

수직형 라이트파이프의 채광성능에 관한 예비평가

Preliminary Field Test on Daylighting Performance of Perpendicular Light Pipe System

신혜미* 박훈** 김정태***
Shin, Hae Mi Park, Hoon Kim, Jeong Tai

Abstract

The daylighting affects on the human biological cycles and physiological alterations. Daylighting is also an important element in visual comfort and it sometimes influences the quality of vision. Therefore the absence of natural light during the day brings contradictory result. To solve the problems of natural light lack and provide sufficient daylight in interior spaces, it might be necessary to apply some daylighting systems. One of these systems, light pipe system, which is simple, cheap and easily constructed, is very useful to apply for small buildings. The light pipe is simple means of directing daylighting (diffuse and direct lighting) into interior space. In order to application of light pipe system in Korea, it is necessary to optical data of light pipe system. This study aims to evaluate preliminary experiment of the daylighting environment of light pipe system. Light pipe system, that aspect ratio is 1:2(diameter and length), was installed in a windowless mock-up with 27m². The mock-up model was constructed as a prototype of Korean office surface. Illuminance was measured with a Topcon IM-5 Luxmeter to evaluate the distribution of the illuminance on a floor. The indoor and outdoor illuminance and the internal/external illuminance ratio are compared to discuss with in the graphs. Luminance was measured with Radiant imaging Promertric 1400 that is digital photometer to evaluate the distribution of luminance on interior surface. The contrast of luminance is discussed with table and graphs.

키워드 : 라이트 파이프, 자연채광성능, 조도, 휘도비

Keyword : Light pipe, Daylighting performance, Illuminance, Luminance distribution

1. 서론

광선반, 반사거울형 자연채광시스템, 광덕트 등 자연채광장치는 실내 공간에 자연광을 도입하여 환경 친화적인공간을 조성할 수 있다. 예를 들어 일조 확보가 어려운 고밀하고 고층화된 도시공간이나 지하공간에서 자연채광장치를 사용함으로써 조명 환경을 보다 쾌적하게 할 수 있다.

여러 자연채광장치 중에서 라이트 파이프 시스템은 채광성능이 뛰어나고 구조가 간단하며, 시공 및 경제성이 우수한 장점을 가지고 있다. 외국의 경우 라이트 파이프 시스템에 관한 연구는 지붕매입형인 일반형을 기본으로 하여 측창형 등을 소재로 한 초기연구에서부터 Prism(프리즘)형, 반사거울형 등의 연구까지 다양한 연구가 진행되고 있다.[2]

Riffat[6]은 1997년 라이트 파이프 시스템(직경 : 330mm, 길

이 :1200mm)을 가지고 3m x 3m x 2m 공간에 천청공 상태와 담천공 상태의 채광성능을 주광조도비로 연구하였다. 또한 Riffat은 라이트 파이프 시스템(직경 : 330mm, 길이 :1200mm)을 가지고 0.7m x 0.7m x 0.5m 대상공간에 흰색, 회색, 검은색 마감을 하여 실내 반사율에 따른 라이트 파이프 시스템의 채광성능 평가를 하였다. M. Paroncini[7]는 2007년 라이트 파이프 시스템(직경:250mm, 길이 :1000m)을 가지고 3m x 3m x 3m 공간에서 6개의 센서를 장착하여 주광률로 채광성능을 연구하였다.

그러나 국내에서는 이러한 연구가 적어 라이트 파이프 시스템을 다양한 건물에 실제로 적용하기에는 이 시스템의 채광성능에 관한 기초 데이터가 부족한 실정이다. 또한, 국내의 경우 라이트 파이프 시스템이 설치된 사례가 드물다. 따라서 라이트 파이프 시스템의 도입단계라 할 수 있다. 한편 최근 친환경적인 공간에 대한 사용자의 요구가 높아지고 있기 때문에 라이트 파이프 시스템에 대한 수요가 증가할 것으로 예상된다. 이에 우리 기후조건에 맞는 라이트 파이프 시스템의 적용방안 마련이 시급한 실정이다.

