ISSN 1975-8359(Print) / ISSN 2287-4364(Online)
The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol.67, No.6, pp. 759~766, 2018
http://doi.org/10.5370/KIEE.2018.67.6.759

채널레터형 광고조명의 빛공해 관리를 위한 조명방식 개선효과 분석 및 단위면적당 소비전력(W/㎡) 제한 방법 제안

Analyze the Results of Lighting Type Change and Rroposal of Power Density per Unit Area for Light Pollution Control of Channel-letter Type Advertisement Lighting

유 성 식* · 김 현 지** · 김 훈†
(Seongsik Yoo · Hyun-Ji Kim · Hoon Kim)

Abstract - Although the Act on the Prevention of Light Pollution Due to Artificial Lighting has been enforced since 2013, the area of advertisement lighting has made slow progress in solving the problems of light pollution. This paper first investigated institutional problems by analyzing domestic laws and regulations relating to the light pollution of advertisement lighting, and investigated and analyzed methods for reducing light pollution that were applied in overseas countries. Then, problems of light pollution were analyzed by conducting a research on the actual status of advertisement lightings installed in South Korea and applying various methods for reducing light pollution, and advertisement lighting using LED was recommended. As a method for reducing light pollution that can be applied to the process of manufacturing channel letter-type advertisement lights, power consumption per unit area (W/㎡) was proposed, and 100W/㎡ was recommended as a value currently suitable for South Korea.

Key Words : Advertisement lighting, Channel letter type, Light pollution, Power density

1. 서 론

광고조명은 야간에 업소의 존재를 알리기 위해 간판을 비추는 상업적인 조명이며 건물주 및 세입자의 필요에 따라 설치와 사용이 결정되는 조명기구이다. 최근 다른 업소와의 경쟁을 위해 더 밝고 화려한 광고조명을 사용하는 사례가 늘어남에 따라 도시 전체가 밝아지고 도시의 미관을 해치며, 빛공해 발생과 에너지 낭비의 주원인이 되고 있다.

미국, 슬로베니아, 영국, 오스트리아, 프랑스 등 다양한 국가에서는 광고조명에 의한 빛공해를 방지하기 위해 휘도, 점등시간, 소비전력 등을 제한하고 있다[1][2]. 한국은 2013년 '인공조명에 의한 빛공해 방지법(이하 빛공해 방지법)'을 시행하여 국가차원에서 옥외조명에 대한 빛공해를 관리하고 있으며, 빛방사허용기준에서 광고조명은 발광표면휘도의 최대치를 제한하고 있다.

광고조명에 대한 빛공해 실태조사에 따르면 채널레터형 광고물은 최근 광고조명에 가장 많이 사용되고 있는 조명방식으로 LED 모듈을 사용하기 때문에 광원의 크기가 작아 필요한 글씨, 그림만 조명하는 형태로 사용되며 전면부로만 빛이 방출되기 때문에 효율이 우수하다. 반면 이전에 다수 사용되던 내조형은 형광등을 광원으로 사용하기 때문에 광고물 자체의 크기가 크며 모든 방향으로 빛이 방출되어 효율이 떨어진다. 하지만 최근 수행된 광고조명 빛공해 실태조사 결과에 따르면 채널레터형은 기존 설치, 신설을 가리지 않고 다수가 발광표면휘도 기준을 초과하는 것으로 나타났으며, 반면 내조형의 경우 기준초과율이 상대적으로 낮은 것으로 조사되었다[3][4]. 이것은 광고조명은 제조과정에서 채널레터형 조명방식이 제대로 사용되지 않기 때문인 것으로 판단되나 제조업체들이 빛공해에 대한 관심이 적고 기술적 이해도가 높지 않기 때문에 관리가 어려운 상황이다.

본 논문에서는 광고조명에 대한 빛공해 관리 법·제도의 점검 및 휘도 실태조사를 통해 광고조명의 전반적인 문제점을 도출하고, 이에 대한 해결방안을 도출하기 위해 조명방식에 따른 조명전력 사용량 비교, 단위면적당 소비전력에 대한 실험을 통해 광고조명의 휘도, 광속 사용량을 효과적으로 저감하는 방안을 도출하였다.

† Corresponding Author : Dept. of Electrical and Electronic Engineering, Kangwon National University, Korea.
E-mail: hoonkim@kangwon.ac.kr
* BIT Medical Convergence Graduate Program, Kangwon National University, Korea.
** Departmentof Family & Housing Studies, Yeungnam University, Korea.
Received : March 1, 2018; Accepted : May 30, 2018

2. 광고조명 빛공해 관련 기준 및 지침 현황

2.1 내장된 차체 테스트

빛공해 방지법의 적용범위를 지정한 시행령 제2조에 따르면 광고조명은 '옥외광고물 등의 관리와 옥외광고산업 진흥에 관한

Copyright ⓒ The Korean Institute of Electrical Engineers

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/)which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

법률(이하 옥외광고물법)'에 따라 허가를 받아야 하는 옥외광고물에 설치되거나 광고를 목적으로 그 옥외광고물을 비추는 발광기구 및 부속장치로 정의된다. 정리하자면, 허가대상 옥외광고물 중 야간에 볼 수 있도록 조명기구를 설치한 것을 빛공해 방지법상의 광고조명으로 정의할 수 있다.

