Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 19, No. 10 pp. 108-114, 2018

https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.10.108
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

음향 공진 스펙트럼 분석을 통한 요크 튜브 크랙 검사

염우정[1], 홍연찬[1], 김진영[2], 강준희[2*]
[1]국립인천대학교 전자공학과, [2]국립인천대학교 물리학과

Yoke Tube Crack Inspection by Using Acoustic Resonance Spectral Analysis

Woo-Jung Yeom[1], Yeon-Chan Hong[1], Jin-Young Kim[2], Joonhee Kang[2*]
[1]Department of Electronics Engineering, Incheon National University
[2]Department of Physics, Incheon National University

요 약 비파괴 검사 기술의 발달로 인해 기계부품의 크랙을 검사하는 방법들이 주목을 받기 시작하였다. 다양한 비파괴 검사 방법 중에서도 고유 주파수를 분석하는 음향 공진 방법은 빠른 시간 안에 제품의 불량 여부를 판정하는데 적합한 기술로 발전했다. 본 연구에서는 기계부품 중 요크 튜브의 크랙을 검사하기 위한 크랙 검사기술에 대해 연구를 진행하였으며, 음향 공진 방법으로 빠르게 검출이 가능한 시스템을 구현하였다. 24bit ADC 회로를 탑재하였으며, 원활한 데이터 수집을 위해 MCU를 탑재하였으며, PC와 데이터 통신을 위해 TCP/IP 통신 인터페이스를 구성하였다. 데이터 측정을 위한 센서는 마이크로폰을 사용하였으며, 크랙 정보를 판정하고 사용자에게 피드백하기 위한 분석 소프트웨어를 구현하였다. 실제 산업현장에서 제작한 요크 튜브를 사용하여 테스트를 진행하였다. 양품과 크랙이 있는 불량제품을 구별하는 테스트를 성공적으로 실시하여 실제 산업현장에 적용할 수 있음을 확인하였다.

Abstract Due to the development of nondestructive testing techniques, methods of inspecting cracks in mechanical parts have drawn attentions. Among various non-destructive testing methods the acoustic resonance method which analyzes the natural frequencies has been developed into a technique suitable for the prompt judgements of the existence of the defects in the mechanical parts. In this study, we investigated the crack inspection technique to examine the cracks in the yoke tubes by using the acoustic resonance method and realized the system to quickly detect the cracks. A 24bit ADC circuit and an MCU were installed for the smooth data collection, and a TCP / IP communication interface was configured for the data communication with PC. We used a microphone as a sensor measuring the vibrations. We constructed an analysis software to obtain the frequency spectra of the vibrations, to find the existence of the cracks, and to feedback to the user. Tests were conducted using the yoke tubes manufactured in the real industrial field. The tests were successfully conducted to distinguish the good products from the defective (cracked) products and confirmed that they can be employed in the actual industrial field.

Keywords : Natural frequency, Crack, Yoke tube, Nondestructive, Acoustic

1. 서 론

기계가 인간의 삶의 질을 향상하는 필수적인 요소로 자리 잡은 지 오랜 시간이 흘렀다. 최근에는 로보틱스 기술과 접목되어 생산성을 극대화하는 방향으로 비약적인 발전을 거듭하고 있다. 이러한 기계제품은 수많은 기계 부품들로 구성되며, 각각의 부품의 결함 여부를 파악하

이 논문은 인천대학교 2018년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음
*Corresponding Author : Joonhee Kang(Incheon Nat. Univ.)
Tel: +82-32-835-8226 email: jhkang@inu.ac.kr
Received July 13, 2018 Revised August 13, 2018
Accepted October 5, 2018 Published October 5, 2018

는 것은 전체 기계제품의 성능을 좌우할 만큼 중요한 영역이 되었다. 최근 기계 산업 분야에서는 비파괴 검사 기술을 도입하여 제품의 생산성을 향상하고 있다. 비파괴 검사에는 대표적으로 자분탐상 검사[1], 비전검사[2], 와류탐상[3], 초음파, X-Ray 등의 다양한 방법들이 개발되어 활용되고 있다. 이러한 다양한 비파괴 검사기술 중에서 음향 공진 방법은 빠르게 제품의 불량 여부를 판정할 수 있어 전수검사의 주요 수단으로 업계로부터 주목을 받고 있다.

