

DSSC BIPV 창호의 사무소건물 적용에 따른 건물 에너지 성능 분석

Analysis of Energy Performance of DSSC BIPV Applied to Office Building

저자 (Authors)	박보람, 최은지, 최영재, 문진우 Park, Bo Rang, Choi, Eun Ji, Choi, Young Jae, Moon, Jin Woo
출처 (Source)	한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집 19(2) , 2019.11, 134-135(2 pages)
발행처 (Publisher)	한국생태환경건축학회 Korea Institute of Ecological Architecture and Environment
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE09265183
APA Style	박보람, 최은지, 최영재, 문진우 (2019). DSSC BIPV 창호의 사무소건물 적용에 따른 건물 에너지 성능 분석. 한국생태환경건축학회 학술발표대회 논문집, 19(2), 134-135
이용정보 (Accessed)	중앙대학교 165.194.26.*** 2020/07/28 14:59 (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.

DSSC BIPV 창호의 사무조건물 적용에 따른 건물 에너지 성능 분석

Analysis of Energy Performance of DSSC BIPV Applied to Office Building

○박 보 랑* 최 은 지* 최 영 재** 문 진 우***
Park, Bo Rang Choi, Eun Ji Choi, Young Jae Moon, Jin Woo

Abstract

The purpose of this study is to analyze the energy performance of Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) BIPV to confirm the applicability as building windows. The DSSC windows which consist of four colors (Red, Yellow, Blue, Green) compared the cooling, heating, and lighting energy to Low-E windows using computer simulation. The results presented that the DSSC windows which have low VLTs consumed high cooling and lighting energy and low heating energy compared to Low-E window. In addition, the reduction rate of the total energy consumption was insignificant despite considering the electric power generation of DSSC. Therefore, in order to apply DSSC as a building exterior material, research for improving the VLT and power generation efficiency of DSSC and providing appropriate standards of energy performance are required.

키워드 : 염료감응형태양전지, 건물일체형태양전지, 건물에너지

Keywords : DSSC, BIPV, Building energy

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적²⁾

건물에너지 절감을 위한 제로에너지빌딩 의무화로 인해 태양광발전 적용의 중요성이 증가하고 있다. BIPV (Building Integrated Photovoltaic)는 PV를 건축물 외피 마감재로 적용하여 건물과 일체화된 PV기술이다. 그 중 창호형 BIPV는 전력생산 이외에 창호, 차양 등의 역할을 함으로써 에너지 생산과 함께 재실자의 쾌적환경에 긍정적인 영향을 미친다. 염료감응형 태양전지(Dye Sensitized Solar Cell, DSSC)는 기존 실리콘계열의 태양전지와 다르게 색상구현 및 투과율 조절이 가능하여 창호를 대신하는 BIPV로 활용될 수 있는 장점을 내포하고 있다.[1] 최근 DSSC 관련 연구는 제조방법 및 기술개발을 주로 다루고 있어 건물 외장재로써 건물에너지 성능에 미치는 효과에 대한 분석은 부족한 실정이다. 따라서, 본 연구의 목적은 DSSC BIPV의 건물 창호로써 적용 가능성을 확인하기 위하여 에너지 성능분석을 실시 하고자 한다.

1.2 연구의 방법

5가지 유형 창호의 건물에너지 성능 평가를 위해 DesignBuilder 프로그램을 이용한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 4가지의 DSSC 창호와 Low-E 창호의 냉방, 난방 및 조명에너지를 비교 분석하였다. 또한 DSSC 창호의 발전효율에 따른 전력생산량을 산정하여 전체 에너지 소비량을 확인함으로써 DSSC BIPV의 건물 외장재로서의 성능을 확인하였다.

