탁상 스탠드용 LED모듈

강 석 훈* 신 경 호* 여 인 선**
전남대학교 전남대학교 · HECS-RRC · POTRI**

LED module for a desk lamp

Seok-Hoon Kang*, Kyung-Ho Shin*, In-Seon Yeo**
Chonnam National University, Chonnam National University · HECS-RRC · POTRI**

Abstract -This paper describes an LED module for a desk lamp using 1[W] high flux white LEDs. The optimum length of the module is obtained from the lighting simulation of the target area of 500x500[mm] on the desk, which in turn determines an optimum separation between LEDs. The main issue is to find the optimum separation which gives good illuminance uniformity and high coefficient of utilization at at various reflector structures. Two module configuations of linear and ring types are compared. As a result, good illuminance uniformity is obtained in the case of the ring module. The mofied twin type, however, gives better performance than the ring module, and shows the most performance at an separation angle of around 30° .

1. 서 론

최근 LED의 한계였던 휘도 문제가 크게 개선되면서 일반 조명등으로서의 영역까지 넘보고 있다. 물론 일반 조명용으로는 해결해야 할 과제들이 많지만 발광효율이 높고 장수명의 장점을 가진 LED를 조명에 사용한다면 사용전력이 상당히 감소할 것으로 보여 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히, 탁상용 스탠드의 광원으로 고휘도 LED의 사용을 시도하고 있다. 기존 콤팩트 형광등(27W)이나 백열등(100W)를 사용할 때의 조도값을 LED(14W)를 사용하여 사용전력을 감소시키면서 낼 수 있다. 따라서 본 논문에서는 LED모듈을 이용한 탁상용 스탠드를 광학설계프로그램을 이용하여 LED배열에 따른 조도 균제도와 조명률을 알아보고 반사판 설계 후 Ring 모듈과 Linear 모듈에 따른 특성을 비교 검토한 후 Linear 모듈의 향상을 위하여 Twin형의 모듈을 구성하였다.

2. 본 론

2.1 탁상용 스탠드의 조건

표 1. 조명 규격의 조도 기준

측정할 개소	조도 [lx]	
	적합 램프의 소비 전력이 10W이하	적합 램프의 소비 전력이 10W초과
스탠드 전방 반지름 50cm의 1/3원주상	120이상	150이상
스탠드 전방 반지름 30cm의 1/3원주상	240이상	300이상

표1은 KS핸드북의 조명분야의 탁상용 스탠드의 조도 기준인다. LED를 이용하여 탁상용 스탠드의 광원부를 구성하기 위해서 KS 조도 기준을 충족시키기 위해서 본 논문에서는 Lumileds(社)의 Luxeon emitter 1W를 이용하였다. LED 14개의 총 광속은 콤팩트 형광등보다 낮지만 그림 1과 같이 60° 내외의 발산각을 가지기 때문에 작업면에 충분한 조도값을 가질 수 있다.

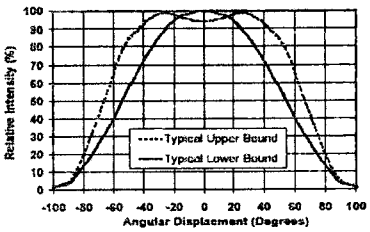

그림 1. LED의 배광분포

2.2 LED 배치유형

LED 14개를 Ring형태와 Linear형태로 구성하여 측정면의 길이에 대한 광원부의 길이를 변화시키면서 조명률과 조도 균제도를 비교하였다. 그림 1은 각각의 모듈의 모형과 작업면을 나타내었다. 측정점은 LED로부터 500[mm]의 거리에 500*500[mm]의 면적의 면에 설치하여 측정하였다. 조명률은 광원부에서 나오는 광자의 개수와 측정 면적에 도달하는 개수의 비로 구하였다. 또한 조도 균제도(U)는 500*500[mm]의 면을 25개로 나누어 각 면에 최소 조도값을 평균 조도값으로 나누어준 값이다.

