

# 사무소건물의 가동식 수평차양에 대한 연구

김미현\*, 서승직\*\*

\*인하대학교 대학원 건축학부(aeng00@hotmail.com),  
\*\*인하대학교 건축학부(energeti@inha.ac.kr)

## A Study on Design of Movable Horizontal Shading Device for Office Building

Kim, Mi-Hyun\*, Suh, Seung-Jik\*\*

\*Dept. of Architecture, Graduate School, Inha University(aeng00@hotmail.com),  
\*\*School of Architecture, Inha University(energeti@inha.ac.kr)

### Abstract

This study intends to evaluate the effect on indoor environment(annual thermal load, sunshine)by the application of the movable horizontal shading device on summer and winter season. For these purpose, we supposed the models which are composed of the several horizontal shading devices. Then we analyzed the simulation using the IES5.5.1 and Seoul weather data. The results of this study are as follows: 1) The proper length, angle of horizontal shading device is 2.1m, 28 degree, respectively. 2) The decreasing rate of the annual load of the Movable Horizontal Shading Model(MHSM) in comparison with the No Shading Model(NSM) & Conventional Horizontal Shading Model(CHSM) is 31.11%, 6.63% respectively. 3) The decrease of sunshine of the MHSM on summer season is effective the alleviation of visual displeasure. On the other hand, the increase of sunshine of the MHSM on winter season is effective the psychological comfort. Further study is to be required the sensitivity analysis on the various shading length for the realistic proper shading length.

Keywords : 수평차양장치 (Horizontal Shading Device), 연간부하 (Annual Load), 일조 (Sunshine)

### 기 호 설 명

MHSM	: movable horizontal shading model	NSM	: no shading model
GHSM	: general horizontal shading model	$n$	: 날수
		$I_0$	: 태양정수 (1367W/m <sup>2</sup> (World Radiation Center에서 채택한 태양정수))
		P	: 대기투과율 (0.63)
		h	: 태양의 고도

접수일자 : 2008년 03월 16일, 심사완료일자:2008년 04월 18일  
교신저자 : 김미현(aeng00@hotmail.com)

H.L.	: 난방부하
C.L.	: 냉방부하
$\phi$	: 위도 (서울: 37도)
$\delta$	: 적위
$t$	: 시각 ( $-180 \leq t \leq 180$ )

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경 및 목적

국내의 수많은 사무소 건물들은 OA(사무자동화)설비들과 첨단 통신장비로 구성되어 에너지 다소비 형태로 고층화되고 있으며, 현대인들의 미에 대한 인식이 높아져 외관 디자인을 중요시함에 따라 건물에 첨단 이미지를 부여할 수 있고 투명성을 증가시킨 유리외피가 널리 사용되고 있다. 이러한 유리외피는 외피 경량화로 인해 건물에 구조적 유연성을 부여하고, 재실자에게 개방감을 제공하는 등의 장점이 있는 반면, 열적으로 매우 취약하여 이를 통해 상당량의 에너지 손실이 발생하게 된다. 한 보고서에 따르면 국내의 에너지 해외 의존도는 약 97%에 달하고 있을 뿐 아니라 2001년 기준으로 건물부분의 에너지도 전체 사용량의 약 30%에 달한다고 한다. 이 중 약 80%가 실내 환경의 질을 개선하기 위해 조명과 냉난방에너지로 사용되고 있어, 이 부분의 에너지 절약이 시급하다. 또한 투명 외피는 불투명 외피에 비해 실내 환경이 기상조건에 따라 민감하게 변하기 때문에 실내 환경 조절에 상당한 어려움이 있다. 이에 차양장치는 이러한 투명 외피의 문제점 해결을 위한 대표적이고 보편적인 방안으로 널리 이용되어 왔으며, 따라서 차양장치가 실내 환경에 미치는 영향에 대한 다양한 연구가 진행되어 왔다. 그러나 대부분의 연구에서 논의된 차양장치는 일사 차단에 대한 하절기 동안의 냉방부하 절감에 초점을 맞추고 있다. 그리고 기존의 차양장치는 차양과 건물이 서로 접해있어 하절기 동안에 열이 건물과 차양 사이에 갇히게 되

고, 이로 인해 냉방부하가 증가된다. 또한 풍하중과 적설하중 등에 취약하고, 현대인의 미적 감각에 대한 배려가 결여되어 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 기존 차양장치의 문제점들을 해결할 수 있는 새로운 차양장치를 제안하고, 계절별로 시스템의 성능을 분석하였다. 특히, 하절기와 동절기의 외부 기상조건에 효과적으로 대응할 수 있는 최적의 가동식 외부 수평차양 장치를 운영하기 위한 디자인 패턴을 제시하였다.

