

# 해양풍력발전단지 표지등광의 등질선정에 관한 연구

† 양형선

† 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

## Selection of Light Character for Marking with Lights on Offshore Wind Farms

† Hyoung-Seon Yang

† Division of Maritime Transportation System, Mokpo Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

**요 약** : 정부는 2010년 신재생에너지발전전략을 수립·시행함에 따라 2011년 11월 “서남해안 2.5GW 해상풍력개발 종합추진계획”을 발표하였다. 이와 같이 친환경에너지 정책에 따라 해상에 설치되는 풍력발전단지는 계속 증가할 것이다. 해양풍력발전단지의 개발은 풍력뿐만 아니라 해상교통환경도 고려해야 한다. 특히 풍력발전단지의 항로표지는 인근지역을 항해하는 선박과 구조물의 충돌을 방지하는 중요한 역할을 한다. 국제항로표지협회에서는 풍력단지의 식별을 위해 해양풍력단지의 가장자리 구조물(SPS)과 외각 선의 중간 구조물(IPS)에 등광을 설치하도록 규정하고 있다. 그러나 이들 등광을 식별함에 있어 중요한 역할을 하는 등질에 관해서는 언급하지 않고 있고 적합한 등질 선택에 관한 연구도 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 해양풍력발전단지를 표지하는 SPS와 IPS의 등광설치에 관한 국내의 규정을 검토하고 다른 항로표지 등광과 혼동되지 않으면서 식별이 용이한 등질의 패턴과 리듬을 제안한다. 제안된 등질은 시뮬레이션 검증을 수행하였으며, 그 결과 SPS의 등질 “FI Y(4) 12s”와 IPS의 등질 “FI Y 6s”의 조합 동기점멸이 유용한 것으로 분석되었다.

**핵심용어** : 해양풍력발전단지, 항로표지, 등질선정, 등질패턴, 등질리듬

**Abstract** : Korean government sets up a goal that jumps up to the third ranked powerful nation of offshore wind in the world until 2020 and announced “The plan for 2.5-gigawatt wind farm off the south-west coast by 2019”. Such above, according to green energy policy, offshore wind farms(OWF) will be increased continuously. The development of OWF should be taken account of wind volume as well as marine traffic environment. Specially aids to navigation of OWF play a significant role in preventing collision between vessels navigating near waters and structures. For purpose of distinguishing OWF, IALA recommendations define installation of lights on SPS and IPS. However, there is no mention of light character that plays important role in identification of lights as marking offshore wind farm. Also the research on selection of proper light character has been insufficient state. Therefore in this paper, we analyzed internal and external regulations concerned marking with light on SPS and IPS in OWF. And suggested patterns and rhythms of light having not only easily recognized feature but also no confusion with other light of aids to navigation. The proposed light characters were verified by simulation, and the results were analysed that synchronism flickering of “FI Y(4) 12s(SPS)” and “FI Y 6s(IPS)” would be useful in combination of both lights.

**Key words** : offshore wind farm, aids to navigation, selection of light character, pattern of light, rhythm of light

### 1. 서론

해양풍력발전은 중공업, 기계, 전기, 건설, 조선, 재료 등 여러 산업과 연관돼 있어 경제·고용 효과가 매우 큰 산업이다. 정부는 2010년 신재생에너지발전 전략을 수립·시행함에 따라 풍력산업을 제 2의 조선 산업으로 육성하여 해상풍력 강국으로 도약한다는 목표를 설정하고 2011년 11월 “서남해안 2.5GW 해상풍력개발 종합추진계획”을 발표하였다. 따라서 한국전력공사는 2019년까지 한반도 남서해안에 2.5GW 규모의 해양풍력단지를 건설할 계획을 수립하였다. 이 계획은 3단계로 추진된다. 첫 번째 단계는 2014년까지 3~7MW의 터빈으로 구성된 시범사업으로 100MW 규모의 발전이 시작되고 두

번째 단계는 2016년까지 400MW 규모의 시범사업으로 확장하며, 마지막 단계는 2019년까지 2GW의 해양풍력단지를 건설하는 것이다. 국내의 가정에서 사용하는 전력의 시간당 연평균 소모량은 약 4,730 KW이며 2019년이 되면 해양풍력으로 생산된 전력은 총인구의 약 10%에 해당하는 전력소비량을 담당할 수 있을 것으로 전망된다(Sung and Lee, 2013).

