

차양장치의 겨울철 천공복사 냉각 저감 효과에 관한 실험적 연구*

An Experimental Study on the Reduction Effects of Shading Devices on Sky Radiant Cooling in Winter

김진희** · 김영탁*** · 이수열**** · 최원기*****

Jin-Hee Kim** · Young-Tag Kim*** · Soo-Yeol Lee**** · Won-Ki Choi*****

Abstract

External shading devices are well known solar control devices that can help reduce the cooling load of commercial buildings. For this study, experiments were conducted to examine the feasibility of shading devices in reducing both the cooling and heating loads. The influence of sky radiant cooling during winter was verified for the external shading device, internal roller blind, and window. Results can be summarized as follows. The temperature difference between the inner and outer surfaces of the window with the external shading device was 11.8°C compared to 14.6°C for one without the external shading device. This 2.8°C difference was due to heat exchange by sky radiation when the surface temperature of the shading device was lower than the ambient outdoor air temperature. The roller blind resulted in a lower temperature of 0.8°C compared to the average temperature of the window's air cavity. This was due to heat exchange by sky radiation of the roller blind surfaces. Without shading devices, the outside surface temperature of the window is about 3°C higher. The study also found that when external shading devices were installed on both the southwest and southeast sides, the outside surface temperature of the windows were lower on the southwest side than the southeast side.

Keywords : External Shading Device, Sky Radiant Cooling, Energy Saving

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

외부 차양장치는 일사부하를 저감시켜 건물의 냉방부하를 감소시키고 확산광의 실내 유입으로 조명 부하를 감소시키는 기능이 있는 대표적인 패시브 시

스템으로 다양한 연구를 통해 업무용 건물의 냉방부하 저감 효과에 대한 검증이 수행된 바 있다. 그러나 주거용 건물의 단열성능 향상과 관련된 연구는 미미한 수준에 머물러 있다. 이는 주거용 건물은 난방부하의 비중이 높고 대부분 일사가 없는 야간시간대에 부하가 발생하는 특징으로 인하여 단점으로 인식되

*본 연구는 2018년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 이공학개인지초 후속연구지원사업(NRF-2018R1D1A1A09083870)과 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No. 20202020800030).

**국립공주대학교 건축공학과 연구교수 공학박사(주저자: jiny@kongju.ac.kr)

***에임트 주식회사 사업운영그룹 이사 공학박사

****(주)선우시스 기술연구소 차장

***** (주)선우시스 기술연구소 연구소장 공학박사(교신저자: cwk@sonusys.co.kr)

었기 때문이다.

한편, 외부 차양장치는 대부분 창호와 결합해 설치 되어 건물의 열손실을 막아주는 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단되며, 특히 겨울철 맑은날 야간시간대의 천공복사 냉각을 1차적으로 차단시키는 효과가 있을 것으로 판단되었다.

이에 본 연구에서는 실측 실험을 통해 겨울철 야간, 외부 차양장치의 천공복사 냉각을 차단 효과를 분석하고 실질적인 난방에너지 절감효과를 검증하고자 한다. 이를 위해 고단열 창호에 차양장치가 없는 경우, 내부 롤 블라인드가 설치된 경우 그리고 외부 차양장치가 설치된 경우의 유리 내·외표면 온도 분포 특성을 실측하여 그 효과를 실험적으로 분석하고자 하였으며, 추후 Mock-Up 실험실을 통한 에너지 사용량 연구를 위한 기초 연구로 활용하고자 한다.

1.2 선행연구 분석

외부 차양장치와 관련된 연구는 국내외에서 다양하게 수행되어 왔으며, 지금도 꾸준히 수행되고 있는 분야이다.

