

동계에 차양 적용에 의한 실내 환경 측면의 효과에 관한 실험적 연구

백 주 영, 김 지 현, 여 명 석*, 김 광 우†

서울대학교 건축학과 대학원, *서울대학교 건축학과

An Experimental Study on the Effect on Indoor Environment by the Application of the Shading Device in Winter

Joo-Young Paik, Ji-Hyun Kim, Myoung-Souk Yeo*, Kwang-Woo Kim†

Department of Architecture, Graduate School of Seoul National University, Seoul, Korea

*Department of Architecture, College of Engineering, Seoul National University, Seoul, Korea

ABSTRACT: This study aims to evaluate the effect on indoor environment by the application of the shading device on winter season. Therefore, thermal and visual experiments were conducted at two side-by-side mock-up test cells which were equipped with the shading device(venetian blind & roll blind) at interior and exterior side of the window.

The results of this study are as follows: 1) At night of winter, the shading device can prevent internal heat from going out. 2) Exterior shading device is more effective in winter as well as in summer. 3) At daytime of winter, the shading device can provide the uniformity of illuminance, and the interior shading device is more effective.

Key words: Shading Device(차양 장치), Winter(겨울철), Effect on Indoor Environment(실내환경 측면의 효과), Venetian Blind(베네시안 블라인드), Roll Blind(롤 블라인드)

1. 서론

건물에 첨단 이미지를 부여하고 투명성을 증대시키는 등의 목적으로 현대의 많은 건물에서 유리외피의 사용이 증대되고 있다. 유리외피는 외부 조망의 확보, 자연 채광의 유입 및 이를 통한 조명에너지 절감 등의 이점을 지니고 있으나, 열적으로 매우 취약하여 이를 통해 상당량의 에너지 손실이 발생하게 된다.⁽³⁾ 또한 불투명 외피에 비해 실내 환경이 기상조건에 민감하게 반응하기 때문에 환경조절이 어려운 문제가 있다. 차양장치는

이러한 유리외피의 문제점을 해결하는 대표적인 방안으로 널리 사용되어 왔으며, 차양장치가 실내 환경에 미치는 영향에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 연구 결과, 내부차양의 경우 하절기에 열손실을 25~40% 정도 절감할 수 있으며⁽¹⁾, 외부차양의 경우 하절기 일사차단 능력이 내부차양에 비해 40~50% 우수하여⁽²⁾ 유럽 등의 국외에서는 외부차양이 널리 사용되고 있다. 차양의 성능은 설치위치 뿐 아니라 종류에 따라서도 달라지게 되며, 이는 차양의 재질에 따른 투과특성과 관련이 깊다. 그러나, 이와 같은 연구들의 대부분이 일사차단에 의한 냉방부하 절감 등 하계 연구에 초점이 맞추어져 있으며, 동계에 차양 적용시의 실내 환경 효과에 대한 연구는 미미한 실정이다. 시시각각 변화하는 외부 기상조건에 효과적으로 대응하여 차양을 운영하기 위해서는 하계 뿐 아니라

†Corresponding author

Tel.: +82-2-880-7065; fax: +82-2-871-5518

E-mail address: snukkw@snu.ac.kr

동계에 차양 적용에 의한 실내 환경 특성에 관한 연구도 필요하다고 판단되며, 이에 본 연구에서는 실험을 통해 이를 규명하고자 한다.

이를 위해 본 연구에서는 차양의 차폐 성능을 크게 야간시 열유출 차폐와 주간 빛 유입 차폐로 나누어 차양의 설치 유무 및 위치, 종류에 따른 동절기 야간 보온효과 및 주간 빛환경 성능에 관한 실험을 수행하였다.

2. 차양장치 적용시 실내환경 평가 실험

2.1 개요 및 실험실 구성

본 연구에서는 동계 차양 적용에 의한 실내환경 측면의 효과를 규명하고자 S대 옥상에 위치한 실험실에서 2006년 1~2월 2개월 동안 보온효과 실험과 빛환경 실험을 수행하였다.

차양 성능은 차양의 설치 유무 및 위치, 종류 등에 따라 달라질 수 있으므로, 본 연구에서는 이들을 변수로 설정하고 실험을 수행하였다. 차양의 종류는 형태, 가동성, 조절인자 등에 따라 다양한 종류가 있으나, 본 연구에서는 사무소 건물에서 가장 일반적으로 사용되는 베네시안 블라인드와 롤 블라인드로 대상을 한정하였으며, 설치 위치는 창 외측과 내측으로 하였다.

