Mock-up 실험을 통한 전통한지와 차양장치의 주광유입 특성 평가

(An Evaluation of Daylight Distribution with Korean Traditional Paper and Roller Shading Systems in the Mock-up model)

이순지* · 김유신** · 최안섭***
(*세종대학교 건축공학과 석사과정 · **세종대학교 건축공학과 박사과정 · ***세종대학교 건축공학과 교수)
(Soon-Ji Lee · Yu-Sin Kim · An-Seop Choi)

Abstract

The purpose of this study is to analyze daylight distribution and light characteristics on the Ma-ji and Roller Shade fabric, and to investigate a possibility of using it as a shading system. Using a 1/2 Mock-up model, daylight distribution is analyzed with the Ma-ji and Sun-ji(Korean traditional paper) which have good efficiency and less glare. Ma-ji has the best daylight distribution, so that daylight experiment is conducted with the Ma-ji and Roller Shade fabric. In current office buildings and apartment houses, daylight characteristics of Korean traditional paper windows could be used as preliminary data to develop a window system which makes better daylight performance.

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

1873년 수운회관(水雲會館)앞의 일본공사관 건축물에 우리나라에서는 처음으로 유리창을 사용하기 시작하여, 1900년대부터 건축물의 창에 유리의 사용이 점차 늘어나기 시작했다. 유리창의 우수한 외장성과 적극적인 자연채광의 용이성 때문에 유리창의 면적은 갈수록 넓어지고, 1970년대 석유파동으로 에너지의 중요성을 인식하게 되면서 1970년대 중반, 건축물에 알루미늄 커튼월 공법이 처음으로 도입되었다[1]. 빛환경 측면에서 커튼월 구조는 외부조망과 주광유입이 용이하다는 장점을 가지고 있기 때문에 현재까지 사용이 지속적으로 증가하고 있다. 그러나 커튼월 구조는 과도한 직사일광의 유입으로 시각적 불쾌감을 발생시키고, 외피가 다른 부재에 비해 열적으로 취약하여 냉난방 에너지 사용량을 증가시킨다는 단점이 있다. 더군다나 현대사회는 과학기술로 높은 경제적 부를 얻었으나 다른 한편으로는 환경오염 및 생태계의 교란, 자원고갈, 기상이변 등과 같이 인류의 생존을 위협하는 환경문제에 직면하고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 건축분야에서는 지구환경과 지역환경을 보전하고 자연생태계에 미치는 영향을 최소화 할 수 있는 건축이 부각되면서 친환경건축이라는 말이 생겨났다.

친환경건축이란 지속가능한 개발의 개념으로 자연친화건축, 생태건축, 그린 빌딩, 에너지절약형 건축, 자원절약형 건축, 환경오염의 최소화 건축, 지역 특성화 건축 등을 종합한 건축이다[2]. 이러한 개념은 전통건축과 일맥상통하며 자연건축이 갖는 본질적 요소를 가지고 있다. 본 연구에서는 단순히 전통건축의 형태적 답습이나 패턴을 응용·도입하는 것이 아니라 빛환경 측면에서 전통건축과 전통한지의 주광유입 특성과 원리를 기본으로 전통한지를 차양장치로 구체화하기 위한 기초적 연구를 진행하고자 한다. 이를 통해 자연친화적이고 쾌적한 빛환경 조성이 가능한 전통한지 차양장치 개발이 가능 할 것이다.

1.2 선행연구 내용

선행 연구에서 실제 전통건축물에서의 주광유입 실측을 통해 주광유입의 확산성이 우수함을 확인하였다. 그리고 광박스를 이용한 전통한지와 Roller Shade 패브릭의 광특성 실험을 통해 차양장치보다 전통한지의 광특성이 뛰어남을 알 수 있었다[3].

선행연구의 연구 결과를 토대로 광특성이 뛰어난 한지 4종류(순지, 기름지1겹, 마지, 초배지)를 선정하여 1/2 scale의 Mock-up 실험실에서 주광성능 실험을 2007년 12월 22일부터 2008년 1월 9일까지 진행하였다. 다음 표 1은 각각의 실험 중 측정날짜 하루의 천공상태를 나타낸 것이고 그림 1은 그 날짜의 주광유입 분포를 나타낸 것이다. 1M, 4M, 7M은 각 실험실의 창에서 가장 가까운 위치에 설치된 조도센서이고 3M, 6M, 9M은 실험실의 가장 안쪽에 설치된 조도센서이다. Y축 값은 각

공간의 창문으로부터 가장 가까운 위치에 설치된 조도 센서(1M, 4M, 7M)의 주광유입량을 100으로 기준하여 환산한 값(%)이다. 실내로 들어올수록 주광유입량이 감소하고 한지 4종류 중 기름지1겹은 시간에 따른 주광유입 분포가 일정하지 않고 계속 변하는 것을 알 수 있었다. 반면, 순지와 마지의 주광유입 분포는 시간대, 천공상태에 따른 영향을 가장 적게 받아 기울기가 항상 일정하였다.

