

광센서 조광제어시스템의 광센서 최적 방향성과 위치에 관한 실험적 연구

(An Experimental Study of the Optimum Spatial Characteristics and Location of
Photosensor for Daylight Responsive Dimming Systems)

정봉근* · 최안섭

(Bong - Keun Jung · An - Seop Choi)

요 약

광센서 조광제어시스템은 실내로 유입되는 주광량에 따라 자동으로 광속량을 조절하여 설정조도를 유지시켜주는 에너지절약 시스템이다. 이 시스템의 성공여부를 결정하는 여러 요인들 중, 광센서의 측광값이 작업면 조도를 얼마나 정확히 나타내느냐가 중요한 포인트가 된다. 그래서 본 연구에서는 실험을 통해 광센서의 여러 측광방향 형태를 결정하고, 각 측광방향별 광센서의 반응신호를 측정하였다. 그리고 광센서의 적절한 위치를 찾기 위해 실제 공간에서 서로 다른 위치에 광센서를 설치하여, 작업면 조도와 광센서 반응신호의 관계를 측정하고 분석하였다. 분석된 결과를 토대로 광센서의 적절한 위치와 측광방향성을 제시하였다.

Abstract

The daylight responsive dimming system, which uses daylight and automatically controls the light output of electric lighting according to the amount of available daylight, is an energy saving system. Successful performance relies on how photosensor signal can precisely represent workplace illuminance. However, it is not accurately identified due to the dynamic nature of the sun and the sky changed with respect to different seasons or time. The purpose of this research is to identify the correlation between workplace illuminance and photosensor signals, and propose an optimal location and spatial characteristics of the photosensor through experiments, which minimizes the above impacts and improve system performance.

Key Words : Daylight responsive dimming system, photosensor location, photosensor spatial characteristics

1. 서 론

과거 에너지 쇼크로 인해 전세계적인 자원의 고갈

과 환경오염문제는 에너지 절약방법을 모든 분야에
서 다각적으로 연구하게 만들었다. 특히 조명분야에
서는 인공조명을 점소등이 아닌 광속을 연속적으로
조절하는 조광제어를 이용함으로써 많은 에너지 절
약을 할 수 있는 주광이용 광센서 조광제어시스템의
개발이 진행되었다. 이 시스템은 인간과 가장 친근
한 주광을 활용하여 인공조명의 에너지를 절감한다
는 데 그 의미가 있다.

* 주저자 : 세종대학교 건축공학부
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-3331
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr
접수일자 : 2003년 4월 10일
1차심사 : 2003년 4월 28일
심사완료 : 2003년 6월 11일

이러한 광센서 조광제어시스템의 기본적인 개념은 실내로 유입되는 주광량에 따라 자동으로 인공조명의 밝기를 조절하여 미리 설정해 둔 조도값으로 항상 유지할 수 있게 하는 에너지 절약형시스템이다. 이미 오래 전에 외국에서 개발되었고, 또한 많은 발전을 이룩한 상태이지만 아직 우리나라에서는 시스템의 정확성, 신뢰성, 기술적인 데이터의 부족으로 인해 많은 적용을 못하고 있다. 그러나 시스템에 의한 에너지 절감량은 공간의 방위 및 형태, 창문의 면적, 위치 및 형태, 유리의 투과율 및 반사율 등 다양한 요소에 의한 영향을 고려하더라도 조명에 사용되는 에너지의 약 30~60%를 절감 할 수 있다[1-2].

이 시스템은 인공조명의 에너지 소비를 최소화하면서 실내 작업면 조도가 외부 일조량의 변화에 관계없이 항상 설정값을 유지하는 것으로, 시스템의 성공 여부는 광센서가 실내 어느 위치에서 어떻게 작업면 조도를 정확하게 나타내 주는가에 좌우된다. 현 상황은 계절이나 시간에 따라 변하는 태양의 고도와 천공에 의해 정확히 파악되지 못하고 있는 실정이다. 이러한 영향을 최소화하여 역동적인 천공의 상태를 반영할 수 있도록 실험을 통해 작업면 조도와 광센서 반응신호의 상관성을 검토하여 광센서의 최적 방향성과 위치를 제시하는 것이 본 논문의 목적이다. 이 연구는 아래와 같은 방법으로 진행되었다.

