

# 부유식 해상풍력 발전 설비의 최적 위치에 관한 연구

이윤석\* · 유용웅\*\*

\*, \*\* 한국해양대학교 해사대학

## A Study on the Optimal Installation Position of Floating Offshore Wind Turbine

Yun-Sok Lee\* · Yong Ung Yu\*\*

\*, \*\* Korea Maritime and Ocean University

핵심용어 : 부유체, 해상풍력, 최적위치, 교통조사, 안전거리

Key Words : Floating Offshore, Wind turbine, Optimum position, Traffic survey, Safety distance

### 1. 사업 개요

사업 목적, 개요 및 범위

- ✓ 울산대학교 해양에너지기술 연구센터는 해상풍력발전 실증 프로젝트 수행을 위하여 부유식 해상풍력 발전시스템 1기 설치를 추진하고 있으며, 부유식 해상풍력 발전설비 설치 및 운영을 위한 안전대책 수립 등 공유수면 인허가에 요구되는 해상교통안전진단을 실시하였음
- ✓ 부유식 해상풍력 발전 설비가 해상교통에 미치는 영향을 정량적으로 분석하여 최적 위치 결정

- ✓ 최초위치 북위 35° 17'60" 동경 129° 20'30"
- ✓ 현장조사 분석결과 안전영역 및 예 · 부선 통항구역으로 해당사고 개연성이 존재하는 것으로 확인
- ✓ 최종위치 북위 35° 19'40.6" 동경 129° 20'32.6"
- ✓ 사업범위 : 울산군 서성면 신암리 앞 남측 4.0km 내외 해상구역
- ✓ 점유면적 : 282,734m<sup>2</sup>
- ✓ 부유체 영상 : 반잠수식 또는 원기둥 영상

### 1. 사업 개요

국외 해상풍력 현황

부유식 해상풍력발전 플랫폼은 미국, 유럽을 중심으로 활발한 연구 및 실증이 진행, 국내는 아직 기술개발 시작단계로, 국내 조선 및 해양플랜트 기술을 접목해 해상에 설치 한다면 **세계 4번째 국가**로 기록 됨

80kW	1:6 축소모델				

앞서 상륙된 Blue H는 800이 작아 부유식 형식의 시범에 무리없음

Full Scale Prototype 해외 실증 시험 > 경부지역에 의한 2017년 상용발전 시작

**세계 4번째 국가**

### 1. 사업 개요

해상풍력 발전 설비 실증 사이트

- [한반도 등압선도]
- 수심 [m]
- [국내 해상등압선도]
- 해안지형도 [Wind]

- 국내의 연10분 평균 8.5m/s 이상의 고품질 풍황 해역
- 동해의 포항 호미곶 · 울산, 부산 / 남해안 일대 / 제주해역
- 약 16,000MW 이상의 시장 확보가 가능 => 내수시장 진출이 가능
- 대부분 수심이 40m 이상 => 부유식 해상풍력의 적극적인 개발과 확산이 필요 함

### 2. 해상공사 세부내용

해상 공사별 장비상세

영커제인 설치	발전기와 체인 체결
<ul style="list-style-type: none"> <li>순송바지</li> <li>영커체인을 선적하여 위치까지 운송(영커와 체인 설치 및 고정용)</li> <li>터그보트(3500HP)</li> <li>체인설치 작업 시</li> <li>순송바지 예인 및 설치위치 보정용 각 1대씩 총 2대 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>터그보트(5000HP)</li> <li>작업 시 발전기를 설치지점까지 예인</li> <li>해상크레인</li> <li>체인을 인양하여 발전기와 연결</li> <li>잠수장비 운송선</li> <li>수중작업을 위한 장비 운송 및 잠수부이동</li> </ul>

\* First Author : lys@kmou.ac.kr, 051-410-5098

### 3. 안전진단 법령 검토

○ 해사안전법 제15조 해상교통안전진단, 해사안전법 시행령 제 7조의 2(안전진단대상사업의 범위)

**[참표 2의 2]의 구분 3. "수역에 설치되는 교량·타설·케이싱 등 시설물의 건설·부설 또는 보수"**

마. 다음의 어느 하나에 해당하는 시설물(선박 계류시설은 제외한다)을 설치하는 사업으로서 공유수면의 침용·사용 또는 공유수면 매립 수역의 폭이 200미터 이상이거나 연적이 2만 제곱미터 이상인 경우. 다만, 해당 수역의 수심이 4미터 미만인 경우는 제외한다.

1) 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조제1항에 따른 공유수면 침용·사용의 허가를 받아야 하는 시설물을 설치하는 사업

마. 항과 관련하여 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조제1항에 따른 공유수면 침용·사용의 허가를 받아야 하는 경우에 해당함. - 동법 제8조 제1항 제2호에 따라 「공유수면의 부두, 방파제, 교량, 수문, 산·재정비나지 설치에 해당.

