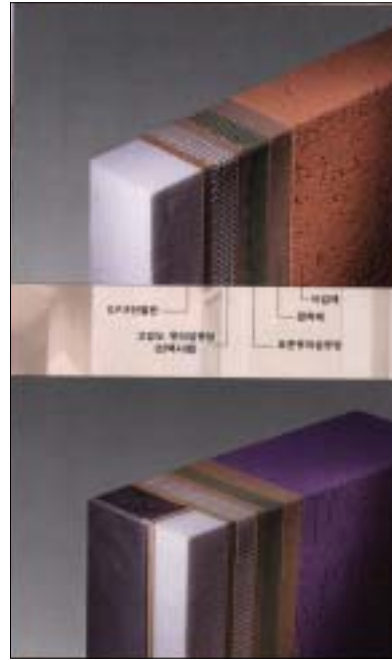
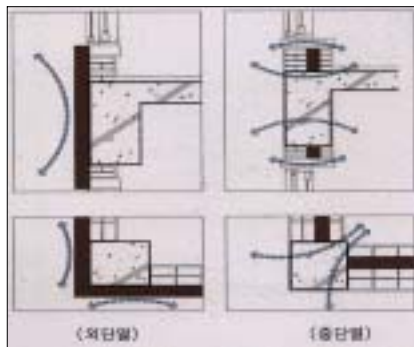


Mineral-wool Based EIFS

미네랄 울 기반 외단열 시스템



STC Headquarters utilizes EIFS.



Definition

An exterior cladding system comprised of mineral-wool insulation and a sprayed coating.

정의

미네랄 울 단열재와 뽕칠 코팅마감으로 구성된 외단열 시스템

Building Use

- highrise office
- lowrise office
- highrise apartment
- lowrise apartment
- retail
- food service
- institutional
- arena

Building Type

- new
- retrofit

Development Status

- new technology

적용건물

- 고층 사무실
- 저층 사무실
- 고층 아파트
- 저층 아파트
- 소규모 상점
- 음식점
- 교육기관
- 경기장

건물종류

- 신축
- 리트로핏

개발단계

- 신기술

Description

EIFS (exterior insulation and finishing system) is a building cladding that offers improved thermal and moisture performance over conventional cladding systems. EIFS consists of four layers. These are, from exterior to interior, a spray-applied acrylic and stone finish, a fibreglass reinforcing mesh,

개요

EIFS(Exterior Insulation and Finishing System)는 기존의 외벽시스템에 비하여 향상된 열성능과 투습차단성능을 가지는 외벽시스템이다. EIFS는 외부에서부터 뽕칠형 가공성 마감재, 강화유리섬유 메쉬, 단열재, 건물외벽과의 접합을 위한 접착제의 네 개 층으로 구성된다. 대부분의 EIFS는 단열재로 발포 폴리스티렌을 사용한다.

*Mineral-wool Based EIFS*

insulation, and an adhesive that attaches the cladding system to the building. Most EIFS systems use expanded polystyrene as the insulation.

EIFS systems have several advantages over other cladding systems. First, the system covers the entire building wall (except windows and doors). Thus, EIFS provides an insulation layer over potential thermal bridges such as wall studs and columns and floor-wall junctions. Second, because the entire exterior wall is covered, building airtightness is improved. Third, because insulation is placed on the building exterior, the building structure is kept warm; this minimizes thermal expansion and contraction. Finally, if properly installed, the system avoids a build-up of moisture in the building cladding. (In brick veneer systems, moisture build-up can cause spawling and cracking of the brick.)

Fire code regulations restrict the use of polystyrene insulation to lowrise buildings. One EIFS system utilizes mineral wool as the insulation layer to overcome this limitation; a mineral-wool based EIFS can be used for buildings of any height. A further advantage of mineral wool insulation is that wall system pressure differences can be even out because the air can travel along the insulation layer.

**Information Sources**

- Exterior Insulation Finish Systems
- Industry Members Association
- <http://www.eifsfacts.com/>

**Benefits**

- Increases insulation levels
- Minimizes thermal bridging
- Reduces air leakage
- Suits many building types

EIFS는 다른 외벽시스템에 비해 다음의 장점을 가진다.

첫째, 시스템은 유리창과 문을 제외한 건물의 모든 외피를 덮을 수 있다. 따라서, EIFS는 벽체 접합부와 기둥 및 바닥-벽체 접합부와 같은 열교부 위에도 단열을 제공하게 된다.

