

풍력 Pitch bearing 이상상태 검출시스템 개발

A development of abnormal detection system for wind power Pitch bearing

*서경모¹, 김철민¹, 하경남¹, 김성렬¹

*J. M. Suh¹, C.M. Kim¹, K. N. Ha¹, #S. R. Kim(sungrkim@kitech.re.kr)¹

¹한국생산기술연구원 수송기계시스템센터

Key words : Wind power Pitch bearing, Dynamic Characteristics, Monitoring system, Abnormal detection

1. 서론

상태 감시 시스템은 사용자에게 기계의 상태를 명확하게 이해하고 올바른 의사 결정을 하는데 유용한 정보를 제공할 수 있도록 설계되어야 한다. Bearing 과 같은 회전 요소는 구조적 특성상 진동을 발생하게 되고, 이러한 진동은 기계설비나 구성 요소에 외력으로 작용하여, 손상과 이상 현상을 유발한다. 베어링의 진동은 주로 운동체인 볼과 이들 운동체가 지나가는 내륜, 외륜의 Raceway 면간의 주기적인 접촉에 의하여 발생한다. 정상 베어링의 진동 스펙트럼과 비교하여 높은 주파수 대역 신호의 측정을 통해 베어링의 결함을 인지할 수 있다.

Pitch 베어링과 같이 저속으로 회전하는 베어링의 경우, 회전 시 발생하는 충격량이 적기 때문에 가속도센서뿐만 아니라 진동센서, AE 센서를 사용하여 Pitch 베어링의 운동특성을 측정하고, 결함을 측정할 수 있는 방법을 구현하였다.

2. 모니터링 시스템 구성 및 개요

Fig. 1은 풍력 Pitch 베어링 운동특성 모니터링 시스템의 모습이다. 가속도센서와 AE 센서를 이용하여 베어링 운동 시 발생하는 진동을 측정하고 NI사의 CompactRIO로 데이터를 수집한다. 가속도 센서의 주요 용도로는 진동 측정을 기본으로 가속도, 미세 떨림, 교량의 진동, 지진과 계측 등에 많이 사용되며 단위는 중력가속도 G, m/s² 등으로 표시한다. AE 센서는 지진의 계측과 같이 재료 내부에서 전위, 균열 등의 결함이 발생하거나 질량의 급격한 변위가 생기면 에너지 해방과 함께 탄성파가 발생하는데 그것이 재료 내를 전파하는 것이 AE 파로, 이 AE 파의 진동을 포착하여 변환자를 통해 전기적 신호로 변환한다. Table 1은 시스템에 사용된 장비들의 제원을 나타낸 것이다.



Fig. 1 Component of abnormal detection system

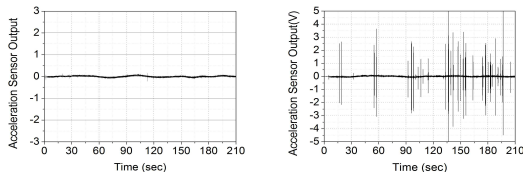
Table 1 Specification of the system

System component	Specification	
AE Sensor	Frequency Range	20kHz ~ 500kHz
	Noise Level	<50μV
	Dynamic Range	<90dB
	RMS Time Constant	20ms
Acceleration Sensor	Range	±5, ±10, ±50g
	Sensitivity	1000, 500, 100mV/g
	Frequency Response	1~3000, 1~5000Hz
Vibration Sensor	Range	±5, ±10g
	Sensitivity	1044mV/g
	Resonant frequency	17.0kHz

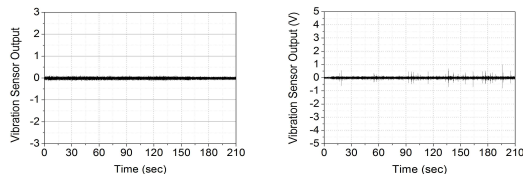
3. 풍력 Pitch 베어링 상태 감시 실험

Pitch 베어링과 같은 구름 요소 베어링에서는 베어링의 형상과 운전 속도에 따라 결정되는 특이한 베어링 특징 주파수가 검출되며, 이때 측정된 진동의 크기로 베어링의 상태를 알 수 있다. 실험은 각 센서 부착 후 베어링을 1, 1.5, 2rpm으로 회전시키면서 신호를 수집한다. 외륜고정, 내륜회전으로 실험은 진행하였으며 고정된 외륜에 센서를 설치하였다. Fig. 7는 베어링과 센서 설치 사진이다.

