

# 광섬유 센서를 이용한 소형 회전체의 런아웃 측정

\*신우철<sup>1</sup>, 노승국<sup>1</sup>, 박종권<sup>1</sup>, 홍준희<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 한국기계연구원 지능기계연구센터, <sup>2</sup>충남대학교 기계공학부 BK21 메카트로닉스 사업단

## Runout measurement of a small rotor using optical fiber sensor

\*W. C. Shin<sup>1</sup>, S. K. Ro<sup>1</sup>, J. K. Park<sup>1</sup>, J. H. Hong<sup>2</sup>

<sup>1</sup> KIMM, <sup>2</sup> Div. of Mech. Eng. BK21 Mechatronics Group at Chungnam Univ.

Key words : Optical fiber sensor, Small rotor, Runout measurement

### 1. 서론

회전체의 런아웃 측정에 적용 가능한 측정기로서 접촉 방식의 다이얼게이지 또는 전기 마이크로미터를 들 수 있다. 이들 측정기는 손쉽게 측정이 가능하지만 고속회전체의 런아웃 측정은 불가능한 한계점을 가지고 있다. 비접촉 방식 측정기로서 와전류형 센서, 정전용량형 센서, 광센서 등이 있다. 이들 측정기는 고속측정이 가능하지만 측정면의 표면특성에 따라 전기적 런아웃이라 일컫는 노이즈가 발생할 수 있다. 특히, 측정대상인 회전체의 직경 크기에 따라 감도, 측정영역과 같은 성능이 변하는 특성이 있다<sup>(1)</sup>. 와전류 센서나 정전용량형 센서의 경우 측정가능한 회전체의 최소 직경은 프로브 단면크기와 상관관계를 지닌다. 일반적으로 직경 4mm 이하의 고속 회전체 런아웃 측정에 적합한 측정기는 쉽게 찾아보기 어려운 실정이다.

본 논문은 소형 회전체 런아웃 측정을 위하여 광섬유를 이용하고 광강도 변조방식(intensity modulation)을 기본으로 하는 측정방식을 제안하고 있다. 먼저 변위 측정 메커니즘을 제안하고 실제 구현한 광섬유 센서의 변위측정성능을 평가하였다. 특히, 제안한 광섬유 센서는 측정면의 반사율 변화에 영향을 받지 않음을 실험적으로 확인하였다. 마지막으로 소형 회전체의 런아웃 측정에 적용하여 그 가능성을 확인하였다.

### 2. 센서구성 및 측정원리

Fig.1 은 본 논문에서 제안한 광섬유 센서의 변위측정 기본원리를 보여주고 있다. 투광섬유와 수광섬유를 서로 마주대하고 그 사이에 원통형 타겟(회전체)을 위치하는 구조를 갖는다. 두 광섬유 정렬방향에 수직인 방향의 타겟 변위에 따라 수광섬유로 입사되는 광강도의 변화로써 변위를 검출한다.

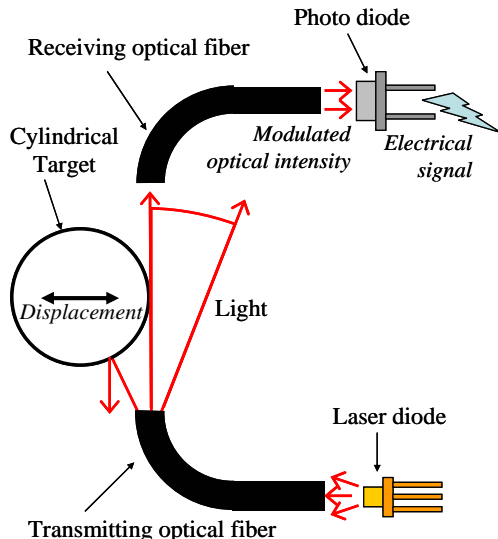


Fig. 1 Basic principle of runout measurement of a small rotor using optical fiber sensor

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig.2 는 본 논문에서 제안한 측정방식을 구현한 광섬유 센서를 보여주고 있다. 적용한 광원으로 650nm 파장, 5mW 파워를 갖는 레이저 다이오드를 사용하였고 광검출기로서 포토 다이오드(Thorlabs Inc., SM05PD1A)를 사용하였다. 사용한 광섬유는 스텝 인덱스를 지닌 플라스틱 광섬유로서 코어 직경은 0.98mm 이다. 두 광섬유는 V 홈 가공된 블록에 고정되어 있고 각 중심축을 일직선 상에 정렬하였다. 그리고 마주대한 끝단면 사이의 거리는 5mm 로 설정하였다.

