

초단열 슈퍼윈도우의 건물에너지효율등급 적용 연구

장철용*, 김치훈**, 안병립**

*한국에너지기술연구원(cyjang@kier.re.kr)
**경북대학교 대학원 석사과정(kchiya@kier.re.kr)
**경북대학교 대학원 석사과정(ahnbr@kier.re.kr)

A study on the Insulation Performance of the Super Window applied to building energy efficiency rating

Jang, Cheol-Yong*, Kim, Chi-Hoon**, Ahn, Byung-Lip**

*Building Energy Research Center, KIER(cyjang@kier.re.kr)
**Dept. of Architectural Engineering Kungpook University(kchiya@kier.re.kr)
**Dept. of Architectural Engineering Kungpook University(ahnbr@kier.re.kr)

Abstract

Generally, the building's windows and ventilation for the purpose of mining and the vista and windows by emotional engineering design area is a growing trend. According to the flow of energy is lost from the building, will be achieved through the walls and roof and windows. Among these, the window through the loss of about 45% of the entire building is big enough to rate. In addition, the building regulation U-value limitation of window is $3.3\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ in southern regions, while U-value limitation of wall is $0.35\sim 0.58\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$. It means that the energy loss through windows is six times more than it through wall. Therefore, the purpose of this study is to evaluate the environmental performance of the super window system by verification experiment. The results of this study are as follows; 1)Thermal performance of insulated Super Window measured as $1.44\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ 2)Required energy for heating was cut down about 5.3% from $266.99\text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ to $252.85\text{ MJ}/\text{m}^2 \cdot \text{yr}$ 3)Super Window's reduction rates increased 4.1% from 31.48% to 35.58% when it is compared to normal windows. 4)Building energy efficiency rating elevated from 2nd rating to 1st rating.

Keywords : 슈퍼윈도우(Super window), 건물에너지효율등급 (Building Energy Rating System), 단열성능 (Insulation Performance)

기 호 설 명

R	: 열관류저항($m^2 \cdot K/W$)
A	: 전열 개구 면적 (m^2)
U	: 열관류율 ($W/m^2 \cdot K$)
Θ_{Hh}	: 가열 상자내 평균 공기 온도 (K)
Θ_{Ca}	: 저온실내 평균 공기 온도 (K)
Q_H	: 가열 장치 공급 열량 (W)
Q_F	: 기류 교환 장치 공급 열량 (W)
Q_I	: 교정 열량 (W)
ΔR	: 표면열전달저항 보정값 ($m^2 \cdot K/W$)
R_{HC}	: 표준주택의 난방에너지소요량($MJ/m^2 \cdot yr$)
A_{HC}	: 신청주택의 난방에너지소요량($MJ/m^2 \cdot yr$)
I_R	: 단위세대 가산항목 절감율(%)
A_R	: 단위세대 전용면적(m^2)
A_H	: 단위공동주택의 총전용면적(m^2)
I_H	: 단위공동주택 가산항목 절감율(%)
A_A	: 신청주택의 총전용면적(m^2)

1. 서 론

건물에서 손실되는 에너지 흐름을 보면, 벽체나, 지붕 그리고 창 등을 통하여 이루어지는데 이 중, 창을 통한 열손실량이 전체건물의 약 45% 정도로 큰 비율이다. 또한 2008년 7월에 개정된 창호와 벽체의 건축법 기준을 보면, 창의 열관류율이 벽체보다 6배 이상 높다는 것을 알 수 있다. 이는 그만큼 창호를 통해 손실되는 에너지가 많다고 볼 수 있다.

현재 우리나라의 건축법과 에너지이용합리화법에서 규정하고 있는 건물외피에 대한 열관류율은 외벽이 $0.35 \sim 0.58 W/m^2 \cdot K$ 인데 비하여 창의 열관류율은 $3.3 W/m^2 \cdot K$ 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 비용증가 문제에 대한 새로운 해결책이 요구

되고 있다.

따라서 본 논문에서는 단열성능을 향상시킬 수 있는 초단열 슈퍼윈도우를 예비인증 받은 신청주택에 적용하였을 때 건물에너지 효율등급에 미치는 영향을 분석하여 슈퍼윈도우의 열성능을 평가하고자 하였다.

