

효과적인 조광제어시스템 적용을 위한 주광시뮬레이션과 실험데이터 분석

(Analysis of Simulation of Daylight and Experiment for Determining on Effective Dimming Ratio)

김가영* · 김유신 · 최안섭**

(Ga-Young Kim · Yu-Sin Kim · An-Seop Choi)

요 약

본 연구는 실내로 유입되는 주광을 조광제어시스템의 적용에 효율적으로 활용하여 초과한 인공조명의 광량을 줄임으로써 에너지 절약의 효과를 높이고자 함이다. 광센서는 탐지된 광속량을 신호로 보내고 그에 알맞은 제어신호를 받아 조광율을 결정하는데, 일반적으로 사무공간에서 인공조명의 개수나 행수만큼 광센서가 설치가 되어 조명기구의 각 구역마다 다른 조광율로 조광제어를 하는 것이 인공조명 제어측면에서는 효율적이나, 시스템 설치비용측면에서는 비효율적이다. 그러므로 실험과 시뮬레이션을 통하여 미리 유입되는 주광 분포를 파악하고 조광율을 분석한다면, 하나의 광센서 설치로써 인공조명 구역간의 각기 다른 조광율로 제어가능하다.

Abstract

This study purposes to increase the energy-saving effects by reducing excessive intensity of radiation of artificial lighting through analyzing daylight incident. A photosensor sends amounts of detected luminous flux to digital control unit(DCU) as a signal and then, it can decide dimming ratios, received a proper dimming signal from DCU. Generally it is effective to control artificial lighting with the different control ratio of each zone by setting a photosensor as same numbers and rows as artificial lighting. However, it is ineffective to do in initial costs of systems aspect in offices. As a result of grasping the distribution of daylight previously and analyzing daylight and dimming data, we can dim different dimming ratios to each zone of artificial lighting by a single photosensor.

Key Words : Energy Saving, Daylight, Photosensor, Dimming Ratio

* 주저자 : 세종대학교 건축공학과 석사과정
** 교신저자 : 세종대학교 건축공학과 교수
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-3671
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr
접수일자 : 2006년 8월 2일
1차심사 : 2006년 8월 17일
심사완료 : 2006년 9월 5일

1. 서 론

사무소 건물은 근무자들이 하루의 대부분을 보내는 공간으로, 작업환경의 쾌적성과 관련하여 중요한 요소인 시 환경은 근무자들의 생산성에 중요한 영향

을 미치게 된다. 또한 전 세계적인 에너지자원의 고갈로 인해 자연에너지 및 대체에너지의 개발에 관심이 집중되고 있으며 이러한 추세에 맞추어 친환경 건축기술, 건축물 에너지절감 기술 등이 주요 관심사로 등장하고 있다[1]. 현재 건물 리모델링의 수요가 확대되면서, 고효율 조명기기의 설치뿐만 아니라 적극적으로 조명용 전기에너지 절약을 위해 많은 기술들을 이용하고 있다.

특히 인간의 시 환경에 가장 우수한 주광의 이용은 조명용 에너지의 절감으로 연결될 수 있으며, 그중 광센서 조광제어시스템을 이용하면 약 30~60%의 조명용 에너지가 절약 가능하다. 이 시스템은 형광램프를 주 광원으로 사용하고 주광이 잘 들어오는 도심의 고층 사무실에서 적용하면 더욱 큰 에너지 절약의 효과를 거둘 수 있다[2]. 현재 건물에서 온도, 습도가 자동으로 조절되어 쾌적한 환경이 조성되듯이, 앞으로는 사무실의 인공조명도 유입되는 주광량에 따라 조광제어가 되어 일정한 조도로 유지될 것이다.

사무공간에서의 이상적인 조명시스템은 목표조도를 유지하기 위해서 주광을 최대한 이용하고, 부족한 부분은 인공조명으로 보충하는 것으로, 이는 실내공간에서 불규칙한 조명레벨을 연속적으로 제어할 수 있는 광센서를 이용한 조광제어시스템을 이용해야 한다[2]. 이를 위해 실내로 유입되는 주광을 분석해 봄으로써 조광제어시스템의 효율성을 높일 수 있으며, 주광의 적극적인 이용으로 에너지 절감의 효과를 얻을 수 있다.

