

파스칼식 로프브레이크의 구조해석

이종선*, 이진성*
대진대학교 기계설계공학과
jongsun@daejin.ac.kr

Structural Analysis of Pascal Type Rope Brake

Jong-Sun Lee* · Jin-Sung Lee*
*Dept of Mechanical Design Engineering, Daejin University

요 약

본 논문에서는 기존의 로프브레이크에 파스칼의 원리를 적용한 것으로 압축과 제동시의 구조해석을 통해 구조적 문제를 파악하여 이론적으로 안정적임을 평가하였고 승강기 안전기준을 준수한 설계를 하여 사고예방을 위한 제품개발의 새로운 대안을 제시하고자 한다.

1. 서론

대부분의 도시인은 매일 버스나 지하철을 이용하는 것보다 더욱 빈번히 승강기를 이용하고 있다. 하지만 연간 승강기 사고 발생건수는 수십만건에 달한다. 최근 국내의 낙후한 승강기 안전관리 제도의 개선을 위해 승강기 설치단계에서 감리제도를 도입하고 정밀안전 진단제도를 채용하는 것 등을 골자로 한 논의가 있었다. 특히 노후 승강기의 비중이 증가함에 따라 검사주기를 신규승강기와 노후승강기로 구분, 차별화된 위험성평가에 기초한 정밀안전 진단 제도 도입이 필요성이 대두되고 있다. 이러한 현실에서 노후된 승강기가 신규승강기로 대체되고있고, 그에따라 검증된 로프브레이크의 필요성도 커지고 있다.

로프 브레이크는 엘리베이터 운행시에 권상기 브레이크 고장이나 시브 또는 메인로프의 마모로 인하여 도어가 열린채로 급상승하거나 과속시에 메인로프를 잡아줌으로써 승객과 설비를 보호할 수 있는 보조장치로서 사고방지를 위한 최후의 장치이다.

초반기 단순히 유압을 이용하여 전인 로프를 수직

방향으로 제동하는 방식을 벗어나 파스칼의 원리를 적용한 제동방법을 채택하여 로프 브레이크의 제작
• 안전 기준에 따른 하중조건에 의하여 기능성과 안정성을 더욱 향상시켰다.

본 논문에서는 기존의 로프브레이크에 파스칼의 원리를 도입하여 적은 힘으로도 큰 제동력을 발휘할수있는 파스칼방식의 로프브레이크를 유한요소 해석 코드인 ANSYS를 활용하여 안정성을 검토하고 사고예방을 고려한 제품개발의 새로운 대안으로써 제시하고자 한다.

2. 파스칼원리의 적용

파스칼방식 로프브레이크의 기본 원리는 Fig. 1과 같다. 스프링에 의해 저장된 하중이 피스톤 A에 압력을 가하게 되면 이 피스톤 A의 면적에 X배가 되는 피스톤 B에서는 가한 하중의 X배에 달하는 힘이 발생한다. 이때 유압장치에 의해 유입되는 비압축성 유체는 3WAY 밸브에 의해 유량 및 방향이 조절된다.

