

# 천공종류 및 롤러쉐이드의 제어된 높이에 따른 주광분포 특성에 관한 연구

(A Study on the Characteristics of Daylight Distributions  
by Different Sky Conditions and Controlled Roller Shade Heights)

박병철\* · 임지선 · 김유신 · 이정호 · 최안섭\*\*

(Byoung-Chul Park · Ji-Sun Lim · Yu-Sin Kim · Jeong-Ho Lee · An-Seop Choi)

## 요 약

광센서 조광제어시스템은 주광을 이용하여 인공조명을 제어하는 대표적인 조명제어시스템이다. 그러나 실내에 설치된 고정된 웨이딩시스템으로 인해 주광유입을 차단함으로써 광센서 조광제어시스템의 현장 적용성은 낮다. 광센서 조광제어시스템의 적용성 및 정확성의 향상을 위해 자동 롤러쉐이딩시스템과의 통합은 필수적이다. 따라서 본 연구는 롤러쉐이드의 높이에 따른 주광유입분포의 특성을 분석하기 위하여 Mock-up(1/2 스케일) 테스트를 시행하였다. Mock-up은 롤러쉐이드가 설치된 2개의 실과 웨이딩시스템이 없는 1개의 실로 구성되었다. 롤러쉐이드가 설치된 2개의 실 중 1개소는 롤러쉐이드의 높이를 최하단으로 고정하였고, 다른 1개의 실은 태양의 일영각을 기준으로 직사일광의 실내유입깊이를 정하여 산출된 롤러쉐이드의 높이로 제어하였다.

## Abstract

Daylight responsive dimming systems are one of lighting control systems which are to control artificial lightings using available daylight for energy savings. This system is not popular because useful daylight is usually blocked by uncontrolled passive shading systems in buildings. It is necessary to integrate daylight responsive dimming systems and automated roller shading systems. In this research, mock-up test is performed to analyze the daylight distributions in three different rooms for integrated systems. Roller shades are installed in two rooms. One is fully downed and the other is controlled by sun profile angle. The other room has no shading system as a reference room.

Key Words : Daylight Distributions, Sky Conditions, Automated Roller Shade, Daylight Responsive Dimming Systems

\* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 박사과정  
\*\* 교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수  
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-4331  
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr  
접수일자 : 2008년 12월 3일  
1차심사 : 2008년 12월 5일  
심사완료 : 2008년 12월 26일

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

전 세계적으로 국제유가의 변동성 및 향후 고갈이

예상되는 화석에너지 사용에 따라 신재생에너지 및 에너지 절감시스템에 대한 관심이 증대되고 있다. 에너지 사용에 따른 환경 파괴에 대한 자각의 일환으로, 미국의 Zero Energy Building(ZEB), 유럽의 Energy Performance of Buildings Directive(EPBD)와 G8 정상회담에 거론되는 탄소배출권 등 에너지 사용량을 절감하기 위한 다양한 정책이 시행되고 있다[1-2].

OECD국가들을 기준으로, 총에너지 소비량의 40[%] 이상은 건축물에 사용되어지고 그 중 약 20[%]는 조명용 에너지이다[3]. 따라서 조명용 에너지의 제어는 건축물 에너지 절감을 위한 중요한 요소가 된다.

광센서 조광제어시스템은 조명제어시스템의 하나로, 유용한 주광을 실내로 유입하여 인공조명용 에너지를 절감하는 시스템이다. 이 시스템은 실내로 유입된 주광과 인공조명에 의한 작업면의 밝기를 광센서로 감지하여, 제어알고리즘에 의해 일정한 목표조도로 유지시켜 인공조명의 에너지를 절감하는 시스템이다[4].

주광은 실내 환경 측면에서 재실자에게 만족감을 주고 작업의 효율성에 긍정적인 영향을 미치는 중요한 요소이다[5]. 따라서 주광을 이용하는 광센서 조광제어시스템은 실내 환경의 질적 측면에서도 유용한 시스템이다. 그러나 광센서 조광제어시스템은 시스템의 유용성에도 불구하고 실제 적용사례는 많지 않다. 그 대표적인 이유로 고정된 웨이딩시스템에 의한 실내로의 주광유입 차단을 들 수 있다. 고정된 웨이딩시스템, 즉 수동형 웨이딩시스템의 경우 외부 환경(시간, 날씨, 계절, 천공상태)의 변화에 따라 재실자가 웨이딩의 높이 및 형태에 변화를 주어 유용한 주광은 유입하고, 불쾌한 주광인 직사일광은 차단하도록 제어되어야 한다. 그러나 재실자는 외부 환경에 대응하여 적극적으로 웨이딩을 제어하지 않는다. 따라서 외부 환경에 대응하여 자동으로 제어하는 웨이딩시스템이 요구되어진다.

