

LED광원과 형광광원의 상관색온도가 시작업 성능에 미치는 영향

(Effects of Correlated Color Temperature of LED Light Sources and a Fluorescent Light Source on Visual Performance)

백승헌 · 정인영 · 신화영 · 김정태*

(Seung-Heon Baik · In-Young Jeong · Hwa-Young Shin · Jeong-Tai Kim)

요 약

최근, 에너지 절감 및 환경보전의 한 방법으로서 LED광원을 이용한 고효율 조명기기의 요구가 증가하고 있다. 그러나 LED광원을 이용한 조명기기는 실내공간의 용도 및 사용자에 대한 고려를 배제한 채, 색상 및 패턴이 결정되어 시각적 불편감을 초래하고 있다. 이에 본 연구는 LED광원을 이용한 국부조명의 CCT의 변화가 작업자의 시작업 성능에 미치는 영향을 분석하여 실내공간의 용도 및 사용자를 고려한 조명 설계에 기초자료를 제시하고자 한다. 본 연구를 위해 2 종류의 LED광원과 1종류의 형광광원을 선정하였으며, 대학생 30명을 대상으로 오류수정작업과 읽기작업에 대한 정확도 및 소요시간을 평가하였다. 시작업 성능평가 결과, LED광원에서 오류수정 작업의 정확도는 형광광원에 비해 최대 2.5[%]가 증가되었으며, 소요시간은 최대 17.1[%]가 감소되었다. 또한 읽기작업 결과 소요시간은 LED광원에서 20.6[%]가 감소하였다.

Abstract

Recently, from an environmental conservative point of view, the need of high-efficiency lighting system, using LED(Light Emitting Diode) light sources have been increased. However, applied LED light sources without regard to its color and pattern provide visual discomfort to occupant. The objective of this study is not only to evaluate the performance of task work under different correlated color temperature condition, but also furnish the preliminary data as concerning its purpose and user of inner space. For the purpose of this study, two types of LED light sources and a fluorescent light source were selected. Thirty undergraduate students served as the participants. Two different task work sheets were conducted to evaluate the accuracy and duration of time. Results from subjective performance, task work of error modification showed that LED light sources were 2.5[%] higher in accuracy with 17.1[%] lower duration than a fluorescent light source. In the case of reading task work, It is presented 20.6[%] decrease with the LED light sources comparison with a fluorescent light source.

Key Words : LED Light Source, Fluorescent Light Source, Correlated Color Temperature, Visual Performance

* 교신저자 : 경희대학교 건축공학과 교수

Tel : 031-201-2852, Fax : 031-202-8181, E-mail : jtkim@khu.ac.kr

접수일자 : 2008년 10월 10일, 1차심사 : 2008년 10월 14일, 심사완료 : 2008년 11월 11일

1. 서 론

건축공간의 조명계획은 각 공간에서의 작업조건에 적합한 조명환경을 요구하며, 이를 위해서는 단순히 시대상을 보기위한 적당량의 빛을 확보하는 조명계획이 아닌 조명에 의한 공간의 분위기나 쾌적함, 피로도 및 작업수행능력 등을 고려하여 조도와 휘도의 분포, 작업면의 CCT 및 평균 연색지수 등을 고려해야 한다.

LED 광원은 크기가 작으며 전력소비량이 낮고 광변환 효율이 높아 조명부문의 에너지 절감효과를 위한 방안으로 사용되며, 동시에 수은 및 필라멘트를 사용하지 않으므로 충격에 강하고 안전하며 수명이 반영구적이라 환경친화적인 광원으로 그 적용이 증가되고 있다. 그러나 LED광원을 다수 결합하여 만든 LED 조명제품은 사용자에게 글레어를 초래하고 시각적인 피로감을 초래하는 경우도 있다.

Hiroki Noguchi 등(1997)은 생리학적 기능을 감소시키기 위해 자율신경계와 중추신경계에 조도와 CCT가 어떠한 작용을 해야 하는지에 대해 분석하기 위해 다른 조도와 CCT에서 22분간 광원에 노출시킨 뒤 20분간 수면을 취하면서 평가를 실시하였다[1]. Peter R Mills(2007)는 사무실 작업환경에 적용 가능한 형광광원의 CCT를 높임으로서 그 영향을 분석하고 정량화하기 위해 물리량 측정 및 주관적 평가를 실시하였다[2]. 양희경 등(2001)은 CCT의 변화가 인간의 작업 수행능력과 피로도에 미치는 영향을 분석하기 위해 12명을 대상으로 다른 CCT 환경에서 설문조사 및 생리적 신호를 측정하였다[3]. 이진숙 등(2005)은 CCT의 변화가 인간의 시기능 및 작업수행도, 실내공간의 분위기에 미치는 영향을 분석하기 위해 9개의 광원을 선정하여, 남녀 30명을 대상으로 명시성과 작업수행능력을 평가하였으며, 주관평가를 통해 피로도 및 스트레스, 조명환경의 쾌적성과 공간의 분위기를 평가하였다[4]. 장준호 등(2007)은 형광광원과 LED광원을 이용한 조명기구가 적용된 사무공간의 작업면에 대해 조명물리량을 측정하였으며, 피험자 22명을 대상으로 오류검색작업 및 주관평가를 실시하였다[5]. 정연홍 등(2008)은 형광광원과 백색 LED광원 조명기구가 설치된 사무공간에