국내의 경우, 정동은 외(2020)는 차양장치 종류에 따른 창호 부위 열전달 현상을 시뮬레이션을 통해 분석해 전도, 대류, 복사의 저감 효과를 검증하였다. 최원기·서승직(2004, 2005, 2006)은 독립된 외부 차양장치의 환경성능 분석을 수행해 냉방부하와 조명에너지 절감 등에 관한 연구를 수행하였으며, 차양장치 설치 및 경사각도에 따른 형태계수 개념을 도입하여 일사량 계산 모델을 제시하였다. 그 외에도 주광 성능 분석, 외부 차양장치 설치에 따른 SHGC 계산법 개발 등과 같은 연구가 수행되어 왔다.

해외의 경우에는 베네시안 블라인드에 관한 열전달 현상 규명을 위한 실험 및 시뮬레이션 검증이 수행되었으며, 슬릿의 각도, 표면 반사율, 설치 간격 등

에 따른 영향을 종합적으로 검증하였다(Collins and Harrison, 1999; Fang, 2000; Collins et al., 2002).

천공 복사 냉각에 대한 연구는 국내에서는 2000년 초, 중반에 잠깐 수행된 것이 전부인 것으로 조사되었다. 그 중 대표적인 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다.

변기홍(2005)은 “야간 하늘에 노출된 평판의 복사냉각 실험”과 (2007)“복사냉각 시스템에서 커버의 영향”, (2008)“겨울 야간 하늘에 노출된 평판에 의한 복사냉각 실험”이란 논문에서 여름철과 겨울철에 대하여 수평 평판의 복사 냉각 효과에 관한 실험적 연구를 통해 여름철과 겨울철 서울 지역에서도 약 5°C의 냉각 효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났으며 풍속 및 온량이 가장 큰 영향 인자인 것으로 제시하고 있다. 그리고 바람의 영향, 대기 중 습도의 영향, 온량의 정량화 및 온도 측정 방법 등에 관한 추가적인 연구가 필요한 것으로 제시하고 있다.

김진호 외(2002)는 “복사 냉각 시스템의 적용성에 관한 연구”와 유지용 외(2001)는 “건물에서 야간 방사체의 복사냉각 효과에 관한 연구”에서 여름철 야간 방사체의 복사냉각에 관한 실험적 연구와 시뮬레이션 연구를 수행하였으며, 경량 금속 패널의 여름철 야간 천공복사에 의한 냉각 효과가 충분한 것으로 검증하였으며, 그 활용 방안에 대한 제시를 하였다.

이상의 대표적인 연구는 천공복사를 통해 냉각된 열원을 건물의 냉방부하 저감을 위한 목적으로 활용하는 연구에 초점을 맞춘 것이라면 본 논문은 천공 복사 냉각을 사전에 차단시켜 겨울철 난방부하 저감 효과에 초점을 맞춘 차이점이 있다. 그리고 외부 차양장치가 냉방부하 저감 효과뿐만 아니라 야간 사용 빈도가 높은 건물의 겨울철 난방부하 저감 효과 또한 있다는 점을 강조하기 위함이다.

2. 연구 방법 및 범위

2.1 연구 방법

본 논문은 실험적 연구로 동일한 실에 남동과 남서로 설치된 고성능 창호에 내부 롤 블라인드와 외부 차양장치를 설치하여 각 부위별 온도를 측정하고 비교함으로써 복사 냉각의 저감 성능을 정량적으로 평가하고자 한다.

이를 위해 경기도 김포시에 위치한 Fig. 1과 같은 신축 건물 2, 3층을 대상으로 차양장치의 효과에 대한 실험적 분석을 수행하였으며, 내부 이미지는 Fig. 2와 같다.

단, 본 실험을 위해 북동측에 위치한 창호 3개는 암막 커튼을 통해 일사유입을 원천적으로 차단시켰다.

