

도어 안전장치의 구조해석

이종선

대진대학교 컴퓨터응용기계공학과 교수

Structural Analysis of Door Safety Device

Jong-sun Lee

Professor, Computer Aided Mechanical Engineering, Daejin University

요 약 모든 건축물에 사용되고 있는 도어는 안전장치를 부착하지 않아 사고가 빈번하게 발생하고 있으며 어린이에게는 치명적인 손 끼임 사고로 이어진다. 이러한 사고를 방지하기 위한 도어 안전장치를 개발하기 위하여 기존의 도어 안전장치에 대하여 구조해석을 실시하였다. 기존 도어 안전장치의 안전성을 검증하기 위하여 CATIA를 활용하여 모델링하고 도어의 개폐각도는 95°, 100°, 105°, 110°, 115°, 120°를 고려하였으며 구조해석의 결과로서 변형량, 응력, 변형률 에너지를 구하였다. 이러한 해석결과는 새로운 도어 안전장치를 개발하기 위한 초기자료로 활용되었으며 어린이가 손이 끼이지 않도록 경첩부에 설치하고 반대면은 플라스틱 커버 형태로 개발하여 손 끼임을 방지한다.

주제어 : 도어, 안전장치, 융합, 구조해석, 해석결과, 변형률에너지

Abstract This study is door safety device for the structural analysis are described. Recently emerged as a key point of the door safety and increase the need of a door safety device. In order to improvement this inconvenience, the door safety device was design and structural analysis by using CATIA. CATIA utilizes door safety device element model for displacement, stress and strain energy were obtained. Consideration of door open angles were 95°, 100°, 105°, 110°, 115°, 120°. These results will be provided to develop new concepts of door safety device as initial data.

Key Words : Door, Safety Device, Convergence, Structural Analysis, Analysis Result, Strain Energy

1. 서론

모든 건축물에 사용되고 있는 도어는 안전장치를 부착하지 않아 사고가 빈번하게 발생하고 있으며 어린이에게는 치명적인 손 끼임 사고로 이어진다.

도어 조립체는 문짝 개폐 과정에서 경첩이 결합되는 문짝 일측과 문틀 일측 사이에 틈이 발생하며 문짝과 문틀 사이 틈으로 손가락 등이 끼인 상태에서 개폐가 진행될 때에 손가락 등이 짓눌리거나 절단되는 등 심각한 부상으로 이어지는 문제가 있다.

도어 안전장치는 특히 아이들이 장난치다가 도어에 손

이 끼이지 않도록 경첩부에 설치하고, 반대면은 튼튼하면서 인장강도가 있는 플라스틱의 커버 형태로 개발하여 원천적으로 손 끼임을 방지한다.

이와 같은 기능을 가진 도어 안전장치를 개발하기 위하여 기존의 도어 안전장치에 대하여 3D설계 프로그램인 CATIA[1]를 활용해 부품을 모델링하고 구조해석을 실시하였고 도어의 개폐각도는 95°, 100°, 105°, 110°, 115°, 120°의 각도에 따라 해석하였으며 해석결과로서 도어 안전장치의 응력, 변형량, 변형률 에너지를 구하였다. 이러한 해석결과는 새로운 도어 안전장치를 개발하기 위한 초기자료로 활용되었다.

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

Received July 10, 2019

Accepted September 20, 2019

Revised August 12, 2019

Published September 28, 2019

2. 구조해석

구조해석을 위해 기존의 도어 안전장치를 CATIA를 활용하여 Fig. 1과 같이 모델링하였으며 Fig. 2는 메쉬의 형상을 나타내었다. 해석에 사용된 물성치[2]는 Table 1과 같으며 Table 2는 각도의 변화에 따른 절점과 요소수를 나타낸다.

