

### 1. 서론

MW급 대형 부유식 해상풍력 시스템 개발은 현 인류 문명이 당면한 기후변화 위기의 문제를 해결하는데 필요한 화석연료 기반 에너지 인프라에서 재생에너지 기반 인프라로의 에너지 대전환을 위해서 필요한 최선의 대안 중 하나이다. 특히 다른 재생 에너지나 육상 및 해상 고정식 풍력의 입지 조건이 좋지 않은 우리나라에서는 그 개발의 중요성이 더욱더 높다고 할 수 있다.

지구시스템 과학자와 UN의 공식적인 예측은 10년 내 2030년까지 대기 중 이산화탄소 배출을 급격히 줄이고 2050년까지 화석연료 사용을 재생에너지로 최소 59%에서 최대 97%까지 전환해야 인간에 의한 지구 평균기온 상승과 해수면 상승, 종의 멸종, 바다 산성화를 비롯한 변화가 지구 한계치를 넘어 되돌릴 수 없는 상태로 들어서는 여섯 번째 대멸종이 발생하는 것을 막을 수 있다. 특히, 산업혁명 이후 2050년까지 지구 평균 온도 상승을 보다 안전한 1.5도 이하로 제한하기 위해서는 3020 계획을 넘어서 2030년까지 재생에너지로 전환을 80% 이상, 2050년까지 100% 달성해야 한다. 이와 같은 대전환을 필요한 속도로 달성할 수 있게 할 방안은 신속한 대규모 전개와 설치 및 운용이 가능한 대형 부유식 해상풍력 단지의 개발이다. 따라서 대규모 부유식 해상풍력 단지의 현실화를 위한 본 MW급 부유식 해상풍력 시스템 개발 연구 과제 성공의 중요성과 시급성은 전무후무하게 높다고 할 수 있다.

단지에 적용할 수 있는 국산 풍력터빈을 사용하는 국산 부유식 해상풍력 시스템의 개발을 목표로 한다. 국내에서 새로운 블루 오션이 될 수 있는 대규모 재생에너지 사업을 목표로 하기에 현 정부에서 새롭게 주창하고 있는 그린 뉴딜 정책에 가장 적합한 사업 중 하나라고 할 수 있다. 다른 한편으로 본 실증 사업은 영국과 일본을 비롯한 국외의 여러 국가의 추진 상황에 뒤처진 상황이다. 만약에 부유식 해상풍력 단지를 개발해야 하는 상황에서 국산 부유식 해상풍력 시스템을 적용할 수 없다면 우리나라에서는 우리 바다에서 생산되는 전기를 수입하는 상황이 될 수 있기에 본 과제의 중요성이 한층 더 높다고 할 수 있다.

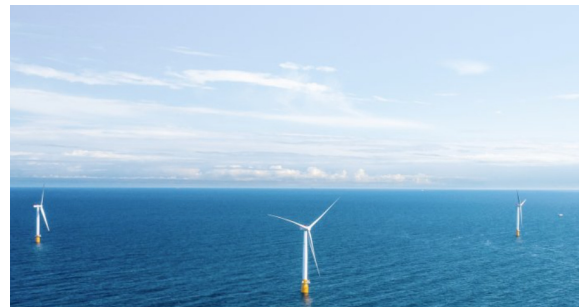


그림 2 영국의 부유식 해상풍력 발전 단지 (Equinor)

### 2. 본론

MW급 부유식 해상풍력 시스템 개발 연구는 두 단계에 걸쳐서 진행된다. 1단계에서는 4개의 컨소시엄이 서로 경쟁하여 국내에 부유식 해상풍력 발전 단지 개발에 적합한 실증 후보지를 발굴하고 이에 맞는 부유식 풍력 시스템 개념을 개발하여 단계 종료 시 사이트 및 부유체의 적합성과 실제 제작 및 설치, 운용 가능성, 단지 적용성 그리고 국산화 가능성 등을 최대로 보여 주는 1개의 컨소시엄이 선택되어 2단계인 2025년 초반까지 실제로 한 기의 MW급 부유식 해상풍력 실증 시스템을 설계하고 제작하여 설치한 후 정격용량으로 시운전에 들어갈 수 있어야 한다.

1단계에서는 설치 예정인 실증 후보지를 발굴하여 이에 맞는 수심을 비롯한 해양 환경 등의 설계 기준 그리고 이에 적합한 최적의 부유체를 제시하고 후보지와 연관된 주민의 수용

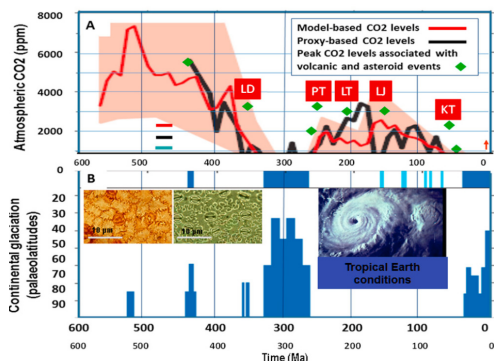


그림 1 CO<sub>2</sub> 농도 증가와 지구시스템 상태 및 5대 대멸종

본 과제는 실제로 제작하고 실증을 완료하여 화석연료 사용 발전소를 대체할 수 있는 규모의 대단위 부유식 해상풍력

성을 확인할 수 있는 서류를 제출해야 한다. 또한 실제 부유식 해상풍력 시스템을 상세설계하고 제작해서 설치하는 2단계에 대한 상세 사업 계획을 제시해야 한다.

