

# 풍력발전기 상태감시를 위한 진동신호 특성 분석

## Vibration Characteristics of Wind Turbines for Condition Monitoring

김상렬<sup>†</sup>·김봉기\*·김재승\*·김현실\*·이성현\*

SangRyul Kim, Bong-Ki Kim, Jae-Seung Kim, Hyun-Sil Kim, and Seong-Hyun Lee

### 1. 서 론

최근 대두되고 있는 신재생에너지의 경제성 확보 요구로 인하여 풍력발전기의 경우 고장을 최소화하여 가동시간을 최대로 유지하는 풍력발전기 운영관리 기술의 필요성이 증대되고 있다. 이러한 이유로 국내외 풍력발전기에는 상태감시시스템이 설치되어 풍력발전기의 갑작스런 고장을 사전에 감지하여 풍력발전기의 정지 기간을 줄이려는 노력을 지속하고 있다.

풍력발전기 상태감시시스템은 풍속, 로터 회전수, 출력 등 풍력발전기 운영데이터와 함께 주요 부품에 부착된 다양한 센서(가속도계, 온도계, 오일 미소입자 카운터 등)로부터 진동(가속도), 온도, 오일탁도 등 관련신호를 취득하여 풍력발전기의 이상 유무를 감시한다. 회전기체인 풍력발전기의 고장진단은 기본적으로 진동신호 분석을 통해 이루어질 수 있기 때문에 대부분의 상태감시시스템에서도 진동신호를 활용하여 주요 부품의 고장진단을 수행하고 있다<sup>(1)</sup>. 고장유무를 확인하는 진동의 알람레벨의 경우 400여대의 유럽 풍력발전기를 대상으로 분석한 진동레벨이 제시되어 있으나<sup>(2)</sup>, 실제 풍력발전기의 진동크기는 제작사와 설치환경에 따라 다르게 나타나기 때문에 국내 풍력환경에 맞는 풍력발전기의 진동특성을 분석하여 자체 레벨을 설정할 필요가 있다.

본 논문에서는 실제 운용중인 국내 풍력발전기를 대상으로 각 주요 부품의 진동신호를 장기간 측정하고, 이를 바탕으로 각 주요 부품의 진동특성을 분석한 사례를 소개하고자 한다.

### 2. 대상 풍력발전기와 측정 개요

측정대상 풍력발전기는 현재 국내 풍력단지에서 운용중인 3종의 풍력발전기로 기본적으로 로터-메인 베어링(서브베어링)-기어박스-발전기로 구성되어 있다. 측정은 각 풍력발전기 주요 부품에 별도 부착된 가속도계를 활용하였으며, 매초 진동레벨을 측정/저장하여 축적한 약 8개월간의 데이터를 바탕으로 분석을 수행하였다.

매초 측정된 진동신호는 매우 큰 분산 특성을 가지고 있기 때문에 일정시간동안의 평균레벨을 구할 필요가 있다. 또한 풍력발전기 진동신호는 운전환경(풍속, 회전수 등)에 따라 다르게 나타나기 때문에 평균레벨을 계산하는 평균시간(average time)동안 운전환경이 급격하게 변화한 경우 평균값의 통계적 안정성을 확보하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 평균시간(30초)동안 로터회전수가  $\pm 0.5$  rpm이내의 변화만을 보인 데이터만을 분류하여 평균값을 구하고, 이를 분석에 활용하였다.

