

형광램프 대체 컨버터 내장형 LED램프의 안전성 확보방안

(A study on the safety LED lamp using internal control gear as the alternative type of fluorescent lamp)

고재준* · 김충혁**

(Jae-jun Ko · Chung-hyeok Kim)

Abstract

As products using LEDs are developed actively, also there has been large request for LED products that can replace traditional lamps like fluorescent lamps and metal halide lamps. But so far there is no proper standard that manufacturer can use and test it. As a result manufacturer can't develop retrofit LED lamps and sell it even they have technology. In this study, by analyzing control gear for fluorescent lamp that is currently used in market which is magnetic or electronic ballast, I'd like to develop proper test method by investigating compatibility between all-type control gear and LED retrofit products.

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

1. 서 론

1.1 연구의 배경

현재 국내에서는 LED램프를 사용하여 기존조명을 대체하려는 움직임이 활발하며, 기존 램프를 제거하고 LED램프를 사용하는 이른바 G13캡(Cap) 형상의

호환형 LED램프를 개발하고자 하는 제조자들이 늘고 있는 추세이다. 그 중에서도 사무실이나 공장에서 많이 사용하는 G13 직관형 이중 캡 형상의 형광램프 대체용 LED램프의 개발 수요가 늘어나고 있는 추세이다.

* 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 : 031-679-9687, Fax : 031-335-9786
 E-mail : kjj@ktr.or.kr
 Received : 2014. 10. 31
 Accepted : 2014. 12. 18

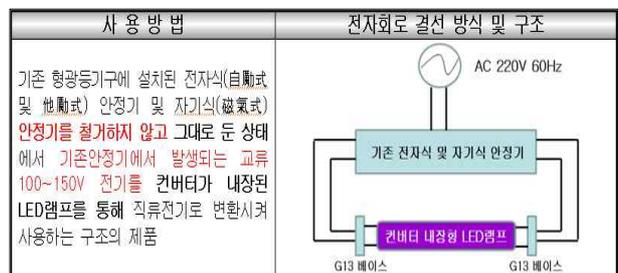


그림 1. 형광램프 대체용 LED램프 구조
 Fig. 1. Tubular LED lamps type

국제적으로 공식 표준화 기구인 IEC TC34 SCA(국제 전기위원회 조명분과)에서 제품의 성능과 안전성에 대한 표준안을 논의 중이나 아직 표준화가 완료되지 않은 상황이며, 미국(UL), 유럽(CE) 등 주요 수출국에서는 직관형 형광램프 대체용 LED램프에 대한 전용 기준이 없어 등기구, 형광램프 등 유사품목 기준으로 인증을 실시하여 시장 판매가 이루어지고 있는 실정이다.

하지만 국내에서 제조·판매를 하기 위해서는 법정 인증인 전기용품안전관리법에 의한 안전인증을 취득하여야 하나 형광램프 대체용 LED램프에 대한 전용 안전기준이 마련되지 않아 제품개발 및 판매가 어려운 상황이다.

따라서 본 연구를 통하여 기존 형광램프를 탈거하고 형광램프 대체용 LED램프를 장착하였을 때 발화나 발열 없이 사용자 안전을 최우선으로 고려하여 안전한 제품이 시중에 시판될 수 있도록 하는 전기용품안전 기준을 국내 실정에 맞게 마련하기 위한 안전성 확보 방안과 안전 사각지대를 해소하기 위해 연구하고자 한다.

표 1. 형광램프 대체용 LED램프 국가별 인증 현황
Table 1. Regional certification Tubular LED lamps

	IEC	US	Korea	Japan	China Mainland	China Taiwan
Std No.	Mixed std applied, so far no harmonized std available	UL1598C UL1993	K20001	JEL 801	Will develop next year	CNS15438
Scope	Type A, B, C, G5, G13 base	Type A, B, C	Type C, G13 or D12 base	Type C, L-shaped lamp cap		Type A, B, C
Focus	safety	safety	Safety+performance	Safety+performance		Safety

- TYPE A : Internal converter type(형광램프 대체용 컨버터 내장형)
- TYPE B : AC power direct connection type(전원 직결형)
- TYPE C : External converter type(컨버터 외장형)

2. 본 론

본 연구에서 다루고자 하는 안전기준(안)은 형광 램프 대체용 LED램프가 시판되었을 때 문제가 될 것으

로 예상되는 항목을 연구하여 문제점을 도출하여 국내 전기용품 안전기준에 반영하고자 한다.

