



하이브리드 일체형 등명기의 기술 동향

정태욱(경남대학교 부교수) · 정 환 · 강성복(우리해양(주) 과장/연구소장)

1 서 론

바다와 내륙수로를 이용하는 선박의 안전항해와 운항능률을 향상시키기 위하여 다양한 항로표지가 설치 운영되고 있으며, 대표적인 시설은 광파표지로 등대, 등표, 등부표, 도등, 조사등, 지향등, 등주, 교량등, 등선 등으로 분류된다.

광파표지는 그 사용역사가 가장 오래된 표지로 항해자에게 직접적이고 빠르게 선박의 위치를 확인 시켜주는 직관성 때문에 항해원조 시설로 이용되고 있다. 광파표지에 사용되는 등화장치 중에서 광원에서 나온 빛을 렌즈를 이용 굴절 반사시켜 외부로 방사하는 조명기구를 총칭하여 등명기라 한다.

광파표지는 전력선이 인입되지 못하는 곳에 대부분 설치 및 운용되어야 하기 때문에 자연조건을 활용한 발전을 통해 전력을 공급해야 하는 제약조건이 있다. 그러므로 근거리의 도서지역은 육상에서 해저케이블을 가설하여 전력을 공급하거나, 원거리의 도서지역은 디젤발전기나 신재생에너지를 통해 자체 전원을 확보하여 사용하고 있다.

현재 국내의 해상용 등명기 전원은 신재생 에너지인 약 95%이상 태양발전을 이용하고 있는 것으로 보고되고 있다. 태양광 전력의 활용의 경우 일조 시간동안 발전하여 이를 축전지에 저장하여 야간에 등명기의 전원으로 활용되어 다소 활용성이 떨어지는 단점

이 언급되고 있다.

최근에는 태양광과 풍력을 동시에 활용한 하이브리드 등명기에 대한 개발 니즈가 대두되고 있어 이 분야에 대해 소개하고자 한다.

2. 등명기의 산업 및 기술 현황

2.1 등명기의 종류 및 제품 현황

해상에서 항해자에게 직접적이고 빠르게 선박의 위치를 확인 시켜주는 직관성 때문에 항해원조 시설로 이용되고 있는 것이 광파표지이다. 이러한 광파표지에 사용되는 등화장치 중에서 광원에서 나온 빛을 렌즈를 이용 굴절 반사시켜 외부로 방사하는 조명기구를 총칭하여 등명기라 한다.

등명기의 종류는 명목적 광달거리에 따라 그림 1과 같이 다양하게 구분되어진다.

그림 1과 같이 명목적 광달거리에 따라 등명기의 구조와 출력이 각각 구분됨을 알 수 있다.

해상에 설치되는 등명기가 본연의 기능을 발휘하기 위해서는 무엇보다도 안정적인 전원의 확보가 중요하다. 최근은 태양광발전시스템을 활용해 일조시간 동안 발전하여 축전지에 저장하였다 야간에 등명기의 전원으로 활용하는 시스템이 거의 대부분을 차지하고 있다.

3해리급 일체형	7해리급 해상용	10해리급 해상용	15해리급 해상용	20해리급 회전식 대형
				

그림 1. 해상용 등명기의 명목적 광달거리에 따른 구분

  	80W급 태양전지	충방전조절기
		
	LED-200 등명기	AIS
		
	RTU	배터리
		

그림 2. 기존 무인등대의 시스템 구성

그림 2는 태양광을 이용한 신재생에너지원을 활용하는 무인등대의 등명기 시스템의 구성을 보여주고 있다.

그림 2의 등명기 시스템은 태양광 발전모듈을 설치하고 여기에서 발전되는 전력을 전력변환기와 충방전 조절기를 통해 배터리에 저장하고 이를 등명기의 점

등에 활용하는 방식이다. 이러한 태양광 등명기 시스템의 전력제어흐름은 그림 3과 같이 이루어진다. RTU(Remote Terminal Unit)는 원격제어장치로서 원격으로 등명기를 제어하고 등명기의 관련정보를 통신으로 보내주는 형태로 구성된다.

