

복층유리 격자루버시스템의 주광특성에 관한 시뮬레이션 평가

(Evaluation on the Characteristics of Daylight Distributions of Grating Louver System in a Pair Glass by Computer Simulation)

박병철* · 최안섭**

(Byoung-Chul Park · An-Seop Choi)

요 약

최근 실내에 유입된 주광을 활용하여 인공조명의 에너지를 절감하는 광센서 조광제어시스템에 관한 연구는 유용한 주광의 유입을 위한 자동 차양장치와의 통합을 중심으로 이루어지고 있다. 기존의 연구는 자동 롤러셰이딩시스템과 베니션블라이드에 관한 연구로, 이 두 시스템은 주광의 입사를 수직적으로 계산한 일영각을 기준으로 차양장치의 높이 및 각도를 계산하여 제어하고 있다. 본 연구는 광센서 조광제어시스템과 연동을 위한 새로운 차양장치로 주광의 유입을 수직·수평으로 제어하는 복층유리 격자루버시스템을 제안하고, 창면의 위치에 따른 루버의 간격을 산출하였으며, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 격자루버시스템의 주광유입특성을 분석하고 평가하였다.

Abstract

A recent research trend on the Daylight Responsive Dimming Systems, using available daylight for energy savings, is to integrate automated roller shading systems and venetian blind systems which are vertically controlling daylight to indoor based on sun profile angle. Therefore, this paper suggests Grating Louver System into a pair glass as a new shading system, which can control daylight vertically and horizontally. The optimized spacing of louvers, which is to block direct sunlight into a space, was calculated. And then, the system was simulated for analysis and evaluation of characteristics of daylight by Desktop Radiance 2.0.

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

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 화석에너지 자원의 고갈, 환경오염과 유가의 불안정으로 인한 경제 불안으로 자연 에너지 및 대체에너지의 개발에 대한 관심이 집중

* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 박사과정

** 교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수

Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-4331

E-mail : iron401p@hotmail.com

접수일자 : 2009년 6월 16일

1차심사 : 2009년 6월 19일, 2차심사 : 2009년 7월 28일

심사완료 : 2009년 9월 21일

되고 있다. 한 국가의 총 에너지 소비량 중 건물이 높은 비중을 차지하고 있는데, OECD 국가들의 총 에너지 소비량의 약 40[%]는 건물에너지와 연관되어 있다[1].

이와 관련하여 세계 각국, 기관과 연구자들은 다양한 정책의 제안과 연구로 CO₂ 발생량과 에너지 소비량을 줄이기 위해 노력하고 있다[2, 3]. 또한 건축물과 관련된 에너지 소비량을 줄이기 위한 시도로써, 건설 산업 전반에 걸쳐 친환경 건축기술과 건축물 에너지절감 기술 등의 적용과 연구가 이루어지고 있다. 특히, 최근 지속적으로 건설되고 있는 초고층 건축물과 관련한 에너지 절감과 쾌적한 실내 환경을 위한 첨단 시스템의 연구와 적용이 활발하다.

초고층 건축물에서 인공조명과 관련된 에너지 소비량은 총 에너지 소비량의 20[%] 이상이다[4]. 조명용 에너지를 절감하기 위해서는 고효율의 조명기구를 사용하는 방법, 조명기구의 점·소등 및 주광을 활용하여 인공조명을 조광하는 방법 등이 있다. 그 중 유용한 주광을 이용하여 인공조명을 제어하는 조광제어시스템은 건물 외피가 주로 유리로 되어 있는 초고층 건축물에 적합한 조명제어시스템이다.

주광을 활용하는 조광제어시스템의 에너지 절감량은 유용한 주광의 유입량에 따라 결정된다. 유용한 주광은 재실자에게 불편함(불쾌·불능 눈부심)을 주지 않는 주광을 말하고, 재실자에게 불쾌감을 주는 주광은 일반적으로 직사일광이다. 그러나 직사일광을 차단하기 위한 수동형 차양시스템의 경우 외부 환경의 변화에 따른 재실자의 제어가 이루어지지 않아 유용한 주광과 직사일광이 같이 차단되고 있다. 최근 광센서 조광제어시스템의 적용성 향상을 위해, 자동 웨이딩시스템을 이용하여 불쾌한 주광은 차단하고 유용한 주광을 유입하여 조광제어시스템과 연동하는 통합 시스템에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다[5, 6].

조광제어시스템과 자동 차양시스템의 통합을 위한 연구에서, 자동 차양시스템으로는 롤러웨이딩시스템과 베니션 블라인드 시스템이 활발히 연구되고 있는데, 이 두 가지 차양시스템은 주광의 입사를 수직적으로 계산한 일영각을 기준으로 차양장치의 높이 및 각도를 계산하여 제어하는 시스템이다.

그러나 태양의 위치가 건축물 개구부(창)의 측면에 위치할 경우, 개구부 중심을 기준으로 좌측과 우측의 주광유입량의 차이도 함께 고려되어야 한다.