이와 같이 정부 친환경에너지 정책에 따라 해상에 설치되는 풍력발전단지는 계속 증가할 것이다. 해양풍력발전단지의 개발은 풍력뿐만 아니라 지리적, 환경적 제반조건을 종합적으로 고려해야 한다. 지금까지 해양풍력발전단지에 관한 연구는 풍력자원을 중심으로 위치선정에 관한 논의가 대부분이었다. 하지만 해상에서는 어로행위, 레저행위 그리고 항해하는 선박

† Corresponding author : 종신회원, epicyang@mmu.ac.kr 061)240-7178

에 대한 해상교통환경도 고려해야 한다. 특히 풍력발전단지의 항로표지는 인근지역을 항해하는 선박과의 충돌을 방지하는 중요한 역할을 한다.

국제항로표지협회에서는 풍력단지의 식별을 위해 해양풍력단지의 가장자리 구조물(Significant Peripheral Structure : SPS)과 외각선의 중간 구조물(Intermediate Peripheral Structure : IPS)에 등광을 설치하도록 규정하고 있다(NAVGUIDE, 2010). 그러나 이들 등광을 식별함에 있어 중요한 역할을 하는 등질에 관해서는 언급하지 않고 있다. 또한 적합한 등질 선택에 관한 연구도 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 해양풍력발전단지를 표지하는 SPS와 IPS의 등광설치에 관한 국내·외 규정을 검토하고 다른 항로표지 등광과 혼동되지 않으면서 식별이 용이한 등질의 패턴과 리듬을 제안하고자 한다.

## 2. 해양풍력단지 등광의 설치 기준

### 2.1 표지 등광의 설치 규정

선박운항의 안전을 위하여 해양풍력발전단지를 표시하는 등광 설치에 관한 규정은 국제적으로 거의 유사한 기준을 갖는다. Table 1에서 보는바와 같이 국내는 ‘항로표지의 기능 및 규격에 관한 기준’의 45조 해양풍력발전단지표지의 설치기준, 미국은 ‘US Coast Guard Aids to Navigation Manual Administration’의 Offshore Renewable Energy Installation 그리고 국제기준으로서는 IALA의 ‘Recommendation O-117 On The Marking of Offshore Wind Farms’에 명시하고 있다.

이들 기준에서는 모두 SPS와 IPS에 등광을 표시하도록 하고 있으며, SPS의 표시 간격은 3NM 그리고 IPS의 표시 간격은 2NM을 초과하지 않아야 한다.

Table 1 Standards for the marking light on OWF

Agency	Standard	Light	
		SPS	IPS
Korea MOF	Marking of Offshore Wind Farms of "Standard and Function for Aids to Navigation"	≤ 3NM	≤ 2NM
US Coast Guard	Offshore Renewable Energy Installation of "Guard Aids to Navigation Manual Administration"	≤ 3NM	≤ 2NM
IALA	Recommendation O-117 On The Marking of Offshore Wind Farms	≤ 3NM	≤ 2NM

Fig. 1은 해양풍력발전단지 항로표지 설치규정에 따라 등광을 설치해야할 SPS와 IPS를 선정한 샘플을 나타낸 것이다.

Fig. 1에 보는 바와 같이 풍력단지 모퉁이 또는 중요한 가장 자리에 위치하는 발전설비 구조물에 3NM이 넘지 않는 간격으로 SPS를 선정하여 등광을 표시하고 있다. SPS의 간격이 넓은 때에는 풍력단지의 외각선에 위치하는 발전설비 구조물 중에서 중간지점에 있는 구조물을 IPS로 선정하며 2NM을 초과하지 않는 간격으로 등광을 표시하고 있음을 알 수 있다.

