

전기변색유리 적용에 따른 건물 실내온도 및 냉방 에너지 분석

Analysis of Building Indoor Temperature and Cooling Energy by Applying Electrochromic Windows

저자 (Authors)	최영재, 박보람, 최은지, 문진우 Choi, Young Jae, Park, Bo Rang, Choi, Eun Ji, Moon, Jin Woo
출처 (Source)	한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 19(1) , 2019.5, 110-111(2 pages)
발행처 (Publisher)	한국생태환경건축학회 Korea Institute of Ecological Architecture and Environment
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE08629135
APA Style	최영재, 박보람, 최은지, 문진우 (2019). 전기변색유리 적용에 따른 건물 실내온도 및 냉방 에너지 분석. 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 19(1), 110-111
이용정보 (Accessed)	중앙대학교 165.194.26.*** 2020/07/28 15:01 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

전기변색유리 적용에 따른 건물 실내온도 및 냉방 에너지 분석

Analysis of Building Indoor Temperature and Cooling Energy by Applying Electrochromic Windows

○최영재* 박보람** 최은지*** 문진우****
Choi, Young Jae Park, Bo Rang Choi, Eun Ji Moon, Jin Woo

Abstract

Electrochromic windows (ECWs) change color when voltage is applied. Color transition affects the solar heat gain coefficient (SHGC) and visible light transmittance (VLT). In this study, a simulation for performance evaluation was conducted by comparing two types of double low-e glazing and ECWs. When ECWs were applied, cooling load decreased by 7.6% and 6.8% compared to the two Low-e glazings as well as 10.44% and 9.27% decline of cooling energy respectively. As a result, potential of ECWs was identified as an effective building fenestration which can save energies consumed for providing comfortable indoor thermal environment.

키워드 : 전기변색유리, 실내온도, 냉방 에너지

Keywords : Electrochromic Windows, Indoor Temperature, Cooling Energy

1. 서론

1.1 연구의 목적

제로에너지빌딩 의무화 정책에 따라 건물 에너지 절감에 대한 관심이 증대되고 있다. 건물에서 냉난방 에너지 소비량은 전체 에너지소비량의 약 30~40%를 차지하고 있으며 냉방에 있어 창호의 열손실은 건물 외피 열손실에 비해 약 8배 취약한 것으로 조사되었다. 이를 최소화하기 위하여 기밀성 및 단열과 관련이 깊은 고단열, 고성능 창호활용에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

창호를 통한 일사열 취득은 냉방 부하에 상당한 영향을 미치며 이는 냉방 에너지 소비의 약 37%를 차지한다. 최근, 로이유리 외에도 다양한 고효율 창호가 개발 중이며 그 중 색변화 또한 가능한 전기변색유리(ECWs, Electrochromic Windows)에 대한 관심이 증가하고 있다. ECWs에 전압 인가 시 전기화학적 반응을 일으켜 변색을 일으키며 이는 일사획득계수(SHGC, Solar Heat Gain Coefficient) 및 가시광선투과율(VLT, Visible Light Transmittance)을 변화시켜 부하에 영향을 미치므로 이러한 특징을 활용하여 건물 창호로 적용할 경우 에너지 절감이 가능할 것으로 사료된다. 그러나 현재까지는 ECWs의 소재 및 재료에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나 건물외피 적용 시 실내환경 및 에너지 소비에 대한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존 고효율 유리인 로이유리와 ECWs의 적용에 따른 건물 실내온도 및 냉방부하와 냉방 에너지를 비교·분석하고자 한다.

1.2 연구의 방법

* 중앙대 대학원 석사과정

** 중앙대 대학원 박사과정

*** 중앙대 대학원 석사

**** 중앙대 건축학과 교수, 공학박사

(교신저자 : gilerbert73@cau.ac.kr)

이 연구는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단-미래선도기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. NRF-2018M3C1B9088457)

본 연구에서는 DOE에서 제공하는 동적 에너지 시뮬레이션 프로그램인 eQUEST를 사용하여 로이유리와 ECW의 SHGC 차이에 따른 건물 실내온도와 냉방부하 및 냉방 에너지 비교·분석을 실시하였다.