### 1.2 연구 범위 및 방법

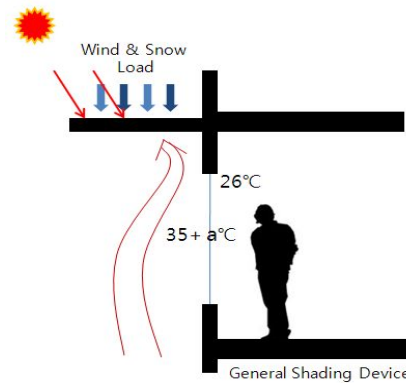


그림 1. 기존 차양장치의 개념도

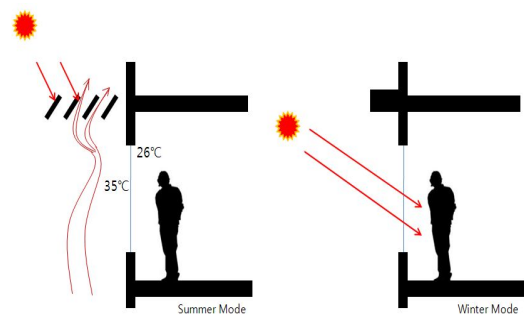


그림 2. 새로운 차양장치의 개념도.




본 연구는 새로운 형태의 가동식 외부수평 차양장치가 건물의 실내 열환경과 일조 성능에 미치는 영향을 평가하기 위한 것으로, 연

간냉난방부하와 거실 바닥면의 일조량 분석에 의해 본 시스템의 성능을 밝히고자 한다. 이를 위하여 연간부하와 일조 분석이 가능한 건물에너지 해석 프로그램인 IES5.5.1을 사용하여 분석을 진행하였으며, 태양 기하학 개념에 의해 태양의 고도와 적위를 도출하여 적정 차양의 길이와 설치 각도 등을 산정하였다.

## 2. 시스템 개요

본 시스템은 수평차양을 등간격으로 분할하여 여름에는 분할된 차양을 경사지게 하고, 겨울에는 짧게 접을 수 있는 가동식 수평차양장치로써 각 계절 운용방법의 개념은 그림 2와 같으며, 기존 수평차양장치와 비교하면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.

표 1. 유형별 효과

유형	효과	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>연중 일사 차단</li> <li>풍하중 및 적설하중 증가</li> </ul>	
 (하절기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>통풍에 따른 냉각 효과 (냉방부하 절감)</li> <li>통풍과 확산일사에 따른 위생적 효과 (차양과 건물의 접합부분에 이끼와 곰팡이 등의 서식 방지)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>외피 디자인 효과</li> <li>천공률이 높아져 확산일사 증가</li> <li>구조체의 풍하중과 적설하중 감소</li> </ul>
 (동절기)	<ul style="list-style-type: none"> <li>일사량 증가 (난방부하 절감)</li> <li>일조량 증가 (조명부하 절감 및 심리적 안정감 부여)</li> </ul>	

## 3. 시뮬레이션 개요

본 연구는 기존 모델 대비 가동식 외부수평차양 장치의 하절기와 동절기 운영모드에 따른 연간부하와 일조량 패턴을 평가하기 위

한 기초 연구로서, 분석건물을 가능한 한 단순화시켜 시뮬레이션을 진행하였다. 일반적인 사무소 건물의 폭은 span 간격의 배수로 결정되는데 이 span 간격은 건물의 구조나 규모에 따르지만, 보통 철근 콘크리트조에서는 6~9m, 철골철근 콘크리트조에서는 9~12m가 주를 이룬다. 따라서 분석 건물은 그림 3과 같이 건물의 크기는 9m\*9m\*3m, 남측벽면에 크기가 9m\*2.7m인 창문이 있는 단위실로 가정하였다.

