

창호의 열관류율, 일사취득계수와 향의 배치가 건물의 냉난방 부하에 미치는 영향에 관한 지역별 비교연구

Comparative Analysis on the Heating and Cooling Loads Associated with U-value, SHGC and Orientation of the Windows in Different Regions

최민서*
Choi, Min-Seo

장성주**
Chang, Seong-Ju

Abstract

The primary goal of this research is to identify the impacts of window design on the energy use in buildings which takes up about 25% of the total energy consumption. Recently, efficient use of energy is gaining more importance in buildings. Window design, especially being dependent on glazing performance choices, is an important factor for reducing energy consumption in most of the buildings. It also is influenced by the latitude of the site and window orientation. This paper aims at identifying the influence of Window performance indicators(U-value, SHGC), orientation and latitude on the building energy consumption with systematically designed simulations. Comparative study has been performed for five different locations: Greenland, Korea, Singapore, Argentina and Chile along with the different window U-value and SHGC values.

The results show that optimum window system with properly coordinated window performance indicators(U-value, SHGC), orientation achieves dramatic reduction of energy consumptions. Windows with low U-value could reduce heating loads and high SHGC could reduce cooling loads. The study also verifies that the windows installed at south facade is more energy efficient in the northern hemisphere while windows facing north is more energy efficient in the southern hemisphere.

키워드 : 건물에너지, 열관류율, 일사취득계수, 위도, 향, 창유리 성능

Keywords : Building energy, U-value, SHGC, Latitude, Orientation, Glazing performance

1. 서론

우리나라의 에너지 총 조사 보고서에 의하면 건축 분야의 에너지 소비는 총 에너지 소비량의 25%를 차지하고 있다. 이에 따라 벽체 및 창호의 열관류율 등의 규제를 통해 제도적으로 건축 분야의 에너지 소비량을 줄이기 위한 노력이 시도되고 있다. 특히 창호는 벽체나 지붕의 열손실에 비해 약 8배 정도의 열손실이 크므로 이에 대한 대책이 필요하다. 이에 따라 주요 선진국의 단열기준에서 창호는 집중 관리되고 있는 부분이며 고단열, 고기밀성 창호의 개발은 물론 <그림 1>에서 보는 바와 같이 국가에서 요구하는 단열성능의 수준도 상당히 강화되고 있다. 특히, 독일, 네델란드, 핀란드 등 유럽 일부 국가의 신규 건축물은 0.7

W/m²K 대의 초단열 건축물을 선보이며, 제로에 가까운 에너지 성능향상에 중점을 두고 있는 추세이다. 이에 에너지 자원이 부족한 우리나라에서도 2013년 8월부터는 기존의 단열 기준의 10~30% 강화한 설계기준을 제시하였고, 창호의 열관류율 기준값은 선진국 수준인 1.5 W/m²K대로 강화한다고 고시하였다. 이에 새로 적용되는 법적 기준에 부합하고 우리나라 창호 업체들의 세계 시장으로의 진출을 위해 글로벌 스케일의 창호설계 분석이 필요한 시점이다.

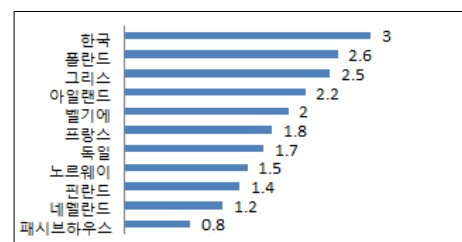


그림 1. 각 국가별 창호 열관류율 기준현황 (단위 : W/m²K, 2010)

* 주저자, KAIST 건설 및 환경공학과 석사과정 (choi4036@kaist.ac.kr)

** 교신저자, KAIST 건설 및 환경공학과 교수 (schang@kaist.ac.kr)

이 논문은 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(11첨단도시G08)에 의해 수행된 연구이며 국토해양부의 U-City 석·박사 과정 지원사업으로 지원되었습니다.

창호의 성능을 평가할 수 있는 지표로는 유럽 ISO가 규

정한 열성능인 총열관류율(U-value)과 미국에서 주로 사용하는 광학적 성능인 일사취득계수(SHGC: solar heat gain coefficient)가 있다. U-value는 실내외 온도차에 의한 열손실을 반영한 개념으로 실내외 온도차가 큰 겨울철 난방부하에 적용하기 유용한 반면, SHGC는 일사에 대한 개념으로 창호에 직접 투과된 태양에너지의 비율과 창호에 흡수되었다가 재방사 된 태양에너지의 비율의 합으로 냉방 중심의 냉방부하에 적용하기 유용한 지표라 할 수 있다.(박률, 2010) 이 지표들은 외부에 도달한 일사량과 실내에 투과된 일사량을 기준으로 산정하기 때문에 창호가 설치된 향(Orientation)과 건물이 위치한 위도가 중요한 요소이다.

