

# 방사형 배광분포를 갖는 새로운 LED 조명기구 개발

## The Development of New LED Lighting Fixture with Light Distribution of Radial Form

김진수 (조명인테리어과)

Jin-Soo Kim (Dept. of Lighting and Interior Design)

Key Words : LED, Lighting Fixture, Light Distribution, Radial Form

ABSTRACT : In roadway lighting and lighting of park, metalhalide lamp, high-pressure sodium lamp, fluorescent lamp and induction lamp are widely used. The using of LED is growing recently. Because LED has many new features; high efficiency, long life and durability, LED Lighting Fixture is used in roadway lighting and lighting of park. The existing fixture illuminate a small area. In this paper, new LED lighting fixture with light distribution of radial form is developed. New fixture is compatible with existing fixture and illuminate a large area having evenly intensity of illumination. Developed fixture can be used in pedestrian walkway, park, trail, residential area, security light and landscape lighting.

### 1. 서론

도로조명과 공원조명의 목적은 야간의 운전자 및 보행자의 교통사고 감소와 범죄의 예방 그리고 운전자에게 편안하고 쾌적한 운전공간을 제공함에 있다. 도심의 조명환경 중 조명은 운전자나 보행자에게 충분한 조도와 조명기구에서 발생하는 눈부심을 최소화하여 불쾌감을 주지 않는 적절한 조명을 제공해야 한다. 이러한 조명기준을 충족하며 기존의 광원을 대체할 친환경 저탄소 옥외용 조명기구가 LED 등기구이다.

국내의 도로조명이나 공원조명등에 사용되는 광원은 메탈할라이드램프, 고압나트륨램프, 삼파장램프, 형광등, 무전극램프 등을 이용한 조명기구가 주종을 이루고 있다. 이러한 광원은 조명산업분야에서 수십 년간 사용되어 왔던 램프로써, 전력대비 효율성이 저하되고, 설치대비 수명주기가 짧아 유지보수비용이 발생되며 한정된 색상표현만 가능하다. 차세대 광원으로 각광받고 있는 LED소자는 다른 램프에 비하여 에너지 소비가 적고 수명이 길며 뛰어난 내구성과 반영구적인 수명으로 도로조명, 경관조명, 건물조명분야에 급속히 활용되고 있다.

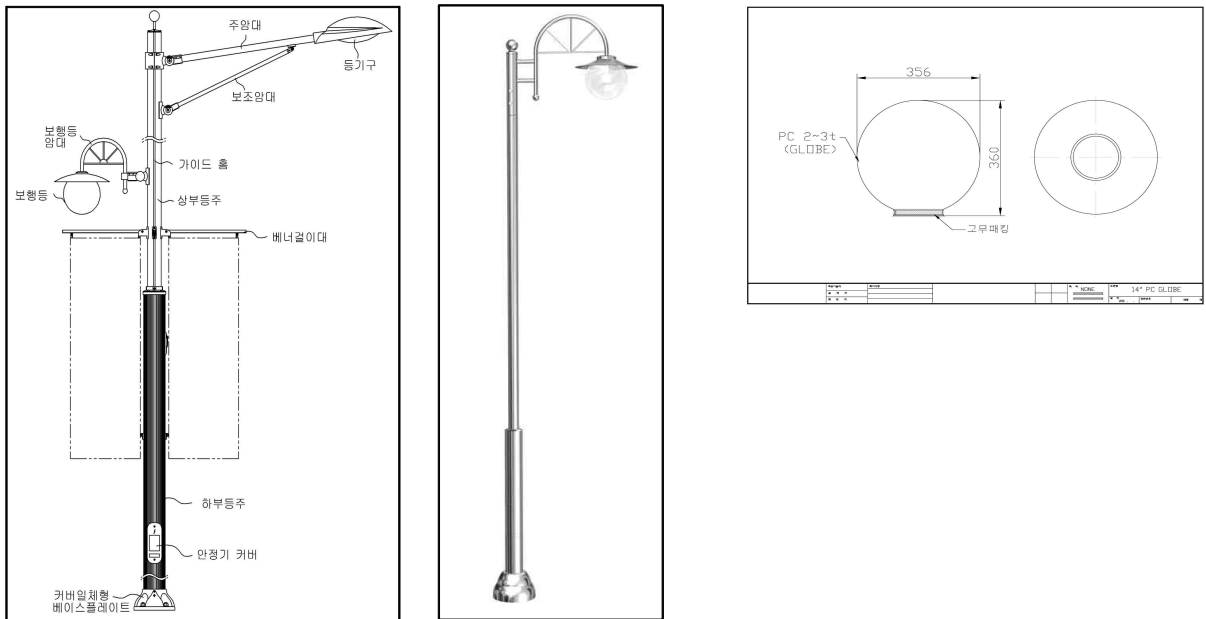
그러나 LED 광원은 점광원으로 국부적인 조명에는 좋으나 조도 균제도가 떨어지는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여 조명공학적인 메커니즘에 의해 설계되어야 하며, 또한 발열이 많아 LED 소자에 영향을 주어 효율 및 수명과 내구성이 떨어지는 점도 고려하여 신뢰할 수 있는 기구 공학적 설계가 되어야 한다. 그리고 이러한 메커니즘에 의해 개발된 LED 등기구가 상용화되어 조명 분야에 적용되면 기존의 조명등 운영시스템에 한 단계 진보된 조명시스템으로 효율적인 관리가 용이하다.

