

38인승 승강기 제동장치의 유한요소해석

이종선*

¹대진대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

FEM Analysis of a 38 Person Elevator Brake

Jong-Sun Lee^{1*}

¹Division of Computer Aided Mechanical Engineering, Daejin University

요약 본 논문의 목적은 38인승 승강기 제동장치의 설계 및 유한요소해석이다. 최근 승강기의 안전성이 부각되면서 비상 제동장치의 필요성이 높아졌으며 이에 따라 새로 개발된 제동장치의 안전성을 확인하기 위하여 Solid Works를 활용하여 모델링 하였으며 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하여 유한요소해석을 수행하였다. 해석결과로서 총변형량, 응력, 변형률을 구하였다.

Abstract This study performed FEM analysis of a 38 person elevator brake. Recently, an emergency brake was newly developed to improve elevator safety. A 3D design was developed using Solid Works and FEM analysis using analysis code ANSYS. The total deformation, stress and strain were obtained.

Key Words : FEM Analysis, Elevator Brake, Total Deformation, Strain, Stress

1. 서론

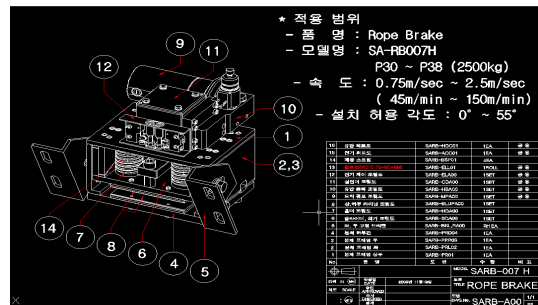
최근 세월호 사건으로 인하여 안전 불감증에 대한 사회적인 질책과 대책수립에 대한 요구사항이 거세어졌다. 그동안 삼풍백화점과 행주대교 붕괴사건을 겪으면서도 사회적인 대책마련이 미흡했던 것이 사실이며 사고를 통해 배우지 못한 안전 불감증도 큰 문제로 대두되었다. 이러한 분위기는 고층빌딩이 늘어나는 현실에 비추어 승강기 제동장치[1-2]에 대한 안전기준을 명확히 할 필요성이 있으며 비상사태시 승강기를 제어할 수 있는 제동장치의 중요성이 대단히 높다고 할 수 있다. 승강기 제동장치는 운행 시에 메인로프의 마모로 인해 도어가 열린 채로 급상승하거나 고장에 의한 과속 운행 시 메인로프를 고정시켜 승객과 설비를 보호할 수 있는 장치로써 사고방지 및 안전대책의 최종 장치이다.

승강기 제동장치를 실제모델과 동일하게 모델링 한 후 제동장치의 제작·안전 기준에 따른 하중조건에 의하여 유한요소해석[3-4] 코드인 ANSYS[5]를 사용하여 구

조해석[6-7]을 진행하여 총변형량, 변형률, 응력을 구하였다.

2. 승강기 제동장치의 도면과 모델링

설계에 앞서 AutoCAD를 이용하여 도식화를 하였다. Fig. 1은 전체적인 모델의 형상이다.



[Fig. 1] Drawing of Elevator Brake

*Corresponding Author : Jong-Sun Lee (Daejin Univ.)

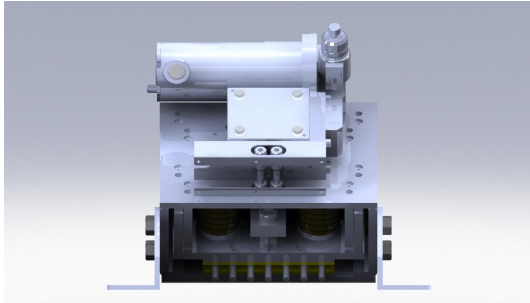
Tel: +82-10-3794-1978 email: jongsun@daejin.ac.kr

Received July 10, 2014

Revised August 6, 2014

Accepted November 6, 2014

해석을 위해 승강기 제동장치를 SolidWorks를 사용하여 Fig. 2와 같이 모델링하였다.