본 연구에서는 상이한 위도 및 기후에 따른 창호의 에너지 효율을 파악하기 위하여 창호가 설치되는 향, 열관류율(U-value), 일사취득계수(SHGC)을 변화시켜 그에 따른 에너지 증감효과를 규명해 보고자 한다. 이에 따라 창호의 물성 및 설치방식과 에너지 증감효과의 상관성에 대한 분석을 통해 국가별, 지역별로 최적창호설계 기준설정에 일조하고, 향후 우리나라 창호제작 업체의 세계 진출을 고려할 때 시장 선점을 위한 토대를 마련하고자 한다.

2. 기존 연구 현황 및 문제점

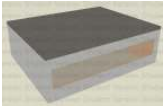
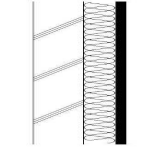

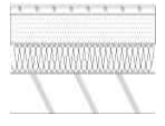
Joshua의 연구 결과에 따르면, 난방부하가 큰 지역인 Boston(MA)과 Seattle(WA)의 경우 일사취득이 높은 창호를 적용하고, Phoenix(AR)와 Jacksonville(FL)와 같은 냉방부하가 큰 지역에서는 일사취득이 낮은 창호를 사용할 경우 창호에 의한 에너지 소비량을 약 40% 절감할 수 있는 것으로 나타났다.[2] Dariush의 연구에 의하면, 난방과 냉방이 모두 존재하는 지역에서는 낮은 U-value보다 SHGC를 조절하는 것이 에너지 측면에서 효율적이라 했다.[3] 신재규의 연구에 따르면 U-value의 감소에 따라 주거공간의 경우 난방에너지는 71%가 감소하고, 냉방에너지는 58% 증가하는 것으로 나타났다.[4] 윤재훈의 연구 결과에 따르면, 냉방부하는 창유리의 U-value가 감소할수록 증가되며 상승폭도 U-value 값이 낮을수록 높은 것으로 나타났다. 또한, 창유리의 U-value와 SHGC의 상관관계를 보면, U-value가 향상될수록 SHGC 변화에 따른 난방부하 변화율은 증가하고 냉방부하 변화율은 약 42%로 일정하게 나타났다. 변화량은 난방부하는 약 1.6~2.1배 줄어들고 냉방부하는 약 1.1~1.5배 늘어나며, 최대와 최소의 차이도 냉방부하가 난방부하보다 약 2배 정도 더 큰 것으로 분석되었다.[5] 이승복의 연구에 따르면, 한국의 단독주택에서 유리의 종류(Single, Double clear, Low-e clear 창유리)가 냉방부하보다는 난방부하에 큰 영향을 미치고, 에너지 절약을 위해서는 Low-e의 사용이 필요함을 언급하였다.[6] 이상과 같이 기존의 연구는 특정 국가를 바탕으로 창호의 U-value 과 SHGC 의 값 그리고 건축물의 향 변화를 통해 에너지 소비량을 측정하는 지역적인 연구가 대부분을 이루고 있다. 또한, 현재 창호 성능의 향상에 대한 결과를 반영하지 못함을 알 수 있다.

3. 연구 대상 및 방법

3.1 분석용 건축물 모형

본 연구에서 분석에 적용한 건축물의 모형은 <표 1>과 같다. 열관류율은 한국의 건축법(2011년)에서 제시한 건축물 단열기준의 중부지역을 기준으로 적용하였다.

표 1. 시뮬레이션 분석을 위해 설정한 가상 건축물 모형

구성요소	재료	치수 mm	U-value (W/m ² K)	도식
Building Geometry	10m×2.8m×10m		-	
Wall	Concrete	130	0.35	
	XPS Extruded Polystyrene	85		
	Plasterboard	20		
Roof	Asphalt	15	0.2	
	MW Glass Wool	185		
	Air gap	200		
	Plasterboard	15		
Floor	Timber Flooring	52	0.41	
	Loose fill/powders: Floor /Roof Screed	75		
	Urea Formaldehyde	78		
	Concrete	100		
HVAC	Fan-coil unit	Heating (Fuel : natural gas) Setpoint : 21 °C (Setback : 12°C) Cooling setpoint(Fuel : Electricity) : 25 °C (Setback : 28°C)		
Window	50% of wall surface (Single side)			

3.2 분석 대상지역 선정

본 연구에서는 건물 냉난방에 큰 영향을 주는 요소를 태양복사량으로 판단하였으며 이는 각 나라가 위치한 위도와 관련성이 있기에 위도를 기준으로 <표 2>와 같이 분석대상 도시를 선정하였다. 적도지방의 싱가포르를 중심으로 북반구는 그린란드와 대한민국, 남반구는 정반대에 위치한 칠레와 아르헨티나 등 5개 지역을 대상으로 하였다.