음향 공진 비파괴 방법은 기계부품의 고유 주파수(Natural frequency)를 분석하여 양품 인지 불량인지를 판정하는 방법이다. 고유 주파수는 부품의 형상, 재질, 열처리 유무, 질량, 강성 등에 의해 결정되며, 진동과 소리로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 음향 공진 방법으로 요크 튜브의 크랙을 검출할 수 있는 크랙 검사 시스템을 구현하였다. 본 연구를 통해 구현한 크랙 검사 시스템을 실제 산업현장에 적용할 수 있는지 판단하기 위해 생산현장에서 만들어진 요크 튜브를 사용하여 테스트를 진행하였다. 양품 제품과 불량제품을 사용하여 테스트를 진행하였으며, 측정된 고유진동수를 분석 하여 양불 여부를 판정하였다.

2. 이론적 배경

진동은 어떤 물체가 기준 좌표계나 평형 위치에 대해서 물체가 반복적으로 운동하는 현상이다. 진동은 Fig. 1에서 보는 바와 같이 소리굽쇠처럼 하나의 주파수에서 발생되는 단일 주파수 성분으로 구성되는 예도 있지만, 내연기관의 피스톤 운동 혹은 기어구동 계에서 보듯이 동시에 서로 다른 여러 개의 주파수가 동시에 발생하는 경우가 대부분이다.

실제 진동 신호는 대개 많은 주파수 성분으로 구성되어 있어 어떤 주파수 성분들이 있는지를 즉각적으로 듣고 알기는 쉽지 않기 때문에 주파수 분석이 필요하다. 모달 테스트를 통해 이러한 주파수 분석 측정을 수행할 수 있으며, 다양한 제품에 대한 모달 테스트 방법이 연구되어 있다[4-5]. 이러한 진동 모델을 수학적 형태로 표시하면 아래와 같다.

$$m\ddot{x}+c\dot{x}+kx=f(t) \tag{2.1}$$

여기서 m은 질량, c는 댐핑 계수, k는 강성계수이다. 이

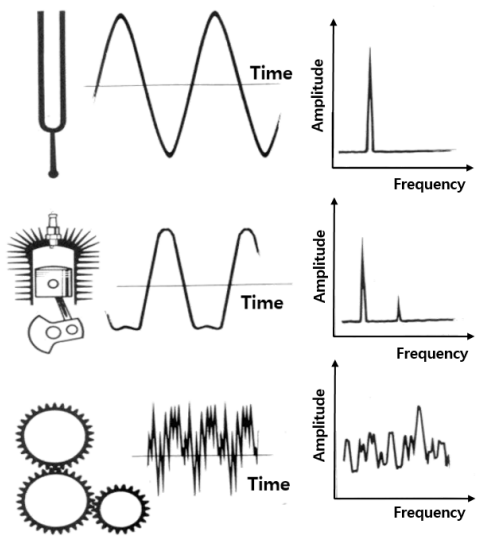

Fig. 1. Various vibrations. Many frequency components are involved in the most vibrations.

러한 미분 방정식은 다음과 같은 특성방정식을 만족한다.

$$ms^2+cs+k=0 \tag{2.2}$$

여기서 s는 복소수 값을 갖는 주파수 변수이다. 이러한 특성방정식은 다음과 같은 두 개의 복소수 근을 가지게 된다.

$$\lambda_{1,2}=-\sigma\pm j\omega \tag{2.3}$$

여기서 σ 는 mode 1 에 대한 감쇠 요소를 나타내며, ω 는 mode 1 에 대한 감쇠 고유진동수이다. 따라서 위 식의 완전한 식은 다음과 같다.

$$x(t)=Ae^{\lambda_1 t}+Be^{\lambda_2 t} \tag{2.4}$$

위의 식을 통해 물체의 고유 주파수를 찾아낼 수 있으며, 이러한 고유 주파수 분석을 통해 제품의 이상 여부를 판정 할 수 있다[6].

