

# Mock-up을 이용한 일반창호 및 경사형 광선반 창호의 채광성능에 관한 비교 실험

## Comparative Daylighting Performance of an Interior with Lightshelves and Conventional Glazing; A Mock-Up Experiment

김 정 태\*  
Kim, Jeong Tai

신 화 영\*\*  
Shin, Hwa Young

### Abstract

As sustainable design technologies, advanced daylighting systems with lightshelves have been developed and are currently under monitoring the daylighting performance. This study aims to evaluate the comparative daylighting performance of sloped lightshelf and conventional glazing window with mock-up model, reconstructed as a prototype of Korean office building, sized 12.0m×7.3m×3.7m (w×d×h) and 1.8m×4.8m(w×h) for the south facing side-window was installed on the rooftop of engineering building, Kyung Hee University in Korea. It has an identical configuration of reference room and the test room. For the test room, the sloped type lightshelf system was designed as 10mm transparency sheet glass, tilt angle degree 29°, and total sized 1.28m (interior length 0.88m, exterior length 0.49m). It consisted of daylighting collector, entrance glazing and reflector. To assess daylighting performance, the totally 37 measuring points for illuminance and 2 view points of luminance were monitored in every 30 minutes from 12:00 to 15:00. For the detailed analysis, photometric sensors of each room were installed at work-plane (8 points), wall (7 points), ceiling (3points), and exterior horizontal illuminance (1 point). Luminance of window, rare of the room was measured under clear sky. It is to be monitored by Agilent data logger, photometric sensor Li-cor and the Radiant Imaging ProMetric 1400. Comparisons with a light factor, increase-decrease ratio, uniformity, and luminance are discussed.

키워드 : 첨단채광시스템, 경사형광선반, 실물대모형 실험, 자연채광 성능평가, 주광조도비

Keywords : advanced daylighting system, sloped lightshelf, Mock-up test, daylighting performance, Light factor

### 1. 서 론

21세기 건축물에서 자연채광을 적극적으로 건축물에 적용하는 것은 생태학적인 건축 및 지속가능한 건축 측면에서 그 중요성이 증가하고 있다. 이에 따라 선진국을 중심으로 고성능 채광성능을 지닌 외피시스템 및 창호 투과시스템에 대해서 다양한 기술 및 재료들이 개발되고 있다. 또한 주광 계획에 있어 에너지 절약뿐만 아니라, 정량적인 질적 평가에 대한 관심이 점차 높아지고 있다.

자연광은 비교적 적은 양이라 할지라도 공간의 쾌적성이나 심리적 안정감, 생리적 욕구에 대한 건축적 해결책으로서 인식되고 있다. 그러나 적절하지 못한 외피시스템을 건축물에 적용함으로써 채광의 역할을 감소시킬 뿐만 아니라 재실자들에게 시각적 불편감을 발생시키기도 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 투과시스템에 광선반이나 차양과 같이 채광을 조절할 수 있는 시스템을 창호에 부착하여 채광의 효율성을 증가시킨 다양한 연구와 실제 건축물들을 볼 수 있다. 예를 들면, 자연채

광을 고려한 빌딩에서 광선반의 성능을 축소모형실험을 통하여 일반창호와 광선반 설치 개구부의 성능을 비교 분석한 연구(Almeida Magalhaes, 1998)가 있으며, 광선반시스템과 anidolic concentrator 시스템을 선정하여 불쾌 glare 평가방법(DGI)을 제시하기도 하였다(C. O. Ochoa, 2004).

또한 광선반을 사무소 건물에 적용하기 위하여 1/10 축소모형을 가지고 실내 반사율 변화와 광선반의 반사체를 변화시켰을 경우 실내 작업면 조도에 미치는 영향(Santiago-Tomas Claros, 2001), 축소모형을 이용하여 작업면 조도에 대한 광선반 시스템의 시환경 특성을 평가한 연구(조일식, 2003) 및 자연채광성능의 가시화도구로서 Lightscape를 이용하여 광선반시스템을 평가모델로 선정하여 유용성을 평가한 연구 등이 있다(문기훈, 2003). 또한 1/10축소모형을 이용하여 사무소 건축물에 적용되고 있는 유리 투과체 및 채광방식을 통한 채광성능의 양적인 측면과 질적인 측면을 분석하였다(정인영, 2004).

이상의 연구들을 보면, 다양한 광선반 채광시스템에 대하여 축소모형을 이용하여 성능을 평가하였다. 물론 축소모형도 채광시스템의 성능을 평가하는데 유용한 방법이지만, 시스템의 축소제작, 실내마감의 재현 및 센서의

\* 경희대학교 건축공학과 교수

\*\* 경희대학교 건축공학과 석사과정

설치 등에 부분적인 제한점이 있다. 따라서 본 연구는 실제 사무소 공간의 실물대 모형(Mock-up Model)을 제작하여 광선반 채광시스템이 설치된 실내와 일반형 창호가 설치된 실내의 채광성능을 평가하는데 연구 목적이 있다. 이를 위해 사무소 공간의 실물대 모형을 설계하여 동일한 형상의 두 실에 광선반 채광시스템이 설치된 실험실(광선반실)과 일반창호가 설치된 기준실(일반실)을 제작하였다. 채광성능의 평가 지표는 주광조도비<sup>1)</sup>을 이용하였으며, 정성적 평가를 위해 휘도를 분석하였다. 모니터링 시스템은 IEA SHC Task21의 자연채광 모니터링 프로토콜을 적용하였다.