[Fig. 2] Modeling of Elevator Brake

3. 유한요소해석

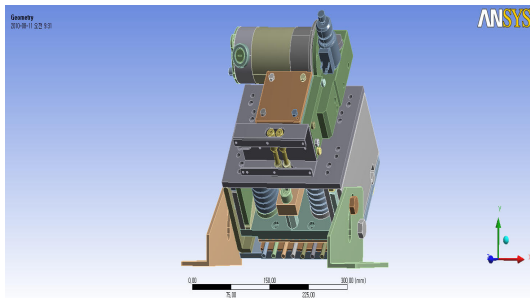
승강기 제동장치에 대한 구조해석은 재료의 등방성, 정상상태라 가정하고 ANSYS를 이용하여 해석을 수행하였다. 해석 시에는 정원인 38명이 탑승을 하였다고 가정하였고 본체와 브래킷의 기울기는 45로 고정하였다. 대기 상태와 제동 상태 두 가지 해석을 수행하여 재료의 허용응력과 안전기준에 적합한지를 알아보았다.

본 해석에 사용된 재질은 구조용 강재로서 물성치[8]는 Table 1과 같다.

[Table 1] Definition of Steel

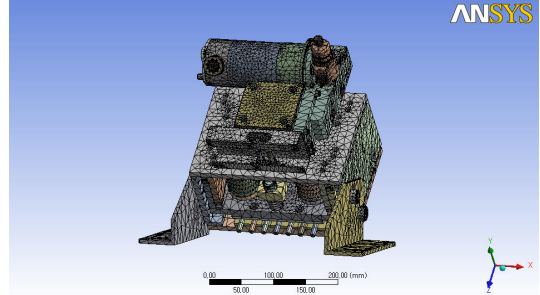
Material	Steel (posten80)
Young's Modulus	2.e+11 Pa
Tensile strength	800 MPa
Yield point	766 MPa
Poisson's Ratio	0.37

해석대상인 승강기 제동장치의 형상은 Fig. 3과 같다.



[Fig. 3] Geometry

Fig. 4는 제동장치의 Mesh 형상이고, Table 2는 Mesh 결과로서 424,048개의 질점과 170,859개의 요소로 형성되었다.



[Fig. 4] Mesh

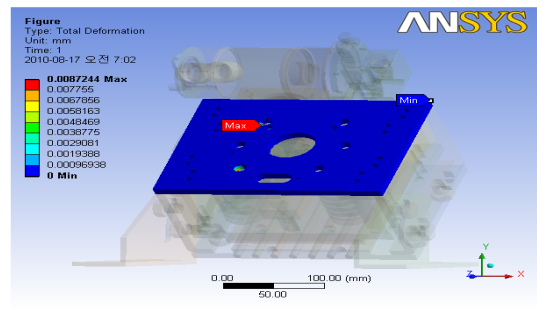
[Table 2] Mesh

Object Name	Mesh
Physics Preference	Mechanical
Advanced	
Relevance Center	Coarse
Element Size	Default
Shape Checking	Standard Mechanical
Solid Element Midside Nodes	Program Controlled
Straight Sided Elements	No
Initial Size Seed	Active Assembly
Smoothing	Low
Transition	Fast
Statistics	
Nodes	424048
Elements	170859

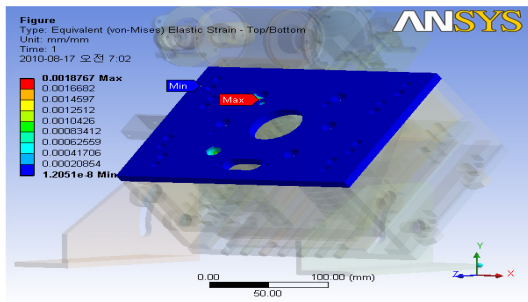
3.1 대기 상태

대기 상태에서 각 부품인 상부판, 하부판, 스프링 뭉치, 브래킷에 대하여 해석을 수행하였으며 해석결과는 Fig. 5~Fig. 16과 같다.