본 연구에서는 양품의 주파수 스펙트럼과 결함이 있는 부품의 주파수 스펙트럼을 비교함으로써 요크 튜브의 크랙을 검출하는 시스템을 구현하였다.

3. 크랙 검출기의 설계 및 제작

3.1 크랙 검출기의 구성

본 연구에서는 음향 공진 방식을 사용하여 요크 튜브의 크랙을 검출하기 위한 검사 시스템을 설계하였다.

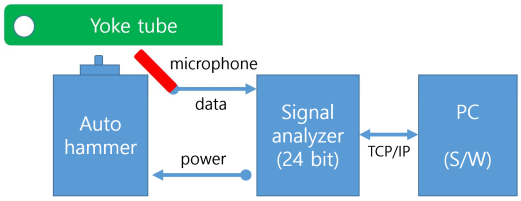

Fig. 2. Block diagram of the crack detection system.

Fig. 2는 검사 시스템의 구성도를 나타내고 있다. Fig. 2에서 알 수 있듯이 크랙 검출기에는 요크 튜브를 타격하여 진동을 발생시키는 오토 해머 시스템과 타격으로 발생한 진동 및 소리를 측정하기 위한 마이크로폰이 필수적이며, 센서의 신호를 수집하기 위한 검출기가 필요하다. 그리고 검출기의 신호를 분석하여 양품 또는 불량을 판정할 수 있는 소프트웨어가 필요하다. 본 연구에서는 검출기를 설계하여 제작하였으며, 요크 튜브의 실제 샘플을 측정하여 양품과 불량을 구별하였다.

3.2 크랙 검출기의 설계

크랙 검출기의 제어부는 마이크로폰 신호 검출부와 신호 처리부, 디지털 입출력 부, TCP/IP 통신부로 구성하였으며, 제어기에 사용한 마이크로프로세서로는 STM32F407을 사용하였다. 24bit ADC 회로를 구성하여 센서의 아날로그 데이터를 수집하여 디지털로 변환하도록 구현하였다. Fig. 3은 센서 신호를 수신하는 아날로그 회로부의 회로도를 나타내고 있다.

본 연구에서는 ICP (Integrated Circuit Piezoelectric) 타입의 마이크로폰을 사용할 수 있도록 아날로그 회로를 구현하였다. ICP 타입은 별도의 증폭 장치가 필요 없으므로 산업에서 많이 사용하는 방식이다. 100kHz 샘플링이 가능하도록 회로를 구성하여 44kHz의 신호까지 측정할 수 있도록 회로를 구성하였다. 또한, 오토해머 시스템에 장착된 힘센서 정보와 마이크로폰의 정보를 안정적으로 수집할 수 있도록 4채널의 센서 입력포트를 구성하였다.

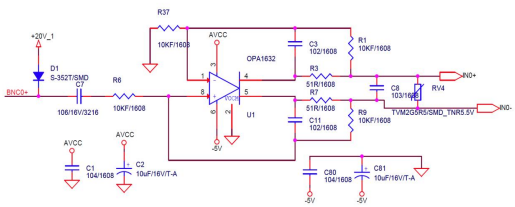

Fig. 3. Analog circuit diagram of the receiver.

