

# 부재 사이의 간격과 접촉을 고려한 붐 구조물의 유한요소해석 FEM Analysis of The Boom Structure Considering the Clearance and Contact

\*김석승<sup>1</sup>

\*S .S. Kim(Osskim0@naver.com)<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 전북대학교 기계공학과

Key words : Boom, Structural analysis, Shape design, Stiffness

## 1. 서론

높은 건물의 외관이나 지지대가 없는 높은 곳에서 작업을 위한 고소작업차는 꾸준히 개발 중에 있다. 고소작업차에서 구조물의 안전성은 매우 중요하다. 현재의 고소작업차의 설계에 있어서 경험적인 방법 위주의 설계가 되고 있다. 이러한 방법에서 벗어나 더욱 과학적인 방법을 이용하여 더운 안정된 최상의 조건의 설계가 이루어 져야 된다. 이로써 품질의 고급화와 생산성 향상 원료절감의 효과를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 고소작업차의 붐 구조물을 유한요소법(Finite Element Method)을 이용하여 해석함으로써 붐 간 간격과 작업자의 인원 등을 좌우할 수 있는 중요한 정보가 될 것이다. 본 연구에서 적용되는 유한요소법은 한정된 크기의 연속체를 유한개의 요소의 집합체로 가정하고 각 요소에 한정된 수의 절점을 만들어 에너지 최소화 원리 또는 가상변위의 원리를 토대로 절점의 변위 값을 구하여 연속체의 변형을 근사적으로 나타내는 수치 해석법이다. 해석과정은 유한요소 상용 해석 프로그램인 ANSYS를 이용하였다.



그림 1. 고소작업차의 작업

## 2. 유한요소 모델링

본 연구에서 개발하고자하는 고소작업차의 일부분인 붐 구조물의 부분만 나누어 기본 설계를 하였다. 그림 1.은 실제 고소작업차의 작업 시 사진이다.

상용 해석 프로그램인 ANSYS를 이용하여 모델링을 수행하였다. 그림 2.~그림 3.은 모델링되는 과정을 보여준다.

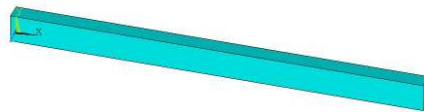


그림 2. 1단 붐의 Modeling

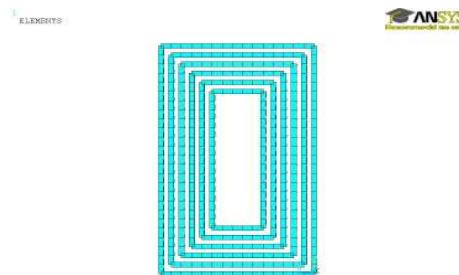


그림 3. 6단 붐의 Front View

## 3. 유한요소 해석 과정

### 3.1 Boom 재료의 물성치 및 Boom의 재원

붐에 사용된 재료는 ATOS60(연강)이며, 탄성계수는  $210 \times 10^9 N/m$  이고 프아송비는 0.3으로 하였다. 붐의 길이 겹침량 등의 붐의 재원은 표 1.에 나타내었다.

항 목	내 용
봄의 길이	7000mm
겹침량	1000mm
봄단수	6 단
봄의 전체길이	37000mm
작업하중	1000kg

표 1. 봄 구조물의 재원

3.2 해석과정

해석 과정은 모델링을 한 후 Mesh를 통하여 요소를 나누고 하중을 부여한 뒤 해석을 수행하였다. Mesh의 크기는 0.02로 하였고 6단의 끝에 1000kg의 하중을 주어서 해석을 수행하였다. 그림 4. 는 해석의 결과를 출력한 것이다.

