

[Technical Paper]

휘도비 측정을 통한 유도등의 경년변화 연구

정종진

한국소방산업기술원 소방기술연구소 책임연구원

A Study on the Aging Change of Exit Light by Measuring the Ratio of Luminance

Jong-Jin Jung

Researcher, Fire Technology Lab, Korea Fire Institute

(Received November 1, 2019; Revised November 18, 2019; Accepted November 19, 2019)

요 약

본 연구에서는 유도등의 광원과 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하기 위하여 사무실, 상가, 병원, 공장 등에 설치된 유도등을 발취하여 CCFL, LED광원별 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하였다. 이는 유도등과 같은 전기적 특성을 갖는 소방제품은 설치된 곳의 주위온도나 습도, 먼지 등이 그 성능에 변화를 줄 수 있기 때문에 설치장소별로 발취하여 그 특성을 분석하였다. 실험결과, CCFL유도등은 대형, 중형, 소형 모두 '휘도비 2' 정도의 값을 나타내었다. 기술기준 규정값이 '휘도비 9이하'인 점을 감안할 때 매우 양호한 값을 나타냈으며, 경년변화에 의한 휘도비 변화도 거의 없음을 확인할 수 있었다. LED유도등은 '휘도비 5' 정도의 값을 나타냈으며, 이는 표시면의 빛이 균일하지 못함을 뜻한다. 또한 경년변화에 의한 휘도비 변화는 거의 없으나, 휘도비의 값은 LED유도등보다 크게 나타났다. 이는 시각적인 측면에서는 만족스럽지 못한 결과이다. 이를 개선하기 위해서는 LED광원의 빛 분산이 필요하며 휘도비 관련 규정을 강화할 필요가 있다.

ABSTRACT

In this study, Exit light installed in offices, malls, hospitals, and factories were analyzed to analyze the luminance performance of CCFL and LED light sources. In addition, fire protection products with electrical characteristics such as Exit light may change their performance due to ambient temperature, humidity, and dust. So it was extracted by installation place and analyzed its characteristics. As a result of the experiment, Exit light for CCFL type showed the value of 'ratio of luminance 2' for large, medium and small. Considering that the reference value was 'lower than 9', the value was very good and it can be seen that there is almost no change in ratio of luminance due to aging. The Exit light for LED type showed a value of 'ratio of luminance 5', which means that the light on the display surface is not uniform. In addition, there was almost no change in ratio of luminance due to ageing, but the ratio of luminance was larger than Exit light for LED type. This is an unsatisfactory result from a visual point of view. To improve this, it is necessary to disperse the light of LED light source and strengthen the regulation on ratio of luminance.

Keywords : Exit light, Ratio of luminance, CCFL, LED, Ageing

1. 서 론

근래에 들어 다양한 건축물과 도로, 다리 등의 경관조명에 대한 관심이 높아지면서 여러 가지 광원이 개발되어 사용되어지고 있다. 조명산업의 발달과 함께 새로운 광원에 대한 개발도 촉진되어 최근에는 조명에 사용할 수 있는 고출력의 LED 제품이 개발되었다. 최근에 LED에 대한 장점

이 부각되면서 LED는 지금까지 다양한 분야에서 사용되어져 왔다. 반도체로 이루어져 있어 수명이 반영구적이며 외형의 크기 또한 작아 산업기기의 지시용, 교통신호등 등 그 적용분야가 확대되고 있다.