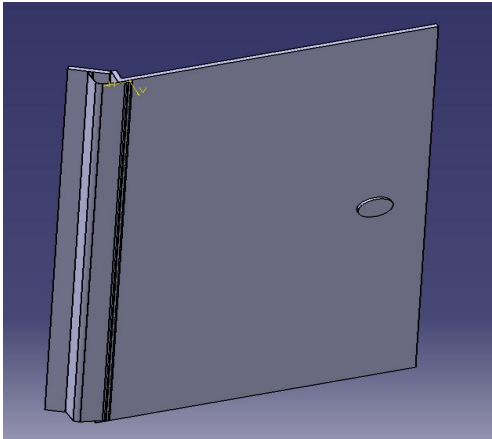


Fig. 1. Modeling of Door Safety Device

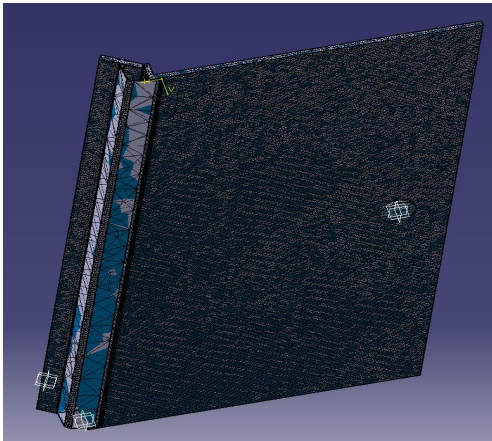


Fig. 2. Mesh generation of Door Safety Device

Table 1. Definition of KSD 3562

| Steel | Structural | |
|-------|-----------------|--------------|
| | Young's modulus | 2e+011N_m2 |
| | Poisson's ratio | 0.266 |
| | Density | 7860kg_m3 |
| | Yield strength | 2.5e+008N_m2 |

| PVC | Structural | |
|-----|-----------------|--------------|
| | Young's modulus | 3e+009N_m2 |
| | Poisson's ratio | 0.4 |
| | Density | 1400kg_m3 |
| | Yield strength | 6.5e+007N_m2 |

| Plastic | Structural | |
|---------|-----------------|--------------|
| | Young's modulus | 2.2e+009N_m2 |
| | Poisson's ratio | 0.38 |
| | Density | 1200kg_m3 |
| | Yield strength | 1.05+008N_m2 |

Table 2. Nodes and Elements with angle change

| Angle | Nodes | Elements |
|-------|-------|----------|
| 95° | 28939 | 79570 |
| 100° | 29610 | 81012 |
| 105° | 39934 | 110871 |
| 110° | 38475 | 105833 |
| 115° | 41400 | 114624 |
| 120° | 40749 | 112594 |

Fig. 3 ~ Fig. 14는 각도의 변화에 따른 구조해석 [3-15]의 결과를 나타낸 그림으로서 변형량과 응력을 나타내며 해석결과는 Table 3에 나타내었다. Table 4는 각도의 변화에 따른 결과치의 안전성을 나타낸 것이다.

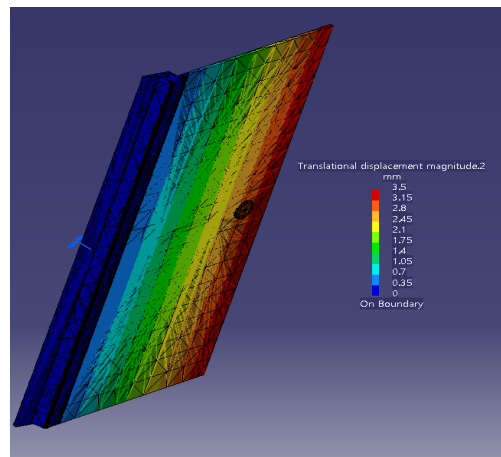


Fig. 3. Displacement(95°)

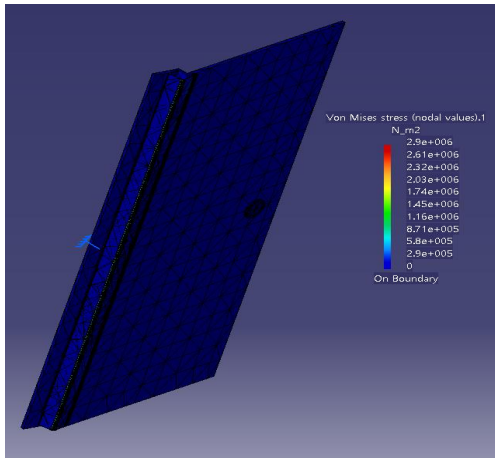


Fig. 4. Stress(95°)

