

창호 기술 현황

이 글에서는 건물에너지 효율을 향상시키기 위한 단열 외피 중의 하나인 창호 부위에서 발생하는 열손실 및 획득으로 인한 실내 냉난방 부하를 저감하기 위한 국내 창호 기술 현황에 대해 설명한다.

장 철 용 한국에너지기술연구원, 센터장

e-mail : cyjang@kier.re.kr

건물외피를 통한 열손실 저감을 위하여 선진국은 물론 우리나라에서도 지역별, 건물의 부위별 단열시공을 의무화함으로써 에너지절약에 많은 기여를 하여왔다. 에너지 조사보고서에 따르면 건물 분야의 에너지소비는 국내 총 에너지사용량의 약 25%를 차지하는 막대한 양이다.

일반적으로 건물에서 발생되는 에너지손실은 건물의 벽체나 지붕, 그리고 창 등을 통하여 이루어진다. 이 중에서 창을 통한 열손실량은 주택의 경우에는 전체 열손실량의 20~40% 정도를 차지하고 일반 사무소건물인 경우에는 15~35% 정도를 차지할 정도로 큰 비율이다. 이는 창의 종합열전달계수가 벽체나 지붕의 6~7배 정도로 크기 때문에 건물 외피 중 열적으로 가장 취약한 부위가 된다.

일반적으로 건물의 창은 채광과 조망의 목적이 있으며 또 환기를 위하여 개폐할 수 있는 구조로 되어 있기 때문에 고단열, 고기밀화 하기가 매우 어려운 부분이다. 현재 우리나라의 건축법과 에너지이용합리화법에서 규정하고 있는 건물외피에 대한 열관류율은 외벽이 $0.4\sim0.5\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 인데 비하여 창의 열관류율은 $3.3\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ 로서 창을 통한 에너지의 손실이 상대적으로 매우 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 창을 통한 에너지의 손실을 줄이고, 창을 통한 과도한 태양에너지 유입으로 인한 불쾌감의 증대, 유해 자외선에 의한 실내 가구 및 의류의 탈색, 더불어 냉난방에너지 및 비용

증가 문제에 대한 새로운 해결책이 요구되고 있다.

이 글에서는 건물 외피 중의 하나인 창호 부위에서 발생하는 열손실 및 획득으로 인한 실내 냉난방 부하를 저감하기 위한 국내 창호 기술 현황 및 열성능시험에 대하여 논하고자 한다.

고기밀성 단열창호

일부 선진국에서는 수년 전부터 지구 온난화와 관련하여 단열기준을 강화시켜나가고 있다. 정부에서는 에너지이용합리화법 제13조에 의거하여 고효율에너지기자재 보급촉진책의 하나로 고기밀성단열창호를 지정하였다. 창은 건물의 구성요소 중 에너지손실이 가장 큰 부위 중의 하나이다. 따라서 건물외피를 통한 열손실 저감을 위하여 선진국을 비롯한 국내에서도 지역별, 건물의 부위별 단열기준을 의무화함으로써 에너지절약에 많은 관심을 가지고 있다. 현재 국내 창호의 단열성능과 고효율기자재의 기준은 표 1과 같다.

일반적으로 건물의 창호에서 단열성을 강화시

표 1 국내외 창호의 단열성능 현황

항목	국내 수준 고효율	기자재수준	선진국 (시스템창호)수준
단열성능 ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)	0.3~0.5	0.38	0.4

기기 위해서는 유리부문과 창틀부분의 단열 간봉이 동시에 고려가 되어야 하고 유리창 부분에서는 고밀도 불활성 가스, 단열간봉 및 저방사 유리가 복합적으로 고려된 창호의 설계 및 제작기술이 개발이 되어야 한다.

최근 국내 주택의 단열규제가 강화되고 있다. 건물외피에 대한 창호 면적비는 평균적으로 36~39%이며, 1980년 이전 건물은 37%, 1980년에서 1990년에는 38%, 1990년 이후에는 39%를 차지하여 창면적률이 점차 커짐을 나타내고 있다. 따라서 창호를 통한 열손실량은 주택의 경우에는 전체 열손실량의 20~40% 정도를 차지하고 있으며 사무소건물인 경우에는 15~35% 정도를 차지할 정도로 매우 큰 열손실량을 나타낸다.

