

음향방출을 이용한 경동베어링 안전진단 기술개발

Development of Diagnosis Technique for Tilting Bearings Using Acoustic Emission

박경조† · 정성원* · 김영완** · 배용채***

Kyung-Jo Park, Sung-Won Chung, Young-Wann Kim and Yong-Chae Bae

1. 서 론

최근 사용되고 있는 산업설비 비파괴검사법 중 음향방출법(Acoustic Emission, AE)은 재료의 국부적인 결함성장에 의한 과도 진동에너지를 측정하여 결함의 위치를 탐색하는 방법으로 재료의 전위와 같은 미시적인 현상에서부터, 기계파괴를 초래하는 대규모 크랙성장 시 발생하는 초음파까지 모두 측정할 수 있는 방법이다. 본 연구에서는 음향방출법을 이용하여, 작업 중 발생할 수 있는 베어링 파손에 의한 손실을 줄이고 회전기계의 건전성을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 방법을 개발하고자 한다.

2. 음향방출법 진단로직

본 연구에서 대상으로 하는 대형 회전체는 Fig. 1에 보인 바와 같다. 이러한 회전체를 지지하는 베어링은 양 쪽에 두 개가 있는데 하나의 베어링은 고정되어 있고 베어링을 구동하는 불기어(bull gear)가 장착되어 있다. 다른 한 쪽의 베어링은 축방향으로 약 60mm 정도 미끄러질 수 있는 구조로 되어 있는데 이는 가열에 의한 열변형을 보상하기 위한 것이다.

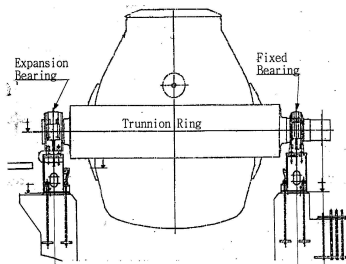


Fig. 1 Large-scale tilting bearings

AE를 이용하여 경동베어링의 결함을 검출하기 위한 진단로직을 Fig. 2에 나타내었다. 대부분의 결함성장에 의한 AE신호는 150~300kHz 사이의 주파수성분을 가지므로 100 kHz 고주파필터를 이용하여 축의 불균형이나 misalignment, looseness 등에 의한 저주파 진동신호를 필터링 할 수 있고, 전기신호나 주변 기기작동에 의한 잡음도 제거할 수 있다. 음향방출 신호의 진폭은 결함이 성장함에 따라 포화상태에 이르게 되는 경향을 갖고 있지만 지속시간은 꾸준히 증가하므로 결함의 성장을 보다 잘 대변한다고 할 수 있다. 본 연구에서는 지속시간을 50 μ s 이상으로 설정하였다. 음향방출 에너지는 진폭과 지속시간 모두의 함수이므로 한 개의 event를 가장 잘 대표하는 파라미터라 할 수 있다.

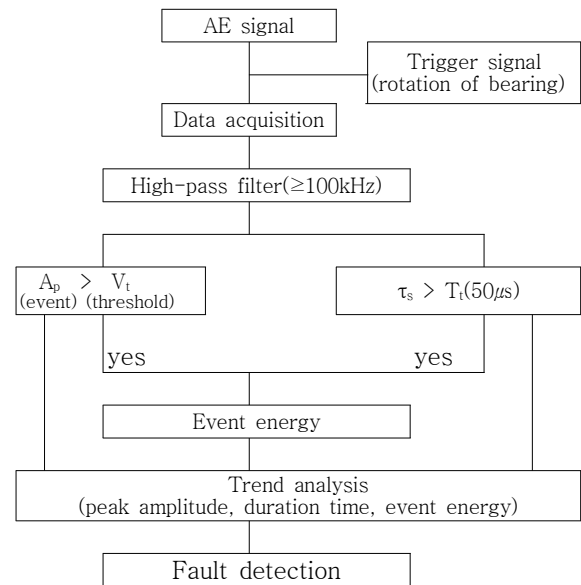


Fig. 2 Flow chart for diagnosis logic

3. 시험결과 및 토의

조업현장에서 가동되고 있는 경동베어링의 AE신호를 측정하기 위해 Fig. 3(a)에 보인 바와 같이 2개의 AE센서를 부착하였다. 두 개의 센서는 수직중심선에 대해 양 쪽으로 30° 방향에 자기홀더를 이용하여 부착하였다. 전로가 쇳물을 만들어내는 공정은 Fig. 3(b)와 같이 7개의 공정으로

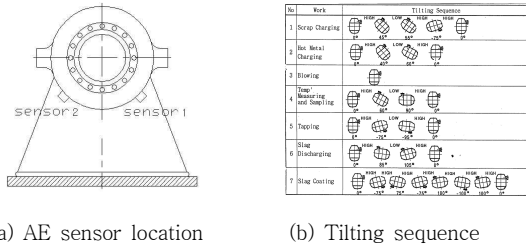
† 교신저자; 전남대학교 기계자동차공학부
E-mail : kipark40@chonnam.ac.kr
Tel : (061) 659-3221, Fax : (061) 659-3229

* 전남대학교 대학원 기계공학과

** 전남대학교 기계자동차공학부

*** 전력연구원

구성되어 있는데 세 번째의 본취(blowing) 과정에 소요되는 시간이 전체시간의 3/4을 차지하고, 이 시간 동안은 베어링이 경동하지 않으므로 AE파가 발생되지 않는다. 따라서 나머지 6개 과정 동안의 AE신호만을 측정하였다.