실험실 구성은 건축 계획적으로 동일한 두 개의 실험실과 한 개의 기계실이 Fig. 1과 같이 인접하고 있으며, 각 실험실은 5.8m×4.8m×2.7m의 규모로 같은 조건을 재현할 수 있도록 동일한 구조와 재료 및 외관이 적용되었다. 창문은 각 실험실의 남쪽면에 적용되었으며, 창문의 안쪽 면과 바깥쪽 면에 Table 1과 같이 각각 서로 다른 차양 장치가 설치되어 있다. 실험에 사용된 베네시안 블라인드는 회색 계열의 알루미늄 재질로 되어 있으며, 롤 블라인드는 미색 계열의 스크린 재질로 되어 있다. 차양 장치의 위치 및 각도 조절은 Room 1에 배치되어 있는 컴퓨터를 통해 이루어지며, 두 실험실의 발열조건을 동일하게 유지하고자 Room 2에도 컴퓨터를 배치하였다.

실험실 내부와 외부에는 Table 2와 같이 실내환경 측정을 위한 기기가 설치되어 있으며, 측정값들은 Room 1에 배치되어 있는 컴퓨터에 일정한 시간 간격으로 저장되며 그 결과를 분석하였다.

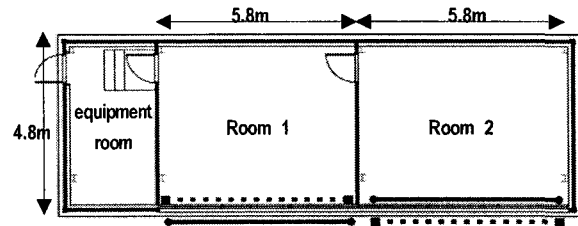


Fig. 1 Pan of the mock-up test cells.

Table 1 Composition of the shading device

Position	Room 1	Room 2
Interior	Venetian blind	Roll blind
Exterior	Roll blind	Venetian blind

Table 2 Measuring equipments and position

	Equipment	Position
Illuminance	Lux meter	Room 1, Room 2
Room temperature	T-type thermocouple	
Outdoor temperature		Outside
Solar radiation	Irradiance meter	Roof
Exterior Illuminance	Exterior lux meter	

2.2 실험 내용 및 방법

차양의 설치 유무, 설치 위치 및 설치 종류가 동절기 실내환경에 미치는 효과를 살펴보기 위하여 총 12개의 실험 case를 Table 3과 같이 선정하였다. 두 실험실의 차양장치를 모두 올린 상태에서 행해진 대조군 실험(Reference test)을 통하여 두 실험실의 환경조건이 거의 동일함을 확인하였으며, 각 실험 case 수행시 두 실험실이 항상 동일한 조건에서 실험이 시작될 수 있도록 하였다. 보온효과 실험과 빛환경 실험 case는 베네시안 블라인드의 슬랫 각도에서만 차이가 있는데, 보온효과 실험의 경우 가장 차폐가 많이 되는 각도인 90도로 슬랫 각도를 유지하였으며, 빛환경 실험의 경우 빛의 유입이 가장 많은 0도로 슬랫 각도를 유지하여 실험을 수행하였다.

보온효과 실험은 각 실험 case별로 실내의 평균온도차이 및 시간별 온도감소 비율을 분석하여 보온효과를 평가하였고, 이를 위해 각 실험당 20개씩 총 40개의 thermocouple을 설치하였으며, 추

Table 3 Experimental cases

Cases	Room 1(slat angle)	Room 2(slat angle)	Sky condition (morning, afternoon)	Thermal case	Visual case	Variables
Ref.*	None	None	-			-
1	None	Exterior venetian(90°)	(Clear, Clear)	○		Existence of shading devices
2	None	Exterior venetian(0°)	(Intermediate, Intermediate)		○	
3	Interior venetian(90°)	None	(Clear, Clear)	○		
4	Interior venetian(0°)	None	(Clear, Clear)		○	
5	Exterior roll	None	(Intermediate, Clear)	○	○	
6	None	Interior roll	(Intermediate, Clear)	○	○	
7	Interior venetian(90°)	Exterior venetian(90°)	(Intermediate, Clear)	○		Position of shading devices
8	Interior venetian(0°)	Exterior venetian(0°)	(Overcast, Intermediate)		○	
9	Exterior roll	Interior roll	(Clear, Clear)	○	○	
10	Exterior roll	Exterior venetian(90°)	(Overcast, Overcast)	○		Type of shading devices
11	Interior venetian(0°)	Interior roll	(Overcast, Overcast)		○	
12	Exterior roll	Exterior venetian(0°)	(Clear, Clear)		○	

* Reference test.

