

[붙임]

해상용 LED 등명기의 수명특성 (Life cycle Characteristics for LED marine signal lights)

정재훈* · 유충현 · 김현조 · 김종국 · 안종렬

(항로표지기술협회)

(Jae-Hoon Jeong · Chung-Hyun Yu · Hyun-Jo Kim · Jong-Kook Kim · Jong-Ryeol Ahn)

요 약

해상용 LED 등명기의 수명특성을 실험과 통계자료를 이용하여 분석하였다. 수명특성 실험은 1년간 옥외에 등명기를 설치하였으며, 주기적으로 정해진 항목에 대한 측정을 실시하였다. 통계자료는 3년간 현장에서 사용되어진 등명기를 색상별로 분리하여 광도 특성을 위주로 초기 측정값과 비교하여 변화를 알아보았다. 본 논문에서 분석한 수명특성 결과는 향후 LED 등명기 설계 시 및 더욱 깊이 있는 연구를 진행함에 있어 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

해양교통안전시설로서 해양교통의 안전을 도모하고 선박운항의 능률증진에 이바지하기 위해 항로표지들이 이용되고 있다. 항로표지는 기원전 4세기경부터 횡돌이라는 형태로 설치·운용되던 기록이 있으며, 현재는 위성을 이용하는 위성항법의 시대에 까지 이르렀다.

근대식 등명기의 초기 광원으로는 주로 백열전구를 이용하였다. 백열전구는 점·소등 제어가 쉬우며, 가격도 다른 광원들에 비해 저렴하였다. 또한 사용자 측면에서 유지·보수가 쉬웠다는 장점이 있는 반면에, 전구특성이 균일하지 않으며, 수명도 짧은 단점이 있었다. 이런 단점들을 보완하며 더불어 에너지 효율 증대라는 장점을 가지고 있는 LED형 등명기들이 개발되어진 것은 어쩔 수 없는 귀결이라 생각된다.

2003년 처음으로 국내에서 선보인 LED 등명기는 현재까지 계속 사용빈도가 증가하고 있으며, 그 종류 및 특성도 다양해지고 있다. 첫 해 약 240대 가량의 검사신청이 있었던 것에 비하여 2008년에는 1135대로 약 4.7배 가량의 사용증가가 이루어지고 있음을 알 수 있다. 또한 등명기 제어방식도 정전압방식에서 정전류방식으로 바뀌었으며, 외부재질도 알루미늄다이캐스팅에서 화이버글라스를 첨가한 나이론 소재로 바뀌었다. 현재 LED 등명기 제작 납품 업체는 계속 증가하는 추세이다.

본 논문에서는 시각표지용 LED 등명기의 시간에

따른 광도변화 및 전기적 특성변화를 알아보았다. 또한 사용전검사 데이터와 사용기간 3년이 지나 실시하는 정기검사의 광도데이터를 비교하여 통계 자료를 제시하였으며, 광도저하 원인들을 분석해 보았다.

2. 본론

2.1 LED 등명기 소개

2003년 국내에 처음 소개되어 사용되어지고 있는 LED 등명기는 75개의 LED(발광다이오드) 소자를 360° 방향으로 납땜 부착하여 제작한 원형의 전용 회로기판과 집광을 위해 설계한 렌즈가 조합된 모듈의 직충구조이다. 사진 1은 LED 등명기를 보인다.

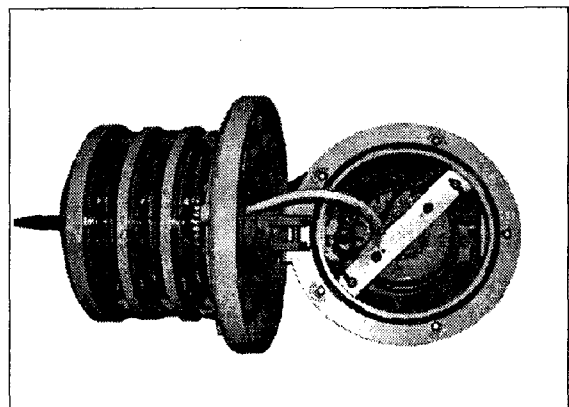


사진 1. 해상용 LED 등명기

LED 등명기는 초기에 200mm 등명기를 대체하기 위하여 제작되었다. 기존 200mm 등명기는 백열전구를 사용하는 형태로써, 제어회로는 250mm 등명기와 유사하였으나, 렌즈설계 및 렌즈색상 등 기타 사유로 LED 등명기의 특성에 못미쳐 교체되었다. 현재 등부표용으로 사용되는 200mm 등명기 형태는 대부분 LED 등명기로 교체되어졌으며, 교량용 등명기로만 일부가 이용되고 있다. 앞으로도 계속적으로 LED 등명기로 교체가 이루어질 것이다.