2.2 연구 범위

본 연구는 내·외부 차양장치의 천공복사 냉각의 저감효과를 실험적으로 검증하기 위한 기초 연구이다. 물론, 외기조건에 따른 독립된 실에서의 에너지 소비량과 각 부위별 온도분포를 비교하고 에너지평형 방정식을 통해 시뮬레이션 검증을 통해 효과를 분석하는 것이 가장 바람직하겠지만 본 논문에서는 1차적으로 제시된 조건 하에서 각 부위별 온도 분포를 중심으로 천공복사 냉각의 효과를 분석하였다. 이를 통해 차양장치의 복사저감 효과의 가능성을 분석하고 향후 차양장치의 냉방저감 효과뿐만 아니라 난방저감 효과를 강조해 건물 용도별 다양한 활용법을 제시하고자 한다.

3. 실험 개요

3.1 대상실 및 차양 개요

외부 차양장치의 성능 검증을 위하여 다음과 같이 실험 모니터링을 구축하였으며, 기본 개요는 다음과 같다.

- 장소: 경기도 김포시 통진읍 마송리 375-22번지 외 1필지
- 규모: 지상 3층(2층에 모니터링 구축)
- 측정항목: 차양 차폐 조건에서의 실내외 각 부위별 온도
- 측정기간: 2020년 1월 ~ 2020년 02월
- 측정위치: 남동측 3개 창호, 남서측 3개 창호(총 6개 창호)
- 기타: 실내 23°C 설정온도로 24 시간 난방

Fig. 3은 2층 평면도와 각 측정 위치를 정리한 것이다.

다음으로 적용된 차양장치는 일반적인 실내 롤 블라인드와 하이브리드 외부 차양장치 그리고 차양이 없는 고단열 창호로 방위별 1개소씩 설치하였다. Table 1은 하이브리드 외부 차양장치의 일반적인



Fig. 1. Building to be Tested



Fig. 2. 2nd Floor Interior Image

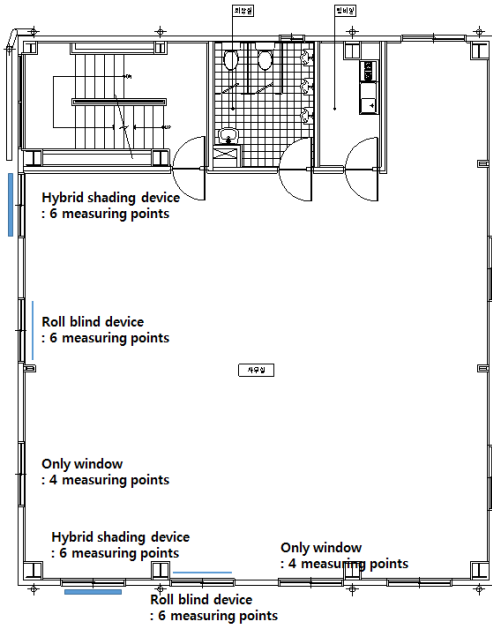


Fig. 3. Room Measuring Points

Table 1. Hybrid Shading Device Overview

Items	Values
U-value	0.869 W/m ² K (closed) 1.391 W/m ² K (open)
Air tightness	0.99m ³ /m ² · h (1st grade)
Water tightness	50 level
Wind pressure	360 level
Wind speed resistance	50 m/s
SHGC	0.02 (closed)
Freezing durability	clear
Repeatable durability	clear

개요를 정리한 것으로, 모두 공인시험성적서 데이터이다.

Fig. 4는 부위별 측정 위치 및 센서 번호를 나타낸 것이다. 적용된 롤 블라인드는 ‘r’, 하이브리드 차양장치는 ‘h’ 그리고 차양이 없는 경우는 ‘n’으로 표시하며, ‘i’는 실내온도, ‘o’는 외기온도, ①은 외부 차양장치 표면온도, ②는 외표면 인접 공기층 온도, ③은 유리 외표면 온도, ④는 유리 내표면 온도, ⑤는 내표

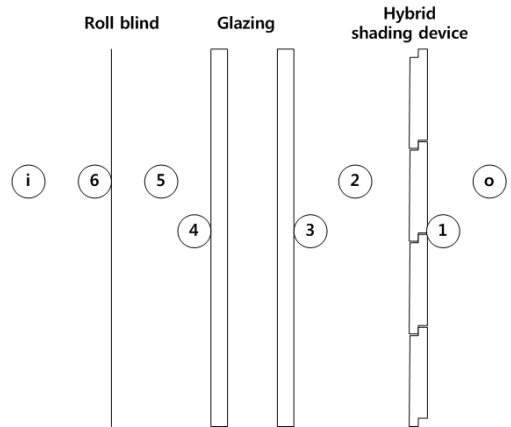


Fig. 4. Measurement Point and Sensor Number for Each part

면 인접 공기층 온도 그리고 ⑥은 롤 블라인드 표면 온도를 나타낸다.

