

시각적 쾌적성을 고려한 차양장치의 조명에너지 성능 분석 방법에 관한 연구

오민석* · 이주윤** · 김기철****

*단국대학교 건축공학과, 연구교수

** (주)바이솔라, 대표

***단국대학교 건축공학과, 연구원

A Study on the Lighting Energy Performance Analysis of a Shading Device based on Visual Comfort

Oh Min-Seok* · Lee Ju-Yoon** · Kim Gi-Cheol****

*Department of Architecture Engineering, Dankook University, Research Professor

**BuySolar Inc., CEO

***Department of Architecture Engineering, Dankook University, Researcher

†Corresponding author: kgc0602@daum.net

Abstract

The shading device on the window of the building can be a passive solution to reduce the cooling load and lighting energy, as well as improving the indoor comfort. It is also an architectural element that must be considered for building energy-efficient buildings such as eco-buildings and zero-energy buildings. However, due to various building environments and various shading devices, the installation of excessive shade may lead to the risk of losing the effectiveness of windows. In this study, we propose a method for optimal automatic control of shading device and evaluate its effectiveness by energy analysis of several shading devices.

Keywords: 차양장치(Shading device), 건물에너지(Building energy), 불쾌 glare(Glare), 시각적 쾌적성(Visual Comfort), 조명에너지(Lighting energy)

1. 서론

최근 건물의 실내부하 저감과 실내 쾌적성 향상을 위하여 다양한 형태의 일사조절장치 또는 차양시스템에 대한 관심이 높아지고 있다. 사용목적과 건물의 디자인 개념에 따라 다양한 종류의 차양장치들이 사용되고 있으나, 차양장치에 의한 기능과 효과에 대한 세부적인 설계 가이드라인 또는 성능평가에 대한 기준은 미흡한 상황이다. 기본적으로 차양장치는 실내로 유입되는 직사광을 최소화 하여 눈부심 발생을 줄이고, 실내로 유입되는 일사부하를 최소화 함으로써 실내 쾌적감 향상과 건물에너지 절감의 목적으로 사용된다. 그



Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.38, No.6, pp.1-14, December 2018
<https://doi.org/10.7836/kjes.2018.38.6.001>

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 04 September 2018

Revised: 26 December 2018

Accepted: 26 December 2018

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

러나 과도한 차양의 설치는 외부 조망은 물론 주간에 실내로 유입되는 자연광의 유입을 차단하여 창문의 실효성을 잃게 되는 문제가 발생할 수 있어 실내공간의 쾌적성은 물론 건물에너지 부하를 낮추는 효과를 거두기 위해서는 차양장치에 따른 효과적인 제어를 필요로 한다.

따라서, 본 연구에서는 외부환경과 연동이 가능한 차양제어시스템을 구성하여 조명효과와 일사차단 성능이 높은 외부 베네치안블라인드를 대상으로 차양제어시스템의 자동제어 기능을 적용할 경우 조명제어를 통하여 어느 정도의 조명에너지 저감효과가 나타나는지 분석함으로써 차양장치의 설계 및 평가 가능성을 확인하고자 한다.

2. 차양장치의 성능 평가 방법

차양장치에 의한 건물에너지 절감량 분석을 위해서 기존연구와 이론적 고찰을 통해 차양장치를 포함한 건물의 조명에너지 분석을 위한 에너지 해석방법을 정의하였으며, 이를 통해 차양장치의 평가방법을 도출하였다 (Fig. 1).

