

해양용 LED 등명기 특성 분석

† 정재훈 · 안종렬 · 김종국 · 김현조 · 김종현 · 유충현

항로표지기술협회

Analysis of LED signal lights Characteristic for Marine

† Jae-Hoon Jeong · Jong-Ryeol Ahn · Jong-Kook Kim · Hyun-Jo Kim · Jong-Hun Kim · Chung-Hyun Yu

Korea Association of Aids to navigation

요 약 : 해양용 200mm 등명기를 대체하기 위해 2003년 최초로 국내에서 LED 등명기가 개발되었다. LED 등명기는 개발되어진 이래로 그 수요가 계속 증가하고 있으며, 기능 또한 많이 개선되어지고 있다. 그러나 현재까지 LED 등명기에 관한 심도 있는 분석이 이루어지고 있지 않다. 본 논문은 LED 등명기의 사용전검사시 색상별 부동광도 및 정기검사(3년)시 부동광도 감소율 등을 통계조사를 통해 알아보고, 현재 진행중인 LED 등명기 수명실험의 2차년도까지의 결과를 토대로 현단계에서의 개선점을 찾아보기 위해 작성되었다. 또한 향후 지속적인 LED 등명기 성능 개선 연구에 기초자료를 제공하고자 한다.

핵심용어 : LED 등명기, 부동광도, 유효광도, 수명특성, 광도감소율

1. 서 론

해양교통안전시설의 일부인 항로표지란 항로표지법 제2조에 의거 등광·형상·색채·음향·전파 등을 수단으로 항·만·해협 그 밖의 대한민국의 내수·영해 및 배타적 경제 수역을 항해하는 선박에게 지표가 되는 등대·등표·입표·부표·안개신호·전파표지·특수신호표지 등을 말한다 라고 정의되어 있다. 이 중 등광을 이용하는 수단을 광과표지라 하며, 등대, 등표, 등부표, 도등, 조사등, 등주, 등선 및 교량등이 있다.

광과표지로 이용되는 등명기의 종류로는 200mm, 250mm, LED-200, 300mm, 400mm, 750mm 등명기 등이 대표적이다. 본 논문에서는 이 등명기들 중에서 LED-200 등명기에 대해서 알아보았다. LED 등명기는 2003년 개발되어, 초기에는 200mm 등명기를 대체하는 용도로 등부표에 주로 이용되었으나, 현재는 교량등으로도 널리 이용되고 있다. 사용 대수도 2003년 최초 개발 시에 241대가 검사신청 되었던 것에 비해 2008년에는 1135대로 약 4.7배 가량 증가하였다. 또한 LED 등명기 제작 업체도 크게 증가를 보이고 있으며, 현재 5개사가 검사신청을 하고 있다.

LED 광원은 백열전구나 할로젠전구에 비해 그 수명이 길다는 것이 가장 큰 장점으로 여겨지고 있으며, 등질제어에 있어서도 반도체 소자의 특성상 순시점등이 가능하여, 백열전구나 할로

겐전구가 백열화 시간이 필요하다는 단점을 보완할 수 있다. 또한 파장도 단파장에 가까워 색상제어가 쉽다는 장점이 있다.

본 논문에서는 LED 등명기의 광학적 특성을 등명기 검사방법과 병행하여 알아보았으며, 또한 수명실험 및 통계자료를 토대로 현 단계에서의 문제점 및 발전방향에 대하여 알아보았다.

2. 본 론

2-1. LED 등명기 소개

그림 1은 LED 등명기가 변화한 형태를 보인다. 그림에서 ①은 LED 등명기가 개발되기 전에 등부표에 이용되던 200mm 등명기이며, ②는 2003년에 최초로 개발되어진 LED 등명기이다. 2003년 최초 개발 시에 LED 등명기는 정전압 제어방식이었으며, 몸통의 재질도 알루미늄 다이캐스팅이었다. ③과 ④는 현재 제작되고 있는 LED 등명기 형태를 보인다. ③과 ④는 정전류 제어방식을 채용하고 있으며, 몸체도 화이버글라스를 첨가한 나이론 소재를 이용하여 이전 등명기에 비해 가볍다. ③은 등부표용 및 교량등에 이용되고 있으며, ④는 교량등용으로만 이용되고 있다.

③과 ④의 LED 등명기의 가장 큰 차이점은 렌즈 부분에 있다. ③은 모듈 각단 별로 렌즈를 각각 부착하고 3단으로 적층한 형

태이나, ④의 경우는 일체형 렌즈를 이용하고 있다.

