

# 실내·외 블라인드의 Slat 반사율에 따라 창호 일사투과량 및 그에 따른 벽체 대류열획득량 분석

## A Study on Change in Window Transmitted Solar and the Resultant Wall Surface Convective Heat Gain with Regard to Slat Reflectance of External and Internal Blinds

현인탁(In-Tak Hyun)<sup>1</sup>, 이재호(Jae-Ho Lee)<sup>1</sup>, 윤여범(Yeo-Beom Yoon)<sup>1</sup>, 이광호(Kwang Ho Lee)<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>국립한밭대학교 대학원 건축공학과, <sup>2</sup>국립한밭대학교 건축공학과 교수

<sup>1</sup>Department of Architectural Eng., Graduate School, Hanbat National University, Daejeon, Korea

<sup>2</sup>Department of Architectural Eng., Hanbat National University, Daejeon, Korea

(Received July 28, 2014; revision received September 22, 2014; Accepted: September 29, 2014)

**Abstract** Nowadays, to make buildings light weight and aesthetically pleasing, curtain wall structure are commonly used. Therefore, window to wall ratio is increasing, which has caused cooling and heating load in crease in buildings as well. This phenomenon has negative impact from energy point of view. This paper analyzes window and wall convective heat gain when the slat reflectance of external and internal blinds are changed for the better understanding of the fundamentals behind the phenomena. It was observed that, if slat reflectance is increased, window transmitted solar increases and convection heat rate is clearly affected. Among six surfaces including four walls, ceiling and floor, maximum convection heat rate occurs on the south wall in summer. On the other hand, ceiling and floor showed the lowest convection heat gain, since they are shared by adjacent floors.

**Key words** Internal Blind(실내 블라인드), External Blind(실외 블라인드), Slat Reflectance(슬랫 반사율), Cooling and Heating Load(냉난방 부하), EnergyPlus(에너지플러스)

\* Corresponding author, E-mail: kwlee@hanbat.ac.kr

## 1. 서 론

### 1.1 연구배경 및 목적

최근 하루가 다르게 지속되는 유가 급등과 맞물려 전 세계적으로 추진 중인 국제 기후변화 협약에 대응하기 위하여, 정부차원에서도 냉난방 에너지를 최대 50%까지 줄이는 것을 목표로 하는 녹색도시 건축물 활성화 방안 등 건물에서의 에너지 절감을 위한 노력이 경주되고 있다.<sup>(1)</sup>

하지만, 최근 건물에서의 구조경향은 건축기술의 발달로 고층화에 따른 외피의 경량화가 불가피함에 따라 외피를 유리로 구성한 커튼월 구조가 많이 채택되고 있는 실정이다.<sup>(2)</sup> 외피를 유리로 구성할 시 외관의 심미성 및 채실자의 시각적 개방감 등이 유리해지는 이점은 있으나, 이는 건물 외피 대비 창면적비의 증가를 초래해 실내로의 과도한 일사 유입이 불가결하게 된다.<sup>(3)</sup>

실내로의 주광유입을 적절하게 유지하면 에너지절

약측면에서도 유효하고 실내의 쾌적한 빛 환경에 기여하지만, 잘못된 주광의 유입으로 다량의 직달 일사가 실내로 유입될 시 채실자에게 현휘 등의 시각적, 열적 불쾌감을 유발할 수 있고, 에너지측면에서도 냉방기기의 과도한 사용으로 여름철 냉방부하 증가의 원인이 될 수 있다.<sup>(2)</sup>

따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 현재까지 다양한 형태의 차양 장치가 요구되고 있으며, 대부분 블라인드를 채택하고 있는 추세이다.<sup>(3)</sup> 이와 관련하여 Yoon<sup>(4)</sup> 등은 블라인드를 설치하지 않았을 때 보다 외부 블라인드 적용 시 최대 냉방 부하를 39.8% 절감시키고 내부 블라인드를 설치한 경우보다 20.7% 절감된다고 분석하였다. 또한, Yoon<sup>(3,6)</sup> 등은 블라인드의 위치 및 제어, 슬랫 반사율 등의 다양한 조건별로 EnergyPlus Simulation을 이용해 냉난방 부하 패턴을 분석하였는데, 외부 블라인드가 내부 블라인드에 비해 8.7%의 냉난방 부하를 절감하였고, 자동제어 시 5.8~12.5%의 부하가 감소되는 것으로 분석하였다. 결국, 블라인드의 슬랫 반