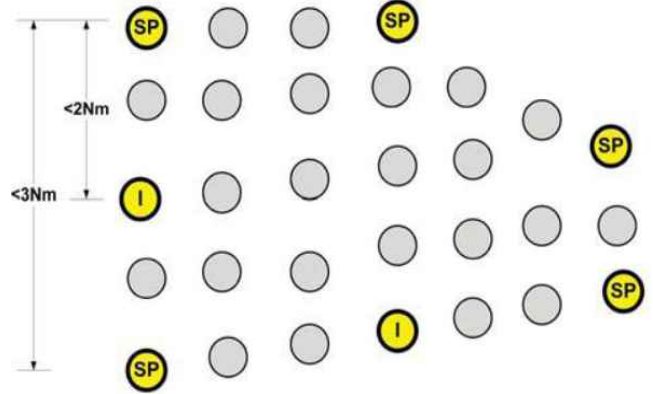


Fig. 1 Sample marking of OWF

### 2.2 표지 등광의 기능

SPS의 표지 등광의 기능에 관한 국내·외 기준을 Table 2에 명시하였다. 우리나라와 미국은 SPS 등광의 특성을 특수표지에 준하고 황섬광을 나타내도록 하고 있지만, IALA는 SPS의 특성은 명시하지 않고 단지 황섬광으로 표시하도록 규정하고 있다(U.S. Coast Guard, 2005). SPS의 등광은 수평면 전방향에서 관측가능하며, 광달거리는 5NM 이상(미국은 4NM 이상) 되어야 한다. 또한 풍력단지의 밀도가 높은 경우에 등광의 증가로 인한 혼동을 피하기 위해 동기점멸을 깊이 고려하도록 권하고 있다(IALA, 2004). 그러나 등질의 리듬에 관한 상세한 기준은 정의되지 않았다.

Table 2 Standards of the marking light on SPS

Light	SPS				
	Character	Direction	Operational range	Rhythm	Synchronism
Korea MOF	Special Mark (Yellow flashing)	360°	≥ 5 NM	Un-defined	High density structure
US Coast Guard	Special Mark (Yellow flashing)	360°	≥ 4 NM	Un-defined	High density structure
IALA	Undefined (Yellow flashing)	360°	≥ 5 NM	Un-defined	High density structure

풍력발전단지가 넓어 SPS의 간격이 넓을 때에는 풍력단지 외각선의 중간지점(IPS)에 있는 구조물에도 황색섬광 등광을 설치하여야 한다. IPS 표지 등광의 기능에 관한 국내의 기준을 Table 3에 명시하였다. IPS의 등광은 수평면 전방향에서 관측가능하며, 광달거리는 2NM 이상 되어야 한다. 또한 풍력단지의 밀도가 높은 경우에 등광의 증가로 인한 혼동을 피하기 위해 동기점멸을 깊이 고려하도록 권고하고 있다. 그러나 등광을 식별함에 있어 중요한 역할을 하는 등질의 리듬에 관한 상세한 기준은 SPS와 마찬가지로 정의되지 않았다.

Table 3 Standards of the marking light on IPS

Light	IPS				
	Character	Direction	Operational range	Rhythm	Synchronism
Korea MOF	Special Mark (Yellow flashing)	360°	≥ 2NM	Un-defined	High density structure
US Coast Guard	Special Mark (Yellow flashing)	360°	≥ 2NM	Un-defined	High density structure
IALA	Undefined (Yellow flashing)	360°	≥ 2NM	Un-defined	High density structure

### 3. 해양풍력발전의 등광 특성 선정

#### 3.1 패턴선정

국내·외 풍력발전단지 표지 등광은 특수표지의 황색 섬광등(Flashing light)을 사용하도록 정하고 있어 기본적으로 섬광의 형식을 사용하는 등광을 고려 대상으로 선정하였다. Table 4에는 IALA 해상부표식의 섬광등의 분류와 특별 용도를 표시하였다.

