Edge 조명 광고판의 시각효과 개선에 대한 연구

신 경 호* · 송 상 빈* · 이 정 빈** · 여 인 선*
*전남대학교 전기공학과 · HECS-RRC · POTRI, **고창기능대학

A Study on the Improvement of Visual Acuity on an Edgelit Panel

Kyung-Ho Shin · Sang-Bin Song · Jeong-Bin Lee · In-Seon Yeo
*Chonnam National University · HECS-RRC · POTRI, **Kochang Polytechnic College

Abstract - To find the best intagliated shape on edgelit signboard, it was prepared with variations of *illumination by changing the depth and angle of an* engraved letter, the thickness of acrylic panel and wavelength of light source in this paper.
As the result of analyzing optical design program, shallower depth and larger than critical angle on a visible side of panel, a favorable illumination characteristics was found.
Also considering those factors, it was able to select the model which showed effectively engraved letter.

1. 서 론

LED 분야의 생산성 향상과 기술발전에 의해 LED의 고효율·고휘도화가 가능해지면서, full-color 재현 LED 전광판, LED 신호등, 차량용 방향지시등, LCD용 백라이트 등 LED를 이용한 응용제품의 개발이 활발히 진행되고 있다. 특히 디스플레이 광원으로 많이 쓰이고 있는 냉음극 형광램프(CCFL)에 비해 다양한 색의 연출이 가능하고, 저온에서도 우수한 광출력을 내며 광고판 크기의 제약으로부터 자유롭다는 장점들 때문에 광고분야에서 그 활용도가 더욱 높아지고 있다. 하지만 edgelit 광고판의 경우 광원으로부터 문자음각이 멀어질수록 문자의 시감도가 크게 떨어지는 단점이 있다.

따라서 본 논문에서는 edge 조명 광고판에서 시감도를 효과적으로 개선하기 위해 아크릴판 위의 문자음각의 깊이, 각도 등 음각조건과 아크릴판의 두께 및 광원의 파장 등에 변화를 주어 실험하고, 각각의 조건에서 광출력 특성을 비교·분석하여 이상적인 모델을 찾고자 했다.

2. 본 론

2.1 Edge 조명 광고판의 구성

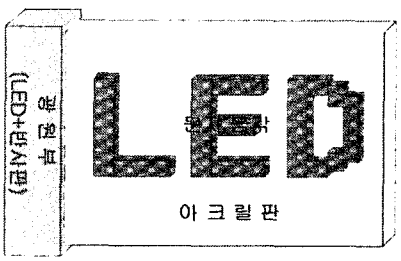

그림 1. Edge 조명 광고판

edge 조명 광고판은 그림 1에서 보는 바와 같이 유리나 아크릴과 같이 투명한 재질의 판 측면에서 빛을 투입하고, 투입된 빛이 투명판 위에 음각한 문자에서 굴절 및 산란이 일어나는 현상을 이용하여 시각적으로 부드러운 이미지로 광고효과를 얻도록 하는 장치이다.

2.1.1 아크릴(PMMA)의 광학적 특성

Edge 조명 광고판의 표시부는 비교적 투과율이 우수하고 가공이 용이한 아크릴판을 시뮬레이션 모델로 선정하고 아크릴의 광학적 성질을 토대로 각각의 변화 조건에 대한 특성을 비교·분석하였다.

표 1. 아크릴(PMMA)의 광학적 특성

투과율(%)	흡수율(%)	반사율(%)	굴절률(n)
92.0	0.3	7.7	1.48

2.1.2 아크릴의 전반사 임계각

본 논문에서 사용된 아크릴의 굴절률은 1.48이며, 스넬의 법칙을 이용해 구한 임계각(θ_c)은 약 42.5°이다.

