

엘리베이터 도어의 거동해석

이종선^{1*}

Behavior Analysis of Elevator Door

Jong-Sun Lee^{1*}

요약 본 논문의 목적은 엘리베이터에 대한 위험요인 중에서 사고가 재발되고 있는 도어 안전장치(인터록)를 해석하였으며 도어의 안정성을 확인하기 위하여 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 이용하여 40~100kg 하중을 가하여 응력(stress), 변형률(strain)을 구함으로서 안전성을 평가하였다.

Abstract Recently, there has been major issue in safety of elevator. In the view of safe management of elevator, the corresponding research must be done since accidents related elevator include not only actual accident but also possible accident in order to protect user from dangerousness.

This research aims to seek an analytical solution for safety apparatus which caused accident again and again among dangerous factors of an elevator. In order to assure safety of door, ANSYS, a commercial software was applied and evaluate safety qualitatively by calculating stress and strain deformed under the loads of 40 to 100kg.

Key Words : Behavior analysis, Elevator door, Safety device, Maximum stress

1. 서론

우리나라에는 2004년 말 현재 약 29만대의 엘리베이터가 설치·운영되고 있으며 이중 22%가 10년 이전에 설치되어 사용되고 있다. 이 엘리베이터들은 설치당시의 기준에 의해 설치되었고, 그 당시의 기준은 최근의 안전기준에 비해 안전도 수준이 낮으며 더욱이 기준시행(1992년) 이전에 설치되어 사용되는 것도 15.7%에 달한다. 기술의 발전과 사회적인 기대치가 새로운 안전기술을 창조하고 이로 인하여 안전도의 수준이 더 높은 엘리베이터가 설치되고 사용되어져 왔다. 그러나 기존 엘리베이터에서 사고가 빈번히 발생하여 미국, 유럽, 호주 등에서는 기존 엘리베이터에 대한 안전기준의 제정 및 법제화가 이루어졌으며 특히 벨기에에는 2003년부터 공인검사기관에 의한 위험성 분석 의무화를 실시하고 있다. 대다수의 엘리베이터 이용자는 검사를 받으면 안전한 것으로 생각하고 있으나 설치당시 규정에 의한 안전도 수준으로는 그

렇지 못한 것이 현실이다.

이는 한국승강기안전관리원의 사고통계 자료 중에서 동일 유형의 사고가 재발되고 있음을 통해서도 잘 나타난다. 더욱이 엘리베이터 검사기준은 1992.7.1 제정 고시된 이래 2004.12.1까지 18차례에 걸쳐 개정 보완되어 안전도 수준이 높아져 왔으며 이전의 엘리베이터들은 최근의 안전기준에 비해 안전도 수준이 낮다. 2003.6.18(건축허가일)부터 확대 적용키로 된 상승과속방지장치 및 개문출발방지장치의 적용여부가 좋은 예이다.

최근 엘리베이터 사고로 인한 119출동이 연간 5,000건 이상 발생할 정도로 심각한 수준이며 사고의 심각성과 사고율을 자동차와 비교한 적이 있었다. 엘리베이터는 자동차와는 전혀 다른 차원으로 다루어져야 한다. 자동차는 개인의 관리와 책임 하에서 모든 것이 이루어지지만 엘리베이터는 공공 시설물이며 불특정 다수가 이용할 수 있다. 엘리베이터 안전관리 측면에서 사고의 개념은 위해 및 위험을 포함한 실제적인 사고와 관련된 문제뿐만 아니라 발생할 가능성이 있는 사고까지를 포함하여 위험으로부터 이용자를 보호할 필요가 있다.

본 논문은 엘리베이터에 대한 위험요인 중에서 사고가 재발되고 있는 도어 안전장치(인터록)를 해석하였으며 도어의 안정성을 확인하기 위하여 3차원 유한요소해석

이 논문은 2007학년도 대전대학교 학술연구비지원에 의한 것임.

¹대전대학교 컴퓨터응용기계설계공학과

*교신저자 : 이종선(jongsun@daejin.ac.kr)

코드인 ANSYS를 이용하여 40~100kg 하중을 가하여 응력(stress), 변형률(strain)을 구함으로서 안전성을 평가하였다.

