

제자리 회전이 가능한 장애인용 차량 개발

The development of the skidsteer invalid chair

*정우영¹, 김경환², 박환², 허민², 배언석², #최영휴³(yhchoi@changwon.ac.kr)

*W. Y. Jeong¹, K. H. Kim², H. Park², M. Heo², E. S. Bae², #Y. H. Choi³

¹ 창원대학교 대학원, ² 창원대학교 기계설계공학과, ³ 창원대학교 메카트로닉스공학부

Key words : Invalid chair, F.E.M., Skidsteer

1. 서론

많은 노약자 및 장애인에게 장애인용 차량은 기구라는 일차적인 개념의 역할을 떠나, 신체의 일부로서 역할을 하므로 차체의 이동에 있어서 간단한 조작으로 구동 할 수 있어야 하며, 회전 및 방향전환에 있어서 협소한 공간에서도 조향이 가능하도록 하는 기구적 구동성이 보장 되어야 한다.

그러나 기존의 장애인용 차량의 경우 버스나 지하철과 같은 협소한 공간에서의 회전 및 방향전환을 할 때 넓은 회전 반경이 필요하므로 사용자의 이동성에 많은 제약이 있다.

본 논문에서는 위와 같은 문제점들을 보완하기 위해서 두 개의 조향스틱 장치를 이용하여 조향스틱 장치를 앞, 뒤로 움직여 전진, 후진이 가능하며, 조향스틱 장치를 서로 반대방향으로 조작하여서 바퀴가 서로 반대방향으로 구동하여 제자리에서 방향전환 및 회전이 가능한 차량의 개발에 대한 내용을 소개한다. 그리고 차량의 구동 메커니즘에 대해 설명하고, 차체에 인가되는 하중으로 인한 차체 구조에서의 변형 및 응력을 유한요소해석 프로그램을 이용하여 시뮬레이션 해 봄으로서 차체 구조의 안정성을 평가해 보았다.

2. 본체 설계 및 구동 메커니즘

차량을 구동함에 있어서 Fig. 1의 그림에서 보는 바와 같이 컨트롤 박스로 부터 모터를 구동하는데 필요한 신호가 좌우 모터로 각각 입력되어 모터의 토크에 의해 바퀴가 회전한다.

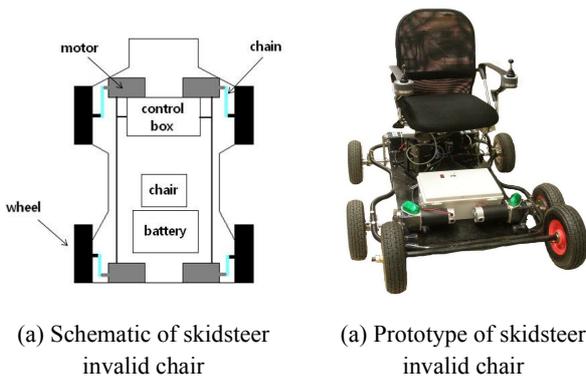


Fig. 1 The skidsteer invalid chair

일반적인 차량의 조향 방법인 바퀴의 조향 각도의 회전에 의한 차량의 회전이 아닌 좌, 우의 바퀴에 각각 입력되는 신호에 의한 상대적인 속도 차로 방향전환이 이루어지므로, 회전 반경 및 회전 각도를 자유로이 조절 할 수 있다. 예를 들어 좌측 방향으로 방향전환에 있어서는 우측 바퀴의 구동을 좌측바퀴보다 빠르게 함으로서 방향전환이 이루어지며 그 양단의 속도차가 클수록 작은 회전 반경을, 속도차가 작을수록 큰 회전 반경을 가진다. 또한 양쪽을 서로 다른 방향으로 전, 후진하여 제자리에서 회전 반경을 회전 중심과 바퀴 사이의 거리로 회전 한다.

3. 본체 설계 및 구동 메커니즘

차체에 인가되어지는 질량은 Table 1 에 재료의 물성치는 Table 2 에 나타내었다. 실제 모델링에서 부품을 적용하는 것 대신 같은 질량에 대한 부피만큼의 AISI 1020 강으로 대체하여 모델링

하였다.