법적용 대상인 광고조명은 빛공해 방지법 제11조에 따라 '빛방사허용기준'을 초과하지 않도록 해야한다. 빛방사허용기준에 따르면 시간에 따른 변화가 없는 일반 광고조명의 경우 표 1의 기준이 적용된다.[5] 광고조명이 설치된 지역의 조명환경구역에 따라 허용되는 발광표면 휘도의 최대값이 결정되며 이 값을 초과하지 않도록 규제하고 있다. 광고조명을 측정하였을 때 발광표면 휘도 최대값이 조명환경관리구역에 따른 빛방사허용기준을 초과하게 되면 개선명령 및 과태료 부과의 대상이 될 수 있다. 발광표면휘도의 측정은 점휘도계, 면휘도계를 사용하며 '빛공해 공정시험기준'에 포함된 내용을 준수하여 실시해야 한다.[6]

2014년 '빛공해 방지를 위한 광고조명 설치·관리 권고기준(이하 권고기준)'이 고시되어 광고조명 설치시 준수해야 하는 사항이 제시되었고 채널레터형의 사용을 권장하였으나 실제 야외에서 측정한 결과 다수의 채털레터형이 휘도기준을 초과하고 있는 상황이다.[7][8]

광고조명의 빛방사허용기준으로 적용되는 발광표면 휘도는 광고조명 제조·설치업체에서 적용하기에 어려운 단위이다. 휘도계는 고가의 장비로 대부분의 광고조명 제조업체는 보유하고 있지 않아 제조 단계에서 발광표면 휘도를 측정할 수 없다. 광고조명을 제작하는 과정에서 빛공해 저감 여부를 미리 판단하기 용이한 정량적 지표가 제시된다면 빛공해 문제 해결 용이할 것으로 판단된다. 빛공해의 개선을 위해 설치 이전 단계에서 빛공해 발생 여부를 판단하고 개선을 유도하기 위한 보완책이 필요하다.

표 1 일반 광고조명의 빛방사허용기준

Table 1 The light emission standard for the advertisement lighting

구분 / 측정 기준	적용 시간	기준값	조명환경관리구역				단위
			제1종	제2종	제3종	제4종	
발광표면 휘도	해진 후 60분 ~ 해뜨기 전 60분	최대값	50 이하	400 이하	800 이하	1000 이하	cd/㎡

2.2 국제기관 및 해외 기준의 광고조명 빛공해 규제 방식 분류

국내 법제도적 문제점 보완을 위해 광고조명의 빛공해를 제한하는 국제기관 및 해외의 기준을 조사하였다. 기준에 대한 분석을 통해 광고조명에 적합한 빛공해 저감방안에 대한 근거를 마련하였다. 규제의 방법은 조명제품에 대한 적용단계별로 분류하였다.

2.2.1 제품성능 규제

조명제품을 개발하거나 제작하는 단계에서 제조자가 빛공해와 관련된 성능을 측정하고 판별하여 표시하고, 기준을 미달하는 제품에 대해서는 생산, 수입, 유통, 판매 등을 금지하는 방식이다. 설치 방법이 일정하고, 제품의 특성과 품질에 따라 빛공해의 정도가 결정되는 경우 적용한다. 광고조명의 경우 개인이 설치하는 조명이기 때문에 일괄적인 관리가 어려우며, 설치 방식이 다양하며 제품성능 측정과정이 없기 때문에 빛공해 관련 성능을 판별하기 어렵다.

2.2.2 설계시 조명 에너지 제한

옥외조명이 사용할 수 있는 소비전력 또는 광속의 상한선을 설정하여 고효율이면서 상향광이나 누출광이 적은 조명기구를 사용하도록 유도하는 방식이다. 다양한 옥외조명에 대한 적용사례를 확인할 수 있으며, 광고조명의 경우 표 2의 슬로베니아 빛공해법에서 적용하고 있는 크기에 따른 W/㎡ 제한이 대표적인 사례이다.[1] 에너지 제한의 단위로서 사용되는 조명기구가 가진 특성에 따라 표 3의 세 가지를 적용할 수 있다. 광고조명의 경우 대부분의 빛공해 문제가 제조과정에서 결정되기 때문에 에너지 제한 방식의 빛공해 저감효과가 클 것이다.