기존의 자동 롤러웨이딩시스템은 재실자가 리모트 컨트롤러에 의해 제어하거나, 중앙제어에 의해 오전에 롤러웨이드의 높이를 일괄적으로 내리거나 야간에 일괄적으로 올려 제어를 한다. 이러한 자동

롤러웨이딩시스템은 광센서 조광제어시스템의 단점을 보완하기 위하여 외부 환경에 대응하여 자동으로 롤러웨이드의 높이가 제어되어야 한다.

광센서 조광제어시스템과 자동 롤러웨이딩시스템을 함께 적용한 사례로는 뉴욕타임즈 본사건물이 유일하다. 그러나 각 시스템은 독립적으로 적용되었고, 자동 롤러웨이딩시스템의 경우 휘도센서에 의해 일정 값 이상의 휘도가 측정된 경우 정해진 롤러웨이드의 제어단계(4단계)를 한 단계 내려서 재실자가 느끼는 휘도를 감소시키는 것으로 제어되었다[6].

천공상태 및 웨이드의 특성에 따라 실내로 유입되는 주광분포는 다르다[7-8]. 따라서 광센서 조광제어시스템과 자동 롤러웨이딩의 통합시스템은 천공 및 롤러웨이드의 높이에 따라 제어기울기는 달라져야 한다.

## 1.2 연구의 목적

본 연구는 광센서 조광제어시스템과 자동 롤러웨이딩시스템의 통합을 위한 연구의 일환으로써, 일영각에 의해 제어된 롤러웨이드의 높이 및 천공상태에 따른 주광분포의 특성을 비교·분석하는 것이다. 주광분포의 특성을 비교·분석하기 위해 창면으로부터의 주광유입비율을 분석하였다.

## 2. 연구방법

본 연구는 실험적 연구로 서울의 S대학교 옥상(위도 : 37.34[°], 경도 : 127.4[°])에 동일한 조건으로 설치된 3개의 소규모 사무소 공간을 기준으로 실험을 하였다. RmA(Room A)와 RmB(Room B)는 자동 롤러웨이드가 설치되었고, RmC(Room C)는 웨이딩시스템이 설치되지 않았다. RmA의 롤러웨이드는 최하단으로 고정하였고, RmB의 롤러웨이드는 태양의 일영각에 의해 높이를 제어하였다. 웨이드의 재질은 개구율(Openness Factor)이 약 5[%], 가시광선 투과율이 19[%]로 건축물에 일반적으로 적용되는 웨이드의 특성을 지니고 있다.

### 2.1 실험개요

동일한 조건(크기, 반사율)으로 지어진 실험실은 1/2스케일로 그 크기는 1.51[m](W)×2.87[m](D)×1.64(1.57)[m](H)이고, 실험실의 정 남향에는 1.29[m](W)×1.22[m](H)의 투명유리로 구성된 창이 있으며, 그 투과율은 0.86이다. 다음 그림 1은 실험실의 실내·외 전경이다.

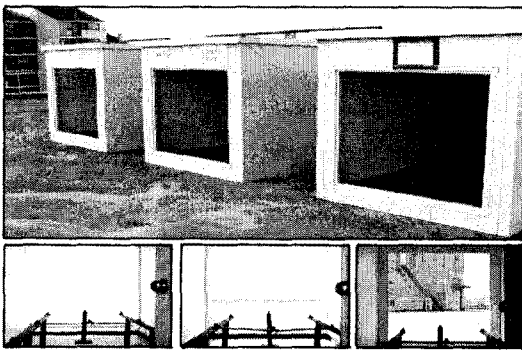


그림 1. 실험실 실내·외 전경  
Fig. 1. Exterior and Interior View of Testbed

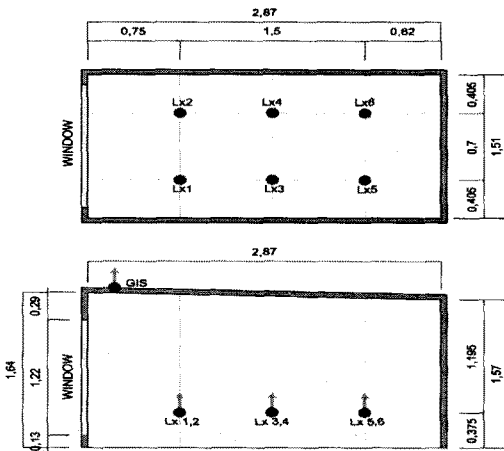


그림 2. 센서의 위치 및 실의 크기  
Fig. 2. Sensor Positions and Dimensions of Testbed

각 실험실 내부 마감재 반사율은 Spectro Photo-meter(CM-2500d)로 측정한 결과 천정과 벽체는 0.84, 바닥은 0.26이다. 또한, 각 실에는 6개의 조도센

서(LS-210SA, ±1.0[%] to 100[klx], ±0.15[%/°C], Lx1~6)가 설치되어 있다. 6개의 조도센서는 오피스의 작업면인 0.75[m]에서 1/2 스케일을 고려한 0.375[m]에 상향으로 설치하였고, 천공을 구분하기 위한 일사센서(LI-200SA, ±1.0[%] to 3,000[w/m²], ±0.15[%/°C], GSI)는 실외부에 수평으로 설치하였다. 각 센서는 매초 측정된 후 1분단위로 평균 내어 기록하였다. 다음 그림 2는 센서의 위치 및 실의 크기를 나타내는 평면도와 단면도이다.

