

FPL형광램프 대체형 LED램프의 조도특성에 관한 연구

(A Study on the Optical Characteristics of LED Lamp as Alternative Type of FPL Lamp)

고재준* · 김충혁**

(Jae-jun Ko · Chung-hyeok Kim)

Abstract

As lamps using LEDs are developed actively, also there have been large request for LED lamps that can replace traditional lamps like fluorescent lamps and metal halide lamps. But so far there are no proper standards that manufacturer can use and test their lamps. As a result of this, manufacturers are not only unable to develop LED lamps but also sell it even though they have technology. In this study, It is proposed that proper test method by investigating compatibility between all-type control gear and LED lamps by analyzing control gear for fluorescent lamp such as magnetic or electronic ballast that is currently used in the market.

Key Words : Led Luminaire, Led Lighting, Safety Standards for Electrical Appliances

1. 서 론

1.1 연구의 배경

현재 국내에서는 기존 가정에서 사용하는 U자형 형광램프(FPL)를 대체하여 사용할 수 있는 LED램프에 대하여 안전기준을 신규로 제정(14.4.30) 완료하고 인증을 실시하여 보급 및 시판되고 있다. 이러한 LED램프는 기존 형광등기구에 장착되어 있는 안정기(전자

식, 자기식)를 제거하지 않고 LED램프만 교체하여 사용하는 이른바 2G11캡(Cap) 형상의 호환형 LED램프 방식이며, 최근 이를 개발하고자 하는 기업이 늘고 있는 추세이다.

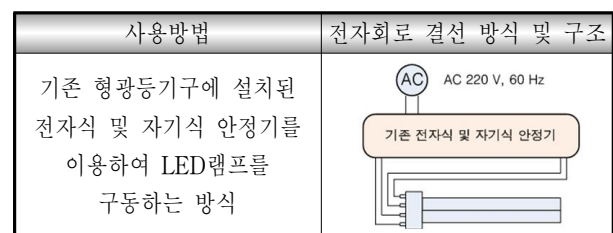


Fig. 1. LED lamp structure for 2G11 FPL fluorescent lamp replacement

전체 광원별 보급률은 직관형 형광램프(44.7%), 안정기 내장형 램프(18.1%), FPL 형광램프(15.4%) 순으로 보고되고 있으며[1], 그 중 FPL형광램프를 LED 램

* Main author : Doctor course of Plasma bio display at kwangwoon University/Korea Testing & Research institute (KTR)

** Corresponding author : Professor, The Faculty of Liberal Arts, kwangwoon University

Tel : 02-2092-3741, Fax : 02-2634-1008

E-mail : kjj@ktr.or.kr

Received : 2015. 4. 6

Accepted : 2015. 9. 1

프로 교체할 경우 2등용 형광등기구 기준으로 약 30W 가량 소비전력이 감소하는 것으로 산업통상자원부 국가표준원에서 발표되었다. 하지만 광원을 대체하기 위해서는 기존의 대체하고자 하는 광원의 밝기와 배광특성, 지향성 등의 광학적 특성을 적절하게 설계해야 실질적인 대체 효과가 있을 것이다.

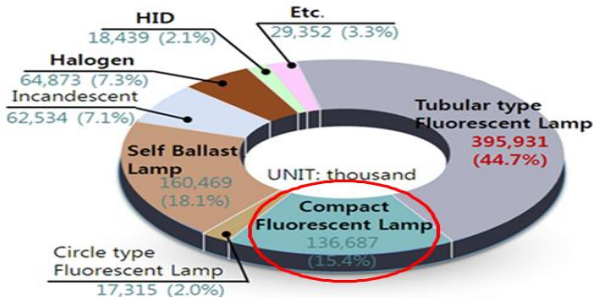


Fig. 2. Domestic sales status by lighting source[1]

따라서 본 연구를 통하여 기존의 FPL 형광램프를 등기구에 장착하고 램프전력, 광속, 조도를 측정하고 분석하여 기존 램프를 대체 가능한 수준의 최적화된 광학적 특성 값에 대한 연구를 진행하고자 한다.