표 2. 전 세계에서 선별된 분석대상 지역

국가	도시	위도	기후영역 (Koppen climate classification)
Greenland	Egedesminde	68.70	Dfc(냉대습윤)
Korea	Seoul	37.56	Dfa(냉대습윤)
Singapore	Singapore changi	1.35	Af(열대우림)
Argentina	Buenos aires	-34.60	Csa(지중해성)
Chile	Frei	-62.18	Cfc(서안 해양성)

3.3 연구의 방법

Design Builder™ 프로그램을 사용하여 U-value와 SHGC 값을 변화시켜 대상지역에서의 냉방과 난방 부하량을 비교하였다. 시뮬레이션에 사용된 창호의 U-value는 <표 3>과 같다. U-value는 총 3개의 값을 기준으로 하여 Design Builder에서 제공하는 창유리 유형을 선정하여 측정하였으며 최대한 SHGC의 영향을 최소화하기 위해 일정 범위의 SHGC 값을 기준으로 하여 유리를 선정하였으며 또한, 각 위도에 따른 건축물의 향이 미치는 영향을 알아보기 위해 동서남북 방향에 따라 각 요소별 요인들을 변경하여 실험하였다. 시뮬레이션 절차는 <그림 2>와 같다. 또한 냉난방 시스템은 부하에 따라 그 소요에너지의 증감을 조절할 수 있도록 그 용량이 정해져 제어되기 때문에 시스템의 최대용량을 고려하여 최한월과 최난월 기온의 부하량을 비교 분석하였다.

표 3. U-value에 따른 창유리 유형분류

Standard U-value	창유리 유형	U-value	SHGC
0.75	Trip Loe(e2=e5=1) clr 3mm/13mm Arg	0.786	0.470
1.4	Dbl Loe Elec Abs Bleached 6mm/13mm Arg	1.322	0.478
2.0	Dbl Loe Elec Abs Bleached 6mm/6mm Air	2.287	0.465

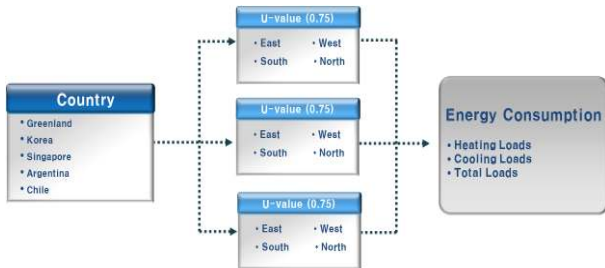


그림 2. U-value 민감도 분석 시뮬레이션 절차

SHGC는 <표 4>와 같이 총 3개의 값을 기준으로 하여 Design Builder에서 제공하는 창유리 type을 선정하여 측정하였다. U-value의 영향을 최소화하기 위해 일정범위의 U-value 값을 기준으로 하여 유리를 선정하였다. SHGC 변화에 따른 시뮬레이션 절차는 <그림 3>과 같다.

표 4. SHGC에 따른 창유리 유형분류

Standard SHGC	창유리 유형	SHGC	U-value
0.25	Dbl Ref-C-H clr 6mm/6mm Air	0.266	2.898
0.50	Dbl Bronze 6mm/13mm Arg	0.481	2.549
0.75	Dbl Clr 3mm/13mm Air	0.761	2.761

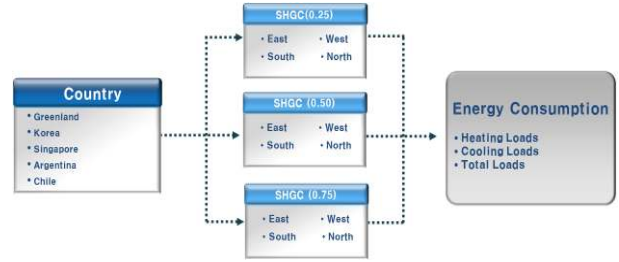


그림 3. SHGC 민감도 분석 시뮬레이션 절차

4. 연구결과 및 분석

4.1 창호의 U-value에 따른 냉난방 에너지 비교

한국은 월 평균기온이 가장 높은 8월의 냉방과 월평균 기온이 가장 낮은 1월의 난방값을 사용하였다. 그 결과 <그림 4>와 같이 냉방의 경우 북향이 가장 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, 난방은 남향이 가장 에너지 소비량이 작으며 U-value는 작을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다. 동향과 서향의 경우 냉난방 부하의 패턴이 매우 유사하게 나타남을 알 수 있다.

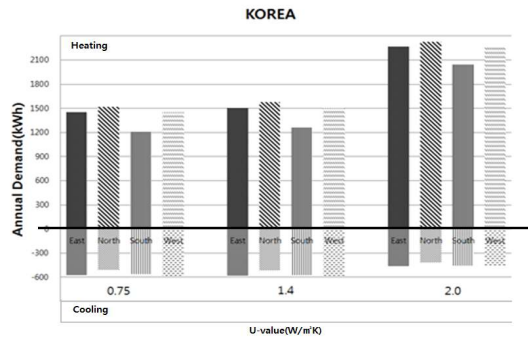


그림 4. U-value에 따른 냉난방부하 변화(Korea)

아르헨티나는 월 평균기온이 가장 높은 1월의 냉방값과 월 평균기온이 가장 낮은 7월의 난방값을 사용하였다. 그 결과는 <그림 5>와 같다. 냉방의 경우 남향이 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, 난방은 북향이 에너지 소비량이 작고, U-value는 작을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다.