### 2.2 롤러쉐이드 높이 제어

롤러쉐이드의 높이를 제어하기 위해서 태양의 일영각을 이용하였다. 태양의 일영각은 건물 입면에 수직인 면에서의 태양 고도를 말한다. 일영각은 직사일광이 건물 내부로 침입하는 유입깊이를 계산할 때 사용될 수 있다. 따라서 직사일광의 실내로의 유입깊이가 정해져 있을 때, 롤러쉐이드의 높이를 일영각을 이용하여 계산할 수 있다. 다음 식 1은 일영각을 산출하기 위한 식이고, 다음 표 1은 4절기(춘·추분, 하지, 동지)에 따른 시간별 태양의 일영각이다.

$$\alpha_p = \arctan\left|\frac{\sin\alpha_t}{\cos\alpha_i}\right| \quad (1)$$

여기서,

$\alpha_p$  = 태양의 일영각

$\alpha_t$  = 태양의 고도

$\alpha_i$  = 태양의 입사각

표 1. 시간별 태양의 일영각(춘·추·하·동)  
Table 1. Hourly Sun Profile Angle

시간	춘·추분(°)	하지(°)	동지(°)
09:00	27.26	42.33	11.35
10:00	37.48	54.21	19.34
11:00	46.20	65.31	25.26
12:00	51.43	74.09	28.35
13:00	52.30	74.47	28.36
14:00	48.25	66.45	25.26
15:00	40.40	55.45	19.32
16:00	30.45	43.60	11.32
17:00	19.39	32.07	2.02

본 연구에서의 직사일광 유입깊이는 창가의 가구 배치를 고려하여 0.45[m](0.9[m]의 1/2스케일)로 제한하였다. 0.9[m]는 창을 등지고 책상에 앉아 의자를 넣고 뺄 수 있는 최소한의 거리이다. 다음의 그림 3은 일영각을 이용한 롤러셰이드의 높이 산정을 위한 개념도이고, 식 2는 롤러셰이드의 높이를 산정하는 식이다.

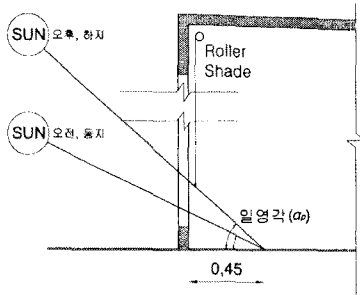


그림 3. 롤러셰이드의 제어높이 산정 개념도  
Fig. 3. Diagram for Calculation of Roller shade Heights by Sun Profile Angle

$$h_c = d \times \tan \alpha_p \quad (2)$$

여기서,

$h_c$  = 롤러셰이드 높이

$d$  = 직사일광유입깊이(0.45[m])

태양의 일영각을 기준으로 각 절기별 롤러셰이드의 높이를 산정하였다. 그리고 산정된 높이에 제어단계의 편의를 고려하여 창문의 하단으로부터 0.1[m] 간격으로 제어하였다. 바닥으로부터 창문하단까지의 거리는 0.13[m]로 롤러셰이드의 높이를 최하단으로 고정하였을 때 롤러셰이드의 높이는 0.13[m]이다. 다음 표 2는 계산되어진 롤러셰이드의 제어높이와 제어단계를 고려한 따른 실제 제어높이이다. 본 연구는 실험기간의 한계로 인하여 춘분과 하지에 창면을 정남향으로 위치시킨 실험데이터를 분석하였고, 데이터는 계산 값과 제어된 롤러셰이드의 높이가 유사한 9, 11, 13, 15시에서 각 시각의 전후 30분을 기준으로 분석하였다. 그림 2와 같이 바닥과 창문 하단까지의 거리가 0.13[m]이고, 창문 상단까지의 거리가 1.35[m]로 롤러셰이드의 계산된 높이

가 창문을 벗어난 경우 롤러셰이드의 높이를 최대한 올리거나 내려서 제어하였다.

표 2. 롤러셰이드의 제어 높이(춘하추동)  
Table 2. Roller Shade Heights

시간	춘·추분([cm])		하지([cm])		동지([cm])	
	계산값	적용값	계산값	적용값	계산값	적용값
09:00	23.19	23	40.99	33	9.04	DN
10:00	34.51	33	62.42	33	15.81	DN
11:00	46.93	43	97.89	93	21.26	23
12:00	56.43	53	157.91	93	24.31	23
13:00	58.23	53	161.97	UP	24.30	23
14:00	50.42	53	103.26	UP	21.24	23
15:00	38.31	43	65.36	63	15.78	DN
16:00	26.46	33	42.86	63	9.01	DN
17:00	15.84	23	28.20	0	1.59	DN

### 3. 천공상태 결정 방법

천공상태별 실내로 유입되는 주광분포는 다르다. 선행연구에 따르면 단일 시스템으로서 광센서 조광 제어시스템은 인공조명을 제어함에 있어, 인공조명과 광센서 그리고 주광과 광센서의 관계를 하나의 동일한 관계로 설정하여 동일한 제어기율기로 제어를 하였다. 그 결과 작업면 조도를 목표조도로 일정하게 유지하지 못하고 그 오차가 22~71[%] 이상 발생하였다. 이는 광센서가 인공조명에 의한 조도는 정확하게 측정하고 있으나, 빈번히 변화하는 주광에는 그 다양성에 의해 정확성이 떨어지는 것을 의미한다[9].

