

해상용 등명기의 겨울철 유효광도 분석

(The analysis of effective intensity for marine aids-to-navigation signal lights in winter)

정재훈* · 김현조 · 김종국 · 이희준

(한국항로표지기술협회)

(Jae-Hoon Jeong · Hyun-Jo Kim · Jong-Kook Kim · Hi-Jun Lee)

요 약

본 논문은 겨울철 해상용 등명기의 유효광도 감소를 알아보기 위한 것이다. 적용환경의 특수성 때문에 태양전지와 축전지에 의존해야 하는 해상용 등명기의 경우, 일사량에 따라 그 성능에 크게 영향을 받을 수밖에 없으며, 특히 겨울철의 경우 일사량 부족으로 이런 문제점들이 대두되고 있다. 이에 기상청 자료에 근거하여, 겨울철 일사량 통계를 조사하고, 실험을 통해 겨울철 축전지 충/방전 특성 및 250mm 해상용 등명기의 유효광도 특성을 확인해 보았다. 또한 광달거리에 미치는 영향을 조사해 보았다.

1. 서 론

항로표지용 등명기는 크게 대형등명기, 중형등명기 및 소형등명기로 나뉘어진다. 대형등명기는 유인등대에, 중형등명기는 소요광도가 적은 유인등대와 항만 등 배광후광이 많은 무인등대에 주로 설치되어 외부전원을 이용하고 있다. 그러나, 소형등명기의 경우는 도서 및 해상에 주로 설치하는 관계로 외부전원을 이용할 수 없으므로, 태양전지 및 축전지를 이용하게 된다. 태양전지 및 축전지를 이용하는 경우, 여름철에는 충분한 일사량을 받을 수 있어 크게 문제가 되지 않고 있으나, 겨울철에는 일사량 부족으로 축전지가 만충전이 이루어지지 않으며, 이로 인해 등명기에 인가되는 전압이 정격에 미달되고 있다. 인가전압 미달은 등명기의 유효광도에 영향을 미치며, 또한 해상안전과 긴밀한 관계가 있는 광달거리를 저하시키는 요인이 된다. 본 논문에서는 해상용 등명기에 이용되는 축전지의 겨울철 충/방전 특성을 알아보고, 이에 따른 유효광도 감소를 실험을 통해 알아보았다.

실험은 1월 중에 실시하였으며, 대상은 250mm 해상용 등명기, 태양전지 50W급 및 축전지 Hi-Ca 100Ah × 2개 이었다. 실험 기간 중 기상상태 및 부적합 요인 발생일은 실험 결과에서 일부 제외되었다.

2. 본 론

2.1. 실험방법

본 논문에서는 그림 1과 같은 순서로 실험을 진행하였다.

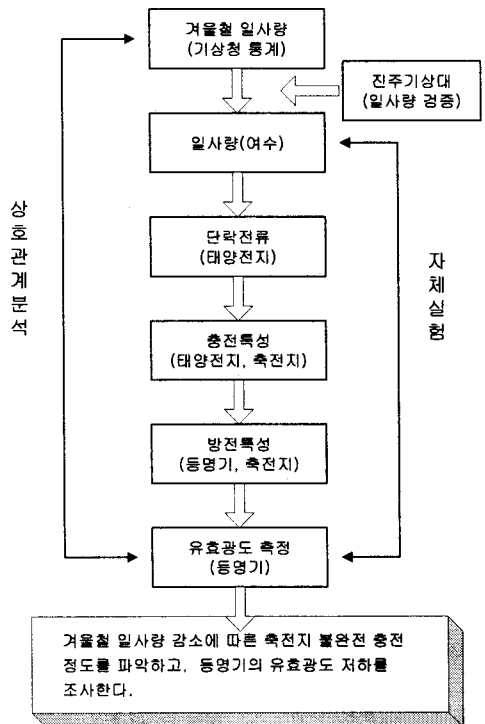


그림 1. 축전지의 충전특성에 따른 유효광도 분석

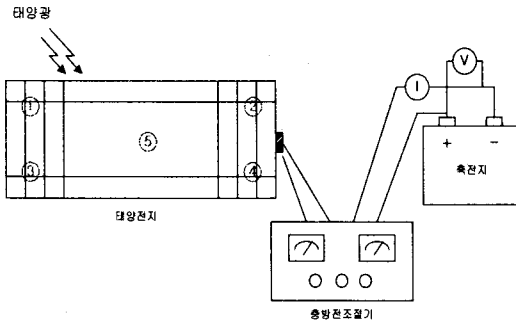


그림 2. 축전지 충전실험 블록도



사진 1. 축전지 충/방전 특성 실험

2.2. 실험결과

2-2-1. 계절별 일사량 조사

2004년부터 2007년 2월까지의 일사량을 조사하여 겨울철과 여름철의 계절적인 차이를 알아보았다. 겨울철은 12월, 1월, 2월을 평균하였으며, 여름철은 6월, 7월, 8월을 평균하였다.

