

# 투과체에 적용된 채광방식이 사무소공간의 색도 및 색온도분포에 미치는 영향 분석

(Effect of Glazing Systems on Chromaticity and Color Temperature in the Office Room)

정인영\* · 김정태\*\*

(In-Young Jeong · Jeong-Tai Kim)

## 요 약

투과체는 기본적으로 외부환경과 접촉할 수 있는 친화적이고 생태학적인 기능을 가지고 있으며, 이를 통해 유입되는 빛은 실내공간에 다양한 분위기를 연출할 수 있도록 해준다. 이에 본 연구는 투과체가 적용된 사무소건물을 대상으로 채광유입을 증대시킬 수 있는 채광방식을 설계하여 적용 시 실내의 색도와 색온도에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위하여 1/10축소모형을 제작하였으며, Prometric 1421이라는 측정기기를 이용하여 실험을 수행하였다. 측정결과 투과체가 갖는 파장대별 투과특성이 실내의 색도에 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 빛의 유입을 증대시키는 채광방식을 설치할 경우 천정면의 색온도에 많은 영향을 주었으며, 5~20[%]정도의 색온도를 증가시키는 것으로 나타났다. 따라서 채광시스템을 설치할 경우 활동적인 분위기의 공간이 연출될 수 있을 것으로 기대된다.

## Abstract

One basic function of glazing system has always been the maintenance of visual contact with the natural environment—a fundamentally ecological function. In addition, penetration light through glazing system have an effect on variable atmosphere of interior. In this study, a typical office space was selected as a evaluation model and a 1/10 scale model was made. The conventional window, differentiated window and interior lightshelf were designed to enhance daylighting performance. The chromaticity and color temperature of interior space was measured using Prometric 1421. The result showed that transmittance by wavelength range of the glazing had an effect on chromaticity and color temperature. Also, color temperature of indoor environment were increased by 5~20[%] using differentiated window and interior lightshelf. Accordingly, it is thought that the use of a daylighting system will create activate indoor atmosphere.

Key Words : Daylighting, Glazing system, Chromaticity, Color temperature

\* 주저자 : 경희대학교 학술연구교수, 공학박사  
\*\* 교신저자 : 경희대학교(산학협력기술연구원) 교수  
Tel : 031-201-2852, Fax : 031-202-8181

E-mail : jihyenmin@kornet.net

접수일자 : 2006년 12월 29일

1차심사 : 2007년 1월 4일

심사완료 : 2007년 1월 18일

## 1. 서 론

실내로 유입되는 자연광은 형태와 공간을 조형하는 건축적 재료로서의 의미를 가지며, 실내공간의

분위기를 변화시킬 수 있는 건축요소 중의 하나이다. 이와 더불어 빛의 유입 매개체인 유리 즉, 투과체는 유리창에서 유리벽으로 사용범위가 확대되었으며, 이를 통해 건물의 투명성과 가시성을 확보하고 있어 그 중요성이 증가되고 있는 건축재료라 할 수 있다. 또한 투과체는 종류에 따라 갖는 색상이 있어 이를 통한 빛의 유입은 다양한 실내공간의 분위기를 변화시킬 수 있는 요소라 할 수 있다. 이에 다양한 투과체와 더불어 자연채광의 적극적인 유입을 위한 채광시스템이 개발 및 평가되고 있으나 투과체와 채광방식의 통합에 대한 평가는 미흡한 실정이다[1].

이에 본 연구는 국내 사무소건물을 대상으로 평가 모델을 선정하였으며, 적용되고 있는 대표적인 투과체를 선정하였다. 또한 빛의 유입을 증대시킬 수 있는 채광시스템을 설계하여 1/10축소모형을 이용한 평가를 실시하였다. 각각의 투과체에 적용된 채광시스템 변화에 따른 실내환경 분위기를 색도 및 색온도를 측정하여 평가하였으며, 이를 통하여 사무소건물의 주광디자인 시 기초자료로 활용하고자 한다.