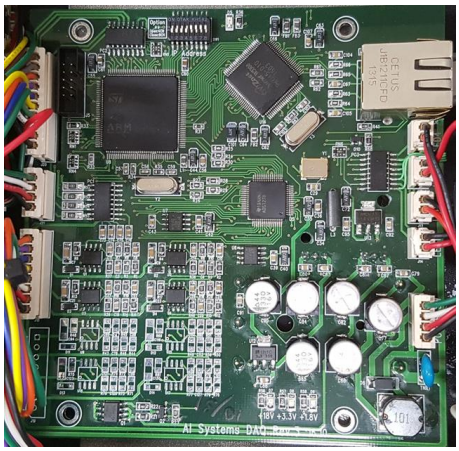

Fig. 4. Fabricated controller PCB. The size was 93mm × 102mm.

Fig. 4는 본 크랙 검출기의 PCB 모습을 나타내고 있다. PCB 크기는 93mm × 102mm이었다. PCB는 노이즈 등의 외부환경에 영향을 덜 받도록 4층 기판으로 제작하였다.

3.3 오토해머 시스템

오토 해머는 에이 아이시스템즈(주)사의 330AE-05 모델을 사용하였다. Fig. 5는 본 연구에서 사용한 오토 해머 시스템의 사진을 보여주고 있다.

오토해머는 구동 시점 제어를 위한 트리거 신호 포트를 내장하고 있으며, 타격 스트로크는 5mm이다. 330AE-05 해머는 타격하는 힘의 크기를 측정하기 위한 힘 센서가 탑재되어 있다. 최대 힘 측정은 200N까지 측정할 수 있다. 또한, 시리얼 통신(RS-232) 기능이 탑재되어 있으며, 힘의 크기가 설정 범위 밖으로 벗어나면 힘의 세기를 설정 범위 내로 조정하는 자동 조절 기능이 탑재되어 있다. 해머의 크기는 120mm × 38mm × 38mm로 매우 컴팩트한 크기여서 다양한 시스템에 장착이 쉽다.

Fig. 5. Fabricated auto-hammer. Impact force could be varied. The cylindrical design made it to be compact and convenient. The size was 120mm × 38mm × 38mm.

Fig. 6. Yoke tube samples with various cracks in them.

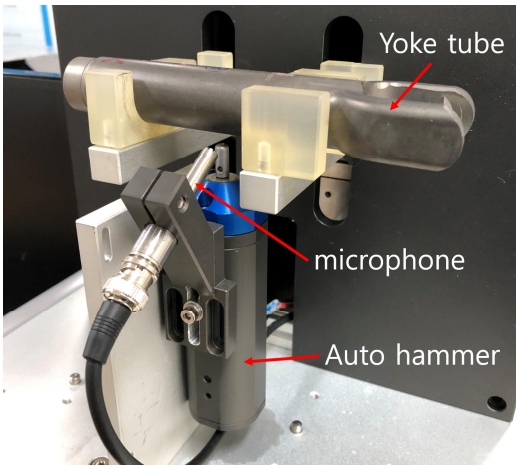

Fig. 7. Test setup of yoke tube crack detection system.

3.4 분석장치

Fig. 6은 요크 튜브의 실제 사진을 나타내고 있다. 사진에 붉은 점을 표시하였는데, 이 붉은 점은 크랙이 발생한 불량 샘플을 나타내고 있다. 총 8개의 불량 요크를 테스트에 사용하였고, 양품 요크는 총 24개였다.

Fig. 7은 측정시스템의 사진을 나타내고 있다. 요크 튜브를 지그 위에 안착시키고 오토 해머를 하단부에 위치하여 타격을 시키고 마이크로폰으로 데이터를 수집 하도록 하였다. 마이크로폰은 PCB Piezotronics사의 130F20 마이크로폰을 사용하였다. 130F20은 ICP 타입의 어레이 마이크로폰으로 감도는 45mV/Pa이다. 본 연구에서는 요크 튜브에 센서를 부착할 수 없어 비접촉식 센서인 마이크로폰을 사용하였다.