본 연구에서 다루고자 하는 광학적 특성은 FPL 형광램프 대체용 LED램프가 시판되었을 때 사용자에게 LED램프의 과도한 밝기로 인해 대체효과가 저하되는 것을 방지하고 제조자로 하여금 적절한 광학적 기준 값을 제시하여 과도한 설계 투자가 이루어지지 않도록 하는 것을 목적으로 하며, 연구 결과를 바탕으로 국내 전기용품 안전기준에 반영하고자 한다.

2. 본 론

본 연구에서는 시판되는 FPL36W 5개社 5개 모델의 형광램프와 LED램프 5개社 5개 모델을 비교 분석하였다. 광학적 특성 시험 방법은 IEC 60901 : Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications의 Annex B에 따라 측정하였으며, Illumination simulation은 KS C 8000 : 조명기구 통칙의 부속서 A에 따라 그림 5의 Goniophotometer (LMT, 독일)로 측정하여 분석하였다. 광원 점등방식

은 KS C 7601 : 형광램프표준에서 규정하고 있는 시험용 안정기를 그림 3과 같이 결선하여 측정하였으며, 해당 표준에서 규정하는 $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 조건의 암실에서 측정하였다.

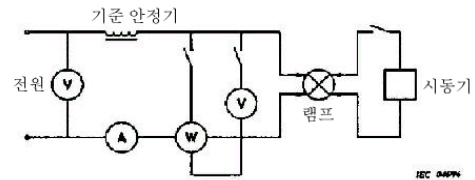


Fig. 3. Test circuit



Fig. 4. Goniophotometer

2.1 시험결과

FPL36W형광램프는 2G11 Cap을 사용하는 단일 Cap 램프로 시중에서 판매되는 형광램프를 사용하였으며, 본문에서 언급한 표준과 방법에 의해 평가하였다. 또한 시험결과의 객관성 및 재현성 확보를 위해 램프를 점등시키기 위한 안정기는 표 1의 KS C 7601 표준에서 규정하는 특성의 시험용 안정기를 적용하였다.

Table 1. Reference ballast characteristic

램프의 종류	기준전압 (V)	기준전류 (A)	임피던스 (Ω)	역율
FPL 36	200	0.435	341 ± 2	0.075 ± 0.005

시험결과 FPL36W EX-D(주광색) 형광램프는 표 2와 같은 전기적 특성과 광학적 특성값을 나타내었다.

Table 2. Fluorescent lamp electrical and optical characteristic test result

시료 번호	램프 전력 (W)	램프 전압 (V)	램프 전류 (mA)	광속 (lm)	광효율 (lm/W)	2.7m lx (avg)	2.7m lx (max)
A社	37.04	108.8	431.3	2473	66.7	23.6	57.8
B社	35.72	97.3	459.2	2429	68.0	23.6	57.5
C社	36.46	106.9	432.9	2384	65.4	22.6	54.6
D社	36.89	106.8	440.1	2477	67.2	23.4	57.7
E社	35.75	101.6	448.3	2397	67.1	22.9	55.6

분석결과 FPL 형광램프의 광속 평균은 2432lm, 광효율 평균값은 66.88lm/W, 2.7m 높이 기준의 평균 조도는 23.22lx로 측정되었다. 이때 A社, B社의 Illumination Levels은 다음과 같았다.

