

Beam vs. Solid

Computational Design Laboratory
Department of Automotive Engineering
Hanyang University, Seoul, Korea



한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

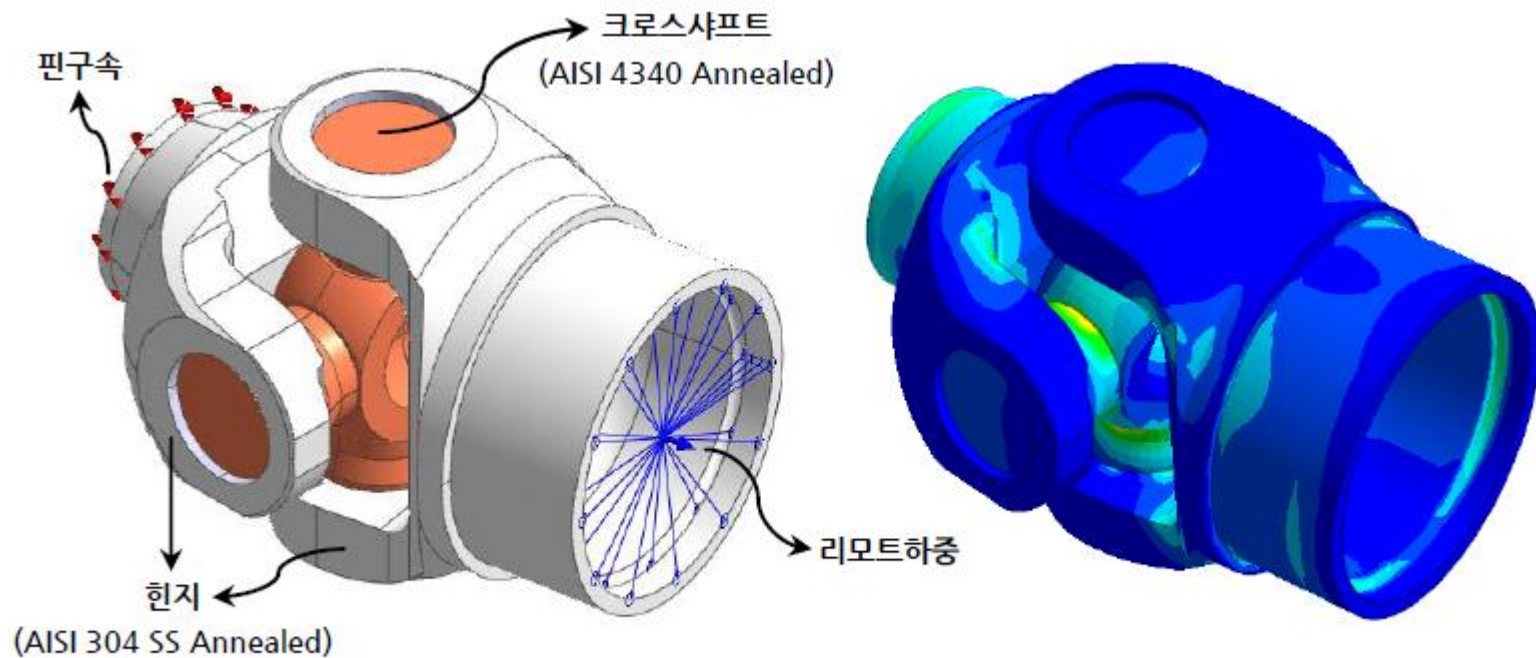
CDL Computational
Design
Lab

목차

- 솔리드 모델 소개
- 예제 문제
- 해석 프로세스 (빔, 솔리드 요소)
 - 기하형상 생성
 - 재료 물성 및 특성 입력
 - 요소망 생성
 - 구속조건 설정
 - 하중조건 설정
 - 해석케이스 정의 및 해석 실행
 - 후처리

솔리드 모델

기계 부품의 경우 기하학적인 특성으로 인하여 3차원 해석인 경우가 대부분

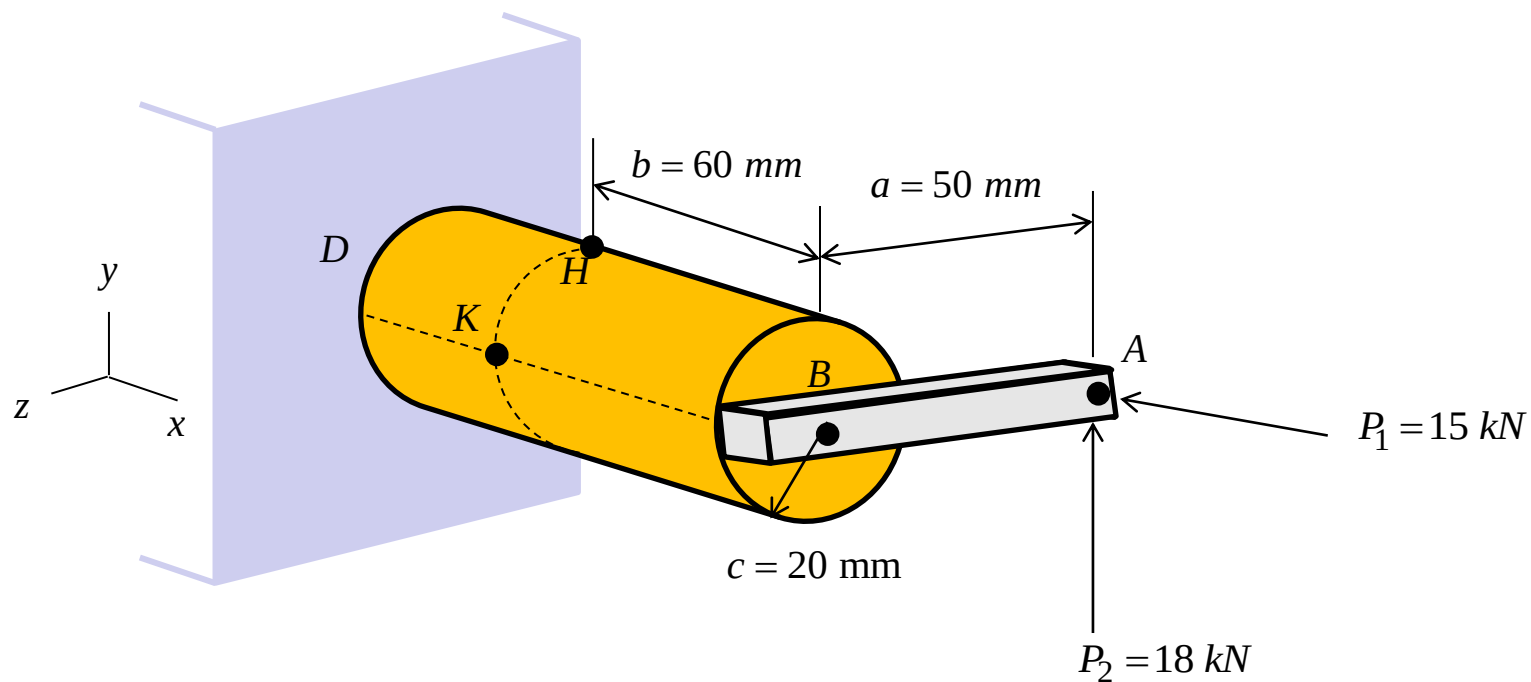


〈그림 1〉 유니버설조인트 해석모델과 von Mises 응력결과

장점: 실제 물리적인 모델에 가깝게 표현 가능 → 사용자의 경험이 중요
 단점: 해석 시간, 모델링 시간

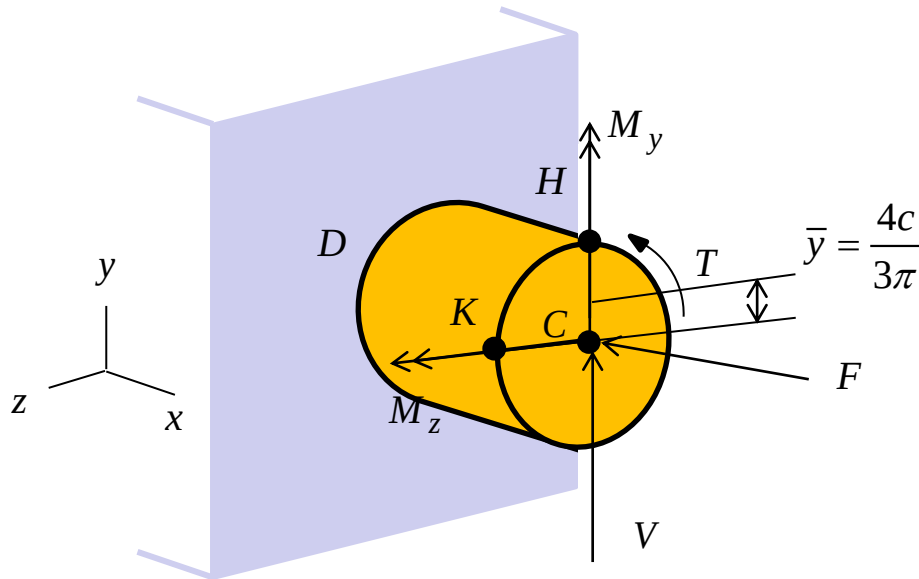
예제: 복합하중 구조물

재료의 거동이 탄성 범위에 있다는 가정 하에 K 점에 작용하는 응력을 구하시오.



예제: 이론해 (1)

자유물체도



힘

$$F = P_1 = 15 \text{ kN}$$

$$V = P_2 = 18 \text{ kN}$$

$$T = P_2 a = (18 \text{ kN})(50 \text{ mm}) = 900 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_y = P_1 a = (15 \text{ kN})(50 \text{ mm}) = 750 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$M_z = P_2 b = (18 \text{ kN})(60 \text{ mm}) = 1080 \text{ N} \cdot \text{m}$$

기하형상 정보

$$A = \pi c^2 = 1.257 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

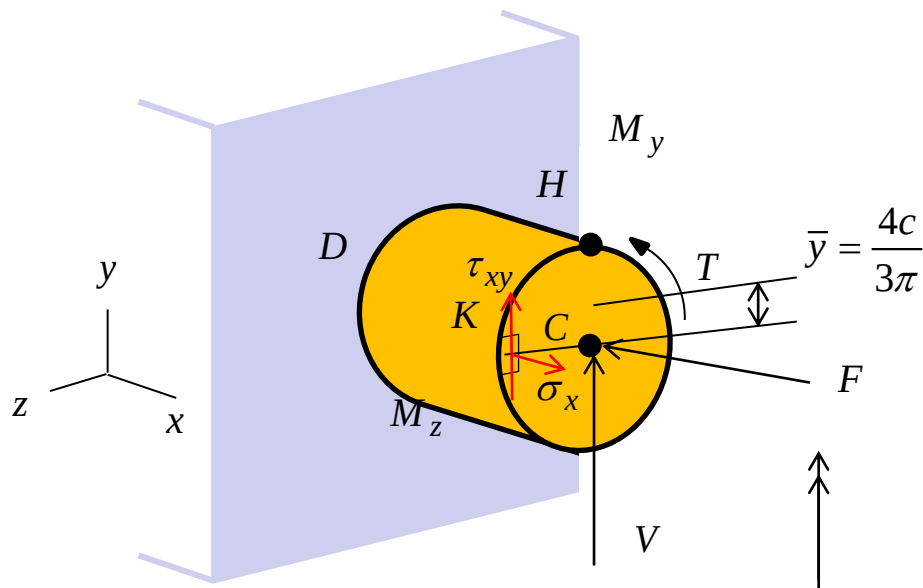
$$I_y = I_z = \frac{1}{4} \pi c^4 = 125.7 \times 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$J_C = \frac{1}{2} \pi c^4 = 251.3 \times 10^{-9} \text{ m}^4$$

$$Q = A' \bar{y} = \left(\frac{1}{2} \pi c^2 \right) \left(\frac{4c}{3\pi} \right) = 5.33 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$t = 2c = 0.040 \text{ m}$$

예제: 이론해 (2)



수직 응력

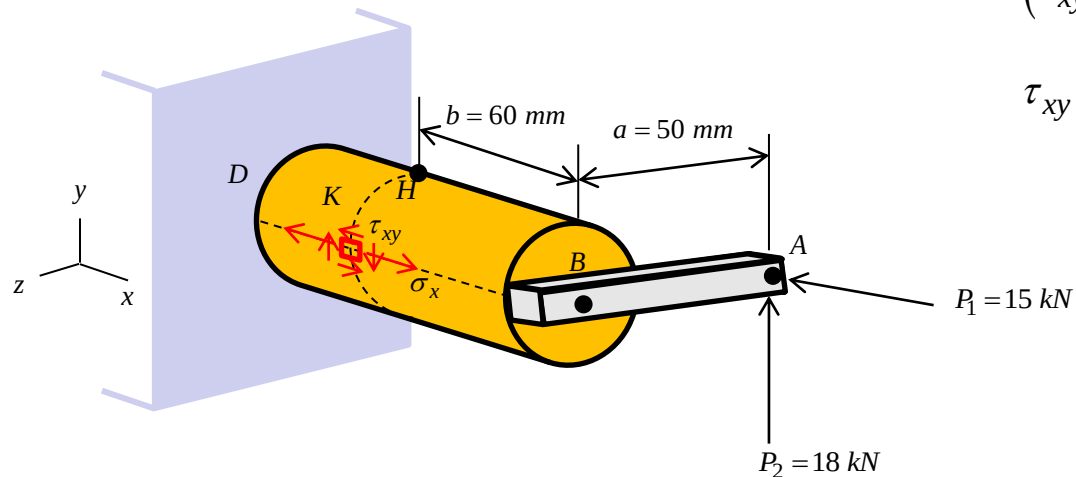
$$\sigma_x = -\frac{F}{A} + \frac{M_y c}{I_y} = 107.430 \text{ MPa}$$