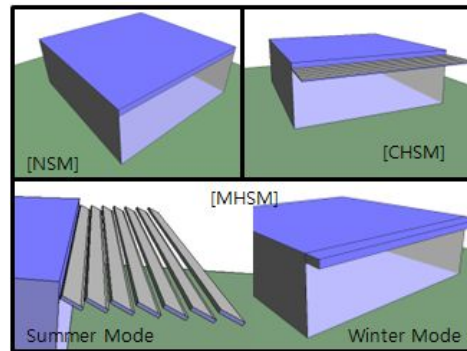


그림 3. 분석모델의 개념도

표 2. 시뮬레이션의 모델의 위치 및 주요 입력값

항목	내용
위도	북위 37
경도	동경 126
난방설정온도	20 °C
냉방설정온도	26 °C
환기횟수	0.5ACH
조명부하	12W/m <sup>2</sup>
장치부하 [컴퓨터]	12W/m <sup>2</sup>
인체발열부하	19W/P [10m <sup>2</sup> /P]

그림 3에서 No Shading Model (NSM)은 차양장치가 없으며, Conventional Horizontal Shading Model (CHSM)은 기존의 수평차양장치가 설치된 것이다. 그리고 본 연구에서 새롭게 제안한 Movable Horizontal Shading Model (MHSM)에서의 Summer Mode는 차양을 등분할하여 경사지게 한 것이고, Winter Mode는 분할한 차양을 세로로 길게 접은 것

이다. 시뮬레이션 모델의 위치(서울) 및 주요 입력값은 표 2와 같다. 조명 및 기기, 인체의 내부발열부하 및 건물사용 스케줄은 재실자의 생활 패턴에 따라 상이하고, 국내에 제시된 기준이 없으므로, EU와 교토의정서에서 권고한 2002 Building Regulation을 적용하였다. 따라서 주중의 건물 사용 스케줄은 그림 4와 같이 구성하였고, 토요일은 주중 사용의 50%, 일요일과 휴일은 0%로 가정하였다. 벽체 구성도 2002 Building Regulation을 적용하였다.

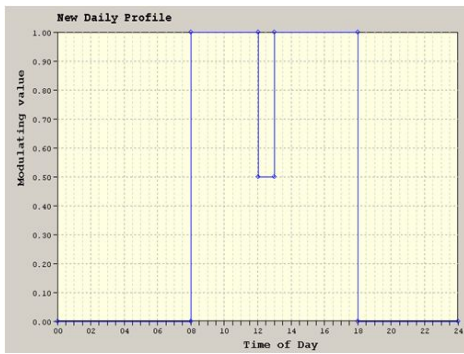


그림 4. 주중 스케줄 (12-13 : lunch time)

표 3. 기상데이터 분석

	건구온도 (°C)	전일사량 (Wh/m <sup>2</sup> )	풍속 (m/s)	운량 (fraction)
Jan	-3.37	161.46	1.46	0.35
Feb	-0.56	184.36	2.45	0.43
Mar	6.21	201.57	1.98	0.49
Apr	11.88	199.01	1.87	0.55
May	17.29	225.25	1.83	0.54
Jun	21.48	203.23	1.97	0.67
Jul	24.74	143.80	1.97	0.83
Aug	25.0	172.42	2.18	0.63
Sep	21.23	195.00	0.97	0.61
Oct	14.59	209.09	0.68	0.41
Nov	6.94	147.04	1.77	0.38
Dec	-0.59	127.91	1.60	0.46
Year	12.07	180.85	1.73	0.53

연간냉난부하와 일조를 산정하기 위한 기상데이터는 서울지방 기상데이터를 사용하였다. 시뮬레이션 수행에 앞서 연구에 사용

된 기상데이터에 대한 분석을 수행하였다. 각 분석항목은 월별 평균값을 기준으로 하였으며, 그 분석 결과는 표 3과 같다.