사율이 증가함에 따라 여름철 내부 블라인드의 냉방부하는 감소했으며, 외부 블라인드의 냉방부하는 증가했고, 그 반면 겨울철 내부 블라인드의 난방부하는 증가하고, 외부 블라인드의 난방부하는 감소하는 것으로 분석하였다. 즉, 내·외부 블라인드의 여름 및 겨울철 냉난방 부하패턴이 상반된 것으로 분석되었다.<sup>(3, 6)</sup> 하지만, 지금까지의 연구는 단순히 창호의 성능 및 종류에 따라 창호를 통한 총 획득열량에 관해 블라인드의 위치 및 제어에 의한 실내 냉난방 부하를 비교한 연구가 전부이다. 또한, 이미 창호를 통해 획득되는 변수별 열량에 의해 변동되는 부하패턴의 실제적인 원인에 대한 검증은 이루어졌지만<sup>(5, 6)</sup>, 투과된 일사에 의해 벽체에서 획득 및 손실되는 열량에 관한 분석은 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 기존의 Yoon<sup>(3, 6)</sup> 및 Hyun<sup>(5)</sup> 등의 연구에서 나타난 내·외부 블라인드의 슬랫 반사율에 따른 부하패턴이 여름 및 겨울철에 상반되게 나타난 원인을 보다 더 면밀히 분석하기 위해 창호뿐만 아니라 벽체를 통해 획득 및 손실되는 열량에 관한 분석을 실시하였다.

## 1.2 연구방법 및 범위

본 연구에서는 선행연구에서 이미 검증한 EnergyPlus 모델링을 통하여 분석을 시행하였다.<sup>(3, 5, 6)</sup> 시뮬레이션 분석 시 적용한 대표일은 동지(12월 22일) 및 하지(6월 21일)로 일사량이 가장 많은 13시를 기준으로 분석을 진행하였으며, 내·외부 블라인드가 적용된 조건에서 슬랫 반사율을 달리 하였을 때, 각 조건별 창호를 통해 획득되는 변수들에 대해 조사하였다.<sup>(5, 6)</sup> 한편, 창을 통해 투과되는 직달 및 확산일사의 경우 복사에너지의 형태로 먼저 흡수되고, 그에 따라 실내 벽체온도가 상승하게 된다. 이에 따라 내부 벽체와 외부와의 온도차로 인한 대류열이 발생하고, 이 대류열의 직접적 영향으로 실내 부하 변동이 변화하므로 벽체를 통해 획득되는 대류열량에 대하여 분석을 진행하였다. 또한 대류열 획득량은 창호를 통해 투과되는 일사량에 가장 큰 영향을 받으므로 벽체의 대류열획득 분석에 앞서 창호를 통해 투과되는 일사에 대한 분석을 먼저 실시하였다. 즉, 본 연구에서는 내·외부 블라인드 설치 시, 슬랫 반사율에 따라 변동되는 벽체 대류열량에 관해 초점을 맞춰 분석을 실시하였다. 또한 슬랫각도가 변함에 따라 획득되는 대류열획득량의 변화 역시 실 공기온도에 큰 영향을 미치나 본 연구에서는 슬랫각도의 변동은 주지 않고, 일반적으로 슬랫각도를 90°수평으로 고정시킨 상태에서 분석을 진행하였다. 한편, 변수별 창호를 통해 획득되는 열량과 벽체를 통해 획득되는 대류열량에 관한 식은 EnergyPlus I/O Reference<sup>(7)</sup>에서 따로 정의하고 있다.

## 2. 시뮬레이션 개요 및 이론적 배경

### 2.1 시뮬레이션 선정

본 연구에서 선정한 시뮬레이션 프로그램은 비정상 상태의 열전도 및 복사, 대류 열전달에 대해 동적 해석이 가능하며 건물 외피와 실내·외 기상 조건에 의한 건물의 냉난방 부하 및 열 환경에 대해 수학적 으로 검증이 가능한 EnergyPlus를 선정하였다.<sup>(7)</sup> 또한 건물 부하 계산 시 미국의 냉동공조학회(ASHRAE)에서 권장하는 열 밸런스(Heat Balance) 방법을 사용하기 때문에 외피를 통해 발생하는 복사, 대류, 전도의 열전달 현상을 시간대별로 정밀하게 분석 할 수 있다.<sup>(8)</sup>

따라서 본 연구에서는 블라인드가 설치된 조건하에서 외부로부터 실내로 유입되는 직달 일사와 확산 일사 및 여러 변수들에 대한 계산을 본 시뮬레이션을 활용하여 분석하였으며,<sup>(7)</sup> 실내 벽체에 도달하는 직달일사 및 확산일사에 대해 추가 분석을 진행하였다. 또한 블라인드와 창호 사이의 자연대류에 의한 열전달은 중공층의 형태를 반영한 ISO 15099를 기준으로 산정하였고,<sup>(9, 10)</sup> 창호에 적용된 블라인드 모듈의 광학적 특성은 Simmler's model을 기반으로 하였다.<sup>(10)</sup> 여기서 Simmler's model이라 함은 이론적 해석을 기반으로 한 블라인드와 창호 사이의 물리학적 특성을 여러 가정과 식을 통해 구현한 수치해석 모델링을 의미하며, 여러 가정과 식에 관련된 내용은 선행연구에 상세히 기술되어 있어 본 논문에서는 페이지 제한 상 따로 서술하지 않았다.<sup>(10)</sup>