진행방법은 현재 초단열 슈퍼윈도우의 개념과 특징에 대해 조사하고, 열성능 시험장치를 이용한 슈퍼윈도우 열성능을 측정한다. 초단열 슈퍼윈도우 열성능 결과값을 예비인증을 받은 신청주택에 적용하여 에너지 효율등급 변화를 비교 분석한다.

2. 초단열 슈퍼윈도우(super window)

초단열 슈퍼윈도우(super window)의 기본적인 개념은 이미 개발되어 실용화 되고 있는 창호 단열 성능 향상을 위한 요소기술 통합 적용하여 열효율을 최대한 높일 수 있는 기술이다. 초단열 슈퍼윈도우는 [그림 1]에서와 같이 내외의 유리창에는 low-ε 코팅을 하고 저방사필름이나 플라스틱 판이 창내부에 설치된다. 그리고 내부에는 Argon gas나 Krypton gas를 주입후 밀봉을 완벽하게 함으로써, 단열성능을 향상시킨 유리창이다.

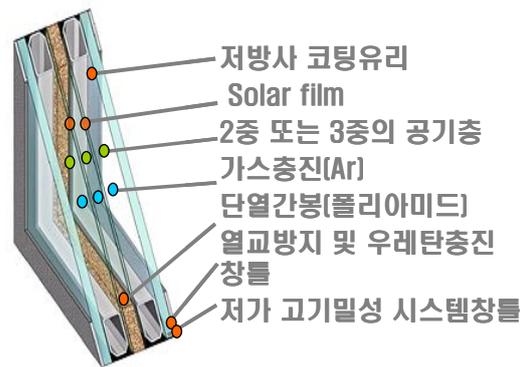


그림 1. 초단열 슈퍼윈도우의 개념도

즉 초단열 슈퍼윈도우는 유리와 창틀분야의 성능을 대폭 개선시킬 수 있는 상기의 핵

심기술을 모두 혼합 적용하여 벽체 열관류율에 근접한 단열성능을 발휘할 수 있는 창호 시스템이라 할 수 있다.

아래의 표 1은 본 연구에서 사용된 초단열 슈퍼윈도우의 구성이다.

표 1. 초단열 슈퍼윈도우

창호기본구성	
창틀재질	복합재질(알루미늄+PVC)
형식	Tilt & Turn
유리구성	6mmLow-e+12mmAir+6mmLow-e
창호크기	2000mm × 2000mm × 130mm

3. 열성능 시험방법 및 측정결과

단열성능 시험장치는 KS F 2278 “창호의 단열성능 시험방법” 규격을 참조하여 설계하였으며, 본 장치는 Cooling AHU, 저온실, 가열실, 향온실로 구성되어 있으며, 가열실 내 부기류 교반장치, 저온실 냉풍취출장치, 온도 측정장치, 전력측정장치 등을 갖추고 있다.



그림 2. 열관류율 측정장치

KS F 2278 “창호의 단열성시험 방법”은 크게 3단계로 구성되어 있는데, 향온실 및 저온실의 기류 조건에 의한 표면 열저항 값을

파악하기 위한 실험과 챔버내에서 손실되는 열량 값을 파악하기 위한 열량 보정 실험이 있고, 최종적으로 실측대상 창호를 설치하여 열관류율을 측정하는 실험으로 나누어진다.

열관류율 측정방법은 KS, ASTM, DIN, JIS등에 규정되어 있으며, 열관류율 장치를 이용하여 KS F 2278(창 및 문의 단열성능 시험방법)에 의한 단열성능 시험으로 측정하였다.

열성능 측정을 위하여 크기 2,000mm × 2,000mm 규격의 시험체를 제작하였으며 시료부착을 위하여 시험체 설치틀을 만들어 저온실과 가열실 사이의 시험장치 개구부에 기밀하게 설치하였다.



그림 3. 시료 장착 모습

온도측정은 가열실 공기, 향온실 공기, 저온실 공기에 대해서 수행하였다. 가열실 공기온도 및 저온실 공기온도의 측정위치는 시험체의 크기에 관계없이 동일면 9점으로 하였다. 또한 향온실에는 9점에서 온도측정을 하였으며 측정을 위하여 향온실, 가열실 및 저온실의 목표 설정온도는 표 2와 같다.