4. 실험 결과 분석

여름철부터 시작된 결과 가운데 겨울철 복사 냉각 효과에 대한 검증에 위한 실험은 2020년 1월 22일부터 2월 2일까지를 중심으로 분석을 수행하였다. 그리고 실질적인 데이터 수집은 남동측 창호를 대상으로 천공복사 냉각이 활발히 일어나는 오후 8시부터 익일 오전 7시까지의 데이터를 중심으로 진행되었다.

먼저 하이브리드 차양장치의 각 부위별 온도를 나타낸 것이 Fig. 5이다. 그림에서 붉은 색 원으로 표시한 영역은 외기온도보다 외부 차양장치의 표면온도가 낮은 영역을 나타낸다. 거의 모든 측정일에서 천공복사로 인한 냉각효과가 나타나고 있으며, 외부 차양장치가 천공복사 냉각을 1차적으로 차단하고 있음을 알 수 있다.

Fig. 6은 롤 블라인드의 부위별 온도를 나타낸 것이다. 데이터의 특성상 실험 전 기간에 걸친 온도분포를 나타내는데 한계가 있어 특정일의 몇 시간만을

대상으로 하였다. 유리 외표면 온도와 외기온도는 약 2.5°C~3°C 내외의 일반적인 차이를 나타내고 있으나 롤 블라인드 표면온도가 실내 중공층 온도보다 낮게 분포되는 특징을 나타내고 있다. 이는 천공복사가 유리 투과체를 통과해 불투명 롤 블라인드와 활발한 열교환을 진행하는 것으로 판단된다.

다음으로 차양장치가 없는 경우의 부위별 온도를 나타낸 것이 Fig. 7이다. 이 경우에는 일반적으로 알 수 있는 온도 분포를 나타내고 있는 특징이 있다. 또한 유리 외표면과 외기온도 분포는 롤 블라인드와 유사한 패턴을 나타내지만 온도차는 다소 차이가 있는 것으로 나타났으며, 이는 롤 블라인드의 경우 내부 공기층에 따른 영향으로 판단된다. 그리고 이 경우에는 천공복사가 실내 내부 표면과 진행되어 온도

분포에 반영되지 않은 것으로 판단된다.

Fig. 8은 2020년 1월 23일 오후 8시부터 1월 24일 오전 7시까지의 하이브리드 차양장치의 온도분포를 나타낸 것이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 외기 온도가 차양 외표면 온도보다 높게 나타나고 있으며, 이는 천공복사에 의한 냉각효과를 차양 외표면이 모두 감당하고 있음을 의미한다. 이에 대한 효과를 보다 명확히 하기 위해 해당 시간대의 각 부위별 평균 온도를 정리한 것이 Table 2이다.

Table 2에서 증점적으로 체크해야 하는 것이 유리 내·외표면의 온도차이다. 이 온도차가 동일한 열적 성능의 창유리에서 에너지 소비와 직결되는 컨덕턴스를 결정하기 때문이다. 먼저 하이브리드 차양장치의 경우 11.8°C, 실내 롤 블라인드의 경우 13.3°C 그

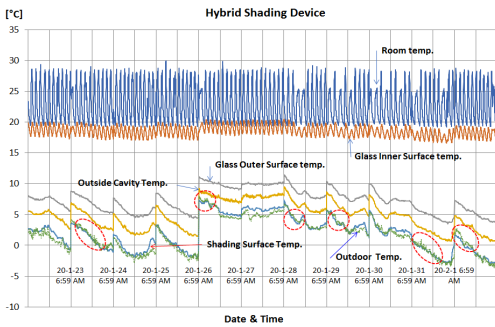


Fig. 5. Temperature for Each Part of the Hybrid Shading Device (from 8PM, 22th Jan. to 7AM, 2th Feb.)

