

무선형 토크 측정 장치 개발

Development of Wireless Torque Measuring Equipment

*#이효렬, 박세민, 원창호, 김태균, 정우영, 이연주, 안중환¹

*#H. R. Lee(hong30140@naver.com), S. M. Park, C. H. Won, T. G. Kim, W. Y. Jung, E. J. Lee, J. H. Ahn¹
¹부산대학교 기계공학부

Key words : Wireless, Bluetooth, Strain Gauge, Torque Measuring

1. 서론

기계 구조물의 성능이 향상되면서 토크 측정에 대한 필요성이 크게 증가하고 있다. 기계부품의 정밀한 조립, 초정밀 가공기계의 성능향상, 동력시스템의 성능평가 및 제어 등의 분야에서 정확한 토크의 측정이 필수적으로 요구되고 있다. 토크 센서는 가해진 토크를 감지부의 변형을 통하여 전기적인 신호로 변화시켜주는 기계부품인 동시에 측정센서이다.⁽¹⁾

이러한 토크 측정 장치는 전동기축에 설치한 폴리에 실을 여러 번 감아서 마찰브레이크로 하고, 이 실에 추를 달아 부하토크를 발생함으로써 토크를 측정하는 간단한 장치에서부터 다이내모미터에 의한 방법, 히스테리시스 브레이크와 증력스프링에 의한 방법, 스트레인 게이지나 마그네틱바를 이용한 방법, Torque watch 등이 있다.⁽²⁾

본 연구에서는 스트레인 게이지를 이용하여 토크 감지부를 설계 및 제작하고 여기서 발생하는 신호를 블루투스로 송수신하여 측정한 값과 유한요소 해석 값을 비교한다.

2. 무선 토크 측정 장치 구성

2.1 토크 감지부

Fig.1은 토크 감지부의 모습과 단면을 나타낸다. 토크 감지부는 스트레인게이지 부착이 용이하며, 원형봉보다 변형량을 크게하게 하기 위해 중간부분을 단면을 Fig.1와 같이 설계하였으며 ($r=15$, $w=3$) 토크 감지부의 재질은 알루미늄을 사용하였다. 토크 감지부 길이의 중간지점에 스트레인게이지(AP-23-S30S -350-60)를 사포로 부착면을 연마 처리한 후, 축의 $\pm 45^\circ$ 방향으로 Full bridge 형태로 부착하였다.⁽³⁾

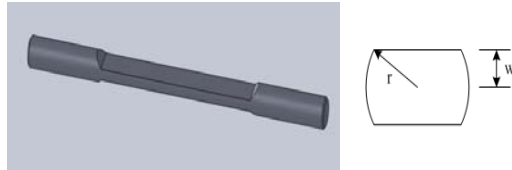


Fig. 1 Structure of rectangle torque sensor.

2.2 무선 송수신부

Fig. 2는 송신부는 스트레인게이지로부터 검출된 신호를 받아 DSP(TMS320F28335, Texas Instrument)에서 신호를 $\times 100$ 배 증폭하고, 50-500kHz 밴드패스 필터를 사용하여 잡음을 제거한 뒤 블루투스를 이용하여 컴퓨터 전송한다. 컴퓨터에서는 수신 신호를 표시하고 저장한다.⁽⁴⁾

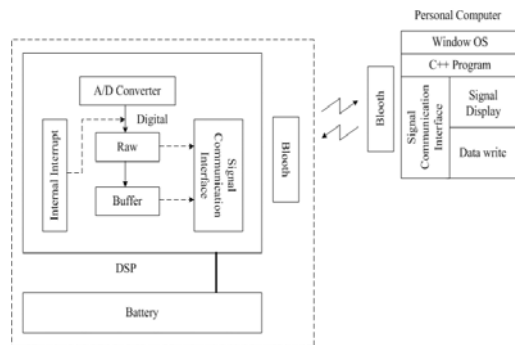


Fig. 2 signal Processing Circuit of Internal DSP.

2.3 신호수집 프로그램

Fig.3은 블루투스로 수신된 신호 수집을 위한 프로그램을 나타낸다. 신호 수집 프로그램에서 전송 데이터 비트 수를 5~8bit로 설정이 가능하며, 여러 검출을 위해 패리티비트를 추가할 수 있다. 또한 샘플링 시간과 수집 받는 데이터의 수를 설정할 수 있다.

