

구 조 계 산 서

Structural Design Report for

사방향 흔들림 방지 버팀대 구조검토

위 건축물(공작물)에 대하여 국토해양부 고시 건축구조기준(KBC)에 따라 책임구조기술자가 구조설계를 수행하여 구조안전성을 확인하였으므로, 본 구조설계서에 표시된 구조형식, 사용재료 및 강도, 하중조건, 지반특성, 구조설계의 취지를 올바르게 파악하여 구조설계도에 표기하시기 바랍니다. 구조안전성을 확인한 구조설계도서(구조설계도, 구조설계서, 구조체공사시방서)에는 사단법인 한국건축구조기술사회에 등록된 인장으로 날인합니다. 시공상세도서에 대한 구조안전확인, 시공 중 구조안전확인, 유지관리 중 구조안전 확인이 필요한 경우에는 미리 책임구조기술자에게 구조안전의 확인을 요청하시기 바랍니다.



3					
2					
1					
차 례	일 자	구 조 설 계 단 계	설 계 자	검 토 자	승 인 자



사단

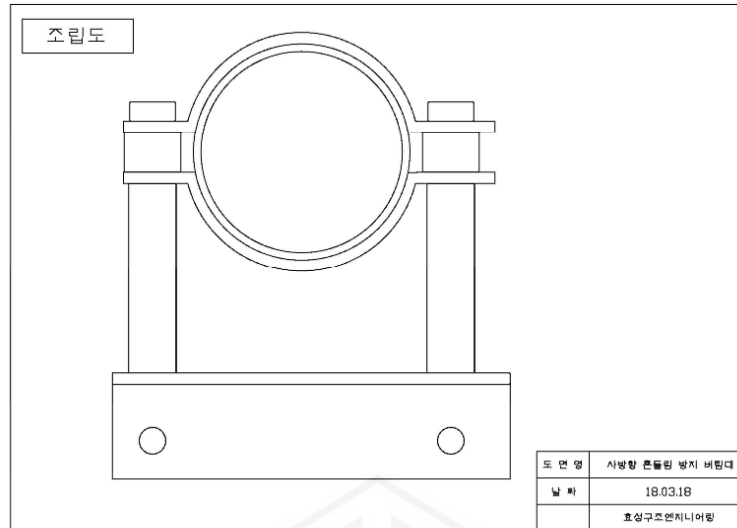
법인 한국건축구조기술사회

THE KOREAN STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION

회사 CI	 효성구조엔지니어링 HYOSUNG Structural Engineering	
대표 건축구조기술사	곽 의 신 (인)	
사업장 주소	충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600 한국기술교육대학교 K420호 (31253)	

1. 개 요

- 1) 대 상 : 사방향 흔들림 방지 버팀대



[그림 1] 사방향 흔들림 방지 버팀대 조립도 도면

- 2) 부 재 : 클램프 2EA, 원형관 1EA, 볼트 2EA, 너트 2EA, 서포트 2EA, 브라켓 1EA
(7. 해석 상세 과정에 도면 첨부)

2. 설계 근거 및 기준

- 1) 설계기준
- 건축 구조설계 기준 (2016, 대한건축학회)
- 2) 참고 문헌
- AISC 2007
 - KS D 3570

3. 구조해석용 프로그램

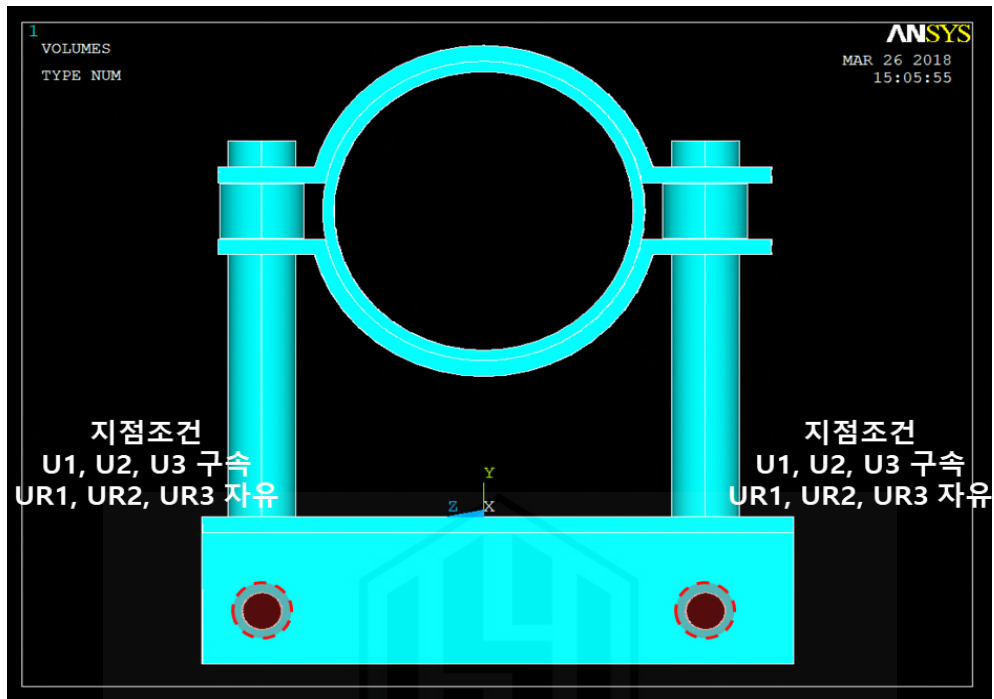
- 부재 해석 : ANSYS/CAE 13.0

4. 사용재료의 강도 및 규격

구 분	재 료	강 도	비 고
클램프	SS400	항복강도 $F_y = 2,350 \text{ kgf/mm}^2$ $[235 \text{ MPa}]$ 탄성계수 $E = 205,000 \text{ N/mm}^2$ $[205,000 \text{ MPa}]$	AISC 2007 KS D 3570
브라켓	SPHC		
서포트, 너트	SS 41C		
볼트	SCM 415		

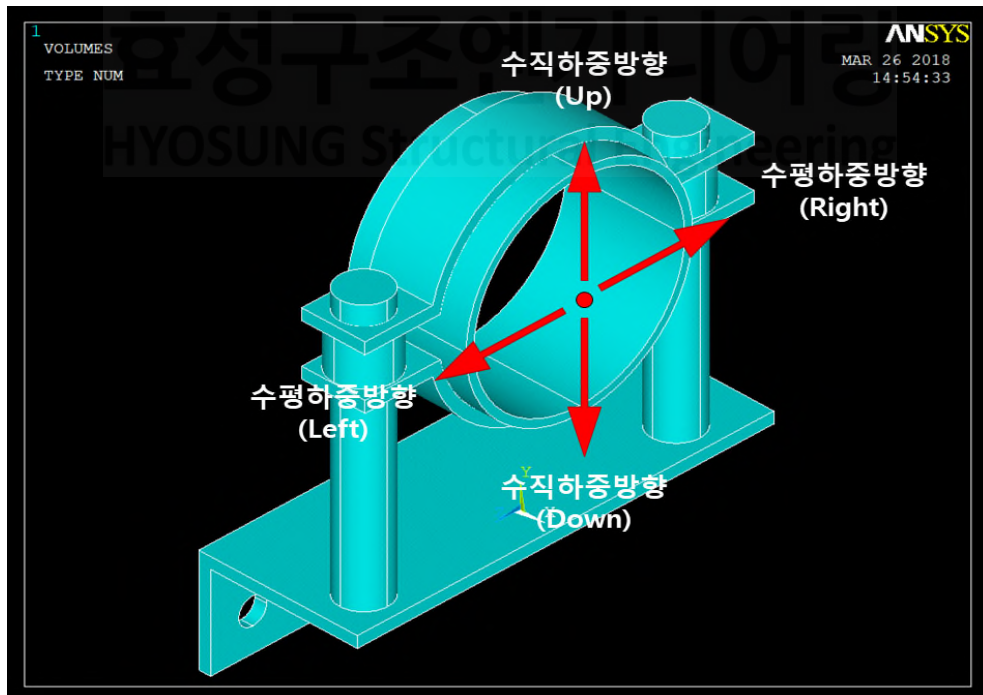
5. 사방향 흔들림 방지 버팀대 지점조건 및 하중방향

1) 지점조건



[그림 2] 사방향 흔들림 방지 버팀대 지점조건

2) 하중방향



[그림 3] 사방향 흔들림 방지 버팀대 하중방향

6. 사방향 흔들림 방지 버팀대 하중 검토

하 중 (N)	하 중 검 토
5,000	안전

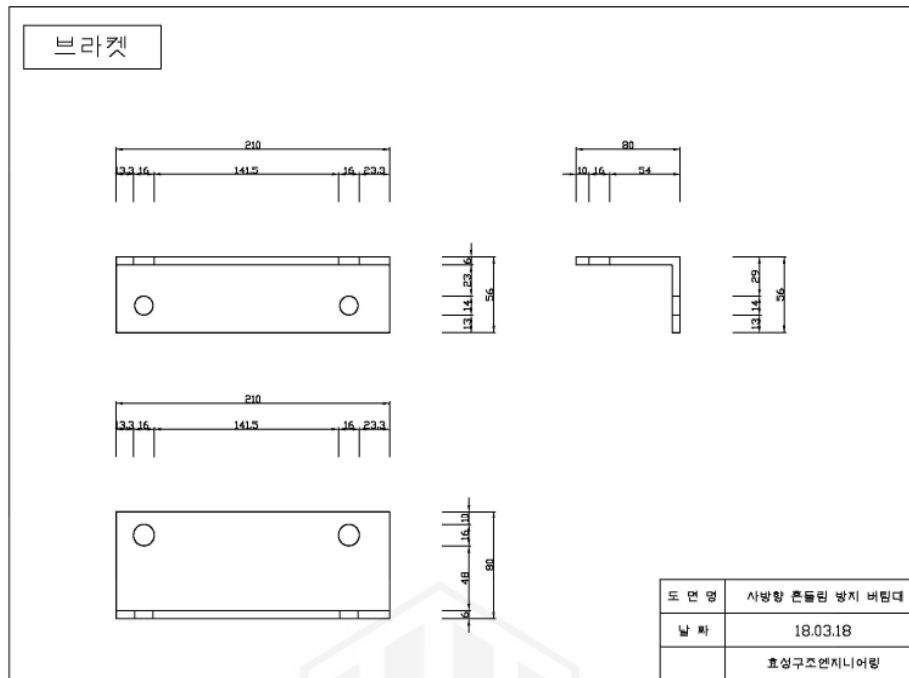
‘사방향 흔들림 방지 버팀대’가 하중 5,000N을 받았을 때 안전한지 파괴가 되는지에 대한 해석을 요청받아 해석을 진행함.

해석을 진행하기 전 해석의 효율성을 높이기 위해 해석모델을 단순화 시키고 도면화 작업을 새로 진행함. 도면을 이용하여 해석모델의 모든 부분을 좌표화 시키고 Keypoints - Line - Volume을 생성하여 해석모델 모델링을 완성함. 해석모델은 SS400, SPHC, SS41 C, SCM 415의 다양한 재료로 이루어져 있지만, 항복강도(F_y)와 탄성계수(E)는 $F_y = 235MPa$, $E = 205,000MPa$ 로 동일하게 설정함. 정밀한 해석을 위해 부재간 접촉이 되는 면, 단면이 크게 변하는 면은 상대적으로 작게 Mesh 작업을 함. 다른 부재들이 서로 붙어 있기 때문에 접촉면 설정을 해주었으며, 마찰계수는 Steel(Hard) - Steel(Hard)에서 사용하는 ‘0.78’을 사용함. 하중은 상, 하, 좌, 우로 5,000N 씩 4번 해석을 진행함. 마지막으로 경계조건은 내진앙카와 접합되는 면의 변위를 ‘0’ 으로 설정함.

해석 진행 후 해석모델은 하중방향(상, 하, 좌, 우)에 따라 모두 안전한 것으로 판단되었으나, 정확한 해석을 위해 검토를 진행함. 응력이 가장 많이 발생하는 부분인 ‘볼트’와 ‘서포트’에 각각 2,500N의 하중을 가하여 해석을 진행함.

검토 진행 후, ‘볼트’와 ‘서포트’ 모두 2,500N의 하중에 충분히 버티는 것으로 판단됨.

따라서 ‘사방향 흔들림 방지 버팀대’는 4방향의 하중방향에 하중 5,000N를 충분히 버티어 안전한 것으로 판단됨.



[그림 6] 사방향 흔들림 방지 버팀대 부재 도면-3

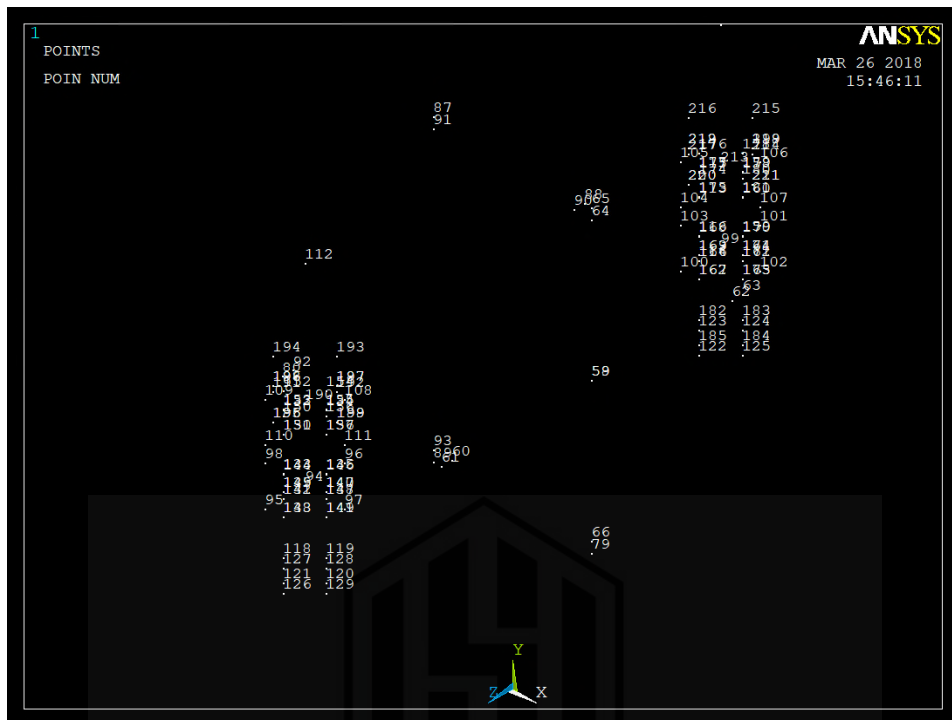
2) 유한요소해석프로그램에 배관 지지대의 물성치 입력.