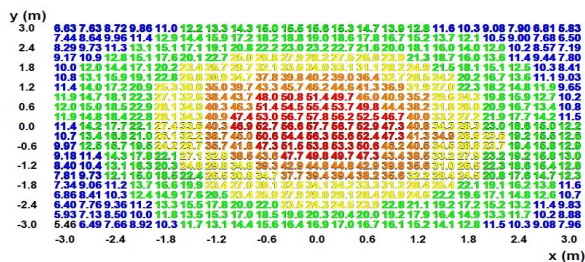


Fig. 5. The Illumination Levels of A Company's FPL36 EX-D

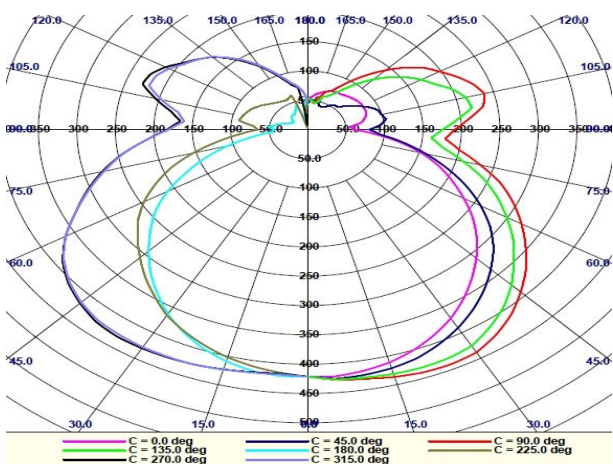


Fig. 6. The photometric distribution of A Company's FPL36 EX-D

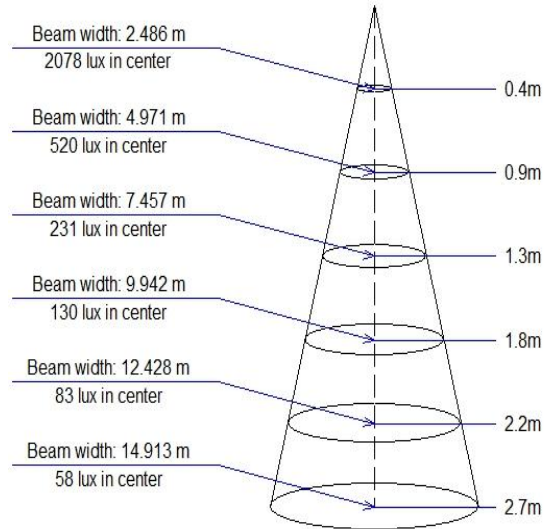


Fig. 7. The test result of illumination intensity of A Company's FPL36 EX-D by height

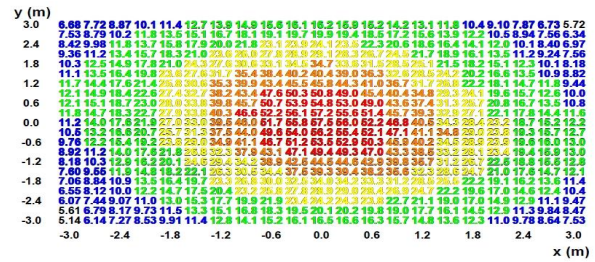


Fig. 8. The Illumination Levels of A Company's FPL36 EX-D

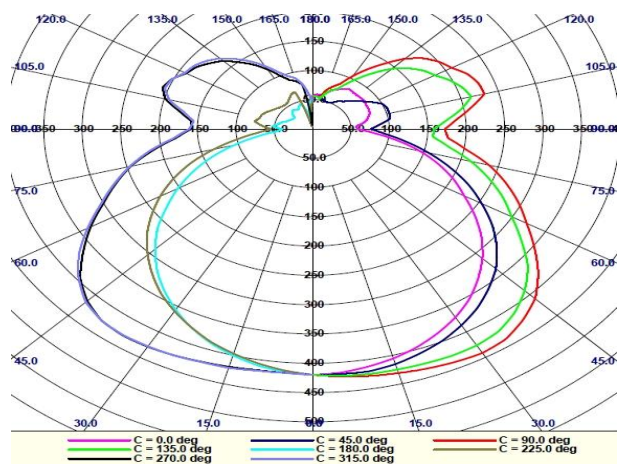


Fig. 9. The photometric distribution of B Company's FPL36 EX-D

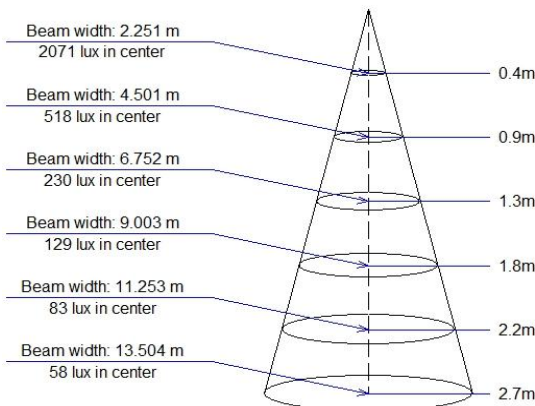


Fig. 10. The test result of illumination intensity of B Company's FPL36 EX-D by height

LED램프는 시험 결과 표 3과 같이 F社, H社, J社 제품은 시험용 안정기와 호환되지 않아 높은 램프전력과 광학적 특성에서 비정상 적인 값이 측정되어 비교값에서 제외 시켰으며, G社와 I社제품은 호환성이 높아 형광램프와 비교 시 대표 샘플로 선정하여 분석하였다.