### 2.2 Simulation Modeling

EnergyPlus 시뮬레이션 모델은 실측한 모델과 동일한 크기로 모델링 하였다.<sup>(3)</sup> 벽체의 물성치는 ISO 10456. 2005를 기준으로 적용하였으며, 적용한 블라인드와 창호의 경우 선행연구에 자세히 명시되어 있기 때문에, 별도의 언급은 하지 않았다.<sup>(3)</sup> 시뮬레이션 모델링의 타당성에 대한 검증은 이미 선행 연구에서 진행하였다.<sup>(3)</sup> 기상데이터의 경우 EnergyPlus는 자체적으로 제공하지 않는 지역의 기상데이터 처리 방법으로, Meteonorm의 사용을 제시하므로 본 연구의 시뮬레이션에 사용한 기상데이터는 Meteonorm 프로그램을 사용하였다.<sup>(11)</sup> 실내 발열은 Table 1과 같이 입력하였고, 조명 및 기기 발열은 사무소 건물의 중간 발열 수준으로 선정하였다.<sup>(12, 13)</sup> 실내 온도는 ASHRAE(2007a)의 General Design Criteria에 따라 여름철 25℃, 겨울철 22℃로 설정하였다.

Table 1 Input conditions of internal heat gain and indoor set-points<sup>(3)</sup>

	Specifications	Input conditions	Reference
Internal heat gains	People	(Sensible 65 W/person, Latent 54 W/person), 1 person	ASHRAE (2005)
	Lighting	10.8 W/m <sup>2</sup>	ASHRAE(2005)
	Equipment	11 W/m <sup>2</sup>	ASHRAE(2007b)
Indoor set-points	Cooling	25 °C (May~Sep.)	ASHRAE(2007a)
	Heating	22 °C (Nov.~Mar.)	

### 3. Simulation Analysis

$$Q_{window} = Q_{solartrans} + Q_{conv.win} + Q_{rad.win} - Q_{rad.out} + Q_{cond.frame} \quad (2)$$

#### 3.1 블라인드 위치에 따른 변수별 획득 열량

아래 식(1), 식(2)에 나타나듯이, 창호를 통해 획득되는 열량은 여러 변수의 합과 차로 계산되어지므로 단순히 획득된 총 열량만으로는 내 · 외부 블라인드의 상반된 부하패턴 원인을 정확히 검증하기 어렵다. 따라서 EnergyPlus I/O Reference에서 블라인드의 설치 위치에 따라 창호를 통해 획득되는 열량을 외부 블라인드 조건과 내부 블라인드 조건으로 나누어 식을 정의하고 있다.<sup>(7)</sup> 식(1)은 내부 블라인드, 식(2)는 외부 블라인드 일 때 창과 블라인드를 거쳐 실내로 획득되는 변수별 열량에 관한 식을 나타낸 것이다.

$$Q_{window} = Q_{solartrans} + Q_{conv.air} + Q_{conv.blind} + Q_{rad.win} + Q_{rad.blind} - Q_{rad.out} + Q_{cond.frame} \quad (1)$$

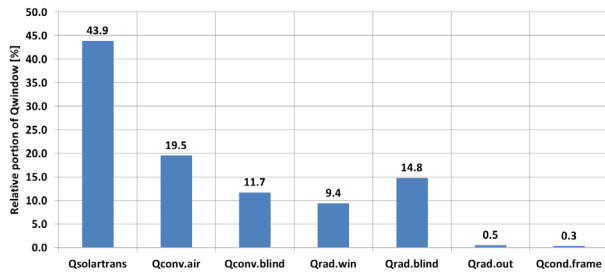


Fig 1. Relative portion of each heat transfer in case of the interior blind.<sup>(5, 6)</sup>

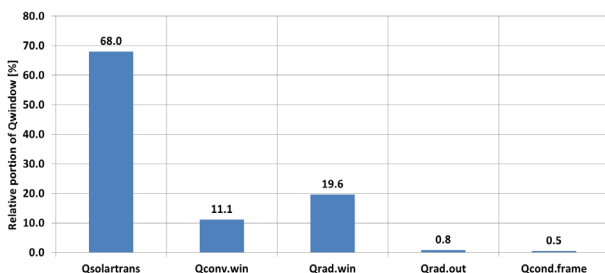


Fig 2. Relative portion of each heat transfer in case of the exterior blind.<sup>(5, 6)</sup>