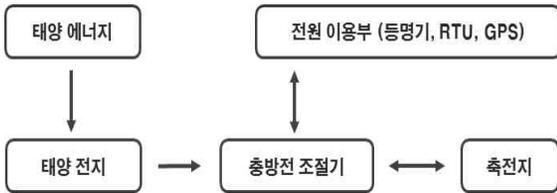


그림 3. 태양광 무인등대의 전력제어 흐름도

현재 설치된 이러한 시스템은 주로 등명기와 별도로 태양광발전시스템이 설치되어 전원을 생성하는 분리형 시스템구조로 구성되어 있다. 그러므로 설치공간의 제약이 다소 따르고 있다.

이러한 단점을 보완하기 위해 근래에 개발 및 설치되고 있는 등명기 시스템은 주로 일체형 시스템으로 전환되고 있다.

일체형 등명기에 대한 용어의 정의는 특별히 정해진 것은 없으나, 일반적으로 등명기 구성체가 렌즈, 섬광기, 충방전 조절기, 축전지, 태양전지 등이 하나의 몸체로 구성된 것을 일체형 등명기로 칭하고 있다. 이러한 일체형 등명기는 전원의 전력을 고려할 때 주로 단거리용으로 사용되고 있다. 그 이유로서는 7마일 이상의 명목적 광달거리의 성능을 가진 등명기를 제조하기 위해서는 최소한 80W 이상이 요구되므로 태양전지 및 축전지 용량이 커지므로 이로 인해 수반되는 기술적 어려움이 있기 때문이다.

표 1은 해외 선진사인 Sealite, Sabik과 Mobilis社의 일체형 등명기를 보여주고 있다.

최근에는 표 1과 같이 태양광 발전모듈을 등명기와 일체형으로 설계하여 설치성을 향상시키는 방향으로 제품이 개발되고 있다. 또한 저전력을 이용하면서도

다양한 광원색을 활용하기 위해서 LED 발광모듈을 활용하는 것이 대체적인 기술추세이다.

국내의 경우 일체형 등명기는 대략 3개 정도의 기업에서 3마일용 일체형 120mm 이하와 5마일용 150mm 이하 등명기 2개의 모델로 약 24종이 생산되고 있다.

국내의 일체형등명기의 모델은 거의 유사하며, 일체형 부분 역시 렌즈, 섬광기, 충방전 조절기, 축전지, 태양전지 등으로 구성되어 있다.

등명기의 섬광방식은 회전식과 점명식 두 종류가 있으나 일체형에서는 모두 점명식을 사용하고 있다. 회전식을 사용하지 않는 사유는 여러 가지가 있겠으나 소모전력이 크고, 단거리용으로 실효성이 떨어진다는 점임.

Sealite에서는 명목적광달거리 8마일용 LED-SLC600 등명기를 개발, 기존 단거리용(3~6마일) 등명기와 차별화하여 세계시장에 진출하여 주목을 받고 있다.

그림 4는 국외와 국내 제품의 대표모델에 대해 비교한 것을 보여주고 있다.

국외 기업들은 최대 9헤리급의 일체형 등명기 제품을 개발을 완료한 상태이며 대부분 태양광 전원을 활용하는 구조이다. 이에 반해 국내 기업들은 5헤리급까지의 태양광 활용 일체형 등명기 제품이 소수 개발된 상태이다.

국내 기업들도 등명기의 부피와 중량을 최소화하여 경량화 시키고 사용하기 편리하고 신뢰성이 확보된 10마일 이상의 광달거리를 가지는 일체형 등명기를 개발할 경우 세계시장에서 기술우위로 수출경쟁력이 충분하다고 판단된다.