* 경희대학교 대학원 석사과정

** 경희대학교 대학원 석박통합과정

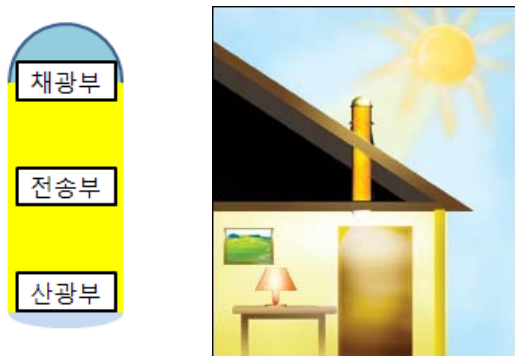
*** 교신저자, 경희대학교 교수(jtkim@khu.ac.kr)

이에 본 연구는 라이트 파이프 시스템의 채광성능에 관한 기초 데이터를 만드는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 실물모형(Mock-up)에 선 파이프 시스템을 장착하여 채광성능을 검토한다. 연구의 주요 내용 및 방법은 다음과 같다.

- ① 라이트 파이프에 관한 실제 시공 사례 조사와 국내외 문헌을 조사하였다.
- ② 라이트 파이프 시스템의 채광성능을 평가하기 위하여 측정방법으로는 KS의 조도 및 휘도 측정방법을 이용하였다.
- ③ 국내에 시판되고 있는 라이트 파이프 시스템 회사를 조사하여 선 파이프 시스템장치를 구현 하였다.
- ④ 실물모형 컨테이너 사무실을 개조하였으며, 대상공간의 마감 재료는 일반 사무실 마감 재료로 판매되는 재료 중에 선정 하였다.
- ⑤ 측정기기는 Topcon IM-5 10대, 디지털 카메라 등으로 대상공간 내부 실내 바닥면 조도와 광중심에서 수직되는 축의 1점 수평면 조도를 측정하였다. 휘도는 광학측정기인 Prometric 1400으로 광원을 중심으로 바닥면과 벽면 천정면의 휘도를 측정하였다.

2. 라이트 파이프 시스템의 적용사례

라이트 파이프 시스템은 스카이 돔 형식의 집광부로 유입된 태양광을 반사시켜 실내에 사입하는 방식으로 건물의 외벽부에 설치한 집광부(collector), 알루미늄 또는 실버 필름(silver film) 등으로 처리된 고 반사율 전송부(light pipe) 그리고 실내에 빛을 조사하는 산광부(diffuser)로 구성된다. 또한 자연통풍을 위하여 환기장치(wind scoop)와 통합된 시스템도 개발되고 있다. 라이트 파이프 시스템의 장점은 신축 또는 기존 건물에 적용이 간단하고 시공과 유지관리가 용이하다는 것이다. 그림 1은 선 파이프 시스템과 라이트 파이프가 설치된 건물단면에 관한 예이다.



(a) 라이트 파이프 구성 (b) 라이트 파이프시공 단면
그림 1. 라이트 파이프 시스템

자연채광 장치로 라이트 파이프 시스템을 적용한 사례는 선 건국의 경우 주거용 또는 소규모 사무실 등에서 주로 찾아 볼 수 있다. 그림 2는 영국에서 개발된 라이트 파이프 시스템의 사례이다. 이 라이트 파이프 시스템은 적외선이 차단된 태양광의 유입으로 시각적 불쾌글레어의 발생 및 여름철 실내 과열을 방지하며 설치 공간이 적은 특징이 있다. 그림 3은 독일 simens사의 sunstar시스템의 사례이며, 주택내의 부엌, 욕실 및 거실

등에 자연광을 공급할 수 있다. 전송부의 반사율은 95%로 경사면 지붕 시공시도 최대한 자연광을 유입하는 특징이 있다.



(a) 외부 (b) 내부
그림 2. 라이트 파이프 시스템의 설치 사례



(a) 외부 (b) 내부
그림 3. 독일 Sunstar system 설치사례

그림 4는 일본 산요전기에서 개발된 솔라라이트 사례이다. 이 시스템은 내부에는 프리즘이 장착되어 있다. 또한 태양의 움직임을 자동추적 할 수 있으며, 일조시간 동안 실내에 자외선이 차단된 자연광을 유입할 수 있는 채광장치 이다. 이 시스템에서 플라스틱으로 제작된 투명 돔은 적외선(열선)의 투과율이 낮아 실내온도 상승을 억제하고, 기밀성이 높은 구조로 제작되어 겨울철 결로 발생을 방지할 수 있다.



(a) 외부 (b) 내부
그림 4. 일본 솔라라이트 시스템의 설치 사례

그림 5는 오스트리아에서 개발된 Solartube system의 한 예이다. 이 시스템은 신축 및 기존 건축물에 적용이 가능한 선 파

이프 시스템으로 방수 및 방충기능도 지니고 있다. 또한 유지관리가 쉬우며 아크릴 돔의 사용으로 자외선이 99% 제거된 자연광을 실내로 유입할 수 있다.