이와 같이 창문에서 차지하는 열손실 비율이 커짐에 따라서 국내의 창호시장은 기존의 알루미늄 및 PVC에 의한 일반 창호에서 시스템창호시장으로 급격히 전환되고 있다. 최근 건축법의 변경과 국민생활 수준의 향상으로 이러한 추세는 가속되리라 생각된다. 그러나 시스템 창호를 생산하고 있는 대부분의 업체들은 내부 부품은 거의가 유럽에 의존하여 생산하고 있는 실정이다. 이것의 주된 이유는 시스템창호 도입 시 원천적인 연구개발이 이루어지지 않았고 시장이 크지 않았기 때문이라 사료된다. 또한 최근 건축법의 변경에 따라서 실내의 창호가 외부에 직접적으로 노출됨으로써 결로문제가 발생되는데 이의 주된 원인은 창틀 자체 때문이 아니라 유리창의 낮은 단열성 때문이므로 이의 해결방안으로서 단열성이 높은 창호 개발이 요구되고 있는 실정이다.

국내 창호의 구성 현황

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 열교환

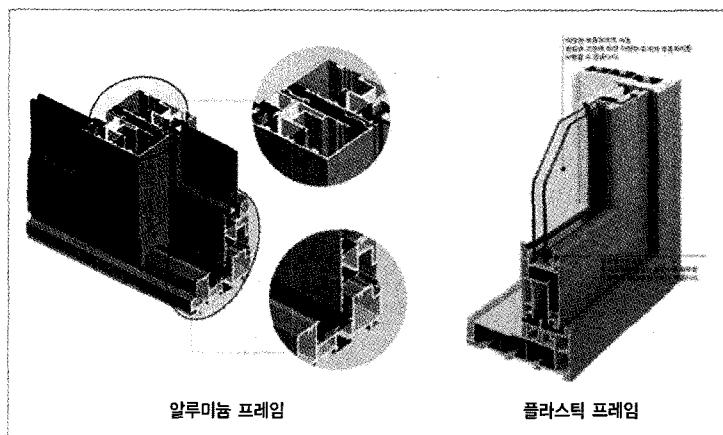


그림 1 프레임 구성

을 차단하기 위하여 프레임 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 차단재 주위의 열을 완전하게 분리시키기 위하여 폭이 점차적으로 늘어나고 있다. 또한 창호에서는 유리와 프레임이 맞닿는 부분에서의 기류유동에 의한 열손실이 일어나고 있으며, 열손실을 막기 위해서 Gasket 등의 재료를 보강하고 있다.

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 강화유리 섬유를 사용하는 것도 있다. 대형창으로 적용할 때 합성수지창은 강도가 강화되어야만 한다. 이를 위해 보강재인 스틸이 프레임에 삽입되어 제작되고 있다.

열교차단재(Thermal Breaker)

일반적으로 알루미늄 프레임에서 발생하는 높은 열전도율을 감소시키기 위해 적용되는 재료 및 기술이다. 프레임의内外부를 열전도율이 극히 낮은 비금속

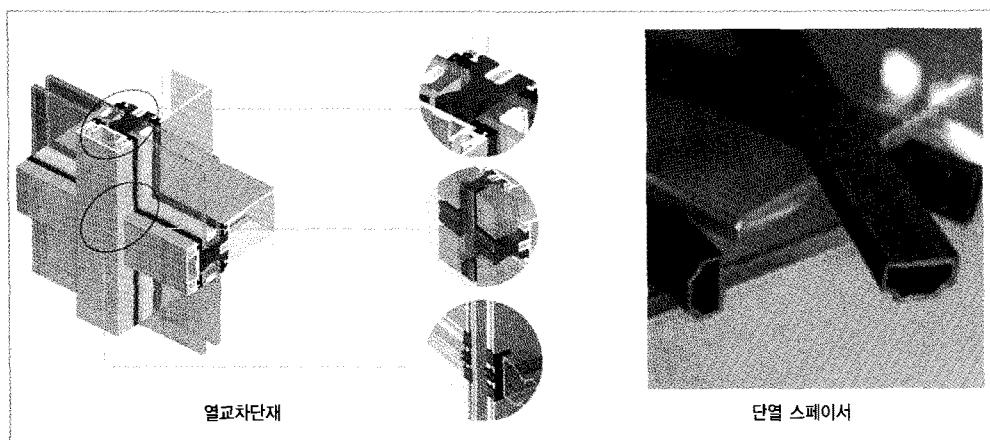


그림 2 창호의 단열 요소

단열재로 이어줌으로써 열의 흐름을 차단하여 동절기 열손실과 하절기 열취득을 줄이기 위한 기술이다. 흔히 사용되는 열교차단재의 재료로는 Polyamide와 Polyurethane이 있는데 이들은 각각의 열전도율이 0.13W/mK , 0.21W/mK 정도로 극히 낮고 동시에 강도가 비교적 높은 장점을 가진다.