## 2. 광선반 시스템의 특성

### 2.1 광선반 시스템의 개요

수직 측창의 경우 실내 깊숙한 곳에 자연광을 유입시키는 것은 한계가 있는 반면 개구부가 설치된 창면벽의 밝은 근접부는 극심한 조도의 불균형 및 글레어의 발생요인을 내포하고 있다. 이와 같은 자연광의 불균형적인 분포를 방지하고 자연광의 유입 거리를 증가시키기 위한 대표적인 건축적 채광기법으로 수평형 광선반을 들 수 있다.

광선반은 실내로 유입되는 자연광을 천정면 반사를 통하여 깊은 실내공간까지 유입시켜 과도한 창면부의 빛의 양을 감소시킴으로써 차양 역할을 할 뿐만 아니라, 실내 후면부의 조도를 증가시킴으로써 전체적으로 실내에 균일한 분포의 자연광 환경을 조성하여 실내의 조명환경 질을 높이고 조명 에너지를 절감하는 광조절 장치이다(그림 1). 광선반의 하단부에는 조망창의 역할을 하고, 상단부는 채광창의 역할을 하는 두 개의 개구부를 제공할 수 있도록 창을 분할하는 것이 광선반이다. 실내에 최적의 자연광 분포를 위해서는 가능한 낮은 위치에 광선반을 설치하는 것이 바람직하지만 재실자의 조망권 확보를 배려하기 위하여 서있는 사람의 눈높이 이상의 위치에 광선반을 설치하는 것이 일반적이다.

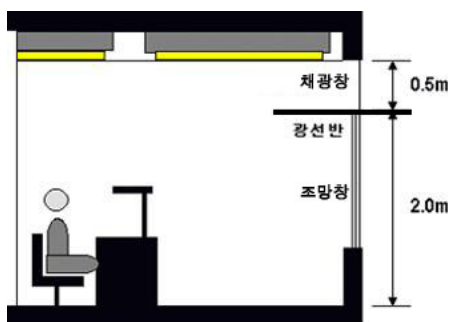


그림 1. 광선반채광시스템의 기본 원리

### 2.2 광선반 채광시스템의 성능

기본형 광선반시스템은 일반적으로 많이 사용되는 채

광시스템으로 반사면의 마감에 의해 채광성능이 결정된다. 높은 반사율로 마감하면 더 많은 빛을 실내 천장으로 반사할 수 있으나 천장 면에 얼룩무늬 형상(dart image)이 발생할 수 있다. 천정면의 반사광을 활용하여 실내로 빔 광선(beam light)을 유입하며 고장에 의해 외부로 반사되는 태양광을 줄이며 실내 깊숙이 자연광을 유입하여 실내 주광 조도분포를 향상시킬 수 있다.

광학 처리된 광선반은 직사광을 차단하고 주광조도레벨을 창으로부터 떨어진 곳까지 증가시키며 최적 크기의 창을 통하여 열획득을 최소화하는 것을 고려하여 성능을 향상시키는 것이다. 태양추적 광선반은 광선반 내에 추적 롤러를 설치태양위치 변화에 대응할 수 있도록 개발된 가동형 첨단 채광시스템으로서, 고정된 광선반 돌출부의 성능을 향상하고 모든 태양고도에 능동적으로 작동할 수 있다(그림 2).

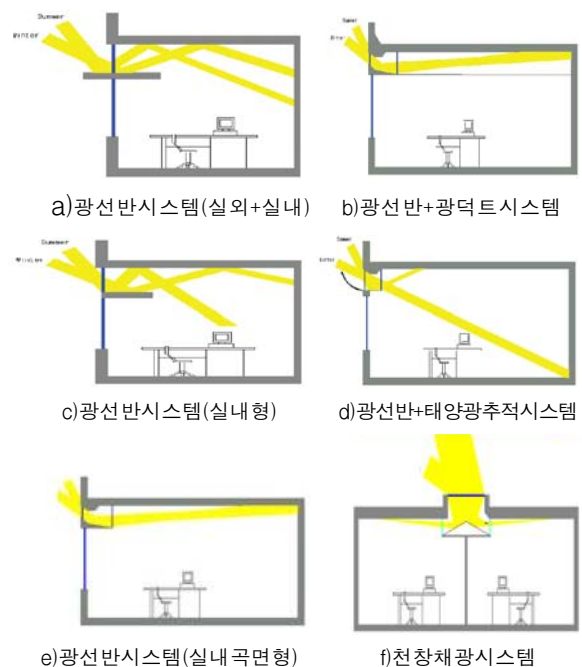


그림 2. 광선반채광시스템의 유형

### 2.3 광선반 시스템의 기존연구 및 적용사례

미국, 일본, 유럽 등에서는 건물디자인 단계에서 이용할 수 있는 자연채광의 일반적인 기법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 광선반 및 자연광 유도 시스템을 사무소, 학교, 공공건물 등에 적용한 실제사례가 소개되고 있다. 우리나라의 경우 광선반에 대한 연구는 기본적인 단계에 머물러 있는 실정이며, 검증이나 실험을 통한 단순한 외국의 사례를 모방함으로써 기대만큼 그 실효성을 얻지 못하고 있는 상황이다(표 1).

채광시스템의 성능은 실내의 주광조도 및 균제도, 재실자의 시각적 쾌적성과 작업성능, 조명에너지 절약 시스템 통합 등 다양한 변수를 고려하여 평가해야 한다.