2.2 LED 등명기 수명특성 분석

LED 등명기의 시간에 따른 특성변화를 알아보기 위해 그림 1과 같은 순서로 실험을 진행하였다.

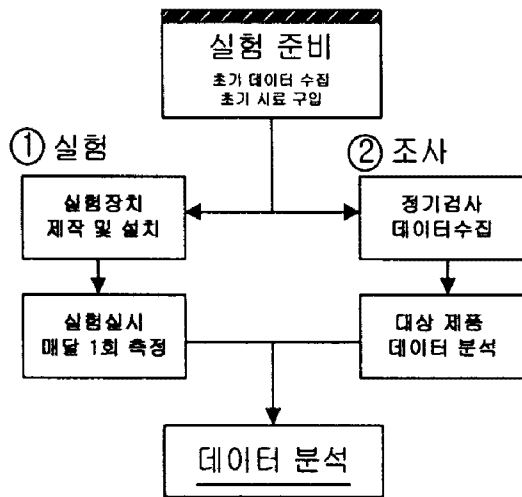


그림 1. LED 등명기 수명특성 실험 블록도

수명특성 분석 절차는 크게 수명실험과 기존 검사데이터 분석의 두가지로 실시하였다. 수명실험은 실제 LED 등명기를 외부에 설치하여 시간에 따른 특성변화를 관찰하였으며, 기존 데이터 분석은 초기 제조시의 특성과 약 3년간의 사용기간이 지난 후의 특성을 비교하였다.

2.2.1 수명특성 실험

본 논문에서는 사진 2와 같이 실험장치 및 실험 시료를 설치하여 주기적인 측정을 통해 특성변화를 알아보았다.

- ☞ 실험 대상 : K사 LED 등명기 황색
- ☞ 실험 기간 : 2007.3 ~ 2008.3 (1년)
- ☞ 실험 장소 : 항로표지기술협회(여수)
- ☞ 주 측정장비 : 배광시험기(호주 PSI사)
색도계(Chroma 100)
오실로스코프(Agilent 사)

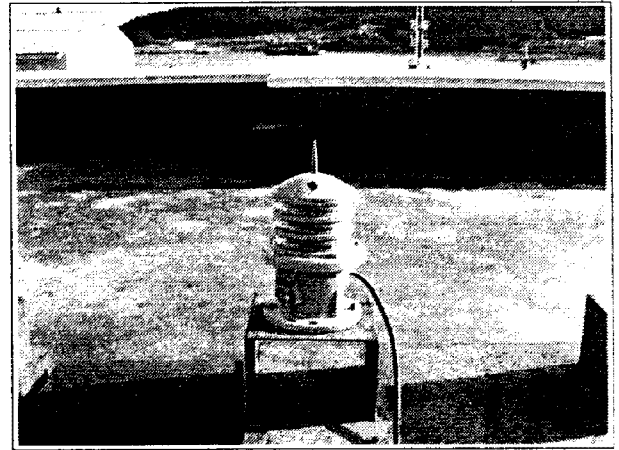


사진 2. LED 등명기 수명특성 실험

등명기 수명실험 시 실제 사용환경과 같이 부표 위에 설치하는 것이 좋으나, 주기적인 측정에 어려움이 있으므로, 바닷가와 인접한 건물 옥상에 설치하였다. 측정에 관련된 항목 및 주기는 표 1과 같다.

표 1. 등명기 수명특성 측정 주기

종류	주기	항목	비고
광도 측정	매달 1회	부동광도	
		유효광도	
등질검사			
렌즈 변색 측정		색도검사	
전기적특성		섬광기검사	
기 타		정상작동여부는 수시 확인	

2.2.2 수명특성 실험 결과

등명기의 수명특성 측정은 크게 세가지로 실시하였다. 등명기의 렌즈 변색 및 회로 특성변화를 종합적으로 알 수 있는 부동광도 측정, 렌즈 변색도를 알아보기 위한 색도 측정, 제어회로의 특성변화를 알아보기 위한 전기적 특성 측정 등이다. 아래의 그림과 표는 측정 결과를 나타내고 있다. 전기적 특성 측정 결과는 데이터양이 많은 관계로 초기 측정값과 최종 측정값만을 비교하였다.