특히 고출력 백색LED가 출시되어 조명용으로 사용되고 있고 정부에서도 Light Emitting Diode (LED)조명시장의 30%까지 보급하기 위한 「LED조명15/30 보급프로젝트」를

Table 1. Size of Indicated Side

Type		1 to 1 indicated side (mm)	Other indicated sides	
			Short side (mm)	Minimum area (m ²)
Exit light for exit door	Large	250 or more	200 or more	0.10
	Medium	200 or more	140 or more	0.07
	Small	100 or more	110 or more	0.036
Exit light for passage	Large	400 or more	200 or more	0.16
	Medium	200 or more	110 or more	0.036
	Small	130 or more	85 or more	0.022

2006년부터 추진하였다. 이 사업에 유도등의 광원을 LED로 사용하는 내용도 포함되어져 있다. LED유도등을 고효율에너지기자재 인증 품목으로 등록하여 2007년부터 인증시험 보급 사업을 실시하고 장려금 보조를 통하여 사용을 추진하였다. 이러한 정부정책의 일환으로 LED가 유도등의 주요 광원으로 부각되어 현재 유도등 시장의 상당부분을 점유하고 있는 것이 현실이다.

LED이전의 유도등의 광원은 CCFL(냉음극형광램프)로서 형광등 모양의 긴 관의 모양으로 되어 있고 그 구동회로의 적절한 제어로서⁽¹⁻³⁾ 효율 및 광량을 조절하여 CCFL의 빛이 유도등 도광판을 통하여 표시면에 골고루 분산되는 특성이 있다. 그러나 LED유도등에 사용되는 LED광원의 구조는 대부분 칩 모양의 점(DOT)광원 형태로 되어 있어 발광되는 빛이 특정부분에서 집중되는 양상을 나타낸다. 이러한 현상으로 유도등 표시면 그림문자의 모습이 건물 내 주위 인테리어와 조화를 이루지 못하는 등의 문제를 유발시키기도 하였다. 또한 LED유도등이 널리 설치되면서 LED광원의 수명에 대한 우려가 제기되기도 하였다.

따라서 본 연구에서는 CCFL유도등과 LED유도등을 대상으로 각 광원 종류별 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하였다. 또한 유도등은 설치되는 주위환경 조건, 즉 설치장소의 온도나 습도, 먼지 등에 따라 수명이나 휘도성능이 각각 다르므로 유도등이 설치된 장소별로 시료를 발취하여 휘도성능을 측정하여 유도등 상태를 분석하였다. 또한 이 휘도비를 광균질성의 의미로 두고 유도등을 시각적인 측면에서 분석하였다.

2. 유도등 구조⁽⁴⁾

유도등은 크게 3개의 부분으로 나눌 수 있다. 외함의 표시면, 광원, 구동회로 등으로 구분할 수 있다.

2.1 표시면

유도등의 표시면은 그림문자(픽토그램)가 있는 면 전체를 말하며, 표시면의 크기에 따라 유도등의 크기를 대형, 중형, 소형으로 구분⁽⁵⁾하며 색상은 피난구유도등인 경우 녹색바탕에 백색문자로, 통로유도등인 경우는 백색바탕에 녹색

색문자를 사용하여야 한다(Table 1).

피난구나 피난방향을 안내하기 위한 문자 또는 부호 등이 표시된 면을 가리키며 국제표준화기구(ISO)의 기준에 의한 그림문자와 식별이 용이하도록 비상문, 비상탈출구, EXIT, FIRE EXIT 또는 화살표 등과 함께 표시할 수 있다.

2.2 광원

2000년 이후 노트북 등의 LCD back-light용으로 사용되던 냉음극형광램프(CCFL)가 새로운 광원으로 대두되면서 유도등에 사용되어 현재 형광램프를 CCFL로 대체되어 사용되었고, 2006년부터는 정부정책사업으로 유도등 광원에 LED가 사용되어 현재는 LED유도등이 사용되고 있다⁽⁶⁻⁷⁾. 유도등에서 LED광원이 갖는 장점은 1) 광변환 효율이 높아 소비전력이 적고 2) 필라멘트가 없어 충격에 강하고 안전하며 3) 수은을 사용하지 않아 친환경적인 것이다. 반면에 단점은 LED광원 모양이 칩 형태이거나 그와 유사한 형태가 유도등에 사용되어 국소부위가 집중적으로 밝다는 것이다. 또한 과전류 상태로 운영될 때에는 수명이 보장하지 못할 수도 있다는 것이다.