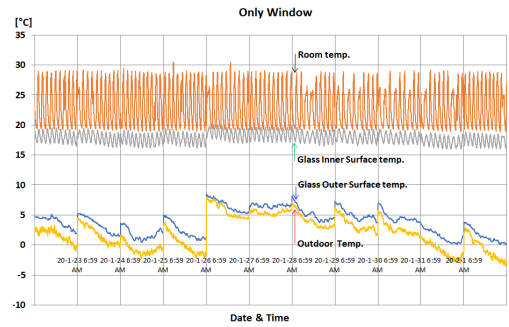


Fig. 7. Temperature for Each Part Without Shading Device (from 8PM, 22th Jan. to 7AM, 2th Feb.)

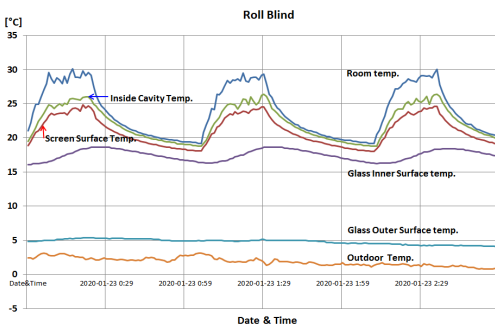


Fig. 6. Temperature for Each Part of the Roll Blind (from 0AM, 23th Jan. to 3AM, 23th Jan.)

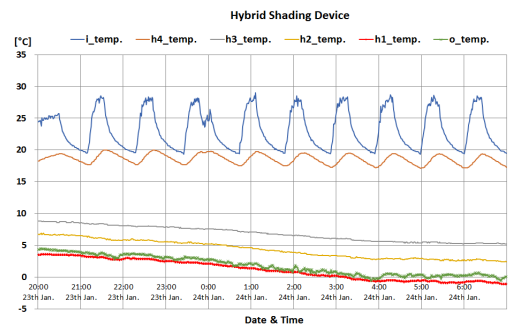


Fig. 8. Temperature Distribution of Hybrid Shading Device (from 8PM, 23th Jan. to 7AM, 24th Jan.)

Table 2. Average Temperature for Each Part (from 8PM, 23th Jan. to 7AM, 24th Jan.)

Room	Roll screen	Inside cavity	Inner glass	Outer glass	Outside cavity	Shading device	Outdoor
I_temp.			h4_temp.	h3_temp.	h2_temp.	h1_temp.	o_temp.
			18.6	6.8	4.3	1.1	
	r6_temp.	r5_temp.	r4_temp.	r3_temp.			
23.1	20.6	21.8	17.1	3.8			1.8
			n4_temp.	n3_temp.			
			17.9	3.3			

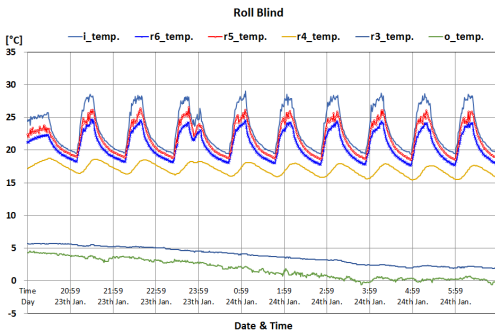


Fig. 9. Temperature Distribution of Roll Blind (from 8PM, 23th Jan. to 7AM, 24th Jan.)

리고 차양장치가 없는 경우 14.6°C의 온도차를 나타내고 있는 것을 알 수 있다.

