

광원 고정 형태에 따른 300W급 무전극 투광등기구의 설계안 비교 연구

\*신 현 정, 김 진 모, 손 장 복  
(주) 태양전자 조명연구소

Photometric Analysis of 300W class Electrodeless flood lighting fixture

\*Hyeon-Jeong Shin, Jin-Mo Kim, Jang-Bok Shon  
Taeyang Electronic Co., Ltd.

**Abstract** - Photometric analysis is essential process to make design for 300W Electrodeless flood lighting fixture. But lighting source's unusual shape makes it difficult to fix in and so we supposed two kinds of installation method to solve this matter. One is to place lamp base down and second is to put lamp base side like normal HID lamps. In result, former photometric analysis came to reach a target for similar asymmetric photometric data meanwhile we can not escape work to design complicated reflector. Second analysis reached conclusion that it is more simplified reflector than former. On its lighting fixture's design, the former reflector is new and attractive breaking fixed idea but the latter is only staying in the range of existing HID lighting design.



그림 1. 등기구 개발 과정 및 현 단계

위의 단계를 거쳐 등기구 디자인을 완성해 가야 하는데 현재의 연구는 광학 설계 및 디자인 테스트 단계에 있다. 먼저 개발 등기구의 목표 사양 설정을 위해 기존의 300W급 HID 램프용 투광등기구에 대한 조사 분석을 실시하였다. 등기구의 사양은 사용용도, 전체 시스템의 크기(Size), 마감 재질, 배광(빔각)의 네 가지로 축소하여 분류하였으며, 대상은 국산 등기구 및 외산 등기구로 하였다.

1. 서 론


최근 국내에도 기존의 조명과는 다른 새로운 분야의 조명 설비들이 들어서고 있다. 스포츠경기장마다 야간조명이 설치되고 관광지뿐만 아니라 도심지의 건물들에도 야간경관조명이 아름답게 빛나고 있다. 이렇게 수요가 늘어가는 조명 산업에서 가장 광범위하게 이용되고 있는 300W급의 고효율 투광등기구 제작을 위해 신광원을 도입하려 한다. 신광원인 무전극 램프는 고연색성의 장수명 광원으로 LG전자에서 1Kw급 투광등기구 개발이 완료된 상태이며, 1Kw급 투광등기구는 산업용 조명으로서 곳곳에 활용성을 검증받은 바 있다. 본 고에서는 이러한 신광원을 활용한 300W급 투광등기구의 디자인 개발 진행 과정을 살펴보고 향후 과제에 대하여 논하고자 한다.

2. 본 론

2.1 300W급 투광등기구의 사양 조사

등기구 개발을 위해서는 목표 사양을 결정하는 것이 가장 중요하다. 먼저 시장 조사를 거친 후 그 수요와 공급에 관하여 통계를 내고, 목표로 하는 시스템의 모델을 결정한다. 이 때 소비전력 및 사용 광원이 결정되고 그 이후에 등기구의 사용 용도를 규정하여 목표 배광을 선택한다. 최근에는 등기구의 사용처가 다양해짐에 따라 같은 기구 외형 속에 여러 가지 형태의 반사판을 적용할 수 있도록 기구의 호환성을 높였다.

표 2 300W급 투광등기구의 사양 조사표

N O	기구명 (제조사)	용도	램프	등기구 크기	마감 재질	배광 (빔각)
1	 (태광)	경관조명 간이 경기장	MH250 MH400	450×360 ×250	알미늄	1종
2	 (Philips)	항만조명 경관조명 경기장	MH250 MH400	440×540 ×205	알미늄 다이캐 스팅	3종
3	 (Osram)	경관조명	MH150 MH250	360×520 ×200	알미늄 다이캐 스팅	2종
4	 (GE)	항만조명 경관조명 경기장	MH250 MH400	490×540 ×200	알미늄 다이캐 스팅	2종

## 2.2 개발 등기구의 목표 배광 설정

조사된 바와 같이 300W급 투광등기구의 주요 사용용도는 주로 육내·외 스포츠경기장 조명이나 야간경관조명용이었다. 최근 국내·외 조명시장의 추이를 살펴보았을 때 가장 널리 이용될 수 있는 분야이기도 하다. 따라서 개발 등기구는 아래 그림 2와 같이 목표 지점으로 빛을 모아 보내줄 수 있는 고효율의 비대칭형 배광을 가진 사각 등기구로 설정되었다.

