

과도조명으로 인한 도시조명 분석과 파장변화를 고려한 배광설계

백승우*, 어익수**
 호남대학교 전기전자대학원*

Urban lighting analysis and Optimal Design of Wavelength Photometric Due to excessive lighting

Seung-Woo Beak, Ik-Soo Eo
 Honam University

Abstract - 야간도시경관의 미적향상, 시각적 안전 확보 등으로 기존의 조명들의 과도한 빛 유출 시야방해같은 현상이 일어나 신중 공해 중 하나인 빛공해 적 측면에서 광주광역시 야간경관 특성에 대해 분석 하고 Photopia를 이용하여 파장변화에 따른 배광설계를 통해 과도 조명 요소 해결 방법을 제시하고자 한다.

또한, 빛공해가 있는 시가지 부근에서 천체사진을 장시간 노출시켜 촬영 하게 되면, 가로등의 빛에 의해 화면 전체가 밝은 녹색이 된다.

1. 서 론

빛공해는 불필요한 인공 빛으로부터 생겨나는 여러 가지 문제들을 의미한다. 빛 침해(Light Trespass), 과도조명(Over-Illumination), 눈부심(Glare), 빛 무리(Light Clutter), 하늘 밝음(Sky Glow)등으로 그 유형을 구분할 수 있다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해선 광원으로부터의 직사광을 차단하여 눈에 들어오지 않도록 하여 불쾌한 글레어가 없도록 조치, 다수인이 출입하는 곳에서는 동선에 따라 시야가 바뀌기 때문에, 통로의 정면과 진행방향의 수직면 조도의 균형을 고려 직사광에 의한 눈부심 뿐만 아니라 유리 케이스 등에 반사하는 빛에 의한 눈부심도 고려하여 기구의 설치위치, 조명각도 등을 선택, 글레어가 시력에 주는 영향의 정도는 시선과 눈부심을 주는 광원의 방향이 이루는 각이 작을수록 커지므로, 어떤 이유로 부득이 광원을 노출해서 사용할 때는 가능한 시선에서 벗어난 각도가 되도록 광원의 설치위치를 선정해야 한다. 본 논문에서는 과도한 빛광원으로 인한 빛공해 사례를 SQM-L 로 측정 후 파장변화에 따른 배광설계를 Photopia 프로그램으로 시뮬레이션 하였다.

SQM-L등급	보이는 별의 등급	육안으로 본 시점
~15등급 이하		안보임
16등급 이상~	2~1등급	
17등급 이상~	3~2등급	
18등급 이상~	4~5등급	보통
19등급 이상~	4~5등급	
20등급 이상~	5~6등급	
21등급 이상~	6등급	아주 잘보임

<그림 2> SQM-L

측정장비로 SQM-L(Sky Quality Meter)를 사용하여 맑은 천체가 하늘에 없을시 측정 가능하며 장비 렌즈를 하늘면에 향하게 측정, 별의 등급과 거리값이 측정되어 나온다.

2.2.1 과도 조명에 의한 별 밝기 측정비교

과잉 조명 사용과 사람의 생활권 바깥인 하늘을 행하여 빛이 새어나가는 것은 에너지 낭비이며 지면에서 천체를 관측하지 못하게 된다. 또한 가로등의 과도한 밝기가 보행자와 운전자에 위험 발생. 밤중에 가로등에서 눈부신 빛이 눈에 비치면 어두운 곳을 보기 위해 열려 있던 동공이 수축되어 다시 적응하는 데에 시간이 걸리기도 한다.

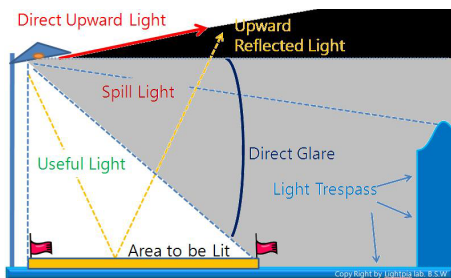
2. 본 론

2.1.1 빛공해 개념

누출광은 조명기구로부터 조사되는 광이 목적으로 하는 조명대상 범위를 벗어나 조사되는 것이다. 상방향 광속은 램프 광속 가운데 수평보다 상부 방향으로 향하는 광속, 하방향 광속은 램프 광속 가운데 수평보다 아랫방향으로 향하는 광속, 글레어(Glare)는 시야 가운데 부적당한 휘도분포가 존재하거나, 휘도 범위가 너무 넓거나 또는 시야인지 능력의 감소 혹은 불쾌감의 어느 한쪽 또는 쌍방을 모두 일으키게 하는 시각의 조건 또는 상태를 말한다.