본 연구의 목적은 주광의 유입을 수직·수평적으로 제어하고, 기존 건축물의 부재와 일체화할 수 있는 새로운 차양시스템으로 복층유리 격자루버시스템을 제시하는 것이다. 복층유리 격자루버시스템의 성능평가를 위해, 기존 차양시스템과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 주광의 유입분포특성을 비교하였다. 그리고 광센서 조광제어시스템과의 연동성을 평가하기 위해, Desktop Radiance 2.0에서 수행 가능한 5가지 천공 상태에 대한 광센서와 작업면 조도의 관계인 제어기울기를 비교·분석하였다.

1.2 연구의 방법 및 범위

정남향에 창이 있는 소규모 사무실을 기준으로 ① 격자형 루버시스템(GL), ② 롤러웨이딩가 바닥까지 고정된 상태(RS_Fix), ③ 롤러웨이딩의 높이를 태양의 일영각에 의해 제어된 상태(RS_Ctrl)와 ④ 웨이딩시스템이 없는 상태(Ref)의 4가지 조건을 Desktop Radiance 2.0을 사용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 실시하였다. 다음의 그림 1은 4가지 조건에 대한 개요이다.

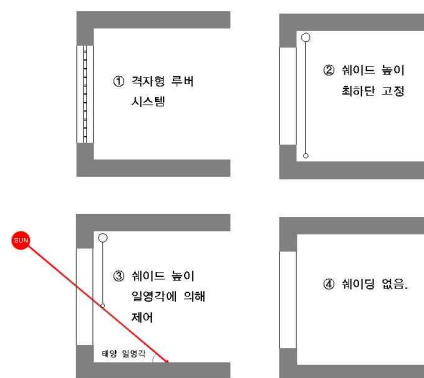


그림 1. 차양시스템 형식
Fig. 1. Four Types of Shading Systems

‘③’의 롤러웨이딩의 높이를 태양의 일영각에 의해 제어한 경우, 선행연구에서 수행하였던 조건으로, 창

면을 통해 실내로 입사되는 직사일광의 양을 조절하기 위해, 직사일광의 유입 깊이를 창면으로부터 0.9[m]로 제한하였다[1, 6]. 여기서 롤러셰이드의 역할은 주광을 차단하는 것이 아니라, 광센서 조광제어시스템의 효율을 높이기 위해 유용한 주광을 실내로 끌어들이는 역할을 하고, 태양의 일영각이 높으면 그 입사각에 의해 셰이드의 높이가 올라가고, 태양의 일영각이 낮으면 그 입사각에 의해 셰이드의 높이를 낮추어 실내로 유입되는 직사일광의 유입깊이를 항상 0.9[m]로 제한하는 롤러셰이드의 제어높이를 산출하여 적용하였다. 시뮬레이션은 춘분·하지·동지의 9·12·15시에 Desktop Radiance 2.0의 'Gensky'프로그램에서 수행 가능한, CIE 청천공(-s)·부분담천공(-l)·담천공(-c), 그리고 태양이 있는 청천공(+s)과 태양이 있는 부분담천공(+l)상태에 대하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다.

2. 시뮬레이션

2.1 시뮬레이션 개요 및 조건

시뮬레이션 공간의 크기는 3.0[m](W)×5.0[m](D)×2.4[m](H)이고, 실의 정 남향에는, 입면의 중앙부에 위치한 2.6[m](W)×2.0[m](H)의 창이 있다. 천정과 벽체의 실내 마감재는 백색비닐페인트로 그 반사율(ρ)은 0.86이고, 바닥은 일반적인 회색 카펫으로 그 반사율은 0.18을 설정하였다. 본 연구는 격자형 루버시스템의 성능에 대한 시뮬레이션 평가로 창면 유리 투과율은 변수에서 제외하였다.

작업면 조도의 계산은, 창면으로부터 0.3[m] 간격(a~P)과 벽으로부터 0.3[m]의 간격(①~⑨)의 교차점을 사무공간의 책상면을 근거로, 0.75[m] 높이에서 계산하였다. 또한 광센서와 작업면조도의 관계인 제어기울기를 비교하기 위하여, 천장의 중앙부(⑤, ⑥)에 광센서를 대표할 수 있는 조도센서를 하향으로 설치하였다. 다음 그림 2는 시뮬레이션에 사용된 공간의 크기 및 센서의 위치를 나타낸다.

복층유리 내 격자형 루버시스템의 주광유입분포와 광센서 조광제어시스템의 제어를 위한 제어기울기를 비교하기 위하여, 그림 1과 같이 4가지 셰이딩

시스템을 비교하였다. 롤러셰이드의 재질은 Desktop Radiance 2.0의 'Trans'프로그램을 이용하여, 롤러셰이드의 주광 투과율(τ)은 일반적으로 사용되는 5[%]를 적용하였고 롤러셰이드를 투과한 빛은 완전 확산되어 실내로 유입된다.