광센서 조광제어시스템에서 광센서는 탐지된 광속량을 신호로 보내고 그에 알맞은 제어신호를 받아 조광율을 결정하게 된다. 그러나 인공조명의 개수나 행수만큼 광센서가 설치가 되어 조명기구의 각 행마다 다른 조광율로 조광제어를 하는 것이 인공조명 제어측면에서는 효율적이지만, 시스템 설치비용측면에서는 비효율적이므로 일반적으로 사무공간에서는 하나의 광센서를 이용해 같은값의 조광율로 제어되고 있다[3].

그러므로 본 연구는 시뮬레이션과 실험에 의한 데이터를 비교해 봄으로써 그 상관성을 살펴 시뮬레이션 데이터로 조광율을 결정할 수 있는 가능성을 파

악하고 그 조광율을 결정하고자 한다. 이로 인해 광센서 조광제어시스템이 더욱 큰 효과를 얻고자 한다.

본 연구는 조명 시뮬레이션 프로그램인 Lumen Micro를 사용하여 사무 공간의 주광 분포를 분석하였다. 실험에 이용되었던 사무공간을 광센서를 이용한 조광제어시스템을 설치하여 실험중인 사무공간을 시뮬레이션 하여 실내로 유입되는 주광의 분포를 살펴보고, 주광에 의한 조광율을 구하였다.

시뮬레이션을 통해 각 천공상태에 따른 주광분포의 상관 관계식을 도출할 수 있었다. 그리고 시뮬레이션 된 값은 시스템을 설치한 실험공간의 주광 조도값과 인공조명의 조광값을 비교하여 상관성을 파악하여 사무공간에서의 일반적인 조광율을 결정할 수 있도록 그 결정 방법을 제시하였다. 전반적인 연구흐름은 아래의 표 1과 같다.

표 1. 연구의 흐름
Table 1. A flowchart of the study

1단계	실험을 통한 사무공간의 주광 분포와 조광율 분석
2단계	시뮬레이션을 통한 사무공간의 주광분석과 조광율 분석
3단계	시뮬레이션과 실험의 통합분석을 통한 구역 별 조광율 결정

2. 이론적 배경

2.1 주 광

주광은 직사일광과 천공광이 조화를 이루면서 인간의 시각반응에 가장 근접하게 일치하는 광원이다. 이로 인해 인공광원보다 적은 양의 주광에 의해서도 인간의 작업 활동에 동일한 효과를 가져 올 수 있다. 주광은 연색성 측면에서도 단연 우수하며, 가시광선 내의 전체 스펙트럼을 가진 광원으로 가장 이상적인 광원으로 고려되어지고 있다.

주광은 디자인적 요소로 활용되어 생동감 있고 활동적인 공간을 만들어 낼 수 있고 건물의 전기에너지 소비량 중 큰 비중을 차지하고 있는 조명용 전기

에너지를 주광을 이용하여 적절하게 인공조명과 연계함으로써 많은 양의 에너지를 줄일 수 있다. 또한 주광에 포함되어 있는 자외선이 피부와 접촉하면 비타민 D를 생성하는 생화학적 반응을 일으켜 골격형성에도 영향을 준다고 밝혀졌다. 따라서 이러한 심리적, 생리적 요구에 의해서도 주광의 실내 유입이 필요하고, 이를 최대한 효율적으로 이용해야 할 것이다[4].

2.2 광센서 조광제어시스템

광센서 조광제어시스템은 실내로 유입된 주광의 양을 감지하여 실내 공간의 인공조명을 줄여줌으로써 에너지 절감을 이룰 수 있도록 하는 장치로 주광의 양을 광센서로 감지하여 자동으로 인공조명의 밝기를 조절함으로써 실내공간을 일정한 조도를 유지시킬 수 있다. 이 시스템의 제어과정은 다음과 같다[5].

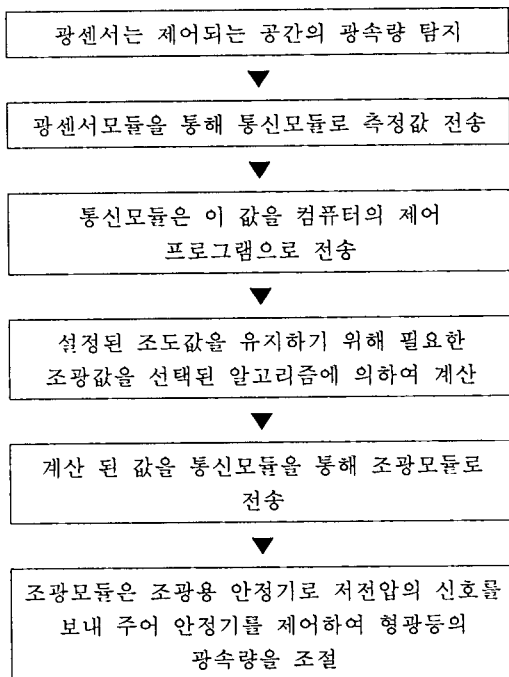


그림 1. 광센서 조광제어시스템의 제어과정
Fig. 1. A Control process of Daylight Responsive Dimming Systems