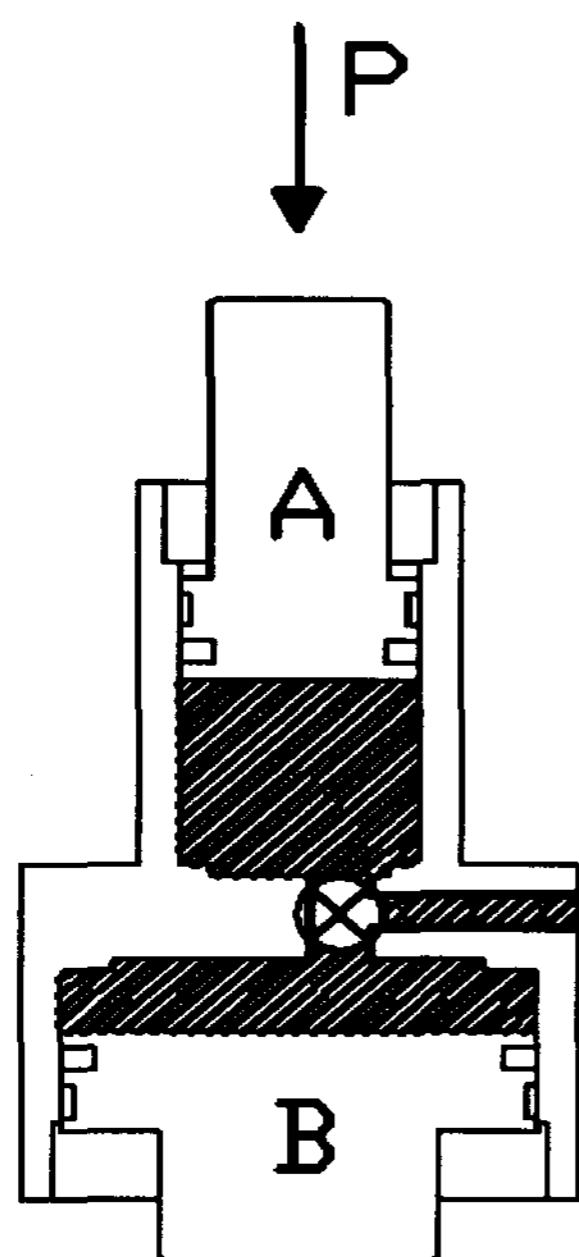


Fig 1. 파스칼 원리의 적용

3. 구조해석

파스칼방식 로프브레이크에 대한 구조해석은 재료의 등방성, 정상상태라 가정하고 ANSYS로 해석을 수행하였다.

3.1 압축시 해석

압축시 로프브레이크는 유압장치에 의해 스프링에 에너지를 저장하게 되는데 이때 스프링의 압축에 의해 발생하는 압축 하중이 발생하게 된다. 이때 스프링의 압축을 지지하고 있는 상부판의 설계를 해석을 거쳐 최적화된 상태다.

해석에 사용될 재질은 일반용 강재와 POSTEN 80으로써 물성치는 Table 1 에 나타내었다.

Table 1. Material properties

Material	Steel	POSTEN 80
Young's Modulus	2×e5	80000
Tensile strength(MPa)	250	760~895
Yield poing(MPa)	250	690
Poisson's Ratio	0.3	0.29