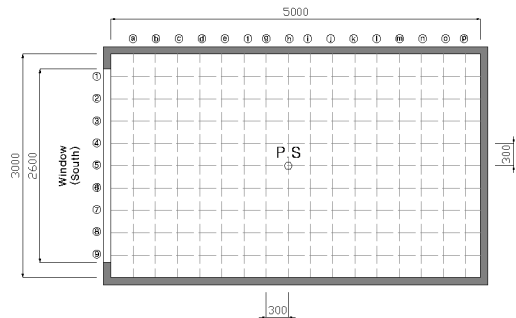


그림 2. 사무공간의 크기 및 센서 위치
Fig. 2. Space Size and Sensors' Position

2.2 복층유리 내 루버의 형태 및 크기

복층유리 내부에 루버를 삽입할 경우, 루버의 형상이 반복되어 제작의 용이성을 제공할 수 있는 형태를 선정하였다. 그림 3은 변이 3개 이상으로 이루어진 다각형의 한 변이 맞닿은 연속적인 형태로, 그 중 그 입면 형상이 동일하게 반복되는 것은 4각형과 6각형이다. 본 연구에서는 4각형(격자)의 루버를 복층유리 내에 적용하는 것을 선정하였다.

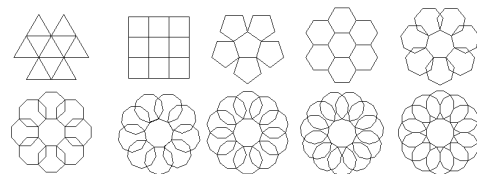


그림 3. 루버의 입면 형상
Fig. 3. Shape Study of Louver

본 연구에서 제안하는 격자형 루버는 22[mm] 복층유리 내부에 설치하는 것으로, 그 깊이는 5[mm] 유리 두 장을 제외한 12[mm]로 제한되어 있다. 주광의 유입분포는 격자루버의 간격에 따라 결정된다. 본 연구에서는 직사일광이 실내로 직접 들어오지 않

복층유리 격자루버시스템의 주광특성에 관한 시뮬레이션 평가

는 루버의 간격을 산출하였다. 격자형 루버시스템은 수동형 시스템으로 시간에 따른 태양입사각의 변화를 고려하여, 춘분·하지·동지의 오전 9시부터 18시까지의 태양입사각을 계산하고, 이를 일영각(a_p)과 입면방위각(a_z)으로 나누어 격자형 루버의 간격을 결정하였다. 다음 그림 4는 일영각과 태양의 방위각에 따른 격자형 루버의 간격을 산정하는 개요이고, 수식 1과 2는 S_h 와 S_w 의 산출에 관한 식이다.

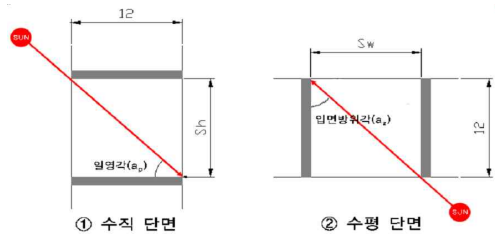


그림 4. 루버 간격 산출 개요
Fig. 4. Calculation of Spacing between Louvers

$$S_h = 12\text{mm} \times \tan a_p \quad (1)$$

$$S_w = 12\text{mm} \times \tan a_z \quad (2)$$

표 1. 절기별 9-18시 사이의 최소 간격
Table 1. Minimum Spacing between Louvers on Spring Equinox, Summer and Winter Solstice

건축물 입면방위각 [°]	춘분 [mm]	하지 [mm]	동지 [mm]	12[mm] : min
-90	6.932	14.959	3.445	1 : 0.287
-75	6.245	12.428	2.446	1 : 0.204
-60	6.058	11.287	2.701	1 : 0.225
-45	6.298	11.026	3.957	1 : 0.330
-30	7.116	11.546	5.124	1 : 0.427
-15	9.680	13.051	6.154	1 : 0.513
0	13.100	15.275	6.604	1 : 0.550
15	9.674	10.601	6.154	1 : 0.513
30	7.111	7.496	5.121	1 : 0.427
45	5.031	5.141	3.953	1 : 0.329
60	3.230	4.531	2.696	1 : 0.225
75	1.605	4.498	1.364	1 : 0.114
90	1.620	4.788	0.094	1 : 0.008

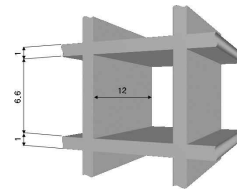


그림 5. 산출된 루버 간격 및 크기
Fig. 5. Calculated Spacing between Louvers and Size

격자형 루버시스템의 경우 22[mm] 복층유리를 기준으로 직사일광의 직접적인 실내 유입을 차단하기 위하여 직사일광이 창면을 통과할 때, 최소한 1회 이상 수직 또는 수평루버(완전 확산체)에 반사되어 확산광으로 변화할 수 있는 루버의 간격을 산출하여 적용하였다. 식 1과 2에 의해 춘분·하지·동지의 오전 9시부터 18시까지 계산된 두 간격(S_h , S_w)을 산출한 후 큰 간격을 기준으로 최소의 값을 산출하였다. 다음 표 1은 건축물 입면방위각에 따른 각 시기별 간격의 최소의 값으로, 본 연구에서는 정남향을 기준으로 그림 5와 같이 루버의 간격을 6.6[mm]로, 루버의 두께는 1[mm]로 적용하여 3D모델링을 하였다.