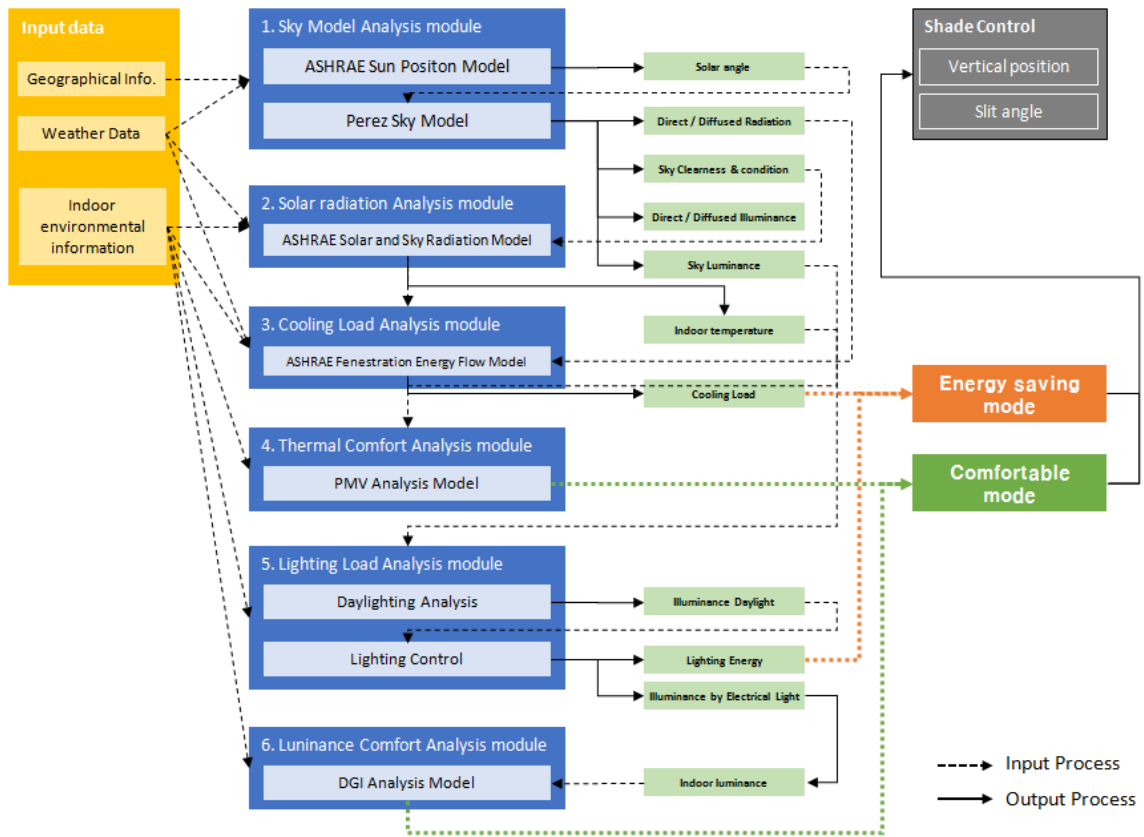


Fig. 1 Program diagram to analyse the energy performance of a shading device

2.1 조명에너지 분석

차양장치에 의한 조명에너지의 저감량 분석을 위해 자연채광효과에 따른 전기조명의 자동제어를 전제로 분석하였다. 외부기상 조건에 따라 실내 조도분포는 지속적으로 변하게 됨으로 차양장치를 포함한 창문을 통해 유입되는 자연광의 조도분포는 시각별 기상데이터 조건으로 계산하였다. 전기조명에 의한 조도분포는 전기조명기구의 출력저하에 따른 변화 외에는 항상 일정한 값을 나타내므로 전기조명에 의한 실내조도는 데이터베이스화 하여 조명제어를 위한 입력데이터로 사용하였다.

조명제어는 기본적으로 자연채광 조도분포 중 기준조도(KS 권장조도)²⁾를 만족하지 못하는 부분에 대하여 인접한 조명기구의 출력을 높여 기준조도를 만족시키는 방법³⁾으로 산정하였다. 이 과정에서 조명기구의 출력 변화는 실 전체에 영향을 미치게 되며, 이에 따라 실내 조도분포를 계산하는 과정을 반복하게 된다.

실내 모든 작업면의 조도가 기준조도를 만족하는 조건하에서 조명기구의 출력을 합산하여 조명에너지 사용량으로 산출할 수 있다.

(1) 자연채광 조도계산

자연채광에 의한 조도분석은 기상데이터와 Perez sky model에 의해 직사일광과 확산천공광에 대한 외부 수평면 조도와 천공의 휘도분포를 도출하는 과정을 거쳐 광선추적기법에 따라 실내 조도를 계산³⁾하게 된다.

직사일광에 의한 실내조도계산은 태양의 위치에서 광자를 발생시켜 표면의 반사특성과 반사율에 따라 광자의 거동을 물리적으로 계산하여 작업면에 도달되는 광자의 수와 광속량에 따라 조도를 계산하는 광선추적기법에 의해 계산할 수 있다. 반면 확산천공광에 의한 실내조도 계산은 천공으로부터 작업면까지 도달되는 광자의 비율이 낮기 때문에 계산의 효율성을 감안하여 작업면으로부터 역으로 광자를 발생시켜 천공에 도달되는 광자의 수와 천공의 상대휘도값으로부터 작업면의 조도를 계산하는 역광선추적기법을 사용하게 된다(Fig. 2).

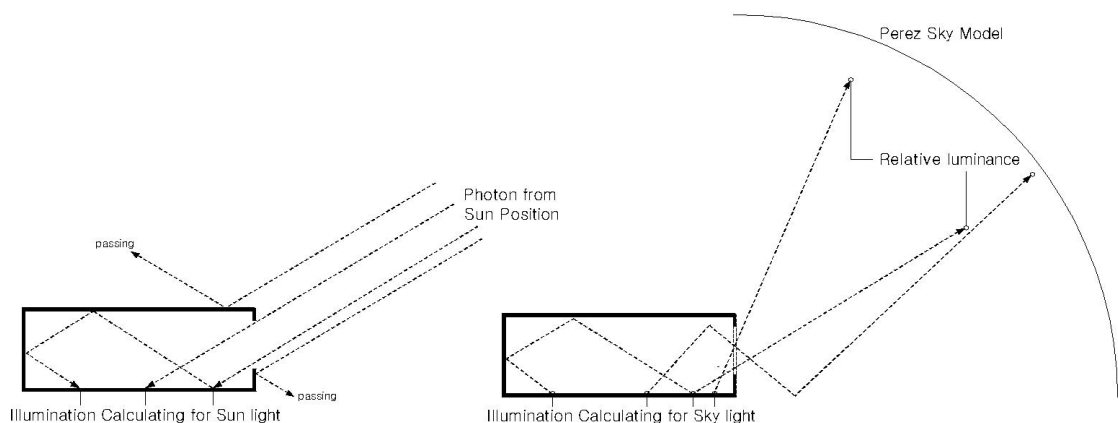


Fig. 2 Illumination calculation method for daylight

광선추적기법은 평면방정식과 직선방정식의 간단한 물리적 계산으로 정확한 조명계산은 물론 빛의 투과, 반사, 굴절 등 광학특성을 가장 정확하게 계산할 수 있는 조명계산 기법이다.

(2) 전기조명 조도계산

전기조명에 의한 실내조도 계산에 앞서 대상공간의 설계조도 기준과 사용광원에 의한 조명설계가 필요하다. 조명설계는 총광속법에 의해 작업면의 면적(A)과 설계조도(E), 조명기구의 출력광속(F), 조명율(U), 유지보수율(M)을 이용하여 조명기구의 수량(N)을 산출할 수 있다.

$$N = \frac{AE}{FUM} \tag{1}$$

설계 대상실의 크기에 맞춰 조명기구를 배치한 후, 각 조명기의 배광데이터와 출력광속을 이용하여 자연채광의 조도계산 방법과 동일한 광선추적기법에 의한 실내 작업면 조도를 계산하게 된다.

(3) 조명에너지 계산

조명에너지를 계산하기 위해서는 전기조명의 제어를 전제로 하며, 조광제어 방식과 최소조도 보정방식³⁾을 이용하여 이론적인 계산과정에 의한 조명제어 및 조명에너지를 산출하였다(Fig. 3).

