

레그 익스텐션 기구의 설계 및 구조해석

이종선* · 백두성**

Design and Structural Analysis of Leg Extension Machine

Jongsun Lee* and Doosung Baik**

요 약 본 논문에서는 레그 익스텐션 기구의 안정성을 평가하기 위하여 3차원 유한요소 해석 코드인 ANSYS를 활용하여 구조해석을 실시하였다. 레그 익스텐션 기구를 제작함에 있어서 기존의 기구를 보완하고 운동효과의 향상, 안정성을 고려하여 설계하였다. 또한 레그 익스텐션 기구의 회전봉의 각도를 0°~360°까지 회전가능하게 설계하여 운동하는 사람의 운동 강도를 조절할 수 있는 새로운 기구를 설계하였다.

Abstract This study is object to design and structural analysis of Leg Extension Machine. Design tool is AutoCAD and structural analysis of Leg Extension Machine using result from ANSYS Code. This structural analysis results, many variables such as boundary condition, constraint condition and load condition are considered.

Key Words : Leg extension machine, Structural analysis, Frame, Modeling

1. 서 론

최근 대중의 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며 이에 따라 각자의 체형이나 운동효과를 극대화 할 수 있는 기구의 개발이 중요시 되고 있다. 일반적으로 레그 익스텐션 기구는 하체근육을 단련하기 위해 사용하는 운동기구로 기존 레그 익스텐션 기구에서는 운동하는 사람의 체형에 따라 차이가 있기 때문에 아동이나 체형이 작은 사람, 장애가 있는 사람들은 운동을 하기 힘들고 위험하다. 기존의 레그 익스텐션 기구에도 발걸이의 높이를 조절하는 장치가 의자에 장치되어 있으나 조절 범위가 크지 않을 뿐만 아니라 운동량의 조절 기능을 가지고 있지 않다는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위하여 레그 익스텐션 기구의 회전발걸이 부분에 각도변화를 360°까지 적용하여 개선하고 안전성, 편리성, 기능성, 운동효과의 극대성을 강화함으로써 운동선수뿐만 아니라 남녀노소 누구나 자기의 몸에 알맞고 안전한 운동을 통하여 운동효과를 극대화 할 수 있는 운동기구를 개발한다. 또한 외국제품들은 비싸고 기구 자체가 서양인 체형에 맞게 설계되어져 있어 기능 면이나 가격 경쟁력 면에서 국산제품의 경쟁력을 높이고 수출에까지

많은 효과를 나타낼 것이다.

2. 설 계

2.1 레그 익스텐션 기구의 설계

2차원 설계는 AutoCAD로 작업을 수행하였으며 이를 토대로 하여 3차원 설계는 Solid Works로 Part별로 작업하여 Part를 조립하여 도면을 완성하였다.

Fig. 1은 AutoCAD로 작업한 레그 익스텐션 기구의 전체 조립도로서, 사용자의 신체조건과 운동량에 따라 운동의 강도와 기구의 위치를 조절할 수 있는 장치를 장착하여 효율적인 운동효과를 이룰수 있도록 설계하였다. 또한 프레임의 형상은 기존의 딱딱한 느낌을 탈피하고 시각적인 디자인을 살려 밴딩을 이용한 설계를 시도하였다.

3. 구조해석

설계된 레그 익스텐션 기구의 구조해석을 위하여 ANSYS 7.0을 활용하였으며, 무게추 부분과 회전조절 발걸이 부분의 solid model을 interface시켜 구조해석을 수행하였다.

Table 1은 레그 익스텐션 기구에 사용된Carbon Steel의 물성치로 구조해석을 위한 기초 자료로 사용되었으며, Table 2는 구조해석을 위한 무게추와 회전발걸이