## 2. 실험방법론

### 2.1 평가모델의 선정

채광방식에 따라 투과체를 통하여 유입되는 실내공간의 색도 및 색온도의 변화를 알아보기 위하여 실폭 4.9[m], 실깊이 7.2[m], 실높이 2.6[m]의 형상을 가지며, 창폭 1.8[m], 창높이 4.8[m]의 편측채광을 갖는 사무소공간을 평가대상 모델로 선정하였다. 또한 IEA SHC Task21의 연구 보고서에 근거하여 동일한 영역에 기준실과 실험실을 갖도록 그림 1과 같이 형상화하였다.

선정된 평가모델을 1/10 축소모형으로 그림 2와 같이 제작하였으며, 창호의 경우 채광부분(daylight window)과 조망부분(view window)으로 분할하여 창호를 구성하였다. 실내마감은 표 2와 같이 일반 사무실에 적용된 마감재를 조사하여 이를 바탕으로 기준실과 실험실 모두 밝은 색의 표면을 갖는 마감재를 사용하였다. 즉 벽은 아이보리색으로 도색하였으며, 바닥은 연갈색의 아스타일을 사용하였고, 천정은

텍스로 마감하였다.

각각의 마감재에 대한 반사율은 Minolta사의 Spectramagic을 이용하여 3회 측정하여 평균값을 사용하였으며 실내공간에는 가구를 배치하지 않았다.

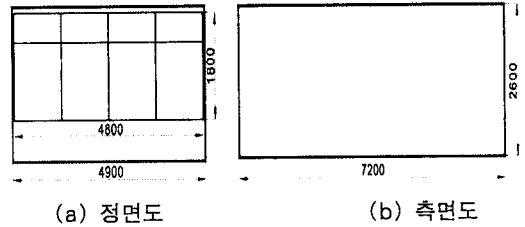


그림 1. 평가모델  
Fig. 1. Evaluation model

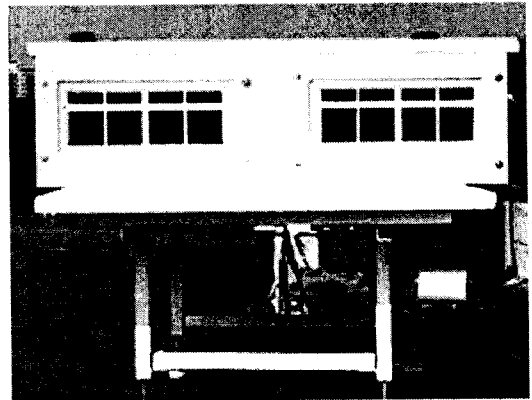


사진 1. 축소모형의 형상  
Photo 1. View of scale model

표 1. 실내표면의 반사율  
Table 1. Reflectance of interior surface

	벽 체	바 닥	천 정
재 료	합판 위에 도색	아스타일	텍스
반사율 ([%])	92	74	94
측정 사진			

투과체에 적용된 채광방식이 사무소공간의 색도 및 색온도분포에 미치는 영향 분석

## 2.2 투과체의 선정

현재 사무소에 적용되고 있는 투과체를 선행조사한 결과를 기초로 파스텔유리, 로이유리, 색유리를 선정하여 제작하였다[2]. 선정된 유리투과체는 H회사 제품으로 6[mm]의 건조 공기층을 갖는 복층유리 18[mm]로 실제 사무소 건물에 적용되고 있는 두께로 제작되었다. 투과체 종류에 따른 광학적 특성 및 사진은 표 2와 같으며, 사진 2와 같이 투과체가 갖는 파장별 투과특성을 Radiant imaging 사의 투과율측정기를 이용하여 분석하였다.

그림 2와 같이 측정 전 파장대별 투과율이 100[%]가 되도록 보정한 후 측정을 하였으며, 파스텔유리의 경우 550~600[nm] 파장대 영역인 노란색(Y)계열을 가장 많이 투과하고 있는 것으로 나타났으며,