따라서 본 연구에서는 현장에서 사용되는 LED유도등을 발취하여 설치장소별 유도등의 휘도특성과 LED유도등의 경년변화에 따른 휘도분석을 통하여 유도등의 성능을 확인하고자 한다.

3. 실험 시료 및 휘도측정

3.1 실험시료

유도등의 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하기 위하여 CCFL유도등과 LED유도등 30여개를 대상으로 실험을 수행하였다. 또한 각 유도등은 설치된 장소별로도 시료를 발취하였다. 사무실, 상가, 병원, 공장 등에서 사용된 유도등을 대상으로 각각 휘도실험을 수행하였다. 본 연구에서는 각 유도등의 광원별 휘도특성과 경년별 휘도(비)특성을 분석하여 성능변화를 확인하였다.

3.2 유도등 휘도측정

유도등은 LED나 CCFL광원을 사용하여 재난이나 화재

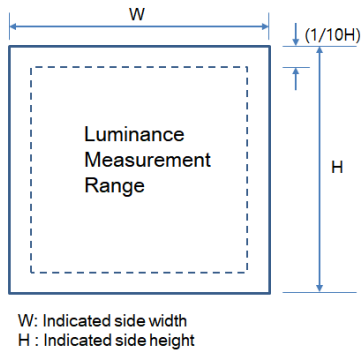


Figure 1. Luminance measurement range.

시 피난을 유도하는 소방 설비로서, 그 성능은 켜져있는 유도등의 밝기와 표시면으로의 빛 확산 등으로 육안으로 쉽게 확인 가능하다. 본 연구에서는 LED유도등과 CCFL유도등의 광원이 경년변화에 따라 밝기 변화를 보기 위함으로 평균휘도와 최대휘도값, 최소휘도값을 측정하였다. 휘도비는 최대휘도값을 최소휘도값으로 나눈값을 의미한다. 본 연구는 무작위 샘플링으로 시료를 발취하지 않았기 때문에 개별 평균휘도는 의미가 없으며 휘도비 측정을 통하여 경년변화에 따른 광원별 성능을 고찰하였다. 휘도를 측정하는 방법은 “유도등 형식승인 및 제품검사의 기술기준”의 휘도 측정법으로 실시하였다. 주요 내용은 다음과 같다.

- 1) 표시면의 녹색부분과 백색부분을 각각 측정하여 최대 휘도와 최소휘도를 구한다.
- 2) 가장 밝은 부분과 어두운 부분을 선택하여 휘도측정한다.
- 3) 표시면의 휘도 측정범위는 표시면의 주변부 중 1/10 H(1:1표시면)은 제외한다(Figure 1).
- 4) 백색부분 및 녹색부분 각각에 대한 휘도비는 다음과 같이 산출한다.

$$\text{휘도비} = \text{휘도 최대값} / \text{휘도 최소값}$$

4. 실험결과

유도등의 광원과 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하기 위하여 사무실, 상가, 병원, 공장 등에 설치된 유도등을 발취하여 CCFL, LED광원별 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하였다. 감지거나 유도등과 같은 전기적 특성을 갖는 소방제품은 주위온도, 습도와 먼지 등이 그 성능에 변화를 줄 수 있기 때문에 설치장소별로 발취하여 그 특성을 분석하였다. 또한 휘도비 분석은 유도등이 건물 내의 인테리어 소품으로서의 기능을 확인해 보는 의미도 갖는다. 이는 최근 고급 실내 인테리어 공간에 설치된 유도등의 밝기가 얼룩져 실내 분위기를 해친다는 지적에 디자인 조명으로서의 유도등의 특성을 확인하기 위함이었다.

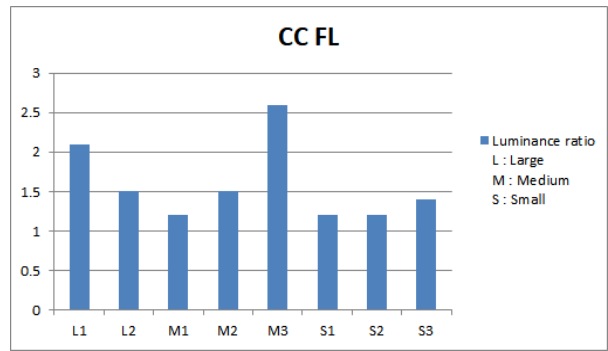


Figure 2. Luminance ratio of exit light for CCFL type.

