


# LED 조명기기의 광특성에 확산판이 미치는 영향 연구

김진선\* · 조상묵\*

\*한국조명연구원

**요 약 :** 본 연구는 현재 LED 조명기기에 사용되는 확산판의 두께와 투과율에 따른 광효율 및 색온도, 연색성의 변화를 분석하고자 한다. 이렇게 분석된 확산판에 대한 광특성 변화는 LED 조명기기의 확산판 선정과 설계에 대한 기초 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

**핵심용어 :** 확산판, 전광선속, 색온도 연색성, 조도

**서론** 

- LED(light emitting diode) 광원의 활용분야
  - 전기·전자·통신 분야의 신호용에서부터
  - 백열등, 할로겐, 형광등 대체
  - 휴대전화, 자동차, 대형 BLU, 냉장고, 집어등, 식물생장, 경관조명, 의료용 조명 등 광범위한 용도로 활용
  - IT·BT·NT·ET·광산업 및 반도체 기술과 접목이 가능한 기술로서 고부가 가치 창출이 가능한 조명산업분야
- LED(light emitting diode) 광원의 장점
  - LED 가 무수온으로 친환경적
  - 조경량이며 전력절감이 탁월하여 기존 조명기기의 대체가 가능
  - 장수명, 고신뢰성으로 간단한 구동회로와 R/G/B 색상 제어가 용이하므로 앞으로 성장 동력 산업의 접목인 디지털 조명 (digital lighting)을 특징으로한 선도 기술로 자리매김

**서론** 

- 국내에서는 경찰청 및 국가 표준으로 LED 교통신호등을 이미 제정하여 백열전구에서 LED로 교체
- 2009년에는 LED 조명기기에 대한 국가 규격(KS) 및 고효율에너지기자재 기술기준이 제정되면서 LED 조명제품에 대한 개발과 인증평가가 활발
- LED를 실내조명으로 사용할 때, 이 조명기구 로부터의 글레어 영향이 이용자들에게 불편함을 유발, 이러한 문제 해결을 위해 LED를 광원으로 사용하는 LED 램프, 평판형 LED 등기구나 Downlight LED 등기구 등 실내조명기기의 경우 확산판의 사용 불가피

**서론** 

- 미국
 

에너지부(DOE)를 중심으로 "Next Gen. Lighting Initiative, Vision 2020"을 2002년부터 추진 중이며, 2020년까지 18년간 기존의 형광등 효율 약 3배인 200 lm/W의 LED 광원 개발을 목표로 추진
- 일본
 

통산성을 중심으로 "Light for the 21C" 프로젝트를 1998년 착수 2008년까지 10년간 형광등 효율 약 2배인 120 lm/W의 LED광원 개발을 목표로 추진 했으며 이과 더불어 2010년까지 조명용으로 사용되는 에너지의 20 % 감소를 이루어 Co<sub>2</sub> 배출량을 1990년 수준으로 내리는 목표로 병행 추진
- 이 밖에 대만의 기술개발방향은 조명용 LED광원 개발을 위해 2002년 국가 핵심 사업으로 지정하여 11개 기관을 중심으로 2005년까지 일본을 추월하려는 계획으로 추진

**서론** 

- 현재 가장 많이 사용되는 확산판은 Polycarbonate 이다. 그러나 최고의 특성을 갖는 최적의 확산판 선정에 어려움을 겪고 있는 것도 사실이다. 확산판에 의한 광효율 저하와 색온도, 연색성 등의 변화 또한 고려해야 하기 때문에 확산판의 선정은 매우 중요하다고 할 수 있다. 이 경우 확산판의 두께, 투과율, 형태 등이 고려되어야 할 것이다.
- 따라서 본 연구의 목적은, LED 조명기기에 사용되는 확산판에 따른 광특성 변화를 분석하여 최적의 확산판 선정의 기초적인 자료로 활용 될 수 있을 것이다.

