

# 수직형 스프링식 로프 브레이크의 구조해석

이종선\*, 이진성\*, 정명화\*  
대진대학교 기계설계공학과  
jongsun@daejin.ac.kr

## Structural Analysis of Vertical Rope Brake by Spring Type

Jong-Sun Lee\*, Jin-Sung Lee\*, Myung-hwa Jung\*  
\*Dept of Mechanical Design Engineering, Daejin University

### 요 약

본 논문에서는 수직형 스프링식 로프 브레이크에 관한 것으로 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용한 구조해석 결과를 기초 데이터로 사용하였으며, 내부응력, 경계조건, 하중등이 고려되었다. 또한 24인승 엘리베이터에 장착되는 로프 브레이크를 대상으로 해석하였다.

### 1. 서론

로프 브레이크는 엘리베이터 운행시에 권상기 브레이크 고장이나 시브 또는 메인로프의 마모로 인하여 도어가 열린채로 급상승하거나 과속시에 메인로프를 잡아줌으로써 승객과 설비를 보호할 수 있는 보조 장치로서 사고방지를 위한 최후의 장치이다.

해석대상 로프 브레이크 제품은 기존의 유압식 로프 브레이크에 장착된 유압장치를 소형화하여 본체에 장착시킴으로서 기능과 공간 활용 측면에서 용이성을 증대하<sup>mm</sup>였으며 이에 따른 해석을 수행함으로써 로프 브레이크의 제작·안전 기준에 따른 하중조건에 의하여 기능성과 안정성을 더욱 향상시켰다.

본 논문에서는 유압에 의해 스프링에 저장된 에너지를 사용하여 제동을 수행하는 로프 브레이크를 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하여 해석하였으며 로프 브레이크 각 부분의 응답특성을 분석하여 각 부품의 작동 성능을 평가한다.

### 2. 로프 브레이크의 해석

스프링식 로프 브레이크에 대한 구조해석은 재료의 등방성, 정상상태라 가정하고 ANSYS로 해석을 수행하였다. 해석시 24인승 엘리베이터에 장착되는 로프 브레이크를 해석하였으며 제동시 본체와 브라켓의 기울기를 90도로하여 로프에 의한 하중이 수직으로 작용하도록 하여 해석을 수행하였다.

본 해석에 사용된 조건은 Table 1과 같은 엘리베이터일 경우에 대하여 각각을 해석하였다. 마찰계수 0.28을 고려하여 제동력 즉, 마찰력을 구하는 식 (1)을 이용하여 산정하였다. 또한 계산된 마찰력을 활용하여 구조해석을 수행하였다.

$$P_f = [(CWT\text{자중} + Car\text{자중} + Rope\text{중량} + Compen\text{Chainw}\text{중량} + Tail\text{중량}) \times \{(V / 60)^2 / (2gL / 1000)\}] + (OB \times \text{적재하중}) \text{----- (1)}$$

$$P_n = P_f / (\cos\theta - \mu\sin\theta) \text{----- (2)}$$

식 (2)는 제동 시 제동력을 얻기 위한 로프 브레이크에서 가해지는 힘을 나타내며 식 (2)를 이용하여 슬라이더에 작용하는 스프링의 힘을 알 수 있다.

Table 1. Conditions of elevator

모델	인승	적재하중 W(kg)	균형추중량 Wb(kg)	카 중량 Wc(kg)
P24	20~24	1600	2600	1900

압축시 로프 브레이크는 유압장치에 의해 스프링에 에너지를 저장하게 되는데 이때 스프링의 압축에 의해 발생하는 압축 하중이 발생하게 된다. 이때 스프링의 압축을 지지하고 있는 상부판의 설계를 해석을 거쳐 최적화된 상태다.

해석에 사용될 재료는 일반용 강재와 POSTEN 80으로써 물성치는 Table 2 에 나타내었다.

