

# 수직형 LED 조명의 색상 및 점멸에 따른 눈부심 주관평가

(Subjective Evaluation of Glare for Blinking and Colors of Vertical LED Lighting)

정현지\* · 김인태 · 최안섭\*\*

(Hyun-Ji Jung · In-Tae Kim · An-Seop Choi)

## Abstract

Currently, in South Korea, 'Light Pollution Prevention Act by Artificial Lighting' has been enforced. For advertising lighting, it is limited based on only the light-emitting luminance. Luminance is a concept related to the glare. Not only the luminance of the light source, but also glare is affected depending on some situations like blinking, luminance contrast, background illuminance. This study conducted glare subjective evaluation with brightness, color, and blinking by looking at the LED lighting box. The results showed that the glare indexes were higher about 2 times in a decrease of background illuminance from 100lx to 0lx. The glare index of R, G, B light was higher than that of white light. The average glare index of the blue light was higher about 8 times compared to 2,700K. And the blink rate had little effect on the glare, but it affected the irritation. Therefore, the glare effect of light color and blinking needs to be considered for the standard of luminous environment.

Key Words : Glare, LED Lighting, Light Color, Blinking, Subjective Evaluation

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 개요

현재 일부 과도한 조명으로 눈부심, 생태계교란, 생체리듬 변화 등의 많은 문제를 야기하는 빛공해가 심각하다. 대한민국에서는 빛공해를 방지하기 위해 인

공조명에 의한 빛공해 방지법이 시행되었고 조명환경 관리구역에 대해 빛방사허용기준을 적용해 빛 환경을 관리하고 있다. 빛방사허용기준에 따르면 공간조명은 창면에 입사되는 조도량을 기준으로 하여 제한되고 있으며 장식·광고조명은 발광휘도를 기준으로 제한되고 있다[1-3]. 조도의 경우 빛의 양의 의미를 가지고 있고 휘도의 경우 빛의 세기의 개념으로 눈부심과 관련된다.

눈부심은 광원의 휘도자체도 중요하지만 관측자의 주변 배경밝기, 대상간의 휘도대비 또한 큰 영향을 미친다. 광원의 색상과 점멸여부 또한 눈부심에 영향을 주는 요소이다. 하지만 현재 빛방사허용기준에서는 대비나 색상, 점멸에 대한 영향을 고려하지

\* Main author : The master's course, Department of Architectural Engineering, Sejong University  
\*\* Corresponding author : Professor, Department of Architectural Engineering, Sejong University  
Tel : 02-3408-3761, Fax : 02-3408-4331  
E-mail : aschoi@sejong.ac.kr  
Received : October 10, 2014  
Accepted : November 19, 2014

않고 광원의 휘도만으로 기준을 정하고 있어 빔방사 허용기준에 나와 있는 휘도 값을 만족하여도 눈부심을 느낄 수도 있다. 따라서 본 연구에서는 눈부심에 영향을 주는 대비와 색상, 점멸과 같은 요소에 대한 눈부심 주관평가를 수행하여 사람들이 느끼는 눈부심 차이가 얼마나 다른지를 분석하였다. 본 연구의 결과는 추후 빔방사허용기준이 개선되거나 기타 조명관련 기준을 정립 할 경우 기초자료로 활용되고자 한다.

## 1.2 선행연구

광원 및 주변환경 요소에 따른 눈부심 평가 선행연구는 다음과 같다. 신주영 외 2인(2009)은 불균일한 광원의 휘도차가 불쾌글레어에 미치는 영향을 검토하기 위해서 천공창을 가정해 휘도에 따른 눈부심 평가를 진행하였다. 광원의 평균휘도가 증가할수록 불쾌글레어 값이 증가하는 결론을 도출하였다. 이진숙 외 2인(2011)은 LED 조명이 설치된 실내의 작업환경을 평가하기에 적합한 불쾌글레어 평가 예측지표를 개발하기 위해 LED 조명기구의 면적, 색온도, 광원휘도에 따른 눈부심 평가를 진행하였다. 그 결과 광원의 휘도, 면적이 증가할 때 불쾌글레어가 증가했고, 배경휘도가 낮을수록 불쾌글레어가 증가하였다. 김원우 외 1인(2010)은 조명기구의 크기와 배경조도가 불쾌글레어에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험을 하였으며, 그 결과는 배경휘도가 높을수록 불쾌글레어 지수가 낮게 나타남을 분석하였다.