(a) 외부 (b) 내부

그림 5. 오스트리아 Solartube system의 설치 사례

그림 6은 국내 적용된 라이트 파이프 시스템 설치 사례이다. 이 시스템의 특징은 측창형으로 설치되었다는 것이다. 라이트 파이프 시스템의 사양은 직경 560mm 길이 560mm로 1:1의 형상비를 갖추고 각 입면별로 3개씩 총 6개의 라이트 파이프 시스템이 시공되어 있다.

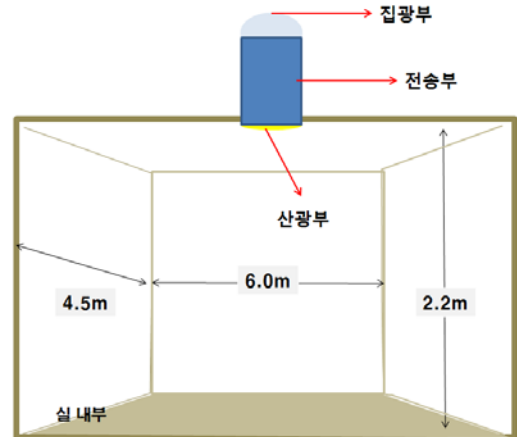


(a) 외부 (b) 내부

그림 6. 국내 라이트 파이프 시스템의 설치 사례



(a) Mock-up의 외부 모습



(b) Mock-up의 실내형상개요

그림 7. Mock-up의 현황과 개요

Mock-up모델 내부 마감재는 일반 사무실에서 주로 사용하고 있는 마감 재료로 선정 하였다. 천장 마감은 흰색 무광페인트(반사율 86%)로 하였으며, 벽 마감은 아이보리색 무광페인트(반사율 68%)를 사용하였으며, 바닥 마감은 아스타일(반사율 53%)을 사용하였다. 선 파이프 시스템의 기본 사양을 알아보기 위해 반사율에 영향을 미칠 수 있는 가구와 기타장치는 배치하지 않았다. 표 1은 실험대상공간의 개요를 나타내고 있다.

표 1. 대상공간의 개요

구분		내용
전체형상		9m×6m×2.6m(54m ²)
실형상		4.5m×6m×2.3m
재질	천정	합판+페인트
	벽체	합판+페인트
	바닥	아스타일
색상	천정	흰색
	벽체	아이보리
	바닥	연갈색
반사율	천정	87%
	벽체	68%
	바닥	51%

3.2 라이트 파이프 시스템 설치

라이트 파이프 시스템은 집광부(스카이돔), 전송부(파이프), 산광부(디퓨저)로 구성된다. 집광부는 외부환경에 대해 전송부

3. 실험 방법론

3.1 실험용 Mock-up 모델의 형상

Mock-up모델은 경기도 화성시 동탄면 R 컨트리클럽에 있는 2층 컨테이너를 개조하여 제작 하였다. 그림 7(a)은 Mock-up모델의 실제 모습으로, Mock-up모델은 주변 건물 및 시설 보다 높은 지대에 위치하여 주변 건물로 부터의 간섭이 없는, 녹지로 둘러 싸여 있다. 실험을 위해 사용된 공간은 전체 중 일부분으로 2층 우측공간을 사용하였다(그림 7(b)). 개조한 컨테이너는 6m×9m 높이 3m의 컨테이너 4개로 구성되었으며, 그중 2층을 개조하여 실험 대상공간 4.5m×6.0m이며 천정고는 2.2m의 실험실을 완성하였다. Mock-up모델의 내부는 무창 공간을 구현하여, 선 파이프 이외의 외부요인에 의한 채광 가능성을 배제 하였다.

를 보호하고 자외선 차단 기능이 있으며 태양광 집광용 광학캡처가 부착되어 있다(그림 8). 전송부인 라이트 파이프는 알루미늄 광학 필름이 부착되어 있는 장치로서 99%의 반사율을 가지고 있다. 전송부는 집광부에서 자연광을 받아 산광부로 전송 시키는 역할을 한다. 또한 산광부는 전송부 내부의 난반사를 산란 시켜서 선 파이프 시스템이 안정된 광원으로써 역할을 하게 해 준다.