둘째, 전체 외피가 단열됨에 따라 건물의 기밀성이 향상된다.

셋째, 단열재가 건물의 외부에 설치됨에 따라 건물의 구조가 따뜻함을 유지할 수 있으며, 이는 건물의 열팽창과 수축을 최소화하게 된다.

마지막으로, 설치가 적절히 된 경우 시스템은 건물 외벽에서의 투습을 차단할 수 있게 된다(벽돌 벽의 경우 수분이 벽체의 크랙을 유발).

소방법규에서는 저층건물에서 폴리스티렌 단열재의 사용을 제한하고 있다. EIFS는 미네랄 울을 단열재층으로 사용하므로 이러한 한계를 극복할 수 있다. 미네랄 울 기반 EIFS는 모든 층수의 건물에 사용가능하다. 미네랄 울 설치로 인한 또 다른 장점은 공기가 단열재층을 따라 흐르므로 벽체 시스템의 압력차가 균일해진다는 것이다.

**자료출처**

- Exterior Insulation Finish Systems
- Industry Members Association
- <http://www.eifsfacts.com/>

**장 점**

- 단열수준의 향상
- 열교의 최소화
- 기밀성의 향상
- 다양한 건물에의 적용성

*Mineral-wool Based EIFS***Limitations**

Exterior walls must be well sealed to prevent moisture damage

**Application**

It is important that a EIFS cladding system be used as a continuous covering, and that the cladding be applied so as to prevent the entrance of moisture.

Mineral-wool based EIFS is particularly well suited to highrise residential and commercial buildings because this type of cladding provides greater fire resistance and superior thermal performance is not found in many other cladding systems.

**Experience**

There are many successful applications of EIFS in all climate types. The system can be applied to any vertical surface in both new and retrofit installations. While there have been some problems with moisture accumulation within the cladding, these problems are generally attributed to improper installation.

**Cost**

EIFS systems cost about C\$100/m<sup>2</sup> (installed). This cost is competitive with steel stud and brick veneer systems, and is less expensive than curtainwall systems.

**Example Manufacturers**

STO Corp. 3800 Camp Creek Parkway Bldg. 1400, Suite 120, Atlanta GA, USA 30331  
tel 1-800-221-2397, [www.stocorp.com](http://www.stocorp.com)

**문제점**

외벽은 투습으로 인한 손상을 방지하기 위하여 완전히 기밀화되어야 한다.

**적용방안**

EIFS 시스템의 외벽은 습기의 통로가 되는 것을 방지하기 위하여 연속적인 마감이 되어야 하는 것이 중요하다(끊어져서는 안된다).

미네랄 울 기반 EIFS는 다른 외벽시스템에서 찾아보기 힘든 우수한 내화성과 열성능을 가지므로 고층의 주거용 및 상업용 건물에 적용하는 것이 특히 유리하다.

**사 례**

모든 기후조건에서 많은 성공적인 EIFS 적용사례가 있다. 시스템은 신축 및 리모델링 건물의 모든 수직표면에 설치가능하다. 벽체 내부에서의 습기 침적에 대한 문제점이 있으나 이것은 일반적으로 시공이 적절히 이루어진 경우 문제시되지 않는다.

**비 용**

EIFS는 약 C\$100/m<sup>2</sup>의 설치비용이 소요된다. 이 비용은 철골구조의 조적마감과 유사한 정도이며, 커튼월 시스템에 비하여 저렴하다.

**제조업체**

STO Corp. 3800 Camp Creek Parkway Bldg. 1400, Suite 120, Atlanta GA, USA 30331  
tel 1-800-221-2397, [www.stocorp.com](http://www.stocorp.com)

[보충자료1] 외단열시스템의 열성능 분석<sup>1)</sup>

1. 결로방지성능

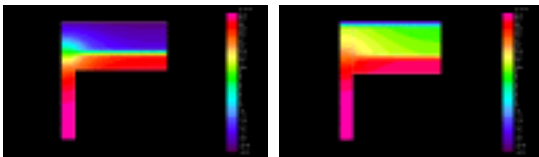
•해석개요

- 목적 : 외단열 추가 결로방지성능평가
- 도구 : PHYSIBEL KOBRU86
- 조건 : 실외 -11.9℃/실내 24℃,50%
- 부위 : 내외벽, 축벽, 발코니 접합부

