

롱풀 웨이트 기구의 설계 및 구조해석

이중선*, 홍석주†

Design and Structural Analysis of Long Pull Weight Machine

Jong-Sun Lee*, Suck-Ju Hong†

Abstract

This study is object to design and structural analysis of Long Pull weight machine. Structural analysis of Long Pull weight machine using result from ANSYS code. This structural analysis results, many variables such as boundary condition, constraints and load condition were considered.

Key Words : Long Pull Weight Machine(롱풀기구), Structural Analysis(구조해석), Frame(프레임), Load Condition(하중조건)

1. 서 론

최근 건강에 대한 관심이 높아짐에 따라 운동 기구에 대한 관심도 높아지고 있다. 이에 따라 웨이트 기구에 대해 인체에 무리를 주지 않고 운동효과를 높일 수 있는 인체공학적 설계를 하고 이를 이용한 웨이트 기구 제작을 통하여 사용자의 편의성과 안전성을 증대시킨다.

산업화가 가속화됨에 따라 현대인들은 운동부족으로 인한 성인병이나 관절계 이상의 질병이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 관절계 이상 질환은 과거에는 고령에 나타나는 질병으로 인식되었으나 현대에는 질환 발생시점이 낮아지고 있다. 이의 원인은 운동부족과 식생활이 서구화 되면서 비만현상이 폭넓게 나타나고 있기 때문

이다. 비만으로 인한 질병을 가지고 있는 사람은 운동 시 관절에 많은 부하를 받기 때문에 평상시 유산소 운동이나 웨이트 기구를 통한 근력 운동을 통하여 체중조절과 관절 주변의 근육을 발달시켜야 한다.

그러나 기존 운동기구의 구조적 문제로 인한 관절부위의 무리로 질병을 오히려 가중시키는 결과를 초래하기도 한다. 이에 기존의 롱풀 웨이트 기구의 구조를 인체공학적 설계로 변경함으로써 관절계에 무리가 가지 않도록 하였다.

또한 본 논문에서의 롱풀 웨이트 기구의 설계는 근육형성의 문제점을 해결하기 위하여 착안된 것으로써, 기존의 운동기구와는 다르게 운동효과를 최대화 할 수 있도록 개발하기 위하여 구조해석을 수행하였다. 웨이트 기구의 구조해석

* 주저자, 대전대학교 기계설계공학과(jongsun@dacjin.ac.kr)

주소 : 487-711 경기도 포천시 선단동 산 11-1

† 조선대학교 기계공학과

을 수행하기 위하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하였으며 이 결과는 웨이트 기구의 설계시 중요한 데이터로 이용되었다.

2. 롱플 웨이트 기구의 설계

3차원 설계는 설계에 많이 사용하는 CATIA V5를 활용하여 부품별로 작업을 수행하였으며 부품을 조립하여 도면을 완성하였다.

Fig. 1 ~ Fig. 4는 롱플 웨이트 기구의 조립시 형상과 도면을 보여주고 있다. Fig. 3에서 볼 수 있듯이 롱플 웨이트 기구의 손잡이(21, 26)를 기존의 와이어에 연결된 방식에서 링크형식의 프레임을 채택함으로써 손목의 무리를 감소시킬 수 있다. 기존의 와이어방식은 손잡이에 와이어가 직접 연결됨으로써 손목의 비틀림시 와이어의 반력으로 인한 손목의 부하가 심하였으나 상하, 좌우, 회전이 자유로운 링크질(축(31))을 채택하여 링크 관절을 베어링으로 결합하므로써 손목의 부하를 최소화 하였다.

기존의 와이어를 벨트형식으로 교체하여 소음을 방지하였고 그에 따른 Fig. 4의 벨트고정 베어링 케이스(25, 29)의 설계를 하였다. 벨트는 인장력을 받으므로 내부는 작은 직경의 여러 가닥의 와이어로 구성하였다.

무게추의 고정을 위한 핀 부분을 클립형식으로 변환하여 안전성과 편리성을 향상시켰다.

