

주택 창 의 SHGC가 에너지소비에 미치는 영향에 관한 연구

박 룰[†], 박 종 일
 동의대학교 건축설비공학과

A study of Energy use Impacts by SHGCs of Windows in Detached House

Yool Park[†], Jong-II Park

Department of Building System, Dongeui University, Busan 614-714, Korea

(Received November 5, 2009; revision received January 21, 2010)

ABSTRACT: U-factor and solar heat gain coefficient(SHGC) usually can be used as the index to evaluate the thermal performance. U-factor is a concept for heat loss by the temperature difference between inside and outside, so it's useful to be applied in heating season. But SHGC that indicates the fraction of heat from incident solar radiation that flows through a window by means of optical transmission, as well as absorption, re-radiation and convection is for cooling season. In other words, U-factor and SHGC of windows by cities have to be reflected to select the window of the energy conservation. The purpose of this research is to analyze the energy use impacts by SHGCs of windows for detached house in Incheon and Ulsan through energy simulation by eQUEST.

Key words: Detached house(주택), Windows(창), U-factor(총열관류율), Solar heat gain coefficient(일사열취득계수)

기 호 설 명

G_i : 창 통과된 일사량 [W/m^2]
 n : 유리의 겹수
 N_i : 흡수 일사량의 실내로의 방출율 [%]
 τ : 빛 투과율 [%]
 α : 빛 흡수율 [%]

1. 서 론

에너지 분석 관련 자료^(1,2)에 따르면 2006년 기준 국내의 경우 7.15 EJ의 전체 에너지 소비 중 약 24%(1.72 EJ)가 건축물에 의해 소비되었으며, 이 중 56.4%인 0.97 EJ(냉난방용 0.4 EJ, 23.2%)이 주

거용 건축물에 기인하는 것으로 나타났다. 특히 창을 통한 에너지 손실량(냉난방 에너지의 30%⁽³⁾)은 국내 총 에너지 소비량의 1.6%(0.12 EJ) 정도로 적지 않은 것으로 나타났다. 이에 건축물에서 소비되는 에너지를 절약하기 위해 정부에서는 건축법으로 모든 건축물에 대해 지역별, 부위별로 제시된 단열성능을 의무적으로 지키도록 하고 있으며, 아울러 일정 규모 이상의 건축물에 대해서는 에너지 성능지수(EPI : Energy Performance Index)에 의해 60점 이상의 시스템이 구현되도록 하고 있다. 특히 창호와 관련해서는 초기에는 유리의 총열관류율만을 제시하였으나, 금일에는 유리 와 프레임 을 포함 한 총열관류율을 적용토록 하고 있다. 또한 정부의 계획에 따르면 향후 단독주택은 상업용 건축물과 구분하여 별도로 기준을 제시코자 하고 있으며, 최근 수립된 제4차 에너지이용합리화 기본계획(2008~2012)에 따르면 창호의 현행 단열성능 3.0 $W \cdot m^2 \cdot K$

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1984; fax: +82-51-890-2625

E-mail address: pyool@deu.ac.kr

(중부지방 기준)을 2010년에는 2.4 W.m².K로 더욱 강화시키고자 하고 있다. 아울러 주택의 경우 최근 냉방수요가 급격히 증가하고 있으며, 온실가스 감축을 위해 정부에서는 2012년부터 주택의 냉난방 에너지의 50% 절감을 계획하고 있다.

창호의 단열성능을 평가할 수 있는 지표에는 일사열취득계수(SHGC : solar heat gain coefficient)와 총열관류율(U-factor)이 있다. U-factor는 실내외 온도차에 의한 열손실을 반영한 개념으로 실내외 온도차가 큰 겨울철에 적용하기에 유용한 반면, SHGC는 일사에 대한 개념으로 냉방 중심의 지표라 할 수 있다. 즉, 에너지 절약적인 창호를 선정하기 위해서는 그 지역의 특성에 따른 창호의 U-factor, SHGC 등이 종합적으로 반영되어야 한다. 이러한 사유로 미국의 경우 창호에 대한 에너지 효율 향상을 위해 Energy Star를 통해 기후준별로 U-factor 외에 SHGC, AL(air leakage)도 함께 평가기준으로 반영하고 있다. 또한 창호에 대한 에너지성능 인증기준으로 NFRC(National Fenestration Rating Council)에서는 U-factor, SHGC, VT(visible transmittance), AL, CD(condensation resistance)를 종합적으로 반영하고 있다. 그러나 국내의 경우 창호 관련 기준 및 연구들이 U-factor에 대해서만 이루어져 있어 SHGC 등에 대한 분석이 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 인천 및 울산 지역의 주택을 대상으로 eQUEST에 의한 에너지 상세해석을 통해 창호의 SHGC가 에너지 소비에 미치는 영향을 검토하고자 한다.