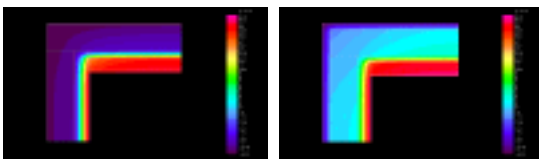


•해석결과

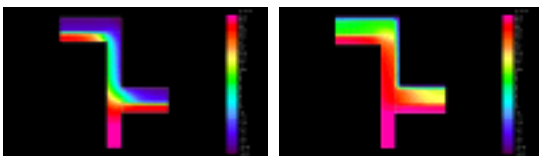
- 내외벽 접합부 표면온도
  - 중단열 17.92℃ [25℃/60% 결로]
  - 외단열추가 21.35℃ [24℃/90%결로]



- 축벽 접합부 표면온도
  - 중단열 20.62℃ [결로발생 없음]
  - 외단열추가21.34℃ [결로발생 없음]



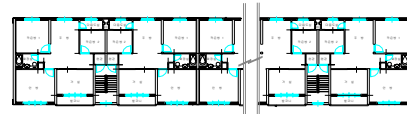
- 발코니 접합부 표면온도
  - 중단열 5.82℃ [대부분결로발생]
  - 외단열추가 18.28℃ [결로발생 없음]



2. 에너지소비량

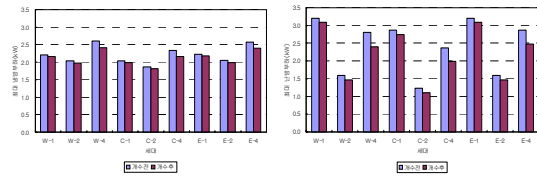
•해석개요

- 목적 : 외단열 추가 에너지성능평가
- 도구 : Micro-DOE 2.1E
- 내용 : 최대/연간부하, 가스사용료
- 대상건물 : 15개동 중 1개동 [30평형]



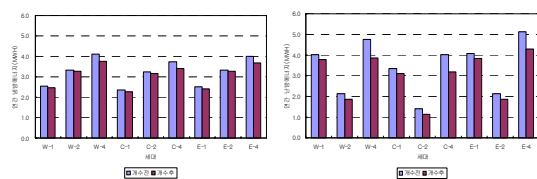
•해석결과

- 최대냉난방부하
  - 외단열 추가 냉방부하 3 ~ 7% 감소
  - 외단열 추가 난방부하 4 ~ 15% 감소



·연간부하

- 외단열 추가 냉방부하 3 ~ 8% 감소
- 외단열 추가 난방부하 12 ~ 20% 감소



·난방용 가스사용료

- 외단열 추가 세대별 8 ~ 37% 절감

대상세대	중단열	외단열추가	절감액	절감율
서측최하층세대	182,380	169,155	13,225	7.89
서측중간층세대	76,478	61,344	15,134	21.65
서측최상층세대	221,470	185,053	36,417	16.74
중앙부최하층세대	152,832	139,826	13,006	9.46
중앙부중간층세대	47,694	32,537	15,157	37.33
중앙부최상층세대	193,295	158,558	34,737	18.32
동측최하층세대	183,334	170,102	13,232	7.82
동측중간층세대	75,845	60,685	15,160	21.83
동측최상층세대	233,032	198,383	34,649	15.04

1) 김기훈 외, 공동주택 성능개선의 효과분석에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 제19권 제2호, 1999, pp.925 ~ 930.

[보충자료2] 단열재의 종류 및 특성<sup>2)3)</sup>

1. 무기질 단열재

무기질 단열재는 유리질, 광물질, 금속질, 탄소질 등으로 나눌 수 있다. 유리질 단열재에는 대표적 인 것으로 유리면 등이 있으며 광물질로는 석면, 암면, 펄라이트 등이 있다. 규산질, 알루미늄질, 마그네시아질 등의 금속질 단열재는 고온용 내화 단열재로 사용되고 탄소질에는 탄소질섬유, 탄소 분말 등으로 성형한 것들이 있다.

건축재로 사용되는 무기질 단열재로는 유리면, 암면, 석면 등이 대표적이다. 일반적으로 열에 강하고 접합부 시공성이 우수하나, 흡습성이 크고 성형된 상태에서 기계적인 성질이 우수하지 못해 벽체에는 시공하기가 힘들다는 단점이 있다.