표 1. 측정날짜의 천공상태
Table 1. Sky condition - 1/1, 1/4

실험 \ 시간 / 날짜	6-9시	9-12시	12-15시	15-18시
순지-기름지1겹	1월 1일	청천공	청천공	청천공	청천공
마지-초배지	1월 4일	청천공	청천공	청천공	부분담천공

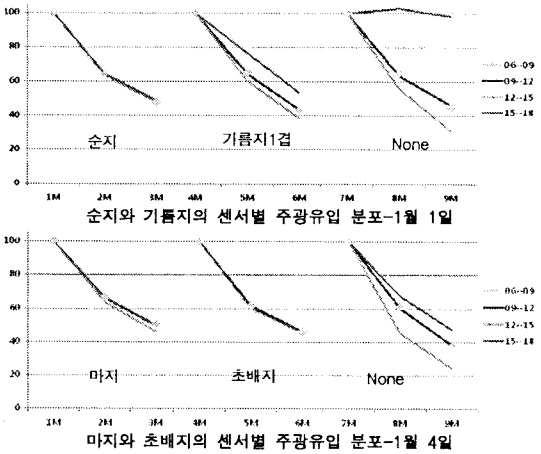


그림 1. 주광유입분포 - 순지, 기름지1겹, 마지, 초배지
Fig. 1. Daylight distribution-Korean traditional paper

1.3 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 전통한지의 차양장치로서의 가능성을 확인하고, 주광유입 특성이 가장 좋은 한지를 선정하여 Roller Shade 패브릭과 주광성능을 비교·분석해 보고자 한다. 다음 표 2는 본 연구의 내용 및 절차를 나타낸 것이다.

표 2. 연구의 내용 및 절차
Table 2. Study subject and procedure

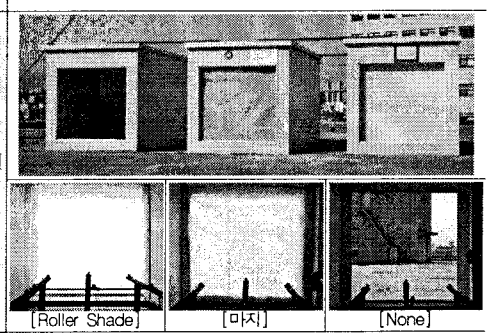
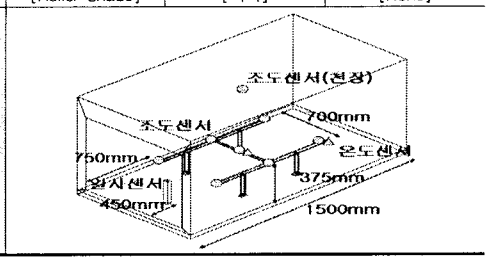
선행 연구		본 연구	
주광성능 실측	• 전통건축물에서의 주광유입 실측 및 분석	Mock-up실험	• 순지와 마지의 주광유입 실험 • 주광성능 가장 우수한 한지와 Roller Shade의 주광유입 실험
광박스 실험	• 전통한지와 Roller-Shade 패브릭의 광특성 실험		
Mock-up 실험	• 한지와 Roller Shade의 주광유입 실험		

2. 실험개요 및 측정방법

본 연구에서는 두 가지 실험을 진행하였다. 먼저 선행연구에서 가장 주광유입 특성이 좋게 나타난 순지와 마지의 실험을 3월 22일부터 4월 1일 까지 진행하였고, 결과 분석을 통해 전통한지 중 차양장치로서 가장 주광유입 특성이 우수하게 나타난 한지를 선정하여 Roller Shade 패브릭과 함께 4월 3일부터 4월 7일까지 주광유입 실험을 진행하였다.

