

# 손목 굽힘 힘측정장치를 위한 다축힘센서 설계

## Design of a multi-force sensor for wrist bending force measuring system

\*김현민<sup>1</sup>, #김갑순<sup>2</sup>, 김용국<sup>3</sup>, 남광우<sup>4</sup>

\*H. M. Kim<sup>1</sup>, #G. S. Kim(gskim@gsnu.ac.kr)<sup>2</sup>, Y. G. Kim<sup>3</sup>, G. O. Nam<sup>4</sup>

<sup>1-4</sup> 경성대학교 제어계측공학과

Key words : Multi-axis force/moment sensor, Force sensor, Force measuring system

### 1. 서론

뇌졸중환자는 상지, 즉 손가락부터 손목, 팔꿈치, 어깨의 관절과 근육이 순차적으로 구부러지면서 굳어져가는 경향이 있다. 이와 같은 각 관절과 근육은 재활운동을 통해 회복될 수 있다. 이 재활운동은 재활전문의사 및 치료사가 하루에 2 번정도, 한번에 약 30 분정도를 실시하고 있다. 이들 전문가는 급속히 증가하고 있는 뇌졸중환자의 상지 재활운동을 담당하기에는 수적으로 매우 부족한 실정이다. 그러므로 이들의 환자의 재활운동을 안전하게 수행할 수 있는 재활로봇이 필요하다. 이와 같은 재활로봇은 사람의 손목관절, 팔꿈치관절, 어깨관절이 부러지거나 손상되지 않도록, 즉 안전을 위해 운동시 각 부위에 가해지는 힘과 움직이는 위치를 측정하고, 그 값들을 이용하여 제어되어야 한다. 손목 굽힘 재활로봇에서 손목에 가해지는 힘을 측정하기 위해서는 x, y, z 방향의 힘을 동시에 측정할 수 있는 다축 힘센서가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 손목재활로봇에서 굽힘 재활운동시 손목에 가해지는 힘측정에 필요한 3 축 힘센서를 설계하고자 한다. 3 축 힘센서는 새로운 구조로 고안되었고, 구조해석 소프트웨어를 이용하여 감지부를 유한요소해석하였다.

### 2. 센서의 구조 및 해석

뇌졸중환자의 손목을 굽힐 때 손목에 가해지는 힘을 측정하기 위한 3 축힘센서의

구조를 Fig. 1 과 같이 고안하였다. x 방향의 힘을 측정하는  $F_x$  힘센서의 감지부는 평행평판보 PPB1(Parallel Plate Beam 1),  $F_y$  힘센서의 감지부는 PPB2,  $F_z$  힘센서의 감지부는 PPB3 과 같은 구조로 고안하였다. 각 PPBs 빔의 두께는  $t$ , 길이는  $l$ , 폭은  $b$  이고, 이것들은 센서의 감지부를 구조해석할 때 변수로 사용된다. 각 센서의 정격용량을 각각 100N 으로 결정하였다.

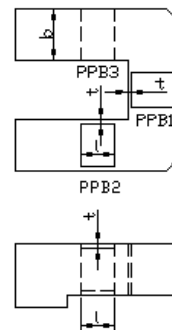


Fig. 1 Structure of three-axis force sensor

3 축힘센서의 각 감지부의 크기를 결정하기 위해 ANSYS 소프트웨어를 이용하였다. 유한요소해석을 위해 소프트웨어에 입력한 재료상수는 제작할 센서의 재질이 알루미늄이므로 종탄성계수가 70GPa, 프와송의비가 0.3 이며, 8 절점 6 면체 블록을 선택하였다. 격자(mesh) 크기는 해석하고자 하는 평행평판보를 길이방향으로는 0.5mm, 두께방향으로는 4 등분, 폭방향으로는 8 등분하였다. Fig. 2 의 (a)는 3 축힘센서를