서 3,000[K], 4,000[K], 4,500[K]의 CCT별 선호도 조사 및 오류 찾기 임상시험과 주관평가를 실시하였다[6].

본 연구에서는 기존 연구에서 수행되지 않았던 LED광원과 형광광원이 설치된 국부조명을 이용한 작업면에서 CCT의 변화가 작업자의 시작업 성능에 어떠한 영향을 미치는 지를 분석하고, 다양한 시작업 성능평가를 통해 공간의 용도 및 사용자를 고려한 조명 설계에 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 실험방법론

2.1 실험 광원의 선정

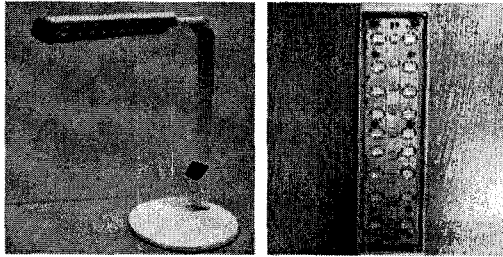
LED광원의 상관색온도에 따른 작업자의 시작업 성능을 평가하기 위한 국부조명 대상으로는 시제품으로 판매되는 제품 중, D사의 Q-200 모델로 선정하였다. 본 모델은 작업면으로부터 광원의 높이가 40[cm]이며, 총 발광부의 크기는 가로 4[cm], 세로 20[cm]이다. 또한 발광부 내 27개의 발광소자를 이용하여 다양한 CCT의 빛을 발산시키며, 소비전력은 12[W]이다.

형광광원을 이용한 국부조명의 선정은 LED광원의 광학적 특성 및 조명물리량을 비교하기 위한 대상으로서 현재 시제품으로 판매되고 있는 국부조명 중에서 작업면으로부터 광원의 높이가 일치하고 발광부의 크기가 같은 모델을 선정하였다. 선정된 국부조명은 S전기의 SS-160모델이며, 소비전력 13[W]의 FPL13EX 형광광원을 사용하고 있다. 그림 1은 LED광원 및 형광광원을 이용한 국부조명과 발광부의 형상이다.

형광광원 1종류와 LED광원은 각 광원이 갖는 CCT를 이용하여 2종류로 분류하여, 표 1에서와 같이 총 3개의 광원을 비교하였다. 본 실험에서 사용된 광원의 CCT는 한국광기술원(KOSPI-T08-0041, 2008.02.13)에서 KS 광원색의 측정방법을 기준으로 측정하였으며, 측정기기의 정확도가 ± 100 [K]의 범위를 가지고 있으므로 CCT 값을 100단위로 표기하였다. 측정된 광원 자체의 CCT는 형광광원이 5,000[K]이며, LED광원은 형광광원보다 낮은

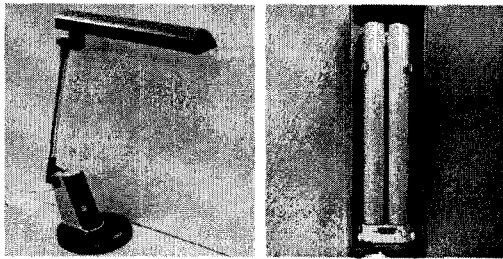
LED광원과 형광광원의 상관색온도가 시작업 성능에 미치는 영향

3,800[K], 형광광원보다 높은 7,300[K]의 CCT를 갖는 것으로 나타났다.



(a) Q-200

(b) LED



(a) SS-160

(b) FPL13EX

그림 1. LED광원과 형광광원 조명기구 및 광원의 형상
Fig. 1. Shapes of Lighting and light source of LED and Fluorescent

표 1. 측정광원의 분류

Table 1. Classification of Measurement light sources

광 원	광원 CCT
형광광원	5,000[K]
LED광원	3,800[K]
	7,300[K]

2.2 Mock-up 모델 및 실험환경 설정

시작업 성능 평가를 위한 실험공간은 일반 사무실의 실내공간을 실물 크기로 형상화한 Mock-up 모델을 대상으로 선정하였다. 실험실의 형상은 4.9[m](W)×7.2[m](L)×2.6[m](H)로 구성되며, 외부의 빛 유입을 차단하기 위해 남측에 설치된 측창면 4.8[m](W)×1.8[m](H)에 대하여 암막을 설치하였다.

