

가로등 POLE 설치간격에 적용되는 인도용 조명기구 반사판의 설계

(Design of the pedestrian lighting reflector it is installed to the spacing of existing street lighting)

정승균* · 조숙현 · 김 훈

(Seung-Gyun Jung · Suk-Hyun Cho · Hoon Kim)

요 약

본 논문에서는 개정된 KS 기준을 만족하면서 새로이 인도 조명기구용 pole을 설치할 필요 없이 기존의 가로등 pole에 바로 적용할 수 있는 높이가 낮은 인도용 조명기구용 반사판의 설계를 실행하고 광학 성능 예측 프로그램을 사용하여 그 성능을 확인하였다. 또한 설계는 신광원에 관심이 집중되고 있는 현재 추세에 맞추어 콤팩트 메탈할라이드 램프를 적용하여 실행하고 조명기구 반사판의 소형화 및 고성능화를 이끌어 낼 수 있도록 하였다.

1. 서 론

최근 강력범죄의 발생이 빈번해지고 국민들이 치안에 대한 불안감을 느끼게 되면서 도로조명에 있어 자동차 운전자를 위한 조명 뿐 아니라 인도를 걷는 보행자의 안전 확보를 위한 조명에 대한 관심도 크게 증가하고 있다. 이러한 추세에 맞추어 2007년 11월에 개정된 KS 도로조명 규정에서는 보행자를 위한 조명 기준을 새로이 마련하여 거리에서의 보행자 안전 확보를 높이고자 하고 있다.

현재 사용되어지고 있는 인도용 조명기구는 전용의 인도용 조명기구로서 개발되는 것이 거의 없으며, 일반적으로 가로등용 조명기구로 개발된 것을 그대로 활용하면서 설치 높이만을 낮추어 사용하는 형태를 가지고 있다.

조명기구의 설치 높이가 낮아지게 될 경우 설치 간격이 감소하게 는데, 만약 이를 감안하지 않고 설치간격을 넓게 적용하면서 설치 높이만을 감소시키게 되면 잘못된 조명기구 배치에 의해 조명기구 직하방향에는 원치 않는 빛의 집중이 발생하면서 멀리 떨어진 곳에 빛을 보내지 못해 조도 기준치를 만족시킬 수 없게 된다.

이러한 기존 조명기구를 기준치에 맞는 조도 달성을 위해 조명기구 간격을 조절할 경우 조명기구 간격이 상당히 감소하게 되고, 새로운 pole의 설치와 함께 전기 배선의 추가설비가 요구되므로 적절한 조명환경과 함께 경제성을 고려하여야 하는 도로조명의 취지에 부합되지 어렵다.

따라서 본 논문에서는 현재 사용되고 있는 일반 가로등의 간격으로 등기구만을 추가 설치하여 경제성을 확

보 하면서 새로이 개정된 KS의 인도 도로 기준을 만족할 수 있는 콤팩트 메탈할라이드 램프 전용 보행자용 조명기구 반사판을 설계하고 그 성능을 예측하였다.

2. 본 론

2.1. 램프의 선택

근래에 들어 신광원의 보급이 증대되고 있으며, 일반적인 도로조명에 사용되고 있는 기존의 고압 방전램프는 광원의 부피가 크며 램프의 용량 또한 매우 높은 것들이 주를 이루기 때문에 가로등보다 낮은 위치에 적용되는 보행자용 조명기구에 사용하기에 적합하지 않다. 따라서 본 인도용 조명기구 반사판의 설계에서는 국내에서 점차 활용도를 높여가고 있는 콤팩트 메탈 할라이드 램프 중 90W급의 램프를 선택하여 조명기구의 반사판 설계를 실행하였다.

그림 1에는 일반적으로 사용되고 있는 싱글 엔디드형 콤팩트 메탈할라이드 램프의 외관과 설계를 위해 광학설계용 라이브러리로 구현한 모습을 보이고 있다.

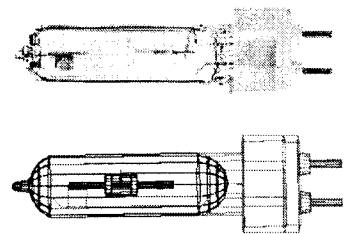


그림 1. 콤팩트 메탈할라이드 램프와 광학설계용 라이브러리로 구현한 램프의 외관

2.2. 조명기구의 설치 조건 설정

조명기구 반사판의 설계에 적용된 조건들은 조명기구의 간격 30m 이상, 조명기구의 높이 6m, 인도 폭 5m, KS A3701의 보행자용 도로에 대한 조도기준이며 KS에 나타난 보행자용 도로 기준은 아래 표 1과 같다.

