

건물외벽의 투과형단열기술

건물외피의 단열성능 향상을 위한 기술의 일종으로서 단열은 물론 열취득 기능을 겸비함으로써 건물의 에너지를 효율적으로 이용하기 위한 투과형 단열기술을 소개한다.

윤 용 진

한국에너지기술연구원 (yjyoon@kier.re.kr)

김 준 수

한국에너지기술연구원 (jskim@kier.re.kr)

건물외피는 건물을 구성하는 여러 요소 중 가장 큰 에너지손실 경로 중의 하나로 알려져 있다. 이러한 건물외피를 통한 열손실을 저감하기 위하여 선진 각국은 물론 우리 나라에서도 지역별, 건물 부위별 단열시공 의무화 등의 노력으로 에너지절약을 위한 많은 노력을 기울여 왔다. 선진국에서는 건물외피의 단열성능 극대화를 위하여 기존 단열 벽체의 장점을 유지하면서도 태양열을 최대한 흡수하여 입사된 태양에너지를 유효하게 이용할 수 있는 투과형단열재의 이용이 확대되고 있다.

material)가 설치된 벽이나 실내로 투과된 빛이 열로 변환되어 열취득에 이용되는 한편, 단열 기능을 할 수 있는 건축기술이다. 투과형단열재의 구조는 그림 1과 같은 허니콤 타입과 모세관 타입이 있으며, 그림 2에서와 같이 기존방식의 불투명단열 구조체에서는 벽체에 입사된 태양열을 차단하고 단열 기능만을 수행하나, 투과형단열재가 설치된 벽체에서는 태양열을 흡수하는 한편 고유의 단열기능을 동시에 수행할 수 있다.

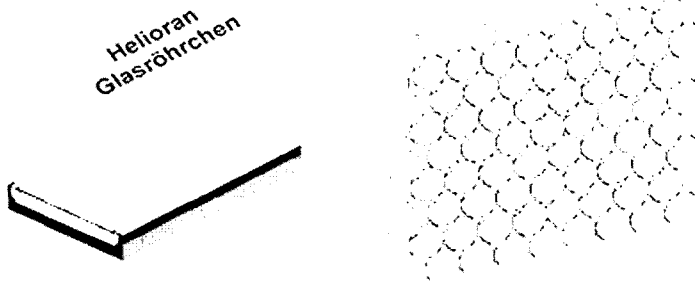
투과형단열기술

투과형단열기술이란 광투과성과 단열성을 겸비한 투과형단열재(TIM : transparent insulation

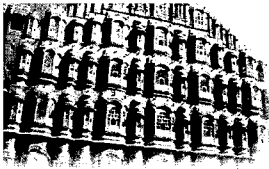
개발실태

투과형단열재의 재료로는 유리, 합성수지, 에어로겔 등이 많이 사용되고 있으며, 가볍고 단열성능이 우수한 폴리카보네이트(PC), CA, 강화 아크릴 등의 합성수지를 이용한 제품의 개발이 이루어지고 있다.

외국에서는 1980년대 초부터 독일, 영국을 중심으로 투과형단열시스템이 개발되었으며, 일본, 미국, 호주, 캐나다, 기타 유럽국가 등은 정부기관 지원하에 재료 및 시스템 개발과 시범설치, 이에 따른 효과 분석 등 실용화를 위한 단계적 조치들을 시행중이다. 국내에서는 건물벽체 설치용에 대한 투과형 단열



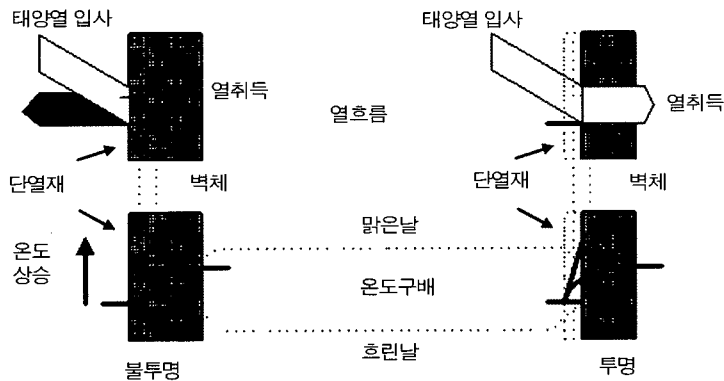
[그림 1] 투과형단열재의 구조



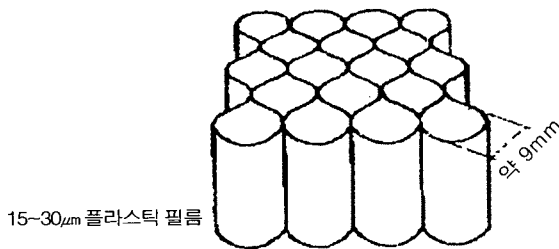
기술 연구 및 시스템 개발을 산업자원부의 지원으로 한국에너지기술연구원에서 수행중이다.