또한 주변의 다른 국부조명의 영향을 최소화하기

위해 실험공간의 내부에 1.3[m](W)×1.2[m](D)×1.6[m](H)의 파티션을 설치하였으며, 그림 2와 같이 일반적으로 사용되어지는 1200×600×750[mm] 크기의 일반 오피스 책상 총 8대를 배치하였다.

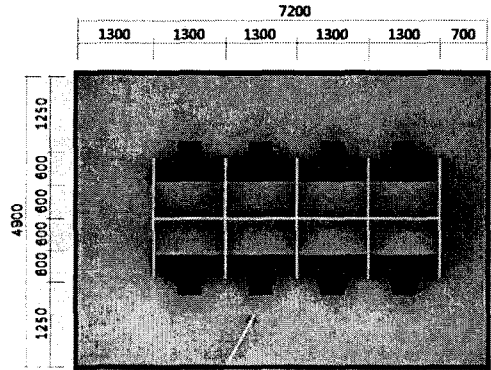


그림 2. 실험공간의 평면도

Fig. 2. The Plan of Experimental Space

본 실험에서 피험자에게 수행 작업시 정확한 데이터를 얻기 위하여, 실내 공간의 환경요소를 일반 사무실 및 학습공간의 환경과 일치하도록 조절할 필요성이 있다. 실내 공간의 온도를 22±1[°C]로 조절하고, 습도 45±5[%], 그리고 소음 40±1[dB]인 환경을 제공하기 위해 각 요소들을 측정하였다.

표 2. 온습도 및 소음 측정기기

Table 2. Measurements of Temperature and Noise

구분	측정기기	제조사	사 진
온도 습도	SK-L20 Datalogger	일본 Sato	
소음	01DB Sound Levelmeter	미국 Solo	

온습도 측정기기로는 일본 Sato사의 SK-L20 온습도 Datalogger를 사용하였으며, 실내 중심부의 바닥면으로부터 160[cm] 높이에서 측정하였다. 소음 측정기기는 미국 Solo사의 01DB Sound Level Meter를 사용하였으며, 인간의 귀부분에 해당하는 바닥으로부터 150[cm] 높이의 지점에서 측정을 실시하였다. 온습도 및 소음 측정기기의 형상은 표 2와 같다.

2.3 시작업 수행 평가지

형광광원 및 LED광원에 의한 시작업 성능을 평가하기 위해 오류수정작업과 읽기작업에 대한 평가지를 작성하였다. 첫째로는 오류수정작업으로 A4 1장에 표 A와 표 B를 구분하여 각 6칸과 24열로 구성된 표에 맑은 고딕체, 글자크기가 9인 글꼴을 이용하여 세 자리 숫자들을 나열하였다. 왼쪽의 표 A는 원본이며, 오른쪽의 표 B는 평가를 위한 시트지로 총 144개의 숫자 중에서 14개의 숫자가 다르게 작성되었다. 실험방법은 표 A와 B를 비교하여 총 14개의 숫자를 수정하는 것으로 표 우측에는 정확도를 확인하는 공란과 우측 상단에는 완료된 시간을 기록하는 공란이 있다. 본 실험에서는 각 광원에 따른 작업면에서 오류수정의 정확도와 소요시간을 비교·분석하였다.

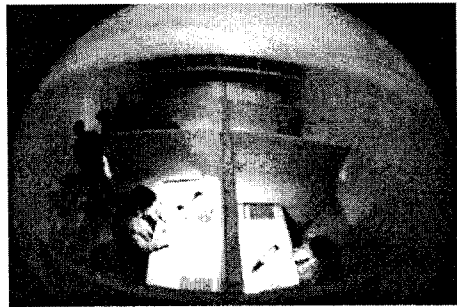
그림 3. 오류수정작업 및 읽기 작업용 평가지
Fig. 3. Sheet of Modification Task and Reading Task

읽기 작업으로 A4용지에 바탕체, 글자크기가 6인 글자를 이용하여 68열의 한문단의 글을 작성하였다. 줄 간격은 160[%]이며, 자간은 0[%]이다. 각 열의 글자수는 빈칸을 포함하여 86칸이며, 총 5,848칸으로 구성되었다. 본 실험에서는 각 광원에 따른 작업면

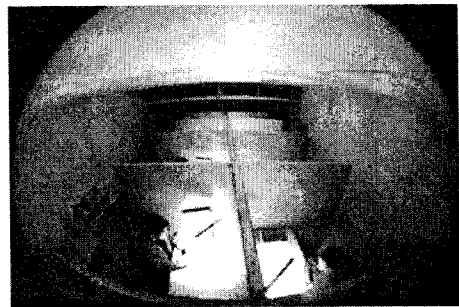
에서 읽기 작업의 소요시간을 비교·분석하였다. 그림 3은 오류수정 작업용 평가지와 읽기작업용 평가지이다.