$$U = \frac{E_{min}}{E_{ave}}$$

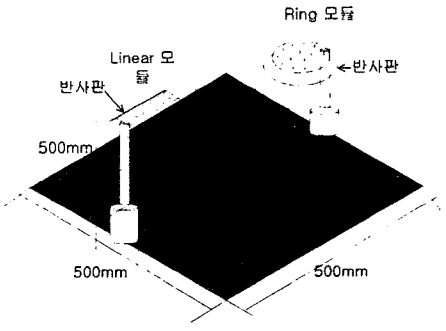

그림 1. Linear모듈과 Ring모듈 실험장치

그림 2에서 보면 측정면의 길이에 대한 광원부의 길이비가 커질 수록 조명률이 낮아지는 것을 알 수 있다. 그림 3은 측정면의 측정점에 따라 조도값으로 표현해 주었다. 길이비 0.2에서는 거리가 가까운 곳에서는 큰 조도값을 가져서 좁은 면적에서는 유리하지만 전체 면에서의 조도 균제도면에서는 나쁜 특성을

나타내고 있고 0.4부터는 조도 균제도가 양호한 값을 가진다. 그림 4에서 보면 길이비가 커질수록 조도 균제도가 좋아지지만 길이비가 0.4이후에서는 완만하게 증가한다. 따라서 본 논문에서는 조명률과 조도 균제도를 고려하여 길이비 0.4를 채택하여 반사판의 설계를 하여주었다.

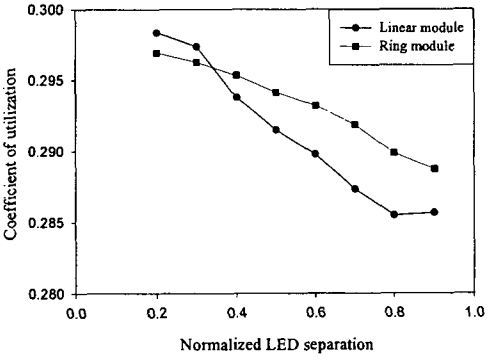

그림 2. 측정면 길이에 대한 광원부의 길이비에 따른 조명률

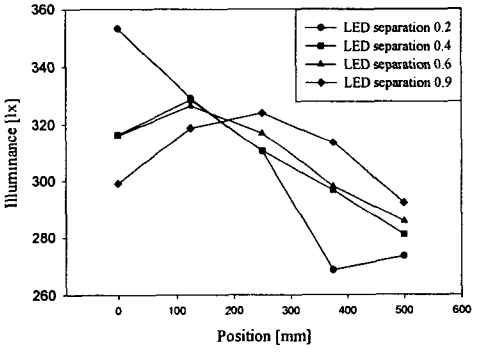

그림 3. 측정면의 위치에 대한 조도값(Linear type)

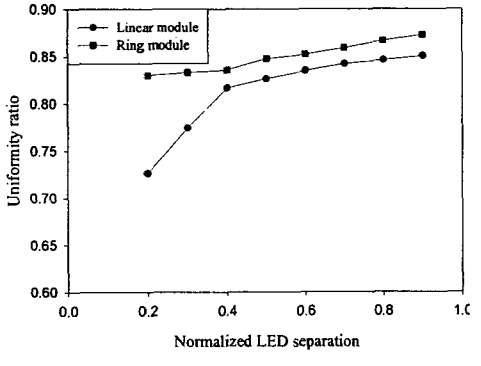

그림 4. 측정면 길이에 대한 광원의 길이비에 따른 조도 균제도

2.3. 반사판 구조에 따른 변화

탁상용 스탠드에 맞는 적합한 조명을 하기 위해서는 국부조명으로 되어야 한다. 본 논문에서는 반사판을 설계를 통하여 배광분포를 얻을 수 있었다. 먼저 반사판의 밑면의 면적은 200[mm]*40[mm]로 하여주고 옆면 기울기와 반사판의 옆면 높이를 변화시켜주면서 조도 균제도와 측정점에 도달하는 조명률을 알아보았다.

