

24인승 엘리베이터 비상 브레이크의 구조해석

이종선

대진대학교 컴퓨터응용기계공학과 교수

Structural Analysis of a 24 Person Elevator Emergency Brake

Jong-sun Lee

Professor, Computer Aided Mechanical Engineering, Daejin University

요 약 24인승 엘리베이터 비상 브레이크를 개발하기 위하여 구조해석을 수행하였다. 최근 대형건물의 빈번한 화재로 인하여 엘리베이터 비상 브레이크의 안전성이 부각되었다. 비상 브레이크의 안전성을 확인하기 위하여 SolidWorks를 활용하여 설계하고 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하여 구조해석을 수행하여 총변형량, 변형률, 응력을 구하였으며 해석결과를 24인승 엘리베이터 비상브레이크를 제작 시 기초자료로 이용하였다.

주제어 : 3D 설계, 브레이크, 구조해석, 용합, 해석결과

Abstract This study is 24 person emergency brake for the structural analysis are described. Recently emerged as a key point of the elevator safety and increase the need for an emergency brake was developed accordingly to ensure the safety of the brake tool for 3D design using Solid Works. ANSYS utilizes 24 person emergency break finite element model for total deformation, strain and stress were obtained.

Key Words : 3D design, Brake, Structural analysis, Convergence, Analysis Result

1. 서론

요즘 세계 각국은 고층빌딩의 높이 경쟁을 시도하고 있으며 500m가 넘는 고층빌딩을 건설하여 자국의 랜드마크 마크로서 활용하고 있다. 또한 고층빌딩이 증가할수록 엘리베이터의 활용이 증대되고 있다. 이에 따라 엘리베이터 사고율도 함께 증가하고 있으며 안전관리 제도의 개선을 위해 엘리베이터 정밀안전 진단제도를 강화할 필요성이 있으며 비상 브레이크의 필요성도 커지고 있다 [1-2].

비상 브레이크는 엘리베이터 운행 시에 도어가 열린 채로 급상승 하거나 과속 시에 메인로프를 잡아줌으로써 승객과 설비를 보호할 수 있는 보조 장치로서 사고방지

를 위한 최후의 장치이다.

본 구조해석에서는 유압에 의해 스프링에 저장된 에너지를 사용하여 제동을 수행하는 비상 브레이크를 ANSYS를 활용하여 비상 브레이크 각부분의 응답특성을 분석하여 각 부품의 작동 성능을 평가하였다.

2. 모델링

구조해석[3-5]을 위해 비상 브레이크를 Solid Works를 사용하여 Fig. 1과 같이 모델링하였다. 모델링은 실 제품과 동일하게 설계되었다.

*Corresponding Author : Jong-Sun Lee(jongsun@daejin.ac.kr)

Received October 30, 2018

Accepted December 20, 2018

Revised December 3, 2018

December 28, 2018

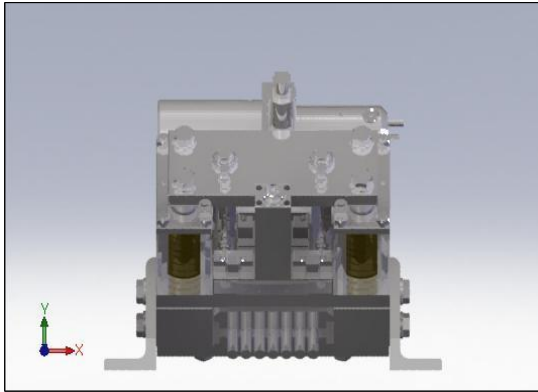


Fig. 1. Modeling of 24 person emergency brake

3. 구조해석

비상 브레이크에 대한 구조해석은 24인승을 고려하여 ANSYS[6]로 해석을 수행하였다. 이때 본체와 브레이크의 기울기를 45°로 고정하여 해석을 수행하였으며 24인승 제동 거리 및 제동감속도는 한국산업기술시험원의 타워 실험에 의해 측정된 값을 활용하였다. Fig. 2는 비상 브레이크의 전체 형상을 나타내며 Fig. 3은 메쉬형상이며 Table 1은 메쉬의 결과이다. 구조해석에 사용된 재료는 구조용 강재로서 물성치[7]는 Table 1과 같다.

