

## 레그 익스텐션 기구의 구조해석

이종선\* · 김정훈\* · 김훈선\*\*  
 대진대학교 기계설계공학과\*, 스포맥스\*\*

## Structural Analysis of Leg Extension Machine

Jong-Sun Lee\*, Jung-Hoon Kim\*, Hun-Sun Kim\*\*  
 Daejin University\*, Spomax Corporation\*\*

**요약** 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.

### 1. 서론

최근 대중의 건강에 대한 관심이 높아지고 있으며 이에 따라 각자의 체형이나 운동효과를 극대화 할 수 있는 기구의 개발이 중요시되고 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 조절범위가 크지 않을 뿐만 아니라 운동량의 조절 기능을 가지고 있지 않다는 단점이 있다. 이런 단점을 보완하기 위하여 레그 익스텐션 기구를 개선함으로써 안전성, 편리성, 기능성, 운동효과의 극대성을 강화함으로써 운동선수뿐만 아니라 남녀노소 누구나 자기의 몸에 알맞고 안전한 운동을 통하여 운동효과를 극대화 할 수 있는 운동기구를 개발한다.

### 2. 구조해석

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

**Table 1. Material property of Carbon Steel**

Property	Value
Yield Point(N/mm <sup>2</sup> )	248
Mass Density(kg/m <sup>3</sup> )	7,800
Modulus of Elasticity(Gpa)	200
Poisson's Ratio	0.32

**Table 2. Condition for analysis**

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

Table 1은 레그 익스텐션 기구에 사용된 Carbon Steel의 물성치로 구조해석을 위한 기초 자료로 사용되었으며, Table 2는 구조해석을 위한 무게추와 회전발걸이 부분의 해

석 조건 즉, 하중, 절점수와 요소수를 정의한 것으로서 구조해석 시 무게추의 옆면을 고정 하였으며 회전발걸이 부분의 봉에 작용된 하중은 30kg, 50kg, 100kg, 200kg 으로 나누어 해석하였으며 회전발걸이 부분의 각도변화를 0°~270°까지 적용하여 구조해석을 시행하였다.

Table 3. Analysis results of stress and strain

		stress (N/mm <sup>2</sup> )	strain	deformation (m)
회 전 각 (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
회 전 각 (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
회 전 각 (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
회 전 각 (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

레그 익스텐션 기구를 구조해석 하기 위해 전체 형상에서 불필요한 부분들을 제거해 모델링을 단순화 하였으며 Fig. 1은 로프 브레이크에 구속조건과 하중조건을 적용한 것이다. Fig. 2는 해석조건을 보여주며 4,316개의 절점과 17,217의 요소로 나누어 유한요소 모델을 생성한다.

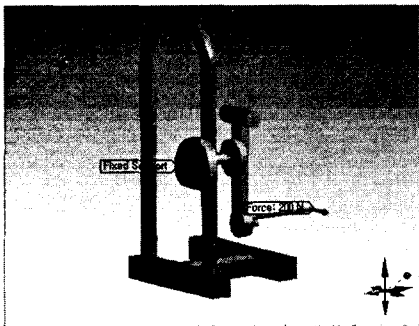


Fig. 1 Boundary condition

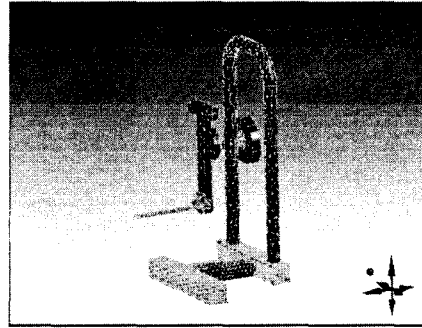


Fig. 2 Distribution of element

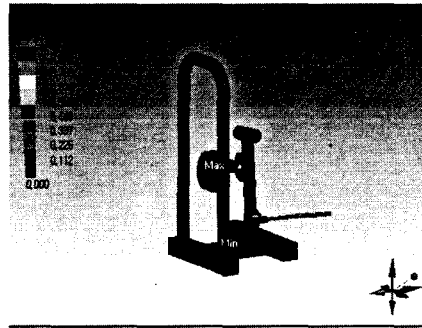


Fig. 3 Stress result of 90° & 200kg

3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 이용한 구조해석의 결과인 응력과 변형률을 나타낸 그림은 Fig. 3 ~ Fig. 8과 같다.