* 대전대학교 기계설계공학과

**국민대학교 자동차공학 전문대학원

Tel : 031-539-1975

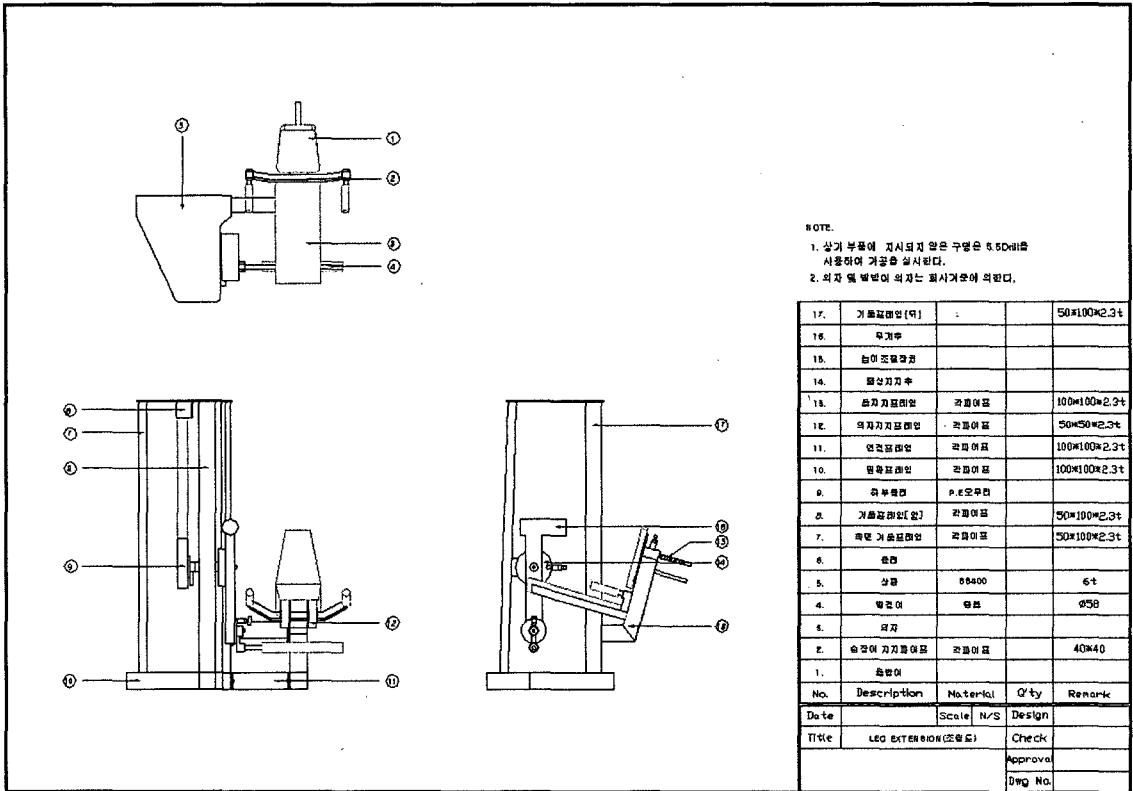


Fig. 1. 레그 익스텐션 기구 조립도

부분의 해석 조건 즉, 하중, 절점수와 요소수를 정의한 것으로서 구조해석 시 해석 결과에 영향을 주지 않는 의자부분 등을 생략하고 단순화 하였다. 구속조건과 하중조건에 있어서 무게추의 옆면을 고정하였으며 회전발

Table 1. Material property of Carbon Steel

Property	Value
Yield Point(N/mm ²)	248
Mass Density(kg/m ³)	7800
Modulus of Elasticity(Gpa)	200
Poisson's Ratio	0.32

Table 2. Analysis results of stress and strain

하중 (kg)	30kg, 50kg, 100kg, 200kg
절점수	4,316
요소수	17,527

걸이 부분의 봉에 작용된 하중은 30 kg, 50 kg, 100 kg, 200 kg으로 나누어 해석하였으며 회전발걸이 부분의 각도변화를 0°~270°까지 적용하여 구조해석을 시행하였다. Table 3은 구조해석 결과인 최대응력과 최대변형률 값을 나타낸다.

레그 익스텐션 기구를 구조해석 하기 위해 Fig. 2는 로프 브레이크에 구속조건과 하중조건을 적용한 것이다. Fig. 3은 해석조건을 보여주며 4,316개의 절점과 17,527의 요소로 나누어 유한요소 모델을 생성한다.

3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 이용한 구조해석의 결과인 응력과 변형률, 변형양을 나타낸 그림은 Fig. 4~Fig. 15와 같다.

Fig. 4~Fig. 7은 회전부 해석의 응력 결과로 운동을 함에 있어 회전부에 힘이 가해지는 부분에 하중을 적용하였으며 회전시 와이어가 감기는 판부분을 완전 구속하여 해석을 수행하였다.

Fig. 8~Fig. 11은 회전부 해석의 변형률 결과이며 Fig. 12~Fig. 15는 회전부 해석의 변형양의 결과이다.

