

## 항로표지용 전원공급시스템 실태조사

( Investigation of power supply systems for Aids to Navigation )

정재훈<sup>\*(1)</sup>, 김종국<sup>(1)</sup>, 김종욱<sup>(1)</sup>, 이희준<sup>(1)</sup>, 김훈<sup>(2)</sup>

( Jae-Hoon Jeong<sup>\*</sup>, Jong-Kuk Kim, Jong-Uk Kim, Hi-Jun Lee, Hoon Kim )

한국항로표지기술협회<sup>(1)</sup>, 강원대학교<sup>(2)</sup>

### 요 약

항로표지용 광파표지에는 등대, 등표, 도등, 조사등, 지향등, 등주, 교량등, 등부표, 등선 등이 있으며, 이 표지들은 사용용도, 형태 및 장소에 따라 제각기 다른 전원공급시스템을 가지고 있다. 일반적인 내부 전원공급시스템은 태양전지, 충전전조절기 및 축전지로 구성되어 있으나, 계속적인 사용으로 인해 문제점들이 자주 발생하고 있다. 설문조사 결과 전체 설문대상 63%가 축전지의 개선이 가장 시급하다고 답하였으며, 다음으로 충전전조절기가 31%의 답변을 얻었다. 이와 더불어 현재 효율적인 표지의 관리를 위하여 집약관리시스템이 도입되고 있으나, 이에 따른 추가적인 전원공급의 문제, 축전지 및 기타 장치들의 설치의 문제 및 유지·보수의 문제 등이 크게 대두되고 있다.

### 1. 서 론

선박의 안전한 항해를 위해서는 항상 선박의 위치를 확인할 필요가 있다. 주간에는 항만이나 항로 등을 눈으로 직접 확인할 수 있으나, 야간에는 그것이 불가능하므로 각종 항로표지 등이 이용되고 있다. 항로표지의 종류에는 여러 가지가 있으며, 본 논문에서 다루어질 종류는 광파표지이다. 광파표지의 기본요건은 아래와 같다.

- 가. 요구되는 범위내에서 충분히 볼 수 있을 것
- 나. 항해자가 다른 등화와 식별할 수 있도록 등광에 특징을 두어 관측자가 명확하게 구분할 수 있을 것
- 다. 섬광의 명간과 암간이 적당한 주기를 가져 항해자가 쉽게 식별할 수 있을 것
- 라. 등명기, 광원 및 전원공급시스템은 효율이 높고 신뢰성이 있을 것
- 마. 지리학적 측면에서 항로표지의 용도 및 목적을 만족시킬 수 있고 충분한 안정성을 가질 것

이런 목적을 이루기 위해서는 반드시 고려되어야 하는 것이 안정적이고, 신뢰성 있는 항로표지용

전원공급시스템 구축이다. 항로표지용 전원공급시스템은 크게 둘로 나누어진다. 하나는 외부로부터 전력선을 이용하는 방식이며, 또다른 방식은 자체내장 축전지를

이용하는 방식이다. 외부전원을 이용하는 방식은 내부 전원방식에 비해 상당히 안정적이므로, 본 논문에서는 고려하지 않았으며, 내부전원을 이용하는 방식에 대하여만 고려하였다.

현재 등명기용 전원공급시스템은 태양전지(75W급, 80W급), 충전전조절기(12V-5A, 12V-10A), 축전지(LDA 2V-400AH, PS 250E 등)등으로 주로 구성되어 있다. 또한 현재 4곳의 지방해양수산청 관할 항로표지에 대하여 집약관리시스템을 구축 운영하고 있으며, 앞으로 전국 항로표지에도 집약관리시스템을 적용할 계획에 있다. 이렇게 항로표지의 현대화 계획이 진행됨에 따라 각각의 구성요소들에 대한 문제점들이 많이 대두되고 있는 실정이다.

본 논문은 방문조사, 담당자 개별면담 및 설문조사를 통해 얻어진 현 시스템의 사용실태와 문제점 등을 기술하였으며, 향후 향상된 시스템을 구축하기 위한 기본 자료로 이용되어질 것이다.

### 2. 본 론

#### 2.1 항로표지용 전원공급시스템의 실태

##### 2.1.1 광파표지 현황

광파표지란 선박의 항해를 돕기 위해 야간에 등화를 이용하여 그 위치 및 위험을 알려주는 항로표지로서, 전파표지, 음파표지, 형상표지, 특수신호표지와 더불어 항로표지의 한 종류이다.