본 논문에서는 차세대 광원으로 각광받는 LED 소자를 이용하여 기존의 등기구와 호환이 가능하며, 기존의 조명기구 보다 조도 균제도가 우수하도록 LED배열과 조명 공학적 특성에 적합한 방사형 배광분포를 갖는 새로운 조명기구를 개발하려 한다. 실제 개발을 통하여 도로의 보행자용, 공원, 산책로, 주택가, 농어촌보안등, 경관조명기구 등 다양한 분야에 활용할 수 있다.

## 2. 기존의 조명기구

그림 1은 기존의 가로등과 공원등, 보안등을 나타낸다. 기존의 조명기구는 메탈할라이드램프, 고압나트륨램프, 삼파장램프, 형광등을 광원으로 사용하고 있으며, 기존에 설치된 광원램프 조명기구의 특징은 다음과 같다.

- 원형 PC글러브 형태의 조명기구가 많다
- PC 규격이 한정되어 있다
- PC 입구의 크기가 “ $\varnothing 130$ ”로 규격화 되어 있다



기존 가로등

기존 공원등, 보안등

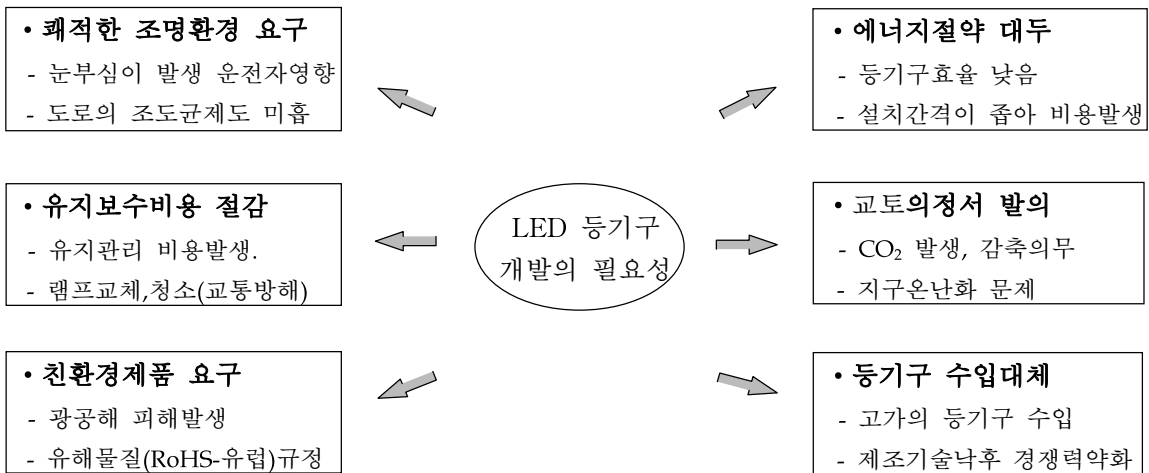
PC글러브 규격  $\varnothing 130$

[Fig. 1] Roadway lighting and lighting of park

이러한 광원은 전력대비 효율성이 나쁘고, 수명주기가 짧아 유지보수비용이 발생되어 이를 대체하는 LED 광원의 수요가 늘고 있다. LED는 친환경적이며 효율이 높으며 수명이 긴 장점을 가지고 있다. 표 1은 광원별 효율 비교표이고, 그림 2는 LED 조명기구의 필요성을 나타낸다.