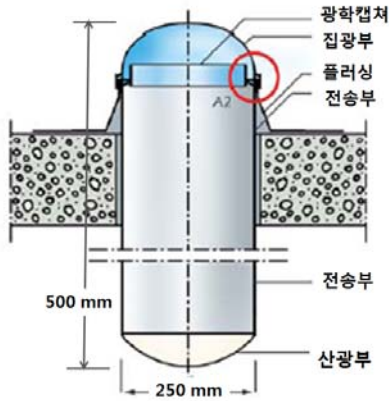


그림 8. Lightpipe의 개요

라이트 파이프는 직경 250mm, 길이 500mm으로 형상비(파이프 길이/파이프 직경)는 2:1으로 겨울철 태양의 남중고도 29°03'를 기준으로 한번이상 반사하는 형상비이다(그림 8). 광학 캡처(채광부 내부의 반사판)는 정북 쪽으로 설치하였다. 그림 9는 실물모형에 시공된 라이트 파이프 모습을 나타내고 있고, 그림 10은 라이트 파이프의 투명 플라스틱 디퓨저(투과율 90%)의 모습과 설치후의 모습을 나타낸다.



(a) 라이트 파이프 집광부 (b) 라이트 파이프 측면
그림 9. 실물모형에 설치된 선 파이프



(a) 채광부(디퓨저) 장치 (b) 시공후 채광부(디퓨저)
그림 10. 실물모형에 설치된 라이트 파이프 채광부(디퓨저)

3.3 주광조도 측정 및 측정일시

실내 주광조도 측정시 측정 장비는 Topcon Im-5(그림 11(b))조도계를 가지고 측정하였다. 11월 11일 9시 40분부터 2시 40분까지 한 시간 간격으로 6회 측정 하고, 1회 측정시 10초 단위로 3회 측정하여 평균값을 이용하였다. 조도계의 수광부를 측정면에 평행으로 두고 조도계의 수치가 안정된 후에 그 값을 읽어 사용하였다. 옥외 조도는 전체 주광 조도(global illuminance)와 전체 청공 조도(illuminance from unobstructed sky)를 동시에 측정하였다. 그림 11(a)은 측정당시의 천공상태를 나타낸다.



(a) 천공 (b) IM-5
그림 11. 조도측정시 천공 상태와 측정 장비

실험일 전운량)은 7.4, 옥외 전체 천공 조도는 18,000lx ~ 22,000lx, 옥외 전체 주광 조도는 37,800lx ~ 68,000lx를 그림 12와 같이 나타냈다.

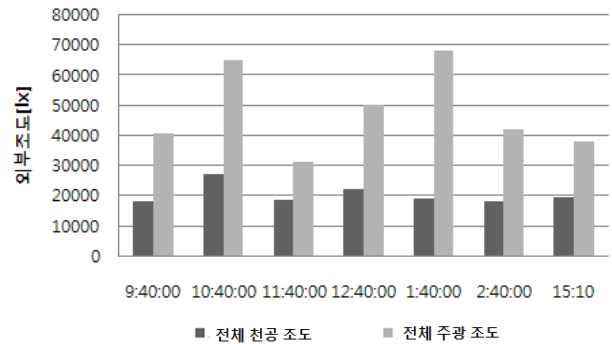


그림 12. 조도측정시 옥외 전체천공 조도와 수평면 주광 조도

실내 주광 환경 평가를 위한 실내 바닥면 주광 조도 측정점은 그림 13과 같이 광중심으로부터 바닥면까지 수직되는 지점 1점과 그 지점으로부터 8개 지점(그림 14), 총 9개의 지점을 측정하였다. 일반적인 조도 측정점은 벽에서부터 1m범위를 제외하고 측정점을 설정하는 것이 일반적인 측정점이나, 본 실험에서는 바닥면 전체에 대한 조도 분포를 알아보고자 하는 본 실험의 목적이다. 따라서 광원중심으로 바닥면 까지 수직이 되는 점에서 1.5m 간격으로 측정점을 선정하였다.

또한 광중심의 수직되는 축에서 하방향으로 0.5m, 1.0m, 1.5m 2.0m인 지점을 선정하여 그림 15와 같이 수평면 조도를 측정하였다. 이것은 광중심으로부터 수직하 방향으로의 거리증가에 따른 주광 조도를 알아보고자 한 것이다.

