

기어 결함 검출을 위한 STFT와 HHT의 비교

Comparison STFT and HHT for Detection of Gear Failure

구동식† 하정민*이종명*이정훈*최병근**

Dong-Sik Gu†, Jeong-Min Ha*, Jong-Myeong Lee*, Jeong-Hoon Lee*, Byeong-Keun Choi**

1. 서 론

기계요소의 결함을 조기에 검출하기 위한 노력은 끊임없이 연구되고 있다. 유럽, 미국, 일본 등에서는 비파괴 기법을 사용한 결함 분석 기법에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며, 그 중 음향방출(Acoustic Emission) 기술도 포함되고 있다.

음향방출 기술의 장점은 센서의 높은 감도에 의해 미세한 결함에 의한 신호 역시 검출 할 수 있다는 것이다. 하지만 그와 더불어 많은 노이즈가 포함이 되며, 때론 노이즈에 의해 미소한 결함 신호에 가려지게 된다. 이러한 단점을 보완하기 위한 노력으로 최근 신호처리 기법에 대한 연구들이 적용이 되고 있으며, 주로 진동 신호를 기반으로 한 신호처리 기법들이 음향방출 기술에 적용되고 있는 실정이다.

신호처리 기술 중 STFT(Short Time Fourier Transform)은 진동신호의 결함 분석을 위해 사용되는 일반적인 방법 중의 하나로, 주파수 영역과 시간 영역을 동시에 표현하여 사용자가 쉽게 확인할 수 있다는 장점을 가지고 있는 방법이다. 그리고 힐버트-황 변환(Hilbert-Huang Transform, HHT)을 이용한 방법은 기존의 힐버트 변환 특성인 중심 주파수의 측대역폭에 대한 분석을 수행할 수 있는 특징보다 STFT와 유사하게 시간-주파수 영역에 그 결과를 표현함으로써 주파수 별 진폭의 변화를 관찰 할 수 있는 것이 주요 특징이다.

본 논문에서는 상기의 두 가지 방법을 음향방출

신호에 적용하여 기어결함을 검출하고, 그 결과를 비교하여 보았다. 기어결함 시험은 15일간 진행되었으며, 시험 기간 동안의 AE 신호는 일정 시간 간격으로 지속적으로 저장되었다.

2. 실험

2.1 시험 방법

Fig. 1과 같이 결함을 포함한 기어상자는 강체 커플링을 이용하여 구동 모터와 직결되었으며, 직결된 기어는 이수 50개로 열처리된 것이었다. 그리고 구동 기어의 하단에 체결되는 피구동 기어는 70개의 이로 구성되어 있으며, 유압 부하장치와 직결되어 있다. 신호취득을 위한 음향방출 센서는 베어링 하우스 및 그에 접한 위치가 적합하지 않아 기어상자의 측면부에 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.

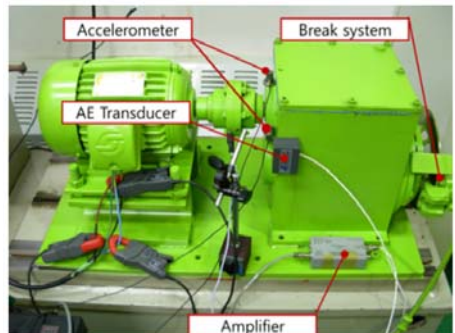


Fig. 1 Experiment system

† 교신저자; 구동식, 창원문성대학 조선설계과

E-mail : gdskam@gnu.ac.kr

Tel : 055-772-9110, Fax : +82-55-772-9119

* 경상대학교 대학원 정밀기계공학과

** 경상대학교 에너지기계공학과

2.2 시험 결과

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.

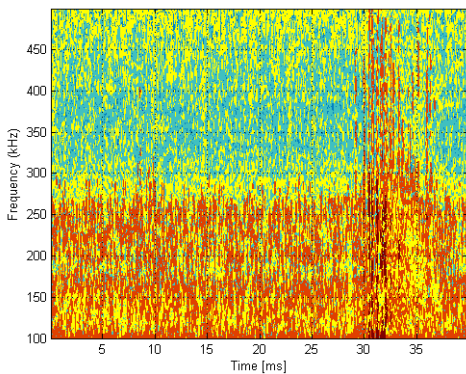


Fig. 3 STFT of AE signal at 10th day

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 결함 신호가 강하게 발생

되고 있음을 알 수 있다.

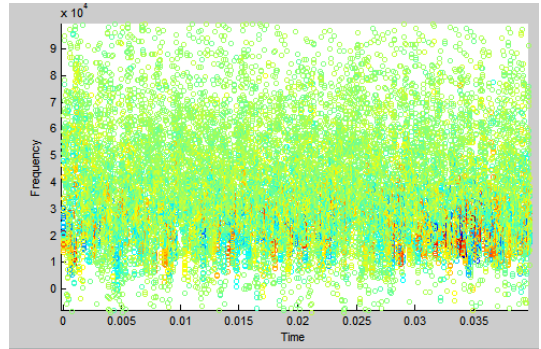


Fig. 4 Time-frequency domain by HHT

4. 결론

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