

## 무전극 형광등용 등기구 2004 디자인 개발

(To produce potential lighting structure for being widely used electrodeless lighting fluorescent lamps)

김진모<sup>1)</sup> · 신현정\* · 박종환\* · 황민구<sup>2)</sup>

(Jin-Mo Kim · Hyeon-Jeong Shin · Jong-Hwan Park · Min-ku Hwang)

### Abstract

There are lots of merits in the electrodeless lighting. But it is not widely used because the price is too high though it has very good quality and efficiency. So it is necessary to develop a electrodeless lighting which can be widely used with its merit.

### 1. 서론

무전극 형광등을 이용한 조명 제품은 해외에서 이미 개발을 시작하였으나, 배광 분포 등의 문제로 다양한 용도를 찾지 못하고 있으며, 사용도 극히 제한적이다. 이 제품의 장점을 살려 보급을 증대시키기 위해서는 다양한 조명기구의 개발이 필수적으로 요청된다. 따라서 무전극 형광등 전용기구에 대하여 고품질이면서 저가인 범용의 제품을 개발하고, 사용자들에게는 이들 제품을 이용한 조명설계의 가이드를 제공하면서 일정한 품질을 보증할 필요가 있다.

본 고에서는 무전극 형광등의 장점을 이용하여 보급 및 확산을 높일 수 있도록 선정된 주력 제품군에 따라 진행되고 있는 다양한 기구 디자인에 대하여 논하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1. 무전극 형광등의 국외 적용 사례

무전극 형광등은 기존의 방전램프와 비교하여 연색성이 높고 점등성이 뛰어나다. 그리고 램프 발열이 낮고 눈부심이 없다. 또한 광속저하가 느리고 색상 균일도가 좋다. 일반 형광등에 비하면 그 크기가 작고 수명이 매우 길어서 실내외 어느 곳에서나 다양한 용도로 사용될 수 있다.

#### 2.2. 국외 적용 사례

국내에서는 아직 광원 개발 이전 단계이므로 적용 사례를 찾아볼 수 없다. 따라서 국외의 사례를 중심으로 살펴보았다.

국외의 사례를 보면 대학교나 사무실, 공항, 상점, 철도건널목, 우체국, 주택가, 광장, 체육관, 공장, 지하철, 터널, 간판, 수영장등 다양한 곳에 적용이 되고 있다. 아래 표를 살펴보면, 무전극 형광등용 등기구는 에너지 소비가 많은 공공장소에 주로 이용되었음을 알 수 있다. 또한 소비전력대가 100W급이므로 광속 (평균 6,000 lumen)이나 전기 용량이 가장 범용적이어서 사무실이나 가정용 조명부터 지하주차장이나 터널까지 옥내·외에 다양하게 적용되고 있다.

#### 2.3. 주력 제품군 선정

현재 무전극 형광등의 개발은 100W급의 전구형과 환형 두 가지에 중점을 두고 있다. 램프 개발이 완료되면 등기구의 적용 장소에 따라서 등기구에 취부되는 여러 가지 반사갓의 모양이나 크기, 등기구의 외부의 디자인 형태가 바뀌게 된다.

따라서 램프의 특성에 맞는 주력 제품군 선정은 등기구 개발 초기 단계에서 가장 먼저 선행되어야 하는 과제이며, 매우 중요한 사안이다. 100W급 무전극 형광등용 등기구의 개발의 전단계로서 주력 제품군 선정을 위해 먼저 100W급 조명기구의 전체 종류를 파악하고 그 중 가장 많은 수요를 가지고 있는 등기구의 종류를 고른 다음, 다시 전구형 및 환형의 무전극 형광등의 배광

1) (주)태양전자 조명연구소  
2) 남부대학교 산업디자인학부 교수

및 광속 등 데이터에 적용 가능한지 여부를 판단하였다. 전구형 무전극 형광등의 경우 한 방향으로 빛이 모여 약 25도 정도의 위치에서 약간 강한 광도가 발생이 된다. 환형의 무전극 형광등은 아래 위 축방향으로 배광이 형성되며 골고루 빛이 떨어지는 모양이다. 이러한 램프의 배광을 바탕으로 기본적인 등기구 반사판 설계를 시행하였다.