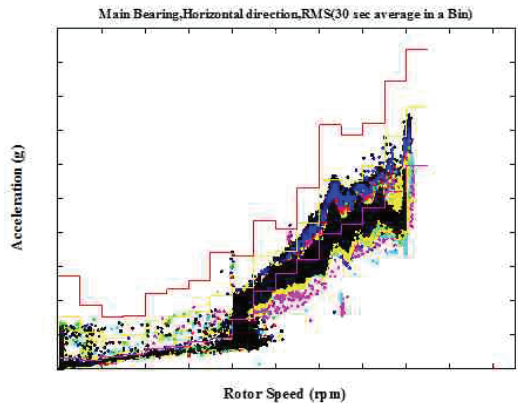


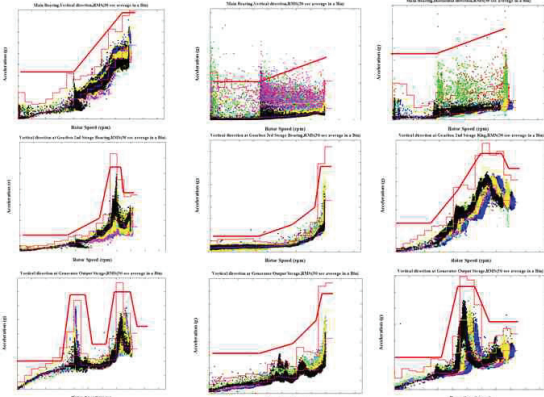
Fig. 1 Example of measured data

<sup>†</sup> 정희원, 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실 음향연구팀

E-mail : srkim@kimm.re.kr

Tel : 042-868-7466, Fax : 042-868-7440

\* 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실 음향연구팀



(a) A-type WT (b) B-type WT (c) C-type WT  
**Fig. 2** Vibration data measured at main bearing, gearbox, and generator of wind turbines

형과 C형 풍력발전기의 경우 최대 회전수 이전에 진동이 가장 큰 구간이 존재하고 있으나, B형 풍력발전기는 최대 회전수에서 가장 큰 진동이 발생하고 있다. 발전기의 경우는 풍력발전기에 따라 더 큰 차이를 보이고 있는데, A형의 경우 시동풍속 지점뿐만 아니라 최대 회전수 이전에서 큰 진동이 발생하고 있다. 반면 B형과 C형은 큰 진동 발생지점이 하나의 특정구간이거나 그 형태가 두드러지지 않는 특징을 보이고 있다.

이러한 진동특성을 바탕으로 풍력발전기의 주요 부품의 진동 형태를 분류하여 정리해보면 Fig. 3과 같다.

#### 4. 결 론

현재 운용 중인 풍력발전기 3종의 주요 요소에서의 진동신호를 측정하고 그 특성을 분석하였다. 분석결과는 시동풍속에서 진동이 커지는 등 풍력발전기마다 고유한 특성을 보이고 있었으며, 풍력발전기 및 주요 요소별 진동형태가 다르게 나타나고 있음을 살펴보았다. 본 연구의 분석결과는 향후 풍력발전기 고장진단 시스템 개발에 활용될 예정이다.

#### 후 기

본 연구는 지식경제부 신재생에너지융합원천기술 개발사업인 “국산풍력 상용화단지 운영 및 신뢰도향상기술개발(과제번호:20113020020030)”과제의 세부 연구 일부 내용임을 밝히는 바이며, 연구수행에 지원해 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- (1) IEC 61400-25-6, 2007 Communications for monitoring and control of wind power plants.
- (2) VDI 3834 Part 1, 2009 Measurement and evaluation of the mechanical vibration of wing energy turbines and their components

### 3. 풍력발전기 진동신호 특성

Fig. 1은 메인베어링에서 측정한 수평방향 가속도 크기를 로터회전수에 대해 그래프로 나타낸 것이다. 그림에서 낮은 회전수에서는 진동이 크지 않다가 특정 회전수에서 갑자기 증가한 후 회전수 증가에 따라 계속적으로 진동이 커지고 있음을 볼 수 있다. 이 특정 회전수는 풍력발전기가 발전을 시작하는 시동풍속(cut-in wind speed)에 해당되는 것이다.

Fig. 2는 3종의 풍력발전기의 메인베어링, 기어박스, 발전기에서의 전형적인 진동레벨 측정데이터를 보여주고 있다. 그림에서 메인베어링의 경우 모든 풍력발전기에서 시동풍속에서 진동이 크게 발생하는 것을 볼 수 있으나, 그 크기와 형태는 풍력발전기에 따라 다양하게 나타나고 있다. 기어박스의 경우 A