Table 1. Material properties

Material	Steel(ss400)	POSTEN 80
Young's Modulus	2×e5	8×e4
Tensile strength(MPa)	400	785
Yield point(MPa)	235	680
Poisson's Ratio	0.37	0.23

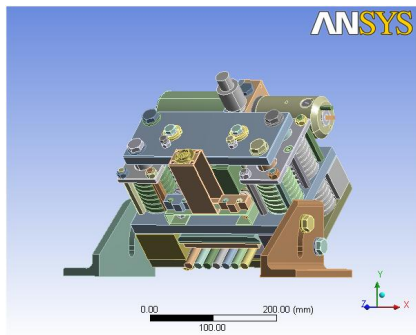


Fig. 2. Geometry of 24 person emergency brake

Table 2에서 253,886개의 절점과 110,019개의 요소로 Mesh가 형성된 것을 알 수 있다.

Table 2. Mesh

Object Name	Mesh
State	Solved
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Relevance	0
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	253886
Elements	110019

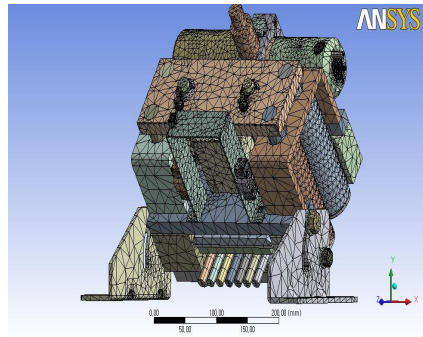


Fig. 3. Mesh generation

3.1 대기상태

대기상태의 구조해석은 스프링 압축판, 상부판, 브레이크에 대한 해석을 수행하였으며 해석결과는 Fig. 4 ~ Fig. 12와 같다.