표 2 슬로베니아 빛공해법의 광고조명 W/㎡ 제한

Table 2 Power density restrictions of advertisement lighting in slovenian light pollution law

광고물의 표면적	최대허용 소비전력
18.5 ㎡ 이상	17 W/㎡
12.5 ㎡ ~ 18.5㎡	27 W/㎡
3.5 ㎡ ~ 12.5 ㎡	35 W/㎡
2.0 ㎡ ~ 3.5 ㎡	60 W/㎡
2 ㎡ 이하	80 W/㎡

표 3 설계시 조명 에너지 제한 방법

Table 3 Methods of lighting energy restrictions in design

단위	특징	장점	단점
W/㎡	조명이 적용되는 영역의 단위면적당 사용할 수 있는 조명기구의 소비 전력을 제한	계산이 단순하여 조명전문가가 아니더라도 쉽게 적용 가능	광원기술의 발전에 대응하기 어려움
Wh/㎡	W/㎡에 조명설비의 사용시간을 고려하여 전기에너지를 제한	조명이 실질적으로 사용하는 에너지를 제한	조명계획이 없는 개인 소유 조명에 대한 적용·계산 어려움
lm/㎡	단위면적당 사용할 수 있는 광원의 광속(lm)을 제한	적절한 밝기를 제공하면서 광속 수준을 제한 직접적 빛공해 제한	LED의 경우 광원 광속을 알기 어려움

2.2.3 설치방식 규제

사용하려고 하는 조명기구의 조명방식에 따라 준수해야하는 일반사항을 규제하는 방법이다. 조명방식 및 설치방법이 일정하지 않은 경우 하나의 방법으로 규제가 어렵기 때문에, 조명방식별로 설치시 준수해야할 사항을 규정함으로써 빛공해 원인을 최소화하는 방법이다. 일반적으로 가이드라인의 형태를 가지고 있는데 'USA Pattern Outdoor Lighting Code', 유럽광고물연맹(ESF)의 '에너지 절약과 빛공해 방지를 위한 가이드라인'의 방식으로 국내의 경우 '빛공해 방지를 위한 광고조명 설치관리 권고기준'이 2014년 제정되어 해당사항을 규제하고 있다.[7] 하지만 광고조명은 동일한 조명방식에서도 예외적인 사례가 많아 빛공해 발생을 직접적으로 막기 어렵다는 단점이 있다.

2.2.4 설치 후 규제

시설된 옥외조명 설비의 빛공해 정도를 측정하고 평가함으로써 사후에 규제하는 방식으로 제품의 제조나 설비의 설계 단계에서 규제가 어렵거나, 규제하더라도 설치 이후 문제가 발생하는 경우에 적용한다. 국제조명위원회의 CIE 150 지침의 광고판 표면의 평균휘도 제한이 대표적이며, 또한 국내의 빛방사허용기준이 채택하고 있는 방식이다.

휘도계는 일반적으로 제조자가 보유하고 있지 않은 전문 장비이기 때문에 조명이 설치된 후 측정이 실시되기 이전에는 빛공해 발생을 확인하기 어렵다. 측정을 통해 기준초과가 확인 된 경우에도 설치방식 수정, 보조 광학장치 설치, 조명기구 교체를 해야 하므로 추가 비용이 발생하는 문제가 있다.

2.2.5 제한 방법에 대한 비교 분석

앞서 설명한 제한 방법들을 분석하여 장단점을 정리한 결과는 표 4와 같다. 현재 빛방사허용기준과 설치·관리 권고기준에 의해 설치 후 규제와 설치방식 규제는 적용되고 있으며 제품성능 규제는 광고조명의 특성상 적용이 어렵다. 현재 광고조명에 대해 검토할 수 있는 제한 방법은 설계시 조명 에너지 제한으로 제안된 3가지 방식 중 적합한 것을 도출할 필요가 있다.

3. 광고조명 빛공해 실태조사

3.1 광고조명 휘도측정

광고조명의 빛공해 원인 및 실태 파악을 위해 다수의 광고조명에 대한 측정과 분석이 필요하다. 이와 관련하여 2015년 10월부터 12월까지 서울시 도시빛정책과의 용역사업을 통해 수행한 서울시 25개 자치구에 위치한 광고조명 372개의 실태조사 데이터에 대한 휘도분석을 실시하였다.[9]

광고조명의 휘도는 '빛공해공정시험기준-일반 광고조명의 발광표면 휘도 측정방법'에 규정된 측정방법에 따라 LMK Mobile Advanced system를 사용하여 측정하고 LMK LabSoft를 이용해 최대휘도를 분석하였다. 광고조명의 조명방식은 2014년 환경부에서 고시한 '빛공해 방지를 위한 광고조명 설치·관리 권고기준'의 조명방식 정의에 따라 내조형, 외조형, 자체발광형, 채널레터형, HALO형으로 분류했다. 측정한 광고조명을 조명방식별로 구분하고 조명환경관리구역에 따른 발광표면 휘도 기준을 적용하여 기준초과 여부를 확인하고 초과비율을 계산하여 정리하였으며 그 결과는 표 5와 같다.