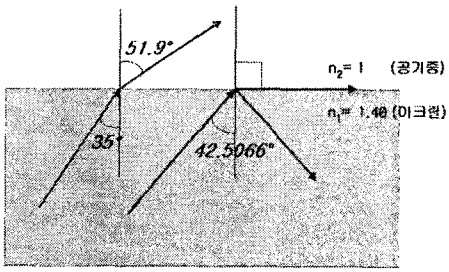

그림 2. 아크릴의 전반사

$$\sin\theta_c = \frac{n_2}{n_1}\sin\theta_o$$

$$\sin\theta_c = \frac{1}{1.48}\sin 90°$$

$$\therefore\ \theta_c = \sin^{-1}\frac{1}{1.48} \fallingdotseq 42.5°$$

(단, n_1:아크릴 굴절율, n_2:공기중 굴절율)

2.2 LED의 광학적 특성

광학 설계프로그램을 통한 시뮬레이션을 위해 기준광원으로서 Toyoda-Gosei(社)의 4Φ oval type RGB LED를 선정하였다. Oval type LED는 x-축 발산각은 넓고, y-축 발산각이 좁은 특성 때문에 두께가 얇은 아크릴판 내에서 빛이 효과적으로 진행하는데 유리한 조건을 가지고 있다. 본 논문에 사용된 Toyoda-Gosei(社) LED의 광학적 특성은 표 2와 같다.

표 2. Toyoda-Gosei(社) LED의 광학적 특성

Color	Peak wavelength λ_0 [㎚]	FWHM $\Delta\lambda$[nm]	Luminous flux F[lm]	Chromaticity coordinates (x, y)
Red	624	15	0.58	(0.6795, 0.3182)
Green	520	35	1.56	(0.1651, 0.6866)
Blue	406	25	0.35	(0.1334, 0.0680)

2.3 Edgelit 광고판의 실험 모델 설정

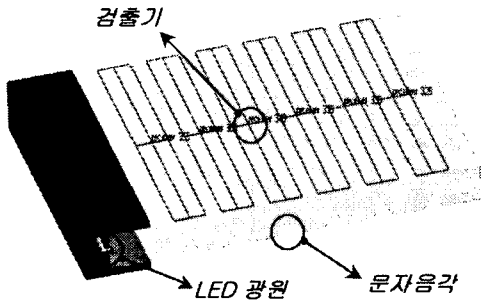

그림 3. Edge 조명 광고판의 실험 모델 설계

그림 3은 본 논문 연구를 위해 설계한 edge 조명 광고판의 기본형으로, 외형의 전체 크기는 330×200×10㎜이며, 아크릴판의 크기는 320×200×10㎜이다. 광원부(LED)를 감싸고 있는 케이스의 내부 코팅 물질은 알루미늄으로 반사율 85%를 적용하였다. 아크릴 판의 음각은 각각 30㎜ 간격으로 배치하였으며, 그 음각의 위쪽에 그 면의 광속발산도를 측정할 수 있는 검출기를 달았다. 아래에 설계된 Edge 조명 광고판은 기본적인 구성요소만을 설계한 것으로, 고효율의 edge 조명 광고판을 설계하기 위해서는 반사판의 형태 및 LED의 배치 간격 등을 고려한 보다 심도있는 설계가 필요하다.

2.4 문자 음각조건 및 아크릴판 두께변화 따른 특성

광학설계 프로그램을 이용해 투명 아크릴판 위의 음각의 깊이, 가공각도 등 음각의 형태변화에 따른 특성 변화, 아크릴판의 두께의 변화에 따른 광출력 변화 특성을 시뮬레이션을 통해 비교·분석하였다.

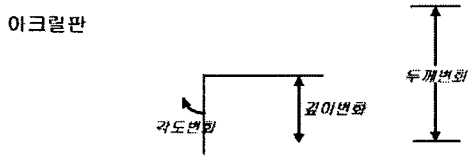

그림 4. 아크릴판의 음각 조건 변화

2.4.1 음각의 깊이에 따른 특성 변화

음각의 깊이에 따른 조도값의 변화는 그림 5에서 보는 바와 같다. edge 조명 광고판의 광원으로부터 거리가 멀어짐에 따라 음각문자의 광속발산도가 낮아지는 특성을 가지고 있다. 하지만 모든 음각에서 균등한 광속발산도를 갖어야만 전체적으로 효과적인 광고 효과를 얻을 수 있다. 그림 5에서 보는 바와 같이 음각의 깊이가 2mm일 때, 4mm, 6mm일 때보다 조도 균일도가 우수함을 알 수 있다. 즉, edge 조명 광고판에서 광고 문자는 깊이를 얕게 하여 음각하는 것이 효과적이라 할 수 있다.

