

# 풍력발전기 상태감시를 위한 진동 측정신호 분석방법에 대한 고찰

## Discussion on analysis technique of acceleration signal for condition monitoring of wind turbines

김상렬<sup>†</sup>·김봉기\*·김영기\*\*, 이준신\*\*\*·박준영\*\*\*

SangRyul Kim, Bong-Ki Kim, Young-Key Kim, Jun-Shin Lee, and Joon-Young Park

### 1. 서 론

친환경 녹색에너지 개발을 위한 사회적 요구로 인해 풍력발전에 대한 국내외적인 관심이 고조되고 있으며<sup>(1-2)</sup>, 국내에서도 육상풍력단지가 건설/운영되고 있으며, 최근에는 해상풍력 발전단지 개발을 위한 연구가 진행되고 있다.

풍력발전기의 경제성 확보를 위해서는 낙뢰, 태풍 등 천재지변에서부터 나셀내부기기의 기계적 고장, 과열에 의한 화재에 이르기까지 매우 다양한 원인에 의해 발생하는 풍력발전기의 고장을 최소화하여 가동시간을 최대로 유지하는 것이 필요하다. 이를 위하여 풍력발전기에는 상태감시시스템이 설치되어 내부 기기들의 전압, 전류, 온도, 진동, 오일 탁도, 그리고 풍속, 출력 등 다양한 형태의 정보를 취득하고 이를 분석하여 풍력발전기 이상여부를 감시하게 된다<sup>(3-4)</sup>.

본 연구에서는 풍력발전기 상태감시시스템에서 취득한 신호의 전형적인 신호분석 방법에 대해 살펴보고, 특히 베어링, 기어박스, 발전기 등의 진동신호 분석 시 고려해야 하는 점에 대해 고찰해보고자 한다.

### 2. 풍력발전기 상태감시시스템과 신호분석

풍력발전기에 사용되는 상태감시시스템이 취득하는 신호가 다양하기 때문에 신호의 분석방법 역시

다양한 기법들이 적용될 수 있다. 그러나 풍력발전기 상태감시시스템의 일차적인 목적이 풍력발전기의 이상상태를 조기에 경고하는 것이기 때문에, 대부분의 상태감시시스템이 기본적으로 채택하고 있는 신호분석 방법은 각 정상신호들에 대한 통계처리를 통해 경고 발생기준(신호크기)을 설정하고, 취득된 신호가 해당기준을 초과하는지를 감시하는 방법이다.

따라서 초기 정상신호들에 대한 통계처리방법이 매우 중요하고, 정상신호의 통계치로부터 경고레벨을 어떻게 결정하는가는 경험적 요소들이 포함되게 된다. 풍력발전기는 매순간 변화하는 바람의 영향으로 풍력발전기 상태가 계속적으로 변화하기 때문에 상태감시시스템에서 취득하는 모든 신호들은 과도응답(transient response) 특성을 가지게 된다. 따라서 정상신호라 할지라도 취득신호는 통계적으로 매우 산포가 큰 특성을 가지고 있다. 따라서 통계처리에 사용될 데이터로는 일정시간동안의 평균값을 이용하게 되는데, 평균시간의 설정은 신호의 물리적 특성과 산포정도에 따라 적절히 결정되게 된다. 예를 들면 출력은 10분 평균값이 사용되고, 온도와 오일신호 등 물리적으로 쉽게 급변하지 않는 신호의 경우도 평균시간을 길게 잡는 경향이 있다.

그러나 진동신호는 풍력발전기의 상태에 따라 급변할 수 있기 때문에 다른 신호와 달리 긴 평균시간을 취하게 되면, 평균값에 대한 물리적 의미를 잃어버릴 수 있다. 예를 들면 풍력발전기 베어링에서 취득한 진동신호는 축 회전수와 깊은 연관성을 가지는데, 10분 동안 축회전수가 일정하게 유지되지 않을 경우가 많기 때문에 해당 진동신호의 평균값은 일반적인 일 정회전수의 정상(stationary) 진동신호를 10분 평균한 값과는 다른 의미를 가지게 된다. 따라서 진동신호 분석에는 더 짧은 평균시간이 적용될 필요가 있다.

