

무전극 형광램프의 수명 비교 분석

(Comparative Analysis on Lifetime of Fluorescent Induction Lamp)

전상규* · 조미령 · 최석준 · 노재엽 · 이세현 · 신상욱 · 황명근 · 이도영 · 양승용

(Sang-Kyoo Jeon* · Mee-Ryoung Cho · Suk-Joon Choi · Jae-Yeop Rho · Se-Hyun Lee · Sang-Wuk Shin · Myung-Keun Hwang · Do-Young Lee · Seong-Yong Yang)

한국조명기술연구소

Korea Institute of Lighting Technology

Abstract

This paper gives a comparative analysis on lifetime of the fluorescent induction lamp. We have measured and analysed optical characteristics of circular type fluorescent induction lamps, which has A and B types, to estimate lifetime. In the result of analysis on lifetime, B_{10} lifetime of A and B type lamps are 466 hours and 1,596 hours, respectively.

1. 서론

무전극 형광램프는 기존 램프와는 달리 내부에 전극이 없는 대신 외부에 페라이트코어가 장치되어 전자유도법칙의 원리를 이용하여 가스를 방전시켜 발광시킨다. 따라서 기존 램프가 갖는 광원으로는 가능하지 않은 높은 수명을 가지며, 고효율 및 고연색성 등의 특징을 갖는다. 그러므로 일반 조명제품을 대신할 신광원 대체조명으로 LED램프와 함께 무전극 형광램프가 각광을 받고 있다. 그러나 실질적으로 무전극 형광램프의 수명에 관한 분석은 미미한 실정이다.

본 논문에서는 국내 X사 및 Y사에서 개발한 등근형(A형, B형) 무전극 형광램프를 대상으로 광속을 측정하여 시간이 지남에 따라 광속의 변화율을 기준으로 수명 분석을 실시하였다.

2. 본론

2.1. 측정조건 및 방법

수명분석을 위하여 국내 X사 및 Y사에서 개발한 등근형 형광램프 200 W(A형, B형)를 사용하여 측정하였다. 등근형 램프는 형태에 따라 A형과 B형으로 나누어 지는 데, 그림 1은 등근형 무전극 형광램프의 형태를 보여준다. 광속의 변화율을 기준으로 수명 분석을 실시하기 위해 직경 1.5 m 광속구(OPT사)를 사용하여 광특성을 비교 분석하였다. 그림 2는 광속구 시스템을 보여주 고 있다.

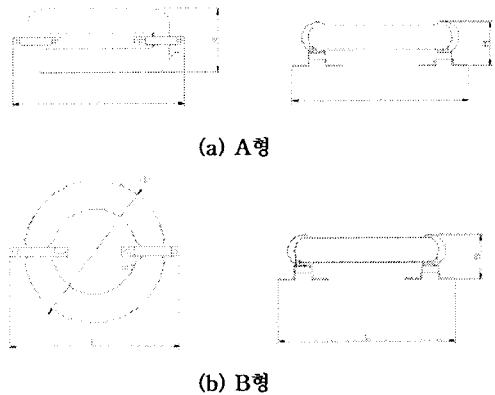


그림 1. 등근형 무전극 형광램프의 형태

실험의 재현성 및 불확도를 낮추기 위해 모든 램프는 100 시간 에이징(aging) 후 KS(Korea Standard : 한국 표준규격)에 따라 주위온도 (25 ± 1) °C에서 진행하였다. 또한, 수명 분석을 위하여 500 시간 및 800 시간 에 이징 후 광학적 특성을 비교 분석하였다.

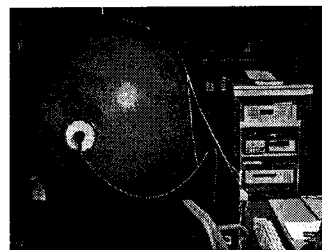


그림 2. 광속구 시스템

2.2. 광특성 분석

광속의 변화율을 기준으로 수명분석을 실시하기 위해 광속구를 이용하여 무전극 형광램프의 전체 광량과 광효율을 측정 및 분석하였다. 표 1은 A형 램프의 광특성을 분석한 결과이다. X사의 경우 초기대비 광속 값이 25.8 % 감소하였으며, 광효율은 21.2 % 감소하였다. Y사의 경우에는 초기 대비 광속 값이 0.56 % 감소하였으며, 광효율은 1.0 % 감소하였다. X사의 광속 및 광효율의 변화율과 Y사의 변화율의 차이가 크게 나타난다는 것을 보여준다.

표 1. 점등시간에 따른 광속 및 광효율 측정값(A형)

점등시간 (hrs)	X사		Y사	
	광속 (lm)	광효율 (lm/W)	광속 (lm)	광효율 (lm/W)
100	16,300	74.9	18,000	78.5
500	13,500	62.2	17,800	76.2
800	12,100	59.0	17,900	77.7

표 2는 B형 램프의 광특성을 분석한 결과이다. X사의 경우 초기대비 광속 값이 13.1 % 감소하였으며, 광효율은 6.9 % 감소하였다. Y사의 경우에는 초기대비 광속 값이 7.2 % 감소하였으며, 광효율은 7.1 % 감소하였다. X사의 광속 및 광효율의 변화율과 Y사의 변화율의 차이는 크게 나타나지 않는다.

