

### 3. 고단열 창호의 기술현황

## The technical Status of high insulated windows

조 수 / 한국에너지기술연구원 건물에너지센터  
by Jo, soo

기후변화협약 및 초고유가 시대에 대응하기 위해서 다분에 걸쳐 에너지 절약에 대한 기술개발과 정책 등이 새롭게 등장하고 있는 실정이다. 특히, 국내 건물부분의 에너지소비 비율은 전체에너지의 1/4이상을 차지하고 있으며 경제발전과 함께 점진적으로 증가하는 추세이기 때문에 건물 에너지 절약을 통한 국가차원의 에너지절감이 필수적으로 이루어져야 할 것이다. 건물부분의 에너지절약은 다양한 요소기술들이 존재하기 때문에 에너지 절약적 접근이 타 분야에 비해 용이하다.

건물에너지소비의 절약을 위한 접근방법은 고효율 외피기술, 고효율 설비기술, 운영효율 극대화를 위한 제어기술의 세 가지 부문으로 나누어 설명할 수 있다. 여기서, 타 건물에너지 절약을 위한 기반이 되면서 투자 대비 효과가 가장 큰 분야는 고효율 외피기술이라 할 수 있으며 다양한 요소 기술이 시장에서 공급, 시설되고 있다.

건물외피기술 중 창호는 일반 벽체대비 절반 수준의 단열성능을 갖는 열적 취약부위이기 때문에 건물에너지절약을 위한 단열성능 향상 기술개발이 활발히 진행되고 있으며 과거에 비해 국내 기술 수준 향상과 창호의 에너지성능평가 관련 표준기술개발이 진행되고 있다.

본고에서는 건물에너지 절약적 고효율 외피기술 중 창호관련 국내기술 현황 및 성능평가방법에 관하여 설명하고 향후 복합적 기능 및 원천적인 열경로를 차단하는 고효율 창호기술의 개발방향에 대해서 논하고자 한다.

#### 국내 고효율창호 기술현황과 수준

창호는 크게 유리(Glazing)와 창틀(Frame)로 구성된 건축 외장재로써 조망, 채광, 개폐에 의한 환기 등의 기능을 갖는다. 벽체 대비 창호는 전열 길이가 짧고 유리를 통한 일사취득이 발생하므로 외피를 통한 실내 냉난방부하를 발생시키는 열적 주요 경로가 된다. 따라서 유리 및 창틀의 열교 차단 기술적용을 통한 고효율 창호기술개발이 이루어지고 있다.

국내 창호의 구성현황은 다음과 같다.

#### 프레임 재질

##### 금속 재질 프레임 창호

창호를 구성하는 재료 중 금속물질의 대부분은 알루미늄 재료를 사용하는 것으로 보편화되어 있다. 하지만 알루미늄 재료의 높은 열전도도로 인하여 열이 외부로 유출되거나 유입되는 열손실량이 다른 재질의 창호에 비하여 클 수밖에 없다. 이러한 실내외의 열교환을 차단하기 위하여 프레

임 내부에 열교차단재(Thermal Break)를 삽입하는 방법이 보편화되어 보급되고 있다. 현재 사용되고 있는 열교차단재로는 Polyamide 및 Polyurethane 등을 들 수 있다. 이전의 열교차단재의 역할은 단순히 열의 흐름을 차단하는 개념에 의해서 폭이 작게 제작되었지만 근래에는 차단재주위의 열을 완전하게 분리시키기 위하여 폭이 점차적으로 늘어나고 있다. 또한 창호에서는 유리 및 프레임이 맞닿는 부분에서의 기류유동에 의한 열손실 역시 일어나고 있으며 이를 막기 위해서 Gasket 등의 재료를 보강하고 있다.

##### Vinyl(합성수지)프레임

일명 PVC(Poly vinyl chloride)로 알려진 Vinyl은 단열효과가 높은 재료임과 동시에 부식에 대한 저항이 큰 재료이다. 단열성능으로서는 목재와 비슷한 성능을 가지나 내부 중공층에 단열재를 보강함으로써 대류에 의한 열교환을 줄일 수 있는 Insulated vinyl이 사용되고 있다.

