



자료실

단열재(1)

단열재의 개요

대부분의 건물에서는 구조체나 개구부, 환기구, 틈새 등을 통해 열손실이 일어나 단열이 필요하다. 단열이란 벽체, 유리창, 지붕 및 바닥 등 외부에 면하는 부분들의 열저항을 증가시켜 외부에서 내부로 혹은 내부에서 외부로의 열이동을 최소화하는 것으로 전도, 대류, 복사에 의한 열의 흐름을 크게 줄일 수 있는 단일 재료 또는 여러 재료의 조합을 말한다. 단열시공을 하면 주택의 경우 사용 에너지의 40~50%를 절감할 수 있어, 적은 에너지의 소비로도 우수한 열적 쾌적감을 성취할 수 있다. 또 사용되는 재료의 특성상 흡음성이 우수하여 소음으로 인한 피해에서도 벗어날 수 있다.

단열성능이 미약한 건물은 에너지를 끊임없이 투입해야만 실내온도를 유지할 수 있으므로 그에 따른 에너지 손실이 크며 비용이 낭비되고 쾌적성은 떨어진다. 따라서 단열시공이 완벽해야 한다.

건축물의 지붕, 천장, 바닥 등의 마감재료나 구

조체도 어느 정도이 단열효과를 가지고 있다. 하지만 그 자체로는 내부의 쾌적한 온도를 유지하기 어려우므로 벽이나 내부 또는 바닥 등에 열을 차단하는 성질을 가진 재료를 첨가해 열손실을 방지하는데, 이때 사용되는 것이 단열재이다.

단열재는 보통 열전도율이 $0.05\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$ 내외의 재료로 상온의 영역에서 보온, 보냉을 간단히 처리하는 것과 극고온, 극저온에서 열차단 효과를 나타내는 것이 있다. 또한 열을 표면에서 반사하는 것도 단열재의 일종이다.

다공질이며 열전도율이 낮을수록 단열성능이 뛰어나고, 같은 무게인 경우 경량재가 단열에 더 효과적이다. 단열재는 종류별로 독특한 특성과 기능을 갖기 때문에 어떠한 대상물에 어떤 종류의 단열재를 사용할 것인지는 단열 대상물의 안전 사용온도, 주변 조건, 필요한 기계적 강도, 내화성, 내약품성, 용적, 흡음력, 결로에 대한 저항치 및 가격 등을 충분히 검토한 후에 결정해야 한다.

단열재의 원리

단열재는 건물의 외벽과 주위 환경 간의 열류를 차단하는 역할을 한다. 단열재의 원리는 순간적인 효과가 있는 저항형 단열, 반사형 단열, 시간의 함수로서 작용하는 용량형 단열 등 3가지로 구분할 수 있다.

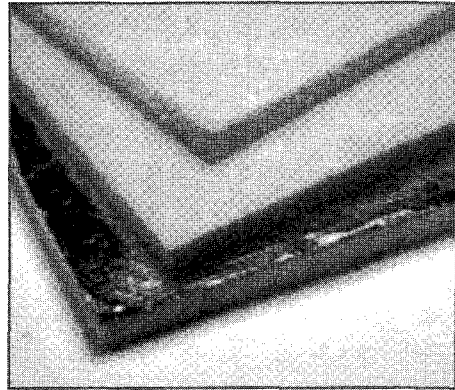
저항형 단열

일반적으로 다공질 단열재 또는 섬유질의 기포성 단열재는 무수한 기포로 구성되어 있기 때문에 열전도율이 낮다. 대류가 생기지 않아 정지되어 있는 공기로 가장 높은 단열효과를 나타내는데, 기포성 단열재는 공기를 정지시키는 역할을 한다. 사용되는 재료는 밀도가 작고 기포가 많은 것들이 대부분인데 기본적인 기포성 단열의 재료 유형은 4가지로 나누어진다.

얇은 조각은 공기층을 세세하게 분할하는 혹은 모나 팽창운모 같은 작은 입자나 얇은 조각에 의해 단열효과를 내는 것이고, 섬유질 단열은 공기층을 분할하는 유리면이나 남면 같은 얇은 섬유질에 의해 단열효과를 내는 것이다.