2.2 태양광 및 풍력 하이브리드 등명기 개발의 필요성

현재의 태양광 전원을 이용한 광파표지의 핵심기능

표 1. 국외 등명기 종류별 광달거리 분석표

등명기 구분	모델	등색 : 부동광도 : 광달거리(M)	생산업체	
			대표 기종	제조사
소형등명기	 LED-SL70 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 29 : 3 • 홍색 : 23 : 3 • 녹색 : 23 : 3 • 황색 : 16 : 3 	4종	Sealite
	 LED-SLC310 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 156 : 6 • 홍색 : 121 : 5 • 녹색 : 88 : 5 • 황색 : 95 : 5 	8종	Sealite
	 LED-SLC500 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 321 : 7 • 홍색 : 383 : 7 • 녹색 : 301 : 7 • 황색 : 285 : 7 	4종	Sealite
	 LED-SC110 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 50 : 4 • 홍색 : 40 : 4 • 녹색 : 40 : 4 • 황색 : 45 : 4 	8종	SABIK
	 LED-SC155- I 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 250-420 : 6-7 • 홍색 : 120-140 : 5-5 • 녹색 : 180-270 : 6-7 • 황색 : 100-200 : 5-6 	8종	SABIK
	 LED-SC110일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 30 : 3 • 홍색 : 30 : 3 • 녹색 : 30 : 3 • 황색 : 30 : 3 	8종	MOBILIS
	 LED-SC155- I 일체형(점멸식)	<ul style="list-style-type: none"> • 백색 : 420 : 7 • 홍색 : 140 : 5 • 녹색 : 270 : 7 • 황색 : 200 : 6 	8종	MOBILIS

국외 일체형 등명기 대표 모델



- 1~9해리 급 일체형 등명기
- 사용 전력에 따라 태양전지 크기 비례
- 날씨변동에 따라 전력생산 불가능
- 설치범위 제한적(등주용, 내륙수로에 사용)

국내 일체형 등명기 대표 모델



- 1~5해리 급 일체형 등명기
- 사용 전력에 따라 태양전지 크기 비례
- 날씨변동에 따라 전력생산 불가능
- 설치범위 제한적(등주용, 내륙수로 표지에 사용)
- 국내는 7~9해리급 일체형 등명기 부재

그림 4. 국내외 일체형 등명기의 제품현황 비교

인 등명기에 대한 가장 큰 문제점은 세 가지로 분류할 수 있다.

첫째, 태양광의 장시간 부조일수 지속시 태양발전이 중단되어 광표지로서의 기능이 중단되는 사례가 빈번하여 해상교통 안전에 장애가 되고 있다.

둘째, 항로표지를 이용하는 항해선박에 보다 밝은 광력을 제공하고 다양한 기상정보를 제공하기 위하여 전원확충이 필요하나 태양광 발전만으로는 한계가 있어 충분한 전원확보에 어려움을 겪고 있는 실정이다.

셋째, 국내의 대표적인 항로표지 등명기제조사는 5개사로 다양한 제품을 생산하고 있으나, 외국의 유명회사 제품과 비교 시 기능과 외형 등을 모방하는 수준으로 세계적인 독창적 기술과 우수한 성능의 신제품개발이 시급한 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 태양광에너지와 풍력에너지를 융합한 항로표지용 하이브리드 발전시스템을 응용한 새로운 개념의 일체형 등명기를 개발하여 국내 해상교통 안전 확보와 세계 항로표지 장비