다양하게 변화하는 천공상태에 따른 주광분포의 특성을 파악하기 위하여 측정된 실험데이터를 천공상태별로 구분하여 분석하여야 한다. 본 연구의 실험은 천공상태를 구분하기 위하여 전천공수평일사량을 측정하였다. 전천공수평일사량으로 천공을 구분하는 방법에는 Clearness Index(CI)를 이용할 수 있다. CI는 Erbs et al.(1982)와 Orgill and Hollands(1977), 그리고 Reindl et al. (1990)에 의해 연구되었다. 다음 식 3은 CI를 나타내는  $K_T$  값을 구하는 식이며, 표 3은 Erbs et al.와 Orgill and Hollands의 두 방법의  $K_T$  값의 범위를 나타낸다[10]. 본 연구에서는 부분담천공의 범위가 좁은 Orgill and Hollands의 방법을 사용하였다.

천공공류 및 롤러셰이드의 제어된 높이에 따른 주광분포 특성에 관한 연구

$$K_T = \frac{I_T}{I_{OH}} \quad (3)$$

그림 4는 분석을 위한 데이터의 분류 프로세스를 나타낸다.

여기서,

$K_T = CI(\text{Clearness Index})$

$I_T = \text{천정공수평측정일사량} (W/m^2)$

$I_{OH} = \text{대기권밖수평일사량} (W/m^2)$

표 3. 천공의 구분(CI)

Table 3. CI for Classification of Sky Conditions

구분	Erbs et al.	Orgill and Hollands
청천공	$K_T > 0.8$	$K_T > 0.75$
부분담천공	$0.22 < K_T \leq 0.8$	$0.35 < K_T \leq 0.75$
담천공	$K_T \leq 0.22$	$K_T \leq 0.35$

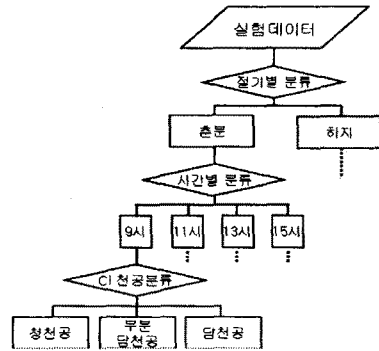


그림 4. 실험데이터의 분류 절차

Fig. 4. Procedure for classification of measurement data

4. 실험결과

분석은 실험데이터를 출분과 하지로 나누고 9, 11, 13, 15시의 전·후 30분 데이터를 기준으로, CI에 의한 천공상태별로 분류하였다. 그리고 실의 6개의 조도센서를 Lx1과 Lx2, Lx3과 Lx4, 그리고 Lx5와 Lx6을 평균 내어 Lx5와 Lx6의 평균 값으로 나누어 그 비율로서 창면으로부터의 주광분포를 분석하였다. 또한, 시간(태양방위각)을 무시하고 천공상태만을 기준으로 분류하여 분석을 하였다. 다음

4.1 출 분

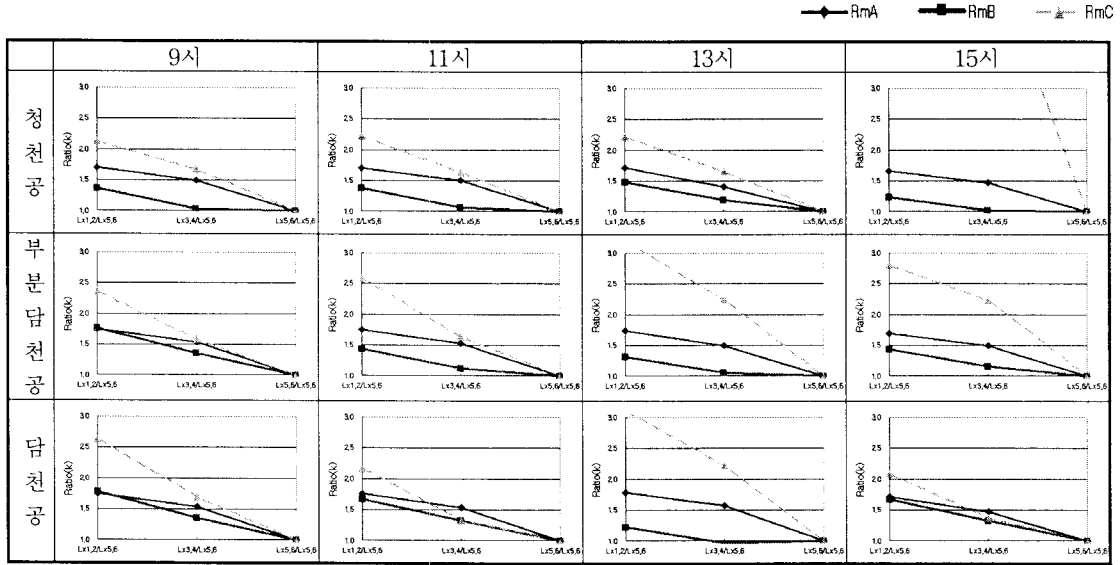
출분(3월 21일)의 분석데이터는 2008년 3월 12일부터 4월 17일의 데이터 중 실험이 원활하게 이루어진 8일간의 데이터를 사용하였다. 다음 표 4는 천공 및 시간별 창면으로부터의 주광분포를 분석하기 위하여 창측과 실의 중간의 평균조도를 실내측 평균조도로 나눈 비율의 평균과 표준편차, 그리고 표본의