본 연구와 비슷한 연구들이 현재 많이 진행되었지만 주로 실내조명에 대한 눈부심 평가 연구였고, 천공창이나 천정조명을 가정하고 이루어진 실험이었다. 따라서 본 연구에서는 야간 장식·광고조명 환경을 연출하기 위해 광원을 직접 응시하며 수직조명에 대하여 실험하였다.

## 2. 연구방법

본 연구에서는 표 1과 같이 크게 3개의 파트로 나뉜다. TEST 1을 통해 배경밝기와 광원휘도의 대비에

따른 눈부심 주관평가를 수행하였다. TEST 2는 동일한 휘도에서의 조명기구 색에 따른 눈부심 주관평가를, TEST 3은 TEST 2에서 각각 색상의 눈부심 차이를 정확한 수치로 나타내고자 진행하였다. 마지막으로 TEST 4에선 점멸하는 조명에 대한 눈부심과 거슬림 주관평가를 시행하였다[4-5].

표 1. 연구개요

Table 1. The experiments of this study

실험요소	실험명	내용
대비	TEST 1	배경밝기와 광원휘도의 대비를 통한 눈부심 주관평가
색상	TEST 2	같은 휘도에서 색상에 따른 눈부심 주관평가
	TEST 3	TEST 2에서 각각 색상의 눈부심 차이를 정확한 수치로 나타내고자 진행한 실험
점멸	TEST 4	점멸하는 광원에 대한 눈부심과 거슬림 주관평가

## 2.1 대비에 따른 눈부심 주관평가

### 2.1.1 실험개요

본 실험은 외부로부터 빛이 들어오지 않는 S대학교 강의실에서 총 10명을 대상으로 수행 되었으며, 공간에 설치된 조광제어가 가능한 LED 평판조명기구를 통해 배경밝기를 조절하였으며, 실험에 사용된 조명기구는 Red(R), Green(G), Blue(B), 2,700K, 6,000K 소자로 구성된 LED 조명박스이다. LED 조명박스는 피험자와 실험광원의 거리는 1.5m이며, 실험하기 위한 휘도와 조도의 측정은 피험자의 시선 위치에서 이루어졌다. 실험장비에 관한 개요는 아래 표 2와 같다.

본 실험의 피험자는 20대 남성과 여성으로 구성하였고 색맹과 색약 여부는 10명 모두 정상이었으며, 정확성을 위해 1명씩 실험하였다. 먼저 피험자들을 지정된 자리에 앉게 하고 실험에 대한 내용과, 조명을 처음 봤을 때의 눈부심의 느낌으로 설문지를 작성하도록 충

수직형 LED 조명의 색상 및 점멸에 따른 눈부심 주관평가

분히 설명하였다. 이때 실험환경, 색상 별 눈부심의 느낌, 주변 밝기변화, 실험 순서 등 실험에 영향을 미칠만한 설명은 제외하였다. 모든 실험의 변화 순서는 무작위이며 눈부심 평가의 척도가 되는 평가지표는 표 3과 같이 UGR지표를 토대로 생체적, 심리적 특성을 고려하여 5가지 카테고리로 구성하여 점수화하였다.

표 2. 실험 장비  
Table 2. The measurement tools

실험 램프	- S사, 2,700K LED , 36EA - S사, 6,000K LED , 36EA - S사, RGB LED , 36EA		
			
LED 평판조명기구 (배경조도)	LED 조명박스 (실험조명기구)	LED 소자	

표 3. 눈부심 카테고리  
Table 3. The categories of glare

눈부심 카테고리	점수
눈부심을 느끼지 못함	1
눈부심을 간신히 느낌	2
눈이 부시나 참을 만 함	3
눈이 부시나 잠깐은 볼 수 있음	4
한순간도 보기 싫음	5

2.1.2 실험방법

배경밝기와 광원휘도의 대비를 통한 눈부심 주관평가(TEST 1)는 실험공간의 배경조도를 0lx에서 100lx까지 20lx씩 증가시켜 6단계로 조절하였다. 실험평가 대상인 LED 조명박스는 표 4와 같이 색온도는 6,500K으로 선정하고 휘도는 500cd/m<sup>2</sup>, 1,000cd/m<sup>2</sup>로 설정하여 각각 총 12회에 걸친 눈부심 평가와, 잔상유지시간 측정이 진행되었다. 실험에 사용된 휘도 값은 광고조명의 빛방사허용기준에 따라 제 3종 조명환경관리구역의 해진 후 60분부터 24 : 00시까지의 발광표면휘도 평균값인 1,000cd/m<sup>2</sup>와 그 절반인 500cd/m<sup>2</sup>를 선정한 것이다. 실험실 조도를 0lx으로