여기서,  $Q_{solartrans}$ 는 창을 통과하는 일사량,  $Q_{conv.air}$ 는 내부 블라인드와 창 사이 공기층의 대류 열량,  $Q_{conv.blind}$ 와  $Q_{conv.win}$ 는 내부 블라인드를 통해 유입되는 대류 열량과 외부 블라인드 시 창으로부터 실내로 유입되는 대류 열량을 나타낸다. 또한,  $Q_{rad.win}$ ,  $Q_{rad.blind}$ 는 창과 블라인드를 통해 유입되는 복사열량,  $Q_{rad.out}$ ,  $Q_{cond.frame}$ 은 창을 통해 빠져나가는 복사열량과 Frame을 통한 전도 열량을 의미한다.<sup>(5, 6)</sup> Fig. 1, Fig. 2는 여름철 대표 일예 내 · 외부 블라인드의 슬랫각도 90°, 슬랫 반사율을 0.5로 고정 시, 각 조건의 획득 열량식에서 각각의 변수들이 차지하는 비율을 나타낸다.<sup>(5, 6)</sup>

식(1), 식(2)와 Fig. 1, Fig. 2에서 볼 수 있듯이 블라인드 위치별 획득 열량식에서 동일한 변수는 4가지가 존재한다. 그 중 창호를 통해 실내로 유입되는 일사가 내 · 외부 블라인드에서 각각 43.9%, 68%로 가장 많은 비율을 차지한다. 따라서 본 연구에서는 공통적으로 많은 영향을 미치는  $Q_{solartrans}$ 를 비교 분석하였다. 창호를 통해 들어오는 복사열인  $Q_{rad.win}$ 의 경우 복층유리를 적용하였을 경우 내부 블라인드와 외부 블라인드가 각각 14.8%, 19.6%를 차지하지만, 반사율이 0.1에서 0.9까지 변화하는 동안 내 · 외부 블라인드 모두 5 W 이하의 미미한 변화를 나타냈기 때문에 본 연구의 분석에 포함하지 않았다.<sup>(5, 6)</sup> 또한, 창호를 통해 다시 빠져나가는 복사열  $Q_{rad.out}$ 과 프레임을 통한 전도열  $Q_{cond.frame}$ 은 획득 열량의 비중과 반사율 변화에 따라 값의 변동이 매우 작기 때문에 추가 해석을 실시하지 않았다.<sup>(5, 6)</sup>

#### 3.2 창호를 통해 실내로 유입되는 일사량 분석

Fig. 3은 하지 및 동지에 일사가 가장 많은 13시를 기준으로 Slat 반사율이 0.1부터 0.9까지 변화하는 동안 블라인드 위치별로 실내로 유입되는 전천일사  $Q_{solartrans}$ 를 나타낸 것이다.<sup>(5, 6)</sup> 내 · 외부 블라인드 모두 반사율에 따라 일사량의 차이는 있지만 블라인드의 위치와 계절에 상관없이 반사율이 증가할수록 실내로 유입되는 일사량 또한 증가하는 패턴을 보인다. 이는 반사율이 증가함에 따라 블라인드 슬랫에 도달하는 일사를

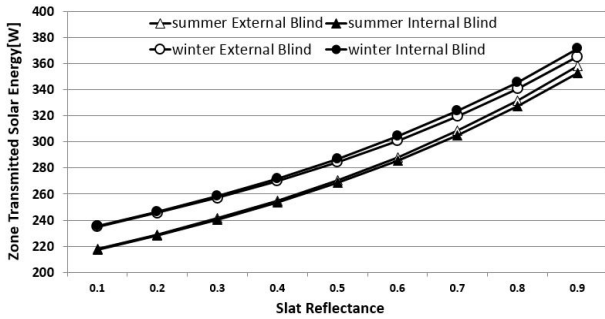


Fig 3. Solar transmittance variation as a function of slat reflectance.<sup>(5, 6)</sup>

실내로 더 많이 반사시키기 때문에 계절과 블라인드의 위치에 상관없이 실내로 투과되는 일사량이 증가하는 것으로 사료된다. 결국, 실내로 투과되는 일사량이 증가함에 따라 여름철에는 냉방부하가 증가하고, 겨울철에는 난방부하가 감소하게 된다. 이는 선행연구에서 분석한 외부 블라인드 조건에서의 슬랫 반사율 변화에 따른 냉·난방 부하 패턴과 동일하다.<sup>(3)</sup> 즉, 창호를 통해 실내로 유입되는 일사량은 블라인드 위치보다는 슬랫 반사율 변화가 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다. 외부 블라인드의 경우 본 해석이 부하 패턴과 동일하여 해석이 가능하나, 내부 블라인드의 경우 선행연구에서 분석한 내부 블라인드 부하 패턴과 본 해석의 일사량패턴이 상반된 패턴을 보이고 있다.<sup>(3)</sup> 이와 관련한 내부 블라인드의 부하패턴에 대한 원인 분석은 이미 선행연구에서 내부 블라인드의 획득 열량식에만 포함된  $Q_{conv.air}$ ,  $Q_{conv.blind}$ ,  $Q_{rad.blind}$ 의 분석을 진행하였고, 이 3가지 요소들은 슬랫 반사율이 증가함에 따라 값이 낮아지는 것을 확인하였다.<sup>(5, 6)</sup> 이는 슬랫 반사율 증가에 따라 상승하는  $Q_{solartrans}$ 보다 위의 3가지의 감소량이 더 크기 때문에 외부 블라인드와 반대되는 부하패턴을 보이는 것으로 사료된다.<sup>(5, 6)</sup> 하지만 창호와 관련된 열획득과 손실만을 비교하였기 때문에, 더 정확한 해석을 위해 블라인드 위치 및 슬랫 반사율 변화에 따른 벽체의 열획득과 손실을 추가적으로 분석하였다.

