

# 부유식 풍력발전기의 동적특성 측정시스템 개발

## Development of Dynamic behaviors measurement system for Floating Wind Turbine

\*김진영<sup>1</sup>, #김성렬<sup>1</sup>, 김철민<sup>1</sup>, 정문산<sup>1</sup>

\*J. Y. Kim<sup>1</sup>, # S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)<sup>1</sup>, C. M. Kim<sup>1</sup>, M. S. Jung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원

Key words : Floating Wind Turbine, Scale-model, Spar buoy, Measurement system

### 1. 서론

풍력은 신재생에너지중 효율이 높고, 태양광에 비해 작은 설치면적을 차지하여 차세대 에너지원으로 각광받고 있어 신규시장 창출과 시장확대에 의해 지속적인 투자 유발을 가져왔다. 최근에는 바람의 질이 좋고 민원 및 소음을 고려하여 육상에서 해상으로 이동하는 추세이다.

해상풍력발전은 육상풍력발전보다 풍속이 빠르고 설치장소의 제약이 적다는 점에서 이미 유럽, 북미뿐만 아니라 중국에서 해상 풍력발전단지를 조성하고 있고, 국내의 경우 제주도 및 서남해안에 해상 풍력단지를 조성할 계획이다. 따라서 국내의 해상 풍력 도입을 위해 국내 기상조건에 맞는 부유식 풍력발전기의 개발이 요구되고 있다. 이에 따라 해상 풍력발전기의 모델을 선정하고 기초연구를 수행하기 위해 축소모형을 대상으로 바람과 조류의 영향에 의한 동적 운동특성을 측정할 수 있는 시스템을 개발하였다. 이를 통해, 향후 부유식 해상풍력발전기의 동적특성 및 안정성에 대한 기초자료의 제공이 가능할 것으로 기대된다.

### 2. 축소모형 개요

본 연구에서는 Spar buoy형 축소모형을 대상으로 운동측정 시스템을 개발하였으며, 실험에 사용된 축소모형은 Blade와 Rotor가 위치하는 Nacelle, 수면으로부터 Nacelle의 높이를 결정하는 Tower, 수면 밑으로 잠겨 흡수선(Water line)을 유지시키며 무게추(Weight)가 위치하는 Platform, 무게중심의 위치를 결정하는 무게추로 구성된다. 축소모형의 재질은 ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene) 수지로 제작하였고, 외력에 의한 축소모형 진동시의 동적 특성 및 안정성을 알아보기 위하여 Nacelle 및 Platform에 각

센서를 배치하여 축소모형의 동적특성을 측정하였다.

### 3. 동적특성 측정시스템 개발

축소모형에 사용된 센서는 MEMS 기반의 3축 기울기(Inclinometer) 및 가속도(Accelerometer) 센서와 3축 가속도 및 회전각속도(Gyroscope)센서이며, Nacelle의 기울기와 진동과 Platform의 병진 및 회전운동을 측정하도록 구성하였으며, 센서에서 획득된 신호를 고속으로 처리하기 위하여 SPI 통신을 이용하여 센서에서 직접 PC로 데이터 전송이 가능하도록 하였다. 또한 2개의 센서 출력(12개의 신호 데이터)을 동시에 처리하기 위한 전용 신호처리보드를 제작하였다. Fig 1은 축소모형의 동적특성 측정을 위해 제작된 센서신호처리장치 및 각각의 센서가 Nacelle 및 Platform에 장착된 사진이다. Fig 2는 Labview를 이용하여 축소모형의 동적 운동특성을 측정하기 위한 프로그램을 보여주고 있다. 프로그램은 각각의 센서에서 획득된 신호를 통하여 축소모형의 병진운동(Surge, Sway, Heave)과 회전운동(Roll, Pitch, Yaw)을 그래프로 나타내며, 또한 Nacelle의 기울기 상태 및 위치를 확인할 수 있도록 하였다. 이를 통해 축소모형의 진폭에 대한 한계치를 설정하여 그 이상 초과시에 경고 신호를 출력하도록 하였다.