1) 주광조도비 =  $\frac{\text{실내 작업면조도}}{\text{외부수평면조도}}$

표 1. 광선반시스템의 적용사례

건물명 (국가명)	건물 외 관	실내 모습
Surrey Tax center (캐나다)		
Ash Creek Intermediate School (미국)		
IBM Building (독일)		
BC Gas Operations Center (캐나다)		
EOS Building (스위스)		
Shanghai Bank (홍콩)		
한국 에너지 기술연구원 (한국)		

일영 곡선도를 이용하여 남향으로 설치하였다. 연구대상의 평면도 및 입면도는 그림 3, 그림 4, 그림 5와 같고 마감재의 종류 및 반사율 값은 표 2 와 같다.

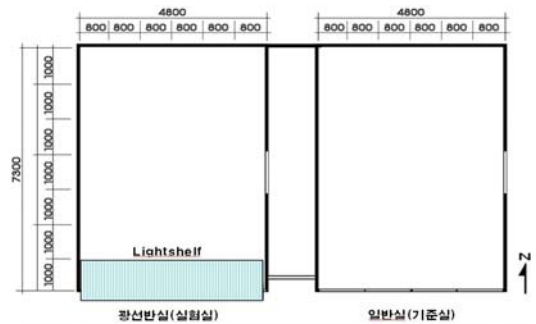


그림 3. 목업모델의 평면도

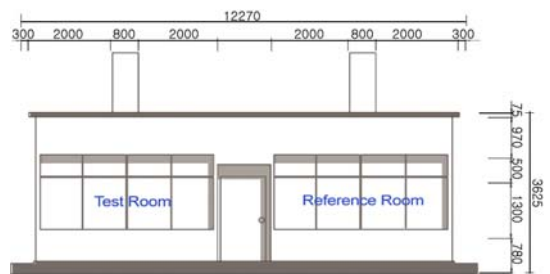


그림 4. 목업모델의 입면도



그림 5. 연구대상 Mock-up 모델의 실제 모습

### 3. 연구대상 Mock-up의 형상 및 제원

#### 3.1 Mock-up 모델의 제작 및 설치

광선반 채광시스템이 설치된 실내공간의 채광성능평가를 위한 모형의 평가모델은 일반 사무실의 형상(12[m]×7.3[m]×3.7[m])을 대상으로 선정하였다. 실물대모형은 동일한 형상에 두 개의 실(기준실과 실험실)로 구성되어 있다. 각 실의 형상은 4.9[m]×7.2[m]×2.6[m]로 구성되며 성능평가를 모니터링 할 수 있는 데이터 취득실은 1.6[m]×6.3[m]×2.6[m]로 되어 있다. 또한 각 실의 남측에는 4.8[m]×1.8[m]의 측창을 설치하여 자연광이 유입되도록 하였다.

창은 조망창과 채광창으로 분리되어 있으며, 바닥 위 창대 높이는 0.79[m]이다. 실내마감은 기준실과 실험실 모두 밝은 색의 표면(벽-아이보리색, 바닥-옥색, 천장-흰색)으로 되어 있으며 가구는 배치되지 않았다. 작업시간 동안에는 일조에 영향을 거의 미치지 않는 곳에 설치하였으며, 건물옥상에

표 2. 실내마감재료 및 반사율

부위	마 감 재 료	반사율(%)
벽체	합판 1200×2400mm위에 도색	68
바닥	아스타일300×300mm	51
천장	텍스300×300mm	87

#### 3.2 경사형광선반 채광시스템의 설계

본 연구에 사용된 광선반은 실외(경사형)+실내광선반의 혼합형 채광시스템이다. 채광시스템은 K 대학교 채광조명시스템연구센터에서 설계 및 제작 하였으며, 경사형광선반 채광시스템은 실외 경사형 집광판 및 실내광선반 상부를 통해 태양광이 실내로 유입되도록 설계되었다. 광선반은 하지 정오에 실내로의 직사광 사임을 방지하고, 동지 정오에 실내로 최대의 직사광이 유입될

수 있도록 실외, 실내 광선반의 표준길이를 설정하였다. 이에 따라 경사각은 하지의 남중고도 75[°]와 동지의 남중고도 29[°]를 고려하여 하지 정오에 창 하부까지 차양을 할 수 있는 거리와 조망창에 그림자가 생기는 실외 돌출 길이를 산정하여 경사형광선반의 각도 및 길이를 설계하였다. 실내측 광선반 길이는 동지 정오에 직사일광이 실내로 유입될 수 있는 지점으로 실내 측으로 820[mm]로 설정하였다. 광선반 채광시스템의 표준모듈의 산정기준은 표 3과 같고, 이에 따라 외부광선반의 실제 길이는 490[mm]이지만 수평거리는 400[mm]인 셈이다. 시스템의 단면 및 설치모습은 그림 6과 같다.

표 3. 광선반형 채광시스템의 표준모듈

명칭	물리적 산정근거
외부 경사형 광선반	하지의 태양남중고도(75°)와 차양설계 기준에 따라 창 하부까지 차양을 할 수 있는 최대거리 산정
외부 평판형 광선반	동지 정오 태양 남중고도 시 조망창에 그림자가 생기는 길이를 산정
실내 평판형 광선반	동지의 태양남중고도(29°)를 고려하여 태양광이 실내로 입사하는 최대거리 산정

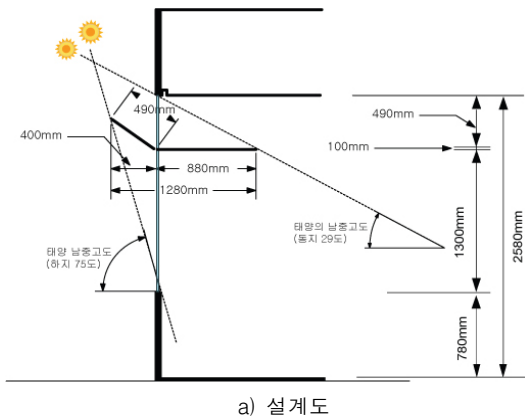


그림 6. 광선반시스템의 설계 및 설치

그림 7과 같이 실외 경사형 광선반은 계절 변화에 따라 태양광의 입사각이 미세하게 변경되므로 이에 따라 조절할 수 있도록 측면을 슬롯 형태로 제작하여 부분적인 각

도 조절이 가능하도록 하였다.