2. 입력모델 설정

2.1 시뮬레이션 모델링

대상건물은 서울에 위치한 연면적 5,000m², 5층 높이의 일반 업무 시설로 설정하였다. 창면적비는 50%이며 건물 외피의 열관류율은 2018년 개정된 에너지절약설계기준에 따라 설정하였다. 냉난방시스템은 일반적으로 사용되는 DX Coils를 선정하였고 냉방기는 3월~10월, 1월~2월, 11월~12월은 난방기간으로 설정하였다. 조명, 채실자, 전기기기 등 내부발열 요소는 일반적인 업무시설 값을 적용하였다.

표 1. 시뮬레이션 모델 설정

Location & Weather		
Seoul, TMY2 Weather file		
Scale	Size / Layers	5,000m ² / 5F
	Flr-To-Flr	3.8m
Envelope Properties (U-Value)	Roof surface	0.15 W/m ² K
	Above grade wall	0.24 W/m ² K
	Ground floor	0.2 W/m ² K
Schedule	Heating	Jan. 01 - Feb. 28 Nov. 01 - Dec. 31
	Cooling	Mar. 01 - Oct. 31
Window Area Ratio	50%	
Systems	Heating & Cooling system	DX Coils(Heat pump) / DX Coils
	Heating & Cooling setpoint temperature	20℃ / 26℃
Lighting	Office-10.2 W/m ²	
Occupant	0.102 person/m ²	
Equipment	39 W/m ²	

2.2 창호 조합별 성능 및 ECWs 적용 스케줄

본 연구에서는 로이유리 및 ECWs 성능에 따른 건물 실내온도 및 냉방부하, 냉방 에너지 분석을 위해 3가지 유형의 창호를 설정하였다. 로이유리는 Ag 코팅 위치에

따라 W1(2면 코팅)과 W2(2, 3면 코팅)로 구분하였으며 W1을 기준 모델로 선정하였다. ECWs의 경우 eQUEST에서 제공하는 'Double Low-E (e2=0.29) Electrochromic Absorbing Bleached/Colored (2844/2855)'를 적용하였으며 창호 유형별 상세 물성치는 표 2와 같다. ECWs는 변색 유무에 따라 ECC, ECB로 구분하였다. 업무시설의 에너지 소비 특성상 냉방 에너지 소비가 높은 비율을 차지하므로 표 3과 같이 중간기(4시간)와 하절기(10시간)로 ECWs 변색 스케줄을 설정하였다.

표 2. 창호 유형별 물성치

Type	Layer	U-Value [W/m ² K]	SHGC	VLT
W1 (Base Model)	Low-E 6 + Ar 12.7 + Clr 6	1.36	0.58	0.74
W2	Low-E 6 + Ar 12.7 + Low-E 6	1.23	0.50	0.71
ECW	ECB Low-E 6 + Ar 12.7 + ECW (Bleached) 6	1.27	0.52	0.66
	ECC Low-E 6 + Ar 12.7 + ECW (Colored) 6		0.12	0.10

표 3. 냉방기간 ECWs 변색 스케줄

Period	Discoloration Schedule
Mar. 01 - May. 31	11:00~15:00
Jun. 01 - Sep. 30	08:00~18:00
Oct. 01 - Oct. 31	11:00~15:00

3. 건물 실내온도 및 냉방 에너지 소비량 분석

3.1 창호 유형별 실내온도

3가지 창호 유형에 따른 건물 평균 실내온도 분석 결과는 표 4와 같다. 중간기에는 ECWs의 평균 실내온도가 W1, W2에 비해 약 0.6℃~1.5℃ 높게 나타났으며 하절기의 경우 약 0.3℃~0.8℃ 낮게 나타났다. 이는 ECWs의 변색 시 SHGC가 0.12, VLT가 0.10으로 변환되어 SHGC가 ECB 대비 약 23% 감소하기 때문에 평균 실내온도가 기준모델 대비 낮은 것으로 사료된다. 또한 중간기는 변색 시간이 적어 실내온도 감소보다는 낮은 열관류율의 영향으로 인하여 평균 실내온도가 더 높게 나타난 것으로 판단된다.