표 1. 광파표지 현황 (7월 현재)

광파표지 종류	수량(대)	전원공급형태
유인등대	43	외부전원 내부전원
무인등대	799	내부전원
등 표	232	내부전원
도 등	8	외부전원
조 사 등	9	외부전원
지 향 등	7	외부전원
등 주	69	내부전원 외부전원
등 부 표	1183	내부전원
교량(야)	69	외부전원
계	2419	-

광파표지의 종류에 따른 전원공급 방식은 설치위치 및 환경에 따라 차이가 있으며, 또한 용도에 따라서도 원하는 유효광도를 얻기 위해 각기 다른 형태를 가진다.

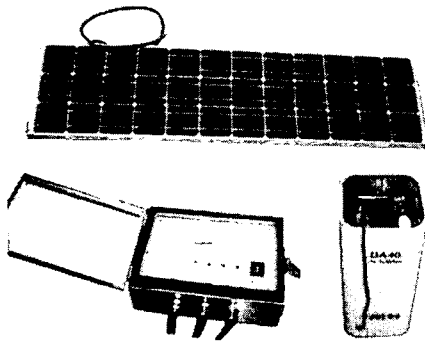


그림 1. 등부표용 전원공급시스템

유인등대의 경우는 등명기에 사용되는 램프의 소비 전력이 500W~1000W급으로 외부전원을 인가 받지 못하는 경우 다수의 태양전지(대략 75W급 100장 이상) 및 축전지가 필요하며, 무인등대, 등표, 등부표의

경우는 대부분 DC 12V 100W 미만의 램프를 사용하므로, 태양전지 2~6장, 축전지 6~12개가 일반적으로 이용된다.

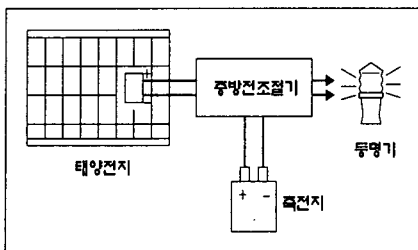


그림 2. 등부표용 전원공급장치 연결도

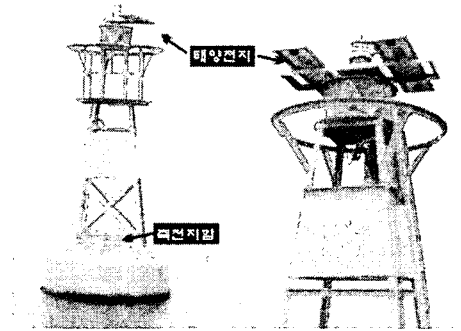


그림 3. 등부표용 전원공급장치 설치 사례

### 2.1.2 태양전지

태양전지는 광기전력효과 또는 광전효과(photo-voltaic effect)의 원리에 의하여 전기적 에너지를 발생시키는 장치로써, 반도체에 빛을 비추면 내부에 전자와 정공(positive hole)이 발생되고, PN접합부 부근에 발생된 전자와 정공은 각각 N층과 P층의 방향으로 이동되며, 이동된 반도체 양단에는 전위차(電位差)가 생겨 전기가 발생하게 되는데, 이 원리를 이용한 장치이다.

현재 항로표지용 태양전지는 75W급과 80W급이 가장 많이 쓰이고 있으며, 그 제품들의 전기적 특성은 아래 표 2와 같다.

표 2. 태양전지의 전기적 특성

구 분	75W 급	80W 급
Maximum Power	75Wp	80Wp
Voltage at Pmax	17.3V	17.6V
Current at Pmax	4.35A	4.55A
Short-circuit current	4.75A	4.8A
Open-circuit voltage	21.8V	22.1V
Temperature coefficient of Power	-(0.5±0.05)% / °C	

### 2.1.3 충방전조절기

충방전조절기는 태양전지, 축전지 및 등명기를 연결하여 제어하는 장치로써, 축전지의 과충전 및 과방전 보호를 위한 기능을 가진다.

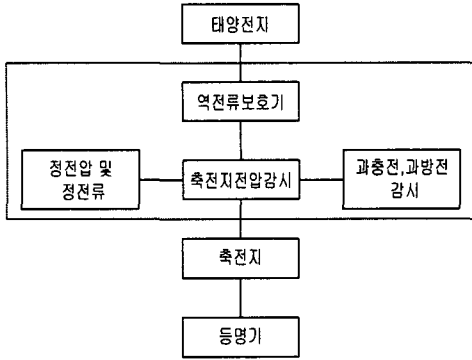


그림 4, 충방전조절기 구성도

현재 해상용으로 가장 많이 쓰이고 있는 것은 DC12V-5A, DC12V-10A 형태이며, 해상용 등명기의 집약관리시스템이 도입되므로써, 점점 DC 12V-10A의 사용이 증가하고 있다.