표 4. 실 깊이별 주광유입비율 평균 및 표준편차(출분)

Table 4. Averaged Ratios of Daylight by Room Depth and Standard Deviations(Spring Equinox)

		9시						표 본 수	11시						표 본 수	13시						표 본 수	15시						표 본 수
		RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC		
		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD	
창	Lx1.2 /5.6	1.70	0.01	1.37	0.10	2.13	0.02	37	1.71	0.01	1.38	0.13	2.22	0.09	76	1.72	0.03	1.48	0.17	2.21	0.26	187	1.66	0.00	1.23	0.00	5.63	0.07	16
	Lx3.4 /5.6	1.50	0.01	1.04	0.01	1.68	0.01		1.50	0.01	1.07	0.09	1.64	0.14		1.40	0.08	1.19	0.14	1.64	0.22		1.47	0.00	1.02	0.00	5.36	0.07	
부분	Lx1.2 /5.6	1.75	0.02	1.76	0.02	2.37	0.15	27	1.75	0.02	1.43	0.21	2.59	0.42	113	1.73	0.02	1.31	0.14	3.19	0.55	81	1.70	0.01	1.43	0.21	2.80	1.19	255
	Lx3.4 /5.6	1.54	0.01	1.35	0.01	1.58	0.05		1.53	0.01	1.13	0.16	1.64	0.32		1.50	0.07	1.05	0.12	2.24	0.35		1.49	0.01	1.16	0.15	2.23	1.23	
담	Lx1.2 /5.6	1.75	0.01	1.78	0.01	2.63	0.10	3	1.76	0.01	1.67	0.04	2.16	0.08	4	1.79	0.02	1.23	0.01	3.12	0.26	23	1.71	0.01	1.67	0.01	2.09	0.03	5
	Lx3.4 /5.6	1.54	0.01	1.35	0.01	1.69	0.03		1.54	0.00	1.32	0.03	1.34	0.07		1.57	0.02	0.97	0.01	2.22	0.15		1.47	0.01	1.32	0.00	1.37	0.01	

표 5. 각 실별 · 시간별 주광분포(춘분)  
Table 5. Hourly Daylight Distributions of Each Rooms(Spring Equinox)



수를 나타낸다. 표 5는 표 4의 실 깊이별 주광유입비를 평균을 이용한 그래프이다.

표 4와 5를 종합하여 분석한 결과, 춘분에 태양의 일영각을 기준으로 롤러셰이드의 높이를 제어한 RmB의 창면으로부터의 주광분포가 RmA와 RmC에 비하여 완만한 것으로 분석되었다. 이것은 창측을 제외하고 실내 깊숙이 주광을 유입하여 실의 중앙과 실내측에 균일한 작업면 조도를 제공하는 것으로 사료된다.

표 4의 창측을 제외한 실 깊이별 주광유입비율 평균의 표준편차를 보면, RmB의 표준편차(0.00~0.16)로 RmA(0.00~0.08)보다는 다소 높지만 RmC(0.01~1.23)에 비하여 매우 낮아, 도출된 주광유입비율 평균값이 안정적인 것으로 분석된다. 시간 구분 없이 천공상태별 주광유입비율 평균의 표준편차를 보면, 부분담천공에서 불안정한 것으로 분석된다.

#### 4.2 하 지

하지(6월 21일)의 분석데이터는 2008년 6월 1일부터 6월 30일의 데이터 중 실험이 원활하게 이루어진 24일간의 데이터를 사용하였다. 다음 표 6은 표 4와

같이 실 깊이별 주광유입비율의 평균과 표준편차, 그리고 표본의 수를 나타낸다. 표 7은 표 6의 실 깊이별 주광유입비율 평균을 이용한 그래프이다.