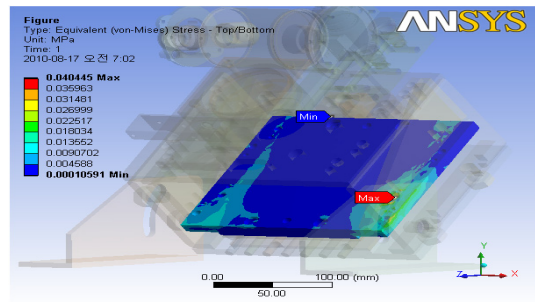
(1) 상부판



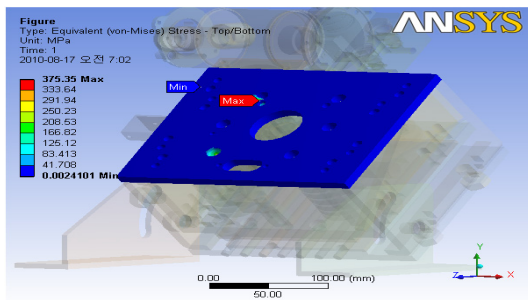
[Fig. 5] total deformation



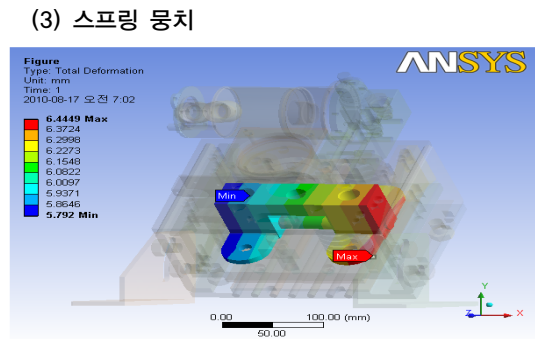
[Fig. 6] strain



[Fig. 10] stress

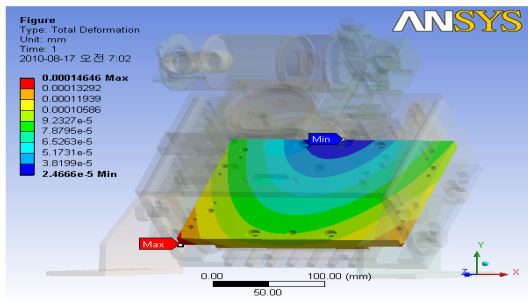


[Fig. 7] stress

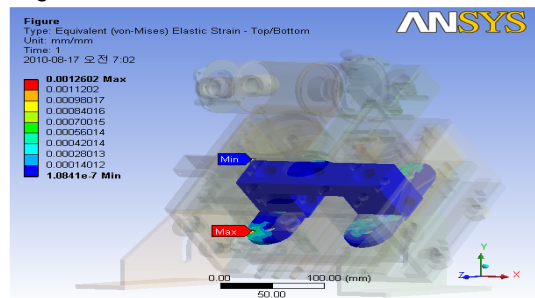


[Fig. 11] total deformation

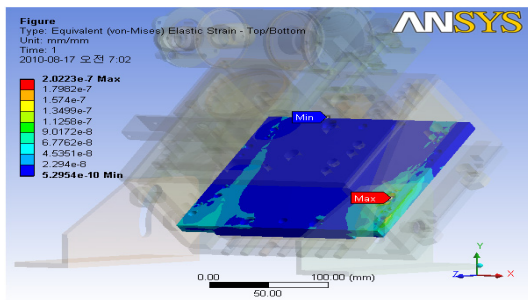
(2) 하부판



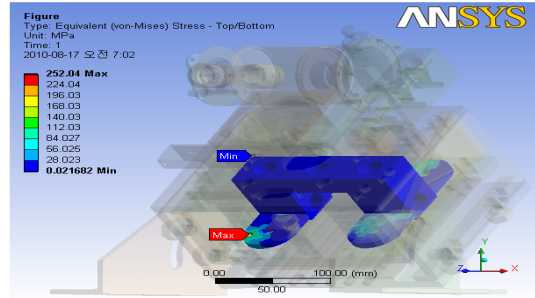
[Fig. 8] total deformation



[Fig. 12] strain

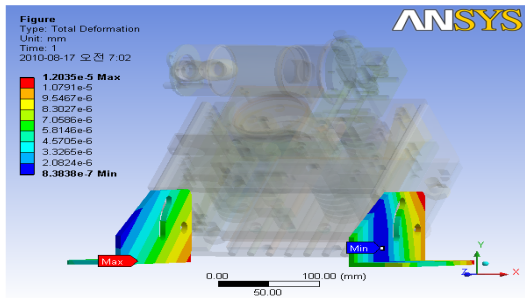


[Fig. 9] strain