고정시키고, 배경밝기에 대해 순응된 상태에서 실험을 진행시키기 위해 순응을 1분 간 실시하였다. LED 조명박스를 점등하고 실험대상자들이 LED 조명박스를 5초간 지속적으로 바라보게 한 후 다시 LED 조명박스를 끄고 설문지를 바라보게 하였다. 설문지를 바라보게 하고 눈을 깜박였을 때 잔상이 사라지는 시간을 측정 한 후 눈부심에 대한 지표 및 잔상시간을 기록하게 하였다. 점등시간은 야간에 길을 걷다가 광고 및 장식조명을 바라볼 때 그 정보를 인식하는 시간을 대략 5초로 가정한 것이다. 다음으로 배경밝기를 변화시키면서 순응과 점등의 과정을 거친 후 눈부심, 잔상에 관한 측정을 반복했다. 그림 1은 주관평가를 하

표 4. TEST 1의 실험조건  
Table 4. The experimental conditions of TEST 1

TEST No.	휘도(cd/m <sup>2</sup> )	배경조도(lx)
TEST1-01	500	0
TEST1-02		20
TEST1-03		40
TEST1-04		60
TEST1-05		80
TEST1-06		100
TEST1-07	1,000	0
TEST1-08		20
TEST1-09		40
TEST1-10		60
TEST1-11		80
TEST1-12		100



그림 1. TEST 1의 주관평가 모습  
Fig. 1. The scene of evaluation (TEST 1)

는 장면을 나타낸다.

2.1.3 실험결과

TEST 1은 배경밝기와 광원휘도의 대비를 통한 눈부심 주관평가를 실시하였다. 그림 2는 고정된 휘도에서 배경조도에 따른 잔상유지시간을 그래프로 나타낸 것이다. 500cd/m<sup>2</sup>에서 평균 잔상유지시간은 1.2초이고 1,000cd/m<sup>2</sup>에서의 평균 잔상유지시간은 1.7초로 500cd/m<sup>2</sup>보다 더 높은 휘도인 1,000cd/m<sup>2</sup>에서의 잔상유지시간이 평균적으로 더 높은 것으로 나타났다. LED 조명박스의 휘도가 높고 배경조도가 낮을수록 잔상이 오래남고, 낮은 배경조도에서의 밝기가 변화함에 따라 잔상유지시간의 변화가 실험결과와 비슷한 추세를 보이는 것을 알 수 있었다. 반면 배경조도 0lx에서 휘도 500cd/m<sup>2</sup>와 1,000cd/m<sup>2</sup>의 잔상유지시간은 2.5초로 같고, 배경조도 1,000lx에서 휘도 500cd/m<sup>2</sup>의 잔상유지시간은 0.5초이고 휘도 1,000cd/m<sup>2</sup>의 잔상유지시간은 0.75초로 비슷했다. 하지만 중간대의 배경조도에서 두 휘도의 잔상유지시간의 차이가 최대 1초에서 최소 0.6초로 확연하게 차이나는 것을 볼 때, 매우 밝거나 매우 어두운 배경조도에서는 광원의 휘도가 다르더라도 잔상이 비슷한 시간동안 남는 것을 알 수 있었다.

표 5는 TEST 1에 대한 눈부심 주관평가 결과이

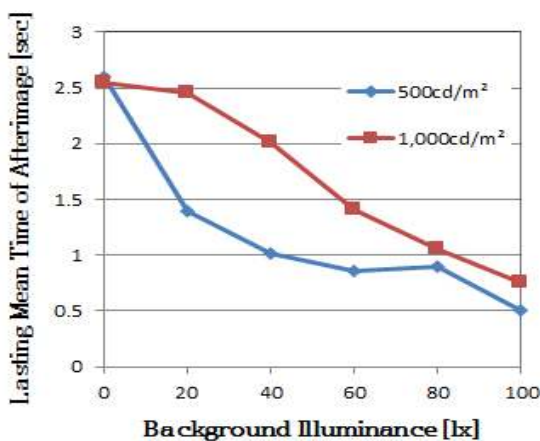


그림 2. 배경조도에 따른 평균 잔상유지시간  
Fig. 2. The lasting mean time of afterimage by background illumination change