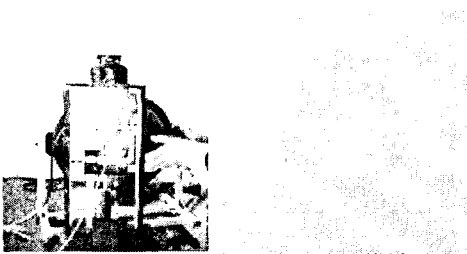


사진 2. 투과율측정모습  
Photo 2. Measurement of transmission

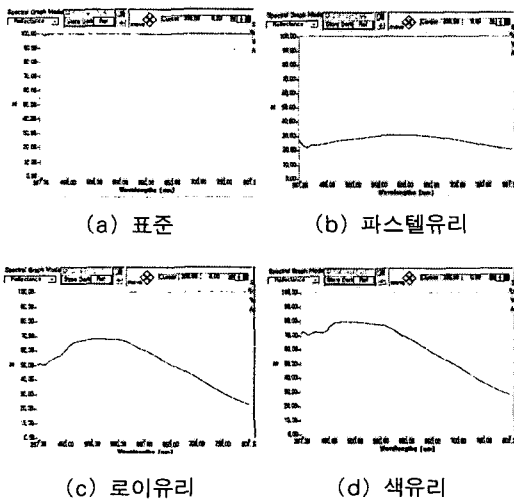


그림 2. 유리 투과체의 투과성능  
Fig. 2. Transmission performance of glasses

로이유리와 색유리의 경우 490~550[nm] 파장대 영역인 녹색(G)계열을 다른 파장대에 비해 많이 투과하고 있었다.

표 2. 유리 투과체의 종류  
Table 2. Optical characteristics of glasses

유리 종류	광학적 특성		색	사 진
	투과율 (%)	반사율 (%)		
파스텔 유리	27	16	열은 청색	
로이 유리	58	10	녹색	
색유리	66	11	녹색	

## 2.3 채광방식의 설계

일반적으로 사무소에 적용된 투과체를 살펴보면 창면부의 과도한 빛의 유입으로 인한 불쾌감으로 인하여 저 투과율을 갖는 유리를 사용하고 있어 채광 성능이 감소하는 것으로 나타났다. 이에 본 실험에서는 빛의 유입을 향상을 위하여 그림 3과 같이 채광 방식을 설계하여 제작하였다[3].

본 연구에서는 그림 3 (a)와 같이 채광창과 조망창에 단일한 구성의 투과체로 되어있는 것을 일반형이라 명하였으며, 이는 현재 사무소 건물에 적용되고 있는 채광방식이라 할 수 있다. 그림 3 (b)의 채광시스템은 실 후면부의 채광성능을 증가시키기 위하여 채광창에 투명유리를 사용하고, 조망창에 기능성유리를 부착하여 채광을 할 수 있도록 설계하였으며 이중분할형이라 하였다. 이러한 경우 복합적인 창의 성능을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

그림 3 (c)의 채광방식은 일반형이 창면부와 실 후

면부의 조도비 차로 인하여 눈부심을 발생시킬 수 있으므로 이에 광선반 시스템을 이용하여 차폐효과와 반사광을 유입하여 균제도를 향상시킬 수 있도록 설계하였으며 일반 내부광선반형이라 하였다. 그림 3 (d)의 경우 창과 근접한 곳의 주광량을 감소시키며, 실내 깊숙한 부분까지 자연광을 유입시킴으로써 실내의 조명환경을 질적으로 향상시킬 수 있도록 이중분할형 시스템에 조망창과 채광창의 경계부에 광선반이 설치되도록 설계하였고 이를 이중분할 내부광선반형이라 하였다.