가로 외부 온도 측정을 위한 thermocouple을 실험실 외측에 설치하였다. 실내 온도 측정점의 위치는 Fig. 2와 같다.

빛환경 측면에서 차양장치는 현휘 방지 및 균제도 유지 등의 기능을 하게 되나, 유입되는 주광량의 감소로 인하여 실내의 평균조도가 감소하게 되는 단점이 있다. 따라서, 차양장치의 빛성능을 평가하기 위해서는 실내의 평균조도가 사무실의 최저 조도기준인 300lux(KS A 3011)를 만족하는지를 평가할 필요가 있다. 또한 외주부와 내주부 사이의 조도차 발생은 시각적 불쾌감을 유발할 수 있으므로, 외주부와 내주부의 조도차이도 평가항목에 포함되어야 한다. 따라서, 본 연구에서

는 각 case별로 시간별 실 조도를 측정하여, 기준조도 만족여부를 평가하고 위치별(외주부, 내주부) 조도차이를 측정하여 실 조도의 균일성을 평가하였다. 조도차이는 외주부 조도를 내주부 조도로 나눈 값을 조도비라 정의하여 평가항목으로 삼았으며, 그 값이 1에 가까울수록 실내의 조도가 균일함을 뜻한다. 내·외주부 조도 측정을 위해 Fig. 3과 같이 외주부 측정점(P)과 내주부 측정점(I)에 조도트랜스미터를 설치하였다. 더불어 외부 천공 조도, 확산조도의 측정 및 천공사진 촬영을 통해 천공상태를 분석하였다.

3. 보온효과 실험 결과 및 고찰

3.1 차양장치의 설치 유무에 의한 보온효과

차양장치의 설치 유무에 따른 보온효과 실험은 case 1, case 3, case 5, case 6에 해당되며, Fig. 4 ~ Fig. 7은 각 case별 실 평균온도 및 실간 온도차이를 나타낸다.

외부 베네시안 블라인드의 경우(case 1), 차양이 없는 경우에 비해 실 평균온도가 최고 3℃ 가량 높게 나타났으며, 그래프의 기울기에 해당하는 시간당 온도감소비율 또한 Fig. 4에서 보는 바와 같이 차양이 없는 경우에 비해 작아져 시간이 지날수록 차양이 설치되지 않은 실과의 온도 차이가 커지게 된다. 즉 외부 베네시안 블라인드의 경우 동절기 야간 보온효과를 기대할 수 있다.

반면, Fig. 5 ~ Fig. 7의 그래프에서 보는 바

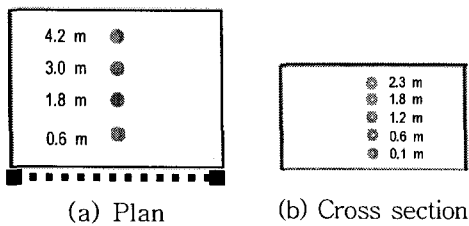


Fig. 2 Measuring points of the room temperatures.

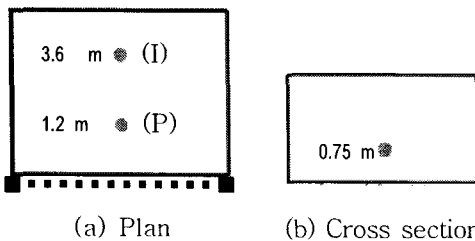


Fig. 3 Measuring points of the illuminance.

와 같이 내부 베네시안 블라인드(case 3), 외부 롤 블라인드(case 5) 및 내부 롤 블라인드(case 6)의 경우는 차양이 설치되지 않은 실과 비교했을 때 그래프의 기울기 차이가 크지 않으며, 시간 온도차 또한 미세하게 나타났다. 이상의 결과는 각 블라인드의 재질 및 차폐율이 영향을 미친 것으로 판단되며, 외부 베네시안 블라인드의 경우 재질이 상대적으로 두껍고, 차폐율 또한 높아서 다른 블라인드에 비해 높은 보온효과를

보이는 것으로 나타났다. 한편, 천공복사에 의한 열유출을 생각해 볼 수 있으며, 천공과의 온도차이가 클수록 천공복사에 의한 열유출은 증가한다. 본 실험이 실에 난방을 가하지 않은 상태에서 수행되었다는 점을 감안할 때, 실질적으로 실에 난방이 될 경우는 천공과의 온도차이가 커져 열유출이 증가하므로, 차양을 설치할 경우 본 실험의 결과보다 더 큰 보온효과를 기대해볼 수 있다.