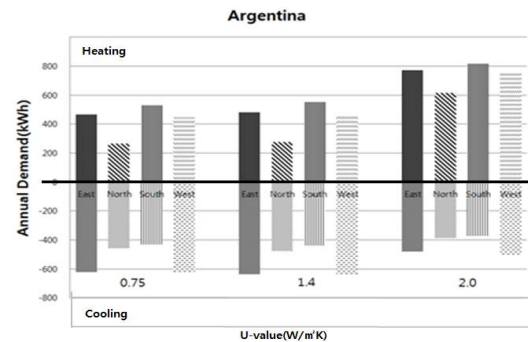


그림 5. U-value에 따른 냉난방부하 변화(Argentina)

싱가포르의 열대기후이기에 <그림 6>에서와 같이 난방 부하는 존재하지 않았고, 냉방 에너지 소비량만 파악할 수 있었다. 냉방부하는 큰 폭의 차이는 보이지 않았으나 남향이 가장 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났다.

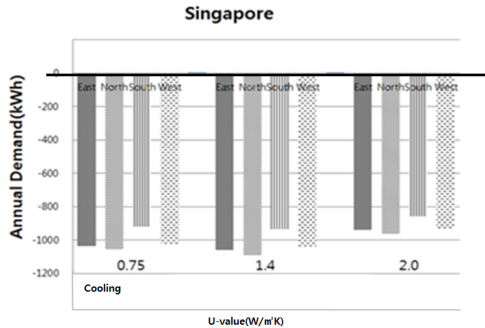


그림 6. U-value에 따른 냉방부하 변화(Singapore)

1년 내내 눈이나 얼음으로 뒤덮여 있는 빙설기후로 쾰펜의 기후 구분에서 한대기후에 속하는 그린란드는 <그림 7>에서와 같이 냉방부하는 존재하지 않았고, 난방 에너지 소비량만 파악할 수 있었다. 난방의 경우 남향이 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, U-value는 낮을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다.

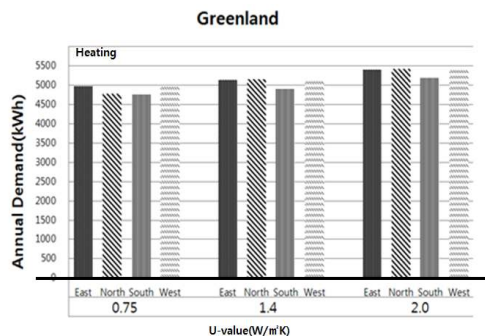


그림 7. U-value에 따른 난방부하 변화(Greenland)

<그림 8>은 칠레의 난방부하 측정결과이다. 남반구에 위치한 칠레는 위도에 따라 기후가 다양하다. 그중 해당 지역은 연평균 기온이 약 9°C의 한랭기후에 속한다. 난방의 경우 북향이 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, U-value는 낮을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다.

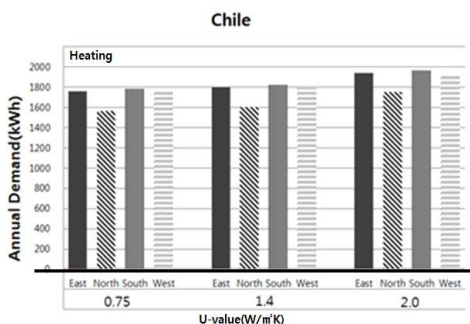


그림 8. U-value에 따른 난방부하 변화(Chile)

4.2 창호의 SHGC에 따른 냉난방 에너지 비교

<그림 9>는 한국의 SHGC의 값에 따른 에너지 소비량을 나타낸 것으로 난방의 경우 북향이 가장 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, 일사취득계수는 높을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다. 일사취득계수는 <그림 10>과 같이 SHGC의 값이 클수록 증가하였고, 특히, 남향에서 가장 큰 값이 나타났다. 동향과 서향의 냉난방 부하량의 패턴은 유사하게 나타났다.

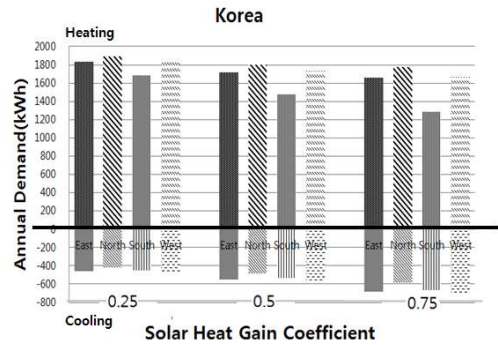


그림 9. SHGC에 따른 냉난방부하 변화(Korea)

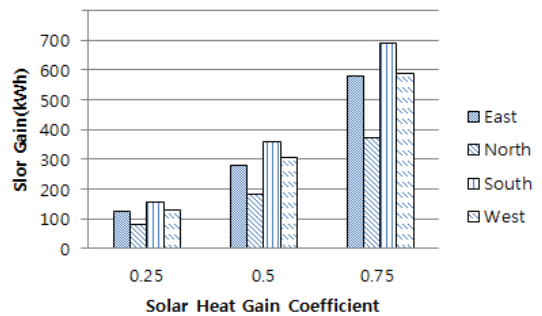


그림 10. SHGC 및 향에 따른 일사취득 변화량(Korea)