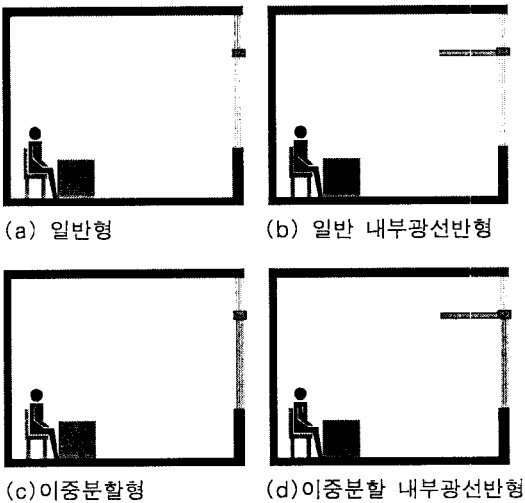


그림 3. 채광방식의 설계  
Fig. 3. Daylighting system type

## 2.4 측정점의 선정

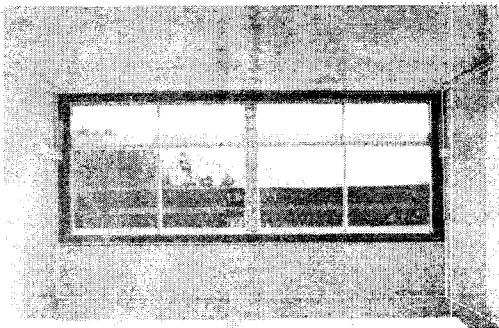


사진 3. 측정점의 위치도  
Photo 3. Location of measurement

서로 다른 투과체와 채광방식에 따른 실내의 표면 색도 및 색온도를 측정하기 위하여 실내를 구성하고 있는 천정면, 창호아래벽면, 양측벽면, 바닥면을 측정대상으로 사진 3과 같이 선정하였다. 측정시 17[mm]렌즈를 사용하므로 측정가능한 범위는 창면부를 중심으로 천정면은 창으로부터 3.5[m], 좌우측벽면은 창으로부터 1.5[m], 바닥면은 창으로부터 2[m]의 범위를 가진다.

## 2.5 모니터링시스템

본 실험에서 색도와 색온도를 측정하기 위하여 사용된 Prometric 1421은 한 장의 이미지를 촬영하는 광도계(photometer), 노출계(radiometer), 비색계(colormeter)시스템으로 구성되어 촬영된 이미지를 분석프로그램을 이용하여 물리량을 측정할 수 있는 광학장비이다. 기기구성과 설치모습은 사진 4 및 5와 같다. 측정을 시작하면 빨강(Red), 초록(Green), 파랑(Blue) 3개의 필터가 노출시간 간격대로 이미지를 촬영하고, 측정면의 물리량분포를 실시간으로 볼 수 있다.

본 실험에서 사용된 모니터링시스템의 구성은 카메라와 광각렌즈(17[mm])로 구성된 측정시스템과 케이블, PC로 구성된 데이터 취득시스템으로 구성되어 있으며, Prometric 8.1.2 프로그램을 이용하여 시스템을 제어하고 측정면의 색온도와 색도를 분석하였다.

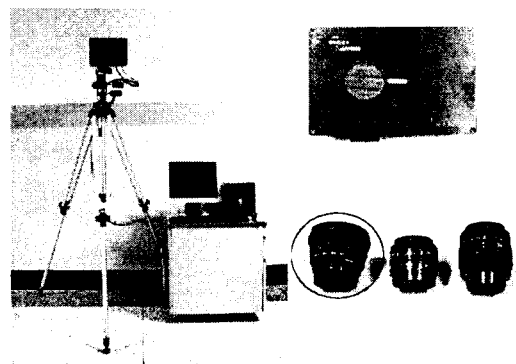


사진 4. 모니터링 시스템의 구성  
Photo 4. Instruments monitoring system

투과체에 적용된 채광방식이 사무소공간의 색도 및 색온도분포에 미치는 영향 분석

### 3. 투과체와 채광방식에 따른 조명환경평가

#### 3.1 실험개요

실험은 방해건물이 없는 K대학교 공과대학 옥상에서 정남향에 위치하도록 일영곡선도를 이용하여 사진 5와 같이 설치하여 2005년 11월 18일 오후 1시부터 1시 50분까지 실시되었으며, 비교적 청천공 상태에서 수행되었다. 투과체와 채광방식을 적용한 실내모습은 표 3과 같이 나타났으며, 한 투과체에 대하여 4가지의 채광방식을 변화시키는데 15분 정도 소요되었다. 실험 시 외부 조도는 IM-5조도

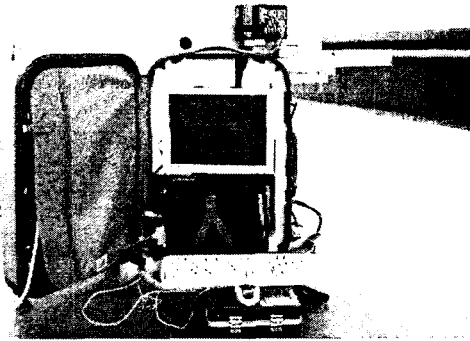


사진 5. 모니터링 시스템의 설치  
Photo 5. Real monitoring system

표 3. 투과체와 채광방식에 따른 실내모습  
Table 3. Interior view by daylighting type and glazing systems

유리종류 채광방식	파스텔유리	로이유리	색유리
일반형			
일반 내부광선반형			
이중분할형			
이중분할 내부광선반형			

계를 이용하여 측정하였으며, 그림 4와 같이 외부 수평면조도는 52,000~55,000[lx] 범위의 값으로 나타났다.