3. 실험에 의한 주광 분석

3.1 실험 개요

본 연구의 실험은 서울소재 S대학교내에서 이루어졌으며, 광센서 조광제어시스템을 설치하여 주광 조도값 및 센서 값, 조광 값을 측정하였다. 실험공간은 북북동향으로 직사일광이 유입되지 않는 북향을 실험공간으로 선정하였다. 이는 대부분의 사무공간이 직사일광을 피하기 위하여 차양장치를 사용한 것과 같은 실내 환경을 주기 위함이다.

실험공간은 북쪽과 서쪽으로 개구부가 있었으나, 실험을 위해 실내 마감재와 같은 반사율을 가진 색상의 소재를 이용하여 서쪽창을 차광하였다. 표 2와 그림 2는 실험공간의 수치와 평면도이고 그림 3은 서쪽창 차광된 모습이다.

표 2. 실험 공간 수치
Table 2. Figures of the experimental space

공간 크기	9.2×8.9([m])
실내반사율	천장 81[%], 벽 78[%], 바닥 46[%]
창문 크기	[3×2([m])]×2
조명기구	32[W] 2등용 형광등 12개

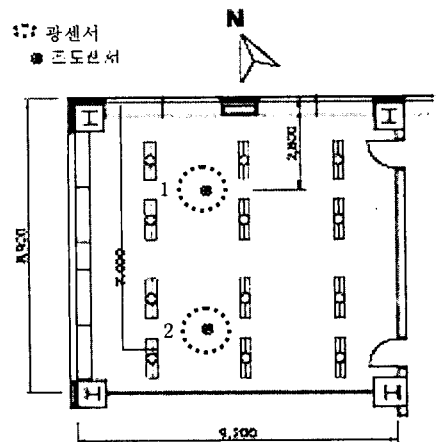


그림 2. 실험 공간 평면도(조도센서, 광센서 1, 2)
Fig. 2. A plane figure of experimental space

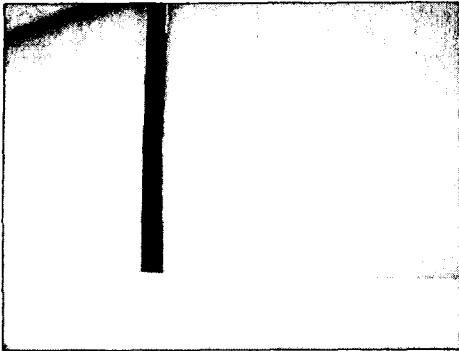


그림 3. 실험공간 서쪽창 차광
Fig. 3. Shading of west window in experimental space

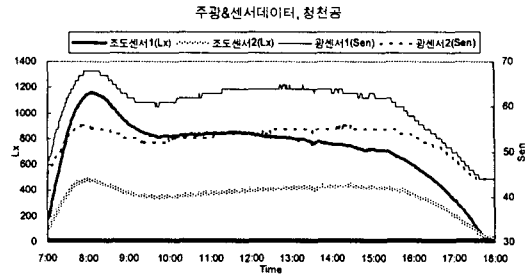
3.2 실험 데이터 분석

3.2.1 주광 데이터와 센서 데이터 분석

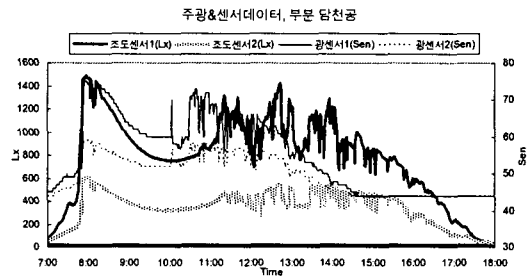
실험공간에서 작업면 높이에 설치된 2개의 조도센서로 창가쪽과 실내쪽의 주광조도를 측정하였다. 아침 6시부터 오후 7시까지의 주광 조도값을 측정하였는데, 일출과 일몰시간에는 창가쪽 보다 실내쪽의 주광량의 유입이 컸다. 그 이유는 일출과 일몰시 직사일광의 영향이 적으므로 입사된 주광이 실내쪽 벽에 반사되면서 창가쪽보다 높은 조도를 나타내게 된다. 따라서 데이터 분석시 이 부분은 제외하였다.