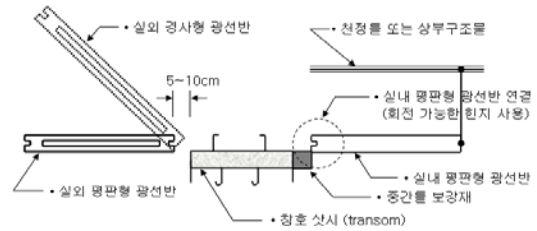


그림 7. 경사형광선반시스템의 설치 상세

실제건물에 설치되는 광선반의 재질은 강풍에 저항할 수 있는 강성을 가지고 있으면서 자중이 적은 재질로 설계되어야 한다. 또한 강우 및 강설 시 우수침투 및 재질 변형에 대응할 수 구조로 설계되어야 하며, 표면은 눈부심 없이 충분한 태양광이 실내에 유입될 수 있도록 처리되어야 한다. 이를 위해 본 실험에서는 그림 8과 같이 광선반의 내부 재질은 방수합판으로 구성하고, 외부 상판은 아연도 처리한 강판(galvanized steel sheet, 두께 0.6[mm])으로 덮은 후 표면에는 실내로의 빛 반사를 위하여 반사율 97[%]의 독일 Ananod사의 MIRO-4 반사필름을 부착하였다. 집광판의 부식 및 우수 침투를 방지하기 위해 하부에는 분체도장 후 이질재 접합부에는 실리콘 마감을 실시하였다(그림 8).

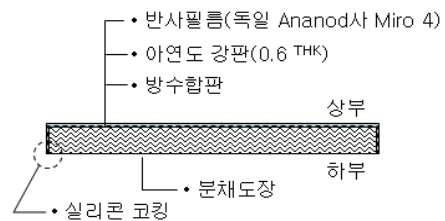


그림 8. 실외 광선반시스템의 마감재료

#### 4. Mock-up 실험방법론

##### 4.1 조도 측정점 선정

채광성능평가를 위한 측정점의 선정은 IEA SHC Task21의 연구결과에 따라 제시된 자연채광 모니터링 프로토콜을 적용하여 조명학적 물리량(실내조도, 실외조도)을 측정하였다. 실내 조도측정은 작업면 높이를 0.85[m]로 하여 조도를 측정하였다.

측정점은 창으로부터 1[m]간격으로, 중앙부와 0.5m간격으로 후면부는 1[m]간격으로 각각8점씩 선정하였고 실험실(8점)과 기준실(8점)을 외부수평면조도와 수직면 조도와 함께 동시에 측정하였고, 측정점의 평면상 위치도는 그림 11과 같다. 채광성능평가를 정교하게 하기 위하여 IEA에서 권장하는 벽면과 천정면에 대한 조도를 측정하였고, 측정점은 다음과 같이 선정하였다. 거주자가 앉을 때의 눈높이와 거의 같고, 섰을 때 주위가 잘



보이는 눈높이 1.2[m]에서 양측벽에 창으로부터 1.5[m], 3.0[m], 6.0[m]지점에 측정점을 선정하였고 후벽의 중앙부분에 1점을 선정하여 셀을 설치하였다. 벽면과 동일한 거리 즉, 창으로부터 1.5[m], 3.0[m], 6.0[m]의 천장면에 셀을 설치하여 조도를 측정하였으며 측정점의 단면상의 위치도는 그림 12와 같고, 조도센서를 작업면, 천정면, 벽면에 설치한 실험실과 기준실의 모습은 그림 9와 같다.



a) 기준실 b) 실험실  
그림 9. 조도센서 설치 시 모습

#### 4.2 모니터링 시스템 구성

모니터링 시스템은 IEA SHC Task21의 자연채광 모니터링 프로토콜을 적용하여 측정시스템과 데이터취득시스템으로 그림 10과 같이 구성되었다. 측정시스템은 Li-cora사의 실내외조도센서와 mA를 mV로 변환해주는 Millivolt adaptor로 구성되었다. 데이터 취득시스템은 조도센서와 데이터로거를 연결시켜주는 Agilent사의 단자채널(16채널), 조도센서를 통하여 측정된 값을 수집하고 저장할 수 있는 데이터 로거(HP34970A) 및 PC로 구성되어 있다. Agilent사에서 제작한 Agilent 4.1프로그램을 사용하여 센서와 데이터로거를 제어하였다. 측정시스템을 구성하는 LI 210SA조도센서는 실내외 조도를 측정할 수 있도록 측정범위가 0-150,000[lx]이며, 데이터로거 HP34970A는 16개의 센서를 연결할 수 있는 단자채널을 3개 가지고 있어 동시에 다측정과 측정간격을 제어할 수 있고, 실시간으로 데이터의 변화를 볼 수 있다.