Table 4 Particular use of flashing light in IALA


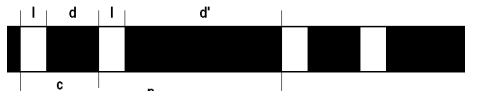
Flashing light	Abbreviation	Particular use in the IALA Maritime Buoyage System
Single	Fl	Yellow light indicates a special mark(Fl Y).
Long	LFl	White light, 10s period indicates a safe water mark(LFl W10s).
Group	Fl(#)	White light, a group of two flashes, in a period of 5s or 10s, indicates an isolated danger mark(Fl(2) W5s, Fl(2)W10s). Yellow light with a group of four, five indicates a special mark(Fl(4) Y, Fl(5) Y).
Composite group	Fl(#+#)	Red or Green light with a group of (2 + 1) flashes indicates a modified lateral mark(Fl(2+1)R, Fl(2+1)G). Yellow light indicates a special mark(Fl(#+ #)Y).

국내 ‘항로표지의 기능 및 규격에 관한 기준’ 및 ‘IALA 해상부표식’에서는 특수표지의 등질은 임의적으로 정하되 단, 방위표지, 고립장해표지 또는 안전수역표지에 규정된 이외의 등질을 사용하여 다른 항로표지 등광과 혼동을 초래하지 않도록 규정하고 있다. 따라서 안전수역표지로 사용되는 장섬광(Long flashing light)과 항로 측방표지로 사용되는 복합군섬광(Composite group light)은 고려대상에서 제외하였다. 또한 군섬광(Group flashing light) 중에서 황색 4 섬광과 5 섬광이 특수표지에 사용되므로 이들 특성을 고려대상에 포함하였다.

Table 5는 해양풍력발전단지 표지 등광의 패턴으로 선정된 단섬광과 군섬광의 설계 사양을 나타낸 것으로서 단섬광의 암간은 섬광보다 3배 이상이어야 한다. 또한 군섬광의 설계사양은 다음과 같다.

- 1주기 안에 섬광간의 암간은 등간격이며 연속하는 암간보다 분명하게 짧다.
- 1주기 안에 섬광수는 일반적으로 5 섬광 이하이어야 한다(6 섬광은 예외적으로 사용).
- 1주기 안에 암간의 합은 섬광의 합보다 길어야 한다.
- 섬광군과 다음 주기 섬광군간의 암간은 섬광군내 암간의 3배 이상이어야 한다.
- 1주기 안에 섬광군이 2 섬광인 경우 2섬광간 1 암간과 1 섬광의 합은 1초 이상이어야 한다.
- 1주기 안에 섬광군이 3 섬광 이상인 경우 1 암간과 1 섬광의 합은 2초 이상이어야 한다.

Table 5 IALA specification of single and group flashing light

Flashing light	IALA Specification	Consideration
Single	 <p><math>d \geq 3l, p \geq 2s</math></p>	Fl Y
Group	 <p><math>d' \geq 3d, d \geq l, c \geq 1s, l \leq 5 \text{ flashes}</math> if flashes <math>\leq 2</math> then <math>(1st l + 1st d) &gt; 1s</math> if flashes <math>\geq 3</math> then <math>(1st l + 1st d) \geq 2s</math></p>	Fl(4) Y Fl(5) Y

#### 3.2 리듬 선정

등광의 리듬을 선정하기 위해서는 ① 섬광(Flash)의 지속시간, ② 암간(Darkness)의 지속시간, ③ 등광의 주기(Period)를 우선 고려하여야 한다.

1) 섬광의 지속시간

섬광의 지속시간을 선정하기 위해서는 다른 항로표지 등질과 혼동되지 않아야 한다. IALA Recommendation O-117에서는 해양풍력발전단지에 포함되지 않는 기상관측탑과 같은 설비는 해양구조물로 간주하고 모스부호광(Morse code light) “U(· · -)” 문자의 백섬광을 사용하도록 정하고 있다. 이 때 모스부호광의 단점(dot)은 0.5초의 섬광, 장점(dash)은 단점의 3배 이상이 되는 명간을 갖는다. 또한 방위표지에 사용되는 군급섬광등(Group quick light)은 0.5 초의 섬광을 갖는다. 국내의 점멸식 소형등명기 유효광도 기준에 따르면 250 mm 렌즈를 장착할 때 단섬광(명간 1 초)는 300 cd, 단섬광(명간 0.5초)는 275.1 cd로 단섬광(명간 1 초)이 유효광도가 높은 것으로 나타난다(Jeong et al., 2004). 섬광이 2 초 이상이면 장섬광등(Long flashing light)과 혼동을 초래할 수 있다. 따라서 해양풍력발전단지에서 설치될 수 있는 이들 등광과 구별이 되도록 하기위해 단섬광등 및 군섬광등의 섬광 지속시간은 1 초로 정한다.