(1) 스프링 압축판

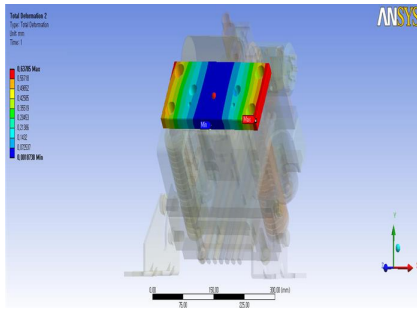


Fig. 4. Total deformation

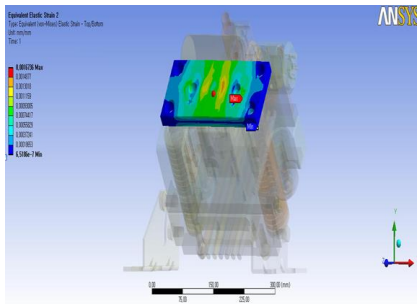


Fig. 5. Strain

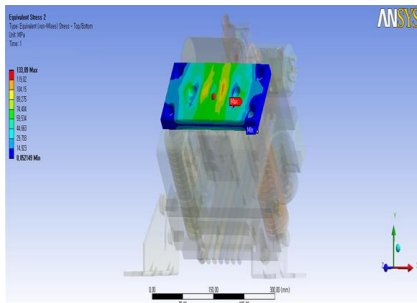


Fig. 6. Stress

(2) 상부판

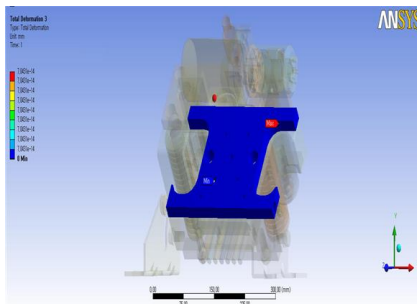


Fig. 7. Total deformation

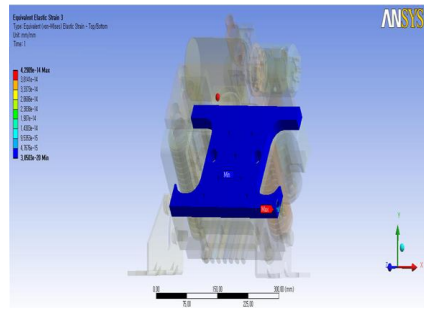


Fig. 8. Strain

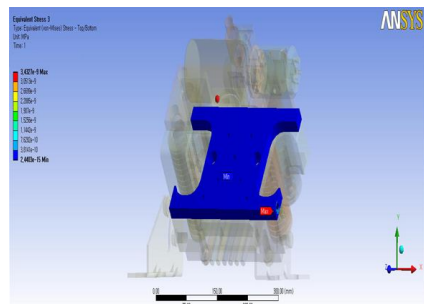


Fig. 9. Stress

(3) 브래킷

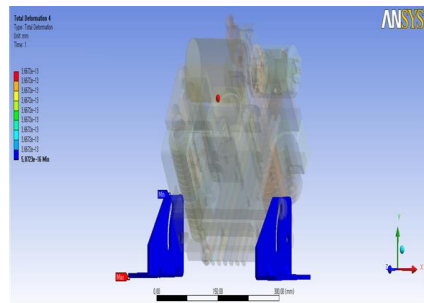


Fig. 10. Total deformation

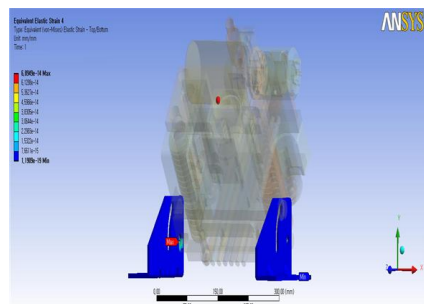


Fig. 11. Strain

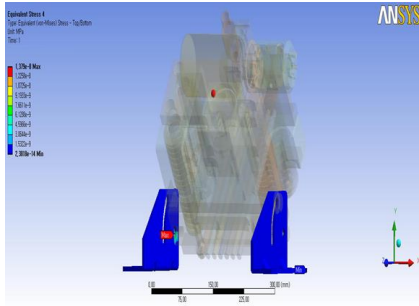


Fig. 12. Stress

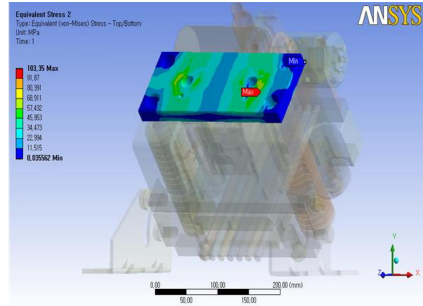


Fig. 15. Stress

3.2 제동상태

제동상태의 해석을 수행하였으며 해석결과는 Fig. 13 ~ Fig. 21과 같다.

