

홀 이펙트 센서를 이용한 밸런싱 머신 개발

The Development of Balancing Machine Using Hall Effect Sensor

장인훈* · 남원기** · 오세훈** · 심귀보*

In-hun Jang, Won-Ki Nam, Se-Hoon Oh, and Kwee-Bo Sim

* 중앙대학교 전자전기공학부

** 중앙대학교 기계공학부

요 약

회전 기기에서 회전체의 편심은 언밸런스를 유발하는데 이를 보정하는 밸런싱은 회전 기기에서의 방진 및 저소음 설계에 중요한 항목일 뿐 아니라 회전기기의 안정성과 사용수명에 큰 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 이러한 밸런싱 머신을 구현하기 위하여 편심을 정확히 측정하여야 하는데, 본 논문에서는 기존의 밸런싱 기기에 일반적으로 사용되고 있는 계측 원리와는 다르게 홀-이펙트 센서를 이용하여 편심을 측정하는 방식을 제안함으로써 저가의 계측 시스템 구성이 가능함을 보이고, 밸런싱 머신의 편심 측정부를 PC통신을 이용하여 제어하고자 한다.

Abstract

The eccentricity of the rotor causes a rotary machine to unbalance and the balancing to correct or compensate this is very important not only for dust-proof and anti-noise design but also for stabilization and durability of the rotary machine. In this paper, for developing the balancing machine to find and compensate such eccentricity, we will propose new way of measuring eccentricity using hall effect sensor that is different from the way in a conventional balancing machine. And we will show that it is possible to make balancing machine more compactly and cheaply by experiment results using hall effect sensor to measure eccentricity. Moreover we try to control and monitor the balancing machine by personal computer through serial communication.

Key words : Balancing machine, Hall effect sensor, vibration, rotary machine

1. 서 론

회전 기기에서 회전체의 편심은 언밸런스를 유발하는데 이를 보정하는 밸런싱은 회전 기기에서의 방진 및 저소음 설계에 중요한 항목일 뿐 아니라 회전기기의 안정성과 사용수명에 큰 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다. 회전체의 편심을 보정하는 밸런싱을 수행하기 위해서는 정확한 편심을 측정하는 것이 선행되어야 한다[1].

ISO 1925(1990) 「평형잡기 용어」에 의하면, 평형잡기(또는 균형잡기)는 「회전체의 질량분포를 조사하고, 필요하면 이것을 조정하여 저널에 작용하는 회전속도와 동기인 진동이나 힘을 어느 지정 한도 이내로 되도록 하는 작업」으로 정의하고 있다. 즉, 회전체의 불평형(unbalance)이 작으면 작을수록 외력으로 작용하는 불평형 원심력이 작게 되어, 이에 따른 불평형 진동도 작게 된다. 따라서, 평형잡기 작업은 이 불평형을 ISO 규격등에서 정의하는 허용잔류불평형 이하로 수정하는 작업이다. 불평형 저감은 분수조화진동(subharmonic vibration)이나 불안정 진동(unstable vibration)의 방지도도 효과가 있는 경우도 있다[2].

이처럼 평형을 잡기 위하여 초창기의 밸런싱 작업은 영향 계수를 직접 손으로 계산한 뒤 종이에 그래프로 나타내는 수

동적인 방법에서 컴퓨터 기술의 발달로 데이터 측정에 관한 수많은 소프트웨어가 개발되었고 편심 측정 그리고 밸런싱 작업에서 고성능 소프트웨어의 개발이 급진전되고 있다. 따라서 회전기기의 진동을 검출하여 편심 데이터를 획득하는 계측 시스템에 대한 연구와 설계는 의미가 있다고 할 수 있다.

또한 기존의 편심 측정 장비는 부피가 상당히 크고 고가의 장비로 이루어져 있다. 이에 반해 우리가 추구하고자 하는 것은 저가이면서 동시에 우레탄을 사용함에 따라 damping 효과를 주어 안정적인 영역에서 측정이 가능하다는 점이다.