### 3.3 실내 벽체에 도달하는 일사 투과량 분석

Fig. 4와 Fig. 5는 내·외부 블라인드를 적용했을 때 슬랫 반사율 변화에 따른 실내 벽체의 확산광과 단파 흡수량을 나타낸다. 블라인드 위치 및 계절에 상관없이 슬랫 반사율이 증가하면서 확산광과 단파의 흡수량이 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 앞서 분석한  $Q_{solartrans}$ 와 동일한 패턴을 보이고 있다. 슬랫 반사율의 증가에 따라 실내로 투과되는 일사가 증가되고 이에 따라 실내에서 반사 및 흡수되는 양이 증가한 것으로 사료된다. EnergyPlus I/O reference에서는 외부 직달일

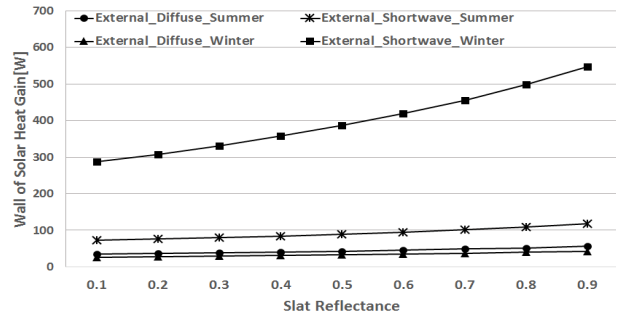


Fig 4. Absorption of diffuse and shortwave radiations as a function of external slat reflectance.

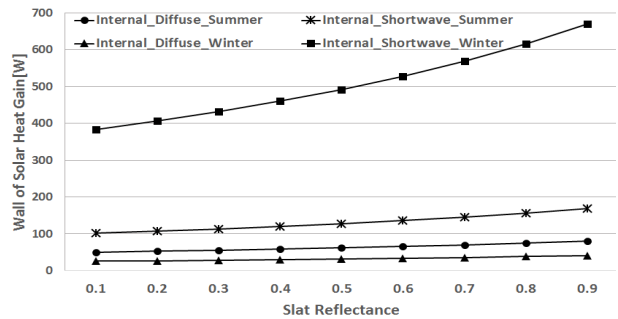


Fig 5. Absorption of diffuse and shortwave radiations as a function of internal slat reflectance.

사가 불투과체에 반사될 경우 모두 확산광으로 변하게 되며, 유리와 같은 투과체에 투과될 경우 일부는 확산 일사로 변하지만 직달일사로 투과되는 양도 있는 것으로 나타났다. 여기서, 창호를 통해 실내로 투과된 직달 일사가 내부 블라인드 슬랫에 도달하여 반사될 경우 확산광으로 변화하게 된다.<sup>(10)</sup> 따라서 실내 벽체에 도달하는 직달일사는 내·외부 블라인드의 슬랫에 부딪히지 않고 창호를 거쳐 벽체에 바로 도달하는 양을 나타낸다. 즉, 실내 벽체에 도달하는 직달 일사량은 슬랫 반사율 변화에 상관없이 변동되지 않게 된다. 또한, 장파와 단파로 이루어진 외부 일사 중에서 창호를 투과하면서 단파만이 창호를 통과하게 되고 장파의 경우 창호를 통과하지 못하게 되어 실내 벽체에 도달하는 장파는 존재하지 않는다. 따라서 슬랫 반사율에 따라 변화하지 않고 고정된 값을 갖는 직달일사와 실내 벽체에 존재하지 않는 장파의 분석은 진행하지 않았다.