측정대상 372개 중 263개가 발광표면 휘도 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 내조형은 44.8%의 초과비율을 보여 다른 조명방식보다 상대적으로 초과비율이 낮은 것으로 나타났으며, 외조형은 87.8%의 초과비율을 나타내 대부분이 휘도기준을 초과하는 것으로 나타났다. 채널레터형은 가장 많이 설치되어 있는 조명방식이었으며 72%의 초과비율을 나타냈다. 자체발광형은 네온사인을 사용한 것이 5건, 광고물 가장자리에 LED 모듈을 부착하여 사용하는 방식이 40건이었으며 모두 휘도기준을 크게 초과하는 것으로 나타났다. HALO형은 설치사례가 많지 않았으며 66.7%의 초과비율을 나타냈다. 외조형은 광원의 직접 노출에 의해 기준을 크게 초과하고 있어 설치방식에 대한 수정 및 제한이 필요한 것으로 분석되었으며, 자체발광형의 경우 모두 기준을 초과하며 비효율적이므로 사용을 금지하는 것이 적합하다고 판단된다.

간접방식의 조명형태를 가진 내조형과 LED 모듈을 사용한 채널레터형, HALO형의 빛공해 특성에 대한 분석이 필요하다. 채널레터형과 HALO형은 동일한 광원을 사용하여 특성이 유사하고 다수 설치되는 것이 채널레터형이므로 본 논문에서는 채널레터형을 대표로 하여 실험 및 분석을 실시하였다.

표 4 광고조명 빛공해 제한 방법 비교

Table 4 Comparison of light pollution restriction methods on advertisement lighting

구분	장점	단점
제품성능 규제	제품 성능을 일괄적으로 관리 가로등, 보안등 등 성능측정을 시행하고 설치방법이 일정한 조명기구에 적합	광고조명은 성능 측정과정이 없어 적용에 적합하지 않음
설계시 조명 에너지 제한	휘도측정없이 제한이 가능 효율적인 기구 사용을 유도	간접적인 빛공해 저감 방식
설치방식 규제	다양한 조명방식에 대해 쉽게 적용 가능	광고조명은 조명방식이 다양해 규제가 어렵고 예외적인 사례가 많음
설치 후 규제	빛공해 발생을 확실하게 판별가능	사후 규제로 인한 비용발생 측정전에 빛공해 규제 불가능

그림 1 광고조명의 조명방식

Fig. 1 Lighting type of advertisement lighting

표 5 광고물 조명방식별 초과비율 결과(2015년, 서울시 25개 자치구)

Table 5 Excess ratio by advertisement lighting type (2016, 25 municipalities in Seoul)

측정대상	내조형	외조형	자체발광형	채널레터	HALO	합계
초과/측정 (초과비율)	39/87 (44.8%)	36/41 (87.8%)	45/45 (100%)	139/193 (72.0%)	4/6 (66.7%)	263/372 (70.7%)

3.2 내조형 광고조명 빛공해 특성 분석

내조형의 경우 실태조사에서 기준을 초과하는 비율이 다른 조명방식보다 낮은 것으로 나타났다. 하지만 전방향으로 빛을 방출하는 형광등을 광원으로 사용하며 전면의 플렉스 또는 아크릴을 투과시켜야 하기 때문에 효율적이지 못하다. 그림 3은 내조형 광고조명의 내부구조로 전체 면적을 조명하기 위해 많은 에너지를 사용하며 총 광속 사용량 또한 많다. 결과적으로 내조형의 경우 발광표면휘도는 낮게 측정되지만 전체적인 광량이 많고 에너지 낭비가 심하므로 사용을 규제하여야 한다.

그림 2 내조형 광고조명 측정사례

Fig. 2 Measurement example on internally emitting type

3.3 채널레터형 광고조명 빛공해 특성 분석

채널레터형은 실태조사 결과 중 가장 많은 조명방식으로 나타났으며, 측정대상 중 72%가 빛방사허용기준을 초과하는 것으로

그림 3 내조형 광고조명 내부 구조

Fig. 3 Internal structure of internally emitting type

그림 4 채널레터형 색상별 휘도분석 결과

Fig. 4 Luminance analysis results by channel letter type color

그림 5 채널레터형 측정사례

Fig. 5 Measurement example on channel letter type

나타났다. 채널레터형 광고조명을 색상별로 휘도분석한 결과 그림 4와 같이 백색 외의 색상은 500 cd/㎡ 이하의 휘도가 나타나지만, 백색에서는 제4종 조명환경관리구역 기준인 1,000 cd/㎡을 초과하는 높은 휘도가 측정되었다. 하지만 그림 5의 측정 사례와 같이 모든 채널레터형 광고조명의 백색이 휘도기준을 초과하지는 않는 것으로 나타나 제조과정에 대한 분석이 필요하다. 또한 전체 광고면적에서 휘도기준을 초과하는 면적이 작으므로 내조형에 비하여 실질적인 빛공해가 적고 에너지 사용량도 적은 것으로 나타났다.