2.4 측정방법

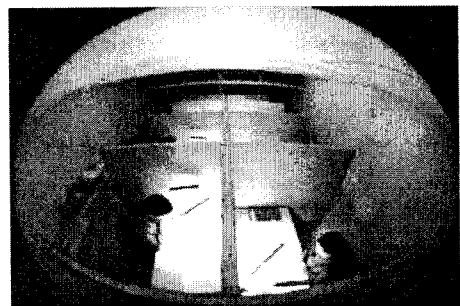
실험은 2008년 3월 17일부터 3월 20일까지 K대학



(a) 형광광원(5,000(K))



(b) LED광원(3,800(K))



(c) LED광원(7,300(K))

그림 4. 광원별 시작업 평가 모습
Fig. 4. The Scenes of Assessment in Working Performance

LED광원과 형광광원의 상관색온도가 시작업 성능에 미치는 영향

건축공학과 학생 30명을 대상으로 실시되었다. 피험자의 나이는 만 18세에서 25세 사이로 19세의 피험자가 22[%]로 가장 많았으며, 전체 피험자 중 남자 15명, 여자 15명의 성비로 구성되었다. 또한, 피험자의 교정시력은 1.0이며, 안경을 착용한 피험자는 전체의 43[%], 렌즈를 착용한 피험자는 31[%]이며, 아무것도 착용하지 않는 피험자는 25[%]를 차지하였다. 본 실험에 앞서 3월 17일에는 예비실험과 실험조건을 분석하는 작업을 실시하였으며, 3월 18일부터 20일까지 총 4회에 걸쳐 피험자를 대상으로 본 실험을 진행하였다. 그림 4는 각 광원을 적용하였을 때, 평가를 실시한 실내공간을 어안렌즈를 통해 촬영한 모습이다.

시작업 수행평가는 그림 5과 같이, 총 4회로 시간에 따른 형평성을 위해 형광광원에서의 실험을 먼저 실시한 후, 각각 다른 LED광원 순서로 진행하였다.

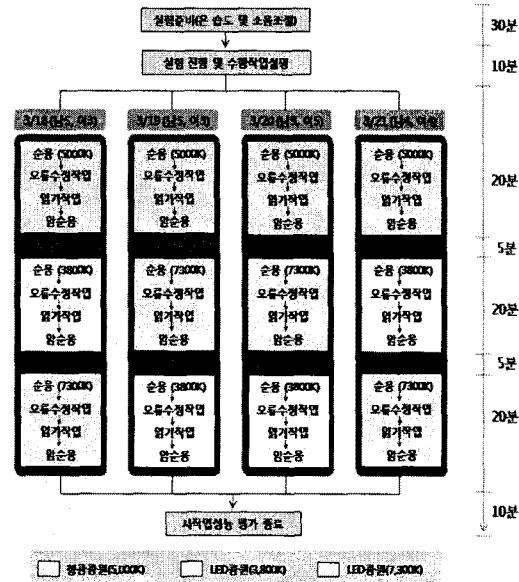


그림 5. 실험 프로토콜
Fig. 5. Experimental Protocol

실험을 진행하기 전에 실내공간의 온도 및 소음을 조절하였으며, 실험진행 및 수행작업에 관련하여 설명하였다. 각 실험당 총 8명의 피험자들로 남녀 성비는 동일하게 구성하였고, 시작업을 실시하기 전에 2분간 지정된 광원에서 순응을 실시하였으며, 작업

이 끝난 후에는 조명광원을 제거한 상태에서 2분간 암순응을 실시하였다. 시작업은 오류수정작업을 실시한 후 읽기작업 순서로 진행되었다.