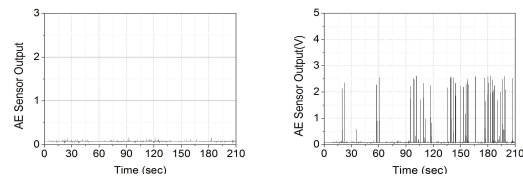
우선 정상상태의 베어링 운동특성을 측정하고 베어링 내부 케이지 불량인 베어링으로 운동특성을 측정하여 비교하였다. Fig. 2, 3, 4는 1.5rpm 일 때, 각각 가속도, 진동, AE센서의 정상 베어링과 불량 베어링에서의 측정된 결과이다. Fig. 5, 6은 각각 가속도센서와 진동센서의 FFT분석 결과이다. 이상상태의 경우 가속도 센서에서 2000Hz와 3000Hz 사이에서 또 3950Hz에서 peak point가 발생하지만 진동센서로는 큰 차이를 찾을 수 없었다.



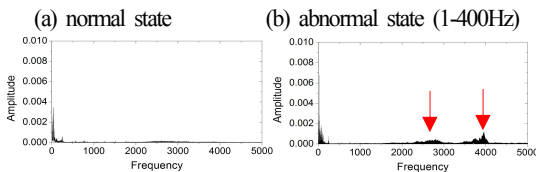
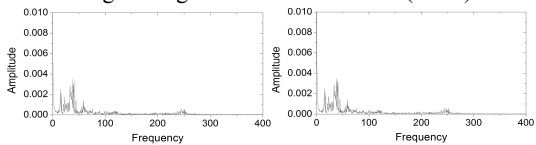
(a) normal state (b) abnormal state
Fig. 3 Signal of a Acceleration Sensor



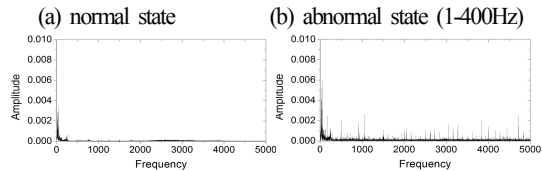
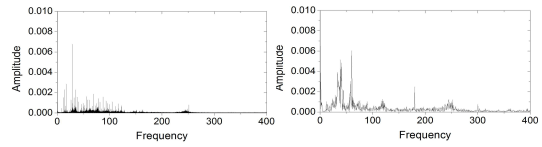
(a) normal state (b) abnormal state
Fig. 3 Signal of a Vibration Sensor



(a) normal state (b) abnormal state
Fig. 4 Signal of a AE Sensor (RMS)



(c) normal state (d) abnormal state (1-5000Hz)
Fig. 5 Frequency analysis Acceleration Sensor



(c) normal state (d) abnormal state (1-5000Hz)
Fig. 6 Frequency analysis of Vibration Sensor

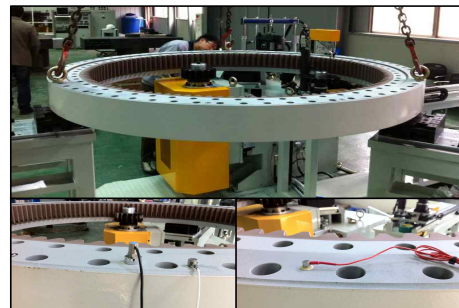


Fig. 7 Dynamic Characteristics Measurement System

4. 결론

풍력 발전용 Pitch 베어링의 운동상태의 감시를 위한 시스템을 개발하였다. 정상베어링과 결함이 있는 베어링에서 가속도와 진동, AE 센서로 베어링의 진동신호를 측정, 비교하여 상태감시 시스템으로써의 가능성을 확인하였다. 측정된 주파수값과 베어링 진동 발생 메커니즘을 이용해 기구학적 해석으로 베어링의 결함 부위를 찾아낼 수 있다.

후기

본 연구는 동남광역경제권선도사업의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. 최영철, 김양한, “베어링 시스템에서 결함을 초기에 진단하는 방법,” 한국소음진동공학회 창립 10주년 기념 소음진동 학술대회 논문집, pp1102~1107
2. 윤동진, 권오양, 정민화, “음향방출을 이용한 저어널 베어링에서의 조기파손감지,” 한국비파괴검사학회지, Vol.14 No.1, [1994]