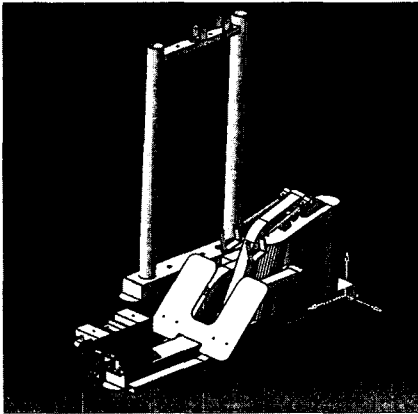


Fig. 1 Shape of 3 Dimension

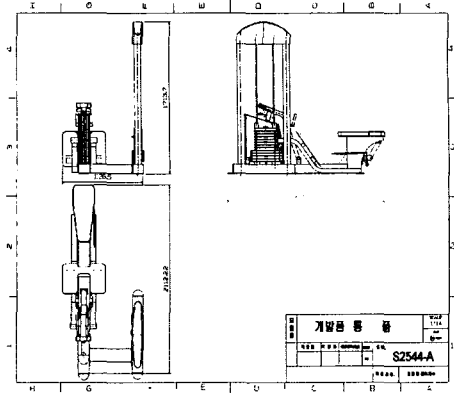


Fig. 2 Assembly drawing

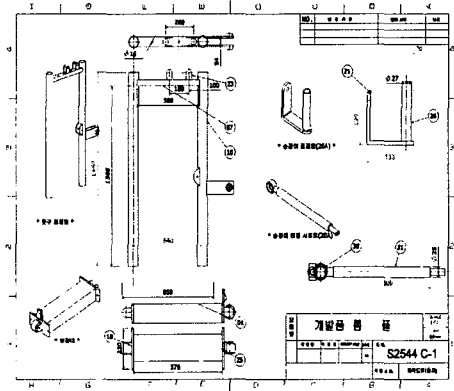


Fig. 3 Part drawing

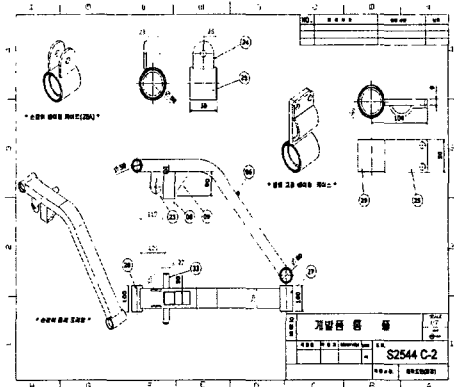


Fig. 4 Part drawing

3. 구조해석

3.1 재료의 물성치와 적용하중

통풀 웨이트 기구의 안전성을 평가하기 위하여 구조해석을 실시하였다. 구조해석시 통풀 웨이트 기구의 하중조건을 3단계로 구분하여 해석하였으며 본 해석에 사용된 카본스틸의 재질과 물성치는 Table 1과 같다.

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 2는 해석을 위한 각 단계의 해석 조건인 하중, 절점수와 요소수를 정의한 것으로 Fig. 5에서 나타내고 있으며 구조해석시 손잡이와 프레임 상부에 적용된 하중은 50kg, 100kg, 150kg의 단계로 나누어 구조해석을 시행하였다.

Table 2 Condition for Analysis

	하 중 (kg)	절점수	요소수
통풀	50kg, 100kg, 150kg	52,918	24,927

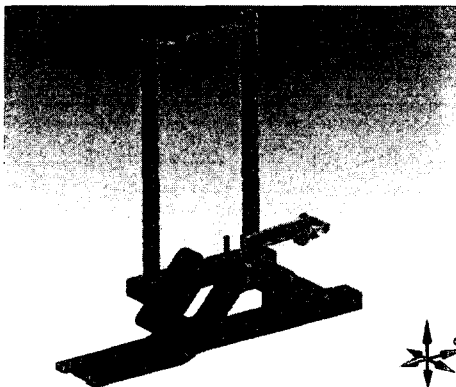


Fig. 5 Shape of mesh generation

Fig. 6은 통풀 웨이트 기구에 적용한 하중의 위치이며 힘은 490N(50kg), 980N(100kg), 1470N(150kg)의 단계로 적용하여 해석하였다.

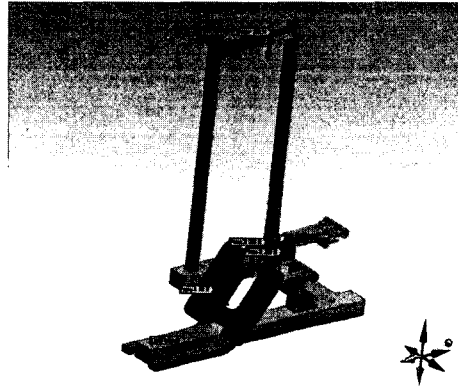


Fig. 6 Load condition

3.2 통풀 기구의 구조해석

3차원 구조해석 코드인 ANSYS를 이용한 구조해석의 결과인 응력과 변형률을 나타낸 그림은 Fig. 7 ~ Fig. 12와 같다. Fig. 6은 하중조건을 단계적으로 하중을 지지하는 프레임과 손잡이에 적용하고 바닥면과 벨트고정 베어링 케이스를 고정시키고 발판에는 추 중량의 20%를 적용하여 해석하였다.