2. SHGC 및 관련 연구현황 검토

2.1 일사열취득계수(SHGC)의 정의

창호의 일사성능을 나타내는 지표로는 차폐계수(SC : shading coefficient)와 SHGC가 있다. SC는 1960년대에 미국 ASHRAE에 의해 제안된 방식으로 임의 창호의 일사획득량에 대한 기준유리의 일사획득량 비로 표현된다. 이때 기준유리란 3mm 투명유리로서 ASHRAE 하절기 표준조건(외기온도 35℃, 실내온도 24℃, 풍속 3.3m/sec, 법선면 일사량 783 W/m²)에서 법선 입사각 태양투과율이 86%, 흡수율이 8.8%를 나타낸다.⁽⁴⁾ 이에 반해 SHGC는 식(1)과 같이 유리를 투과한 태양복사열에 유리 투과 과정에서 흡수된 태양복사의 실내측 방출열을

추가한 지수이다. 3mm 유리를 기준으로 기준한 SC와 달리 직접 창외표면에 도달한 일사량에 SHGC를 곱해주면 실내측으로 획득된 총태양복사량을 손쉽게 산출할 수 있기 때문에 국외에서는 이미 이 계수를 표준값으로 사용하고 있다.⁽⁵⁾

$$SHGC = \frac{(G_i \times \tau) + (G_i \times \alpha \times \tau)}{G_i} \quad (1)$$

한편 여러 층(layer)으로 구성된 창호의 SHGC는 식(2)와 같이 정의될 수 있다.

$$SHGC = \tau + \sum_{j=1}^n N_{ij} \times \alpha_j \quad (2)$$

2.2 국내의 관련 연구현황

Joshua⁽⁶⁾의 연구결과에 따르면, Washington D. C. 나 Kansas City와 같이 난방이 우세한 기후에서 일사취득이 높은 창호를 적용하고, Phoenix나 Sacramento와 같이 냉방이 우세한 기후에서 낮은 일사취득 창호를 사용할 경우에는 창호에 의한 에너지 소비량을 약 40% 절약할 수 있는 것으로 나타났다. 또한 dynamic이나 ultra-window(U-factor 0.57 W/m².K) 및 SHGC 0.10 또는 0.35는 창이 없는 경우보다 에너지 소비가 작게 나타났다. Dariush⁽⁷⁾의 연구에 의하면 Minneapolis, Salt Lake City 및 Washington D. C와 같이 난방이 우세한 기후에서 U-factor 0.57 W/m².K의 창호는 겨울철 동안 에너지 중성대(energy neutral)가 되며, 일사취득은 전도 열손실을 상쇄시켰다. 또한 그러한 창호는 오히려 에너지 생산자가 될 수 있는 것으로 나타났다. 난방과 냉방이 다 존재하는 지역에서는 낮은 U-factor가 난방기를 위한 높은 SHGC에서 냉방기를 위한 낮은 SHGC로 조절하는 능력만큼 중요하지 않음을 지적하였다. 이승복⁽⁸⁾의 연구에 따르면 한국의 단독주택에서 냉방부하는 유리의 종류(single, double clear 및 low-e clear glazing)에 따라서는 영향이 적었으나, 난방부하는 상당히 크며, 남향의 경우 double 및 low-e glazing의 난방부하가 single glazing의 절반수준으로 나타났다. 또한 냉난방을 종합할 경우 에너지 절약을 위해서는 low-e의 사용이 필요함을 언급하였다. 문선혜⁽⁹⁾는 사무소 건축물을 대상으로 low-e 유리의 에너지 성능을 분석하여 low-e가 투명 복층유리(16mm double clear)에 비해 냉방성능이 감소하며, 색유리 중 녹색이 냉방