본 논문에서는 회전기기의 편심 측정 장치로는 마이크로 프로세스와 홀센서를 사용하고 편심 측정 장치의 제어 및 모니터링을 위해서는 PC를 사용하는 밸런싱 머신을 제안하고자 한다. 특히 제안하는 편심측정기가 현재 밸런싱 기기에 일반적으로 사용되고 있는 계측 원리와는 다르게 홀-이펙트 효과를 이용함으로써 크기와 구조를 매우 간단하게 할 수 있으며 이를 통해 매우 저가로 시스템을 구현할 수 있음을 보이고자 한다.

이를 위해서 2절에서는 회전체에 있어서 발생하는 밸런싱과 불평형과 같은 제반 이론을 설명하며 그 필요성에 대해 언급한다. 그리고 3절에서는 본 논문에서 제안하는 편심측정기의 구성과 원리에 대해서 설명하고 4절에서는 측정기기를 통해서 우리가 얻은 데이터를 기반으로 해석을 하고 본 제안의 타당성을 보인다.

접수일자 : 2006년 1월 22일

완료일자 : 2006년 3월 22일

2. 밸런싱

2.1 밸런싱

회전체의 질량 중심이 회전중심으로부터 편심되어 있거나, 불균형 질량이 존재하면 회전체는 불평형 상태에 있게 된다. 이러한 회전체의 회전속도가 증가할수록, 질량편심에 의해 더 큰 불평형 원심력이 발생하며 이 원심력은 베어링과 지지부에 전달되어 구조물 진동의 원인이 된다. 특히 축의 직경이 가늘어지고 회전속도가 고속화될수록 불균형 질량에 의한 진동의 영향이 더욱 두드러지게 나타난다[9].

따라서 회전체의 진동을 감소시킴으로써 기계의 수명을 증가시키고 기계의 성능을 향상시키며 작업자의 안전을 보장해 주며 작업환경을 개선시킬 수 있는 방법이 요구된다. 이처럼 회전체의 불균형 질량을 보상해주는 작업을 밸런싱(Balancing, 밸런싱)이라 한다.

2.2 불평형

불평형은 정적 불평형, 짝힘 불평형 그리고 이들이 조합된 준정적 불평형(Quasi-Static Unbalance)과 동적 불평형(Dynamic Unbalance) 등으로 분류할 수 있다[3].

정적 불평형은 주관성축이 회전중심축과 평행하게 놓인 불평형이다. 정적 불평형은 때로는 힘 또는 운동 불평형이라고 불리며 평행한 두개의 Knife Edge위에 로터를 놓았을 때 로터의 무거운 쪽이 아래로 내려오게 된다. 교정중량은 필요한 만큼 추가하거나 제거할 수 있으며 회전체의 정적 불평형은 베어링에서 측정된 진동 진폭과 위상이 동일하게 나타난다. 그러나 Overhung Rotor에 대해서는 이것이 적용되지 않는데, 이것은 단면 밸런싱으로 문제를 해결할 수 있다.

짝힘 불평형이란 주관성축이 회전중심축과 교차하는 상태인데 교차점이 Rotor의 중심이 된다. 짝힘은 반대방향에서 작용하는 두개의 평행한 힘이다. 따라서 짝힘 불평형은 로터의 양 끝에서 중심선의 반대쪽에 있는 Heavy Spot에 의하여 생긴 상태라고 할 수 있다. 정적 불평형과는 달리 짝힘 불평형의 경우는 양쪽 베어링에서 진폭은 같으나 위상 속도에서는 낮고 정격속도 부근에서는 높다. 그리고 위상은 서로 180도 차이가 난다. 그리고 단면에서 교정될 수 있는 정적 불평형과는 달리 짝힘 불평형은 양면에서만 평형교정을 할 수 있다. 통상적으로 순수한 정적 또는 순수한 짝힘 불평형을 갖는 경우는 드물고, 정적과 짝힘 불평형이 조합된 준정적 불평형과 동적 불평형으로 분류할 수 있다.