조명제어가 완료된 후에는 각 조명기구의 출력비에 대한 입력전력의 비율을 계산하여 사용된 전력량을 환산하게 된다. 이러한 최소 조도 보정에 의한 조명제어는 기준조도를 만족시키기 위한 조명기구의 최소 사용량을 적용시킴으로써 전력사용량을 최소화할 수 있는 장점이 있다.

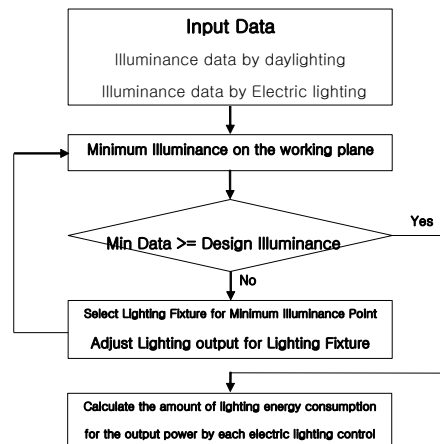


Fig. 3 Minimum illumination compensation Methode

전기조명의 제어는 조광제어(Dimming control)를 기본 원리로 적용하였다. 조광제어의 경우 실의 적정 조도를 유지하기 위해 전기조명의 출력비에 따른 입력전력량을 정확히 환산할 수 있으며, 조명제어에 따른 실내 작업면의 조도변화가 급격히 일어나지 않아 재실자에게 불쾌감을 유발시키지 않는 장점이 있다. 또한 실내 일정한 조도를 유지하면서 가장 효과적인 에너지 절감효과를 기대할 수 있다.

단, 조광제어(Dimming control) 시 광원의 종류에 따라 출력광속에 대한 입력전력의 비율이 일정하지는 않다. 형광등은 LED 광원에 비해 저출력에서 효율이 낮고, 출력이 높아질수록 높은 효율을 나타내게 된다.

실내에 사용되는 광원의 종류에 따라 Fig. 4와 같이 출력광속과 소비전력의 상관식을 이용하여 자연채광에 의해 부족한 실내조도를 보상하기 위한 각 조명기구 출력광속과 소비전력을 정확하게 계산할 수 있다.

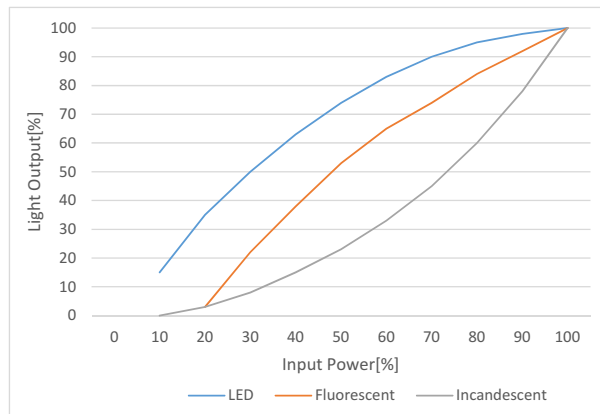


Fig. 4 Light output for each light source

2.2 실내환경의 시각적 쾌적성 분석

차양장치는 쾌적성 측면에서 태양직사광 차단에 따라 불쾌글레어에 의한 눈부심 저감효과와 더불어 확산광만 유입되는 조건에서는 양질의 실내 조도향상 효과를 볼 수 있다.

(1) DGI분석

DGI(Daylight Glare Index)는 대표적인 눈부심 평가기준으로 국제조명위원회(CIE)와 북미조명공학회(IESNA)에서 자연채광에 의한 실내 눈부심 평가기준으로 채용하고 있다.

$$DGI = 10 \log 0.478 \sum_{i=1}^n \frac{L_s^{1.6} \Omega^{0.8}}{L_b + 0.07 \omega^{0.5} L_s} \quad (2)$$

여기서, L_s 는 광원의 휘도(cd/m^2), L_b 는 주변의 평균휘도(cd/m^2), ω 는 광원의 입체각(sr), Ω 는 광원의 형태계수

에 의해 보정된 입체각(sr) 이다.

실내 시환경의 쾌적성 측면에서는 DGI 계산식에 의한 결과값이 24를 넘을 경우 눈부심이 발생하는 것으로 판단할 수 있으며, 각 수치에 따른 평가 기준은 Table 1과 같다.

Table 1 Glare Classes of DGI

Mean Response	DGI
Intolerable	>28
Just Intolerable	28
Uncomfortable	26
Just Uncomfortable	24
Acceptable	22
Just Acceptable	20
Noticeable	18
Just Perceptible	16

DGI의 분석을 위해서는 광원과 주변의 휘도 측정은 물론 광원의 입체각을 도출하는 과정을 거쳐야 한다. 이에 따라 Fig. 5와 같이 실내 수직벽면에서 창문방향으로의 수직면 조도를 이용하여 휘도를 환산하는 과정으로 간략한 평가 방법을 사용하였다.

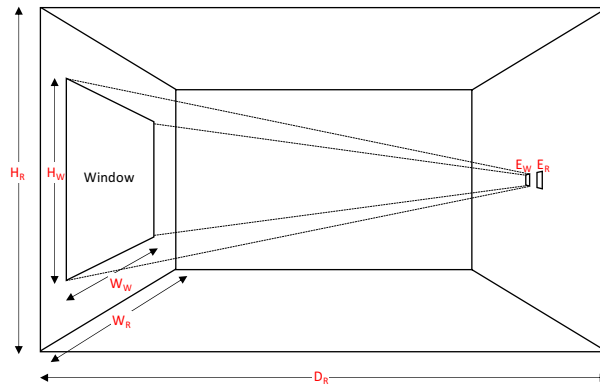


Fig. 5 DGI evaluation method using indoor vertical illumination

여기서, E_W 는 창문으로부터 유입되는 빛에 대한 수직면조도(lux), E_R 은 수직면조도(lux), H_R 은 실의 천장고(m), W_R 은 실의 폭(m), D_R 은 실의 깊이(m), H_W 은 창문의 높이(m), W_W 는 창문의 폭이다.