표 4. 월별 평균 실내온도

Period (Month)		3	4	5	6	7	8	9	10
Indoor Average Temperature (℃)	W1	23.3	29.0	34.3	39.4	39.5	40.7	36.8	31.9
	W2	23.1	28.8	34.1	39.1	39.3	40.5	36.6	31.7
	ECW	24.0	29.6	34.7	38.6	39.0	40.2	36.1	33.1

3.2 창호 유형별 냉방 에너지 소비량

창호 유형별 냉방부하 및 냉방 에너지 소비량 분석 결과는 표 5와 그림 1에 나타난다. 냉방부하는 모든 유형 중 ECWs 적용 시 가장 낮게 나타났다. W2가 W1 대비

520 kcal/m²h (0.88%) 낮았으며 ECWs는 기준모델과 W2 대비 각각 4,510 kcal/m²h (7.6%), 3,990 kcal/m²h (6.8%) 낮게 나타났다. 이는 냉방부하가 열관류율 보다 SHGC와 VLT에 의해 더 영향을 크게 받는다는 것을 의미하며 ECWs가 가장 냉방부하에 효과적임을 알 수 있다.

냉방 에너지 소비량 또한 모든 냉방기간 동안 ECWs가 가장 낮게 나타났다. 중간기인 4월과 10월에서의 차이는 크지 않지만, 하절기의 경우 ECWs의 평균 냉방 에너지 소비량은 기준모델인 W1보다 0.21 kWh/m² (10.4%), W2보다 0.18 kWh/m² (9.05%) 낮았다.

표 5. 창호 유형별 냉방기간 총 냉방부하 (kcal/m²h)

Type	W1	W2	ECW
Total Cooling Load	59,130	58,610	54,620

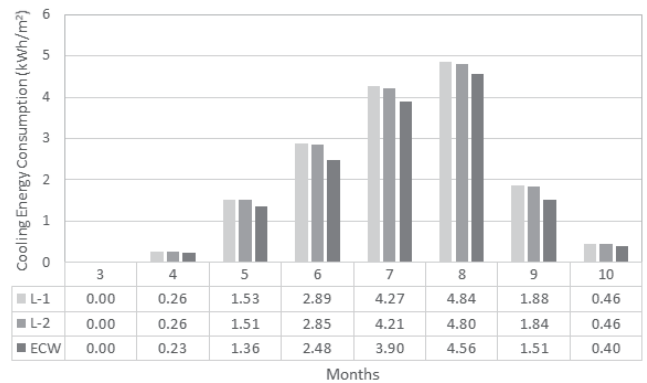


그림 1. 창호 유형별 냉방 에너지 소비량

4. 결 론

본 연구에서는 시뮬레이션을 통하여 로이유리대비 ECWs 적용에 따른 건물 실내온도 및 냉방 에너지를 분석하였다. 실내온도의 경우 중간기는 ECWs가 W1, W2 대비 약 0.6℃~1.5℃ 높게 나타났으나 하절기에는 약 0.3℃~0.8℃ 낮게 나타났다. 중간기의 실내온도가 더 높은 이유는 짧은 변색 시간으로 인해 열관류율의 영향이 더 크게 작용한 것으로 판단된다. 냉방부하는 W1, W2에 비해 7.6%, 6.8% 낮았으며 냉방 에너지 소비량은 평균적으로 10.4%, 9.05% 낮게 나타났다.

따라서 ECWs 적용에 대한 실내온도, 냉방부하 및 냉방 에너지 저감의 가능성을 확인할 수 있었으며 건물 용도 및 지역에 따른 최적 변색 스케줄 적용을 통해 보다 높은 성능을 발휘할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Antonio Piccolo, Francesca Simone, Performance requirements for electrochromic smart window, Journal of Building Engineering, Vol 3, 2015. 9
- 최민서, 장성주, 창호의 열관류율, 일사취득계수와 향의 배치가 건물의 냉난방 부하에 미치는 영향에 관한 지역별 비교연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 2013.04