한편, 실내 롤 블라인드의 경우 Fig. 9에서 볼 수 있듯이 롤 블라인드 표면온도가 중공층 온도보다 약 0.8°C 낮게 분포하고 있다. 이는 앞서 언급한 것과 같이 천공 장파장 복사가 투과체를 통과한 다음 블라인드 표면과 복사 열교환을 하기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 10은 외기온도와 창유리 외표면 온도만을 비교한 것이다. 하이브리드 차양장치는 외기온도보다 약 5.0°C 높게 나타나지만 실내 롤블라인드의 경우에는 2.0°C로 차양장치가 없는 경우보다 약 0.5°C 높은 분포를 나타내고 있다. 이는 실내 롤블라인드가 복사냉각 저감 효과가 그렇게 크지 않음을 나타내는 것이며, 이로 인하여 실질적인 건물에너지 절감효과

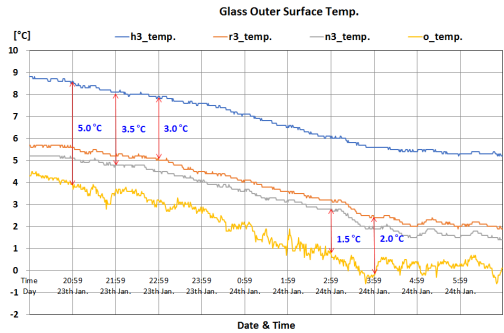


Fig. 10. Comparison Distribution of External Glazing Surface Temperature (from 8PM, 23th Jan. to 7AM, 24th Jan.)

또한 미미하게 나타남을 의미한다.

다음으로 동일한 시간대의 남서측 창호의 실험 결과를 남동측과 비교해 요약한 것이 Table 3이다.

전반적으로 남동측과 남서측의 온도 분포는 유사한 것으로 판단된다. 다만 남서측 창유리 내·외표면 온도차의 경우, 하이브리드 외부 차양장치는 10.6°C, 내부 롤 블라인드는 13.1°C 그리고 차양장치가 없는 경우는 14.8°C의 온도차를 나타내고 있다. 온도차만으로 천공복사에 대한 영향을 종합적으로 나타낼 수 없겠지만 남동측과 비교해 외부 차양장치가 설치된 경우 그 효과가 더 높은 것으로 나타났으며, 추후 상세 분석을 통해 그 원인을 분석할 계획이다. 이는 향후 향별 영향 분석을 위한 기초 연구로 활용하기 위함이다.

Table 3. Average Temperature for Each Part According to the Orientation (from 8PM, 23th Jan. to 7AM, 24th Jan.)

Room	Roll screen	Inside cavity	Inner glass	Outer glass	Outside cavity	Shading device	Outdoor
I_temp.			h4_temp.	h3_temp.	h2_temp.	h1_temp.	o_temp.
SW	22.7		17.6	7.0	4.6	1.5	1.8
SE	23.1		18.6	6.8	4.3	1.1	1.8
		r6_temp.	r5_temp.	r4_temp.	r3_temp.		
SW	22.7	20.0	20.8	16.4	3.3	1.8	
SE	23.1	20.6	21.8	17.1	3.8	1.8	
				n4_temp.	n3_temp.		
SW	22.7			18.0	3.2	1.8	
SE	23.1			17.9	3.3	1.8	

5. 고찰

일반적으로 구조체를 통한 열손실(Q_{loss})은 식 (1)에 의해 계산된다.

$$Q_{loss} = U \times A \times (T_{out} - T_{in}) \quad \text{식 (1)}$$

여기서, U 는 열관류율($W/m^2\text{°C}$)이고, A 는 표면적(m^2) 그리고 $(T_{out} - T_{in})$ 는 실내외 온도차(°C)를 나타낸다. 본 실험 차양장치가 실내·외에 설치된 경우로 정확한 실 구분이 없이 측정된 결과이므로 식 (1)을 적용하는데 한계가 있다. 그러므로 내·외부 차양장치에 의해 형성된 유리 내·외표면의 온도차 ($T_{s,in} - T_{s,out}$)를 이용해 새로운 계산식을 적용할 필요가 있으며, 본 논문에서는 유리의 컨덕턴스 (C_{glass} ; $W/\text{°C}$)를 이용한 식 (2)를 이용하여 약식 계산을 수행하였다.

$$Q_{loss} = C_{glass} \times (T_{s,in} - T_{s,out}) \quad \text{식 (2)}$$

여기서, C_{glass} 는 삼중유리로 $0.994W/\text{°C}$ 이므로 Table 4의 결과를 얻을 수 있다.