실험공간의 천장면에 부착된 광센서를 통해 광량을 감지하여 신호로 나타낸 값을 센서 데이터 (Sensor Data)라 지칭하였는데, 센서 데이터는 44에서 84까지의 값을 나타낸다. 그림 4는 작업면의 조도센서와 천장면의 광센서에 의해 동시에 측정된 주광 데이터와 센서 데이터를 그래프로 나타낸 것이다. 작업면 높이는 책상높이인 0.75[m]로 하였다.

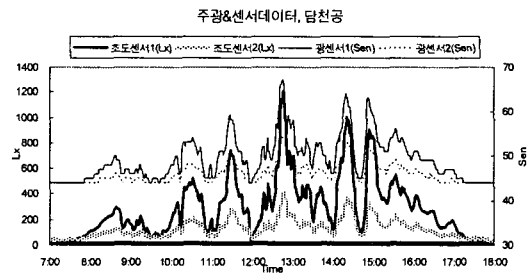
광센서 1과 2에 측정된 센서 데이터는 그래프에서 보는바와 같이 작업면 높이에서 조도센서에 의해 측정된 주광 데이터의 분포와 유사한 형태를 나타내고 있다. 주광 조도값은 조도센서 1과 2의 비율이 약 0.4~0.6로 유입되고 있으며, 조도센서 1과 2에서의 각 시간별 조도비율은 높은 상관관계를 가지며 일정한 비율로 유입됨을 알 수 있다. 또한 담천공 상태에서 조도변화가 큰 것을 알 수 있다.



(a) 주광과 센서 데이터, 청천공



(b) 주광과 센서 데이터, 부분 담천공



(c) 주광과 센서 데이터, 담천공

그림 4. 천공상태별 주광 데이터와 센서 데이터
Fig. 4. Daylight and sensor data of each sky condition

3.2.2 조광 데이터 분석

실험공간에서 적절한 센서 신호와 조광 기울기를 찾아 보정한 다음, 시스템을 작동하였다. 인공조명은 총 3열 4행으로 광센서 하나당, 2행의 인공조명이 동시에 같은 조광율로 제어가 되도록 설치하였다.

시스템의 목표조도는 창가쪽(광센서 1)은 824[lx], 실내쪽(광센서 2)은 934[lx]로 하였다. 목표조도는 실험공간에서 인공조명을 100[%] 켜었을 때의 작업면 조도값으로 설정하였는데 창가쪽보다 실내쪽의 목

표조도가 더 높았다. 그 이유는 실내쪽은 인공조명에서 나오는 빛이 뒤쪽 벽면에 한 번 더 반사되었기 때문일 뿐만 아니라, 두 개의 광센서의 위치가 정확하게 일치하지 않을 경우, 인공조명의 배광에 영향을 받아 오차가 생길 수도 있기 때문이다.

는 광센서가 받아들인 신호를 안전기를 통해 형광등의 조광량을 결정하여 나타내는 신호를 말하며 0에서 255까지의 단계를 가지는데 255일 때, 조광율이 100[%]가 된다. 조광율 100[%]는 인공조명이 최대 광량을 낼 때를 말한다.

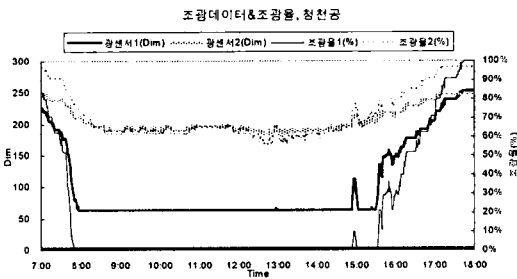
4. 시뮬레이션에 의한 주광 분석

4.1 시뮬레이션 개요

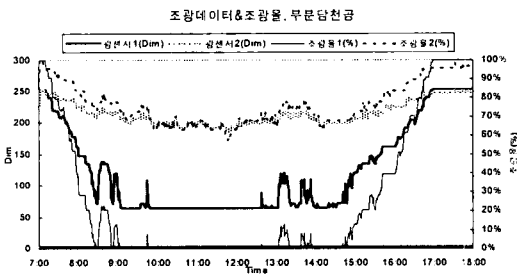
본 연구는 루멘 마이크로를 이용하여 실험공간의 실제 수치로 시뮬레이션하였다. 실험공간은 북북동 향이나, 루멘 마이크로를 이용한 시뮬레이션 특성상 가장 유사한 북향으로 시뮬레이션하였다. 표 3은 시뮬레이션 모델링 수치이고 그림 6은 시뮬레이션 된 공간의 평면도와 조감도이다.