#### 4. 차양의 인자 분석

##### 4.1 일사량

###### 1. 태양의 고도

$$\sinh = \sin\phi\sin\delta + \cos\phi\cos\delta\cos\theta \quad (1)$$

###### 2. 태양의 적위(equation of Cooper)

$$\delta = 23.45\sin\left(360\frac{284+n}{365}\right) \quad (2)$$

###### 3. 일사량

$$I = I_0 P^{1/\sinh} \quad (3)$$

일사량은 차양의 해석하는데 있어 중요한 기상요소이다. 따라서 식 (1), (2), (3)을 이용하여 서울의 일사량을 산출하였다. 적위 산정시, Klein (1977)의 월별로 그 달을 대표할 수 있는 평균달 적위를 사용하였고, 그 결과는 그림 5의 적색 선으로 나타나 있다.

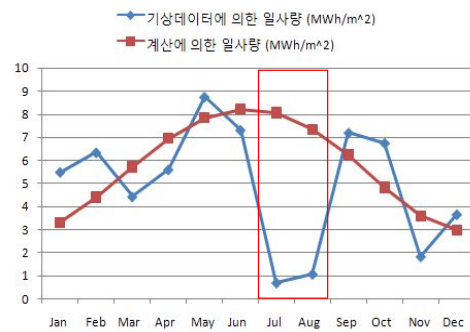


그림 5. 일사량

그림 5의 청색 선은 시뮬레이션에 사용된 월별 평균달의 일사량을 나타낸다. 그림 5를 통해 계산에 의한 일사량과 기상데이터에 의

한 일사량이 상당한 차이를 보이고 있는 것을 알 수 있다. 이는 표 3의 마지막 항목을 통해서 알 수 있듯이 월별로 대기권 내에는 운량에 다소 큰 차이가 있고, 특히 기상데이터에 의한 일사량 그래프에서 7월과 8월에 일사량이 낮은 이유는 우리나라 기후 특성상, 여름철에 있는 장마와 열대성 저기압에 의해 발생하는 잦은 태풍에 의한 것으로 분석되었다.

#### 4.2 차양의 길이

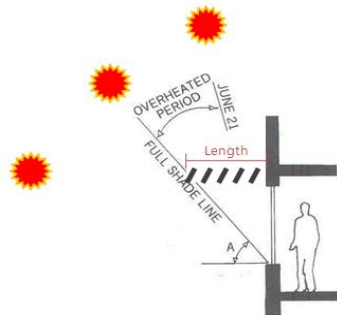


그림 6. full shade line의 개념도

일반적으로 건물은 과열되는 기간 동안 음영이 필요하게 되는데, 이 필요한 음영에 대한 분석을 통해 차양 길이를 결정할 수 있다. 그림 6에서 FULL SHADE LINE이란 건물이 과열되는 기간 동안 필요한 음영의 길이 즉, 차양의 길이 결정하는 선을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 고도와 방위각에 의한 방법인 아닌, 이와 같은 개념에 의해 차양의 길이를 도출하였다. 따라서 차양이 없는 경우, 건물이 과열되는 기간을 분석하기 위해 차양이 없는 모델(NSM)를 이용하여 연중 시뮬레이션을 수행하였고, 그 결과는 그림 7과 같다. 그림 7에 의하여 건물이 과열되는 마지막 달인 10월을 일사차단의 기준으로 하여 차양의 길이를 정하게 되면 차양이 비현실적으로 길어질 수 있다. 그러므로 9월 11시에서 13시까지 차폐효과를 얻을 수 있는 태양의 고도 즉, 52도를

기준으로 하여 차양의 길이는 2.1m로 하였다.