**일반사항 - 관련기준 및 요구사항**



<표 1> LED 등기구의 색온도 및 연색성

구분	색온도	연색성
6 500	6 530 ± 510	70 이상
5 700	5 665 ± 355	
5 000	5 028 ± 283	
4 500	4 503 ± 243	
4 000	3 985 ± 275	
3 500	3 465 ± 245	
3 000	3 045 ± 175	
2 700	2 725 ± 145	

**평가방법 및 결과의 비교- 환경 및 장비**



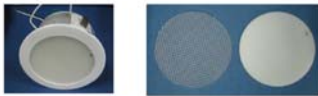
- 평가 시 환경조건은 매입형 및 고정형 LED 등기구(KS C 7653)의 요구사항을 따라 주위온도 (25±1) °C와 최대 65 %의 상대습도 환경을 갖는 통풍이 없고 무반사 암실에서 평가
- 또한 사용되는 시험전압은 안정화 기간 동안 ± 0.5 % 내에서 안정되며, 이 허용차는 측정 순간에 ± 0.2 % 이하이고, 광학적 특성 측정 시 시험 동안의 전압변동률은 0.2 % 이하
- 공급전압의 전체 고조파 성분은 3 %를 초과하지 않을 것
- 평가 장비
  - 전광선속 및 광효율 측정 : 배광시험기
  - 색온도와 연색성을 평가 : 분광시험기가 장착된 적분구
  - 확산판의 두께에 따른 광특성 변화 평가 : 조도계와 분광 방사 휘도계

**일반사항 - 연구의 설계**



- 본 연구에서는 확산판의 종류에 따른 광특성 변화와 확산판의 두께에 따른 광특성 변화에 착안하여 시험을 설계하였다. 우선 확산판의 종류에 따른 광특성 변화를 평가하기 위해 현재 필드에서 가장 많이 사용되고 있는 Polycarbonate 재질의 볼투명 확산판 2종과 프리즘 확산판을 정격전압 220 Vac, 정격주파수 60 Hz, 정격전력 12 W인 Downlight LED 등기구(6 inch)에 장착하여, 전광선속, 광효율, 색온도, 연색성을 평가하였다.

<그림 1> LED 등기구와 확산판



**평가방법 및 결과의 비교- 평가방법**



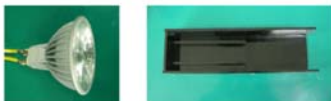
- 확산판의 종류에 따른 광특성 변화를 측정
  - 확산판을 제외한 순수 LED 등기구에 정격전압, 정격주파수를 인가하여 충분히 에이징한 후 특성이 안정되었을 때 전광선속 및 광효율을 배광시험기를 통해 측정하고, 준비된 확산판을 교체하면서 반복 측정.
  - 색온도와 연색성은 분광기가 장착된 적분구의 중심에 LED 등기구를 정격전압, 정격주파수로 점등하여 충분히 안정되었을 때 색온도와 연색성을 적분구에서 측정. (적분구의 크기는 LED 등기구의 빛이 충분히 확산될 것)
- 확산판의 두께에 따른 광특성 평가
  - 준비된 LED 램프와 측정지그에 확산판을 장착하고 램프가 충분히 에이징한 후 설계된 거리(10 cm)에서 조도를 측정
  - 광원이 모두 가려지도록 분광방사 휘도계를 설정하여 색온도와 연색성을 측정. 또한 반사투과 측정장비를 활용하여 확산판 자체의 투과율 측정

**일반사항 - 연구의 설계**



- 확산판의 두께에 따른 광변화
  - 투과율이 각기 다른 3종의 확산판
  - 각 확산판 두께 1.0 mm, 1.5 mm, 2.0 mm
- 광원 : 정격전압 220 Vac, 정격주파수 60 Hz, 정격전력 4.6 W의 컨버터 내장형 LED 램프
- 광원과 확산판과의 거리 : 약 3.5 cm(현재 조명에 설계되는 일반적인 거리)
- 측정지그의 특성상 전광선속을 측정하는 데 어려움이 있어 전광선속 대신 중심 조도를 측정(확산판으로부터 조도계까지의 거리 : 10 cm)