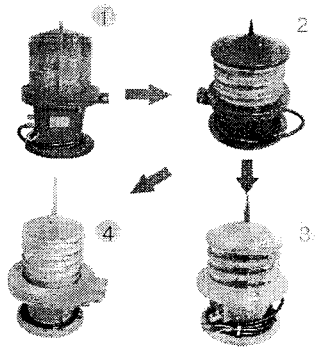


그림1. LED 등명기 비교

그림 2는 LED 등명기 내부를 보인다.

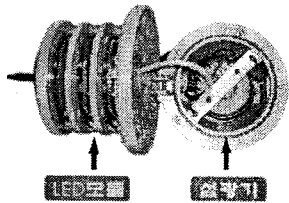


그림 2. LED 등명기 내부

2-2. LED 등명기 광학적 특성

2-2-1. 부동광도 특성

부동광도 측정은 배광시험기를 이용하며, 수직각도 0.5° 간격, 수평각도 45°(교량등은 40°) 간격으로 측정한다.

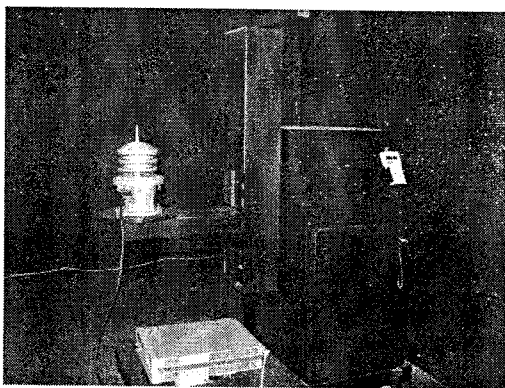


그림3. 배광시험기 사진 LED 측정하는것

표 1은 등명기 종류별 부동광도 값을 보인다. 200mm 등명기는 현재 교량등용으로만 사용이 가능하다. 기준값은 LED 등명기와 비교하기 위해 참고로 기록하였으며, 실측값은 이전 데이터를 통계낸 것이다. 색상은 백, 홍, 황, 녹색의 4가지가 있으나,

현재는 대표적인 두가지 색상에 대하여만 통계를 내었다.

표 1. 등명기 종류별 부동광도 기준값 및 실측값

구분	색상	기준 [cd]	실측 [cd]
200 mm	황색	244	315
	녹색	108	136
	홍색	85	97
LED 등명기	황색	300	432
	녹색	450	474
	홍색	500	568

LED 등명기는 백열전구를 광원으로 이용하던 200mm 등명기에 비해 부동광도 값이 황색 약 37.1%, 녹색 약 248.5%, 홍색 약 485.6% 높은 것을 알 수 있다.

2-2-2. 유효광도 특성

백열전구를 사용하는 200mm 등명기는 광원의 특성상 점등 시에 rising time이 길다는 단점이 있다. 단점광 및 장점광과 같이 명간이 긴 경우에는 크게 문제시 되지 않지만, 명간이 0.5초 이하의 짧은 등질에서는 유효광도 감소의 원인이 될 수 있다. 특히 300mm 등명기와 같이 광원의 소비전력이 75W이상인 경우에는 명간 0.5초이하에서는 점·소등이 불명확하여 항해자의 오인을 유발할 수 있다.

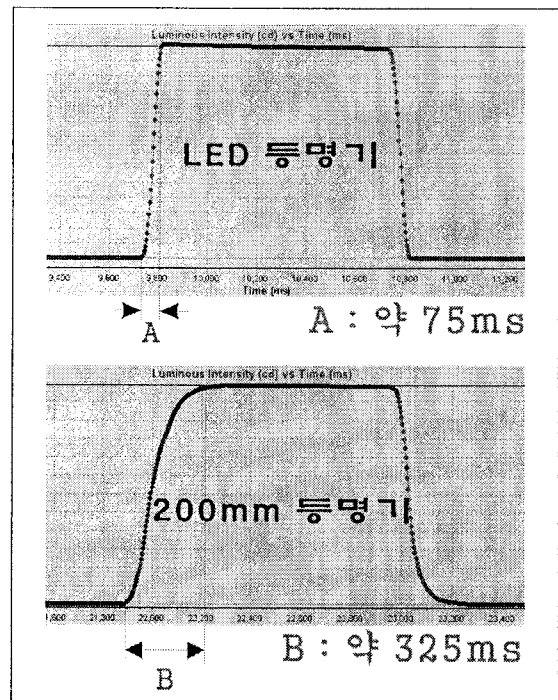


그림 4. 유효광도 Rising time 비교

그림 4는 LED 등명기와 200mm 등명기의 등질 점등시 rising time을 비교한 것이다.