처음 전구형 및 환형의 램프 배광은 현저하게 달랐지만 적당한 반사자를 적용한 후에는 비슷한 배광으로 만들 수도 있다는 것이다. 또한 이는 위와 비슷한 형태의 배광 중에서 원하는 배광으로 수정 및 조정이 가능하다는 것이다. 그러므로 위의 결과에서 배광의 측면에서 제품군 선정에는 크게 고려해야 할 사항이 없으며, 소비전력 및 광속값 만큼 고려하여 제품군을 설정한 후 세부적으로 배광설계를 진행하면 된다는 결론을 얻었다.

실내외에서 가장 범용적으로 널리 이용되고 있는 100W급의 조명기구 사례들을 모아 아래와 같이 표에 정리하였다. 표에서 보는 바와 같이 100W급은 소비전력 대가 보편적이므로 실내외에서 다양하게 이용 가능하며 특히 전구형 및 환형의 무전극 형광램프가 적용될 수 있는 사례들 중에는, 다소 규모가 큰 넓은 공간, 즉 유지보수가 불편한 장소에도 무리가 없으므로 오히려 그 활용 폭이 기존보다 더 넓어질 수 있는 가능성을 보여 준다.

- 고천정용 등기구  
(실내외 대형슈퍼나 매장, 공장, 주유소, 쇼윈도 등)
- 옥내외 벽부형 등기구
- 보안용 가로등, 공원용 가로등
- 경관조명용 투광등기구
- 실내체육관 및 실내수영장, 스쿼시장
- 경관조명 및 명시조명용 지중매입등
- 주차장용 조명기구
- 터널 및 지하차도, 지하철 역사용 조명기구

위 제품군으로 축약된 상세한 내용을 아래 표와 같이 정리하였다.

○ 전구형

	기존 제품	적용장소	
고천정용 실내 조명기구			
AA	MH75W 5700lumen	대형슈퍼	지하차도, 주차장

	기존 제품	적용장소	
보안용 가로등			
공원용 가로등			
AB	QL85W 5000lumen	가로등	공원용 가로등

	기존 제품	적용장소	
지중매입등			
AC	MH75W 5700lumen	건물 투광	조형물 투광

○ 환형

	기존 제품	적용장소	
고천정 실내용 등기구			
BA	PL58W×2 lumen	대형매장	대형매장

	기존 제품	적용장소	
주차장용 등기구			
BB	PL58W×2 lumen	지하 주차장	지하주차장

	기존 제품	적용장소	
터널용 등기구			
지하차도용 등기구			
BC	Endura100 6000lumen	터널	터널

각종 사례 조사를 통해 위와 같이 전구형 및 환형 무전극 램프를 적용할 수 있는 조명기구의 주력 제품군을 선정하였다. 이 과정에서는 각종 조명을 설계하는 설계사 및 조명기구 매장의 관련자들의 많은 도움이 있었다.

2.4. 100W급 무전극 형광 램프의 시험

1) 전구형 샘플 시험 결과

전구형 램프 샘플의 배광곡선을 측정해 본 결과 당초 샘플이었던 Philips사의 QL램프와 매우 유사한 형태를 띄고 있으며, 광분포도 매우 안정적이었다. 그러나 아직

광출력은 목표에 미치지 못하는 것으로 나타났다.

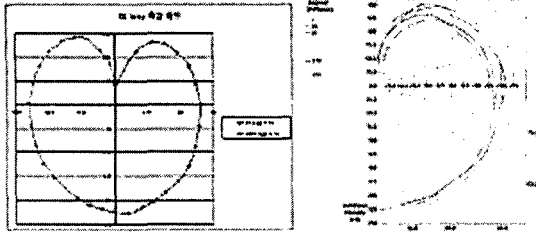


그림 1 QL(Philips)램프(좌) 및 전구형 샘플(우)의 배광

2) 환형 샘플 시험 결과

환형 램프 샘플의 경우 광원의 효율은 73lm/W로 목표치까지 근접한 것으로 나타났으나 광분포가 불안정하였다. 또한 샘플마다 소비전력 등 특성치가 큰 차이를 보였다.