표 3. 시뮬레이션 모델링 수치
Table 3. Figures of the plan

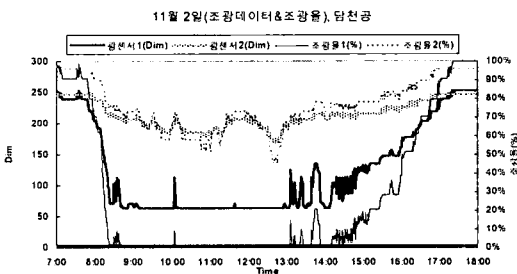
사무실 크기	9.2×8.9×2.7([m])
실내 반사율	천장 81[%], 벽 78[%], 바닥 46[%]
창문 크기, 반사율 및 투과율	(3×2[m])×2, ρ=0.08 τ=0.89
시뮬레이션 포인트 (창문에서 떨어진 거리 : [m])	창가쪽 포인트: 2.8[m], 실내쪽 포인트: 6[m]



(a) 조광데이터와 조광율, 청천공



(b) 주광데이터와 조광율, 부분 담천공



(c) 주광데이터와 조광율, 담천공

그림 5. 천공상태별 조광 데이터와 조광율
Fig. 5. Dimming data and ratio of each sky condition

그림 5는 각 천공상태에서 광센서 조광제어시스템을 가동했을 때, 시간에 따른 조광 데이터(Dimming Data)와 조광율을 나타낸 그래프이다. 조광 데이터

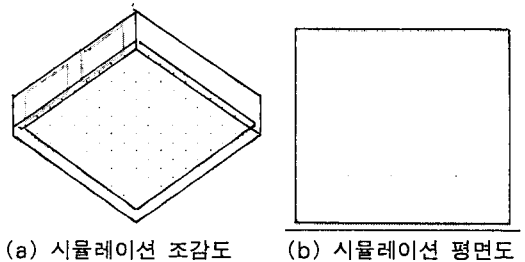


그림 6. 시뮬레이션 평면도와 조감도
Fig. 6. A plane and a bird's-eye-view of simulation

4.2 주광 시뮬레이션 분석

실험에서는 각 천공상태별 주광 조도분포를 파악해 보기 위해 인공조명을 제외하고 조도센서를 통하여 주광 조도값을 측정해보았는데, 이러한 측정 날짜와 같은 날짜와 시간으로 시뮬레이션을 해 보았다. 시뮬레이션시 천공상태는 기상청 홈페이지에서 얻은 매 시간의 구름양을 적용하였다. 시뮬레이션 계산 포인트는 실험공간의 조도센서와 같은 위치의 지점으로 창문에서 2.8[m]와 6[m] 떨어진 지점이다.

시뮬레이션을 실행한 결과 아래 표 4~6과 같이 주광 조도값을 얻었고, 그 값은 실제 주광 조도값과 비교해 보았다. 그러나 시뮬레이션 프로그램인 루멘 마이크로는 CIE 표준 답천공을 사용하므로, 시뮬레이션에 의한 조도값은 실제 주광조도와 차이가 있다. 따라서 조도값의 절대적인 비교보다는 유입되는 비율을 비교해 보았다.

표 4. 시뮬레이션과 실험에 의한 주광 조도(청천공)
Table 4. Luminance of daylight by simulation and experiment(clear)

청 천 공						
	시뮬레이션 조도([lx])			실제조도([lx])		
	창가(a)	실내(b)	b/a	창가(A)	실내(B)	B/A
7시	393	167	0.42	5	37	6.87
8시	716	306	0.43	110.59	66.38	0.60
9시	807	347	0.43	163.39	86.484	0.53
10시	840	365	0.43	183.66	93.695	0.51
11시	853	374	0.44	203.35	99.817	0.49
12시	855	378	0.44	229.92	50.739	0.23
13시	850	378	0.44	614.75	217.38	0.35
14시	838	373	0.45	128.45	76.082	0.59
15시	812	361	0.45	845.25	265.83	0.31
16시	748	332	0.44	298.49	126.56	0.42
17시	568	252	0.44	188.84	87.625	0.46
18시	0	0	0.00	3	37	12.33