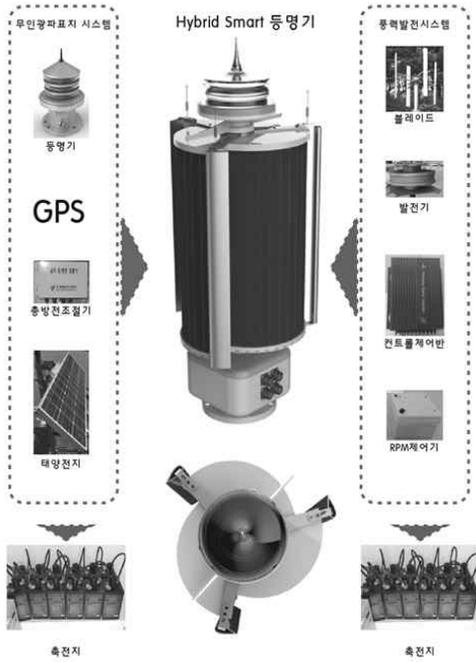
용품의 세계시장 개척에 기여할 수 있을 것으로 예측된다.

풍력 및 태양광을 활용한 하이브리드 융합발전 등명기는 그림 5와 같이 구성된다.

그림 5와 같이 하이브리드 융합발전형 등명기 시스템은 주·야간에 상관없이 풍력과 태양광을 동시에 활용하여 발전이 가능하므로 전력확보가 안정적인 장점을 가진다. 또한, 풍력과 태양광발전시스템을 융합한 일체형등명기로 개발할 경우 별도의 설치공간이 불필요하여 설치성이 좋은 장점을 가진다.

이러한 하이브리드 일체형 등명기 시스템 개발은 충분히 시장성이 있다고 판단되며 이를 위해서는 아래와 같은 부분의 개발 필요사항이 요구된다.

- ① 풍력과 태양광 발전모듈의 일체화 컴팩트 구조 개발에 의한 설치공간 최소화
- ② 풍력과 태양광 발전 모듈의 일체형 구조에서의 안정성과 신뢰성 확보
- ③ 발전 모듈과 제어부와 등명기의 One-Case화 개발



Hybrid 일체형 등명기 연구개발

1. 두 발전시스템을 즉 블레이드(발전기)와 태양전지를 융합한 "Hybrid 발전 시스템" 으로 개발.
2. 두 시스템에서 사용하는 장비를 "One-Case" 로 개발.
3. "Hybrid 발전시스템" 과 "One Case" 및 "전원 이용부" 를 일체화 개발.

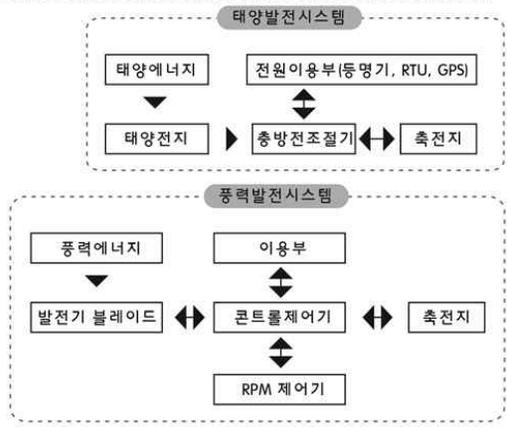


그림 5. 하이브리드 일체형 등명기의 시스템 구성

2.3 특허출원 및 기술개발 현황

현재 국내의 여건상 등명기 관련한 기업의 수가 많지 않아 기술개발 및 특허출원은 그다지 활발하지 않다. 최근 10년간 국내 항로표지 관련 연구과제 및 기술 실적을 분석한 결과 총 147건의 특허가 출원되었으며, 항로표지에서 등명기 관련 연구가 타 분야에 비해 비중을 더 차지하는 것으로 나타났다. 그림 6는 최근 10년간의 등명기 관련 국내특허 출원 현황을 보여주고 있다.

최근에는 대체 광원인 LED의 고효율 및 좋은 내구성의 특징을 활용한 등명기의 개발이 지난 10년간의 기술체계에서 이 업계에 큰 변화를 가져왔다.

향후에는 하이브리드 일체형 광명기와 같은 안정적인 전력 확보에 대한 기술 부분과 해상정보를 수집하여 통신하는 스마트네트워크 기술분야가 기술적 필요성을 가질 것으로 예상된다.