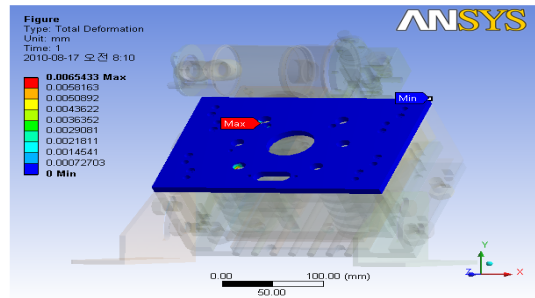
[Fig. 13] stress

(4) 브래킷

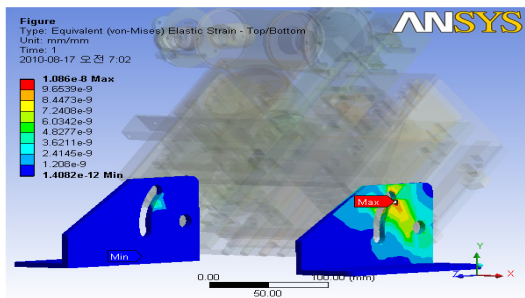


[Fig. 14] total deformation

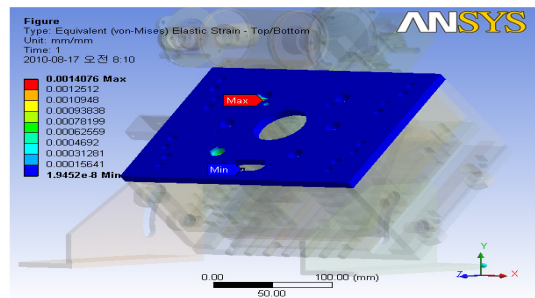
(1) 상부판



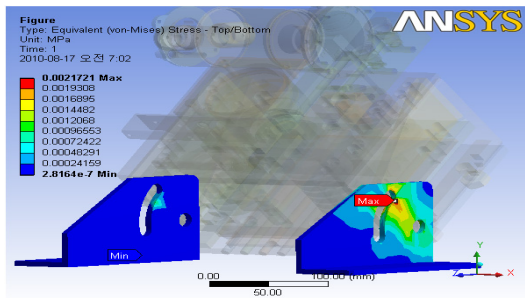
[Fig. 17] total deformation



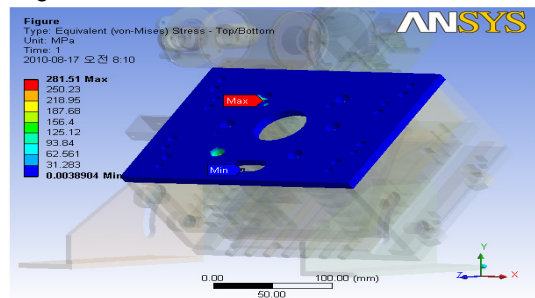
[Fig. 15] strain



[Fig. 18] strain



[Fig. 16] stress

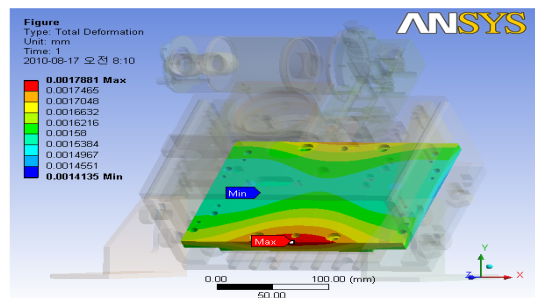


[Fig. 19] stress

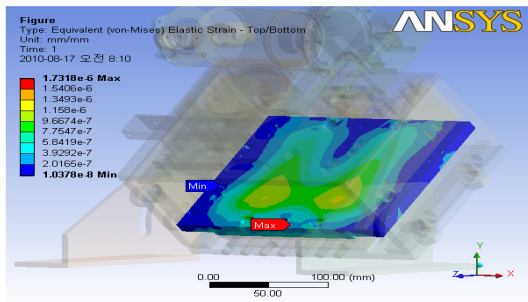
3.2 제동 상태

제동 상태에서 각 부품인 상부판, 하부판, 스프링 문
치, 브래킷에 대하여 해석을 수행하였으며 해석결과는
Fig. 17~Fig. 28과 같다.