표 3. 충방전조절기의 전기적인 특성

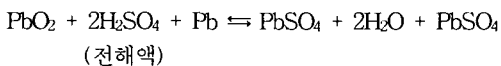
정격용량	DC 12.5V 5A	DC 14.5V 10A	비 고
입력전압	DC 10-21V	DC 10-21V	
만충전 충전전압	DC 13.5V	DC 15.5V	±0.2V
부동 충전전압	DC 12.5V	DC 14.5V	±0.2V
부하측 전압	DC 12V	DC 12V	

[주] 본 사양은 업체별로 약간의 차이가 있음

### 2.1.4 축전지

현재 국내에서 항로표지용으로 사용되는 축전지는 대부분 연축전지이며, 그 종류는 LDA 2V-400Ah, PS 250E, 12V-100Ah 등이 주로 쓰이고 있다.

연축전지의 원리는 전해액 속에 PbO<sub>2</sub>와 Pb를 침적하면 이온화 경향이 큰 금속인 Pb가 음극이 되고, 이온화 경향이 적은PbO<sub>2</sub>가 양극이 되어 기전력이 발생하는 것이다. 이 기전력은 약 2V이다.



### 가. 방전(Discharge)

음극판의 Pb와 양극판의 PbO<sub>2</sub>가 PbSO<sub>4</sub>로 변하고, 전해액인 묽은 황산이 극판의 활물질과 반응하여 화학

에너지를 전기에너지로 변환시키는 현상

### 나. 충전(Charge)

전기에너지를 충전기를 이용하여 화학에너지로 변환시키는 것으로서 방전의 역반응 현상

표 4. 축전지의 활물질량(1Ah 충방전시)

	물질량		물질량
PbO <sub>2</sub>	4.463g	PbSO <sub>4</sub>	5.658g
2H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3.657g	2H <sub>2</sub> O	0.672g
Pb	3.866g	PbSO <sub>4</sub>	5.658g

## 2.2 현 시스템에 관한 설문조사

### 2.2.1 설문대상 및 내용

본 설문은 항로표지용 전원공급시스템(태양전지, 충방전조절기, 축전지 등)의 사용실태를 알아보고, 문제점 및 개선요구사항 등을 파악하여, 이 장치들의 성능향상을 도모함과 더불어 향후 검사기준안을 제시하기 위하여 실시하였다. 설문대상은 해양수산부 각 지방청 11곳과 사설업체 6곳으로, 지방청 2곳 및 사설업체 1곳은 직접방문을 통해 담당자 직접면담 방식을 채택하였다. 설문의 주요한 내용은 아래와 같다.

- 사용 현황 및 예비품 보유 현황
- 적용 사례
- 제품의 유효 사용 기간
- 사용시의 문제점 및 고장 발생 원인
- 제품 개선 요구사항

### 2.2.2 설문결과

#### 가. 제품 사용에 대한 이해도 부족

충방전조절기의 경우 전원공급시스템에서 반드시 필요한 장치임에도 불구하고, 사용자들은 대부분의 광표지에서 이 장치를 배제하고 축전지와 태양전지를 직접 연결하여 사용하고 있다. 그 원인은 일정하지 않은 일사량, 해수에 의한 부식 및 내부 소자 파손 등에 의해 고장이 자주 발생하기 때문인 것으로 나타났다. 그러나 이는 축전지의 충전제어(과충전, 과방전 등) 및 역전류 보호 기능 등을 수행할 수 없게 만들어 축전지의 성능을 급격히 떨어뜨릴 수 있다.

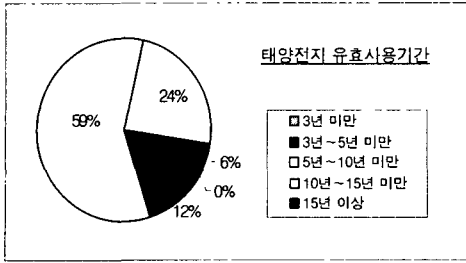


그림 5. 태양전지 유효사용기간

**나. 제품 검사에 대한 필요성 인식**

축전지는 자체적으로 전해액 보충 및 비중검사를 실시하고 있으며, 충방전조절기의 경우도 설문대상의 75% 정도가 자체검사를 실시하는 것으로 나타났다. 그러나 태양전지와 축전지의 경우 대부분의 설문대상들에게서 공인검사기관의 검사성적서는 받아보지 못하였다는 답변을 얻었으며, 직접 검사신청도 해 보지 않은 것으로 조사되었다. 또한 충방전조절기의 경우에는 공인검사기관의 유무도 알지 못하는 것으로 조사되었다. 이는 제품의 신뢰성을 떨어뜨릴 뿐아니라, 선박의 안전한 항해를 위협하는 요인이 될 수 있다.