제품의 특성

투과형 단열재는 주로 독일을 중심으로 유럽에서 연구가 활발하여 스웨덴의 Airglass AB, 이스라엘의 AREL, 독일의 BASF, Okalux-Kapillarglas, Pilkington, STO AG 등과 같은 회사에서 투과형 단열



[그림 2] 건물외피를 통한 에너지 흐름 비교



[그림 3] TIMAX[®]의 기본구조

재를 제조하고 있다.

Wacotech GmbH & Co

Wacotech GmbH & Co. KG에서는 TIMAX[®]를 생산하고 있다. TIMAX[®]는 honeycomb transparent insulation material (HTI)의 상품명으로 기본 구조는 그림 3과 같으며 플라스틱 필름으로 제조된 허니콤형상을 띄고 있다.

TIMAX[®]의 cavity 직경은 9 mm, 폭은 최대 1200 mm까지 제작 가능하며, 길이는 10 m까지 그리고 깊이는 30 mm에서 120 mm까지 가능하다. 이러한 표준 규격은 수요에 맞추어 변경 가능하며 허니콤 TIM의 끝 부분은 접착 부위가 거의 눈에 띄지 않을 정도의 지퍼 형태로 서로 연결된다. 그림 4는 여러 종류의 재료로 제작된 TIMAX[®]의 외관으로서 사용 재료는 각각 CA, PP, PE, EVA이다.

사용 필름의 종류에 따른 TIMAX[®]의 물성은 표 1과 같다. 셀룰로오스를 이용하여 제조한 TIMAX[®] CA의 무게는 대략 15 kg/m²이며, 사용온도 범위는 -30 °C에서부터 150 °C까지로 자기 소화성을 가지고 있다. 두께 80 mm인 TIMAX[®] CA의 transmission (diffuse) 및 heat loss coefficient는 0.86, 1.3 W/m²K이다.

Glass schuler GmbH & Co

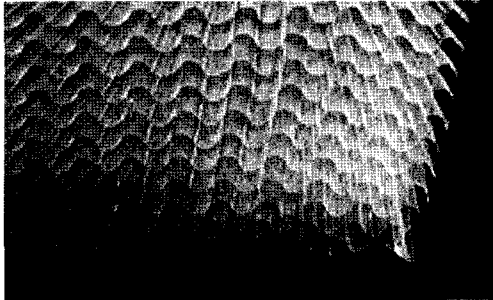
Glass schuler GmbH & Co. KG에서는 압출성형법으로 생산된 높이 16 mm의 장방형 투과형 허니콤 패널 형태의 L.E.S[®]라는 투과형 단열재를 생산하고 있다. 투과형 단열재의 배치 각도를 변경하는 방법으로 용도에 따라 수평, 수직 및 45° 경사를 가

<표 1> 플라스틱 필름 종류에 따른 TIMAX[®]의 Technical data

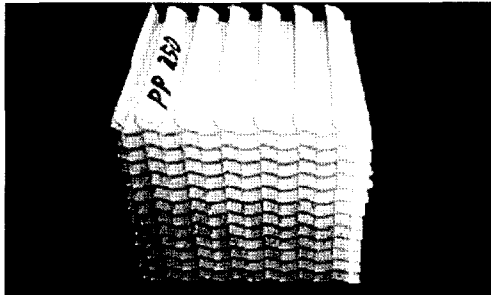
material	melting point	long term temperature resistance	τ direct (0° incidence)	τ diffuse (80° incidence)	U-value	water absorption (at 23 °C/50 % RH)
CA (Celluloseacetate)	180 °C	140 °C	99 %	86 %	1.32 W/m ² K	0.60 %
PP (Polypropylene)	150 °C	110 °C	99 %	89 %	2.90 W/m ² K	0.01 %
PET	240 °C	140 °C	99 %	83 %	1.65 W/m ² K	-
PC (Polycarbonate)	160 °C	130 °C	99 %	85 %	1.58 W/m ² K	0.20 %



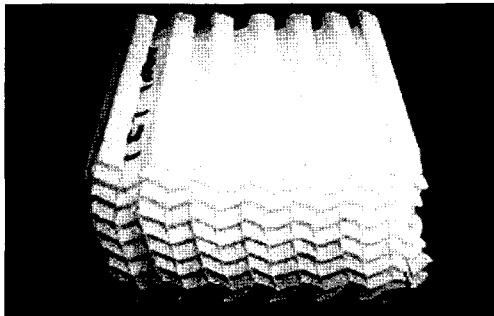
진 제품이 생산되고 있다. 그림 5는 열절단 및 용착
 법으로 제조한 투과형단열재의 사진이다.