그림에서 볼 수 있듯이, LED 등명기는 약 75ms의 짧은 rising time을 가지는 것에 반해 200mm 등명기는 약 325ms로 길다. 현재는 단점광을 보인 것이나, 0.5초 이하의 등질을 가지는 균점광, 급점광 및 초급점광의 경우는 이런 문제가 더 크다.

2-3. LED 등명기 수명특성 실험

2-3-1. 부동광도 변화

LED 등명기의 수명특성을 알아보기 위해 2007. 3월부터 항로표지기술회社 시험검사원에서 수명실험을 실시하고 있다. 현재도 계속 실험을 진행하고 있으며, 본 논문은 2009. 3월까지의 결과를 토대로 하였다.

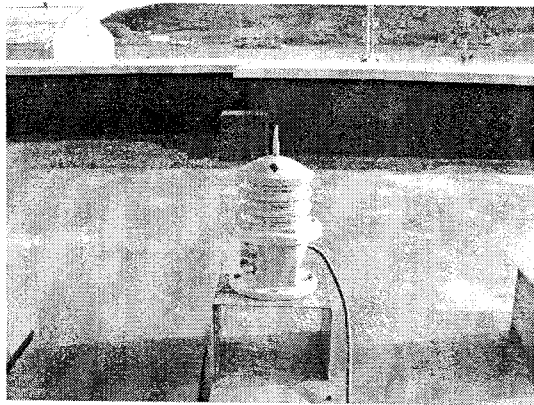


사진 1. LED 등명기 수명실험

그림 5는 LED 등명기의 부동광도 변화 특성을 보이는 그래프이다. 2009. 3월까지 약 2년간의 실험결과 부동광도는 초기 300.6[cd]에서 239.6[cd]로 약 20.3%의 감소율을 보이고 있다.

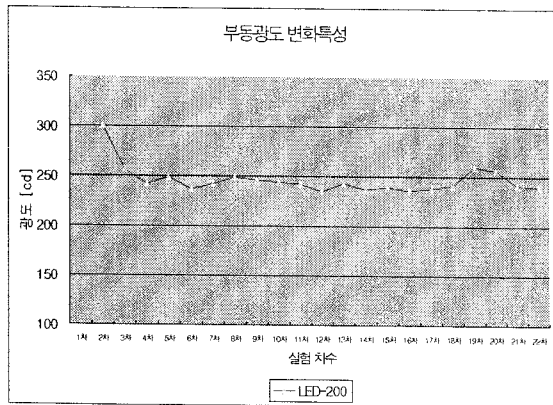


그림 5. 부동광도 변화 특성

2-3-2. 색도 변화

그림 6은 LED 황색등명기의 색도변화를 측정된 결과이다. 색

도좌표는 국제조명학회(CIE)좌표계이며, 색도기준은 국제항로표지기술회社(IALA) 및 국토해양부에서 권고하는 기준이다. 현재까지 권고기준에 적합한 것을 볼 수 있다.

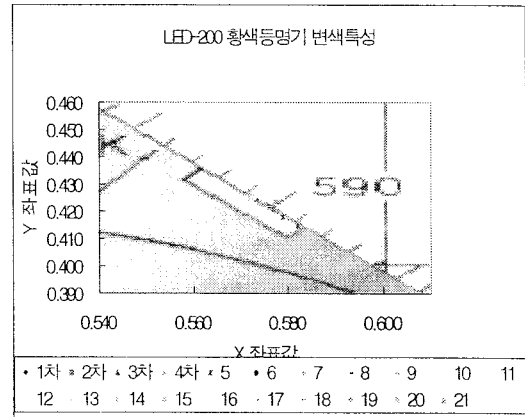


그림 6. 색도변화 특성

2-3-3. 전기적 특성 변화

전기적 특성 검사의 항목 및 규격은 국토해양부 표준규격서에 근거하고 있다. 표 2에 1차년도와 2차년도로 나누어 특성 검사 결과를 요약하였다. LED 구동전류 편차는 LED 등명기가 정전류 제어방식임을 고려하여 입력전압(10V~14V)에서 LED 모듈로 입력되는 전류차이를 측정된 것이다. 현재까지 규격에 적합한 것으로 나타났다.