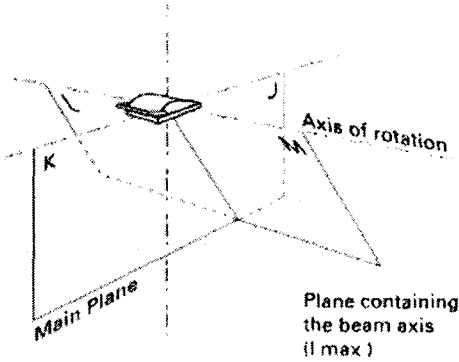


그림 2. 사각등기구의 빔 축

목표 배광은 스포츠경기장이나 야간 경관조명용으로 가장 많이 이용되는 중각을 중심으로 광각 및 협각의 세 가지로 범위를 좁혔고, 배광의 모양은 아래 그림의 형태에 유사하며 빔각은 NEMA 1, 3, 4의 범위를 가지도록 목표를 설정하였다.

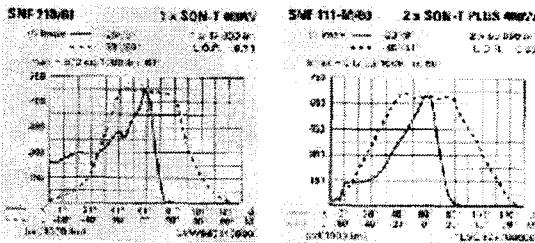


그림 3. 300W급 무전극 투광등기구의 목표 배광

표 3 NEMA 빔각표

빔 타입	IESNA 기준	KS 기준
NEMA 1	10 ~ 18°	협각
NEMA 2	18 ~ 29°	
NEMA 3	29 ~ 46°	중각
NEMA 4	46 ~ 70°	
NEMA 5	70 ~ 100°	광각
NEMA 6	100 ~ 130°	
NEMA 7	130° 이상	

다음은 등기구 안에 들어갈 광원인 300W급 무전극 램프의 형상을 살펴보자. 이 램프는 빛을 발하기 위해서 구동장치인 마그네트론을 포함한 웨이브 가이드를 가지고 있어야 하고 발광 부위 주변으로 전자파를 차단하기

위해서 메쉬가 둘러싸고 있다(그림 4).

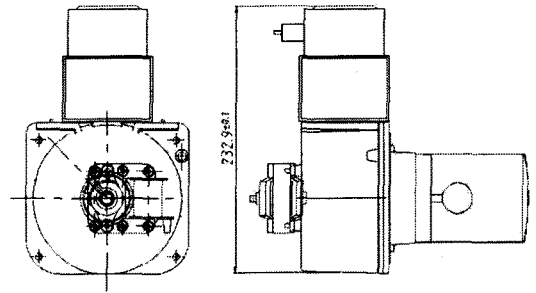


그림 4. 300W급 무전극 램프의 형상

따라서 위 그림에서와 같이 일반 HID 램프의 형상과는 판이하게 다른 형태를 취하고 있는 것이다. 더구나 웨이브가이드 등 일체의 부착장치들이 광원과 가질 수 있는 이격거리가 아주 짧아서 등기구 속에 이 모든 장치들을 포함해야 하고 광원의 초점을 잘 맞추어 반사판을 설계, 배광을 조절해야 하는 것이다. 일반적인 등기구의 형상을 생각해 볼 때 매우 어려운 구조 구성 작업이었다. 그리하여 두 가지의 램프 고정 방법을 염두에 두고 등기구 개발을 시작하였다.