본 논문의 선행 연구에서 무게, 절연성능, 충전부 감전보호, 온도시험, 램프 변형, 안전동작영역 보호기능, 호환성(이상상태), 이상 총 7개 항목에 대하여 안전성이 취약한 것으로 조사되었으며, 그에 따른 안전기준(안)을 제시하고자 한다.

2.1 무 게

형광램프 대체 LED램프의 무게에 따른 등기구 이탈 및 낙하 안전사고 발생을 예방하기 위하여 추가된 항목으로 현재 국제표준 IEC 60598-1 : Luminaires Part 1 : General requirements and tests 및 일본의 전 국공업협회 JEL 801 : L형 컨버터외장형 LED 램프 기준에서는 G13캡을 사용하는 LED램프의 총 무게를 500g 이하로 규정하고 있다[1-2].

국내에 시판되는 모든 G13캡의 형광램프의 무게를 조사한 결과 평균 270g(FLR 32W)으로 조사되었으며, 동일 길이의 LED램프의 무게는 400g~450g으로 조사되었다.

조사 결과 LED램프의 무게가 국제기준에 적합한 것으로 조사되었지만 국내환경에 적용하여 시험한 결과 고온(50℃ : 등기구 매입시 ta 동작조건) 및 장시간 에이징 조건(2000시간)에서 기존 등기구 에서 LED램프가 낙하되는 현상이 발견되었다.

이는 사용자 안전에 직결되는 문제로 발생 원인을 연구한 결과 해외에서 보편적으로 사용되는 홀더는 삽입형 홀더 및 커넥터형 홀더로 등기구 에서 램프홀더가 LED램프를 지지하기에 충분한 구조이나, 국내에서 가장 많이 사용되는 맞대기 형상의 홀더는 LED 램프 핀을 유지하지 못하고 홀더의 접촉자가 표면 접촉되는 구조로 되어있어 LED램프의 무게를 견디지 못하는 결과를 초래하였다.

따라서 국내에서는 LED램프의 무게를 400g 이하로 제시하여 안전기준을 강화 적용하고 LED램프의 무게에 따른 낙하에 의한 안전사고를 방지하고자 한다.

표 2. 램프 홀더 종류
Table 2. Lamp holder type



표 3. 무게 시험 결과
Table 3. Weight test result



2.2 절연성능

본 시험 항목은 형광램프 대체용 LED램프의 절연 파괴에 따른 감전사고를 방지하고자 추가된 항목으로 국내 시판되는 LED램프를 시험한 결과 절연 성능이 취약한 것으로 조사되었으며, 원인은 LED램프 방열판과 내부 충전부 회로의 절연 불량에 주요 원인으로 조사되었다.

표 4. 절연성능 시험 결과
Table 4. Insulation performance test result

시험 결과	비고
1차 : 6개 중 5개사 부적합	방열판과 충전부 절연파괴
2차 : 6개 중 5개사 부적합	

절연 성능 항목은 국제표준에서 논의되고 채택한 기준을 인용하여 안전기준(안)에 적용하였으며, 시험방법은 LED램프의 충전부와 사용자가 접근 가능한 부분에 적용하여 판정하게 된다. 이 때 적용전압은 $4 \times U$ (최대동작전압) + 2,000V이며, 시험 기기의 허용전

류는 100mA이다. 만약 적용 부위가 사출 (플라스틱 재질)이면 호일로 감싸서 테스트한다.

이때 동작전압 U에 대한 적용은 다음과 같다. 대체하는 형광램프의 KS C 8100(형광램프용 전자식안정기)에 적합한 시험용안정기에 LED램프를 연결한 후 시험용 안정기 입력전압(AC)을 서서히 증가하여 LED램프가 점등되는 순간의 LED램프의 입력전압을 측정하여 U값을 적용한다.