준정적 불평형은 주관성축이 로터중심이 아닌 곳에서 회전 중심축과 교차되는 상태이다. 이 형태의 불평형은 정적과 짝힘 불평형의 조합으로 생각할 수 있는데 준정적 불평형의 경우는 위험속도 및 정격속도에서 진동이 높으며, 특히 불평형인 면에서 두드러진다. 또한, 양쪽베어링에서 위상은 위험속도에서 동 위상이나 정격속도에서 180도차이가 난다.

동적 불평형은 가장 일반적인 형태의 불평형이며, 주관성축과 회전중심축이 비평행-비교차하는 불평형이다. 이 상태의 불평형은 정적 및 짝힘 불평형이 존재할 때 정적 불평형이 어떠한 짝힘 성분과도 일치하지 않는 곳에 있게 되는데, 이 결과 주관성축은 회전중심과 만나거나 평행하지 않다. 일반적으로 동적 불평형 상태는 서로 같지도 않고 정반대도 아닌 비교 위상치를 나타낸다[3].

2.3 밸런싱의 필요성

회전체에 불평형이 있다는 것은 어딘가 Heavy Spot이 있

어서 회전체의 무게 중심이 맞지 않다는 것이다. 예를 들어서 커플링 허브를 커다란 도구를 내리쳐서 제거한다면 모터 리 부분이 변형이 생기게 되고 무게 중심이 달라지며 회전 시 편심에 의한 진동이 생기게 된다. 또한, 회전체에 이물이 불균일하게 부착되는 경우에도 편심이 생기며 회전체의 화학적 부식이나 물리적 부식 역시 편심의 원인이 된다.

많은 원인으로 인해 발생한 편심은 회전체의 진동을 발생시키게 되며 시간이 지날수록 그 변위는 점점 커지는데 한계 변위에 도달하게 되면 축의 약한 부위가 변형을 일으키거나 과도한 피로에 의해 파손되게 된다.

즉, 회전체의 불균형에 의한 주기적인 진동은 마모와 파손의 원인이 되며 이러한 현상은 정적 하중보다 기계에 치명적인 영향을 미친다. 따라서 회전체의 균형은 기계장치의 안전한 운전과 수명연장에 반드시 필요하며, 이를 위해 회전체의 밸런싱 작업이 전제되어야 한다[2].

3. 편심 측정기 구성과 원리

밸런싱 머신은 동작중인 회전체의 편심을 측정함과 동시에 언밸런스를 보정하는 밸런싱을 수행하게 된다. 본 과제에서는 밸런싱 머신의 편심 측정부를 구성하기 위하여 기구부와 제어부를 설계 및 제작하였으며 그 결과를 PC에서 모니터링하고 분석할 수 있도록 하는 저가의 계측 시스템을 구성하였다.

3.1 기구부의 구성

제안하는 편심 측정기의 기구부는 그림 1에서와 같이 크게 변위 측정부, 모터 구동부, 위치 측정부의 세 부분으로 구성되어진다.

변위 측정부는 측정 대상 회전체의 편심을 측정하기 위한 부분으로 회전체를 상단에 체결할 수 있으며 홀센서를 포함한 하우징으로 구성되어 있다.

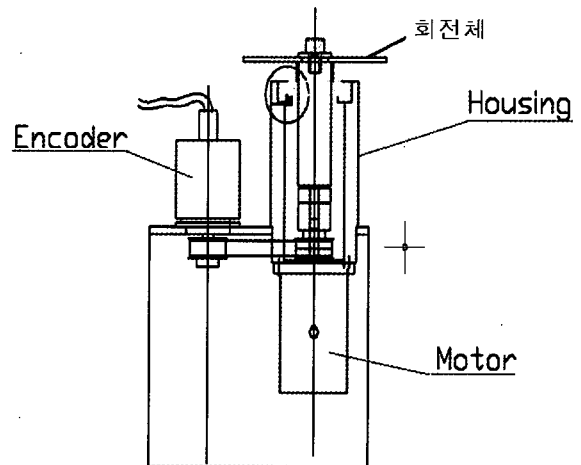


그림 1. 편심 측정기 전체도

Fig 1. General drawing of Eccentric measuring Instrument

모터를 포함한 모터 구동부는 측정 대상 회전체와 엔코더에 동시에 연결되어서 회전체를 회전시킴과 동시에 회전체의

회전위치를 측정할 수 있도록 설계되어 있으며 전원노이즈를 방지하기 위해 변위측정부와 전원이 분리되어 있다. 모터가 구동하게 되면 축과 축에 고정되어 있는 회전체가 회전하게 되는데 축이 자유롭게 회전할 수 있도록 축은 하우징의 상단에서 베어링으로 체결하였다.