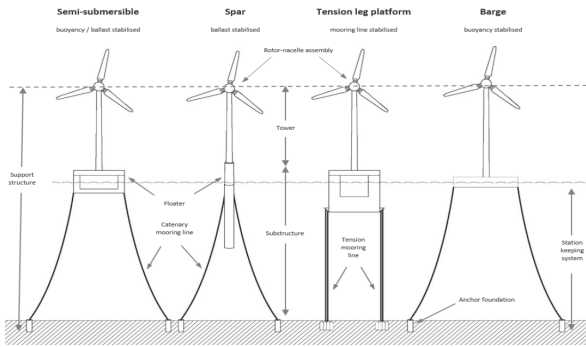


그림 3 부유식 해상풍력 시스템의 하부부유체 형태

2단계에서는 부유식 해상풍력 설계 기술 개발과 제작을 위해 터빈-부유체-계류시스템을 통합적으로 연성 해석할 수 있는 하중해석 기술을 먼저 개발해야 한다. 또한 1단계의 개념 설계를 기반으로 부유체 및 계류시스템에 대한 기본 설계와 상세 설계 기술을 확보하고 실제 제작과 설치에 들어갈 수 있는 부유체와 계류시스템을 상세설계하여 인증을 받아야 한다. 또한 기본 설계와 병행하여 먼저 부유식 해상풍력 시스템의 축소모델을 제작하여 국내 실증 후보지의 국내환경 특성을 반영한 수조실험을 통해 부유체를 검증하고 결과를 설계에 반영하도록 해야 한다.

본 연구 개발에서 부유식에 특화된 연구 중 하나는 부유체 최적화를 위한 터빈-부유체 하중저감 제어 알고리즘 개발이다. 하중저감 제어 알고리즘을 통해 최적의 부유체의 사용이 가능하도록 하는 것이 목적이다. 개발된 기술과 설계를 기반으로 실증을 위한 수 MW급 터빈 적용 최적 부유체를 제작하게 된다.

제작된 부유체는 본 과제와 병행하여 시작하는 부유식 해상풍력 최적 운송 및 설치 개발과 70kV급 다이내믹 케이블 연구과제에서 개발된 기술을 활용하여 터빈과 함께 조립되어 실증 사이트에 계류시스템과 같이 설치되고 계통에 연결되어야 한다. 계통에 연결되고 안전이 확보되는 데로 시스템은 시운전에 들어가서 정격출력이 나오는 것과 시스템의 구조적 및 동적 안전성이 검증되어야 한다. 또한 블레이드 및 기계, 전기 시스템 모니터링 및 결함 진단의 작동 또한 확인되어야 한다.

이에 더하여 본 연구과제는 궁극적으로 상용화 풍력단지 구축이 목적이기에 실증시스템의 설계 및 제작, 설치, 시운전과 병행하여 개발된 시스템 설계의 8MW 이상의 초대용량 확

장이 가능할 수 있도록 설계 플랫폼이 개발되어야 하며 후보지 특성과 경제성 분석을 통해 상용화 풍력단지 구축 후보지를 발굴하여 초대형 부유식 해상풍력 상용화 단지 발전사업과 개발행위 인허가가 취득되어 본 연구과제의 실증시스템 개발과 실증이 완료되는 데로 적용이 가능해야 한다.

### 3. 결론

MW급 부유식 해상풍력 시스템 개발은 우리세대에서 풀어야 하는 기후변화 위기 극복이라는 문제 해결에 필요한 솔루션으로서 본 연구과제에서의 성공적인 대형 실증시스템의 개발은 초대형 부유식 해상풍력 상용화로 이어져 재생에너지로의 에너지 대전환을 가능하게 할 수 있을 것이다.

### 참고 문헌

DNVGL, [Certification of floating wind turbines] (2018)  
 Glikson, A, [The lungs of the Earth: Review of the carbon cycle and mass extinction of species, Energy Procedia] (2018)  
 McKibben, B. et. al, [2050 The Fight For Earth, Time Special Report] (2019)  
 한국에너지기술평가원, [‘20년도 에너지기술개발사업 신규과제 기술개요서](2019)



**김용욱**  
 ■ Virginia Tech 항공우주해양공학과 박사  
 ■ 현재 : 한국과학기술원(KAIST) 연구교수  
 ■ 관심분야 : 최적설계, 결함탐지, 유체구조상호작용  
 ■ E-mail : yykim@kaist.ac.kr



**이상봉**  
 ■ Univ. of Illinois UC 항공우주해양공학과 박사  
 ■ 현재 : 한국과학기술원(KAIST) 조교수  
 ■ 관심분야 : 초음속유동, CFD, 풍력단지해석  
 ■ E-mail : slee1@kaist.ac.kr



**한순흥**  
 ■ Univ. of Michigan 조선해양공학과 박사  
 ■ 현재 : 한국과학기술원(KAIST) 명예교수  
 ■ 관심분야 : 해양시스템공학, CAD, 해상풍력  
 ■ E-mail : shhan@kaist.ac.kr