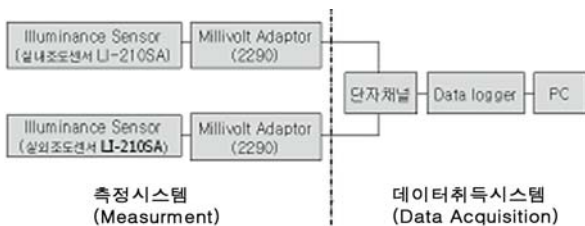


그림 10. 모니터링시스템의 구성도

#### 4.3 휘도 측정점 선정

실내공간의 조도측정이 종료된 후 창면 및 실내 표면의 휘도 측정은 ProMetric 1400을 이용하였다. 촬영된 이미지를 분석프로그램(Radiant Imaging 8.1.13)을 이용하여, 휘도, 색온도, 색도 등의 물리량 값을 얻어낼 수

있는 광학장비로서 이때, 취득한 이미지에는 동시에 150만개의 측정점이 설정되어 있다(그림 11).



구 성 :  
P rometric camera  
le nses (17 mm, 35 mm, 5 0mm)  
ND filter, ND filter  
adaptor, c able, tripod

그림 11. ProMetric 1400의 구성

측정을 시작하면 4개의 카메라 필터가 노출시간 간격대로 이미지를 촬영하고, 512×512(pixels)에서 1536×1024(pixels)까지의 이미지와 데이터를 얻을 수 있다. 조도와 휘도의 오차는 3%이내이고, 색도좌표의 오차는 0.0005이내이며, 카메라의 시야각은 2[°]~72[°]사이이다.

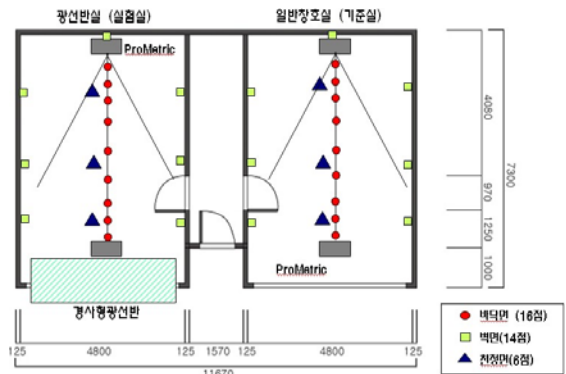


그림 12. 조도 및 휘도 측정점의 위치

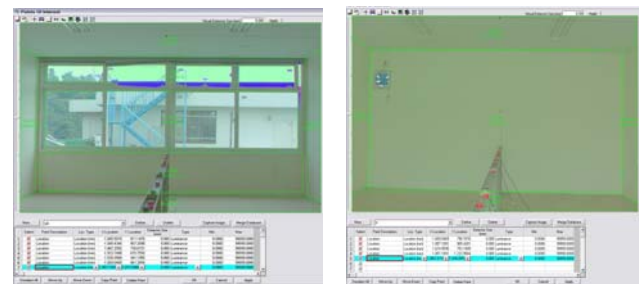


그림 13. 휘도 데이터 취득의 예(Radiant Imaging 8.1.13)

휘도의 경우 실내 각 표면에 대한 평균값을 구하여 채광시스템의 설치됨에 따라 실내 휘도분포에 미치는 영향을 평가하였다. 본 연구대상을 17[mm]렌즈로 측정된 결과, 하나의 이미지에 천정면(창으로부터 1.5[m]), 벽면(창으로부터 1m), 바닥면(창으로부터 1.5[m])의 범위로 데이터를 취득할 수 있다. 이에 의하여 광선반 시스템 설치로 인한 후면부의 실내 표면 휘도분포 분석에 어려운 점이 있다. 따라서 두실의 중심선 양 끝점에서 창면부를 바라본 각도와 창면부에서 후벽 쪽을 바라본 각도에서 측정하였다(그림 13).

## 5. 채광성능의 평가

### 5.1 실험시 천공상태 및 옥외 수평면조도

실험은 2006년 6월 6일 정오부터 3시까지 방해건물이 없는 K대학교 공과학관 옥상에서 실시하였다. 기상상태는 운량 6/10-8/10인 청천공 상태에서 이루어졌고 IEA SHC Task21의 자연채광 측정모니터링 프로토콜에 따라 옥외수평면조도는 건물 지붕위 1.4[m]에서 실험시간의 경과에 따라 연속적으로 측정하였다. 측정결과를 10분 간격으로 표시하면 그림 14와 같으며, 이 시간동안 옥외 수평면조도는 최소 70,000[lx], 최대 105,000[lx]의 분포로 나타났다. 옥외 수평면 조도 측정센서의 설치모습과 측정당시 천공상태는 그림 15와 같다.

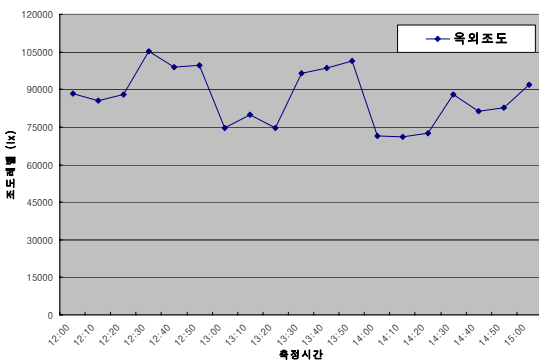


그림 14. 옥외 수평면조도



그림 15. 옥외 수평면조도 측정센서 설치 모습 및 천공상태

### 5.2 작업면과 천정면의 주광조도비

광선반실과 일반창호실의 주광조도비를 분석한 결과는 그림 16 및 그림 17과 같다. 3시간의 실험이 진행되는 동안 옥외 수평면조도 분포는 70,000[lx]~105,000[lx]로 나타났으며, 본 연구는 옥외 수평면조도가 가장 낮은 70,000[lx]와 가장 높은 105,000[lx]일 때의 채광성능을 분석하였다.