창문을 하나의 광원으로 규정하고, 실내 반사성분을 제외한 창문으로부터 직접 유입된 수직벽면의 조도(E_W)를 기준으로 창문면의 평균휘도를 계산한다. 창문을 점광원으로 가정하고 실깊이 만큼 떨어진 수직면의 조도를 균일 조도로 가정하여 창문에서 방출되는 총 광속(F)과 광도(I)를 계산한다. 광도(I)를 창문의 면적으로 나누어 창문의 평균휘도(L_{avg})값으로 환산한다.

$$F = E_{\omega} \cdot 4\pi \cdot D_T^2, I = F/4\pi, L_{avg} \text{ (or } L_S) = I / (H\omega \cdot W_{\omega}) \quad (3)$$

이상의 분석을 검토하여 평가방법을 적용함으로써 실내 쾌적성을 고려한 차양장치의 평가 프로그램(Fig. 6)을 제작하여 차양장치의 에너지 절약 가능성을 비교함으로써 평가 가능성을 확인하였다.

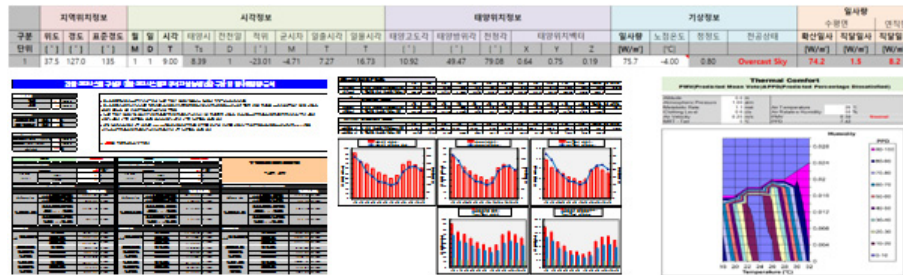


Fig. 6 Examples of configuration and analysis of the awning device evaluation program module

2.3 차양제어시스템

(1) 차양제어시스템의 구성

이상의 분석을 검토하여 외부환경과 연동하여 자동제어가 가능한 차양제어프로그램(Fig. 7)과 제어시스템(Fig. 8)을 구성하여 적용함으로써 차양장치의 에너지 절약 가능성을 비교함으로써 평가 가능성을 확인하였다.