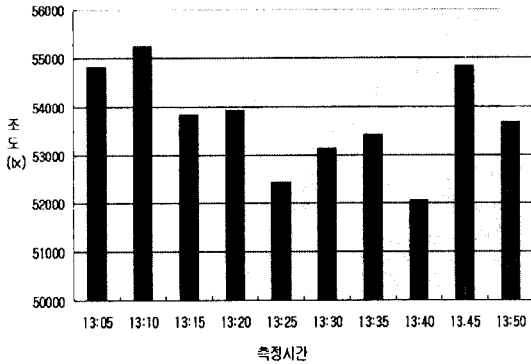


그림 4. 외부수평면조도  
Fig. 4. Exterior horizontal illuminance

### 3.2 채광방식이 색도 및 색온도에 미치는 영향

실내공간에서 투과체를 통하여 유입된 빛은 색의 지각에 영향을 미쳐 실내 분위기를 변화시킬 수 있는 디자인 요소라 할 수 있다. 이에 색도 및 색온도의 분포를 빛의 분광분포와 인간의 눈의 시감도를 기초로 한 심리물리적인 표색방법인 CIE(국제조명위원회)가 권장한 1976 CIE U', V' 색도좌표계를 이용하여 분석하였으며, 이에 따른 색온도를 비교분석하였다.

#### 3.2.1 파스텔유리

파스텔유리가 적용된 실내공간의 채광방식 변화에 따른 색도분포는 표 4와 같다. 모든 채광방식에서 U', V'의 분포는 U'가 0.2389에서 0.2447, V'는 0.4829에서 0.4854의 범위를 가지며, R, G, B가 혼합된 백색광 영역에 있는 것으로 나타났으며, 색도 값에 따라 색온도 값은 측정표면에 따라 그림 5(a)와 같이 나타났다.

일반형의 경우 3,300[K] 정도로 낮은 색온도를 나타내고 있으며, 이는 오렌지계열의 파장을 많이 투과하고 있는 광학적 특성의 영향으로 따뜻한 느낌의

실내 이미지를 연출하고 있음을 알 수 있다. 채광량 증가를 위한 채광방식의 변화에 따라서 색온도는 3,500~4,000[K] 정도의 값을 가지고 있는 것으로 나타났다. 창 아래면과 바다면의 경우 조망창의 영향을 받아 채광방식에 따른 변화가 거의 발생하지 않았다.

그러나 저 투과율을 갖는 파스텔유리는 반사광유입이 발생하는 즉, 2차 광원으로서의 가능성을 갖는 천정면의 경우 일반형, 내부광선반이 설치된 일반형, 이중분할형, 내부광선반이 설치된 이중분할형의 순서로 빛의 유입을 적극적으로 하기 위한 채광방식일 수록 실내의 휘도값이 증가[4]하였으며, 이와 더불어 색온도의 증가를 나타내고 있었다. 즉 저투과체에서는 채광량을 증가시킬 수 있는 채광방식을 적용함으로써 빛에 의한 실내공간의 이미지가 활기찬 분위기로 연출될 것으로 기대된다.

#### 3.2.2 로이유리

표 4와 같이 로이유리가 적용된 실내공간의 색도는 백색광의 범위에 속하였으며 U'는 0.2284에서 0.2306, V'는 0.49에서 0.4929의 범위를 나타냈다. 실내공간의 측정표면에 따른 색온도값은 그림 5(b)와 같다. 실내 각 표면에서의 색온도는 일반형과 이중분할형일 경우 3,900[K], 광선반 설치시 4,100[K] 정도의 색온도를 나타냈다. 로이유리의 경우 파스텔유리에 비해 높은 색온도를 갖는데 이는 실내로 빛을 유입할 수 있는 매개체인 로이유리가 전체적으로는 58[%] 정도 투과율을 가지고 있으나 다른 파장계열보다 그린계열의 파장을 70[%] 정도 투과하고 있어 이에 대한 영향으로 사료된다.