1) http://www.kma.go.kr/sfc/sfc_02_01.jsp



그림 13. 실내 바닥면 주광 조도 측정 상황

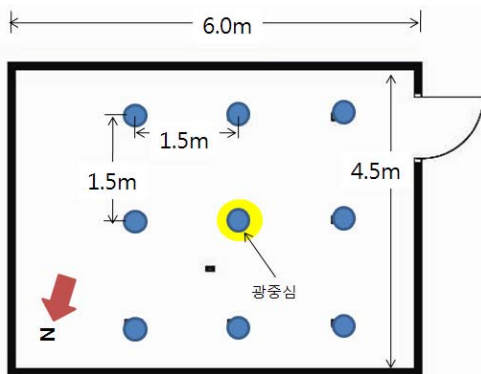


그림 14. 실내 바닥면 조도 측정점



그림 15. 광중심 수직하 방향 조도 측정점

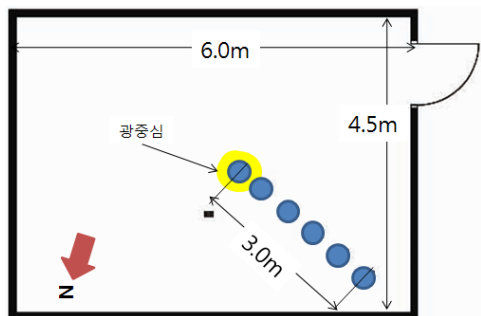


그림 16. 실내 바닥면 조도 대각선 측정점

그리고 바닥면에서 추가로 6점을 선정하여 주광 조도를 측정하였다. 그림 16에 추가로 측정된 측정점의 위치를 나타낸다. 측정당시의 전체 청공 조도는 19,600lx, 전체 주광 조도는 37,800lx로 오후 15시 10분에 측정하였다.

3.4 휘도 측정 및 측정일시

옥외 천정 휘도 측정시 측정 장비는 Minolta CS-100(그림 17(b))휘도계를 가지고 측정하였다. 11월 21일 9시 40분부터 2시 40분까지 한 시간 간격으로 6회 측정 하고, 1회 측정시 10초 간격으로 3회 측정하여 평균값을 이용하였다. 옥외 조도는 수평면 주광 조도와 옥외 전체 천정 휘도를 측정하였다. 그림 17(a)은 측정당시 천공상태 이다.



(a) 외부천공 (b) CS-100
그림 17. 휘도측정시 옥외 천공 상태와 측정 장비

실험당시 전운량²⁾은 2.6, 옥외 전체 천정 휘도는 18,000cd/m² ~ 22,000cd/m², 옥외 수평면 주광 조도는 37,800lx ~ 68,000lx를 그림 18과 같이 나타냈다.

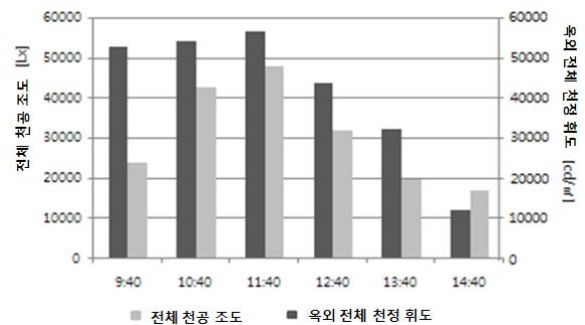


그림 18. 휘도측정시 옥외 천공 휘도와 수평면 주광 조도

측정에는 광학측정 기계인 Prometric 1400을 이용하였다(그림 19). 실험대상 공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비를 분석하기 위하여 하나의 이미지(Prometric 측정 이미지)에 광원과 광원에 근접한 천정면, 벽면, 바닥면을 포함 시켰다. 이때 대상 실험실의 가벽을 제거, 측정이미지를 용이하게 취득하였다. 휘도측정 기준점의 높이는 KS휘도 측정방법에서 옥내의 경우와 옥외의 경우를 통해서 있는 인간의 위치를 표준으로 생각했을때의 높이인 1.5m로 설정하였다. 사용한 렌즈는 17mm 렌즈이다. 그림 20는 실내 휘도 측정점을 나타낸다. 측정점은 바닥으로부터 1.5m 위치한다. 그림 21은 Prometric 1400으로 촬영한 이미지 이다.