[Table 1] Comparison of lamp efficiency

	LED	백열등	할로젠	형광등	메탈할라이드	고압나트륨
광원효율(lm/w)	70	10	20	75	80	120
드라이버효율(%)	80~90	100	100	80~90	80~90	80~90
조명기구효율(%)	80~90	30~50	30~50	40~80	40~80	40~80
시스템효율(lm/w)	42	4	8	41	41	61
수명(시간)	5만~8만	1,000	3,000	10,000	10,000	16,000



[Fig. 2] Needs of LED lighting fixture

LED는 최근의 에너지절약 추세와 친환경 소자 및 제어방법이 용이한 면이 있어 각광을 받고 있는데 다음은 LED의 특징이다.

- 수은과 납이 함유되어 있지 않아 친환경적
- 전기에너지 절약
- 저소비 전력사용으로 Co2 배출감소.
- 기존의 램프에 비해 수명이 길어 교체주기 연장
- 정부가 추진하는 'LED 조명 15/30 보급 프로젝트'에 기여

이러한 특징이 있어 LED 조명기구가 개발되어지고 있는데 국내시장을 보면 LED 조명기구는 실내용 제품들이 다양하게 개발되어 있으나 옥외용 LED 조명기구는 기존의 광원 조명기구와 호환되는 일체형 LED 조명기구는 개발되어 있지 않다. 즉 기존의 조명기구는 그대로 사용하고 수명을 다한 램프를 LED로 교체할 수 있는 LED 조명기구는 없는 실정이다. 그림 3은 실내용 LED 조명기구이고, 그림 4는 옥외용 LED 조명기구이다.



[Fig. 3] LED lighting fixture for interior



[Fig. 4] LED lighting fixture for exterior

또한 국외 LED 조명기구 기술도 국내와 비슷하며, 최근에 열린 조명전시회에 출품된 제품들을 조사 했지만, 유사 제품은 없었다. 그림 5는 외국의 LED 조명기구이다.



[Fig. 5] Foreign LED lighting fixture

### 3. 개발된 LED 조명기구

기존의 광원은 점등 및 재점등 시간이 느려 군사지역이나, 중요관공서, 대중이 많이 모이는 행사장 등에서 정전이 발생했을 경우 큰 혼란을 초래할 수 있으나 LED 광원은 재점등 시간이 빨라 사고를 미연에 방지할 수 있다. 또한 전력대비 효율이 좋아 에너지를 절감할 수 있으며 국제사회의 국제환경법에 의한 수은사용을 규제할 예정이며, 유럽의 경우 유해물질규제(RoHS)를 본격화하고 수은이나 납 등을 사용한 제품은 종류와 상관없이 전면금지하기로 했다. 기존의 광원은 수은이 함유되어 있어 환경적 측면에서 유해물질이 발생하고 이를 대체할 광원으로 친환경적인 LED 광원으로 만든 등기구의 개발이 시급하다.

LED 광원은 점광원으로 국부적인 조명에는 좋으나 조도 균제도가 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하여 조명공학적인 메커니즘에 의해 설계하여 개발하며, 또한 발열이 많아 LED 소자에 영향을 주어 효율 및 수명과 내구성이 떨어지는 점도 고려하여 신뢰할 수 있는 기구 공학적 설계가 되어야 한다. 그리고 이러한 메커니즘에 의해 개발된 LED 등기구가 상용화되어 조명 분야에 적용되면 기존의 조명등 운영시스템에 한 단계 진보된 조명시스템으로 효율적인 관리가

용이하다.