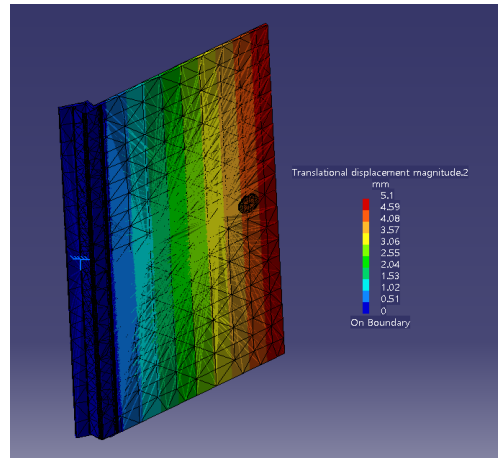


Fig. 7. Displacement(105°)

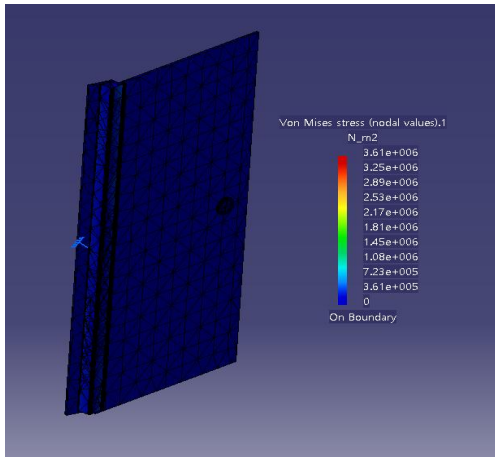


Fig. 5. Displacement(100°)

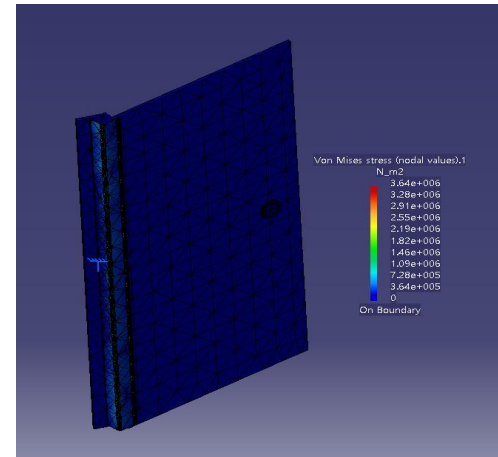


Fig. 8. Stress(105°)

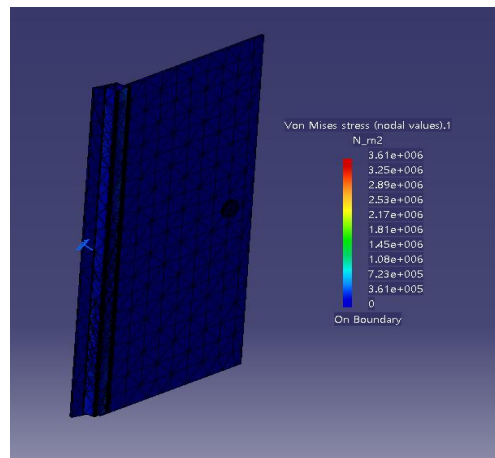


Fig. 6. Stress(100°)

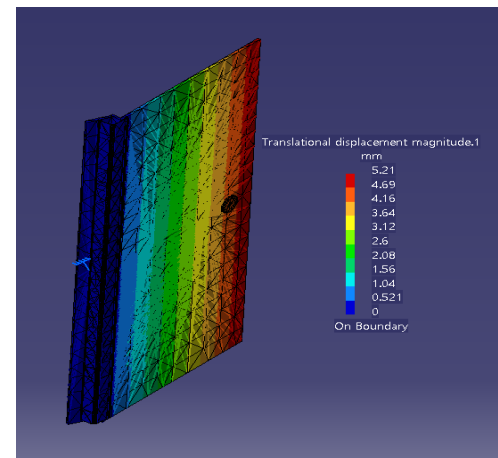


Fig. 9. Displacement(110°)