다. 배경조도가 높아짐에 따라 다수가 선택한 눈부심 지수 값(음영)이 지수가 낮은 왼쪽으로 이동하고, 평균 눈부심 지수가 감소하는 추세를 보이고 있는데 이는 눈부심이 감소하는 것을 뜻한다. 또한 500cd/m<sup>2</sup>의 휘도보다 더 높은 1,000cd/m<sup>2</sup>에서 평균 눈부심 지수가 더 큰 것을 확인할 수 있었다. 배경조도가 높아짐에 따라 평균 눈부심 지수가 감소되었다. LED 조명박스가 1,000cd/m<sup>2</sup>고 배경조도가 0lx에서 100lx로 증가할 때 평균 눈부심 지수가 3.9에서 2.1까지 거의 절반으로 감소하였고, 500cd/m<sup>2</sup> 역시 2.8에서 1.6으로 1,000cd/m<sup>2</sup> 절반에 가까운 감소량을 보였다. 결과값을 보면 LED 조명박스의 휘도가 1,000cd/m<sup>2</sup>고 배경조도가 60lx일 때의 평균 눈부심 지수와 LED 조명박스의 휘도가 500cd/m<sup>2</sup>고 배경조도가 0lx일 때의 평균 눈부심 지수가 동일하다. 또 LED 조명박스의 휘도가 1,000cd/m<sup>2</sup>고 배경조도가

표 5. 500cd/m<sup>2</sup> 과 1,000cd/m<sup>2</sup>에서 배경조도변화에 따른 평균 눈부심 지수  
Table 5. The glare index by background illumination change of 500cd/m<sup>2</sup> & 1,000cd/m<sup>2</sup>

배경조도 변화 (lx)	눈부심 지수 값					평균 눈부심 지수	
	1	2	3	4	5		
	응답자 수 (총 10명 중)						
500 cd/m <sup>2</sup>	0	2	1	5	1	1	2.8
	20	2	4	3	1		2.3
	40	4	3	3			1.9
	60	2	6	2			2.0
	80	5	4	1			1.6
	100	5	4	1			1.6
1,000 cd/m <sup>2</sup>	0		1	2	4	3	3.9
	20		2	3	5		3.3
	40	1		8	1		2.9
	60		2	8			2.8
	80		5	5			2.5
	100	1	7	2			2.1

\*음영은 다수가 선택한 눈부심 지수임.

100lx일 때의 평균 눈부심 지수와 LED 조명박스의 휘도가 500cd/m<sup>2</sup>고 배경조도가 60lx일 때의 평균 눈부심 지수가 동일하다는 것을 개략적으로 알 수 있었다. 따라서 인공조명의 휘도가 50%로 감소할 때, 배경조도가 40~60%로 감소하면 같은 눈부심을 갖는 것을 도출할 수 있었다.

## 2.2 색상에 따른 눈부심 주관평가

### 2.2.1 실험개요 및 방법

실험실, 실험장비 등의 모든 내용은 2.1.1과 동일하다. 같은 휘도에서 색상변화를 통한 눈부심 주관평가( TEST 2)는 1개의 조명기구로 실험하였으며 휘도를 40cd/m<sup>2</sup>로 고정시키고 5가지 색상(R, G, B, 2,700K, 6,000K)에 대한 눈부심을 실험하였다. 각 실험간 조명 환경에 대한 영향을 최소화하기 위해 암순응을 실시하였다. 암순응은 1분30초 동안 이루어졌으며, 10초 동안 LED 조명박스를 바라보게 한 후 설문지를 작성하도록 실험을 진행하였다. 피험자들은 색상 순서를 모르는 상태에서 설문지를 작성하였다. 또한 5가지 색상에 대한 실험이 끝난 후 색상 중에서 눈부심이 높은 순서대로 작성하게 하였다.