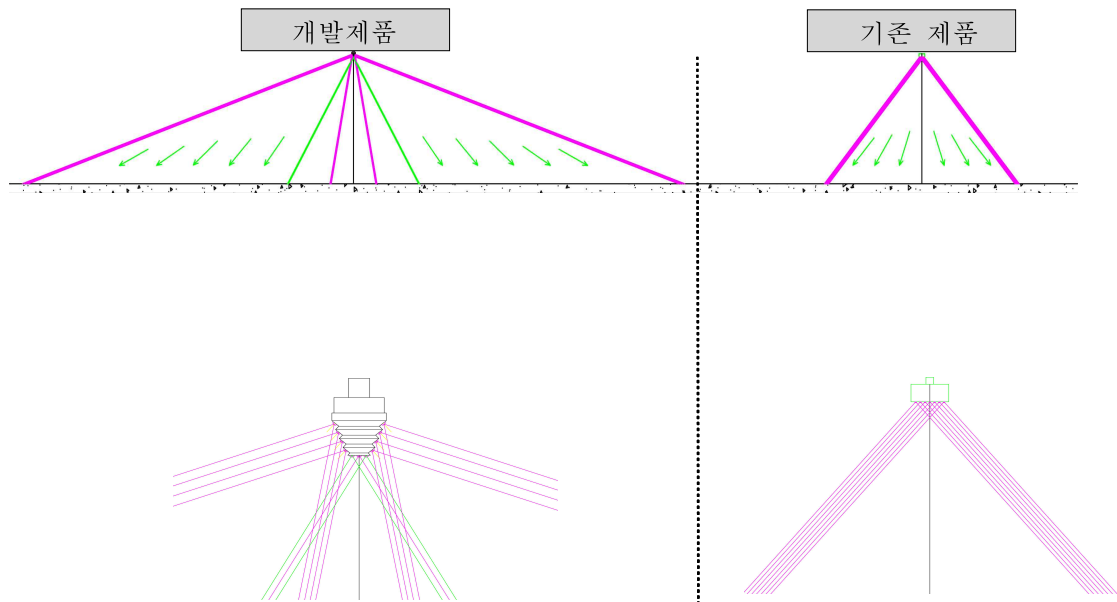
우리나라는 예전에 에너지파동을 겪었고 지금도 고유가 시대로 대체에너지 개발 즉 신재생 에너지로 태양열, 태양광, 풍력발전, 지열 등을 연구개발 하였으나 그 효과가 미미하다. 현재 우리나라의 발전량 중 조명용으로 약 20%가 차지하며, 경제가 발전함에 따라 더욱 증가하게 된다. 따라서 LED 조명기구 시스템은 실질적인 에너지절감 효과가 있다.

따라서 이를 대체할 조명기구가 필요한데 본 논문에서 개발한 LED 조명기구의 특징은 다음과 같다.

- 기존제품과 호환이 가능한 LED 조명기구
- 설치가 용이한 제품
- 조도균제도가 우수한 제품
- 다른 LED제품에 비해 경제성 확보

본 논문은 POWER LED 소자를 이용한 LED 조명기구로 기존 조명기구와 호환이 가능하고 조도 균제도가 우수 하도록 LED 배열과 조명 공학적 특성에 적합한 방사형 배광형태를 갖는 LED 조명기구를 개발하고자 한다.

기존의 LED 조명기구는 직사각형의 평면으로 되어 있고 단지 LED를 일정한 간격으로 배치하므로 점등시 조도 면적이 좁다. 개발하는 조명기구는 기구를 원뿔형으로 하여 하방 및 좌측, 우측, 전방, 후방으로 비추므로 조도 면적을 넓게 할 수 있다. 아울러 LED의 직진성을 보완하기 위하여 LED에 렌즈를 부착한다. 그림 6은 개발제품과 기존제품의 방사 비교이다.



[Fig. 6] Comparison of developed fixture and existing fixture

개발제품과 기존제품을 비교하면 다음과 같다.