Table 4. Comparison of Heat Loss

	$T_{s,out}$	$T_{s,in}$	C_{glass}	Q_{loss}	Ratio
External Shading Device	6.8	18.6	0.994	11.7	-
Roll blind	3.8	17.1	0.994	13.2	12.7%
Only Window	3.3	17.9	0.994	14.5	23.7%

Table 4에서 알 수 있듯이 일반 창호에 외부 차양장치를 적용할 경우 야간 시간대에 약 23.7%의 손실 저감효과를 기대할 수 있으며, 롤 블라인드와 비교해도 약 12.7%의 손실 저감효과를 기대할 수 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 논문은 외부 차양장치의 성능 검증을 위한 실험적 연구의 일환으로 겨울철 천공복사에 의한 냉각 저감효과에 초점을 맞춘 연구이다. 이를 통해 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

- (1) 외부 차양장치는 일반적인 온도 구배와 달리 차양 표면이 외기온도보다 낮아지는 시간대가 존재하며, 이는 차양 표면의 천공복사에 의한 열교

환으로 온도가 하락한 결과이다.

- (2) 내부 롤 블라인드는 투과체인 유리 외표면이 아닌 롤 블라인드 표면에서 천공복사에 의한 열교환으로 온도가 하락하여 내부 중공층 온도보다 평균 0.8°C 낮은 온도 분포를 나타낸다.
- (3) 외부 차양장치가 적용된 경우 유리 내·외표면 온도는 평균 11.8°C로 차양장치가 없는 경우의 14.6°C보다 2.8°C 낮은 온도차를 나타내고 있다.
- (4) 유리 내·외표면 온도차를 이용한 약식 열손실 계산을 통해 내부 롤 블라인드는 약 11 %, 외부 차양장치는 약 23.7 %의 손실 저감효과가 있음을 알 수 있다.
- (5) 차양장치가 없는 경우, 일반적인 온도 구배를 나타내는 것은 실내 내표면과의 천공복사 열교환을 통한 손실이 포함된 것으로 판단된다.
- (6) 남서측의 경우, 외부 차양장치가 설치된 경우 유리 외표면의 온도차가 더 낮게 나타나는 특징이 있어 향후 항별 천공복사 냉각에 대한 효과 분석 시 검증이 필요할 것으로 판단된다.

이상의 실험 결과에서 알 수 있듯이, 천공복사 냉각은 투과체를 통과해 발생됨을 확인할 수 있었다. 따라서 겨울철 야간 시간대에 건물 외부에서 천공복사 냉각을 방지할 수 있는 차양장치 등이 효과가 있음을 알 수 있다.

본 논문이 독립된 실을 대상으로 적용 기술의 성능 평가를 수행한 것이 아니므로 정확한 천공복사에 대한 영향을 측정할 수는 없었지만, 그 가능성을 충분히 검증한 것이라 판단된다. 추후 독립된 실에서 천공복사 냉각과 에너지 사용량과의 상관관계에 관한 실험을 지속적으로 수행해 외부 차양장치의 난방에너지 저감 효과에 관한 연구를 지속할 계획이다.