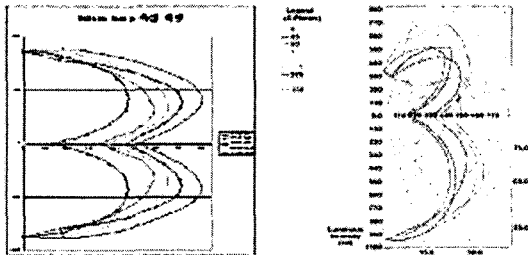
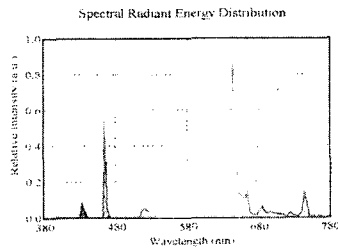


그림 2 Endura(Osram) 및 환형 샘플의 배광



Lamp: E1- ENDURA		Manufacturer: (주) 에스엘	
Input: U= 220.0V	I= 0.99A	P= 118.5W	PF= 0.95
Lamp: U= 0.0V	I= 0.99A	P= 0.0W	PF= 0.99
Color Coordinates: x=0.4561 y=0.3143 u=0.3113 v=0.3218			
Color Temp.: T=15076K General Color-Rendering Index: Ra=80			
Red Color Ratio: 32.3%		Luminous Efficiency:	
Luminous Flux: 8456lm			

그림 3 환형 샘플의 적분구 시험 Data

2.5. 조명기구 프리즘 및 외형 설계안

1) 전구형 AA Type

기존의 HID 램프용 등기구는 일률적인 각도를 가지는 것에 비해 면광원에 가까운 무전극 램프의 경우 프리즘의 각도를 다양하게 적용하여 목표 배광을 얻는다.

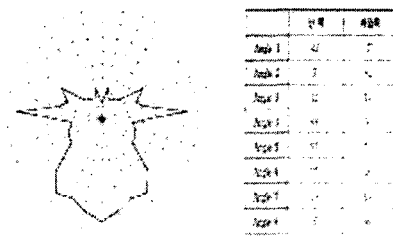


그림 4 설계된 배광곡선 및 프리즘 각도

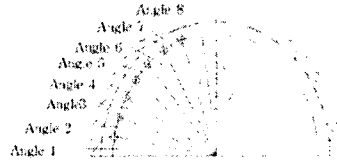


그림 5 설계 완료된 프리즘의 형태

따라서, 제작에는 다소 어려움이 따르나 기존 조명기구를 대체시키는 데 큰 역할을 할 것으로 보인다.

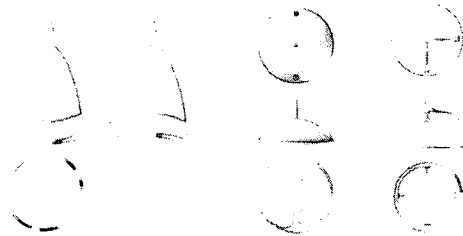


그림 6 AA Type 조명기구 디자인안

2) 전구형 AB Type

전구형 AB Type도 배광의 설계안이 기존의 100W급 투광등기구와 Size가 비슷하여 기존 시장 잠식에 매우 유리할 것으로 보인다. 오히려 깊이가 얇아질 수 있어 콤팩트하게 제작이 가능하여 호응이 예상될 정도다. 설계안에 따르면 조명기구의 예상 효율은 85% 이다.