표 1. KS3701 보행자에 대한 도로조명 기준

야간 보행자 교통량	지역	조도(lx)	
		수평면조도	수직면조도
교통량이 많은 도로	주택지역	5	1
	상업지역	20	4
교통량이 적은 도로	주택지역	3	0.5
	상업지역	10	2

이번 설계에서는 총 4가지의 보행자용 도로 기준 중 교통량이 많은 도로에서의 상업지역에 대한 조도기준을 설계 조건으로 선정하였다.

2.3. 조명기구 반사판의 설계

컴팩트 메탈할라이드 램프는 매우 작은 광원이기 때문에 반사판의 설계에 있어 자유도가 매우 높은 편이지만, 램프가 작은 만큼 조명기구의 부피도 작아야 소형 광원의 이점을 살릴 수 있기 때문에 기존 광원을 활용한 조명기구 보다는 훨씬 작으면서 최적의 성능을 가질 수 있도록 하는 설계가 시행 되어야 한다.

따라서 본 설계에서는 Sharp-Cut off 방식의 설계법을 사용하여 2차원 반사판의 2개 단면을 설계하고 이를 조합하여 배광을 제어하는 방식을 적용하였다.[1]

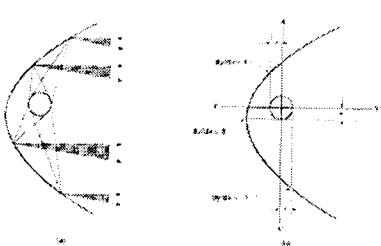


그림 2. 설계에 적용된 Sharp-Cut off method

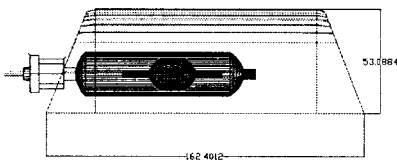


그림 3. 설계가 완료된 반사판의 제 1 단면도

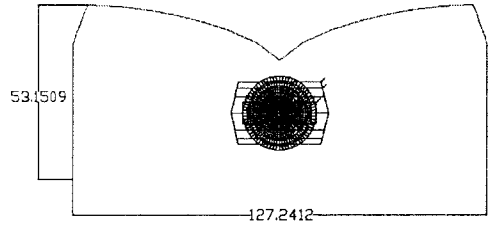


그림 4. 설계가 완료된 반사판의 제2 단면도

완성된 반사판의 크기를 살펴보면 길이 16cm, 높이 5.3cm, 폭 12.7cm로 기존 가로등용 기구에 비해 매우 소형임을 알 수가 있다.

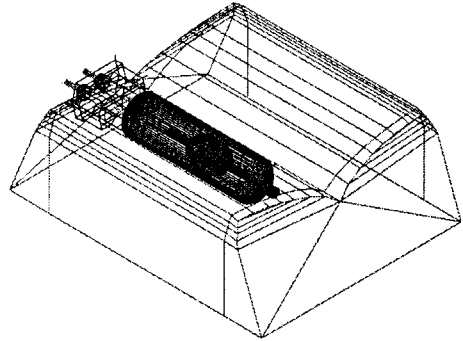


그림 5. 설계가 완료된 반사판의 형상

2.4. 반사판의 성능 예측

설계가 완료된 반사판은 광학 성능 평가 프로그램인 Photopia를 사용하여 반사판의 성능을 예측하였으며, Photopia에서 나타난 결과를 이용, 도로 조명 예측 프로그램인 Relux와 Reality Roadlighting에서 최적 거리를 계산하고 그 때의 조도분포 등 결과를 분석하였다.

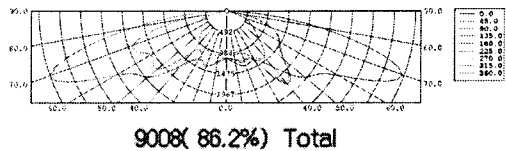


그림 6. Photopia에 나타난 반사판의 배광과 총 기구효율

Photopia의 반사판 성능예측 결과 배광은 수직각 70에서 최대 광도를 가지는 넓게 퍼진 형태의 배광이 나타났으며, 이때의 최대 광도는 광원 직하로 향하는 광도의 4배 가까운 수치로서 나타났다.

