

소형 승강기 제동장치의 거동해석

이 종 선*
(대전대학교)

Behavior Analysis of Small Size Elevator Brake

Jong-Sun LEE*
(Daejin University)

Abstract

Elevator is very important transportation facility of modern society. But there have been frequent elevator accidents recently. In the view of safety management of elevator, the corresponding study must be done since accidents related elevator include not only actual accident but also possible accident in order to protect user from danger. A 3D design was developed using SolidWorks and behavior analysis using FEM Code.

Key words : Safety management, Elevator accident, Heinrich's law, Working condition

I. 서 론

사람이나 화물을 수직이동 또는 수평이동 시키기 위한 도구로서 흔히 사용되는 것이 승강기와 에스컬레이터이다. 특히 승강기는 인승용과 화물용으로 나누어 설치하기도 하지만 근본적으로 하는 일은 같으며 건물, 건축물, 선박, 교량과 같은 구조물이 대형화되면서 승강기도 대형화와 고속화하는 추세에 있다. 이러한 추세와 더불어 승강기 사고를 막으려는 노력으로 법적제도를 마련하고 있지만 안전에 대한 불감증은 해결되지 못한 상태이며 건물이나 선박과 같은 구조물에 화재가 발생하였을 때 승강기에 화재가 전이되지 않는 방폭용 승강기 개발이 시도되고 있다.

승강기의 사용이 증가할수록 승강기에 대한 안전기준은 매우 중요한 요소로서 승강기를 제작하는 회사로서는 반드시 준수해야하는 의무사항이

다. 일반적으로 안전을 위한 기본원칙은 안전 환경의 조성이며 산업재해 및 대형사고를 예방하기 위해서는 하인리히 법칙(Heinrich's law)을 준수함으로써 대형사고 이전의 중형사고나 소형사고 시 대책을 세워야한다. 또한 승강기가 운행 중 문제가 발생하면 사고를 방지하기 위하여 승강기를 급제동시키는 제동장치에 대한 연구도 꾸준히 진행되고 있는 실정이다.

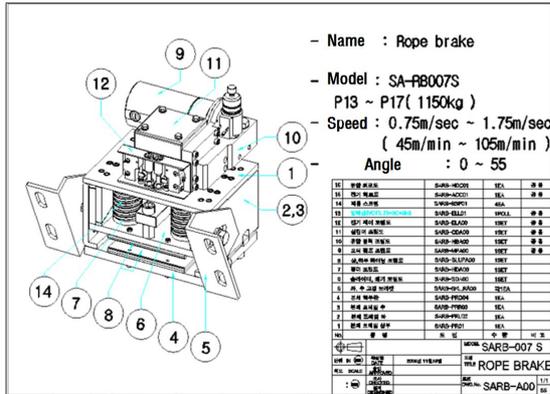
기존의 승강기 제동장치의 문제점은 무게가 무겁고 설치공간을 많이 차지하는 단점이 있어 이를 개선하고 성능을 향상시키기 위하여 새로운 승강기 제동장치를 개발하였다. 새로 개발한 승강기 제동장치에 대하여 거동해석을 수행하여 안전성을 검증하였으며 거동해석의 결과로 응력, 변형률, 총변형량 등을 구하였다.

거동해석을 위하여 새로 개발된 [Fig. 1]과 같은 소형 승강기 제동장치를 실제모델과 동일하게

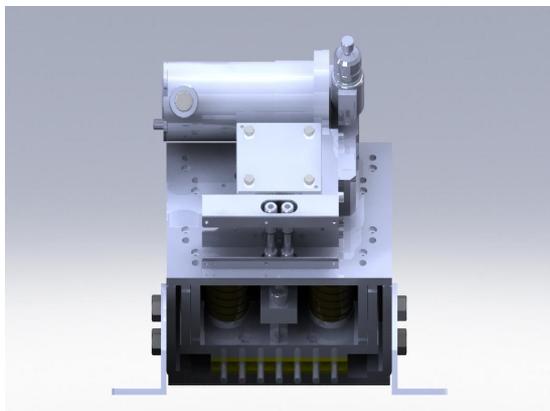
* Corresponding author: 031-539-1975, jongsun@daejin.ac.kr

모델링 한 후 FEM code를 사용하여 해석을 진행하였다.