에너지 측면에서는 가장 효율적임을 결론지었다. 또한 냉방기간이 우세한 지역에서는 색유리+투명 low-e 유리, 냉난방기간이 비슷한 지역은 투명 low-e 유리+색유리, 난방기간이 우세한 지역은 색 low-e 유리+색유리를 효율적인 유리로 제시하였다. 김효중⁽⁶⁾은 SHGC가 상(0.7이상), 중(0.7미만~0.5이상), 하(0.5미만)의 특성을 가진 이중 및 삼중 low-e 유리를 적용한 창호에 대한 냉난방에너지를 평가하여 냉방 위주의 에너지 소비 패턴을 가지고 있는 사무소 건물의 경우 냉방에너지 소비량을 절감시키기 위해서는 SHGC가 낮은 low-e 창호를 적용해야 하며, 난방 시에는 SHGC가 커질수록 에너지 소비는 감소하는 반면 냉방의 경우에는 증가한다고 언급하였다. 유호천⁽¹⁰⁾의 연구결과에 따르면 사무소 건물에 low-e 유리를 적용할 경우 냉방부하는 감소하지만 난방부하의 증가로 인해 일반유리에 비해 전체적으로 부하량은 오히려 증가하는 것으로 나타났으며, 창면적비의 증가에 따라 냉난방부하는 상승하지만 조명부하의 증가로 인해 전체 에너지는 창면적비 50%에서 최소가 됨을 언급하였다. 김병수⁽¹¹⁾는 창호의 가시광선 투과율이 50% 이하일 때 유입 일사량이 급격히 감소하므로 난방부하 절감을 위해서는 가시광선 투과율(visible transmittance)은 60% 이상을 유지해야 한다고 하였다. 투과율이 낮을수록 냉방부하는 작게 나타났지만 40% 이하에서는 일사차단효과가 매우 비슷하게 나타났으며, 냉난방부하에 대한 오피스 창호의 적정 투과율은 40%에서 60%임을 지적하였다.

이상과 같이 국내의 경우 창호의 종류에 따라 그들이 에너지 소비에 미치는 영향에 대해서는 다양하게 검토되었으나, SHGC 값의 다양한 변화에 따른 에너지 성능에 대한 분석이 미흡함을 알 수 있다.

3. 창의 SHGC에 따른 에너지 성능 분석

3.1 시뮬레이션 기준설정

eQUEST(QUick Energy ESTimation)는 DOE-2 건물 에너지 평가 프로그램 계열로서 현재 널리 사용되는 건물 에너지 예측 프로그램 중 하나이다. 또한 eQUEST는 미국의 친환경 건물 평가 프로그램인 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) 및 캘리포니아 주의 공식 건물 에너지 평가프로그램으로 등록되어 있다.⁽¹²⁾ 또한 DOE-

2.2 엔진을 기본으로 하고 있어 온도차나 일사성분 등을 고려한 다양한 창호 시스템에 대한 에너지 해석을 수행할 수 있는 기능을 지원하고 있어 본 논문의 건물 에너지 해석 프로그램으로 eQUEST를 선정하였다.

건축물에서의 에너지 소비는 건축물의 규모, 장단변비, 창면적비, 향, 기후 등에 따라 좌우되기에 단독주택의 유리창을 통한 에너지 소비량을 분석하기 위해서는 먼저 표준적 모델을 설정하여야 하며, 아울러 기후적 특성을 반영하기 위한 대표도시를 선정하여야 한다. 주택의 현황을 조사한 기존 연구^(13,14)에 따르면 주택은 단층으로서 바닥면적 100㎡, 1 : 1.2의 장단변비와 남향이 가장 많은 분포를 나타냈다. 창면적비는 20~30%이며, 이를 향별로 나타내며 남 45%, 북 15%, 동서 각각 10%이다. 면적당 조명부하는 13 W/㎡⁽⁷⁾로 나타났다.