표 6과 7을 종합하여 분석한 결과, 하지에 태양의 일영각을 기준으로 롤러셰이드의 높이를 제어한 RmB의 창면으로부터의 주광분포는 태양고도가 비교적 낮은 9시와 15시에는 RmA와 RmC에 비하여 완만하나, 11시와 13시에는 과도한 주광의 유입으로 실 깊이에 따른 주광유입량의 격차가 큰 것으로 분석된다. 이것은 태양의 고도가 높을 때, 실내로 들어오는 직사일광의 유입깊이를 0.9[m]보다 창면에 가깝게 제어할 필요성을 보여준다.

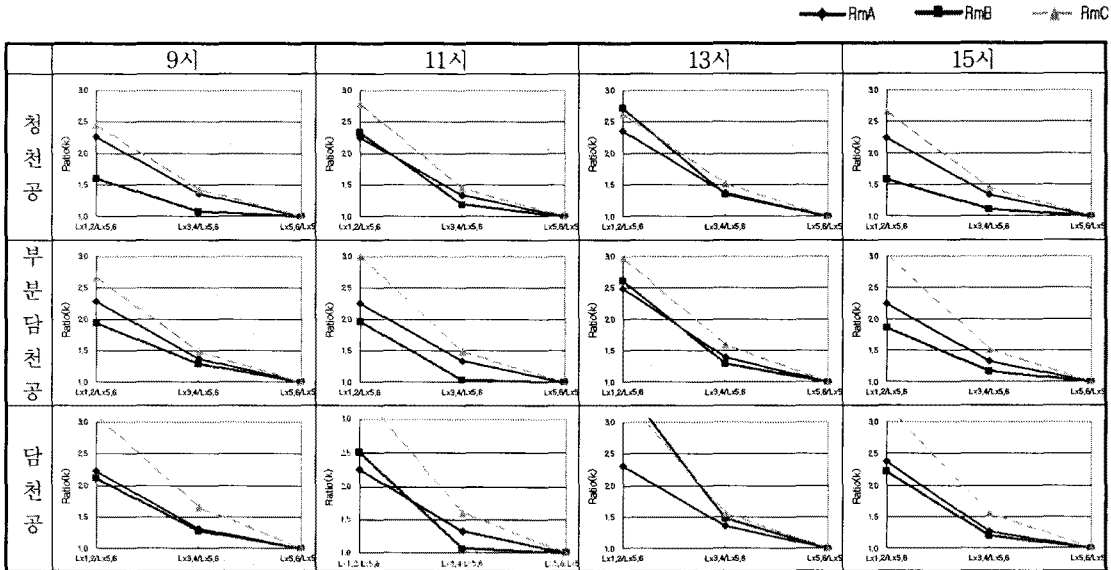
표 6의 창측을 제외한 실 깊이별 주광유입비율 평균의 표준편차를 보면, RmB의 표준편차(0.05~0.26)로 RmA(0.01~0.16)보다는 다소 높지만 비교적 안정적인 것으로 사료된다. 특이할 점은 RmC의 표준편차(0.02~0.20)가 춘분에 비해 안정적인데, 그 이유는 태양고도가 높아 실내로 들어오는 직사일광의 유입깊이가 짧아졌기 때문으로 사료된다. 시간 구분 없이 천공상태별 표준편차를 보면, 춘분과 같이 부분담천공에서 불안정한 것으로 분석된다.

천공중류 및 롤러셰이드의 제어된 높이에 따른 주광분포 특성에 관한 연구

표 6. 실 깊이별 주광유입비율 평균 및 표준편차(하지)  
Table 6. Averaged Ratios of Daylight by Room Depth and Standard Deviations(Summer Solstice)

		9시						표 본 수	11시						표 본 수	13시						표 본 수	15시						표 본 수
		RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC		
		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD	
청 천 공	Lx1.2 /5.6	2.28	0.01	1.61	0.13	1.61	0.13	32	2.25	0.03	2.33	0.51	2.77	0.15	62	2.35	0.23	2.71	0.47	2.62	0.31	82	2.24	0.02	1.58	0.19	2.65	0.18	39
	Lx3.4 /5.6	1.34	0.01	1.08	0.05	1.08	0.05		1.34	0.02	1.19	0.17	1.44	0.02		1.36	0.06	1.34	0.19	1.52	0.12		1.34	0.01	1.11	0.06	1.45	0.02	
부 분 담 천 공	Lx1.2 /5.6	2.28	0.02	1.93	0.27	2.66	0.36	82	2.25	0.04	1.96	0.35	3.00	0.23	92	2.49	0.38	2.61	0.72	2.97	0.43	198	2.24	0.11	1.86	0.46	3.03	0.34	256
	Lx3.4 /5.6	1.33	0.01	1.30	0.08	1.48	0.14		1.33	0.03	1.03	0.14	1.49	0.04		1.39	0.08	1.29	0.26	1.59	0.16		1.32	0.11	1.17	0.13	1.51	0.10	
담 천 공	Lx1.2 /5.6	2.23	0.07	2.12	0.38	3.10	0.34	47	2.25	0.13	2.50	0.76	3.39	0.35	200	2.31	0.01	3.59	0.62	3.39	0.27	20	2.37	0.20	2.22	0.25	3.23	0.42	175
	Lx3.4 /5.6	1.31	0.05	1.28	0.16	1.66	0.20		1.33	0.07	1.06	0.25	1.61	0.16		1.36	0.01	1.48	0.22	1.56	0.04		1.27	0.16	1.21	0.12	1.56	0.16	