전단 응력

$$(\tau_{xy})_{V, \max} = \frac{VQ}{I_z t} = 19.0986 \text{ MPa}$$

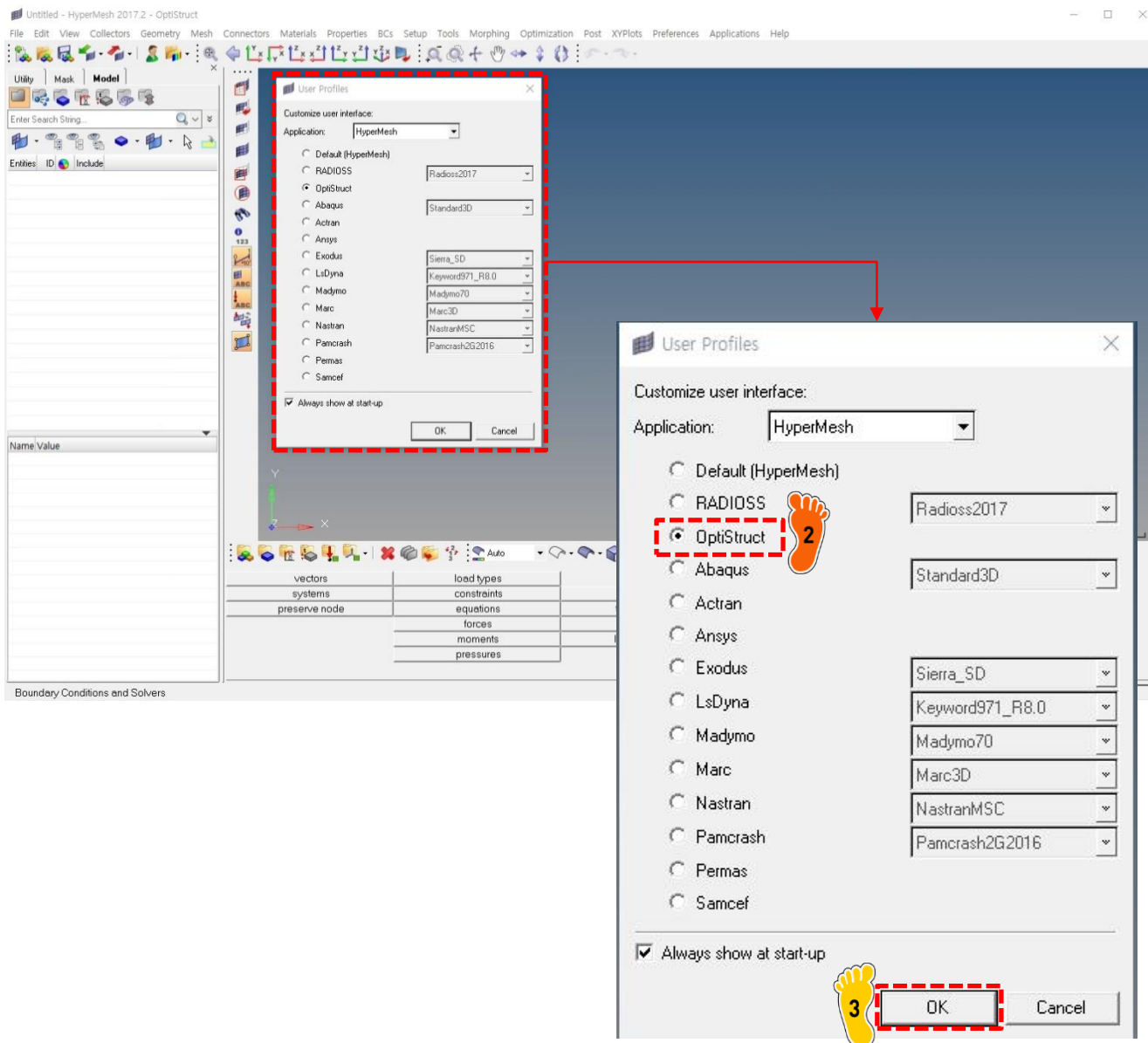
$$(\tau_{xy})_{\text{twist}} = -\frac{Tc}{J_C} = -71.6197 \text{ MPa}$$

$$\tau_{xy} = (\tau_{xy})_V + (\tau_{xy})_{\text{twist}} = -52.5211 \text{ MPa}$$



복합하중 문제 솔리드 요소

기하형상 생성 (1)

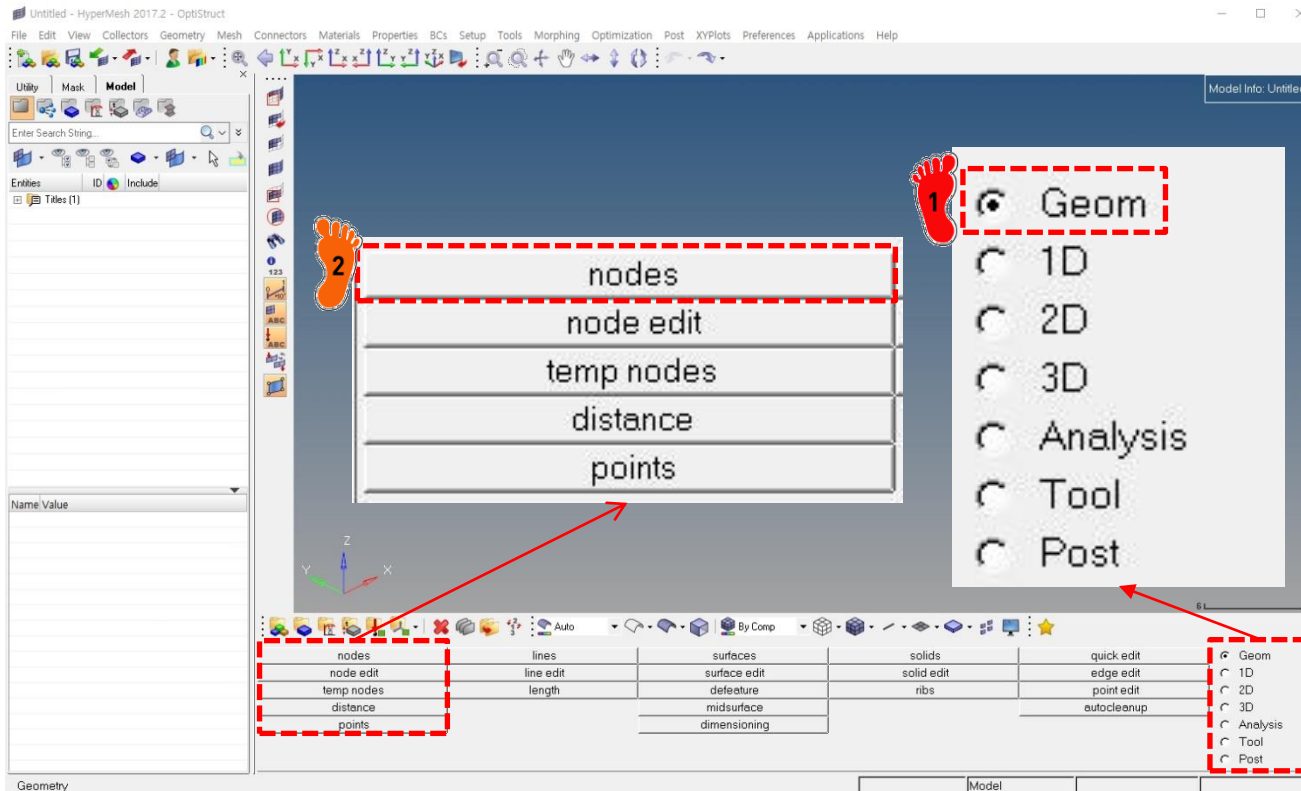


1 HyperMesh 실행

2 OptiStruct 선택

3 OK 클릭

기하형상 생성 (2)



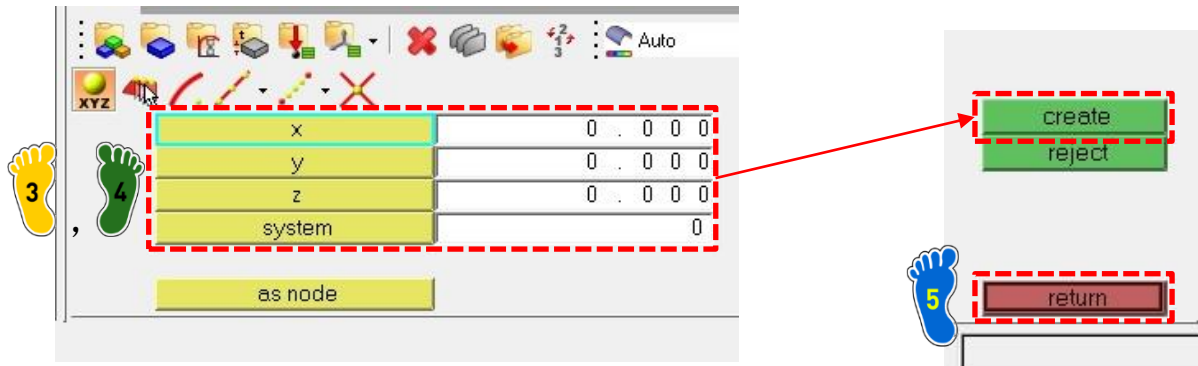
1 하단 메뉴바에서
우측 Geom 선택

2 nodes 클릭

3 x,y,z에 각각 0,0,0을 입력 후
우측 create 클릭 (원기둥의
밑면 중심으로 사용)

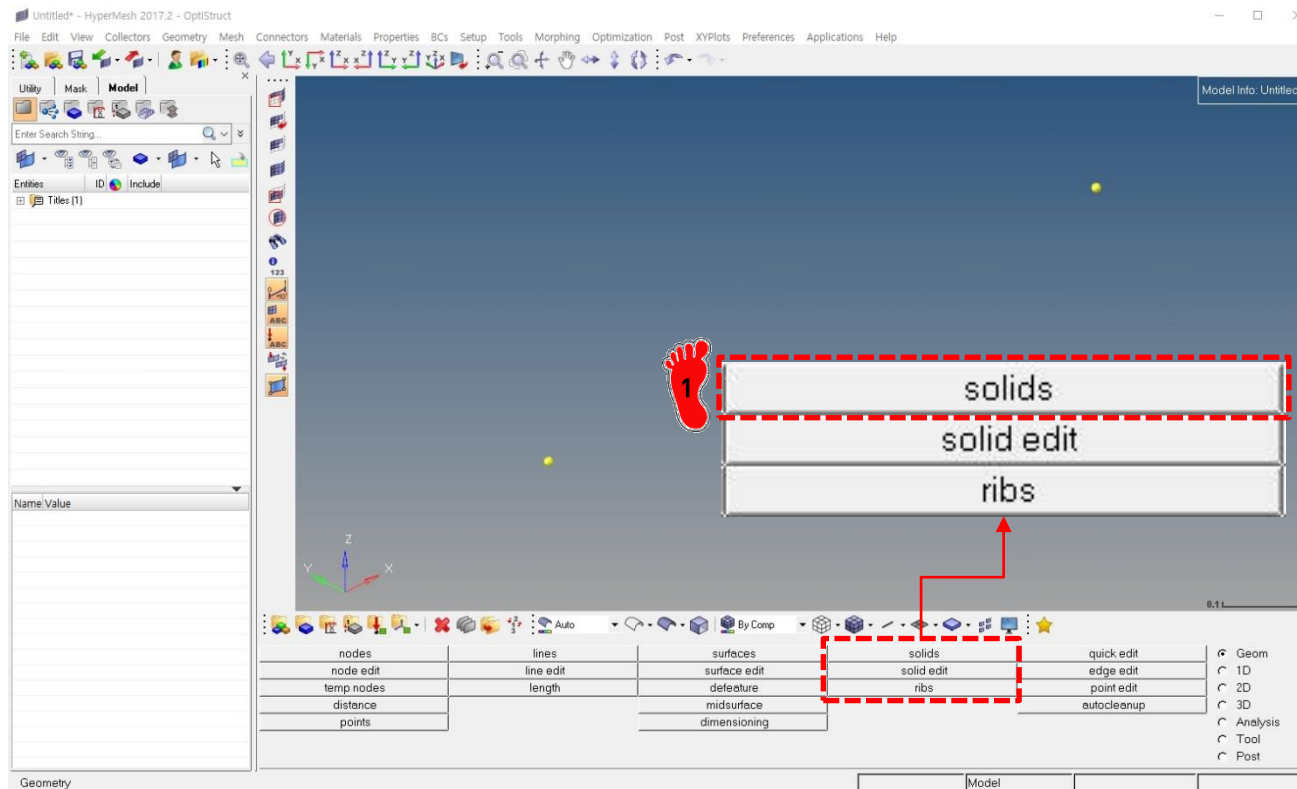
4 3과 같은 방법으로 x,y,z에
각각 1,0,0 입력 후 node생
성 (원기둥의 높이방향 벡터
로 사용)

5 Return으로 메뉴바로 돌아
가기



※생성한 node들이 보이지
않는다면 f를 눌러 한 화면
에 들어오게 할 수 있음

기하형상 생성 (3)



1 노드들이 생성된 것을 확인하고 메뉴 바에서 solid 클릭

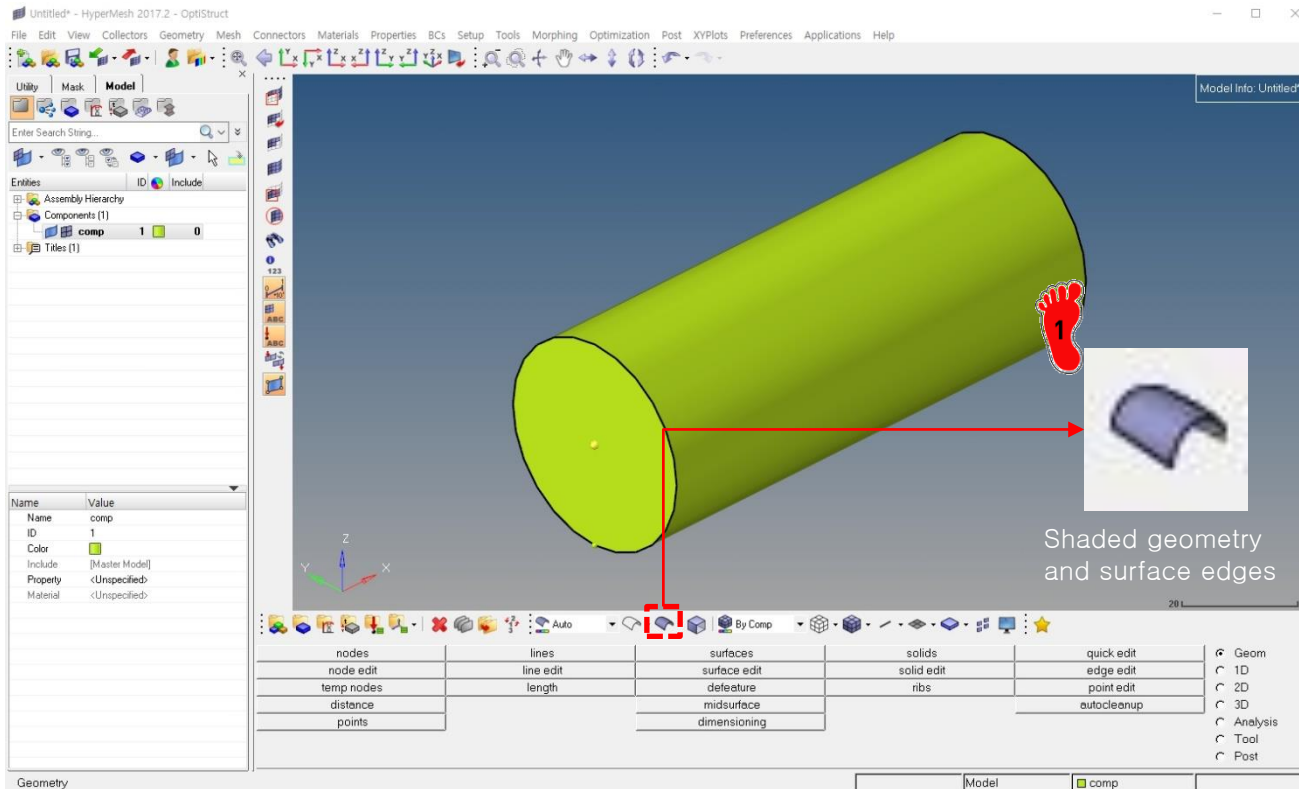
2 원기둥 아이콘 클릭

3 Bottom center로 (0,0,0)에 생성한 노드 클릭, normal vector로 (1,0,0)에 생성한 노드 클릭

4 Base radius에 20, Height에 100 입력 후 create



기하형상 생성 (4)