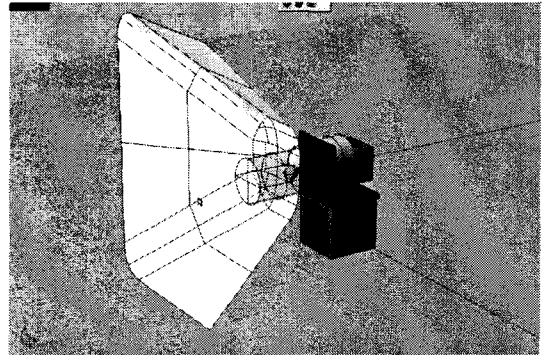


그림 5. 등기구 설계 A안

첫 번째 설계 A안은 그림 4에서 보이는 웨이브가이드 방향을 등기구 뒤편으로 돌려 광원의 초점 및 미러가 정면에서 보이도록 하는 방법을 이용하고(그림 5), 두 번째 설계 B안은 웨이브 가이드를 현재 그림 4(오른쪽)에서 보이는 것처럼 그대로의 형태를 정면에서 볼 수 있도록 등기구 속에 광원 장치들을 구성하는 방법이다.

## 2.3 등기구 설계 A안

먼저 등기구의 형상은 접어두고 광학 설계를 실시하였다. 모든 등기구의 가장 기본은 디자인이 아니라 광학적 성능이기 때문이다. 따라서 앞서 설명한 것처럼 광원과 미러의 위치를 아래 그림 5와 같이 고정시켜 반사판을 설계하였다. 등기구 반사판의 광학설계는 빛의 움직임을 추적하여 배광을 예측하고 이에 따라 목표 배광에 맞는 형태를 만드는 것이다. 이 때 아래와 같은 광학 설계 프로세스를 거치게 된다.

표 4. 광학 설계 프로세스

(1) Zone (degrees)	(2) Bare lamp lum (cd)	(3) Lamp reflector lum (cd)	(4) Zonal constant (Table 2.1)	(5) Zonal bare lamp lumens	(6) Zonal total lumens	(7) Zonal reflected lumens	(8) Cumulative reflected lumens	(9) Zonal bare lamp lumens x p	(10) Cumulative bare lamp lumens x p
0-10	90	1536	0.095	8.4	145.9	137.3	137.3		
10-20	114	1350	0.285	32.3	382.1	349.8	487.1		
20-30	152	1094	0.463	76.4	566.5	456.1	923.2		
30-40	188	854	0.628	118.1	717.4	419.5	1342.7		
40-50	216	570	0.774	167.2	841.2	274.0	1616.7		
50-60	236	500	0.897	204.5	949.1	164.6	1681.3		
60-70	228		0.993	201.7	1224.4			192.4	192.4
70-80	228		1.058	241.2				205.0	397.4
80-90	278		1.091	248.7				213.4	608.8
90-100	228		1.091	248.7				213.4	820.2
100-110	228		1.058	241.2				205.0	1025.2
110-120	228		0.993	226.4				192.4	1217.6
120-130	228		0.897	204.5				173.8	1391.4
130-140	145		0.774	127.7				108.5	1499.9
140-150	182		0.628	114.3				97.2	1597.1
150-160	143		0.463	66.2				56.3	1653.4
160-170	117		0.285	35.1				28.1	1681.5
170-180	44		0.095	4.2				1.6	1683.1
				1962.6					

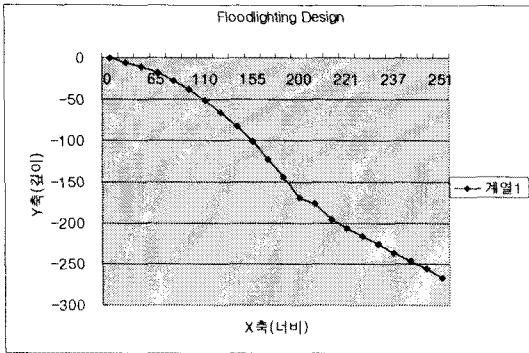


그림 6. 광학설계 프로세스를 거치는 설계의 예

위의 방법으로 광학 성능을 계산하여 컴퓨터 시뮬레이션해 본 결과 반사판을 거쳐 일정 방향으로 제어되지 않는 빛의 양보다 미러의 영향으로 정면으로 바로 빠져나오는 빛이 훨씬 많다는 것을 알았다.