- 1) 각종 참고문헌과 관련 자료를 정리하여 이론적 고찰을 한다.
- 2) 광센서의 방향성 측정을 위해 광속에 대한 광센서의 반응전압을 각각 다른 수평각과 수직각에서 측정한다.
- 3) 기록계, 조도센서, 광센서에 의해 작업면 조도와 광센서 반응신호의 상관관계를 분석한다.
- 4) 최종적으로 2)와 3)의 실험측정에 대한 결과를 통해 본 연구의 목표인 광센서의 최적 위치와 방향성을 제시한다.

2. 이론적 고찰

광센서 조광제어시스템은 실내 광량을 측정하는 광센서, 시스템의 초기보정과 조광제어를 위한 제어기, 형광램프를 조광하기 위한 조광용안정기로 구성

되어진다. 이 시스템은 실내공간에서 작업면의 적절한 조도를 유지하는 것이기 때문에 광센서 반응신호와 작업면 조도사이의 관계를 규명하는 것은 매우 중요하다. 어느 한 공간에서 가구의 배치, 분할, 표면 반사, 태양광이 입사하는 방향, 작업면 조명의 사용, 거주자의 위치들이 광센서 시그널과 작업면 조도사이의 관계에 영향을 준다[3-5].

보통 광센서의 위치는 주로 천장에 설치하지만, 작업면에서의 조도변화가 광센서의 설치 및 위치선정에 영향을 준다. 일반적으로, 광센서 제조업자들은 광센서의 위치 및 조준에 대한 고려사항을 제공한다. 주광의 양을 받는 작업면 위에 광센서를 조준하기도 하며, 직접광 측광 또는 작업면 반사 변화의 영향을 피하기 위해 내부벽으로 향하여 광센서를 조준하기도 한다. 미국 CEC (California Energy Commission)에서 발표한 광센서의 위치에 대한 내용을 보면 창문으로부터 5m이상일 경우에는 주광의 유입이 충분하지 않기 때문에 창문으로부터 약 3[m]의 위치가 합리적이라고 제안하고 있고, 일반적으로 광센서는 제어되는 공간의 2/3의 위치에 설치된다[6].

3. 실험개요 및 측정방법

3.1 실험개요

표 1은 광센서의 방향성을 알아보기 위해 헬리옴을 이용하여 광센서의 입사광속에 대한 상대적 반응크기를 측정하는 실험의 기본사항들이다. 실험광원으로 협각의 PAR 30을 사용하였고, 광센서의 방향성을 0, 30, 60, 90도 4가지로 시도하였다. 표 2는 작업면 조도와 광센서 반응신호의 관계를 광센서의 위치와 거리에 따라 측정하기 위한 기본사항들이다. 광센서의 위치 4곳에 대해 50여일 동안 측정을 실시하였다.

표 1. 헬리옴 실험 기본사항
Table 1. The outline of heliodon experiment

항 목	내 용
광 원	PAR 30도 75W 램프
실험장비	- 각도 조절이 가능한 헬리옴 - Multimeter
광센서 방향성	0, 30, 60, 90도

표 2. 기록계 실험 기본사항
Table 2. The outline of datalogger experiment

항 목	내 용
실험공간	S대학 연구실(Lighting System Lab)
실험기간	2002년 8월 16일 ~ 2002년 10월 7일
실험장비	-기록계 -일사/조도센서, 조도계, Multimeter
광센서 위치	창문으로부터 1.4, 2.4, 3.4, 4.4m