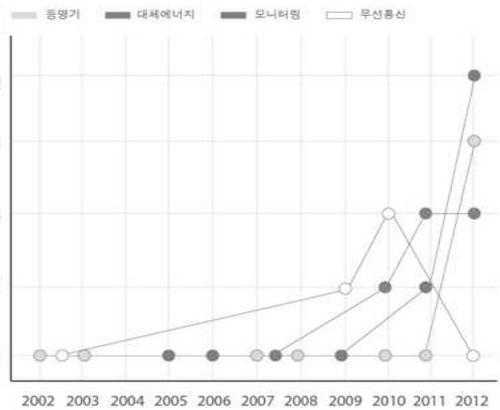


그림 6. 최근 10년간 등명기 관련 국내 특허 출원 현황

2.4 정부정책의 방향과 지원

등명기 사업은 정부의 정책적 지원이 사업 수익성 확보에 매우 중요한 요소이다. 우리나라의 해양수산부의 해사안전시설과에서 관장하는 항로표지 기술개

기술해설

발 법적근거를 살펴보면 아래와 같다.

항로표지 장비 및 용품의 개발절차 규정 제4조에 따라 공고된 개발선정품이나 공고되지 아니한 항로표지 용품으로서 국산화가 필요한 항로표지용품을 개발하고자 하는 자는 지정신청서에 항로표지용품 제작시

방서 3부를 첨부하여 해양수산부장관에게 제출하면 된다. 해양수산부장관은 신청인이 제출한 공시품에 대하여 기본검사 및 사용검사 결과 동 항로표지용품이 개발 선정품 또는 신규개발품으로 지정하는 것이 적합하다고 판단된 경우 이를 개발 선정품 또는 신규

항로표지법

제30조(장비·용품의 개발 등)

- ① 해양수산부장관은 항로표지의 기능 향상과 항로표지 이용자의 편의를 위하여 새로운 기술을 적용한 항로표지용 장비 및 용품을 지정·고시할 수 있다.
- ② 해양수산부장관은 항로표지용 장비 및 용품의 기능과 규격을 통일하기 위하여 그 기준을 정할 수 있다.
- ③ 해양수산부장관은 제1항에 따라 지정·고시한 장비 및 용품을 개발하려는 자에 대하여 예산의 범위 안에서 개발비용의 전부 또는 일부를 지원할 수 있다.
- ④ 해양수산부장관은 항로표지 장비 및 용품의 품질이 우수하다고 인정되는 때에는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 그 사용을 장려할 수 있다.

항로표지법 시행규칙

제27조(항로표지 장비·용품의 개발 등)

- ① 법 제30조제1항에 따른 새로운 기술을 적용한 항로표지용 장비 및 용품의 고시에는 개발절차 및 조건 등이 포함되어야 한다.
- ② 항로표지용 장비·용품 개발자는 개발하려는 제품의 성능을 확인하기 위하여 법 제32조제1항에 따른 검사대행기관(이하 "검사대행기관"이라 한다)에게 시험검사를 신청할 수 있다. 이 경우 시험검사 신청과 결과통보에 관하여는 검사의 신청과 결과통보에 관한 제30조제1항 및 제2항을 준용한다.
- ③ 해양수산부장관은 법 제30조제2항에 따라 항로표지용 장비·용품의 기능과 규격에 관한 기준을 정한 경우에는 이를 고시하여야 한다.
- ④ 해양수산부장관은 법 제30조제3항 및 제4항에 따라 장비·용품의 개발비용을 지원하거나 개발한 장비의 사용을 장려하려는 경우에는 개발비용의 지원, 개발 후의 혜택 및 우선구매 등 지원에 관한 사항을 고시하여야 한다.