3. 시뮬레이션 결과

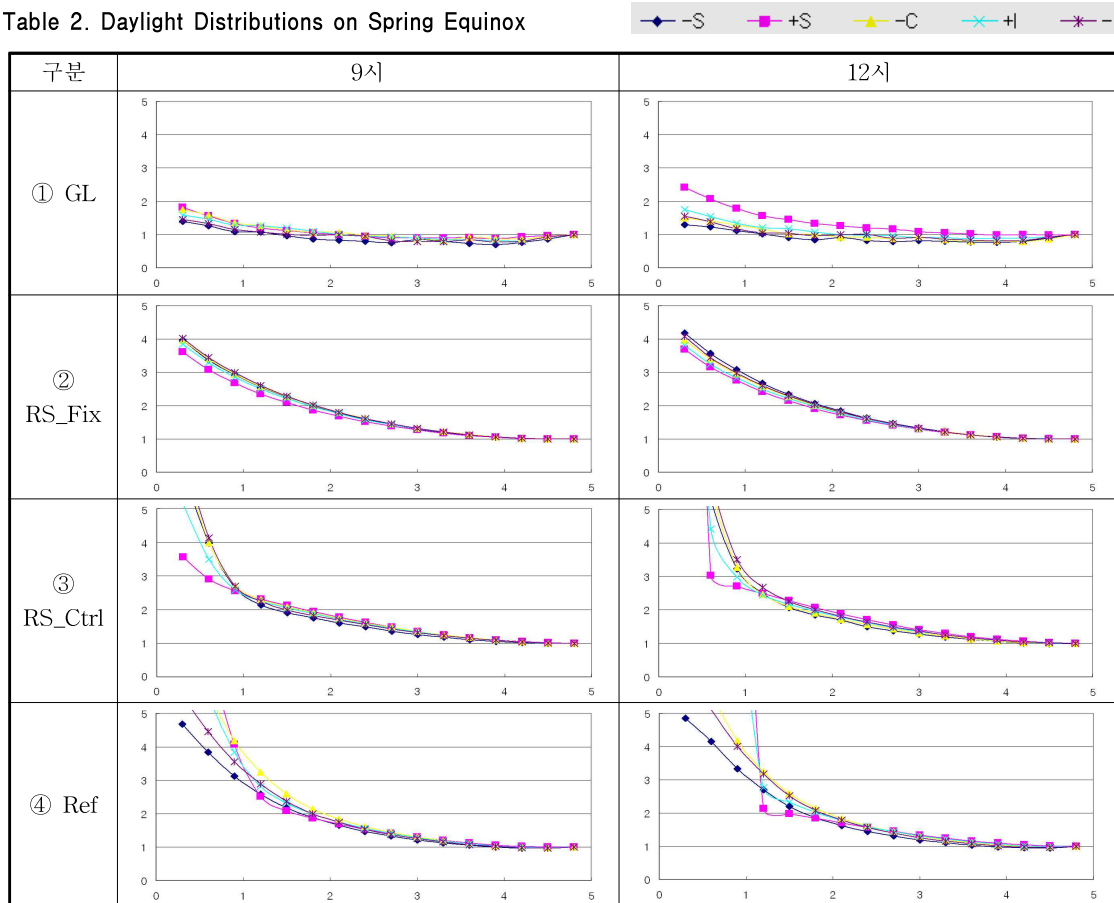
3.1 주광유입비율분포

4가지 웨이딩시스템에 의한 창면으로부터 실내측 벽까지의 주광유입분포의 상대적 비율을 알아보기 위해, 그림 2의 ㉠~㉡열의 평균 조도값을 산출하여, 창으로부터 가장 멀리 떨어진 ㉡열의 평균 조도값으로 나누어 각 천공별 주광유입비율분포를 도출하였다.

표 2는 춘분 오전 9시와 오후 12시의 창면으로부터의 거리(X축)에 따른 실내측(㉡열)과의 평균 조도비(Y축 : Ratio)이다. 본 연구에서는 태양시를 기준으로 시뮬레이션을 실시하였고, 정남향의 창면에 의해 오전 9시와 15시의 결과는 유사하여, 9시와 12시의 결과를 나타내었다. 춘분, 동지, 하지를 기준으로, 주광유입비율분포는, ㉠ GL의 경우, 태양의 고도가 높은 하지가 춘분이나 동지에 비해 더 완만하였고,

표 2. 춘분의 주광유입비율분포

Table 2. Daylight Distributions on Spring Equinox



③ RS_Ctrl의 경우, 태양의 고도가 낮은 동지에서 더 높은 분포를 보였다. 그 외의 결과는 절기와 관계없이 유사하여, 대표적인 결과로서 춘분의 결과를 표 2에 제시하였다.