그림 2에서 보는 것과 같이 LED 등명기의 부동광도는 초기 300[cd]에서 최종 242[cd]로 약 19.2%의 감소를 나타냈다. 여기서는 초기의 부동광도값은 의미가 없으며, 감소율만을 고려한다.

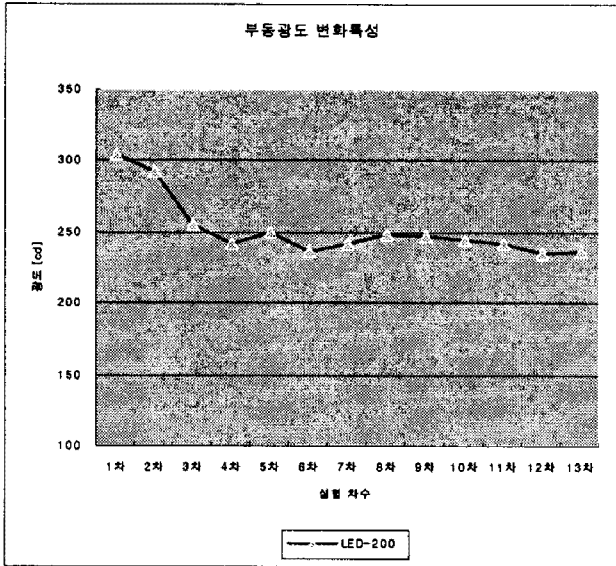


그림 2. LED 등명기 부동광도 변화

렌즈 변색 정도를 알아보기 위한 색도 측정결과를 CIE 색좌표계 위해 도식화 하였다. 영역표시는 IALA 및 국토해양부에서 권고하는 황색범위를 의미하며, 실험기간동안 범위를 벗어나지 않은 것으로 나타났다.

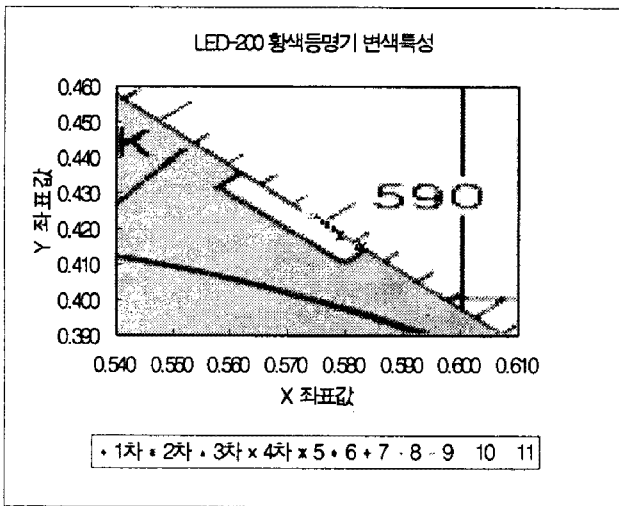


그림 3. LED 등명기 색도변화

표 2는 LED 등명기의 전기적 특성 측정 결과를 보인다. 검사항목들은 국토해양부 표준규격서에서 요구하는 내용이며, 입력전압은 10[V]~14[V]내로 규정되어 있다. 초기 측정값과 최종 측정값은 소비전력이 미세하게 상승한 것을 제외하고는 전반적으로 큰 차이를 보이지는 않는다. 또한 1년간의 사용기간이 지났음에도 결과는 검사기준에 적합한 것으로 나타났다.

표 2. 전기적 특성 변화

입력 전압	검사항목	초기 측정	최종 측정	
10[V]	정상동작	정상	정상	
	소비전력	13.22	14.36	
12[V]	정상동작	정상	정상	
	소비전력	13.12	14.06	
14[V]	정상동작	정상	정상	
	소비전력	14.27	15.42	
	무부하전류	2.48	2.48	
10~14 [V]	최대출력전류	1.32	1.43	
	LED 구동편차	최소	364.09	359.67
		최대	364.27	360.41

2.2.3 검사데이터 분석

항로표지용 등명기는 초기 제품 사용 시에 사용 전검사를 받게 된다. 사용전검사는 등명기의 광학적·전기적 특성을 검사하는 것으로써, 가능한 모든 검사를 실시한다. 또한 국토해양부에서는 사용 전검사 후 3년마다 정기검사를 시행토록 하고 있다.

표 3. 부동광도 비교

제품	사용처	사용전 검사번호	정기 검사번호	부동광도[cd]	
				사용전	정기
LED,녹	여수청	B51140	F80556	686	349
LED,황	부산청	B50533	F80365	487	353
LED,홍	평택청	B51018	F80157	630	484
.
.
.