TEST 2에서 나타난 각각 색상의 눈부심 차이를 정확한 수치로 나타내고자 진행한 실험( TEST 3)은 6,000K 색상의 휘도값으로 비교하기 위해 6,000K의 색온도에서 40cd/m<sup>2</sup>, 100cd/m<sup>2</sup>, 160cd/m<sup>2</sup>, 220cd/m<sup>2</sup>, 280cd/m<sup>2</sup>, 340cd/m<sup>2</sup>로 휘도값을 변화하며 휘도별 눈부심 주관평가를 진행하였다. TEST 2의 눈부심 차이를 나타내기 위한 실험이기 때문에 TEST 2의 휘도값인 40cd/m<sup>2</sup>을 초기값으로 선택하였고, 프로그램에서 디밍을 10단계씩 올리며 측정된 결과에 따라 60cd/m<sup>2</sup>씩 올리며 실험하였다. 1개의 조명기구로 실험하였으며 6,000K은 실제 광고물에 주로 사용되는 색온도이므로 기준 색상으로 고정하였다. TEST 3도 TEST 2와 마찬가지로 각 실험 간의 조명환경에 대한 영향을 최소화하기 위해 암순응을 실시하였으며, 암순응은 1분 30초간 실시하였고 LED 조명기구를 10초 동안 바라본 후 설문지 작성을 진행하였다. TEST 2와 TEST 3의 실험 조건은 표 6에 나타내었다.

표 6. TEST 2와 TEST 3의 실험조건  
Table 6. The experimental conditions of TEST 2 & TEST 3

TEST No.	휘도cd/m <sup>2</sup>	색상
TEST2-01	40	R
TEST2-02		G
TEST2-03		B
TEST2-04		2,700K
TEST2-05		6,000K
TEST3-01	40	6,000K
TEST3-02	100	
TEST3-03	160	
TEST3-04	220	
TEST3-05	280	
TEST3-06	340	

### 2.2.2 실험결과

TEST 2에서는 휘도가 동일한 LED 조명의 색상에 따른 눈부심에 대한 주관평가를 실시하였다. 표 7은 TEST 2의 결과 값이다. 각 색상의 평균 눈부심 지수는 R의 경우 2.6이고 G는 2.8, B는 4.1, 2,700K는 1.6, 6,000K는 2.7의 값이 나왔다. 최대의 눈부심은 B이고 지수 평균값은 4.1이며, 최소 눈부심은 2,700K이고 지수 평균값은 1.6으로 약 61%의 눈부심 차이를 보였다. 그 결과 B는 다른 색상들 보다 현저히 눈부심이 높다고 평가 되었고 G, 6,000K, R 경우에는 서로 비슷한 눈부심을 보였으며, 2,700K는 눈부심에 대해서 거의 느끼지 못하였다. B > G > 6,000K > R > 2,700K 순으로 같은 휘도에서도 다른 눈부심을 느꼈다.

표 8은 TEST 3의 결과 값을 나타낸 것이다. 색온도 6,000K의 각 휘도에 따른 평균 눈부심 지수는 40cd/m<sup>2</sup>에서 2, 100cd/m<sup>2</sup>에서 2.8, 160cd/m<sup>2</sup>에서 2.9, 220cd/m<sup>2</sup>에서 3.7, 280cd/m<sup>2</sup>에서 4, 340cd/m<sup>2</sup>는 4.3으로 나타났다. 최대 평균 눈부심 지수는 휘도가 340cd/m<sup>2</sup>일 때 4.3이고 최소 평균 눈부심 지수는 휘도가 40cd/m<sup>2</sup>일 때 2로 54%의 차이를 보였다. 다음 표 9와 같이 TEST 3의 결과를 토대로 TEST 2의 각 색

표 7. TEST 2의 결과  
Table 7. The results of TEST 2

40cd/m <sup>2</sup>	눈부심 지수 값					평균 눈부심 지수
	1	2	3	4	5	
색상 변화	각 지표를 선택한 대상 수 (총 10명 중)					
R	1	3	5	1		2.6
G		3	6	1		2.8
B		1	1	4	4	4.1
2,700K	6	2	2			1.6
6,000K	1	2	6	1		2.7

\*음영은 다수가 선택한 눈부심 지수임.

표 8. TEST 3의 결과  
Table 8. The results of TEST 3

6,000K	눈부심 지수 값					평균 눈부심 지수
	1	2	3	4	5	
휘도 변화 (cd/m <sup>2</sup> )	응답자 수 (총 10명 중)					
40	3	4	3			2
100		2	8			2.8
160		1	5	3		2.9
220		1	1	8		3.7
280		1	1	5	3	4
340			2	3	5	4.3

\*음영은 다수가 선택한 눈부심 지수임.