표 2에서 ① GL의 경우, 천공상태에 관계없이 주광유입비율분포가 완만하고 서로 유사하다. 주광유입비율분포가 가장 완만하고 천공상태에 따른 주광유입비율분포도 유사하다. ② RS_Fix의 경우 천공상태에 관계없이 주광유입비율분포가 가장 유사하고, ③ RS_Ctrl과 ④ Ref의 경우 창면의 2[m]이상부터 실내측까지의 주광유입비율분포는 천공에 관계없이 유사하나, 창면으로부터 2[m]이내의 경우 천공상태에 따라 주광유입비율분포가 매우 상이하며, 그 기울기 급격히 변화하는 것으로 나타났다. 다음

표 3. 춘분의 9시, 12시의 ①열의 평균조도

Table 3. Avg. Illuminance of Row ① at 9am and 12pm on Spring Equinox

구 분	①열 평균조도([lx])					
	-S	-I	-C	+S	+I	
9시	① GL	145	123	52	263	142
	② RS_Fix	49	42	24	254	71
	③ RS_Ctrl	253	220	118	1,140	366
	④ Ref	851	769	379	2,747	1,033
12시	① GL	236	196	89	617	235
	② RS_Fix	62	68	41	480	141
	③ RS_Ctrl	443	438	245	2,288	744
	④ Ref	1,256	1,201	643	4,660	1,710

복층유리 격자루버시스템의 주광특성에 관한 시뮬레이션 평가

표 3은 천공상태 및 웨이딩시스템 조건에 따른 ㉔열의 평균 조도로서 표 2의 참고데이터이다.

3.2 주광유입량 및 균제도

각 차양시스템별 주광유입량을 비교하기 위해, 시뮬레이션에 의해 산출된 154점의 조도에 대한 평균 조도를 산출하였고, 유입된 주광의 질을 평가하기 위해 균제도(평균/최대)를 산출하였다. 주광유입량은 절기에 관계없이 웨이딩시스템이 없는 ㉔ Ref가 가장 높고, 그 다음으로는 ㉓ RS_Ctrl, ㉑ GL, ㉒ RS_Fix순으로 나타났다. 본 논문에서는 참고데이터인 ㉒ RS_Fix와 ㉔ Ref의 데이터를 제외하고, ㉑ GL과 ㉓ RS_Ctrl의 결과를 이용하여, 실 전체의 데이터와 직사일광의 영향을 많이 받는 창면으로부터 2[m] 이내의 데이터를 제외한 데이터의 평균주광유입량과 균제도를 비교·분석하였다.

표 4. 하지의 시간별 평균주광유입량 및 균제도
Table 4. Avg. Illuminance Values and Ratios between Avg. Illuminance Value and Maximum Illuminance Value by Daylight

창면부터 실내측		-S	-I	-C	+S	+I	
9시	㉑ GL	Avg.	113	112	84	117	114
		Avg/Max	0.59	0.58	0.54	0.60	0.57
	㉓ RS_Ctrl	Avg.	736	872	735	850	891
		Avg/Max	0.27	0.23	0.22	0.28	0.24
12시	㉑ GL	Avg.	153	64	111	277	72
		Avg/Max	0.65	0.53	0.59	0.61	0.59
	㉓ RS_Ctrl	Avg.	1816	1001	1859	3536	1265
		Avg/Max	0.33	0.26	0.30	0.46	0.30
창면2[m]부터 실내측		-S	-I	-C	+S	+I	
9시	㉑ GL	Avg.	103	98	72	109	98
		Avg/Max	0.74	0.76	0.74	0.69	0.76
	㉓ RS_Ctrl	Avg.	414	436	356	490	452
		Avg/Max	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69
12시	㉑ GL	Avg.	142	54	96	245	62
		Avg/Max	0.78	0.69	0.77	0.83	0.72
	㉓ RS_Ctrl	Avg.	1100	506	994	2484	720
		Avg/Max	0.70	0.69	0.66	0.71	0.69

춘분, 동지, 하지의 주광유입량과 균제도의 비율차이는 유사하여, 주광유입량이 가장 높고 태양의 입사각 변화가 큰 하지의 9시, 12시의 평균주광유입량과 균제도를 표 4에 나타냈다. 창면부터 실내측 전체 데이터의 주광유입량은 ㉓ RS_Ctrl의 경우 약 6~17배 정도 높고, 균제도의 경우 ㉑ GL이 ㉓ RS_Ctrl에 비해 양호한 것으로 나타났다. 창면으로부터 2[m] 이내의 데이터를 제외하고 분석한 결과, 주광의 유입량은 ㉓ RS_Ctrl의 경우 약 4~11배 정도 높고, 균제도의 경우 ㉑ GL이 ㉓ RS_Ctrl에 비해 양호한 것으로 나타났다. 그러나 하지 12시의 ㉓ RS_Ctrl의 경우 계산된 롤리웨이드의 높이가 최대한 올리게 되어, 실내에 과도한 주광을 유입하는 것으로 사료된다.

