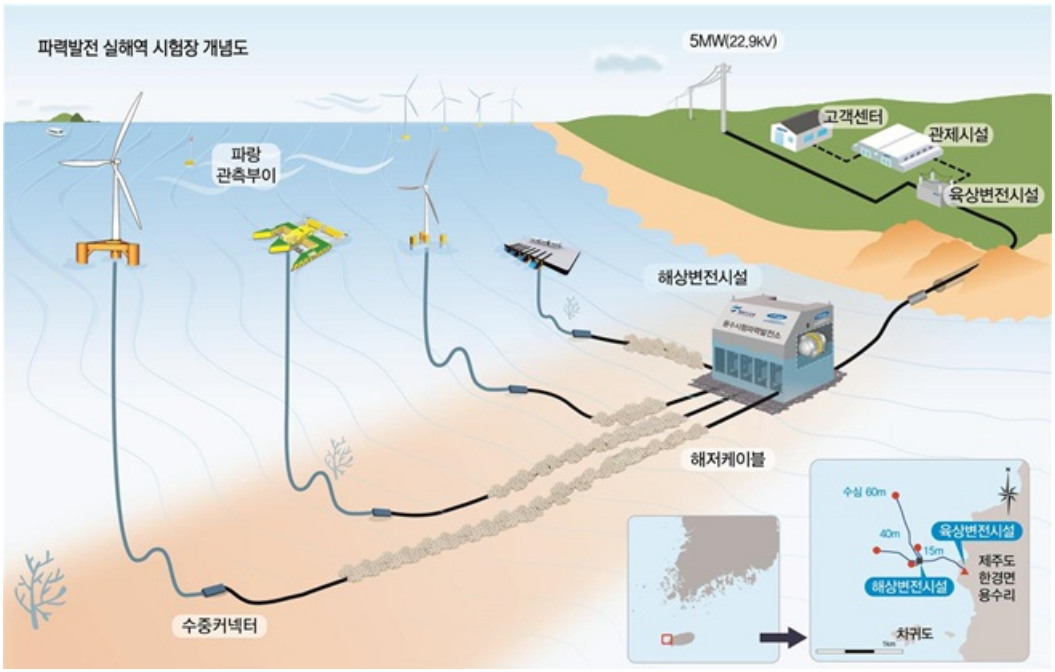


파력발전 실해역 시험장 소개

글 : 김길원 선임연구원, 임창혁 선임기술원 / kimkilwon@kriso.re.kr, ckdgur1092@kriso.re.kr

제주특별자치도 제주시 한경면 용수리 해안에 위치한 선박해양플랜트연구소 파력발전 실해역 시험장(이하 파력시험장)은 파력발전, 부유식 해상풍력 발전, 그린 수소 생산 등의 해양 신에너지 및 해양 재생에너지(이하 해양신재생에너지) 시스템의 실해역 성능 검증이 가능한 인프라이다. 특정 기술의 개발단계에서 기술의 성숙 정도를 객관적으로 측정·평가·비교하기 위하여 기술성숙도(TRL : Technology Readiness Level)를 도입하였다. 상용화 단계인 TRL 9로 진입하기 위하여, 파일럿 규모의 시작품에 대한 유사환경에서의 성능평가가 (TRL 6) 요구되고 있다. 특히, 신개념 해양신재생에너지 시스템의 개발 시에는 실제 해상 조건에서 다양한 실증시험을 통해 성능, 안전성, 환경성 등을 평가하여 해당 기술의 검증과 보완의 일련의 과정을 반드시 거쳐야 한다. 그러나 해양신재생에너지 개발자(이하 개발자)는 실증을 수행하기 위해 환경데이터 확보, 인프라 구축, 실증 해상공간 확보를 위한 인허가 취득, 주민 수용성 확보 등과 같이 많은 시간과 비용을 부담해야 하는 난관에 직면하게 된다. 이러한 개발자가 실증 시 겪어야 하는 어려움을 경감하고자 해양수산부는 해양청정에너지기술개발사업의 일환으로, '파력발전 실해역 시험장 구축' 과제를 통해 파력발전을 비롯한 해양신재생에너지 실해역 시험에 꼭 필요한 시설을 확보하였으며, 2020년 9월에 구축이 완료되어 현재 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소가 운영 중에 있다 [1].