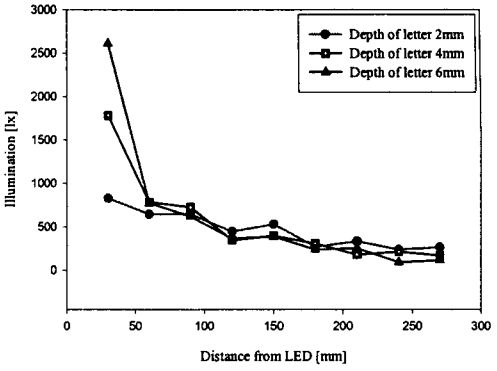

그림 5. 음각 문자의 깊이에 따른 광출력 특성

2.4.2 음각의 가공 각도에 따른 특성 변화

음각의 각도에 따른 특성 변화를 알아보기 위해 음각의 깊이는 2㎜로 고정하고, 임계각을 기준으로 하여 40°, 43°, 45°, 47°로 음각의 가공 각도를 달리하여 거리에 따른 조도 특성을 살펴보았다. 그림 6에서 보는 바와 같이 아크릴의 임계각인 42.5066°이상으로 음각을 가공한 43°,45°,47°에서 40°보다 전체적으로 조도값이 높게 나타났다. 다만 거리에 따른 변화율을 살펴보면 음각의 가공각도 43°와 45°가 47°에 비해 조도값의 변화율이 작게 나타남을 알 수 있다.

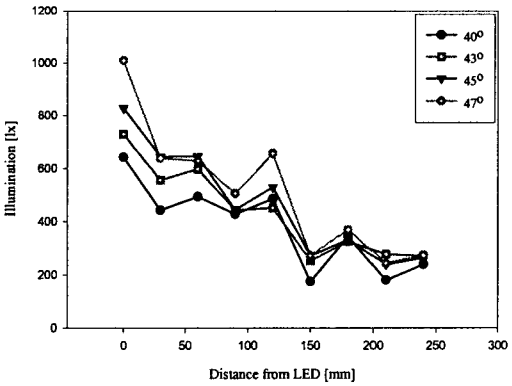

그림 6. 음각 문자의 가공 각도에 따른 광출력 특성

2.4.3 아크릴판의 두께 변화에 따른 특성 변화

아크릴 판의 두께 변화가 조도 균일도에 미치는 영향을 살펴보기 위해 음각의 각도(45°)와 깊이(2㎜)를 고정하고 아크릴 판의 두께를 8㎜, 10㎜, 12㎜로 변화를 주어 시뮬레이션하여 그림 7과 같은 결과를 얻었다.

아크릴 판의 두께가 얇으면 광원으로부터 90㎜의 위치에 있는 음각까지는 비교적 우수한 결과를 얻을 수 있었으나, 그보다 먼 곳에 위치한 음각에서는 10㎜, 12㎜로 했을 때보다 조도가 낮아지는 특성을 보인다. 8㎜ 또는 그 이하의 두께로 edge 조명 광고판을 제작할 경우에는 발산각이 좁은 LED를 선정하거나, 반사판을 이용하여 광원의 발산각을 좁혀줄 수 있는 설계가 선행되어

야 할 것이다.

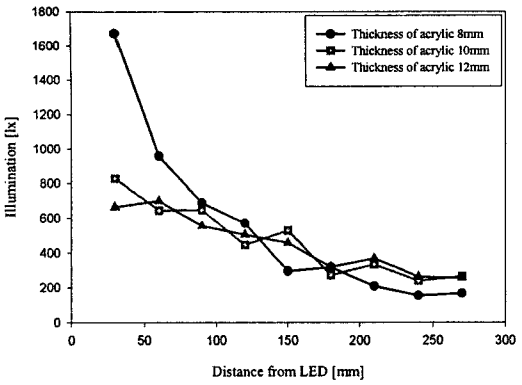

그림 7. 아크릴판의 두께 변화에 따른 광출력 특성

2.5 파장대별 광출력 특성 (상대값)

본 연구에 사용된 RGB LED가 각각 다른 광출력을 나타냄으로, 광원으로부터 떨어진 거리에 따른 조도값의 감소 비율을 알아보기 위해 광원으로부터 가장 가까운 거리에 있는 30㎜거리에 위치한 음각의 조도값에 대한 백분위 환산값을 그림 8에 나타내었다. Red와 Blue는 큰 차이없이 비슷한 결과를 나타냈으며, Green의 경우 Red와 Blue에 비해 조도 균일도 면에서 상대적으로 우수함을 알 수 있었다.