† 정회원, 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실, 음향소음팀

E-mail : srkim@kimm.re.kr

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

\* 한국기계연구원 시스템다이내믹스연구실 음향소음팀

\*\* 에스엠인스트루먼트(주)

\*\*\* 한국전력공사 전력연구원

### 3. 풍력발전기 진동신호 통계분석

Fig. 1은 운영 중인 풍력발전기에서 취득한 출력과 기어박스에서 측정된 가속도신호의 시간이력과 출력에 대한 가속도의 관계를 보여주고 있다. 그림에서 가속도는 출력이 증가함에 따라 점차 증가하는 경향을 보이고 있다. Fig. 1의 시간이력에서 알 수 있듯이 측정된 신호는 전체 측정시간동안 급변하는 과도응답 특성을 가지기 때문에 전체 시간에 대한 평균은 무의미하다. 따라서 적절한 통계처리를 위해 동일 상태로 고려할 수 있는 일정 출력범위를 가지는 평균시간(여기서는 30초)을 설정하고 각 출력범위 구간에 해당되는 데이터를 따로 분류하여 통계처리할 필요가 있다<sup>(5)</sup>. Fig.2는 그 예를 보여주고 있다. 그림에는 각 구간의 평균값과 표준편차를 같이 나타내었다. Fig.3은 정격출력구간에 해당되는 데이터를 이벤트 발생순으로 나타낸 것이다. 그림에서 설정된 알람레벨(평균값+3배의 표준편차)이상의 데이터를 쉽게 확인할 수 있다.

### 4. 요약 및 결론

풍력발전기 상태감시 신호의 분석방법에 대하여 고찰하였다. 다른 신호에 비하여 가속도는 과도응답 특성이 강해 보다 짧은 시간동안의 평균 및 통계분석이 필요하다. 실제 풍력발전기 가속도 측정결과를 이용하여 알람발생레벨 설정에 대한 사례를 확인하였다. 이러한 가속도 특성분석방법은 향후 가속도 신호를 이용한 풍력발전기 상태감시 및 고장진단에 활용될 예정이다.

### 후 기

본 연구는 중소기업청 산학연협력 기술개발사업의 연구지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

### 참 고 문 헌

- (1) Wan-Don Joo, et al., 2009, "3MW Class Offshore Wind Turbine Development," Preceeding of the KSNRE Annual Spring Conference, pp. 491~494
- (2) J. Y. Ryu, et al., 2011, "Introduction to the UNISON 2MW Wind Turbine System," J. of the KFPSS, Vol. 8, No. 1, pp.66~70
- (3) Timothy J. Clark, et al., 2005, "The present state of wind turbine condition monitoring system," Preceeding of the KSNVE Annual Fall Conference,

pp. 92~97

- (4) Joon-Young, Park, et al., 2010, " Development of condiation monitoring system for wind turbines and its application to YeungHeung Wind Test Bed," 2010 Conference on Information and Control Systems
- (5) IEC 61400-25-6, 2007 Communications for monitoring and control of wind power plants.

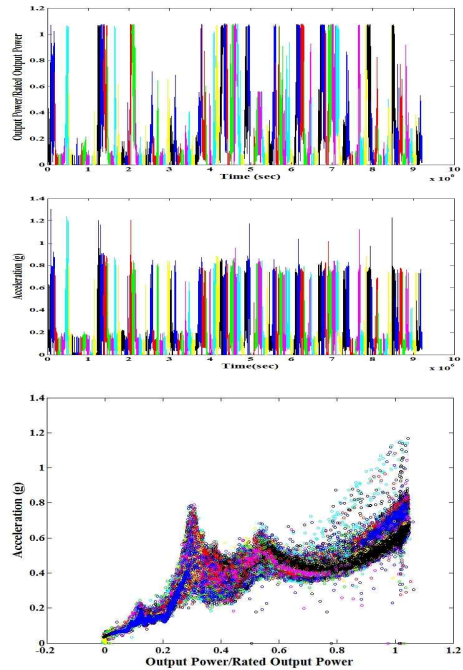


Fig. 1 time signals of output power and acceleration and their relation

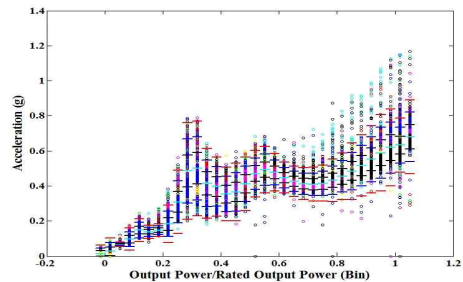


Fig. 2 Example of acceleration data for output power bins with individual alarm trigger levels

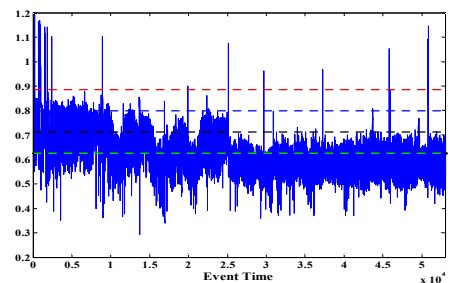


Fig. 3 Example of event history of a power bin