2. 거 동 해 석

엘리베이터 도어의 거동해석은 3차원 유한요소해석 코드인 ANSYS를 활용하였으며 도어가 받는 하중은 40~100kg을 적용하였다. 도어자체의 무게는 30kg를 적용하였다.

본 해석에 사용된 엘리베이터 도어의 재질은 일반용 강재로서 물성치는 표1과 같다.

표 1. Material properties of structural steel

Property	Value
Young's Modulus(MPa)	$2 \times e5$
Poisson's Ratio	0.3
Density(kg/mm^3)	$7.85 \times e-6$

2.1 도어의 거동해석(40kg)

거동해석을 위하여 ANSYS를 활용하였으며 그림 1 ~ 2는 해석대상의 모델 형상과 메쉬형상을 나타내고 있고 153,717개의 절점과 79,912개의 요소로 구성되어 있다. 그림 3은 해석조건으로서 도어를 지지하는 부분에 집중 하중을 40kg으로 가하고 그림 4 ~ 5는 응력 및 변형률 분포를 나타낸다.

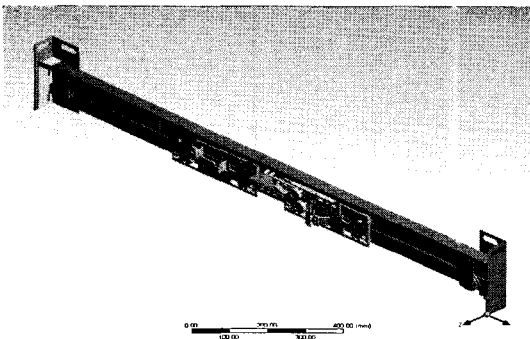


그림 1. 엘리베이터 도어(인터록) 모델

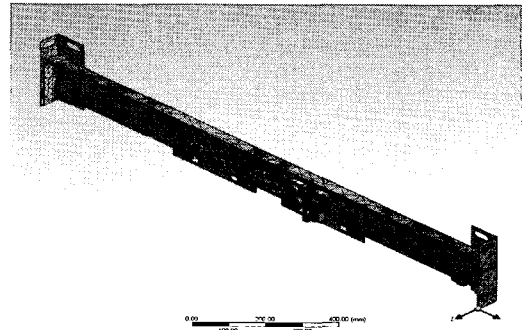


그림 2. 엘리베이터 도어 메쉬형상

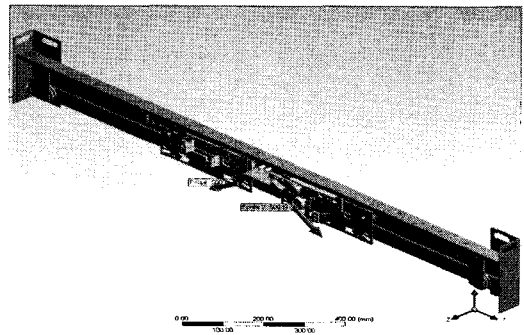


그림 3. 엘리베이터 도어의 경계조건

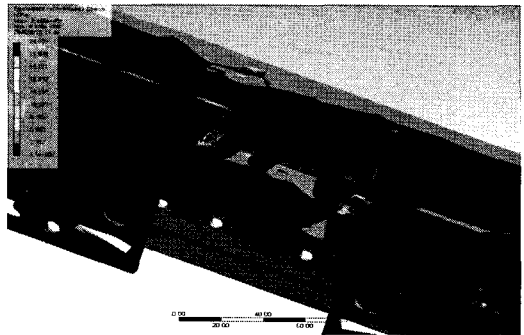


그림 4. 엘리베이터 도어의 응력(40kg)

