

광 패턴을 향상시킨 LED 평판 등에 관한 연구

정병조*, 장성환*, 권혁대**, 노용기**

*원광대학교 전기공학과

**전북인력개발원 전기시스템제어과

e-mail : imati@hanmail.net

Study on including improvements to, LED flat light pattern

Jung Byoung-Jo*, Jang Sung-Whan*, Kwon, Hyuk-dae**, Roh Yong-Gi**

*Dept. of Electrical Engineering, Wonkwang University

**Dept. of Electrical System Control, KCCI JBHRDI

요 약

기존의 형광등 또는 LED 평판등은 방사 형태를 제어하지 못한다는 단점이 있다. 본 연구에서는 이런 단점을 보완하기 위한 LED 모듈에 2차 렌즈를 부착하여 전 방향으로 방사 형태를 조절방법에 대해 시뮬레이션 분석을 하였다. 방사 각을 약 100°로 시뮬레이션 하였으며, 기존의 조명기구들보다 설치 간격을 넓게 하여도 광 균일가는 기존 조명기구들보다 더욱 향상됨을 알 수 있었다. 차후 LED 평판등을 실제 제작하여 측정 및 분석할 예정이다.

1. 서론

세계적으로 소비되고 있는 에너지의 대부분은 석유와 석탄 등 화석연료가 대부분이다. 에너지 사용량의 증가로 인해 이산화탄소의 배출량 또한 증가되고 있는 실정이다. 이러한 추세로 볼 때 향후 100년 이내에 지구의 평균 기온이 5.8℃ 상승하고, 지구상 생명체의 70%가 멸종될 것이라는 예상이 나오고 있다.

국제에너지기구(IEA)에 따르면 에너지 사용의 효율화를 통해 온실가스 배출량을 저감시키고 에너지 수요의 50%까지 절감할 수 있을 것으로 분석되고 있고, 전 세계에서 다양한 측면으로 에너지 사용을 줄이기 위한 노력이 이루어지고 있다.^[1]

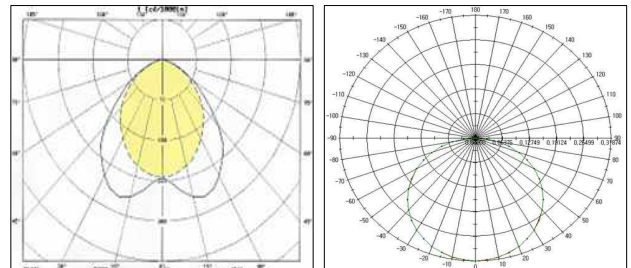
본 논문에서는 친환경 저탄소 녹색성장에 부응하여 기존의 등기구인 형광등을 대신하여 사용될 LED 평판등의 광학계를 설계하고, 광학 시뮬레이션을 통한 광학해석을 수행하였다.^[2]

2. 본론

2.1. 기존 조명의 문제점

본 논문에서는 광학설계와 광학 시뮬레이션에 앞서 기존 형광등과 LED 평판등의 문제점을 제시하고

자 한다.



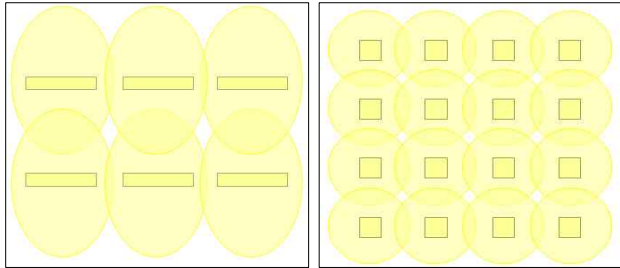
(a) 일반적인 형광등의 방사형태 (b) 일반적인 LED 평판등의 방사형태

그림 1 일반적인 형광등과 LED 평판등의 방사형태

그림 1의 (a)와 (b)는 각각 일반적인 형광등과 LED 평판등의 방사형태이다. (a)의 그림을 보면 알 수 있듯이, 기존 형광등은 x축으로는 방사각이 70°를 가지지만, y축으로는 램버시안 방사형태를 지닌다. 따라서 x축으로만 방사각을 제어할 수 있다. 그림 (b)는 일반적인 LED 평판등의 방사형태인데, 기존의 LED 평판등의 대부분은 확산시트를 사용하였으므로 그림 (b)처럼 x, y 두 축 모두 램버시안 방사형태를 가진다.