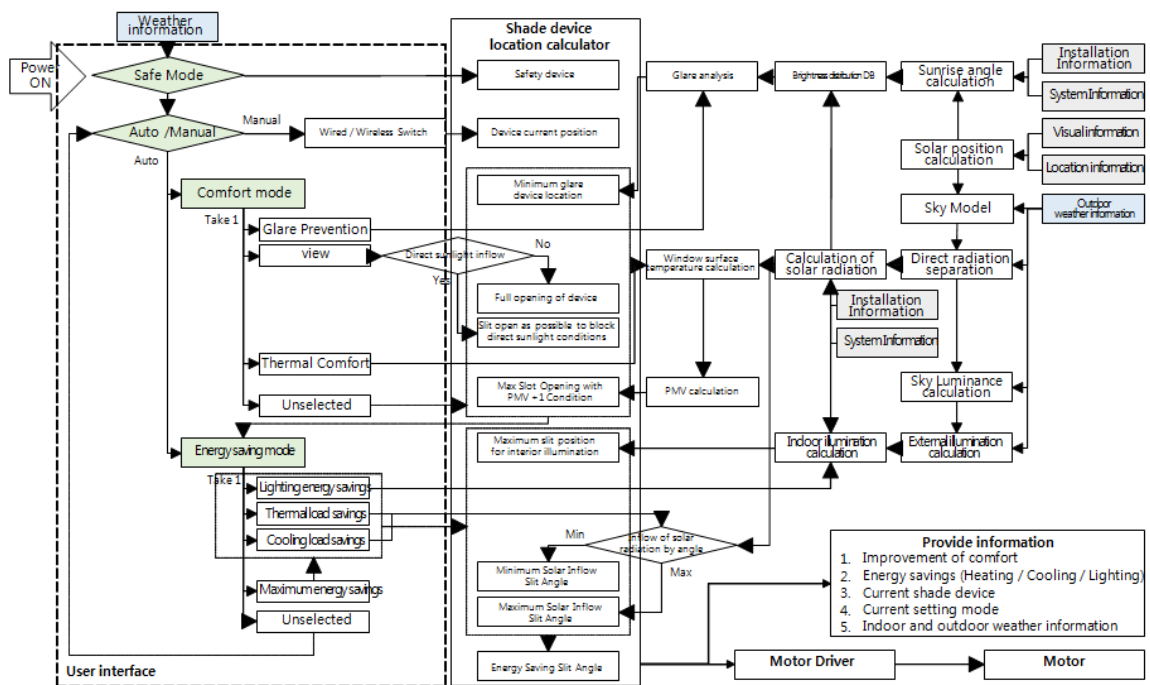


Fig. 7 Shading control program configuration diagram

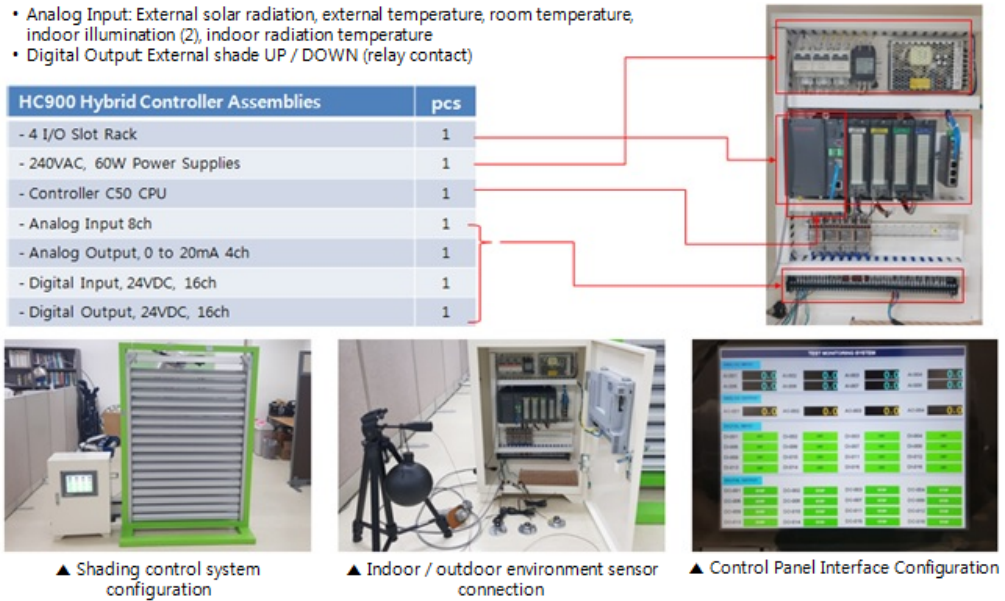


Fig. 8 Shading control system Prototype production and control system PLC configuration

(2) 차양 위치 제어

차양은 위치는 수직이동과 슬릿의 회전으로 구동된다. 차양의 단면방향으로 유입되는 태양의 고도각인 일영각(profile angle)을 기준으로 슬릿의 폭과 간격에 따라 슬릿의 회전각을 도출할 수 있다.

대부분 태양광이 창문으로 들어올 경우, 차양으로 창문을 덮고 슬릿의 각도를 조절하여 직사광이 실내로 유입되지 않도록 조절하게 되며, 태양의 위치는 시간의 변화에 따라 변하게 되어 쾌적한 실내환경을 유지하기 위해서는 슬릿의 각도를 태양의 위치 변화에 맞춰 조절하게 된다. Fig. 9는 태양직사광을 차단하면서 최대한 많은 자연광 유입과 외부조망이 가능한 슬릿각도 조건으로 슬릿각도의 산출 식은 아래와 같다.

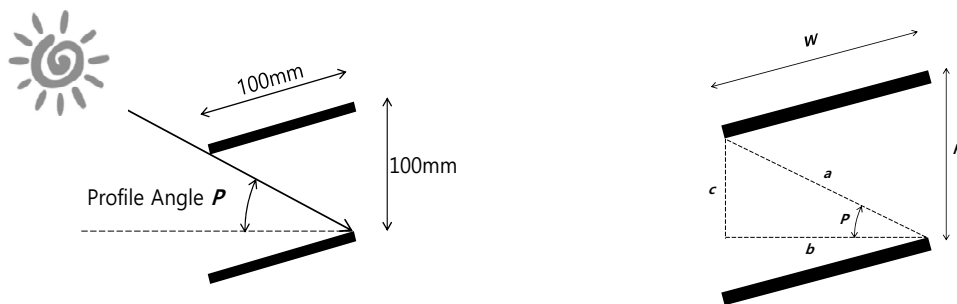


Fig. 9 Calculation of the minimum rotation angle of the slit using the sun's angle of sunshade

$$\cos P = \frac{b}{a} = \frac{W \cdot \cos S}{a}, \sin P = \frac{c}{a} = \frac{H - W \cdot \sin S}{a}, \sin^2 P + \cos^2 P = 1, \quad (4)$$

$$a = H \cdot \sin P + \sqrt{H^2 \cdot \sin^2 P + W^2 - H^2}, b = a \cdot \cos P = W \cdot \cos S, S = \cos^{-1} \left(\frac{a \cdot \cos P}{W} \right)$$

여기에서, P는 프로파일 각도[°], S는 슬릿 각도[°], H는 슬릿 간격[m], W는 슬릿 폭[m] 값이다.

아래 Fig. 10과 같이 일영각에 수직방향으로 슬릿의 각도를 조절하여 외부의 자연광은 유입시키면서 태양열이 실내로 유입되는 것을 차단할 수 있다. 주로 더운 여름철이나 일사량이 많은 맑은 날, 실 깊이가 짧은 공간 또는 창문 근처에 작업공간이 있는 경우 실내 냉방부하를 줄이고 열쾌적성을 향상시킬 때 적용하게 된다. 이때의 슬릿 각도(S)는 일영각으로부터 계산이 가능하다.

$$S = 90 - P \tag{5}$$

일영각이 크거나 태양이 창문의 뒷방향에서 비칠때, 흐린날, 또는 외부의 조망이 필요할 때와 같이 차양의 기능이 필요 없을 경우, 차양을 수직방향으로 올려 차양이 없는 창문으로 구성할 수 있으며 Fig. 11과 같이 슬릿을 수평하게 유지할 수 있다.

$$\text{if } P \geq \tan^{-1} \left(\frac{H}{W} \right), S = 0 \tag{6}$$

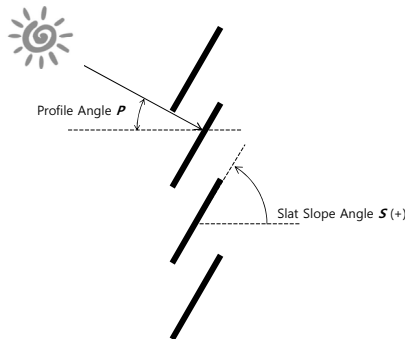


Fig. 10 Calculating the optimum rotation angle of the slit using the sun's angle of the shade

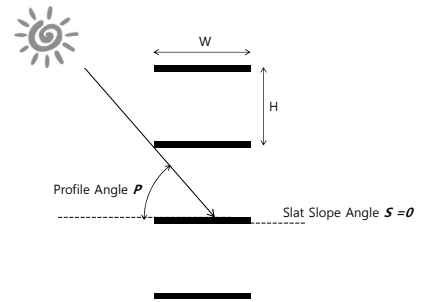


Fig. 11 Calculating the Maximum Rotation Angle of the Slit using Sun's Angle of Shade

3. 차양장치의 에너지 성능 분석

이상의 자료를 바탕으로 제작한 차양제어프로그램을 활용하여 실내 환경 쾌적성 기반 차양장치의 에너지 절감량을 산출하고 그 결과를 비교하여 평가의 효용성을 검토 하였으며 그 내용은 다음과 같다.