4. 크랙 검출 시험 결과

4.1 오토해머의 성능

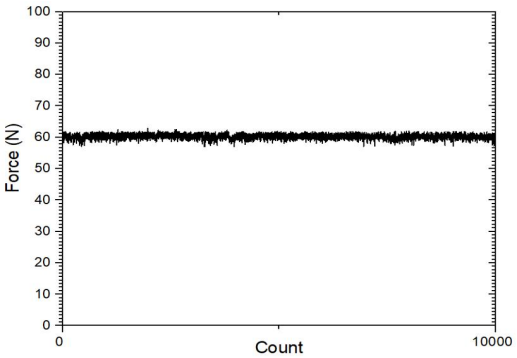

Fig. 8. Test results of the auto-hammer impact forces with 10,000 hits. The average impact force was 60.28 N.

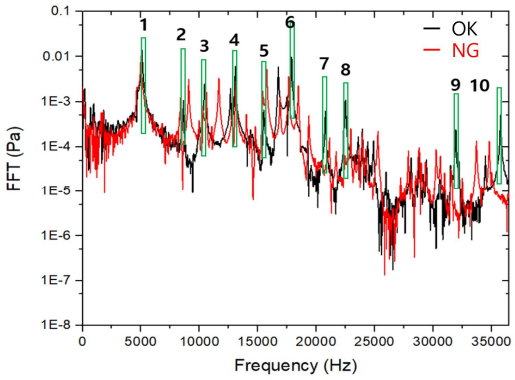

Fig. 9. Test results of yoke tube crack detection. The frequency spectrum of the crack-free samples is in black and the samples with cracks in red.

오토해머가 일정하게 타격할 수 있는지 테스트를 진행하였다. Fig. 8에 10,000회를 타격한 오토해머의 성능 결과를 나타내고 있다. 타격 시 힘의 세기는 60 N으로 설정하여 타격하였다. 측정된 결과는 평균 60.28 N 의 힘으로 일정하게 타격이 일어난 것을 확인하였다. 표준편차를 계산한 결과 0.71 N으로 매우 안정적인 성능을 나타내는 것을 확인하였다.

4.2 검출 테스트

Fig. 9는 요크 튜브의 크랙 검출 테스트 결과를 나타내고 있다. 검은색 그래프는 양품의 고유 주파수를 나타내고 있으며, 붉은색 그래프는 불량의 고유 주파수를 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이 양품과 불량에 대한 주파수 스펙트럼의 모양이 확연히 다름을 알 수 있다. 그래프에서 녹색 박스는 양품 24개를 측정하여 일정한 고

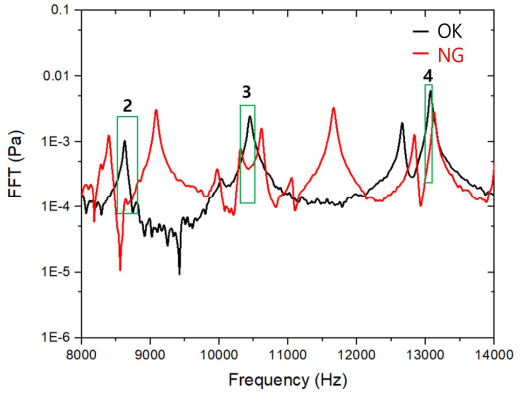

Fig. 10. Enlarged view of Fig. 10 for the frequency range from 8000 Hz to 14,000 Hz.

유 주파수 범위가 나타나는 영역을 표시하고 있다.

