

LVDT 센서를 이용한 외경 측정 방안에 대한 연구

황정호*, 노지훈(한국생산기술연구원), 박기홍(국민대학교)

A Study on the out-diameter measuring machine by the LVDT sensors

J. H. Hwang*, J. H. Roh (Korea Institute of Industrial Technology), Kihong Park(Kookmin University)

ABSTRACT

Currently A demand of high precision workpiece is increasing in industry. At present, roundness measuring machine using Air bearing, coordinate measuring machine that are used from measurement station. but these machines will not be able to apply to In-line process. because of like these machine's price are very expensive and measurement time is long. also, the complexity of conventional roundness measurement method based on fourier transform, it makes difficult to development analysis program. This work present new architecture of a Out-diameter measuring system for analysis of roundness of product. In this system, the influence of table motion errors is minimize by using two LVDT sensor and knife edge contact tip. We are produce a test machine and make an experimenter on Out-diameter of test bearing. The measurement result compared with roundness measuring machine.

Key Words : Contact tip(측정자), Out-Diameter(외경), Measuring machine(측정기), LVDT (Linear Variable Differential Transformer)

1. 서론

현재 가공품의 외경측정은 검사실에서의 진원도 측정기 또는 3차원 측정기를 이용하여 측정하는 방식이나 버니어 캘리퍼스나 다이얼 인디케이터를 이용하여 측정하는 방식이 많이 쓰인다. 전자의 경우 측정 시간이 오래 걸려 생산성이 저하되는 문제점이 있고 후자의 경우 측정 반복 정밀도에 한계가 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 고가의 에어베어링을 대신해 일반 베어링을 사용하여 원형 가공물의 외경측정기를 설계, 제작하고 LVDT 센서의 성능을 분석하여 회전정밀도 오차가 큰 회전체에서의 오차를 보정하여 외경 측정의 정밀도를 높이는 방안에 대하여 고찰하고자 한다.

2. 실험장치

두 개의 LVDT센서 및 Knife edge contact tip을 이용하여 테이블의 radial 방향 회전오차를 보정하였다. 측정데이터를 수집하고 분석하기 위하여 ADC (Analog Digital converter)를 사용하였다. 본 연구에서 사용된 LVDT센서와 AMP에 의한 출력특성은 400 μ m/V, 측정 정밀도 0.01 μ m로 측정범위는 ± 1 mm이다. 선정된 ADC는 12bit = 1/4096(V)의 분해능을 가지고

있다.

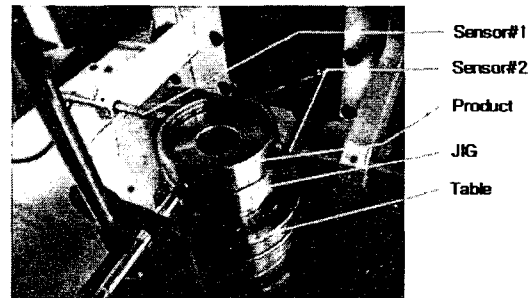


Fig. 1 Position of L.V.D.T sensors

3. 측정실험 및 분석

회전테이블의 회전오차는 기준시편을 측정 하였을 때 y방향으로 160 μ m의 회전오차를 가지고 있기 때문에 5mm 길이의 knife edge 타입의 contact tip으로 보정이 가능하다. 외경측정기에 의한 측정실험방법은 진원도 측정기의 측정실험과 동일하게 측정물을 측정테이블 위의 지그에 고정시키고 테이블을 회전시켰다. 측정물이 회전하는 동안 180 $^\circ$ 위상차를 가지고 배치된 센서는 측정 시작점의 각도를 기준으로 등 간격으로 변위량을 측정하게 된다.

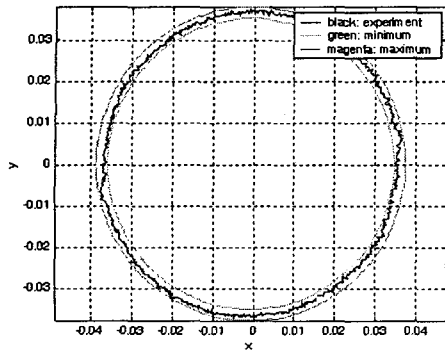


Fig. 2 Out-diameter polar graph

Fig. 10 는 측정된 각도별 반경데이터를 이용하여 그림 polar graph이다. 시편의 기하학적 형상과 표면 상태를 보다 쉽게 표현할 수 있는 그래프이다.