위치 측정부를 구성하는 엔코더는 모터와 함께 회전하는 회전체의 회전위치를 측정하기 위한 것이며, 모터의 회전축과 엔코더의 회전축은 모터가 회전함에 따라 엔코더가 동작하도록 그림2와 같이 벨트로 연결되어 있다.

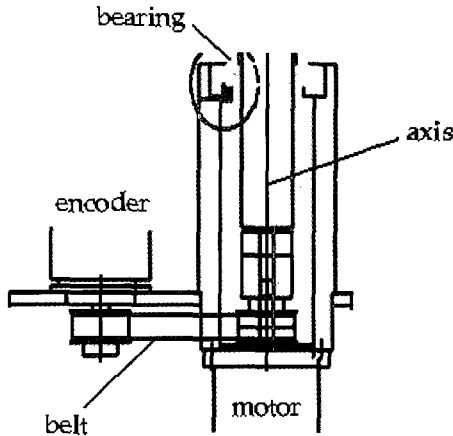


그림 2. 편심 측정기
Fig 2. Eccentric measuring instrument

3.2 변위 측정부

3.2.1 편심의 유발과 측정변위의 발생

위치 측정부를 구성하는 엔코더는 모터와 함께 회전하는 회전체의 회전위치를 측정하기 위한 것이며, 모터의 회전축과 엔코더의 회전축은 모터가 회전함에 따라 엔코더가 동작하도록 그림2와 같이 벨트로 연결되어 있다.

하우징 속의 축은 모터에 의해 회전운동을 하며, 축에 고정된 회전체는 축과 함께 회전한다. 이 때, 축에 고정된 회전체는 측정의 대상이며 실험을 위해 임의로 편심을 주었으며 이를 위해 그림 3의 왼쪽 그림과 같이 균일하게 연마한 원형 장체의 임의의 위치에 구멍을 뚫어 제작하였다.

강제로 편심을 주어 제작된 회전체의 회전운동은 축의 불균형을 유발하는데 이러한 불균형을 구속하지 않도록 모터와 축의 연결부위는 플렉서블 커플링으로 체결하였다. 이렇게 구속되지 않은 불균형 운동으로부터 편심을 측정하기 위해 하우징 상단은 그림 3의 오른쪽 그림과 같이 구성하였다.

그림에서 하우징 가장자리와 축의 베어링 사이에 일정한 간격으로 위치한 물질은 우레탄이다. 베어링과 하우징 외벽 사이에 탄성을 가진 물질을 사용하여 축의 이탈을 방지함과 동시에 편심에 의한 불균형 원운동을 일정하게 할 수 있도록 한다.

하우징 상단의 이러한 구조에서 자석을 베어링에 고정하여 불균형 원운동에 따른 진동을 하게하고 홀센서를 하우징에 고정시키면 회전시에 자석은 고정된 홀센서에 대해 변위를 가지게 되며 결과적으로 편심에 따른 각 각도의 변위를 측정할 수 있다.

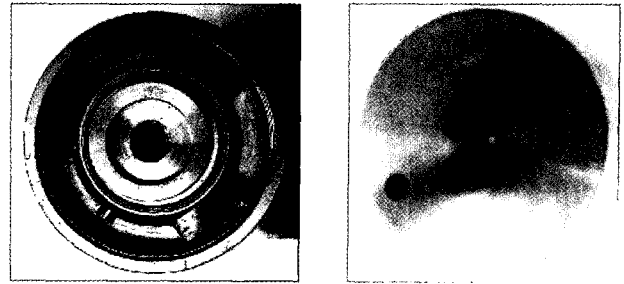


그림 3. 편심을 가진 회전체와 하우징 상단
Fig 3. The body of revolution that have eccentricity and the top view of housing

3.2.2 자석과 홀 센서

홀센서는 자계에 반응하여 내부저항이 변화하는 전자 소자이며 자계의 세기를 출력 전압의 세기로 변환시키는 특성을 이용해 여러 형태로 응용되는 센서 중에 하나이다.