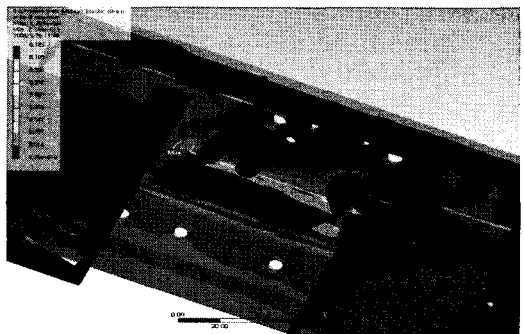


그림 5. 엘리베이터 도어의 변형률(40kg)

2.2 도어의 거동해석(60kg)

그림 6은 해석조건으로서 도어를 지지하는 부분에 집중하중을 60kg으로 가하고 그림 7~8은 응력 및 변형률 분포를 나타낸다.

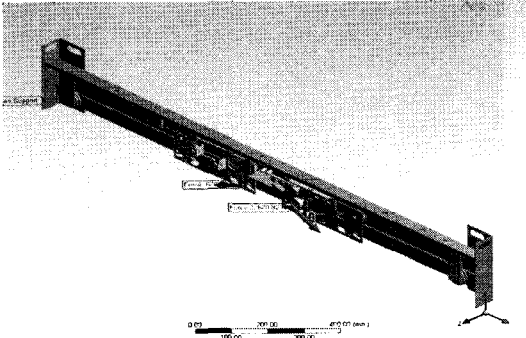


그림 6. 엘리베이터 도어의 경계조건



그림 7. 엘리베이터 도어의 응력(60kg)

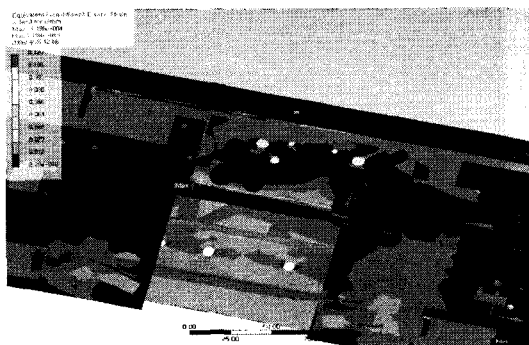


그림 8. 엘리베이터 도어의 변형률(60kg)

2.3 도어의 거동해석(80kg)

그림 9는 해석조건으로서 도어를 지지하는 부분에 집중하중을 80kg으로 가하고 그림 10~11은 응력 및 변형률 분포를 나타낸다.

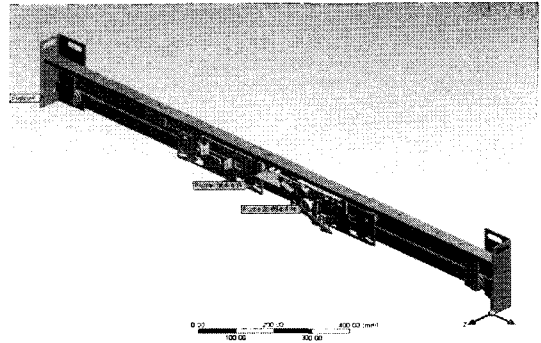


그림 9. 엘리베이터 도어의 경계조건

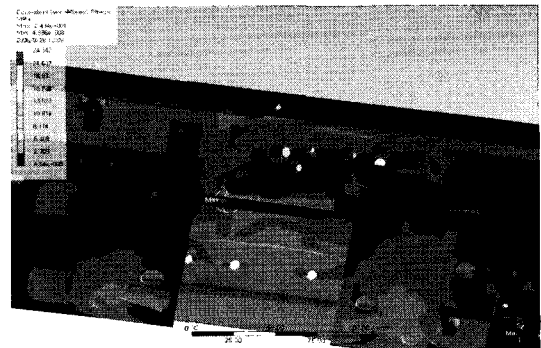


그림 10. 엘리베이터 도어의 응력(80kg)



그림 11. 엘리베이터 도어의 변형률(80kg)

2.4 도어의 거동해석(100kg)

그림 12는 해석조건으로서 도어를 지지하는 부분에 집중하중을 100kg으로 가하고 그림 13~14는 응력 및 변형률 분포를 나타낸다.