표 1. 지역별 평균 월일사량 비교

지역	평균 월일사량[MJ/m ²]		하절기 대비
	하절기	동절기	
전주	466.70	265.96	약 57 %
광주	522.26	289.46	약 55 %
목포	534.34	273.06	약 51 %
진주	493.83	316.30	약 64 %

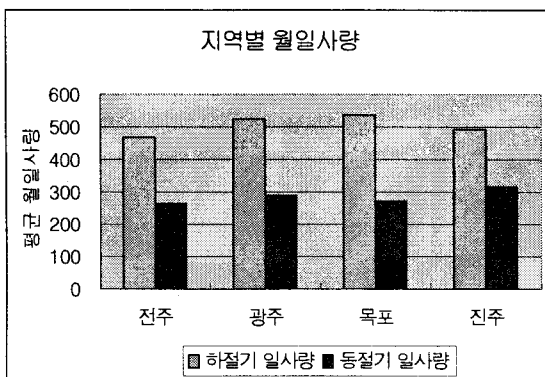


그림 3. 지역별 평균 월일사량

표 1과 그림 3에서 볼 수 있는 것처럼 하절기와 동절기의 수평면 일사량은 51%~64% 정도의 차이를 보이고 있으며, 이에 따라 등부용량 전원공급 시스템을 설계시 충전용량 및 부하용량에 대한 충분한 고려가 이루어져야 한다.

2-2-2. 축전지 충전 실험

50W 태양전지와 Hi-Ca 100Ah × 2 축전지, 충방전조절기 DC 14.5V-5A를 연결하여, 1/10일~1/30일까지의 축전지전압 및 일사량을 측정하였다.

표 2. 축전지 충/방전 실험결과

	결과	비고
축전지전압 (초기일)	11.17 [V]	전남지역 4군데의 1월 평균 일사량은 277.45 [MJ/m ²]임
평균 충전 전압 변동	0.25 [V]	
평균 방전 전압 변동	0.23 [V]	
축전지전압 (최종일)	11.28 [V]	

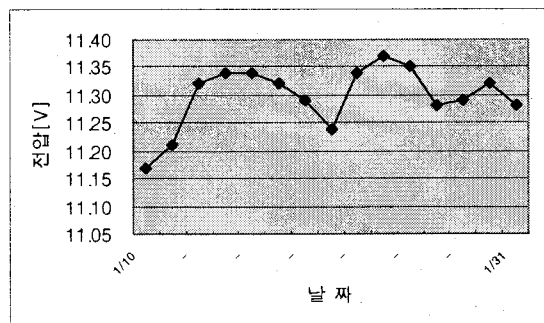


그림 4. 축전지 전압변동 측정

실험기간동안의 최저 축전지 전압은 11.17[V]로 1/10일에 나타났으며, 최고 축전지 전압은 11.37[V]로 최대 변동치는 0.2[V]이었다. 실제로 동절기중 12월이 평균 일사량이 가장 적은 것으로 조사되므로, 최저 축전지 전압은 이보다 적을 수 있을 것으로 예상된다.

실험을 위한 전원공급시스템은 등명기 내구연한 실험을 위해 약 1년간 실적용과 같이 운용되고 있는 상태의 것으로, 겨울철 축전지 특성상 초기전압이 낮은 상태이다. 등명기는 250mm 백색으로써, 사용전구는 DC 12V, 2.03A이다. 사용등질은 FI(3) 7s로 균점광의 일종이며, 총주기 7초로 점등은 0.5초간격으로 3회, 소등은 점등동작 후 4초간이다.