2) 암간의 지속시간

단섬광등의 암간 지속시간은 섬광 지속시간의 3 배 이상이 되므로 섬광이 1 초일 때 3 초 이상이 되어야 하며, 단섬광의 식별을 용이하게 하기 위해서는 암간이 너무 길지 않아야 한다.

군섬광인 경우, 섬광사이의 암간 지속시간은 섬광의 1 배 이상이 되므로 섬광이 1 초일 때, 암간은 1 초 이상이 되어야 하며, 위에서 4 또는 5 섬광의 군섬광등을 선정함에 따라, 섬광 지속시간이 2 초 이상이 되면 군섬광등의 주기가 너무 길게 되어 식별이 용이하지 않으므로 1 초로 정한다.

군섬광등의 그룹사이 암간 지속시간은 섬광사이의 암간보다 3배 이상이므로 섬광사이의 암간이 1 초, 그룹사이의 암간 지속시간은 3 초 이상이 된다.

3) 주기

IALA Recommendation O-114 따르면, 해양구조물의 등광에 사용되는 모스부호광은 운항자들의 식별기능을 향상하기 위해 그 주기가 최대 15초를 넘지 않도록 하고 있다 (IALA, 1998). 따라서 군섬광의 주기는 15 초 이하를 고려한다. 다만, 단섬광의 경우에는 주기가 너무 길면 식별이 용이하지 않으므로 군섬광 주기의 1/2 미만인 7초 이하를 고려한다.

위에서 제시된 등광의 패턴과 리듬을 만족하고 SPS와 IPS를 동시에 조합하여 풍력단지를 표시할 경우에 이들 등광이 모두 동기 점멸될 수 있는 방안을 검토한 결과, 최종 선정된 두 그룹의 패턴과 리듬을 Table 6에 나타내었다. 따라서 풍력단지의 SPS 또는 IPS를 표시하는 등광의 리듬은 총 4가지가 됨을 알 수 있다.

Table 7은 Table 6에서 제안된 등광의 설계리듬을 형상화한 것으로써, 1 번 항목은 황색 4섬광(Fl Y(4) 12s)의 주기가

12초로 단섬광(Fl Y 6s) 주기의 2배가 되고 2번 항목은 황색 5섬광(Fl Y(5) 12s)의 주기가 단섬광(Fl Y 4s) 주기의 3배가 되어 군섬광 그룹의 초기 점멸과 단섬광의 점멸이 동기화됨을 나타내고 있다.

Table 6 Proposed light rhythm of SPS or IPS on wind farm structures

Case	Abbreviation	Light Rhythm				Synchronism	
		Flash	Darkness	Eclipses between groups	Period		
1	SPS or IPS	Fl Y(4)	1s	1s	5s	12s	○
		Fl Y	1s	5s		6s	
2	SPS or IPS	Fl Y(5)	1s	1s	3s	12s	○
		Fl Y	1s	3s		4s	

Table 7 Flickering methods on proposed light rhythm of SPS or IPS

Case	Abbreviation	Light Rhythm	
1	SPS or IPS	Fl Y(4)	
		Fl Y	
2	SPS or IPS	Fl Y(5)	
		Fl Y	

4. 시뮬레이션 및 고찰

해양풍력발전단지를 표시하기 위해 선정된 4 가지 등광리듬의 유용성을 확인하기 위해 목포해양대학교에 설치된 Kongberg사의 Polaris Desktop Bridge Simulator DNV-A 모델을 사용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 수행자는 총 20명으로 3항사 이상의 자격을 가지고 3년 이상 승선경력 가진 운항자 10명과 승선실습을 마친 학생 10명으로 구성하였다. 또한 검증을 위해 제주특별자치도 서귀포시 모슬포항 전면 수역에 설치될 대정해상풍력단지를 대상으로 3차원 데이터베이스를 구축하였다. 이 풍력단지는 2016년 12월까지 총 29기의 발전타워가 건설될 예정이며 단지의 면적은 29,000,000㎡, 수심은 20~30 m로 분포한다.