2) http://www.kma.go.kr/sfc/sfc_02_01.jsp



구 성 :
Prometric camera
lenses (17mm, 35mm,
50mm)
ND filter, ND
filter
adaptor, cable,
tripod

그림 19. Prometric 1400 장비

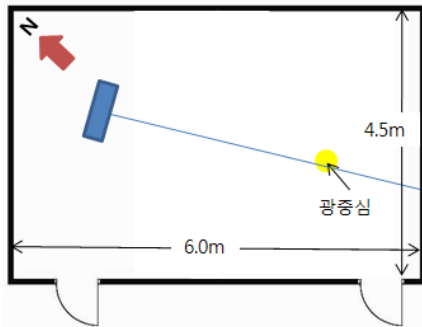


그림 20. 실내 휘도 측정점



그림 21. 실내 휘도 측정 이미지

4. 실험 결과 및 분석

4.1. 실내 주광조도 특성

라이트 파이프 시스템 주광 환경 평가를 위해 측정된 실내 주광 조도와 전체 주광 조도를 주광조도비(실내 주광 조도/전체 주광 조도)로 계산하였다. 그림 22는 시간대별 각 지점의 평균 주광조도비이며, 주광조도비는 0.15~0.24%의 분포를 보이고 있다.

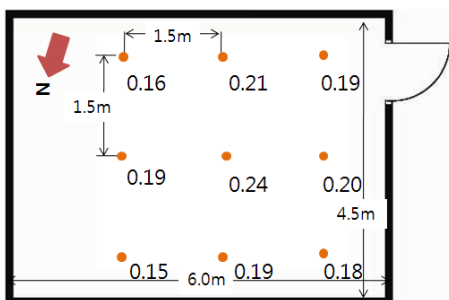


그림 22. 실내바닥면 주광조도비 분포

그림 23은 시간별 광중심에서 수직 되는 축 주광조도비의 분포를 나타내고 있다. 최소0.0002%에서 최대0.06%의 분포를 보였으며, 11시 40분에 0.5m상의 주광조도비의 급격한 증가는 다량의 직사광 유입 때문인 것으로 사려된다. 그림 24는 바닥면에서 추가로 측정한 6개 지점의 주광조도비를 나타낸다. 이 결과로 볼 때 광원 중심으로부터 측정점이 광중심에서 수직으로 0.5m씩 멀어짐에 따라 주광조도비가 약 0.01%씩 줄어들었으며, 광원으로부터 3m 떨어진 지점에서 최대 37%감소를 보였다.

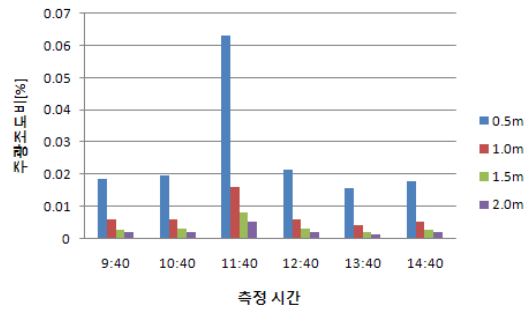


그림 23. 시간별 실내 광중심에서 수직되는 축 수평주광 조도비

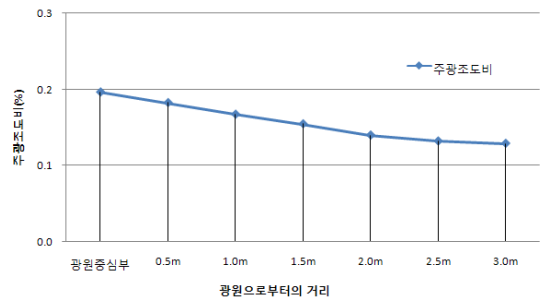


그림 24. 실내 바닥면 주광조도비 레벨

4.2. 실내 휘도 특성

그림 25는 광원부, 벽, 바닥의 휘도를 나타낸다. 광원부 휘도는 24,888cd/m²~24,832cd/m²로 균일한 분포를 나타냈고, 벽면부 휘도는 17,867.5cd/m²~5437.5cd/m²의 분포를 보였다. 또한 바닥면 휘도 분포는 12,430cd/m²~3,107.5cd/m²의 분포를 나타내었다.