합성수지 프레임은 대부분 비닐이나 강화유리섬유를 사용하는 것도 있다. 대형 창으로 적용할 때 합성수지창은 강도가 강화되어야만 한다. 이런 대형 창 내부 구성을 유지하기 위해 창틀 내부에 Steel재질의 보강재를 삽입하여 제작되고 있다.

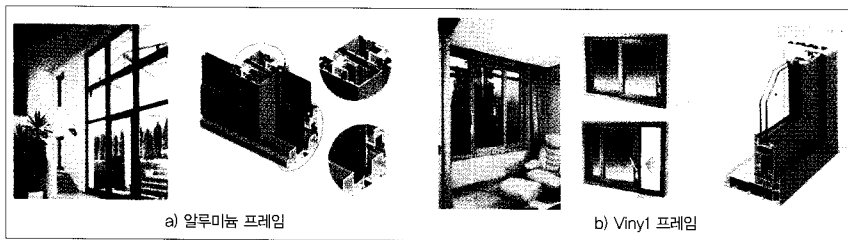
#### 창호의 단열요소재

##### 열교차단재

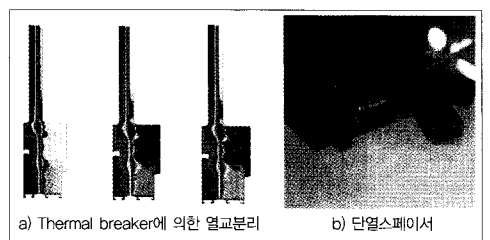
일반적으로 알루미늄 프레임에서 발생하는 높은 열전도율을 감소시키기 위해 사용되는 기술로서 프레임의 내외 부를 열전도율이 극히 낮은 비금속단열재로 이어줌으로써 열의 흐름을 차단하여 동절기 열손실과 하절기 열취득을 줄이기 위한 기술이다. 흔히 사용되는 열교차단재의 재료로는 Polyamide와 Polyurethane이 있는데 이들은 각각의 열전도율이 0.13 W/mK, 0.21 W/mK정도로 극히 낮고 동시에 강도가 비교적 높은 장점을 가진다.

##### 단열 스페이서

복층유리에서는 스페이서에 의해 유리사이의 일정한 간격을 유지하게 된다. 특별한 구조적인 특성에 의해 제작자들은 1960년대와 1970년대에는 알루미늄 스페이서를 사용하였다. 하지만 알루미늄은 열전도도가 커서 유리 및 창틀의 인접 구역인 Edge에서 활발한 열교환상이 생겨 열손실이 증가하는 원인이 된다. 또한 유리창의 표면 온도가 떨어져서 결로가 생기는 원인이 된다.



〈그림 1〉 프레임 구성현황



〈그림 2〉 열교차단재 구성현황

이러한 문제를 해결하기 위하여 제작자 들은 일련의 혁신적인 Edge 시스템을 개발하였고 여기에는 재질 및 설계까지 변화를 주었다.

스테인리스 스틸과 같은 열전도도가 더 작은 금속재로 알루미늄 스페이서를 대체하기도 하고 스페이서의 단면적 형상을 변화시키기도 하였다.

이러한 설계방식은 현재까지 많이 사용되고 있다. 또 다른 방식은 단열 성능이 좋은 다른 금속재를 이용하는 것이다.

즉, 가장 일반적으로 사용되는 스페이서, 기밀제와 건조제의 혼합물질은 열가소성 컴파운드의 건조 혼합물과 얇은 알루미늄 또는 스테인리스로 만든 금속흡형태의 썬기로 구성된다. 다른 방법은 건조제와 Edge를 유리에 고정시키는 접착제로 구성된 단열 실리콘폼 스페이서를 사용하는 것이다. 이 폼은 보조적인 기밀제로 보강되고 사출 성형한 비닐 및 유리섬유 재질의 스페이서가 금속대신에 사용되기도 한다.

금속 스페이서에서 열교 현상이나 위에 언급한 한개 이상의 물질을 조합하는 방식의 복합설계가 이루어지고 있으며 이중에 일부는 삼중 또는 사중창의 설계에 사용되거나 스트레치드(Stretched) 플라스틱 필름과 같이 사용된다. 모든 설계는 2개 이상의 유리층사이의 에지부위에서의 열전달이 형성되는 통로를 차단할 수 있도록 하여야 한다.