다공성 단열은 서로 연결된 작은 공극에 의해 다공성 단열효과를 내는 것이며, 입자상 단열은 코르크처럼 공기가 각 공간 사이로 전달될 수 있는 입자에 의해 단열효과를 내는 것이다.

공기가 충전된 작은 입자 내에서 일어나는 대류나 복사 열전달은 무시할 정도이며 재료의 열전도율은 정지된 공기의 전도율 값에 가까워진다. 섬유질 재료의 섬유가 겹치게 배열된다면 단열효과는 좋아지며 겹친 층의 평면에 수직인 열흐름에 대한 저항은 최대치가 된다.



▲ 유리면

반사형 단열

반사형 단열은 복사의 형태로 열이동이 이루어지는 공기층에 유효하다. 반사형은 반사율이 높은 흡수율과 복사율이 낮은 표면에 효과가 있으며 전형적인 예는 알루미늄 박판이다. 공기층 안의 방열면과 수열면에 평행으로 나란히 하여 알루미늄 박판이다. 공기층 안의 방열면과 수열면에 평행으로 나란히 하여 알루미늄 박판을 설치하며 가장 좋은 효과를 얻을 수 있다.

통풍되지 않는 중공벽 속 저온측 표면에 광택성 금속 박판을 설치하면 고온측의 열을 재방사하므로 유리하다. 이로 인해 구조물의 열전달율은 감소되고 2개의 반사재를 분리시켜 넣으면 그 효과는 거의 배로 증가한다.

벽에 생긴 결로나 금속 표면의 먼지층은 흡수율과 복사율을 증가시키며 반사성 단열재료의 효율을 감소시킨다. 보통 조건하에서 유리면과 같은 약 10mm의 저항형 단열재는 공기층에 반사형 단열재(알루미늄 박판)를 넣는 것과 비슷한 단열효과가 있다.

용량형 단열

벽의 열용량은 단위 면적당 질량(kg/m²)과 재료의 비열(J/kg·°C)의 곱으로 표시한다. 정상상태에서 열용량은 벽을 통과하는 열량에 영향을 미치지 않으므로 용량형 단열효과는 없다. 두께 220mm 벽돌벽에 흐르는 열량은 약 10mm 두께의 폴리스틸렌판에서 흐르는 열량과 같다. 그러나 건물의 열취득 및 열손실의 계산을 위하여 정상상태로 가정을 하는데, 실제로는 시간이 경과함에 따라 열의 전달이 일정하지 않은 비정상상태로 된다.

건물의 내부온도가 일정하게 유지된다 하더라도 외부 온도는 항상 변화한다. 하루의 외부 온도 변화는 반복되는데 이것을 주기열류라고 한다. 이는 중량벽 한 면에 열이 전달되면 처음의 층은 많은 열을 흡수하여 그 열을 다음층으로 전달하면서 지연효과를 일으키는 것이다. 실내외가 정상상태로 인정되면 벽체 내에서 열흐름의 구배가 형성되고 열용량의 효과는 없어지며 벽의 저항에 의해서 열류가 제어된다.

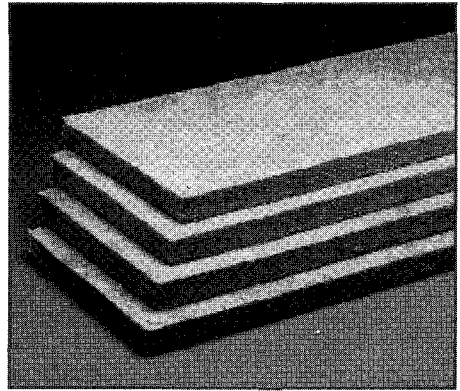
단열재의 종류

단열재는 원료의 종류, 형태 및 사용용도에 따라 구분할 수 있으나 일반적으로 재질에 따른 분류가 가장 많이 쓰인다.