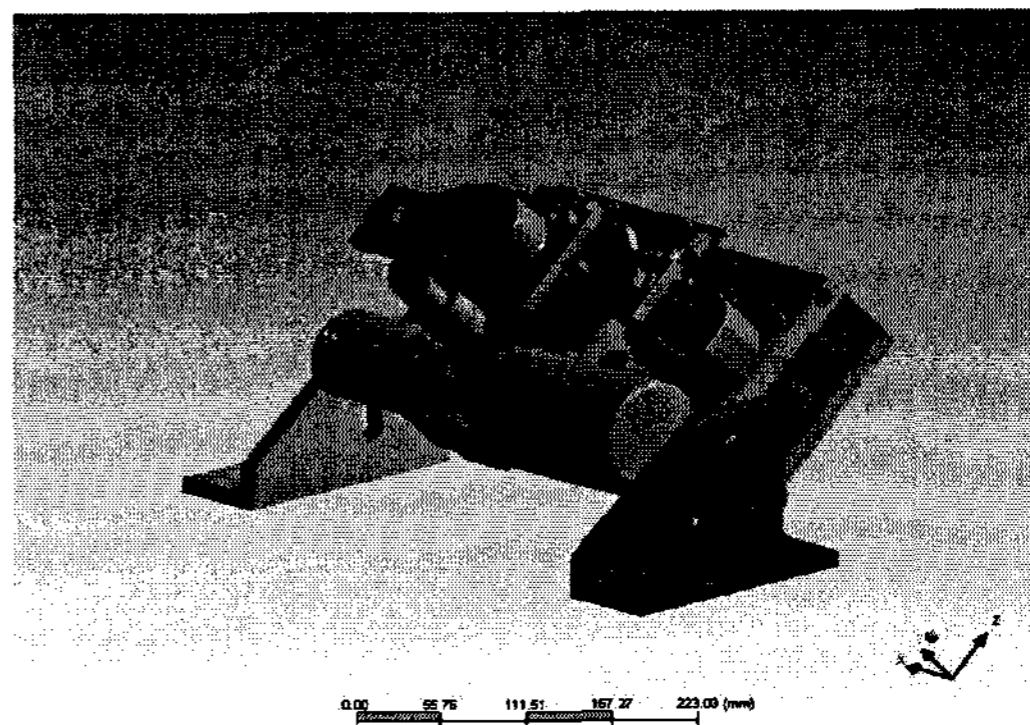


Fig 2. Geometry of rope brake

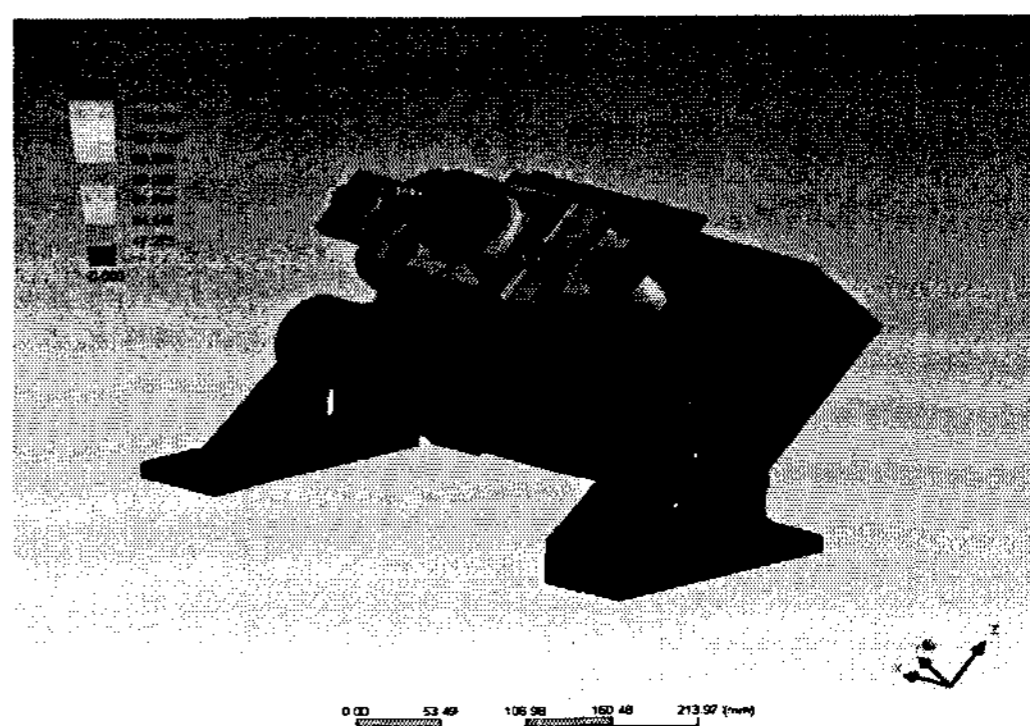


Fig 3. Stress distribution of rope brake



Fig 4. Strain distribution of rope brake

3.2 제동시 해석

제동시 발생하는 하중은 파스칼원리에 의하여 41160N 이 작용한다. 좌우 브라켓은 기존제품에 사용된 안정성이 검증된 제품을 사용 하였고, 경계조건은 상부판의 좌우를 고정 시켰다.

하중조건은 로프가 당겨지는 힘을 로프 각각에 동등 분배하였고, 라이닝에는 작용하는 41160N을 적용 하였다.