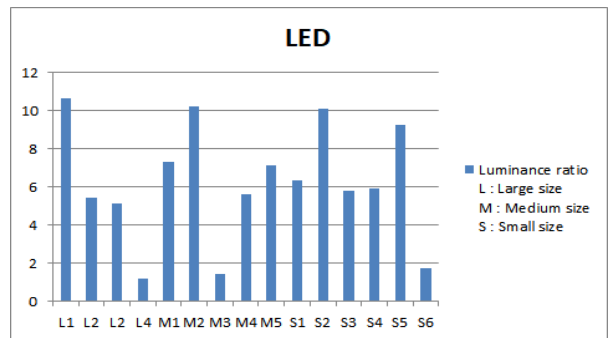


Figure 3. Luminance ratio of exit light for LED type.

4.1 광원 및 연식별 휘도비 특성

Figure 2는 CCFL유도등의 휘도비를 나타낸 것이다. 그 평균값은 대형은 1.8, 중형은 1.76, 소형은 1.27로 나타났다. “유도등의 형식승인 및 제품검사의 기술기준”에서 요구하는 기준이 ‘휘도비 9이하’인 점을 감안할 때 상당히 양호한 값을 나타냈다. 휘도비는 가장 밝은 휘도와 가장 어두운 휘도의 차이를 나타내므로 CCFL유도등의 경우는 그 차이가 많지 않아 표시면에서의 밝기는 고르다고 할 수 있다. 이는 디자인조명 측면에서 보면 상당히 편안하며 좋은 이미지를 준다고 할 수 있을 것이다.

Figure 3은 LED유도등의 휘도비를 나타낸 것이다. 평균값은 대형이 5.58, 중형이 6.32, 소형은 6.5로 나타났다. 이는 가장 밝은 지점과 가장 어두운 지점의 밝기의 차가 매우 크다는 걸 의미하고 디자인조명(시각적) 측면에서 보면 주위의 인테리어와도 어울리지 못하는 이미지를 준다고 할 것이다.

이런 특성은 LED유도등의 근본적인 문제점과 관계가 있다고 할 것이다. LED유도등에 반사판을 사용하여 그 빛을 골고루 분산시키지 않는 한 LED가 있는 지점과 그렇지 못한 지점은 휘도가 차가 많이 나기 때문이다. 대부분의 유도등이 LED유도등이 판매되는 현 상황에서는 고급 건축물이나 실내경관 조명을 중요시 여기는 곳에서는 이러한 제품을 사용하는 것이 어려움이 있을 것으로 판단된다.

Figure 4는 CCFL유도등을 제작년도에 따라 휘도비를 나타낸 것이다. 2003년에서 2008년까지의 제품에 대해서 측

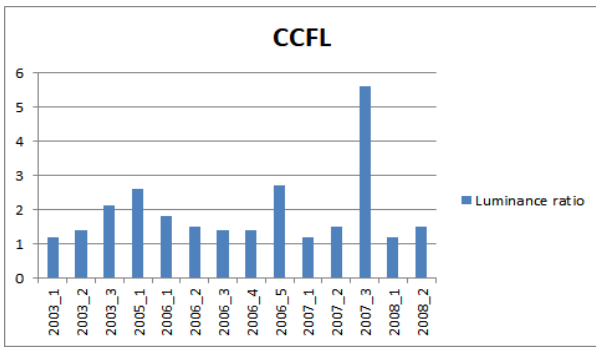


Figure 4. Luminance ratio by year of manufacture of exit light for CCFL type.