Warm-edge 스페이서는 제작자들에게 일반적인 이중창에서 고성능의 유리창으로 생각을 전환하는데 있어서 중요한 요소가 되었다. 창 의 전체 열관류율 값을 결정하는 경우 Warm-edge 스페이서는 스페이서와 창 의 크기에 따라 중요한 영향을 준다.

가정용 유리창(0.8 m × 1.2 m)의 크기에서 알루미늄 Edge를 열적 성능이 우수한 Warm-edge로 바꾸는 경우에 열관류율을 약 0.11 W/m<sup>2</sup>K 정도 감소시킬 수 있으며 더 중요한 이점 중에 하나는 창 의 하부 에지부분의 표면온도를 높일 수 있어 결로를 감소시킬 수 있다. 외기온도가 -18°C에서 열적 성능이 개선된 스페이서를 사용함으로써 사이트라인에서 3~4°C, 25 mm 떨어진 부분에서는 2~4°C 정도의 표면 온도가 상승한다. 따라서 단열이 강화된 다중유리 및 가장자리 스페이서의 성능개선은 창에서의 에너지절약 등에 상당히 중요한 요소이다.

### 개폐방식

건물에 적용되는 창호의 형식으로는 Tilt & Turn, Lift & Sliding, Sliding 방식이 있다. 주로 시공되는 시스템창호로는 Tilt & Turn 방식과 Lift & Sliding 방식을 들 수 있다.

Tilt & Turn 방식은 환기와 출입의 용도에 따라 열리는 방향 및 각도가 틀려진다. Lift & Sliding 방식의 경우 개폐를 위해서 레일 위를 미끄러질 수 있도록 창을 들어 올리는 기능을 가지고 있다. Tilt & Turn, Lift & Sliding 방식은 기밀성을 강화시키기 위한 시스템창호로서 개폐부위에

일반적으로 Gasket을 장착한 형식으로 되어 있다. Sliding 방식은 현재 국내 주거형 건물에서 가장 보편화된 개폐 방식의 창호로서, 상하의 틀에 흡을 한 줄로 파고 문짝을 끼우거나 밑틀에 레일을 깔고 문짝 밑에 문바퀴가 달려있는 구조로 되어 있다. 〈그림 3〉은 각 개폐방식별 형상을 보여주고 있다.

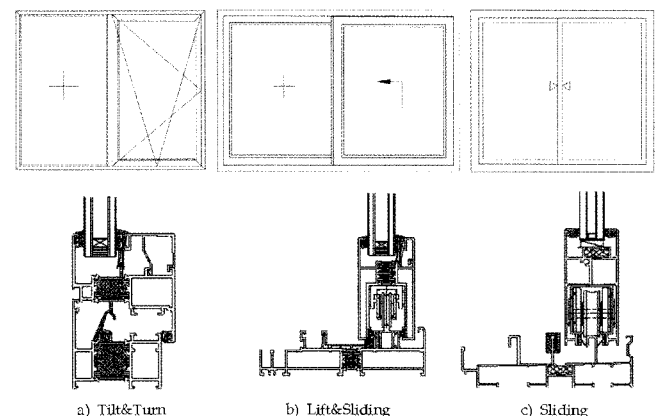
### 단열유리

창호에서의 유리는 조망과 자연채광을 위한 기능을 갖는 부위로 창틀 대비 점유면적이 크면서 일사취득 및 열손실이 발생하는 주요 열교 경로가 된다. 과거의 단열유리에서 스페이서에 의해 중공층이 구성된 복층유리 구조로 제작되면서 단열성능이 향상되었다. 또한, 중공층의 건조공기 대신 비활성이면서 열전도율이 낮은 아르곤(Ar), 크립톤(Kr), 제논(Xe) 등이 충전되어 단열성능을 향상시킬 수 있다. 최근에는 복층구조가 Triple 및 그이상의 Multiple 구조로 증가되어 적용되기도 한다.

유리부위의 단열성능을 향상시키는 다른 방법으로는 유리 내부면에 저방사(Low-e) 코팅을 적용하는 기술이 있다. 저방사코팅은 적외선을 반사시키고 가시광선을 투과시키는 기능을 갖고 있어 자연채광성은 어느 정도 유지하면서 일사열의 취득 및 실내 열의 방출을 차단하게 된다.