•유리면 (KS L 9102 : Thermal Insulation Material Made of Glass Wool)

·정의 및 특징

유리면이란 규사, 소다회, 아비산, 붕산, 붕사, 산화알루미늄, 빙정석, 탄산리튬, 석회석, 백운석, 장석 등의 유리 원료를 용융하여 고속원심분리공법으로 섬유화하고, 열경화성 수지를 분사하여 매트, 보드형태로 성형, 제조한 보온, 단열, 흡음재로 유리솜 또는 글라스울이라고 한다. 유리면의 안전 사용온도는 300℃ 정도, 비중은 0.01 이하, 인장강도는 200kg/cm<sup>2</sup> 정도이며, 탄성이 적고 전기절연성, 내화성, 단열성, 흡음성, 내식성, 내수성 등이 우수하며 경량이다. 유리면은 일반 단열재와는 달리 밀도가 작은 쪽이 열전도율이 크나 300kg/m<sup>3</sup> 이상이 되면 다른 것과 같이 밀도가 큰 쪽이 열전도율이 크다. 또한 유리섬유의 굵기에 따라 열전도율이 변하는데 유리섬유의 직경이 굵을수록 열전도율이 크다.

·장점 및 단점

유리면은 무기질 원료를 사용하므로 연소시 유해가스가 발생하지 않으므로 화재가 발생할 경우 질식의 위험이 없으며, 불연재이므로 방화벽 역할을 한다. 섬유 굵기가 미세하고 균일하여 섬유의 집속율이 높기 때문에 두께가 균일하고 단열효과가 우수하여 결로 방지에 탁월한 기능을 발휘하며, 내풍화성, 전기절연성이 우수하다. 미세한 섬유가 균일하게 접촉하여 흡음효과가 뛰어나 도심지의 소음 공해로부터 조용하고 쾌적한 주거공간을 보장한다. 그러나 굴곡에 약하고 모세관 현상에 의한 흡수성이 있다.

최근에는 섬유 굵기가 가늘고 균일해져 동일밀도에서의 집속율을 높여 단열, 보온성을 증진시키고 가격도 저렴화 되는 경향이다. 또한 복원력이 증진되어 많은 양을 보관할 수 있고 유리가시가 없어 촉감이 좋으며 쉽게 가공할 수 있어 시공기간을 단축시켜 경비절감을 이룰 수 있다.

·사용용도

산업용 열설비의 보온 단열성과 공조, 냉동설비 및 건물 벽 등의 보온 단열 방음재로 사용된다. 보온판, 블랭킷 등은 천장이나 벽체 단열에 사용하고, 보온통이나 보온대는 난방이나 설비 배관재 또는 설비 덕트 등의 단열, 보온에 사용된다. 또한 방음, 흡음, 방화, 전기절연재 등으로 쓰이고 비닐, 아스팔트펠트, 루핑, 시트 등의 보강재료도 쓰이며 경질판으로 만들어 장식재, 간벽, 스크린 등에도 쓰인다.

·취급시 주의사항

운반시에는 비나 물이 묻지 않도록 주의해야 하며 갈고리를 사용해서는 안 된다. 저장할 때는 야적하지 말고 습기가 적고 통기가 잘되는 곳에 저장하고 대나무 발이나 거적 등을 깔고 그 위에 쌓아야 한다. 5단 이상 쌓아서는 안 되며 무거운 물건을 올려놓으면 안되고 압축 포장한 것은 2개월 이내에 사용하는 것이 좋다.

·원료

국내 유리원료는 몇 가지 화학원료를 제외하면 비금속 광물원료가 대부분을 차지하고 있는데, 이는 자연광물이 품위는 다소 떨어지더라도 화학원료에 비해 용융이 수월하고 비교적 저렴하게 공급이 가능하기 때문이다.

표1. 유리면의 종류 및 개요

종류	개요
유리면 2호, 3호	유리를 섬유화
보온판 2호, 3호	유리면에 접착제로 판모양을 성형 필요시 외피를 붙이거나 표면을 피복
블랭킷 2호	유리면 2호를 판 모양으로 성형 필요시 종이, 천, 메탈라스 등으로 보강
보온대	보온판 2호를 일정한 나비로 자르고, 이것을 세로로 종이, 천 등을 한쪽 면에 발라서 다듬질
보온통	유리면2호에 접착제로 원통모양을 성형 필요시 적당한 외피마감이 가능

표2. 유리면의 흡음성능

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

2) 중앙대학교 미래신기술연구소, 환경친화형 복합단열벽체에 적용가능한 친환경 단열재에 관한 연구-중간 보고서, 한국에너지기술연구소, 2001, pp.17 ~ 25.

