

3) 리브구조는 유공판에 비하여 개구부의 확대 및 고강도화가 가능하며, 의장면에서도 질감을 높이기 위한 흡음면의 소면재로 널리 사용된다. 단 주의하여야 할 점은 음악홀 객석 뒷부분의 벽과 같이 음이 정면으로 입사되는 경우를

제외하면 규제적인 리브구조의 큰 면에 음이 비스듬히 입사할 경우에는 특정한 주파수의 반사 음이 강조되어 음향효과가 저하하므로 면적인 큰 리브구조에서는 리브의 간격, 리브의 폭 등을 불규칙적으로 할 필요가 있다.

2. 차음구조

2-1. 차음재의 특성

차음재의 의미는 음을 차단하기 위해 사용되는 재료라기 보다는 음의 전파경로 도중에서 이를 감소시키기 위하여 사용되는 재료이며, 이와 같은 목적의 구조를 차음구조라고 한다. 차음재의 선정시에는 대상 소음의 크기, 특성, 감쇠량 등을 신중히 고려하여야 한다.

차음성능은 dB단위의 투과손실(TL: Transmission Loss)로 나타내며 그 수치가 클수록 차음 성능이 좋은 재료라고 인식한다. 투과손실이란 재료의 한면에 A(dB)라는 강도의 음이 입사되어 재료의 후면으로 통과되어 나오는 음의 강도를 B(dB)라 할 때 그 강도의 차이를 나타내는 것이며, 재료에 음이 입사되면 그 일부는 반사되고 일부는 재료내부로 흡수, 나머지가 재료의 후면으로 투과된다. 이렇게 입사한 에너지에 대하여 투과된 에너지의 비율을 투과율 ① 로 표시하며, 투과손실 TL이란 이 투과율의 역수에 대하여 상용대수의 10배로서 dB단위로 표시한 다음의 식으로 정의된다.

$$TL = 10 \log_{10}(I_i/I_t) \text{ (dB)}$$

투과손실은 음의 입사조건, 주파수, 재질 등의 조건에 영향을 받으며, 이론적으로 단위면적당의 중량이 클수록, 입사되는 음의 주파수가 높을수록 크게 된다.

2-2. 차음재의 분류

1) 단일재

차음구조 및 재료 중 가장 기본적인 것으로 각종 보드류, 콘크리트, 유리 등과 같은 균질의 벽체로 사용된다. 이들 재료의 시공에 있어서는

표면을 페인트 또는 플라스틱으로 마무리하여 공극을 제거하도록 하며, 시공시 공극이 발생하지 않도록 주의할 기울일 필요가 있다. 무향실 등의 시공시에는 흔히 석고보드 2장을 겹쳐서 붙이는 공법이 흔히 채택되어지는데 이는 코인시덴스 주파수를 낮추지 않고 면밀도를 증가시켜 투과손실을 증가시키는 효과이외에 줄눈이 겹쳐지지 않도록 하여 공극의 발생을 방지하는방지하는 효과도 기대할 수 있다.

2) 이중벽

① 중공이중벽

중공이중벽은 석면 슬레트판, 목모 시멘트판, 베니어판 등의 비교적 가벼운 재료를 사용하여 내부에 공기층을 설치한 것이 대부분이다. 이러한 구조에 있어서 이론적으로 투과손실 TL값은 각 벽체의 TL값의 합계가 되어야 하지만 실제시공시에는 이러한 이상적인 구조는 거의 불가능하며, 외측 벽체의 지지를 위하여 간주를 이용한 이중벽의 경우에는 간주나 보가 sound bridge의 역할을 하여 진동이 달라지게되므로 투과손실은 두 벽체의 투과손실의 합계보다 저하하게 된다.

② 다공질 흡음재를 설치한 이중벽

중공이중벽의 공기층 설치부에 유리면, 압면 등의 다공질 흡음재를 설치하는 방법으로 흡음 재료를 설치하여 그 구조의 면밀도를 증가시킴으로서 투과손실의 개선을 기대할 수 있으며, 특히 코인시덴스 효과(coincidence efficient: 사선방향에서 입사된 음파가 단일벽에 곡진동의 공진을 일으켜 투과손실을 감소시키는 효과, 즉 음파가 벽체를 진동시켜 그 벽체에서 2차 소음이 발생되어 투과손실값이 저하하게 된다.)로 인한 투과손실의 저하를 방지할 수 있다.