3.2 측정방법

입사하는 광속에 대한 광센서의 반응전압을 각각 다른 수평각과 수직각에서 측정하기 위해 주위의 빛을 차단하고 0, 30, 60, 90의 방향을 가진 4개의 센서를 이용한 수평과 수직각 별로 측정하였다(그림 1). 수직각은 좌우 90도, 수평각은 0, 15, 30, 45, 60, 90로 구분하였고, 램프와 광센서와의 거리는 서로 다른 3가지의 거리 0.5, 1, 1.5[m]가 시도되었다. 그림 2는 작업면 조도와 광센서 반응신호의 상관성을 분석하기 위한 측정공간을 나타내었다. 북북동 전면은 투명유리로 된 창이며, 6개의 조명기구(2x3)로 배치되어 있다.

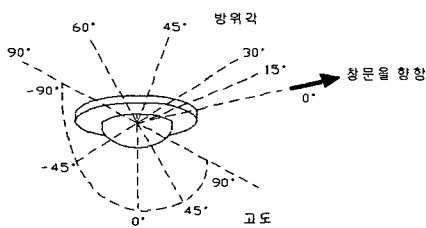
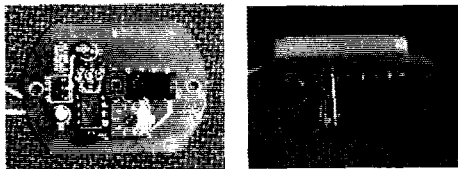


그림 1. 광센서의 형태와 수평, 수직각
Fig. 1. Shape and azimuth/altitude angle of photosensor

천장에 각도 0도, 30도, 60도를 가진 광센서 2개, 바닥면 일사센서 1개, 작업면 삼각대 위에 놓게 될 조도센서 6개, 측정을 위한 기록계가 배치되었다. 평면에서 볼 때 숫자 1은 일사센서가 위치될 자리로 창

문과 접해 있어서 실내로 유입되는 주광의 양을 측정하는데 사용되었다. 그리고 나머지 2~7은 작업면 삼각대 위에 설치된 조도센서의 위치이다. CEC에서 언급된 광센서의 거리를 참조하여 측정공간의 2/3지점 내에서 광센서의 최적 위치를 결정하고자 하였다. 그래서 천장의 광센서 두 개는 실험공간 2/3 위치 이내에 설치하기 위해 창문으로부터 첫 1.4[m]씩 이격, 그리고 1[m]씩 떨어진 위치 3곳에 각각 위치하여 각 위치마다 이동을 하면서 측정을 하였다. 이때 측정 방향은 천장에 설치된 광센서가 0도일 경우는 바로 아래 작업면 조도를 측정하지만, 30도와 60도의 경우 각 두 개의 광센서로 각각 천장의 광센서 위치에서 창문을 향한 30, 60도와 실내쪽을 향한 30, 60도로 측정하게 된다.

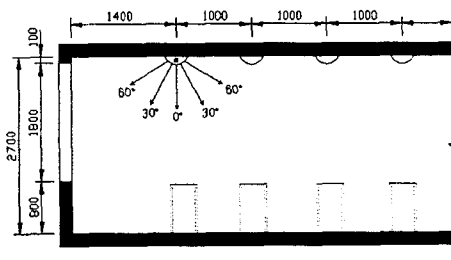
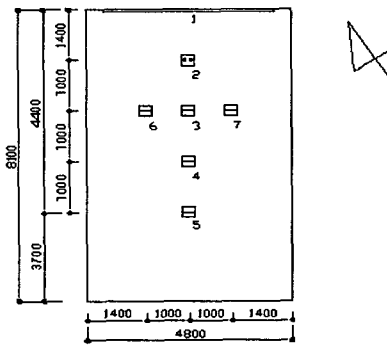


그림 2. 측정공간
Fig. 2. The measurement space

4. 실험결과 및 고찰

4.1 광센서의 방향성에 의한 반응신호

입사하는 광속에 대한 광센서의 반응전압이 각각 다른 수평과 수직각의 값으로 측정되었는데, 이 반

응전압은 광센서의 입사광속에 대한 상대적 반응크기로 표시하였다. 광센서의 형태와 각도, 광센서의 상대적 반응크기를 그림 3-4에 나타내었다.