Fig. 2에는 제주 대정해상풍력단지를 대상으로 제작된 3차원 데이터베이스 모델을 표시하였고 Fig. 3은 풍력단지의 발전설비 배치도와 해양풍력단지 구조물에 표지 등광이 설치될 SPS와 IPS 지점을 나타낸 것이다. 등명기의 설치 높이는 국

내 항로표지설치기준에 따라 최고만조위로부터 최소 6m 이상 회전날개 밑에 그리고 해상풍력발전기의 하부구조물에 설치해야한다. 따라서 등광은 평균수면으로부터 20m 높이에 설치하였다.



Fig. 2 3D database model of Daejeong OWF

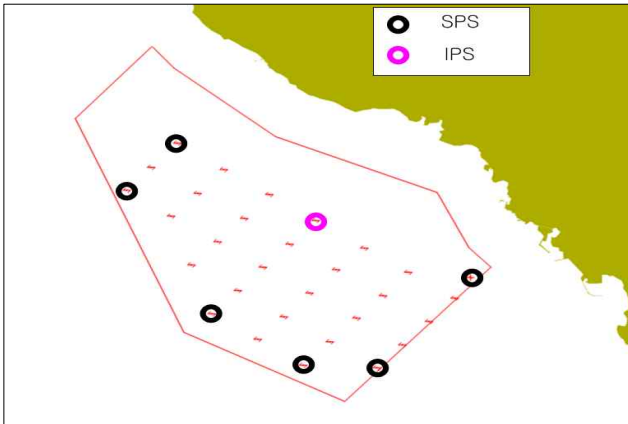


Fig. 3 Site plans of Daejeong OWF

Fig. 3에 표기된 구조물에 Table 6에 제안된 4 가지 등질의 특성을 구현하고 풍력단지로부터 남서쪽 5마일 안에서 선박을 운항하면서 등질을 관찰하도록 하였다. Fig. 4는 설계된 해양풍력단지의 등광이 표시된 해역을 운항하는 시뮬레이션 수행 장면을 나타낸 것이다.



Fig. 4 The picture of performance for simulations

먼저 SPS 표지등광으로써 어떤 등질을 선호하는지를 파악하기 위해 Table 8에 표시된 4 가지 등질을 순차적으로 SPS에 동기점멸 되도록 하고 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과 Table 8의 선호도 조사에 나타난 바와 같이 단섬광 보다는 군섬광을 선호하였으며 그중에서 “Fl Y(4) 12s”를 가장 선호하였다. 하지만 나머지 3 가지의 등질의 선호도가 유사하여 4 가지 모두 풍력단지의 SPS 등광으로 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

Table 8 Mariner preference for light rhythm of SPS on wind farm structures

SPS	Abbreviation	Light Rhythm				Preference (person)
		Fl Y	Dark ness	Eclipses between groups	Period	
1	Fl Y(4)	1s	1s	5s	12s	9
2	Fl Y	1s	5s		6s	3
3	Fl Y(5)	1s	1s	3s	12s	5
4	Fl Y	1s	3s		4s	3

다음으로 SPS와 IPS를 조합하여 동시에 사용할 경우 어떤 그룹이 식별에 유용한지를 파악하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다. 위의 SPS 표지 등광 선호도 결과에서 SPS 표지 등광으로 군섬광을 선호하였으므로 Table 9에 표시한 바와 같이 SPS는 군섬광, IPS는 단섬광을 입력하고 동기점멸 되도록 한 상태에서 2 가지 그룹에 대한 등질을 관찰하도록 하였다. 단, SPS의 광달거리는 5 마일, IPS의 광달거리는 2 마일로 설정하였다. 그 결과 Table 9에서 보는 바와 같이 “Fl Y(4) 12s(SPS)”와 “Fl Y 6s(IPS)”의 조합을 더욱 선호하는 것으로 조사되었다.