거동해석을 위해 소형 승강기 제동장치를 Solid Works를 사용하여 [Fig. 2]와 같은 형상으로 모델링하였다.



[Fig. 1] Drawing of small size elevator brake



[Fig. 2] Geometry of small size elevator brake

II. 거동해석

소형 승강기 제동장치에 대한 거동해석은 제동장치가 작동상태에 가정하고 FEM code를 이용하여 해석을 수행하였다. 해석 시에는 정원인 17명이 승강기에 탑승을 하였다고 가정하였고 본체와 브레이크의 기울기는 45°로 고정하였다. 승강기

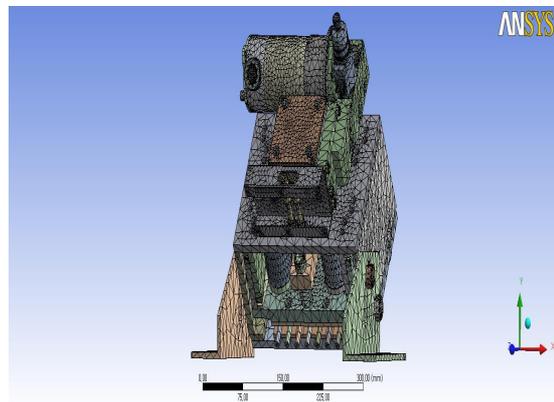
제동장치의 작동상태 시 해석을 수행하여 재료의 허용응력 범위와 안전기준에 적합한지를 판단한다.

본 해석에 사용된 재질은 구조용 강재로서 물성치는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Material properties

Material	Steel (posten80)
Young's Modulus	2.e+11 Pa
Tensile strength	800 MPa
Yield point	766 MPa
Poisson's Ratio	0.37

[Fig. 3]은 제동장치의 Mesh 형상이고 Mesh는 198,150개의 절점과 92,146개의 요소로 형성되었다.



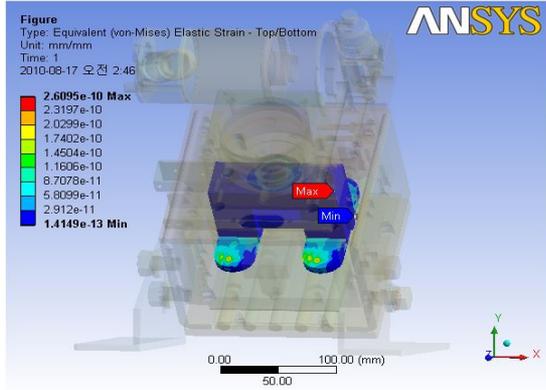
[Fig. 3] Mesh generation

1. 작동 상태

승강기 제동장치가 작동 상태에서 각 부품인 스프링 뭉치, 브래킷, 하부판, 상부판에 대하여 해석을 수행하였으며 거동해석 결과는 [Fig. 4]~[Fig. 15]와 같다.