그림 2는 일반적인 형광등과 LED 평판등을 배열하였을 때의 방사패턴이다. 형광등은 x축으로 70°의 방사각을 가지고 y축으로는 램버시안 방사각을 가지

므로 그림 2의 (a)처럼 x축은 넓고 y축은 촘촘하게 설치를 해야 한다. 일반적인 LED 평판등의 경우 두 축 모두 램버시안 방사형태를 가지고 있기 때문에 모듈 간의 간격이 매우 촘촘해야 하며 배열 간격에 따라 암부 혹은 밝은 부분도 있을 수 있다. 이에 LED 조명에 2차 렌즈를 적용하여 배열 간격을 넓히고 그에 따른 광균일도를 향상시키고자 하였다.



(a) 형광등 배열 시 방사패턴 (b) LED 평판등 배열 시 방사패턴

그림 2 형광등과 LED 평판등 배열 시 방사패턴

2.2. LED 모듈 선정

LED 조명 2차 렌즈를 개발을 하기 위해서 LED 모듈의 선정이 중요하다. 그림 3에서 볼 수 있는 N사의 10W LED 모듈은 칩이 조밀하게 배열되어 있어 거의 면광원과 비슷한 광원이므로 광학설계와 비슷한 결과 값을 얻을 수 있다. 그러므로 광학설계가 LED 모듈에 맞추어 수행하였으며, 다른 회사의 LED 모듈로 시뮬레이션하였을 경우에는 설계 값과 다른 결과를 얻을 수 있다.



그림 3 10W LED 모듈

2.3. 광학설계

LED 조명 2차 렌즈는 다음과 그림 4와 같이 광학설계 프로그램인 OSLO를 이용하여 수행하였다. 광학계의 재질은 PMMA를 이용하였으며, 방사각의 목표 값은 80 ~ 100°이다. 이런 목표 값을 정한 이유는 기존에 배열하여 설치할 때 문제점으로 제시하였

던 암부 또는 밝은 부분을 최대한 줄이고 균일도 있는 방사 패턴을 얻을 있기 때문이다.

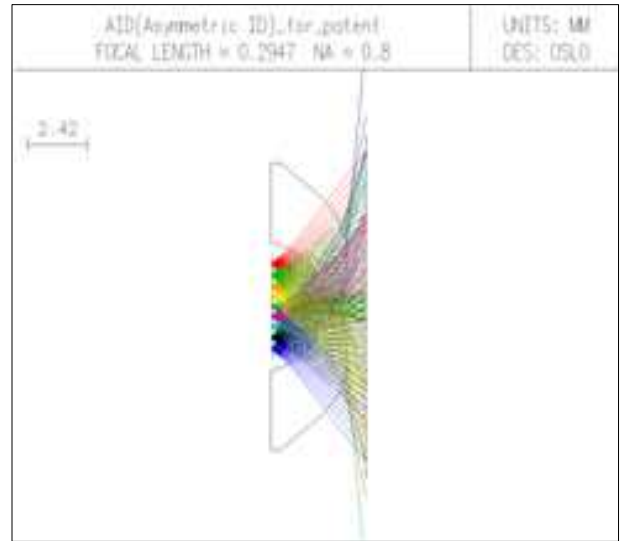


그림 4 OSLO를 이용한 광학설계

2.4. 광학 시뮬레이션

광학 시뮬레이션은 조명 프로그램인 Light Tools 7.1로 수행하였다. 그림 5는 광학설계로 설계된 2차 렌즈와 10W LED 모듈의 광을 추적하는 사진이다.