### 3.4 창호 일사 투과량의 영향에 따른 실내 벽체 대류열량 특성 분석

#### 3.4.1 실내 벽체를 통해 획득되는 총 대류열량

Fig. 6과 Fig. 7은 하지 및 동지에 일사가 가장 많은 13시 기준으로 슬랫 반사율 변화에 따른 벽체의 대류

열획득 및 손실량을 나타낸 것이다. 블라인드가 없는 조건은 블라인드 슬랫이 존재하지 않기 때문에 동일한 값을 보인다. 외부 블라인드와 내부 블라인드의 경우 슬랫 반사율의 증가에 따라 대류열 획득량이 높아지게 되고, 두 값의 차이가 줄어든다. 블라인드가 없는 조건보다 블라인드를 설치하였을 때 30~40 W 정도 적게 대류 열 획득을 하는 것을 알 수 있다. 겨울철 대표일도 여름철과 동일한 패턴을 보이는데, 슬랫 반사율의 증가에 따라 손실되는 열량이 줄어든다. 블라인드가 없는 조건보다 블라인드가 설치되었을 때 180~250 W의 대류 열손실이 더 일어난다. 식(3)은 EnergyPlus Engineering reference에서 언급한 대류 열전달 식을 나타낸다.<sup>(10)</sup> 여기서,  $Q_c$ 는 대류 열량을 나타내며,  $h_c$ 는 대류 열전달 계수, A의 경우 벽체 면적,  $T_{surf} - T_{air}$ 은 표면온도와 외기온도의 차를 나타낸다.<sup>(10)</sup> 대류 열전달계수와 벽체 면적은 슬랫 반사율이 변화해도 바뀌지 않고, 온도만 변화되게 된다. 위의 분석에서 슬랫 반사율이 증가하면 벽체에 흡수되는 확산광과 단파의 양이 많아지고, 따라서 벽체의 온도가 상승하게 된다. 외부 온도는 동일하나 슬랫 반사율이 상승하면서 실내 벽체 온도가 상승하게 되어 온도차가 증가한다. 따라서 블라인드 슬랫 반사율 증가에 따라서 여름철 대류열 획득은 증가하게

되고, 겨울철 대류 열손실은 감소하게 된다.

$$Q_c = h_c A (T_{surf} - T_{air}) \quad (3)$$

### 3.4.2 각 벽체의 단위면적당 대류열량

Fig. 8과 Fig. 9는 여름, 겨울철 대표일의 13시에 외부 블라인드 설치 시 슬랫 반사율에 따른 각 벽체의 단위 면적당 대류열량을 나타낸 것이다. Fig. 6, Fig. 7에서 내·외부 블라인드의 패턴이 동일하게 나타났기 때문에 변화하는 값이 큰 외부 블라인드에 대해서만 추가분석을 진행하였다. 벽체의 면적이 모두 다르기 때문에 각 벽체마다 획득된 총 대류열량을 벽체의 면적으로 나누어 단위면적당 대류열 획득 및 손실을 분석하였다. 그 결과, 위 분석과 동일하게 슬랫 반사율 증가에 따라 모든 벽체에서 여름철의 대류열 획득량은 증가하고 겨울철의 대류열 손실량은 감소하는 것으로 나타났다. 바닥과 천정의 경우 다른 벽체보다 하지에 현저히 낮은 대류열 획득을 보이고, 동지에는 대류열 손실이 거의 없는 것으로 나타났다. 이는 본 모델링이 평면이 동일한 3층 건물의 중간층으로, 천정은 3층 바닥과 바닥은 1층 천정과 맞닿아 있기 때문에 외기와 면해있는 다른 벽체와 값의 차이가 다른 것으로 나타났다.

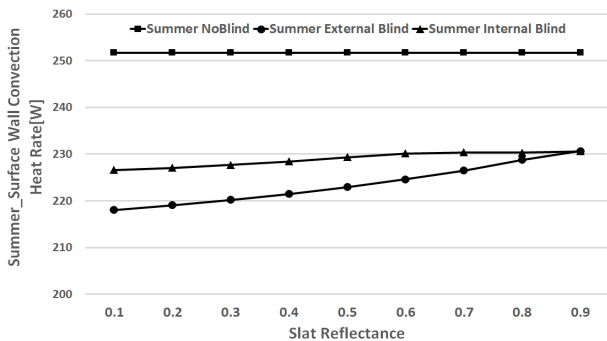


Fig. 6. Convection heat rate of wall as function of slat reflectance in summer.

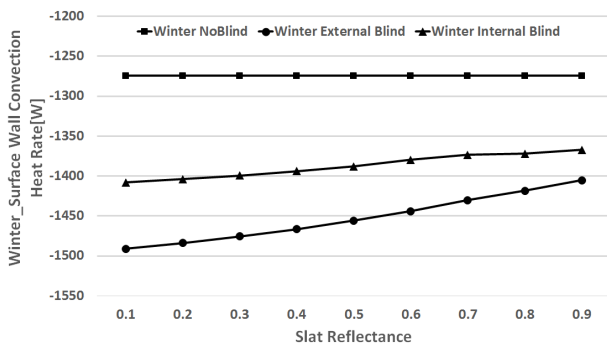


Fig. 7. Convection heat rate of all as function of slat reflectance in winter.

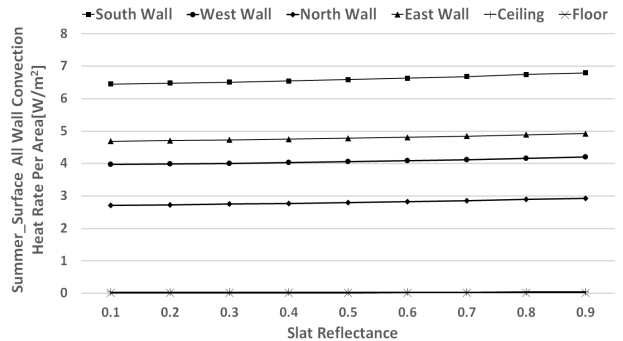


Fig. 8. Convection heat rate of wall as function of exterior blind slat reflectance in summer.