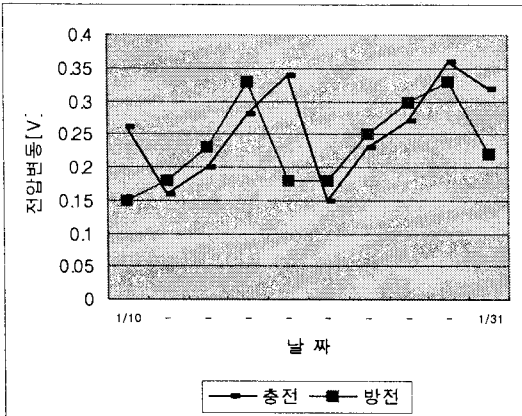


그림 5. 축전지 충/방전 전압변동 측정

그림 5는 축전지의 충/방전 전압변동을 그래프화한 것으로, 일평균 충전전압은 0.25[V], 일평균 방전전압은 0.23[V]이었다.

충전특성은 그날의 수평면일사량과 주위 환경에 관계가 있으며, 방전특성은 주위 환경 및 측정방법에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 본 실험은 향후 연구 진행방향을 모색하기 위한 근거자료를 얻으려는 목적에서 진행되었으므로, 외부환경에 대한 오차까지는 고려하지 않았으며, 향후 좀더 세부적이고 체계적인 연구를 위해서는 주위환경 및 측정방법에 대한 충분한 고려가 이루어져야 할 것이다.

2-2-3. 등명기 유효광도 측정

축전지의 충/방전 실험을 통해 얻은 전압강하 특성을 이용하여 등명기의 유효광도 변화를 알아보았다.

실험은 250mm 백색등명기를 대상으로 하였으며, 배광시험기는 본 검사소에서 보유하고 있는 호주의 PSI장비를 이용하였다. 측정거리는 25m고, 측정은 수평각도 45°, 수직각도 0.5° 간격으로 이루어졌다.

사진 2는 등명기 유효광도 측정 장면이다. 배광시험기 중앙에 올려져 있는 것이 250mm 등명기로서, 부동광도 700[cd] 기준에 적합한 형태의 것이다.

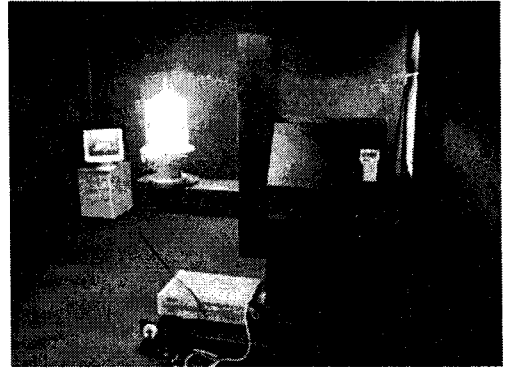


사진 2. 등명기 유효광도 측정

부동광도 실험은 정격전압 DC 12[V]를 인가한 후 배광시험기를 이용하여 측정하고, 정격전압에서 동절기 축전지 전압강하분을 뺀 DC 11.2[V]를 인가한 후 재측정하여 측정값을 상호 비교하는 순서로 진행하였다.

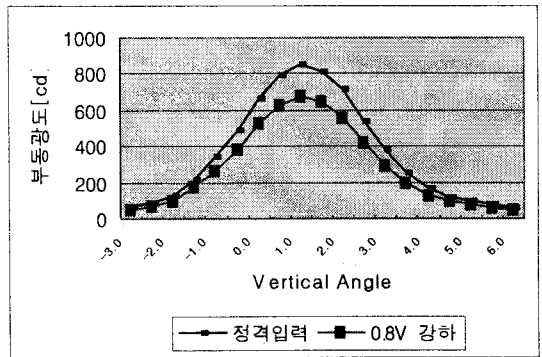


그림 6. 부동광도 비교 측정

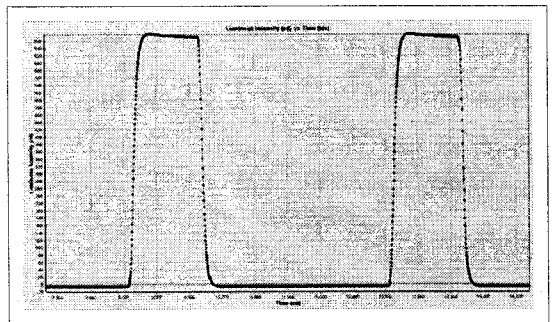


그림 7. 유효광도 측정 (입력 DC 11.2V, FI 4s)

그림 6은 부동광도값을 상호 비교한 그래프이다. 입력 DC 11.2[V] 일 때의 부동광도는 정격 DC 12[V] 일 때에 비해 약 20.8% 가량 작게 나타났으며, 수직발산각의 경우는 정격입력(DC 12V)일 때 0.1°가량 넓게 나타났다.