아르헨티나의 SHGC 변화에 따른 에너지 소비량을 비교해보면 <그림 11>과 같이 난방은 남향에서 가장 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났고, SHGC는 낮을수록 난방 소비량이 작은 것으로 나타났다. 난방부하는 북향에서 가장 작게 나타났고, SHGC가 높을수록 난방부하를 절약할 수 있었다. <그림 12>에서처럼 일사취득계수는 SHGC의 값이 클수록 증가하였고, 특히 북향일 경우 가장 효율적이었다.

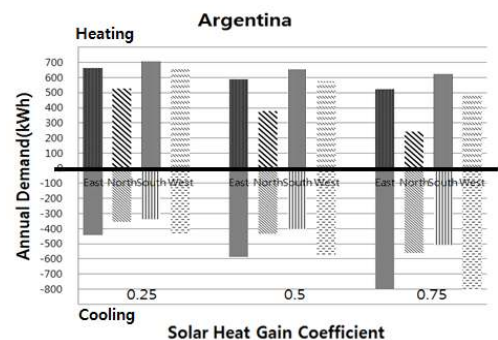


그림 11. SHGC에 따른 냉난방부하 변화(Argentina)

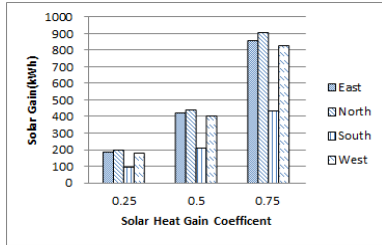


그림 12. SHGC 및 향에 따른 일사취득 변화량(Argentina)

싱가포르의 동일 SHGC값을 지닌 창호의 향의 변화에 따른 냉방부하는 큰 차이가 없지만 남향이 가장 에너지 소비량이 작고, 일사취득계수가 낮을수록 냉방 소비량이 작은 것으로 나타났다. 즉, 일사취득량이 적을수록 냉방부하는 작게 나타났다.

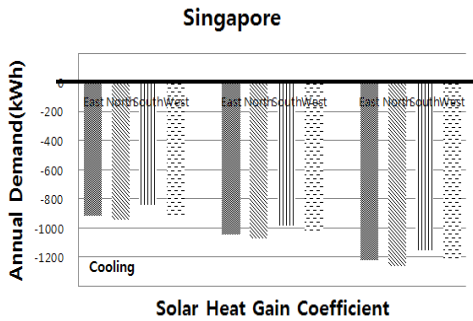


그림 13. SHGC에 따른 냉방부하 변화(Singapore)

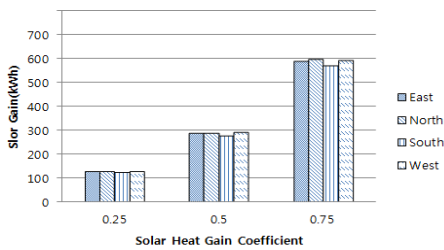


그림 14. SHGC 및 향에 따른 일사취득 변화량(Singapore)

그린란드의 경우 SHGC 값이 클수록, 특히, 남향에서 일사취득량이 많은 것으로 나타났다.

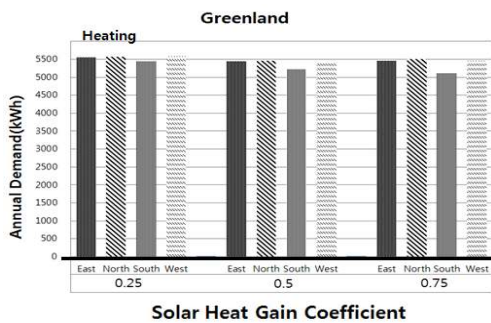


그림 15. SHGC에 따른 난방부하 변화 (Greenland)

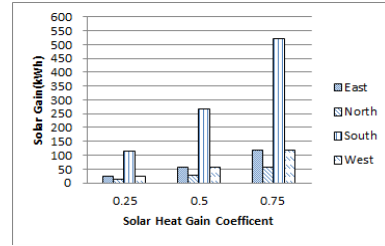


그림 16. SHGC 및 향에 따른 일사취득 변화량(Greenland)

<그림 17>은 칠레의 난방부하를 나타낸 것으로 건물의 배치는 북향에서 SHGC 값이 클수록 일사취득량이 많았고, 북향에서의 일사취득량이 많은 것으로 나타났다.