4. 진원도 측정기와의 결과비교

등간격 데이터의 추출은 테이블 구동부에 부착된 엔코더의 출력 펄스를 이용하여 추출하였다. 엔코더는 1회전당 1000펄스를 출력하는 타입으로 1회전당 총 1000개의 외경데이터를 추출해낼 수 있다. 측정된 결과는 진원도 측정기에서 측정되는 진원도 값과 경향을 비교하기 위하여 양단에서 측정된 값의 차이를 이용하여 외경을 구하고 측정된 외경데이터의 최대값과 최소값의 차이로 결과를 도출해 내었다. 측정에 사용된 시편은 직경 76mm의 베어링으로 동일기종의 제품 10개의 외경을 기준으로 실험을 수행하였다. 측정결과는 동일제품을 총 3회 측정한 결과평균을 비교하여 결과의 신뢰성을 높였다.

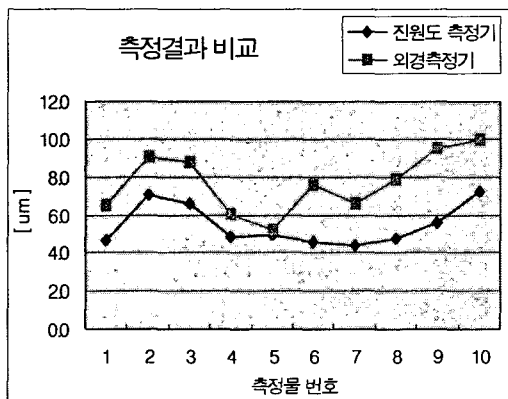


Fig. 3 Compensation of Out-Diameter Measuring Machine and Roundness Machine

그래프에서 볼 수 있듯이 측정결과의 경향이 비슷하게 나타났다. 두 측정기에서 발생한 편차는 LVDT센서의 노이즈 특성과 측정물의 표면 상태에서 발생한 차이라고 볼 수 있다. 제작된 외경 측정기

와 진원도 측정기에서 측정된 결과를 동일하게 비교할 수는 없지만 측정 시편의 가공 정밀도가 높고 센터리스 연삭제품이나 피스톤헤드와 같은 타원가공 제품의 경우 진원도 측정결과와의 비교도 가능하기 때문에 두 측정기의 측정결과를 비교하였다. 향후 Filter를 이용하여 센서의 노이즈 및 표면 거칠기에 따른 오차특성을 제거할 필요가 있다.

5. 결론

본 연구에서는 접촉식 LVDT 센서를 이용하여 센서의 배치와 Contact tip의 형상특성을 이용하여 측정 테이블의 회전오차를 보정할 수 있는 외경 측정기를 제작하였다.

(1) 180°의 위상차를 가지는 두 개의 LVDT 센서와 knife edge타입의 Contact tip을 사용하여 측정 테이블의 x, y 방향 회전오차를 보정할 수 있다는 것을 실험을 통하여 알 수 있었다.

(2) 기계식 레이디얼 볼 베어링과 스톱스 베어링을 사용하여 제작된 외경측정장치는 회전테이블의 회전 정밀도가 160 μ m이상이고 회전 반복정밀도는 최대 2 μ m 가 발생하였다.

(3) 측정물의 회전축 방향 기울기오차는 고려되지 않았으나 기울기가 존재할 경우 측정물의 실제 외경값보다 크게 측정될 것이다. 따라서 향후 기울기 오차를 최소화 할 수 있는 추가 기구부의 설계가 필요하다.

(4) 향후, 측정정밀도를 높이기 위해서는 노이즈 제거, 이물질과 회전 속도에 의한 LVDT 센서의 동특성 에러를 제거하는 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 산업자원부에서 지원하는 "부품 소재 종합기술지원사업"의 "고정밀 슬라이드 레일 자동제조시스템 기술지원"과제로 수행되었습니다. 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] O. Horikawa, N.Maruyama, M. Shimada, "A low cost, high accuracy roundness measuring system", ELSEVIER Precision Engineering 25 (2001) 200~205
- [2] B. Muralikrishnan, S. Venkatachalam, J. Raja, M. Malburg, "A note on the three-point method for roundness measurement", Elsevier Science Inc., Precision Engineering 29 : 257-260, 2005
- [3] "KS B5545 진원도측정기", 한국표준협회 2002