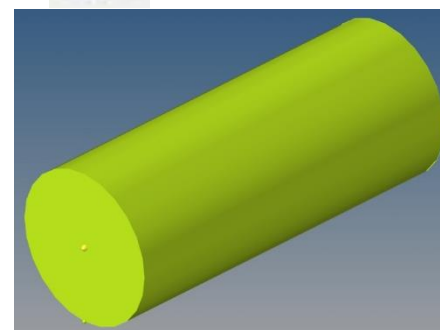
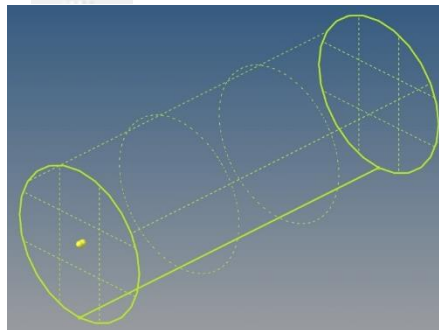
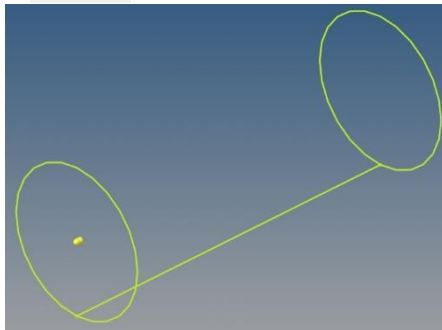
1 아이콘 클릭 후 원기
둥이 생성된 것을 확인

2 아이콘에 따라 다양한 방법
으로 geometry보기 가능

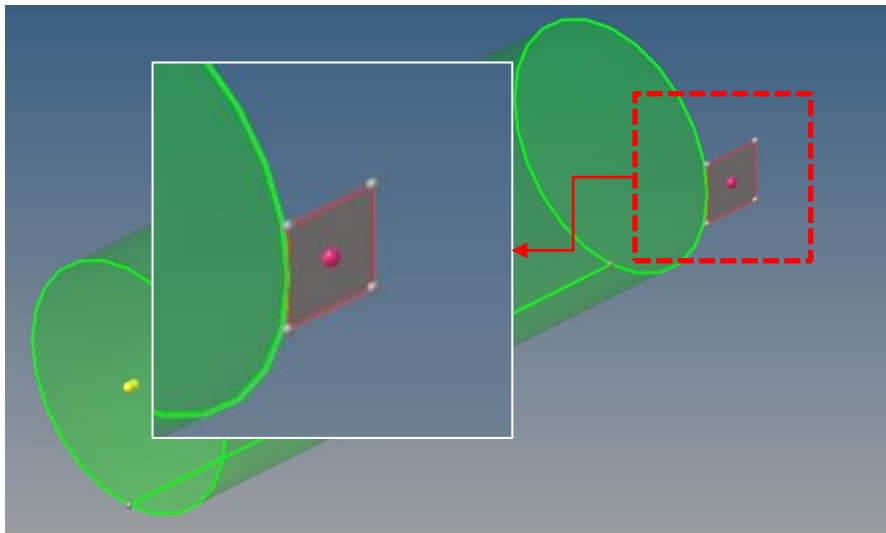
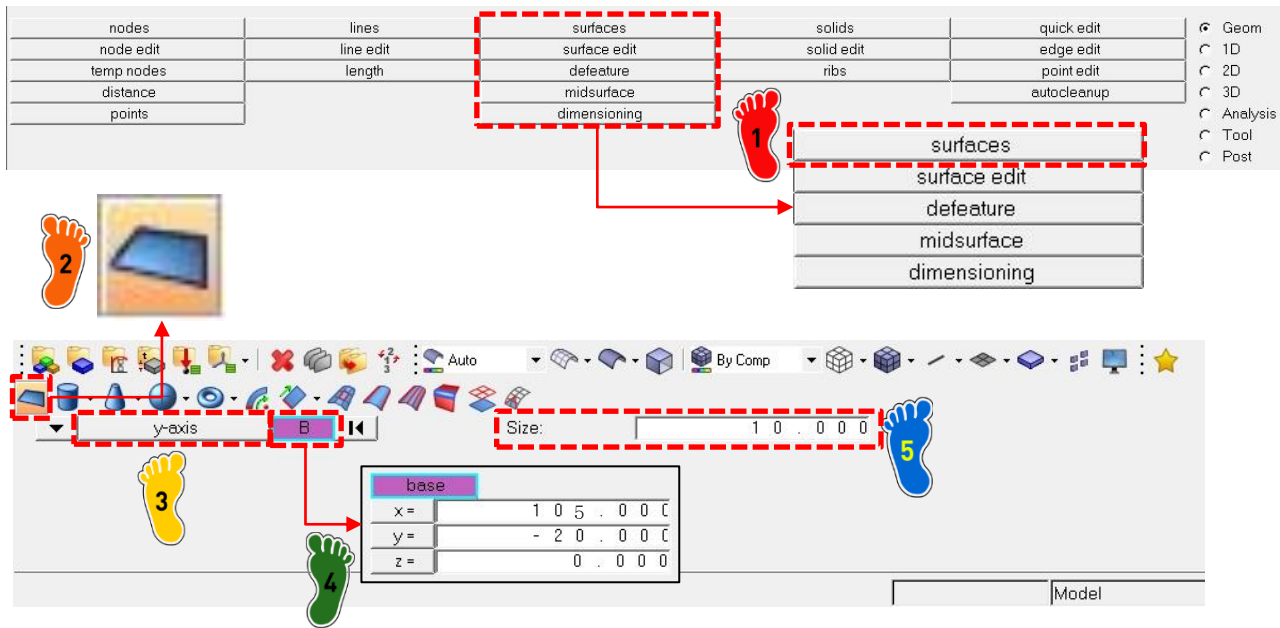
2 Wireframe geometry

Wireframe geometry
And surface line

Shaded geometry



기하형상 생성 (5)



1 Geom 메뉴바에서 surfaces 클릭

2 아이콘 클릭

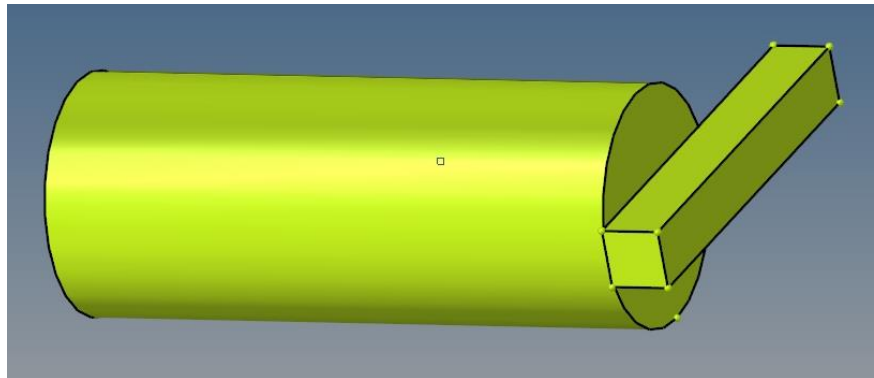
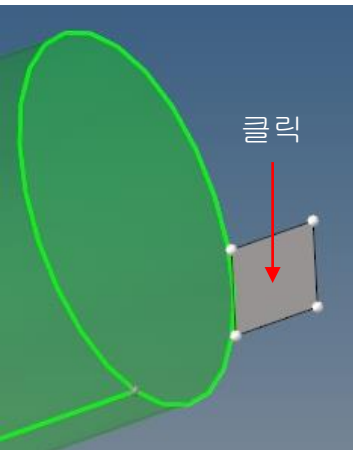
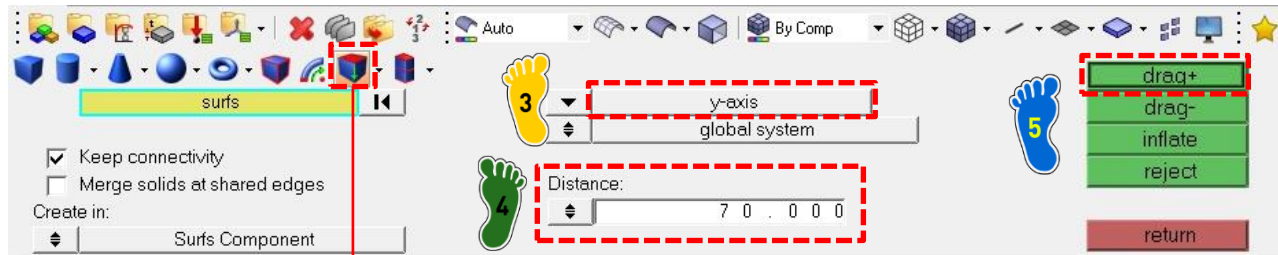
3 평면의 법선벡터 방향을 y-axis로 설정 (좌측의 ▼ 클릭)

4 B 클릭 후 base에서 x=105, y=-20, z=0 입력 (평면의 중심점)

5 Size=10 입력 후 create

원기둥 끝단에 평면이 생성된 것을 확인

기하형상 생성 (6)



1 메뉴바에서 solid 선택 후
아이콘 클릭

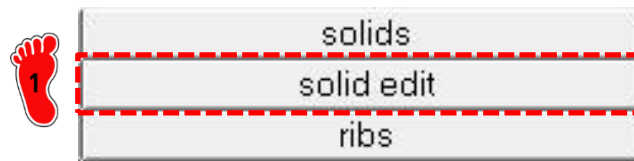
2 생성한 평면 클릭

3 평면을 drag할 방향을 y-axis
로 지정

4 Distance에 70 입력

5 drag+ 로 solid생성

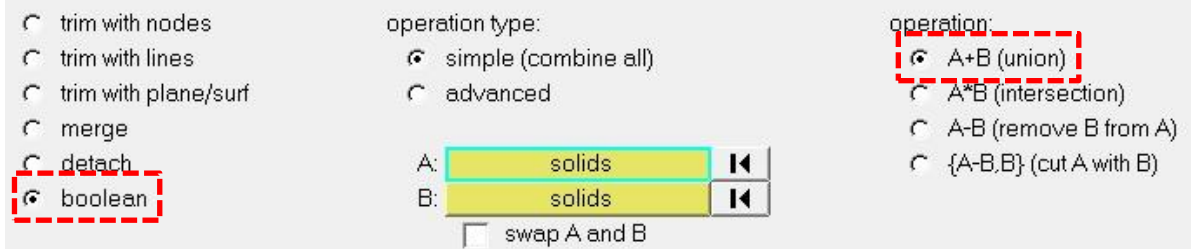
기하형상 생성 (7)



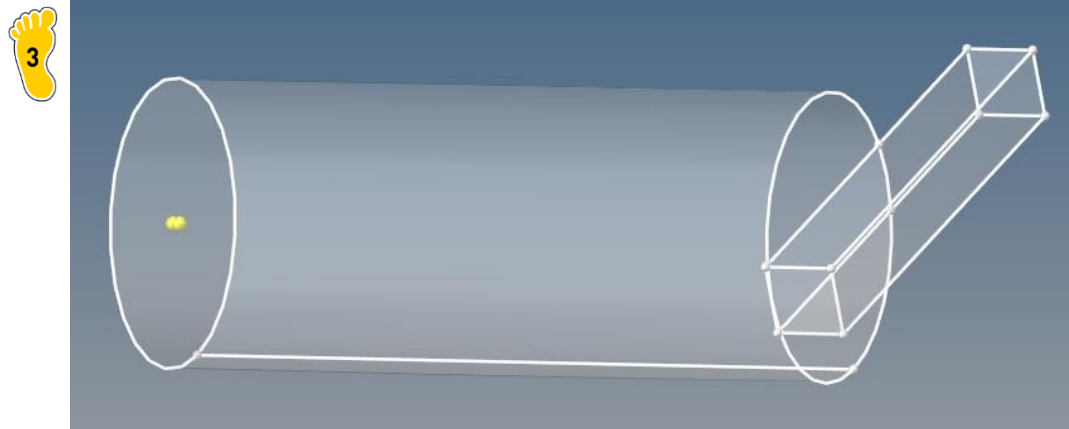
1 메뉴바에서 solid edit 클릭

2 Boolean과 A+B (union) 선택

3 원기둥과 박스를 클릭하고 calculate



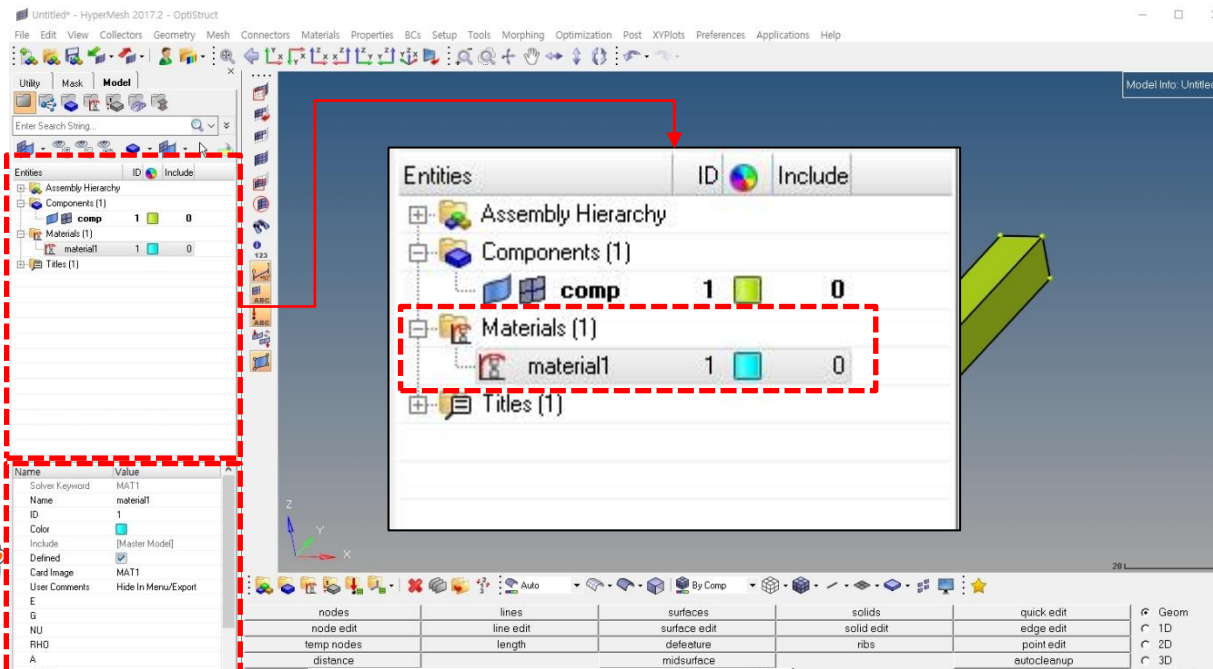
원기둥과 막대가 하나의 solid로 합쳐짐



재료 물성 및 특성 입력 (1)