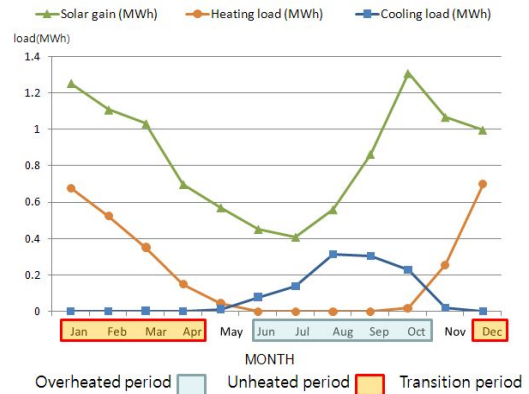


그림 7. 월별 일사량과 냉난방부하

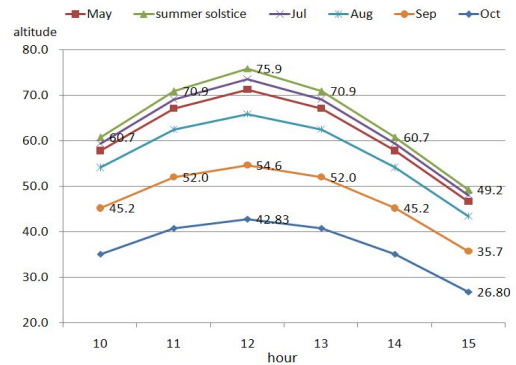


그림 8. 월별 태양고도

#### 4.3 차양의 경사각도

그림 9와 같은 개념도에 의해 하절기 차양 장치의 최적 경사각을 산정하였다. 일반적으로 차양의 각도가 직각에 가깝게 되면, 차양 사이 너비가 넓어져 통풍효과에 의한 건물의 냉방에너지가 절감되겠지만, 이럴 경우 차양 장치의 차양효과가 저하될 수 있다. 그러므로 그림 9와 같은 개념도에 의해 30cm씩 등분된 하절기의 최적 차양 경사각은 태양의 고도가 가장 높은 하지를 기준으로 하여 차양과 통풍효과를 동시에 최적으로 얻을 수 있는 28도로 산출하였다.

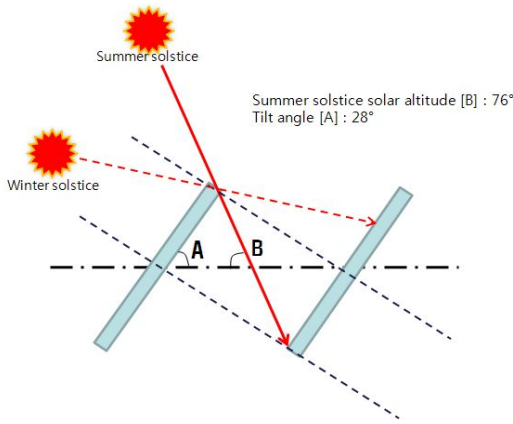


그림 9. 차양의 경사각 개념도

## 5. 시뮬레이션 결과 분석

### 5.1 부하 분석

4장에서 도출된 차양인자를 토대로 다음과 같은 4가지 모델을 가정하였다.

- (1) NSM : 차양이 설치되지 않은 모델
- (2) CHSM : 돌출길이가 2.1m인 기존의 차양장치가 설치된 모델
- (3) Summer Mode : 돌출길이가 2.1m의 차양을 0.3m씩 등분하여 28도 경사각을 준 모델
- (4) Winter Mode : 분할한 차양을 세로로 길게 접은 모델

각 모델의 연간부하는 그림 10과 같이 분석되었다. 분석 결과, 일사량의 영향으로 차양이 설치되지 않은 모델(NSM)은 가장 큰 냉방부하와 가장 작은 난방부하를 보였고, 결과적으로 4가지 모델 중에 연간부하가 가장 컸다. 또한 하절기동안 차양의 길이가 같은 Summer Mode와 CHSM을 비교한 결과, Summer Mode의 냉방부하가 CHSM보다 작았는데, 이는 차양 사이의 통풍에 의한 냉각 때문인 것으로 분석되었다. 따라서 앞으로 지구온난화로 인한 여름철 냉방에너지 상승이 불가피함에 따라, 하절기에 Summer Mode와

같은 차양장치를 건물에 채용한다면, 냉방에너지 절감에 효과가 있을 것으로 사료된다.