표 5. 국제 표준 현황
Table 5. International standard status for
withstanding voltage

IEC 62776 CDV 8.3항 : $4U + 2,000V$ ※ U : 최대동작전압
--

2.3 충전부 감전보호

등기구 내부 안정기와 결선이 모두 되어야만 점등되는 형광램프와는 달리 국내에서 시판되는 형광램프 대체 LED램프는 한쪽 캡이 Open 상태에서도 반대편 캡이 충전부 노출로 인하여 램프 교환으로 인한 접촉 시 감전사고의 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 국내·외 시판되고 있는 10개 회사의 LED램프를 수거하여 평가하였다.

평가 방법은 IEC 60598-1: Luminaires Part 1 : General requirements and tests Annex A 국제기준에서 적용하고 있는 노출된 금속부에 대한 충전부 노출 판정 기준을 적용하였다.

시험 방법은 전류 및 전압측정의 두 가지 방법으로 금속부의 충전부 노출 여부를 평가할 수 있다.

첫째 금속 부분(램프 핀)과 접지 사이에 흐르는 전류를 측정하며, 여기에서 측정 회로는 $2,000\Omega \pm 50\Omega$ 의 무유도 저항으로 한다. 만약 0.7mA(피크)이상의 교류 전류나 2mA의 직류 전류가 측정되면, 측정되는 금속부(램프 캡 핀)는 충전부가 노출되는 부분으로 판정한다.

둘째 금속 부분(램프 핀)과 임의의 접근하기 쉬운 금속부 사이의 전압을 측정하며, 여기에서 측정 회로는 50,000Ω의 무유도 저항을 적용한다. 만약 34V

(피크) 이상의 전압이 측정된다면, 측정되는 금속부(램프 캡 핀)는 충전부가 노출되는 부분으로 판정한다[1].

주의할 사항으로는 위의 시험에 대해, 그림 2와 같이 시험 전원의 한 극은 접지된 상태에서 측정한다.

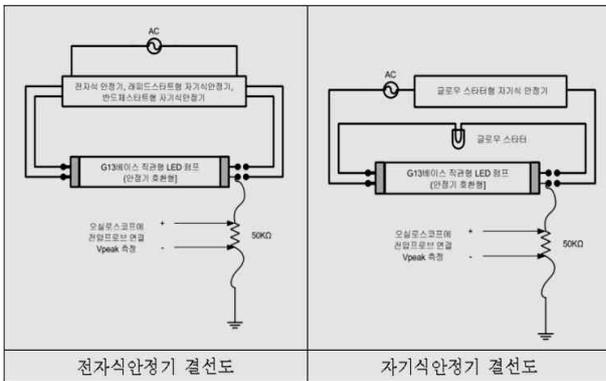


그림 2. 감전보호 시험 회로(전자식)
Fig. 2. Test circuit against electric shock

위의 방법으로 평가한 결과 10개 제조사 모두 등기구에 장착된 정상상태에서는 LED램프 캡(Cap) 핀과 방열판등 금속부가 충전부로 노출되는 현상이 발견되지는 않았으나, LED램프를 교환하기 위해 한쪽 캡(Cap)의 핀을 삽입하고 반대편 핀을 삽입할 경우 반대쪽 핀은 10개 제조사 모두 충전부에 노출되어 감전보호에 취약한 것으로 조사되었다.

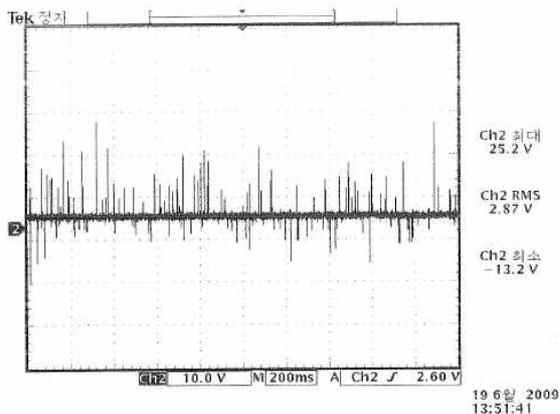


그림 3. 감전보호 시험 결과
Fig. 3. Against electric shock test result

측정된 전압 25.2V_{peak}는 2KΩ에 대하여 측정된 전압임으로 흐르는 전류는 다음과 같다.

$$I_{peak} = \frac{V_{peak}}{2000\Omega} \quad (1)$$

식 (1)에 측정값을 대입하면 충전부 노출기준인 0.7mA를 초과하기 때문에 해당 LED램프는 감전으로부터 보호가 부적합한 제품이라는 결과를 얻을 수 있었다.

$$I_{peak} = \frac{V_{peak}}{2000\Omega} = \frac{25.2 V_{peak}}{2000\Omega} = 12.6mA > 0.7mA$$

전기용품은 제품이 정상동작할 때 감전보호 정도를 판정하나 LED램프가 이중 캡 구조이고 사용자가 통상 전원이 인가된 상태에서도 LED램프를 교환하는 제품인 점을 착안하여 조사결과 및 평가방법을 IEC TC34(조명분야) 국제표준에 제안하였으며, 안전기준(안)에도 반영하였다.