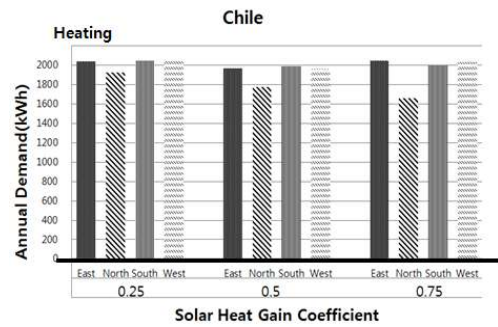


그림 17. SHGC에 따른 난방부하 변화(Chile)

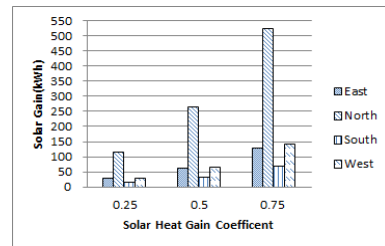


그림 18. SHGC 및 향에 따른 일사취득 변화량(Chile)

4.3 위도에 따른 영향 분석

각 나라의 위도에 따른 창호의 에너지 성능을 살펴보기 위해 <표 5>와 같이 U-value는 2.0W/m²K시의 냉방부하, 0.75W/m²K의 난방부하를 비교하였다.

표 5. 대상지역별 향에 따른 냉난방부하 변화 (U-value 2.0/U-value 0.75)

Country	Cooling Load (U-value: 2.0W/m ² K)				Heating Load (U-value: 0.75W/m ² K)			
	East	North	South	West	East	North	South	West
Greenland	-	-	-	-	4971.25	4774.38	4746.64	4967.34
Korea	465.01	418.47	455.15	471.83	1452.05	1515.26	1211.92	1450.40
Singapore	937.44	960.93	855.21	932.99	-	-	-	-
Argentina	478.98	385.84	370.56	498.04	469.45	268.14	531.21	449.99
Chile	-	-	-	-	1762.68	1569.06	1784.12	1754.12

시뮬레이션의 결과 <표 6>에서 같이 U-value 관련 최적 창호 향배치는 냉방 에너지 소비측면에서는 북반구에 위치한 대한민국의 경우 북향이 가장 유리하였고, 남반구에 위치한 아르헨티나는 남향이 냉방 에너지를 절약 할 수 있는 것으로 나타났다. 적도에 위치한 싱가포르의 남향이 가장 효율적인 것으로 나타났다. 반대로, 난방 에너지 소비는 북반구의 그린란드와 대한민국은 남향이 가장 효과적이었고, 남반구는 북향이 효과적이었다.

표 6. 분석대상 지역별 U-value 관련 최적 창호 향배치

Country(latitude)	U-value	
	냉방(2.0)	난방(0.75)
Greenland(68.70)	-	South
Korea(37.57)	North	South
Singapore(1.37)	South	-
Argentina(-34.82)	South	North
Chile(-62.18)	-	North

또한, 각 나라의 위도에 따른 창호의 에너지 성능을 살펴보기 위해 <표 7>과 같이 SHGC는 냉방부하는 0.25, 난방부하는 0.75 값을 비교하였다.

표 7. 대상지역별 향에 따른 냉난방부하 변화(SHGC 0.25/SHGC 0.75)

Country	Load Orientation	Cooling Load (SHGC: 0.25)				Heating Load (SHGC: 0.75)			
		East	North	South	West	East	North	South	West
Greenland	-	-	-	-	-	5452.03	5498.59	5115.09	5464.66
Korea	461.07	420.23	450.74	463.18	1662.02	1776.39	1287.10	1636.74	
Singapore	911.78	940.77	841.90	906.56	-	-	-	-	
Argentina	441.41	352.80	335.71	426.43	524.84	245.19	624.42	495.42	
Chile	-	-	-	-	2044.98	1656.08	1993.12	2034.90	

<표 8>에서와 같이 SHGC에 따른 냉방 에너지는 U-value 값과 반대로 북반구는 북향, 남반구에서는 남향에서 절약되었고, 난방부하는 북반구는 남향, 남반구는 북향이 효율적이었다.

표 8. 분석대상 지역별 SHGC 관련 최적 창호 향배치

Country(latitude)	SHGC	
	냉방(0.25)	난방(0.75)
Greenland(68.70)	-	South
Korea(37.57)	North	South
Singapore(1.37)	South	-
Argentina(-34.82)	South	North
Chile(-62.18)	-	North

4.4 분석대상 지역별 총 냉난방부하 비교

4.4.1 한국의 창호 특성별 총 냉난방부하 분석

한국의 최적 창호 향배치인 남향에서 총 에너지 소비량을 비교하면 <그림 19>에서와 같이 특정 U-value(0.75)와 SHGC(0.75)에서 각각 1769.75kWh, 1956.4kWh로 U-value 조정의 경우가 SHGC 조정의 경우보다 총 에너지 소비량이 작게 나타났다.