실험공간은 1/2 scale의 Mock-up 실험실이고 실험실의 내부조건은 선행연구와 동일하나 실험실 창이 향하는 방위를 정남향으로 수정하기 위해 실험실 3개동의 방향을 남서방향에서 정남향으로 이동하였다. 그리고 더욱 정확한 측정을 위해 각 실험실 내부에 조도센서의 개수를 5개씩 더 늘이고, 바닥에 설치되어있던 센서를 바닥면에서 375mm(실제 작업면 높이 750mm의 1/2) 떨어진 곳에 설치하였다. 각 측정 데이터는 실시간 측정되어 Data-logger와 단자채널을 이용하여 PC로 전송되며, Lab View를 통해 1분 평균값으로 저장된다. 휘도는 실험실 입구에서 한지 표면을 향해 직접 9점 측정 하였으며 LS-110 휘도계를 사용하였다. 다음 표 3은 실험을 위해 설치된 센서와 바뀐 실험실 환경을 나타낸 것이다.

표 3. 실험개요
Table 3.The outline of an experiment

위치	S대학 Y관 옥상		실험기간	2008년 3월 22일~4월 7일 (08:00~18:00)
창호	크기	1,290×1,215 (mm)	창호방향	정남향
	높이	130(mm)		
내부공간	크기	1,510×2,870×1640(창측)/1570(문측) (mm)		
	재질/반사율	천장	벽체	바닥
		흰색 페인트/0.84	흰색 페인트/0.84	카펫/0.26
측정요소	작업면 조도, 휘도(휘도계 LS-110)			
실험실 모습				
센서위치				

3. 마지와 순지의 주광유입 측정결과

마지와 순지의 주광유입 측정결과는 실내 조도센서값과 측정한 휘도값를 분석하여 각각 그림 2의 주광유입량과 표 5의 휘도분포로 나타내었다. 그리고 측정날짜의 천공상태 분석을 위해 기상청에서 일(日)별 구름양 데이터를 받아 다음 표 4와 같이 시간대 별로 구분하였다. 천공의 구름이 전혀 없는 상태를 0, 구름이 완전히 덮힌 상태를 10으로 규정하는 Sky Cover 법칙(0~3: 청천공, 4~7: 부분 담천공, 8~10: 담천공)을 사용하여 그 날의 천공상태를 구분하였다[4].

그림 2의 주광유입량 그래프에서 Rm-A는 마지, Rm-B는 순지가 설치된 실험실이다. Ch-1은 각 실험실의 창에서 가장 가까운 위치에 설치된 조도센서이고 Ch-3은 각 실험실의 가장 안쪽에 설치된 조도센서이다. Rm-A, Rm-B 둘 다 실내로 들어갈수록 주광유입량이 감소하고, Ch-1과 Ch-3의 주광유입량이 한지의 종류에 상관없이 비슷하였다. 그러나 Rm-A의 마지에 의한 Ch-2 값이 Rm-B 순지에 의한 값보다 높게 나타나 마지에 의한 주광유입 분포가 조금 더 고르게 나타남을 알 수 있었다.

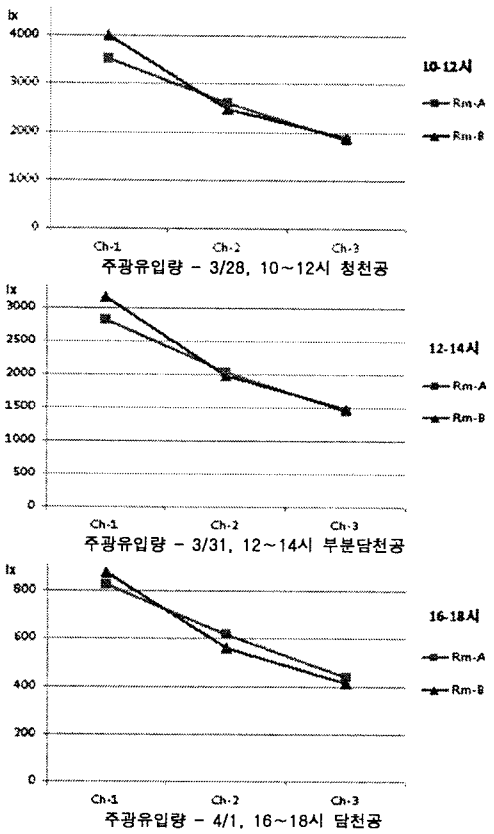


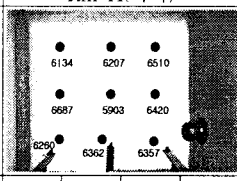
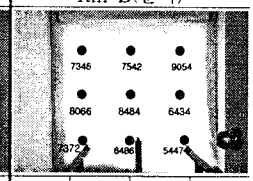
그림 2. 주광유입량 - 마지와 순지
Fig. 2. Quantity of daylight - Maji, Sunji