Table 2. Material properties

Material	Steel	POSTEN 80
Young's Modulus	2×e5	80000
Tensile strength(MPa)	250~350	760~895
Yield point(MPa)	320	690
Poisson's Ratio	0.3	0.29

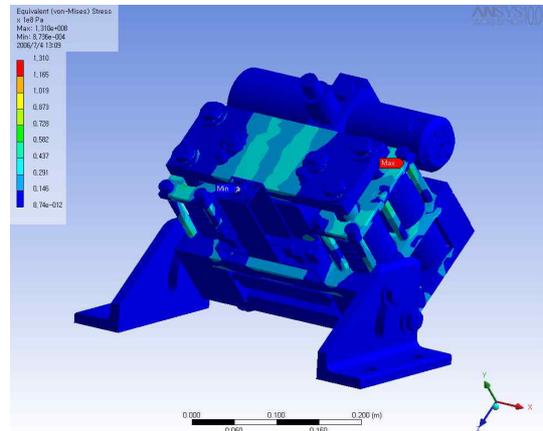


그림 1. 대기상태의 응력분포

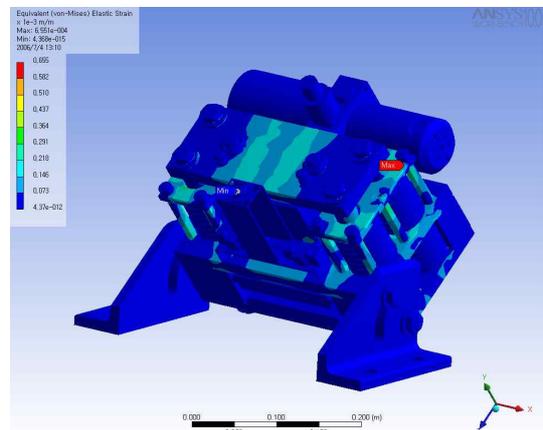


그림 2. 대기상태의 변형률 분포

### 2.1 대기상태의 해석

해석시 구속조건은 유압장치에 의해 에너지가 각각의 스프링에 저장되므로 제동력 4752kg이 스프링 마다 12000N의 힘이 작용하게 된다. 이 힘은 스프링 압축판에 대한 굽힘 모멘트를 발생시킨다. 볼트 체결부위를 완전 구속하고 상부판과 실린더 덮개부분을 고정시켜 해석을 수행하였다. 대기상태에서 브라켓에 작용하는 하중은 로프 브레이크의 무게만큼 작용하므로 무시한다.

그림 1 ~ 그림 3은 해석결과를 나타낸다.

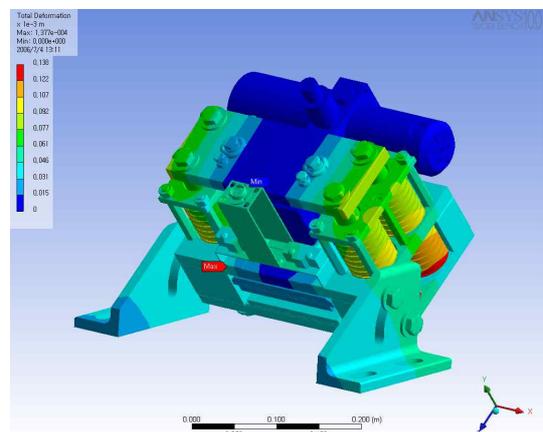


그림 3. 대기상태의 변형

## 2.2 제동상태의 해석

해석시 구속조건은 스프링에 저장되어있던 에너지가 입력신호가 주어지는 순간 와이어에 압축력으로 작용하게된다. 경계조건은 제동력 4200kg이 스프링마다10000N의 힘이 작용하게 된다. 이 힘은 스프링이 펴지면서 정수값에 의해 에너지가 줄어든 것이다. 압축판에 대한 굽힘 모멘트는 줄어든 반면 엘리베이터 로프에는 압축력(제동력)이 작용하게 된다. 볼트 체결부위를 완전 구속하고 브라켓을 고정시켜 해석을 수행하였다. 제동상태에서 브라켓은 작용하는 로프의 인장력에 의해 모멘트가 발생한다.

그림 4 ~ 그림 6은 해석결과를 나타낸다.