표 9. 색상과 6,000K의 휘도 비교  
Table 9. The comparison of luminance of colors  
and luminance of 6,000K

색상	평균 눈부심 지수	TEST 2의 휘도값	6,000K의 휘도값
R	2.6	40cd/m <sup>2</sup>	85cd/m <sup>2</sup>
G	2.8	40cd/m <sup>2</sup>	100cd/m <sup>2</sup>
B	4.1	40cd/m <sup>2</sup>	300cd/m <sup>2</sup>

상별 휘도를 비교한 결과, 휘도값 40cd/m<sup>2</sup>에서 B의 눈부심 정도는 6,000K 색상에서 310cd/m<sup>2</sup>일 때 같은 눈부심이라고 인식했고 G는 110cd/m<sup>2</sup>, R은 92.5cd/m<sup>2</sup>

일 때 같은 눈부심이라고 인식하였다. 즉 B의 경우 6,000K에 비해 약 8배정도 더 눈부심을 느꼈고 R은 약 2배, G는 3배 더 6,000K에 비해 눈부심을 느끼는 것으로 분석되었다. 따라서 같은 휘도값이더라도 색상에 따라 사람이 느끼는 눈부심의 차이는 매우 크다.

## 2.3 점멸에 따른 눈부심 주관평가

### 2.3.1 실험개요 및 방법

실험실, 실험장비 등의 모든 내용은 2.1.1과 동일하다. 거슬림 평가 지표는 표 10과 같이 5가지 카테고리로 구성하여 점수화하였다.

표 10. 거슬림 카테고리  
Table 10. The categories of irritation

거슬림 카테고리	점수
전혀 거슬리지 않는다	1
거슬림을 겨우 느낀다	2
거슬리지만 참을만하다	3
매우 거슬린다	4
매우 거슬려 참을 수 없다	5

TEST 4는 점멸하는 조명이 보행자에게 얼마나 거슬리는지를 알아보기 위해 광고조명이 양쪽으로 설치된 거리를 야간에 정면을 바라보고 걸어가는 상황을 가정하고 LED 조명박스가 시야에 들어오도록 설치하였다. TEST 4는 표 11과 같이 5가지 색상(R, G, B, 2,700K, 6,000K)에 대해 실험하였으며 이때 LED 조명박스의 휘도는 40cd/m<sup>2</sup>로 고정하였고 2,700K, 6,000K의 색상에서는 400cd/m<sup>2</sup>와 800cd/m<sup>2</sup>의 휘도에서 한번 더 실험하였다. 이때의 배경밝기는 15lx로 고정하였다. LED 조명박스의 점멸속도는 표 12와 같이 1/3초, 2/3초, 1초 간격으로 on/off를 반복하여 점멸하도록 하였다. 배경밝기에 대해 순응된 상태에서 실험하기 위해 1분 간 순응하였고 LED 조명박스를 점멸시키고 15초간 실험한 후 눈부심과 거슬림의 정도에 대한 지표를 기록하게 하였다. 그림 3은 주관평가를 하는 장면을 나타낸다.

표 11. TEST 4의 실험 조건  
Table 11. The experimental conditions of TEST 4

TEST No.	휘도 $cd/m^2$	색상
TEST4-01	40	R
TEST4-02		G
TEST4-03		B
TEST4-04		2,700K
TEST4-05	400	6,000K
TEST4-06		2,700K
TEST4-07		6,000K
TEST4-08	800	2,700K
TEST4-09		6,000K

표 12. TEST 4의 점멸속도  
Table 12. The experimental conditions of blinking

	on	off
1/3s		1/3 2/3 1 4/3 5/3 2 7/3 8/3 3
2/3s		2/3 4/3 2 8/3 10/3 4 14/3
1s		1 2 3



그림 3. TEST 4의 주관평가 모습  
Fig. 3. The scene of evaluation (TEST 4)

### 2.3.2 실험결과

TEST 4에서는 점멸하는 백색광과 원색광 조명의 점멸속도에 따른 눈부심과 거슬림을 실험하였다. 그

림 4와 그림 5에서 알 수 있듯이 점멸속도가 가장 빠른 1/3초와 가장 느린 1초의 최대 평균 눈부심 지수의 차이는 색온도 2,700K에서 휘도 800 $cd/m^2$ 일 때 0.4이고 최소 평균 눈부심 지수의 차이는 색상 B일 때 0으로 모든 색상에서 점멸속도는 눈부심에 큰 영향을 주지 않았다.