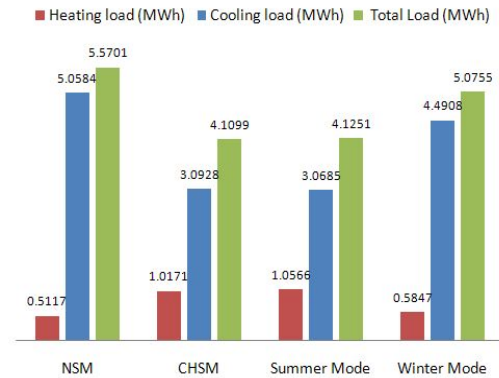


그림 10. 연간 부하 분석

표 4. MHSM의 운영모드

모드	Summer Mode	Winter Mode
기간	3월~10월	11월~2월

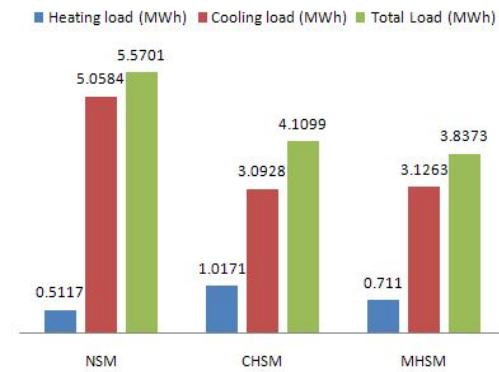


그림 11. 연간부하 분석

그림 11에서 MHSM은 표 4와 같은 하절기와 동절기의 차양모드 운영 시, 그에 따른 연간부하를 분석한 결과이다. MHSM의 각 모드별 운영 기간은 연간부하가 최소가 되도록 하여 결정하였다. 분석 결과, MHSM은 NSM에 비하여 연간 31.11%, CHSM에 비하여 연간 6.63%의 부하가 절감되는 것으로 분석되

었다. 따라서 하절기에는 차양을 분할하여 경사지게 하고, 동절기에는 분할한 차양을 세로로 접는다면, 비교적 큰 부하절감을 기대할 수 있을 것이다.

표 5. 각 모델의 연간 냉난방 부하

Date	NSM		CHSM		MHSM	
	H.L. (MWh)	C.L. (MWh)	H.L. (MWh)	C.L. (MWh)	H.L. (MWh)	C.L. (MWh)
Jan	0.1623	0.0374	0.3003	0	0.1841	0.021
Feb	0.119	0.0626	0.2531	0	0.1372	0.0338
Mar	0.0566	0.1896	0.1493	0.0057	0.1542	0.0049
Apr	0.0036	0.2469	0.0165	0.0421	0.0167	0.0418
May	0.0018	0.4503	0.0028	0.297	0.0028	0.2964
Jun	0	0.6017	0	0.5022	0	0.5016
Jul	0	0.6693	0	0.5834	0	0.5825
Aug	0	0.9175	0	0.7348	0	0.7333
Sep	0	0.8905	0	0.5096	0	0.5079
Oct	0	0.7637	0.0006	0.3506	0.0007	0.338
Nov	0.0196	0.2229	0.0471	0.0673	0.0499	0.0622
Dec	0.1489	0.0061	0.2474	0	0.1654	0.0029
Total	0.5117	5.0584	1.0171	3.0928	0.711	3.1263

### 5.2 일조 분석

표 6은 하절기(6월~10월)동안 차양이 설치되지 않은 NSM와 MHSM의 일조량을 분석한 결과이고, 표 7은 동절기(11월~2월)동안 기존의 차양이 설치된 CHSM와 MHSM의 일조량을 분석한 결과이다. 표 6, 7에서 각수치는 일조를 받는 바닥면적비율을 의미한다. 표6, 7에 의해 MHSM (summer mode) 채용시 NSM에 대한 6월~10월[10~15h] 바닥면의 일조량은 64.59~99.39%로 평균 92.9% 감소하였고, MHSM (winter mode) 채용시 CHSM에 대하여 11월~2월[10~15h] 바닥면의 일조량은 20.32~88.32%로 평균 45% 증가하였다. 따라서 하절기에 MHSM 채용시 차양이 설치되지 않은 것과 비교하면 실내에 들어오는 과도한 일조에 의한 눈부심 등과 같은 시각적 불쾌감을 줄일 수 있을 것이고,

동절기에는 기존의 차양장치에 대비 일조에 의한 조명부하 절감 및 심리적 안정감을 얻을 수 있을 것이다.