Table 3. LED lamp electrical and optical characteristic test result

시료 번호	램프 전력 (W)	램프 전압 (V)	램프 전류 (mA)	광속 (lm)	광효율 (lm/W)	2.7m lx (avg)	2.7m lx (max)
F社	38.25	78.7	519.5	1913	50.02	27.6	77.0
G社	22.91	191.6	138.9	2240	97.78	33.9	102
H社	37.69	77.34	521.0	2557	67.86	35.3	98.9
I社	18.96	189.4	124.3	2378	125.4	33.2	96.9
J社	37.34	76.60	522.1	1909	51.15	28.9	85.3

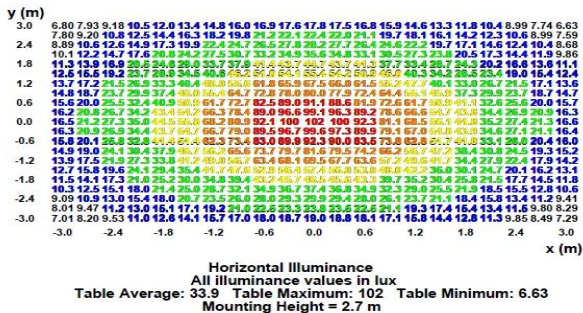


Fig. 11. The Illumination Levels of G Company's LED Lamp

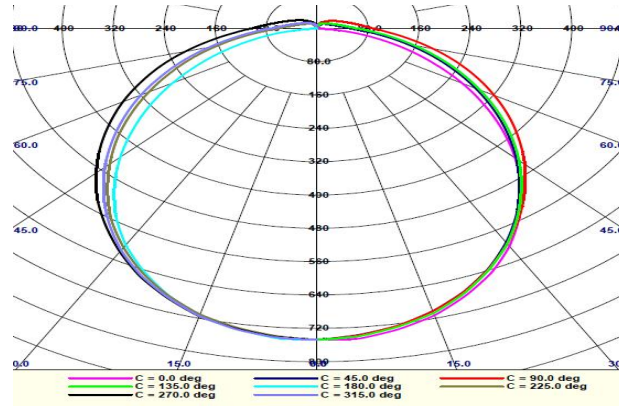


Fig. 12. The photometric distribution of G Company's LED Lamp

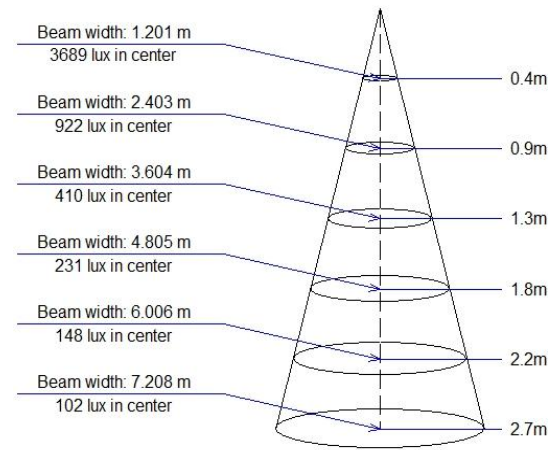


Fig. 13. The test result of illumination intensity of G Company's LED Lamp by height