그림 7. 해양수산부의 항로표지법과 지원 정책 등



그림 8. 2014년 스페인 IALA 컨퍼런스에 전시된 등명기 제품들

개발품으로 지정할 수 있다.

해양수산부장관은 지정된 개발선택품 또는 신규개발품에 지정번호를 부여한 후 지정서를 신청인에게 교부하고, 지정항로 표지용품 관리부에 등록하여야 하며, 등록이 끝난 때에는 그 사실을 관계기관에 통지하고 관보 또는 주요 일간신문에 공고하고 해양수산부 장관은 개발선택품 또는 신규개발품으로 지정되었을 경우에 우선 구매할 수 있다고 한다.

이러한 정책적 지원사항을 고려할 때, 하이브리드 일체형 등명기 시스템 개발은 국내의 판로개척을 통해 신뢰성을 확보하고 그 이후 인도네시아 파푸아뉴기니 등의 섬이 많은 동남아와 해양 선진국인 유럽 등의 시장에 신기술로 진출할 수 있어 향후 수출시장도 크다고 예상된다.

3. 결 론

최근 해양에너지의 활용과 해양자원 개발에 대한 관심이 부각되고 있는 상황이며, 국내에서도 해양레저 및 마리나 산업에 대한 관심이 점점 고조되고 있다. 이러한 상황에 대비해 국내의 해양관련 전기설비에 대한 기술 수준은 해양 선진국에 비해 다소 낙후되어 있는 수준이다.

본 기고에서는 항로표지 설비 중의 하나인 등명기의 전력시스템 구성과 안정된 전력확보를 위한 하이브리드 일체형 등명기 시스템에 대해 소개하였다. 현재는 거의 대부분이 태양광 발전에 의해서만 등명기의 전력으로 활용하므로 일조시간이 부족한 경우 전력부족으로 등명기 동작이 제한적인 경우가 많다.

그러므로 이러한 제한요인을 해소하기 위해 풍력발전과 태양광 발전을 동시에 활용할 수 있는 하이브리드 일체형 등명기의 개발은 그 활용성이 클 것으로 예상된다. 다양한 항로표지에 사용가능한 범용적 하이브리드 등명기 개발로 국내의 항로표지 설비시장의 판도 변화가 예측된다. 또한 인도네시아, 베트남, 파

푸아뉴기니 등의 동남아시아 및 아프리카 국가들의 항만개발사업 확대에 향후 수출판로도 증가할 것으로 예측된다.

참 고 문 헌

- [1] "IALA 스페인 국제컨퍼런스", 해양수산부, 2013
- [2] "해양수산부 항로표지법", 해양수산부

◇ 저 자 소 개 ◇



정태욱 (鄭泰旭)

1970년 5월 16일생. 1993년 부산대학교 전기공학과 졸업. 1995년 동대학원 전기공학과 졸업(석사). 1999년 동 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1996~2006년 LG전자 DAC연구소 책임연구원. 2006~2007년 한국생산기술연구원 선임연구원. 2007년~현재 경남대학교 전기공학과 부교수.
Tel : (055)249-2628, Fax : (0505)999-2161
E-mail : tujung@kyungnam.ac.kr



정 환 (鄭 桓)

1982년 4월 19일생. 2010년 협성대학교 제품디자인학과 졸업. 2009~2010년 (주)코랄디자인. 2010~2013년 이엔티(주). 2013년~현재 우리해양(주) 연구기획팀 과장.
Tel : (032)623-6627, Fax : (032)232-6698,
E-mail : huanjeong@naver.com



강성복 (姜聖福)

1953년 7월 18일생. 2003년 한국방송통신대 행정학 전공. 1974~2009년 해양수산부 기술 서기관. 2009~2013년 항로표지협회 기술 연구소장. 2014년~현재 우리해양(주) 기술 연구소장.
Tel : (032)623-6627, Fax : (032)232-6698
E-mail : kangsb7968@hanmail.net