2. 입력모델 설정

2.1 시뮬레이션 모델링

대상건물은 대한민국 표준 규모의 일반 사무소로 연면적 640m², 4층 높이로 서울에 위치한다.[2] 건물 외피 단열은 2018년 개정된 에너지절약설계기준에 따라 설정하였다. (표 1)

표 1. 시뮬레이션 모델 설정

Location	Seoul	
Scale	Size / Layers	640m ² / 4F
	Flr-To-Flr	3.5m
Envelope Properties (U-Value)	Roof surface	0.15 W/m ² K
	Above grade wall	0.24 W/m ² K
	Ground floor	0.20 W/m ² K
Schedule	Heating	Jan - Feb, Nov - Dec
	Cooling	Jun - Sep
Window Area Ratio	40%	
Systems	Heating & Cooling system	Fan Coil Unit(4-Pipe)
	Heating & Cooling setpoint temperature	20℃ / 26℃
Lighting	Office-10.2 W/m ²	
People	0.161person/m ²	
Office Equipment	11.8 W/m ²	

2.2 창호 조합별 성능

본 연구에서는 Low-E 및 DSSC 창호 성능에 따른 건물 냉·난방·조명에너지 분석을 위해 5가지 유형의 창호를 설정하였다. DSSC의 경우 KS L 2514기준으로 시험된 시편 결과의 물성치를 바탕으로 DesignBuilder에서 제공하는 유리 라이브러리를 활용하여 삼중창호로 구축하였다. 각 창호의 물성치 및 발전 성능 사양은 표 2와 3에 제시하였으며, 컬러별로 DSSC-R(Red), DSSC-Y(Yellow), DSSC-B(Blue), DSSC-G(Green)로 구분하였다. DSSC 창호는 건물의 남측면만 WWR 40%(89.6m²)로 적용 하였다.

* 중앙대학교 건축학과 박사과정

** 중앙대학교 건축학과 석사과정

*** 중앙대학교 건축학과 교수, 공학박사

(교신저자 : gilerbert73@cau.ac.kr)

이 논문은 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단-미래선도기술개발사업의 지원을 받아 수행된 연구임. 과제번호:2018M3C1B9088457

표 2. 창호 유형별 물성치

Type	Glazing Layer (No.thickness)	U-Value [W/m ² K]	SHGC	VLT [%]
Low-E	Clr6+Air12+Low-e 6(3e)	1.540	0.490	59.0
DSSC-R	Clr3+Air12.55+DSSC4.4 (Red)+Air12.55+Clr3	1.082	0.426	4.9
DSSC-Y	Clr3+Air12.55+DSSC4.4 (Yellow)+Air12.55+Clr3	1.078	0.430	13.0
DSSC-B	Clr3+Air12.55+DSSC4.4 (Blue)+Air12.55+Clr3	1.074	0.431	6.4
DSSC-G	Clr3+Air12.55+DSSC4.4 (Green)+Air12.55+Clr3	1.077	0.417	2.8

표 3. DSSC 창호 종류별 발전 성능 사양

Type	Voc [V]	Isc [A]	Vmax [V]	Imax [A]	Pmax [W]	Generating Efficiency [%]
DSSC-R	28.5	0.6	18.3	0.5	9.5	2.99
DSSC-Y	22.5	0.2	15.4	0.2	2.3	0.72
DSSC-B	23.7	0.1	17.6	0.1	1.1	0.32
DSSC-G	22.3	0.7	13.8	0.4	5.7	2.12

3. 시뮬레이션 결과

3.1 건물 냉·난방·조명에너지 소비량

창호 유형별 냉·난방·조명에너지 소비량 결과는 (그림 1)과 같다. 연간 단위면적 별 에너지 소비량과 Low-E 창호 대비 각 에너지 소비량의 변화율을 나타냈다. 모든 색상의 DSSC 창호가 Low-E 창호 대비 전체 에너지 소비량이 약 45% ~ 86% 까지 증가하였다. 냉방과 조명에너지는 각각 약 54%, 212% 증가 하였고 난방에너지는 약 33%감소하여 조명에너지의 증가가 전체 에너지 소비량 증가에 많은 영향을 주는 것으로 나타난다.