적절한 자석을 선정하고 홀센서와 자석을 배치시키는 방법은 여러 가지가 있는데 본 제안에서는 하나의 자석과 홀센서를 사용하여 그림 4의 박스그림처럼 배치시키고 홀센서를 자석의 N극과 S극을 따라 평행하게 슬라이딩하도록 하였다. 그림 4는 자석의 중심에 대해 홀 센서 변위에 따른 센서 출력값을 나타낸다[5,6,7]. 그림에서 센서 출력값은 홀센서가 자석의 중심에 위치할 때 영점을 갖는다. 그리고 센서가 S극으로 움직이게 되면 출력 값은 선형적으로 증가하고 반대로 N극으로 움직이면 선형적으로 감소한다.

그림 4와 같은 특성을 이용하기 위하여 변위 측정부에서는 하우징 상단의 베어링에 자석을 그림 5와 같이 적절히 위치시키고 자석위에 홀센서를 배치한다. 특히, 센서가 선형 특성을 갖는 범위 내에서 동작하도록 하였다.

베어링에 고정된 자석은 바깥쪽이 N극이 되도록 하였기 때문에 홀센서의 값은 자석 반대편으로 변위가 생길 때 양의 값을 갖는다.

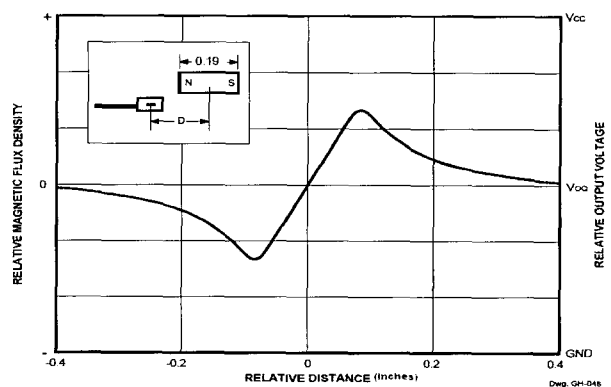


그림 4. 홀센서 출력 특성
Fig. 4. Output Characteristic of Hall effect sensor[5]

만약 센서가 자석을 이탈하게 되면 선형적인 특성을 잃어 버리게 되고 영점으로 수렴하며 이 경우 실제 홀센서 출력 전압은 $V_{cc}/2$ 가 된다.

회전체가 운동할 때 변위의 최고값은 센서가 자석을 이탈

하지 않는 범위 내에 존재기 때문에 계측에 필요한 선형 특성을 보존할 수 있다.

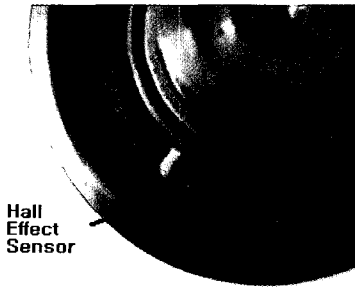


그림 5. 베어링에 위치한 자석과 센서
Fig 5. Attached magnet and sensor to bearing

3.3 위치 측정부

위치 측정부는 회전체의 진동에 따른 홀센서 출력값과 1:1로 대응하는 회전체의 위치를 검출하는데, 각 변위에 해당하는 위치각에 대한 정보를 획득하기 위해 위치 측정은 모터에 벨트로 연결되어 있는 엔코더가 수행한다.

위치 측정부에서 사용된 엔코더는 앵슬루트(SA58 series, Metronix) 타입이다. 앵슬루트 엔코더는 전원단절 때에도 다 회전 데이터의 백업과 검출을 실행하므로 전원 재투입 시에도 원점 리셋 없이 절대 위치 검출이 가능하여 정확한 편심 측정을 할 수 있다. SA58 엔코더의 출력 신호는 Gray code이며 분해능은 1024(10bit)이다. 변위 측정부에서 읽은 값들은 마이크로 프로세싱을 통해 컴퓨터에 저장된다.