(a) AE sensor location (b) Tilting sequence
Fig. 3 AE sensor location and tilting sequence

아래의 Fig. 4에 보인 시간신호는 각 과정에서 측정된 자료 중 진폭이 가장 큰 구간만을 선택하여 나타낸 결과이다. 데이터 취득주기는 10.2ms이고 전치증폭기의 이득은 40dB(100배 증폭)으로 설정하였다. 그림에서 경동각이 큰 scrap charging, slag discharging, slag coating 시의 진폭 수준이 크게 나타남을 알 수 있고, 일반적으로 진폭이 크면 지속시간도 길게 나타나는 것도 알 수 있다. 이 중에서도 slag coating 시의 AE신호의 진폭이 가장 크고 지속시간도 길게 나타나므로 이 작업구간을 감시대상 작업공정으로 선정하여 진폭변화의 추이를 관찰하면 결함의 발생 및 성장여부를 확인할 수 있을 것으로 생각된다.

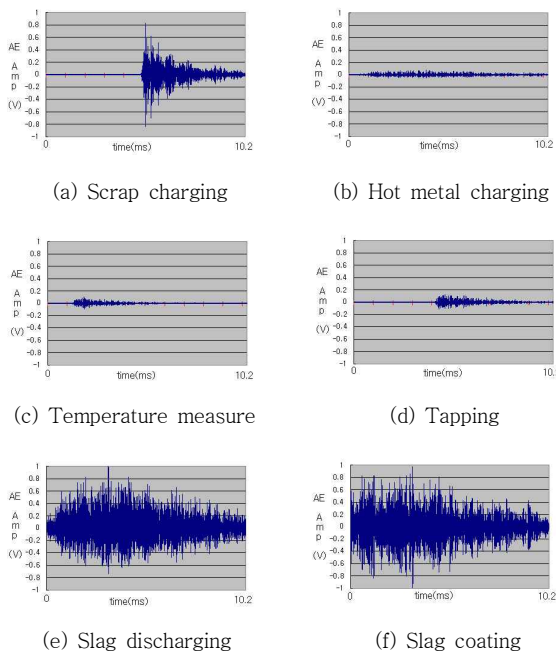


Fig. 4 AE signal for each work

위에서 제시한 결과는 10.2ms 동안 측정된 자료로 각 작업공정을 대표하는 신호라고 할 수 있지만 각 작업공정별

로 짧게는 1분에서 길게는 4분 여 동안 발생하는 모든 AE 신호를 표현한다고 할 수 없으므로 AE 신호분석 방법 중 누적데이터 관리기법을 동원하여 1개의 작업공정 내의 모든 신호를 1개의 그래프에 표현하고 관리하는 기법이 필요하다. 이를 위해 slag coating 구간에 대한 누적신호를 Fig. 5에 제시하였다. 그림에서 위쪽은 누적신호이고 아래쪽은 순간 신호이다. 그림에서 AE에너지 수준이 상대적으로 높게 나타나는데 이는 이 작업공정 동안 경동각 변화가 가장 심하고 작업시간도 가장 길기 때문인 것으로 생각된다.

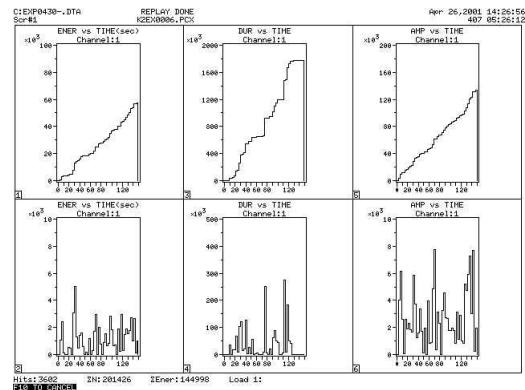


Fig. 5 AE event analysis

4. 결 론

음향방출 신호를 이용하여 대형 회전체 경동베어링의 이상을 진단할 수 있는 로직을 개발하고 실제 현장에 적용하여 효율성을 평가하였다. 전체 7개의 작업공정 중 경동각의 변화가 심한 slag coating 시의 AE신호를 측정하고 제시된 진단로직을 적용하여 데이터를 가공한 다음, 누적에너지, 지속시간, 진폭 신호의 경향을 시간별, 날짜별로 관리하면 베어링의 결함이나 윤활불량 등에 의한 정보를 분석할 수 있을 것으로 생각된다.

후 기

본 연구는 2009년도 한국전력 전력산업연구개발사업의 일부 지원에 의해 수행되었음을 밝힙니다.

참 고 문 헌

- (1) J. Y. Jong, 2000, "Acoustic Emission Analysis System for Diagnosis of Machinery", NASA Technical Note, MFS31468.
- (2) 井上紀明, 1998, 實 踐 振 動 法 に よ る 設 備 診 斷, Acoustic Emissionによる 診 斷, 10장.