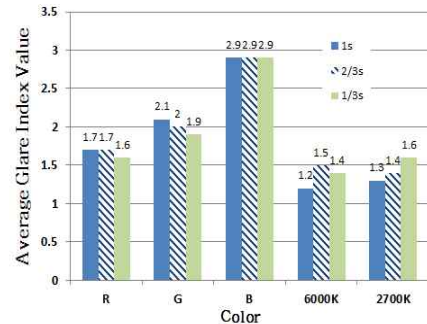


그림 4. TEST 4의 40 $cd/m^2$  일 때 평균 눈부심 지수  
Fig. 4. The glare index mean of TEST 4 by blinking of 40 $cd/m^2$

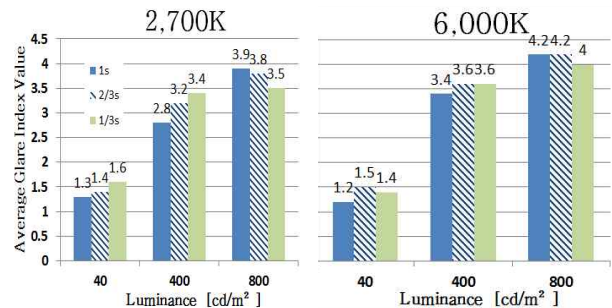


그림 5. TEST 4의 2,700K와 6,000K에서 평균 눈부심 지수  
Fig. 5. The glare index mean of TEST 4 by flicker of 2,700K & 6,000K

그림 6과 그림 7은 TEST 4의 거슬림 주관평가에 대한 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 동일한 휘도 40 $cd/m^2$ 에서 각 색상별로 점멸속도가 빠를 때 거슬림이 증가하는 것을 알 수 있었다.

색온도 6,000K와 2,700K에서는 휘도가 증가할 때 절대적인 거슬림이 증가하였으며, 점멸속도가 증가할 때에 거슬림을 더 크게 느꼈다. 하지만 그림 7의 6,000K와 같이 휘도가 높아졌을 때에는 점멸속도에 크게 상관없이 비슷하게 거슬림을 느꼈다.

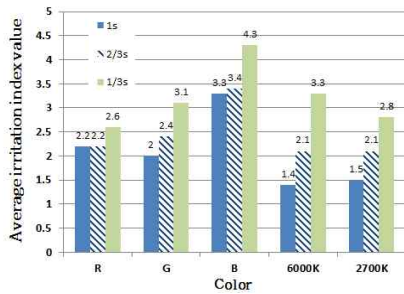


그림 6. TEST 4의 40cd/m<sup>2</sup> 일 때 평균 거슬림 지수  
Fig. 6. The result of TEST 4 by blinking of 40cd/m<sup>2</sup>

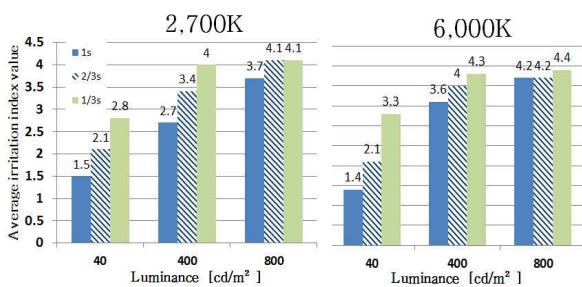


그림 7. TEST 4의 2,700K 와 6,000K에서 평균 거슬림 지수  
Fig. 7. The results of TEST 4 by blinking of 2,700K & 6,000K

### 3. 결 론

TEST 1은 주변밝기의 변화에 따른 눈부심에 대한 주관평가를 시행하였다. 배경밝기가 100lx에서 0lx로 감소할 때 평균 눈부심 지수는 거의 두 배에 가까운 증가량을 보였다. 따라서 인공조명의 휘도가 1,000cd/m<sup>2</sup>에서 500cd/m<sup>2</sup>로 감소하면 같은 눈부심을 갖는 배경밝기는 60lx정도의 차이가 있음을 도출해냈다. 5가지 색상에 대한 눈부심을 주관평가 한 TEST 2에서는 5가지 색상 중 눈부심의 순서는 B > G > 6,000K > R > 2,700K와 같게 나타났고 백색광은 원색광에 비해 낮은 눈부심으로 느꼈다. TEST 2에서의 각 색상에 대한 눈부심 정도와 6,000K의 눈부심 정도의 차이를 비교한 TEST 3의 결과 B는 6,000K색상에서 TEST 2의 휘도 40cd/m<sup>2</sup>와 약 8배 차이가 난다. 또한 G의 경우에는 약 3배, R은 약 2배의 차이를 나타냈다.