광센서의 각도가 0도에서 30, 60, 90도로 측정되는 과정에서 그 입사하는 광속에 따른 상대적 반응 크기가 0도에서 측광이 수직각 0도를 사이에 두고 비례적 분포를 보이지만 광센서의 각도가 커지면서 그만큼 한쪽으로 측광이 기우는 모습을 볼 수 있다. 이것은 광센서의 입사광속에 대한 상대적 반응크기가 광센서의 측정 각도에 따라 측광이 달라진다는 것을 알 수 있다(그림 3).

1[m]를 기준 거리로 설정하고, 그에 대한 타당성을 검증하기 위해 0.5[m]와 1.5[m]의 경우도 측정하였다. 0.5[m]의 거리에서 측정한 결과, 입사광속의 크기가 측정기구의 범위를 초과하는 결과값들이 발생하여 1[m]일 경우와는 다른 형태의 그림이 나오게 되었다. 거리가 1.5[m]일 경우에는 입사광속의 절대 크기값만 다를뿐 1.0[m]의 경우와 거의 유사한 비례 관계의 그림이 나타났다(그림 4).

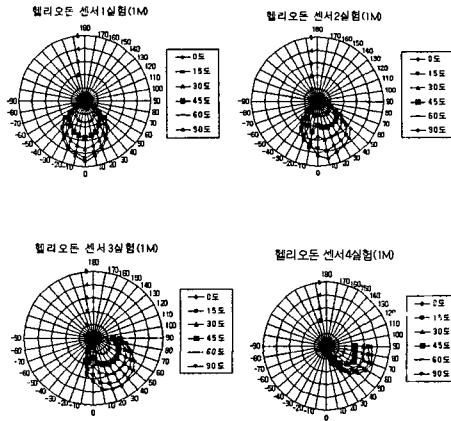


그림 3. 거리 1m일 때 광센서의 상대적 반응크기
Fig. 3. Relative voltage of photosensor-Distance:1[m]
(센서1: 0도, 센서2: 30도, 센서3: 60도, 센서4: 90도)

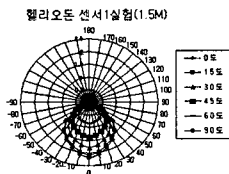


그림 4. 거리 1.5(m)일 때 광센서의 상대적 반응크기
Fig. 4. Relative voltage of photosensor-Distance 1.5(m)

4.2 작업면 조도와 광센서 반응신호

실내 인공조명을 소등한 상태로 오전 7시부터 오후 7시까지 총 12시간을 기록계를 통해 5초 간격으로 측정하여 5분 동안의 평균값을 저장하였다. 천장에 설치한 광센서는 창문에서부터 거리가 직선으로 각각 1.4[m]씩 떨어진 4곳에서 실험하였다.

아래의 표 3-6은 각 거리별, 측광 각도별 주광에 의한 작업면 조도와 광센서 반응신호의 비율(Ed/S_d)과 그에 따른 결정계수(R^2)값을 나타낸 것이고, 그림 5-8은 거리별 최적의 방향성을 제시하는 측광각도의 Ed/S_d 값을 보여주는 그래프들이다.