3. 측정결과 및 분석

3.1 CCT 분석결과

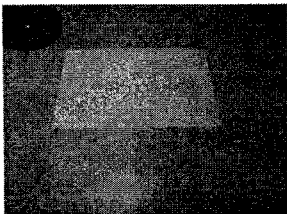
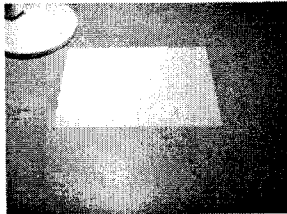
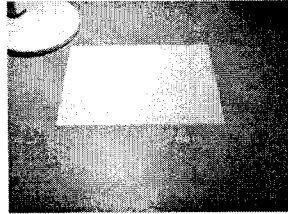
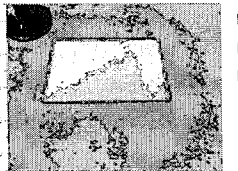
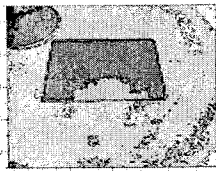
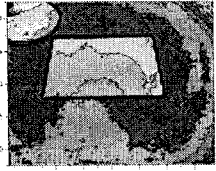
시작업 성능 평가 시 책상면에서 A4 면적을 작업면으로 설정하고 시야 내의 사용하지 않는 주변 책상면부분을 분류하여 각 광원별 작업면과 주변 책상면의 CCT를 측정하였다. 시작업시 작업자의 시야와 일치한 각도로 측정을 실시하였으며, 총 면적의 작업면과 주변면의 평균값을 비교하였다.

측정기기는 촬영된 표면의 휘도, CCT 및 색도 등을 측정 및 분석할 수 있는 캐나다 Radiant Imaging Inc.에서 개발한 ProMetric 1400을 사용하였다. 측정된 이미지는 동일 회사의 Radiant Imaging 8.0 프로그램을 통해 다이어그램으로 나타낼 수 있으며, 측정된 표면의 최대값, 최소값 및 평균값을 분석하였다.

5,000[K]의 광원 자체 CCT를 갖는 형광광원의 경우, 작업면 조도는 평균 640(lx)이며, 작업면의 CCT는 16.2[%]가 증가된 5,800[K], 주변면의 CCT는 1.4[%]가 감소된 4,900[K]으로 나타났다. LED광원의 경우, 광원 자체의 CCT가 3,800[K]인 LED광원을 적용한 책상면의 작업면조도는 1120(lx)로 측정되었으며, 작업면 CCT는 17.6[%]가 증가된 4,500[K], 작업면을 제외한 주변면의 CCT는 4.5[%]가 증가된 4,000[K]의 CCT를 갖는 것으로 나타났다. 또한, 광원 자체의 CCT값이 가장 높은 7,300[K]의 LED광원이 적용된 작업면에서 평균 조도는 1120(lx)로 측정되었으며, CCT는 9.7[%]가 증가된 8,000[K]의 CCT를 갖는 것으로 나타났으나, 주변면의 CCT는 다른 LED광원에서와 다르게 14.4[%]가 감소된 6,300[K]의 CCT를 나타내고 있다. 표 3은 형광광원과 2종류의 CCT를 갖는 LED광원을 적용한 책상면의 사진 및 다이어그램, 작업면조도 및 작업면과 주변 책상면의 평균 CCT를 나타내고 있다.

표 3. 광원별 작업면 조도 및 CCT 분석결과

Table 3. Results of correlated color temperature in work place under LED and Fluorescent light sources

구분	형광광원(5,000[K])	LED광원(3,800[K])	LED광원(7,300[K])
사진			
다이아그램			
작업면조도(lx)	640	1,120	1,120
작업면 CCT(K)	5,800	4,500	8,000
주변 책상면 CCT(K)	4,900	4,000	6,300

3.2 오류수정작업 정확도 분석

측정 결과는 SPSS 12.0 프로그램을 통해 분산 분석을 통해 분석하였다. 분석을 통해 유의확률이 0.027(p-value<0.05)로 CCT 및 조도에 따라 정확도가 변화한다는 것이 유의함을 밝혀졌다. 광원 자체의 CCT가 5,000[K]인 형광광원의 경우, 총 14개의 오류 중 평균 13.2개의 오류를 찾아낸 반면, LED광원에서는 상대적으로 낮은 CCT를 갖는 3,800[K]의 LED광원에서는 13.4개의 오류를 찾았으며, CCT가 형광광원에 비해 높은 7,300[K]의 LED광원에서는 13.5개의 오류를 찾아낸 것으로 나타났다. 그림 6은 형광광원과 LED광원에 의한 작업환경에서 오류수정작업의 정확도를 비교한 그래프이다.