<그림 3> Sky View(Road Map)



<그림 1> 간섭광 개념도

<그림 1>에서 Useful Light를 제외한 나머지 광들은 빛공해의 요소로 작용하기에 충분하다.

2.1.2 빛공해 조사 (천체측면)

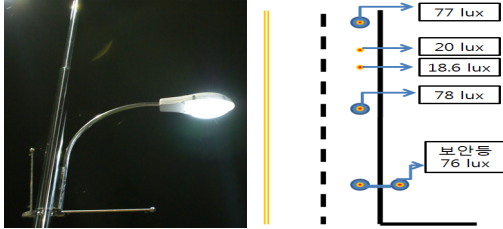
빛공해의 영향으로서 가장 대표적인 것이 밤하늘이 밝아져 별이 보이지 않게 되는 현상임. 자연 상태의 밤하늘은 육안으로 수천 개의 별과 은하수가 분명하게 보이지만, 빛공해가 진행된 지역에서는, 은하수가 전혀 보이지 않는 것은 물론, 육안으로 볼 수 있는 별들도 매우 한정되고,

<표 1> 장소별 등급표

일시	장소	등급	거리(pc)	분류
9.16	A	18.1	26	E1, E2
"	B	16.1	27	E3
"	C	17.3	26	E3
9.17	A	18.3	28	E1, E2
"	B	16.5	23	E3
"	C	16.8	25	E3
9.19	D	15	28	E3
"	E	13~14	x	E4
9.27	D	14.5	27	E3
"	E	13.5	28	E4
10.1	F	15	26	E4
"	G	13.1	x	E4
10.6	F	13	28	E4
"	G	15.2	23	E4
측정 시간 20:00 ~20:30 별의 등급,거리 에 따라 밝기가 틀림				

<그림 3>, <표 1>은 장소와 측정결과를 나타내었다. A장소는 가로등 불빛이 별로 없고 육안으로도 확인 가능한 별개수가 많았다. B장소는 가로등이 원형으로 상향광이 비추어 별을 관측하는데 어려움이 있고, C장소는 B장소보다 가로등의 영향을 적게 받아 등급이 높게 나왔다. E장소는 변화가로 주변 가로등과 간판 조형물 때문에 측정이 거의 불가능 하고 밝은 빛 때문에 시야 확보가 이루어지지 않았다.

2.2.2 과도 조명에 의한 가로등, 시내 밝기 비교



<그림 4> 광주공항 진입로 LED 가로등, 보안등 및 조도

LED 조명의 과도한 밝기로 직접 주시할 때 눈부심 현상 발생도 측정결과 일반 가로등에 비해 높은 조도를 나타낸다. (반사각 문제/도로 밖으로 빛이 새는 것)이 곳의 평균조도는 최대 78 lux, 최소 18.6 평균 휘도는 7500 cd/m^2 이었다. 최대와 최소 조도의 차이가 남으로써 조명 환경의 불균형이 초래되는 것을 알 수 있다.

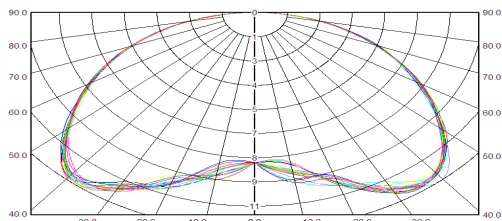


<그림 5> 사거리, 변화가 밝기 비교

사거리 주변에서 건물의 과도한 광고 조명과 사거리용 보안등의 과도한 밝기로 인한 직접 눈부심이 발생하였다. 변화가 역시바닥면에서 측정 결과 145~880 Lux로 나타나 과도 조명으로 판단됨. (d)건물 경관조명이 하늘면으로 투사되어 빗공해적 요소로 작용되고 있다.