표 4. 측정날짜의 천공상태
Table 4. Sky condition - 3/28, 3/31, 4/1

날짜 \ 시간	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18
3월 28일	청천공	청천공	청천공	청천공	청천공
3월 31일	부분담천공	부분담천공	부분담천공	부분담천공	부분담천공
4월 1일	청천공	청천공	청천공	부분담천공	담천공

시야 내에 눈이 순응하고 있는 휘도보다 현저하게 높은 휘도부분이 있거나 휘도대비가 큰 부분이 있으면 눈부심이 발생하고, 시작업에 방해가 되며 불쾌감을 느끼게 된다. 주광에 의한 눈부심은 주로 창문의 휘도에 의해 좌우되기 때문에 과도한 창문휘도를 방지하기 위해 차양장치를 사용한다[5]. 다음 표 5와 같이 마지와 순지 표면의 휘도를 측정하여 눈부심 정도를 분석하였다. 그 결과, 마지가 순지보다 높은 휘도비(Min/Max)를 나타내었다. 평균휘도값은 순지가 마지보다 대체로 높았으나 담천공 상태에서는 반대로 나타났다.

표 5. 휘도측정 - 마지와 순지(단위 : cd/㎡)
Table 5. Luminance measurement(cd/㎡)

3/28	Rm-A(마지)				Rm-B(순지)			
12시								
	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
12시 (청천공)	6687	5903	6311	0.88	9054	5447	7348	0.60
15시 (청천공)	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
	6559	5465	5877	0.83	6831	5589	6475	0.82
18시 (부분담천공)	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
	395	327	362	0.83	375	307	355	0.82

4. 마지와 Roller Shade의 실험

앞의 실험결과 분석을 통해 전통한지 중 주광유입 특성이 가장 좋은 한지는 마지로 선정하였다. 현재 사무소 건축물에서 가장 많이 사용되고 있는 Roller Shade 패브릭 중 openess factor 3%인 S사의 Roller Shade 패브릭과 마지의 주광유입 실험을 실시하였다. 실험기간은 4월 3일부터 4월 7일까지였다. 다음 표 6은 측정날의 시간에 따른 천공상태를 나타낸 것이다.

표 6. 측정날짜의 천공상태
Table 6. Sky condition - 4/3, 4/4, 4/5, 4/6

날짜 \ 시간	08-10	10-12	12-14	14-16	16-18
4월 3일	청천공	청천공	청천공	청천공	청천공
4월 4일	청천공	청천공	청천공	청천공	청천공
4월 5일	부분담천공	부분담천공	청천공	청천공	청천공
4월 6일	청천공	청천공	부분담천공	부분담천공	담천공

마지와 Roller Shade의 주광유입량을 다음 그림 3으로 나타내었다. Rm-A는 Roller Shade, Rm-B는 마지가 설치된 실험실이다. 그림 3에서 Rm-B의 마지에 의한 주광유입량이 Rm-A의 Roller Shade에 의한 주광유입량 보다 많음을 알 수 있다. 그리고 Roller Shade의 Ch-2 값이 Ch-1에 대비해 약 76.6~78%의 값을 나타내고, Ch-3값은 Ch-1에 대비해 약 54.1~55.6%의 값을 나타내었다. 마지에 의한 주광유입량은 Ch-2 값이 Ch-1에 대비해 약 57~58.7%의 값을 나타내고, Ch-3값은 Ch-1에 대비해 약 40~41.3%의 값을 나타내었다. 선행연구에서 진행한 광박스 실험과 다른 주광유입 분포가 나타났는데, 이것은 실험에서 사용된 마지의 투과율이 30.6% 인 것에 비해 Roller Shade 패브릭의 openess factor는 3%로 차이가 크기 때문인 것으로 보인다.