채널레터형 간판을 제작하는 광고조명 제조업체들을 방문하여 조사한 결과 체널레터형 광고물은 LED 모듈, 확산판, 색상 시트지로 구성되어 있으며 측면부에 프레임이 위치한다. LED와 확산

판 사이의 거리는 양산되는 알루미늄 프레임을 사용하기 때문에 약 8cm로 고정된다. 프레임 두께가 의미하는 확산판과 LED 모듈 사이의 거리는 일정하므로 LED 모듈의 성능 및 배열, 확산판 및 시트지의 투과율이 광고조명의 밝기에 영향을 주는 요소이다.

4. 빛공해 저감방안 결정을 위한 비교

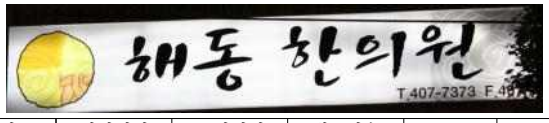
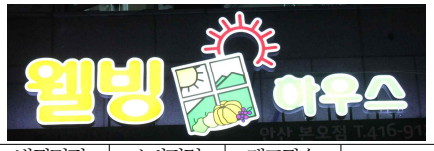
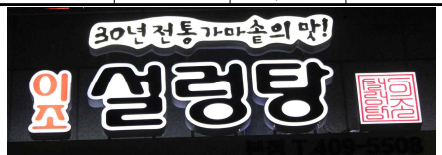
내조형과 채널레터형 광고물에 대한 빛공해 특성에 대한 세부적인 분석이 필요하다. 환경부 용역사업으로 2014년 수행한 광고조명 연구 및 교체사례에 대한 분석을 통해 효과적인 조명방식이 무엇인지를 확인하고 적절한 빛공해 저감방안을 도출하였다.[10][11]

표 6 조명방식 교체에 따른 성능 변화율 비교
Table 6 Performance variation rate comparison by lighting type change

	최대 휘도	발광 면적	소비 전력	램프 총광속	W/㎡	lm/m²
평균 변화율	+172.6%	-82.3%	-83.7%	-89.4%	-12.0%	-42.1%
표준편차	0.69	0.03	0.09	0.06	0.33	0.21

내조형과 채널레터형 광고물에 대한 빛공해 특성에 대한 세부적인 분석을 위해 내조형을 채널레터형으로 교체한 사례 5건을 분석하였다. 최대휘도(cd/㎡), 소비전력(W), 발광면적(㎡), 램프광속(lm), 발광면적당 소비전력(W/㎡), 발광면적당 광속(lm/㎡)을 적용하여 분석을 실시한 결과는 표 6, 표 7과 같다.

표 7 광고물 조명방식 교체에 따른 성능 비교
Table 7 Performance comparison of Lighting type change for advertisment lighting

교체 전(내조형)						교체 후(채널레터)					
											
최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²	최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²
361.8	4.0	512	45,760	128	11,440	1,034	0.9	172	9,760	191	10,844
최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²	최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²
448.2	4.0	512	45,760	128	11,440	1,752	0.7	82	4,900	117	7,000
최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²	최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²
684.8	4.0	1025	73,200	256	18,300	1,607	0.5	95	5,220	190	10,440
											
최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²	최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²
621.9	6.8	1,280	114,400	188	16,823	1,677.0	1.1	121	6,820	110	6,200
											
최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²	최대휘도 (cd/m²)	발광면적 (m²)	소비전력 (W)	램프광속 (lm)	W/㎡	lm/m²
946.8	4.0	512	45,760	128	11,440	1,723	0.8	68	3,620	85	4,525

내조형을 채널레터로 바꾸는 경우 발광면적은 평균 82.3%, 소비전력은 평균 83.7%, 램프광속은 평균 89.4%, W/㎡는 평균 12%, lm/㎡는 평균 42.1% 감소하는 것으로 나타났다. 반면 최대휘도의 경우 172.6%로 크게 상승하는 것으로 나타났다. 채널레터형은 공통적으로 백색에서 모두 빛방사허용기준을 초과하는 높은 휘도가 측정되었다. 채널레터형 조명방식은 LED 모듈을 사용하여 빛이 전면으로만 방출되며 필요한 면적만을 집중적으로 비추기 때문에 내조형보다 발광면적 및 광속사용량은 감소하지만 최대휘도는 오히려 상승한 것으로 분석되었다. 또한 채널레터형 광고조명의 최대휘도는 광고물의 색상에 따라 큰 차이가 있는 것으로 나타나 내부구조 및 제작방식에 대한 분석이 필요하다.[10]

반면 내조형의 경우 최대휘도 측면에서는 현재 빛방사허용기준을 만족하지만 채널레터와 비교해 과도한 에너지와 광속을 사용하고 있는 것으로 분석된다. 광고조명에서 방출된 빛의 50% 정도가 상향광이 되는 것으로 가정한다면 내조형이 상당한 산란광 빛공해 문제를 일으키고 있다고 판단된다. 채널레터형의 경우 빛방사허용기준을 초과하지만 휘도 외의 모든 측면에서 내조형보다 현격하게 감소하므로 효율적인 조명방식으로 평가할 수 있다. 하지만 빛방사허용기준에서는 발광표면휘도의 최대치만을 규제함에 따라 조명방식에 따라 문제가 발생하고 있다. 내조형은 사용하는 광속 및 소비전력의 양이 채널레터보다 월등히 많지만 빛방사허용기준에서는 조명의 사용량에 관계없이 최대휘도만을 측정하기 때문에 내조형이 채널레터형보다 좋은 조명방식으로 판단될 수도 있게 된다.