[Table 2] Comparison of developed fixture and existing fixture

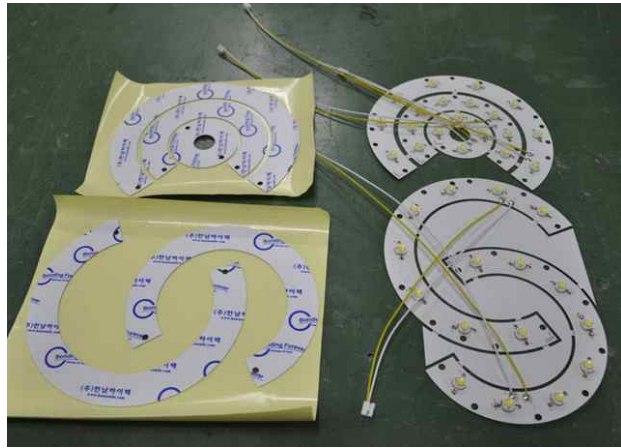
개발제품	기존제품
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조명이 비취주는 형태가 방사형으로 면적이 넓다</li> <li>- 조도균제도가 균일하며 우수하다</li> <li>- 기존 광원조명기구와 호환이 되며 일체형이다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조도 면적이 좁다</li> <li>- 조도 균제도가 낮다</li> <li>- 호환이 안 되며 분리형이다</li> </ul>

#### 4. 개발 결과

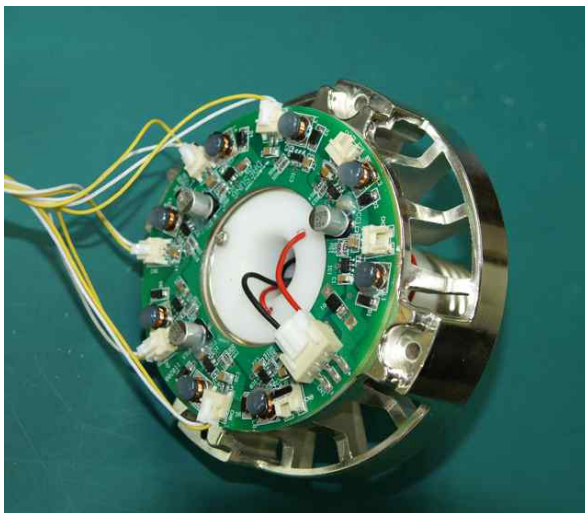
LED 소자를 이용하여 기존의 조명기구와 호환이 가능하며, 기존의 조명기구 보다 조도 균제도가 우수한 방사형 배광분포를 갖는 새로운 조명기구를 개발하였다. 그림 7과 같이 원뿔형 구조를 이루어 넓은 면적을 비추도록 하였으며 이를 위하여 그림 8과 같이 원형의 LED 배치를 이용하였다. 아울러 그림 9와 같이 컴팩트한 LED 구동드라이버를 이용하였고 그림 10과 같이 기존의 램프와 호환할 수 있는 베이스를 이용하였다.



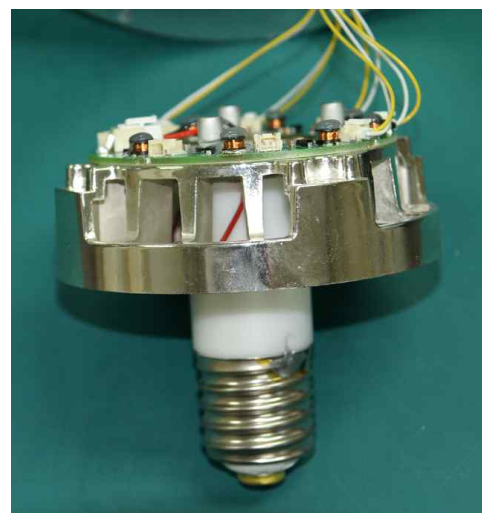
[Fig. 7] LED array and fixture body



[Fig. 8] PCB design



[Fig. 9] Compact LED driver



[Fig. 10] View of compatible base



기구 외형의 디자인은 방열구조 해석을 이용하여 그림 11과 같이 열 방출이 우수하도록 외형을 설계하였고 몸체와 PC글러브는 그림 12와 같이 일체형으로 만들었다.