표 2에 제시된 DSSC 창호의 물성치 중 VLT의 값이 낮은 G>R>B>Y 순으로 조명에너지 소비량이 증가하였다. DSSC의 SHGC 값이 Low-E에 비해 낮지만 증가된 조명에너지가 냉방 에너지 소비량 증가에 영향을 미친 것으로 파악된다. 또한, DSSC의 U-value가 Low-E 창호보다 낮고 조명에너지로 인한 실내발열 부하로 인해 난방에너지는 감소하는 것으로 파악된다. 특히, DSSC-G의 경우 냉방은 70.36kWh/m² (59.99%) 증가, 난방은 21.69kWh/m² (39.87%) 감소, 조명은 92.15kWh/m² (257.26%) 증가로 Low-E 창호와 가장 큰 차이를 보였다. 따라서 DSSC는 Low-E 유리에 비해 건물 에너지가 더 많이 소비되는 것으로 확인된다.

3.2 DSSC 전력생산량

DSSC 창호의 전력 생산량과 이를 반영한 연간 전체 에너지 소비량은 (표 4)와 같다. DSSC 중 최대 생산량은 전체 에너지 소비량의 2.4%인 DSSC-R이며 최소 생산량은 0.2%인 DSSC-B이다. 적용된 DSSC는 생산량이 낮아 연간 전력 생산량은 에너지 절감에 기여도가 낮은 것으로 나타났다. 전력 생산량을 확보하기 위해서는 DSSC 자체의 발전효율을 높여야 할 것으로 사료된다.

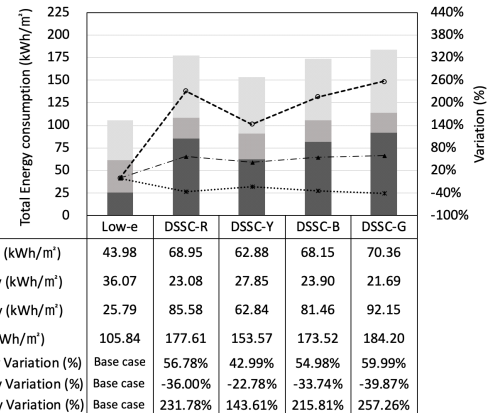


그림 8. 창호 유형별 에너지소비량

표 4. DSSC 전력 생산량 반영 최종 에너지소비량

Type	PV Power Generation [kWh/yr] (Ratio of Power)	Total energy consumption [kWh/m ²]
DSSC-R	1,881.03 (2.4%)	173.56
DSSC-Y	467.02 (0.7%)	152.52
DSSC-B	207.56 (0.2%)	196.78
DSSC-G	1,375.10 (1.7%)	181.09

4. 결 론

본 연구는 색상 구현 및 투과율 조절이 가능한 DSSC BIPV 창호의 적용 가능성을 확인하기 위해 DSSC BIPV 적용 건물의 에너지를 분석하였다. 분석 결과 Low-E에 비해 난방에너지는 감소하였으나 냉방 및 조명에너지의 높은 증가로 전체 에너지 소비량이 증가하였다. 또한, DSSC Cell의 낮은 발전효율로 인해 전력 생산량이 낮아 발전량에 의한 전체 건물에너지 소비량 감소율도 낮게 나타났다.

DSSC를 건물 외장재로 사용하기 위해서는 DSSC Cell 자체의 VLT 및 발전효율이 현 수준보다 개선될 수 있도록 기술적인 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이러한 기술 개발에 기반이 될 건물 에너지 소비에 긍정적 영향을 미칠 수 있는 성능기준을 마련할 필요가 있다. 따라서 추후 연구를 통해 건물 외장재로 적용하기 위한 DSSC BIPV의 적절한 에너지성능 기준을 제공하는 데이터베이스가 구축되어야 한다고 판단된다.

참고문헌

1. 심세라, 윤종호, 신우철, 냉·난방 및 조명에너지를 통합 고려한 DSSC BIPV 창호의 사무소건물 적용 효과 연구, 한국태양에너지학회논문집, 2011.6
2. 한국건설기술연구원, 건물부문 온실가스 감축 잠재량 모형 분석을 위한 표준모델 구축(1), 보고서, 2016.8