1

2



1

왼쪽 Model창에서 우클릭
후 create → Material 선택
Material이 정의된 것을 확인

2

Material 클릭 후 아래에서
물성치 입력. 이름은
Alloy_steel, E는 210000,
NU는 0.28 입력

Name	Value
Solver Keyword	MAT1
Name	material1
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	MAT1
User Comments	Hide In Menu/Export
E	
G	
NU	
RHO	
A	
TREF	
GE	
ST	
SC	

Name	Value
Solver Keyword	MAT1
Name	Alloy_steel
ID	1
Color	
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	MAT1
User Comments	Hide In Menu/Export
E	210000.0
G	
NU	0.28
RHO	
A	
TREF	
GE	
ST	
SC	

재료 물성 및 특성 입력 (2)

Step 1: Selecting 'property1' in the Entities list.

Step 2: Clicking the 'Material' button in the property card.

Step 3: The 'Select Material' dialog box showing 'Alloy_steel' selected.

Property Card Details:

Name	Value
Solver Keyword	PSHELL
Name	property1
ID	1
Color	[Yellow]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	PSHELL
Material	[Material]
User Comments	Hide In Menu/Export
T	
MID2_opts	☐
I12_T3	
MID3_opts	☐
TS_T	
NSM	0.0
Z1	
Z2	

Name	Value
Solver Keyword	PSOLID
Name	3D
ID	1
Color	[Yellow]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	PSOLID
Material	[1] Alloy_steel
User Comments	Hide In Menu/Export
CORDM options	BLANK
ISOP	
FCTN	
PSOLIDX	☐

- 1 Material을 정의한 것처럼 create → property 로 특성 생성
- 2 Material 클릭 후 정의했던 Alloy_steel 선택
- 3 이름은 3D로 입력. Card image는 PSOLID로 설정

재료 물성 및 특성 입력 (3)

The screenshot shows the HyperMesh 2017.2 - OptiStruct interface. The main window displays a 3D model of a mechanical part. The left sidebar shows the 'Entities' tree, and the bottom panel shows the 'Properties' list. A red dashed box labeled '1' highlights the 'comp' component in the 'Entities' tree. A red dashed box labeled '2' highlights the 'Property' row in the 'Properties' list. A 'Select Property' dialog box is open, showing a table with columns: Name, ID, Color, Card Image, and Defined. The table contains one row: '3D', '1', a yellow color swatch, 'PSOLID', and a checked 'Defined' checkbox. The 'OK' button is highlighted.

Entities

Entity	ID	Include
Assembly Hierarchy		
Components (1)		
comp	1	0
Materials (1)		
Alloy_steel	1	0
Properties (1)		
3D	1	0
Titles (1)		
Model Info	1	0

Properties

Name	Value
Name	comp
ID	1
Color	[Yellow Swatch]
Include	[Master Model]
Property	[1] 3D
Material	[1] Alloy_steel

Select Property

Name	ID	Color	Card Image	Defined
3D	1	[Yellow Swatch]	PSOLID	☒

1 of 1 properties pass filter

1 Model 창에서 component 선택

2 아래에서 Property 클릭 후 정의했던 3D 선택

요소망 생성

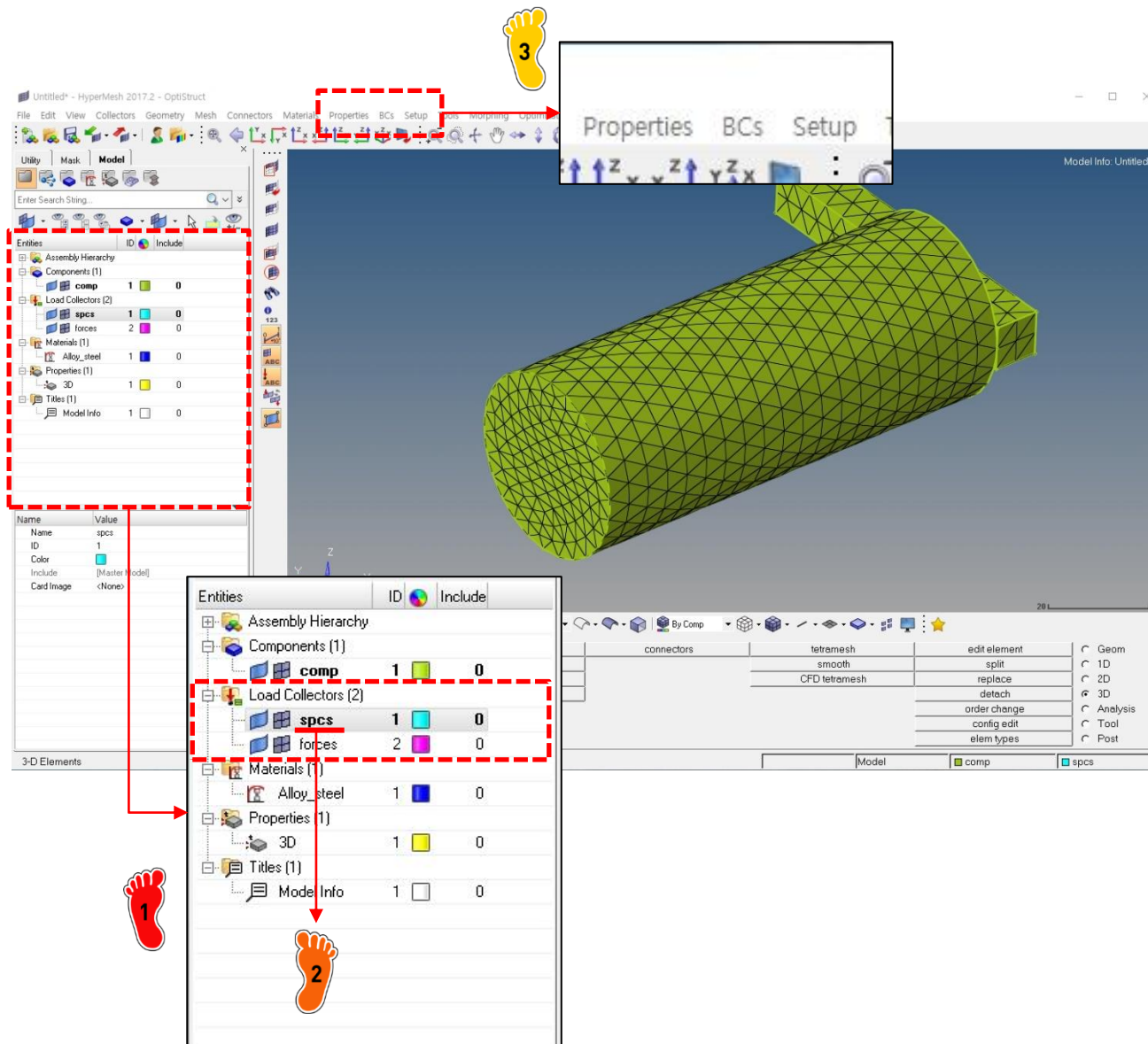
1 메뉴 바에서 temp nodes 클릭 후 clear all. Geometry 생성에서 사용했던 node를 제거하는 용도

2 3D 클릭 후 tetramesh 클릭

3 Volume tetra 선택 후, 2D type 옆의 화살표 클릭 후 trias 선택

4 생성한 솔리드를 클릭하고 element size에 5 입력 후 mesh

구속조건 설정(1)

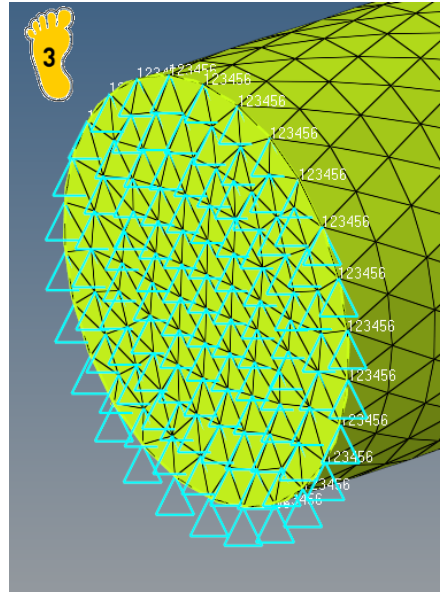
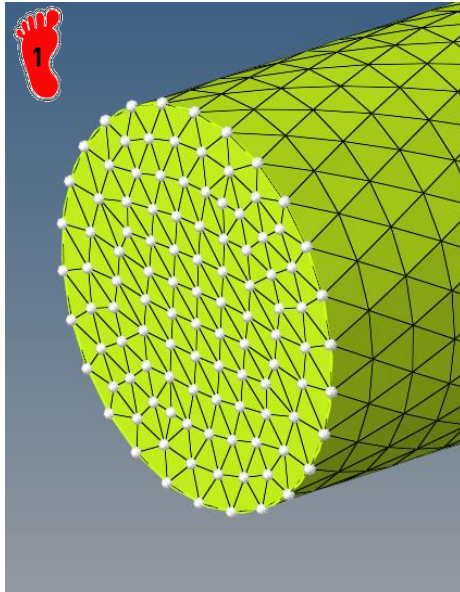


1 모델 창에서 create → load collector 두개 생성 (구속조건과 하중조건). 각각 이름을 spcs, forces로 설정

2 Spcs가 활성화된 상태인지 확인 (굵은 글씨체)

3 상단 메뉴탭에서 BCs → create → constraints 클릭

구속조건 설정(2)



1 구속시킬 절점을 모두 선택

2 dof는 모두 0을 입력 후
load types가 SPC인지 확인
후 create

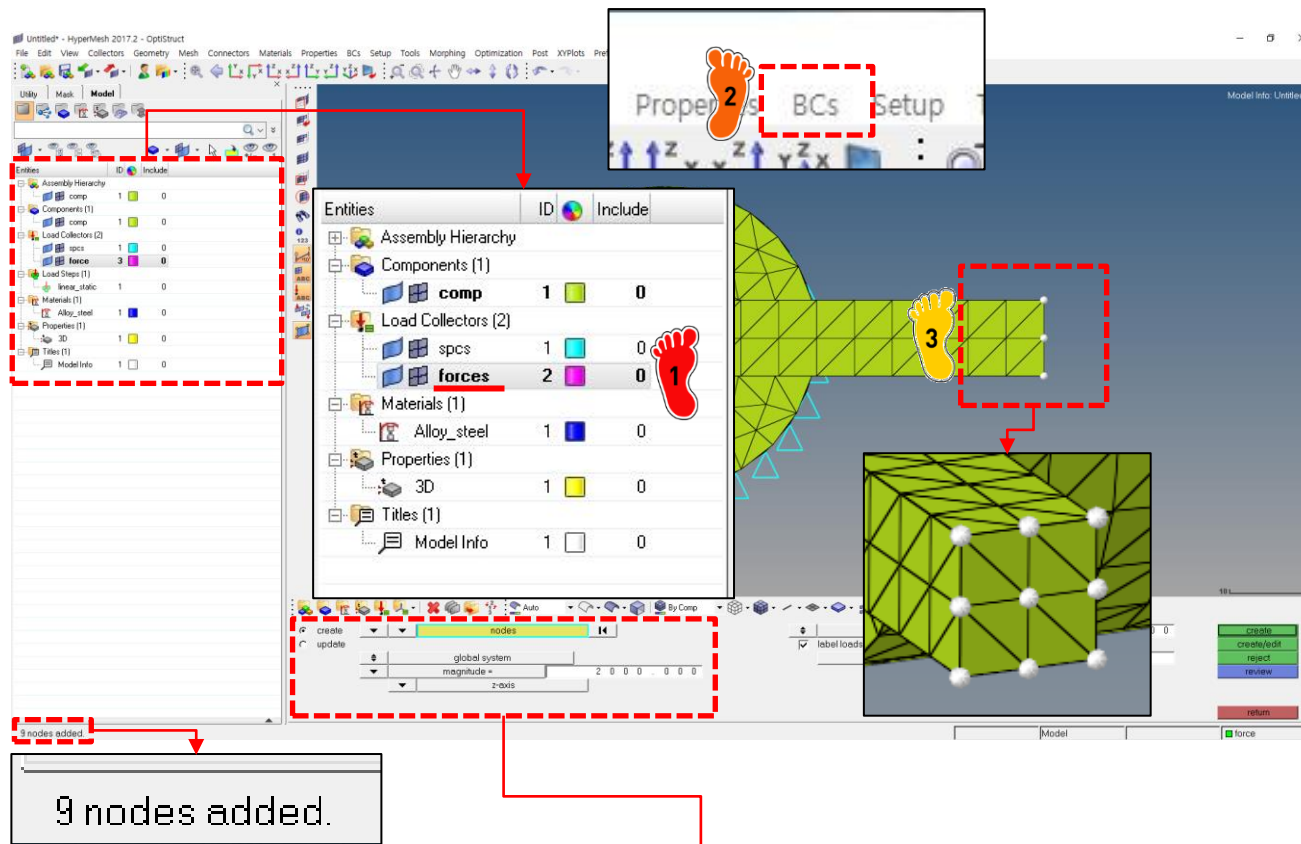
3 구속조건이 생성된 것을
확인

2

☒ dof1	=	0 . 0 0 0	create create/edit reject review
☒ dof2	=	0 . 0 0 0	
☒ dof3	=	0 . 0 0 0	
☒ dof4	=	0 . 0 0 0	
☒ dof5	=	0 . 0 0 0	
☒ dof6	=	0 . 0 0 0	
load types =		S P C	return