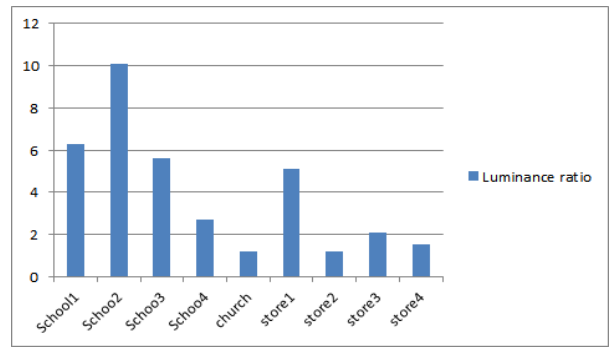


Figure 6. Luminance Characteristics of Exit light Installed in school, church, store.

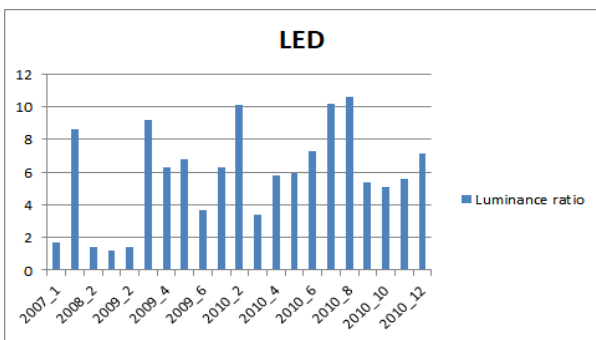


Figure 5. Luminance ratio by year of manufacture of exit light for LED type.

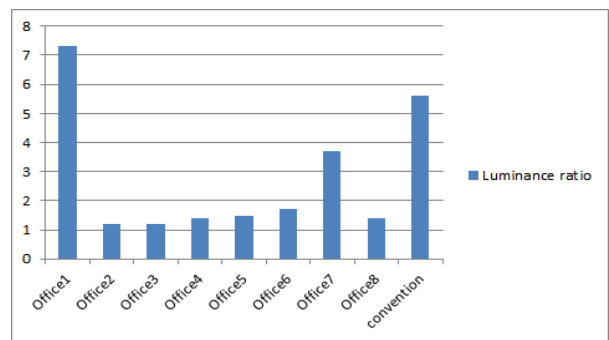


Figure 7. Luminance Characteristics of Exit light Installed in office, convention hall.

정한 결과, 평균값으로 약 1.93으로 나타났으며 제작된 연도에 관계없이 휘도비가 거의 일정함을 볼 수 있다. 이는 CCFL광원을 사용하여 유도등을 제작할 때 도광판을 사용하여 CCFL의 빛이 이 도광판으로 인해 골고루 분산되어 표시면에서의 빛이 균일하게 나타난다. 이는 디자인조명 측면에서나 시각적인 측면에서나 상당히 편안하며 좋은 이미지를 준다고 할 수 있을 것이다. 현재에는 LED보급으로 그 수요가 많이 줄었으나 CCFL은 많은 장점을 가지고 있다고 할 것이다. 또한 백화점 등 실내경관을 고려하는 장소에서는 아직도 CCFL유도등이 사용되어지고 있다.

Figure 5는 LED유도등을 제작년도에 따라 휘도비를 나타낸 것으로 시료는 2007년에서 2010년까지의 제품에 대해서 실험을 실시한 것이다. 2007년도 제품부터 시료를 사용한 것은 그 이전에는 LED광원의 유도등이 생산되지 않았기 때문이다. 측정결과 평균값으로 5.86으로 나타났다. 전체적으로 휘도비가 연도에 관계없이 높게 나타났으며 이는 앞서 설명한 것과 같이 LED가 가지는 특성에 기인하며 이를 보완하기 위하여서는 도광판 등을 사용하면 가능하나 이로 인해 제조단가가 상승하게 된다.

4.2 설치장소별 특성

유도등이 설치되는 장소별로 특성변화를 보기 위하여

학교, 상가, 사무실, 공장 등에서의 휘도비를 측정하였다.