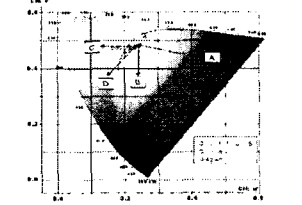
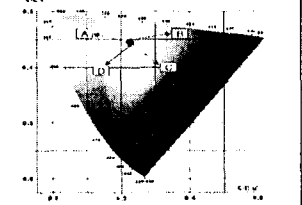
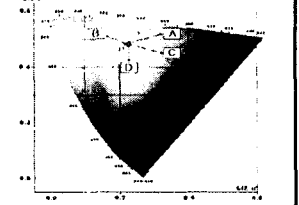
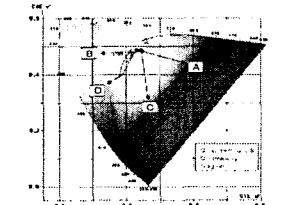
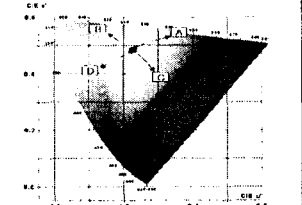
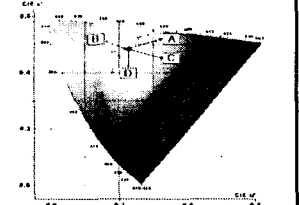
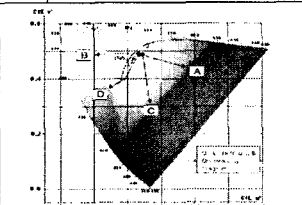
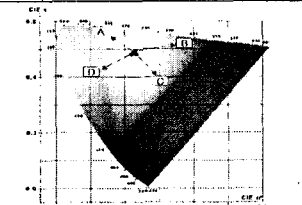
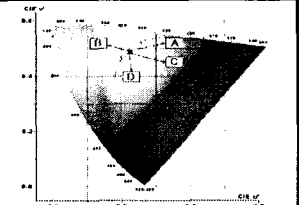
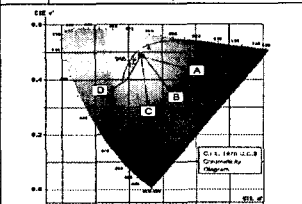
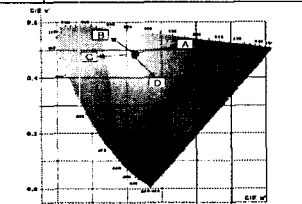
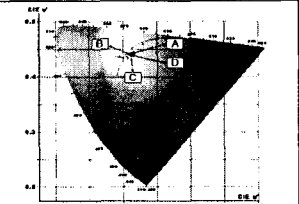
천정면의 경우 광선반을 설치한 일반 내부광선반형과 이중분할 내부광선반형은 광선반으로 인한 반사광의 영향으로 색온도가 다른 채광방식에 비해 5[%] 정도 증가하고 있음을 알 수 있다. 또한 측정시간대의 영향으로 좌측벽면에 많은 빛이 투입되면서 천정면과 유사하게 나타나고 있었다.

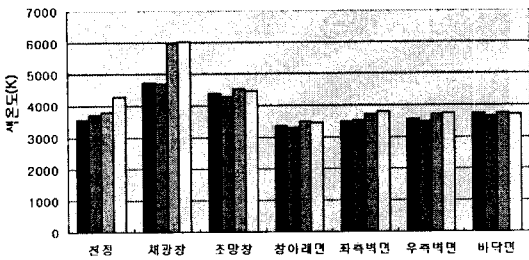
투과체에 적용된 채광방식이 사무소공간의 색도 및 색온도분포에 미치는 영향 분석

표 4. 투과체와 채광방식에 따른 색도분포

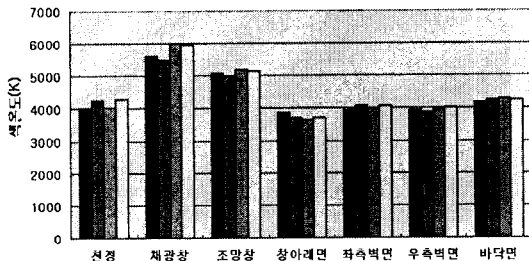
Table 4. Chromaticity distribution by daylighting type and glazing systems