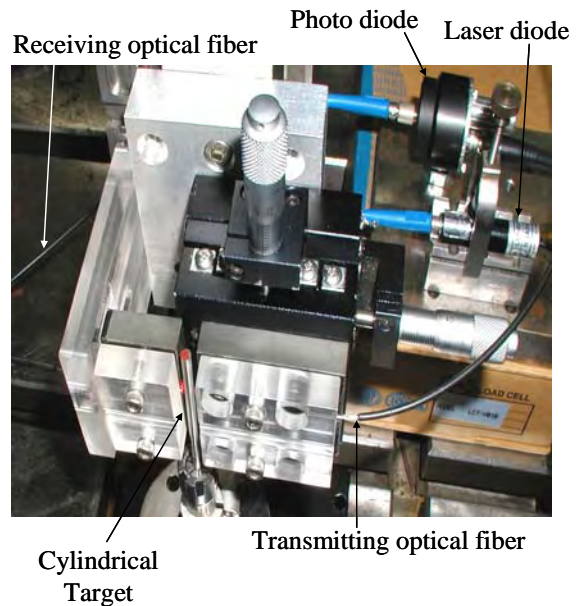


Fig. 2 Experimental setup for displacement measurement using the optical fiber

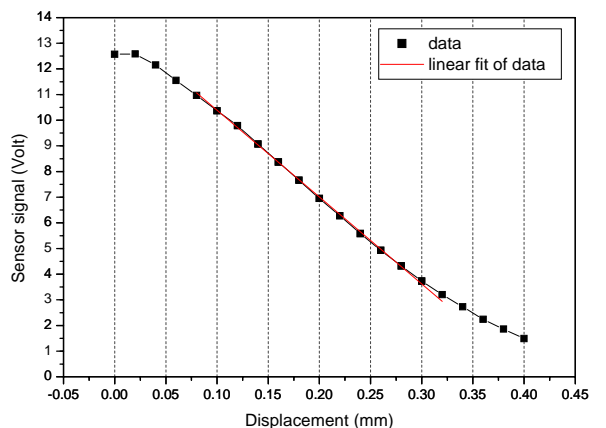


Fig. 3 Displacement response curve of the optical fiber sensor

Fig.3 은 광섬유 센서의 변위측정 응답선도를 나타내고 있다. 응답선도에서 측정영역을 0.1~0.3mm 구간으로 정하였을 때 그 구간의 선형회귀 결과 감도는 -33.85(V/mm), 선형성은 1.6%FSO 으로 평가되었다.

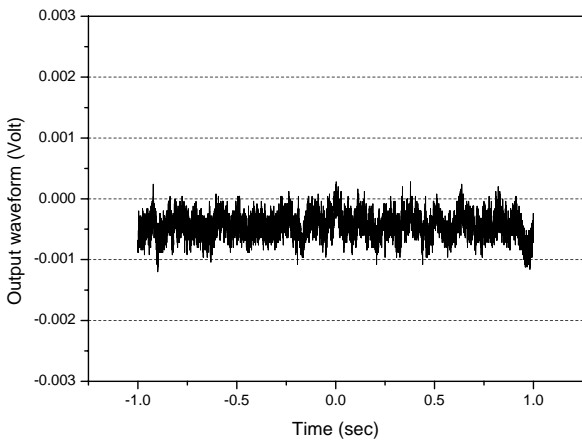


Fig. 4 Noise of the optical fiber sensor

Fig.4 는 광섬유 센서 출력신호 파형을 오실로스코프 상에서 획득한 데이터이다. 출력신호의 리플크기는 약 1mV로 나타났다. 그 결과 본 연구의 광섬유 변위센서의 분해능은 약 30nm로 평가되었다.

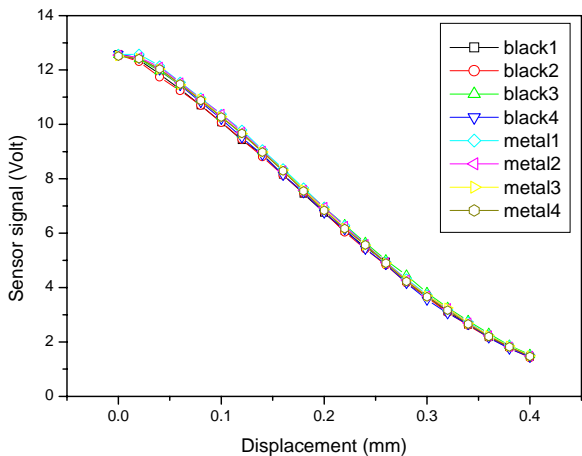


Fig. 5 Comparison of displacement response curves of the optical fiber sensor according to target surface reflectivity