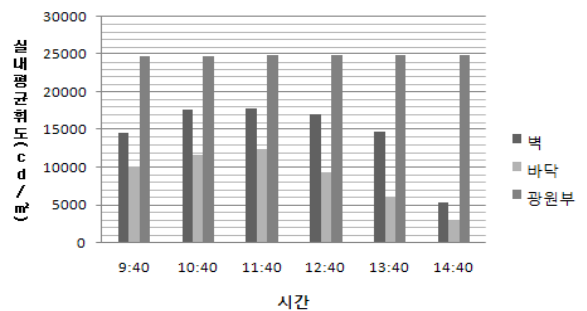


그림 25. 시간별 실내 공간 휘도 분포

북미국제조명공학회(IESNA)에서 제시한 권장 휘도 비를 기준으로 실내 주광환경을 평가 하였다. 실내공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비특성은 표3과 같고, 권장 휘도 비는 표4와 같다. 광원부와 벽면 사이의 휘도대비는 오후 2시 40분에 최

대 8:1 오전 11시 40분에 최소 1.4:1의 비를 나타 내었다. 광원과 바닥면 사이의 휘도 대비는 오후 2시 40분에 최대16:1, 오전 11시 40분에 최소 2:1의 비를 나타냈다.

이는 IESNA의 광원과 주변사이 권장 휘도 기준(표4)에 40:1에 비해 양호한 휘도 대비로써 글래어 발생 우려가 적은 대비이다. 그러나 광원부와 바닥면 최대 휘도대비는 실내공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비(표3)에서의 10:1을 기준을 넘는 수치로써 지나치게 강렬한 느낌을 줄 수 있다(그림 25).

벽면의 밝은 면과 어두운 면의 휘도 대비는 9시 40분에 최소 1.7:1의 휘도대비를 보였고, 1시 40분에 2.8:1의 휘도대비를 보였다. 바닥면은 11시 40분에 최소 2.2:1의 휘도대비를 보이고 12시 40분, 13시 40분은 최고치인 3:1의 대비를 보였다. 이러한 휘도 대비는 실내공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비(표3)에서의 물체의 형태가 분명하여 입체감이 좋은 느낌의 대비로써 바람직한 휘도대비 이다(그림 25).

표 2. 실내 휘도 분포


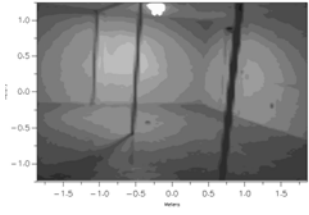

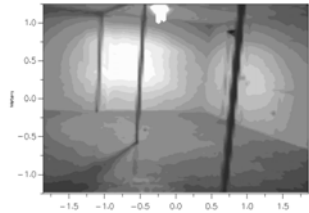

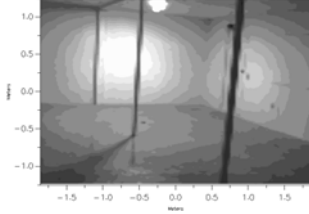

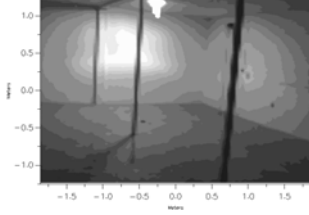

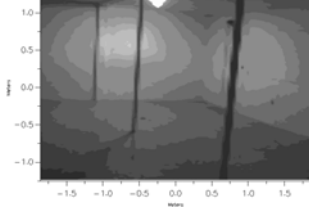

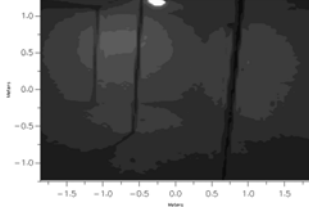
	실내 View	휘도	측정치
9:40			외부천정 휘도 : 52300[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 1.7:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 2.9:1
10:40			외부천정 휘도 : 54000[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 1.6:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 2.4:1
11:40			외부천정 휘도 : 58600[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 1.6:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 2.3:1
12:40			외부천정 휘도 : 49200[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 1.8:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 3.5:1
13:40			외부천정 휘도 : 31900[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 2:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 5.3:1
14:40			외부천정 휘도 : 11200[cd/m ²] 광원과 벽면의 휘도대비 : 4.1:1 광원과 바닥면의 휘도대비 : 10:1

표 3. 실내공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비

휘도대비	주광환경특성
10:1	지나치게 강렬한 느낌
2~6:1	물체의 형태가 분명하여 입체감이 좋음
1.5:1	평면적인 느낌

표 4. 권장 휘도비 (IESNA)

구분	사무소	공장
창(또는 광원)과 주변사이	20:1	20:1
일반적인 정상 시야내	40:1	40:1

표 5. 실내 표면별 휘도비

시간 대상면	9:40	10:40	11:40	12:40	13:40	14:40
외부천정 휘도 [cd/m ²]	52300	54000	58600	43200	31300	11200
벽면	1.7:1	2.3:1	2.2:1	2.6:1	2.8:1	2.5:1
바닥면	2.2:1	2:1	2.2:1	3:1	3:1	2.9:1

5. 결 론

본 연구는 라이트 파이프 시스템의 채광성능에 관한 기초 데이터를 만드는 것을 목적으로 Mock-up모델에서 진행되었다. 채광성능을 평가하기 위한 조명 물리량으로 조도와 휘도를 측정하였다.