엔코더로부터 얻은 위치 데이터들은 제어부에서 각각의 홀센서 출력값과 조합되어 회전체의 편심이 발생하는 위치에 대한 정보를 제공한다.

3.4 제어부 및 모니터링

제어부는 Atmel사의 ATmega128로 구성되어 있는데 ATmega128은 10bit ADC 및 증폭기까지 내장한 8bit RISC CPU로서 이를 이용하여 본 실험을 위한 제어부를 매우 간결하게 구성할 수 있었다.

PC와 RS232 시리얼 통신을 이용하여 획득한 데이터들을 전송하였으며 PC에서는 그림 6의 모니터 프로그램을 이용하여 편심위치를 확인하였다.

모니터 프로그램은 위치와 변위 그리고 최소 홀센서 값의 데이터를 실시간으로 출력할 수 있게 프로그래밍 되었다.

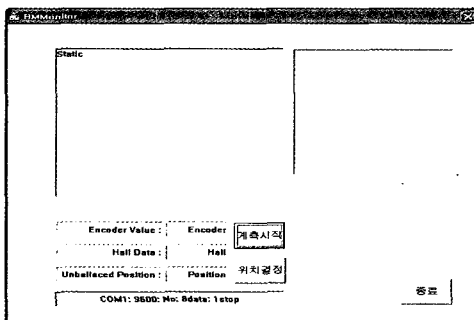


그림 6. 모니터 프로그램
Fig. 6. Monitor program

4. 실험 결과 및 고찰

편심 측정기로부터 컴퓨터가 획득하는 데이터는 진동에 따른 변위와 그 때의 위치이며 그림 7은 x축을 위치로 하고 y축을 홀센서에 대한 자석의 변위를 나타내는 홀센서 출력 전압이다. 그림에서처럼 측정 데이터는 많은 노이즈를 포함하기 때문에 3차의 추세선을 이용하여 그 경향을 표현하였다.

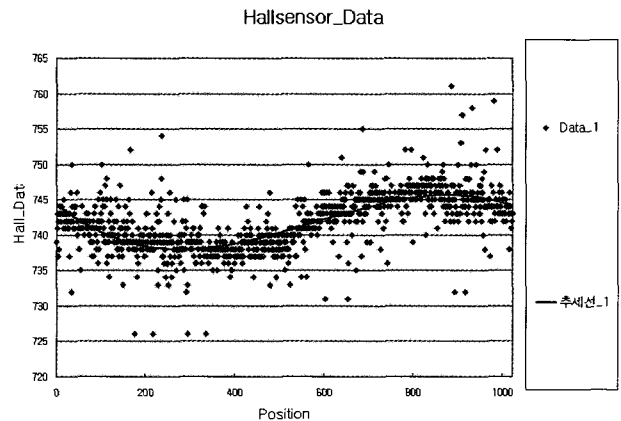


그림 7. 홀센서 데이터#1과 그 추이선
Fig. 7 Hall sensor data #1 and its trend curve

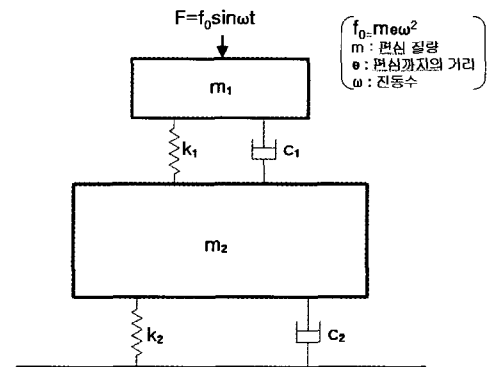


그림 8. 밸런싱 머신의 모델링
Fig. 8 Modeling of balancing machine

밸런싱 머신을 그림 8과 같이 모델링 한 후 문제를 정리하게 되면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 m_1 \ddot{x}_1 + c_1 \dot{x}_1 - c_1 \dot{x}_2 + k_1 x_1 - k_1 x_2 &= f_0 \sin \omega t \\
 m_2 \ddot{x}_2 - c_1 \dot{x}_1 + (c_1 + c_2) \dot{x}_2 - k_1 x_1 + (k_1 + k_2) x_2 &= 0
 \end{aligned}$$

위의 식에서 m_1 , m_2 는 각각 지지대와 하우징의 질량이라고 놓고 k_1 , c_1 은 지지대의 고정부를 대략적으로 잡은 것이다. k_2 , c_2 는 우레탄의 물성치이다.