〈파력시험장 전경〉

파력시험장 인허가

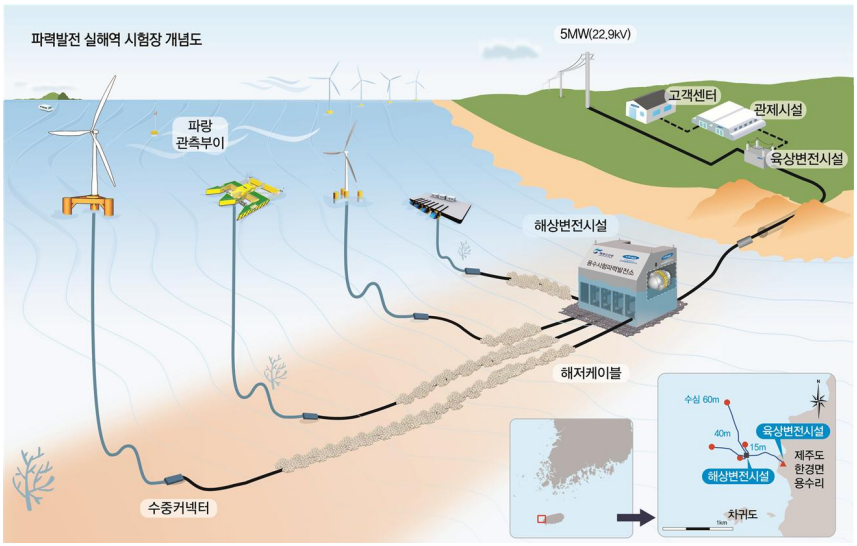
해상에 대형 인프라를 구축하기 위하여 선행되어야 할 단계가 인허가이다. 파력시험장의 인허가 업무는 해상 공간 점유를 위한 점사용 허가와 생산된 전력을 전력계통망에 보내기 위한 계통연계 허가로 나누어진다. 또한, 제주지역 특성상 개발사업 시행승인이라는 큰 틀에서 해당 지자체(제주특별자치도, 제주시), 산업통상자원부 전기위원회 등의 인허가 기관과 긴밀한 협의 하에 진행되었다. 공유수면점용·사용허가를 위해 해역이용협의, 주민동의, 해상교통안전진단 등의 다양한 세부 인허가를 진행하였으며, 발전사업허가를 위해 주민의견, 계통접속의견 등을 해당 기관과 협의하여 진행하였다. 한편, 파력시험장을 활용한 신규 시험장치 실증 시에는 장치의 특성에 따라 추가적인 협의 또는 인허가 변경이 필요할 수 있다. 다만, 개발자들이 해당 절차를 처음부터 진행하게 된다면 많은 시간과 비용을 소모하게 되어, 불확실성을 해소하고 시간과 비용을 최소화한다는 측면에서 이미 획득한 파력시험장 인허가는 추후 다양한 해양신재생에너지 실증에 중요한 기반이 된다.

파력시험장 시설 및 장비 구성

파력시험장은 공유수면점사용 허가를 받은 시험구역(정박지)이라는 해상공간을 제공하며, 해상전력전송설비, 원격감시제어시스템(Supervisory Control and Data Acquisition system; SCADA), 육상부대시설, 해양환경계측시스템 등의 시설. 장비가 구축되어 있다. 시험구역은 총 5개소로 구성되어 있으며, 1번 시험구역(수심 15m)은 진동수주형 파력발전용 공기터빈-발전기-전력변환장치 통합시험이 가능하고, 2, 3번 시험구역(수심 20m)은 소형 파력발전 또는 착저식 파력발전 성능시험, 4번 시험구역(수심 40m)과 5번 시험구역(수심 60m)은 부유식 파력, 부유식 풍력, 파력-풍력 복합발전 성능시험이 가능하다[2].

해상전력전송설비는 발전장치로부터 생산된 전력을 국가 전력계통망에 연계하기 위해 필요한 시설이다. 육상 및 해상변전시설, 해상변전시설로부터 각 시험구역까지 포설된 해저케이블 및 수중커넥터로 구성되며, 접속계통용량 기준 총 5MW 설비이다. 시험장을 이용하는 개발자는 장치의 설치를 완료한 다음 수중커넥터를 이용하여 기 포설된 해저케이블과 연결하여 계통연계 실증이 가능하다. 해저케이블은 전력전송을 위한 3상-22.9kV-50㎟와 원격제어신호 송수신을 위한 24 싱글모드 광케이블이 포함되어 있다. 또한, 시험장 해역 내 각종 선박 항행과 어업활동이 이루어지고 있어 투묘, 어로 작업 등으로 인한 해저케이블 손상을 방지하기 위해 주강관, 스톤백(stonebag), FCM(Flexible Concrete Mat) 등의 1, 2차 보호공으로 보호되고 있다.

육상부대시설은 관제 시설과 고객센터로 구성된다. 관제 시설에는 시험장 시설 안전관리와 해역 내 항행 안전을 확보하기 위해 AIS(Auto Identification System), V-PASS, Radar, CCTV 등을 포함한 원격감시제어시스템[3]을 구축하여 운용하고 있으며, 고객센터에는 개발자가 실증시험 중 장치의 제어 및 모니터링을 위해 상주할 수 있는 공간이 마련되어 있다. 해양환경 계측시스템은 풍향·풍속, 기압을 측정하기 위한 소형 기상대와 파랑, 조류 등을 계측하기 위한 파랑계측장비로 구성되어 있으며, 고정식 파고계(NORTEK社 AWAC, SIGNATURE)와 부이식 파고계(Datawell社 Waverider)를 운용하고 있다.