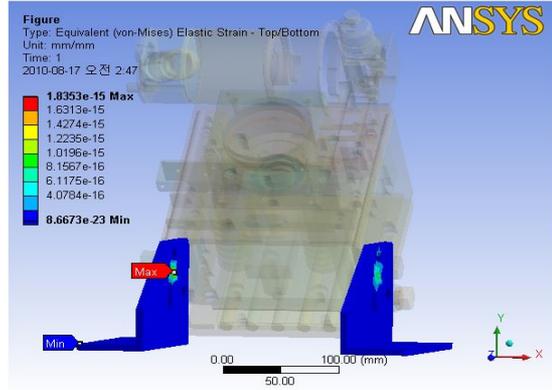
소형 승강기 제동장치의 거동해석

가. 스프링 뭉치

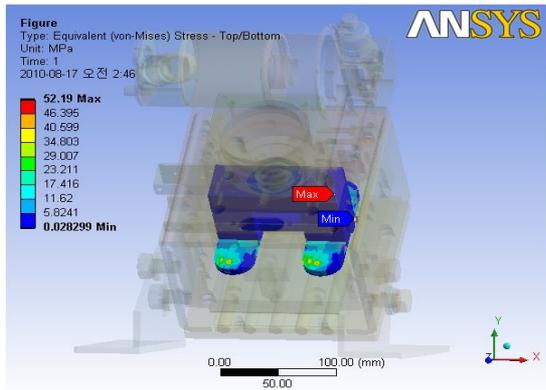


[Fig. 4] Strain result

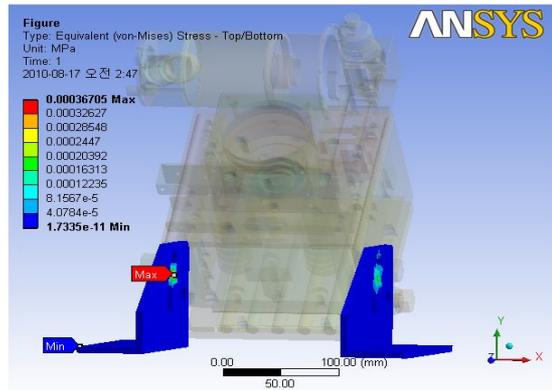
나. 브래킷



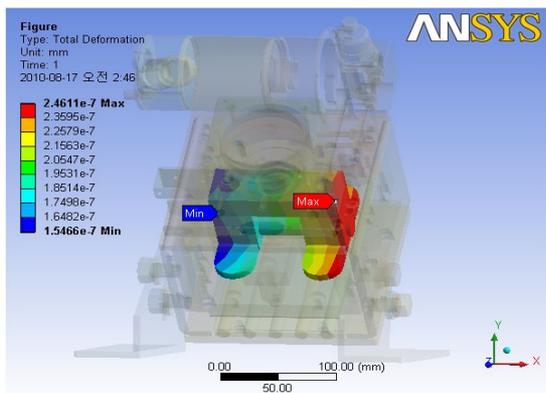
[Fig. 7] Strain result



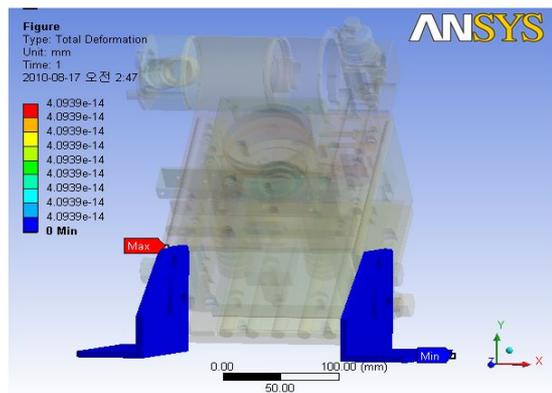
[Fig. 5] Stress result



[Fig. 8] Stress result



[Fig. 6] Total deformation result

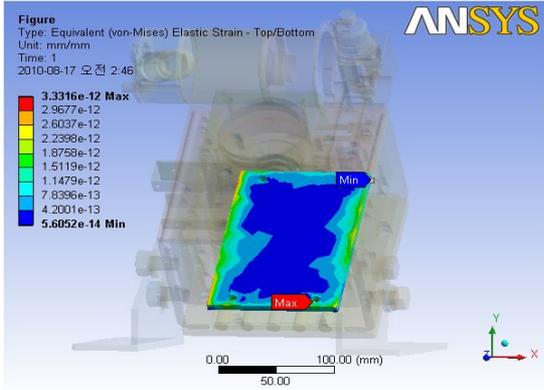


[Fig. 9] Total deformation result

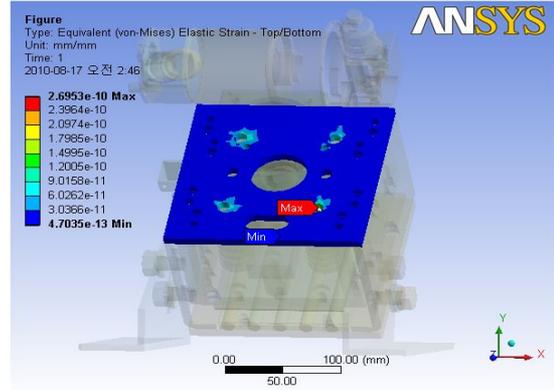
이 종 선

다. 하부판