오류수정작업의 정확도를 비교해본 결과, 그림 7과 같이 5,000[K]의 형광광원에서는 88.2%의 정확도를 보였으며, 3,800[K]의 LED광원의 경우, 형광광원에 비해 약 2.0%가 증가한 90.0%의 오류수정작업 정확도를 나타내고 있다. 또한, 7,300[K]의 CCT가 높은 LED광원에서는 약 2.5%가 증가한

90.4%의 정확도를 나타내고 있다. 반면, 3,800[K]의 광원이 적용된 작업면에서의 작업 정확도는 7,300[K]의 광원에서의 정확도에 비해 약 0.4%의 차이를 보이고 있었다.

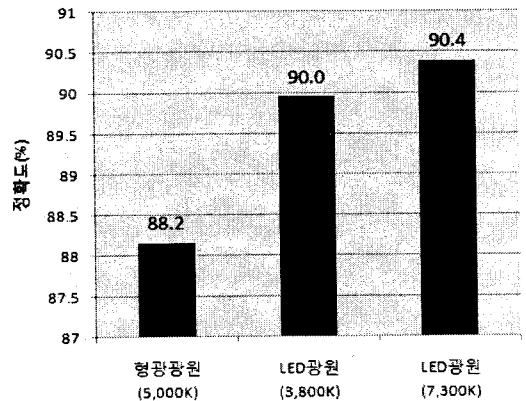


그림 6. 오류수정작업 정확도 비교
(p(0.05수준에서 p-value=0.027)
Fig. 6. Comparison of Accuracy in Modification Task

LED광원과 형광광원의 상관색온도가 시작업 성능에 미치는 영향

따라서 작업면조도가 높은 LED광원에 의한 작업면은 640([lx])의 작업면 조도를 갖는 형광광원에 비해 오류수정작업의 정확도가 우수한 것으로 나타났으며, 광원의 CCT가 높을수록 오류수정작업의 정확도가 증가하는 것으로 나타났다.

3.3 오류수정작업 소요시간 분석

각 광원이 적용된 작업면에서 오류수정작업을 실시하는 동안 작업의 정확도와 함께 작업을 수행한 소요시간을 측정하였다. 분산분석(유의확률 0.027, $p < 0.05$) 결과, 광원의 CCT가 5,000[K]이며, 작업면조도가 640([lx])인 형광광원의 경우, 평균 소요시간이 가장 긴 2분 55초를 기록한 반면, 작업면조도가 1,120([lx])인 LED광원에서는 형광광원의 CCT보다 낮은 3,800[K]의 LED광원이 적용된 작업면에서의 작업 소요시간은 2분 25초로 나타났으며, CCT가 높은 7,300[K]의 LED광원에서는 2분 29초를 기록하였다. 그림 7은 각 광원에 따른 오류수정작업의 소요시간을 비교한 그래프이다.

오류수정작업의 소요시간을 비교해본 결과, LED광원이 적용된 작업면에서의 작업 소요시간은 작업면조도가 낮은 형광광원이 적용된 작업면에서의 작업시간에 비해 3,800[K]의 광원에서는 17.1[%]가 감소되었으며, 7,300[K]의 비교적 높은 CCT를 갖는

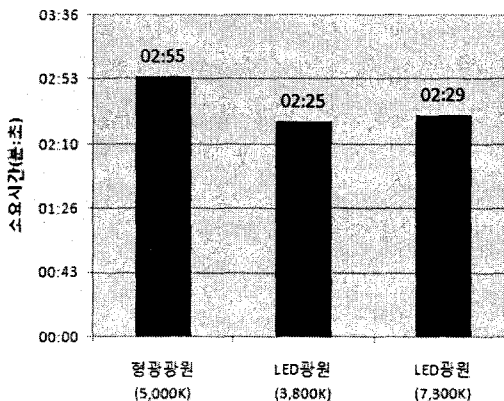


그림 7. 오류수정작업 소요시간 비교
($p < 0.05$ 수준에서 $p\text{-value} = 0.027$)
Fig. 7. Comparison of Duration in Modification Task

LED광원이 적용된 작업면에서의 소요시간은 14.9[%]가 감소된 것으로 나타났다. 또한, 3,800[K]의 광원이 적용된 작업면의 작업수행 소요시간은 7,300[K]의 광원이 적용된 작업면에 비해 약 3.5[%]가 단축되는 것으로 나타났다.

따라서 LED광원이 적용된 작업면에서의 오류수정작업의 소요시간은 형광광원이 적용된 작업면에서의 작업 소요시간에 비해 단축되는 것으로 나타났으며, 이는 CCT보다 작업면 조도의 영향에 의한 것이라고 사료된다. 또한, LED광원에서는 CCT가 낮을수록 소요시간이 감소되는 것으로 나타났다.

3.4 읽기작업 소요시간 분석

LED광원 및 형광광원이 적용된 작업면에서 시작업성능을 평가하기 위해 오류수정작업 후 읽기작업을 실시하였다. A4 1장의 읽기 작업이 진행되는 동안 작업이 완료된 소요시간을 측정하였다.