dof1~dof6 까지는 순서대로 x,y,z방향의 translation, x,y,z방향의 rotation 의미

하중조건 설정



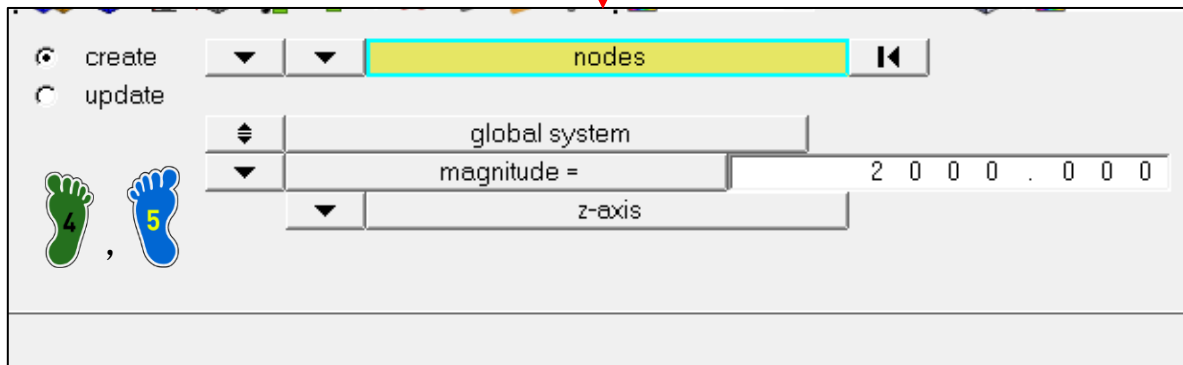
1 생성했던 load collector 중 forces를 활성화

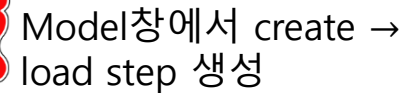
2 메뉴탭에서 BCs → create → forces 선택

3 막대 끝 절점 모두 선택 후 화면 왼쪽 하단에서 선택된 절점 개수 확인

4 z-axis 방향으로 magnitude = $18e3 / (\text{node 수})$ 입력 후 create (이 경우 2000)

5 같은 방법으로 절점을 다시 선택한 후 x-axis 방향으로 magnitude = $-15e3 / (\text{node 수})$ 입력 후 create (이 경우 -1666.67)

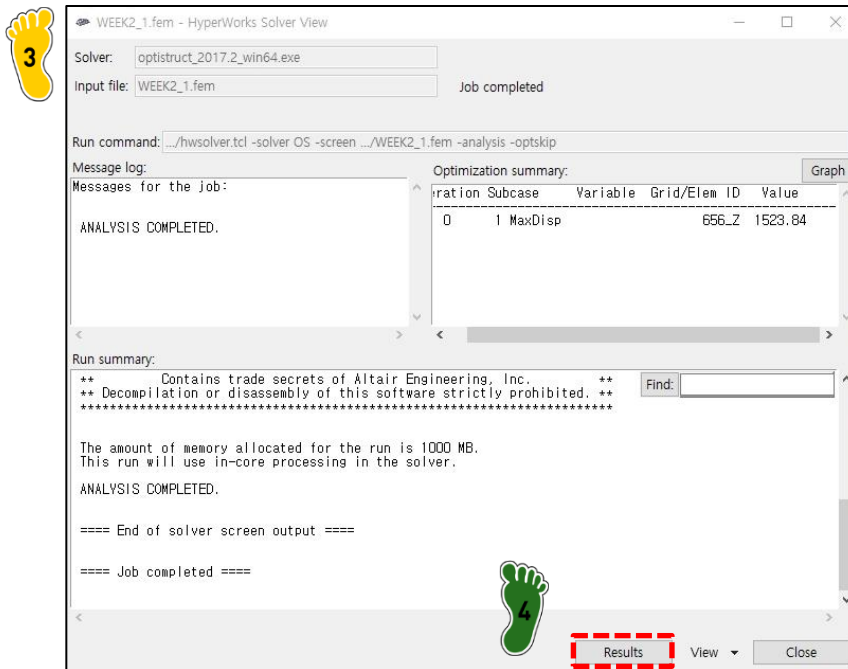
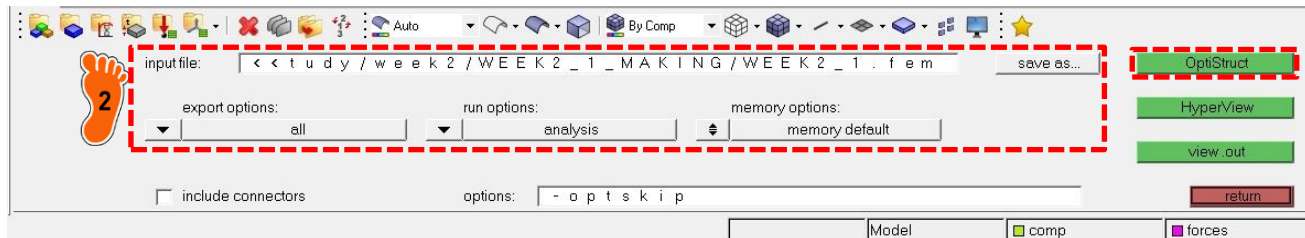
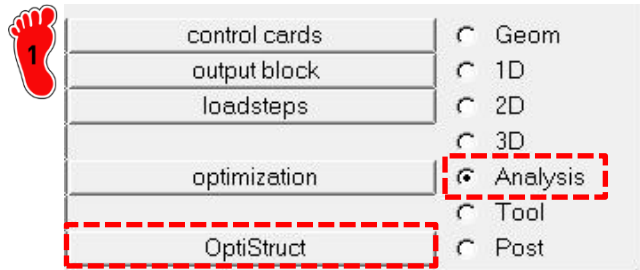




analysis type에서 Linear Static 선택.

SPC와 LOAD를 클릭하면 생성했던 load collector들을 선택할 수 있음. 각각에 맞게 입력

해석 실행



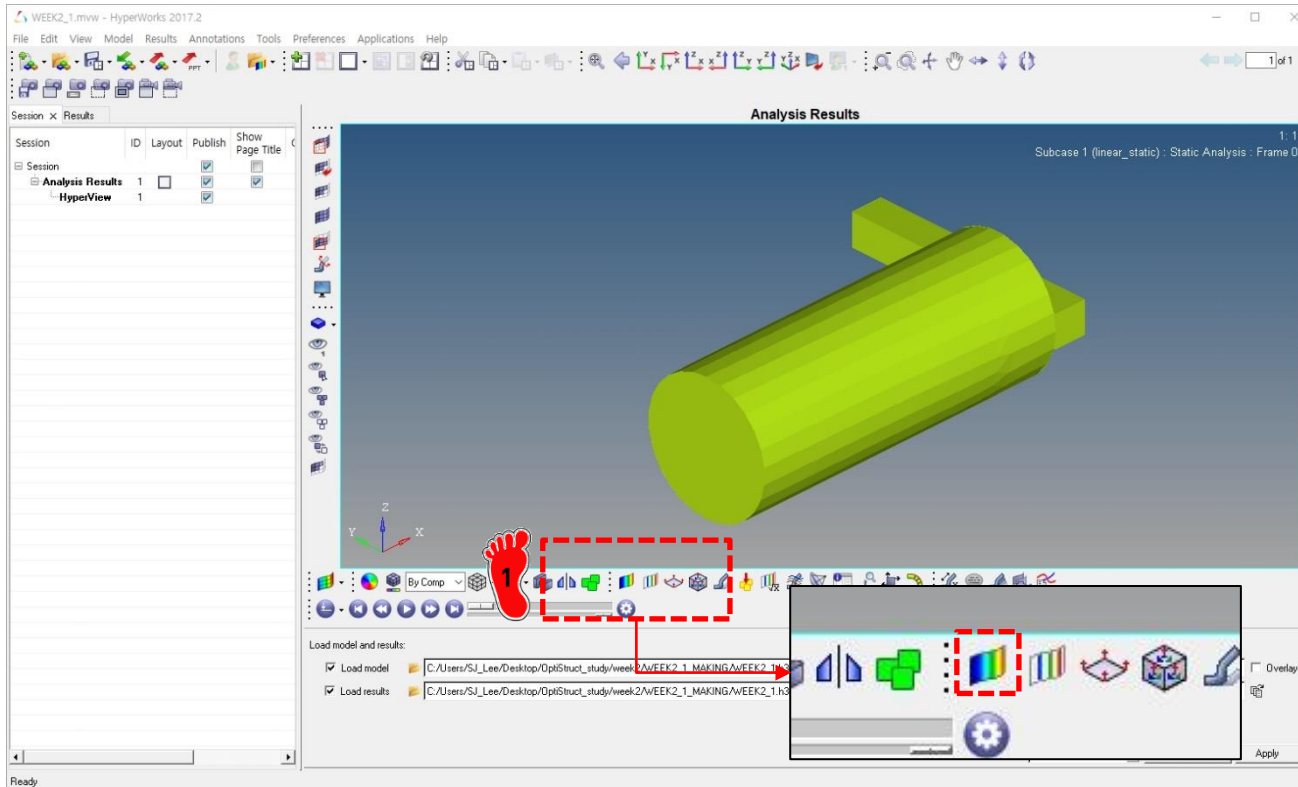
1 메뉴 바에서 Analysis → OptiStruct 클릭

2 save as로 저장 경로 설정.
(확장자명은 .fem으로)
export options → all
run options → analysis
memory options → memory default로 선택

3 해석이 완료되면 아래와 같은 solver view를 볼 수 있음. (문제가 있는 경우 에러 메시지를 보여줌)

4 Result를 클릭하면 hyperveiw로 넘어감

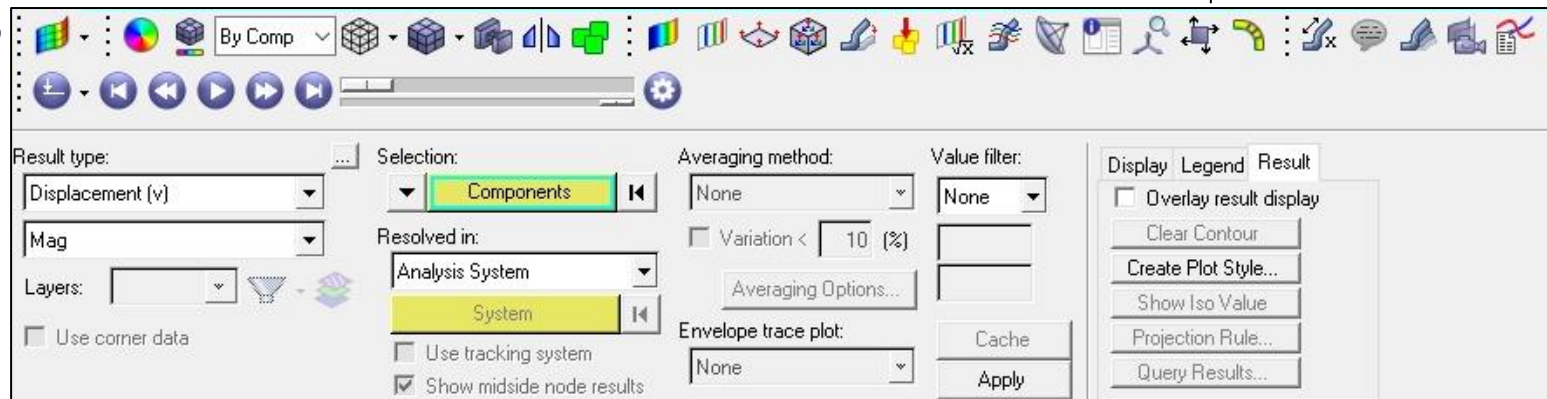
후처리 (1)



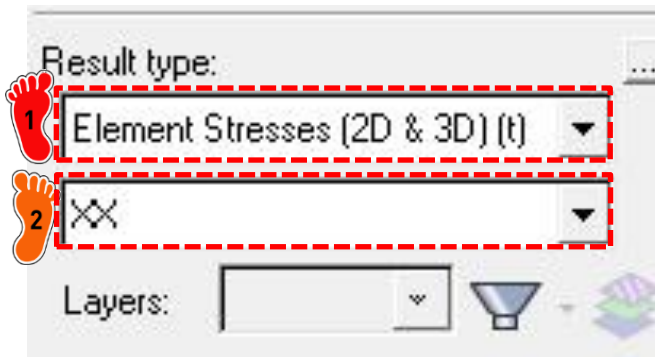
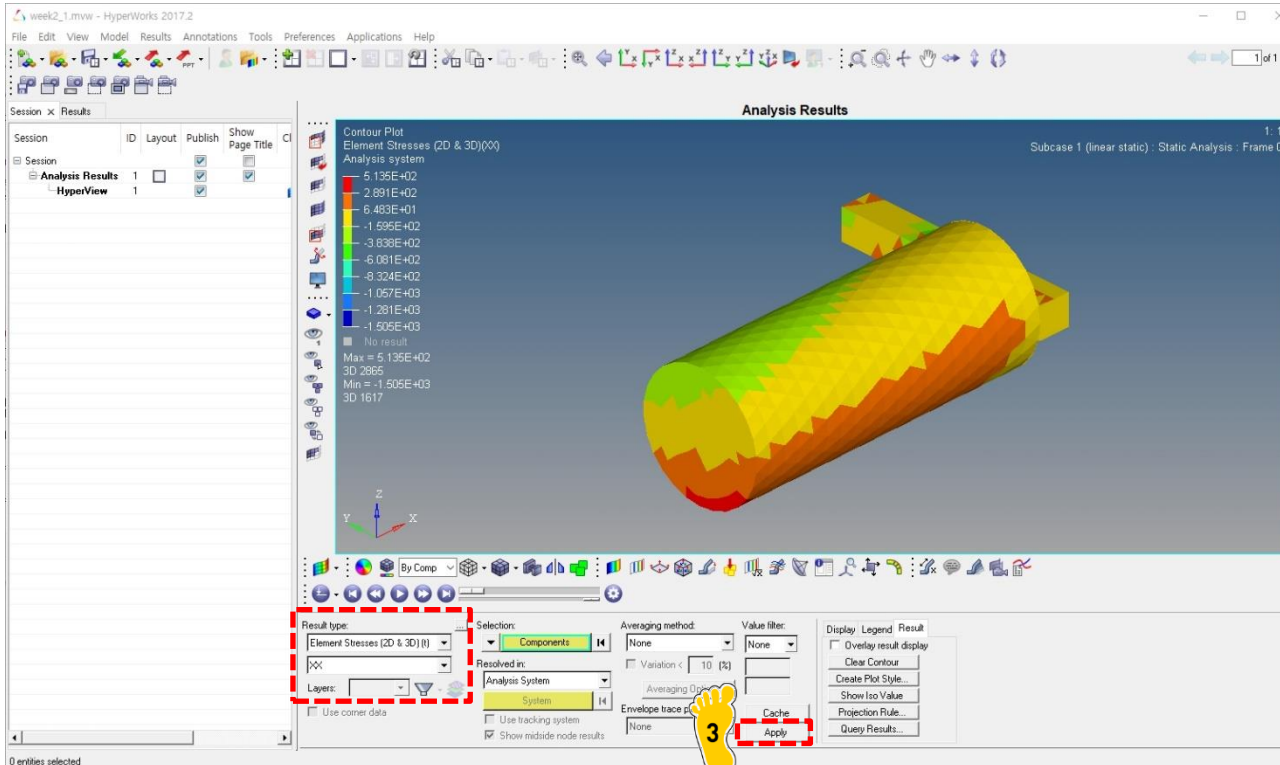
아이콘을 클릭