**다. 제품별 규격 통일화**

현재 해상용으로 사용되는 태양전지는 53W, 75W 및 80W급 등의 3종류로 크게 분류된다. 이러한 3종류 타입은 서로 크기와 형태가 다르므로, 태양전지의 설치 조건(정남방향을 향하게 설치하거나, 지형적인 여건 등으로 설치가 곤란할 때는 정남을 중심으로 10° 또는 20°도 범위 내로 어레이 방향을 조정)에 맞추려할 때, 타입별로 그 설치형태를 각각 조정하여야 하는 어려움이 있다.

충방전조절기의 경우 제작회사별로 자사의 제품과의 호환성만을 고려하여 제작한 관계로, 타사제품과의 호환성이 문제가 되어 실사용자 측에서 어려움을 느끼고 있다.

또한 해상용 광파표지의 효율적인 관리를 위해 새롭게 도입되고 있는 집약관리시스템의 경우, 기존 사용되고 있는 제품들과 상호호환이 이루어지지 않아 일관된 적용에 어려움이 있는 실정이다.

**라. 사용상의 편리와 안전성 향상**

현재 사용되는 태양전지의 경우 해상에서 사용하는 관계로 단자에 부식이 발생하는 경우가 많이 발생하며, 표면도 손상되는 경우가 발생하는 것으로 조사되었다. 이런 문제점을 개선하기 위해서는 부식에 강한 재질의 사용과 부가적인 표면코팅이 요구된다.이외에도 이동시에 편리한 손잡이 기능, 축전지 전조 강도 강화 및 자체 비중계의 신뢰도 개선 등이 요구되는 것으로 조사

되었다.

충방전조절기의 경우에는 해수 침투 및 고온 다습한 환경여건으로 인해 고장이 많이 발생하는 관계로 밀폐 기능을 보완하고, 자체 소비전력을 최소화 시키는 방안을 모색해 보아야 할 것으로 조사되었다. 또한 내부 소자의 고장이 많이 발생하여, 신뢰도를 크게 잃은 것으로 조사되었다.

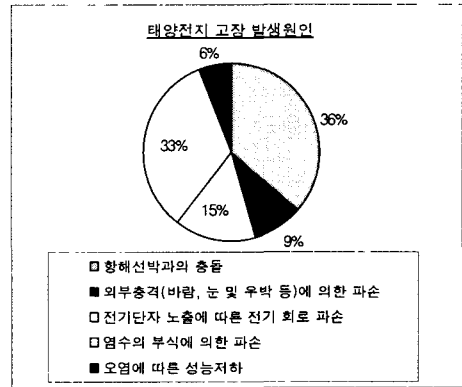


그림 6. 태양전지 고장 발생원인

**3. 결 론**

항로표지용 전원공급장치(태양전지, 충방전조절기, 축전지 등)의 사용실태를 알아보고, 설문조사 및 담당자 면담을 통해 현 시스템의 문제점 및 개선요구사항들을 조사하였다. 전반적으로 시스템의 낙후로 인해 개선을 요하는 부분들이 많았으며, 제품별로는 축전지가 전체 설문대상의 63%로 개선이 가장 시급하다는 의견이었고, 그다음으로 충방전조절기가 31%의 순이었다. 또한 이와 더불어 집약관리시스템이 새롭게 도입됨으로 인하여, 추가적인 전원공급의 문제점, 전원공급장치의 용량 증가에 따른 축전지 및 기타 장치들의 설치의 문제, 구조의 난해함으로 인한 유지·보수문제 등이 크게 대두될 것이라는 의견이 많았다.

향후 본 조사를 통해 제기되어진 문제점들에 대한 개선 및 새로운 시스템의 원활한 적용을 위해 제품의 규격화, 성능향상을 위한 검사기준 마련 등의 지속적인 연구가 진행되어져야 할 것이다.

**참 고 문 헌**

- [1] 해양수산부, “항로표지기초이론”
- [2] 해양수산부, “항로표지 업무편람”
- [3] 해양수산부, “IALA Recommendations”
- [4] 해양수산부, 항로표지총괄현황, 2005