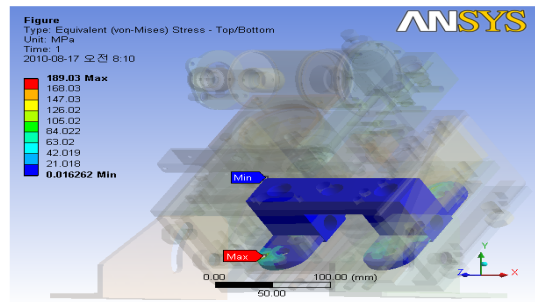
(2) 하부판



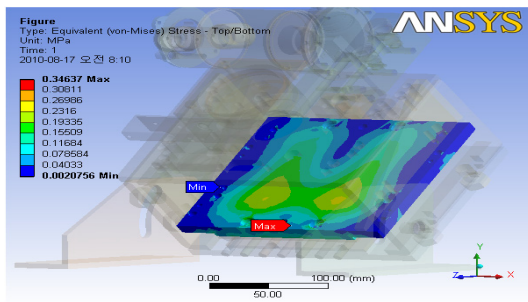
[Fig. 20] total deformation



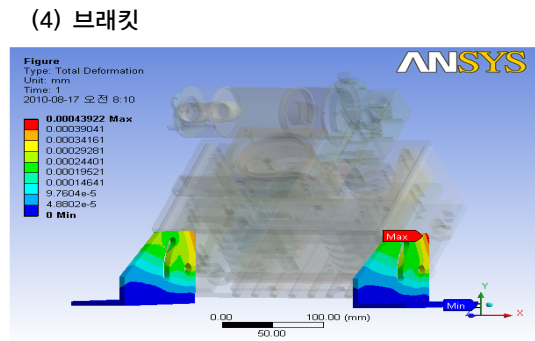
[Fig. 21] strain



[Fig. 25] stress

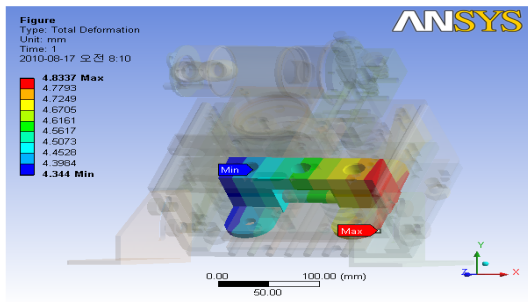


[Fig. 22] stress

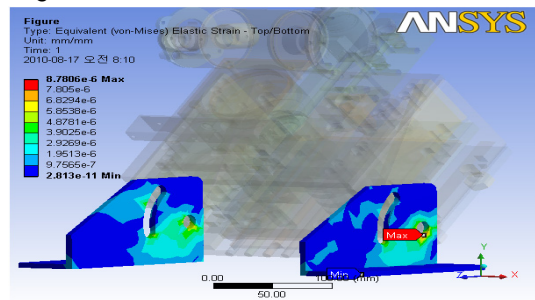


[Fig. 26] total deformation

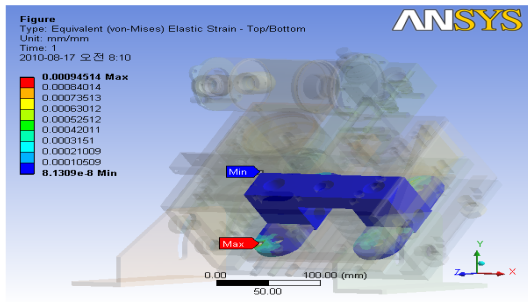
(3) 스프링 뭉치



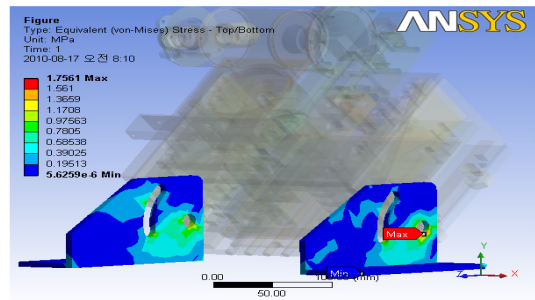
[Fig. 23] total deformation



[Fig. 27] strain



[Fig. 24] strain



[Fig. 28] stress

[Table 3] Safety Check of Waiting Condition

Element	Stress Result (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Allowable Stress Range(%)	Compare
Upper Plate	375.35	450	$375.35/450 \times 100 = 83.411\%$	Safety
Lower Plate	0.040445	450	$0.040445/450 \times 100 = 0.00899\%$	Safety
Spring Set	252.04	450	$252.04/450 \times 100 = 56.009\%$	Safety
Bracket	0.0021721	450	$0.0021721/450 \times 100 = 4.827e-4\%$	Safety

[Table 4] Safety Check of Operating Condition

Element	Stress Result (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Allowable Stress Range(%)	Compare
Upper Plate	281.51	450	$281.51/450 \times 100 = 62.558\%$	Safety
Lower Plate	0.34637	450	$0.34637/450 \times 100 = 0.077\%$	Safety
Spring Set	189.03	450	$189.03/450 \times 100 = 42.007\%$	Safety
Bracket	1.7561	450	$1.7561/450 \times 100 = 0.39\%$	Safety

Table 3과 Table 4는 대기 상태와 제동 상태의 허용응력 범위 내 안전을 확인한 해석 결과이다. 이 결과로부터 각 부품들은 허용응력의 최대 83.411% 범위 내에서 안전하다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 38인승 승강기 제동장치에 대한 구조 해석 결과 최대응력이 허용응력의 최대 83.411% 이내이므로 구조적으로 안정적임을 알 수 있으며 최대응력이 발생한 부위는 대기 상태에서 상부판, 제동 상태에서 스프링장치이다. 이 부위는 재질을 열처리하여 강도를 높여 안전도를 높이는 것이 바람직하다.