Table 1 The mass of the each parts

Part	Mass (kg)
Motor	10
Chair	10
Battery	18
Loader	100
Control box	3

Table 2 Material property

Property	Value
Density	7850 (kg/m ³)
Young's modulus	210 (GPa)
Poisson' ratio	0.33
Material	AISI 1020 Steel

Fig. 3 은 모델링 된 차체를 유한요소해석을 위해 ANSYS 프로그램을 통한 망상조직으로 나타내었다.

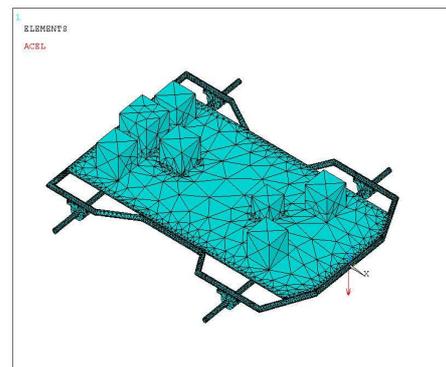
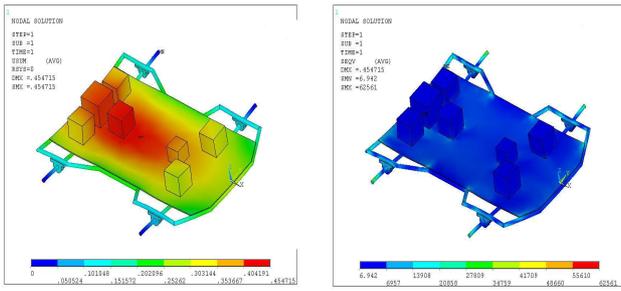


Fig. 3 FEM model of the skidsteer invalid chair

Fig. 3 의 그림에서 보는 것과 같이 공간이 협소하고 체적이 서로 닫는 부분에서는 유한요소해석을 하기 위한 망상조직을 치밀하고 작게 구성하고, 공간이 넓고 체적이 서로 만나지 않는 부분에서는 망상조직을 넓게 분포하여 유한요소해석 프로그램이 해석을 수행하는데 있어서 빠른 시간에 필요한 결과를 도출하도록 하였다.

구속조건은 바퀴와 샤프트가 만나는 지점으로 하여 구속하였고, 하중조건은 자중에 의한 값, 자중과 사람의 몸무게를 100kg·f 로 가했을 경우, 그리고 사람의 몸무게에 안전계수가 3인 300kg·f 일 때를 고려하여 유한요소해석을 수행하였다.

Fig. 4에서는 유한요소해석을 이용하여 차체에 작용하는 변위 및 응력을 계산하고 도식화하여 나타내었고 Table 3에서는 최대 변위와 최대 Von mises stress 값을 무게별로 나타내었다.



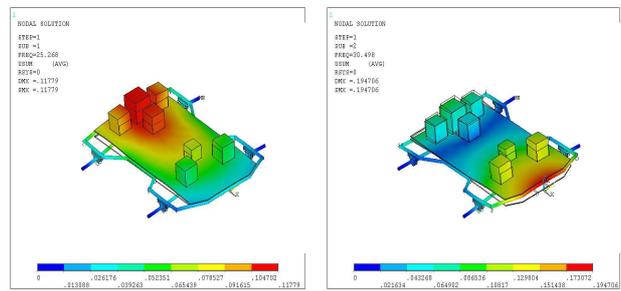
(a) displacement (b) stress

Fig. 4 The result of static analysis

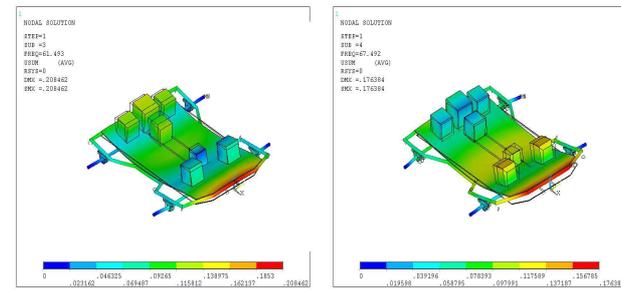
Table 3 The results of static analysis corresponding loads