해석 결과를 볼 수 있는 메뉴 바를 확인



후처리 (2)

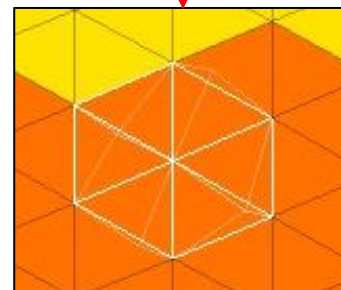
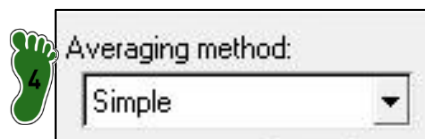
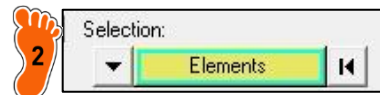
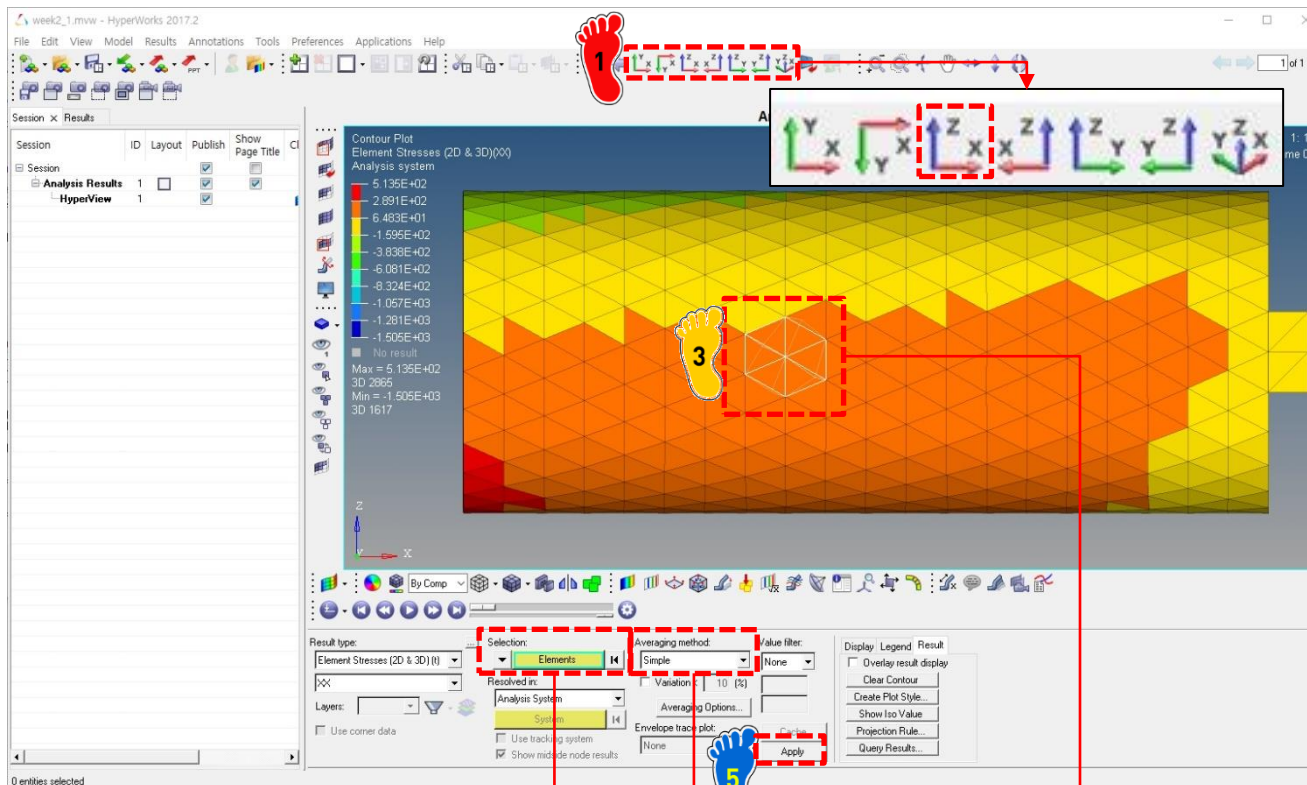


1 Result type을 Element Stresses(2D&3D)(t)로 변경

2 X방향 응력 결과를 보기 위해 XX로 변경

3 Apply 클릭

후처리 (3)



1 예제에서의 K지점 응력을 보기 위해  클릭

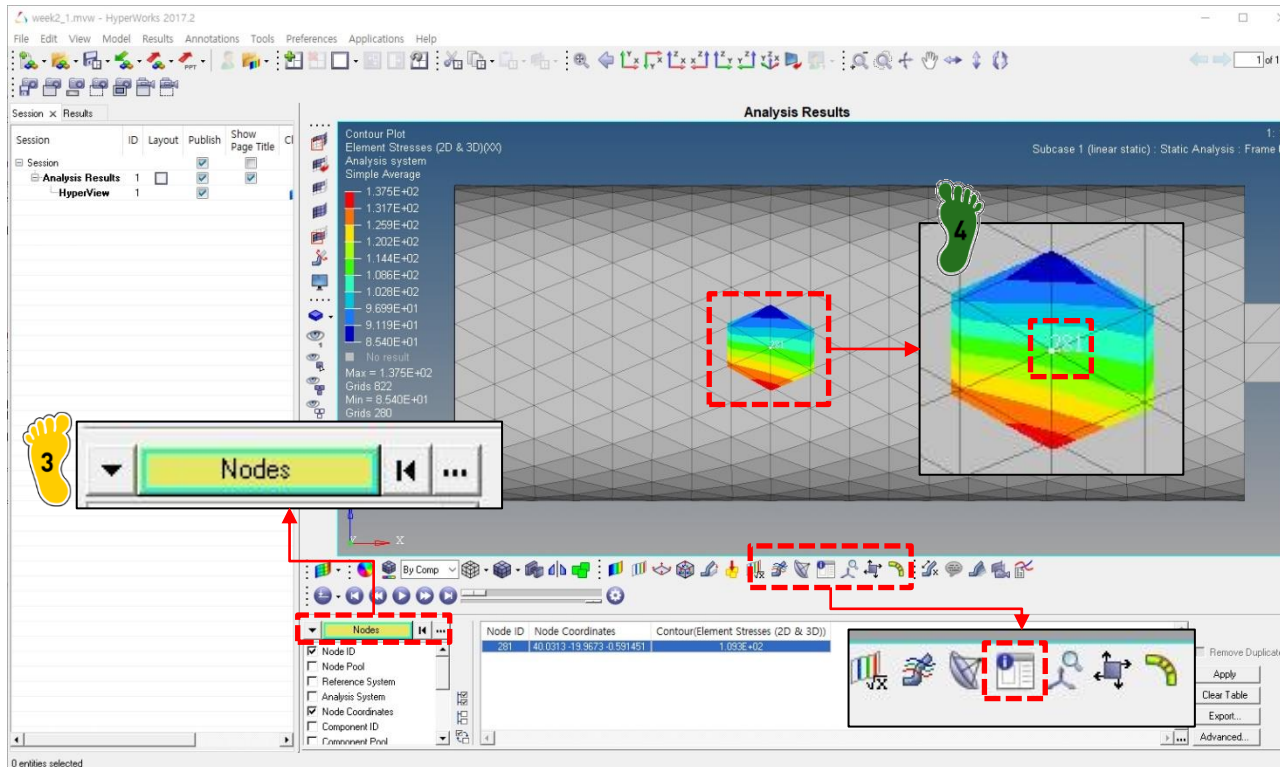
2 Selection을 Element로 선택

3 Element size가 5인것을 참고하여 (40,0,0)주변의 element 모두 선택

4 Averaging method에서 simple 선택

5 Apply 클릭

후처리 (4)



1 선택한 element 에서 X방향
응력값을 볼 수 있음

2 절점에서 계산된 값을 보기
위해  클릭

3 왼쪽 창에서 Nodes선택

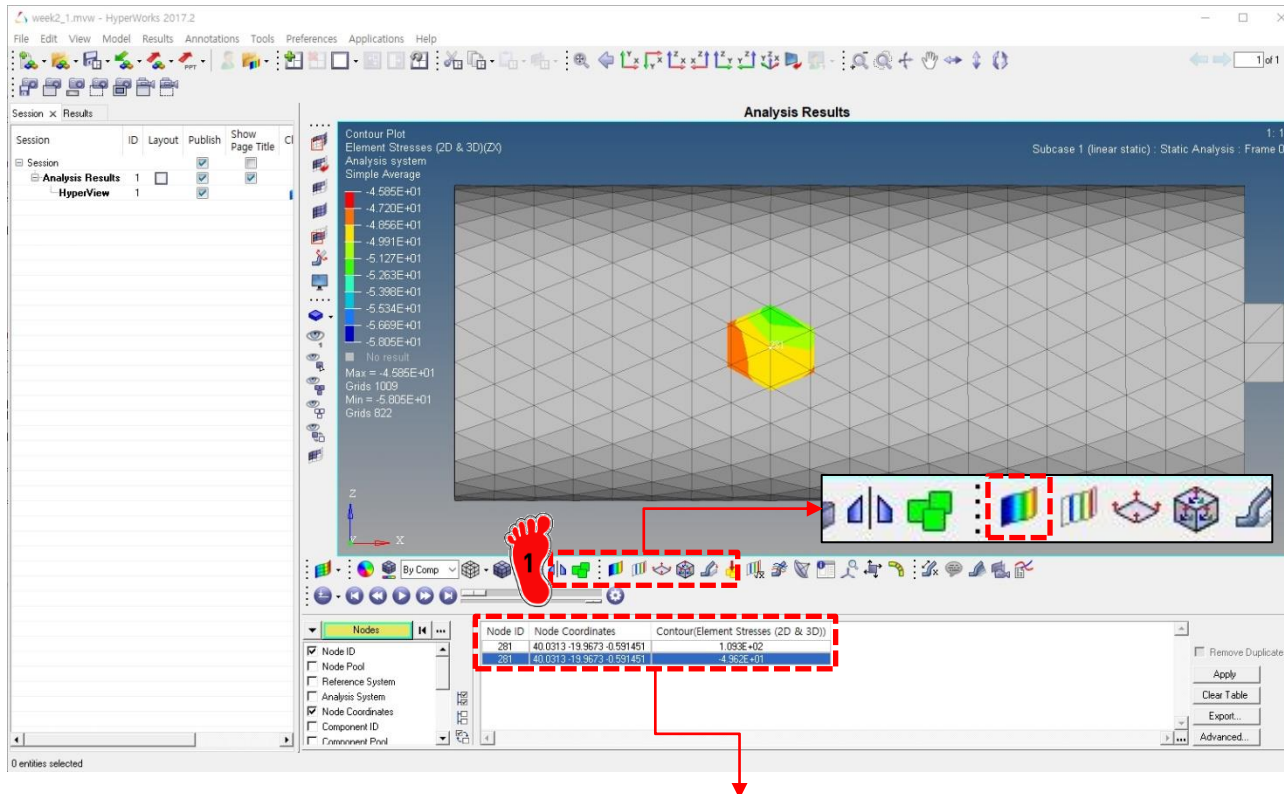
4 Element로 둘러싸인 절점
클릭

5 X방향 응력 값 109.3MPa
확인 가능. (오차 1.74%)

5

Node ID	Node Coordinates	Contour(Element Stresses (2D & 3D))
281	40.0313 -19.9673 -0.591451	1.093E+02

후처리 (5)