○ 해사안전법 제16조 ② 2. 그 밖의 선박의 항행에 미치는 영향이 적은 시안으로 해양수산부장관이 정하여 고시하는 시안

- 해상교통안전진단시행지침 [별표 4] "수역에 설치되는 시설물의 건설,부설 또는 보수"

▶ 수역에 설치되는 시설물의 건설 부설 및 보수 적용

- 해당 「공유수면 관리 및 매립에 관한 법률」 제8조제1항에 따른 공유수면 침용·사용의 허가를 받거나 같은 법 제10조 제1항에 따른 공유수면 침용·사용의 협의나 항행에 영향을 받아야 하는 경우 또는 같은 법 제 26조 1항에 따라 공유수면 매립허가를 받아야 하는 경우로서 다음의 어느 하나에 해당하는 경우
- 1) 관리선박이 중첩할 수 없는 공유수면 침용·사용 또는 매립 하는 경우

⇒ **관리선박이 소주주 서양면 신항로 외역에는 100m 이상의 관리선박이 발원 4회 미만으로 항행 하여 항행 선박이 빈번하지 않은 해역으로 항행에 대한 위험성 및 사고의 개연성은 낮다고 판단됨**

### 5. 해상교통량 분석

해상교통량조사(한나라호 현장조사 2017년 8월 24일 10:30~18:30)

거리	50	100	150	200	250	합계
방향	100	150	200	250	250	
	8	11	0	0	0	20

  

선종	배부선	어선	합계
방향	8	1	20

최근접 여부선 이격거리 150m

### 4. 자연 및 항행여건 분석

#### 항행 환경 분석

- ✓ 설치위치 인근시설
  - 유조선 통항금지역역
  - 고리외전 불항행: 안전 청정누리호 임 - 출항(GT 2,959T, LOA:78.6m, Bread:15.8m, Draft: 4.2m)
- ✓ 항만 운영 현황
  - 울산항 통항시 주의 사항: 유조선 통항금지역역 (해항역지 인근 수역), 1항로 합류지점 통항 주의
  - 울산항 관제 현황: 3개 구역 (1Sector VHF Ch.14 2Sector VHF Ch.14, 3Sector VHF Ch.16, 예선 VHF Ch.06)
- ✓ 해양사고 조사
  - 최근 5년 (2012 ~ 2016) 해양안전안전진단 사고위험정보 (60일 이내) 해양사고: 32건
  - 선종별 분석: 어선 (19척(60%), 통항보트(유조선(1.3%), 예선(8%), 금융선(오트케미칼항커저장차선(3%))
  - 원인별 분석: 기온상승(25%), 풍랑(16%), 좌초(9%), 화재(4%), 기타(6%)
  - 소형선박 조우 시 사고방지를 위한 안전대책 수립 필요.

### 5. 해상교통량 분석

#### 해상교통조사 종합 평가

- ✓ GICOMS 자료 분석: 2014. 2. 20 ~ 2. 22, 4. 22 ~ 4. 24, 7. 1. ~ 7. 3, 10. 23. ~ 10. 25(총 288시간)
- ✓ 현장조사 (AIS, RADAR, 북시 관측): 2017. 8. 16. ~ 8. 18.(현장조사), 2017. 8. 24 10:30~18:30(한나라호)
- ✓ 대상지역의 교통흐름 및 교통특성 조사 - 분석

- 1) 현장조사: 주요 방향 패턴: 총 36척
  - 항커선(34%), 23척, 예선(21% 14척), 예부선(17% 11척) 등
  - 100m이상의 선박들이 주로 통항하며 항커선이 주를 이룸. 사업대상지 해역은 통항하는 어선의 항행이 많지 않음
- 2) 한나라호 현장조사(35° 19' 40.6" N / 129° 20' 32.6" E)
  - 주요 방향 패턴: 총 20척
  - 항커선(55%, 11척), 예부선(40% 8척), 최근접 이격거리: 150m(예부선)

⇒ 통항 선박의 안전 항행이 확보되어야 하고, 기동적 VTS 관제 범위 내로 설치될 필요성이 있어 변경된 위치를 제안.

### 5. 해상교통량 분석

해상교통량조사(AIS/Radar/북시 관측 2017년 8월 16일 ~ 8월 18일)

#### 2017년 8월 18일 AIS Data

내측 연안 통항 선박

거리	50	100	150	200	250	300	경보 이상	합계
방향	100	150	200	250	300	300	0	2
	24	10	0	0	0	0	0	38

  

선종	배부선	어선	합계
방향	7	2	3
	11	8	20

### 7. 종합의견

#### 종합결론

- 설치 대상 위치 해역 인근을 부산에서 울산으로 이동하는 연안 댕커선과 예부선이 다수 이용하여 무인으로 설치 운영되는 고정식 부유체와 직접적인 충돌 및 접촉 개연성이 존재
- 통항 선박의 안전 확보를 위해 현장조사, GICOMS 분석하여, VTS 관제범위에 포함되며 통항 선박 과 직접적인 간섭 배제, 설치 적정 수심이 확보되는 해역으로 설치 변경을 확정
- ⇒ **위도 35° 17'60" (N) 경도 129° 20'30"(E) 에서 위도35° 19'40.6" 경도129° 20'32.6"**
- 부유식 해상통력 설치 사업자, 운영자는 울산항 안전관리기관, 해운회사, 해양경찰, 해상교통관제센터 등과 긴밀한 협력체계의 유지 및 각 직업전반에 대한 사전 홍보와 대응 필요