3) <http://sa.cau.ac.kr/project2/sumyoo/sumyoo.htm>

**·암면 (KS F 4701 : Thermal Insulation Material Made of Rock Wool)**

**·정의 및 특징**

암면은 석회, 규산을 주성분으로 하는 내열성이 높은 광물인 현무암, 안산암, 혈암, 돌로마이트 등을 1500~1700℃로 용융한 것을 원심력, 압축 공기 및 고압증기 등을 이용하여 섬유화시킨 것으로 물성이나 특성은 유리면과 거의 같다.

**·장점 및 단점**

암면은 열전도율이 낮아 보온단열효과가 뛰어나며 불에 타지 않고 유독가스를 발생시키지 않는다. 최근 비흡수성 제품도 생산되고 있어 흡수에 의한 단열성능 저하가 방지되어 반영구적으로 사용될 수 있다. 또한 주위의 온도변화에 대한 열전도율의 변화가 작은 것도 장점이다. 암면은 사용온도의 범위가 다른 단열재보다 넓으며 제조법 및 용도에 따라 여러 가지로 구분된다.

**·사용용도**

접착제를 이용한 판, 펠트, 통의 형상으로 보온판, 보온통, 블랭킷, 보온대, 펠트, 매트 등이 있다. 보온판, 보온매트 등은 건축물의 바닥, 벽, 바닥의 보온단열, 결로방지에 사용된다. 보온통, 보온대, 펠트 등은 냉난방설비 또는 위생배관, 송풍덕트의 단열에 사용된다. 석면 및 무기질 접착제를 이용하여 분무시공하는 스프레이 제품에 ‘라코트’ 라는 것이 있으며, 고온용 암면에 특수 결합제 및 바인더를 혼합 제조한 분사식 내화, 흡음, 단열재이다. 화재시 1100℃의 온도상승에도 안전하며 이음매가 없어 열손실이 없고 철골구조, 기둥, 바닥, 보, 천장 등의 내화단열용으로 사용된다.

**·원료**

현무암, 파유리, 백운석, 슬래그, 코크스 등이다.

표3. 암면의 종류

종류	개요
암면	내열성광물(석회, 규산)을 용융하여 섬유화
보온판	암면에 접착제로 판 모양을 성형 필요시 적당한 외피 및 표면피복이 가능
펠트	암면에 접착제로 탄력있는 펠트모양 성형 필요시 적당한 외피 및 표면피복이 가능
보온통	암면에 접착제로 원통모양을 성형 필요시 적당한 외피 및 표면피복이 가능
보온대	총모양의 암면, 보온판을 일정한 나비로 굽어 이를 세로로 인장강도 20N/m이상의 종이, 천 등을 한 면에 붙여 마무리
블랭킷	총모양의 암면, 보온판을 철망 또는 메탈라스 등의 외피로 보강하여 성형

**·석면**

**·정의 및 특징**

석면은 천연으로 산출되는 무기성유료 가장 오래된 재료이다. 사문암, 가섬성류에 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.

**·장점 및 단점**

석면은 수분을 12~14% 정도 포함하는 섬유모양의 사문석이며, 화학 반응을 잘 일으키지 않고, 내화성, 보온성, 절연성이 우수하며, 인장강도가 큰 것이 장점이나 흡수성이 높다는 것이 단점이다. 최근에는 석면 공해가 문제되고 있다.

**·사용용도**

석면을 주원료로 하여 접착제를 섞어 만든 석면 제품에는 석면 보온판, 석면보온통, 석면 보온매트, 석면대, 석면슬레이트, 석면보온도 등이 있는데 특징적인 것은 석면 슬레이트와 석면 보온도이다. 석면 슬레이트는 시멘트 85%에 석면 15% 비율로 섞은 다음 틀에 부어 가압 성형한 인조슬레이트판으로, 작은 골판, 큰 골판, 작은 평판, 큰 평판, 플렉시블판의 5종류가 있다. 석면 슬레이트는 지붕잇기뿐만 아니라 욕실, 부엌 등의 천장 또는 벽에 부착되어 단열효과를 발휘한다. 석면 보온도는 석면 분말에 규조토를 혼합한 것을 반죽하여 만든 보온재로서 보일러나 송기관 등의 표면에 발라 보온한다.

**·원료**

사문암, 가섬성류에 속하는 회백색, 녹색, 갈색을 띤 천연섬유질의 결정성 광물분말이 주원료이다.