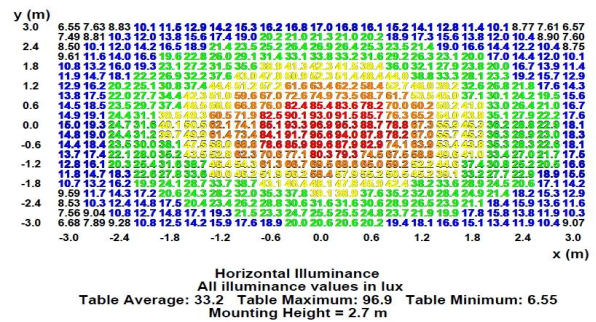


Fig. 14. The Illumination Levels of I Company's LED Lamp

비교분석 결과, 등기구 내부의 FPL 36W 전사식 안정기의 소비전력은 형광램프 장착시 평균 36.36W로 측정되었으나, 동일 안정기에 LED램프 장착시 평균

20.94W로 측정되어 형광램프 대비 약 15W 가량 소비 전력이 감소되는 것으로 나타났다.

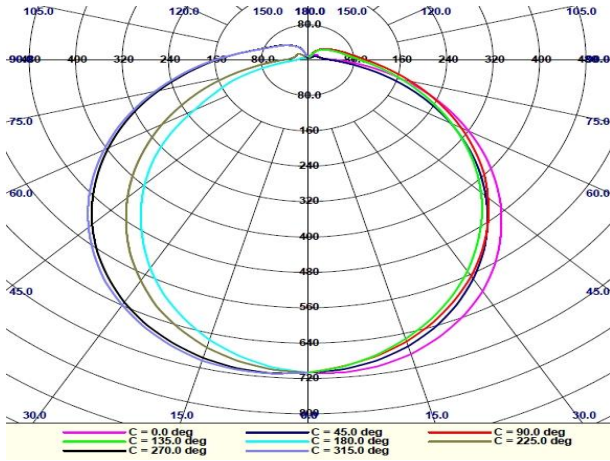


Fig. 15. The photometric distribution of I Company's LED Lamp

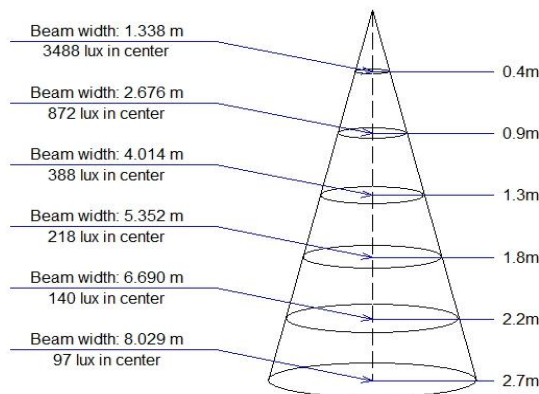


Fig. 16. The test result of illumination intensity of I Company's LED Lamp by height

Table 4. Electrical and optical characteristic test result

측정항목	소비전력 (W)	평균조도 (lx)	광속 (lm)
광원			
형광램프 36W	36.36	23.22	2432
LED램프	20.94	33.55	2300
형광램프대비 LED램프	-15.42	+10.33	-132

3m(x)×3m(y)×2.7m(H) 조건에서의 조도분포는 형광램프의 경우 평균조도는 23.22lx로 측정되었으며,

LED램프의 경우 33.55lx로 측정되어 LED램프가 동일 평균 면적에서 약 10lx 밝은 것으로 조사되었다. 이때 형광램프 광속 평균은 2432lm이며, LED램프는 2300lm으로 형광램프가 약 100lm 가량 높게 측정되었다.

기존광원을 LED 로 대체 시 통상 동일 면적과 높이에서 조도를 비교하였을 때 조도가 동등한 수준이라면 LED로 대체가 가능하다고 판단된다. 따라서 본 연구 결과와 같이 LED램프의 광속이 약 2300lm이면 기존 형광램프를 대체할 수 있는 것으로 결론지을 수 있으며, 동일 밝기 수준을 감안한다면 2200lm 정도의 광량을 출력하도록 설계한다면 광속에 있어 충분하리라 본다. 현 전기용품안전기준 K 10025 : 형광램프대체형 LED램프 안전기준에서는 이러한 광학특성을 비교 분석하여 적정 광속기준을 기존 FPL 36W EX-D 형광램프의 경우 2590lm의 85% 이상으로 제시되었으며, 이는 2201.5lm일 경우 대체 가능한 수준으로 적합성 판별 기준을 제시하였다.