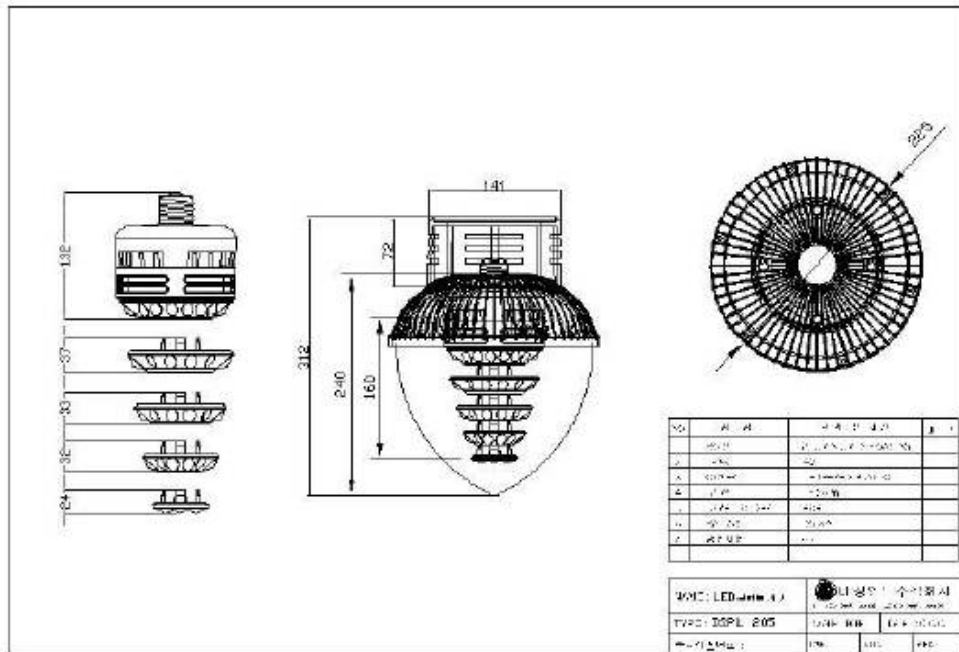


[Fig. 11] Appearance design of fixture



[Fig. 12] Body and PC globe

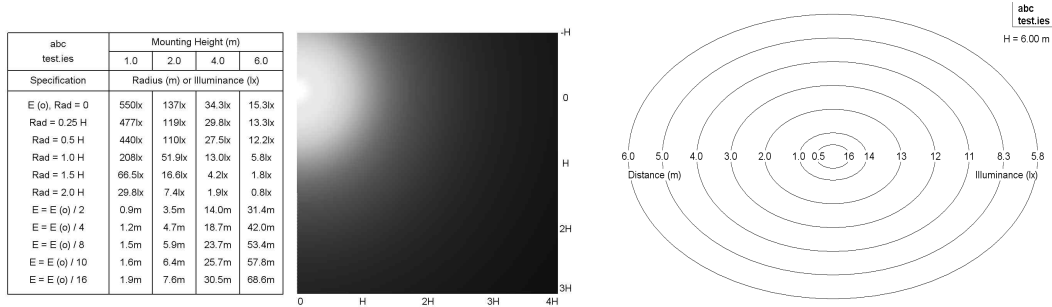
기구 내부 디자인은 그림 13과 같이 방열 효과가 우수하고 단계적인 조립이 가능하도록 설계되었다.