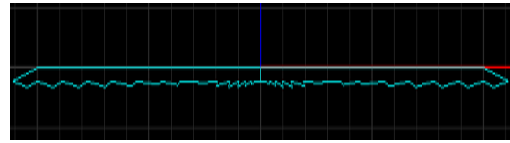
2.2 감광보상율에 따른 파장 변화를 고려한 재설계

다음 시뮬레이션은 Photopia 프로그램을 이용하여 효과적인 가로등 배광을 얻기 위해 기존의 등근형태의 Lambertian Type의 LED에서 좁더 넓은 배광의 Side Emitting Type LED를 사용하여 굴절판 설계를 하였다.



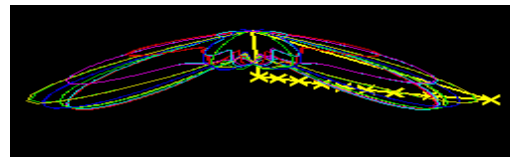
<그림 6> Side Emitting LED의 배광곡선

<그림 6>의 Side Emitting LED 배광곡선은 기본 배광이 60도 길이 방향으로 넓게 퍼지는 배광이다. 이에 착안하여 굴절판의 굴절율을 적용하여 배광곡선을 확인하였다[2].



<그림 7> 굴절판

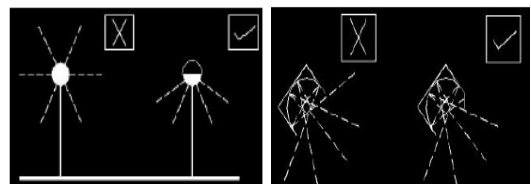
<그림 7>의 굴절판의 재질은 Clear Polycarbonate 로 설정하고 굴절율은 1.59 Aim Point 개수는 9개로 지정 후 좌우 대칭으로 총 18개의 포인트가 지정되었다. 좌우측은 넓은 형태의 각이 형성되고 중앙점으로 갈수록 각이 좁아져 효율적인 배광곡선을 확인할 수 있었다.



<그림 8> Aim Point(Angle) 수정

<그림 8>의 Aim Angle로 각 Aim Point 당 렌즈를 통과하면서 변화하는 각도를 나타낸 그림이다. 각 포인트 마다 빛이 입사 되었을 때 굴절되어 나가는 각도를 설정하였다. 왼쪽부터 4, 15, 25, 33, 39, 44, 49, 54, 60 도이다. Aim Angle을 9포인트를 설정을 통해 LED조명의 최적배광을 구현한다.

4. 결 론



<그림 9> 조명기구의 방향조정, Full Cut-Off

과도 조명으로 인한 빗공해 방지를 위해서는 빛의 감소, 조명기구의 개선, 효율적인 광원의 선정, 조명 계획의 재검토가 있어야 하며 구체적 방안으로는 빛의 감소는 빛의 오염, 즉, 하늘의 노을을 줄이는 것으로, 섬광을 감소, 하늘 맑음(Sky Glow) 감소, 눈부심(Glare)감소를 가져옴. 이를 해결하기 위해서 정확히 문제를 파악해야 한다. 이를 해결하기 위해 도시의 조명 특성을 분석 과도 조명으로 인한 문제점과 이를 해결하기 위해 Photopia 프로그램을 이용 감광보상율에 따른 파장 변화를 고려하여 설계, 투과판을 이용하여 <그림 9>와 같이 조명기구의 방향을 조정하거나 가로등의 Full Cut-Off 방식을 접목하여 도시 조명을 한층 더 효율 적으로 활용 할 수 있는 방법을 제시하였다.

본 연구는 교육과학기술부·지식경제부와 한국산업기술진흥원에서 시행한 2단계 산학협력중심대학육성사업의 기술개발과제로 수행된 연구결과임.

[참 고 문 헌]

- [1] 안내영, 심교안, 안건혁 야간도시 조명 관리 방안에 관한연구,한국도시행정학회 도시행정학보 제 21집 제1호 2008.
- [2] 압구정에서 별 보기는 '하늘의 별따기' 사이언스타임즈 2009.12.11
- [3] 환경부 빗공해 관리방안 제출문, 경희대학교 산학협력단 2009.12
- [4] 백승우, 어익수 과도조명으로 인한 빗공해 대책방안과 파장 변화를 고려한 최적배광 설계 한국조명 전기설비학회 춘계학술대회 논문집 2-A-35, 2011.5.12