표 3. 광센서 거리 1.4m
Table 3. 1.4(m) of photosensor distance

창문근처 바닥	0도		30도		60도	
	거리(M)	Ed/S_d	R^2	Ed/S_d	R^2	Ed/S_d
1.4(2)	0.74	0.7857	0.82	0.8786	0.75	0.8987
2.4(3)	0.34	0.8204	0.38	0.8686	0.36	0.8275
3.4(4)	0.22	0.8483	0.25	0.8212	0.23	0.8594
4.4(5)	0.14	0.8444	0.15	0.8345	0.14	0.8329

실내내부

실내내부	0도		30도		60도	
	거리(M)	Ed/S_d	R^2	Ed/S_d	R^2	Ed/S_d
1.4(2)	0.74	0.7857	1.21	0.7517	0.98	0.9807
2.4(3)	0.34	0.8204	0.55	0.8317	0.47	0.9464
3.4(4)	0.22	0.8483	0.36	0.8603	0.3	0.9516
4.4(5)	0.14	0.8444	0.23	0.7946	0.18	0.9165

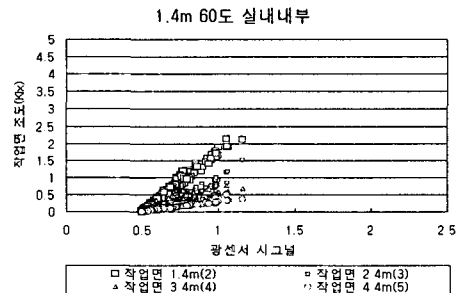


그림 5. 광센서 1.4(m) 60도 실내내부
Fig. 5. 60 degree interior of photosensor-distance:1.4(m)

표 3과 그림 5는 광센서의 천장 위치가 창문으로부터 1.4[m] 떨어진 위치에서 측광한 결과의 표와 그때 가장 최적의 측광 방향성을 가진 경우를 나타내고 있다. 창문근처 바닥을 향하여 측광하는 광센서

광센서 조광제어시스템의 광센서 최적 방향성과 위치에 관한 실험적 연구

보다는 실내내부로 향하여 측광하는 광센서가 유리한 것으로 나타났고, 그 중에서도 60도가 가장 최적인 모습을 보이고 있다.

표 4와 그림 6은 2.4[m] 떨어진 위치에서 측광한 결과이다. 이것은 앞선 1.4[m]에서 측정한 결과와 마찬가지로 실내내부 60도의 방향성을 가진 광센서가 최적으로 나타났다. 또한 약간 우수하게 나타난 항목들은 실내 내부 30도와 창문근처 바닥 60도이다.

표 4. 광센서 거리 2.4(m)
Table 4. 2.4(m) of photosensor distance

창문근처 바닥

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	1.08	0.7505	1.38	0.6975	1.23	0.9346
2.4(3)	0.52	0.8546	0.7	0.789	0.58	0.9351
3.4(4)	0.38	0.9048	0.45	0.8597	0.35	0.9472
4.4(5)	0.23	0.9193	0.27	0.9842	0.29	0.9865

실내내부

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	1.08	0.7505	1.33	0.9209	1.69	0.9911
2.4(3)	0.52	0.8546	0.67	0.9673	0.79	0.991
3.4(4)	0.38	0.9048	0.43	0.9863	0.48	0.9912
4.4(5)	0.23	0.9193	0.27	0.9842	0.29	0.9865

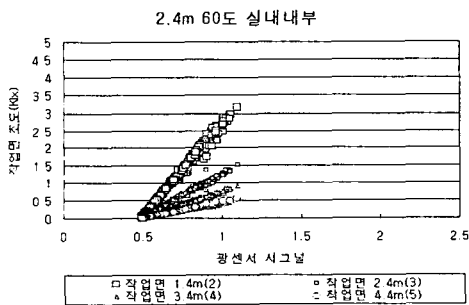


그림 6. 광센서 2.4(m) 60도 실내내부
Fig. 6. 60 degree interior of photosensor-distance:2.4(m)

표 5와 그림 7은 광센서의 위치 3.4m에서 측정한 결과이다. 앞선 측정결과와는 달리 실내내부로 향하는 측광각 3개 모두 좋은 결과로 나타났다. 또한 창

문근처 바닥쪽 60도도 좋은 결과를 보이고 있다.