또한 배광분포 결과에서처럼 형광램프는 LED램프보다 약간 넓은 분포의 특성을 보이고 있지만 직관형 램프와 달리 2G11 램프는 가로, 세로, 두께 치수가 그림 18과 같이 KS C 7601 : 형광램프 국가표준 및 IEC 60901 : Single-capped fluorescent lamps-Performance specifications 국제기준에 명시되어 광 확산 성능은 LED램프의 분포가 좁음을 알 수 있었다.

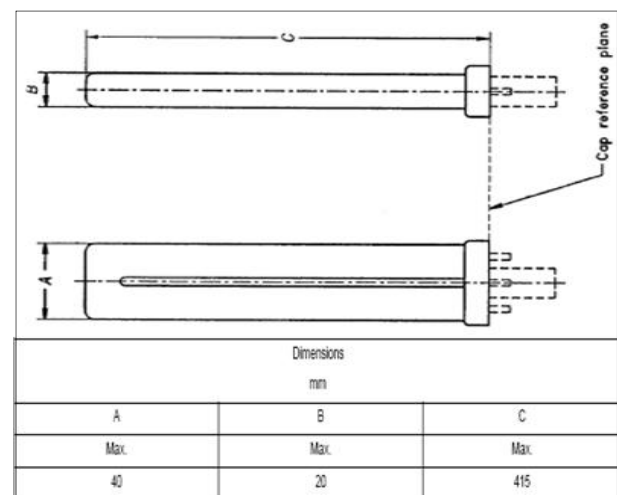


Fig. 17. FPL 36W Lamp Dimensions

3. 결 론

이상과 같이 주광원으로 사용하고 있는 형광램프를 대체할 수 있는 2G11 캡 형광램프 대체용 LED 램프의 광학설계에 대한 연구 결과 시중 판매되고 있는 LED 램프에서 호환되지 않은 제품도 있었으며, 사용자는 반드시 KC인증 마크를 획득한 제품을 사용하여야만 대체효과를 가질 수 있을 것으로 판단된다. 더불어 LED 램프 제조자는 호환형 LED 램프와 정합이 가능한 안정기를 표기할 필요성이 있다.

이미 국내 기업들은 LED 램프 개발에 박차를 가하고 있으며, 강제 인증을 시행하지 않는 국가에서는 판매가 활발하게 이루어지고 있는 상황이다.

위의 연구결과 2G11 (U형) LED 램프는 가정 및 상가 등 그 활용 범위가 광범위하여 기존의 형광램프를 대체시 소비전력 감소로 인한 에너지효율이 증가할 것으로 판단된다. 향후 2G11 LED 램프의 G-type, D-type의 형광램프를 대체하는 LED 램프의 안전기준에도 적용할 수 있을 것으로 판단되며, 본 연구를 통해 LED 램프를 개발하는 제조기업에서 광학적 설계시 활용이 예상된다.

향후 지속적인 시험 및 연구를 통해 제시된 안전기준에 의하여 적합성 평가를 실시한 후 보완사항 및 추가사항이 있을 경우 안전기준을 보완해 나가야 할 것이다.

“이 논문은 2014년도 광운대학교 연구년에 의하여 연구되었음”

References

- [1] MKE(Korea) Lighting equipment distribution, Ministry of Knowledge Economy, 2008.
- [2] KS C 7601: Fluorescent lamps for general lighting service, 2009, 11.
- [3] K 10025 : LED Lamp for Fluorescent Lamp Retrofit - Internal converter type, 2014.04.
- [4] IEC 60901 Amd.5 Ed. 2.0: Amendment 5 - Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications : 2011.11.

◇ 저자소개 ◇



고재준 (高載準)

현재 한국인정기구(KOLAS)평가사. IECEE TECHNICAL ASSESSOR(LITE). IEC TC34(조명분야) PROJECT LEADER. 한국화학융합시험연구원 전자과연구소 그린LED팀 팀장.



김충혁 (金忠爨)

현재 광운대학교 교양학부 교수. 한국전기전자재료학회 사업이사.