그림 4. LED램프 교환 시 감전사고 유형
Fig. 4. Accident case when replacing LED lamps

본 항목을 만족하기 위한 많은 방법들이 설계 및 구상되고 있으나, 아직까지 회로적으로 완벽하게 안전문제를 해결할 수 있는 방법이 나와 있지 않은 상황이다. 다만 LED램프 캡(Cap)에 기계적 스위치를 적용하여 캡 핀 Open시 충전부가 노출되지 않도록 하는 방안이 제시되며, 이 부분은 기술적으로 보완이 필요한 상황이다.

2.4 온도 상승 시험

형광램프 대체 LED램프는 몸체를 손으로 잡고 교

환하는 구조이다. 만약 사용자가 고온으로 동작하는 LED램프를 손으로 잡을 경우 화상 및 쇼크 등 안전 사고가 예상되어, 기존에 시중 시판되는 LED램프에 동일길이의 FLR32W, FHF32W, FL40W 등 형광램프 시험용 안정기를 연결하였을 때 LED램프의 몸체, 캡(Cap)의 온도와 형광램프의 온도를 비교 측정하였다.

시험조건은 주위온도 25℃일 때 수행하였으며, 해당 시험용 안정기는 KS C 8100 : 형광램프용 전자식 안정기 표준에 제시된 사양으로 수행하였다.

표 6. 온도 상승 시험 결과
Table 6. Temperature rise test result

측정 램프 종류	측정 포인트(K)			
	캡	필라멘트	몸체 중심	안정기 표면
FLR32	16.2	26	11.3	3.1
FHF32SS	15.4	23.6	8.3	1
FLR32SS	20	28.3	15.3	4
FLR 40	29.5	42.6	18.1	1.3
FL40SS	40.4	56.3	22.6	0.7
FL40/36	35.3	61.6	21.1	0.7
LED램프	15.4	-	16.7	3.6
	18.8	-	40.8	6.8
	20.6	-	45.6	4.6
	10.5	-	50.8	4.5

시험 결과 LED램프가 기존 형광램프보다 몸체부에서 42.5K(67.5℃)의 높은 온도로 측정되었으며, 원인을 분석한 결과 LED램프 내부의 컨버터와 안정기와 부정합에 의한 높은 전류 공급으로 인하여 LED램프 방열부의 온도가 상승된 결과로써 이는 국내 안정기 제조사별 스위칭 주파수별, 음극예열 방식별(전압, 전류, 순시기동)등에서 야기되는 문제로 판단된다.

또한 기존 국제기준에서 유사 제품의 온도상승 기준 값을 조사하였다.

조사 결과 최대 온도상승 허용온도는 75℃로 조사되었으며, LED램프 측정결과에 비하여 7.5℃ 높은 수준이었다. 하지만 이는 전류가 흐르는 충전부 단자 및 배선의 온도상승 기준으로 비충전부인 LED램프의 발

광부(절연물) 및 방열판에 적용하기에는 타당성이 부족하여, IEC 국제기준 가정용 전기기기 권고사항인 인체가 손으로 만졌을 때 최대 온도 상승 기준값 주위 온도 25℃일 때 60℃인 강화된 기준을 램프커버, 방열판에 적용하여 안전기준(안)에 반영하였다.

표 7. 국제 표준 현황
Table 7. International standard status

표준명	표준 번호	측정부위	온도 기준
형광램프	IEC 61195	캡	95K (120℃)
홀더	IEC 60238	단자부	45K (75℃)
등기구	IEC 60598-1	플러그/홀더 인터페이스	45K (75℃)
컨버터	IEC 61347-2-13	전원코드 및 배선	45K (75℃)

2.5 열변형

형광램프는 고열에 견딜 수 있는 유리관과 금속 캡(Cap)을 시멘트로 접착하여 구성되었으나 LED램프는 1200mm 길이의 원형으로 방열부와 사출 확산 재질의 발광면으로 구성되어 있다.