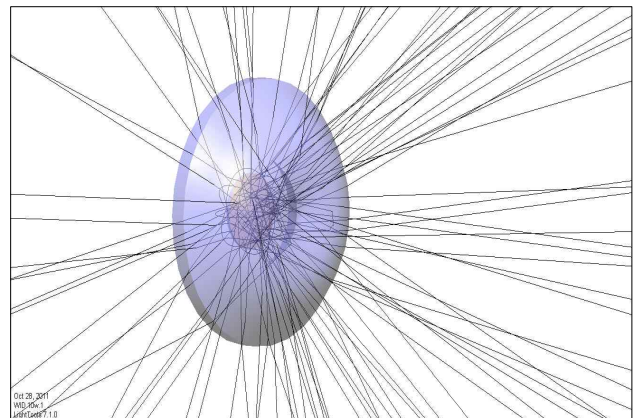


그림 5 광 추적

그림 6과 7은 각각 설계된 2차 렌즈와 10W LED 모듈을 2m에서 조사되었을 때의 방사패턴과 방사형태이다. 광학설계의 목표 값대로 가로, 세로 3m의 면적에 광균일도를 가지고 있는 것을 방사패턴을 보면 알 수 있고, 또한 방사각을 약 100°를 가진다는 것을 방사형태를 통해 알 수 있다. 하지만 하나의 설계된 렌즈와 LED 모듈로는 광의 밝기가 약하므로 이를 3×3으로 배열하여 평판등으로 제작하였다.

그림 5에서 보았던 2차 렌즈를 결합한 10W LED 모듈을 3×3으로 배열하여 LED 평판등을 설계하였다. 그림 8은 3×3으로 배열한 평판등의 대략적인 그

림이다.

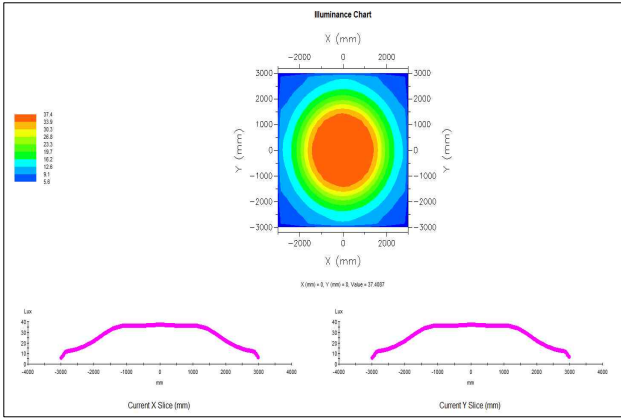


그림 6 2m에서 조사된 방사패턴

커버는 확산시트를 추가하였다. 그림 9는 위의 설계된 평판등을 2m에서 조사한 방사패턴이다.

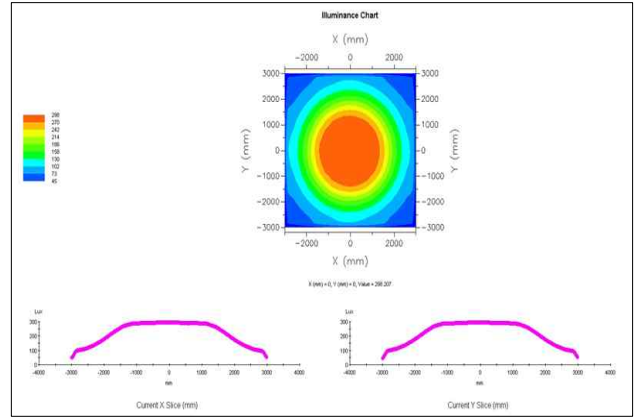


그림 9 LED 평판등의 2m에서 조사된 방사패턴

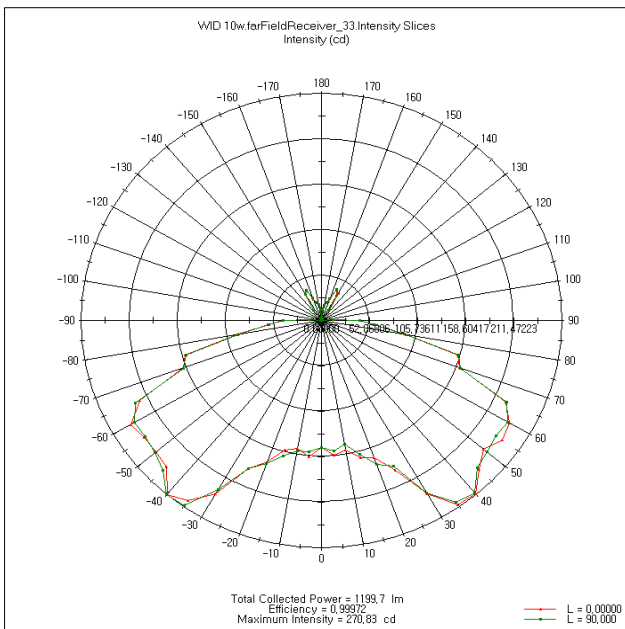


그림 7 2m에서 조사된 방사형태

그림 9를 그림 6과 비교하였을 때, 거의 유사한 방사패턴을 가진다. 또한 그림 6과 마찬가지로 가로, 세로 3m의 면적에 광균일도를 가지고 있으며, 광의 밝기도 평판등에 충분히 만족하는 값을 얻었다.

