

PLS 300W용 비대칭 투광기 반사판 설계법

김진모*, 신현정*, 박종환*
(주) 태양전자 조명연구소

The reflector design of an asymmetric floodlight for PLS 300W

Jin-Mo Kim, Hyeon-Jeong Shin, Jong-Hwan Park
Taeyang Electronic Co., Ltd.,

Abstract - The size of a PLS 300w's lighting source is smaller than the size of other's. It makes the reflector design of pls 300w more efficient. We designed it and analyzed the result of the reflector design in this paper.

1. 서 론

근래에 개발되어지고 있는 PLS 광원은 기존 HID 램프 보다 크기가 작고 광효율이 매우 뛰어나다. 또한 장수명이기 때문에 에너지 절약 측면에서도 우수하다. 하지만 기존의 PLS 900W 광원은 스템의 길이가 짧아서 여러 가지 형태의 반사판 설계가 용이하지 않았다. 또한 설계된 반사판의 형태도 매우 큰 단점이 있었다. 그러나 현재 개발된 PLS 300W는 스템의 길이가 길어지고, 별브의 사이즈도 작아져서 여러 가지 형태의 컴팩트한 반사판 설계가 가능해 졌다. 따라서 본 논문에서는 PLS 300W 광원을 적용한 비대칭 투광기형 반사판 설계를 하고 설계 결과에 대하여 분석하였다.

2. 본 론

2.1 반사판 설계의 기본 원리

PLS 램프에 대한 반사판 설계법은 다양하지만 PLS 300W용 비대칭 투광기 설계에 대해서는 타원을 이용한 반사판 설계의 원리를 적용하였다. 그림1은 타원의 일반적인 특성을 나타내었다.

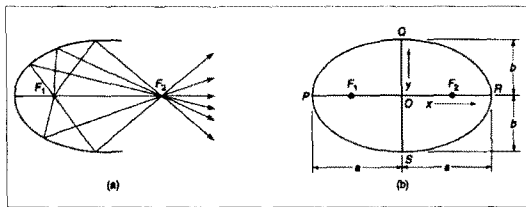


그림 1. 타원의 특성

타원의 일반적인 특성은 초점을 두개 가지고 있으며, 한 초점에서 나와 반사된 ray는 다른 초점을 관통한다. 그리고 타원위의 점 Q와 초점 F_1 , F_2 간에는 식 (1)이 성립된다.

$$\overline{QF_1} + \overline{QF_2} = 2a \quad (1)$$

마찬가지로, 타원위의 임의의 점과 2개의 초점간에는 식 (1)이 성립된다.

따라서, 타원위의 임의의 점을 (x, y) 라 하면 식 (1)에 의하여 식 (2)와 같은 타원의 방정식이 된다. 그러므로, 위의 원리를 바탕으로 반사판을 설계한다.

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (2)$$

전체적인 설계의 원리는 먼저 일정한 입사각 범위에서 램프표면 위의 중앙점을 제 1초점으로 정한다. 그리고 반사판 세그먼트의 시작점을 정한다. 여기서 시작점은 설계시 반사판을 위에서 아래로 설계를 하거나 아래에서 위로 설계를 하거나 둘중의 편한 방법을 택하여 설계하면된다. 다음은 제 1초점에 대한 제 2초점을 임의로 정하고, 제 1, 제 2초점과 시작점을 이용하여 일정한 입사각 범위까지 세그먼트를 완성해 간다.

한 타원의 마지막 점까지 설계가 끝나면 다시 마지막 점부터 처음의 설계원리를 이용하여 다시 설계해 나가면 된다. 설계시 고려해야할 사항은 램프로의 재흡수 여부를 확인하고 재흡수율을 최대한 줄여서 설계를 하여야 한다. 제 1초점과 제 2초점 결정에 대한 세부사항은 그림 2와 같다.

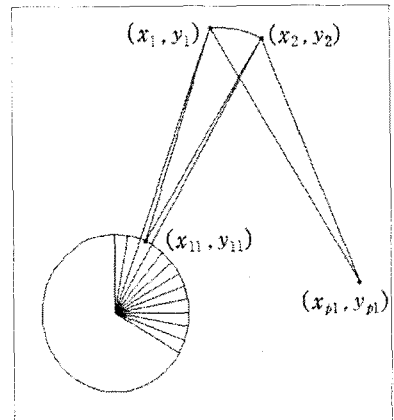


그림 2. 제1초점과 제2초점 결정

제 1초점은 일정한 간격의 입사각 θ 범위에서 램프 표면 위의 중앙점 (x_{11}, y_{11}) 으로 한다. 제 2초점은 반사판이 램프로 재흡수 되지 않고 다른 반사판에 입사하지도 않으며 원하는 배광이 될 수 있도록 (x_{21}, y_{21}) 을 정한다. 여기서 반사판 세그먼트의 시작점 (x_1, y_1) 과 제 2초점 (x_{21}, y_{21}) 을 정하기에 따라서 반사판의 사이즈도 변화한다.