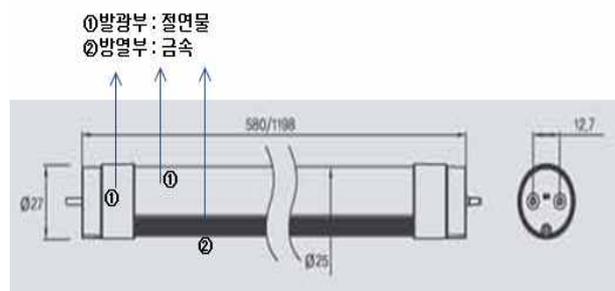


그림 5. LED램프 구조
Fig. 5. LED lamps Structure

이는 LED램프가 기존의 형광램프와는 달리 장시간 사용 시 고온 사용조건에서 캡(Cap) 등의 재질 변형에 의한 등기구의 이탈 및 낙하로 인한 안전사고 발생 우

려가 있어 관련 국제 표준을 조사하고 시중 제품을 평가하여 안전기준(안)에 반영하였다.

관련 국제 표준으로는 동 구조와 같은 형광램프 표준인 IEC 61195 : Double-capped fluorescent lamps - Safety specifications 규정에서는 미점등 상태로 형광램프를 120°C ± 5°C 고온 챔버에서 2000시간 방치 후 캡(Cap)과 몸체를 0.6Nm으로 회전했을 때 회전된 반경이 6° 이하로 규정하고 있다[3].

또한 일본의 L형 캡(Cap) 컨버터외장형 LED램프 표준인 JEL 801 : 5.3항에서는 주위 온도 75°C에서 미점등 상태로 LED 램프의 길이 변화를 2.0mm 이하로 규정하고 LED램프의 자체 중량에 의해 휨은 중앙부에서 10mm 이하로 규정하고 있다[2].

두 표준을 분석한 결과 IEC 표준은 위에서 언급한 바와 같이 형광램프의 안전성 검증을 위한 표준으로 LED램프와 구조가 상이하여(유리관+금속 캡) 적용하기에 다소 무리가 있으며, 일본의 컨버터외장형LED 램프 표준은 적합성 판별 시간이 없어 시험결과의 중요한 사항인 재현성이 없다는 문제가 있다. 이는 시험 적용 시간에 따라 측정값이 상이한 결과를 초래하기 때문이다.

따라서 LED램프 구조 특성상 캡(Cap)과 몸체의 접착력을 평가하는 방법으로 기존 모든 램프 표준에서 적용하는 시험온도인 125°C ± 5°C로 하고 적합성 판별 적용 시간을 24시간으로 설정하여 평가하였다.

이때 적합성 기준은 G13 캡의 국제기준인 0.6Nm으로 회전했을 때 회전된 반경이 6° 이하를 적용하였으며, LED램프의 변형 및 휨 기준은 G13 램프홀더의 국제 기준인 IEC 60400 : 형광램프 홀더와 IEC 60061-1, 60061-2, 60061-3, 60061-4 : 호환성 및 안전성 제어를 위한 게이지 및 램프 캡과 홀더 표준에서 G13 램프 홀더가 지지할 수 있는 LED램프 캡(Cap) 핀의 길이 규정을 인용하여 각각 LED램프의 길이 변화를 2.0mm 이하로 규정하고 자체 중량에 의해 휨은 중앙부에서 10mm 이하로 규정하여야만 램프 홀더에서 LED램프가 이탈하지 않는 결론을 얻었다.

또한 열변형 시험결과 국내 시판되는 2개의 제품에서 변형으로 인한 LED램프의 낙하현상이 발견되었으며, LED램프 캡(Cap)의 재질 선택과 무게를 감소하기

위해 발광부 절연물 및 방열판 두께를 줄인 결과로 판단된다. 따라서 본 항목 또한 사용자 안전에 직결되는 문제로 판단하여 안전기준(안)에 반영하였다.