<그림 2> LED 램프와 지그



**평가방법 및 결과의 비교- 평가결과**



- LED 등기구에 사용된 확산판의 종류에 따른 광특성 변화
  - 확산판이 없는 상태의 LED 등기구보다 전광선속은 (74~79) %, 광효율은 (75~78) %의 감소율을 보였으며, 프리즘 확산판을 사용했을 때가 변화율이 가장 적은 것을 볼 수 있다.
  - 색온도의 변화에서는 3개의 확산판 모두 약 100 K정도 변화를 확인 할 수 있었다. 그러나 연색성은 세 가지 확산판 모두 동일한 것으로 나타났다.
  - 결과적으로 확산판의 투명도에 따라 전광선속, 광효율, 색온도는 변화하는 것을 볼 수 있으나 연색성은 변화하지 않았다.

**평가방법 및 결과의 비교- 평가결과**



**<표 2> 확산판에 따른 광특성 변화**

항목	확산판 LED 등기구	불투명 (A)	불투명(B)	프리즘
전광선속(lm)	885	687	657	698
광효율(lm/W)	74.4	57.7	55.7	58.2
색온도(K)	4 722	4 627	4 620	4 724
연색성	77	77	77	77

**결론**



- 현재 LED 조명기에 사용되는 일반적인 확산판에 대한 평가결과 확산판의 종류에 따라 전광선속, 광효율, 색온도 등의 변화가 있음
- 확산판의 형태(불투명과 프리즘) 면에서 보면, 전광선속, 광효율에서 약 3 % 정도의 차이를 보이고 있고, 색온도에서는 100 K정도의 차이로 다소 적은 변화
- 확산판의 두께에 따른 광특성은 0.5 mm씩 증가 할 때 투과율은 약 20 %, 조도는 약 10 %의 감소율을 보임.
- 또한 색온도의 경우에도 LED 램프 보다 약 1 000 K정도의 차이를 보이고, 확산판의 두께에 따라서도 약 (100~200) K의 차이를 보이고 있어 확산판의 선정 시 고려해야 할 것으로 보인다.
- 추후, 신뢰성 측면에서 확산판 자체의 특성 변화 뿐만 아니라 등기구나 램프에 장착되었을 때의 특성변화를 평가 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다.

**평가방법 및 결과의 비교- 평가결과**



○ 확산판의 두께에 따른 조도의 변화

- 확산판이 없는 LED 램프만 측정했을 때 5 230 lx 보다 확산판 A가 (37.9 ~23.9) %, 확산판 B가 (47.2~31.0) %, 확산판 C가 (37.7~24.3) %로 각각 감소하였다.
- 두께 1.0 mm를 기준으로 0.5 mm 증가할 때마다 확산판 A가 78 %, 63 %, 확산판 B가 77 %, 66 %, 확산판 C가 76 %, 65 %로 각각 10 % 정도의 감소율을 보였다.
- 확산판의 두께에 따른 투과율 측정 결과를 보면, 확산판 A, B, C 모두에서 두께가 0.5 mm 증가할 때마다 약 20 % 정도 감소하는 것을 볼 수 있다.
- 확산판 자체의 투과율에서는 20 % 정도의 감소되는 것을 볼 수 있으나 등기구에 적용되었을 때는 약 10 %로 자체 투과율보다 10 % 정도 적은 투과율을 보였다.

**평가방법 및 결과의 비교- 평가결과**



- 색온도의 경우 (5 516~5 763) K으로 램프의 색온도보다 약 1 000 K정도의 차이가 있으며, 연색성은 1~2정도로 차이가 거의 없었다

**<표 3> 확산판의 두께에 따른 투과율 및 광특성**

확산판	형태	투과율	조도(lx)	색온도(K)	연색성
	LED 램프	-	5 230	6 619	66
확산판 A	1.0 mm	76	1 980	5 535	67
	1.5 mm	61	1 540	5 601	67
	2.0 mm	49	1 250	5 763	67
확산판 B	1.0 mm	85	2 470	5 594	67
	1.5 mm	75	1 910	5 516	67
확산판 C	2.0 mm	65	1 620	5 532	68
	1.0 mm	78	1 970	5 587	67
	1.5 mm	64	1 500	5 625	68
	2.0 mm	55	1 270	5 682	68