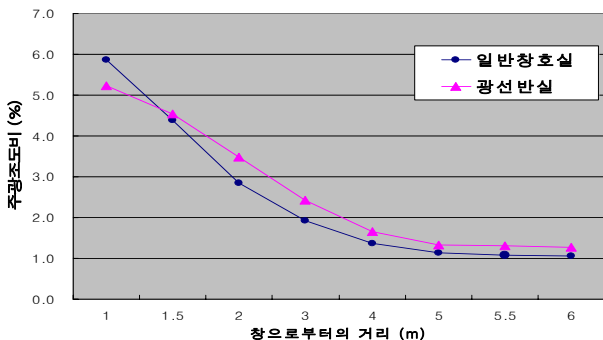


그림 16. 작업면 주광조도비 (옥외 70,000[lx]일 때)

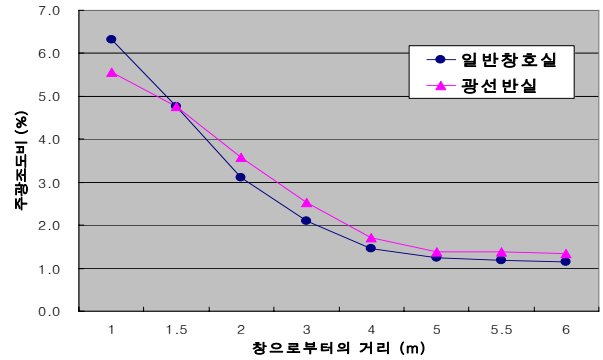


그림 17. 작업면 주광조도비 (옥외 105,000[lx]일 때)

측정결과, 창면부의 경우 광선반실이 일반창호실 보다 0.7~1.6정도 낮은 주광조도비를 나타내며 이것은 채광창과 조망창부분에 설치된 광선반시스템의 차향효과로 인해 창면부에 유입되는 직사일광을 제어하는 것으로 판단된다. 실의 깊이가 깊어짐에 따라 실의 후면부의 경우 채광시스템이 설치된 실이 일반실 보다 1.5배-2배 정도 조도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 광선반으로 인한 반사광이 후면부에 영향을 미친 것으로 사료된다.

표 4. 시간별, 측정점별 작업면의 주광조도비

시간	거리[m]	거리							
		1	1.5	2	3	4	5	5.5	6
일반창호실	12:00	6.8	5.0	3.3	2.2	1.5	1.3	1.2	1.2
	12:30	5.9	4.4	2.9	1.9	1.4	1.1	1.1	1.1
	13:00	6.3	4.8	3.1	2.1	1.5	1.2	1.2	1.1
	13:30	6.2	4.6	3.0	2.0	1.4	1.2	1.1	1.1
	14:00	6.7	5.0	3.2	2.2	1.5	1.3	1.2	1.2
	14:30	5.6	4.2	2.7	1.9	1.3	1.1	1.0	1.0
광선반실	12:00	6.0	5.1	3.8	2.7	1.8	1.5	1.5	1.4
	12:30	5.2	4.5	3.5	2.4	1.6	1.3	1.3	1.3
	13:00	5.6	4.8	3.6	2.5	1.7	1.4	1.4	1.3
	13:30	5.5	4.8	3.6	2.5	1.7	1.4	1.3	1.3
	14:00	5.8	4.9	3.7	2.6	1.8	1.4	1.4	1.3
	14:30	5.1	4.4	3.3	2.3	1.6	1.3	1.2	1.2
15:00	5.5	4.7	3.5	2.4	1.7	1.3	1.3	1.3	

옥외 수평면조도가 70,000[lx]와 105,000[lx]의 두 경우 모두 창면으로부터 1.5[m] 떨어진 거리부터 6[m] 지점까지 주광조도비가 1.3배-1.8배정도 증가하는 것으로 나타났다. 일반창호실에 비해 광선반실의 작업면의 주광조도비의 증감률은 그림 18과 같다. 즉, 창문으로부터 1.5[m] 떨어진 지점까지 광선반실이 일반창호실에 비해 11[%]-12[%] 정도 감소하는 것으로 나타났다. 실의 중간부에서는 광선반실이 일반창호실에 비해 15[%]-26[%], 후면부에서는 11[%]

-16[%] 정도 증가하는 것으로 나타났다. 결론적으로 광선 반시스템은 실내 공간의 창면부는 직사일광을 제어하고, 중간부와 후면부의 채광성능을 향상시킴으로써 자연광의 이용을 증대시킬 수 있는 대안으로 사료된다.