Table 3. Analysis results of stress and strain

		stress(N/mm ²)	strain	deformation(m)
회전각(0°)	30(kg)	16.17	0.808e-4	0.105e-2
	50(kg)	26.95	0.135e-3	0.175e-2
	100(kg)	53.90	0.269e-3	0.350e-2
	200(kg)	107.8	0.539e-3	0.700e-2
회전각(90°)	30(kg)	15.15	0.758e-4	0.89e-3
	50(kg)	25.26	0.126e-3	0.149e-2
	100(kg)	50.54	0.253e-3	0.298e-2
	200(kg)	101.1	0.506e-3	0.596e-2
회전각(180°)	30(kg)	14.52	0.726e-4	0.754e-3
	50(kg)	24.21	0.121e-3	0.126e-2
	100(kg)	48.42	0.242e-3	0.251e-2
	200(kg)	96.85	0.484e-3	0.503e-2
회전각(270°)	30(kg)	15.30	0.765e-4	0.895e-3
	50(kg)	25.51	0.128e-3	0.149e-2
	100(kg)	51.02	0.255e-3	0.298e-2
	200(kg)	102.1	0.510e-3	0.596e-2

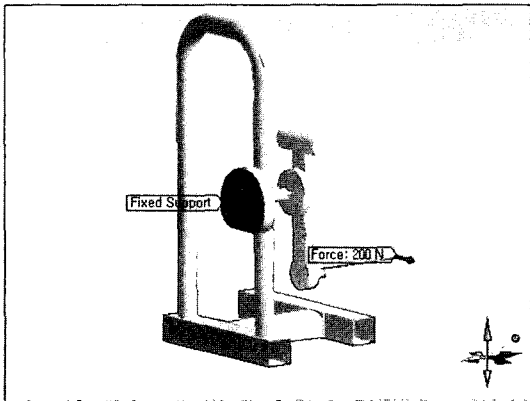


Fig. 2. Boundary condition

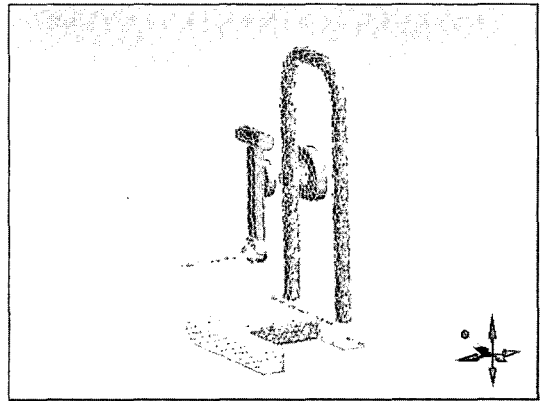


Fig. 3. Distribution of element

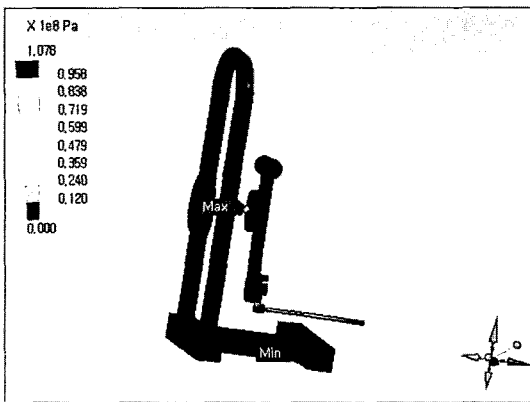


Fig. 4. Stress result of 0° & 200 kg

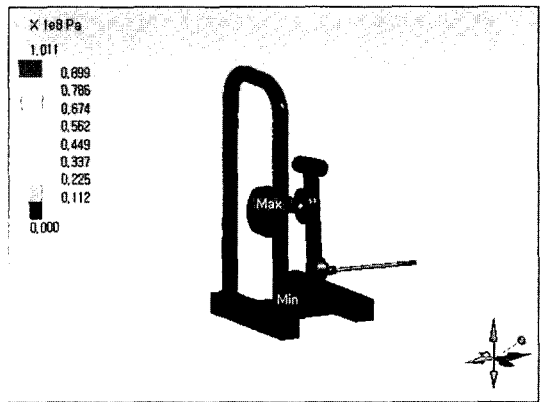


Fig. 5. Stress result of 90° & 200 kg