3.3 광센서와 작업면 조도의 관계

광센서 조광제어시스템의 제어기울기는 광센서 시그널과 작업면 조도의 비율이고 작업면 조도의 위치에 따라 변화한다. 춘분, 동지, 하지의 제어기울기는 동지의 ㉓ RS_Ctrl을 제외하고, 절기에 관계없이 비교적 유사하다. ㉓ RS_Ctrl의 경우 동지에 춘분과 하지에 비하여 비교적 완만하였다. 춘분, 하지, 동지 중 대표적인 결과로서 하지 9시와 12시의 창면으로부터의 거리에 따른 제어기울기의 변화를 표 5에 나타내었다.

직사일광을 배제하고 확산광만 유입되는 ㉒ RS_Fix의 경우 천공상태에 관계없이 제어기울기가 유사하다. ㉓ RS_Ctrl과 ㉔ Ref는 오전 9시에는 제어기울기 천공상태에 관계없이 유사하나, 12시에는 창면으로 약 2[m]까지 천공상태에 따른 제어기울기의 변화가 크다. ㉑ GL의 제어기울기는 9시와 12시 모두 천공상태에 관계없이 유사하고, 특히 실의 중앙부인 창면으로부터 1[m]부터 4[m]까지 더욱 유사하며, RS_Ctrl에 비하여 시간과 거리에 따른 제어기울기의 차이가 적은 것으로 나타났다.