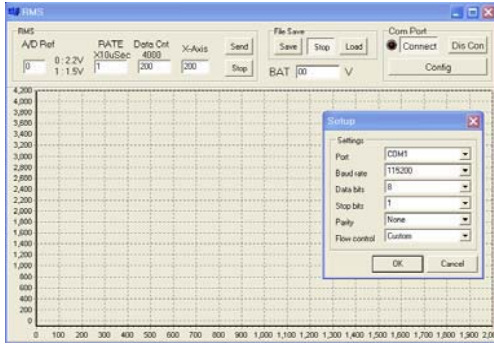


Fig. 3 Signal Monitoring & Data acquisition program

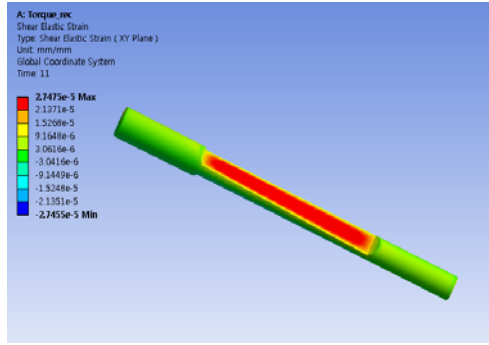


Fig. 4 Shear Elastic Strain contour of the torque sensor

3. 성능평가실험

무선 토크 측정 성능을 평가하기 위해 토크 감지부의 한쪽을 고정시키고 다른 한쪽 끝에 토크렌치를 사용하여 0.1 ~ 1.0N·m 토크를 주었을 때 스트레인게이지로 측정된 신호값과 유한 요소 해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여, 위의 조건과 같이 한쪽 면을 Fix Support 옵션을 이용하여 고정시키고 반대쪽 면에 토크값을 주어 변형률을 해석하여 비교한다.

아래의 Fig. 4는 ANSYS로 해석한 토크 감지부의 변형률을 분포를 나타내며, Table 1은 토크 조건별 스트레인 게이지 부착지점의 ANSYS 해석결과와 무선 토크 측정장치를 이용하여 수신한 데이터를 나타낸다. 유한요소 해석결과를 기준으로 하였을 때 토크 측정 장치의 오차는 최소3.3%, 최대 21%이다. 최대 오차 21%를 제외하면 3.3~ 15.6% 범위를 가진다.

Table 1 Comparison of strain data

Torque(N·m)	FEM($\mu\text{m}/\text{m}$)	Test($\mu\text{m}/\text{m}$)
0.1	2.746	2.154
0.2	5.495	5.314
0.3	8.242	8.931
0.4	10.990	11.832
0.5	13.737	15.157
0.6	16.485	17.999
0.7	19.232	21.955
0.8	21.980	24.865
0.9	24.727	28.214
1	27.475	31.774

4. 결론

- (1) 오차가 발생하는 요인으로는 스트레인게이지가 정확한 위치에 부착되지 않았기 때문이다.
- (2) 토크 감지부에 토크 렌치로 토크를 가해주었으므로 정확한 토크를 가해주지 못했다.
- (3) 현재 1N·m까지의 토크값으로 실험을 진행 하였으나 향후 보다 넓은 영역의 토크값으로 성능평가가 필요하다.

후기

본 연구는 부산대학교 기계공학부 기계기반 융합 부품 소재 인재 양성센터의 “창의 기술 기반 캡스톤 디자인” 사업으로 수행된 연구 결과임.

참고문헌

1. 주진원, 강대임, “스트레인 게이지식 소용량 토크 센서의 변형률 해석 및 특성시험,” 대한기계학회논문집, **23**, 283-391, 1999.
2. 유시영, “브러시리스 직류전동기의 토크 측정 장치 개발,” 전자공학회논문지, **41**, 135-142, 2004 .
3. 김갑순, 주진원, 권영하, “원격전송장치를 이용한 비접촉식 회전토크 측정장치의 정확도 평가,” 한국정밀공학회지, **11**, 63-70, 1994.
4. 이세윤, 광용길, 황경환, 이효렬, 조용식, 이동수, 김화영, 안중환, “내장형 DSP를 활용한 공구상대 감시에 관한연구,” 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, 741-742, 2010.