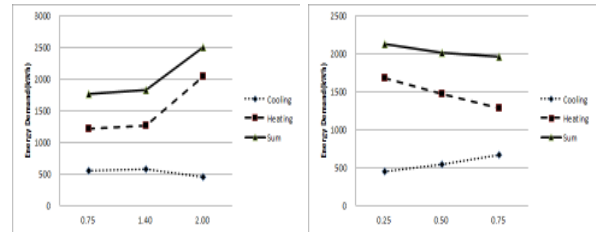


그림 19. Korea 남향창호의 경우 u-value와 SHGC에 따른 냉난방부하 분석

4.4.2 Argentina의 창호 특성별 총 냉난방부하 분석

아르헨티나의 최적 향배치인 북향에서 U-value와 SHGC 변화에 따른 총 에너지 소비량을 비교해 보면 U-value(0.75) 변화의 경우 723.68kWh, SHGC(0.75)는 802.9kWh로 <그림 20>에서와 같이 U-value에 따른 총 에너지 소비량이 작게 나타났다.

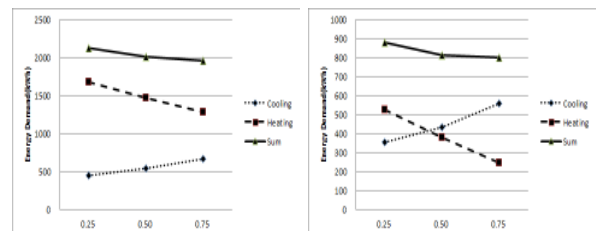


그림 20. Argentina 북향창호의 경우 u-value와 SHGC에 따른 냉난방부하 분석

4.4.3 Singapore의 창호 특성별 총 냉난방부하 분석

싱가포르의 최적 향배치인 남향에서 U-value와 SHGC의 변화에 따른 총 냉방 에너지 소비량은 <그림 21>과 같이 U-value(2.0)의 경우 918.06kWh, SHGC(0.25)는 841.90 kWh로 SHGC에 따른 총 에너지 소비량이 작게 나타났다. 이를 통해 SHGC가 U-value에 비해 냉방에 큰 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

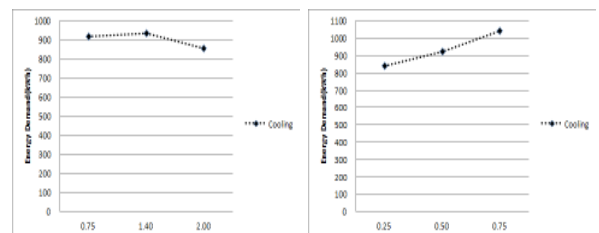


그림 21. Singapore 남향창호의 경우 u-value와 SHGC에 따른 냉난방부하 분석

4.4.4 Greenland의 창호 특성별 총 냉난방부하 분석

그린란드의 최적 향배치인 남향에서 U-value와 SHGC 변화에 따른 총 난방에너지 소비량은 <그림 22>와 같이 U-value(0.75)변화의 경우 4746.64kWh, SHGC(0.75)는 5115.09kWh로 U-value에 따른 총 에너지 소비량이 작게 나타났다.

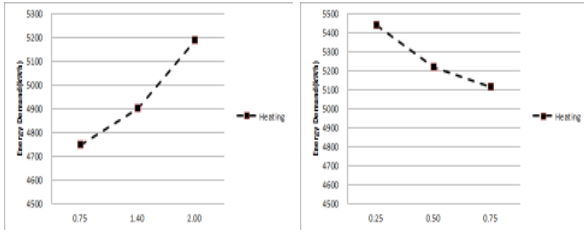


그림 22. Greenland 남향창호의 경우 u-value와 SHGC에 따른 냉난방부하 분석

4.4.5 Chile의 창호 특성별 총 냉난방부하 분석

<그림 23>은 칠레의 최적 향배치인 북향에서 U-value와 SHGC의 변화에 따른 총 난방에너지 소비량을 비교한 것으로 U-value(0.75) 변화의 경우 1569.06kWh, SHGC(0.75)는 1656.08kWh로 U-value에 따른 난방부하가 작게 나타났다.

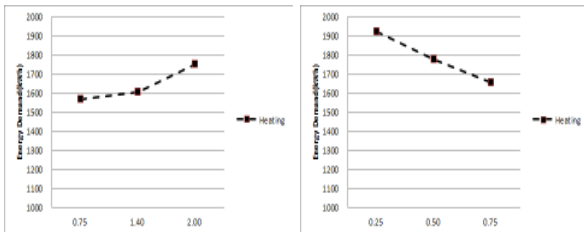


그림 23. Chile 북향창호의 경우 u-value와 SHGC에 따른 냉난방부하 분석

5. 결론

본 연구는 창호가 설치되는 방향, 열관류율(U-value), 일사취득계수(SHGC) 등 창호 주요 성능지표의 최적값이 위도나 기후조건에 따라 달라지는 영향에 대하여 시뮬레이션 분석을 수행한 것으로, 도출된 주요 결론은 다음과 같다.

1) 사계절이 뚜렷하고 최한월의 평균기온이 10 ~ 15℃인 대한민국(위도 35.56)의 총 에너지 소비량을 비교하였을 때 남향이 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났다. 이는 우리나라가 북반구에 위치하여 남향이 여름에는 태양고도가 높기 때문에 건물 안으로 태양복사량이 작아 냉방비를 절약할 수 있고, 겨울에는 태양고도가 낮으므로 태양복사량이 많아 난방비를 절약할 수 있기 때문이다.