이상의 결과 차양의 설치시 보온효과는 블라인드의 재질에 따른 특성에 따라 달라지며, 따라서 추가적으로 차양의 설치 위치 및 종류에 따른 분석이 필요하다.

3.2 차양장치의 설치 위치에 따른 보온효과

차양장치의 설치 위치(내부/외부)에 따른 보온효과 실험은 case 7과 case 9에 해당되며, 각 case별 실 평균온도 및 시간 온도차는 Fig. 8 ~ Fig. 9에 나타나 있다.

두 가지 경우 모두 외부에 차양을 설치할 경우 내부에 설치하는 경우에 비해 미세하나마 실평균온도가 상승하였으며, 시간당 온도 감소 비율 또한 더 작게 나타났다. 즉 하계의 냉방부하 절감 효과와 마찬가지로, 동계의 보온효과 또한 차양의 종류와 상관없이 외부에 차양을 설치할 경우 그 효과가 증대됨을 알 수 있다.

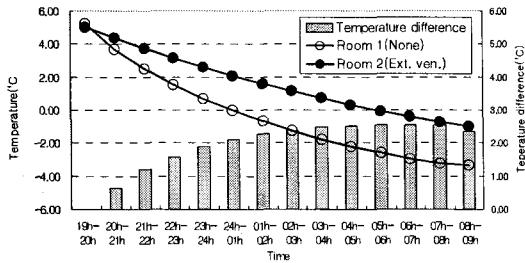


Fig. 4 Temperature profile of case 1

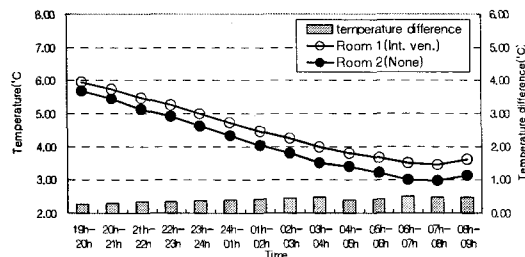


Fig. 5 Temperature profile of case 3

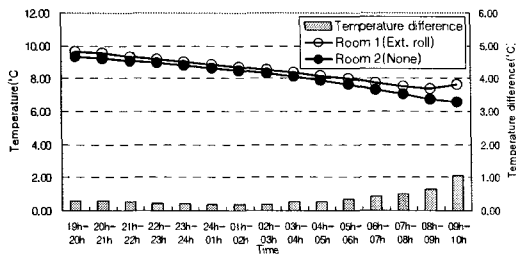


Fig. 6 Temperature profile of case 5

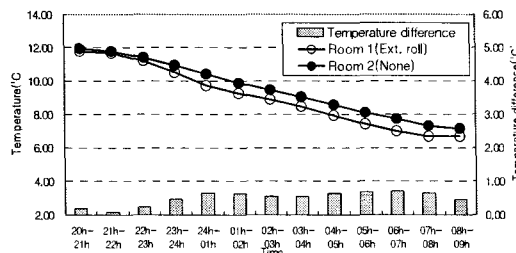


Fig. 7 Temperature profile of case 6

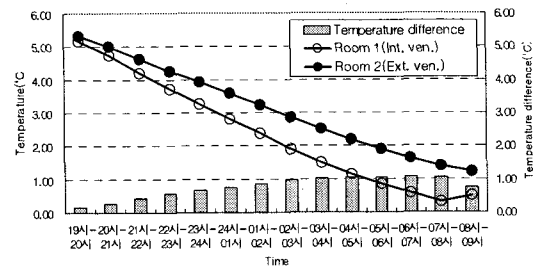


Fig. 8 Temperature profile of case 7

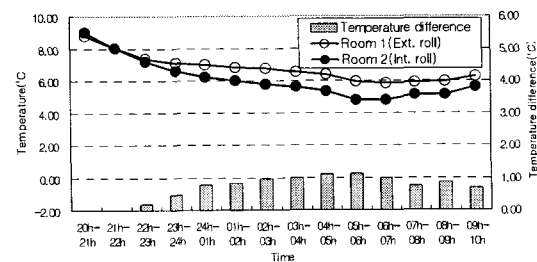


Fig. 9 Temperature profile of case 9

3.3 차양장치의 종류에 따른 보온효과

3.1절의 설치 유무에 따른 보온효과 결과를 바탕으로 베네시안 블라인드가 롤 블라인드에 비해 보온효과가 더 클 것임을 짐작이 가능하나, 정확한 비교를 위해 양쪽 실험실에 각각 베네시안 블라인드와 롤 블라인드를 설치한 후 실험을 하였다(case 10). 명확한 비교를 위하여, 보온효과가 더 높을 것으로 사료되는 외부에 블라인드를 설치하였다. 그 결과, 그 차이가 확연하진 않으나, 베네시안 블라인드의 경우 보온효과가 더 큰 것으로 나타났다.