단열 스페이서

복층유리에서는 스페이서에 의해 유리 사이의 일정한 간격을 유지하게 된다. 특별한 구조적인 특성에 의해 제작자들은 1960년대와 1970년대에는 알루미늄 스페이서를 사용하였다. 하지만 알루미늄은 열전도도가 커서 유리와 창틀의 인접 구역인 Edge에서 활발한 열교현상이 생겨 열손실이 증가하는 원인이 된다. 또한 유리창의 표면 온도가 떨어져서 결로가 생기는 원인이 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 제작자들은 일련의 혁신적인 Edge 시스템을 개발하였고 여기에는 재질 및 설계에까지 변화를 주었다.

스테인리스 스틸과 같은 열전도도가 더 작은 금속제로 알루미늄 스페이서를 대체하기도 하고 스페이서의 단면적 형상을 변화시키기도 하였다. 이러한 설계방식은 현재까지 많이 사용되고 있다. 또 다른 방식은 단열성이 좋은 다른 금속재를 이용하는 것이다. 즉, 가장 일반적으로 사용되는 스페이서, 기밀제와 건조제의 혼합물질은 열가소성 컴파운드의 건조 혼합물과 얇은 알루미늄 또는 스테인리스로 만든 금속홈형태의 쪘기로 구성된다. 다른 방법은 건조제와 Edge를 유리에 고정

시키는 접착제로 구성된 단열 실리콘폼 스페이서를 사용하는 것이다. 이 폼은 보조적인 기밀제로 보강되고 사출성형한 비닐 및 유리섬유 재질의 스페이서가 금속대신에 사용되기도 한다.

금속 스페이서에서 열교 현상이

나 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 Edge부위에서의 열전달이 형성되는 통로를 차단할 수 있도록 하여야 한다. Warm-edge 스페이서는 제작자들에게 일반적인 이중창에서 고성능의 유리창으로 생각을 전환하는데 있어서 중요한 요소가 되었다. 창의 전체 열관류율값을 결정하는 경우 Warm-edge 스페이서는 스페이서와 창의 크기에 따라 중요한 영향을 준다.

가정용 유리창($0.8\text{m} \times 1.2\text{m}$)의 크기에서 알루미늄 Edge를 열적성능이 우수한 Warm-edge로 바꾸는 경우에 열관류율을 약 $0.11\text{W/m}^2\text{K}$ 정도 감소시킬 수 있으며 더 중요한 이점 중에 하나는 창의 하부 Edge 부분의 표면온도를 높일 수 있어 결로방지에 많은 도움이 된다. 외기온도가 -18°C 에서 열적성능이 개선된 스페이서를 사용함으로써 사이트라인에서 $3\sim4^\circ\text{C}$, 25mm 떨어진 부분에서는 $2\sim4^\circ\text{C}$ 정도의 표면 온도가 상승한다. 따라서 단열이 강화된 다중유리 및 가장자리 스페이서의 성능개선은 창에서의 에너지절약 등에 상당히 중요한 요소이다.

유리 부위

첨단 유리인 진공 및 투명 단열창, 전기 투광 조절창의 경우 제작 및 경제성 확보가 어렵다. 또한 Triple 이상의 Multiple 유리의 경우 구조가 복잡하며 비용면

에서도 불리하다. 따라서, 시장에 보편화되어 있는 로이 복층유리에 비활성 가스를 충진하여 단열성능을 향상시키는 방안이 합리적이다.