표 5. 광센서 거리 3.4(m)
Table 5. 3.4(m) of photosensor distance

창문근처 바닥

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	1.19	0.7360	2.89	0.9045	1.59	0.7963
2.4(3)	0.64	0.8426	1.43	0.9401	0.76	0.8573
3.4(4)	0.47	0.9168	0.91	0.956	0.48	0.8888
4.4(5)	0.32	0.9379	0.55	0.9618	0.29	0.9062

실내내부

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	1.19	0.7360	2.21	0.972	2.22	0.9568
2.4(3)	0.64	0.8426	1.09	0.9916	1.06	0.9863
3.4(4)	0.47	0.9168	0.69	0.9901	0.67	0.9968
4.4(5)	0.32	0.9379	0.42	0.9778	0.4	0.9941

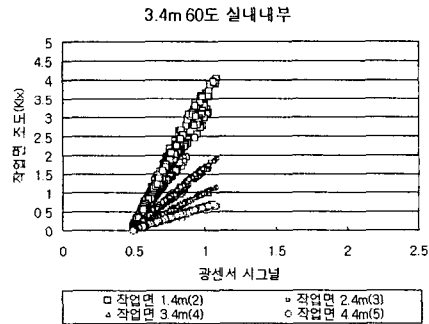


그림 7. 광센서 3.4(m) 60도 실내내부
Fig. 7. 60 degree interior of photosensor-distance:3.4(m)

마지막 광센서 위치인 4.4[m]에 관한 실험결과는 표 6 과 그림 8에 나타나 있다. 표 6에서 Ed/Sd 및 결정계수를 볼 때 다른 어떤 위치보다도 최적의 위치라는 결과를 볼 수 있다. 그 중 실내 내부로 향하는 측광에 30도가 가장 좋은 결과를 나타내고 있다.

지금까지 광센서 위치 4곳에서 실험한 결과에 대해 정리를 하였다. 광센서의 최적 위치와 방향성을 보면 광센서 위치 3.4[m]나 4.4[m]에서 실내내부로 향하는 30도나 60도의 측광이 가장 최적인 것으로 나타났다. 광센서가 실내 내부로 설치될수록 주광에 의한 영향을 적게 받기 때문일 것이다.

표 6. 광센서 거리 4.4(m)
Table 6. 4.4[m] of photosensor distance
창문근처 바닥

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	2.09	0.9866	433	0.9720	2.43	0.6144
2.4(3)	0.99	0.9861	2.02	0.9742	1.21	0.7005
3.4(4)	0.6	0.9917	1.24	0.9837	0.78	0.7649
4.4(5)	0.37	0.9935	0.76	0.9905	0.49	0.8168

실내내부

거리(M)	0도		30도		60도	
	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2	Ed/Sd	R2
1.4(2)	2.09	0.9866	1.92	0.9806	3.55	0.861
2.4(3)	0.99	0.9861	0.9	0.9876	1.76	0.9273
3.4(4)	0.6	0.9917	0.55	0.9935	1.14	0.9649
4.4(5)	0.37	0.9935	0.34	0.9856	0.72	0.9837

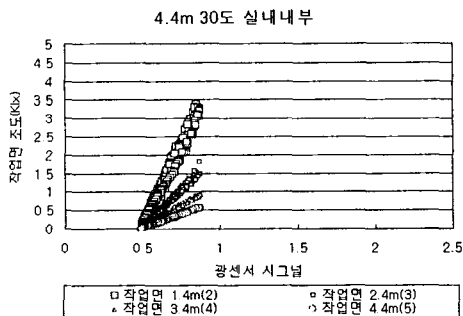


그림 8. 광센서 4.4(m) 30도 실내내부
Fig 8. 30 degree interior of photosensor-distance:4.4(m)

4.3 천공상태에 따른 광센서 반응신호

천공상태에 따른 광센서 위치별 작업면 조도와 광센서 반응신호의 관계를 분석하였다. 다음 표 7과 그림 9-12는 9월 14일과 15일 양일간 광센서의 거리와 각도를 2.4[m]와 60도로 고정하며 측정한 결과이며, 조도 측정점 4곳의 값들을 천공상태에 따라 비교한 것이다.