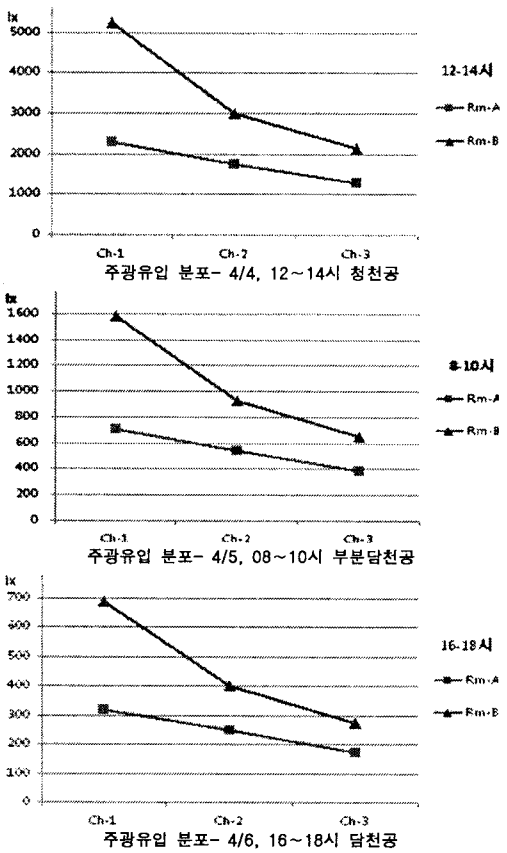
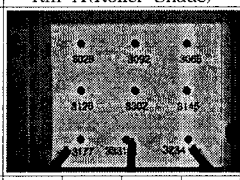
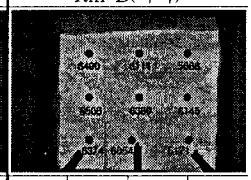


그림 3. 주광유입분포 - 마지와 Roller Shade
Fig. 3. Quantity of daylight - Maji, Roller Shade

다음 표 7은 휘도측정 결과를 나타낸 것이다. 휘도비(Min/Max)를 살펴보면, 청천공과 부분담천공 상태에서는 Roller Shade 패브릭이 마지보다 높게 나타났고, 담천공 상태에서는 반대로 마지가 높게 나타났다. 평균휘도값은 마지가 Roller Shade 패브릭보다 높게 나타났다.

표 7. 휘도측정 - Roller Sade와 마지(단위 : cd/㎡)
Table 7. Luminance measurement(cd/㎡)

4/3	Rm-A(Roller Shade)				Rm-B(마지)			
12시								
12시 (청천공)	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
	3331	3028	3167	**0.91**	6508	5688	6213	**0.87**
15시 (청천공)	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
	3651	3311	3444	**0.91**	6836	5822	6242	**0.85**
18시 (청천공)	최대	최소	평균	Min/Max	최대	최소	평균	Min/Max
	625	350	513	**0.56**	1058	723.2	888	**0.69**

5. 결론 및 향후 연구계획

본 연구에서는 전통한지 중 주광유입 분포가 가장 좋게 나타난 시료를 마지로 선정하고 Roller Shade와의 실험을 통해 주광유입 특성을 살펴보았다. Roller Shade 패브릭과 마지의 투과율값 차이가 커서 주광유입량의 절대 비교가 어려웠다. 하지만 마지와 Roller Shade 패브릭 모두 주광유입 분포를 고르게 하고, 시간과 천공상태 변화에 상관없이 일정한 주광유입 분포를 나타내었다. 마지를 차양장치로서 활용하기 위해서는 Roller Shade 패브릭에 비해 잘 구겨지고 찢어지는 단점을 보완해야할 것이며 향후 실제공간에서의 추가실험이 진행될 것이다.

재실자들은 인공조명보다 자연광을 선호하고 큰 창에 의한 주광유입을 선호한다. 이러한 이유로 실내에 유입되는 빛의 양을 늘이는데에만 주력할 것이 아니라 질 높은 빛환경 조성을 위해 주광유입 분포를 고르게 하고 시간에 따른 주광유입량 변화를 최소화 할 필요가 있다.

감사의 글

본 연구는 문화재청 국립문화재연구소의 지원을 받아 문화재보존기술연구개발(R&D)사업의 일환으로 이루어졌으며, 저자의 일부는 『2단계 BK21 사업』의 지원비를 받았음.

참 고 문 헌

[1] 함정도 외, 친환경건축의 이해, 기문당, 2003
[2] http://www.kia.or.kr 한국건축가협회
[3] 이순지 외, 전통건축물 창호의 주광성능 측정 및 전통한지의 광특성 평가, 2007, 조명전기설비학회논문지 제22권 2호
[4] 황민구, 광센서 조광제어시스템의 제어소프트웨어 성능향상 및 검증프로그램 개발, 2006, 석사학위논문
[5] 한국조명전기설비학회, 조명디자이너자격인증교재