(1) 스프링 압축판

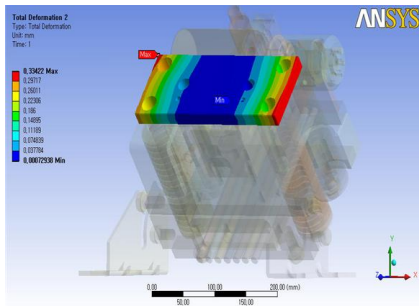


Fig. 13. Total deformation

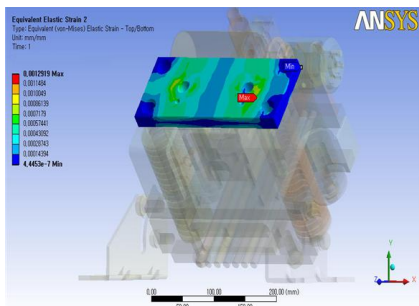


Fig. 14. Strain

(2) 상부판

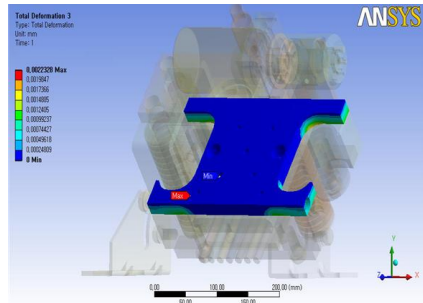


Fig. 16. Total deformation

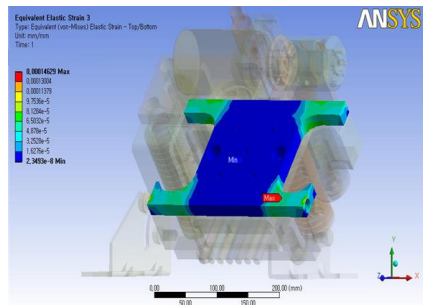


Fig. 17. Strain

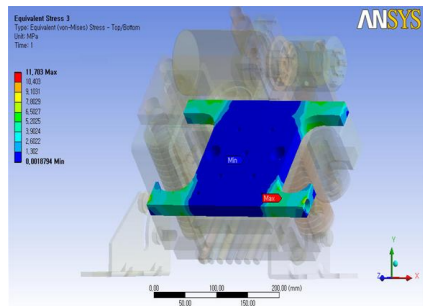


Fig. 18. Stress

(3) 브레이크

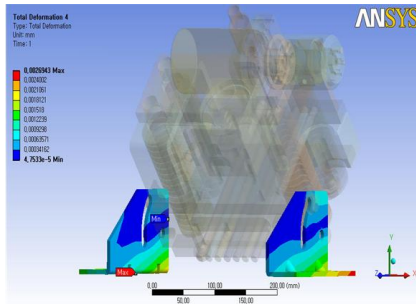


Fig. 19. Total deformation

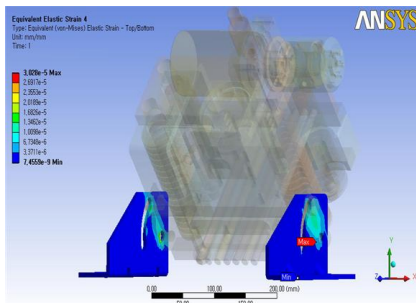


Fig. 20. Strain

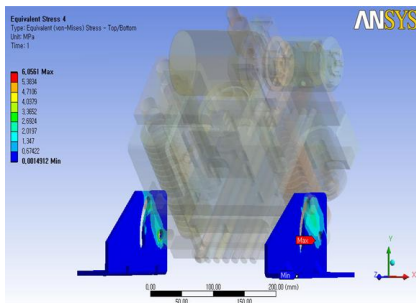


Fig. 21. Stress

Table 3과 Table 4는 대기상태와 제동상태의 해석결과로서 각 부품들은 안전하다는 것을 알 수 있다.

Table 3. Safety check of waiting condition

Element	Stress Result (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Allowable Stress Range (%)	Compare
Spring compressive plate	133.89	450	$133.89/450 \times 100 = 29.7533\%$	Safety
Upper plate	$3.4327e-9$	450	$3.4327e-9/450 \times 100 = 7.6282e-10\%$	Safety
Bracket	$1379e-8$	150	$1.379e-8/150 \times 100 = 9.1933e-9\%$	Safety