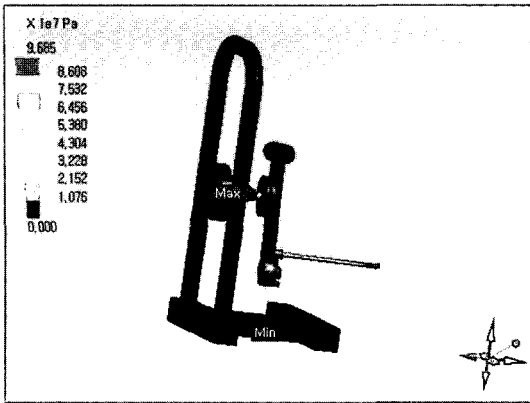


Fig. 6. Stress result of 180° & 200 kg

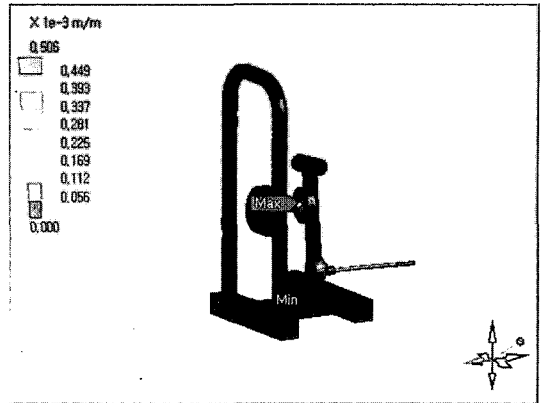


Fig. 9. Strain result of 90° & 200 kg

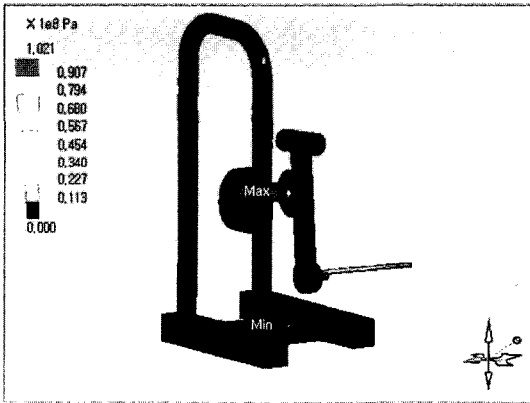


Fig. 7. Stress result of 270° & 200 kg

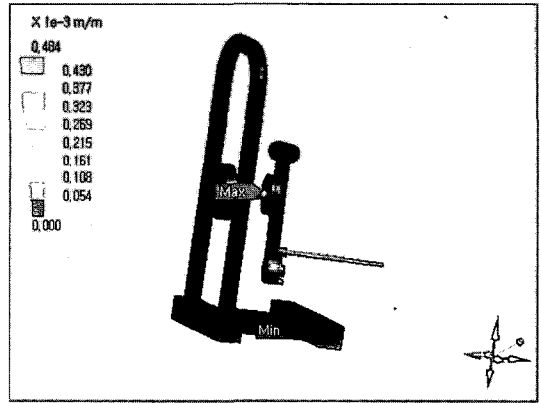


Fig. 10. Strain result of 180° & 200 kg

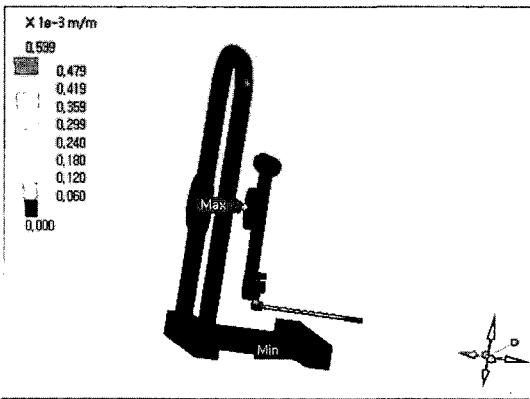


Fig. 8. Strain result of 0° & 200 kg

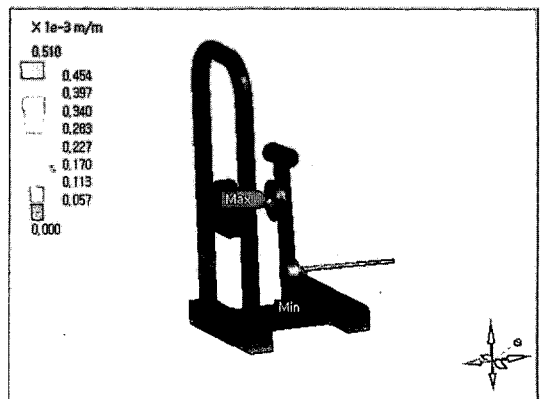


Fig. 11. Strain result of 270° & 200 kg

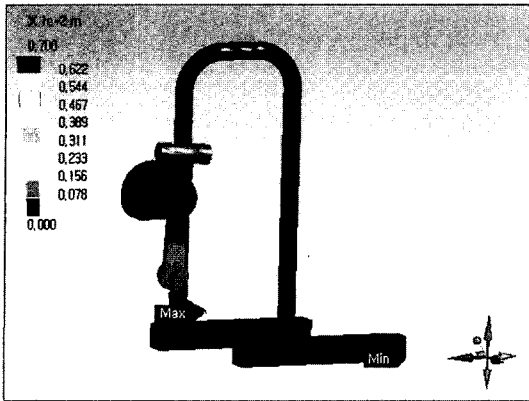


Fig. 12. Deformaion result of 0° & 200 kg

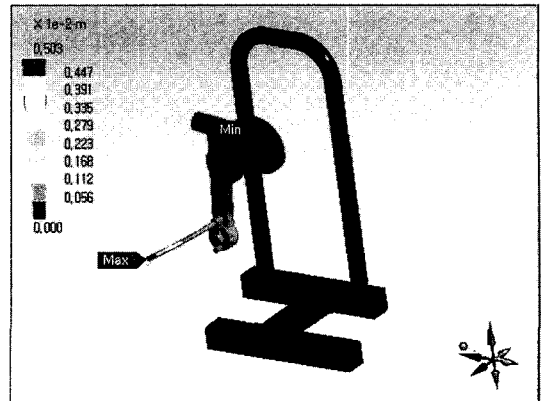


Fig. 14. Deformaion result of 180° & 200 kg

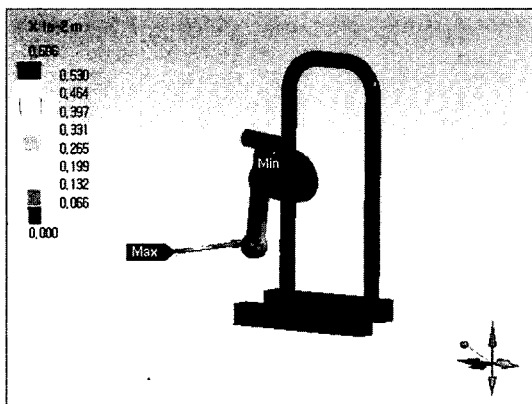


Fig. 13. Deformaion result of 90° & 200 kg

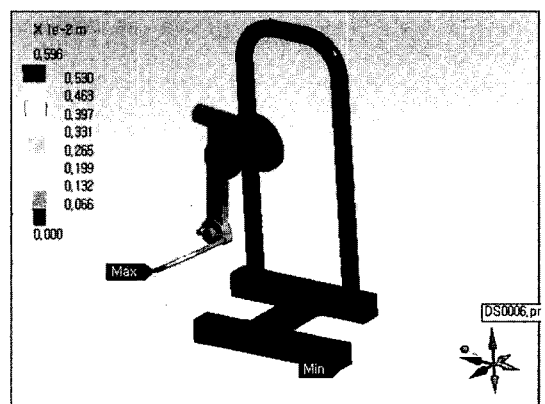


Fig. 15. Deformaion result of 270° & 200 kg

4. 결 론