항복강도 (MPa)	탄성계수 (MPa)	포아송비
235	205,000	0.3

HYOSUNG Structural Engineering

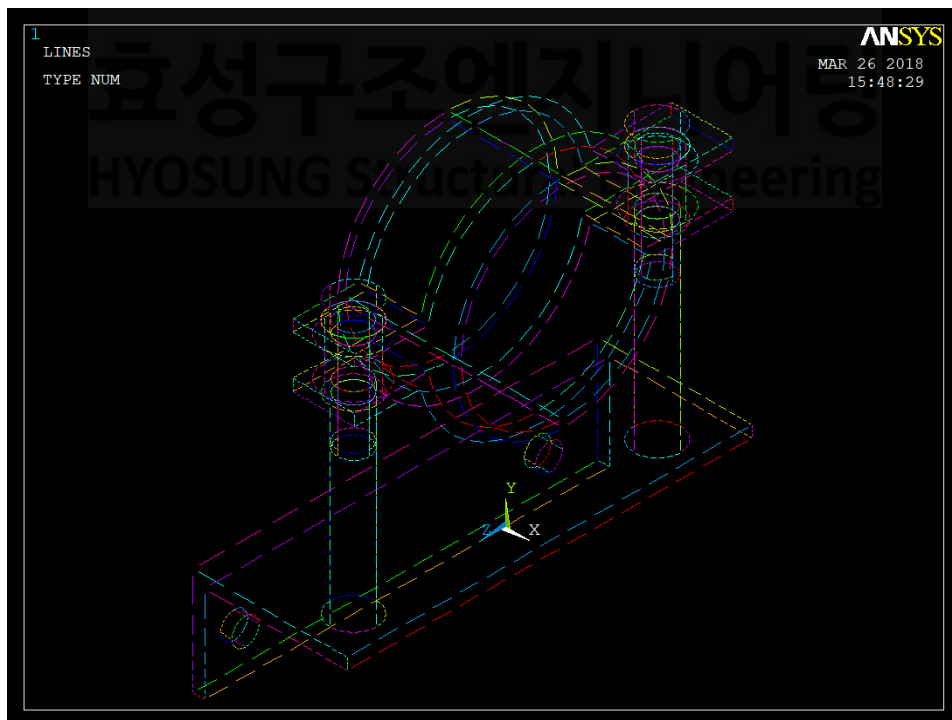
3) 유한요소해석프로그램을 이용한 MODELING 작업.

- KEYPOINT 생성



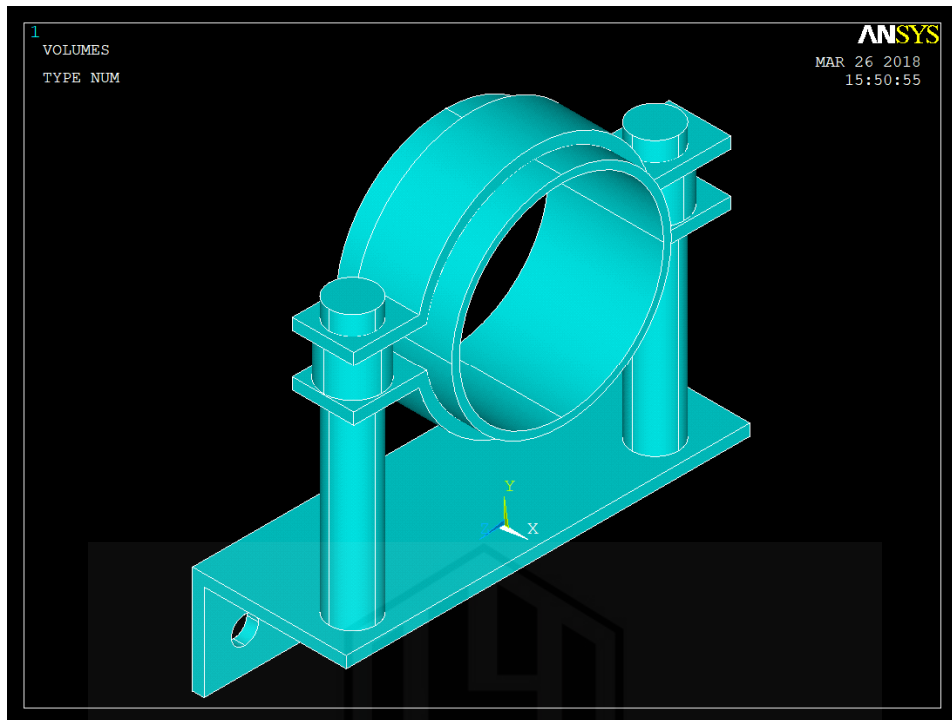
[그림 7] 생성된 KEYPOINTS

- LINE 생성



[그림 8] 생성된 LINES

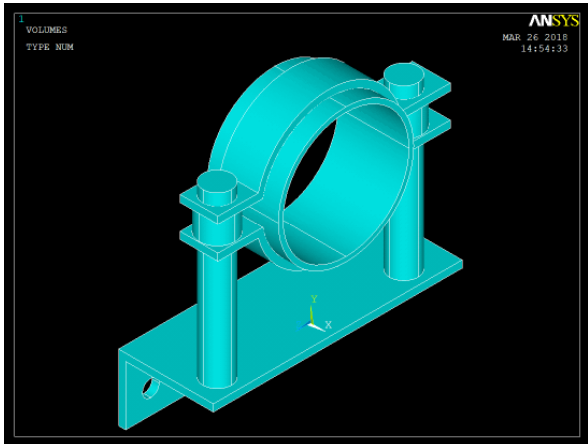
- VOLUME 생성



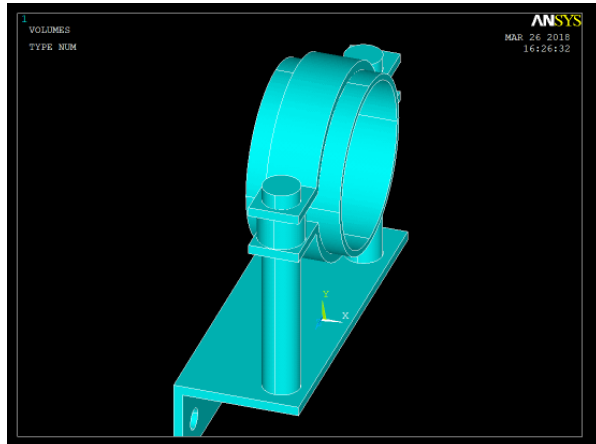
[그림 9] 생성된 VOLUME

효성구조엔지니어링
HYOSUNG Structural Engineering

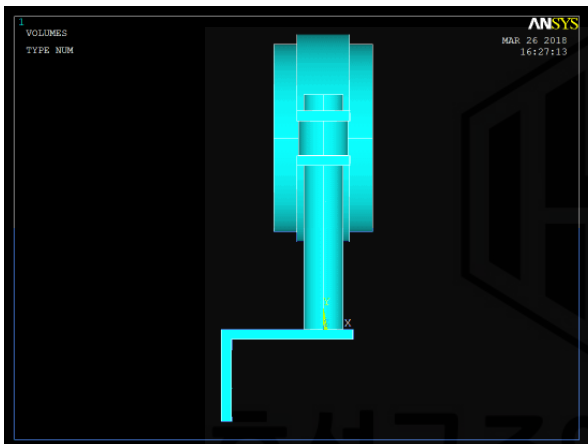
• 최종 해석모델



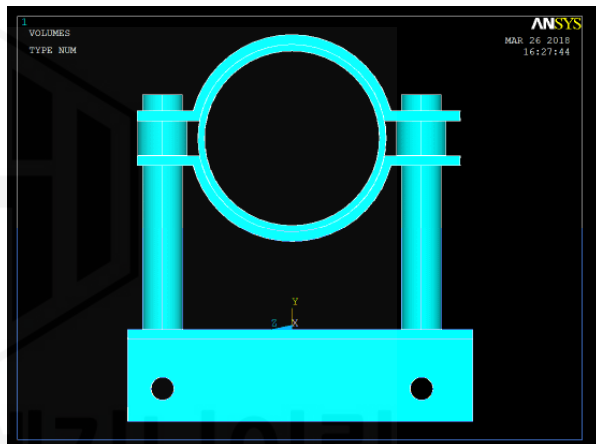
(a) ISOMETRIC VIEW



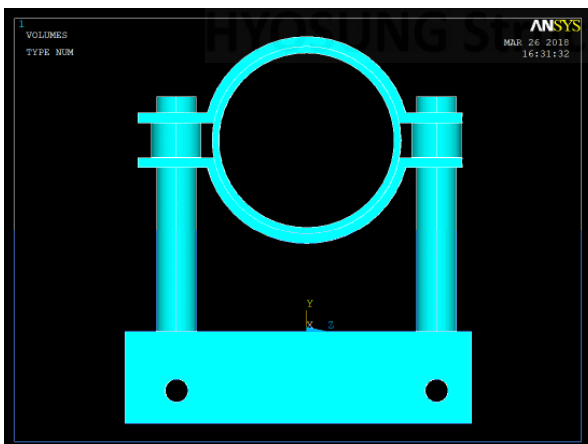
(b) OBLIQUE VIEW



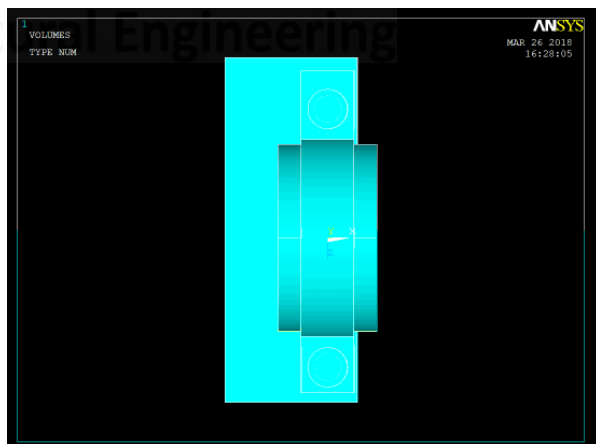
(c) FRONT VIEW



(d) RIGHT VIEW



(e) LEFT VIEW

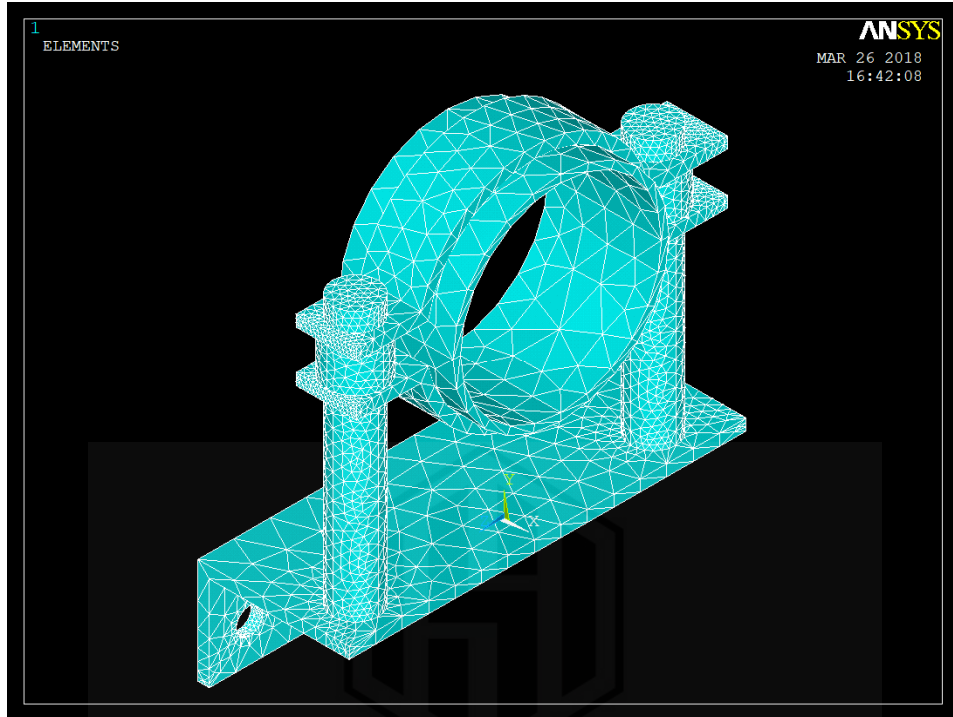


(f) TOP VIEW

[그림 10] 최종 해석모델

4) 해석모델의 MESHING 작업.

- 해석의 효율성을 높이기 위해 해석모델 모든 부분의 Mesh를 동일하게 지정하지 않고, 부재간 접촉되는 면, 단면이 크게 바뀌는 면 등의 Mesh를 작게 설정함.



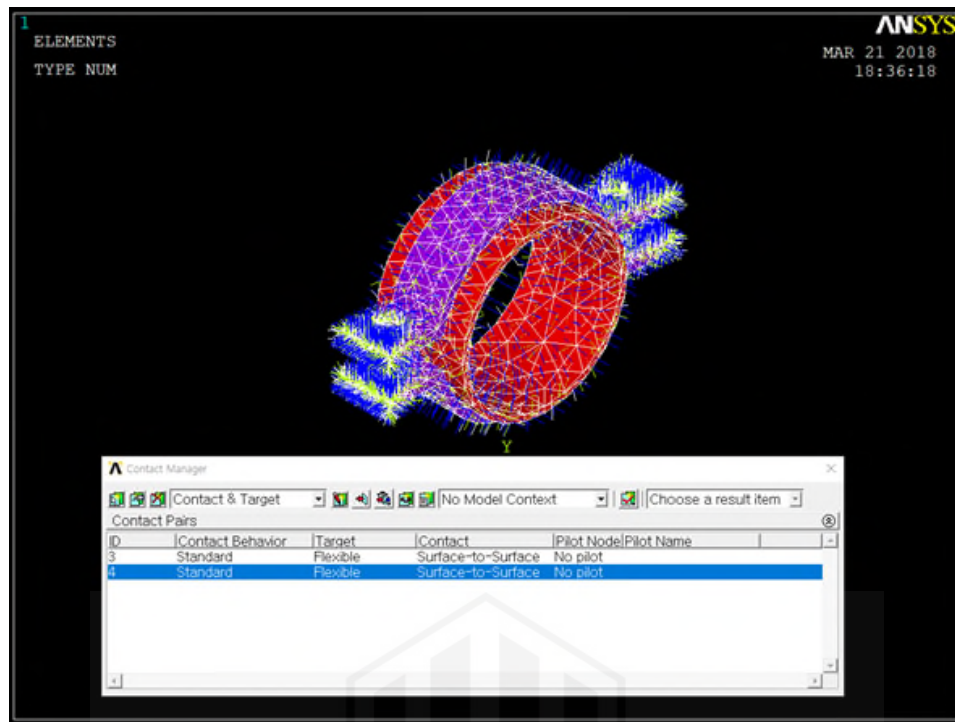
[그림 11] MESHING 작업된 해석모델

5) 해석모델의 접촉면(Contact pair) 설정 작업.

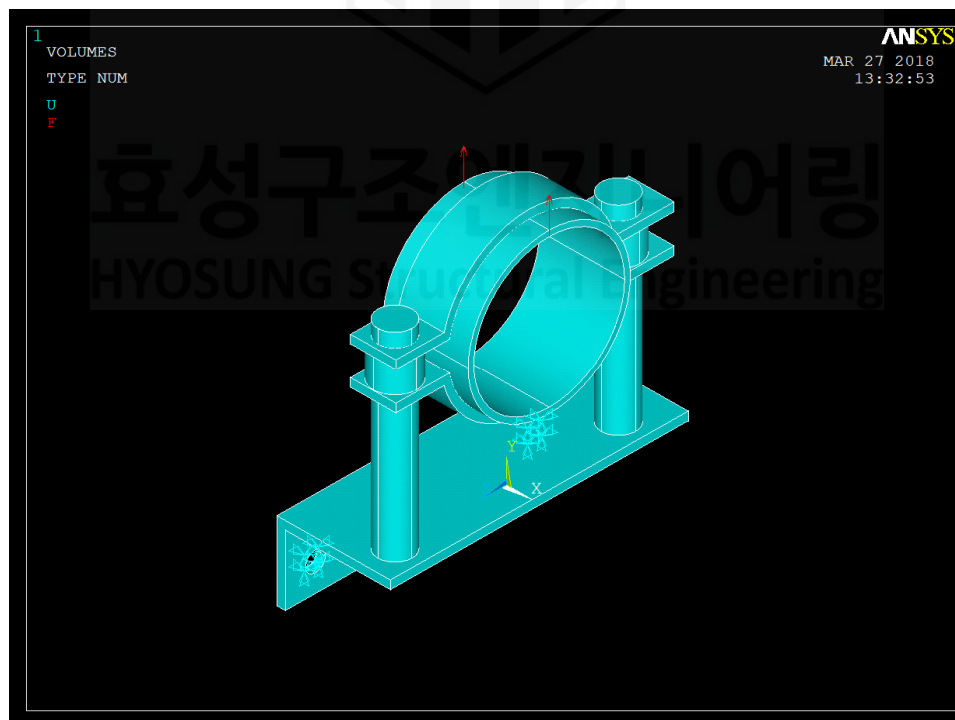
- 서로 영향을 미치는 면들에 접촉면 설정을 함.
- 모든 면의 마찰계수는 Steel(Hard)-Steel(Hard)의 마찰계수인 '0.78'을 입력.
- 접촉면 설정은 '원형관'과 클램프, '클램프'와 '볼트' '너트' '서포트', '볼트'와 '너트' '서포트'로 함.
- 모든 접촉면은 서로 상호간의 동일한 영향을 미치므로 'Symmetric pair'로 설정함.