로이 복층 유리의 경우, 단열과 일사 차단의 복합적 기능을 수행하는 방향으로 접근해야 한다. 로이 유리의 온도차에 의한 단열성 확보 기술은 어느 정도 구축되어 있으나, 일사를 효과적으로 차단하는 Spectrally Selective Glazing 기술을 고려해야 한다. Spectrally Selective Glazing 기술은 실내의 부하 경감 및 조명에너지 절약을 위한 최선의 방법으로 불필요한 영역대의 일사는 차단하고 필요한 가시광선 영역대만 유입하는 선택적인 투과유리를 말한다.

일반적으로 보편화되어 있는 공기층 비활성 충진 가스는 Ar(아르곤), Kr(크립톤) 등이 있다. 또한, 이를 가스들을 공기와 혼합하여 적정 단열성능을 확보해야 한다. 이를 위해서는 단열가스(Ar, Kr)의 주입방법과 밀봉 내구성, 경제성이 확보 가능한 가스의 혼합방법, 혼합성분비 조절방법에 대한 기술력 확보가 마련되어야 할 것이다.

유리 부위와 프레임의 접합면인 사실상 유리 부위지만 유리 중앙과 열적 속성이 다르게 나타나며 창호의 전체 부위 중 가장 큰 열적 취약 지역인 유리 Edge 부위에 대한 열성능 향상 기술로는 단열 간봉을 들 수 있다. Edge 부위는 내외부 열경로 길이가 짧고 열전도율이 큰 금속재의 간봉을 주로 사용하기 때문에 열적으로 취약한 부위이다. 기존의 단열 간봉은 이런 금속재 간봉에 열교차단재를 적용하여 열교를 줄이는 방향으로 제작되어 오고 있었으나, 최근 미국 및 유럽을 중심으로 유연성 및 단열성이 우수한 재질을 사용한 Super spacer 기술이 보급되고 있다.

개폐 방식

국내 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 달라진다. Lift & Sliding 방식의 경우 개폐를 위해서 레일

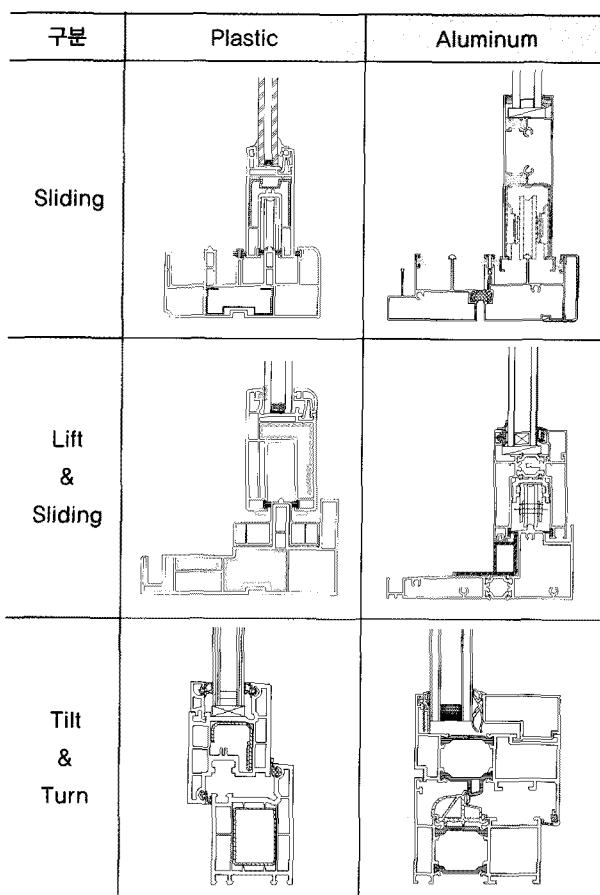


그림 4 창호의 개폐 방식에 따른 창호 단면

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 흄을 한 줄로 파고 문짝을 끼우거나 밑틀에 레일을 깔고 문짝 밑에 문바퀴가 달려있는 구조로 되어 있다.

일반적으로 Sliding 및 Lift & Sliding이 유사한 형상을 뛰며 창짝과 창틀의 접합 부위의 열교 경로가 짧고, 틈새에 의한 침기가 발생하며, 창틀의 굴곡 부위가 많아 전열면적이 증가하기 때문에 열적으로 취약한 구조라 사료된다. 이에 비하여 Tilt & Turn 형식은 대체적으로 단면 두께는 짧지만 외부 형상이 굴곡이 적고 단순하며 Sliding 및 Lift & Sliding 형식의 창틀에 비하여 열성능면에서도 우수하다.