Fig. 3 ~ Fig. 5는 회전봉 해석의 응력 결과로 운동을 함에 있어 회전봉에 가해지는 부분에 하중을 적용하였으며 회전 시 와이어가 감기는 판 부분을 완전 구속하여 해석을 수행하였다.

Fig. 6 ~ Fig. 8은 회전봉 해석의 변형률 결과이다.

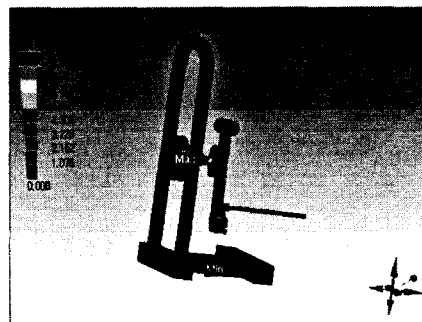


Fig. 4 Stress result of 180° & 200kg

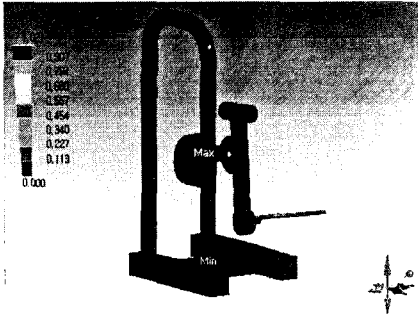


Fig. 5 Stress result of 270° & 200kg

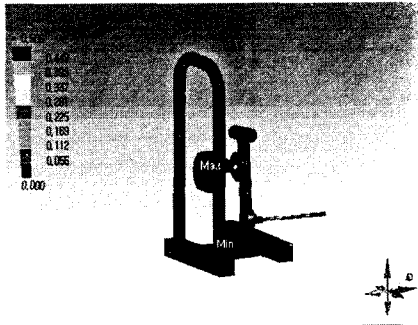


Fig. 6 Strain result of 90° & 200kg

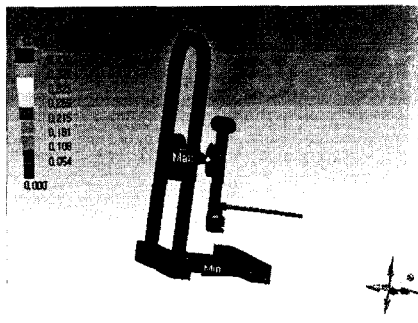


Fig. 7 Strain result of 180° & 200kg

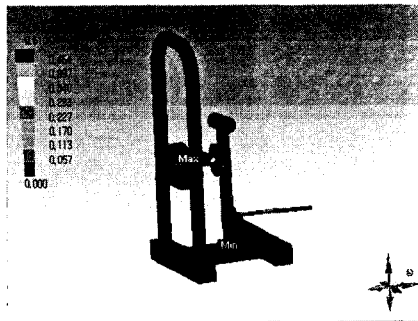


Fig. 8 Strain result of 270° & 200kg

### 3. 결론

최대 운동 효과를 구현할 수 있는 운동기구를 개발하기 위하여 3차원 유한요소 해석 코드인 ANSYS를 활용하여 구조해석을 수행하였다. 레그 익스텐션 기구의 구조해석에 관한 결과는 다음과 같다.

- 1) 운동기구에 작용하는 최대응력과 최대변형률을 구함으로써 사용 재료의 항복조건을 구하였다.
- 2) 발걸이 부분의 각도와 하중을 변화시키면서 구조해석을 수행하여 30kg~200kg까지 모든 하중에 대해 허용응력에 만족함을 알 수 있었다.
- 3) 해석 결과 균형추 부분과 연결 부분에서 최대응력과 최대변형률이 나타나며, 연결부분에서 가장 멀어지는 0°에서 가장 크게 나타난다.

### 4. 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 공동기술개발지역 컨소시엄사업 최종보고서, 2004.