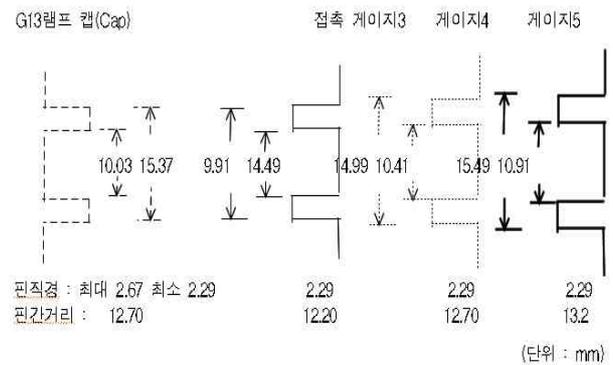


그림 6. IEC60061-1, IEC60061-3 G13 캡 치수
Fig. 6. IEC60061-1, IEC60061-3 G13 cap dimensions



그림 7. 열변형 시험 결과
Fig. 7. Thermal strain test result

2.6 안전동작영역 보호기능

형광램프를 대체하고자 하는 형광램프 대체용 LED 램프는 형광램프와 동일한 동작영역(램프전압, 램프전류)에서 동작하여야 하며, 이와 같이 되었을 때 형광램프 대체용 LED램프와 안정기의 정합성 문제가 해결되고 안정기의 소손 및 발열, 발화 문제를 최소화할 수 있다. 현재 시중에서 판매되는 LED램프는 형광램프 FRL32W를 대체하는 형식으로 IEC 60081 : Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications의 표준 값은 표 8과 같다.

본 연구에서는 시중 시판되는 형광램프용 안정기에 형광램프 대체용 LED램프를 연결하여 동작 시 전기적 특성을 측정하고 발생할 수 있는 정합 특성을 분석하였다.

형광램프 대체 컨버터 내장형 LED램프의 안전성 확보방안

표 8. 32W 형광램프 전기적 특성 표준 값
Table 8. 32W fluorescent lamp electrical characteristics standard value

전기적 특성					
주파수	평가 전력	램프 단자의 전압 (r.m.s.)V			평가램프 전류
kHz	W	평가	최소	최대	A
20-26	32	128	118	138	0.255



그림 8. 정합 시험결과
Fig. 8. Matching test results

표 9. LED램프-전자식안정기 정합 시험결과
Table 9. Matching test results with LED lamps-electronic ballast

적용 램프	안정기 입력 전력(W)	안정기 입력 전류(A)	램프 전력 (W)	램프 전압 (V)	램프 전류 (A)	
LED램프 전기적 특성						
형광 램프	33.2	0.2	27.4	139.1	0.3	
안정기	1	23.8	0.1	21.3	102.7	0.2
	2	21.2	0.100	18.8	101.4	0.228
	3	21	0.100	18.7	101	0.228
	4	23.3	0.117	21.7	103	0.244
	5	34.0	0.170	30.2	67.4	0.430
	6	23.8	0.110	20.5	102	0.233
	7	24.6	0.114	21	102	0.236
	8	24.6	0.114	21	102	0.236

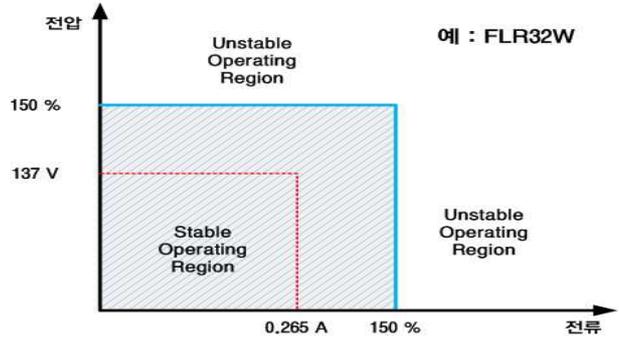


그림 9. 안전 동작 영역
Fig. 9. Stable operating region area

시험 결과 5번 시료에서 형광램프의 동작영역 보다 높은 전류에서 구동하는 안정기가 발견되었으며, 이때 안정기 소손 및 발열 등 화재로 이어질 수 있는 현상이 발견되었다.

해당 안정기를 분석한 결과 주파수 발진 방식인 자려식 발진은 SCR소자를 이용한 음극예열전류 방식이므로 LED램프와 임피던스 비매칭으로 인한 전류증가가 원인으로 판단된다.