조명기구 반사판의 효율은 90% 경면 반사판을 적용할 경우 86%의 성능을 가지는 것으로 나타나 매우 소형인 반사판임을 고려할 때 우수한 기구 효율을 보여주는 것으로 볼 수 있다.

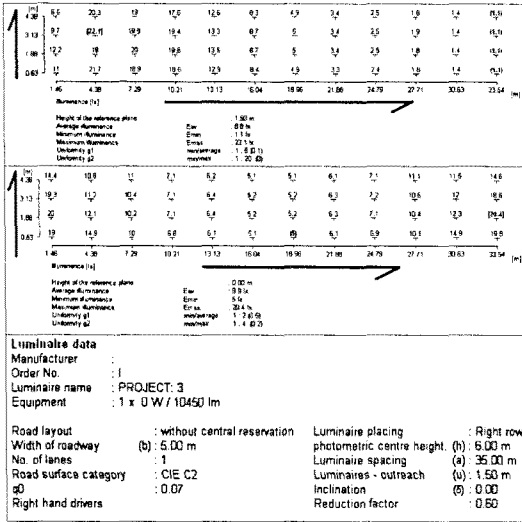
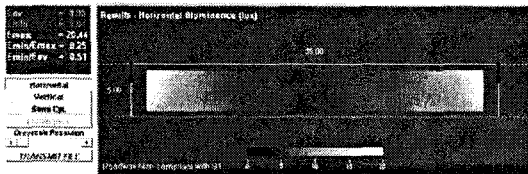
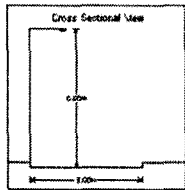


그림 7. 도로조명 프로그램 Relux의 실행 결과

Relux를 사용하여 설계된 반사판의 설치 간격과 조도 등의 데이터를 분석해본 결과 설계가 완료된 반사판을 설치 높이 6m에서 기구 간격 35m를 가질 때 앞서 설정한 보행자용 도로조명 기준에 최소한의 값으로서 부합되는 것으로 나타났다.



LAYOUT



Road Data

Calculation End	CEM Illuminance
Width (m)	6.00
No. of Lanes	3
Road Surface	C2
GD	0.07
Left Footpath(m)	0.00
Right Footpath(m)	0.00

그림 8. 도로조명 프로그램 Reality Roadlighting의 실행 결과

Relux에서 나온 데이터의 신뢰도를 확인하기 위해 다른 도로조명 예측 프로그램인 Reality Roadlighting을 사용하여 설계된 반사판을 평가하였다. 이 때 모든 설계 조건들은 Relux와 동일하게 유지하였다.

성능 예측 결과, Relux와 Reality Roadlighting간의 결과 데이터는 매우 유사하게 나타나는 것을 알 수 있었다.

3. 결 론

인도용 조명기구 반사판의 성능을 예측해본 결과 본 반사판은 기존에 설치되어있는 일반 가로등의 간격 약 30~40m에 대해 높이가 약 6m정도로 설치할 경우 KS 기준에 나타난 보행자용 도로조명 기준을 만족하는 것을 알 수 있었다.

이에 의해 본 반사판을 적용한 조명기구를 실제 도로에 적용할 경우, 별도 pole의 설치가 필요 없이 기존에 사용되는 가로등에 그대로 적용할 수 있어 경제적으로 우수하며 조명기구 자체가 소형이면서, 도로에 pole이 줄어들며 따라 주변 환경 미관을 해치지 않는다는 부가적인 장점 또한 발생한다.

그 외에도 반사판의 형상을 매우 단순화시킴으로서 실제 제작이 용이해질 수 있고, 제작비 또한 감소시킬 수 있을 것으로 보인다.

하지만, 조명기구의 높이가 낮아짐에 따라서 발생할 수 있는 글래어의 영향에 대해서 고려해보아야 하며, 이는 추후의 연구과제로서 남겨두었다.

본 연구는 에너지관리공단의 에너지절약기술개발의 일환인 "고효율 콤팩트 메탈할라이드 램프용 조명기구 광학시스템 개발"의 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

- [1] R.H. Simons and A.R. Bean "Lighting Engineering applied calculations", MPG Books Ltd, Bodmin, Cornwall, pp.228