6) 해석모델의 하중(Load) 설정 작업.

- 실제로 '원형관'에 하중이 가해지기 때문에 '원형관'에 하중을 설정함.
- 앞에서 언급한대로 하중방향은 상, 하, 좌, 우 로 5,000N 크기의 하중을 설정함.



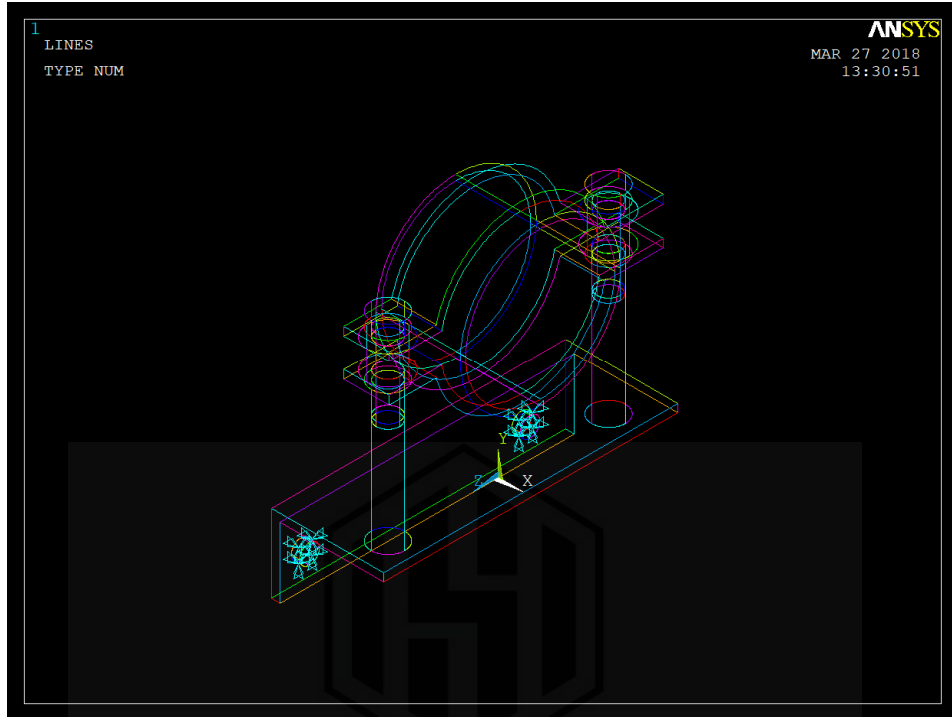
[그림 12] 접촉면(Contact Pair) 설정된 해석모델 ('원형관'과 '클램프')



[그림 13] 하중(Load) 설정된 해석모델

7. 해석모델의 BOUNDARY CONDITION 작업.

- 해석모델의 고정부에 DISPLACEMENT_ALL DOF = 0 으로 입력.



[그림 14] 경계조건(Boundary Condition) 설정된 해석모델

8. 해석모델의 해석 작업.

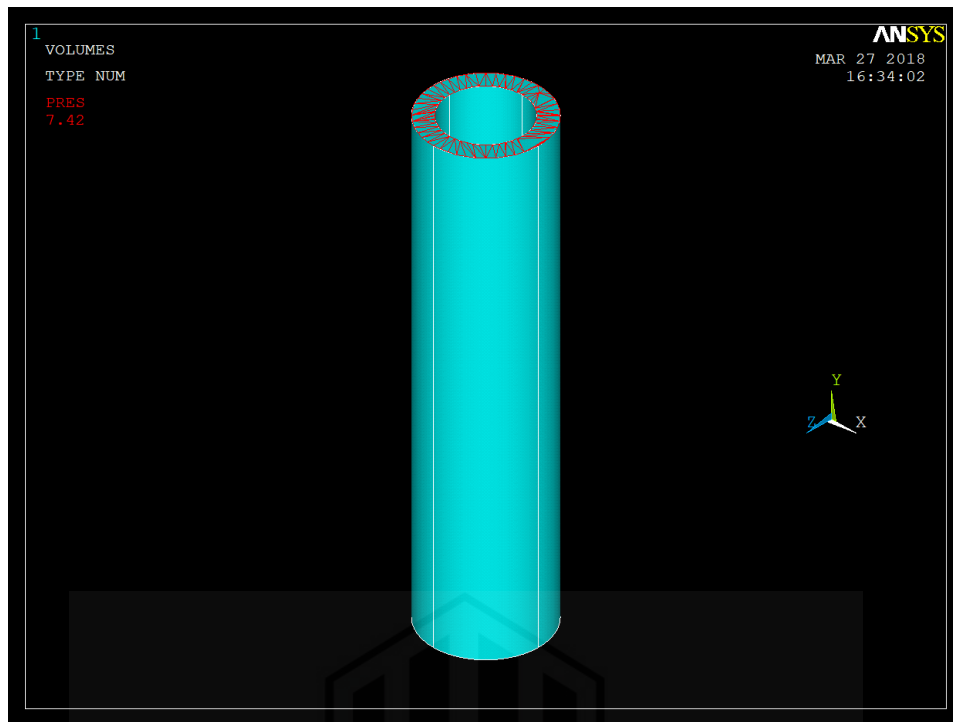
- Von-Mises Stress 응력값 확인.

9. 검토 작업.

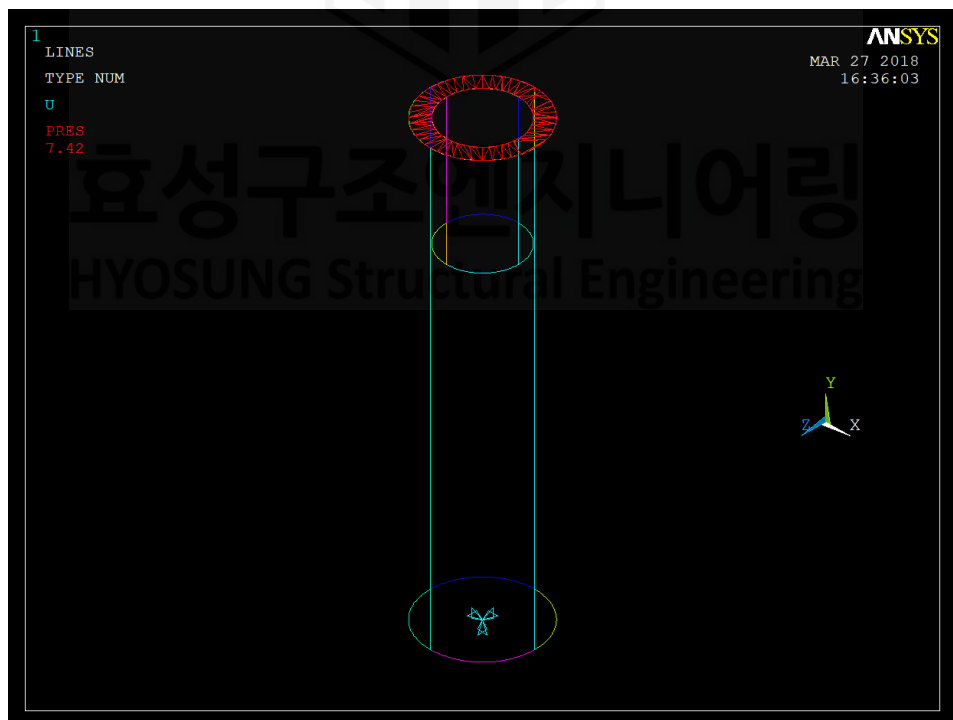
- 해석모델 결과에서 높은 응력이 발생하는 '서포트', '너트'에 2,500N의 하중을 가하여 안전범위 이하의 응력이 발생하는지 검토 진행.
- '서포트' 및 '너트'는 하중을 Pressure 기능을 이용하여 가함.

구 분	하중 (N)	단면적 (mm ²)	하중/단면적 (N/mm ²)
서포트	2,500	336.94	7.42
너 트		479.88	5.21

- '서포트' 및 '너트'는 경계조건을 바닥면에 DISPLACEMENT_ALL DOF = 0 으로 입력.



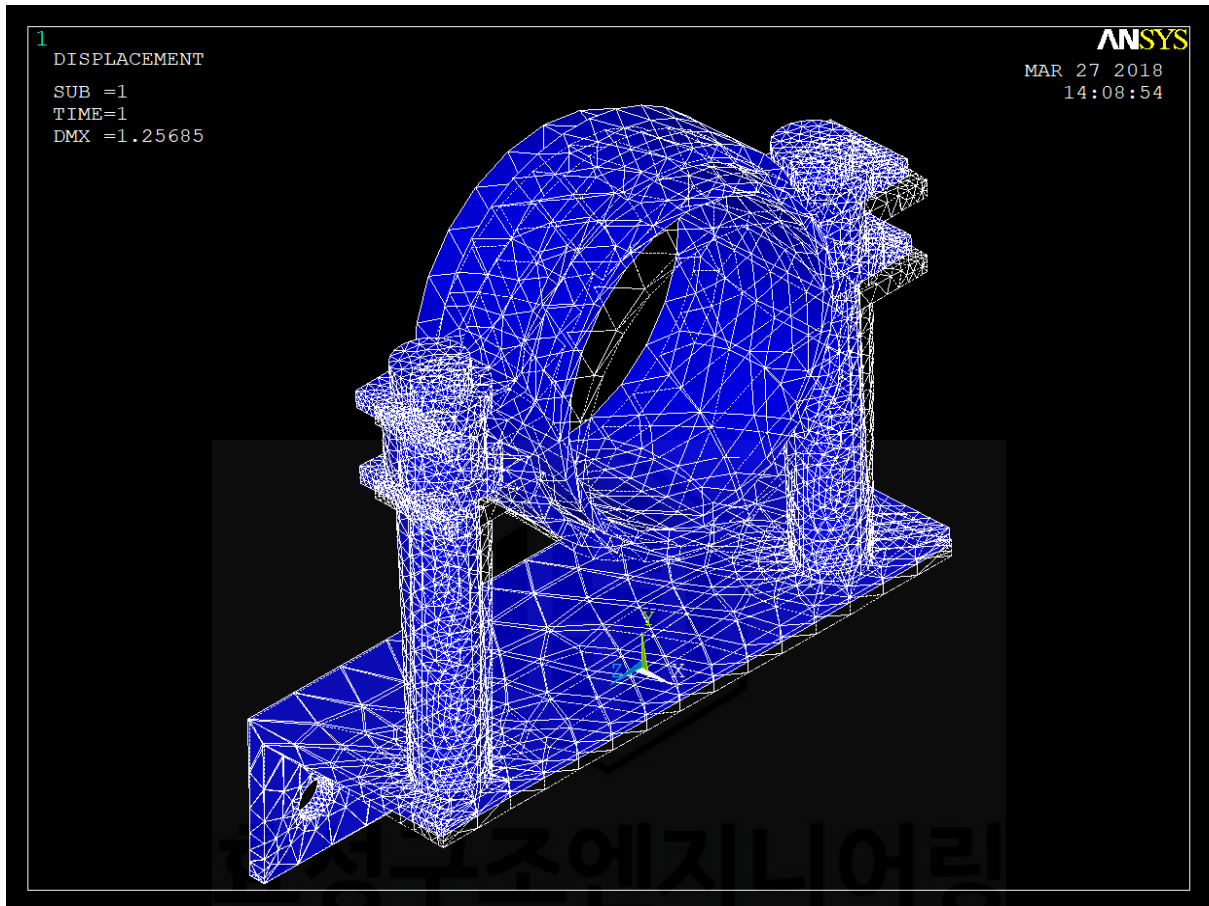
[그림 15] 하중(Load) 설정된 서포트 해석모델



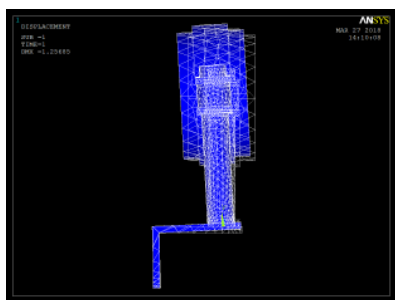
[그림 16] 경계조건(Boundary Condition) 설정된 서포트 해석모델

[별첨 1-Defomed Shape]

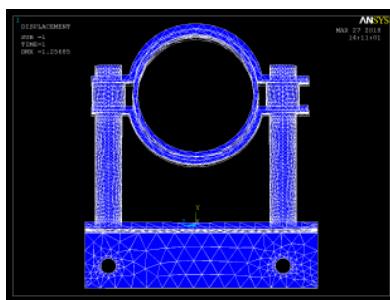
1. 하중방향_상(Up)



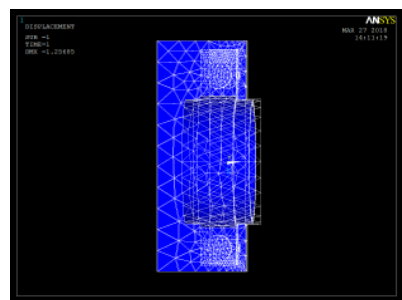
(a) Isometric View



(b) Front View

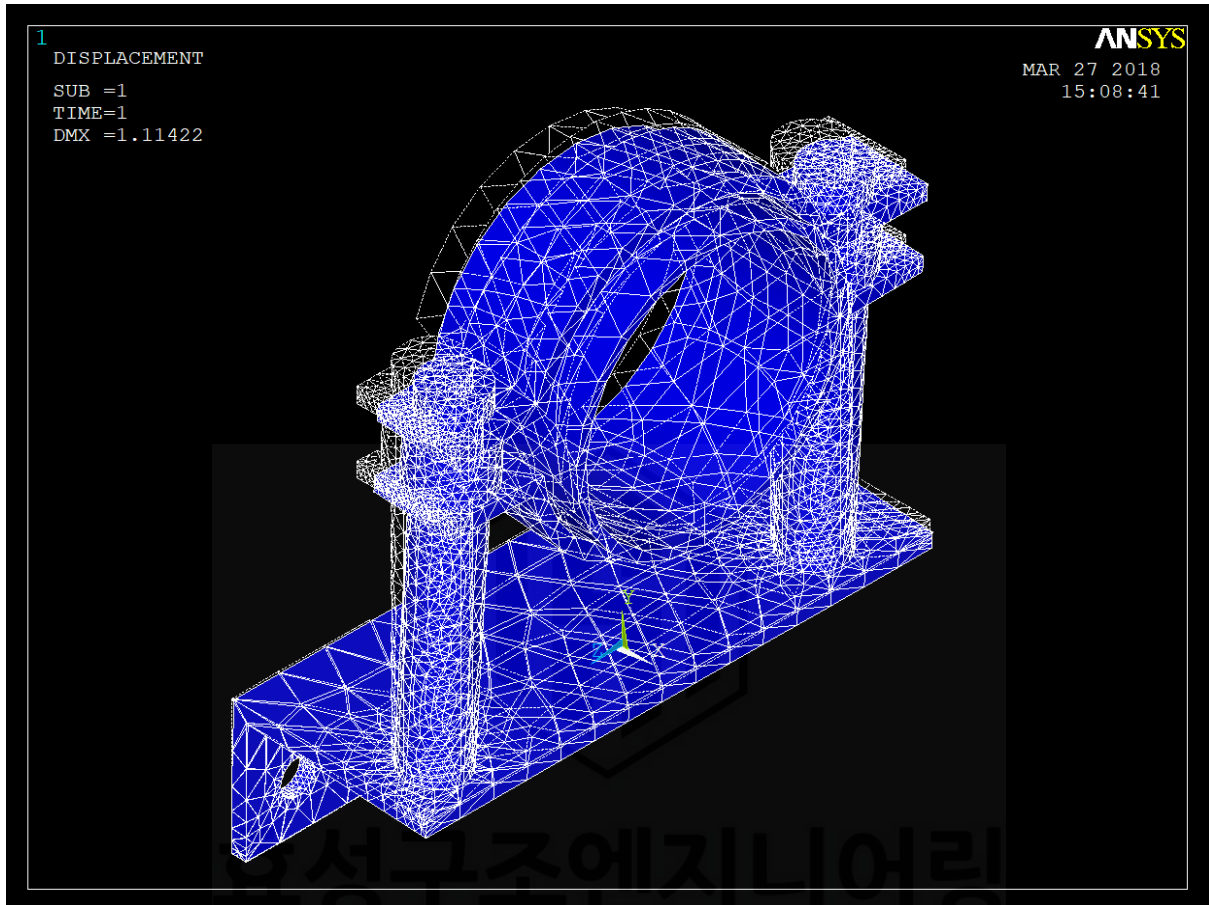


(c) Right View

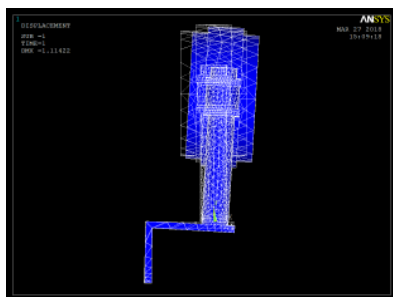


(d) Top View

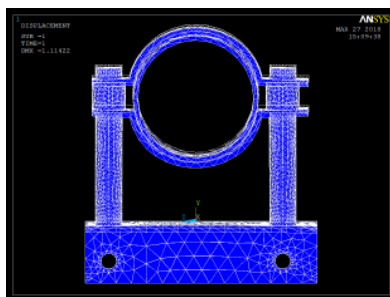
2. 하중방향_하(Down)