3.1 분석대상실의 선정

(1) 표준건물의 선정

차양장치의 건물에너지 성능평가 방법에 대한 효율성 검증을 위하여 표준 대상실을 Figs. 12, 13과 같이 정의하였다. 대상실은 비주거용 표준건물⁶⁾의 제원(Fig. 12)을 바탕으로, 폭 4 m, 실깊이 10 m의 전창구조의 단위실(Fig. 13)로 정의하였다.

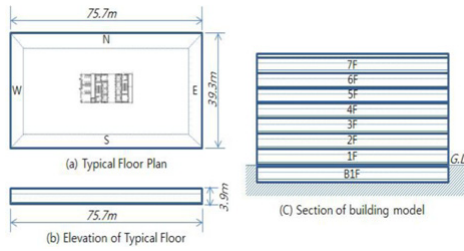


Fig. 12 Standard building

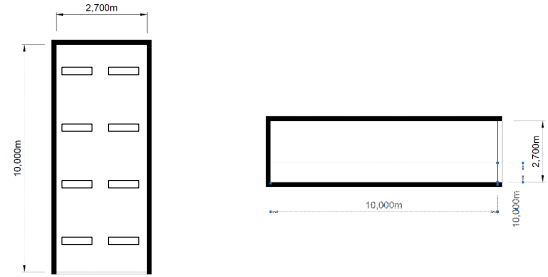


Fig. 13 Specification of target room

표준건물로부터 산정한 단위실을 대상으로 실내형 롤업블라인드가 설치된 조건과 외부 베네치안블라인드 (이하 외부차양장치)가 설치된 조건으로 구분하여 두 가지 조건에 따른 에너지부하 차이를 비교하였다. 대상실의 세부 조건은 Table 2와 같다. 차양장치에 의한 건물에너지 부하는 외피조건 차이에 따른 실내부하가 영향을 받는 것으로 차양장치에 의한 부하변화를 명확히 비교하기 위하여 조명에너지 분석으로 한정하여 비교하였다.

Table 2 Condition of shade device

Classification		Indoor roller blinds	Outdoor venetian blinds
Building Information ⁶⁾ (common)	Room size	4 m (W)×10 m (D)×2.7 m (H)	
	Shell structure	Curtain wall (front window), 4 m (W)×2.7 m (H)	
	Bearing/latitude/longitude	South / 37.5° / 127°	
	Window type	24 mm Low-e double glass	
	Awning type	Roll-up blinds	External awning
Shading Information	Shade size	4 (W)×2.7 m (H)	4 (W)×2.7 m (H), Slit width 95 mm, Slit spacing 84 mm
	Thermal Permeability (including window)	2.6 W/m ² K	2.6 W/m ² K
	SHGC ⁷⁾	0.88	0.34
Lighting Information ⁶⁾ (common)	Visible light transmission	5%	-
	Lighting equipment	FL 32W×2, 8set	
	Illuminance standard	400 Lux	
	Lighting control	Dimming control	

(2) 차양장치의 선정

자연채광 효과에 의한 실내조명에너지 절감량 도출을 위해 두가지 경우 차양조건(Table 2)을 산정하였다. 사무실과 같이 일반적인 실내 작업공간에서는 실내조도분포의 분균형과 눈부심의 문제로 작업면에 태양 직사광이 직접 유입되지 않도록 다양한 차양장치를 사용하고 있다. 업무시설에서 가장 일반적으로 사용하고 있는 차양장치는 롤업블라인드로 별도의 제어장치 없이 사용자가 수동으로 블라인드의 열고 닫는 형태로 사용되고 있다. 나머지 분석 대상은 외부베네치안블라인드로 다면의 슬릿으로 구성되어 차양장치의 개폐는 물론 슬릿의 각도를 조절하여 태양직사광의 차단과 함께 필요실 슬릿에 반사된 태양광을 실내로 유입할 수 있는 특징이 있으며, 본 연구에서는 외부 베네치안블라인드에 자동제어를 적용하여 실내형 롤블라인드에 의한 실내채광성능을 비교하였다.

분석 대상실은 전면창으로 구성된 커튼월 구조이며, 24 mm Low-e double glass로 가정하였다. 내부차양과 외부차양은 각각 실내형 롤업블라인드, 실외형 베네치안블라인드로 정의하였고, 외부기상 변화에 따른 블라인드의 제어는 실외형 베네치안블라인드에만 적용하였다. 또한 가시광선 투과율은 국내에서 사용되는 롤블라인드 중 가장 수요가 많은 5%의 투과율을 적용하였고, 외부 베네치안 블라인드는 태양의 위치별로 가시광선 투과율이 달라지는 특성으로 각 시각별 공간에서 빛의 거동을 시뮬레이션하여 구현하였다.

에너지부하 분석을 위한 기상데이터는 한국태양에너지학회의 서울지역 기상데이터를 사용하였고, 실내 조명조건은 400 lux의 조명설계 기준으로 조명에너지 절감량 산출을 위해 조광제어(dimming control)를 기준으로 작업면 상의 조도를 기준조도 이상으로 유지하는 조건으로 설정하였다.

또한 실외 베네치안블라인드의 자연채광성능과 조명에너지 절감을 위한 제어 시나리오는 다음과 같이 적용하였으며, 시나리오 적용의 예는 Fig. 14와 같다.