표 5. 시뮬레이션과 실험에 의한 주광 조도(부분 답천공)
Table 5. Luminance of daylight by simulation and experiment(partly cloudy)

부분 답천공						
	시뮬레이션 조도([lx])			실제조도([lx])		
	창가(a)	실내(b)	b/a	창가(A)	실내(B)	B/A
7시	261	104	0.40	80.41	53.851	0.67
8시	743	317	0.43	1464.6	594.65	0.40
9시	820	353	0.43	948.91	382.87	0.40
10시	847	368	0.43	756.49	319.55	0.42
11시	1,445	574	0.40	866.85	366.97	0.42
12시	1,480	587	0.40	1032.7	443.96	0.43
13시	1,464	579	0.40	1187	505.08	0.43
14시	1,392	551	0.40	1217.2	523.83	0.43
15시	822	365	0.44	859.99	462.41	0.53
16시	770	341	0.44	558.55	256.91	0.46
17시	538	214	0.40	235.64	109.91	0.46
18시	0	0	0.00	9.553	37.98	3.97

표 6. 시뮬레이션과 실험에 의한 주광 조도(답천공)
Table 6. Luminance of daylight by simulation and experiment(overcast)

답 천 공						
	시뮬레이션 조도([lx])			실제조도([lx])		
	창가(a)	실내(b)	b/a	창가(A)	실내(B)	B/A
7시	78.3	28.6	0.36	5	37	6.87
8시	344	126	0.36	110.59	66.38	0.60
9시	576	210	0.36	163.39	86.484	0.53
10시	759	277	0.36	183.66	93.695	0.51
11시	881	322	0.36	203.35	99.817	0.50
12시	932	341	0.37	229.92	50.739	0.20
13시	911	333	0.37	614.75	217.38	0.35
14시	818	299	0.37	128.45	76.082	0.59
15시	659	241	0.37	845.25	265.83	0.31
16시	446	163	0.37	298.49	126.56	0.42
17시	192	70.3	0.37	188.84	87.625	0.46
18시	0	0	0.00	0	0	0.00

표 4~6을 보면 실제조도와 시뮬레이션에 의한 조도의 절대값에는 차이가 있으나, 창가쪽과 실내쪽의 조도 비율은 거의 유사한 것으로 나타났다. 시뮬레이션 계산 포인트 1과 2의 비율은 청천공일 때 약 0.42~0.44, 부분 담천공일 때 약 0.39~0.43, 특히 구름양이 10인 담천공인 경우 0.36으로 가장 큰 상관관계를 가진다. 또한 주광 시뮬레이션에 의한 조광율을 보면 청천공인 경우, 실내쪽이 창가쪽 보다 오전 7시에는 약 2배, 오전 8시에는 5~8배, 오전 9시부터 오후 3시까지의 약 60배, 오후 4시는 6~10배, 오후 5시에는 약 2~3배로 조광할 수 있고 오후 6시 이후에는 창가와 실내쪽 모두 100[%] 조광할 수 있음을 예측할 수 있었다.

5. 실험과 시뮬레이션 데이터분석

5.1 데이터 분석

시뮬레이션으로 얻은 주광 조도값으로 인공조명의 조광율을 산정하여 실험을 통해 얻은 조광율과 비교해 보았다. 주광에 의한 조광율 산정은 목표조도를 기준으로 하여 미달된 조도를 백분율로 나타낸 것이다. 예를 들어 목표조도가 500[lx]인 지점에서 100[lx]의 주광이 유입된다면, 인공조명의 조광율은 80[%]이다. 그리고 최저 조광은 1[%], 최대 조광은 100[%]이다. 조광율의 비교결과는 다음 표 7~9와 같다.

실제 실험을 통해 얻은 조광율과 시뮬레이션을 통하여 얻은 조광율을 비교·분석해본 결과, 실험에서는 오전 8시부터 2~3시에 창가쪽이 1[%], 실내쪽이 약 60~70[%]의 조광율을 나타내었고, 시뮬레이션에 의한 조광율은 청천공인 경우 오전 10시부터 오후 2시 사이에 창가쪽이 최저 조광인 1[%]의 조광율을, 실내쪽은 약 60[%]의 조광율을 나타내었다. 또한 실험을 통한 조광율에서 오후 4시에는 실내쪽이 창가쪽보다 약 3배, 오후 5시에는 약 1.2배 높은 값을 보였으며, 시뮬레이션을 통한 조광율은 오후 4시에 실내쪽이 창가쪽보다 7배, 오후 5시에는 2.3배가량 높은 조광율 할 수 있고, 오전 7시와 오후 6시에는 실험값과 시뮬레이션 값이 같은 조광율을 보이고 있음을 알 수 있다.