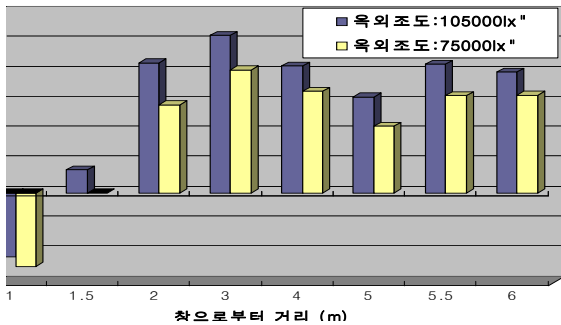


그림 18. 작업면의 증감율

천정면조도에 대해 창면으로부터 떨어진 따라 실내의 주광조도비를 나타낸 결과는 그림 19 및 그림 20과 같으며, 주광조도비 값은 표 5와 같다. 천정면조도 측정결과, 광선반이 설치된 광선반실의 경우 일반 창호실에 비해 창으로부터 1.5[m] 떨어진 지점에서 2.4배 높은 주광조도비를 나타냈고, 4.5[m]부터 6[m] 지점까지는 1.2-1.5 정도 증가하는 것으로 나타났다. 이것은 광선반에 의한 반사광이 천정면에 반사되어 실의 후면부 조도상승에 영향을 미치는 것으로 사료된다.

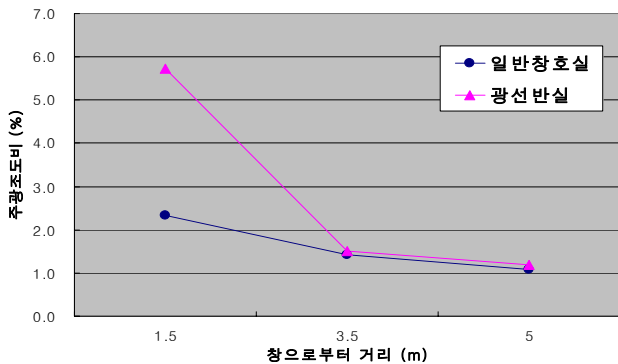


그림 19. 천정면 주광조도비 (70,000lx일 때)

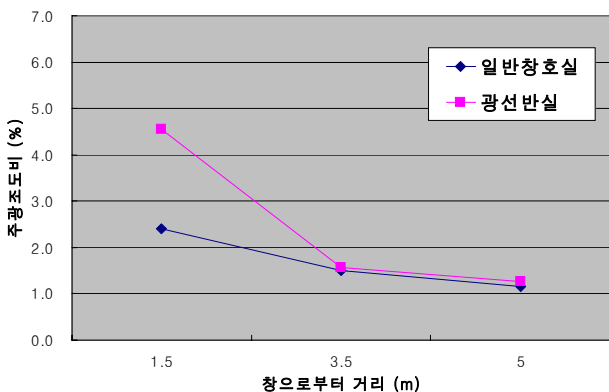


그림 20. 천정면주광조도비 (105,000lx일 때)

표 5. 시간별, 측정점별 천정면 주광조도비

		일반 창 호 실			광 선 반 실		
거리[m]		1.5	3.5	5	1.5m	3.5m	5m
시간	12:00	2.5	1.6	1.2	5.7	1.7	1.3
	12:30	2.3	1.4	1.1	5.7	1.5	1.2
	13:00	2.4	1.5	1.2	4.5	1.6	1.3
	13:30	2.4	1.5	1.1	4.5	1.6	1.2
	14:00	2.5	1.6	1.2	4.7	1.6	1.3
	14:30	2.2	1.4	1.0	4.0	1.5	1.1
	15:00	2.4	1.5	1.1	4.2	1.5	1.2

천정면의 주광조도비 증감율은 그림 21과 같으며, 창문으로부터 1.5[m] 떨어진 지점에서 실험실이 일반실에 비해 150[%]의 증가율이 나타났다. 또한 외부조도가 1.3배 감소함에 따라 증감율은 1.2-1.3배 정도로 정비례로 감소하는 것으로 나타났다.

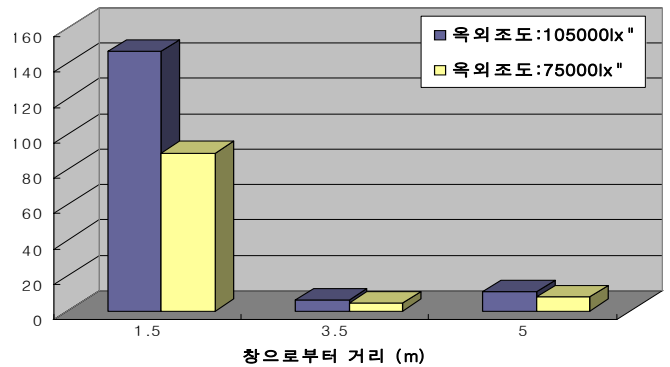


그림 21. 천정면의 증감율

### 5.3 실내의 휘도분포

일반창호실과 광선반실을 17[mm]렌즈로 측정한 결과, 하나의 이미지에 천정면(창으로부터 1.5[m]), 벽면(창으로부터 1[m]), 바닥면(창으로부터 1.5[m])의 범위로 데이터를 취득할 수 있다. 이에 따라 광선반 시스템 설치로 인한 후면부의 실내 표면 휘도분포 분석에 어려운 점이 있다. 따라서 두실의 중심선 양 끝점에서 창면부를 바라본 각도와 창면부에서 후벽 쪽을 바라본 각도에서 휘도분포를 측정하였다.

채광 시스템의 설치에 따른 실내 표면의 휘도값의 변화는 표 6 및 표 7과 같다. 광선반시스템이 설치된 실이 일반실에 비해 천정면의 휘도가 2.1배 증가하였고, 이것은 광선반으로 인한 반사광 유입이 천정면 휘도에 영향을 미침으로서 천정면이 2차광원으로서 가능성이 제시되었다.