Fig. 9에서 알 수 있듯이 0Hz 에서 35,000Hz 사이에 다양한 피크 들이 형성되는 것을 알 수 있다. 양품 대비 불량의 경우에는 고유 주파수 피크가 시프트 되거나 양품과는 다른 영역에 고유 주파수 피크들이 생성되는 것을 알 수 있다. 실제 양품의 경우에는 일정한 피크를 형성하지만, 불량 제품의 경우에는 다양한 크랙 사이즈와 위치에 따라 기준 피크와는 다른 피크들이 발생하게 되고 기준과의 비교를 통해 불량 유무를 빠르게 판정할 수 있다. 본 연구에서는 요크 튜브의 고유 주파수 중에서 10개의 고유 주파수를 선택하여 기준 피크로 설정하였고 테스트 샘플을 모두 측정하였다. Fig. 10은 그중에서 양품 1개와 불량 1개의 측정결과를 나타내고 있다. 쉽게 이해할 수 있도록 x축의 영역을 확대하여 8,000 Hz에서 14,000 Hz 사이를 그래프로 표시한 결과를 나타내고 있다. Fig. 10을 통해 알 수 있듯이 양품의 경우에는 2 차수, 3 차수, 4 차수 피크가 형성되어있으며, 미리 설정해 둔 녹색 박스 영역에 있음을 알 수 있다. 불량의 경우에는 2 차수, 3 차수, 4 차수의 피크가 시프트된 것을 알 수 있다. 표 1은 차수별로 설정한 공차 상한과 공차 하한 주파수를 나타내고 있으며, 양품의 경우와 불량의 경우에 주파수가 어떻게 차이가 나는지를 나타내고 있다.

표 1 에서 알 수 있듯이 불량 샘플의 경우 1 차수에서 10 차수 사이의 모든 값이 공차 상한과 하한의 영역을 벗어남을 알 수 있다. 본 연구에선 총 32개(양품 24개, 불량 8개)의 샘플을 테스트한 결과 모든 불량 샘플을 검출할 수 있었다.

Table 1. Peak positions of the 10 orders for a crack-free sample and a sample with cracks. Allowed minimum and maximum frequencies are also shown.

order	OK (Hz)	NG (Hz)	Tolerance lower limit (Hz)	Tolerance upper limit (Hz)
1	5079.0	4995.4	5045.9	5086.5
2	8626.0	9083.1	8592.8	8627.0
3	10447.8	10615.1	10369.5	10448.8
4	13074.2	13125.7	12989.5	13075.2
5	15513.9	15417.4	15448.6	15579.3
6	17895.7	17638.2	17817.5	17896.7
7	20779.7	21127.3	20688.5	20806.4
8	22504.9	22936.2	22330.1	22505.9
9	31942.0	31530.0	31812.2	31949.4
10	35765.7	35225.0	35636.0	35779.6

Table 2. Peak positions of the order 1 to order 5 for 24 crack-free samples and 8 samples with cracks.

NO	Order 1 (Hz)	Order 2 (Hz)	Order 3 (Hz)	Order 4 (Hz)	Order 5 (Hz)
OK01	5079	8626	10447	13074	15513
OK02	5053	8613	10422	13003	15468
OK03	5046	8619	10422	13054	15468
OK04	5053	8606	10370	13042	15462
OK05	5046	8593	10441	13022	15481
OK06	5053	8613	10447	13016	15475
OK07	5053	8619	10422	13029	15456
OK08	5079	8626	10402	13054	15481
OK09	5085	8619	10447	13042	15533
OK10	5053	8626	10422	13029	15456
OK11	5053	8606	10428	13035	15501
OK12	5046	8606	10428	13029	15488
OK13	5053	8593	10415	12990	15475
OK14	5046	8619	10415	13054	15475
OK15	5059	8619	10415	13048	15578
OK16	5053	8606	10396	13035	15456
OK17	5079	8626	10428	13054	15475
OK18	5079	8626	10422	13048	15475
OK19	5059	8619	10428	13042	15488
OK20	5085	8626	10447	13067	15501
OK21	5059	8613	10415	13048	15449
OK22	5059	8619	10415	13022	15488
OK23	5079	8626	10434	13061	15507
OK24	5059	8606	10402	13016	15456
NG01	5027	8606	10274	13003	15423
NG02	4995	9083	10615	13125	15417
NG03	5034	8619	10415	13016	15584
NG04	5053	8613	10319	13003	15340
NG05	5040	8613	10087	13035	15050
NG06	5027	8407	10087	12707	15153
NG07	5053	8613	10396	12958	15475
NG08	5008	8600	10286	13022	15462
Tolerance lower limit	5045	8592	10369	12989	15448
Tolerance upper limit	5086	8627	10448	13075	15579

Table 3. Peak positions of the order 6 to order 10 for 24 crack-free samples and 8 samples with cracks.