아이콘 클릭 후 Result type에서 ZX를 선택 후 apply 클릭



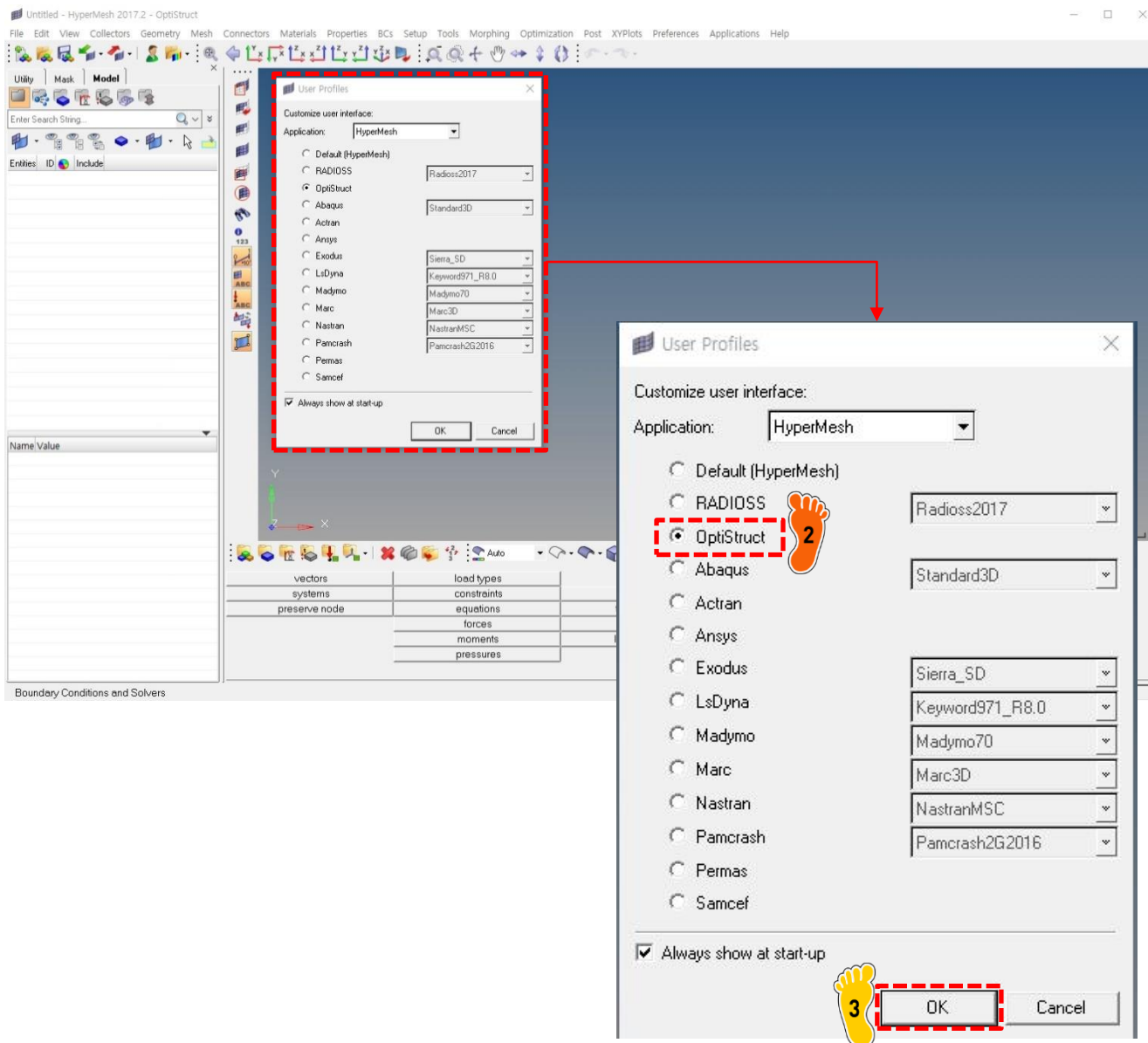
ZX방향 전단응력 결과 확인
-49.62MPa (오차 5.52%)



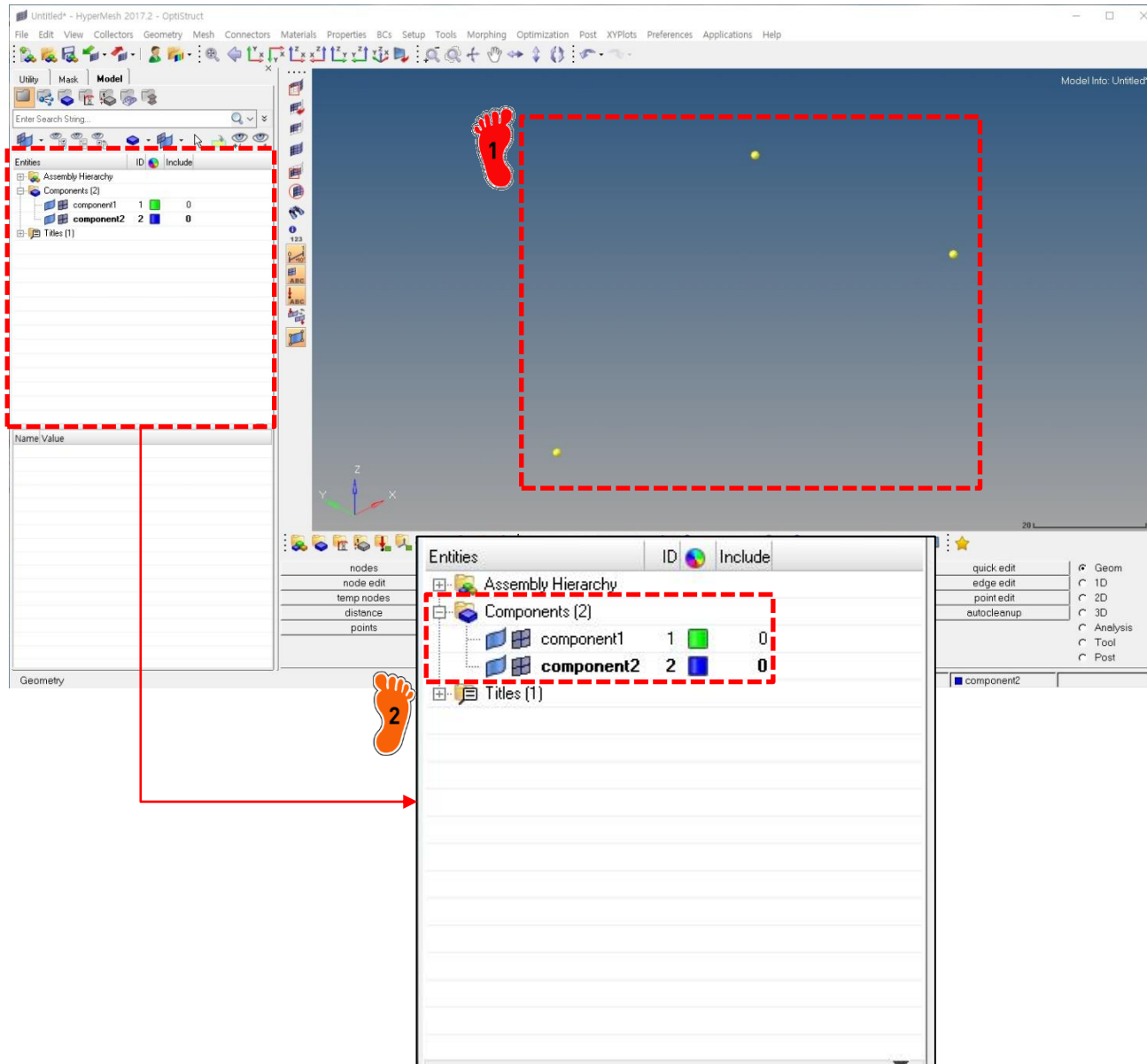
Node ID	Node Coordinates	Contour(Element Stresses (2D & 3D))
281	40.0313 -19.9673 -0.591451	1.093E+02
281	40.0313 -19.9673 -0.591451	-4.962E+01

복합하중 문제 빔 요소

기하형상 생성 (1)



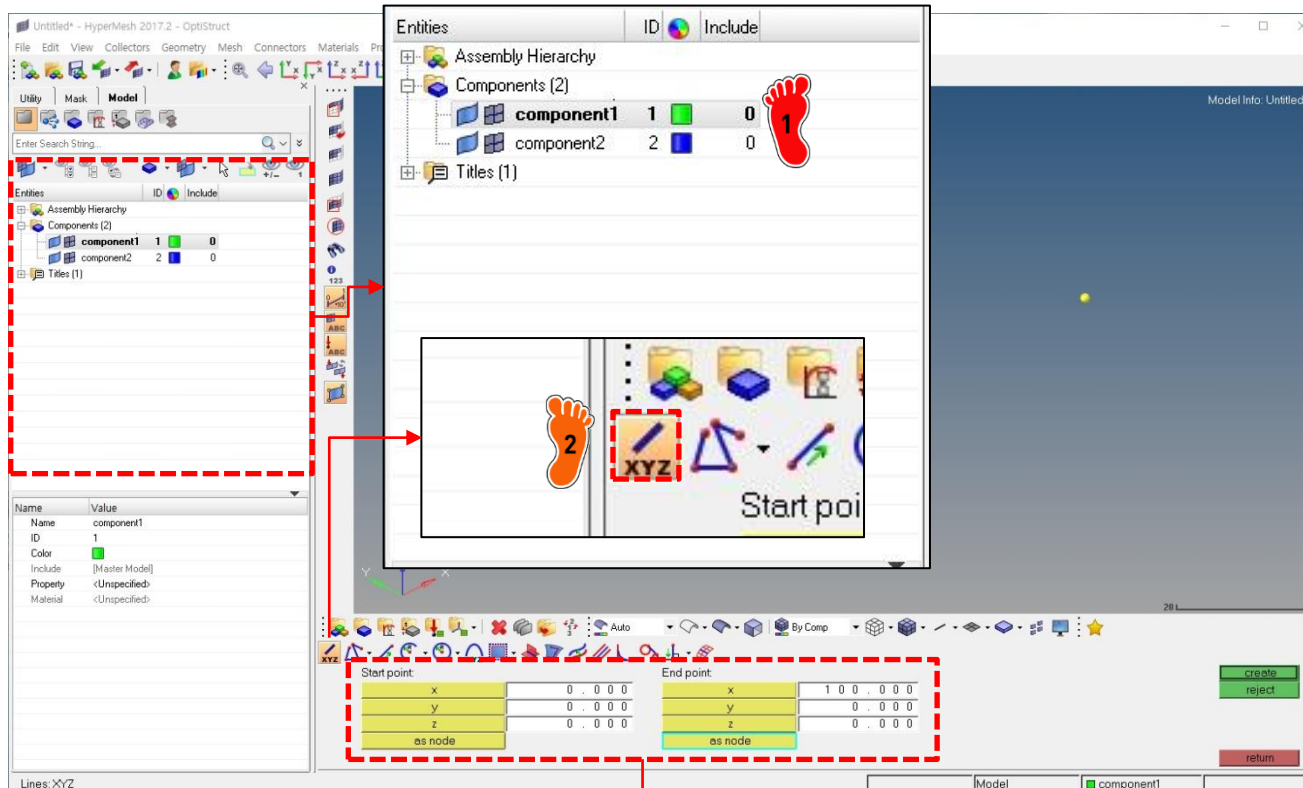
기하형상 생성 (2)



1 기본 메뉴 바에서 nodes를 선택 후 $(0,0,0)$, $(100,0,0)$, $(100,50,0)$ 세 개의 노드 생성

2 Model 창에서 우클릭 후 create → component 두 개 생성 (각각 다른 단면 정보를 부여하기 위함)

기하형상 생성 (3)



1 Component1을 활성화한 상태에서 기본 메뉴바에서 lines 클릭

2  아이콘 클릭

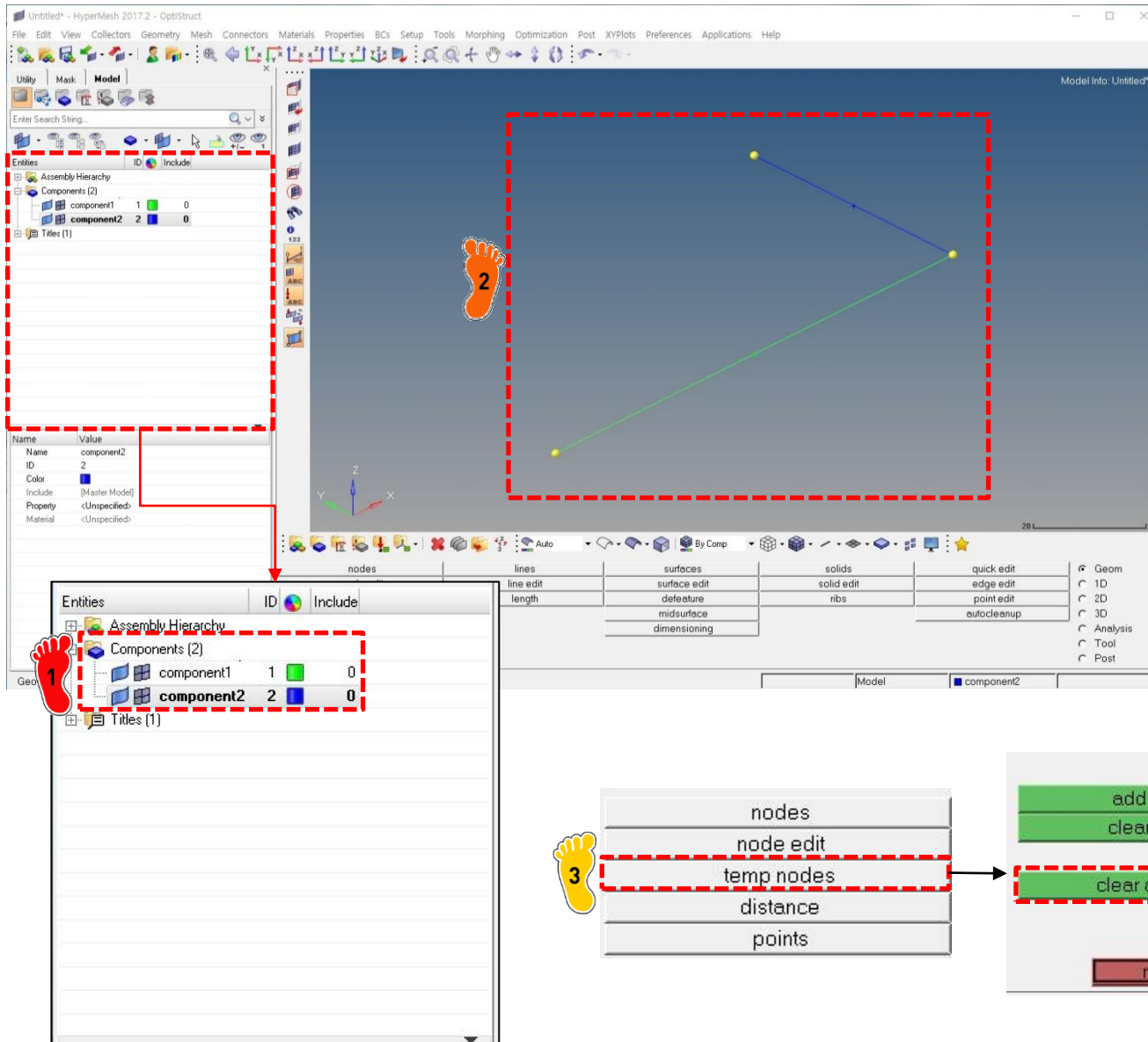
(시작점과 끝점으로 line 정의)