중공이중벽의 한 예로 샌드위치 패널과 같이 두 개의 판사이에 유리면, 압면과 같은 심재를 설치하여 일체구조화할 경우의 투과손실은 심재의 재질과 밀도에 따라서 달라지게 되는데 심재로 유리면, 압면 등을 사용할 경우에는 투과손실이 일반적으로 높아지는 경향을 나타내며, 스티

로폼 및 우레탄을 심재로 사용할 경우에는 코인시덴스 효과로 인하여 약 500~2,000Hz이상에서 투과 손실값이 낮아지는 경향이 발생하게 된다.

③ 다중벽(복합패널) 및 고성능 차음구조

스튜디오나 홀에 인접한 실사이의 차음구조는 약 80~90dB의 높은 차음성능이 요구되며 이러한 요구조건을 충족을 위하여 2종이상의 차음층을 독립적으로 지지하는 구조가 필요하다.

다중벽(복합패널) 차음구조에 있어서의 주의점은 지지방법의 선정에 있다. 가장 일반적으로 사용되는 콘크리트 구체구조 내부의 차음층을 방진고무로 지지하는 구조로 이를 부구조(뚝구조)라 한다. 차음층은 석고보드가 널리 사용되나 80dB이상의 차음성능을 목표로 하는 경우에는 두께 60mm이상의 성형 시멘트 보드 등도 사용된다. 또한 동일 벽체에 있어서도 내부의 간주를 공통으로 한것과 상호 다르게 간주를 시공한 것을 비교할 경우에는 그 투과손실에 차이가 발생하므로 이러한 점에 있어서도 주의를 기울일 필요가 있다.

2-3. 차음재의 선정 및 시공

1) 밀도가 높고 두꺼운 재료가 적절하며, 공간이 협소한 장소의 차음층은 딱딱한 시트류의의 상용을 거려할 만하다. 다수의 공극을 지니고 있는 재료는 차음재료로 부적절하므로 콘크리트, 블록벽 등은 필히 몰탈 등으로 마무리하여야 한다.

2) 판재의 공진이나 코인시덴스로 인한 투과손실의 저하를 방지하기 위해서는 고무 판, 연판 등과 같은 강성이 적고 포근한 재질의 재료가 유리하나 그 자체만으로는 건축재로 적합하지

않으므로 베니어판 등과 같은 판재와 조합하여 사용하여야 하며, 이음부 등의 틈새, 공극의 발생을 억제하기 위하여 재료의 연결부위를 코킹재, 테이프 등으로 밀폐시킨다.

3) 높은 차음성능이 요구되는 다중벽의 경우에는 진동부를 독립시킬 필요가 있으며, sound bridge의 발생을 최대한 억제하여야 한다.

4) 벽체 및 지붕 공사의 경우 콘크리트 벽체나 지붕 슬라브만으로 차음성능 요구치에 만족하는가의 여부를 계획초기에 결정할 필요가 있으며 패널공법의 경우 수직구조부재와 벽체와의 맞물린 부분에 주의를 기울일 필요가 있다.

5) 높은 차음성능이 요구되는 홀 및 스튜디오 등의 실간 공사시에는 콘크리트 구체에 차음층을 부가시키는 방법을 강구할 필요가 있으며, 사무실 등에서 하나의 공간을 나누어 사용하는 경우에 흔히 사용하는 석고보드 간막이 벽의 시공에 있어서는 앞에서 기술한 바와 같이 간주를 독립시키고 이중보드를 사용하여 이음매가 연결되지 않도록 보드 내부에 다공질 흡음재를 설치할 필요가 있다.

6) 천정등의 공사시에는 차음벽을 천정 슬라브까지 연결하고 천정에 따로 차음구조를 설치하며 주변부분의 틈이나 닥트, 파이프의 관통부분은 코킹재로 밀실하게 충전할 필요가 있다.

7) 환기 및 채광을 위한 개구부로 그 기능상 틈이 많아 차음면에서 가장 취약한 창의 차음성능의 개선을 위하여서는 창을 단았을 경우 그 틈사이를 밀폐시킬 수 있는 구조, 예를 들어 상하 슬라이드 식 등이 유리하며 유리판의 두께는 5mm이상으로 할 필요가 있다. (FILK)



『FILK』마크가
화재보험료 할인
혜택을 드립니다.