24 mm의 복층유리를 기준으로 저방사 코팅을 적용한 경우와 일반 투명 유리를 적용한 경우의 열성능을 비교했을 때 저방사 코팅유리가 일반 유리보다 약 30~40%의 높은 열성능 분포를 나타낸다.

창호는 건축 법규상에서 각 지역별 권고하는 사양 및 전체 열저항 (m<sup>2</sup>K/W) 기준이 마련되어 있다. 하지만 창호는 ‘고효율 에너지기자재’ 중의 한 품목으로 법규상의 권고기준보다 향상된 기준을 통하여 현장에 적용되고 있다. 창호의 고효율기자재 인증을 취득하기 위해서는 열관류



〈그림 3〉 창호의 개폐방식별 형상

〈표 1〉 국내외 창호의 단열성능 현황

항목	국내수준	고효율기재수준	선진국(시스템창)수준
단열성능(m <sup>2</sup> K/W)	0.30~0.35	0.38	0.4

저항이 0.38m<sup>2</sup>K/W 이상이어야 하며, 단위면적(m<sup>2</sup>)당 2CMH 이하의 기밀성능을 유지해야 한다.

〈표 1〉은 외국과 국내의 창호 열관류저항을 나타내고 있다. 일반적으로 외국의 상용화되고 있는 창호의 열관류저항은 0.4 m<sup>2</sup>K/W로 국내 고효율기재 인증 기준보다 다소 높은 분포를 나타내고 있으나 실제 국내 신축 건설현장에 적용되는 창호 대부분이 고효율기재 인증 기준 이상의 성능을 갖고 있으므로 국외 선진국과 비교했을 때 거의 동등한 수준임을 알 수 있다.

### 창호 에너지성능 지표 및 측정방법

〈표 2〉는 국내의 산업규격에서 정의하는 창호의 기본성능 항목 및 정의를 나타내고 있다. 이중 열성능 관련 항목은 단열성, 기밀성이 있다. 이외에도 아직 국내에서는 기준이 마련되어 있지 않지만 일사의 투과에 의한 열적 취득량을 정량화하는 일사취득성능이 있다. 각 성능을 측정하는 방법은 다음과 같다.

〈표 2〉 창호의 기본성능 항목 및 정의

성능 항목	성능 항목의 정의
강도	면내 및 면외력에 견디는 정도
내풍압성	압력차에 의한 변형에 견디는 정도
내충격성	충격력에 견디는 정도
기밀성	압력차에 의한 공기 투과의 정도
수밀성	압력차에 의한 창호의 실내 쪽에 빗물 침입을 방지하는 정도
차음성	소리를 차단하는 정도
단열성	열의 이동을 막는 정도
방로성	창호 표면의 결로 발생을 막는 정도
방화성	화재시의 확대 방지의 정도
내진성	지진 및 진동으로 생기는 면내 변형에 대응할 수 있는 정도
내후성	구조, 강도 및 표면 상태 등이 일정 기간에 걸쳐서 사용에 견딜 수 있는 품질을 유지하고 있는 정도
모양안정성	환경에 변화에 대하여 모양 치수가 변화하지 않는 정도
개폐력	개폐 조작에 필요한 힘의 정도
개폐반복	개폐 반복에 견딜 수 있는 정도
부품부착성	사용 상태에서 부품부착 부분에 생기는 지장 있는 변형, 헐거움, 덜거덕 거림이 없는 정도

### 단열성능 측정방법

창호의 단열성능은 KS F 2278에 의거하여 측정한다. 시험장비는 〈그림 4〉와 같이 실외측 환경을 구현하는 저온실, 실내 환경을 유지시키기 위한 가열상자(Hotbox), 가열상자에서 챔버외부로의 열교를 차단하는 항온실로 구성되어 있다.