또한 제동 상태보다 대기 상태에서 스프링의 압축력이 크기 때문에 상부판과 스프링장치에 많은 응력을 받으며 직접적인 하중을 받는 스프링 장치를 제외하고는 모든 부품들의 응력이 감소하였다. 이로써 전체적인 부피가 증가함에 따라 응력이 감소한 것을 알 수 있다.

References

- [1] C.E. Vlahovic, "Rationale for New Rules in CSA-B44 Safety Code for Elevators", Elevator World, 1989.
- [2] Korea Machinery Meter and Petrochemical Testing and Research Institute, "A Study on the Technical safety Rules of Rope Brake use for Elevator", pp.167, 1999.
- [3] T.R.Chandrupatla and A.D.Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering", Prentice Hall, 1991.
- [4] William Weaver, Jr. and R. Johnston, "Finite Elements for Structural Analysis". PRENTICE HALL, INC. 1993.
- [5] ANSYS User's Manual Revision 14.0, Swanson Analysis System, Inc., 2012.
- [6] Jongsun Lee, "A Study on the Optimum Shape of Rope Brake", TRANSACTIONS of KSMTE, Vol.14, No.1, pp.101-107, 2005.
- [7] Jongsun Lee, "Design and Analysis of Dual Rope Brake By Spring Type", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol.7, No.3, pp.319-324, 2006.
- [8] James Shakelford and William Alexander, "Material Science and Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.

이 종 선(Jong-Sun Lee)

[종신회원]



- 1982년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1984년 2월 : 국민대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학박사)
- 1996년 3월 ~ 현재 : 대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과 교수

<관심분야>

최적설계, 생산공학