표 7. 각 실별·시간별 주광분포(하지)  
Table 7. Hourly Daylight Distributions of Each Rooms(Summer Solstice)



4.3 천공별 주광유입분포

실험데이터를 시간(태양방위각)별로 구분하지 않고 천공을 기준으로 구분하여 춘분과 하지의 창면으로부터의 주광유입비율을 분석하였다. 다음 표 8

은 4.1절과 같이 실 깊이별 주광유입비율의 평균과 표준편차, 그리고 표본의 수를 나타낸다. 표 9는 표 8의 실 깊이별 주광유입비율 평균을 이용한 그래프이다.

표 8과 9를 종합하여 분석한 결과, 춘분에 RmB의 창면으로부터의 주광분포가 RmA와 RmC에 비하여

표 8. 실 깊이별 주광유입비율 평균 및 표준편차  
Table 8. Averaged Ratios of Daylight by Room Depth and Standard Deviations

		층 분						표본수	하 지						표본수
		RmA		RmB		RmC			RmA		RmB		RmC		
		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD		Rto	StD	Rto	StD	Rto	StD	
청	Lx1,2 /5,6	1.73	0.03	1.49	0.17	2.25	0.27	316	2.29	0.15	2.23	0.63	2.65	0.25	215
	Lx3,4 /5,6	1.40	0.08	1.22	0.14	1.64	0.24		1.35	0.04	1.22	0.19	1.47	0.08	
부분	Lx1,2 /5,6	1.71	0.03	1.37	0.16	2.24	0.13	476	2.33	0.25	2.12	0.62	2.96	0.38	628
	Lx3,4 /5,6	1.45	0.07	1.11	0.13	1.68	0.15		1.35	0.09	1.20	0.20	1.53	0.13	
담	Lx1,2 /5,6	1.72	0.04	1.39	0.21	2.20	0.13	35	2.30	0.17	2.40	0.64	3.30	0.39	442
	Lx3,4 /5,6	1.44	0.10	1.13	0.17	1.61	0.15		1.30	0.12	1.16	0.23	1.59	0.16	

완만하여 주광에 의한 실내 작업면 조도의 균제도가 좋은 것으로 분석되나, 하지의 경우 세 개의 실 모두 창면으로부터의 주광유입비율이 급격한 변화를 보였다. 이는 일영각에 의한 롤러셰이드의 높이제어가 층분에는 주광을 실내측까지 균일하게 제공하는데 유용한 것으로 판단된다.

다음 표 10은 RmB의 주광유입비율 평균 값에 대한 분산을 주광유입비율 평균 값으로 나누어 그 오차율(±)을 나타낸 표이다. 층분과 하지 모두 각 시간별 오차율이 9~15시까지의 오차율에 비해 낮으나, 하지의 경우 그 차이가 큰 것으로 분석된다. 또한 층분과 하지 모두 부분담천공에서의 오차율이 청천공과 담천공에 비해 큰 것으로 나타났다.

표 9. 각 실별 · 시간별 주광분포  
Table 9. Hourly Daylight Distributions of Each Rooms

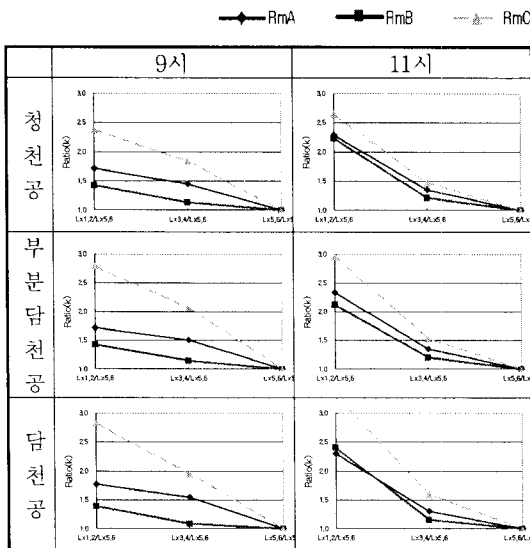


표 10. RmB의 주광유입비율평균의 오차율(단위: [%])  
Table 10. Percentage of Error on the Averaged Ratios of Daylight by Room Depth