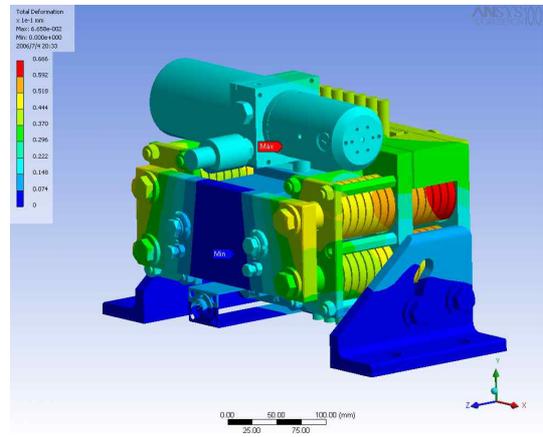


그림 6. 제동상태의 변형

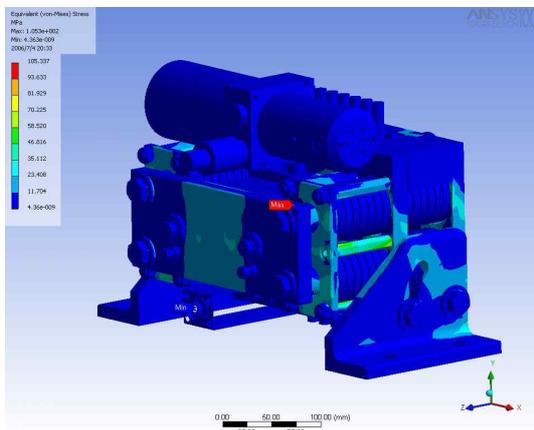


그림 4. 제동상태의 응력분포

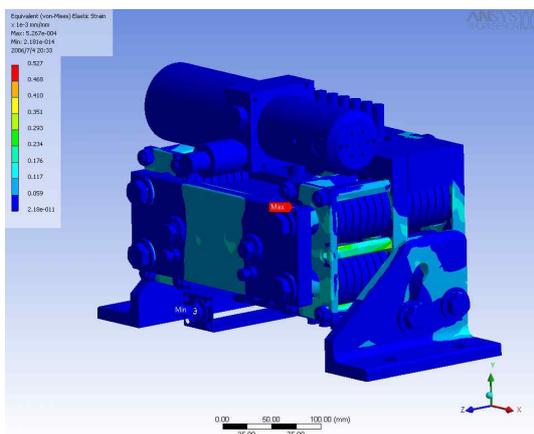


그림 5. 제동상태의 변형률분포

## 2.3 해석결과

Table 3은 해석에 따른 결과값을 나타낸 것으로 전체응력, 전체변형률 및 전체변위를 나타내고 있다.

Table 3. Result of structural analysis

		전체응력 (MPa)	전체변형률 (e-3)	전체변위 (mm)
p24	대기	131	0.655	0.138
	제동	105.337	0.527	0.066

## 3. 결론

수직형 스프링식 로프 브레이크의 개발을 위한 유한요소해석을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 유압장치가 장착된 스프링식 로프 브레이크에 대한 구조해석 결과 최대응력이 허용응력 이내이므로 구조적인 안정적임을 알 수 있다.
- (2) 대기상태에서 브라켓의 응력이 적는데 이는 스프링 압축력이 본체내에서 실린더에 의해 서로 상쇄되어 브라켓에는 영향을 미치지 못하고 단지 본체의 중량만이 브라켓에 하중으로 작용하는 것임을 알 수 있다.
- (3) 본 구조해석을 통하여 스프링식 로프 브레이크는 허용응력의 30% 이내에서 응력을 발생하므로 엘리베이터의 제작·안전 기준에 만족되는 것을 증명하였다.

**참고문헌**

- (1) Korea Machinery Meter and Petrochemical Testing and Research Institute, 1999, "A Study on the Technical safety Rules of Rope Brake use for Elevator", pp.1~67.
- (2) ANSYS User's Manual Revision 10.0, 2006, Swanson Analysis System, Inc.
- (3) 이종선, 2005, "스프링식 로프 브레이크의 구조 해석", 한국공작기계학회논문집, Vol.14, No.1, pp.89 ~ 94.
- (4) 이종선, 2005, "로프 브레이크의 최적형상에 관한 연구", 한국공작기계학회논문집, Vol.14, No.1, pp.101 ~ 107.
- (5) 이종선, 2006, "양방향 로프 브레이크의 설계 및 해석", 한국산학기술학회논문지, Vol.7, No.3, pp.319 ~ 324.