(법례 : A-일반형, B-일반 내부광선반형, C-이중분할형, D-이중분할 내부광선반형)

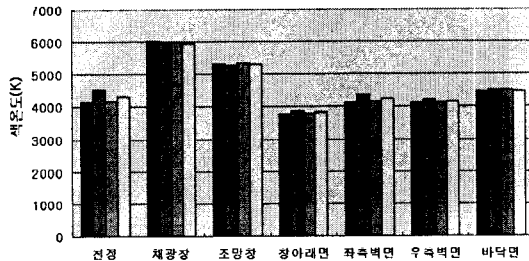
유리종류 채광방식	파스텔유리	로이유리	색유리
천정면			
	A U':0.2429, V':0.4848	A U':0.2286, V':0.4925	A U':0.2270, V':0.4892
	B U':0.2406, V':0.4833	B U':0.2245, V':0.4898	B U':0.2209, V':0.4853
	C U':0.2378, V':0.4828	C U':0.2305, V':0.4879	C U':0.2277, V':0.4867
	D U':0.2307, V':0.4768	D U':0.2280, V':0.4810	D U':0.2274, V':0.4807
좌측벽면			
	A U':0.2447, V':0.4854	A U':0.2306, V':0.4926	A U':0.2286, V':0.4884
	B U':0.2449, V':0.4837	B U':0.2275, V':0.4917	B U':0.2232, V':0.4877
	C U':0.2388, V':0.4876	C U':0.2301, V':0.4910	C U':0.2284, V':0.4863
	D U':0.2385, V':0.4829	D U':0.2281, V':0.4908	D U':0.2273, V':0.4843
우측벽면			
	A U':0.2421, V':0.4871	A U':0.2296, V':0.4938	A U':0.2272, V':0.4914
	B U':0.2453, V':0.4854	B U':0.2309, V':0.4954	B U':0.2247, V':0.4916
	C U':0.2389, V':0.4864	C U':0.2309, V':0.4918	C U':0.2275, V':0.4898
	D U':0.2396, V':0.4839	D U':0.2288, V':0.4920	D U':0.2272, V':0.4897
바닥면			
	A U':0.2400, V':0.4825	A U':0.2251, V':0.4871	A U':0.2233, V':0.4835
	B U':0.2424, V':0.4820	B U':0.2249, V':0.4882	B U':0.2221, V':0.4838
	C U':0.2395, V':0.4831	C U':0.2249, V':0.4868	C U':0.2225, V':0.4833
	D U':0.2403, V':0.4833	D U':0.2248, V':0.4883	D U':0.2226, V':0.4841



(a) 채광방식에 따른 파스텔유리의 색온도분포



(b) 채광방식에 따른 로이유리의 색온도분포



(c) 채광방식에 따른 색유리의 색온도분포

(범례 : ■ 일반형 ■ 일반 내부광선반형  
 ▨ 이중분할형 ▨ 이중분할내부광선반형)

그림 5. 채광시스템의 변화에 따른 투과체별 색온도분포  
 Fig. 5. Color temperature of glazing by daylighting systems

### 3.2.3 색유리

표 4와 같이 색유리가 적용된 경우 실내표면의 색도는 U'가 0.2243에서 0.2279, V'가 0.4880에서 0.4896의 범위를 가지고 있어, 이는 백색광의 범위에 속하는 것으로 나타났다. 투과체를 통한 실내 색온도는 그림 5 (c)와 같고 일반형과 이중분할형의 경우 4,100[K]정도의 값을 나타냈으며, 광선반설치시 4,500 [K]정도로 증가되는 것을 알 수 있다. 천정면과 좌측 벽면의 경우 일반형과 이중분할형에 비해 일반 내부 광선반형과 이중분할 내부광선반형이 10[%]정도 색

온도값이 증가하는 것으로 나타났다.