이러한 안정기와 LED램프가 정합 시 안정기 내부의 보호회로가 원활하게 동작하여 전류공급을 차단한다면 문제는 없겠지만, 보호회로가 동작하지 않을 경우 화재로 이어질 수 있어 LED램프의 전압과 전류 값을 형광램프의 전압, 전류 특성 값으로 제한하였다.

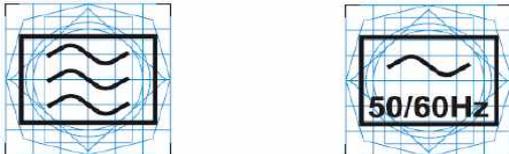
따라서 시험결과 LED램프의 특성 값들이 형광램프 특성 값의 150% 이상일 경우 LED램프는 스스로 그 동작을 감지하여 LED램프 자체에서 보호회로가 동작되어야만 LED램프는 안정기와와의 정합성을 유지하며 안정기의 소손, 발열 및 발화를 예방할 수 있다.

2.7 호환성 시험(이상상태 조건)

IEC 62776 : 이중 캡 LED램프 안전 요구사항 국제 표준에서는 전자식 안정기에 삽입되는 LED 램프일 경우 전자식 안정기 전용사용을 나타내는 표시를 하여야 하고, 자기식 안정기에만 사용될 경우 LED 램프가 자기식 전용이라는 표시를 하여 사용자가 표시사항을 숙지하여 사용하도록 하는 규정이다.

이는 전자식과 자기식 혼용시 오사용에 따른 안전 문제를 내포하고 있어 국내기준은 기존 형광 등기구

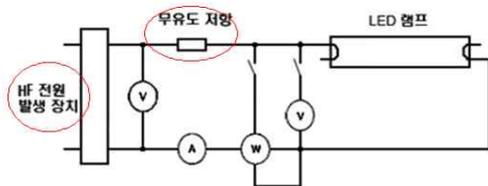
의 안정기 종류에 관계없이 램프의 오삽입에 따른 문제를 원천적으로 방지하기 위하여 LED램프는 자기식 및 전자식 모든 형태의 안정기에서 동작해야 된다는 안전기준(안)을 마련하여 안전 확보 방안을 제시하였다.



전자식전용

자기식전용

그림 10. LED램프 표시
Fig. 10. LED lamp labeling



※ HF전원 발생장치에서 25kHz의 주파수에서 전압(V)과 저항(Ω)을 인가하여 측정

종류	입력 전압 (V)	기준 전류 (A)	임피던스 (Ω)	주파수 (kHz)	역률
32W 형광 램프	256	0.255	500	25± 1	98% 이상

그림 11. 32W 형광램프 시험용 안정기 특성
Fig. 11. 32W fluorescent lamp ballast test characteristics

본 연구에서 호환성 항목에 대한 대책과 방안을 연구한 결과 여러 가지 해결 방안이 있지만 가장 핵심사항은 위의 표 9의 시험결과 기존 안정기에 LED램프를 장착 시 기존 안정기 입력전력 32W 출력이 21W~25W로 감소하는 특성을 보이고 LED램프 전력 또한 감소하는 특성을 보이고 있다. 이는 안정기 동작원리가 기존의 부하(형광램프, LED램프)의 임피던스를 감지하여 얻어지는 특성으로 형광램프용 안정기의 국제 표준에서는 32W 형광램프의 임피던스 표준값을 500Ω

으로 규정하고 있으며, LED램프 총 임피던스가 낮을 경우 전자식 안정기 중 IC회로를 이용한 타력발전 회로에서 IC V_{cc}동작 전압이 낮아져 깜빡거리는 현상이 발견되었다.

위의 시험용 안정기에 LED램프를 연결하고 입력전압 기준 값을 변화하였을 때 LED램프의 임피던스 변화에 따른 광학적, 전기적 특성을 평가하였다.