무기질 단열재

무기질 단열재는 유리질, 광물질, 금속질, 탄소질 등으로 나눌 수 있다.

유리질 단열재는 유리면이 대표적이며 광물질로는 석면, 암면, 필라이트 등이 있다. 구산질, 알



▲ 암면

루미나질, 마그네시아질 등의 금속질 단열재는 고온용 내화단열재로 사용되고 탄소질에는 탄소질섬유, 탄소분말 등으로 성형한 것들이 있다.

무기질 단열재의 일반적인 장단점은 열에 강하고 접합부 시공성이 우수하나 흡습성이 크고 암면, 유리면 등이 성형된 상태에서의 기계적인 성질이 우수하지 못해 벽체에는 시공하기가 힘들다는 것이다.

암면

암면은 석회, 규산을 주성분으로 하는 내열성이 높은 광물인 현무암, 안산암, 혈암, 돌로마이트 등을 용융해 원심력·압축공기 및 고압증기 등을 이용, 섬유화시킨 것이다. 암면은 열전도율이 낮아 보온단열효과가 뛰어나며 불에 타지 않고 유독가스를 발생시키지 않는다. 요즘에는 물을 흡수하지 않도록 특수제작된 제품도 생산되어 있어 흡수에 의한 단열성능 저하가 방지되어 반영구적으로 사용할 수 있다. 또한 주위의 온도변화에 대한 열전도율의 변화가 작은것도 장점이다.

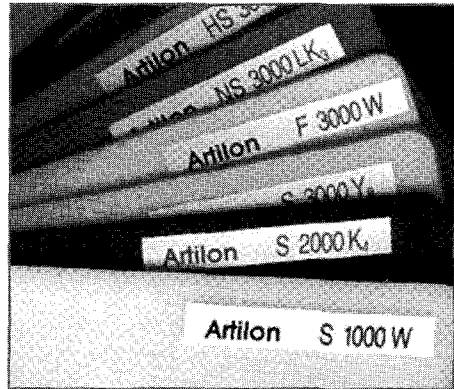
암면 제품은 제조법 및 용도에 따라 여러 가지로 구분된다. 접착제를 이용, 판·펠트·통의 형상으로 만든 것에는 보온판, 보온통, 블랭킷, 보온대, 펠트, 매트 등이 있다. 보온판, 보온매트 등은 건축물의 바닥, 벽에 보온단열, 결로방지를 위해 사용된다. 보온통, 보온대, 펠트 등은 냉난방 설비 또는 위생배관, 송풍 덕트의 단열에 사용된다.

석면 및 무기질 접착제를 이용하여 분무기로 시공하는 스프레이용 제품에는 '라코트' 라는 것이 있다. 라코트는 고온용 암면에 특수무기 결합제 및 바인더를 혼합 제조한 분사식 내화·흡음·단열재이다. 화재시 1,100℃까지의 온도 상승에도 안전하며 이음매가 없어 열손실이 없고 철골구조, 기둥, 바닥, 보, 천장 등의 내화단열용으로 사용된다.

유리면

유리면이란 규사, 장석, 붕사, 소다회, 백운석, 파유리 등 6종의 유리 원료를 용융하여 고속원심 분리공법으로 섬유화하고, 열경회정 수지를 분사하여 매트, 보드형태로 성형·제조한 보온·단열·흡음재료, 유리솜 또는 글라스 울이라고 한다.

보온·방음·흡음·방화·전기전열재 등으로 쓰이고 비닐·아스팔트펠트·루핑·시트 등의



▲ 폴리에틸렌

보강재로도 쓰이며 경질판으로 만들어 장식재·간벽·스크린 등에도 사용한다.

유리면은 일반 단열재와는 달리 밀도가 작은 쪽이 열전도율이 크나 30kg/m³ 이상이 되면 다른 것과 같이 밀도가 큰 쪽이 열전도율이 크다. 또한, 유리섬유의 굵기에 따라 열전도율이 변하는데 유리섬유의 직경이 굵을수록 열전도율이 크다.