하체 근육의 최대 운동 효과를 구현할 수 있는 운동 기구를 개발하기 위하여 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS를 활용하여 구조해석을 수행하였다. 구조해석의 결과는 레그 익스텐션 기구의 상세설계에 적용하였으며, AutoCAD를 활용하여 설계하였다.

레그 익스텐션 기구의 구조해석에 관한 결과는 다음과 같다.

- 1) 구조해석을 통하여 운동기구에 작용하는 최대응력과 최대변형률을 구하여 설계에 적용하였다.
- 2) 구조해석의 결과를 이용하여 상용 CAD 소프트웨어인 AutoCAD로 확립된 설계기준에 따라 설계하였다.
- 3) 해석 결과 균형추 부분과 연결 부분에서 최대응력과 최대변형률이 나타나며, 연결부분에서 가장 멀어지는 0°에서 가장 크게 나타난다.
- 4) 발걸이 부분의 각도와 하중을 변화시키면서 구조

해석을 수행하여 30 kg~200 kg까지 모든 하중에 대해 재료의 허용응력에 만족하고 구조적으로 안전함을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- [1] 캐드 넷 엔지니어링, 기계·금형·전기 분야 Auto CAD 2000, 크라운 출판사, 2000.
- [2] 고재용, ANSYS 유한요소법, 시그마프레스, 2001.
- [3] ANSYS User's Manual Revision 7.0, 2000, Swanson Analysis System, Inc.
- [4] T.R.Chandrupatla and A.D.Belegundu, 1991, "Introduction to Finite Elements in Engineering", Prentice Hall.
- [5] James shakelford and William Alexander, 1994, "Material Science and Engineering Hand Book", CRC Press.
- [6] 스포맥스, "레그 익스텐션 기구의 국산화 개발", 2003년도 산학연 공동기술 개발 지역 컨소시엄사업 최종보고서, 2004.