**2. 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 가공성이 우수하지만 열에 약한 것이 가장 큰 단점이므로 독자적으로는 사용되지 못하고 다른 재료와 복합적으로 사용된다. 스티로폼 평판은 스티로폼만의 고유한 이점 때문에 70℃ 이하의 단열이나 보온을 요하는 곳이면 어느 곳이든 사용이 가능하다. 스티로폼은 자체 부피의 약 98% 공기를 함유하는 독립 기포 구조로 인해 열차단 및 보온효과가 좋다. 가볍고 쉽게 절단할 수 있으며 접착제나 못 등으로 고정 가능하기 때문에 제반공사 사용에 용이하다. 개개의 입자가 독립기포로 형성되어 있어 수분흡수를 억제한다. 소음을 차단, 흡수하므로 방음재로서의 역할을 해

내고 난연제를 함유하기 때문에 화재를 초기에 진화할 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.**

#### •발포 폴리스티렌

발포 폴리스티렌은 폴리스티렌 수지에 발포제를 넣은 다공질의 기포플라스틱이다. 1ㄹ당 3백~6백만개의 완전 독립된 기포로 구성되어 있으며 체적의 약 97%가 공기이므로 열이나 냉기를 효과적으로 차단한다. 완전 독립기포로 구성되어 있으므로 다른 단열재처럼 모세관 현상으로 흡수되는 경우가 없으며 수증기의 투과 차단효과도 우수하다. 특성은 용적당 중량이 목재의 1/20정도로 가벼우며 상당한 중량에도 견딜 수 있으며 시공시 파손이 적고 쉽게 자를 수 있어서 가공성이 우수한 것이 장점이다. 화학반응에는 약점이 있어서 알코올을 용제로 하는 초산비닐계의 접착제만을 사용해야 한다. **국내에서 생산되는 난연성 발포폴리스티렌은 폴리스티렌 수지에 난연제를 첨가하여 자기소화성을 갖게 한 것인데 가열을 해도 불꽃을 내지 않고 녹는다.** 발포 폴리스티렌은 전기 절연성이 우수하고 다른 단열재에 비해 단열효과가 비교적 크며 흡수율 및 비중이 작을 뿐만 아니라 시공성이 우수하고 곰팡이와 벌레들의 서식이 불가능하여 위생상의 문제도 발생하지 않아 단열재로 가장 많이 사용된다. 제조방법에 따라 여러 형태로 성형되어 제품화되는데 폴리스티렌 수지와 발포제를 압출기 내에서 용융 혼합하여 연속적인 진공 압출발포방식으로 생산하는 아이소핑크는 일반적인 스티로폼보다 그 성능이 훨씬 뛰어나다. 아이소핑크는 독립기포구조로 다양한 압축강도를 가지고 있어 각종 건축물의 시공부위에 따라 적절한 압축강도를 선택하여 사용할 수 있으며 기포구조 내에 기체 중 열전도율이 가장 낮은 불화탄소를 충전하여 열전도율을 최대한 낮추어 단열능력이 뛰어나다.

#### •폴리우레탄폼

종류에는 경질과 연질이 있으며 경질제품이 주로 사용된다. 경질 우레탄폼은 폴리올, 폴리이소시아네이트 및 발포제를 주재료로 만든다. **국내 생산품 중 단열능력이 가장 우수하며 자기접착성과 시공성이 우수해 공사현장에서 발포시공이 가능하다.** 화학반응에 강하며 밀도가 증가하면 강도가 현저하게 높아지는 것이 장점이다. 그러나 사용기간 경과에 따라 부피가 줄어들고 열전도율이 높아지는 결점이 있으며 가격이 비싸 건축용보다는 냉동기기에 더 많이 사용된다.

#### •우레아폼

우레아폼은 비료공장에서 생산되는 요소와 포르말린에 의해 만들어지는 요소수지를 경화재와 공기를 사용하여 현장에서 발포시켜 시공부위에 주입 또는 분사시키는 단열재이다. 폴리우레탄폼이 석유수지계 원료임에 반하여 우레아폼은 요소수지계 원료이므로 가격이 저렴하다. 또한 적은 기포로 구성되어 가볍고 열전도율이 낮으며 흡습성이 적어 사용기간에 따라 열전도율의 변화가 거의 없다는 것이 장점이며 열경화성 수지이므로 영하 200℃에서 영상 80℃까지의 범위에서 사용이 가능하다. 그러나 표면에 수지피막이 형성돼 흡습성은 적으나 내부결로 및 흡습방지를 위해 방수층을 설치해야 하며 시공부위에 주입할 경우 시공의 완결성을 평가할 수 없는 것이 단점이다.

