

광섬유센서를 이용한 3MW급 해상풍력 지지구조물의 건전도 평가 시스템 및 모니터링 프로그램 개발에 관한 연구

The development of the health evaluation system and monitoring program for 3MW-class offshore wind support structure using fiber optic sensors

임재욱* · 이강문** · 남순성***

Lim, Jae Wook · Lee, Kang Moon · Nam, Soon Sung

해상환경에서의 접근성, 환경적 요인으로 인한 장비의 오작동, 고장이 다발하여 구조체의 건전성평가를 위한 모니터링시스템의 성능 유지관리에 어려움이 있다. 이에 따라, 원격 관리가 가능하고 극한 환경조건에서도 안정적인 모니터링 및 이를 이용한 구조건전성평가관리 시스템의 개발이 요구된다. 본 연구에서는 기존의 전기식 센서의 단점을 개선한 광섬유센서를 적용하여 모듈화된 계측모니터링 시스템 개발, 해상풍력 상부구조물과 지지구조물의 건전성을 통합적으로 관리 할 수 있는 평가시스템과 안전관리 기준을 적용한 프로그램 개발에 목적이 있다.

핵심용어 : 해상풍력, 지지구조물, 광센서, 구조건전성모니터링, 안전관리

1. 서 론

해상풍력 지지구조물은 해상에 건설되는 구조물로서, 구조물의 접근성이 크게 떨어지고, 해양환경, 즉 극심한 부식 환경으로 인한 전자장비의 오작동, 고장이 쉽게 발생할 수 있다. 그러므로 계측의 안전성이 우수하고, 원거리에서도 신호의 손실 없이 계측이 가능한 광섬유 센서 기술에 기반한 센서 시스템의 개발과 이를 이용한 건전성 평가 프로그램의 개발이 필요하다. 이와 같은 기술은 중국보다 유럽 등지에서도 필요성을 인식하고 개발 중에 있으나, 보다 높은 수준의 계측 안전성 확보, 고급화된 유저 인터페이스 개발이 우선된다면 충분히 경쟁력 있는 제품개발이 가능하다고 판단된다.

2. 해수환경에서의 광센서 적합성 테스트

2.1 노이즈 저감 테스트

광섬유 센서의 노이즈 저감 효과를 확인하기 위해 인위적인 전자기파에 노출된 전기 저항식 센서와 광섬유 센서의 데이터 품질을 확인하기 위한 테스트를 진행하였다. 실제 현장과 동일한 조건을 준비하기 위해 현장에서 사용하는 합체로 구성하고 현장에서 실제 발생하는 전자기파를 변수로 적용하여 100Hz로 데이터를 취득하여 5분 약 30,000개의 데이터를 적용하여 분석하였다.

테스트 결과 일반 데이터를 확인한 결과 약 3배의 노이즈 차이를 확인하였고, 현장에서 발생하는 다양한 전자기파에 대한 실험 결과 무전기와 발전기 사용의 경우 전기식 센서는 각각 약 2배, 1.5배의 노이즈가 즉각적으로 발생하였으나, 광센서의 경우 전혀 노이즈가 발생하지 않음을 확인하였다.

* 임재욱 · (주)이제이텍 주임, 공학석사 (jwlim@ejtech.net)

** 이강문 · (주)이제이텍 기술연구소장, 공학박사 수료 (kmlee@ejtech.net)

*** 남순성 · (주)이제이텍 대표이사, 공학박사 (ssnam@ejtech.net) - 발표자

2.2 해수 침투율 테스트

광섬유 센서의 해수 침투율 및 녹에 대한 저항력을 확인하기 위해 해수환경에 완전 노출된 광섬유 센서의 데이터 품질을 확인하는 테스트를 진행하였다. 센서를 해수환경에 완전 방치를 하였고, 매달 상태 확인 및 데이터를 취득하는 방식으로 분석하였다.

6개월간 테스트를 진행해본 결과 광섬유 센서의 변동폭은 3 μ strain으로 거의 변함이 없음을 확인하였다.



그림 1. 노이즈 저감 테스트 개요

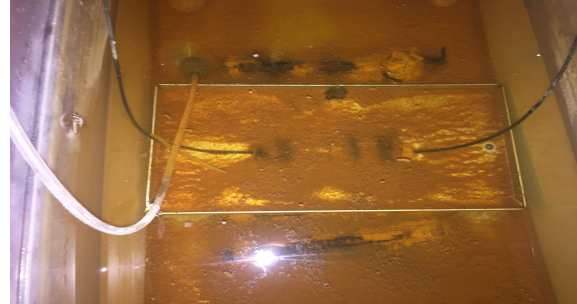


그림 2. 해수 침투율 테스트 사진

3. 통합 모니터링 시스템

입력이 필요한 값들을(Rotor의 회전주파수, Blade 통과 주파수, 하중데이터, 변형률계 위치 및 수량, 물성치 등) 프로그램 상에 입력하여 실시간 계측 데이터를 활용한 평가가 가능할 수 있도록 제작하였다. 개발된 모듈과의 연계를 통해 해상풍력 지지구조물의 실시간 통합 모니터링을 구현하였고, 현재 평가 결과 이상 시 주의 또는 경고 알림을 관리자에게 발송하는 프로그램을 추가 개발 중에 있다.

4. 결 론

본 연구에서는 해수환경에 적합한 광섬유 센서를 이용하여 해상풍력 지지구조물을 효율적으로 안전관리 할 수 있는 통합모니터링 시스템을 개발하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기존의 전기식센서와 광섬유센서의 비교 테스트를 통해 해수환경에서 광섬유센서의 노이즈, 해수침투율 및 녹에 대해 우수한 저항력을 확인하였고, 데이터 또한 거의 변함없음을 알 수 있었다.
2. 통합 모니터링 시스템을 개발하여 실시간 계측 데이터를 활용한 평가가 가능하였고, 추후 지속적인 연구를 통해 사용자 편의를 위한 프로그램 기능과 UI 수정으로 완성도 높은 모니터링 시스템 개발이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 2019년 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제(No. 20163030024260)입니다.

참고문헌

1. Andreas Othonos, Kyriacos Kalli (1999). "Fiber Bragg Gratings Fundamentals and Applications in Telecommunications and Sensing." Artech House Publishers.
2. K.T.V. Grattan, B.T. Meggitt (1998). "Optical Fiber Sensor Technology Vol.2 Devices and Technology." CHAPMAN&HALL.
3. Jon Arking, Scott Millet (2010). "Professional enterprise.NET". Jpub.