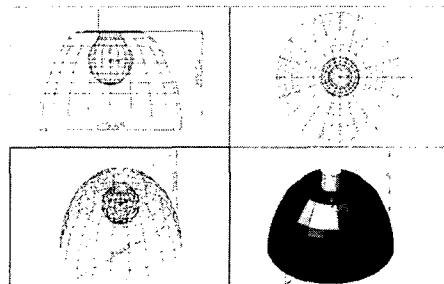


그림 7 전구형 AB Type의 배광설계안

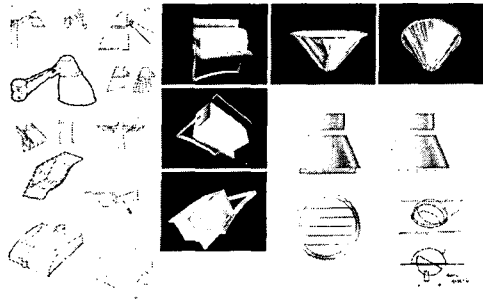


그림 8 전구형 AB Type의 디자인안

### 3) 전구형 AC Type

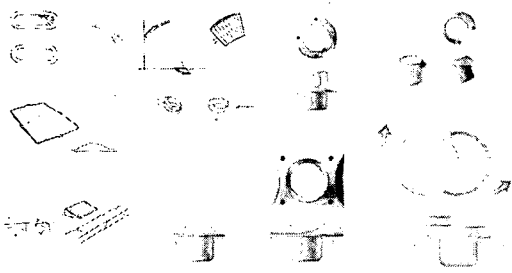


그림 9 전구형 AC Type의 디자인안

### 4) 환형 BA Type

환형 광원의 배광 설계 결과를 보면 깊이가 매우 얇아서 열 방출 처리를 위한 내부 공간 확보에 큰 도움을 줄 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 목표 배광을 만족하면서 국외 제품 모델보다 반사판의 크기가 작아져 조명기구 외형도 더욱 콤팩트한 타입으로 디자인이 가능하였다. 따라서, 터널이나 지하철도용으로 이용 가능하도록 브라켓 등 기타 부품의 디자인에 대한 후속 연구와 병행하여 진행하고 있다.

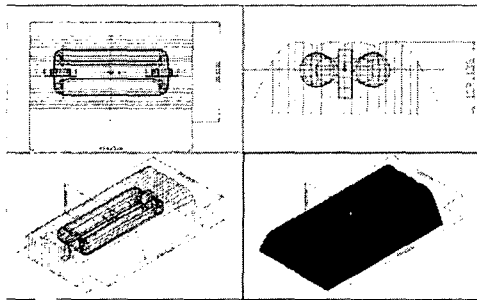


그림 10 환형 BA Type의 배광설계안

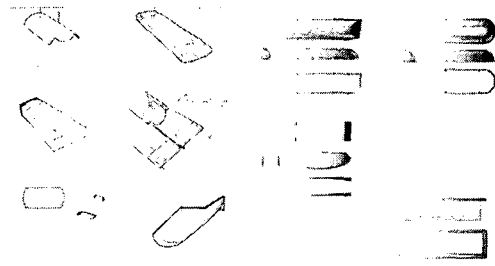


그림 11 환형 BA Type의 디자인안

### 4) 환형 BB Type

최근 실내 특히 지하 공간에서의 조명 설계 방법은 바닥 조사면 뿐만 아니라 천정 등에도 빛을 주어 주변 환경과의 대비를 줄여나가고 있다는데 착안하여, 조사면 뿐만 아니라 주변에도 적당한 광량을 줄 수 있도록 디자인하고 있다.

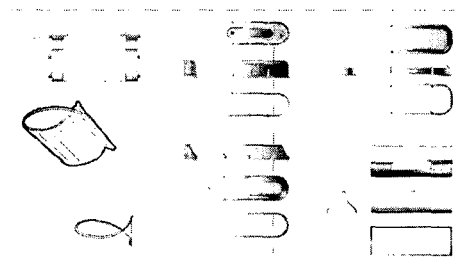


그림 12 환형 BB Type의 디자인안

## 3. 결 론

무전극 형광등은 아직은 보급화 되어 있지는 않지만 램프의 특징에 잘 맞추어 조명기구를 제작한다면 앞으로 보다 많은 적용 및 개발이 기대된다.

본 연구는 에너지관리공단의 에너지절약기술개발 중대형 과제의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- (1) 신현정, 김훈, 최안섭, "고효율 무전극 형광등용 등기구 개발", 한국조명전기설비학회지, Vol 017, pp26~34, 2003. 2
- (2) 광희로, 이진우, 김문덕, 강원구, "일반용 및 산업용 조명기구 보급실태조사", 조명전기설비학회지, vol.9, No.3, p.67, 1995, 6.
- (3) Serge A. Kalinowsky, John J. Martello, "Electrical and Illumination Characteristics of Energy-Saving Fluorescent Lighting as a Function of Potential", IEEE Trans. on Industry Applications, Vol. 25, No. 2, pp.208~215, 1989.