4. 빛환경 실험 결과 및 고찰

4.1 차양장치의 설치 유무에 따른 실내 빛환경

차양장치의 설치 유무에 따라 Table 3에서 보는 바와 같이 총 네 가지 case에 대하여 빛환경 실험을 수행하였으며, 그 결과 모든 case에서 흐린 날을 제외하고는 차양을 설치하여도 주된 업무 시간인 4시 이전까지는 조도 기준을 만족하는 것으로 나타났다. 또한 스크린 또는 슬랫을 통해 과도한 직사광의 유입을 차단하여 조도비가 감소하여 실 조도분포의 균일성 확보도 가능하다. 그러나 네 가지 case의 경우, 차양의 설치 위치 및 종류에 따라 빛환경 성능에 차이가 발생하게 되며, 각각에 대한 비교실험을 통해 추가적인 분석이 필요하다.

4.2 차양장치의 설치 위치에 따른 실내 빛환경

차양장치의 설치 위치(내부/외부)에 따른 실내 빛환경 실험은 case 8과 case 9에 해당되며, 두 가지 케이스에서 도출된 결과 패턴이 동일하므로, 본 논문에서는 case 8의 베네시안 블라인드의 결과에 대하여 고찰하도록 하겠다.

Case 8의 실험을 수행한 날의 천공 조건은 오전의 부분 담천공 조건에서 오후로 갈수록 담천공 조건으로 변화하였으며, Fig. 10의 전천공 조도에서 확산조도가 차지하는 비율을 통해 이를 확인할 수 있다.

Fig. 10은 시간별 실의 평균 조도값 및 천공 조도값을 나타내며, Fig. 11은 양쪽 실의 조도비

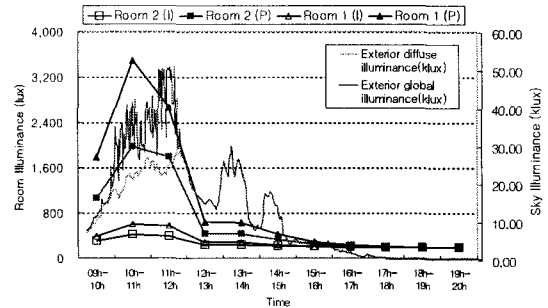


Fig. 10 Room illuminance and sky illuminance of case 8.

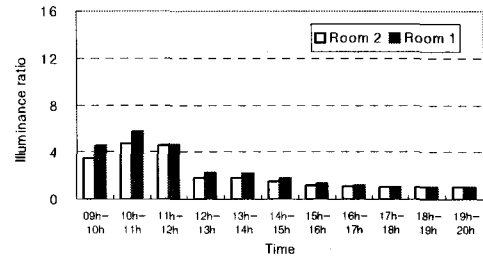


Fig. 11 Illuminance ratio of case 8.

를 비교한 그래프이다. 각 그래프를 분석해본 결과, 실의 평균 조도값은 내부에 차양을 설치하는 경우가 외부에 설치하는 경우에 비하여 더 높은 값을 보이는 것으로 나타났다. 이는 내부에 차양을 설치할 경우 유리를 통해 유입된 빛이 실내에서 재반사되기 때문이라고 판단되며, 이를 통해 실의 밝기 측면에서는 내부에 차양을 설치하는 것이 유리함을 알 수 있다. 반면, 조도비의 경우는 외부에 설치하는 경우가 내부에 설치하는 경우보다 작은 값을 나타내므로, 실 조도의 균일성 측면에서는 외부에 차양을 설치하는 것이 유리함을 알 수 있다.