하우징의 상단부에 가해지는 힘 $F = (mew^2)\sin\omega t$ 으로 편심에 의해 가해지는 힘을 나타낸다. 이러한 조건을 고려하여 식을 계산하게 되면,

$$X_1 = A \sin \omega t, \quad X_2 = B \sin \omega t$$

의 꼴로 표현된다. 여기서 우리가 주목할 것은 X_1 으로 우리

가 Data로부터 얻은 것과 마찬가지로 sin과 형태의 곡선으로 표현됨을 알 수 있는데 그림 7의 추세선으로 나타나는 경향과 일치함을 알 수 있다.

홀센서로부터 얻어진 데이터를 분석하고자 10회에 걸쳐 데이터를 얻었으며 이에 대해 그림 9와 같이 분산형 그래프를 그리고 각각의 경우의 경향을 파악하고자 3차식의 추세선을 사용하였다. 분산형 그래프에서 볼수 있듯이 데이터 자체는 매우 많은 노이즈를 포함하고 있지만 추세선을 그리게 되면 10번의 실험결과가 거의 일치하기 때문에 실험결과는 유의성을 가진다고 할 수 있겠다.

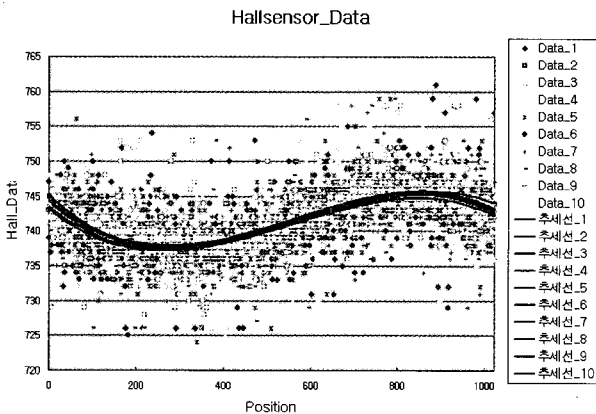


그림 9. 홀센서 데이터를 이용한 추세선
Fig. 9 The trend curve by using data of hall sensor

본 실험에서 편심은 균일하게 연마한 원형 강체의 임의의 위치에 구멍을 뚫어 제작하였기 때문에 질량이 주변보다 작은데서 기인한다. 그러므로 회전체가 회전할 때 편심위치가 홀 센서를 지나는 순간 회전체의 중심축은 홀센서로부터 가장 멀어지게 된다. 이는 자석이 중심에서 N극 쪽으로 슬라이딩하는 변위량이 가장 큰 지점이며 그림 4의 그래프에서 볼 수 있듯이 홀센서 출력 전압값이 가장 작은 값이 된다. 따라서 획득한 변위와 위치의 정보들 중에 최소값을 가지는 위치가 최대 편심을 가지는 위치로 생각할 수 있다.

실제 역학적으로 계산을 할 경우와 비교 할 경우와는 약간의 위상차가 존재한다는 결과를 얻을 수 있었다.

5. 결론 및 향후과제

회전체의 편심은 회전기기의 안정성이나 수명에 치명적인 영향을 미칠 수 있기 때문에 회전체의 편심을 보정하는 것은 매우 중요하다. 이러한 밸런싱 작업에서 먼저 수행되어야 하는 것은 편심의 정확한 측정이며 편심 측정은 밸런싱에 관련된 분야에서 기본적인 과정이라고 할 수 있다. 본 과제에서는 밸런싱의 기초가 되는 편심 측정을 위해 기구부와 제어부를 설계 제작하고 시리얼 통신으로 연결된 PC를 이용하여 결과를 모니터링하였다. 그리고 이를 통해 이러한 목적에 부합하는 범위 내에서 기존의 고가 계측 시스템을 대신하기 위해 홀 이펙트 센서를 이용한 저가 계측 시스템을 제안하였으며 그 가능성을 시제품과 실험결과를 통하여 제시하였다.