제동시 스프링에 의해 상부판에 발생하는 응력과 파스칼에 원리에 의해 라이닝이 로프를 제동할 때 발생하는 응력은 각각 별개로 작용된다. 여기서는

라이닝이 로프에 작용하는 힘을 해석한다.

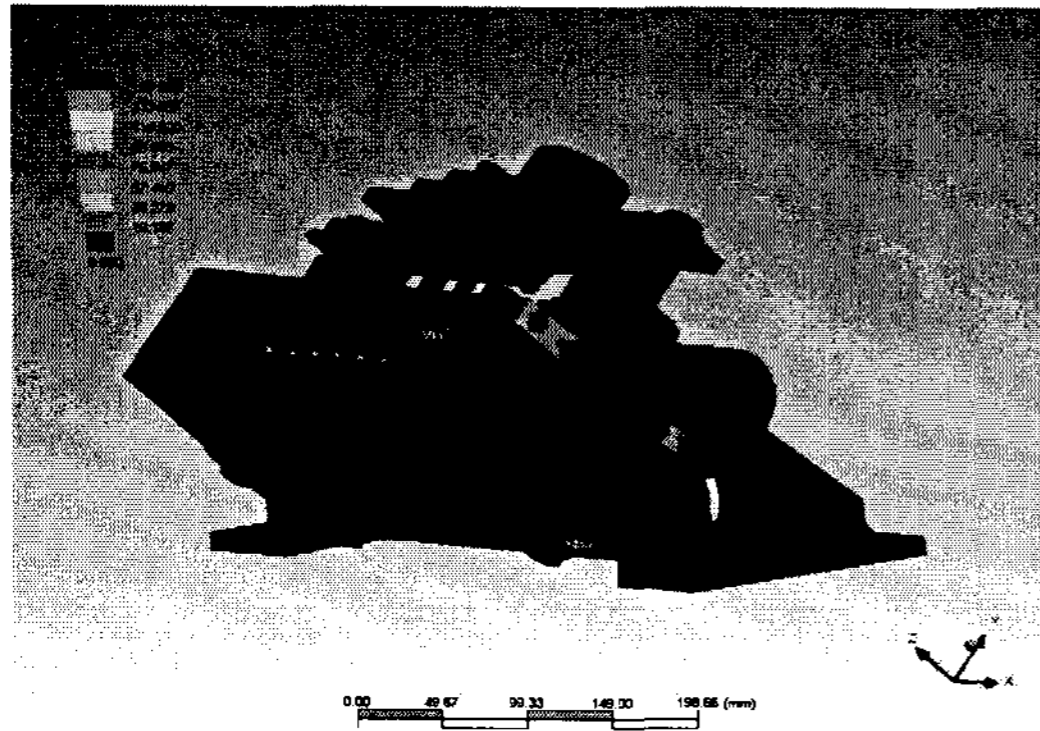


Fig 5. Stress distribution of rope brake

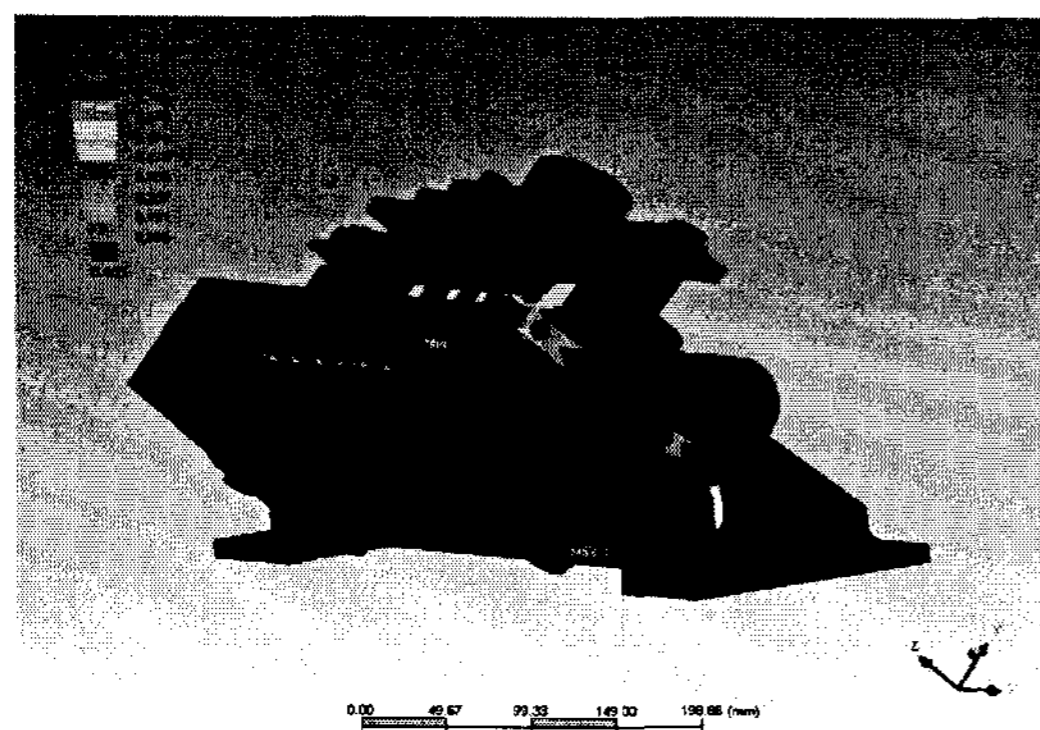


Fig 6. Strain distribution of rope brake

Table 2는 파스칼식 로프브레이크에 대한 구조해석을 수행한 결과값으로 압축시와 제동시의 최대응력과 최대변형률을 나타낸다.

Table 2. Result of structural analysis

구분	최대응력(MPa)	최대변형률
압축시	155.453	0.777×10^{-3}
제동시	172.23	0.861×10^{-3}

4. 결 론

본 논문에서는 파스칼식 로프브레이크를 구성하는 파트중에 하중이 가장 크게 작용하는 스프링 압축판과 라이닝에 대한 해석을 수행하였다. 파스칼 이론이 어느정도 정확하다는 가정하에 설계를 하였으며 설계중에 해석을 계속적으로 수행하여 형상을 최적화 하였으며 응력이 집중되는 부분은 보강하였다.

최적형상에 대하여 구조해석을 실시 한 후 응력과

변형률을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

- (1) 압축시 스프링에 의해 발생하는 하중에 스프링 압축판이 안정하게 유지됨을 알 수 있었다.
- (2) 제동시 증폭된 하중에 하부판이 안정하게 유지됨을 알 수 있었다.
- (3) 응력이 집중되는 모서리부위나 구멍부위는 형상을 변경하여 안정되게 하였다.
- (4) 구조해석을 통해 파스칼식 로프브레이크가 압축시나 제동시 구조적으로 안정적임을 알 수 있었다.

참고문헌

- (1) Korea Machinery Meter and Petrochemical Testing and Research Institute, 1999, "A Study on the Technical Safety Rules of Rope Brake use for Elevator", pp.1~67
- (2) ANSYS User's Manual Revision 5.3, Swanson Analysis System, Inc., 1996.
- (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) James Shackelford and William Alexander, "Material Science & Engineering Hand Book", CRC Press, 1994.
- (6) Winter, D. a., "Biomechanics of Human Movement", John Wiley & Sons, 1979.
- (7) 이종선, 김세환, "런닝머신 프레임의 구조해석", 산학기술성공학회논문지, Vol.2, No.1 pp.31~35. 2001.
- (8) Lee, J. S., and Kim, J. H., "Structural and Modal Analysis of Treadmill Roller," proceeding of the KAIS Fall Conference, pp. 66~69. 2004.