Table 4. Safety check of operating condition

Element	Stress Result (MPa)	Allowable Stress (MPa)	Allowable Stress Range (%)	Compare
Spring compressive plate	103.35	450	$103.35/450 \times 100 = 22.9666\%$	Safety
Upper plate	11.703	450	$11.703/450 \times 100 = 2.6006\%$	Safety
Bracket	6.0561	150	$6.0561/150 \times 100 = 4.0374\%$	Safety

4. 결론

24인승 엘리베이터 비상 브레이크의 구조해석을 수행하기 위하여 ANSYS를 활용하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 최대응력이 발생한 부위는 대기상태와 제동상태에서 스프링 압축판에서 나타났으며 이는 접촉부위에서 발생한 굽힘 모멘트와 인장·압축력이 집중되면서 발생한 것이다. 이 부위는 보강설계가 필요하다.
- (2) 구조해석 결과 최대응력이 허용응력 이내이므로 구조적으로 안정적임을 알 수 있다.
- (3) 24인승 비상 브레이크는 허용응력의 29.753%응력을 받으므로 엘리베이터의 제작·안전 기준에 만족되었다.
- (4) 본체에 소형 실린더를 부착함으로써 실내의 좁은 공간에서도 설치가 가능하도록 용이성을 최적화하여 제작하였다.

REFERENCES

- [1] Korea Machinery Meter and Petrochemical Testing and Research Institute. (1999). *A Study on the Technical safety Rules of Rope Brake use for Elevator*.
- [2] J. A. Nederbragt. (1989). *Rope Brake*, Elevator World
- [3] William Weaver, Jr. & R. Johnston. (1993). *Finite Elements for Structural Analysis*. PRENTICE HALL, INC
- [4] S. C. Han & B. G. Lee. (2018). A Study on the Convergence Contract Behavior of Friction Heat and Pad on Disk Brake, *Journal of the Korea Convergence*

- Society*, 9(1), 291-301.
- [5] G. W. Hwang & J. U. Cho. (2017). Convergence Study on Durability Improvement due to Radius on Arch Type at CFRP Structure with Stacking Angle, *Journal of the Korea Convergence Society*, 8(7), 219-224.
- [6] ANSYS User's Manual Revision 14.0. (2012). *Swanson Analysis System, Inc.*
- [7] James shakelford & William Alexander. (1994). Material Science and Engineering Hand Book, *CRC Press*.
- [8] J. S. Lee. (2013). Structural Analysis of High Pressure Cleaning Machine, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 14(10), 4694-4699.
- [9] S. C. Park. (2014). Quality Evaluations of Induction Motors Bracket Castings during Fabrication Processes, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(9), 5474-5479.
- [10] J. S. Lee. (2014). FEM Analysis of High Pressure Cleaning Machine, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(10), 5950-5954.
- [11] J. H. Lee & J. U. Cho. (2015). Convergence Technique Study through Simulation Thermal Analysis due to the shape of Electric Heater, *Journal of the Korea convergence Society*, 6(6), 241-246.
- [12] J. R. Kim. (2016). Development of High Efficiency Dehumidifiers in low temperature, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(9), 206-211.
- [13] W. Y. Kim & S. G. Kim. (2017). The Design and Implementation of an Emergency Video call Integrated Management System based on VoIP, *Journal of the Korea convergence Society*, 8(12), 93-99.
- [14] N. H. Kim & J. H. Byeon & K.H.Lee. (2017). Shape Optimization of ball Valve for High Temperature, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(1), 15-20.
- [15] B. J. Kim & S. B. Lee(2017). Study on the shaping process of turbocharger nozzle slide joint, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(1), 107-114.

이 중 선(Lee, Jong Sun)

[정회원]



- 1982년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학사)

- 1984년 2월 : 국민대학교 기계공학과(공학석사)

- 1996년 2월 : 국민대학교 기계설계학과(공학박사)

- 1996년 3월 ~ 현재 : 대진대학교 컴퓨터응용기계공학과 교수

- 관심분야 : 기계, 최적설계

- E-Mail : jongsun@daejin.ac.kr