표 2. 점등시간에 따른 광속 및 광효율 측정값(B형)

점등시간 (hrs)	X사		Y사	
	광속 (lm)	광효율 (lm/W)	광속 (lm)	광효율 (lm/W)
100	15,300	71.0	18,000	82.8
500	13,100	65.1	16,500	75.7
800	13,300	66.1	16,700	76.9

2.3. 수명 분석

2.3.1. 고장 판정 기준

고효율 기자재규정에 의하면 일반조명에서 형광등은 광속 유지율을 93 %로 규정하고 있으며, 신뢰성 평가 기준에서 백라이트용 냉음극 형광램프는 70 %, 외부전극 형광램프는 80 %로 정하고 있다. 또한, 무전극 형광램프의 경우 KS C 7801에서

전광속이 초광속의 70 % 이하로 제시하고 있다.

2.3.2. 고장 시간 추정

광특성 변화율의 모델이 지수 모델인 경우 식 (1)과 같이 표현할 수 있다.

$$y = b \times e^{ax} \quad (1)$$

여기서, a 는 지수변화율, b 는 상수, x 는 시간을 각각 나타낸다.

식(1)의 모델을 적용하여 X사와 Y사의 고장시간을 추정한 결과를 표 3에서 보여준다.

표 3. X사와 Y사의 형태별 고장 시간

형태	고장시간(hrs)	
	X사	Y사
A	955	41,346
B	1,800	3,405

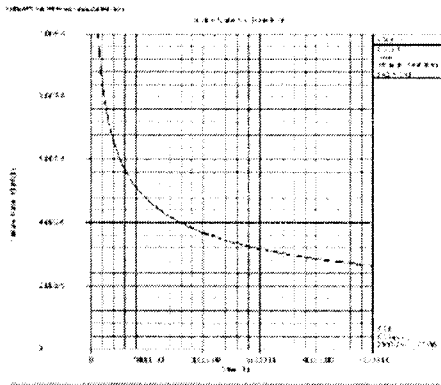
2.3.3. 수명 분석

표 4에서 주어진 것처럼 지수분포, 대수정규분포, 정규분포의 우도함수 값보다 Weibull 분포의 우도함수 값이 가장 적합한 것으로 판단되어, 무전극 형광램프의 수명 분포는 Weibull 분포를 적용하였다.

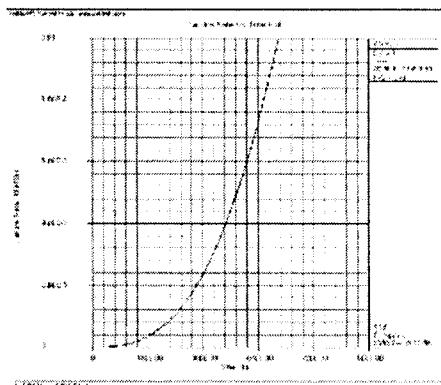
표 4. A형과 B형의 신뢰성 척도

분포	A 형		분포	B 형	
	Weibull			Weibull	
모수	형상	0.6368	모수	형상	3.7652
	척도	15,957		척도	2898.554
B10	신뢰 상한	39,424	B10	신뢰 상한	3377.639
	수명	465.7182		수명	1594.463
	신뢰 하한	5.5015		신뢰 하한	752.689
우도 함수	-16.1639		우도 함수	-21.5809	

A형에서의 형상모수 값은 1보다 작기 때문에 고장률이 감소하는 형태이고, B형에서의 형상모수 값은 1보다 크기 때문에 고장률이 증가하는 형태이다. A형과 B형의 고장률 함수는 그림 3에서 보여준다. 그림 3의 고장률 함수는 Weibull++6 신뢰성 소프트웨어를 사용하여 얻어진 결과이다.



(a) A형 고장률 함수



(b) B형 고장률 함수

그림 3. A형과 B형의 고장률 함수

3. 결론

국내 X사 및 Y사에서 개발한 등근형(A형, B형) 무전극 형광램프를 대상으로 광속을 측정하여 시간이 지남에 따라 광속의 변화율을 기준으로 수명분석을 실시하였다.

무전극 형광램프의 고장시간은 Weibull 분포를 따르며, 데이터 분석결과 고장률 함수가 A형과 B형에 따라 다를 수 있었다. 이 차이는 광속 열화의 메커니즘이 다르기 때문이다. 그러나 추가적인 실험을 통해 더 합리적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 황명근, 박대회, “무전극 램프의 기술동향과 전망”, 한국조명전기설비학회 학술대회 논문집, pp. 23-26, 2001. 11.
- [2] 김현숙, 이세현, 신상욱, 황명근, “무전극 형광등의 광학적 평가 및 분석”, 조명전기설비학회지, 제17권 제1호, pp. 35-40, 2003. 2
- [3] 함중걸, 권진상, “고효율 무전극형광등 시스템”, 조명전기

설비학회지, 제17권 제1호, pp. 3-8, 2003. 2

- [4] 조미령, 신상욱, 이세현, 황명근, 김영욱, 함중걸, “등근형 무전극 형광등 시스템의 특성 비교 분석”, 한국조명전기설비학회 학술대회 논문집, pp. 69-72, 2004. 11.
- [5] 조미령, 신상욱, 이세현, 황명근, 이도영, 양승용, 함중걸, “무전극 형광램프의 표준화에 관한 연구”, 한국조명전기설비학회 학술대회 논문집, pp. 183-188, 2006. 11.