- 실내 작업면 높이까지 블라인드 적용(하단부는 개방하여 태양직사광 유입)
- 태양직사광을 차단하는 최소한의 각도 조절
- 슬릿의 반사광을 이용한 실내 자연채광효과 적용(반사율이 높은 슬릿 적용)
- 태양직사광이 실내로 유입되지 않는 조건(담천공, 태양의 벽방위각이 90도를 넘은 경우)에서는 베네치안 블라인드를 전체 개방

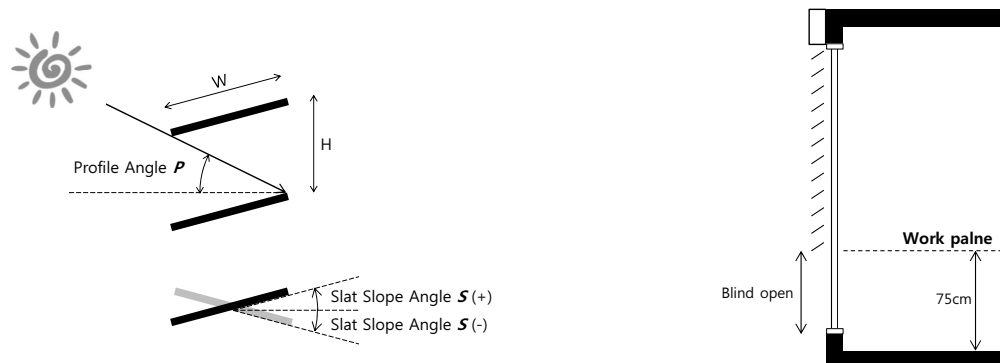


Fig. 14 Slit angle minimization (l), opening area opening (r) scenario

3.2 조명에너지 분석

실내차양에 대한 외부차양의 조명에너지 절감효과를 비교하기 위하여 자연채광에 의한 연간 실내조도분포를 분석하였다. 기존 상용프로그램으로는 연간 주간시간을 대상으로 각 시각별 차양장치의 제어조건을 적용하여 분석이 불가능하여 자체 제작된 프로그램(Fig. 6)을 사용하였으며, 오전 9시부터 오후 18시까지 시각별 서울 지역의 표준기상데이터를 기반으로 외부수평면 조도를 계산하여 실내조도를 도출 하였다.

각 월별 실내 평균조도는 Fig. 16과 같이 분석되었고, 창문을 기준으로 실깊이별 외부차양과 내부차양에 의한 자연채광 성능은 Fig. 15과 같이 분석되었다. 자연채광에 의한 연평균 실내조도는 실내 롤블라인드가 129.6 lux, 실외 베네치안블라인드가 820.2 lux로 확인되어 외부차양이 내부차양 대비 6.3배 높은 자연채광 조명성능을 나타냈다. 또한, 연평균 실깊이별 실내조도 분포에서는 실내 롤블라인드의 경우 창문에서 2m 이격된 공간부터는 실내조도 기준(400 lux) 보다 낮은 조도분포를 나타낸 반면, 실외 베네치안블라인드의 경우에는 태양직사광이 직접 작업면에 유입되지는 않으나 슬릿의 각도조절에 따른 반사광의 채광효과로 실깊이 10m 공간까지 연평균 조도가 기준조도 보다 높게 나타났다.

실외 베네치안블라인드의 슬릿을 수평으로 고정한 상태에서의 실내조도를 비교해 보면 자동제어의 경우가 슬릿을 수평으로 고정한 조건 보다 연간 1.97배 높은 실내조도를 나타내어 블라인드의 성능보다는 자동제어에 의한 실내조명 성능의 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다.

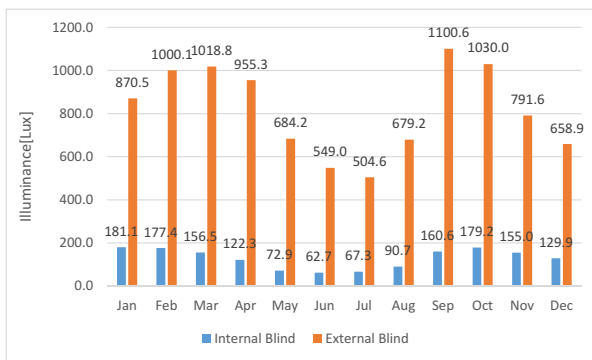


Fig. 15 Monthly indoor average illumination

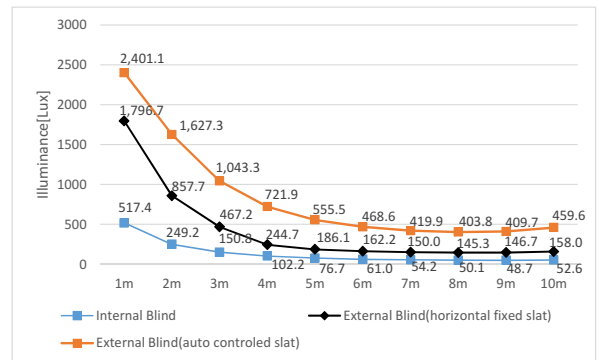


Fig. 16 Illuminance distribution on the work plane by room depth

자연채광에 의한 실내조도를 바탕으로 실내조도기준인 최소 400 lux를 유지하기 위한 전기조명의 사용율을 계산하였다. 조명기구는 32 W 2구 매입형 형광등을 기준으로 광속법에 따른 조명기구 수량을 산출하였으며, 총 8개의 조명기구를 분석 대상실에 적용하여 총 512 W의 조명용량과 12.8 W/m²의 조명밀도를 나타내었다. 전기조명에 의한 실내 작업면의 조도는 조도계산 결과 평균 591 lux, 최소 378 lux, 최대 852 lux의 수치를 나타내었다.

조명제어는 KS 권장조도기준²⁾ 중 사무공간의 조도분류 G기준(300-400-600lux)에 대하여 최소조도 400

lux를 유지하기 위한 조명기구의 조광제어 방식을 채용하여 분석하였다.