2.2 PLS 램프의 적용 배광형태

PLS 300W 램프의 광속은 32000lm으로 하였다. 램프의 효율은 93.4%이다. 그림 3은 시뮬레이션상의 램프의 외형이다. 그림 4는 PLS 300W bare램프에 대한 Photopia 시뮬레이션 결과 배광이다.



그림 3. PLS 300W 램프 외형

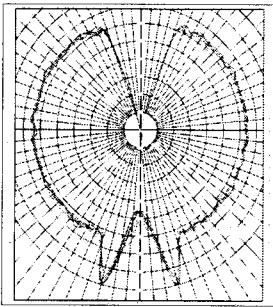


그림 4. PLS 300W 램프 적용 배광

2.3 비대칭 투광기 설계

2.3.1 목표배광

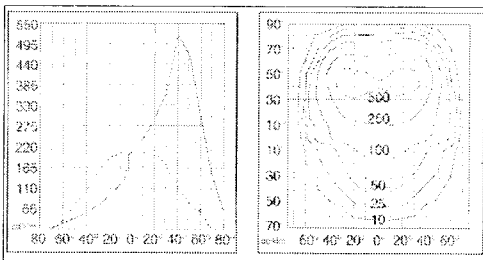


그림 5. PLS 300W 목표배광 형태

그림 5는 PLS 300W 반사판 설계에 대한 목표 배광곡선을 나타낸 것이다.

2.3.2 비대칭 투광기 설계 형상

반사판 설계는 총 3가지이다. 각각의 설계된 반사판은 사이즈나 형상은 동일하다. 설계시 PLS 램프의 적용도 동일하다. 그러나, 반사판의 재질 및 반사율을 바꾸어 설계를 하였다. PLS 300W의 비대칭 투광기의 반사판 사이즈와 형상은 그림 6과, 그림 7과 같다.

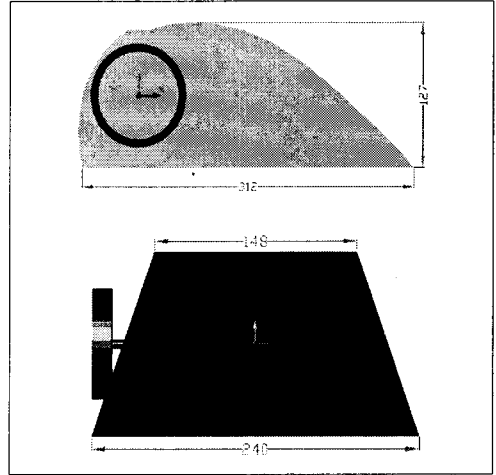


그림 6. PLS 300W 설계된 반사판 사이즈(mm)

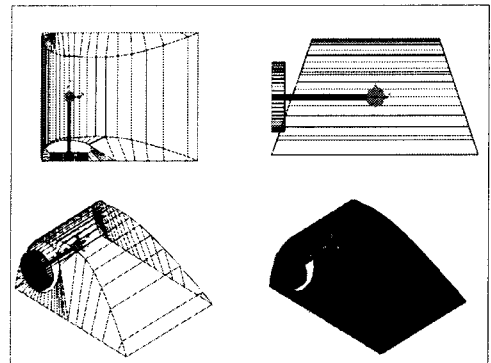


그림 7. PLS 300W 설계된 반사판 형태

2.4 반사판 설계 결과

2.4.1 설계 1

설계1의 시뮬레이션에 사용한 입력 data는 표 1과 같다. 효율은 82%이다. 단, 시뮬레이션시 PLS 300W 광원 자체의 효율이 93.4%이므로, 이를 100%로 놓고 환산하면, 반사판의 효율은 87.7%이다. 그림 8은 결과 배광이다.