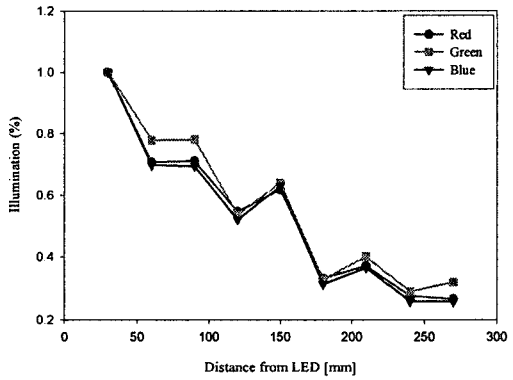

그림 8. 파장대별 광출력 변화

2.6 광원으로부터 원거리에 있는 음각의 조도 보상

광원으로부터 거리가 멀어질수록 조도값이 낮아지는 단점을 보완하기 위해 아크릴판의 태두리에 알루니늄 재질의 reflect sheet(반사율 85%)를 붙여 실험하였다. 체적으로 음각에서의 광출력 특성이 향상되었으나, 여전히 광원부에서 멀어질수록 조도값이 낮아지는 단점을 보완해 주는데는 한계점을 보였다.

그러나 아크릴판 양쪽에 같은 광원과 반사판을 설계하여 실험한 결과 그림 9에서 보는 바와 같이 각 음각의 조도값이 크게 향상되었음을 알 수 있었다.

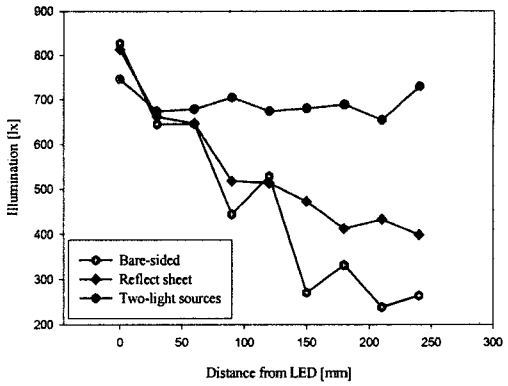

그림 9. 광원으로부터 원거리에 있는 음각의 조도 보상

3. 결 론

본 논문에서는 고휘도 LED를 사용한 edge 조명 광고판을 광학설계 프로그램을 이용하여 구성·설계하여 아크릴판 위의 문자 음각의 형태 및 아크릴판의 두께 변화와 파장대별 특성, 조광방식의 변화에 따른 조도값을 비교·분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 음각의 형태를 변화시켰을 경우에 음각각도가 전반사 각도보다 큰 경우와 음각의 깊이가 얕을수록 광출력 특성이 우수함을 알 수 있었다.
2. 고휘도 RGB LED에 대한 파장대별로 비교하였을 경우, 녹색 근처의 파장에서 광출력 특성이 우수함을 알수 있었다.
3. edge 조명 광고판의 크기가 커서 광원으로부터 음각의 거리가 멀기 때문에 광출력이 낮아지는 단점은 광고판 양쪽에 광원을 설치함으로써 보완할 수 있었다.

이 연구는 한국과학재단지정 전남대학교 고품질전기전자부품 및 시스템 연구센터 연구비의 일부 지원에 의해 연구되었음.

[참 고 문 헌]

[1] 박준석, 송상빈, 유용수, 김완호, 여인선, "고휘도 LED를 이용한 Edgelit 광고장치의 개발", 2000년도 한국조명·전기설비학회 학술대회 논문집, pp.149-152.
[2] 여인선, 김완호, 박준석, "Light Tools을 사용한 LED의 명광학설계", 한국조명·전기설비학회지, Vol.16, No pp.14-19, 2002.
[3] John F. Van Derlofske, "Computer modeling of LE pipe system for uniform display illumination", proc of SPIE, vol. 4445, pp.119-129, 2001.
[4] Warren J. Smith, "Modern Optical Engineering", McGraw Hill, New York, NY., 1990.