모듈화된 프로그램을 기반으로 최종 데이터를 산출하여 계측 시스템을 확인하게 되면, 실제로 우리가 찾고자

하는 편심의 위치를 확인할 수가 있었다. 하지만 실제와는 약간 다른 위치를 출력하게 되는데 이는 탄성체로 사용된 우레탄의 영향으로 위상차가 발생한 때문이다. 향후 과제로 탄성체의 정확한 탄성계수를 이용하여 이를 보정한다면 정확한 편심의 위치를 알 수 있을 것으로 보인다. 또한 본 논문에서 제안한 방식의 편심계측 시스템과 더불어 밸런싱 제어를 위한 제어부의 구성이 이루어지면 제품으로의 상용화 가능성이 크다고 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] Daniel J.Inman, "최신기계진동학," 피어슨 에듀케이션 코리아, 2002.
- [2] 양보석, "회전기계의 진동 : 해석, 평가, 설계 및 대책," 인터비전, 2002.
- [3] William T. Thomson, "기계진동 : 이론과 응용," 사이텍미디어, 1998.
- [4] Singiresu S. Rao, "기계진동학," 半島出版社, 1992.
- [5] Joe Gilbert and Ray Dewey, "Linear Hall-Effect Sensors", Applications Information, Allegro Microsystems, Inc., Application Note 27702
- [6] 장인훈, 심귀보, 오세훈, "홀 이펙트 센서를 이용한 유성기어 감속기 모터의 동력 모니터링 시스템 개발," 한국 퍼지 및 지능시스템 학회, 2004. 12
- [7] "3503 Ratiometric, Linear Hall-effect sensors", Allegro MicroSystems, Inc., [Online] <http://www.allegromicro.com/data-file/3503.pdf>
- [8] 장일현, "불균형(언바란스)량의 정의," 밸런스 테크, [Online] <http://www.balancetech.co.kr>
- [9] 장일현, "허용 불균형(언바란스)량의 산출공식," 밸런스 테크, [Online] <http://www.balancetech.co.kr>
- [10] 호프만 코리아, Technical Data, [Online] <http://www.hofmann.co.kr/jarvo.htm>

저 자 소 개



장인훈 (In-Hun Jang)

1993년 : 중앙대학교 제어계측공학과
공학사

1999년 : 동대학원 제어계측공학과
공학석사

1999년 ~ 2000년 : (주)신도리코 기술연
구소 연구원

2000년~현재 : (주)아로마솔루션 기술연구소 책임연구원

2004년~현재 : 중앙대학교대학원 전자전기공학부 박사과정

관심분야 : 지능로봇, 패턴인식, 지능형 홈 및 홈네트워크

Phone : +82-2-820-5319

E-mail : inhun@wm.cau.ac.kr



남원기 (Won-Ki Nam)

2006년 : 중앙대학교 기계공학부 공학사
2006년 ~ 현재 : 동대학원 석사과정

Phone : +82-2-820-5314
E-mail : saengee@hanmail.net



오세훈 (Se-Hoon Oh)

1981년 : 중앙대학교 기계공학과 공학사
1983년 : 서울대학교 기계공학과 공학석사
1990년 : 영국 IMPERIAL COLLEGE
공학박사
1985년 ~ 1992년 : 한국기계연구원 로봇
공학실 실장
1993년 ~ 현재 : 중앙대학교 기계공학부
교수

Phone : +82-2-817-3134
E-mail : osh@cau.ac.kr



심귀보 (Kwee-Bo Sim)

1990년 : The University of Tokyo
전자공학과 공학박사
1991년 ~ 현재 : 중앙대학교
전자전기공학부 교수

[제16권 1호(2006년 2월호) 참조]

2006년 ~ 현재 : 한국퍼지 및 지능시스템학회 회장

E-mail : kbsim@cau.ac.kr