Fig. 1 Details of sensors of the test device

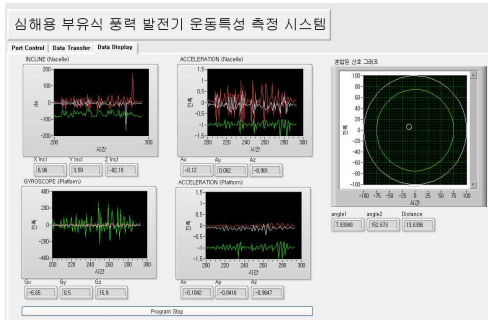


Fig. 2 dynamic behavior measuring system

#### 4. 동적특성 평가실험

Fig 3은 부유식 풍력발전기 축소모형의 Platform 및 계류장치(Mooring)에 스프링을 장착하여, 수중에서의 운동을 재현한 모습이다. 축소모형에 바람 및 조류를 모사한 외력을 가했을 때, 동적거동에 대한 상태변화를 실시간 측정하였으며, X, Y, Z축에 대한 가속도 성분 및 회전각속도 성분을 측정하였다.

Fig. 4는 Sway방향으로 Nacelle에 주기적으로 외력을 가했을 경우의 Nacelle 및 Platform의 가속도 측정 결과이다. Nacelle의 Sway방향에서 가장 큰 진폭을 나타내며, Platform의 가속도는 Nacelle의 가속도에 비하여 상대적으로 낮은 진폭을 가진다. 이는 Platform이 계류장치에 의해 Nacelle에 비해 상대적으로 진동이 억제되기 때문이다. 따라서, 개발한 동적특성 측정시스템의 결과를 통하여, 부유식 해상풍력발전기의 동적특성을 파악하고 안정성에 대한 감사가 가능함을 알 수 있다. 또한 풍향에 따른 진동방향을 분석함으로써 피로하중에 대한 대책 마련에도 이용 가능하다.

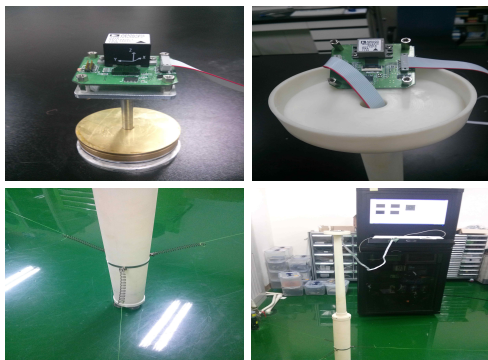


Fig. 3 Details of dynamic test of scale model

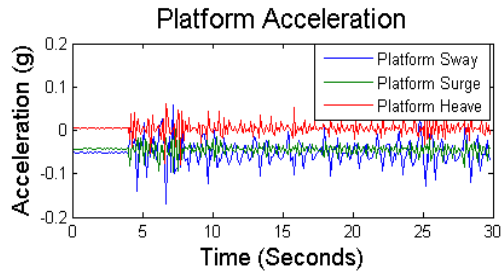
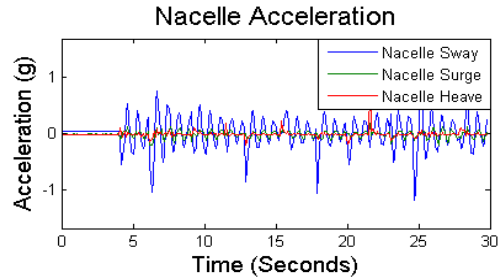


Fig. 4 Acceleration Results from dynamic test

#### 5. 결론

본 논문에서는 부유식 해상풍력발전기의 축소 모형에 대한 동적특성을 측정할 수 있는 시스템을 개발하여 그 성능을 평가하였고, Nacelle 및 Platform에 설치된 센서 정보로부터 축소모형의 병진 및 회전운동을 실시간으로 측정 가능함을 확인하였다. 이를 통해 실제 심해용 부유식 풍력발전기 모델에 대한 기초자료 제공이 가능하리라 판단된다. 향후, 개발된 측정시스템을 이용하여 수조에서의 축소모형실험을 통해 본 연구에서 제작한 모형에 대한 동적특성 및 안정성 검토 등을 수행할 예정이다.

#### 후기

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지 기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20113020020010)

#### 참고문헌

1. Design of scale-model floating wind turbine : spar buoy, WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE, 2011
2. Lee, S. "Dynamic response analysis of spar buoy floating wind turbine systems," S.M. Massachusetts Institute of Technology, 2008.