표 7. 시뮬레이션과 실험에 의한 조광율(청천공)
Table 7. Dimming ratio by experiment with by simulation and experiment(clear)

	청 천 공					
	시뮬레이션 조광율(%)			실제 조광율(%)		
	창가(a')	실내(b')	b'/a'	창가(A')	실내(B')	B'/A'
7시	52.3	82.1	1.57	90.9	83.6	0.92
8시	13.1	67.2	5.13	1.0	67.7	67.72
9시	2.1	62.8	30.46	1.0	69.7	69.73
10시	1.0	60.9	60.92	1.0	73.0	72.97
11시	1.0	60.0	59.96	1.0	73.0	72.97
12시	1.0	59.5	59.53	1.0	67.7	67.72
13시	1.0	59.5	59.53	1.0	62.8	62.85
14시	1.0	60.1	60.06	1.0	62.8	62.85
15시	1.5	61.3	42.12	1.1	67.7	60.25
16시	9.2	64.5	6.99	28.5	73.0	2.56
17시	31.1	73.0	2.35	77.9	89.7	1.15
18시	100	100	1.00	100.0	98.6	0.99

표 8. 시뮬레이션과 실험에 의한 조광율(부분 담천공)
Table 8. Dimming ratio by experiment with by simulation and experiment(partly cloudy)

	부분 담천공					
	시뮬레이션 조광율(%)			실제 조광율(%)		
	창가(a')	실내(b')	b'/a'	창가(A')	실내(B')	B'/A'
7시	68.3	88.9	1.30	100.0	84.1	0.84
8시	9.8	66.1	6.72	29.2	83.6	2.86
9시	1.0	62.2	62.21	8.4	77.9	9.29
10시	1.0	60.6	60.60	1.0	62.8	62.85
11시	1.0	38.5	38.54	1.0	67.0	67.04
12시	1.0	37.2	37.15	1.0	65.7	65.66
13시	1.0	38.0	38.01	1.0	64.3	64.26
14시	1.0	41.0	41.01	1.0	67.7	67.72
15시	1.0	60.9	60.92	12.6	72.3	5.75
16시	6.6	63.5	9.69	39.5	83.6	2.12
17시	34.7	77.1	2.22	100.0	95.8	0.96
18시	100	100	1.00	100.0	95.8	0.96

표 9. 시뮬레이션과 실험에 의한 조광율(담천공)
Table 9. Dimming ratio by experiment with by simulation and experiment(overcast)

	담			공		
	시뮬레이션 조광율(%)			실제 조광율(%)		
	창가(a')	실내(b')	b'/a'	창가(A')	실내(B')	B'/A'
7시	90.5	96.9	1.07	100.0	84.1	0.84
8시	58.3	86.5	1.48	70.4	89.7	1.27
9시	30.1	77.5	2.57	1.0	73.0	75.72
10시	7.9	70.3	8.92	1.0	62.1	62.13
11시	1.0	65.5	65.52	1.0	55.5	55.50
12시	1.0	63.5	63.49	1.0	72.3	72.33
13시	1.0	64.3	64.35	1.0	62.8	62.85
14시	1.0	68.0	67.99	1.0	73.0	72.97
15시	20.0	74.2	3.70	19.5	77.9	3.99
16시	45.9	82.5	1.80	38.7	83.6	2.16
17시	76.7	92.5	1.21	82.5	95.8	1.16
18시	100	100	1.00	100.0	95.8	0.96

부분담천공인 경우, 실험에서는 오전 10시에서 2시 사이에 창가쪽이 1[%], 실내쪽이 60~70[%], 오전 7시와 오후 5시 이후에는 실내쪽과 창가쪽의 비율이 거의 유사한 조광율을 나타내었고, 시뮬레이션 데이터에 의한 조광율은 오전 9시에서 오후 3시까지 창가쪽이 1[%], 실내쪽이 40~60[%], 오후 5시에는 실내쪽이 창가쪽보다 2배가량 높은 조광을 하고 있음을 알 수 있다.

더불어 담천공인 경우, 실험에서 일출과 일몰 무렵에는 거의 조광율 100[%]를 나타내었고, 실제 조광율 또한 창가쪽은 80~90[%], 실내쪽은 90~500[%]정도로 높은 조광율을 나타내었다. 그리고 오전 10시와 오후 3시 사이에는 창가쪽이 1[%]일 때, 실내쪽은 실험에서는 70~80[%], 시뮬레이션에서는 65~80[%]의 조광율을 나타내었다.