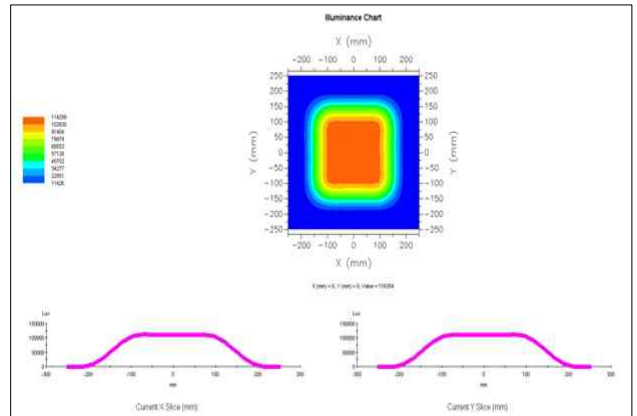


그림 10 LED 평판등의 5cm에서 조사한 방사패턴

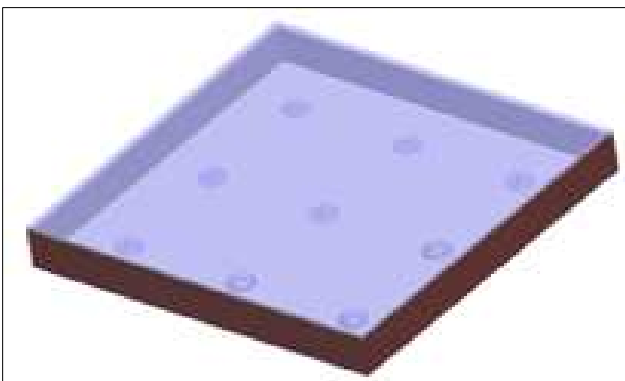


그림 8 설계된 LED 평판등

그림 10은 개발된 LED 평판등을 5cm에서 조사한 방사패턴이다. 그림에도 보이듯이 300×300mm에서 거의 균일한 밝기의 광이 나오기 때문에 기존 LED 조명의 문제점인 눈부심 현상이 심하지 않다는 것을 알 수 있다. 또한 기존 LED 평판등의 문제점으로 제시하였던 램버시안 방사형태를 2차 광학계를 이용하여 보완하였기 때문에 기존에 조밀하게 설치되었던 간격이 더 넓어졌으므로 설치비용 등 모든 면에서 향상이 될 수 있다는 것을 알 수 있다.

3. 결론

위의 설계된 평판등은 크기가 450×450mm이며, LED 모듈 간의 간격은 150mm이다. 또한 평판등의

우리는 본 논문을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 기존의 형광등은 x축으로는 광 제어가 되지만 y축으로는 광제어가 되지 않고 기존의 LED 평판등의 경우 x, y 두 축 모두가 램버시안 방사형태로 제어가 되지 않는다는 문제점이 있다.
- 2) 본 논문에서는 LED 조명의 2차 광학계를 광학설계 프로그램으로 설계하여 광학 시뮬레이션을 수행한 결과 가로, 세로 3m의 면적에서 광 균일도가 나오며, 약 100°의 방사각을 가진다는 것을 알 수 있었다.
- 3) 설계된 2차 렌즈와 LED 모듈을 3×3으로 배열하여 LED 평판등을 설계하여 시뮬레이션을 수행한 결과, 가로, 세로 3m의 면적에서 광 균일도가 나오며, 약 100°의 방사각을 가지며 광의 밝기도 평판등에 충분히 만족하는 값을 얻을 수 있었다. 또한 2차 광학계를 이용하여 보완하였기 때문에 기존에 조밀하게 설치되었던 간격이 더 넓어질 수 있을 것이다.

향후 시제품을 제작하여 측정 및 평가할 예정이다.

참고문헌

- [1] 지철근, “조명공학”, 1993
- [2] 김영훈, 김현중, 구성모, 안준환, 이진우 “3W급 LED 다운라이트 설계 및 광학해석”, 한국조명·전기설비학회 2010 추계학술대회 논문집, pp. 90-91, 9월, 2010.