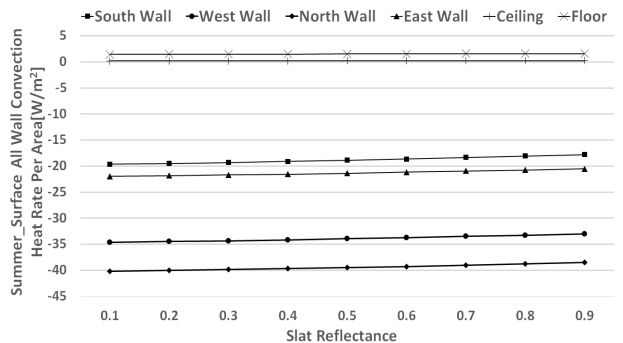


Fig. 9. Convection heat rate of wall as function of exterior blind slat reflectance in winter.



Fig. 10, Fig. 11은 하지 및 동지의 13시 기준, 내·외부 블라인드의 슬랫 반사율을 0.5로 고정시킨 상태에서 블라인드가 없는 조건 대비 단위면적당 일 누적 대류 열량을 비교 분석한 것이다. 여름철의 경우 블라인드가 없는 조건에서 단위면적당 실내 벽체의 대류열 획득량이 가장 높으며, 내부 블라인드, 외부 블라인드 순으로 나타났다. 이는 블라인드가 없는 조건에서 가장 많은 일사가 실내로 유입되며, 이에 따라 실내 벽체에서 블라인드 설치된 조건보다 많은 단파와 확산광의 흡수가 이루어졌기 때문이다. 또한 블라인드가 없으므로 창호를 투과한 직사광 역시 실내 벽체에 도달하게 된다. 따라서 실내 벽체 온도가 다른 조건보다 높아지고 그에 따라 대류열 획득 역시 높은 것으로 사료된다. 앞선 분석에서 내부 블라인드 설치 시 외부 블라인드보다 확산광 및 단파 흡수가 높기 때문에 내부 블라인드의 벽체온도가 외부 블라인드 설치했을 때 보다 높으며, 그에 따라 대류열 획득 또한 높은 것으로 사료된다. 겨울철 대표일도 마찬가지로 패턴을 나타낸다. 블라인드가 없는 조건에서 일사가 가장 많이 투과되어 벽체로 흡수되는 양이 많으므로 가장 적은 대류열손실을 보였고, 외부 블라인드를 설치했을 때 가장 많은 대류열 손실을 나타냈다. 천정과 바닥의 경우 겨울철에도 여름철과 동일하게 대류열을 획득하는 것으로 나타

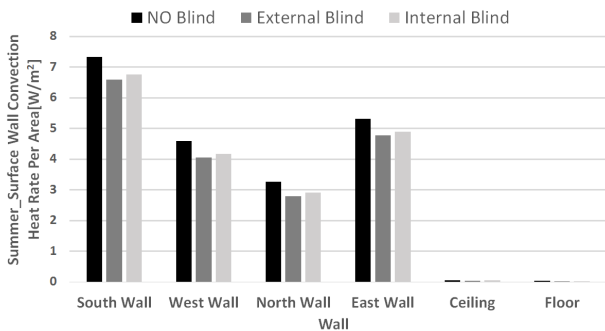


Fig 10. Convection heat rate of wall under different blind positions in summer.

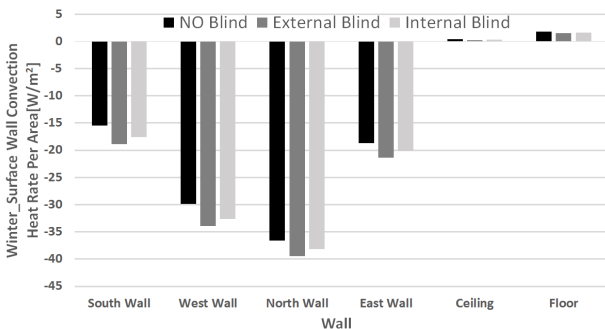


Fig 11. Convection heat rate of wall under different blind positions in winter.