광고조명의 빛공해 개선을 위해 가장 중요한 점은 발광표면휘도를 대신하여 제조업체가 쉽게 이해하고 적용할 수 있는 지표가 필요하다는 것이다. 현재 휘도측정방법은 영세한 광고조명 제조업체의 입장에서 적용이 불가능한 방법이다. 광고조명의 빛공해는 제조단계에서 결정되므로 휘도측정이 아닌 제조단계에서 관리할 수 있는 방안이 필요하다. 현실적으로 가능한 방법은 채널레터형 광고조명이 빛방사허용기준을 초과하지 않게 제작하도록 유도하여 다른 조명방식들을 대체할 수 있도록 하는 것이 바람직하다고 판단된다.

5. 채널레터형 광고조명 면적당 소비전력(W/㎡) 제한 방법 연구

채널레터형 광고조명에 대한 빛공해 문제점을 보완하기 위해 광고조명 제조업체에서 제작하는 채널레터 광고조명과 동일한 구조로 실험세트를 제작하여 발광표면 휘도값을 확인하였고 이를 바탕으로 정량적 제한 방법을 연구하였다.[12]

5.1 채털레터형 광고조명 발광표면 휘도 실험 방법

실험을 위해 광고조명 제조업체에서 채널레터 광고조명 제작을 위해 사용하는 방식과 동일한 구조로 20cm×20cm×8cm(가로×세로×높이)의 광고조명 박스를 제작하였다. 박스의 전면에 사용되는 커버는 2mm 두께의 광확산판으로 시트지가 부착되지 않는 것, 색상 시트지 5종(백색, 황색, 청색, 녹색, 적색)을 부착한 커버로 구성하여 실험을 실시하였다. 실험에 사용된 LED 모듈의 모델은 여러 광고조명 제작업체에서 보편적으로 사용하는 SS Light의 KPL 3구 백색으로 색온도 8000 K, 정격전압 12 V, 정격전력 0.72 W의 3구 LED 모듈이다. 다양한 시트지 색상에 대해 광고조명 내부에 배치된 3구 LED 모듈의 수를 1~10개로 변경하며 측정하였다.

일반적으로 채널레터의 글씨 부분의 폭은 일정하므로 길이의 측정을 통해 발광부의 면적을 계산하는 방식으로 하여 식(1)의 형태로 광고조명의 발광면적당 소비전력(W/㎡)을 계산하였다. 휘도는 Konica Minolta의 CA-2000을 사용하여 측정했다. 측정에 사용된 휘도계는 측정한 발광면에 대한 휘도분포, 색온도, 색좌표 등을 확인할 수 있는 장비이며 주로 디스플레이 불량검사에 사용된다. 해당 실험에서는 광고물 내부의 LED 설치에 따른 휘도를 확인하므로 목적에 적합한 장비로 선정하였다.

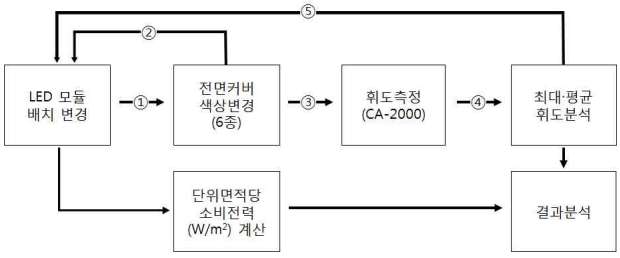


그림 6 실험 진행 절차
Fig. 6 Procedure of the experiment

그림 7 채널레터형의 발광면적당 소비전력 측정을 위한 실험세트 구성
Fig. 7 Experimental set for measurement of power density per unit area of channel-letter type

5.2 발광면적당 소비전력(W/㎡)에 따른 발광표면휘도 측정결과

LED 모듈 배열에 따른 발광면적당 소비전력(W/㎡)에 따른 발광표면 휘도 측정값을 그래프로 나타낸 결과는 그림 8, 그림 9와 같다. 광고조명의 발광표면 휘도는 최대값으로 규정되어 있지만 LED 모듈의 배치에 따라 최대포인트가 변화할 수 있으므로 평균휘도와 최대휘도를 함께 분석하고 발광표면휘도 기준인 800cd/㎡(3종 조명환경관리구역) 및 1,000cd/㎡(제4종 조명환경관리구역)과 비교하였다.