시험체 통과열량은 가열상자 내부의 온도를 유지하기 위한 전기히터와

〈표 3〉 단열성능 측정 설정 온도

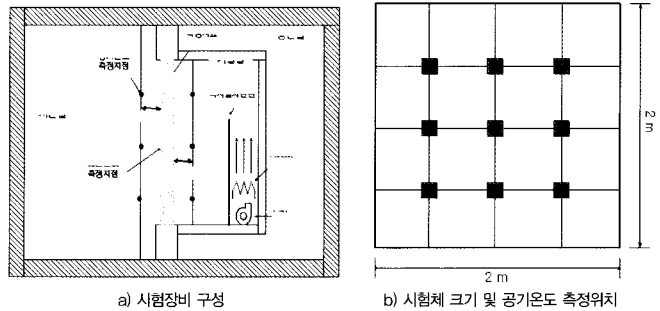
명칭	온도 [°C]
항온실·가열상자	20±1
저온실	0±1

기류교반장치의 투입전력의 합으로 산정한다. 공기온도는 저온 및 가열상자 내부의 시료와 100 mm 떨어진 공기 온도를 측정하며 시험간 설정 온도는 〈표 3〉과 같다.

가열상자와 항온실간의 공기온도를 동일하게 설정하여 가열상자에서 시료 쪽으로만 열이 전달되도록 하기 위함이다.

시험 중 가열상자와 항온실간의 공기온도차가 발생할 경우 표준판을 통한 교정열량을 산출하고 가열상자내부의 히터 및 기류교반장치의 투입전력의 합에서 산출된 교정열량을 제하여 시험체 통과열량으로 적용한다. 결과는 다음과 같이 산출한다.

$$\text{열관류저항} = \frac{\text{저온실과가열상자공기온도차} \times \text{시료면적저온실과}}{\text{시험체통과열량}} = \frac{\text{저온실과가열상자공기온도차} \times \text{시료면적}}{\text{히터전력} + \text{팬전력} - \text{교정열량}}$$



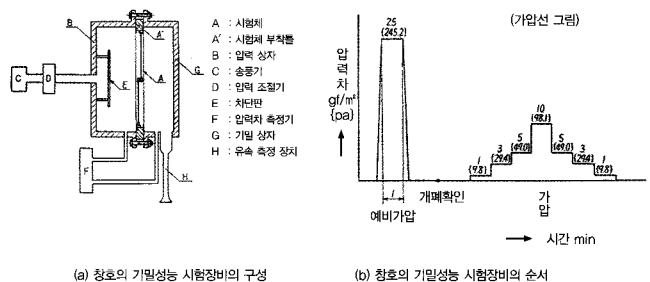
〈그림 4〉 창호의 단열성능 측정방법

### 기밀성 측정방법

창호의 기밀성능은 KS F 2292에 의거하여 실시한다. 〈그림 5〉는 기밀 시험장비의 구성 및 시험방법에 대하여 나타내고 있다.

창호의 기밀성능은 압력상자에 의한 기밀성 시험 방법에 대하여 규정한다. 압력차는 창호의 내측 압력과 외측 압력의 차이이며, 창호의 외측 압력이 내측 압력보다 높을 경우를 정압, 낮을 경우를 부압으로 한다.

통기량은 압력차에 의해서 생긴 공기가 창호를 통과하는 양을 말한다. 국내 고효율에너지기재 기준인 단위면적당 2 CMH는 압력차 10Pa에서 유속측정장치에서 측정된 통기량을 나타낸다.



〈그림 5〉 기밀시험장비의 구성 및 시험방법

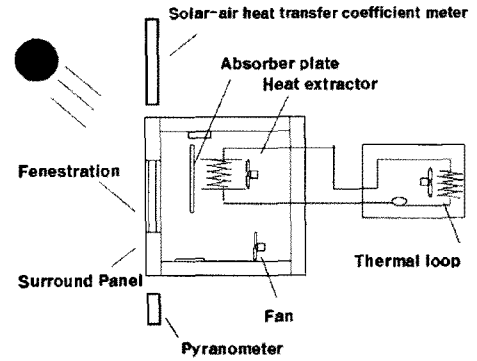
### 일사취득성능 측정방법

일사취득성능을 나타내는 지표로는 SHGC(Solar Heat Gain Coefficient)가 있으며, 외부 일사의 영향으로 인한 실내로 취득되는 열적 성분만을 분류하여 측정하는 것이다.