표 3. 유효광도 측정 결과

	DC 12[V]	DC 11.2[V]
최대평균광도	851.2 [cd]	673.8 [cd]
수직발산각 (최대광도 10% 점)	7.9°	7.8°
유효광도(FI 4s) (Schmidt-Clausen)	714.7 [cd]	569.3 [cd]
명목적광달거리 (대기투과율 0.74)	8.7 sm	8.3 sm
광학적광달거리 (대기투과율 0.85)	12.1 sm	11.4 sm

유효광도는 단섬광 FI 4s로 측정하였다. FI 4s는 총 주기 4초로 점등 1초 후 3초간 소등하는 형태로, 정격 DC 12[V]를 입력하였을 경우, DC 11.2[V]에 비해 약 20.3% 높게 값이 나왔으며, 이는 부동광도 측정과 유사한 결과이다.

표 4. 광달거리와 소요광도

광달거리 (sm)	광 도 [cd]	
	T=0.85	T=0.74
·	·	·
·	·	·
8.0	161	488
8.5	197	640
9.0	239	835
9.5	348	1,081
·	·	·
·	·	·

* 해양수산부 업무편람 자료임

광달거리란 등명기에서 나온 빛이 관측자의 눈에 인지 되는 최대거리를 의미한다. 해상용 등명기는 개별적으로 사용용도에 따라 권고되는 광달거리가 있으며, 이에 맞게 시스템을 설계하고 있다. 그러나, 현재의 결과를 상호 비교해 보면, 정격 DC 12[V]를 입력하였을 경우와 DC 11.2[V]를 입력하였을 경우 약 5.7% 정도의 차이를 보이고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 항로표지용 해상용 등명기 250mm 백색, 축전지 Hi-Ca 100Ah×2를 이용하여, 겨울철

충/방전 특성 및 유효광도 특성을 알아보았다.

1) 여름철에 비해 겨울철의 경우, 평균 일사량이 51%~64% 가량 감소하는 것으로 조사되었다.

2) 1월 중 축전지의 충전상태를 실험한 결과, 최저 11.17[V]에서 최대 11.37[V]로 나타났으며, 충/방전은 축전지 전압변동 0.23~0.25[V] 내에서 이루어지고 있는 것으로 측정되었다.

3) 유효광도는 정격 DC 12[V]를 입력하였을 경우에 비해, 동절기에는 대략 20.3~20.8% 가량 감소하는 것으로 나타났으며, 이에 따른 광달거리는 약 5.7%정도 감소하는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 겨울철 해상용 등명기의 전원공급시스템 설계시, 부하용량 및 충전용량에 대한 좀 더 세밀한 검토가 진행되어야 한다는 것을 알 수 있었다.

현재 국내에서 사용되고 있는 등명기 및 축전지는 그 종류가 다양하며, 등명기의 경우, 용도에 따라 사용 등질도 다르다. 또한, 등명기 시스템의 성능향상을 위한 각종 장치들이 계속적으로 도입되고 있는 실정이다. 그러나, 정작 그 기초가 되고 있는 전원공급시스템의 특성 분석에 관한 연구는 많이 진행되고 있지 않다. 본 실험은 전체 항로표지 시스템의 일부에 대한 특성이므로, 등명기 및 축전지의 종류에 따라 결과에 차이를 나타낼 수도 있다. 그러므로, 향후 좀 더 체계적이고 세밀한 검토를 진행하여, 부하용량에 적합한 태양전지 및 축전지를 개발함과 동시에 기존 제품들의 성능향상에 노력을 기울여야 할 것으로 본다. 또한 겨울철 일사량 부족현상에 대한 대책도 모색해 보아야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 해양수산부, "항로표지 업무편람", 2006.
- [2] IALA, "On the photometry of marine aids to navigation signal lights", IALA Recommendation, June, 2001.
- [3] IALA, "for the rhythmic characters of lights on aids to navigation", IALA Recommendation, May, 1998.
- [4] 정재훈, 김종국, 김종욱, 이희준, 김훈, "항로표지용 전원공급시스템 실태조사", 한국조명·전기설비학회 춘계학술대회 논문집, p.137~p.140, 2006, 11.