Fig.5 는 본 연구에서 제시한 광섬유 센서의 타겟 측정면 반사율 변화에 따른 감도영향을 고찰한 실험결과이다. 실험방법으로 직경 3.5mm의 금속 핀을 타겟으로 변위 응답특성 실험을 4회 측정된 결과들과 동일한 금속 핀의 측정면에 검은색으로 칠한 뒤 변위 응답특성 실험을 4회 측정결과들을 서로 비교하였다. 비교결과 거의 감도의 변화를 보이지 않음을 볼 수 있다. 이것은 기존의 반사형 광섬유 센서의 치명적인 약영향으로 간주되는 측정면 반사율 변화에 따른 센서 감도변화 특성을 극복하는 대안으로서 본 연구의 측정방식이 가능하다는 것을 입증하는 것이다.

Fig.6 은 본 연구의 광섬유 센서를 적용한 소형 회전체 런아웃 측정 실험장치를 보여주고 있다. 측정 대상인 소형 회전체의 직경은 3.5mm 이고 회전 스테이지에 장착하여 2rpm의 회전 운동을 구현하였다. Fig.7 에서 광섬유 센서의 런아웃 측정값과 인디케이터 측정값을 비교하여 검증한 결과 인디케이터 정밀도 이내의 오차를 보였다.

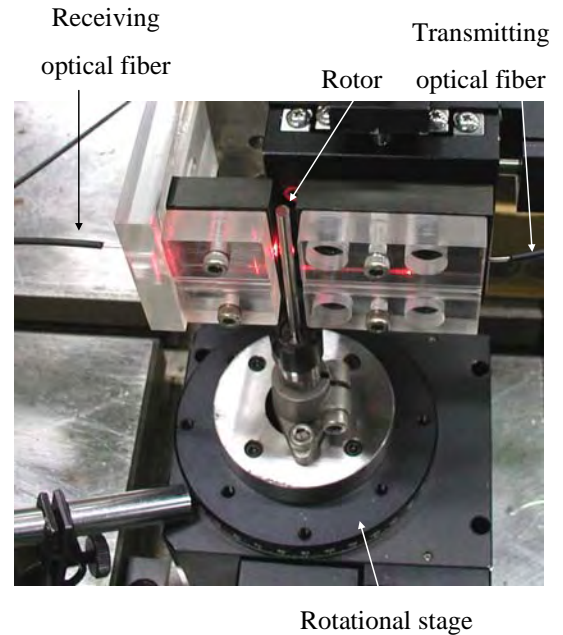


Fig. 6 Experimental setup for displacement measurement using the optical fiber

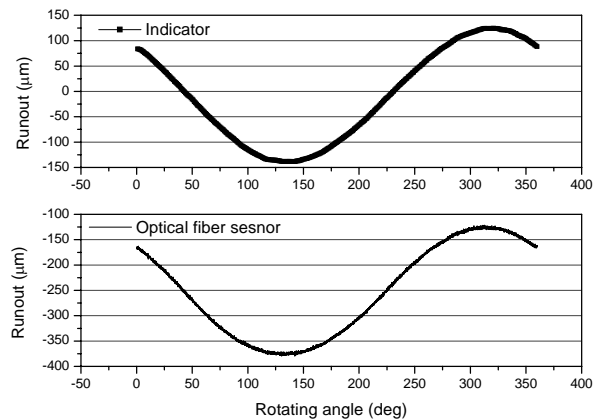


Fig. 7 Verification of runout result using the optical fiber sensor

#### 4. 결론

본 논문은 소형 회전체 런아웃 측정을 위하여 광섬유를 이용한 측정방식을 제안하고 있다. 제작한 광섬유 센서의 변위측정성능을 평가한 결과 약 30nm의 분해능과 0.1~0.3mm 측정영역에서 1.6%FSO 선형성을 보였다. 특히, 제안한 광섬유 센서는 측정면의 반사율 변화에 영향을 거의 받지 않음을 실험적으로 확인하였다. 직경 3.5mm 소형 회전체의 런아웃 측정에 광섬유 센서의 측정결과를 인디케이터 측정결과와 비교한 결과 거의 동일함을 확인하였다. 회전체의 회전속도를 저속으로 했을 때 접촉식 상용 인디케이터 측정결과를 신뢰할 수 있다고 가정하면 본 논문에서 제안한 측정방식의 광섬유 센서를 소형 회전체의 런아웃 측정에 적합하다고 판단할 수 있다.

#### 참고문헌

1. B. J. Kim, S. H. Kim, Y. W. Lee, P. Sainsot, L. Flamand, "Development of Optical Fiber Coupled Displacement Probe Sensor with a New Compensation Method", Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol.19, No.12, pp.27~32, 2002.