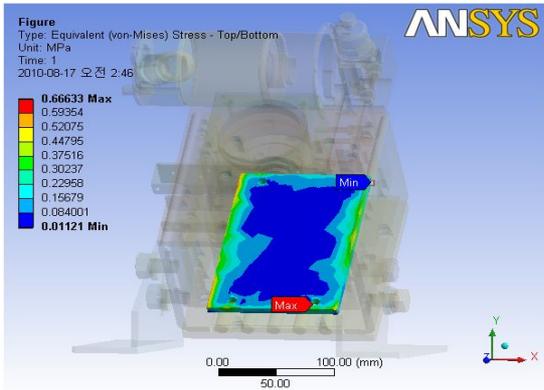
라. 상부판



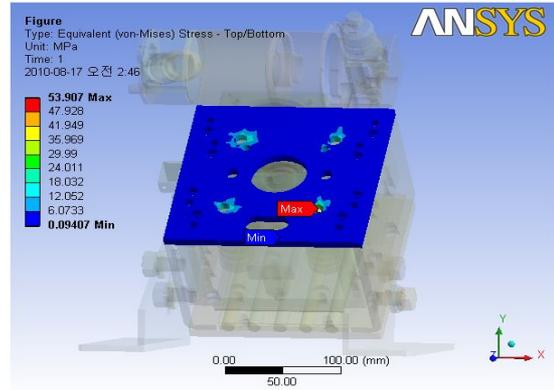
[Fig. 10] Strain result



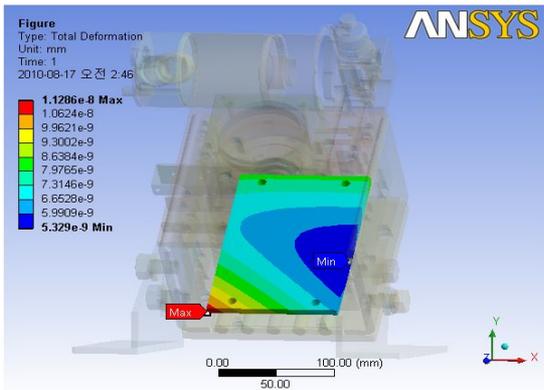
[Fig. 13] Strain result



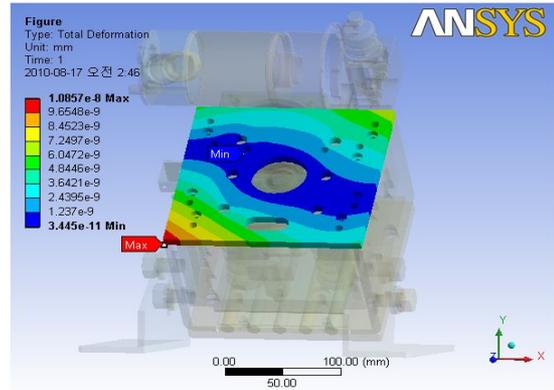
[Fig. 11] Stress result



[Fig. 14] Stress result



[Fig. 12] Total deformation result



[Fig. 15] Total deformation result

<Table 2>는 거동해석의 결과인 응력, 변형률, 총변형량 등을 구한 결과이다. 이 결과로부터 제동상태 시 응력과 변형률은 상부판에서 가장 크게 나타났으며 총변형량은 스프링 뭉치에서 나타남을 알 수 있었다. 이는 스프링 뭉치 부분이 조립된 상태에서 하중의 영향에 취약함을 나타낸다고 할 수 있다.