유리면을 취급할 때는 다음과 같은 사항을 주의해야 한다.

먼저 운반시에는 비나 물이 묻지 않도록 주의해야 하며 갈고리를 사용해서는 안 된다. 저장할 때는 야적하지 말고 습기가 적으며 통기가 잘되는 곳에 대나무 발이나 거적 등을 깔고 그 위에 쌓아야 한다. 5단 이상 쌓거나 무거운 물건을 올

〈표1〉 유리면의 흡음성능 (두께 50mm) *

밀도	16	24	40	50	60	100	120
NRC	0.80	0.80	0.83	0.89	0.95	0.98	0.93

* NRC = (50Hz + 500Hz + 1kHz + 2kHz) / 4

NRC(Noise Reduction Coefficient)는 주파수 250, 500, 1kHz, 2kHz 일때 흡음계수의 산술평균값이다. 섬유가 4~6μm 미세하여 촉감이 좋고 집착력이 우수하여 가공이 용이하고, 지립성이 우수하며, 경량이다.



려놓으면 안되고 압축포장한 것은 2 개월 이내에 사용하는 것이 좋다.

유리면은 무기질 원료를 사용하므로 연소시 유해 가스가 발생되지 않으므로 화재가 발생할 경우 질식의 위험이 없으며, 불연재이므로 방화벽 역할을 한다. 섬유 굵기가 미세하고 균일하여 섬유의 집속률이 높기 때문에 두께가 균일하고 단열효과가 우수하여 결로 방지에 탁월한 기능을

발휘한다. 미세한 섬유가 균일하게 집속하여 흡음효과가 뛰어나 도심지의 소음 공해로부터 조용하고 쾌적한 주거공간을 보장한다.

요즘에는 일반적인 화염분사방식의 생산에서 탈피하여 텔공법이 사용됨으로써 섬유 굵기가 더욱 가늘어지고 균일해져서 동일밀도에서의 집속률을 높여 단열, 보온성능을 증진시키고 단열성능당 가격도 저렴화되는 경향이다.

〈표 2〉 주요 단열재의 장단점 및 용도 비교

종류	품목	장점	단점	용도
유기질 단열	발포폴리스티렌	단열성, 경량, 강도, 방습성, 방수성, 시공성, 내약품성 우수	내열온도가 낮다.	건물보온재, 완충포장재, 부양재, 아이스박스, 어(魚)상자, 장식용 구조용재
	압출발포 폴리스티렌	경량·강도·단열성 우수, 흡수성 및 흡습성이 거의 없음, 수명이 긴 편임	-	건축물 보온재, 특수건축용, 토목용, 측사용
	우레탄폼	단열성과 흡음성 우수, 간편한 시공	사용기간 경과에 따라 부피가 줄어들, 산에 약함, 가격이 비싼 편임, 흡수로 인한 열특성의 경시 변화 심함	단열재, 냉장고 시트, 차량·공장기기 단열, 부력재, 항공기 방음재, 배관보온
	우레아폼	내열성 우수, 저렴한가격	수축이 심함, 흡수성이 큼, 산·알칼리에 약함, 압축강도에 약함, 유독성 가스 방출	건축물 보온재, 흡음재
	페놀폼	내열성 우수, 치수 안정성이 큼, 내약품성	기계적 물성이 낮음, 흡습성이 약간 높음	보온·보냉재, 건축구조체 단열재, 냉장고 각종 배관
무기질 단열재	암면	내열성이 높음, 안전사용온도가 높음, 내화학성 우수, 내풍성 및 전기절연성 우수	흡수성이 있음. 시공이 어려움, 강도가 약해 바닥용으로 부적당	보온재, 건축내장재주택용 단열재, 건축물의 흡음·차음
	유리면	산성에 강함, 탄력성 있음	수성이 강함, 별도로 방수처리를 해야함.	건물벽 보온단열 및방음재, 산업용 열설비 보온 단열, 공조냉동설비 보온
	퍼라이트	가벼우며 단열성이 큼, 내화학성이 높음, 내화학성우수, 흡음효과가 좋음	곰팡이에 부식성이 있음, 흡습성이 큼, 외부마감재로 사용 불가	건축단열재, 화학공장 고온 단열재
	폼유리	불연성 재료, 투습성이 전혀 없음, 내약품성이 전혀 없음, 내압강도가 강함	고온에서 균열이 생길 수 있음, 가격이 비쌈, 열전도율이 높음, 마모에 약함	보온재