Figure 6은 학교와 교회, 상가에 설치된 유도등의 휘도특성을 나타낸 것이다. 학교1, 학교2는 2010년 제작된 LED유도등이고, 학교3과 학교4는 2006년~2007년 제작된 CCFL 유도등이다. 그림에서 보는바와 같이 CCFL유도등이 제작된 시기가 훨씬 빠르지만 학교1과 학교2의 휘도비 변화보다 훨씬 작음을 볼 수 있다. 상가1과 상가2에 설치된 것은 2009년과 2010년에 제작된 LED유도등이고, 상가3과 상가4에 설치된 것은 2003년과 2007년에 제작된 CCFL유도등이다. 학교에서의 특성과 같이 CCFL광원으로 된 유도등이 제작된 시기가 훨씬 빠르지만 상가1과 상가2의 휘도비 변화보다 훨씬 작음을 볼 수 있다.

Figure 7은 사무실과 전시장에 설치된 유도등의 휘도특성을 나타낸 것이다. 사무실1과 사무실2, 전시장에 설치된 것은 2009년과 2010년에 제작된 LED유도등이고, 그 외 사무실은 2003년과 2007년에 제작된 CCFL유도등이다. CCFL 광원으로 된 유도등이 제작된 시기가 훨씬 빠르지만 학교1과 학교2의 휘도비 변화보다 훨씬 작음을 볼 수 있다. 이를 통하여 특별히 열악한 환경이 아니면 유도등의 휘도변화는 거의 없음을 알 수 있다.

Figure 8은 공장과 주차장에 설치된 유도등의 휘도특성을 나타낸 것이다. 공장5에 설치된 것은 2008년에 제작된

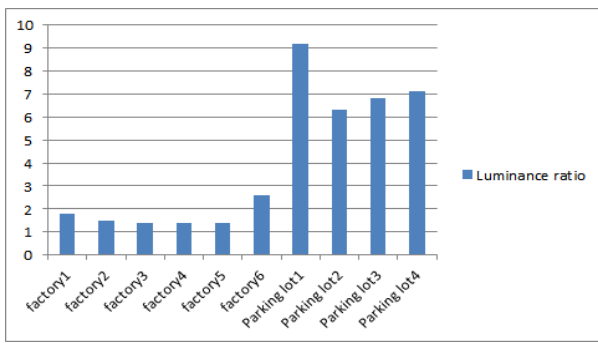


Figure 8. Luminance Characteristics of Exit light Installed in factory, parking lot.

LED유도등이고, 그 외 공장의 유도등은 2005년~2006년에 제작된 CCFL유도등이다. 휘도비로만 보면 큰 차이가 없었으나 평균휘도를 측정해 본 결과, 공장5의 유도등은 기술기준에서 정하는 평균휘도의 25%에 불과한 아주 어두운 상태를 나타내었다. 즉 전체적으로 표시면이 어둡기 때문에 휘도비의 차이는 작게 나타났다. CCFL유도등이 LED유도등에 비해 표시면의 밝기가 고른 것은 공장에 설치된 것에도 같은 양상을 보였다. 주차장에 사용된 시료 모두 2009년에 제작된 LED유도등이다. LED형이므로 그 휘도비가 모두 높게 나타나고 있다. 시각적 관점에서 보면 바람직하지는 않을 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 유도등의 광원과 경년변화에 따른 휘도 성능을 분석하기 위하여 사무실, 상가, 병원, 공장 등에 설치된 유도등을 발취하여 CCFL, LED광원별 경년변화에 따른 휘도성능을 분석하였다.

실험결과를 요약하면 다음과 같다.