2) 적도를 중심으로 대한민국과 반대에 위치한 아르헨티나(위도 -34.6)는 냉방 에서는 남향이, 난방에서는 북향이 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났다. 난방 에너지 소비량이 한국보다 작게 나타났는데, 이는 아르헨티나의 연평균기온이 18℃로 한국보다 높기 때문으로 나타난 결과라 판단된다.

3) 연평균 기온이 27℃이고 일교차가 5℃이하로, 매우 덥고 비가 많이 내리는 특성을 보이는 열대기후의 싱가포르의 냉방 에너지 소비량만 측정할 수 있었다. 동서남북 모두 비슷한 소비량을 나타냈으나 남향이 다른 향에 비해 약간 냉방 에너지 소비가 작은 것으로 나타났다. 특히, 싱가포르

포르는 U-value 보다 SHGC의 영향이 큰 것으로 나타났다. 이는 SHGC는 일사취득량과 직결되므로 수치가 높을수록 냉방부하에는 부정적 영향을 미치는 것으로 분석된다.

4) 북반구에 위치한 그린란드는 남향에서의 일사취득량이 다른 향에 비해 많았고, 이는 남향에서의 난방 에너지 소비를 감소로 이어졌다. 이와 반대로 남반구에 위치한 칠레는 북향에서의 일사취득량이 많아 북향에서의 난방 에너지 소비 감소를 가져왔다. 이는 SHGC가 일사취득량과 직결되므로 수치가 높을수록 난방부하에는 긍정적 영향을 미치는 것으로 분석된다.

5) 위도에 따른 최적의 향은 북반구 남향, 남반구는 북반구와는 반대로 북향에서 에너지 소비량이 작은 것으로 나타났다. 동향, 서향에 배치된 건물은 일사취득량은 큰 차이는 없었고 이에 냉난방 에너지 소비량의 패턴은 같음으로 나타났다. 또한, 적도와 가장 근접한 싱가포르(1.37)는 냉방에서 남향이 가장 좋은 효율을 나타내는데 이는 지구가 자전축을 기준으로 23.5° 기울어져 있기에 나타나는 현상으로 판단된다.

6) 열관류율(U-value)은 낮을수록 난방의 에너지 소비량을 줄일 수 있었다. 열관류율은 온도차에 의한 열의 이동을 나타낸 것으로 겨울철 차가운 외기가 열저항이 큰 유리를 잘 통과할 수 없기에 난방비를 절약할 수 있는 것으로 판단된다. 또한 SHGC는 낮을수록 냉방의 에너지 소비량 감소에 유리하고, 높을수록 난방의 에너지 소비량을 줄일 수 있었다.

7) 일사량은 적도에서 가장 큰 일사량 값을 나타냈고, 대한민국, 아르헨티나, 극지방 순으로 나타났다. 이는 SHGC 값과 가장 큰 관련 있는 요소로 냉방부하에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났다.

최적화 창호설계와 관련하여 국제적 비교분석의 대상으로 선정된 5개 지역의 위도별 에너지 소비량의 시뮬레이션 값에 따르면 U-value값과 SHGC값의 성향은 비슷하나 위도, 계절, 방향에 따라 다른 것으로 나타났다. 향후 연구에서 이러한 요소를 토대로 위도, 계절, 기후대 및 방향에 따라 에너지소비량의 경제성 평가를 함께 수행할 예정이다. 한편, 향후 위도, 계절, 향에 따라 U-value와 SHGC값의 가변화가 가능한 창호가 등장할 경우 본 연구는 이렇듯 지구상의 여러 다른 위도 및 기후조건에서도 최적화 조절이 가능한 지능형 창호의 어셈블리 혹은 실시간 제어를 위한 실험적 기초를 제공할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

1. Yool Park, Jong-Il Park, A study of Energy use Impacts by SHGCs of Windows in Detached House, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 22, pp. 189-196
2. Joshua Apte, Dariush Arasteh, Yu Joe Huang, 2003, Future Advanced Windows for Zero-Energy Homes, ASHRAE Transactions, Vol.109, Part 2, pp.871-882
3. Dariush Arasteh, Howdy Goudey, Joe huang, Christian

- Kohler, and Robin Mitchell, 2006, Performance Criteria for Residential Zero Energy Windows, ASHRAE Transactions, Vol.103, Part 1, pp. 176-185
4. Shin, J. G., Kim, K. J., Jeong, J. W., Choi, W. K., 2011, A Study on the Energy Consumption Patterns according to Correlation of SHGC and U-value in Commercial-Residential Buildings, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 23, pp. 695-698
 5. Yoon, J. H., Hong, W. W., Hwang, W. J., Choi, W. K., A Study of Correlation Between Window Performance and Building Energy, 2011, Vol. 27. No. 12, pp. 341-348
 6. Leigh, S. B., 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, pp. 960-968

투고(접수)일자: 2013년 3월 20일

수정일자: (1차) 2013년 4월 21일

게재 확정일자: 2013년 4월 21일