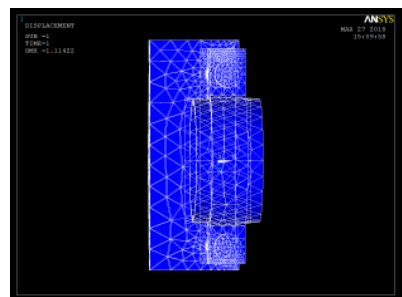
(a) Isometric View



(b) Front View

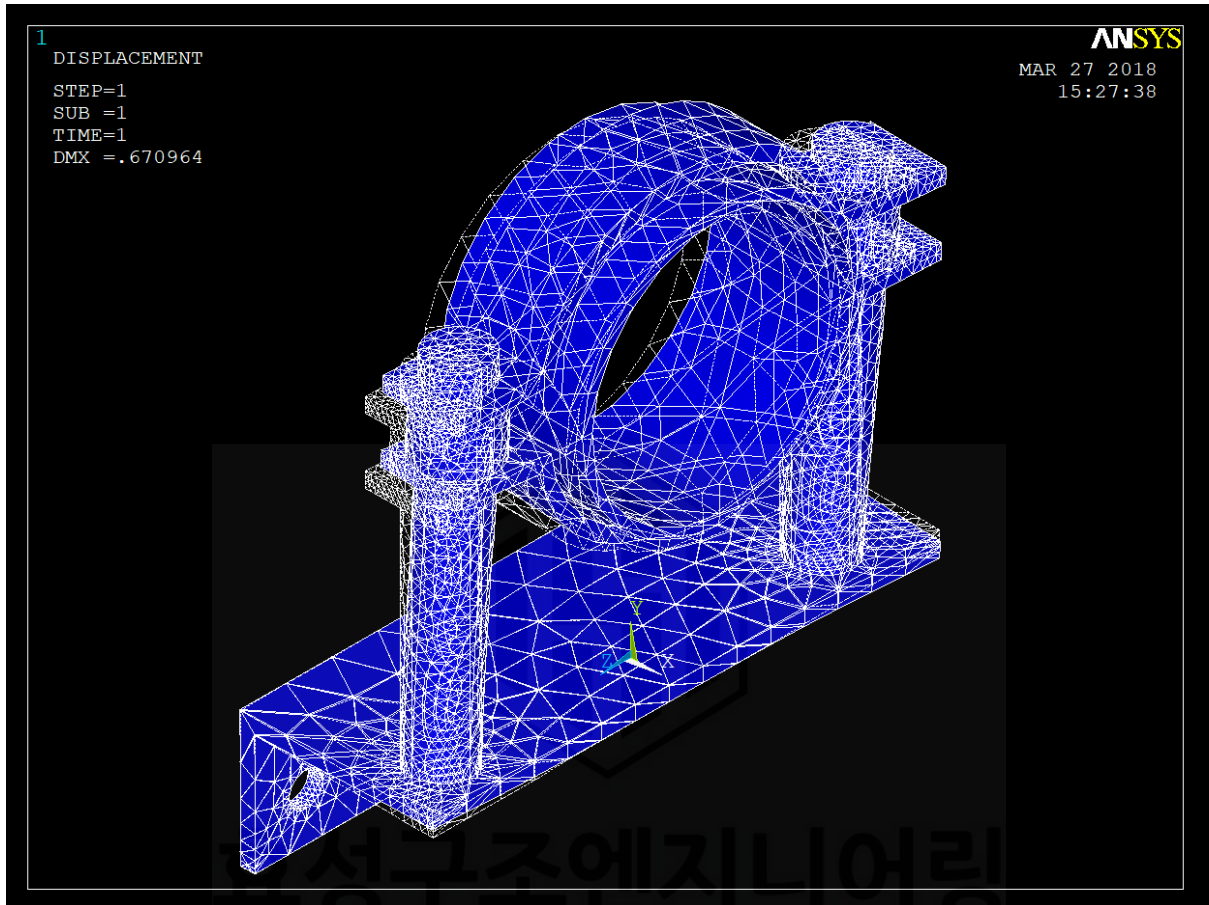


(c) Right View

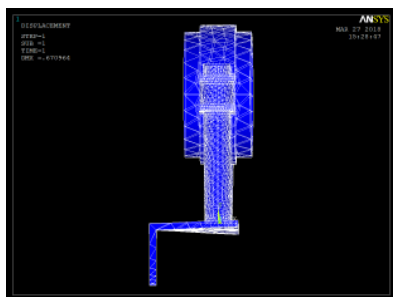


(d) Top View

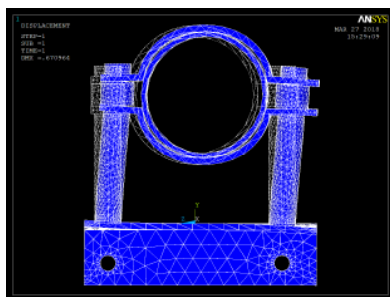
3. 하중방향_우(Right)



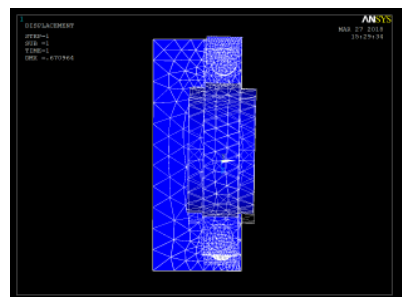
(a) Isometric View



(b) Front View

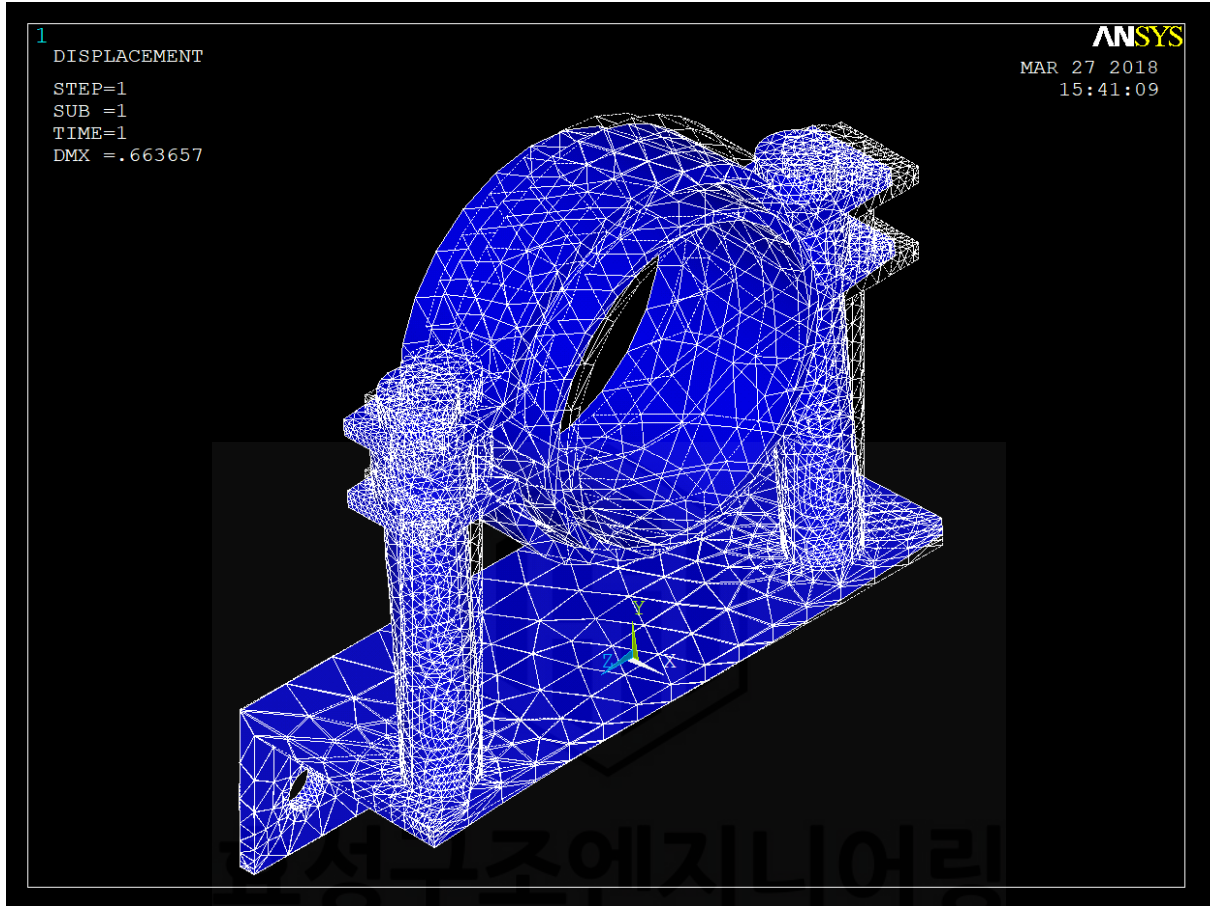


(c) Right View

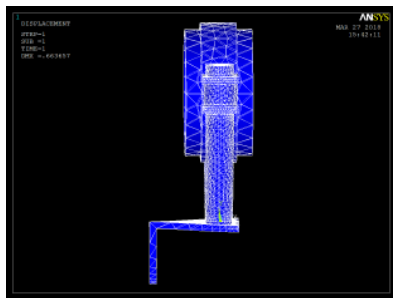


(d) Top View

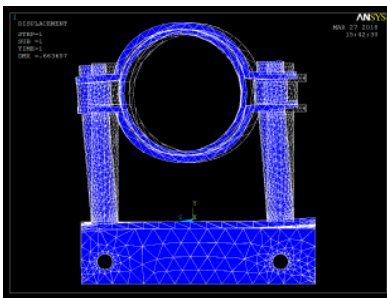
4. 하중방향_좌(Left)