2.3.1 반사판의 각도 변화

그림 5는 반사판의 높이를 30[mm]로 고정시켜주고 옆면 각도를 변화시키면서 측정점에 도달하는 조명률을 측정한 것이다. Linear 모듈은 30도를 최고점으로 증가에서 감소로 변하는 것을 알 수 있으며 Ring 모듈은 35도를 최고점으로 증가에서 감소로 변하는 것을 알 수 있다.

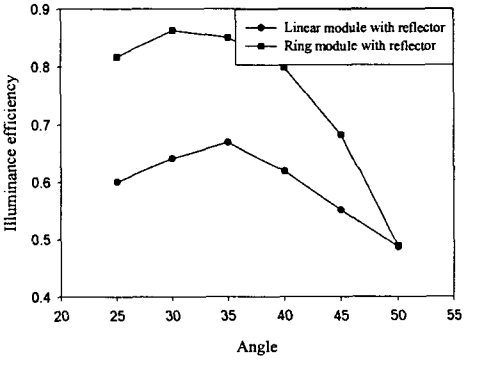

그림 5. 각도변화에 따른 조명률(높이=30[mm])

그림 6은 반사판 옆면의 각도를 변화시키면서 조도 균제도를 나타낸 그림이다. 각각의 모듈에서 40도 이하에서는 균제도가 낮은 값을 가지는데, 이는 각각의 각도마다 최소값은 일정하지만 평균값이 높게 나타나기 때문이다. 또한 40도 이상에서는 평균값은 일정하지만 최소값이 줄어들기 때문에 조도 균제도가 낮다.

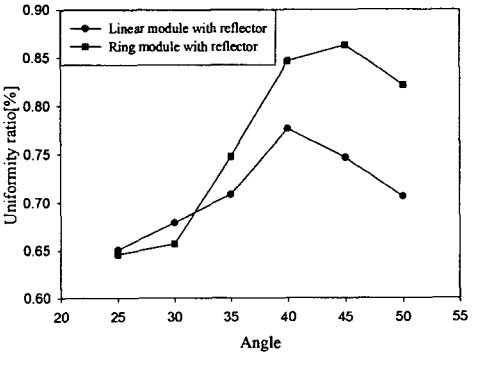

그림 6. 각도변화에 따른 조도 균제도 (높이=30[mm])

2.3.2 반사판 높이에 따른 변화

그림 7은 반사판의 옆면 각도는 40° 로 고정시켜주고 높이를 변화시키면서 측정점에 도달하는 조명률을 본 것이다. 그림에서도 보는 바와 같이 높이가 30[mm]이상이 되면 조명률은 완만하게 증가하는 것을 볼 수 있다.

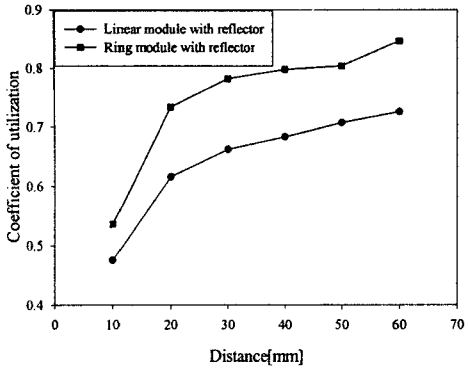

그림 7. 높이의 변화에 따른 조명률 (각도=40°)

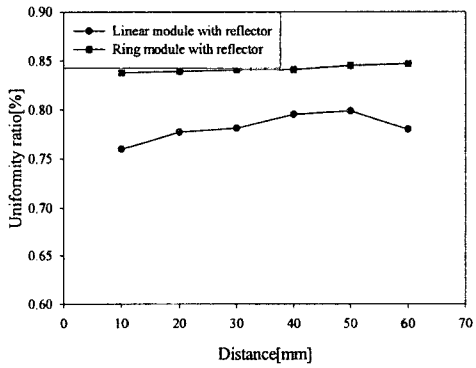

그림 8. 높이의 변화에 따른 조도 균제도 (각도=40°)

그림 8은 조도 균제도를 본 것인데 높이가 변화하여도 거의 일정한 값을 갖는 것을 알 수 있다. 이는 높이가 높아질수록 최소값, 평균값이 균일하게 증가하기 때문이다.