4.3 차양장치의 종류에 따른 실내 빛환경

차양장치의 종류에 따른 실내 빛환경 실험은 두 가지 case에 대하여 진행되었으며, 각 실험이 행해진 날의 천공조건이 판이하게 달랐다. Table 3에 나타난 바와 같이 case 11의 경우 매우 흐린 담천공 조건이었으며, case 12의 경우는 운량이 0에 가까운 청천공 조건이었다.

천공상태에 따라 실의 평균조도 만족 여부는 달랐으나, 기본 패턴은 동일하게 나타났다. 베네시안 블

라인드를 설치한 실이 롤 블라인드를 설치한 실보다

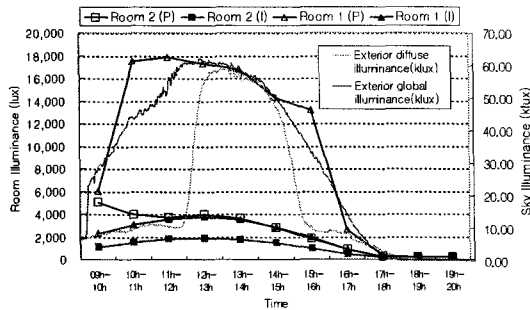


Fig. 12 Room illuminance and sky illuminance of case 12.

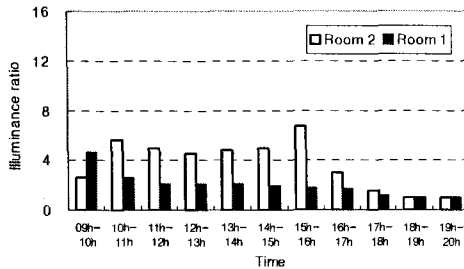


Fig. 13 Illuminance ratio of case 12.

평균조도 값이 높게 나타났으며, 이는 베네시안 블라인드의 슬랫 사이로 빛이 유입되어 실의 조도값을 높이기 때문인 것으로 사료된다. 반면 조도비 측면에서는 롤 블라인드의 경우가 더 우수한 성능을 보였으며, 이는 롤 블라인드의 재료인 스크린이 빛을 더 많이 산란시켜 균계도를 높이기 때문이다. Fig. 12 ~ Fig. 13은 case 12에 대한 실평균조도 및 조도비 그래프이다.

5. 결론

본 연구에서는 동절기 차양의 설치 유무, 위치 및 종류에 따른 야간 보온효과 및 주간 빛환경 성능을 실험을 통해 규명하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 야간 보온효과 실험 결과, 차양을 설치할 경우 차양이 없는 경우에 비하여 1~3°C 정도의 실온상승 효과를 기대할 수 있었으며, 차양의 종류와 상관없이 외부에 설치된 경우 보온효과가 더 큰 것으로 나타났다. 또한 차양의 차폐로 인

한 보온효과는 차양의 종류별로 달라지게 되며, 베네시안 블라인드와 롤 블라인드를 대상으로 실험을 수행한 결과 베네시안 블라인드의 보온효과가 좀 더 크게 나타났다.

(2) 주간의 빛환경 실험 결과, 차양 설치로 인하여 실 평균조도가 다소 감소하기는 하나, 흐린 날을 제외하고는 주된 업무시간대인 오후 4시경까지는 조도기준인 300lux를 만족하는 것으로 나타났다으며, 조도비 감소를 통한 실조도의 균일성 확보가 가능하다.

(3) 차양의 설치 위치에 따라 실의 평균조도와 조도비에 차이가 발생하게 되며, 실의 평균조도를 증가시키기 위해서는 외부에 차양을 설치하고, 실의 조도를 균일하게 하기 위해서는 내부에 차양을 설치하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

(4) 차양의 종류에 있어서도, 실의 평균조도 증가 측면에서는 베네시안 블라인드가 유리하며, 실조도의 균일성 측면에서는 롤 블라인드가 더 효과적이다.

본 연구는 우선적으로 동계의 차양효과에 초점을 두어 진행되었으며 이는 추후 진행하게 될 하계 실험 결과와 더불어 향후 전동 차양의 운영 및 계획방안 도출에 활용될 계획이다.

후 기

본 연구는 (주)Somfy의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Marie-Claude Dubois, 1997, Solar Shading and Building Energy Use, Lund University.
2. Kang, D. H., 1990, Thermal Performance Analysis of Movable Shading System of Building, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 6, No. 5, pp. 165-176.
3. Kim, B. S. and Yim, O. Y., 2005, Optimal Transmittance Selection of Office Window by Visual Amenity and The Analysis of Energy Performance, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 21, No. 3, pp. 107-116.