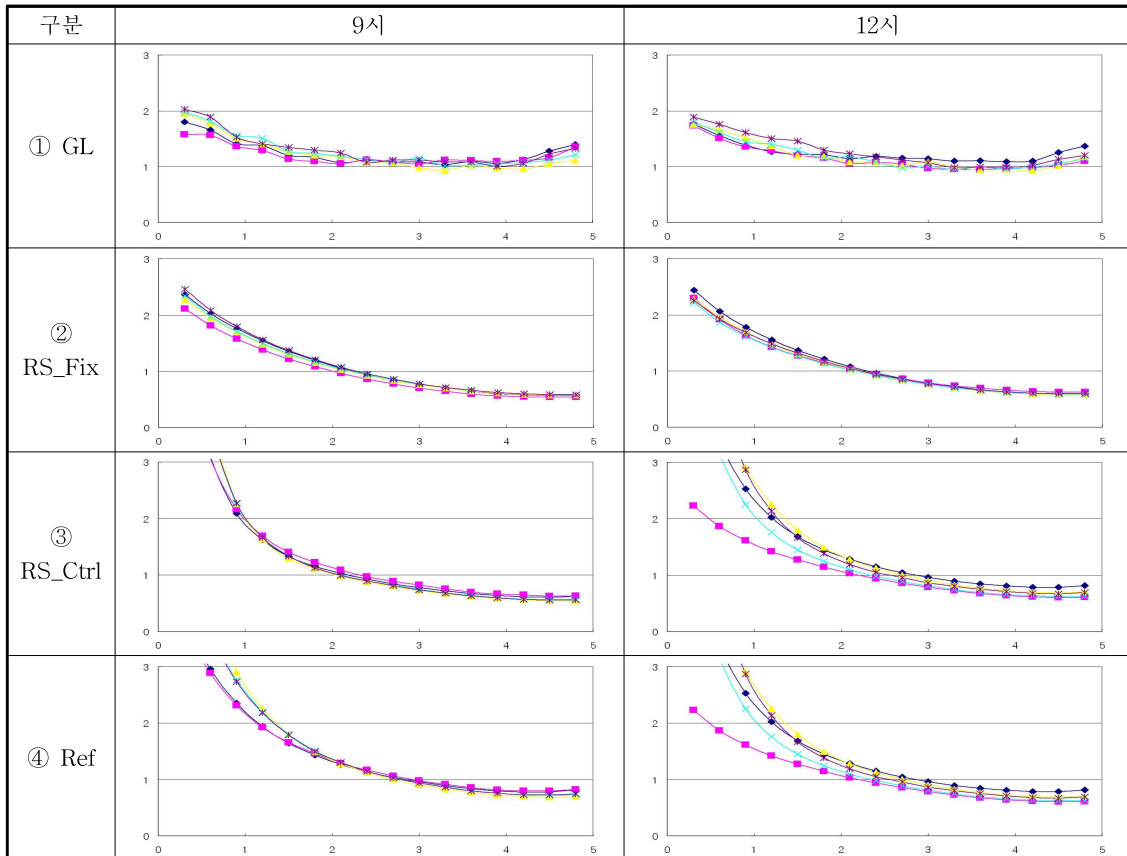
3.4 시각적 성능 평가

복층유리 격자루버시스템의 외부조망에 대한 시각적 성능평가를 위하여 AutoCAD2008을 이용한

표 5. 하지의 거리에 따른 제어기율기의 변화

Table 5. Change of Control Slope by Distance on Summer Solstice

◆-S ■+S ▲-C ✕-H *--I



3D 모델링을 3ds Max 2009 32-bit에서 가시적인 이미지로 렌더링(Pixels : 3508 × 2480)하였다. Autodesk 3ds Max 2009 32-bit에서 렌더링 이미지를 위한 카메라 렌즈는 인간이 보는 시각과 유사한 50[mm]를 채택하였다. 창면을 통해 보이는 외부 이미지는 Openness Factor(O_F)의 산출을 위하여 백색으로 설정하였다.

획득한 이미지는 Photoshop CS2에서 'Color Range'와 'Lasso Tool'을 이용하여 창면의 전체 픽셀수와 창면을 통해 조망된 외부 이미지에 대한 픽셀수를 'Histogram' 창을 통해 산출하였다. 산출된 전체 픽셀 수에 대한 외부 이미지의 픽셀수의 비율은 재실자가 창을 통해 외부를 조망할 수 있는 면적의 비율로 복층유리 격자루버시스템의 O_F 로 나타낼

수 있다.

표 6. 카메라 위치와 각도에 따른 Openness Factor
Table 6. Openness Factor by Camera Position and Angle

카메라		Pixels		Openness Factor
위치 [mm]	각도 [°]	전체	외부조망	
4000	0	15999	114642	0.140
4000	10	12328	106965	0.115
4000	20	4676	99156	0.047
3000	30	2936	119946	0.024
2000	40	436	114700	0.004
2000	45	349	389980	0.001

복층유리 격자루버시스템의 주광특성에 관한 시뮬레이션 평가

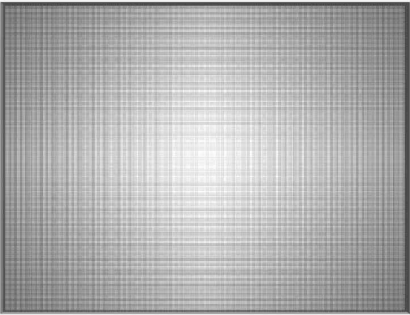
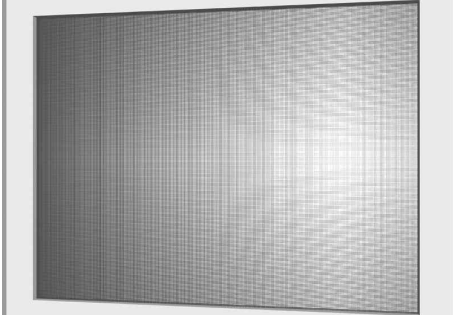
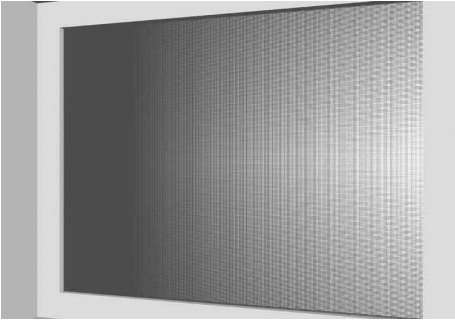
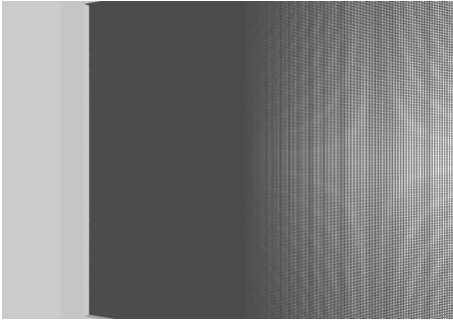
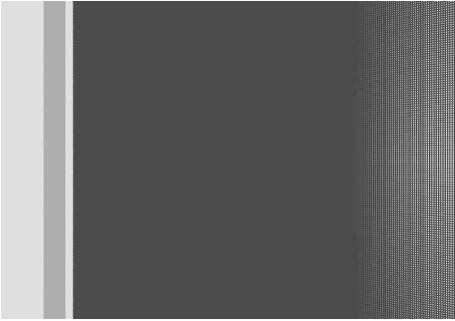

표 6은 3ds Max 2009 32-bit 소프트웨어에서의 시뮬레이션 공간에서의 카메라의 수평 위치와 각도에 따른 O_F 이다. 이때 카메라의 수평 위치와 카메라의 타깃 위치는 뷰에서 창면이 가장 크게 잡히는 위치를 설정하였다. 카메라의 각도가 0[°]일 때, O_F 는 약 14[%]이고, 각도가 45[°]일 때, 거의 '0'에 가깝다. 중심시의 각도가 약 20[°] 이내 일 때, O_F 는 약 5[%] 이상으로 나타났다. 표 7은 표 6에서 사용된 카메라

위치와 각도에 따른 렌더링 이미지이다.