### 3. 기타 단열재의 유형

#### •아티론

아티론은 폴리에틸렌을 가교재로 성질을 개조시켜 40배까지 발포시킨 구형의 완전독립기포상태의 고탄포재로 경량성, 단열성, 완충성, 내후성, 내약품성, 가공성이 우수하다. 주로 천장 지붕재의 단열, 결로방지, 옥상, 단열방수재, 방수층 보호재 등으로 응용되어 사용되는데 특히 습기를 투과시키는 것에 대한 저항능력이 커서 완전한 결로 방지의 특성을 지닌다.

#### •아이스그란

아이스그란은 바르는 단열재로써 열전도율이 낮아 우수한 단열 및 결로방지효과가 있으며 화재나 고열에 대한 저항력이 강하다. 또한 수증기의 투과율이 낮으며 완전한 접착성으로 틈새 없이 시공되어 대류작용을 완전히 봉쇄한다. 사용방법은 물에 개어서 흙손이나 스프레이로 도포 하여 두께를 조절할 수 있다. 10mm로 시공하면 열손실 절감율은 44.5%, 50mm는 80%가 절감된다.

#### •퍼라이트

퍼라이트는 화산석으로 된 진주석을 900~1200℃로 소성하여 분쇄한 가루로서 아주 경량이고 단열성이 크며 화학반응을 잘 일으키지 않고 내화성이 큰 것이 장점이다. 일반적으로 모르타르 또는 플라스틱의 골재로 사용되지만 입자형태를 충전용으로 사용하여 단열효과를 성취하기도 한다. 흡수성이 있어서 외벽제로는 사용되지 않으며 합성수지에 퍼라이트, 운모, 색소 등을 혼합하여 스프레이로 분무하는 방법으로 사용되기도 한다.

•질석을 이용한 단열재

질석은 운모계의 광석을 1000℃ 정도로 소성 하여 유공질로 만든 것으로 단열, 보온, 불연, 방음, 결로방지의 특성을 가지고 있으며 단열벽판 또는 천장판 등에 주로 사용된다. 성형된 제품으로는 질석단열보드, 질석벽돌, 질석블록, 질석텍스, 질석골재 등이 있다

•투명단열재

투명단열재(TIM : Transparent Insulation Materials)는 태양의 적극적인 활용을 위해 개발된 신소재로 최신 단열시스템 중 가장 실용성이 높은 재료이다. 1W/㎡K이하로 열관류율이 낮고, 70% 이상의 높은 태양광투과율을 가지며, 태양열복사에 대한 열변환효율이 우수하여 겨울철에 태양에너지를 효과적으로 이용할 수 있다. 독일 프라운호퍼 태양에너지 시스템 연구소의 실험결과에 의하면 건물 남측입면에 설치한 투명단열시스템은 연중 약 200kwh/㎡yr 이상의 난방에너지를 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 투명단열시스템은 투명단열재와 기존의 구조벽체(콘크리트나 조적벽)를 축열체로 사용하여 태양 복사에너지를 건물난방에 이용하는 시스템으로 사무소 건물의 외피(특히 스펀드럴 구조)에 널리 활용될 수 있다. 투명단열시스템은 여러 가지 형태로 구성될 수 있으며, 외부유리, 차양장치, 투명단열재, 플라스틱 필름이나 얇은 유리판과 벽체 또는 스펀드럴 등의 구성요소들이 프레임에 의해 고정되는 형태가 일반적이다. 외부유리로는 보통 강화유리가 사용되며 효과를 높이기 위해 사용되는 차양장치로는 플러 블라인드나 베네시안 블라인드 등이 사용된다. 프레임은 낮은 열전도율을 가진 재료를 사용하고 태양광을 최대한로 받아들이기 위해 최소한 두께를 가질 수 있도록 하며, 외기 침투와 시스템내의 대류현상을 방지하기 위해 밀폐된 벽에 부착된다. 이외에도 규조토 분말에 아모사이트석면을 압축하여 제조한 수지를 발포시킨 요소발포 단열재, 염기성 탄산마그네슘과 석면성유를 균등하게 배합하여 만든 염기성 탄산마그네슘 단열재, 코르크판, 용광로에서 나온 찌꺼기에 압축공기를 뿌려 급랭시켜서 섬유형태로 만든 광재면, 유리가루에 가스발생재를 첨가하여 가열해서 만들어낸 다포유리 등이 있다.