* 사용처는 각지방해양항만청의 약자임.

표 3은 사용전검사와 정기검사 때의 부동광도 측정결과를 통계화 하는 과정이다. 본 논문에서는 녹색 32대, 황색 38대, 홍색 38대의 데이터를 통계자료로 이용하였다. 2004~2005년까지 사용전검사 신청이 되어진 등명기들로 사용기간 약 3년이 경과되어 정기검사를 실시한 제품들을 조사하였다.

그림 4는 부동광도 값을 색상별로 조사하여 통계 자료를 도식화한 것이며, 표 4는 색상별 부동광도 감소율 및 표준편차를 수치로 보여준다.

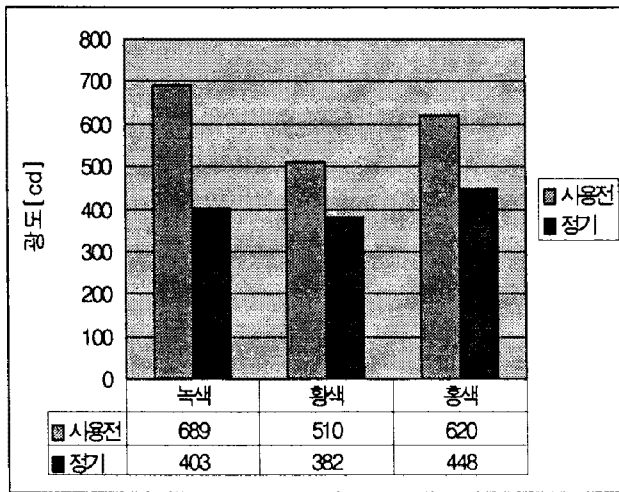


그림 4. 사용전/정기검사 부동광도 통계

표 4. 사용전/정기검사 부동광도 감소율

	녹 색	황 색	홍 색
감소율[%]	41.1	24.5	27.6
표준편차	13.58	7.69	10.03

위의 부동광도 감소율에서 볼 수 있듯이 색상별로는 녹색이 가장 많은 감소를 보이고 있으며, 홍색, 황색 순이었다. 또한 표준편차도 녹색이 가장 큰 것으로 나타났다. 실제로 녹색의 경우가 LED 모듈에서 소비하는 전류가 가장 크며, 정기검사시 LED 모듈 중 일부가 점등 불량인 현상이 가장 많이 발생한다.

3. 결 론

해상용 LED 등명기의 수명특성에 대하여 실험과 통계자료를 통해 알아보았다. 1년간의 옥외 실험결과 LED 황색 등명기의 부동광도는 약 19.2% 감소율을 보였으며, 광색은 국토해양부 기준값에 적합하였다. 또한 전기적 특성은 소비전력에서 약간의 차이를 보였을 뿐 크게 변화를 보이지 않았다.

3년간 사용되어진 LED 등명기의 색상별 특성변화 통계에서는 녹색이 약 41.1%로 가장 큰 폭의 광도감소율을 보였으며, 황색이 약 24.5%, 홍색이 약 27.6%로 나타났다. 또한 표준편차도 녹색이

13.58로 광도편차가 큰 것으로 나타났다.

국토해양부 규격에서는 사용전검사를 합격한 등명기의 정기검사 시 광도감소율을 25%로 보고 있다. 통계결과에서 알 수 있듯이 황색과 홍색 LED 등명기는 규격과 유사하게 25%에 근접하였으나, 녹색 등명기의 경우는 감소율이 크게 차이를 보이는 것을 알 수 있다. 향후 녹색 LED 등명기 설계시 제작업체에서는 이 점을 고려하여야 할 것이다. 이상에서 LED 등명기 수명특성에 대한 분석을 해보았다. 본 논문의 결과는 수명 특성에 대한 연구 방향을 제시하기 위한 기초자료이므로, 실제적인 개선방안 도출 및 성능향상에 대한 노력이 추후에 계속 진행되어야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부, "항로표지 업무편람", 2006.
- [2] IALA, "for the rhythmic characters of lights on aids to navigation", IALA Recommendation, May, 1998.
- [3] IALA, "for the colours of light signals on aids to navigation", IALA Recommendation, December, 1977.
- [4] IALA, "IALA Guideline No.1048-On LED Technologies and their use in Signal Lights Edition 1, December, 2005.
- [5] KS규격, "발광 다이오드(LED)의 성능 평가 방법", KS C 7104. 2005.
- [6] KS규격, "발광 다이오드(표시용) 측정 방법", KS C 7528. 2004.