14일 청천공 상태였을 때의 Ed/Sd와 15일 담천공 상태였을 때의 Ed/Sd를 비교해보면, 각 거리별로 서로 큰 비율차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 14일과 15일 광센서 측광방향이 실내내부로 향하는 경우에는 Ed/Sd의 비율차이가 크다가 창문에서 거리가 멀어질수록 차이가 작아지고 있는 것을 볼 수 있다.

또한, 광센서의 측광방향이 창문근처 바닥으로 향하는 경우, 실내내부로 향하는 경우보다는 천공상태의 영향을 적게 받는 것으로 나타났다. 아래 그림

9-12를 보면 거리가 점점 멀어질수록 광센서 반응신호값은 거의 동일하지만 작업면 조도값이 점점 작아지고 있는 모습을 볼 수 있다.

향후 계속적인 실험을 통해 자료를 축적해서 천공상태날씨에 대한 위치별 Ed/Sd 관계를 파악하면 광센서 조광제어시스템의 초기 보정에 대한 중요한 자료로 사용될 수 있을 것이다.

표 7. 청천공과 담천공의 비교(2.4(m), 60도)
Table 7. Comparison of clear and overcast(2.4(m), 60°)

창문근처 바닥		1.4m(2)	2.4m(3)	3.4m(4)	4.4m(5)
청천공 14일	Ed/Sd	1.214	0.574	0.348	0.216
	R2	0.9391	0.9583	0.9713	0.978
담천공 15일	Ed/Sd	1.316	0.606	0.361	0.223
	R2	0.9926	0.9893	0.9872	0.9877
실내내부		1.4m(2)	2.4m(3)	3.4m(4)	4.4m(5)
청천공 14일	Ed/Sd	1.71	0.809	0.49	0.305
	R2	0.9881	0.9949	0.9945	0.9934
담천공 15일	Ed/Sd	1.382	0.636	0.379	0.234
	R2	0.9983	0.9973	0.996	0.9956