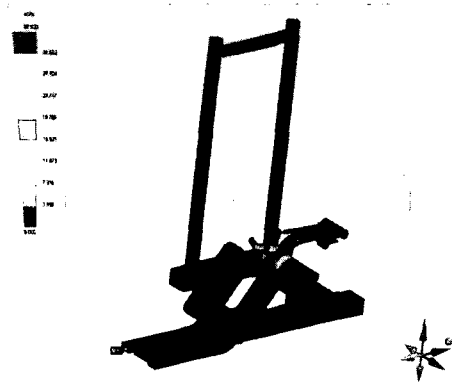


Fig. 7 Stress result of 50kg

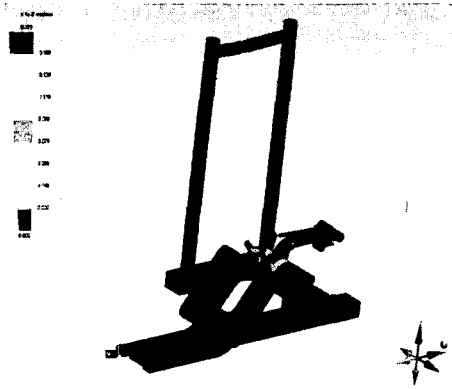


Fig. 8 Strain result of 50kg

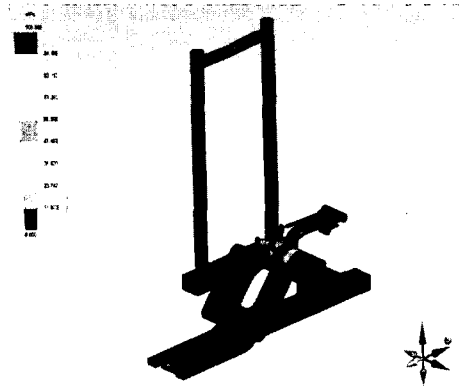


Fig. 11 Stress result of 150kg

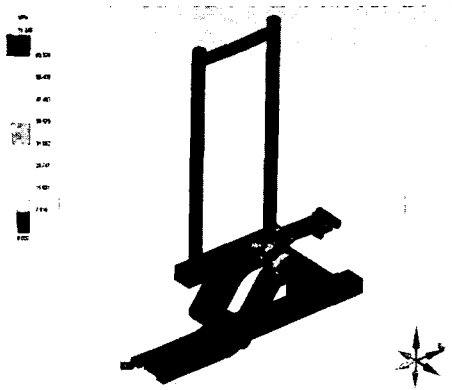


Fig. 9 Stress result of 100kg

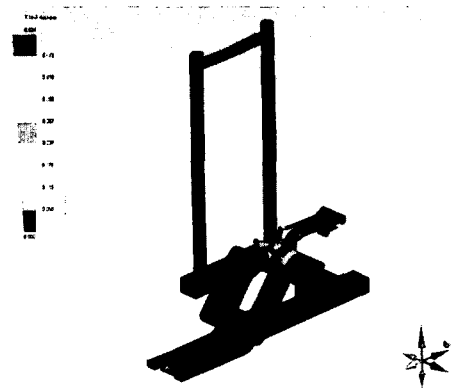


Fig. 12 Strain result of 150kg

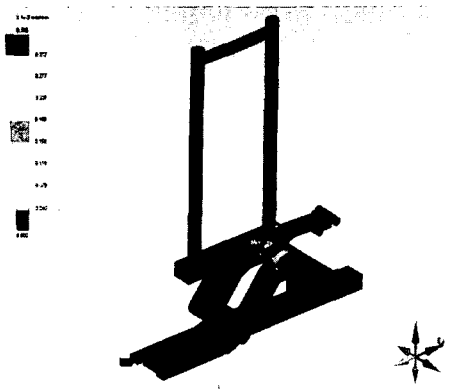


Fig. 10 Strain result of 100kg

Table 3은 롱폴 웨이트 기구의 구조해석 결과를 나타낸 것으로 응력(Stress)과 변형률(Strain)의 결과 값이다.

Table 3 Analysis results of stress and strain

	stress(N/mm ²)	strain
50kg	35.620	0.178 ×e-3
100kg	71.240	0.356 ×e-3
150kg	106.859	0.534 ×e-3

4. 결 론

본 논문의 목적은 안정성, 견고성을 강화하면서 효과적인 사용이 가능하도록 하여 체형이 다른 남녀노소 누구나 신체에 무리를 주지 않고 근육의 최대 운동효과를 구현하는 것이다. 새로운 구조의 롱폴 웨이트 기구를 개발하기 위하여 전체적인 형상의 구조해석을 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1) 롱폴 웨이트 기구의 손잡이를 기존의 와이어에 연결된 방식에서 링크형식의 프레임용 채택함으로써 손목의 무리를 감소시킬 수 있다.
- (2) 기존의 와이어를 벨트형식으로 교체하여 소음을 방지하는 효과를 줄 수 있고 기구의 수명 또한 연장 할 수 있다.
- (3) 구조해석을 통하여 안전한 구조로 설계함에 따라 웨이트 기구 설계 시 데이터로 이용할 수 있다.
- (4) 롱폴 웨이트 기구에 대해 50kg ~ 150kg의 하중조건으로 구조해석한 결과 최대응력은 허용응력 이내로써 안전한 구조임을 알 수 있다.

참고문헌

- (1) ANSYS User's Manual Revision 7.0, 2000, Swanson Analysis System, Inc.
- (2) 고재용, ANSYS 유한요소법, 시그마프레스, 2001.
- (3) 김낙수, 임용택, 진종태 공역, 공업재료 가공학, 반도출판사, 1994.
- (4) James Shakelford and William Alexander, 1994, "Material Science and Engineering Hand Book", CRC Press
- (5) Weaver, Jr. W. and Johnston, R., 1993, Finite Element for Structural Analysis, Prentice Hall.
- (6) Stephen H. Crandall, and Thomas J. Lardner, An Introduction to The Mechanics of Solids, 1985.