1) CCFL유도등 : 대형, 중형, 소형 등 크기에 관계없이 모두 평균값으로 2이하의 휘도비를 나타내었다. 이는 “유도등의 형식승인 및 제품검사의 기술기준”에서 요구하는 기준이 ‘휘도비 9이하’인 점을 감안할 때 상당히 양호한 값을 나타냈다. 휘도비는 가장 밝은 휘도와 가장 어두운 휘도의 차이를 나타내므로 CCFL유도등의 경우는 그 차이가 많지 않아 표시면에서의 밝기는 고르다고 할 수 있다. 이 정도의 값은 디자인조명 측면에서 보면 상당히 편안하며 좋은 이미지를 준다고 할 수 있을 것이다.

2) LED유도등 : 대형, 중형, 소형 등 크기에 무관하게 휘도비가 5이상 나타났다. 이는 상대휘도가 크게 차이남을 의미하고 하고 디자인조명 측면에서 보면 주위의 인테리어와도 어울리지 못하는 이미지를 준다고 할 것이다. 이런 특성은 LED광원이 칩형태의 점(DOT)광원이기 때문으로 LED유도등의 근본적인 문제점과 관계가 있다고 할 것이다. 유도등에 반사판이나 도광판을 사용하여 그 빛을 골고루 분산시키지 않는 한 LED가 설치되는 점광원과 이들 광원에

서 멀리 떨어진 곳은 많은 휘도차이를 나타낸다.

3) CCFL유도등 경년변화 : 그 제작된 연도에 관계없이 휘도비가 거의 일정한 함을 볼 수 있다. 이는 CCFL광원을 사용하여 유도등을 제작할 때 도광판을 사용하여 CCFL의 빛이 이 도광판으로 인해 골고루 분산되어 표시면에서의 빛이 균일하게 나타난다. 디자인조명 측면에서나 시각적인 측면에서나 상당히 편안하며 좋은 이미지를 준다고 할 수 있을 것이다.

4) LED유도등 경년변화 : 제작된 연도에 그 의미가 없이 높은 휘도비를 나타냄을 알 수 있다. 이는 LED점광원만을 사용하여 유도등을 제작하므로 광원이 있는 곳과 없는 곳의 차이가 크게 나타났으며 경년에 따른 변화는 작다고 볼 수 있다.

5) 설치장소 : 학교, 상가, 사무실, 공장, 주차장 등 여러 장소에서 사용되는 유도등을 발취하여 그 특성을 살펴본 결과, 설치장소가 상이하지만 유도등의 광원이 가지는 특성에 의한 차이 외에는 별다른 상이점은 없었다. 물론 아주 특별한 장소, 예를 들면 열기가 아주 높은 높이나 습기가 아주 많은 곳 등은 다를 수 있을 것으로 판단되나 일반적인 공간에서의 큰 차이는 없는 것으로 나타났다.

끝으로 유도등 광원으로 LED가 대부분인 점을 감안할 때 유도등 표시면의 광원질성을 양호하게 유지하여 시각적인 측면과 미적인 측면을 만족시키기 위해서는 유도등의 ‘휘도비 기준’을 강화할 필요가 있다고 사료된다.

References

1. D. Y. Lee, “Characteristics Analysis and Design of High Frequency Inverter Circuit for CCFL Drive”, Master’s Thesis, University of Dongguk (2004).
2. D. J. Kim, “A Study on the Switching Power Supply for the CCFL and EEFL”, Master’s Thesis, University of Kwangwoon (2008).
3. Y. G. Jung, “Study on the Characteristics of CCFL Electrode for LCD”, Master’s Thesis, Hankyong National University (2008).
4. J. J. Jung and S. H. Sagong, “A Study of Stability Analysis for Exit Light”, Journal of the Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 8, No. 4, pp. 81-85 (2008).
5. Nation Fire Agency, “Standards of Model Approval and Inspection Technology for EXIT LIGHT”, No 2018-3, (2018).
6. W. J. Jang, “High Efficiency Lighting Technology”, Ah Jin Publishing, Korea, pp. 179-184 (2007).
7. L. W. Kim, J. S. Lee, P. M. Jung, W. J. Jang, S. P. Han, C. H. Hong and M. G. Hwang, “High Power LED and Solid State Lighting Technology”, Ah Jin Publishing, Korea, pp. 129-163 (2006).