5. 결 론

본 연구는 광센서 조광제어시스템과 통합을 위한 새로운 차양시스템으로 복층유리 내 격자형 루버를 삽입한 복층유리 격자루버시스템을 제안하였다. 직사일광의 직접적인 실내 유입을 제한하기 위해, 직

표 6. 카메라의 위치와 각도에 따른 렌더링 이미지
Table 6. Rendering Images by Camera Position and Angle

	
4000[mm], 0[°]	4000[mm], 10[°]
	
4000[mm], 20[°]	3000[mm], 30[°]
	
2000[mm], 40[°]	2000[mm], 45[°]

사일광이 최소한 한번 이상 수직 또는 수평루버에 반사되어 확산광으로 유입될 수 있는 루버의 간격을 태양의 일영각과 건물입면방위각을 이용하여 산출하였다. 또한 이 시스템의 성능평가를 위해, Radiance Desktop 2.0 소프트웨어를 이용하여, 기존의 롤러셰이딩시스템의 주광유입비율분포, 평균주광유입량, 균제도와 거리에 따른 제어기울기를 비교하였고, 복층유리 격자루버시스템의 시각적 성능평가를 수행하였다. 복층유리 격자루버시스템에 관한 본 연구의 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- ① 루버의 형상 및 간격 : 평면상 반복 구조가 가능한 4각형 루버를 선정하였고, 복층유리 내 공간이 12[mm]일 때, 시간에 관계없이 직사일광의 직접적인 실내유입을 제한하는 루버간격은 약 6.6[mm]로 산출
- ② 주광유입비율분포 : 복층유리 격자루버시스템은 주광의 급격한 변화 없이 실내로 고른 주광을 유입
- ③ 평균주광유입량 : 실내의 설계조도를 약 500 [lx] 가정하였을 때, 약 20[%]인 100[lx] 이상의 주광을 실내에서 활용할 수 있는 것으로 기대
- ④ 균제도 : 롤러셰이딩시스템과 비교하여 양호
- ⑤ 제어기울기의 변화 : 광센서와 작업면 조도의 관계인 제어기울기의 변화는 천공상태와 관계 없이 유사하고, 거리에 따른 제어기울기의 변화폭이 적은 것으로 분석되어 시뮬레이션 공간과 비슷한 소규모 사무소 건축물에서 천공상태에 따른 제어기울기의 변화를 제어알고리즘에 반영하지 않아도 되는 시스템의 단순화로 경제성 및 적용성이 높을 것으로 사료
- ⑥ 복층유리 격자루버시스템의 시각적 성능 평가 : 중심시의 각도를 기준으로 20[°] 이하의 경우, 실내에서 창면을 통해 외부가 조망되는 비율인 Openness Factor가 약 5[%] 이상으로 일반적인 롤러셰이드보다 높은 것으로 분석

본 연구의 복층유리 내 격자루버시스템은 일체화 시스템으로 시공의 용이성과 루버에 대한 유지보수가 유리할 것으로 사료된다. 또한 산출된 루버 간격의 비율은 격자루버로 구성된 건축물의 외피 간격을 산출하는데, 유용할 것으로 사료된다.

감사의 글

이 연구에 참여한 연구자(의 일부)는 『2단계 BK21 사업』의 장학금 지원을 받았음.

References

- [1] B. Park, et al., "Characteristics of Daylight Distributions in Different Shading Systems for Daylight Responsive Dimming System Performance", 7th International Conference on Sustainable Energy Technologies, Vol. 2, pp 1815~1822, 2008.
- [2] IEA. IEA Energy Efficiency Policy Recommendations to the G8 2007 Summit, Heiligendamm, 2007.
- [3] Francis Allard & Mirela Robitu, European Energy Performance of Buildings Directive at EPIC 2006 AVC Conference, Lyon, 20-22 November 2006.EPBD Buildings Platform EU.
- [4] 김지연 외, "초고층건물의 조명에너지 절약을 위한 BIPV 적용에 관한 연구", 한국태양에너지학회 춘계학술발표회 논문집, p124-130, 2007. 4.
- [5] ELee, et al., The New York Times Headquarters Day-lighting Mockup: Monitored Performance of the Day-lighting Control System, Energy and Buildings, Vol. 38, Issue 7, pp 914~929. 2006.
- [6] 박병철 외, 천공종류 및 롤러셰이드의 제어된 높이에 따른 주광분포 특성에 관한 연구, 한국조명전기설비학회, Vol 23(2), pp 18~26, 2009.

◇ 저자소개 ◇

박병철 (朴炳哲)

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

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.