유한요소법으로 해석하기 위해 격자를 나누는 모습을 나타내고 있다. Fig. 2의 (b)는 힘  $F_x$ , (c)는 힘  $F_y$ , (d)는 힘  $F_z$ 가 각각 가해졌을 때의 센서 감지부의 변형된 모습을 나타내고 있으며, 모두 센서의 구조를 모델링 할 때 예상했던 모습으로 변형되었다. 유한요소법을 이용하여 3축 힘센서를 설계한 결과, 센서의 크기는 평판보의 길이  $l$ 이 각각 8mm, 폭  $b$ 는 각각 12mm, 두께  $t$ 는 각각 1.8mm이었다.

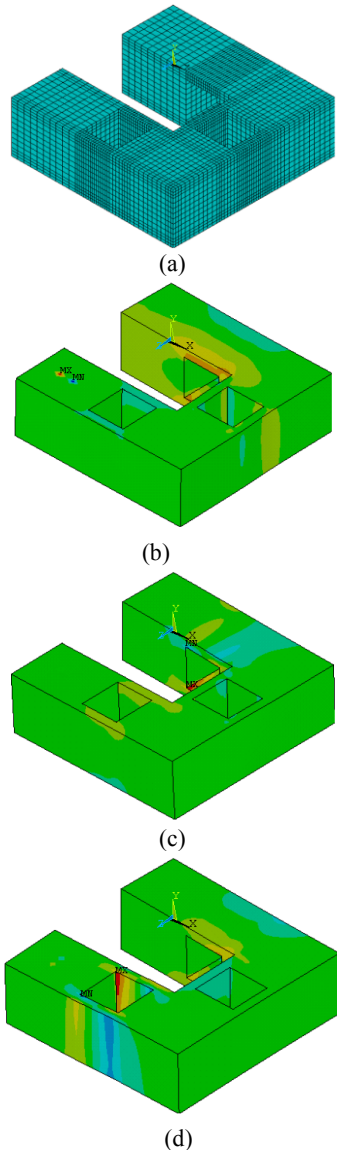


Fig. 2 Deformed shape of three-axis force sensor

유한요소 해석결과는  $F_x$  힘센서의 스트레인게이지 부착위치에서의 총 변형률이 1025um/m 이었고,  $F_y$ 는 1035um/m,  $F_z$  힘센서는 1030um/m 이었다. 이 결과는 변형률 1000um/m 을 목표로 해석한 것에 비교하면 최대 3.5% 이내의 오차를 보이고 있다. 이와 같은 오차는 감지부의 두께를 0.1mm 단위로 증감하였기 때문이다.

### 3. 결론

본 연구에서는 손목재활로봇에서 손목을 굽힐 때 가해지는 힘을 측정하기 위한 3축 힘센서를 유한요소해석하여 설계하였다. 설계한 결과, PPBs 빔의 두께  $t$ 는 1.8mm 였고, 길이  $l$ 은 8mm 이었으며, 폭  $b$ 는 12mm 이었다. 추후 연구는 3축 힘센서를 제작하여 손목재활로봇에 부착하는 것이다.

### 후기

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2012R1A1A2A10041417)"

### 참고문헌

1. 김갑순, "3축 힘센서를 이용한 지능형 그리퍼 개발", 한국정밀공학회지, 제 24 권, 제 3 호, pp. 47-54, 2007.
2. 김갑순, 신희준, "인간형 로봇을 위한 6축 힘/모멘트센서 개발, 한국센서학회지, 제 16 권, 제 3 호, pp. 211-219, 2007.
3. 김갑순, "로봇의 지능형 손을 위한 3축 손가락 힘센서 개발," 한국센서학회지, 제 15 권, 제 6 호, pp.411-416, 2006.
4. 김갑순, 윤정원, "다축 힘/모멘트센서 교정기의 개발 및 그의 불확도 평가", 한국정밀공학회지, 제 24 권, 제 10 호, pp. 91-98, 2007.