참고문헌

1. 김진희·유지용·서승직(2002), “복사 냉각 시스템의 적용성에 관한 연구”, 「대한건축학회 논문집」, 18(5): 143-150.
2. 정동은·이찬욱·도성록(2020), “외부 차양장치 설치에 따른 창호 부위 열전달 평가”, 「대한설비공학회 설비공학논문집」, 23(6): 278-287.
3. 변기홍(2005), “야간 하늘에 노출된 평판의 복사냉각 실험”, 「대한설비공학회 설비공학논문집」, 17(6): 605-611.
4. 변기홍(2007), “복사냉각 시스템에서 커버의 영향”, 「대한설비공학회 설비공학논문집」, 19(11): 797-802.
5. 변기홍(2008), “겨울 야간 하늘에 노출된 평판에 의한 복사냉각 실험”, 「한국태양에너지학회 논문집」, 28(5): 49-55.
6. 유지용·최창호·서승직(2001), “건물에서 야간 방사체의 복사냉각 효과에 관한 연구”, 「대한건축학회논문집」, 17(2): 183-190.
7. 최원기·서승직(2004), “독립형 외부 차양장치의 형태계수에 관한 평가”, 「대한건축학회논문집」, 20(4): 253-260.
8. 최원기·서승직(2005), “독립된 외부 차양장치의 환경성능에 관한 평가: 이론적 분석을 중심으로”, 「대한건축학회논문집」, 21(5): 215-222.
9. 최원기·서승직(2006), “건물의 환경성능 향상을 위한 독립형 외부 차양장치의 응용에 관한 연구”, 「대한건축학회논문집」, 22(4): 293-300.
10. Collins, M. R. and Harrison, G. J. (1999), “Calorimetric measurement of the inward-flowing fraction of absorbed solar radiation in venetian blinds”, *ASHRAE Transactions*, 105(2): 1022-1030.
11. Collins, M. R., Harrison, G. J., Naylor, D. and Oosthuizen, P. H. (2002), “Heat transfer from isothermal vertical surface with adjacent heated horizontal louvers : numerical analysis”, *ASME Journal of Heat Transfer*, 124: 1072-1077.
12. Fang, X. D. (2000), “A study of the U-factor of the window with a high reflectivity venetian blind”, *Solar Energy*, 68(2): 207-214.

요 약

외부 차양장치는 대표적인 여름철 일사조절 장치이다. 특히 냉방부하가 높은 업무용 건물에 적합한 기술로 인식되어왔다. 그러나 본 연구에서는 차양장치의 냉방부하 저감뿐만 아니라 난방부하 저감 효과를 검증하기 위한 실험을 수행하였다. 이를 위해 겨울철 야간 천공복사냉각에 따른 영향을 중심으로 일반 창호, 롤 블라인드, 외부 차양장치를 대상으로 실험을 수행하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 외부 차양장치가 적용된 경우 유리 내·외표면 온도차는 평균 11.8°C로 차양장치가 없는 경우의 14.6°C 보다 평균 2.8°C 낮은 온도차를 나타냈으며, 이는 천공복사에 의한 열교환으로 차양 표면온도가 외기온도보다 낮은 시간대에 발생한다. 한편, 롤 블라인드는 내부 중공층의 평균온도보다 0.8°C 낮은 온도를 나타냈으며 이 또한 투과체를 통과한 천공복사가 롤 블라인드 표면과 열교환이 이뤄졌기 때문이다. 유리 외부 표면온도만을 고려하면 약 3°C 이상의 온도 상승이 예상된다. 그리고 차양장치가 없는 경우 일반적인 온도구배를 나타내고 있었다. 한편 남동향과 남서향에 외부 차양장치가 설치되었을 때 남서향의 외측 유리 표면 온도가 더 낮게 나타나는 특징이 있다. 이 결과는 천공복사에 의한 냉방 저감 효과를 정량화할 수는 없지만 적어도 타당성은 확인할 수 있었다. 향후 연구에서는 천공복사 냉각과 에너지 소비 사이의 상관관계를 조사하고 외부 차양장치의 난방에너지 절감 효과에 대한 독립 챔버 실험을 진행할 계획이다.

주제어 : 외부 차양장치, 천공복사 냉각, 에너지 절약