로이유리에 비해 색유리의 전체적인 투과율이 크며, 많은 부분 그린계열의 파장영역을 80[%]정도 투과하고 있어 이에 대한 영향으로 사료된다. 이는 사무실에서 일반적으로 사용하고 있는 형광등의 색온도와 유사한 것으로 실내공간을 활기와 긴장감이 있는 분위기를 형성할 수 있을 것으로 기대된다.

전체적으로 동일한 채광방식에서는 투과체 각각의 파장대별로 투과하는 광학적 특성이 달라 이에 대한 영향으로 색도에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 투과율이 높고 그린계열의 파장영역을 많이 투과할수록 주광이 갖는 색도값에 가까워지는 것으로 나타났다.

## 4. 결 론

사무소공간을 대상으로 빛의 유입을 적극적으로 유도할 수 있도록 이중분할형과 내부광선반형의 채광방식을 설계하여 투과체에 적용할 경우 실내환경의 분위기에 영향을 주는 색도 및 색온도에 미치는 영향에 대하여 축소모형을 이용하여 측정 및 평가한 결과는 다음과 같이 도출되었다.

- 1) 투과체에 채광방식이 적용된 실내표면의 색도 분포는 백색광의 범위에 속하는 것으로 나타났으며, 채광방식은 색도에 영향을 크게 미치지 않는 것으로 나타났다.
- 2) 실내공간의 색도와 색온도는 투과체가 갖는 파장대별 투과특성에 영향을 받는 것으로 나타났으며, 빛의 유입을 증가시키는 내부 광선반형은 5~20[%]정도의 색온도를 증가시키는 것으로 나타났다.
- 3) 실내 천정면의 경우 내부광선반의 반사광이 유입되는 표면으로 실내공간의 색온도에 큰 영향을 주는 것으로 나타나 2차광원으로서의 역할을 갖는 것으로 나타났다.
- 4) 특히 저 투과체에 적용된 채광유입이 많은 이중분할형과 내부광선반형의 경우 색온도의 증가로 인하여 활기와 긴장감이 있는 실내 분위기를 연출할 수 있을 것으로 사료된다.



## 투과체에 적용된 채광방식이 사무소공간의 색도 및 색온도분포에 미치는 영향 분석

본 연구는 투과체와 채광방식에 의한 사무소 공간의 분위기에 미치는 영향을 물리량으로 측정 및 평가 하였으나, 향후 이에 대한 질적 평가가 수행되어 주광디자인 시 통합된 자료로 제시되어야 할 것이다.

이 논문은 경희대학교 산학협력기술연구원 연구박사 연구비 및 2006년도 2단계 두뇌한국(BK)21 사업에 의하여 지원되었음.

### References

- [1] Daylight buildings, IEA SHC Task21, 1998.
- [2] 정인영, 김곤, 김정태, “자연채광요소로서의 유리구성에 따른 첨단 유리 건축물의 적용사례분석”, 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집 제22권 제1호, 2002.4.
- [3] 정인영, “복합투과방식을 적용한 실내환경의 채광성능평가”, 경희대학교박사학위논문, 2005.2.
- [4] 신화영, 정인영, 김정태, “창호시스템과 유리투과체 유형이 실내 빛 환경에 미치는 영향 분석”, 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회논문집, 2006.5.
- [5] Anca D.Galasiu, Jennifer A.Veitch, “Occupant preferences and satisfaction with the luminous environment and control systems in daylight offices”, Energy and Buildings, 2006.3.
- [6] Banu Manav, “An experimental study on the appraisal of the visual environment at offices in relation to color temperature and illuminance”, Building and Environment, 2005.3.

### ◆ 저자소개 ◆

#### 정인영 (鄭仁泳)

1973년 10월 14일생. 1997년 경희대학교 건축공학과 졸업. 1999년 경희대학교 졸업(석사). 2005년 경희대학교 졸업(박사). 현재 경희대학교 학술연구교수.

#### 김정태 (金正泰)

1953년 1월 18일생. 1977년 연세대학교 건축공학과 졸업. 1979년 연세대학교 석사. 1985년 연세대학교 박사. 현재 경희대학교 건축공학과 교수 겸 채광조명시스템 연구센터(과학기술부 국가지정연구실) 소장.

Tel : (031)201-2539

E-mail: jtkim@khu.ac.kr