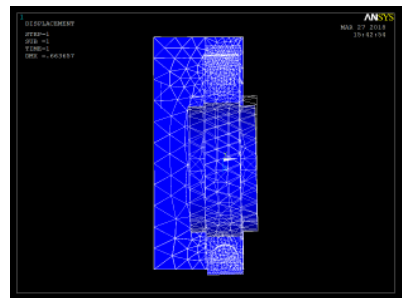
(a) Isometric View



(b) Front View

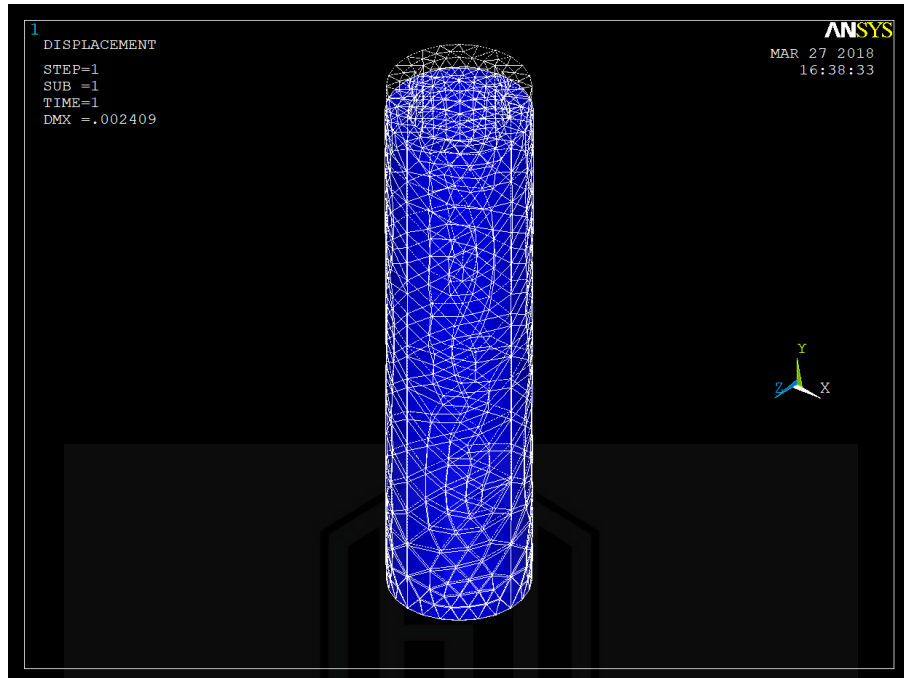


(c) Right View



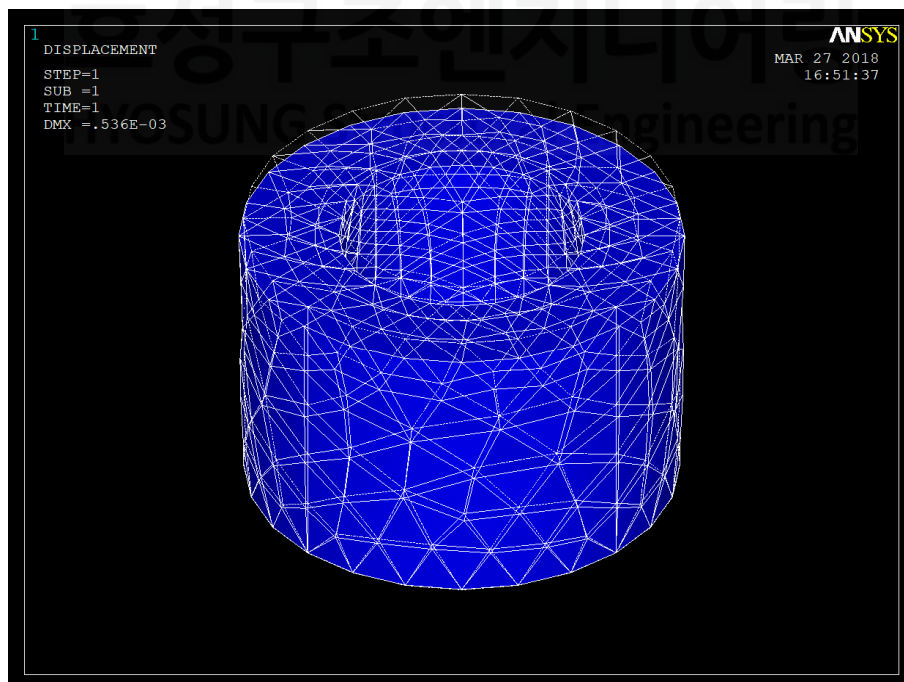
(d) Top View

5. 서포트



(a) Isometric View

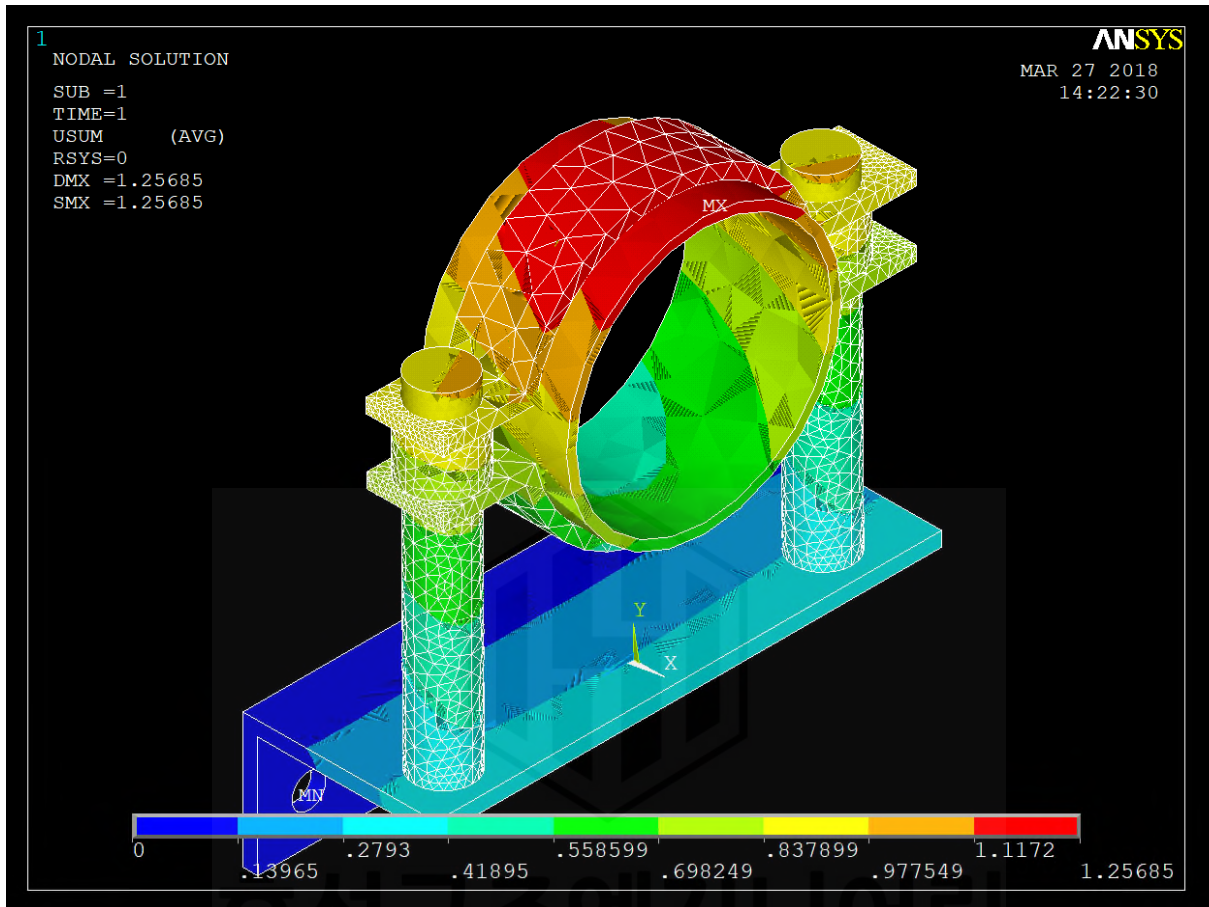
6. 너트



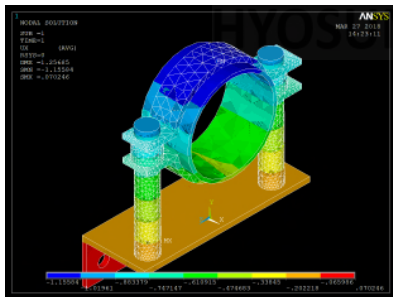
(a) Isometric View

[별첨 2-Displacement]

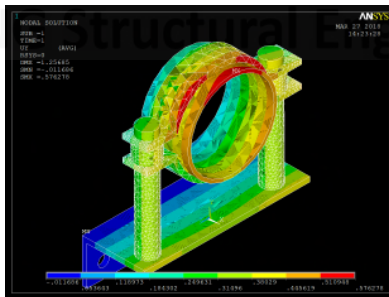
1. 하중방향_상(Up)



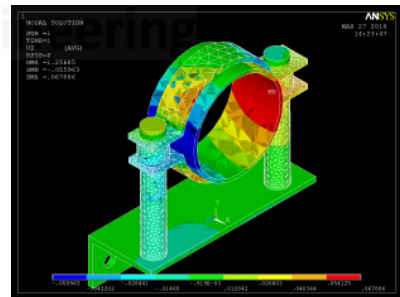
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement

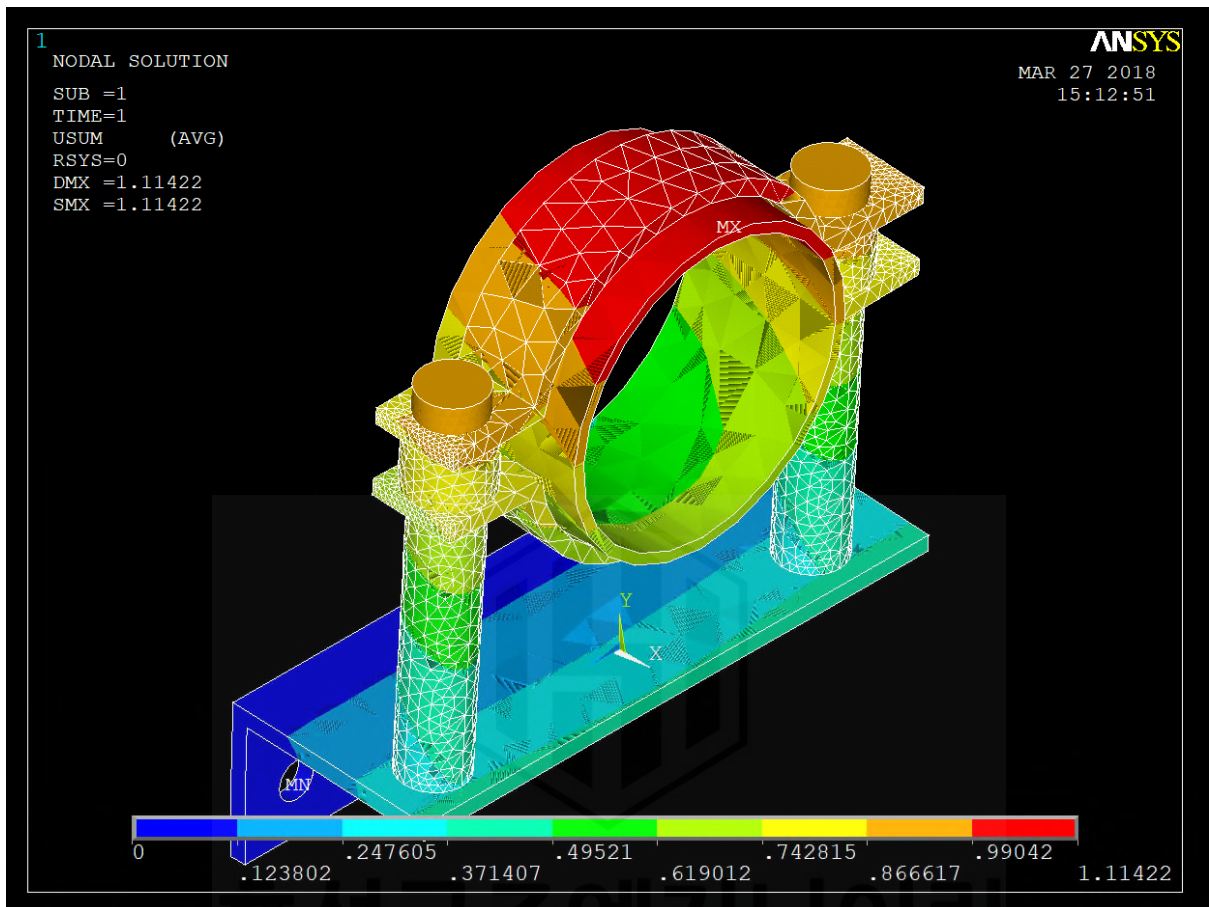


(d) Z-Component of displacement

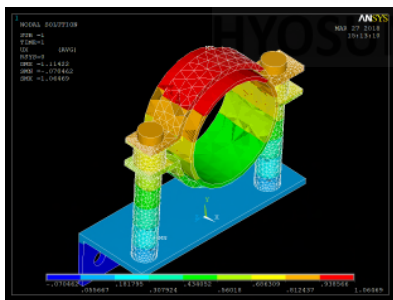
RESULT

- Displacement Vector Sum = 1.25685mm
- Y-Component of Displacement = 0.576278mm

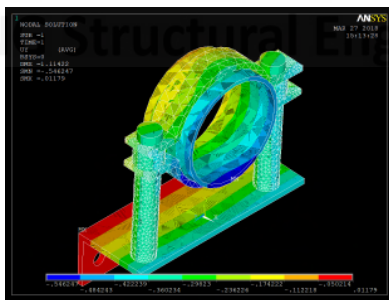
2. 하중방향_하(Down)



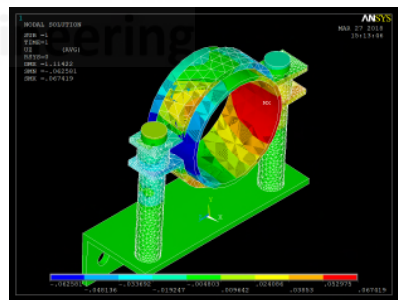
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement

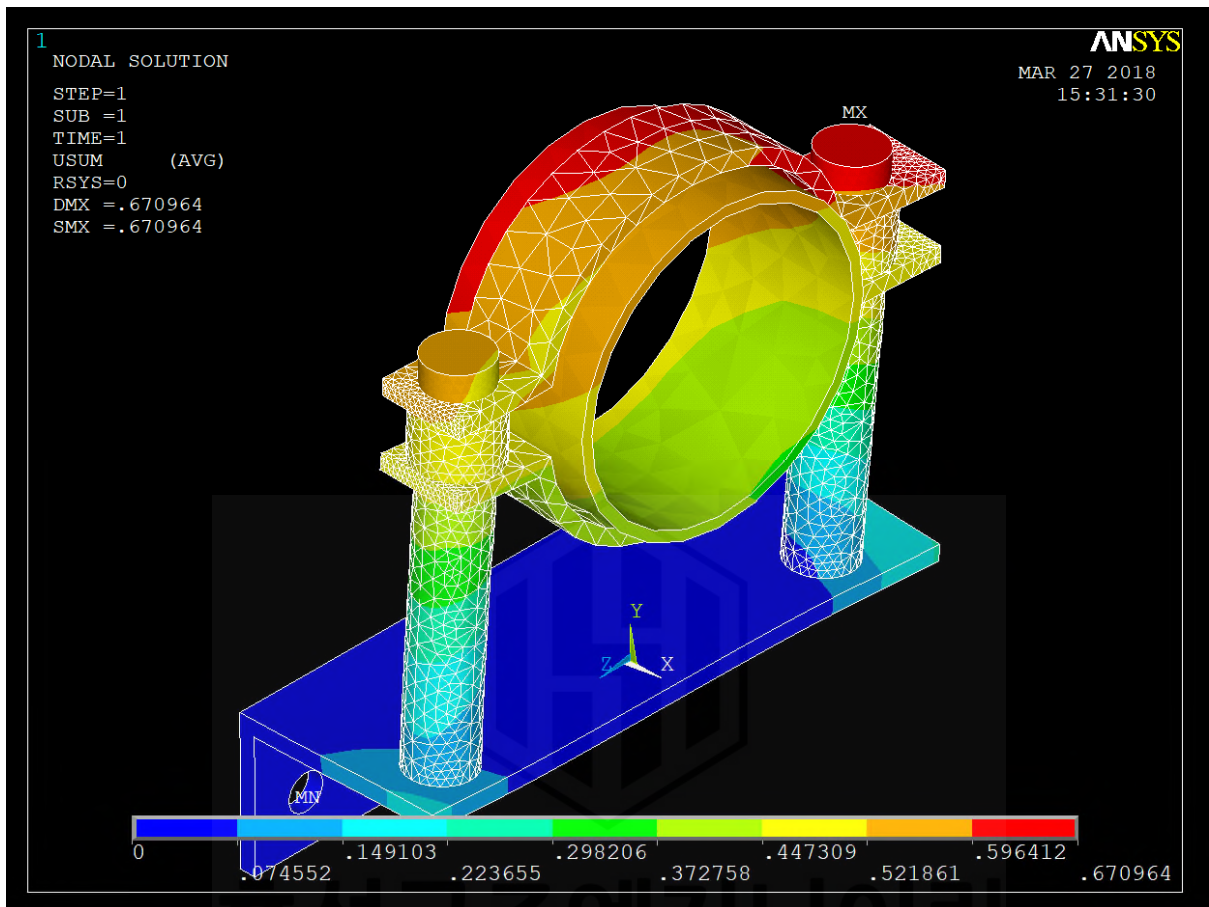


(d) Z-Component of displacement

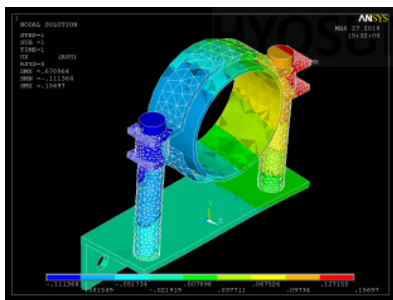
RESULT

- Displacement Vector Sum = 1.11422mm
- Y-Component of Displacement = -0.546247mm

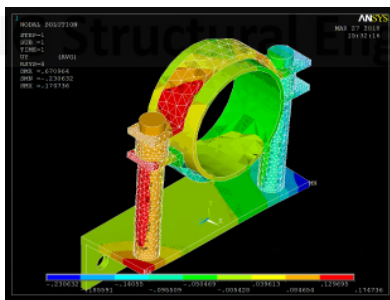
3. 하중방향_우(Right)



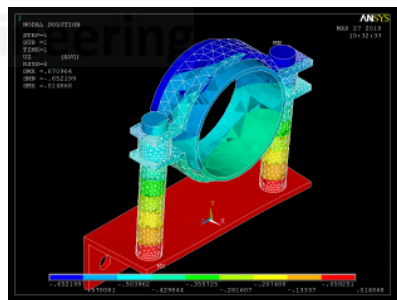
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement

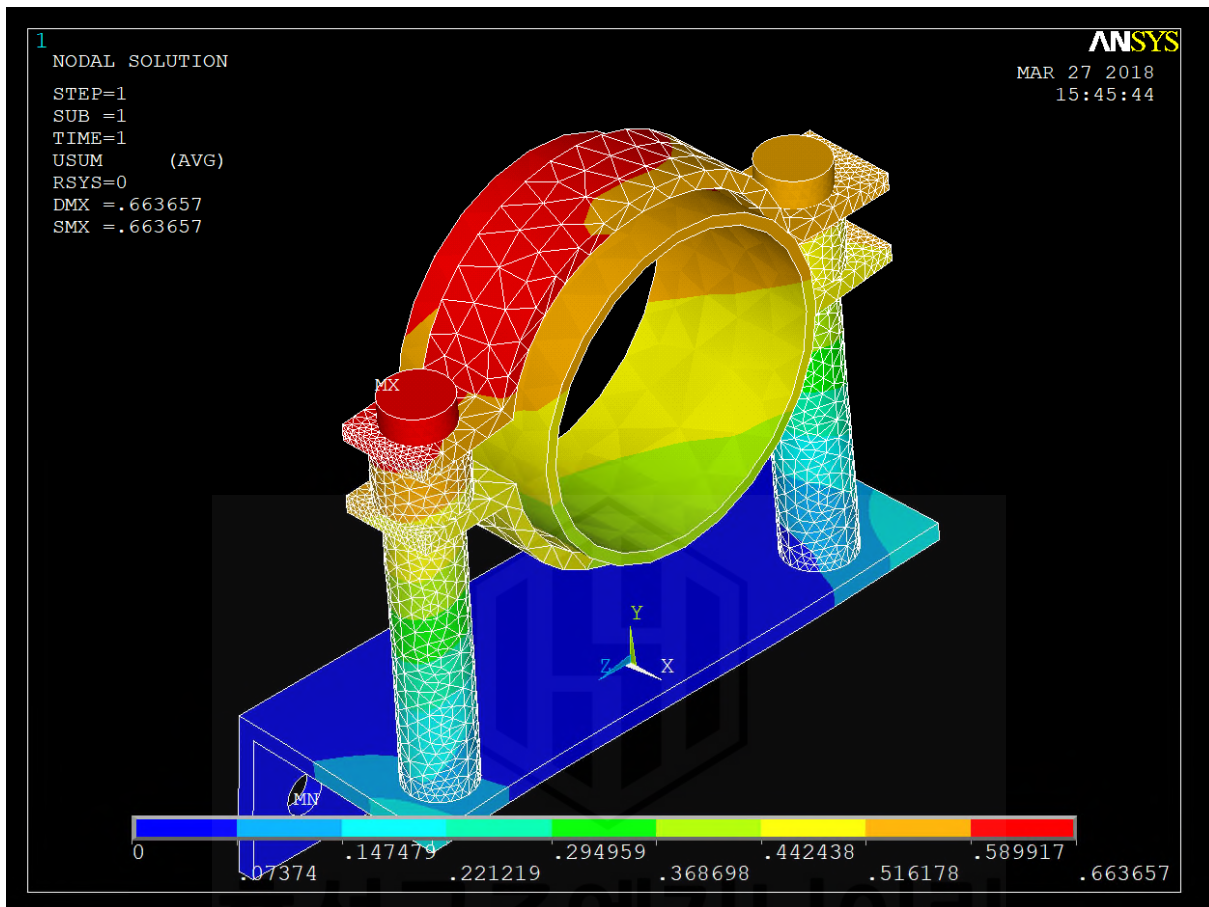


(d) Z-Component of displacement

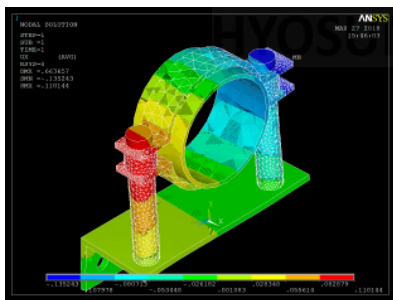
RESULT

- Displacement Vector Sum = 0.670964mm
- Z-Component of Displacement = -0.652199mm

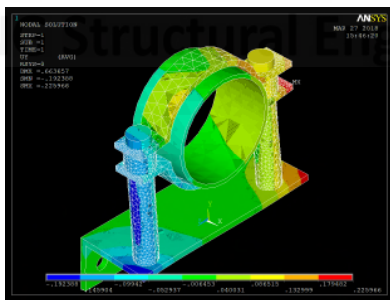
4. 하중방향_좌(Left)



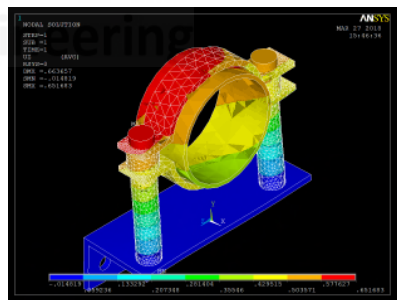
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement

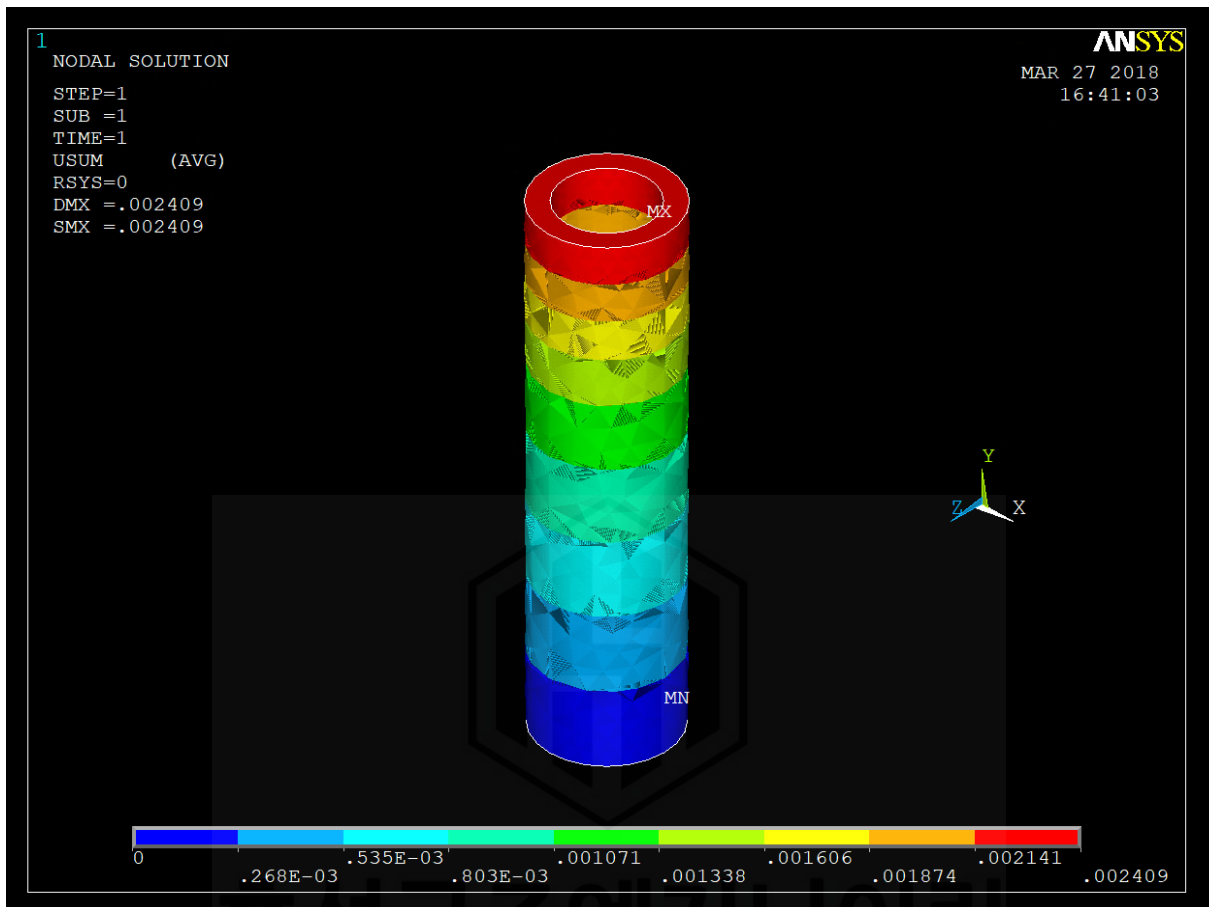


(d) Z-Component of displacement

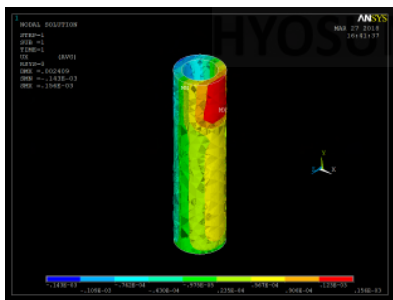
RESULT

- Displacement Vector Sum = 0.663657mm
- Z-Component of Displacement = 0.651683mm

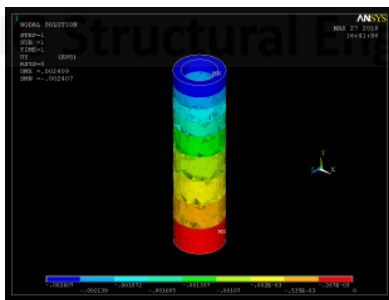
5. 서포트



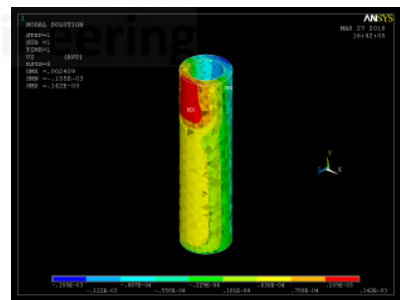
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement

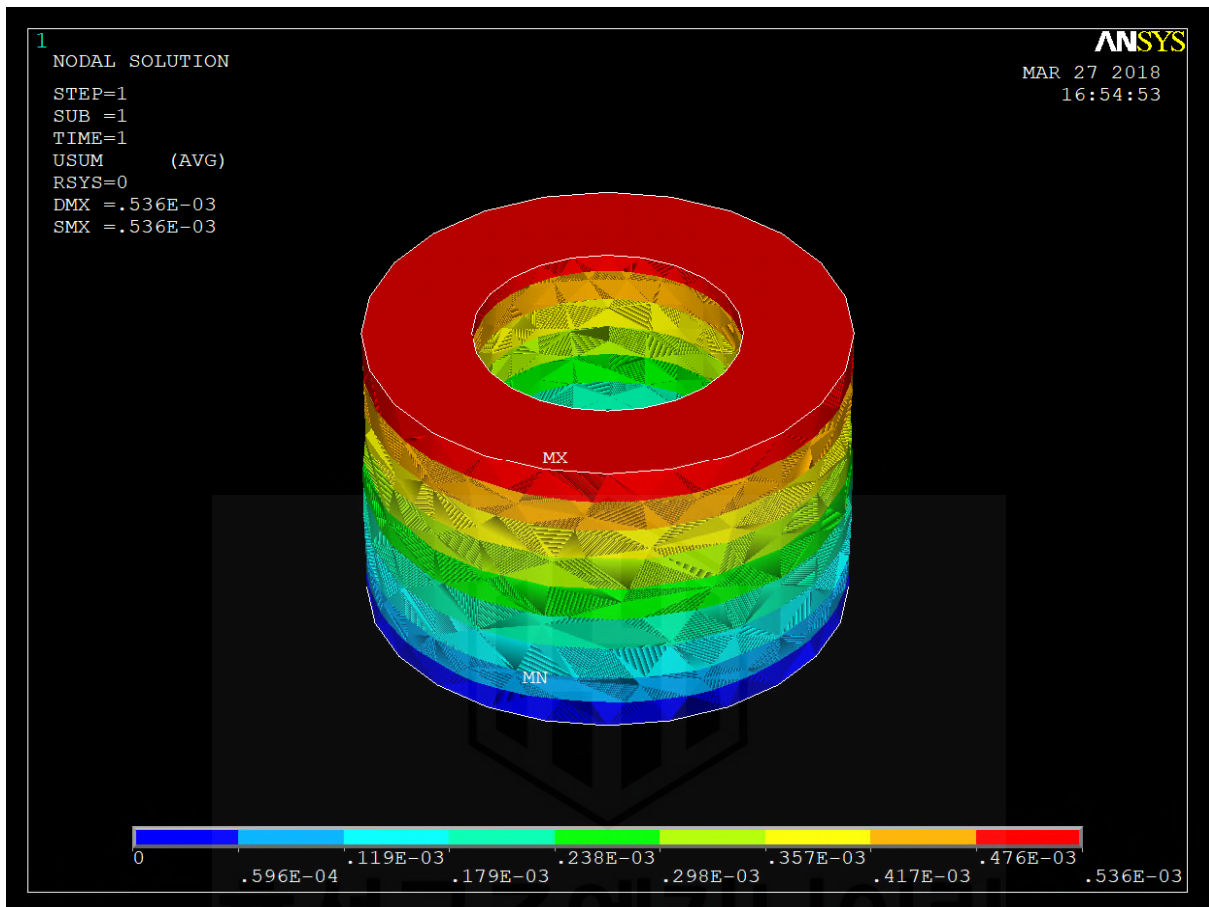


(d) Z-Component of displacement

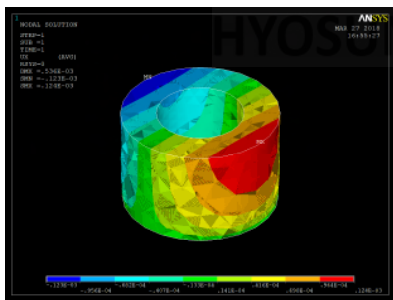
RESULT

- Displacement Vector Sum = 0.002409mm
- Y-Component of Displacement = -0.002407mm