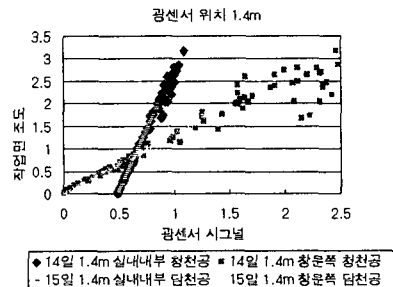


그림 9. 광센서 거리 1.4(m)
Fig. 9. 1.4[m] of photosensor distance

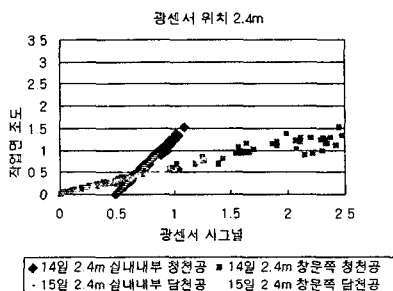


그림 10. 광센서 거리 2.4(m)
Fig. 10. 2.4[m] of photosensor distance

광센서 조광제어시스템의 광센서 최적 방향성과 위치에 관한 실험적 연구

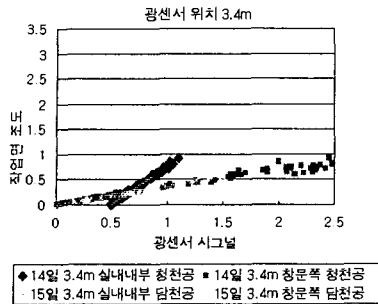


그림 11. 광센서 거리 3.4(m)
Fig. 11. 4.4(m) of photosensor distance

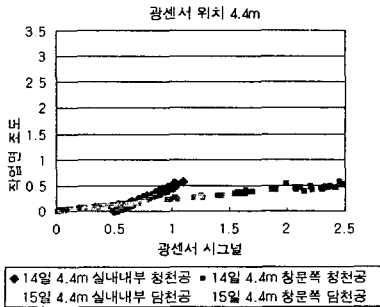


그림 12. 광센서 거리 4.4(m)
Fig. 12. 4.4(m) of photosensor distance

4. 결 론

본 연구는 광센서 조광제어시스템의 성능향상을 위해 천장에 서로 다른 위치와 측광방향으로 광센서를 설치하면서 작업면 조도와 광센서 반응신호의 상관성을 분석하여 최적의 광센서의 위치와 방향성을 찾고자 하였다. 다음은 본 연구의 실험을 통해 얻은 결과이다.

- 1) 전체적으로 광센서 위치는 제한된 4곳의 위치 중 3.4[m]와 4.4[m]가 유리한 것으로 나타났다
- 2) 광센서의 측광 2개 방향 중에 측광방향을 실내 내부로 향하게 하는 쪽이 전체적으로 모두 유리하게 나타났다.
- 3) 광센서의 거리구분 없이 광센서 포토셀의 방향은 대체적으로 60도가 유리한 것으로 나타났다.
- 4) 동일한 광센서 측광위치와 방향에서 천공상태에 따라 Ed/Sd의 측정값이 다르게 나타났다.

이상의 연구결과는 실험기간의 유한성(50일)이 있으므로 잠정적이라고 말할 수 있겠으나 앞으로 계속적인 실험을 진행하면서 데이터를 축적해 나가면 광센서 조광제어시스템의 시스템 성능향상에 많은 도움을 줄 것이다. 그리고 천공상태별 Ed/Sd 값은 시스템 보정에 영향을 주어 전체 시스템 성능에까지 그 영향이 미치기 때문에, 좀더 많은 천공상태별 값들의 축적을 통해 그 영향범위를 분석할 필요가 있다.

- 감사의 글 -

이 논문은 2001년도 에너지 관리공단 학술진흥사업 연구비 지원에 의해 연구되었음(과제번호:2001-E-EL03-P-03).

References

- (1) 삼성물산(주) 건설부문 기술연구소, 조명시스템의 자동화를 위한 주광센서 연동제어시스템의 개발 연구, 1998.12.
- (2) 최안섭 외, 광센서를 이용한 인공조명 자동제어시스템의 개발 및 성능평가 연구, 대한건축학회논문집, 1999년 10월.
- (3) 최안섭, 조광센서 연동제어시스템의 분석을 위한 컴퓨터 수치 모델의 개발 및 검증, 대한건축학회논문집, 1997년 9월.
- (4) 최안섭, 시뮬레이션과 현장측정을 통한 조광센서 연동제어 시스템의 실행분석 연구, 대한건축학회논문집, 1997년 10월.
- (5) A.S. Choi, R. G. Mistrick, Analysis of daylight responsive dimming system performance, Building and Environment 34(1999)231-243.
- (6) Specifier Report: Photosensors, March 1998, NLRP(National Lighting Product Information Program).

◇ 저자소개 ◇

정봉근 (鄭奉根)

1974년 4월 20일생. 2000년 세종대학교 건축공학과 졸업, 2002년 동대학원 졸업(석사). 현재 (주)Altek 근무

최안섭 (崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대학교 건축공학과 졸업. 1993년 미국 펜실베이니아주립대 건축공학과 졸업(석사). 1997년 미국 펜실베이니아주립대 건축공학과 졸업(박사). 1997년-2000년 삼성건설 기술연구소 선임연구원. 2000년-현재 세종대학교 건축공과부 교수.