4. 환경친화적 관점에서 기존 단열재의 문제점

•자원고갈 및 생태계파괴의 원인

기존 단열재는 자원을 사용함으로써 자원고갈 및 생태계파괴의 원인이 된다. 무기질단열재는 광석을 채취하여 생산함으로써 자연을 훼손하고, 유기질단열재는 가공과정에 석유자원을 사용한다.

•생산단계에서의 내재에너지 소비

기존 단열재는 생산에 막대한 에너지가 소비된다. 즉, 생산과 제조과정에서 용해 및 압축에 많은 에너지가 사용됨으로써 재료 자체에 다량의 내재에너지 (embodied energy)가 이미 포함되어 있다.

•재활용성 저하에 따른 환경오염의 원인

기존 단열재는 건물의 해체시 재활용되지 못하고 전부 폐기물로 매립됨으로써 환경오염의 원인이 된다.

•실내공기오염원 및 화재시 위험성 내포

기존 단열재 중 가장 보편적인 유기질단열재는 실내공기오염의 원인이 되고 동시에 화재시 유독 화학가스를 발산하여 치명적 요인이 될 수 있다.



발포 폴리스티렌



미네랄 울



암면



압출발포 폴리스티렌



유리면



Mineral-wool Based EIFS

표4. 주요 단열재의 장단점 및 용도

종류	품목	장 점	단 점	용 도
유기질 단열재	발포 폴리스티렌 폼	단열성, 경량, 강도, 방습성, 방수성, 시공성, 내약품성 우수	내열온도가 낮다.	건물보온재, 완충포장재, 부양재, 아이스박스, 어(魚)상자, 장식용구조용재
	압출발포 폴리스티렌 폼	경량, 강도, 단열성우수, 흡수, 흡습성 거의 없음, 수명이 긴 편임		건축물보온재, 특수건축용, 토목용, 축사용
	우레탄폼	단열성과 흡음성 우수, 간편한 시공	사용기간 경과에 따라 부피감소, 산에 약함, 가격이 비싼 편, 흡수로 인한 열특성 변화 심함.	단열재, 냉장고 시트, 차량, 공장기기 단열, 부력재, 항공기 방음재, 배관 보온
	우레아폼	내열성 우수, 가격 저렴	수축이 심함, 흡수성이 큼, 산, 알칼리에 약함, 압축강도 약함, 유독가스 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, 안전사용 온도가 높음, 내화학적 우수	흡수성이 있음, 시공이 어려움, 강도가 약해 바닥용으로 부적당	보온재, 건축내장재 주택용 단열재, 건축물의 흡음, 차음
	유리면	내풍성, 전기절연 우수, 산성에 강함, 탄력성 있음	흡수성이 강함. 별도의 방수처리 필요	건물벽 보온단열, 방음재, 산업용 열설비 보온 단열, 공조냉동설비 보온
	펠라이트	경량이며 단열성이 큼, 내화, 내화학적 우수, 흡음효과가 좋음	곰팡이에 부식성이 있음, 흡습성이 큼, 외부마감재로 사용 불가	건축 단열재, 화학공장 고온 단열재
	폼유리	불연성재료, 투습, 내약품성 없음, 내압강도가 강함	고온에서 균열이 생길 수 있음, 가격이 비쌘, 열전도율이 높음, 마모에 약함	보온재

표5. 주요 단열재의 물리적 특성

구 분	스티로폼	우레탄폼	우레아폼	암면	유리면
비중	0.016 ~ 0.030	0.025 ~ 0.050	0.010 ~ 0.050	0.05 ~ 0.350	0.007 ~ 0.050
열전도율	0.22 ~ 0.030	0.022 ~ 0.025	0.024 ~ 0.031	0.024 ~ 0.047	0.030 ~ 0.055
증기투과도	아주 낮다	낮다	높다	100이상	100이상
흡수율	1.5 ~ 3.0	0.5 ~ 1.0	10 ~ 20	높음	매우이상
모세관현상	없음	없음	없음	약간	약간 심함
내화염성	난연성	난연성	난연성	불연성	불연성
온도에 의한 분해	190℃	-	210℃	600℃	350℃
습기에 의한 분해	없음	-	없음	없음	없음
해중박테리아 번식	번식치 없음	번식치 없음	번식치 없음	번식치 없음	번식치 없음
기계적 강도	강함	약함	약함	약함	약함
최고사용온도	80℃	100℃	100℃	600℃	350℃
유연성	단단함	연함	연함	연함	연함