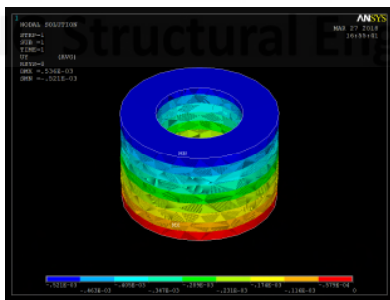
6. 너트



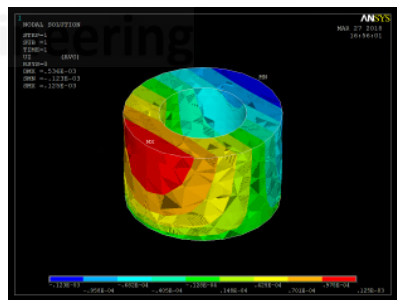
(a) Displacement Vector Sum



(b) X-Component of displacement



(c) Y-Component of displacement



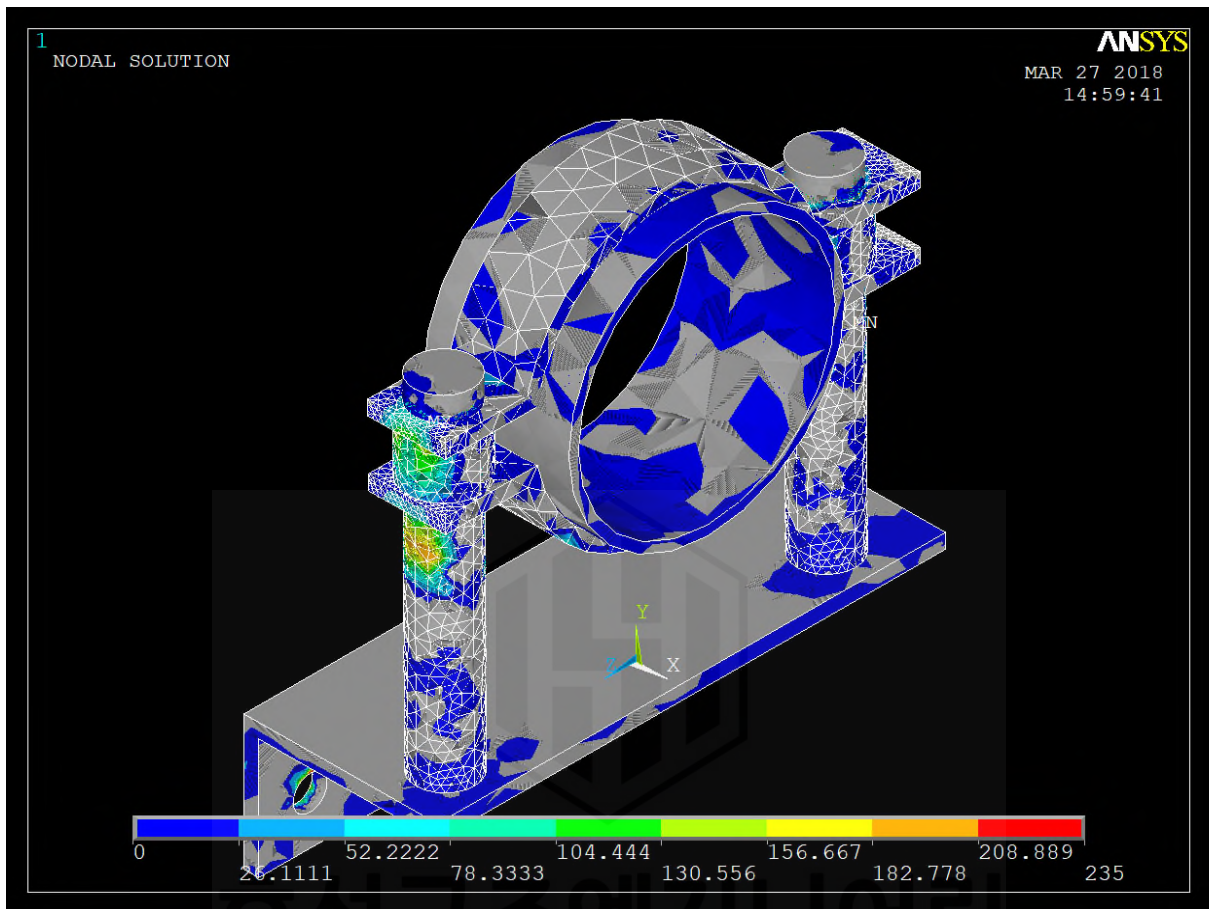
(d) Z-Component of displacement

RESULT

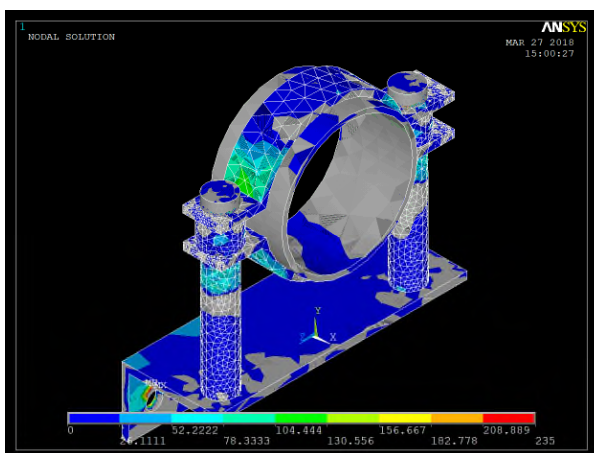
- Displacement Vector Sum = 0.000536mm
- Y-Component of Displacement = -0.000521mm

[별첨 3-Stress]

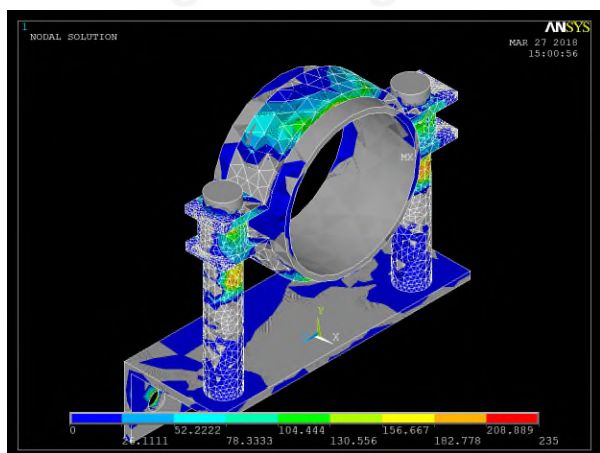
1. 하중방향_상(Up)



(a) X-Component of Stress

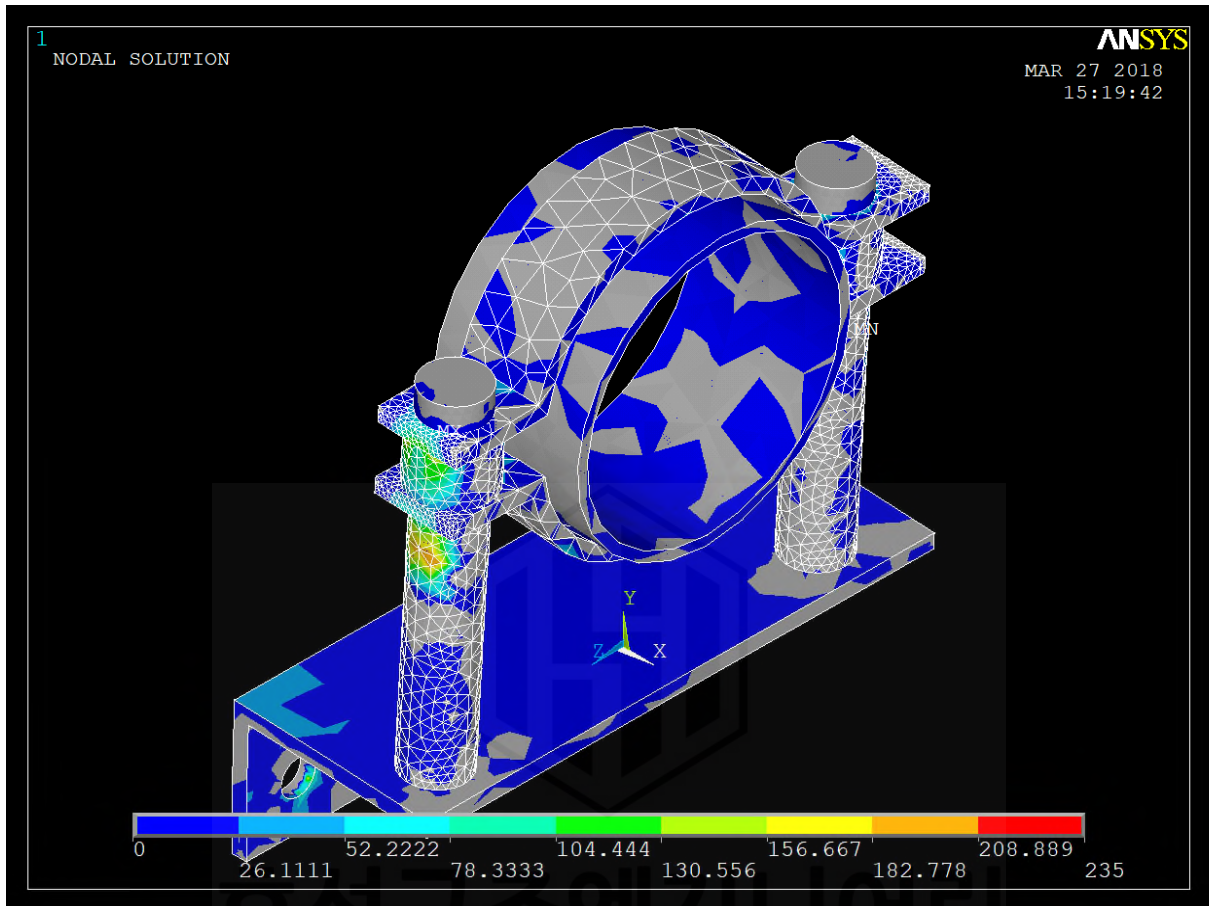


(b) Y-Component of Stress

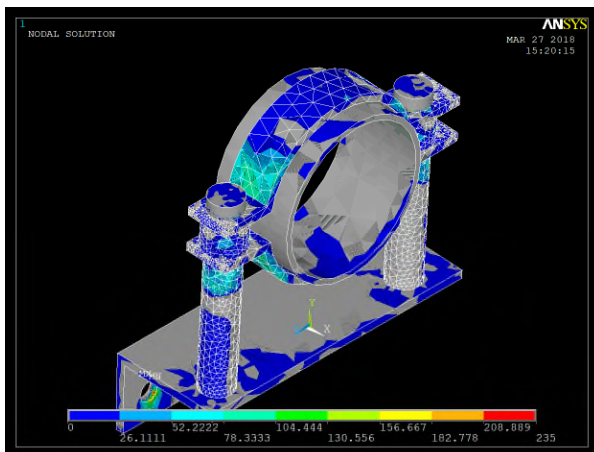


(c) Z-Component of Stress

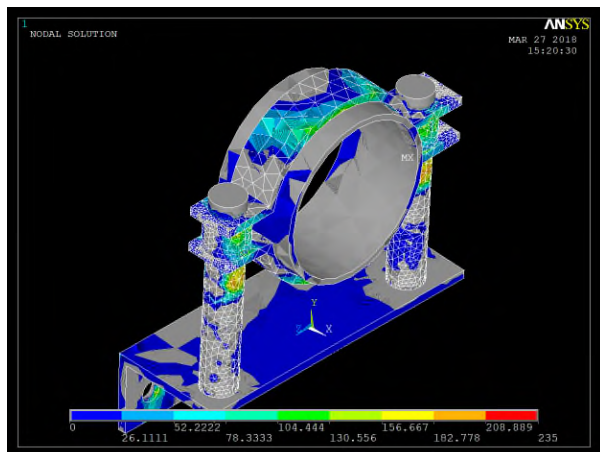
2. 하중방향_하(Down)



(a) X-Component of Stress

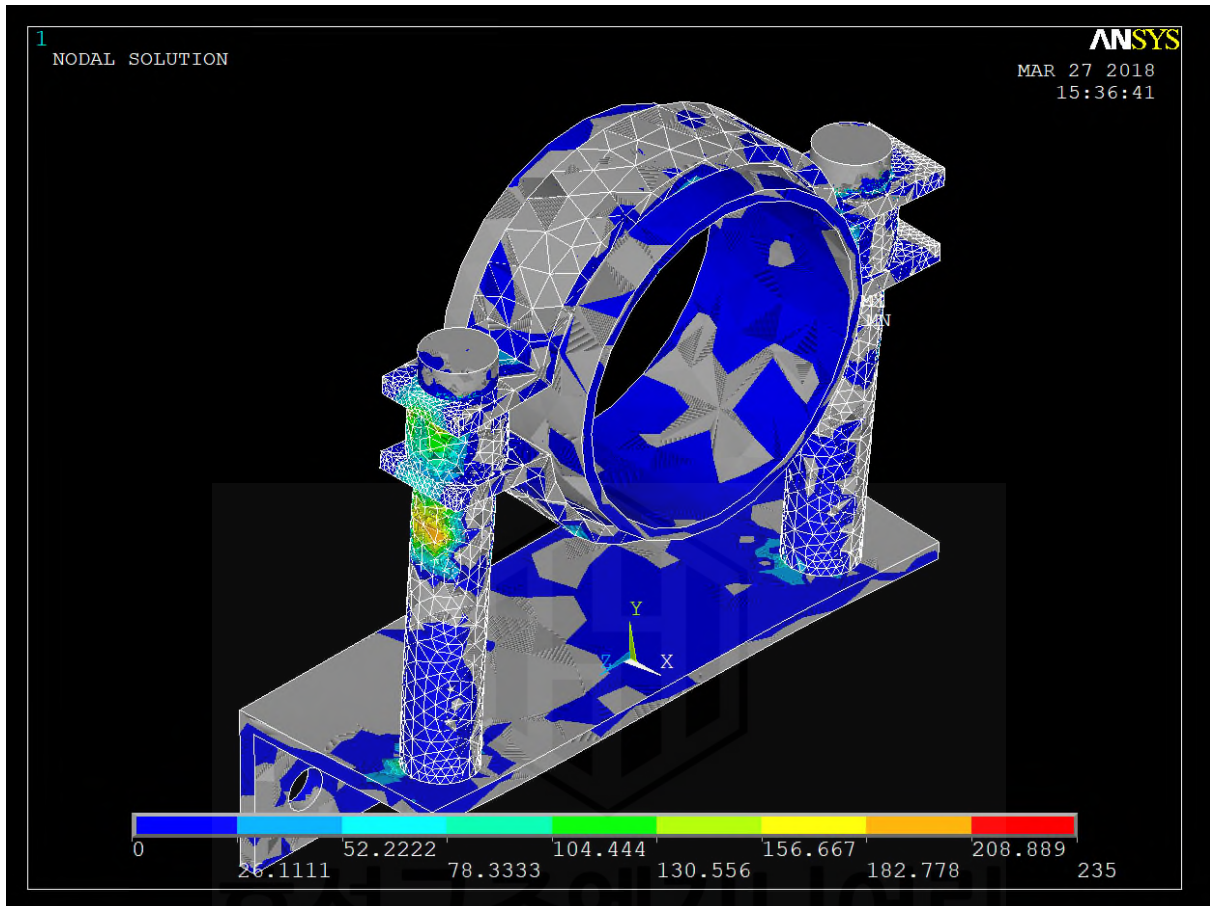


(b) Y-Component of Stress

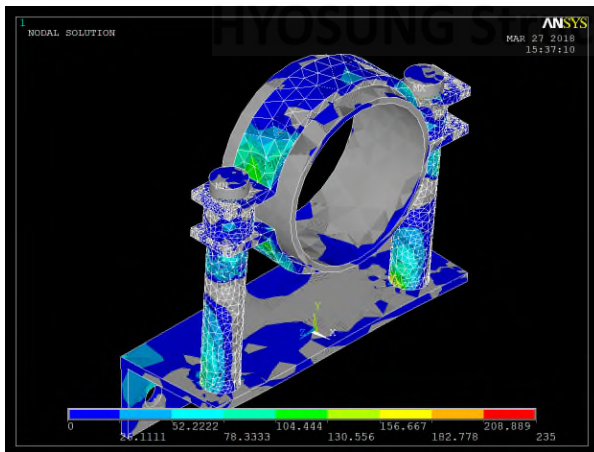


(c) Z-Component of Stress

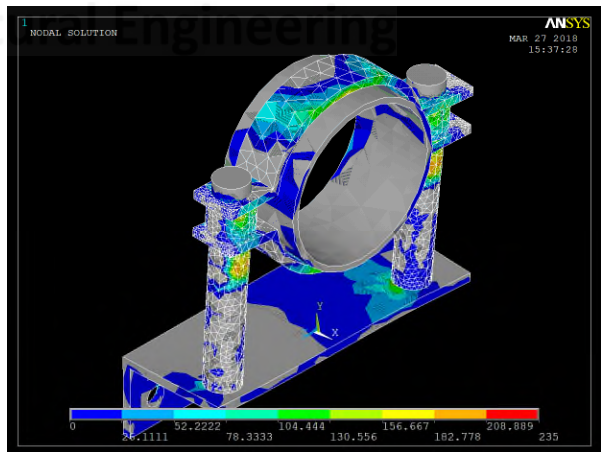
3. 하중방향_우(Right)