NO	Order 6 (Hz)	Order 7 (Hz)	Order 8 (Hz)	Order 9 (Hz)	Order 10 (Hz)
OK01	17895	20779	22504	31942	35765
OK02	17863	20721	22395	31871	35688
OK03	17844	20753	22466	31929	35752
OK04	17837	20689	22492	31871	35688
OK05	17837	20721	22376	31832	35662
OK06	17870	20721	22401	31884	35694
OK07	17876	20741	22408	31896	35733
OK08	17844	20741	22446	31929	35765
OK09	17876	20760	22440	31909	35733
OK10	17882	20721	22421	31909	35733
OK11	17824	20766	22434	31884	35701
OK12	17844	20734	22421	31851	35682
OK13	17850	20805	22331	31813	35637
OK14	17844	20753	22466	31929	35752
OK15	17863	20766	22453	31916	35746
OK16	17818	20766	22434	31884	35694
OK17	17876	20753	22472	31942	35772
OK18	17863	20728	22440	31916	35740
OK19	17863	20741	22440	31903	35746
OK20	17870	20760	22479	31948	35778
OK21	17837	20786	22459	31903	35740
OK22	17870	20760	22421	31922	35746
OK23	17882	20753	22479	31948	35772
OK24	17863	20728	22389	31871	35694
NG01	18108	20683	22356	31864	35701
NG02	17638	21127	22936	31530	35225
NG03	17593	20824	22897	31948	35752
NG04	17799	20747	22395	31896	35714
NG05	17586	20921	22749	31903	35733
NG06	17831	21114	22279	31575	35443
NG07	17728	20831	22279	31890	35469
NG08	17799	20895	22414	31903	35707
Tolerance lower limit	17817	20688	22330	31812	35636
Tolerance upper limit	17896	20806	22505	31949	35779

표 2는 양품 24개, 불량 8개 샘플 결과 중 1 차수에서 5 차수까지의 결과를 나타낸 표이다. 양품의 경우에는 모두 공차 영역 내에 피크가 발생하였음을 알 수 있다.

표 3은 6 차수에서 10 차수까지의 측정결과를 나타내고 있다. 마찬가지로 양품의 경우에는 모두 공차 영역 내부에 피크들이 존재함을 알 수 있으며, 불량의 경우에는 특정 차수에서 공차 영역을 벗어난 것을 알 수 있다. 이를 통해 불량제품을 모두 선별 할 수 있었다. 다만 총 10 차수의 피크 중에서 모두 불량이 발생하는 제품도 있었으며, 3개의 차수에서만 불량이 발생하는 때도 있었다. 이는 크랙의 크기와 위치 등에 따라 피크가 다르게 발생한 것으로 판단된다.

5. 결론

본 연구에서는 음향 공진 스펙트럼을 측정하고 이를 통해 고유 주파수를 분석함으로써 기계부품의 크랙을 검출할 수 있는 크랙 검출기를 설계하고 제작하였다. 이를 위해 일정한 타격 세기를 갖는 오토 해머 시스템을 사용하여 안정된 성능의 크랙 검출기를 개발하였다.