광원의 CCT가 5,000[K]인 형광광원의 경우, 평균 소요시간이 가장 긴 6분 28초를 기록한 반면, LED광원에서는 3,800[K]의 LED광원이 적용된 작업면에서의 작업 소요시간은 5분 8초로 나타났으며, CCT가 가장 높은 7,300[K]의 LED광원에서는 5분 20초를 기록하였다. 그림 8은 각 광원에 따른 작업환경에서 읽기에 대한 소요시간을 비교한 그래프이다.

읽기작업의 소요시간을 비교해본 결과, 작업면조도가 형광광원에 비해 상대적으로 높은 LED광원이 적용된 작업면에서의 작업 소요시간은 3,800[K]의 광원에서는 형광광원의 작업면에 비해 약 20.6[%]가 감소되었으며, 7,300[K]의 비교적 높은 CCT를 갖는 LED광원이 적용된 작업면에서의 소요시간은 약 17.5[%]가 감소된 것으로 나타났다. 또한, CCT가 낮은 3,800[K]의 광원에서의 읽기 소요시간은 높은 CCT를 갖는 7,300[K]의 LED광원에 비해 약 3.8[%]가 단축된 것으로 나타났다.

따라서 작업면조도가 상대적으로 높은 LED광원에 의한 작업면에서의 읽기작업의 소요시간은 형광광원에 의한 작업면에서의 작업 소요시간에 비해 단축되는 것으로 나타났으며, LED광원에서는 CCT가 낮을수록 소요시간이 감소하는 것으로 나타났다.

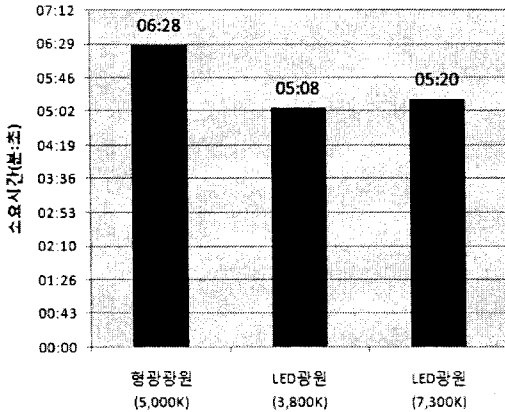


그림 8. 읽기작업 소요시간 비교
($p < 0.05$ 수준에서 $p\text{-value} = 0.035$)
Fig. 8. Comparison of Duration in Reading Task

4. 결 론

본 연구에서는 LED광원의 CCT가 시작업 성능에 미치는 영향을 분석하기 위해 일반 형광광원 1종류와 LED광원 2종류를 적용한 작업 환경에서 건축공학과 대학생 30명을 대상으로 총 4회에 걸쳐 시작업 성능평가 작업을 실시하였으며, 이에 대한 정확도와 소요시간을 분석하였다. 분석된 결과는 다음과 같다.

- ① LED광원의 비교대상으로 선정된 일반 형광광원의 CCT는 5,000[K]으로 적용된 작업면의 CCT는 5,800[K]이었으며, 작업면조도는 640([lx])로 측정되었다. 오류수정작업 결과, 정확도는 88.2[%], 소요시간은 2분 55초로 측정되었다. 또한, 읽기작업의 소요시간은 6분28초를 기록하였다.
- ② 3,800[K]의 광원 자체 CCT를 갖는 LED광원이 적용된 작업면의 CCT는 4,470[K]로 측정되었으며, 작업면조도는 1120([lx])이다. 오류수정작업에서 정확도는 형광광원에 비해 2.0[%]가 증가한 90.0[%], 소요시간은 17.1[%]가 감소된 것으로 나타났다. 또한 읽기작업의 소요시간은 3개의 실험광원 중 가장 빠른 5분 8초로 형광광원에 비해 20.6[%]가 감소되었다.
- ③ LED광원 중 7,300[K]로 광원 자체의 CCT가 가장 높은 조명이 적용된 작업면의 CCT는 8,020[K], 작업면조도는 1,120([lx])로 측정되었

다. 오류수정작업 결과, 정확도는 형광광원에 비해 2.5[%]가 상승한 90.4[%], 소요시간은 14.9[%]가 감소한 2분 29초를 기록하였고, 읽기 작업의 경우, 형광광원에 비해 17.5[%]가 감소한 5분 20초의 소요시간이 측정되었다.