났는데, 이는 위에서 언급한대로 분석한 모델링이 2층에 위치하고 있으며, 바닥은 1층 천정과, 천정은 3층 바닥과 맞닿아 있기 때문에 계절에 상관없이 그 양은 크지 않지만 열 획득을 보이는 것으로 사료된다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 검증된 Mock-up 모델을 이용하여 블라인드의 위치 및 슬랫 반사율에 따라 슬랫 각도를 90° 수평으로 고정 시켰을 때, 여름 및 겨울철 대표일에 실내로 유입되는 일사투과량 및 벽체를 통해 획득된 대류열량을 분석하였다. 따라서 기존의 연구에서 나타났던 블라인드의 슬랫 반사율 변화에 따른 상반된 냉·난방부하 패턴의 원인을 보다 더 명확하게 입증한 것으로 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 실내 벽체에 도달하는 확산일사 및 단파복사의 경우 실내 유입 일사량과 동일하게 블라인드의 위치 및 계절에 상관없이 슬랫 반사율이 증가 할수록 실내로 반사되는 양이 많아 확산일사 및 단파복사량 모두 증가하는 것으로 나타났다.
- (2) 실내 벽체에 도달하는 직달일사의 경우 블라인드를 거치지 않고 바로 실내 벽체에 도달하는 일사를 나타낸다. 따라서 블라인드 슬랫에 영향을 받지 않기 때문에 블라인드 슬랫의 반사율 변화에 상관없이 고정된 값으로 나타났다.
- (3) 단위면적당 획득 및 손실되는 대류열량은 여름 및 겨울철 모두 남측 벽이 일사의 영향을 많이 받아 가장 많은 열량을 획득하는 것으로 나타났다. 천정 및 바닥면의 경우 기준 층이 1층, 3층과 맞닿아 있어 외기에 노출되지 않아 가장 적은 획득량을 보였다.
- (4) 블라인드의 유무 및 설치 위치에 따라 벽체의 단위면적당 획득되는 대류열량은 블라인드가 없는 조건이 유입되는 일사가 가장 많으므로 획득되는 열량 역시 가장 많은 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 여름 및 겨울철 반사율 변화에 따른 내·외부 블라인드의 상반된 냉·난방 부하패턴이 벽체를 통한 대류열량에 의해서도 일정 부분 영향을 미치는 것이 확인되어 보다 더 정밀한 원인을 검증 할 수 있었다. 추후 반사율뿐만이 아닌 본 연구에서 고려하지 않은 블라인드의 슬랫 각도 변화에 따라 달라지는 냉·난방 부하패턴에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

#### 후 기

본 연구는 2012년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임(과제번호 : NRF-2012R1A1A1003730).

## References

1. Lim, J. H., 2010, The Effect of Interior and Exterior Venetian Blinds Integrated with Glazing System on the Solar Heat Gain Coefficient, *Journal of KSLES*, Vol. 17, No. 5, pp. 529-538.
2. Sim, S. R., Yoon, J. H., and Shin, U. C., 2011, Comparative Studies on Lighting Environment and Energy Performance depending on the Transmittance of Window and Slat Angle of Blind, In *Proceeding of Autumn conference of KSES*, Vol. 31, No. 2, pp. 256-263.
3. Yoon, Y. B., Kim, D. S., Park, J. W., and Lee, K. H., 2013, A Study on the Building Energy Performance Depending on the Blind Location, Blind Operation and Glazing Type, *Journal of AIK*, Vol. 29, No. 7, pp. 309-316.
4. Yoon, K. C. and Kim, K. S., 2012, An Evaluation of Energy Performance in an office with Venetian Blinds in Summer, *Building, Journal of AIK*, Vol. 28, No. 1, pp. 285-292.
5. Hyun, I. T., Lee, J. H., Yoon, Y. B., and Lee, K. H., 2014, Detailed Heat Balance Analysis of Internal and External Blinds Depending on Slat Reflectance Variation, In *Proceeding of Summer conference of SAREK*.
6. Yoon, Y. B., Kim, D. S., and Lee, K. H., 2014, Detailed Heat Balance Analysis of the Thermal Load Variations Depending on the Blind Location and Glazing Type, *Energy and Buildings*. Vol. 75, pp. 84-95.
7. The U. S. DOE. 2011, EnergyPlus Input Output Reference. The Encyclopedic Reference to EnergyPlus Input and Output.
8. Winkelmann, F., 2001, Modeling Windows in EnergyPlus, *Building simulation 2011* in No. 7th international IBPSA Conference.
9. ISO 15099, 2003, Thermal Performance of Windows, Doors, and Shading Devices-Detailed Calculations, International Organization for Standardization.
10. The U.S. DOE., 2011, EnergyPlus Engineering Reference. The Reference to EnergyPlus Calculations.
11. Kim, E. Y. and Jun, H. J., 2011, A Study on Applicability through Comparison of Weather Data based on Micro-climate with existing Weather Data for Building Performative Design, *Journal of KIEAE*, Vol. 11, No. 6, pp. 101-108.
12. ASHRAE, 2005, ASHRAE Handbook Fundamentals. Atlanta No. American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
13. ASHRAE, 2007, ASHRAE Handbook Fundamentals. Atlanta : American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.
14. Yoon, S. H., Yoon, Y. B., and Lee, K. H., Inside Air and Surface Temperature Characteristics of Window Systems Depending on the Low-E Coating and Blind Location during Cooling Period, *Materials Research Innovations*, Vol. 18, pp. 457-461.