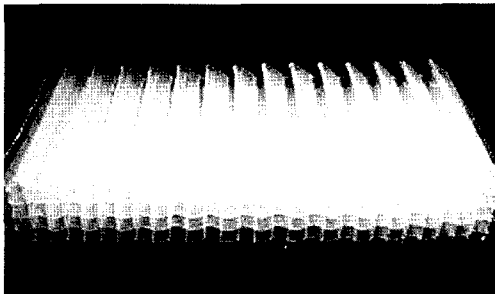
(a) CA



(b) PP



(c) PE

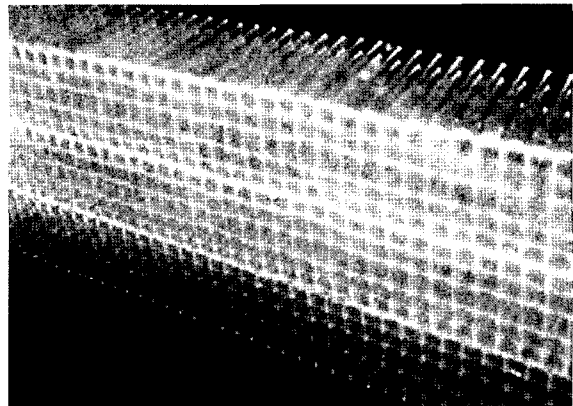


(d) EVA

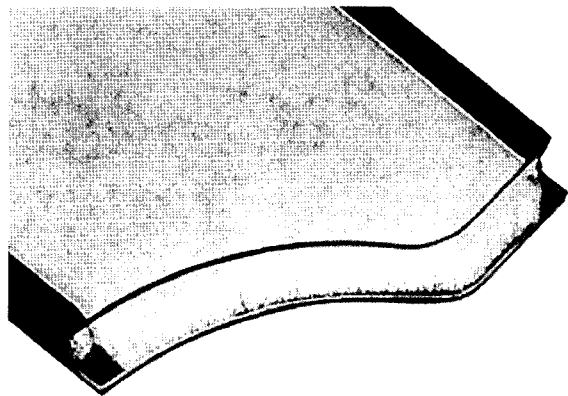
[그림 4] 다양한 TIMAX®의 외관

Okalux Kapillarglas GmbH

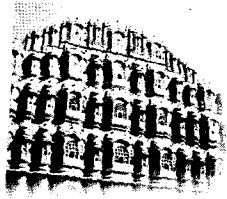
Okalux Kapillarglas GmbH는 capillary type의 투과형단열재를 생산하고 있다. Capillary type 투과형단열재는 압출성형법에 의해 압출된 속이 빈 대롱을 일정한 크기로 열절단 및 용착법으로 절단, 용착하여 제조한다. OKALUX®는 빛을 확산시키는 역할을 하는 단열창으로 그림 6과 같이 두 장의 유리 사이에 capillary type의 투과형단열재를 삽입하고 투과형단열재를 지지하기 위한 알루미늄 재질로 된 간봉을 설치한 후 실티링하여 제조한 것이다. 단열창의 역할 기능을 위하여 Ar이나 또는 Xr가스를 충전하는 경우도 있다. 이렇게 제조된



[그림 5] 열절단 및 용착법으로 가공한 투과형 허니콤패널



[그림 6] OKALUX®의 절단면



집중기획 건축환경 및 에너지 신기술 개발 동향



(a) 신축주택(Bollin House, Tiengen, 독일)
투과형단열재(61㎡, PC허니콤 타입)
에너지절감량 : 12,749 kWh



(b)개수사례(주택, PilkingtonHouse, Haydock, 영국)
투과형단열재(PC 허니콤 타입, 두께 10 cm)
에너지절감량 : 105 kWh/㎡



(c) 중층건물(학생기숙사, Univ. of Strathelyde, Glasgow, 영국)
투과형단열재(PC 허니콤 타입, 두께 10 cm)
- 에너지절감량: 일반건물에 비해 약 40% 절감
- 벽 전체의 열관류율(일사 배제): 0.6 W/㎡K



(d) 사무용 건물 (Technorama, Dusseldorf, 독일)
투과형단열재(PC 허니콤 타입, 1,670㎡)
-에너지절감량: 일반건물에 비해 약 20%절감

[그림 7] 투과형단열재 설치 건물의 예

OKALUX[®]는 단열(U-value, W/㎡), 일사 차폐(shading coefficient, 0.3), UV 차단(완전 차단 가능), 차음(51 dB까지 가능), 광투과율 및 확산성이 뛰어난 특성을 가지고 있다.

적용실태

그림 7은 투과형단열재가 설치된 건물들의 예로서 건물별로 투과형단열재의 설치면적과 에너지절감효

과를 표시하였다. 그림 7에서와 같이 투과형단열기술은 신축과 기존건물을 막론하고 또 주택은 물론 사무용건물, 공장, 체육관, 농업, 원예용 온실의 지붕, 벽 등의 부재로도 다양하게 활용되고 있다. ㉔