(a) X-Component of Stress

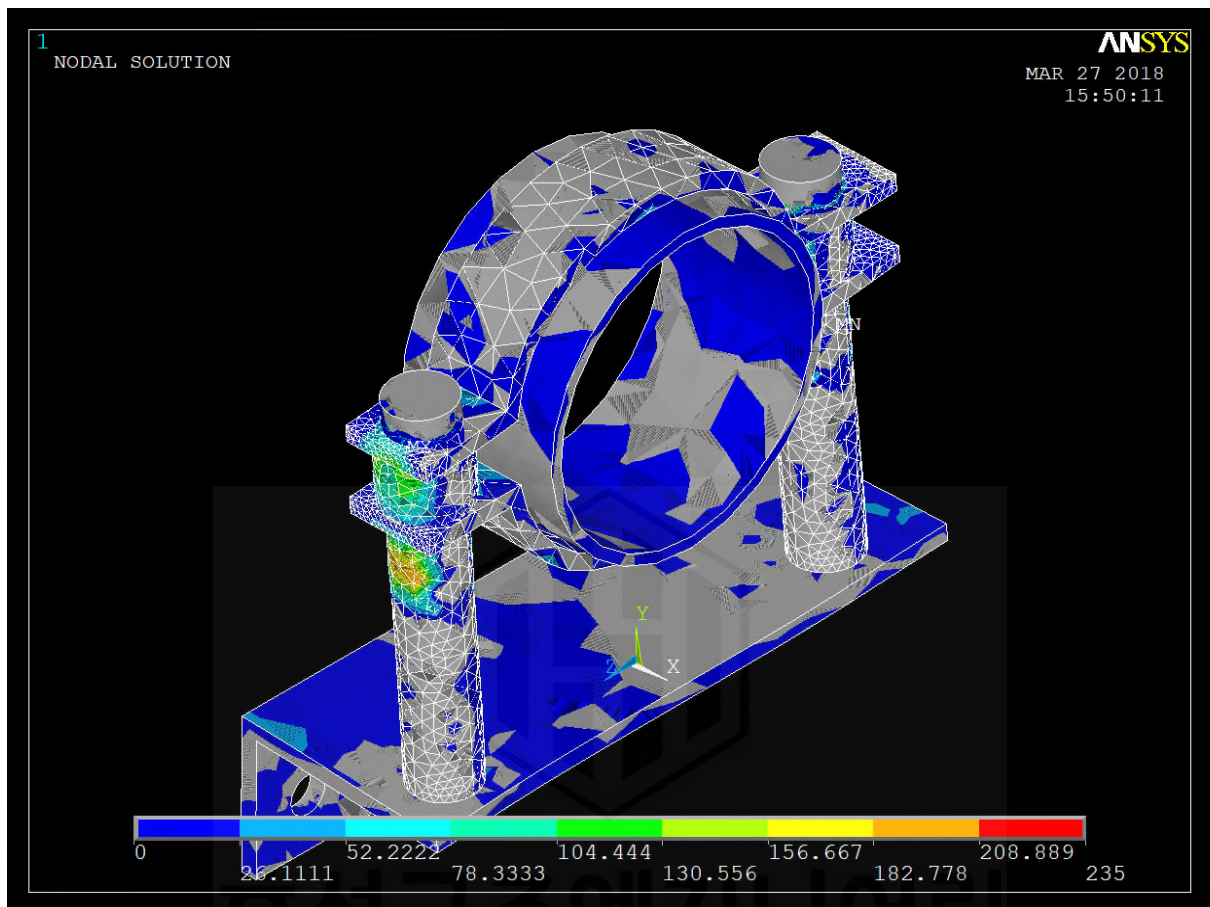


(b) Y-Component of Stress

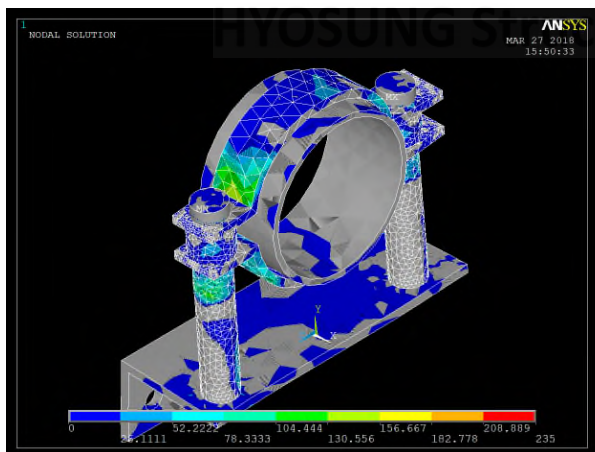


(c) Z-Component of Stress

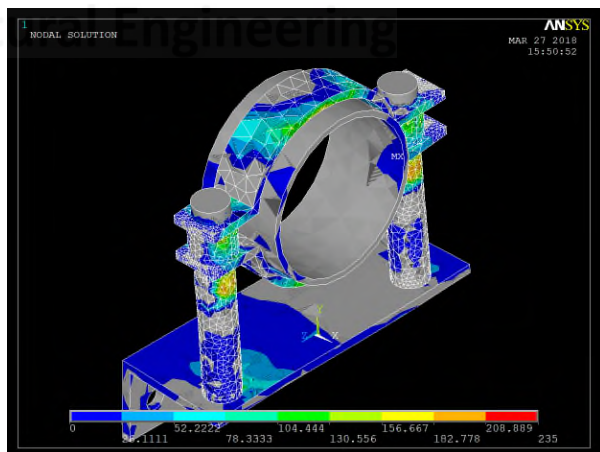
4. 하중방향_좌(Left)



(a) X-Component of Stress

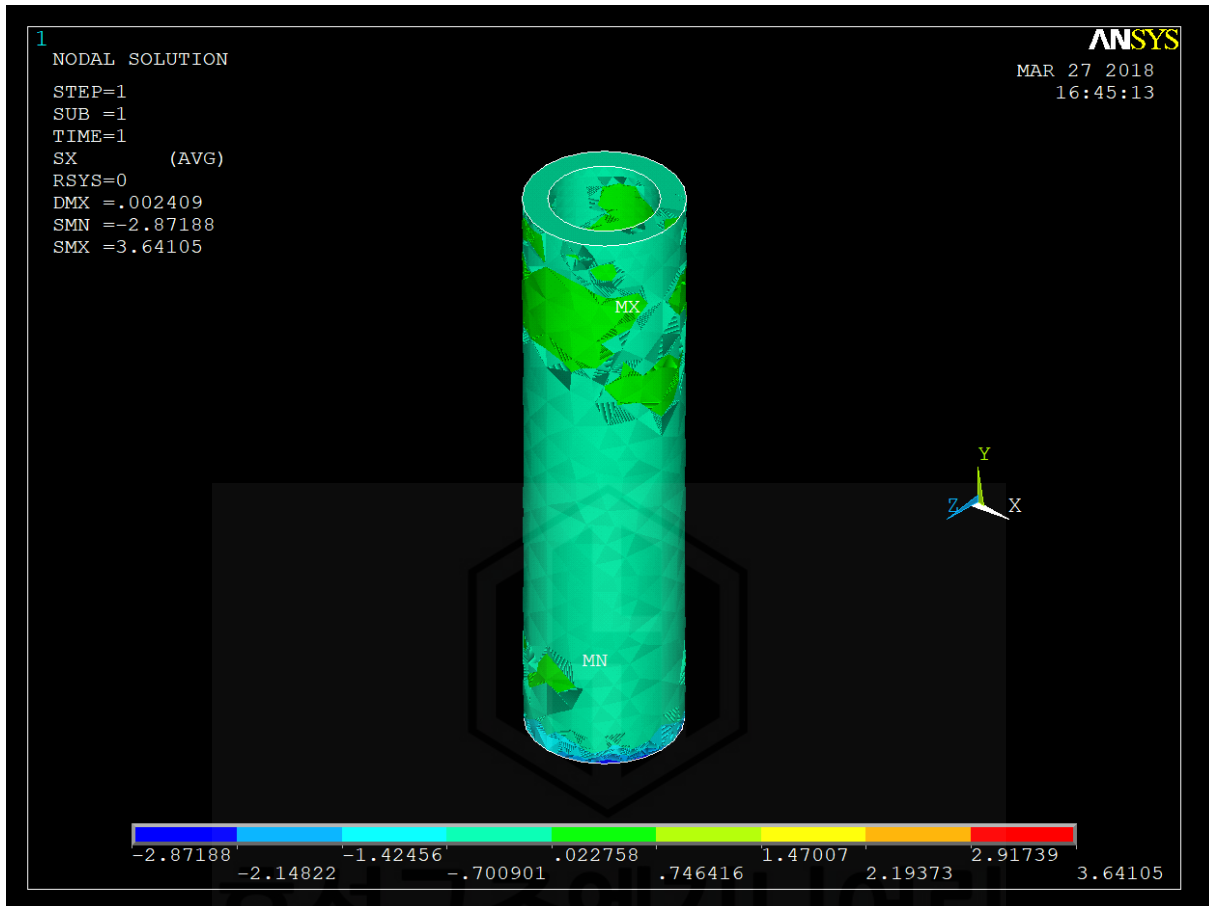


(b) Y-Component of Stress

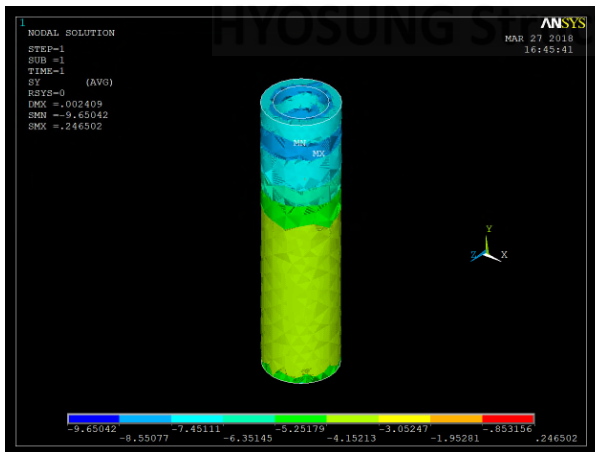


(c) Z-Component of Stress

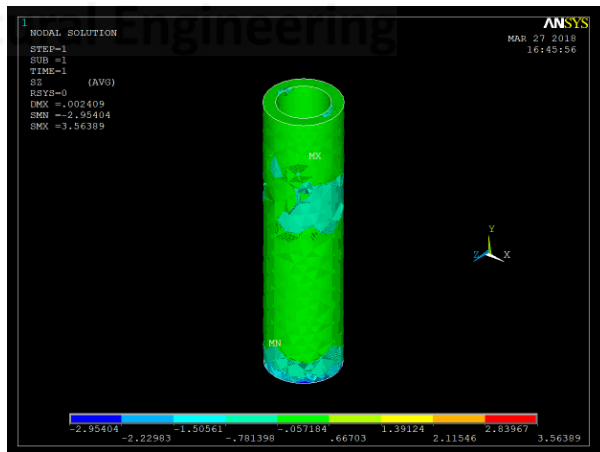
5. 서포트



(a) X-Component of Stress

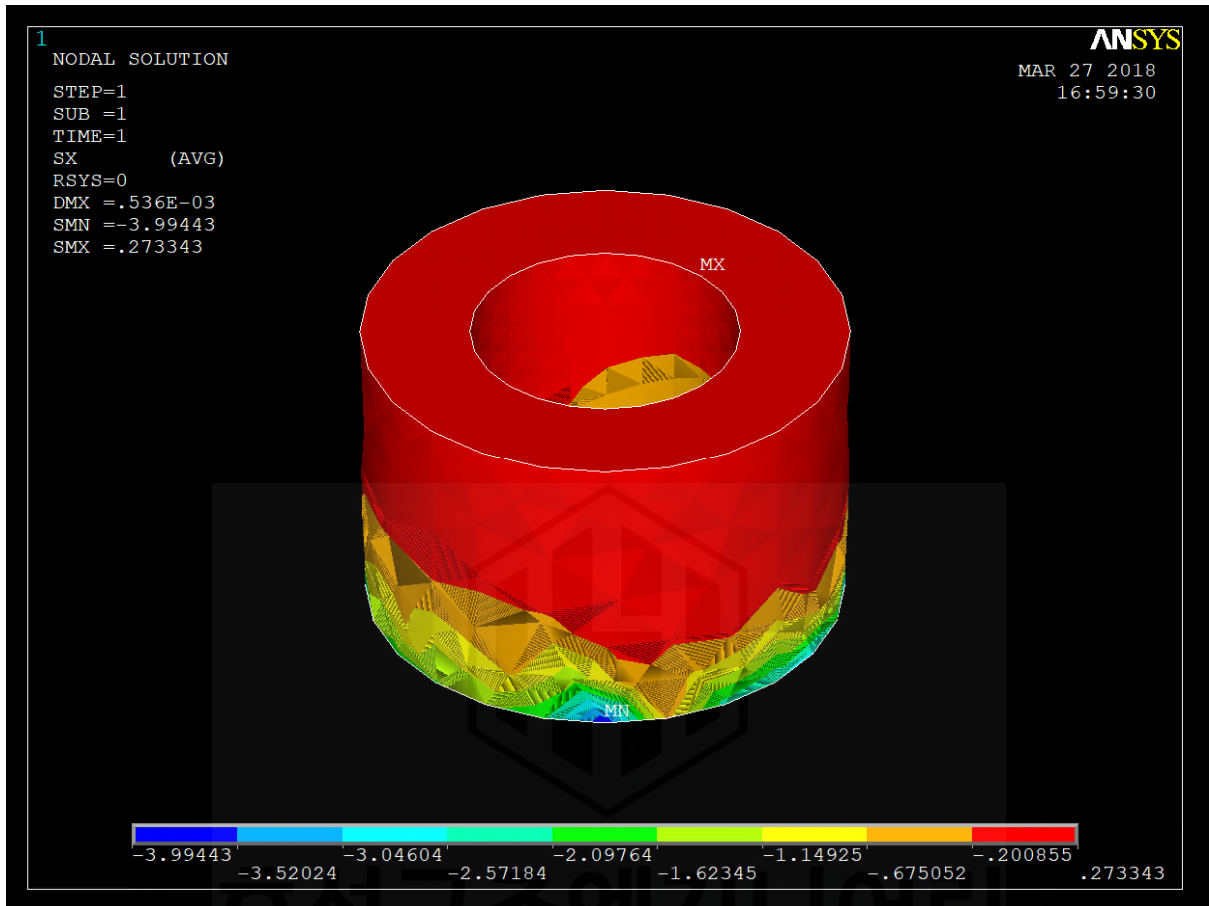


(b) Y-Component of Stress

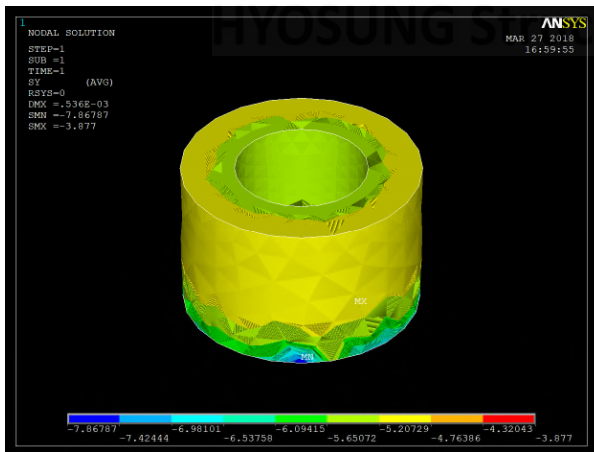


(c) Z-Component of Stress

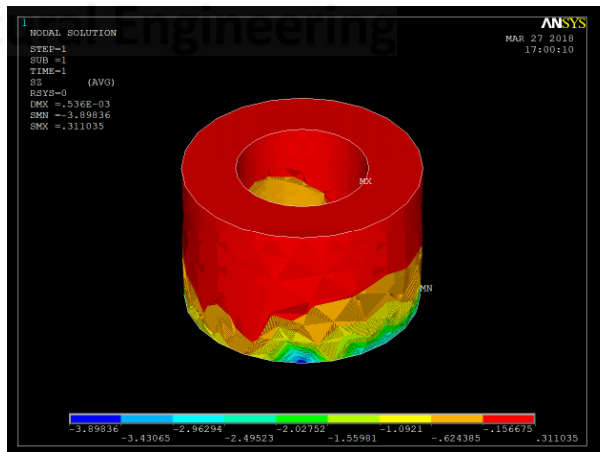
6. 너트



(a) X-Component of Stress



(b) Y-Component of Stress



(c) Z-Component of Stress