이에 본 연구에서는 상기의 자료 및 건축법에서 정한 열관류율 기준을 만족하면서 주택에 적용 가능한 구조체를 반영하여 신축주택의 표준적 조건으로 Table 1 및 Table 2와 같이 정하였으며, 이를 eQUEST에 의한 에너지 소비량을 추정 시에 적용하였다. 건축물의 에너지 소비는 기후조건에 따라 차이를 보일 수 있기에 냉난방도일을 기준으로 난방과 냉방이 국내에서 대체로 우세하며, 현재 국제적으로 공인된 TMY2 기상자료⁽¹⁵⁾가 있는 인천과 울산을 대표도시로 선정하였다. 이를 기준으로 시물레이션은 크게 두 가지로 나누어 진행하였다. 첫 번째는 두 도시에 대해 Fig. 1과 같이 장단변비 1 : 1.2의 표준모델을 바탕으로 외벽에 대해 국내의 평균 창면적비인 20%, 30%의 창을 향별로 동일하게 분배한 경우(equal distribution)이며, 두 번째는 첫 번째와 동일한 조건에서 국내의 전형적인 향별 창면적비(남 45%, 북 15%, 동과 서 각각 10%)를 적용한 경우(typical distribution)이다. 아울러 SHGC 값의 변화에 따른 유리창의 에너지 소비 특성을 분석하기 위해 SHGC와 U-factor 각각에 대해 그 값을 0에서 1까지 0.1단위로 세분화하여 총 726회(6가지 안, 121회/안)의 시물레이션을 실시하였다. 냉난방은 효율 80.6%의 가스보일러와 COP 2.86의 air-conditioning unit로 구성하였으며, 실내설정온도는 『건축물의 에너지절약설계기준(국토해양부 고시 제2008-652호)』 별표 7에서 제시한 공동주택 기준 중 에너지절약을 위해 최고온도인 난방 20℃, 냉방 28℃로 기준으로 하였다.

Table 1 Summary of modeling conditions for simulation for standard house

| Parameter | Condition |
|-----------------------------|--|
| Floor area | 100 m ² |
| Building and ceiling height | 3 m and 2.5 m |
| Aspect ratio | 1 : 1.2 |
| House construction | New construction(one story) |
| Foundation | Slab-on-grade |
| Fenestration type | User defined |
| Fenestration distribution | Equal and typical distribution on all four orientations |
| Insulation | Envelope insulation levels are based on location(See Table 2) |
| Infiltration | 0.6 ACH |
| Internal mass furniture | 8 lb/ft ² |
| HVAC system | Gas furnace and electric DX air conditioner |
| HVAC system sizing | Auto size (Cooling and Heating sizing ratio : 1.1) |
| HVAC efficiency | DX air conditioner : COP 2.86, Furnace efficiency : 80.6% |
| Part-load performance | Part-load curves for DOE2 |
| Thermostat settings | Heating : 20°C, cooling : 28°C |
| Internal loads | 4 people + 13 W/m ² (lighting) + 5 W/m ² (equipment) |

Table 2 Thermal conductance applied on simulation (W/m².K)

| Parameter | Inchon | Ulsan |
|---------------|-------------|------------|
| Exterior wall | 0.43(0.47)* | 0.53(0.58) |
| Roof | 0.26(0.29) | 0.33(0.35) |
| Floor | 0.27(0.35) | 0.30(0.41) |

* : The standard Values in Architectural Law(2009).

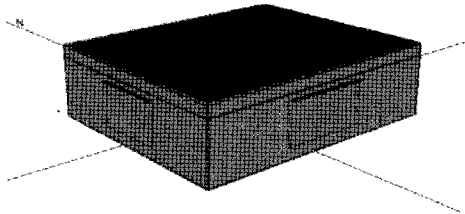


Fig. 1 3D picture on equal distribution of window.

3.2 결과 및 분석

본 연구에서는 U-factor와 SHGC 값의 변화에 따른 유리창에 의한 에너지 소비 특성을 분석하기 위해 상기의 시뮬레이션 조건을 바탕으로 6가지 안에 대한 연간 냉난방에너지 소비를 분석하였으며, 그 결과는 Fig. 2 및 Fig. 4와 같다. 각 그림에서 실선으로 표현된 창을 통한 열전달이 없는 경우 즉, U-factor와 SHGC가 0(이하 “에너지 기준선”이라 칭함)인 연간 냉난방에너지 소비량은 인천 31.5 GJ, 울산 24.2 GJ로 나타났다. Table 3은 U-factor가 동일한 경우에 창에 의한 에너지 소

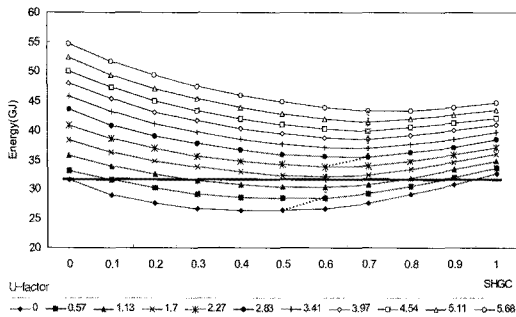
비가 최소가 되는 SHGC를 나타낸 것으로 이 값이 0.3~0.8에 분포한 인천에 비해 울산이 0.1~0.5로 낮게 분포한 것은 울산이 상대적으로 일사취득에 의한 냉방부하가 높기 때문인 것으로 사료된다.