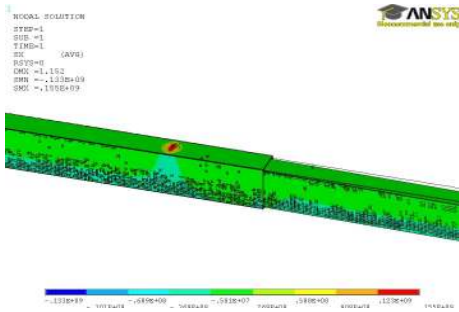


그림 4. 해석 결과 출력

4. 해석 결과

4.1 겹침량

각 단의 봄이 얼마나 겹쳐지는지에 따라 나타나는 인장응력을 표 2.에서 보여주고 있다.

겹침량	최대인장응력
1m	$0.155 \times 10^9 N/m^2$
2m	$0.706 \times 10^8 N/m^2$
3m	$0.414 \times 10^8 N/m^2$
4m	$0.259 \times 10^8 N/m^2$
5m	$0.160 \times 10^8 N/m^2$
6m	$0.873 \times 10^7 N/m^2$

표 2. 겹침량에 따른 접촉부의 최대인장응력

4.2 봄의 작업 각도와 간격

겹침량이 1m일 때 인장응력이 최대이므로 그때의 봄의 작업각도와 간격을 다양하게 주어 해석을 시행하였다. 표 3.는 다양한 작업 각도와 간격에 따른 최대인장응력을 보여준다.

봄의 각도가 0° 이고 간격이 15mm일때 인장응력

이  $0.159 \times 10^9 N/m^2$  으로 가장 크게 발생된다는 것을 볼 수 있다. 그러나 실제 작업 각도는 60° 이상에서 작업이 이루어지므로 그이상의 각도에서의 값을 중요하게 여겨야 한다.

봄 간의 간격이 넓어지면 인장응력이 커지는 것을 볼 수가 있다. 그러나 간격이 너무 좁으면 봄이 신장됨에 있어서 마찰력이 강해질 수가 있으므로 간격을 너무 좁게 하는 것은 피한다.

	5mm	10mm	15mm
0°	0.148 $\times 10^9 N/m^2$	0.155 $\times 10^9 N/m^2$	0.159 $\times 10^9 N/m^2$
45°	0.939 $\times 10^8 N/m^2$	0.982 $\times 10^8 N/m^2$	0.100 $\times 10^9 N/m^2$
60°	0.627 $\times 10^8 N/m^2$	0.656 $\times 10^8 N/m^2$	0.674 $\times 10^8 N/m^2$
70°	0.416 $\times 10^8 N/m^2$	0.435 $\times 10^8 N/m^2$	0.447 $\times 10^8 N/m^2$
80°	0.207 $\times 10^8 N/m^2$	0.216 $\times 10^8 N/m^2$	0.222 $\times 10^8 N/m^2$

표 3. 작업각도와 간격에 따른 최대인장응력

5. 결론

1. 해석결과 봄 간 겹침량이 1m에서 최대인장응력은  $0.155 \times 10^9 N/m^2$ 으로 해석되었다. 또한 작업 각도 0° 이고 봄 간 간격 15mm에서 최대인장응력은  $0.159 \times 10^9 N/m^2$ 으로 해석되었다. 그러나 실제 작업 각도는 60° 이상에서 작업이 이루어지므로 60° 이상의 각도에서의 인장응력을 중요하게 봐야 된다.

2. 고소작업차의 성능을 향상시키기 위해서 이론적인 설계와 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 더욱 과학적이며 안정적인 장비의 개발이 가능해 졌다. 또한 이를 통하여 향후 설계나 부분적인 개선 등에 보다 향상된 방법의 구상이나 적용 등이 더욱 활발해지리라고 본다.

참고문헌

1. Daryl L. Logan, "A First Course in the Finite Element Method, 4th Edition" (2007)
2. Erwin Kreyszig "Advanced Engineering Mathematics, 9th Edition" (2006)
3. 저자 태성애스엔이 FEA 사업부 “제 6판 유한요소해석 입문과 선형해석” (2010)
4. 저자 태성애스엔이 FEA 사업부 “ANSYS 비선형 고급” (2011)