

AE신호를 이용한 기어결함 조기검출 방법에 관한 실험적 연구

Experimental Study on The Gear Defects early Detection using AE Signals

이정훈*. 이종명*. 하정민*. 구동식**. 최병근†

Jeong-Hoon Lee, Jong-Myeong Lee, Jeong-Min Ha, Dong-sik Gu and Byeong-Geun Choi

1. 서 론

산업현장에서 기계요소들의 유지관리는 매우 중요한 요소이며, 이를 수행하기 위한 방법으로 현재 상태기반 정비(Condition Based Maintenance)가 널리 사용되고 있다. 상태를 감시하기 위한 데이터는, 열과 소음, 압력, 진동 등의 형태로 존재하고 있다.

이들 데이터 중 기계설비의 결함검출 및 원인분석에는 진동신호를 기반으로 한 감시기법이 유용하게 사용되고 있다.

세계 각 국에서는 상태기반정비에서 발전된 예지정비(Predictive Maintenance)를 지향하는 연구를 진행하고 있다. 기계요소들의 상태와 잔여수명 및 정비계획을 예측하고, 사고의 사전예방을 위해서는 조기결함 검출은 반드시 필요한 부분이며, 이를 수행하기 위해서는 진동센서보다 좀 더 감도가 뛰어난 센서가 필요하게 되었다.

진동센서와 유사한 형태로 신호를 검출하지만 감도가 뛰어나 초음파 대역 이상의 신호를 감지할 수 있는 것이 음향방출센서(Acoustic Emission Sensor)이다. 하지만 고주파의 신호의 취득을 통해 많은 노이즈를 포함하고 있어, 원신호만 가지고선 결함판별이 힘든 부분이 존재한다. 이러한 단점을 해결하기 위하여 음향방출센서를 사용한 결함검출연구에서는 다양한 신호처리방법이 적용되었다.

본 논문에서는 각종 신호처리방법들 중에서 기어결함검출에 있어 좀 더 적합한 신호처리방법을 찾기 위하여 진동신호의 결함분석을 위해 사용되는

STFT(Short Time Furier Tranform)과 HHT(hillbert-Huang Transform)을 이용하여 기어결함을 검출하고 그 결과를 비교하였으며, 시험기간은 총15일에 걸쳐서 진행하였으며, 그 기간동안 AE신호는 동일한 시간간격으로 저장하였다.

2. 실험

2.1 시험방법

Fig. 1과 같이 결함을 포함한 기어상자는 플렉시블 커플링을 이용하여 구동 모터와 직결되었으며, 직결된 기어는 이수 25개로 열처리되지 않았다. 그리고 구동축에 맞물리어 회전하는 피구동 기어는 38개의 이로 구성되어 있으며, 부하장치와 직결되어 있다. 베어링하우징(Bearing Housing)을 미소하게 상하로 이동할 수 있게 하여 기어상자에서 정렬불량을 구현하였다. 신호취득을 위한 음향방출 센서는 기어상자의 구동 축과 피구동축 베어링 상부하우징에 설치하였다.

신호취득을 위한 AE 시스템은 PAC 사의 센서, 증폭기 및 신호취득과 분석을 수행할 수 있는 소프트웨어로 구성이 되었다. 5MHz의 샘플링 주파수를 통하여 결함 신호는 취득되었으며, 총 15일간 지속적으로 구동되었다.

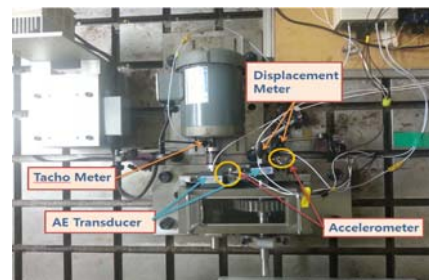


Fig. 1 Experiment System

† 교신저자: 정희원, 국립 경상대학교 에너지기계공학과

E-mail : bgchoi@gnu.ac.kr

Tel : 055-772-9116 , Fax : 055-772-9110

* 정희원, 국립 경상대학교 대학원 정밀기계공학과

** 정희원, 창원문성대학 조선학부

2.2 시험결과

15일간의 운전된 후, 기어의 상태를 점검하기 위해 Fig. 2와 같이 기어를 기어상자에서 분리하여 기어 이를 관찰하였다. Fig. 2는 구동측의 기어 이를 나타내는 것으로 시험 종료 후 이의 표면에 깊은 손상이 발생되었음을 쉽게 알 수 있다.



Fig. 2 Gear tooth weaned by misalignment

3. 신호분석

3.1 STFT

Fig. 3은 10일째 계측된 AE 신호를 이용한 STFT 결과를 나타내고 있다. Fig. 3은 기어의 1회전에 대한 시간을 나타내고 있으며, 30 msec 이후 진폭이 급격히 증가하였던 것을 알 수 있다. 이는 기어 이의 맞물림에서 두 기어 사이의 정렬불량에 의해 충격적으로 나타나는 것으로 사료된다.

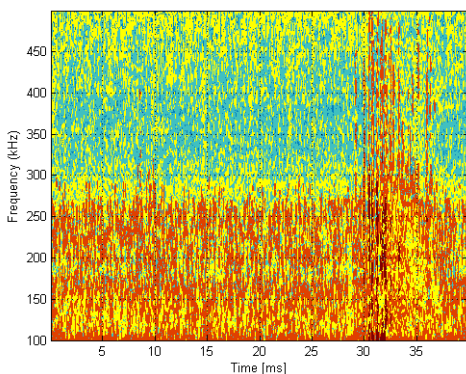


Fig. 3 STFT of AE signal at 10th day

3.2 HHT

Fig. 4는 Fig. 3과 동일한 신호에 대한 HHT 결과를 나타내고 있다. Fig. 4 역시 Fig. 3과 마찬가지로

30msec부터 높은 피크가 발생되고 있음을 알 수 있다. 이는 동일한 위치에서 결합 신호가 강하게 발생되고 있음을 알 수 있다.

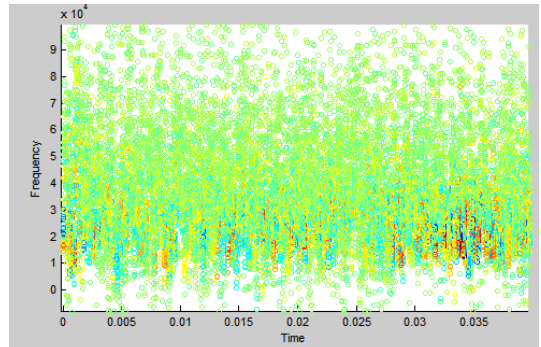


Fig. 4 Time-frequency domain by HHT

4. 결론

STFT와 HHT는 모두 시간-주파수 영역의 결과를 나타낼 수 있는 장점이 있다. 그리고 본 연구에서와 같이 두 기법 모두 동일한 위치에서 결합이 존재함을 나타내었다.

그러나 이 두 기법은 서로 다른 단점을 지니고 있어, 그 음향방출 신호를 위한 한계는 존재하는 것으로 사료된다. STFT의 경우, 데이터의 개수, 오버랩(Overlap)의 정도 등을 설정해야하며, HHT는 데이터의 양에 민감한 단점을 지니고 있다.

그러므로 이 두 신호처리 기법 모두 좀 더 나은 방향으로 개선되어야 하며, 그 이후 적용하는 것이 정확한 분석법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 국립과학재단(NRF)의 일반연구자지원사업 (과제번호:2011-0013652) 및 2단계 BK21의 친환경냉열에너지기계연구사업팀의 지원으로 수행된 연구결과임.