Table 9 Mariner preference for light rhythm of SPS+IPS on wind farm structures

Case	Abbreviation	Light Rhythm				Preference (person)
		Flash	Dark ness	Eclipses between groups	Period	
1	SPS Fl Y(4)	1s	1s	5s	12s	15
	IPS Fl Y	1s	5s		6s	
2	SPS Fl Y(5)	1s	1s	3s	12s	5
	IPS Fl Y	1s	3s		4s	

등광에 사용되는 광원으로써 반도체 발광다이오드는 기존의 등명기에 비해 저전력 소비 및 장수명의 장점을 가지며 또한 같은 소비전력 규모의 반도체 발광다이오드는 그 밝기가 기존의 해상용 등명기에 비해 2~3 배의 광도를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있다(Kwon et al., 2004). 따라서 발광다이오드 광원을 사용한 등명기가 설치된다면 유지보수 비용을 절감

할 수 있고, 특히 배면광으로 인한 광원의 산란을 방지하여 해양풍력발전단지의 식별을 향상할 수 있을 것으로 기대된다.

## 5. 결론

전세계적으로 친환경에너지를 이용한 전력생산을 위해 해양풍력자원의 이용이 급증하고 있는 가운데, 우리나라도 해양풍력단지 개발을 위한 시범사업을 실시하고 있다. 이러한 해양풍력단지의 설치에 인근 수역을 항해하는 선박에 위험을 초래할 수 있으므로 안전한 항해를 위해 항로표지가 반드시 설치되어야 한다. 특히 풍력단지를 표지하는 등광의 설치와 등질의 선정은 장애물 식별을 위해 무엇보다 중요한 것으로 사료된다. 따라서 해양풍력발전단지의 구조물에 설치되는 SPS 등광과 IPS 등광의 등질 선정에 관한 연구를 시행하였다.

본 연구에서는 해양풍력발전단지의 항로표지 설치에 관한 국내·외 기준을 조사하여 등광의 설치 사양을 분석하고 다른 항로표지등의 특성과 혼동되지 않으면서 SPS와 IPS 등광의 조합에서도 동기점멸이 가능한 4 가지 황색섬광등의 등질을 제안하였다. 제안된 등질을 대상으로 시뮬레이션 및 고찰을 통해 SPS 등광만 설치할 경우 그 등질로서는 “Fl Y(4) 12s”가 가장 유용한 것으로 확인되었다. 또한 대규모 해양풍력발전단지에서 SPS와 IPS 등광의 조합이 필요한 경우에는 “Fl Y(4) 12s(SPS)”와 “Fl Y 6s(IPS)”의 조합 동기점멸이 유용한 것으로 분석되었다.

향후 연구과제로서 해양풍력발전단지의 표시등광은 그 지역의 배면광에 따라 시인성에 영향을 받으므로 배면광을 포함한 상황에서 시인성 향상을 위한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## References

- [1] IALA(1998), "Recommendation O-114 on The Marking of Offshore Structures", pp. 3-7.
- [2] IALA(2004), "Recommendation O-117 on The Marking of Offshore Wind Farms", pp. 3-10.
- [3] Jeong, J. H., S. H. Song, Y. K. Heo and H. Kim(2004), The analysis of beam divergence and the effective intensity of extinction light signal on aids to navigation, Annual Spring Conference of The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers, pp. 189-191.
- [4] Kwon, H. D., T. H. Hong and G. K. Park(2003), The Study of lantern-lighting in Navigational aids system and the view of its hereafter technical development, The annual spring proceeding of Journal of Korean Society of Marine Environment & Safety, p. 122.
- [5] NAVGUIDE(2010), "Aids to Navigation Manual", IALA, pp. 125-127.

- [6] Sung, Jin Ki and Tae Jin Lee (2013), Study on Present Status and Future Direction of Korean Offshore Wind Power, The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 62, No. 3, pp. 312-321.
- [7] U.S. Coast Guard(2005), "Aids to Navigation Manual Administration", pp. 4.36-4.38.

---

원고접수일 : 2014년 3월 3일  
 심사완료일 : 2014년 3월 19일  
 원고채택일 : 2014년 3월 21일