또한 복원력이 증진되어 많은 양을 보관할 수 있고 유리가스가 없어 촉감이 좋으며 쉽게 가공할 수 있어 시공기간을 단축. 경비절감을 이룰 수 있다.

석면

석면은 천연으로 산출되는 무기섬유로 가장 오래된 재료이다. 사문암, 가섬섬류에 속하는 회백색 또는 녹색이나 갈색을 띤 천연섬유질의 결정성 광물분말을 솜처럼 만든 것으로 섬유형태의 조직으로 구성되어 있다. 석면은 섬유상 혹은 복합재료의 형태로 불에 타지 않는 경량의 단열재로 주로 사용된다.

석면은 보통 수분을 12~14% 정도 포함하는 섬유모양의 사문석인데 화학 반응을 잘 일으키지 않으며 내화성, 보온성, 절연성이 우수하고 인장강도가 큰 것이 장점이나 흡수성이 큰 것이 결점이며 요즘에는 석면의 공해가 문제시 되고 있기도 하다. 석면을 주원료로 하여 접착제를 섞어 만든 석면제품에는 석면 보온판, 석면 보온통, 석면 보온매트, 석면대, 석면 슬레이트, 석면 보온토 등이 있는데 특징적인 것은 석면 슬레이트와 석면 보온토이다.

석면 슬레이트는 시멘트 85% 에 석면 15% 의 비율로 섞은 다음 틀에 부어 가압 성형한 인조슬레이트판으로, 작은 골판·큰 골판·작은 평판·큰 평판·플렉시블판의 5 종류가 있다. 석면 슬레이트는 지붕잇기 뿐만 아니라 욕실·부엌 등의 천장 또는 벽에 부착되어 단열효과를 발휘한다.

석면 보온토는 석면 분말에 구조토를 혼합한 것을 반죽하여 만든 보온재로서 보일러나 송기관 등의 표면에 발라 보온한다.

유기질 단열재

유기질 단열재는 화학적으로 합성한 물질을 이용하여 단열재로 사용하는 것으로 흔히 '스티로폼'으로 불리는 발포폴리스티렌, 발포폴리우레탄, 발포염화비닐, 기타 플라스틱 단열재 등이 있다. 유기질 단열재는 흡습성이 적고 시공성이 우수하지만 열에 약한 것이 가장 큰 단점이다. 그러므로 독자적으로 사용되지는 못하고 다른 재료와 복합적으로 사용되어야 한다. 스티로폼 평판은 스티로폼만의 고유한 이점 때문에 70℃ 이하의 단열이나 보온을 요하는 곳이면 어느 곳이든 사용이 가능하다. 스티로폼은 자체 부피의 약 98% 공기를 함유하는 독립기포 구조로 인해 열차단 및 보온효과가 좋다. 가볍고 쉽게 절단할 수 있으며 접착제나 못 등으로도 고정 가능하기 때문에 제반공사 사용에 용이하다. 개개의 입자가 독립기포로 형성되어 있어 수분흡수를 억제한다. 소음을 차단, 흡수하므로 방음재로서의 역할을 해내고 난연제를 함유하기 때문에 화재를 초기에 진화 할 수 있다. 또한 부피에 비해 월등히 가볍기 때문에 가공, 시공 등 취급이 용이하다.

햇빛, 눈, 비 등 기후에 변질, 변형되지 않고 강도가 저하되거나 곰팡이가 슬지 않아 노화됨 없이 영구적 수명을 보장받을 수 있고 독성, 위험성이 없어 인체에 무해하다.

출처 : 주택건축자재백과 발행처
(주)주택문화사

다음호에 계속.....