TEST 4에서는 점멸속도와 색상에 따른 눈부심과 거슬림에 대한 주관평가를 실시하였다. 분석한 결과 TEST 2의 결과처럼 더 높은 눈부심을 느끼는 색상과 더 높은 휘도에서 눈부심을 느꼈으며 점멸속도는 거의 영향을 미치지 않았다. 거슬림에서는 더 큰 눈부심을 느끼는 색상과 더 높은 휘도에서 더 큰 거슬림을 느꼈고 점멸속도가 빠를수록 더 거슬림을 느꼈으나 고휘도에서는 점멸속도와 크게 상관없이 거슬림을 느꼈다.

본 연구의 결과를 종합적으로 판단해보면 상대적으로 어두운 주거지역에서는 같은 휘도라도 상대적으로 배경밝기가 더 밝은 상업지역에서보다 눈부심을 더 강하게 느낀다는 것을 알 수 있었다. 또 같은 휘도에서도 색상에 따라 크게 8배까지 눈부심 차이가 있었고 점멸속도에 따른 거슬림도 1.5배에서 2배까지 차이가 있었다. 따라서 빛방사허용기준을 개선하거나 기타조명환경 휘도 기준을 적용할 경우 빛의 색깔의 눈부심 영향과 점멸속도와 배경밝기와 광원간의 휘도대비에 대한 영향을 반드시 고려하여야 한다.

#### 감사의 글

이 논문은 2014년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2014005217).

### References

- [1] Light Pollution Prevention Act by Artificial Lighting, Korea Ministry of Government Legislation, 2013.
- [2] Light Pollution Prevention Act by Artificial Lighting Enforcement Rule, The Ministry of Environment, 2013.
- [3] Light Pollution Prevention Act by Artificial Lighting Enforcement Decree, The Ministry of Environment, 2013.
- [4] Y. J. Sim, I. T. Kim, and A. S. Choi, "Subjective Evaluation of Glare for LED Lighting with Background Illuminance", The Society of Living Environment System, Korea, 2013.
- [5] T. K. Ko, I. T. Kim, and A. S. Choi, "Subjective Evaluation of Glare for Different Colors of LED Lighting under the Same Luminance", The Society of Living Environment System, Korea, 2013.
- [6] J. Y. Shin, J. T. Kim, and W. W. Kim, "An Experiment of Discomfort Glare from Non-uniform Glare Source", Journal of the Korea Institute of Illuminating and Electrical



Installation Engineers,, Vol.23, pp 1-9, 2009.

[7] H. Lu, D. Zavagno and Z. Liu, "The glare effect does not give rise to a longer-lasting afterimage", Perception, Vol.35, pp 701-707, 2006.

[8] W. W. Kim, and J. T. Kim, "Effect of Background Luminance on Discomfort Glare in Relation to the Glare Source Size", Indoor and Built Environment February 2010 vol. 19 no. 1 175-183, 2010.

[9] J. S. Lee, B. S. Kim, and W. T. Han, "The Evaluation on Discomfort Glare according to the Area, Color Temperature and Luminance of LED Luminaires", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 27, no. 8, p.271, 2011.

[10] S. R. Park, J. T. Kim, W. W. Kim, "A Development of an Instrument for Measuring Glare Sensation in the Visual Field" Journal of the Korea Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers,, Vol.23, pp 9-17, 2009.

[11] W. D. Kim "A study to evaluate discomfort glare and forecast apparent brightness based on the characteristics of light sources", Dissertation, 2009.

◇ 저자소개 ◇



**정현지**(丁炫智)

1991년 8월 1일생. 2014년 세종대 건축공학과 졸업. 현재 세종대 건축공학과 석사과정.



**김인태**(金仁泰)

1985년 7월 27일생. 2010년 세종대 건축공학과 졸업. 2012년 세종대 건축공학과 건축환경설비전공 졸업(석사). 현재 세종대 건축공학과 박사과정.



**최안섭**(崔安燮)

1967년 10월 4일생. 1991년 한양대 건축공학과 졸업. 1993년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(석사). 1997년 The Pennsylvania State University 건축공학 건축조명시스템 전공 졸업(박사). 현재 세종대 건축학과 교수. 본 학회 이사.