3.2.1 동일한 창면적비로 분배한 경우

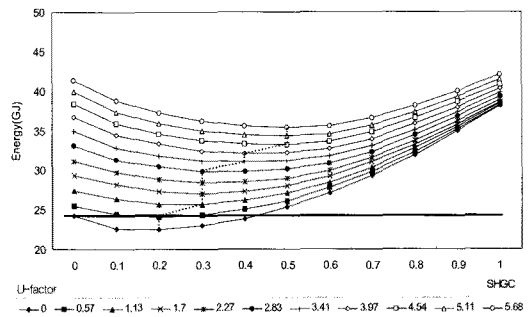
인천 및 울산에서 각 방위별로 동일한 창면적비(WWR : Window-Wall-Ratio) 20%, 30%에 대한 각 창 의 연간 냉난방에너지 소비량을 표현하면 Fig. 2와 같다. 창에 의한 에너지 소비가 최소 및 최대가 되는 U-factor/SHGC는 창면적비 20%에 대해 인천은 0/0.5(26.25 GJ) 및 5.68/0(54.68 GJ), 울산은 0/0.2(22.45 GJ) 및 5.68/1(42.01 GJ)이며, 창면적비 30%의 경우 인천은 0/0.3(25.43 GJ) 및 5.68/0(67.49 GJ), 울산은 0/0.1(21.73 GJ) 및 5.68/1(26.9 GJ)로 SHGC와 지역에 따라 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 동일 지역 내에서 창면적비에 따라 연간 냉난방에너지가 최소 및 최대가 되는 U-factor는 동일하지만, SHGC는 약간의 차이를 보였으며, 동일 창면적비에서 도시 간 비교하면 U-factor로 인한 에너지 최소 및 최대 지점과 SHGC에 의한 최소지점은 약간의 차이만 있지만, 에너지가 최대가 되는 SHGC의 경우에는 인천이 0인 반면 울산은 1로서 많은 차이를 보였다. 특히 각 안은 그림에서 보는 바와 같이 두 도시에서 U-factor가 증가할수록 창에 의한 에너지 소비도 지속적으로 증가하였으나, SHGC의 경우 그 값이 증가

Table 3 SHGCs of minimum energy use by U-factors in two cities

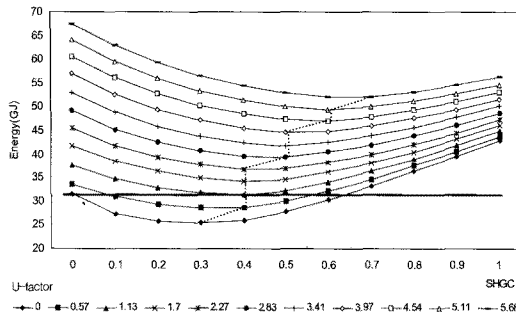
| City | | Inchon | | | | | | | | | | | Ulsan | | | | | | | | | | |
|----------------------|-----|--------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| U-factor | | 0 | 0.57 | 1.13 | 1.7 | 2.27 | 2.83 | 3.41 | 3.97 | 4.54 | 5.11 | 5.68 | 0 | 0.57 | 1.13 | 1.7 | 2.27 | 2.83 | 3.41 | 3.97 | 4.54 | 5.11 | 5.68 |
| Equal distribution | 20% | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| | 30% | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.6 | 0.7 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Typical distribution | | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 0.8 | 0.2 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | 0.5 |



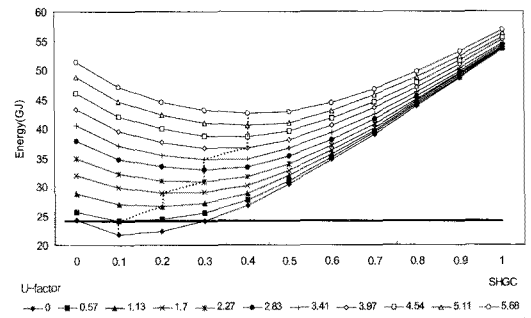
(a) Inchon, WWR = 20%



(b) Ulsan, WWR = 20%



(e) Inchon, WWR = 30%



(f) Ulsan, WWR = 30%

..... represents the SHGC for a given U-factor that will achieve minimum energy use
 — energy consumption of building with no windows

Fig. 2 Annual source energy(combined cooling and heating) by SHGCs for equal WWR.