이를 보완하기 위해서 반사판의 형태는 Segment가 더욱 분화되어 복잡한 형상을 띄게 되었다. 아래 그림은 광학설계가 완료된 반사판의 형상이다.

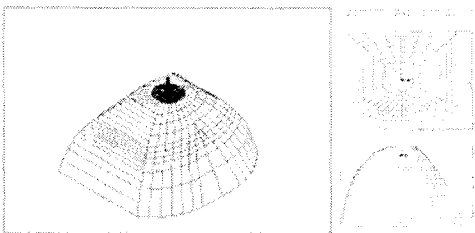


그림 7. 등기구 설계 A안의 반사판 형상

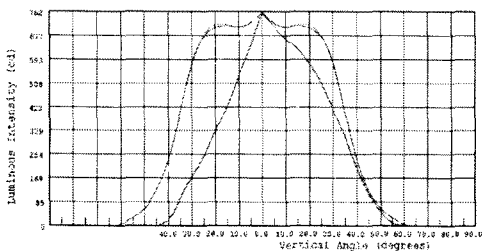


그림 8. 등기구 설계 A안의 배광 곡선

그림 6에서 보는 바와 같이 이 반사판의 형태에서 Segment의 수가 100여개 이상이 되고 있으며 일체형의 곡면체적 구조는 급형 개발에 큰 어려움이 따를 것으로 보인다. 과제의 목표는 저가이고 경량이면서 성형성을 만족하는 고품질의 반사판을 만드는 것이다. 따라서 다른 방법의 등기구 설계 B안을 검토하였다.

2.4 등기구 설계 B안

설계 B안은 앞서 말한 바와 같이 웨이브 가이드를 그림 4(오른쪽)에서 보이는 것처럼 그대로의 형태를 정면에서 볼 수 있도록 등기구 속에 광원 장치들을 구성하는 방법이다.

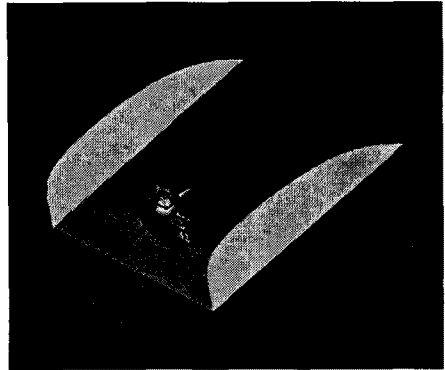


그림 9. 등기구 설계 B안의 광원 취부 형태

다시 설명하면, 그림 9에서 보는 바와 같은 형태를 취할 수도 있고 또는 발광부 바로 아래쪽의 미러를 좌 또는 우측으로 가도록 광원장치를 측면으로 고정시키는 방법이다. 위와 같이 설계한 결과에 따르면 반사판의 형태 및 배광 곡선의 결과는 아래 그림 10과 같다.

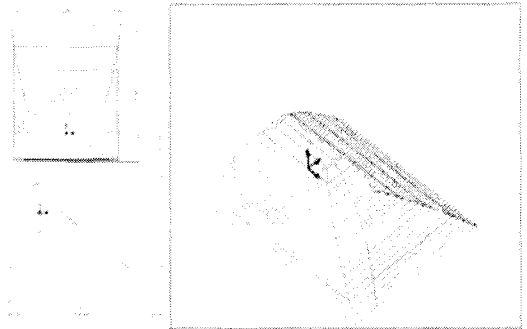


그림 10. 등기구 설계 B안의 반사판 형상

그림 10의 빔각은 20도 및 9도 정도로 NEMA1x2 정도의 배광을 가진다. 그러나 그림 9에서 보는 바와 같이 이러한 매끄러운 곡선 형태의 배광을 얻기 위해서는 반사판의 형태가 다소 복잡해진 부분이 생긴다. 따라서 이 부분의 반사판 형태를 매끄럽게 보완하기 위해서 다양한 각도의 시뮬레이션을 반복 수행하고 있으며 그 부분의 표면 처리나 재질 선택 등에 변수를 두고 데이터를 작성하고 있다.