Loads	Maximum displacement (mm)	Maximum Von mises stress (MPa)
Structural weight	0.455	62.561
Structural weight & 100 kgf	1.041	130.519
Structural weight & 300 kgf	2.217	266.560

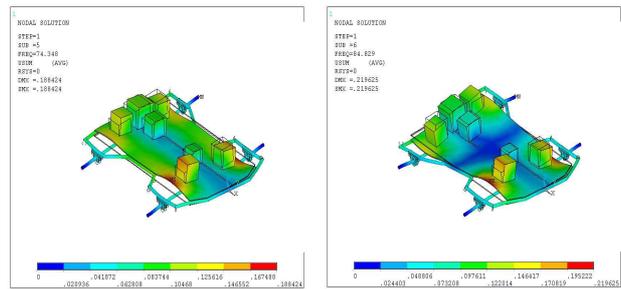
AISI 1020 강 of the case 냉간압연에서 항복강도가 393 MPa이다. 여기서, Table 3에서와 같이 탑승자의 3배의 무게와 자중을 합한 경우 266.6 MPa 보다 약 150 % 강건한 부재이므로 구조물을 안정성을 보장 할 수 있다.



(a) 1st mode (b) 2nd mode



(c) 3rd mode (d) 4th mode



(e) 5th mode (f) 6th mode

Fig. 5 The result of modal analysis

Table 4 The results of modal analysis

Mode	Frequency (Hz)
1	25.3
2	30.5
3	61.5
4	67.5
5	74.3
6	84.8

Fig. 5와 Table 4에서는 0 ~ 100 Hz의 주파수 범위 내에서 나타나는 모드형상과 고유진동수를 나타내고 있다. 1 ~ 2차 모드는 1차 굽힘진동이 나타났고, 3 ~ 4차 모드는 2차 굽힘진동이 나타났었다. 또한 5차 모드와 6차 모드는 각각 1차 비틀림모드와 2차 비틀림모드가 나타났었다.

4. 결론

본 논문을 통하여 제자리에서 회전 가능한 장애인용 차량을 설계하고 차량의 구동 메커니즘을 설명하였다. 그리고 유한요소 해석법을 이용하여 차체의 변위 및 최대응력이 차량에 어떻게 작용하는지 확인하였다.

차량의 회전반경을 줄임과 동시에 제자리에서의 회전도 가능하게 하기 위해 양단 바퀴에 입력신호를 각각 입력하는 방식을 사용하여 바퀴의 상대적인 속도 차이로 방향전환이 가능하게 하였으며, 양단 바퀴를 각각 반대 방향으로 구동시켜 제자리에서 차체 내부의 회전 중심으로부터 바퀴사이의 거리만큼의 회전반경으로 좁은 공간에서도 효율적으로 회전이 가능한 장애인용 차량을 설계함과 동시에 실제로 제작하여 구동능력을 검증하였다.

또한 차량의 안정성 검토를 위해 차량의 각 부위에 인가되어 지는 무게가 차량에 미치는 영향에 대해서 FEM 모델링을 통한 유한요소해석법을 이용하여 변위 및 최대응력을 검토해 보았다. 차량에 탑승자가 인가하는 하중에 안전계수를 3으로 하였을 때 차량의 항복강도 보다 낮은 응력 발생함을 확인 하였고 변위 또한 약 2.2 mm 정도로 구조물 전체에 큰 영향을 미치지 않음을 확인하였다. 그리고 차체 구조물의 모드 해석을 통하여 구조물의 고유진동수와 고유진동모드를 확인하였다.

이러한 결과들은 장애인들 및 노약자들에게 보다 자유로운 이동이 가능한 장애인용 차량 설계 및 개발에 있어서 도움이 될 것이다.

후기

본 논문은 누리 메카노 21사업단의 일반캡스톤디자인의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. 조지방, "중국 고령노인들을 위한 Manual Nursing Wheelchair Design 에 관한 연구," 동서대 석사학위논문 2005.
2. 이석순, 황연진, 김효진, "CATIA V5 기초와 응용," 과학기술, 2003.
3. 박형진, "Ansys 를 이용한 유한요소해석," 광문각, 2001.