표 10. 시험결과
Table 10. Test results

종류	LED램프					
	213	210	205	210	220	256
입력 전압(V)	213	210	205	210	220	256
기준 전류(A)	0.266	-	-	-	-	0.255
임피던스(Ω)	450	450	450	500	500	500
주파수 (kHz)	25± 1					
램프 전압(V)	97.37	96.87	96.01	94.99	96.28	100.54
램프 전류(A)	0.256	0.251	0.242	0.232	0.249	0.315
램프 전력(W)	22.9	22.4	21.38	20.23	21.95	28.7
광속 (lm)	2175	2139	2072	1979	2109	2568
광효율 (W)	94.9	95.5	96.9	97.8	96.0	89.48

시험 결과에서도 알 수 있듯이 LED램프의 입력전압이 변하여도 지체 임피던스가 일정 값을 유지하면 깜빡임 현상 및 미 점등되는 현상은 발견되지 않았다.

하지만 기존 국내 안정기와 가까운 일본, 중국을 비롯한 미국, 유럽 등 안정기 회로 방식이 상이하여 관련 연구가 더욱 요구되는 상황이며, LED램프를 개발, 판매하기 위해서는 안정기 및 형광램프의 표준과 특성을 이해하고 설계하는 것이 바람직하다 할 것이다.

앞에서 나열한 7가지 항목을 포함하여 안전기준(안)에 제정되는 항목은 표시, 구조와 조립, LED 램프의

치수, 절연저항, 연면거리 및 공간거리, 고장조건, 내열성, 내접화성 및 내화성, 내구성 등 15개 안전시험 항목과 초기광속, 광효율(참고치), 램프전력, 광속유지율과 같은 4개 성능시험 항목을 추가하였다.

성능항목은 최소한의 성능기준을 제시한 것으로 기존 형광램프를 대체 가능한 수준으로 제시되었으며, 이미 안전기준이 고시된 컨버터외장형LED램프의 성능 기준과 동일한 기준으로 제시하였다.

3. 결 론

이상과 같이 주광원으로 사용하고 있는 형광램프를 대체할 수 있는 컨버터 내장형 G13 직관형 이중 캡 형광 램프 대체용 LED램프의 안전성 확보방안을 연구한 결과 시중 판매되고 있는 LED램프에서 야기될 수 있는 문제점들을 발견할 수 있었으며, 안전기준 제정에 앞서 국제표준화가 진행되고 있는 국제표준(안)과 일본의 유사 표준을 분석하여 우리나라의 실정에 맞게 사용자 중심의 안전성이 확보된 안전기준(안)을 제시하였다.

본 연구에 사용된 안정기는 모두 100여개로 국내 시판 안정기를 분석하여 대표적인 결과 값을 샘플링하여 표현하였으며, LED램프 또한 KC인증을 취득하지 않은 LED로 적용하였다.

국내에서 가장 많이 판매가 되고 있는 컨버터 외장형 LED램프는 국제표준에서는 아직 논의가 이루어지고 있지 않은 상황이며, 형광램프 대체형 LED램프는 향후 국제표준이 완성되어 국제적인 조명시장 변화가 예상된다.

이미 유럽의 조명 기업들은 LED램프 개발에 박차를 가하고 있으며, 강제 인증을 시행하지 않는 국가에서는 판매가 활발하게 이루어지고 있는 상황이다.

위의 연구결과는 G13 직관형 LED램프에 대한 연구결과 이지만 향후 FPL(U자형)형광램프 대체 LED램프 안전기준에도 적용할 수 있을 것으로 판단되며, 끝으로 형광램프 대체형 LED램프를 개발하기 위해서는 기존 형광램프와 안정기의 특성 및 본 논문에서 언급된 해당 국가표준, 국제표준, 안전기준의 이해가 선행적으로 이루어져야만 시간적, 경제적 손실을 최소화할

수 있을 것으로 판단된다.

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

References

- [1] IEC 60598-1: Luminaires Part 1:General requirements and tests,16 April 2008.
- [2] JEL8014-L-shape socket straight tube type LED Lamp system(for general lighting), 8 October 2010.
- [3] IEC 61195: Double-capped fluorescent lamps-safety specifications, 29 October 1999.
- [4] IEC 61347-1: Lamp control gear-Part1:general and safety requirements, 27 November 2012.
- [5] IEC 60400: Lampholders for tubular fluorescent lamps and starterholders, 15 July 2008.

◇ 저자소개 ◇



고재준(高載準)

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



김충혁(金忠爨)

現 광운대학교 교양학부 교수. 한국전기전자재료학회 사업이사.