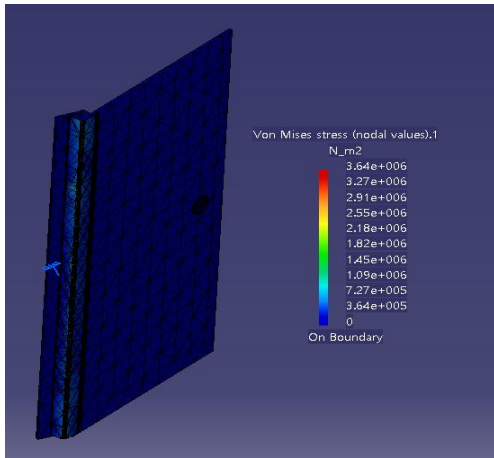


Fig. 10. Stress(110°)

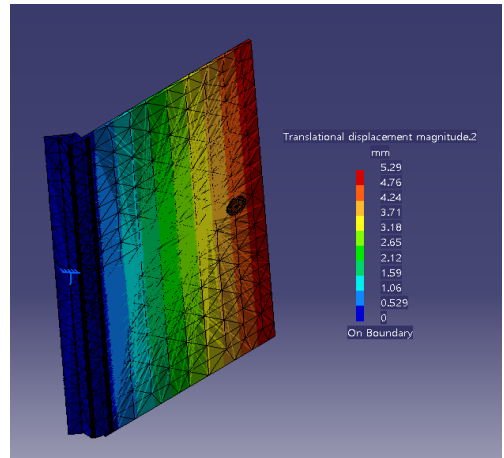


Fig. 13. Displacement(120°)

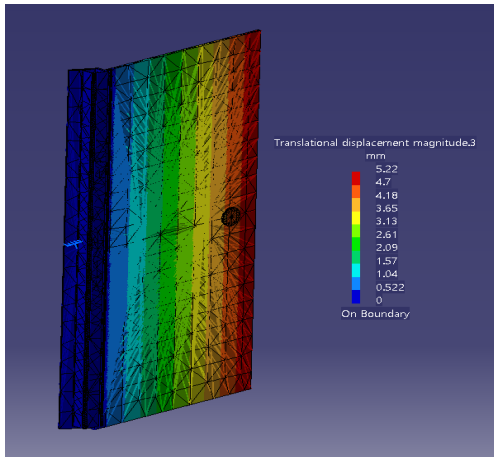


Fig. 11. Displacement(115°)

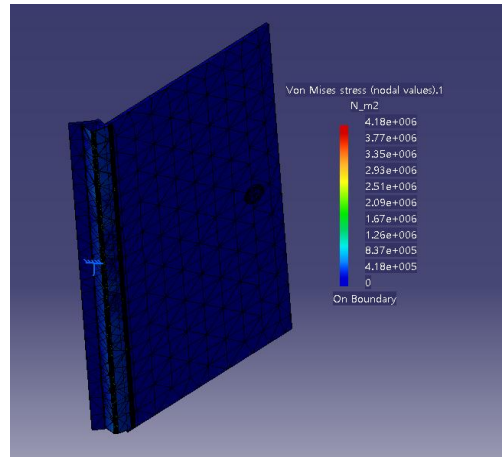


Fig. 14. Stress(120°)

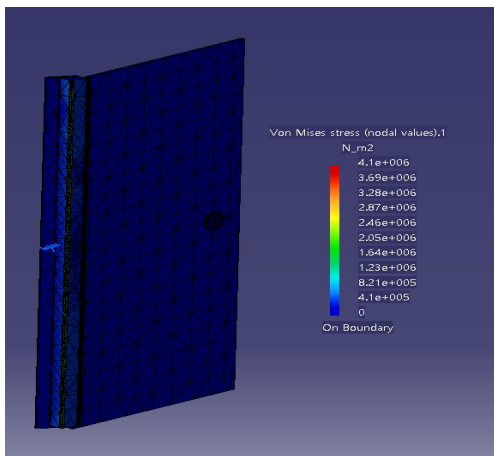


Fig. 12. Stress(115°)