할수록 에너지 소비는 감소하다가 Table 3에 있는 SHGC(Fig. 2와 Fig. 4에서 점선에 있는 것)부터는 반대로 증가하는 특성을 나타내었다. 아울러 에너지 선의 기울기를 주목하면 U-factor의 변화에 따른 에너지 소비량의 차이보다는 SHGC의 변화에 따른 차이가 더 많았으며, 이는 창면적비 20%보다 30%에서 더욱 뚜렷하게 나타났다. 두 도시 간 창에 의한 에너지 소비 특성을 비교하면 울산보다 인천이 대체적으로 창에 의한 에너지 소비가 많지만, 창면적비 20%에서는 SHGC 0.6~1, 30%에서

는 0.4~1에서부터는 울산이 인천보다 오히려 많은 에너지 소비 특성을 나타내었다. 에너지 기준선보다 에너지 소비량이 작은 범위가 울산이 인천보다 좁기에 창을 통한 에너지 절약 효과를 보기 위해서는 울산과 같이 냉방이 우세한 지역에서는 주의해야 할 것으로 사료된다.

Fig. 3은 SHGC의 변화에 따른 창면적비 간 연간 냉난방에너지 소비량의 차이를 비율로 나타낸 것이다. 두 도시에서 변화의 기울기는 유사하였으며, SHGC가 인천의 경우 0.3까지, 울산의 경우 0.2

까지는 감소하다가 이 이후부터는 증가하는 특성을 보였다. 또한 인천은 평균 15.3%, 울산은 평균 21.5% 창면적비 20%에 비해 30%가 에너지 소비

가 많은 것으로 나타났다.

이를 정리하면 창에 의한 에너지 소비는 지역과 창면적비에 따라 차이가 있으며, U-factor가 증가할수록 에너지 소비는 지속적으로 증가하지만, SHGC는 그 값에 따라 창에 의한 에너지 소비의 증감 특성이 다르게 나타나기에 U-factor만을 기준으로 하는 국내의 현행 창에 대한 에너지 절약 기준에 지역별 SHGC가 반영되어야 하며, 건축계획단계에서 유리창에 의한 에너지 절약 효과를 보기 위해서는 U-factor 외에 SHGC도 함께 고려하여야 할 것으로 판단된다.

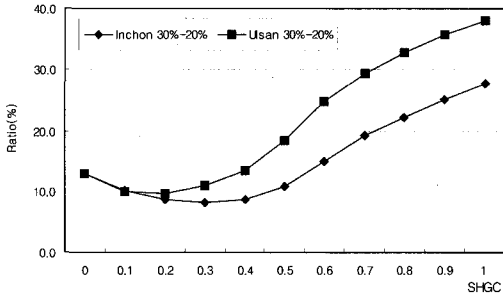
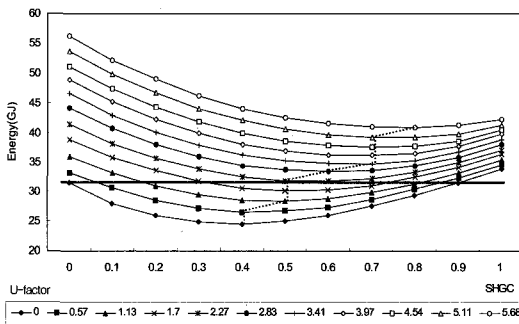


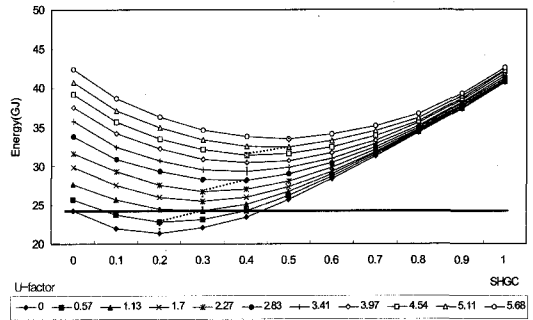
Fig. 3 Difference ratio between WWRs.