커버에 백색, 적색, 녹색, 청색의 시트지를 부착한 커버는 모든 조건에서 휘도 기준보다 훨씬 낮은 휘도가 측정되어 기준초과의 가능성이 없는 것으로 나타났다. 시트지를 붙이지 않은 조건과 황색에서만 기준 초과의 가능성이 있는 것으로 확인되었다. 평균

휘도를 기준으로 분석하면 시트지가 부착되지 않은 커버는 약 87 W/㎡에서 제3종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있으며 109 W/㎡에서는 제4종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있다. 노란색 시트지를 부착한 커버는 149 W/㎡에서 제3종 기준을 초과할 수 있으며 180 W/㎡ 이상이 되면 제4종 기준을 초과할 수 있는 것으로 나타났다.

최대휘도를 기준으로 분석하면 시트지가 부착되지 않은 커버는 57 W/㎡에서 제3종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있으며 82 W/㎡에서는 제4종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있다. 노란색 시트지를 부착한

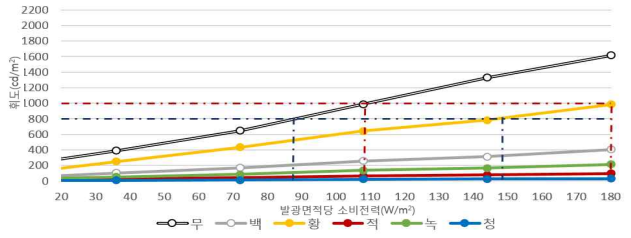


그림 8 시트지 색상에 따른 채널레터형 광고조명의 발광면적당 소비전력별 평균휘도

Fig. 8 The average luminance of channel letter type according to color sheet by power density per unit area

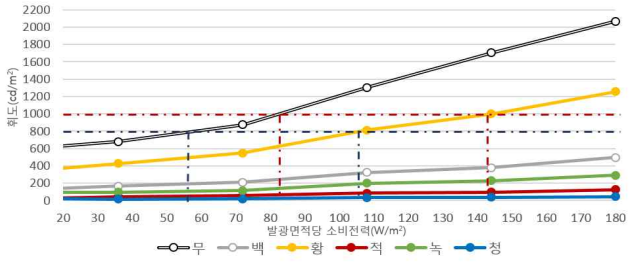


그림 9 시트지 색상에 따른 채널레터형 광고조명의 발광면적당 소비전력별 최대휘도

Fig. 9 The maximum luminance of channel letter type according to color sheet by power density per unit area

표 8 시트지 색상에 따른 빛방사허용기준을 초과하는 W/㎡

Table 8 W/㎡ in excess of the light emission standard by sheet paper color

빛방사 허용기준 \ 실험조건		시트지 없음	황색 시트지	백색 시트지	녹색 시트지	적색 시트지	청색 시트지
평균 휘도 (cd/㎡)	제3종 (800cd/㎡)	87	149	초과하지 않음			
	제4종 (1,000cd/㎡)	109	180				
최대 휘도 (cd/㎡)	제3종 (800cd/㎡)	57	108				
	제4종 (1,000cd/㎡)	82	144				

커버는 108 W/㎡에서 제3종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있으며 144 W/㎡ 이상이 되면 제4종 조명환경관리구역의 발광표면 휘도 기준을 초과할 수 있는 것으로 나타났다.

5.3 채널레터형 광고조명 휘도 저감방안 및 발광면적당 소비전력(W/㎡) 제한방법 제안

실험결과를 바탕으로 채널레터형 광고조명의 휘도를 저감할 수 있는 방안으로 4가지를 도출하였다.

① 채널레터형 광고조명에서 백색을 연출하는 경우 커버에 반드시 백색 시트지를 부착해야 한다. 시트지를 부착하지 않은 커버로는 빛방사허용 기준을 만족하기 어려움을 확인할 수 있고, 반드시 백색에 시트지를 적용 하도록 의무화해야 한다.

② 백색계통의 밝은 색상(백색, 베이지색, 황색 등)의 채널레터형 광고물은 글자별 발광면적당 소비전력이 100W/㎡ 이하가 되도록 제작한다. 노란색과 같은 백색계열의 밝은 시트지를 적용한 커버의 경우 글씨 크기에 대한 LED 모듈 배치에 따라 발광표면 휘도 기준의 초과여부가 달라질 수 있으므로 기준을 초과하지 않도록하는 100 W/㎡ 미만의 LED 배치를 권장해야 한다.

③ 백색계통을 제외한 색상은 휘도기준 초과 가능성이 낮으나 에너지 사용 측면을 고려하여 동일하게 발광면적당 소비전력이 100W/㎡이 되도록 제작한다. LED 모듈에 따라 소비전력, 광속이 다르므로 발광표면휘도 기준을 초과하는 발광면적당 소비전력에 차이는 존재하겠지만 모듈별 소비전력과 광속을 알 수 있다면 적정한 수준의 발광면적당 소비전력을 추천하는 것이 가능할 것으로 판단된다.