표 2. 설정온도조건

가열실	저온실	향온실
20℃	0℃	20℃

실제 실험을 통하여 얻은 인자들을 이용하여 단열창호 슈퍼윈도우의 열관류율을 계산하기 위한 식은 다음과 같다.

$$R = \frac{(Q_{ha} - Q_{ca}) \cdot A}{Q_H + Q_F - Q_I} + \Delta R = \frac{1}{U} \quad (1)$$

초단열 슈퍼윈도우의 열관류율을 측정된 결과, 열관류율은 $1.44 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 로 측정되었다.

4. 건물에너지효율등급인증제도 개요 및 현황

건물에너지효율등급인증제도의 도입으로 인해 기존건물의 에너지성능기준이 설정되어 등급화 되고 신축건물에는 에너지절감목표치가 정해지므로 설계자나 건축주에게 에너지를 효율적으로 이용할 수 있는 지침으로 활용가능하게 되었으며 각종 건물에너지 절약을 위한 평가 자료로 활용할 수 있다. 또한 2등급 이상을 취득한 공동주택은 세제 및 금융상의 우대조치와 에너지절약 투자에 대한 감면조치등 지원책이 마련되어 있다.

인증제도의 평가 등급은 3등급으로 나뉘어져 있으며 각각의 에너지절감율은 표 3와 같다.

표 3. 에너지효율등급인증기준

등급	총에너지절감율
1	33.5 % 이상
2	23.5 ~ 33.5 % 미만
3	13.5 ~ 23.5 % 미만

신청주택 에너지효율은 에너지효율평가기준에 따라 평가하며 신청주택의 단위세대 에너지 절감율은 다음과 같다.

$$E_R(\%) = \frac{R_{HC} - A_{HC}}{R_{HC}} \times 100 + I_R \quad (2)$$

$$E_H(\%) = \frac{\sum E_R \times A_R}{A_H} + I_H \quad (3)$$

$$E_A(\%) = \frac{\sum E_H \times A_H}{A_A} \quad (4)$$

표준주택은 신청주택의 에너지효율등급을 평가하기 위해 기준이 되는 주택으로서, 현재 많이 설계되고 있는 일반적인 건물의 수준을 말하며, 설정기준은 아래 표 4와 같다.

표 4. 표준주택의 설정기준

설 항목	단위세대(난방공간)	계단실(비난방공간)
평면 및 바닥면적	신청주택의 평면 및 바닥면적과 동일	신청주택과 동일
장단변 길이	신청주택과 동일	신청주택과 동일
벽체, 지붕, 바닥의 열관류율	건축법의 지역별 열관류율 적용	$4.0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($3.44 \text{ kcal/m}^2\text{°C}$)
창호 열관류율 ¹⁾	$3.3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($2.8 \text{ kcal/m}^2\text{°C}$) (창호및창틀 포함)	$6.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($5.68 \text{ kcal/m}^2\text{°C}$)
창호의 위치	기준층 층고의 1/2높이를 중심으로 상하로 위치	
일사 취득율	신청주택과 동일	신청주택과 동일
차양의 위치	세대 전면 및 후면의 층고 높이에 위치	
현관문의 종류	2.1 m^2 크기의 불투명한 1개의 현관출입문	
현관문 열성능	$2.60 \text{ W/m}^2\text{K}$ ($2.24 \text{ kcal/m}^2\text{°C}$)	
환기율	0.7회/시간	2.0회/시간

본 논문에서 사용된 공동주택은 지하 4층, 지상 23~27층이며 단위세대는 33형(33.51 m^2), 39A형(39.86 m^2), 39B형(39.64 m^2), 46A형(46.21 m^2), 46B형(46.98 m^2), 51형(51.30 m^2) 이 있으며, 총 세대수는 533세대이며 발코니 확

1) 실내측 창호는 복층창이며 프레임은 PVC.

장형 기준으로 하였다. 건축면적은 3,025.77 m²이며, 연면적은 63,076.49m² 이다.