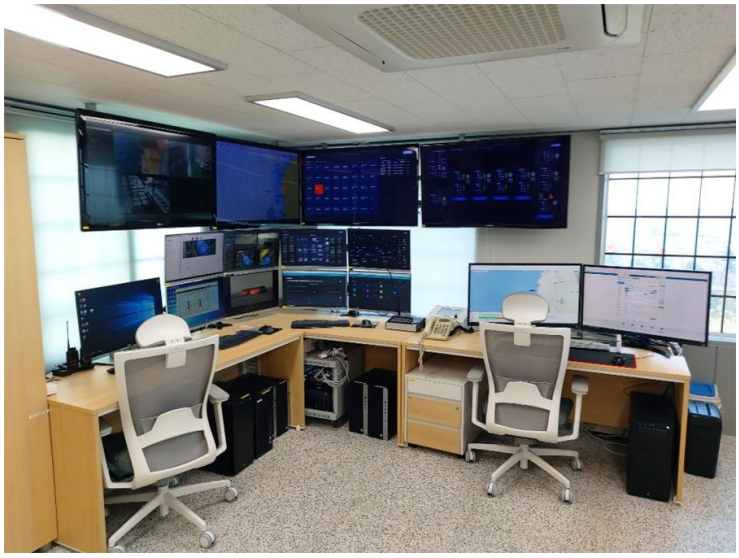


〈파력시험장 개념도〉

파력시험장의 운영

해양재생에너지의 실해역 실증은 생산된 전력을 국가 전력계통망으로 송전하는 계통연계 시험과 자체적으로 소모하는 비계통 시험으로 구분할 수 있다. 파력시험장은 개발자가 요구하는 시험 내용에 따라 해당 시험에 적합한 해역공안 제공, 인허가 대행, 시험장 시설⊠장비 임차, 실해역 성능평가를 위한 환경데이터(수심, 파랑, 조위 등) 제공 등을 수행한다. 파력시험장은 시험의 전 단계에서 시험 종류에 따라 실증장치의 시험계획(장치 세부사양, 구조 및 계류 안전성, 설치⊠운용⊠회수계획, 운용인원, 비상연락망 등)을 검토하고, 설치 및 회수 단계에서 발생할 수 있는 안전사고를 대비하여 공사보험가입, 안전관리계획 등을 검토한다. 실증장치의 장기 운용 시 필요에 따라 시험장 시설과 실증 장치의 안전을 확보하기 위하여 장치의 상태를 실시간으로 확인할 수 있도록 시험장의 SCADA와 연계하는 작업을 거칠 수 있으며, 항시 시험장과 장치 운용자 간 긴밀한 협력체계를 수립하여 운영하도록 하고 있다. 이와 더불어 시험장 시설⊠장비의

오류 또는 고장으로 인해 실증시험에 지장이 발생하지 않도록 주기적인 점검과 유지보수를 통해 관리되고 있다.



〈원격감시제어시스템〉

향후 계획

파력시험장 1번 정박지에는 진동수주형 파력발전 장치가 설치되어 지속적으로 운용하고 있다. 본 설비는 디지털 트윈(Digital-twin) 기술개발의 테스트베드로 활용하면서 파력발전의 운용 고도화와 유지보수 최적화 기술개발을 진행 중이다. 또한 해양에너지를 통해 얻은 전력으로 그린수소를 생산하는 해양그린수소 생산시스템 실증도 계획되어 있다. 2024년에 실증설비가 1번 정박지에 설치될 예정이며, 시스템 간 통합을 거쳐 2025년에 우리나라 최초의 해양그린수소 생산이 기대된다. 파력시험장 구축 이후 파력발전 비계통 시험(2020)과 수중 경작업용 ROV(2020), 무인수상선(2021) 등의 해양장비 실증시험이 시행된 바 있다.

본 파력시험장은 기본적으로 상용화 단계로 진입하기 위한 다양한 실증시험이 시행되는 공간으로서, 파력발전을 포함한 해양재생에너지 기술의 국내 실해역 형식시험체계를 구축하고, 해양재생에너지분야 국내 표준화 및 인증체계 수립에 기여하는 테스트베드로서 역할을 할 예정이다. 이와 더불어 민간 파력발전 및 해양신재생에너지기업의 실해역 시험을 지원하며, 해양장비의 실증도 적극 유치할 계획이다.

참고문헌

[1] 해양수산부, '진동수주형 파력발전 실용화 기술 개발 최종보고서', 2016
[2] 해양수산부, '파력발전 실해역 시험장 구축 최종보고서', 2020
[3] 해양수산부, '해양재생에너지 연계 고정식 해양그린수소 생산기술 개발 기획연구 보고서', 2021