표 1. 시뮬레이션 입력 data

광원초기광속	ray 수	반사 수	재질의 반사율
32000lm	1,000,000개	7번	90% specular

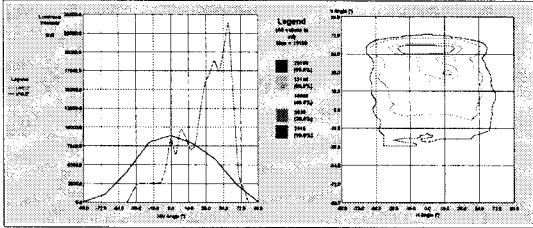


그림 8 PLS 300W 반사판 설계 1 결과 배광

2.4.2 설계 2

설계2의 시뮬레이션에 사용한 입력 data는 표 2와 같다. 효율은 79.4%이다. 단, 시뮬레이션시 PLS 300W 광원 자체의 효율이 93.4%이므로, 이를 100%로 놓고 환산하면, 반사판의 효율은 85%이다. 그림 9는 결과 배광이다.

표 2. 시뮬레이션 입력 data

광원초기광속	ray 수	반사 수	재질의 반사율
32000lm	1,000,000개	7번	87% specular, 375" peen sized

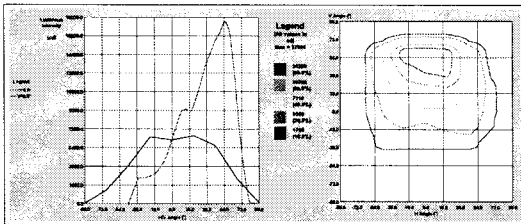


그림 9. PLS 300W 반사판 설계 2 결과 배광

2.4.3 설계 3

설계3의 시뮬레이션에 사용한 입력 data는 표 3과 같다. 효율은 78.7%이다. 단, 시뮬레이션시 PLS 300W 광원 자체의 효율이 93.4%이므로, 이를 100%로 놓고 환산하면, 반사판의 효율은 84.2%이다. 그림 10은 결과 배광이다.

표 3. 시뮬레이션 입력 data

광원초기광속	ray 수	반사 수	재질의 반사율
32000lm	1,000,000개	7번	87% specular, 25" peen sized

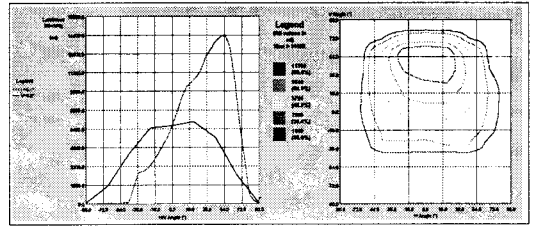


그림 10. PLS 300W 반사판 설계 3 결과 배광

3. 결 론

반사판 설계 결과는 총 3가지이다. 설계시 다른조건은 모두 동일 하지만 반사판 재질이나 반사율의 차이를 두었다. 설계1은 90% Specular의 재질을 적용하였다. 그 결과 효율은 가장 높았다. 그러나 배광 형태가 매끄럽지 못하고 J-K방향의 0도에서 20도 사이의 배광이 약간 튀는걸 알 수 있다. 설계 2와 3은 Specular, (375", 25") peen sized로 둘 다 효율은 설계1 보다는 약간 떨어지지만 배광형태가 고르게 되는 것을 알 수 있다. 또한 목표배광에 많이 근접하다. 마지막으로 설계 2는 설계 3에 비해 J-K방향의 빔각의 범위가 약간 좁을 걸 알 수 있다. 본 설계는 가장 보편적으로 사용되는 비대칭 투광기의 배광형태를 설계하였다. 이러한 설계를 바탕으로 보다 다양한 배광형태를 설계한다면 보다 더 효율적인 조명환경을 만들 수 있을 것이다.

본 연구는 정보통신부 및 산업자원부의 IMT-2000 "전통산업의 IT접목 기술개발사업"의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

[참 고 문 헌]

[1] William B, [The Optical Design of Reflector], TLA Lighting Consultants, Inc, Third Edition, 1989
 [2] R. H. Simons and A. R. Bean, [Lighting Engineering Applied Calculations], Architectural Press, 2001
 [3] Joseph B. Murdoch, [Illumination Engineering]-From Edison's Lamp to the Laser, Macmillan Publishing Company
 [4] 김훈, [조명의 이론과 실제], 강원대학교 특성화사업단
 [5] 김훈, [Reflector 설계 기술 세미나], LG 전자 MGT 사업부, 2003
 [6] 한국조명-전기설비학회, [조명디자이너 자격인증 교재]
 [7] 정재훈, [형광등기구용 경면 반사판의 광학설계 프로그램 개발], 강원대학교 석사논문, 1999
 [8] 황제산, [경면 반사판 설계 알고리즘 및 설계 툴의 개발], 강원대학교 석사학위 논문, 2001