3.2.2 전형적인 창 분배의 경우

Fig. 4는 국내 주택의 전형적인 창 분배 패턴 즉, 남 45%, 북 15%, 동과 서에 각각 10%를 적용한 경



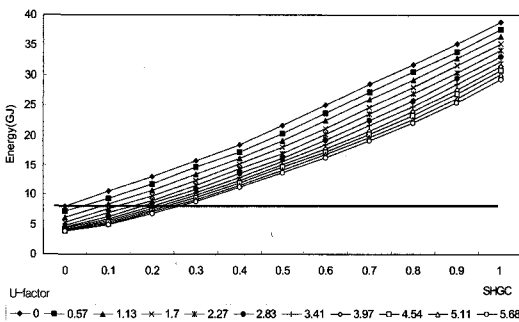
(a) Incheon



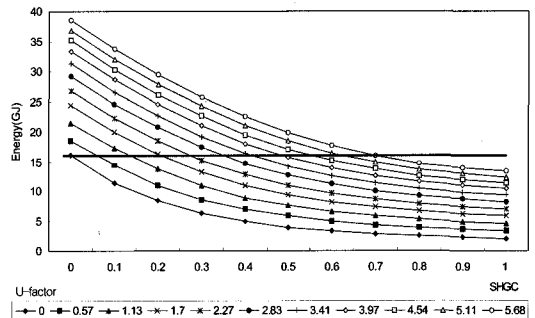
(b) Ulsan

..... represents the SHGC for a given U-factor that will achieve minimum energy use
 — energy consumption of building with no windows

Fig. 4 Annual source energy(combined cooling and heating) by SHGCs for typical WWR.



(a) Cooling



(b) Heating

— energy consumption of building with no windows

Fig. 5 Annual cooling and heating energy by SHGCs for typical WWR in Ulsan.

Table 4 Ratio(%) of solar radiation by windows on total space cooling load of U-factor 2.83/SHGC 0.5

| Inchon | | | Ulsan | | |
|--------|---------|----------------|-------|---------|----------------|
| Equal | distri. | Typial distri. | Equal | distri. | Typial distri. |
| 20% | 30% | | 20% | 30% | |
| 56.6 | 67.2 | 61.5 | 58.0 | 68.3 | 62.5 |

우의 창에 의한 연간 냉난방에너지 소비 특성을 나타낸 것으로 창에 의한 에너지 소비가 최소 및 최대가 되는 U-factor/SHGC의 경우 인천은 0/0.(24.53 GJ) 및 5.68/0(56.18 GJ)이며, 울산은 0/0.2(21.32 GJ) 및 5.68/1(42.6 GJ)로 에너지 소비 최소 및 최대 특성이 동일하게 창을 분배한 경우와 같은 결과로 나타났다. 특히 에너지 소비량 측면에서는 상기 창면적비 20%와 유사하였으나, 에너지 선의 기울기는 30%와 유사한 특성을 보였다. 즉, U-factor의 변화에 따른 에너지 소비량의 차이보다 SHGC의 변화에 따른 차이가 더 많음을 알 수 있다. 또한 인천이 울산에 비해 대체로 에너지 소비가 많지만, SHGC 0.5부터는 울산이 많은 것으로 나타났으며, 에너지 기준선 이하 범위는 창면적비 20% 및 30%보다 두 도시에서 다소 넓게 형성되었다.

Fig. 5는 울산에 대한 연간 냉방 및 난방 에너지 소비 특성을 나타낸 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 냉방의 경우 SHGC가 증가할수록 에너지 소비도 증가한 반면, 난방의 경우에는 오히려 감소하였다. 특히 에너지 기준선보다 아래에 있는 SHGC는 난방의 경우 최대 0.7까지인데 반해, 냉방은 최대 0.25까지로 난방에 비해 낮을 뿐만 아니라 U-factor별 그의 해당범위도 난방보다 좁게 분포되어 있다. 이는 냉방부하요소 중 외벽, 지붕, 바닥, 침입외기 및 창의 관류는 연간을 통해 대부분 난방부하로 작용하나, 창의 일사성분은 연간 냉방부하로 작용할 뿐만 아니라 Table 4에서 같이 연간 총 냉방부하에 대해 인천 및 울산은 각각 평균 61.8%, 62.9%로 높게 작용하기 때문인 것으로 사료된다.