조명제어 및 조명에너지 산출 대상 기간은 자연채광 분석 대상 기간과 동일하게 적용하였고, 1월1일부터 12월 31일까지 공휴일의 구분 없이 하루 9시간 동안의 조명에너지를 분석한 결과 Fig. 17과 같이 나타났다.

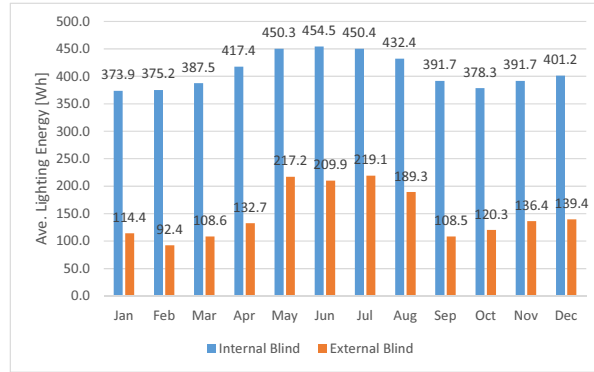


Fig. 17 Monthly Average Lighting Power Consumption

각 월별 일평균 조명에너지 소비량을 비교해 본 결과 Fig. 18과 같이 자연채광에 의한 실내조도와 같이 태양 고도가 높은 하절기 보다는 태양고도가 낮은 동절기의 조명에너지 소비량이 낮게 나타나는 것을 알 수 있었으며, 총 조명용량 대비 실내 롤블라인드는 79.9%, 실외 베네치안블라인드는 자동제어조건에서 29.1%의 조명에너지를 사용하는 것을 알 수 있었다. 또한 Fig. 19과 같이 실외 베네치안블라인드는 실내 롤블라인드 대비 36.5%의 조명에너지가 소비되어, 63.5% 조명에너지 절감효과가 나타나는 것을 알 수 있다.

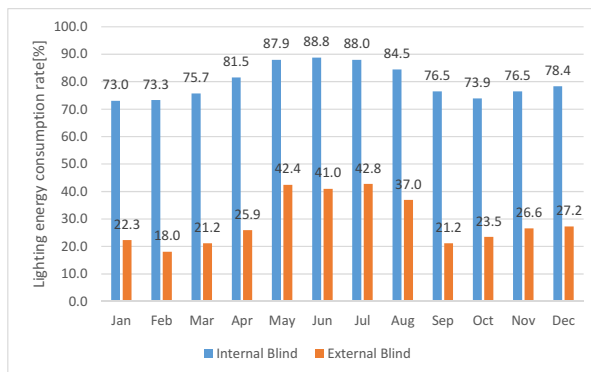


Fig. 18 Comparison of lighting energy consumption rate by lighting control

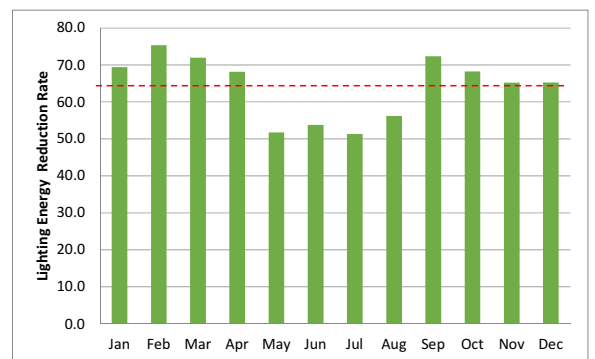


Fig. 19 Energy saving rate of outdoor venetian blinds versus indoor roll blinds

4. 결론

본 연구를 통해 차양장치의 외부환경연동 제어시스템과 에너지 성능을 평가할 수 있는 간이식 계산방법을 도출

하였고, 대상실 기준의 차양종류에 따른 조명에너지 사용량을 비교해 봄으로써 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 본 연구에서 제안한 자동제어 방법을 이용하여 시각적으로 쾌적한 실내환경 기반의 차양제어시스템을 제작하였으며 이를 이용하여 외부환경의 변화에 따른 자동제어에 의하여 차양장치의 성능을 최적화 할 수 있는 도구로의 활용성을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.
- (2) 단순한 성능지표가 아닌 정량화된 에너지 절감량을 도출하여 비교함으로써 차양장치에 의한 에너지 저감효과를 정량적으로 예측하고 비교할 수 있는 방법으로 활용할 수 있을 것으로 기대된다.
- (3) 차양장치를 통한 창호의 조명에너지 절감 효과를 확인하였으며, 이에 차양장치는 건물에너지 저감에 효과적으로 활용할 수 있는 것으로 나타났다.

본 연구결과를 종합하여 볼 때, 차양장치의 에너지 성능에 대한 정량적 평가 방법을 통해 실용적인 차양계획이 가능하며, 후속 연구로써 차양장치에 의한 실내 쾌적성 평가가 진행될 경우 효율적인 차양계획은 물론 차양장치를 제어하는 알고리즘으로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 연구비지원으로 수행되었음(과제 번호: 20172010104920).

REFERENCES

1. American SHRAE, 2016 ASHRAE Handbook Fundamentals, 2016.
2. KATS, KS A 3011 RECOMMENDED LEVELS OF ILLUMINATION, 1998.
3. Song, K. D., Lee, J. Y., and Yu, K. H., Developing Computer Models for the Performance Evaluation of Daylighting System and Lighting Control, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 19, No. 3, pp. 211-218, 2003.
4. Jang, H. I., and Suh, S. J., Analysis of Indoor Thermal Environment and Energy Consumption in Office Building Controlled by PMV, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 33, No. 4, pp. 15-22, 2013.
5. ISO 7730, Ergonomics of the thermal environment, 2005.
6. Jeong, Y., S., Jung, H., K., Jang, H., K., Yu, and K., H., A Study on the Reference Building based on the Building Design Trends for Non-residential Buildings, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 34, No. 3, pp. 1-11, 2014.
7. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Building Energy Conservation Design Standards, 2014.