조도측정에서는 실내 바닥면 주광조도 분포, 광원부에서 수직 하 방향 측의 조도와 실내 바닥면 주광 조도레벨을 측정하였으며, 주광조도비를 적용하여 분석하였다.

휘도측정에서는 측정면을 기준으로 광원과 평균벽면휘도, 광원과 평균바닥면의 휘도 대비와 실내 표면의 휘도 대비를 측정하였다. 주광조명 환경 평가 기준은 북미조명학회(IESNA)의 권장 휘도비를 기준으로 하였다. 위와 같이 조명 물리량을 파악한 결과는 다음과 같다.

(1) 대상실의 바닥면 수평 주광 조도 측정 시 광원 중심으로 부터 측정점이 0.5m씩 멀어짐에 따라 주광조도기가 약 0.01%씩 줄어들었으며, 광원으로부터 3m 떨어진 지점에서 최대 37%감소를 보였다. 이는 본 라이트 파이프 시스템은 확산성이 좋은 시스템으로서 광중심 6m이내에서는 시작업이 양호하며, 오피스 등에 적용이 적합함을 알 수 있다.

(2) 대상실에서 휘도비는 벽면휘도가 최대 2.8:1에서 최소 1.7:1의 큰 차이가 없는 휘도 분포를 보였다. 이러한 휘도분포는 실내공간의 밝은 부분과 어두운 부분의 휘도대비 2~6:1 내에 있어 일반적인 시작업에 불편함이 없을 것으로 나타났다.

(3) 광원과 실내 표면 사이의 휘도 대비는 벽면 4.1:~1.5:1, 바닥면 2.3:1~10:1로 나타났다. 이것은 IESNA의 권장 휘도 20:1 대비에 비해 약한 휘도대비로써 글래어 발생은 별로 크게 나타나지 않는 것으로 나타났다.

본 연구는 조도의 경우 실험대상실에서의 9개의 지점에서만 측정하였으므로, 실 전체의 조도분포를 알아보기 위해 보다 많은 조도센서를 이용한 차후 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 라이트 파이프 시스템의 구성 요소에 따른 영향과 실내 반사율에 따른 영향 및 모델링 효과에 관한 연구도 추가되어야 보다 체계적인 채광성능을 평가할 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

이 논문은 과학재단 특정기초연구사업(R01-2006-000-10712-0)의 연구비 지원에 의한 연구결과와 일부이며, 저자의 일부는 2단계 BK21 사업의 장학금 지원을 받았다.

참고문헌

- 김정태, 정유근, 김선국 외, "광 파이프 시스템의 채광성능 평가", 대한건축학회 논문집, 계획계 제17권 제4호, pp. 119~124, 2001.04
- 김종진, 정기범, "광파이프 시스템의 주광 전달 효율", 대한건축학회 논문집, 계획계 제14권 제4호, pp. 255~262, 1998. 04
- 신혜미, 박훈, 김정태 "썬 파이프 시스템의 채광성능 평가를 위한 예비 실험", 생태건축학회 추계 학술 발표 대회논문집, 통권13호 pp. 83~87, 2007.11
- IESNA, Lighting Handbook, 8th edition
- A. Rosemann, "Lightpipe Applications for Daylighting Systems", Technical University of Berlin FG Lichttechnik, Sekr. E6 Einsteinufer 19 10587, Mar 2004
- L. SHAO, S. B. RIFFAT, W. HICKS, "A Study of Performance of Light Pipes Under Cloudy and Sunny Conditions in the UK, " Right Light 4. 1997 Vol.1. SHAO et al.
- M. Paroncini, B. Calcagni, F. Corvaro, "Monitoring of a light-pipe system" Solar Energy, 7 March 2007
- D. Cater, "Daylighting guidance systems" , ARBE211 Environmental science, 10 Mar 2003
- D. J. Cater, " Developments in tubular daylighting guidance systems", Building Research & Information ISSN 0961-3218, May-June 20041