Table 3. Analysis results

| Angle | Displacement (mm) | Stress (N_m2) | Strain Energy (J) |
|-------|-------------------|---------------|-------------------|
| 95° | 3.5 | 2.9e+006 | 3.510e-002 |
| 100° | 5.06 | 3.61e+006 | 1.034e-001 |
| 105° | 5.1 | 3.64e+006 | 1.042e-001 |
| 110° | 5.21 | 3.64e+006 | 1.066e-001 |
| 115° | 5.22 | 4.1e+006 | 1.066e-001 |
| 120° | 5.29 | 4.18e+006 | 1.082e-001 |

해석결과는 도어 안전장치의 측정 응력과 가장 힘을 많이 받는 부분의 재질(PVC)의 항복 응력을 비교하여 나타내었다. 각도는 95°부터 120°까지 증가시키면서 해석하였다.

Table 4. Safety check results

| Angle | Stress result (MPa) | Allowable stress (MPa) | Allowable stress range (%) | compare |
|-------|---------------------|------------------------|-----------------------------------|---------|
| 95° | 2.9e+006 | 6.5e+007 | 2.9e+006 / 6.5e+007 * 100 = 4.46 | Safety |
| 100° | 3.61e+006 | 6.5e+007 | 3.61e+006 / 6.5e+007 * 100 = 5.5 | Safety |
| 105° | 3.64e+006 | 6.5e+007 | 3.64e+006 / 6.5e+007 * 100 = 5.6 | Safety |
| 110° | 3.64e+006 | 6.5e+007 | 3.64e+006 / 6.5e+007 * 100 = 5.6 | Safety |
| 115° | 4.1e+006 | 6.5e+007 | 4.1e+006 / 6.5e+007 * 100 = 6.31 | Safety |
| 120° | 4.18e+006 | 6.5e+007 | 4.18e+006 / 6.5e+007 * 100 = 6.43 | Safety |

3. 결론

기존의 도어 안전장치에 대하여 CATIA를 활용하여 구조해석을 실시하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 구조해석 시 도어 안전장치의 응력은 결합부분에서 가장 크게 측정되었다.
2. 도어 안전장치에 95°부터 120°까지의 각도를 주었을 때 각도가 커질 수록 변형량과 응력, 변형률에 너지가 증가하는 것을 알 수 있었다.
3. 도어 안전장치의 해석결과는 모든 각도에서 안전한 것으로 나타났다.
4. 구조해석의 결과는 신형 도어 안전장치의 개발에 활용되었다.

REFERENCES

[1] J. C. Ko, K. W. Ahn, Y. D. Kwon & D. S. Lee. (2018). *Introduction of Finite Element Method, CATIA V5*, Onsia.

[2] J. Shakelford & W. Alexander. (1994). *Material Science and Engineering Hand Book*, CRC Press.

[3] 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.

[4] 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.

[5] J. S. Lee. (2013). Structural Analysis of High Pressure Cleaning Machine, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 14(10), 4694-4699.

[6] 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.

[7] J. S. Lee. (2019). Behavior Analysis of High Pressure Value Tester, *Journal of the Korea Convergence Society*, 10(1), 149-154

[8] 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.

[9] J. R. Kim. (2016). Development of High Efficiency Dehumidifiers in low temperature, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 17(9), 206-211.

[10] 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.

[11] 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.

[12] 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.

[13] J. S. Lee. (2012). Design and Computational Fluid Dynamics of Pressure Reducing Valve, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 13(7), 2853-2857.

[14] J. S. Lee. (2018). Structural Analysis of a 24 Person Elevator Emergency Brake, *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(12), 189-194.

[15] J. S. Lee. (2014). FEM Analysis of Cleaning Machines by Design Change, *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 15(10), 5950-5954

이 중 선(Jong-sun Lee)

[장학원]



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

- 관심분야 : 최적설계, 생산공학
- E-Mail : jongsun@daejin.ac.kr