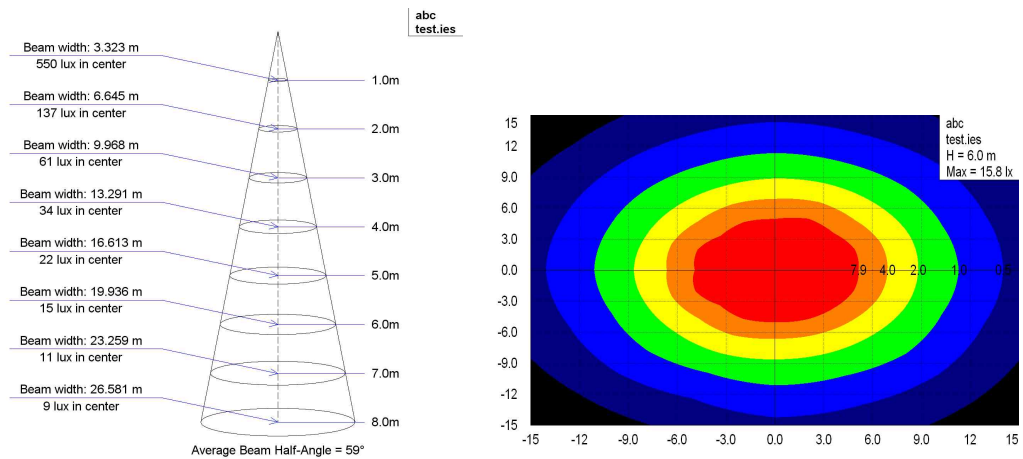
[Fig. 13] Blueprint of lighting fixture

LED 렌즈는 광학적 해석에 의하여 렌즈를 디자인하고 시뮬레이션에 의해 확인하였다. 그림

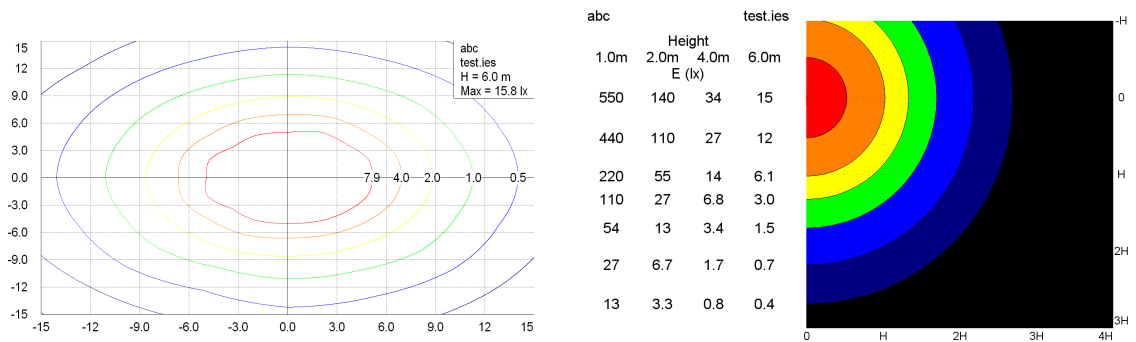
14는 렌즈 부착 형태에 따른 조도 시뮬레이션이고, 그림 15는 방사형 형태의 조도 시뮬레이션, 그림 16은 방사형 형태의 조도 분포도를 나타낸다.



[Fig. 14] Illumination simulation of fixture with lens



[Fig. 15] Illumination simulation of fixture with radial form



[Fig. 16] Light distribution of radial form

## 5. 결론

본 논문에서는 도로조명이나 공원조명등에 사용되는 광원인 메탈할라이드램프, 고압나트륨램프, 삼파장램프 등을 차세대 광원인 LED로 교체하면서도 기존의 조명기구와 호환이 가능하며, 기존의 조명기구 보다 조도 균제도가 우수한 방사형 배광분포를 갖는 새로운 조명기구를 개발하였다. 이를 위하여 원뿔형의 기구를 이용하였으며 원형의 모양으로 LED를 배치하였다. 조명



기구의 몸체와 PC글러브를 일체형으로 하였고, LED를 위한 렌즈는 광학적 해석에 의하여 디자인하고 시뮬레이션에 의해 확인하였다. 실제로 개발한 결과물을 제시하였다. 개발된 새로운 LED 조명기구는 도로의 보행자용, 공원, 산책로, 주택가, 농어촌보안등, 경관조명기구 등 다양한 분야에 활용할 수 있다.

#### 참고문헌

- (1) 김진수 외, 조명인테리어, 서울교과서, 2011
- (2) 지철근 저, 최신 전기응용, 문운당, 2002
- (3) 장우진 외, LED 조명기술개론, 도서출판 아진, 2009
- (4) 황명근 외, 친환경 고효율 LED 조명, 도서출판 아진, 2009
- (5) 소천실 저, 조명디자인 실무, 성안당, 2002