이상의 연구결과, 적용광원의 CCT 및 작업면 조도는 작업자의 시작업 성능에 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 즉 작업면조도가 형광광원에 비해 높은 LED광원의 경우, 3,800[K]의 CCT를 갖는 LED광원은 형광광원에 비해 오류수정작업의 정확도를 2[%] 상승시키고, 7,300[K]의 LED광원은 2.5[%] 상승시킨다. 동시에 3,800[K]의 LED광원은 수정작업에 소요되는 시간을 17.1[%] 단축시키며, 7,300[K]의 LED광원은 14.9[%] 단축시키는 것으로 나타났다. 읽기 작업에 있어서 3,800[K]의 LED광원은 형광광원에 비해 소요시간을 20.6[%] 감소시키고, 7,300[K]의 LED광원은 17.5[%]를 단축시키는 것으로 나타나 LED광원으로 인해 작업면의 평균 조도가 상승되고 이로 인해 작업자의 작업 능력을 향상시키고 시효율을 증가시키는 것으로 사료된다.

LED광원을 이용한 작업 시, 광원의 CCT가 낮은 광원에 비해 CCT가 높은 광원을 사용하는 것이 정확도 면에서는 우수하나, 반면 작업 시간에서는 CCT가 낮은 광원이 높은 광원에 비해 우수한 것으로 나타났다. 그러나 분석결과와 차이가 매우 작아 정확한 비교를 위해서 변수가 다양하고 지속적인 시작업 평가가 필요하다.

이에 따라 실내 조명광원으로서 LED광원을 사용할 경우, 사용자의 의도 및 실내공간의 용도 그리고 사용목적에 맞는 CCT의 조절이 필요할 것이며, 주거 및 사무공간에서 사용자의 쾌적한 시환경 및 실내공간의 질적 개선을 위한 다양한 연구가 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2008년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임.
(No. R11-2008-098-00000-0)

References

[1] Hiroki Noguchi, Toshihiko Sakaguchi, "Effect of Illuminance and Color Temperature on Lowering of Physiological Activity", Journal of Physiological Anthropology, 1999.

[2] Peter R Mills, "The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance" Journal of Circadian Rhythms, 2007.

[3] 양희경, 고한우, 김묘향, 임석기, 윤용현, "주관평가와 작업수행도의 상관관계분석에 의한 조명 색온도에서의 피로도 평가", 한국감성과학회지, Vol.4, No.2, pp.63-68, 2001.12.

[4] 이진숙, 오도석, "건축조명광원의 광학적 특성에 따른 인간의 감성반응 분석-조명 광원별 색온도 특성에 따른 반응을 중심으로", 조명전기설비학회 논문지, Vol.19, No.5, pp.9-16, 2005.07.

[5] 장준호, 박병철, 최안섭, "형광등 대체용 LED 조명기구의 성능 평가", 한국조명전기설비학회 추계학술대회 논문집, pp.115-118, 2007.11.

[6] 정연홍, 김유신, 최안섭, "사무공간에서 형광램프 조명기구와 백색 LED 조명기구의 색온도 비교를 통한 선호도에 관한 연구", 한국조명전기설비학회 춘계학술대회 논문집, pp.3-6, 2008.5.

[7] 김 훈, "조명광원으로서의 LED", 조명·전기설비 제17권 제5호, 2003.10.

[8] 김래현 공저, "고출력 LED 및 고체광원 조명기술", 아진 출판사, 2006.

[9] 장우진 공저, "고효율 조명 신기술", 아진 출판사, 2007.

[10] 최경호 공저, "조명의 이해와 설계", 태영문화사, 2005.

[11] 이경희 저, "건축환경계획", 문운당, 2006.

◇ 저자소개 ◇

백승헌 (白承憲)

1980년 5월 18일생. 2006년 경희대학교 건축공학과 졸업.
현재 경희대학교 건축공학과 석사과정.
Tel : (031)201-2852
E-mail : paint1999@hanmail.net

정인영 (鄭仁泳)

1973년 10월 14일생. 1997년 경희대학교 건축공학과 졸업. 1999년 경희대학교 졸업(석사). 2005년 경희대학교 졸업(박사). 현재 선앤라이트 실장.
Tel : (02)529-3596
E-mail : jihyenmin@kornet.net

신화영 (申和永)

1979년 9월 13일생. 2005년 경희대학교 건축공학과 졸업. 2007년 경희대학교 졸업(석사). 현재 경희대학교 건축공학과 박사과정.
Tel : (031)201-2852
E-mail : shy4220@paran.com

김정태 (金正泰)

1953년 1월 18일생. 1977년 연세대학교 건축공학과 졸업. 동대학원 공학석사 및 공학박사. 현재 경희대학교 건축공학과 교수.
Tel : (031)201-2539
E-mail : jtkim@khu.ac.kr