④ LED 모듈에 대한 성능체크를 통해 주기적으로 W/㎡ 기준을 조정하여야 한다. LED는 매년 발광효율이 증가하기 때문에 설치 밀도를 점차 하향하도록 기준을 변경하여 빛공해를 방지함과 동시에 효율적인 광원을 사용하도록 유도할 수 있다.

6. 결 론

광고조명의 빛공해에 대한 법제도적, 기술적 문제점을 분석하여 문제점에 대한 해결방안으로 채널레터형 광고조명의 발광면에 반드시 시트지를 적용하고 발광면적당 소비전력을 100W/㎡ 이하로 제한하는 것을 제안하였다. LED의 경우 기술발달에 의해 발광효율이 지속적으로 향상되므로 실험에서 도출된 값이 절대적인 기준값이 될 수는 없다. 본 논문에서 측정한 실험과 유사한 형태로 표준 실험방법을 제정하여 KS C 7659 '문자 간판용 LED 모듈'에 포함하고 주기적으로 적합한 발광면적당 소비전력(W/㎡)을 기준으로 제시한다면 채널레터형 광고조명에 대한 빛공해를 저감하는데 좋은 방안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

광고조명은 사적조명으로 일괄적인 관리가 어려워 빛공해방지법과 권고기준이 만들어져 있음에도 눈에 띄는 개선이 나타나기 어려운 상황이다. 관리제도의 개선과 더불어 제조업체 및 사용자에 대한 교육을 통해 빛공해에 대한 인식을 바꿔나가야 유효한

효과가 나타날 수 있을 것이다.

추가로 광고조명에서 동일한 최대휘도가 측정되더라도 과도한 색변화와 점멸은 불쾌함을 크게 증가시키는 것으로 연구되고 있다.[13] 하지만 현재까지 이 부분에 명확한 측정방법과 제한기준이 마련되어 있지 않다. 연구를 통해 불쾌감을 최소화할 수 있는 색변화의 정도와 점멸 빈도를 규정하여 빛방사허용기준에 추가할 필요가 있다.

감사의 글

2015년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음(관리번호-520150452).

References

[1] Hyun-Ji Kim. et al, “Current Status of Abroad Advertisement lighting installation and management criteria”, The Proceeding of KIIEE Vol. 28(2), 2014.

[2] Philip M. Garvey, “On-Premise Commercial Sign Lighting and Light Pollution”, LEUKOS Vol.1 NO 3 JANUARY 2005, 2005

[3] Seong-sik Yoo. et al, “A Study on Reduction of Light Pollution through Survey and Analysis on LED Signboards”, Proceeding of KIIEE Annual Spring Conference 2016, 2016

[4] Hyun-Ji Kim, hoon Kim, “Study on the Luminance Measuring Method and Regional Measured Results for Outdoor Signboards with Lighting Considering Light Pollution”, Journal of the KIIEE Vol. 26(10), 2012

[5] Enforcement Rule of the Act on the Prevention of Light Pollution(Ministry of Environment), 2013

[6] Standard methods for the examiantion of light pollution (National Institute of Environmental Research), 2013

[7] Recommendation standards for the prevention of light pollution by advertisement lighting(Ministry of Environment), 2014

[8] Seongsik Yoo et al., A Study on Reduction of Light Pollution through Survey and Analysis on LED Signboards, Proceeding of KIIEE Annual Spring Conference 2016, pp. 80, 2016.

[9] Seoul Light Environment Management Plan-Final Report (Seoul Metropolitan Government), 2016

[10] Sunho Jeon. et al, “An Analysis of Effects of Light Pollution at Change of Luminous Signboards from Inside Type to Channel-letter Type”, The Proceeding of KIIEE Annual Spring Conference 2014, 2014

[11] Development and application of advertising lighting and streetlight installation management research-Final Report(Ministry of Environment), 2014

[12] Seongsik Yoo et al., “Proposal of Lighting Power Density for Reduction of Light Pollution by Advertisement Lighting”, Proceeding of KIIEE Annual Spring Conference 2017, pp. 80, 2017.

[13] Wang,Yajiang, “Study on Optical Intrusion Simulation of LED Advertising Screen in Beijing and Tianjin”, Proceeding of 10th Asia Lighting Conference, pp. 287-290, 2017

저 자 소 개

유 성 식 (Seongsik Yoo)

1988년 1월 11일생. 2012년 강원대학교 전기전자전공 졸업, 2014년 동 대학원 전기전자전공 졸업(석사). 2014년~현재 강원대학교 일반대학원 BIT의료융합학 박사수료

김 현 지 (Hyun-Ji Kim)

1968년 6월 8일생. 1994년 영남대학교 실내환경설계전공 졸업(석사). 2000년 6월 영남대학교 주거학전공 졸업(박사).
2004년 3월~현재 영남대학교 가족주거학과 객원교수.

김 훈 (Hoon Kim)

1958년 8월 6일생. 1981년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1983년 동 대학원 졸업(석사). 1988년 동 대학원 졸업(박사). 현재 강원대학교 IT대학 전기전자전공 교수