4. 결 론

인천 및 울산 지역의 주택을 대상으로 창의 SHGC가 에너지 소비에 미치는 영향을 eQUEST에 의한 에너지 상세해석을 통해 분석한 결과를 정리

하면 다음과 같다.

(1) 창에 의한 연간 냉난방에너지 소비는 지역과 창면적비에 따라 차이가 있으며, U-factor가 증가할수록 에너지 소비는 지속적으로 증가하지만, SHGC는 그 값에 따라 에너지 소비의 증감 특성이 다르게 나타나 U-factor만을 기준으로 하는 국내의 현행 창에 대한 에너지 절약 기준에 지역별 SHGC가 반영되어야 하며, 건축계획단계에서 유리창에 의한 에너지 절약 효과를 보기 위해서는 U-factor외에 SHGC도 함께 고려하여야 할 것으로 판단된다.

(2) 국내 주택의 전형적인 창 분배 패턴을 적용한 경우의 창에 의한 에너지 소비량은 창면적비 20%와 유사하였으나, 에너지 선의 기울기는 30%와 유사한 특성을 보였다. 즉, U-factor의 변화보다는 SHGC의 변화에 따른 에너지 소비량의 차이가 보다 많은 것으로 나타났다. 또한 냉방에 의한 에너지 소비는 SHGC가 증가할수록 함께 증가한 반면, 난방의 경우에는 오히려 감소하는 특성을 보였다.

(3) 본 연구의 현실적 활용을 위해서는 향후 냉방부하가 크게 작용하는 사무소, 호텔 등과 같은 상업용 건축물을 대상으로 지역별 적정 SHGC에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 2008학년도 동의대학교 교내일반연구비(2008AA145)에 의해 연구되었음.

참고문헌

1. Korea Energy Economic Institute, 2007, 2006 yearbook of energy statistics.
2. Cha J. H., 2003, General remarks of energy, Korea Energy Information Center.
3. Kang Y. S., Jung M. H., Park H. J., Kim M. E. and Ilm P. C., 2008, A study of selecting proper glazing system for economize building energy, Journal of Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems Vol. 2 No. 1, pp. 15-21.
4. Lee J. Y., 1998, Energy performance assessment technology development of advanced solar control window(ASCW), Korea Institute of Energy Research, pp. 15-39.

5. Kim, H. J., Park, J. S., Shin, U. C. and Yoon, J. H., 2008, Heating and cooling energy performance analysis of an office building according to SHGC level of the double and triple glazing with low-e coating, The proceeding of the Korea Solar Energy Society 2008, pp. 90-95.
6. Joshua A., Dariush. A. and Yu J. H., 2003, Future advanced windows for zero-energy homes. ASHRAE transactions, Vol. 109, No. 2, pp. 871-82.
7. Dariush A., Howdy G., Joe H., Christian K. and Robin M., 2006, Performance criteria for residential zero-energy windows, ASHRAE transactions, Vol. 103, No. 1, pp. 176-85.
8. Leigh S. B. and Won J. S., 2004, An analysis of demand for environmental controls on different residential building types, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 16 No. 10, pp. 960-968.
9. Mun S. H., Kwon H. S. and Huh J. H., 2006, Methods to improved the cooling energy performance of low-e glazing, Proceedings of 2006 Architectural Institute of Korea, Vol. 26 No. 1, pp. 625-628.
10. Yoo H. C., Oh Y. H. and Park S. K., 2005, The optimal window system of office buildings considering energy efficiency, Journal of the Korea Solar Energy Society, Vol. 25 No. 4, pp. 53-60.
11. Kim B. S., Kim J. S., and Yim O. Y., 2004, Optimal windows transmittance by energy performance analysis and subjective evaluation in office building, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 24, No. 3, pp. 73-83.
12. Seo D. H., Koh J. Y. and Park Y., 2009, Energy and economic analysis of heat recovery cogeneration loop with heat pump system by detailed building energy simulation, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 21 No. 2, pp. 71-78.
13. Jang Y. S., Hong S. H., Park H. S., and Suh S. J., 2004, Energy efficiency rating and certification criteria of a detached house, Korea Journal of Architectural Institute, Vol. 20 No. 12, pp. 203-10.
14. Kim B. S., Yoon J. H., Baek N. C., and Lee J. S., 2001, The estimate of simulation performance for a master plan of self-sufficient house, Journal of the Korea Solar Energy Society, Vol. 21 No. 4, pp. 13-20.
15. http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/weather_data.cfm.