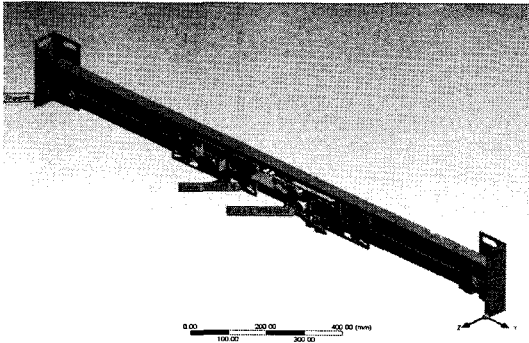


그림 12. 엘리베이터 도어의 경계조건

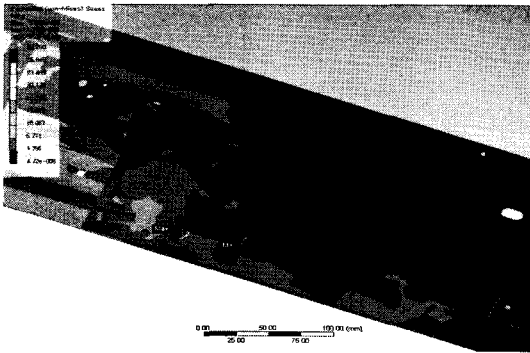


그림 13. 엘리베이터 도어의 응력(100kg)

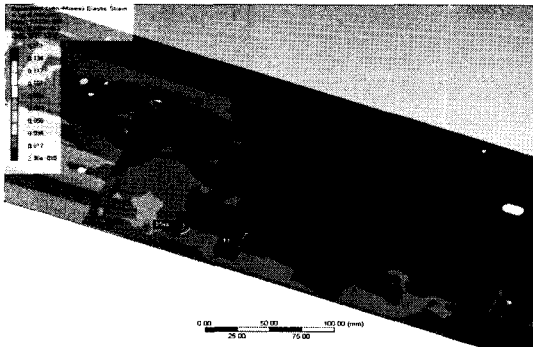


그림 14. 엘리베이터 도어의 변형률(100kg)

표 2는 엘리베이터 내부 도어에 대한 거동해석을 수행한 결과를 나타낸다.

표 2. Result of behavior analysis

구분	최대응력(MPa)	최대변형률
40kg	24.58	$1.229 \times e-4$
60kg	23.93	$1.196 \times e-4$
80kg	24.34	$1.217 \times e-4$
100kg	30.2	$1.510 \times e-4$

3. 결론

설계는 상용 소프트웨어인 Solidworks를 활용하였으며 거동해석은 3차원 유한요소 해석코드인 ANSYS를 활용하였다. 해석을 통해서 엘리베이터 도어의 변형률, 응력의 결과를 얻었으며 결론은 다음과 같다.

- (1) 거동해석 결과 40~100kg하중에 대한 안전성을 확인할 수 있었다.
- (2) 응력과 변형률이 가장 큰 곳은 안전장치와 메인프레임이 조립되어 있는 위치임을 알 수 있었다.
- (3) 60kg, 80kg일 때가 40kg일 때보다 응력과 변형률이 적은 것은 대각선으로 작용력이 가해졌기 때문이다.

참고 문헌

- (1) ANSYS User's Manual Revision 10.0, Swanson Analysis System, Inc. 2006.
- (2) T. R. Chandrupatla and A. D. Belegundu, "Introduction to Finite Elements in Engineering", Prentice Hall, 1991.
- (3) William Weaver, Jr. and R. Johnston, "Finite Elements for Structural Analysis", PRENTICE HALL, INC. 1993.
- (4) James Shackelford and William Alexander, "Material Science & Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.
- (5) SolidWorks User's Manual Revision 3.0, SolidWorks Co., 2005.
- (6) 이종선, "트레드밀 롤러의 구조/진동해석", 한국공작기계학회논문집, Vol.14, No.2, pp.62-68, 2005.
- (7) 이종선, "노르딕 기구의 진동해석", 한국산학기술학회 논문지, Vol.7, No.5, pp.766-770, 2006.

이종선(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