창의 하부벽의 경우, 실험실이 일반실에 비해 1.4배-1.9배 정도의 낮은 휘도분포로 나타났다. 이는 채광창과 조망창 부분에 설치된 광선반의 차양효과로 인해 창면부 휘도에 영향을 주는 것으로 판단된다. 또한 광선반 시스템이 설치된 실은 일반실에 비해 모든 표면 휘도분포가 증가하는 것으로 나타났다.

표 6. 창면부의 휘도분포 (cd/m<sup>2</sup>)



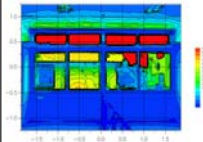
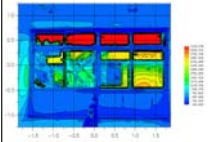


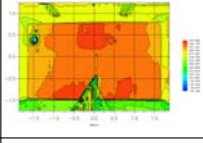
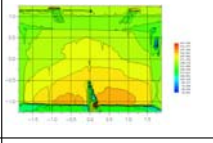
측정부위	광 선 반 실	일 반 창 호 실
View 1 (창면부)		
휘도분포도		
천정면	1,106 53	0
벽면	좌벽: 510 우벽: 636	좌벽: 840 우벽: 700
유리하벽	300 43	8
바닥면	310 58	2

표 7. 실 후면부의 휘도분포 (cd/m<sup>2</sup>)

측정부위	광 선 반 실	일 반 창 호 실
View 2 후면부		
휘도분포도		
천정면	264 12	9
후벽	350 26	4
바닥면	215 18	0

## 6. 결 론

본 연구는 경사형 광선반 채광시스템이 적용되었을 경우의 사무소 공간에 설치할 경우 실내공간의 채광 성능을 평가한 것으로서 Mock-up을 이용하여 일반창호실과 광선반실의 채광성능을 분석한 결과는 다음과 같다.

① 작업면의 주광조도비 분석 결과, 광선반이 설치된 실험실이 일반창호실에 비해 창으로부터 1.5[m]떨어진 지점에서 직사 일광을 효과적으로 차단함으로써 창근처 작업면의 주광조도비를 감소시켜 재실자에게 시각적 불편감을 유발시키는 클레어를 감소시키는 것으로 나타났다. 또한 광선반 시스템이 설치된 실내공간의 경우, 창면부에서 1.5[m]~6[m]지점까지 주광조도비를 증가시킴으로써 자연광이 실 전체에 유용하게 사용될 수 있는 것으로 나타났다.

② 천정면의 주광조도비 분석 결과, 광선반이 설치된 실내공간이 일반실에 비해 창으로부터 1.5[m]떨어진 지점에서 광선반으로 인해 유입되는 반사광이 천정면에 반사되

어 실 후면부의 조도상승에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 즉, 채광창과 조망창에 광선반을 적용한 채광방식은 천정면이 자연채광의 2차광원으로서의 역할을 충분히 하는 것으로 나타났다.

③ 실내 표면의 휘도분포를 측정된 결과, 광선반시스템 적용한 경우 실의 창 근처를 제외하고 모든 표면의 휘도분포가 증가하는 것으로 나타났다. 창면부의 휘도를 감소시키고, 천정면의 휘도를 증가시킴으로써 후면부의 휘도분포에 긍정적 영향을 미쳐 실내 표면에 자연광을 고르게 유입시킴으로서 채광성능을 향상시키는 것으로 나타났다.

따라서 사무소 공간에 광선반 채광시스템을 설치할 경우, 작업면의 주광조도비 및 실내의 휘도분포 측면에서 실내 공간의 채광성능이 향상되어 재실자의 쾌적성 및 시작업 성능이 크게 향상 될 것으로 판단된다.

## 후 기

이 논문은 과학기술부 국가지정연구실사업 (과제번호 M1-0300-00-0258)의 연구비 지원에 의한 연구결과의 일부임. 또한 본 연구는 2단계 BK21 사업의 지원비 결과의 일부임.

## 참고문헌

1. Carlos Ernesto Ochoa et al, "Evaluating Visual Comfort and Performance of Three Natural Lighting Systems for Deep Office Buildings in Highly Luminous Climates", Building and Environment, 2004
2. M.A.A.de Almeida Magalhaes, Lightshelves-A Way to Diffuse Direct Solar Light, 1998
3. M. David Egan, "Concepts in Architectural Lighting", 1983
4. IEA SHC Task 21, "Daylighting in Buildings",
5. William M. C. LAM, "Sunlighting as Formgiver for Architecture", 1999
6. Santiago-Tomas Claros, "Indoor daylighting climate- influence of lightshelf and model reflectance on lightshelf performance in Madrid for hours with unit sunshine fraction, 2001
7. Soo-Young Kim, "Analysis of fluctuation light on visual comfort for the applications of daylighting dimming control system", Doctoral Dissertation, University of Michigan, 2005
8. 김정태 외, "광반사를 이용한 광선반 채광시스템의 기본형상 설계 및 성능평가에 관한 연구", 대한건축학회논문집 19권 3호, 2003, pp.177-184
9. 문기훈, "자연채광성능의 가시화도구로서 Lightscape의 유용성 평가", 경희대학교 박사학위 논문, 2003
10. 정인영, "복합투과방식을 적용한 실내환경의 채광성능평가", 경희대학교 박사학위논문, 2004
11. 조일식 외, "축소모형을 이용한 광선반의 시환경 특성 평가 연구", 한국태양에너지학회논문집, 제23권 제3호, 2003
12. 신현구, "광선반의 채광성능평가에 관한 연구", 경희대학교 석사학위논문, 2003
13. www.energydesignresource.com
14. www.iea-shc.org