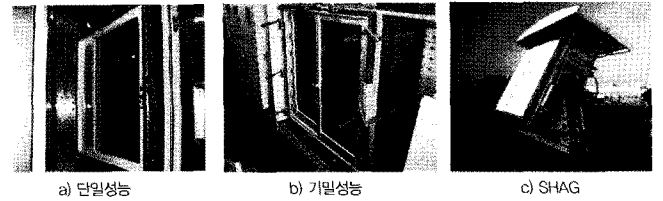
일사는 건물 내의 열환경에 지대한 영향인자임에도 불구하고 현재 국내에는 SHGC와 관련된 시험방법 및 성능기준에 대한 표준기술이 미비한 실정이다. SHGC의 측정은 실내측정과 실외측정방법이 있다. 실내측정은 인공광원을 통하여 스펙트럼별 에너지를 발생시켜 유리를 통과시키고 유리 전후의 에너지양을 측정하여 취득 양을 산출하는 방법이다. 실외측정은 일반 자연광을 활용하여 측정을 실시한다.

〈그림 6〉은 미국 NFRC(National Fenestration Rating Council)에서 권고하는 자연광 활용 SHGC 측정 Caloribox의 구성을 나타낸다.

창호를 통하여 챔버로 유입되는 일사량을 내부의 흡수판과 보조 열원장치에 의해 제거되며 이 제거된 열량을 측정하여 외부쪽 총 일사량과의 비율로 SHGC를 계산하게 된다. 자연광의 활용은 복합적인 외부환경에 반응하는 창호의 열성능을 측정하는 것으로 측정결과를 통한 건물에너지 적용성 평가에 실질적인 지표로 활용이 가능한 장점을 갖는다. 또한, 창호 적용 차양시스템의 차폐계수 측정 및 자연채광 성능도 병행하여 측정이 가능하다.



〈그림 6〉 자연광 활용 SHGC 측정시스템

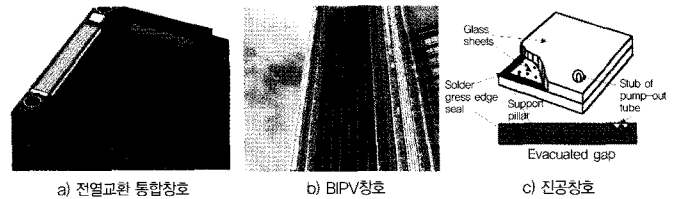


〈그림 7〉 창호 에너지성능 측정방법

### 고효율창호 기술개발 방향

본고 서두에서 언급한 바와 같이 국내 창호의 단열성능 향상을 위한 기술들이 현재 창호 제조업체를 통하여 공급 상용화되고 있다. 하지만, 건설 기술 발달과 토지이용률 극대화에 의한 초고층 건물시공에 대한 사회적/산업적 요구가 증대되고 있으며 기존의 일반건물에 적용되는 에너지 절약적 외피기술에서 고층건물에서 발생 가능한 영향인자를 고려한 하이테크 외피시스템의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이런 사회적/산업적 요구에 대응하기 위해서는 향후 창호의 기본 기능 외에 다양한 기능을 갖는 컴포넌트가 결합되면서 복합적인 기능 및 원천적인 열교를 차단하는 첨단 고효율 창호기술이 발전할 것으로 사료된다.

복합적인 기능을 갖는 창호시스템은 건물의 기밀 향상에 의한 환기성능 확보를 위하여 창호에 자연환기 시스템 및 전열교환시스템이 통합되어 침기부하 발생을 줄이면서 건물 외주부의 환기를 담당하는 복합적인 기



〈그림 8〉 하이테크 고효율 창호기술

능을 갖는 창호시스템이 출현하고 있다. 또한, 외피면의 신재생에너지의 활용을 극대화 하기위해 태양광발전 시스템이 결합된 BIPV 창호기술도 점진적인 발전을 하고 있다.

원천적인 열교를 차단하는 대표적인 창호기술로는 진공창을 들 수 있다. 진공창은 일반적인 복층유리의 중공층의 공기를 제거하는 기술로 공기를 통한 열교를 원천적으로 봉쇄할 수 있는 장점을 갖고 있다. 하지만, 건축 외장재로 적용하기에는 진공유리의 대면적화가 이루어져야 가능하기 때문에 기존의 건물분야에서의 적용성이 다소 떨어졌으나, 진공을 잡기 위한 감압방법의 개선과 공정기술을 확보함으로써 양산화가 가능하기 때문에 열성능 및 경제성을 확보할 수 있는 우수한 기술로 판단된다. ㉠