- 검출기 회로를 설계하였으며, 24bit ADC 회로를 구성하였으며, 4개의 채널을 구성하여 4개 센서를 사용할 수 있도록 구성하였다. 오토 해머를 테스트하였으며, 60 N으로 설정하고 타격 테스트를 수행한 결과 60.28 N의 평균값을 얻었으며, 표준 편차는 0.71 N으로 나타났다.
- 앞서 기술한 검출기와 오토해머를 사용하여 실제 자동차 부품으로 사용되고 있는 요크 튜브 24개의 양품과 8개의 불량 샘플을 테스트한 결과 크랙이 발생한 8개 불량 샘플 모두를 검출 할 수 있었다.
- 본 연구를 통해 개발된 크랙 검사 시스템을 실제 생산현장에서 전수 검사로 적용할 경우 생산성 향상에 크게 이바지할 수 있을 것으로 판단된다.
- 앞으로는 크랙 유형에 따른 주파수 변화를 분석하여 데이터베이스를 구축하는 연구를 진행할 계획이다. 이러한 데이터베이스가 구축된다면, 측정결과에 따른 불량 유형을 빠르게 판단 할 수 있어 품질관리 및 불량관리 분야에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 판단된다.

References

[1] S. H. Yun, G. S. Park, “A Study on the Method of Magnetic Flux Leakage NDT for Detecting Axial Cracks”, *Journal of the Korean Magnetics Society*, Vol.21, No.1, pp.23-31, Feb. 2011.
DOI: https://dx.doi.org/10.4283/JKMS.2011.21.1.023

[2] S. Jeong, S. H. Yoo, D. H. Joung, H. B. Lee, “Development of Vision Inspection system for detecting surface defects of shaft”, *Proceedings of The Korean Society Of Automotive Engineers*, pp.2196-2200, Nov. 2012.

[3] S. Jeong, G. Kim, H. Lee, “Inspection technology of crack of crankshaft using Eddy Current Testing”, *Proceedings of The Korean Society Of Automotive Engineers*, pp.2889-2892, Nov. 2010.

[4] W. G. Song, K. C. Jung, J. H. Back, “Method for Modal Test of Flat Panel Display Glass”, *Proceedings of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering*

Conference, pp.490-491, Oct. 2012

[5] I. K. Na, B. C. Goo, “Analysis and measurement of the natural modes of a C/Cbrake disc”, *Proceedings of the Korean Society for Railway*, pp.972-976, Nov. 2013

[6] http://www.mj-tech.co.kr/down/download/진동에대하여.hwp

염 우 정(Woo-Jung Yeom) [정회원]

- 2002년 2월 : 인천대학교 공과대학 전자공학과 (공학학사)
- 2004년 8월 : 인천대학교 공과대학원 전자공학과 (공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 공과대학원 전자공학과 (공학박사 수료)
- 2003년 4월 ~ 현재 : 아이젠 시스템 대표

<관심분야>
자동제어, 전자제어, 로봇

홍 연 찬(Yeon-Chan Hong) [정회원]

- 1983년 2월 : 서울대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)
- 1989년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학박사)
- 1990년 3월 ~ 1992년 2월 : 순천향대학교 전자공학과 전임강사
- 1992년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 전자공학과 교수

<관심분야>
지능제어, RFID, 전력전자

김 진 영(Jin-young Kim) [정회원]

- 1998년 2월 : 인천대학교 이과대학 물리학과 (이학사)
- 2000년 2월 : 인천대학교 이과대학 물리학과 (이학석사)
- 2006년 9월 : 인천대학교 이과대학 물리학과 (이학박사)
- 2015년 3월 ~ 현재 : 인천대학교 물리학과 겸임교수
- 2018년 3월 ~ 현재 : 에이아이시스템즈(주) 대표

<관심분야>
비파괴 검사, 음향공진, 전자제어, Sensor

강 준 희(Joonhee Kang) [정회원]

- 1977년 2월 : 서울대학교 물리교육과 (이학사)
- 1979년 2월 : 한국과학원 물리학과 (이학석사)
- 1987년 8월 : Univ. Of Minnesota 물리학과 (이학박사)
- 1987년 ~ 1989년 : Argonne National Laboratory (Post Doc.)
- 1989년 ~ 1994년 : Westinghouse Research Center (Senior Scientist)
- 1994년 ~ 현재 : 인천대학교 물리학과 교수

<관심분야>
RFID, MEMS, 음향공진, Sensor