2.4 Linear 모듈 향상을 위한 Twin형의 모듈

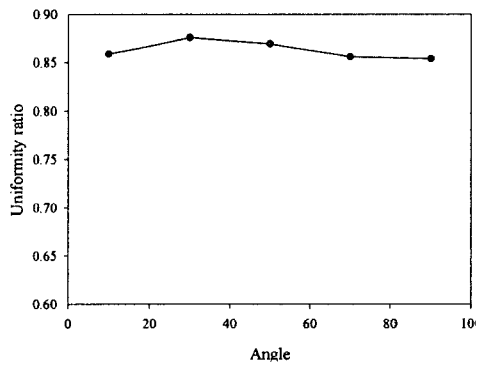

그림 9. Twin형의 각 Linear 모듈간의 각도 변화에 따른 조도 균제도

위 결과들을 보면 모든 실험에서 Ring 모듈이 Linear 모듈보다 우수한 결과를 보이고 있다. 여기서는 Linear 모듈의 향상을 위하여 Linear 모듈 두 개를 이용하여 Twin형으로 구성하였다.

그림 9은 두 Linear 모듈간의 각도를 변화시켜주면서 조도 균제도를 측정하였다. 각도 30도에서 가장 높은 값을 나타냈고, 각각의 각도에서 거의 균일한 값을 나타냄을 알 수 있었다. 또한 평균 조도값, 최소 조도값 모두 Ring 모듈보다 높게 돼는 것 을 알 수 있었다.

2.5 시제품 제작 및 고찰

시뮬레이션 결과를 바탕으로 반사판의 옆면 각도 40도, 높이 30[mm], 각 모듈 간 각도 30도로 구성하여 제작한 시제품을 제작하였다. 500[mm] * 500[mm]의 면적을 25개의 구역으로 나누어서 조도계로 측정한 결과 시뮬레이션 값과 거의 비슷한 값을 나타내는 것을 알 수 있었다.

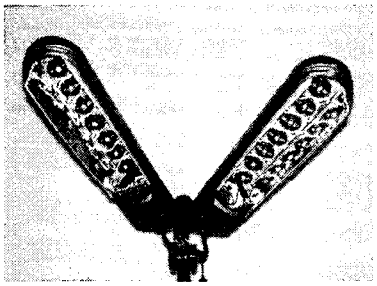

그림 10. Twin형의 스탠드

표 2. 시뮬레이션 결과값과 시제품 측정의 비교

	평균값[lx]	최소값[lx]	균제도[%]
시뮬레이션	459	403	0.88
실험값	474	402	0.85

3. 결론

본 논문에서는 광학설계프로그램을 이용하여 Ring 모듈과 Linear 모듈을 구성하여 각각의 모듈을 비교하고 Linear 모듈의 향상을 위하여 Twin형의 Linear 모듈을 설계한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. LED만을 배치하하고, 반사판을 설치하였을때, 모두 Ring 모듈이 Linear 모듈에 비해 조명률과 조도균제도가 우수함을 알 수 있었지만, Linear 모듈을 변형한 Twin형의 Linear 모듈이 Ring 모듈보다 우수한 결과가 나타남을 알 수 있었다.
2. 조명률, 조도 균제도를 고려하여 LED모듈을 이용한 스탠드를 설계하여 측정한 결과 시뮬레이션 값과 거의 비슷한 값을 얻을 수 있었다.

향후 본 논문에서 제안된 구조의 White LED는 CRI가 낮아 조명용에 문제점을 가지고 있으므로, RGB LED을 사용하여 광학설계를 통한 새로운 조명용 LED에 대한 연구가 필요하다.

이 연구는 한국과학재단지정 전남대학교 고품질전기전자부품 및 시스템 연구센터 연구비의 일부 지원에 의해 연구되었음.