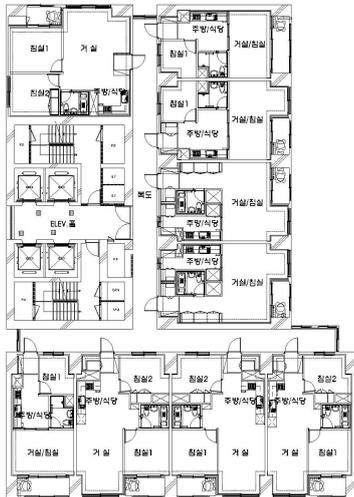


그림 4. 평면도

건물의 물성치는 실제 신청주택과 동일하게 하였다.

표 5. 신청주택의 구조체 열관류율

분류		건축법 기준 (W/m ² · K)
구조체 열성능	외벽	0.58
	층벽	0.44
	지붕	0.27
	바닥	0.48
창호 열성능	세대창호	3.30
	발코니창호	6.6
	발코니확장형 (16mmPVC+ 24mmPVC)	2.1

5. 초단열 슈퍼윈도우 적용 건물에너지 효율 등급 평가

초단열 슈퍼윈도우가 건물에너지효율등급

에 미치는 영향을 확인하기 위하여, 건물에너지효율등급 평가툴을 사용하여 슈퍼윈도우 열관류율을 적용하였다.

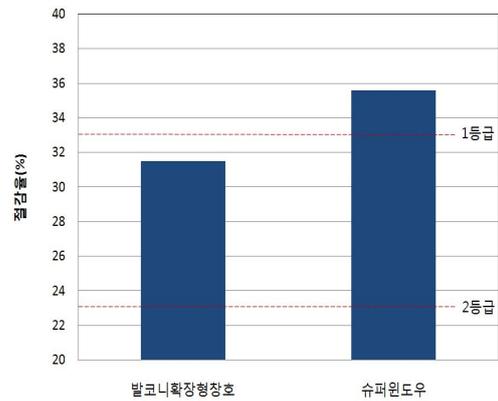


그림 5. 절감율 및 건물에너지효율등급

위 그림 5는 절감율과 건물에너지효율등급에 대하여 나타낸 것으로, 슈퍼윈도우 적용 시 31.48%에서 35.58%로 2등급에서 1등급으로 상향되었다.

6. 결론

본 연구는 초단열 슈퍼윈도우의 열성능 값이 건물에너지효율등급에 적용되었을 때 건물에너지효율등급의 변화를 확인하여 슈퍼윈도우의 단열성능을 확인하고자 하였다.

그 결과는 다음과 같다.

- (1) 단열창호 슈퍼윈도우의 열관류율을 측정 한 결과 열관류율이 1.44 W/m² · K로 측정되었다.
- (2) 실제 발코니확장창호 대비 슈퍼윈도우 절감율은 31.48%에서 35.58%로 약4.1% 증가되었다.
- (3) 건물에너지효율등급은 2등급에서 1등급으로 상향되었다.

본 연구는 일반시스템창호와 초단열 슈퍼윈도우창호의 단열성능 변화를 확인해보고자 진행하였다. 이는 건물에너지 손실에 있어 상당 부분을 차지하는 창호에 대하여, 보다 효율적인 창호 선정 및 에너지 저감 방안에 활용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 한국에너지기술평가원의 에너지·자원기술개발사업인 “건물에너지 효율등급평가 프로그램의 비교해석 및 에너지소비량 분석” 지원 사업으로 수행되었음을 알려 드립니다.

참 고 문 헌

1. 장철용 외, 『초단열 슈퍼윈도우 시스템의 최적설계에 관한 연구』, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회 논문집, pp. 333~338, 2006.4
2. 이진성 외, 『유리구성에 따른 창호의 단열성능 및 표면온도 비교』, 한국생활환경학회지, 제 15권, 제3호, pp. 392~399, 2008.
3. 김지연 외, 『공동주택의 발코니 확장에 따른 열환경 성능 평가 및 개선방법에 관한 연구』, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회 논문집, pp. 67~72, 2006.
4. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 2008.
5. 김치훈 외, 『창호 및 벽체의 단열성능에 따른 건물에너지효율등급 평가 연구』, 대한설비공학회 춘계학술발표대회 논문집, pp.121