		층 분					하 지				
		9시	11시	13시	15시	9-15시	9시	11시	13시	15시	9-15시
청	Lx1,2 /5,6	0.70	1.32	1.97	0.00	1.88	0.98	11.30	8.28	2.24	17.73
	Lx3,4 /5,6	0.00	0.82	1.63	0.00	1.51	0.27	2.40	2.83	0.37	2.87
부분	Lx1,2 /5,6	0.03	3.04	1.46	3.18	1.80	3.65	6.18	19.84	11.55	18.27
	Lx3,4 /5,6	0.01	2.35	1.27	1.99	1.59	0.44	1.96	5.35	1.43	3.36
담	Lx1,2 /5,6	0.01	0.08	0.01	0.00	3.10	6.64	23.16	10.70	2.83	17.06
	Lx3,4 /5,6	0.00	0.06	0.01	0.00	2.66	2.09	6.10	3.29	1.22	4.42



## 5. 결 론

본 연구는 광센서 조광제어시스템과 자동 롤러셰이딩시스템의 통합을 위한 연구의 일환으로써, 태양의 일영각에 의한 롤러셰이드의 높이제어에 따른 주광유입분포의 특성을 분석하였다. 분석결과, 다음과 같은 특성을 도출하였다.

- 춘분에 일영각을 기준으로 셰이드의 높이를 제어한 RmB의 경우, 창면으로부터의 주광유입비율분포가 완만하여 실 전체에 균일한 주광을 유입
- 춘분에 일영각을 기준으로 셰이드의 높이를 제어한 RmB의 경우, 셰이딩시스템이 없는 RmC에 비해 시간 및 천공별 주광유입비율의 평균값이 안정적으로 일영각에 의한 롤러셰이드의 높이 제어가 주광유입비율분포를 일정하게 유지
- 하지에 일영각을 기준으로 셰이드의 높이를 제어한 RmB의 경우, 주광유입비율분포는 태양고도가 낮은 9시와 15시에는 완만하나, 태양고도가 높은 11시와 13시에는 급격한 것으로 분석
- 춘분·하지 모두 시간별로 주광유입비율평균을 구분하여 분석한 경우가 9시~15시의 주광유입비율평균에 비해 오차율이 비교적 낮은 것으로 분석

태양의 일영각을 기준으로 주광유입깊이를 0.9[m]로 제한하여 롤러셰이드의 높이를 제어한 경우, 창면으로부터의 주광유입비율평균분포는 하지의 13시와 15시를 제외하고 모두 균일하고 안정적인 주광을 실내로 유입하였다. 태양고도가 높은 하지의 13시와 15시의 경우 균일하고 안정적인 주광의 실내유입을 위하여, 주광유입깊이를 0.9[m] 보다 창면에 가깝게 하여 제어할 필요성을 보여준다. 본 연구의 결과는 광센서 조광제어시스템과 자동 롤러셰이딩시스템을 통합한 시스템의 롤러셰이드 높이 제어에 관한 기초 자료로 활용될 것이다.

### 감사의 글

이 연구는 삼성건설의 연구비 지원에 의한 연구결과물의 일부이며, 저자의 일부는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음.

## References

- [1] IEA, IEA Energy Efficiency Policy Recommendations to the G8 2007 Summit, Heiligendamm, 2007.
- [2] Francis, A 외, European Energy Performance of Buildings Directive at EPIC 2006 AIVC Conference, 2007.
- [3] 김지연 외, 초고층건물의 조광에너지절약을 위한 BIPV적용에 관한 연구, 한국태양에너지학회 춘계학술발표대회논문집, 2007.
- [4] Choi, A 외, The Characteristics of Photosensors and Electronic Dimming Ballasts in Daylight Responsive Dimming Systems, Building and Environment, 40(1), 2005.
- [5] Peter R. Boyce, Human Factors in Lighting, 2nd Edition, Lighting Research Center, 2003.
- [6] NYSERDA, Daylighting the New York Times Headquarters Building, New York State Energy Research and Development Authority, 2005.
- [7] Park, B 외, Characteristics of Daylight Distributions in Different Shading Systems for Daylight Responsive Dimming System Performance, 7th International Conference on Sustainable Energy Technologies, 2008.
- [8] 임지선 외, Mock-up 실험을 통한 사무소 건축물의 Roller Shade 높이 제어 최적화에 관한 기초적 연구, 한국태양에너지학회 학술대회, 2008.4.
- [9] 이순지 외, 광센서 조광제어시스템의 성능향상을 위한 제어기율기 선정방법과 성능 평가에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 22(11), 2006.
- [10] John A. Duffie et al., Solar Engineering of Thermal Processes, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., 2006.

## ◇ 저자소개 ◇

### 박병철 (朴炳哲)

1977년 6월 16일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 2006년 세종대 건축공학과 건축환경설비 전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.

### 임지선 (林枝善)

1983년 3월 19일생. 2008년 충주대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

### 김유신 (金有信)

1981년 1월 2일생. 2005년 세종대 건축공학과 졸업. 2007년 세종대 건축공학과 건축환경설비 전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.

### 이정호 (李正鎬)

1974년 5월 26일생. 1998년 한양대 건축공학과 졸업. 2000년 한양대학교 건축공학과 졸업(석사). 현재 삼성건설 기술연구소 과장.

### 최안섭 (崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(석사). 1997년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축공학과 교수.