표 6. 하절기동안 바닥의 일시면적비율

Solar radiation floor area rate of NSM(%)						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Jun	12.7	14.9	16	15	12.9	9.6
Jul	13.6	15.9	17.2	16.3	14.3	11.1
Aug	19	21.5	23.1	21.9	19.6	16.2
Sep	30.1	32.8	34.7	32.4	29.7	25.8
Oct	47.8	51.3	53.4	49.7	46.2	40.1

Solar radiation floor area rate of MHSM (summer mode)(%)						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Jun	0.5	0.4	0.2	0.1	0.4	0.5
Jul	0.7	0.5	0.2	0.1	0.4	0.6
Aug	1.3	0.9	0.3	0.2	0.8	1.3
Sep	2.8	1.5	0.4	0.6	1.7	3
Oct	12.6	10.1	8.7	9.2	11	14.2

표 7. 동절기동안 바닥의 일시면적비율

Solar radiation floor area rate of CHSM(%)						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Jan	35.5	29.5	26.7	26.3	28.2	32.8
Feb	20.5	16.5	14.3	13.7	15.1	18
Nov	28.3	24.2	22.5	22.9	25.6	30.9
Dec	38.9	33.1	30.7	30.7	33.3	39.4

Solar radiation floor area rate of MHSM (winter mode)(%)						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00
Jan	44.7	43.8	44.2	44.9	43.7	44.3
Feb	31.3	31.3	31.9	32.6	31.6	31.3
Nov	40.3	40	41.2	40.5	40	40.6
Dec	48.8	47.9	48.7	48.6	47.9	48.9

## 6. 결론

본 연구는 새로운 형태의 가동식 외부수평 차양장치가 건물의 실내 열환경과 일조 성능에 미치는 영향을 평가하기 위한 것으로서, 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 월별로 운량에 큰 차이가 있고, 여름철의 장마와 태풍의 영향에 의해 계산에 의한 일사량과 기상데이터에 의한 일사량에는 상당한 차이가 있었다.

- (2) 적정 차양의 길이는 3월~9월, 11시에서 13시까지 차폐효과를 얻을 수 있는 태양의 고도 즉, 52도를 기준으로 하여 2.1m로, 최적 경사각은 태양의 고도가 가장 높은 하지를 기준으로 하여 28도로 산출되었다.
- (3) 차양의 길이가 같더라도 차양 사이의 통풍에 의한 냉각효과를 기대할 수 있어, 차양을 분할하여 경사지게 한 차양장치 설치 시, 하절기 냉방부하 절감을 기대할 수 있다.
- (4) 새로운 가동식 수평차양 장치가 설치된 모델(MHSM)의 연간부하는 차양장치가 설치되지 않은 모델(NSM) 대비 31.11%, 기존의 차양장치가 설치된 모델(CHSM) 대비 6.63% 절감되는 것으로 분석되었다.
- (5) 하절기 MHSM 채용 시 NSM에 대하여 일조량은 평균 92.9% 감소하였고, 동절기 MHSM 채용 시 CHSM에 대하여 일조량은 평균 45% 증가하였다.

## 후 기

이 논문은 인하대학교 지원에 의해 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. Duffie, J. A., Beckman, W. A., 1991, Solar engineering of thermal processes, JOHN Wiley & Sons, Inc, pp. 3-45.
2. Lechner, Norbert, 2001, Heating Cooling Lighting, Wiley & Sons, Inc, pp. 202-244.
3. Suh, S. J., Lee, G. Y., 2002, Architecture Environment Engineering, Iljinsa, pp. 110-150.
4. ASHRAE, 1999, ASHRAE Handbook of Fundamentals, ASHRAE, USA.
5. Parliament, 2002, 2002 Building Regulation, Parliament, England.
6. Yim, S. J., Seo, H. S, Kim, B. S., 2002, A study on designing a external shading device to diminish the cooling load of a transparent glazing office building, Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol. 2, No 4. 2002. 12.