<Table 2> Result of behavior analysis

Element	Stress (MPa)	Strain	Total Deformation(mm)
Spring Set	52.19	2.6095e-10	2.4611e-7
Bracket	0.00036705	1.8353e-15	4.0939e-14
Lower Plate	0.66633	3.3316e-12	1.1286e-8
Upper Plate	53.907	2.6953e-10	1.0857e-8

<Table 3>은 제동상태의 허용응력 범위 내 안전을 확인한 해석 결과이다. 이 결과로부터 각 부품들은 허용응력의 범위 내에 있어 안전하다는 것을 알 수 있다.

<Table 3> Safety check of working condition

Element	Stress Result (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Allowable Stress Range(%)	Compare
Spring Set	52.19	450	52.19/450*100 = 11.597%	Safety
Bracket	0.00036705	450	0.00036705/450*100 = 8.1567e-5%	Safety
Lower Plate	0.66633	450	0.66633/450*100 = 0.14807%	Safety
Upper Plate	53.907	450	53.907/450*100 = 11.979%	Safety

III. 결론

기존의 승강기 제동장치의 문제점은 무게가 무겁고 설치공간을 많이 차지하는 단점이 있어 이를 개선하고 성능을 향상시키기 위하여 새로운 승강기 제동장치를 개발하였다. 승강기 운행 중 문제가 발생하면 승강기를 급제동시키는 제동장치에 대하여 거동해석을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

제동장치가 작동하는 상황에 대한 해석을 수행하여 제동상태 시 응력과 변형률은 상부판에서 가장 크게 나타났으며 총변형량은 스프링 뭉치에서 나타남을 알 수 있었다.

제동장치에 대한 거동해석 결과 최대응력이 허용응력의 범위 이내이므로 새로 개발된 승강기 제동장치는 구조적으로 안정적임을 알 수 있다. 또한 기존의 승강기 제동장치보다 제품을 소형화 하였으며 제동성능이 향상되었고 기존 제품보다 저렴한 가격으로 판매할 수 있어 회사의 매출향상을 이루었다.

References

Cho, Dong Hyun(2014). A Study on the Characteristics of Boiling Heat Transfer of Two-Phase Loop Thermosyphons, JFMSE, 26(3), 639~646.

Choi, Yong Seok · Lim, Tae Woo & Kim, You Taek(2015), Performance Analysis of Floating Wave Energy Converter by Using CFD, JFMSE, 27(5), 1303~1309.

H.W. Heinrich(1931). Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach.

Kim, Tae Koo · Kwon, Oh Hyun & Yoon, Yoo Sung(2007). Mechanical Safety Engineering, Sinkwang Publishing.

Moon, Jong Sin(2014). Optimization of Gate Location using Computer-Aided Injection Molding Analysis, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 15(10), 5968~5973.

이 종 선

Park, Chul Woo & Hong, Chul Hyun(2008), User Guide of ANSYS Workbench, Intervision.

Park, Woo Cheul · Lee, Joong Kuen · Kim, Il Gyoum & Park, Yong Suk(2012). Study on Vibration Induced Fluid at a Water Pressure Reducing Valve through Structure-Fluid Coupled Analysis, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation

Society, 13(10), 4371~4377.

-
- Received : 11 December, 2015
 - Revised : 11 January, 2016
 - Accepted : 15 January, 2016