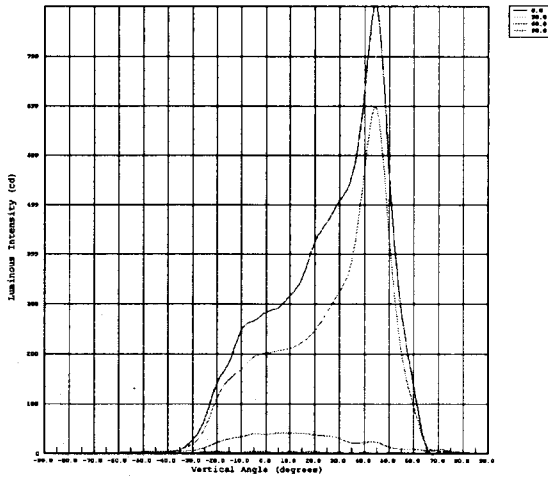


그림 11. 등기구 설계 B안의 배광 곡선 시뮬레이션

### 3. 결 론

300W급 무전극 투광등기구의 디자인을 위해 먼저 광학 설계를 실시하였다. 그러나 광원의 특이한 외형 때문에 광원의 취부 방법이 문제시되었고, 광원을 취부 할 수 있는 방법으로 베이스(마그네트론 방향)를 아래쪽으로 하고 고정시키는 방법과, 베이스를 측면으로 하여 기존의 HID 램프와 같은 방향으로 고정시키는 방법을 구상하였다. 먼저 전자의 방법으로 광학 설계를 실시한 결과 목표치에 가까운 비대칭 배광을 얻을 수 있었으나 반사판의 형태가 복잡해져 제작에 어려움이 따르겠다는 결론을 얻었다. 그 후 후자의 방법으로 광학 설계를 실시하였고, 그 결과 전자보다는 단순화된 형태의 반사판으로 목표치에 근접한 배광을 얻을 수 있다는 결론을 얻게 되었다. 그러나 기구 디자인 결과를 보면 전자의 반사판을 적용한 기구 디자인은 기존의 등기구 디자인의 형태를 벗어나 참신하고 독특한 형태로 어필되는 디자인이었던 반면에 후자의 반사판을 적용한 등기구 디자인은 기존의 HID 램프용 등기구의 형태를 크게 벗어나지 못하는 것이었다. 향후 후자의 설계 B안의 반사판 형태를 다듬고 디자인에 응용할 수 있도록 다양한 실험을 계속할 것이다.

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

### [참 고 문 헌]

- [1] 송규동, "RADIANCE 프로그램", 조명·전기설비학회지, VOL. 16, NO.1, 2002. 2.
- [2] 최안섭, "조명디자인용 소프트웨어 Lumen Micro", 조명·전기설비학회지, VOL.16, NO.1, 2002. 2.
- [3] 김 훈, "도로조명 계산법", 조명·전기설비학회지, VOL. 14, NO.6, 2000. 12.
- [4] 박영순, 이현주, 색채와 디자인, 교문사, 1998.
- [5] 통상산업부, 조명기기산업의 발전방향과 전략연구, 1997.
- [6] 임영웅(편저), 현대 디자인론, 학문사, 1986.
- [7] Larkin, Eugene, "Design : The Search For Unity", Dubuque, Iowa : WM. C. Brown Publishers, 1985.
- [8] William Charles Libby(저), 이양자(역), "색채와 구성적 감각", 미진사, 1984.
- [9] M A Cayless and A M Marsden, Lamps & Lighting, 3rd Edition, London., Edward Arnold, 1983.
- [10] Wong, Wucius, "Principles of Three-Dimensional Design", New York, Van Nostrand Reinhold, 1977.