표 2. 전기적 특성 변화표

입력 전압	검사항목	규 격	초기 측정	1차년도 2008.3	2차년도 2009.3
10 [V]	정상동작	정상	정상	정상	정상
	소비전력[W]	30W 이내	13.22	14.36	13.97
12 [V]	정상동작	정상	정상	정상	정상
	소비전력[W]	24W 이내	13.12	14.06	13.68
14 [V]	정상동작	정상	정상	정상	정상
	소비전력[W]	30W 이내	14.27	15.42	15.43
	무부하전류[A]	5mA 이내	2.48	2.48	2.56
10 ~ 14 [V]	최대출력전류[A]	3A 이내	1.32	1.43	1.37
	LED 구동전류 편차	최소[mA]	±10% 이내 (최소/최대)	0.05%	0.2%
최대[mA]					

2-4. LED 등명기 정기검사 통계

3년마다 실시하는 정기검사의 결과를 토대로 녹색, 황색, 홍색 LED 등명기의 광도감소를 통계조사 하였다. 그림 7과 표 3에서 볼 수 있듯이 LED 녹색 등명기가 41.1%로 가장 광도감소가 심한 것으로 조사되었다. 국토해양부 정기검사 기준에 의거 초기 사용전검사의 25% 감소를 적합선으로 보고 있는 것을 고려할 때, 황색 및 홍색 LED 등명기는 기준에 근사한 것을 알 수 있

으나, 녹색 LED 등명기는 크게 벗어남을 알 수 있다. 녹색 LED 등명기의 광도감소율이 높은 이유 중 하나는 3년간 기사용된 녹색 등명기의 경우, LED 모듈 일부가 점등불량이 되는 현상이 많은 것이다. 제조업체에서 새롭게 녹색 LED 등명기를 설계시는 이점을 충분히 고려해야 할 것이다.

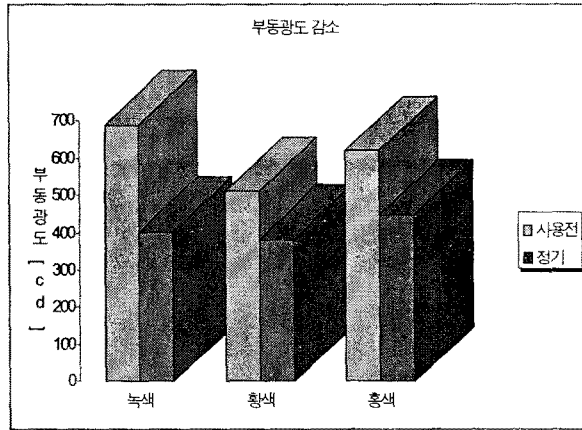


그림 7. LED 등명기 색상별 광도감소

표 3. LED 등명기 색상별 광도감소율

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

3. 결 론

해상용 LED 등명기의 특성을 통계조사 및 실험을 통하여 알아보았다. 통계조사 결과 LED 등명기의 사용전검사시 부동광도는 기존 200mm 등명기에 비해 황색 약 37.1%, 녹색 약 248.5%, 홍색 약 485.6% 높았다. 또한 등명기 점등시 최고점까지의 도달시간인 rising time은 LED 약 75ms, 200mm 등명기 약 325ms로 LED 등명기가 점등이 빠른 것으로 나타났다.

3년간 기사용된 녹색, 황색, 홍색 LED 등명기의 광도감소율을 조사해 본 결과, 녹색 41.1%, 황색 24.5%, 홍색 27.6%의 광도감소를 보였으며, 대상 등명기 간의 표준편차는 녹색이 13.58로 가장 크게 나타났다. 국토해양부 정기검사 광도감소율 25%를 고려하여 볼 때, 녹색등명기는 향후 제품 개발시 이점을 충분히 반영하여야 할 것이다.

2007. 3월부터 실시하고 있는 등명기 수명실험 결과, 현재까지 부동광도는 초기 300.6[cd]에서 239.6[cd]로 약 20.3% 감소를 보이고 있으며, 색도 및 전기적 특성은 국토해양부 기준에 적합한 것으로 나타났다. 향후 1년간 실험을 계속 진행하여 정기검사

기간 3년동안의 변화를 관측할 예정이다.

본 논문은 현재 사용중인 LED 등명기의 특성을 알아보고, 통계 및 수명실험을 통하여 문제점을 부각시켜 향후 심도있는 연구를 진행함에 있어 기초 자료로 이용하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부(2006), "항로표지 업무편람", pp. 9-1~9-9
- [2] 해양수산부(2006), "항로표지 업무편람", pp. 9-28~9-31
- [3] KS규격, "발광 다이오드(LED)의 성능 평가 방법", KS C 7104. 2005.
- [4] KS규격, "발광 다이오드(표시용) 측정 방법", KS C 7528. 2004.
- [5] IALA(1977), "for the colours of light signals on aids to navigation", IALA Recommendation
- [6] IALA(1998), "for the rhythmic characters of lights on aids to navigation", IALA Recommendation.
- [7] IALA(2005), "IALA Guideline No.1048-On LED Technologies and their use in Signal Lights Edition 1