5.2 조광율 예측

본 연구는 실제 광센서 조광제어시스템을 설치한 공간에서 실험을 통해 얻은 조광 데이터와 시뮬레이션을 통해 얻은 조광율을 분석하였다. 그 결과 창가

쪽이 최저 조광율인 1[%]의 조광율을 나타낼 경우, 실내쪽은 실험값과 시뮬레이션 값이 작게는 2[%] 크게는 약 30[%]정도의 차이를 보이고 있다. 이를 감안하여 아래 표 10과 같이 창가쪽과 실내쪽의 조광 비율을 예측 해 보았다.

표 10. 인공조명 구역별 조광율
Table 10. Dimming ratio of each artificial lighting zone

	시 간	창가쪽	실내쪽
청천공	오전 7시~8시	90[%]	100[%]
	오전 9시~오후3시	1[%]	70[%]
	오후 6시	100[%]	100[%]
부분담천공	오전 7시~8시	100[%]	98[%]
	오전 9시~오후3시	1[%]	80[%]
	오후 6시	100[%]	100[%]
담천공	오전 7시~8시	100[%]	100[%]
	오전 9시~오후3시	1[%]	80[%]
	오후 5시~6시	100[%]	100[%]

6. 결론 및 향후 연구

주광 시뮬레이션과 실험을 통해 주광의 유입을 비교해 본 결과, 창가쪽과 실내쪽의 주광유입 분포 비율이 거의 같음을 알 수 있었고, 또한 시뮬레이션과 실험의 결과 조광비율의 오차는 평균 10~20[%] 정도로 그 값의 상관성이 크다고 할 수 있다. 실험에 의해 얻어진 데이터들이 여러 날에 의해 측정된 평균값이 아니고, 시뮬레이션시 실제 실험공간과의 정확성에 의한 차이로 인해 일어날 수 있는 오차를 감안한다면 앞으로 실험값과 시뮬레이션의 값의 높은 상관성을 기대할 수 있고, 이것으로 어느 공간에서든 그 공간의 주광 시뮬레이션을 통하여 얻은 주광에 의한 조광비율의 설정으로, 별도의 센서 설치 없이 하나의 센서로 구역별 제어가 가능할 것이다. 또한 실내쪽이 과 조광이 된다하더라도, 에너지 절약 측면과 시스템 설치비용측면에서 큰 효과를 볼 수 있다.

본 연구 실험은 늦은 가을과 겨울의 한정된 시간에 이루어졌다. 또한 하루의 천공상태는 그 날의 오

전 7시부터 오후 6시까지의 평균된 값이므로 제한된 실험과 평균된 천공상태의 적용으로 일반적인 조광을 예측에 한계를 가진다.

따라서 향후 오랜 기간의 실험데이터를 통해 시뮬레이션 값과 비교해본다면 좀 더 일반적인 조광을 결정할 수 있을 것이다. 이로 인해 에너지 절약효과는 더욱 증진되며, 광센서 조광제어시스템의 더욱 안정되고 효율적인 적용이 가능할 것이다.

본 연구는 에너지관리공단 2003년 에너지자원기술개발 사업 연구비에 의하여 연구되었음.
(과제번호: 2003-E-EL01-P-04)

◇ 저자소개 ◇

김가영 (金佳永)

1980년 6월 2일생. 2004년 세종대 건축공학과 졸업. 2006년 세종대 건축공학과 석사과정 졸업.

김유신 (金有信)

1981년 1월 2일생. 2005년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.

최안섭 (崔安燮)

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

References

- [1] 정근영, "광센서 조광제어시스템의 광센서 방향성과 위치에 관한 시뮬레이션 연구", 세종대학교 대학원 석사논문, 2003.2.
- [2] 최안섭 외, 조명시스템의 자동화를 위한 주광센서 연동 제어 시스템의 개발연구, 삼성물산(주) 기술연구소, 1998.2.
- [3] 김가영, 사무공간에서 효율적인 조광제어시스템 적용을 위한 주광분포 연구, 한국조명전기설비학회춘계학술발표대회, 2005.6.
- [4] 조명디자이너 인증교육 교재, 한국조명전기설비학회, 1999.
- [5] 정봉근, "광센서 조광제어시스템의 조광용 안정기와 광센서의 성능향상을 위한 실험적 연구", 석사학위논문, 2003.12.