3 Start point 에서 as node 클릭 후 (0,0,0) 에 생성한 노드 클릭

4 End point에서 as node 클릭 후 (100,0,0) 에 생성한 노드 클릭 후 create

Start point:		End point:	
x	0 . 0 0 0	x	1 0 0 . 0 0 0
y	0 . 0 0 0	y	0 . 0 0 0
z	0 . 0 0 0	z	0 . 0 0 0
as node		as node	

기하형상 생성 (4)



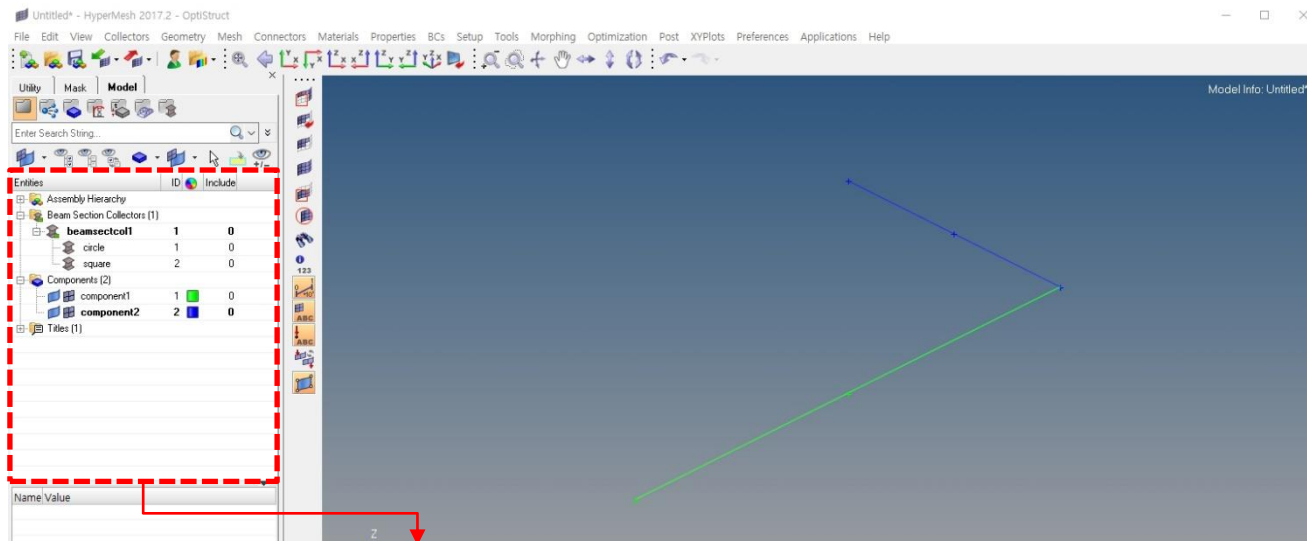
1 같은 방법으로 component2를 활성화

2 (100,0,0)과 (100,50,0)을 잇는 line 생성

서로 다른 component에 선이 생성된 것을 확인

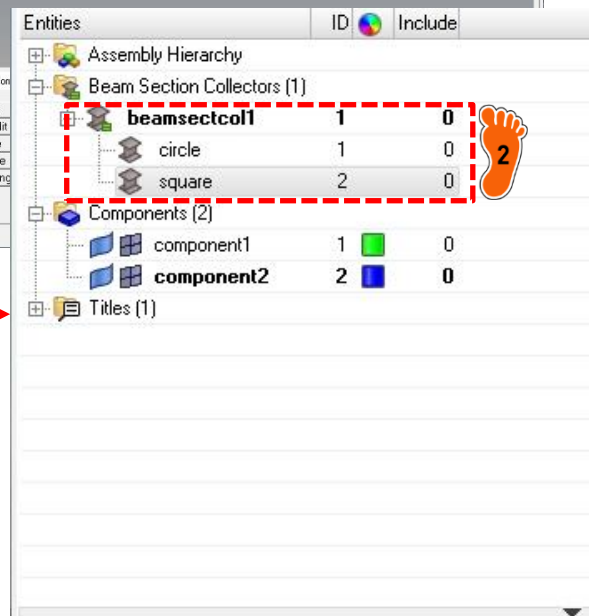
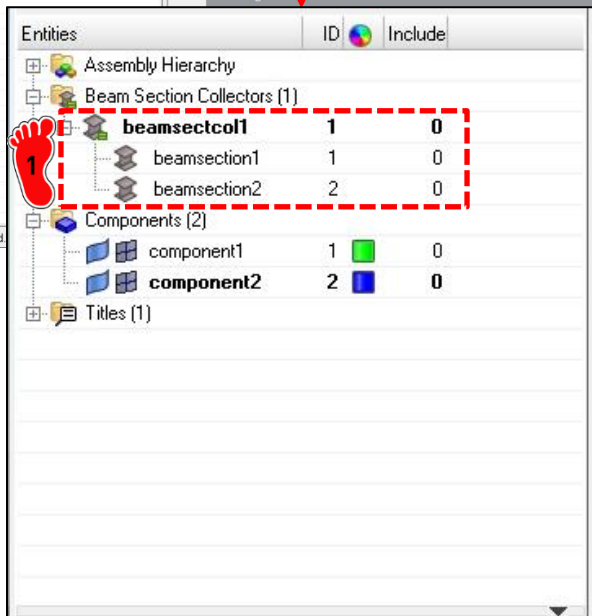
3 앞에서와 마찬가지로 temp nodes 클릭 후 clear all 클릭

단면 정보 생성(1)



1 왼쪽 Model창에서 우클릭.
create → Beamsection으로
단면정보 두 개 생성

2 이름을 각각 circle 과
square로 수정



단면 정보 생성(2)

Beam Section Collectors (1)

beamsectcol1	1	0
circle	1	0
square	2	0

Properties

Name	Value
Name	circle
ID	1
Include	[Master Model]
Collector	(1) beamsectcol1
Config	Standard
Section Type	ROD
Parameter Definitions	
Radius DIM1	20.0
Data	
Area	1256.6370614359
Centroid: Local Yc	0.0
Centroid: Local Zc	0.0
MOI: Local IY	125663.70614359
MOI: Local IZ	125663.70614359
MOI: Local IYZ	0.0
MOI: Centroidal Iy	125663.70614359
MOI: Centroidal Iz	125663.70614359

Properties

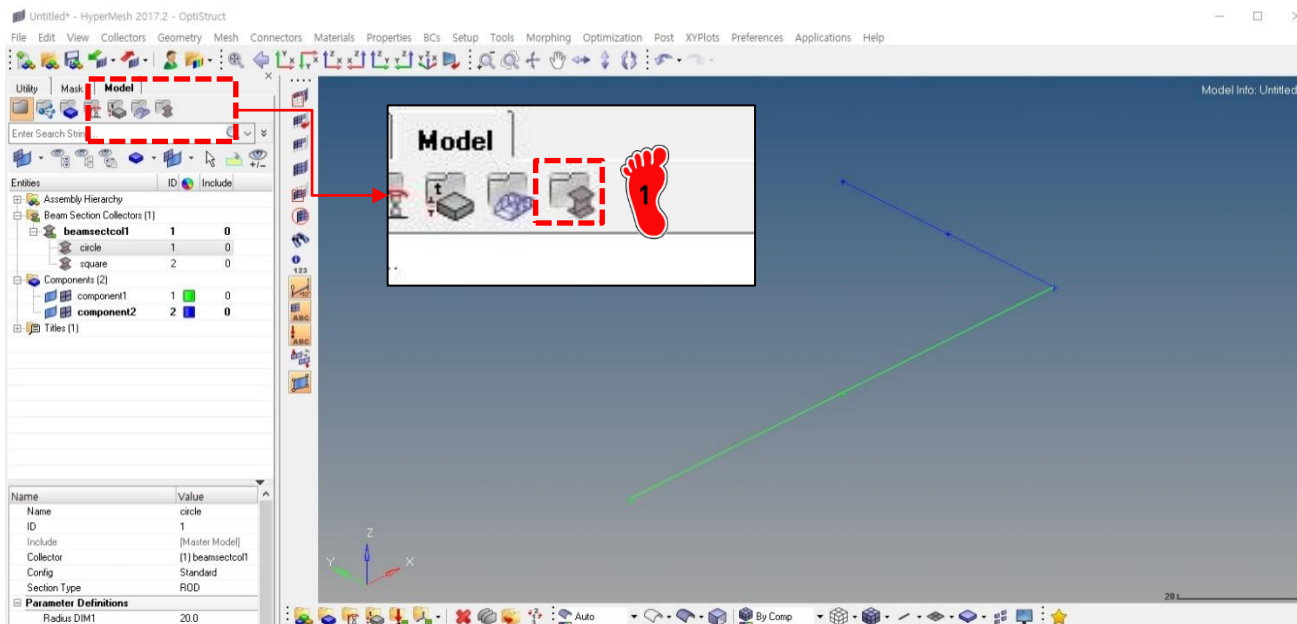
Name	Value
Name	square
ID	2
Include	[Master Model]
Collector	(1) beamsectcol1
Config	Standard
Section Type	BAR
Parameter Definitions	
Dimension DIM1	10.0
Dimension DIM2	10.0
Data	
Area	100.0
Centroid: Local Yc	0.0
Centroid: Local Zc	0.0
MOI: Local IY	833.333333333333
MOI: Local IZ	833.333333333333
MOI: Local IYZ	0.0
MOI: Centroidal Iy	833.333333333333

1 Model창에서 circle 단면 클릭

2 아래 정보 창에서 Section Type을 ROD로 선택, Radius DIM1에 20입력

3 같은 방법으로 square 단면은 BAR 선택 후 각각 10 입력

단면 정보 생성(3)

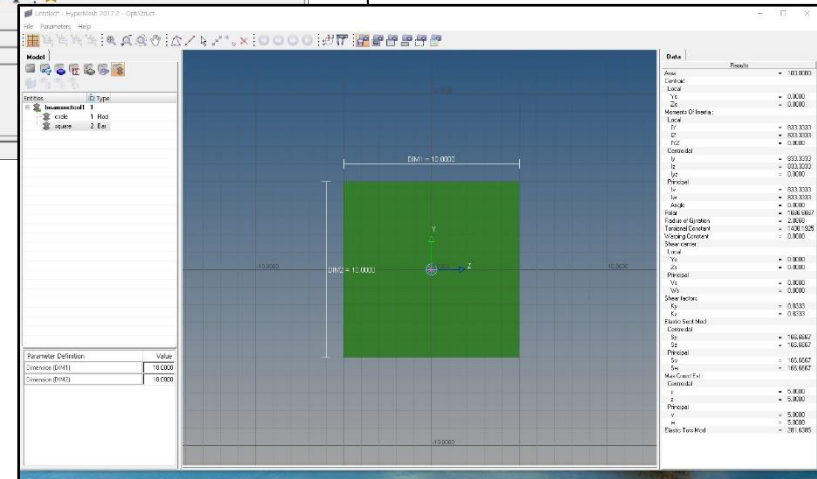
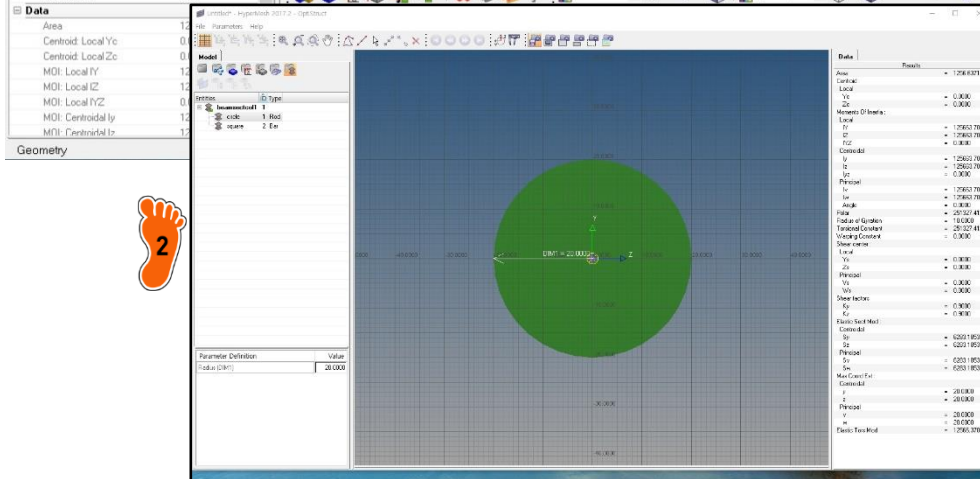


아이콘 클릭

단면 정보를 볼 수 있는
Hyperbeam view로 이동



단면 형상과 수치 확인



재료 물성 및 특성 입력 (1)

The screenshot shows the HyperMesh 2017.2 interface with the following components:

- Entities Panel:** Lists various entities including Beam Section Collectors, Components, Materials, Properties, and Titles. Red dashed boxes and foot icons highlight:
 - Materials (1):** alloy_steel (1) [Red box, Foot 1]
 - Properties (2):** 1D circle (1) [Blue box, Foot 2], 1D square (2) [Purple box, Foot 2]
- Properties Panel:** Shows the definition of a new property. Red dashed boxes and foot icons highlight:
 - Card Image:** PBEAML [Red box, Foot 3]
 - Material:** (1) alloy_steel [Red box, Foot 3]
 - Beam Section:** Beamsection [Red box, Foot 4]
- Select Beamsection Dialog:** A dialog box showing the selection of a beam section. It lists 'circle' (ID 1) and 'square' (ID 2). Red dashed boxes and foot icons highlight:
 - Beam Section:** Beamsection [Red box, Foot 4]

1 3D와 동일하게 Material 생성 후 물성치와 이름 입력 (E = 210000, NU = 0.28)

2 Property 2개 생성 후 1D circle과 1D square 입력

3 각각 특성에 Card image를 PBEAML로 설정 후 Material정보 입력

4 두 특성 이름에 맞춰 단면정보도 입력

재료 물성 및 특성 입력 (2)

WEEK2_2.hm* - HyperMesh 2017.2 - OptiStruct

File Edit View Collectors Geometry Mesh Connectors Materials Properties BCs Setup Tools Morphing Optimization Post XYPlots Preferences Applications Help

Utility Mask Model

Enter Search String...

Entities

Assembly Hierarchy

Beam Section Collectors (1)

beamsectcol1

circle 1 0

square 2 0

Components (2)

component1 1 0

component2 2 0

Materials (1)

alloy_steel 1 0

Properties (2)

1D circle 1 0

1D square 2 0

Titles (1)

Name Value

Name component1

ID 1

Color

Include [Master Model]

Property

Material <Unspecified>

2 of 2 properties pass filter

Select Property

Name	ID	Color	Card Image	Defined
1D circle	1		PBEAM	☒
1D square	2		PBEAM	☒

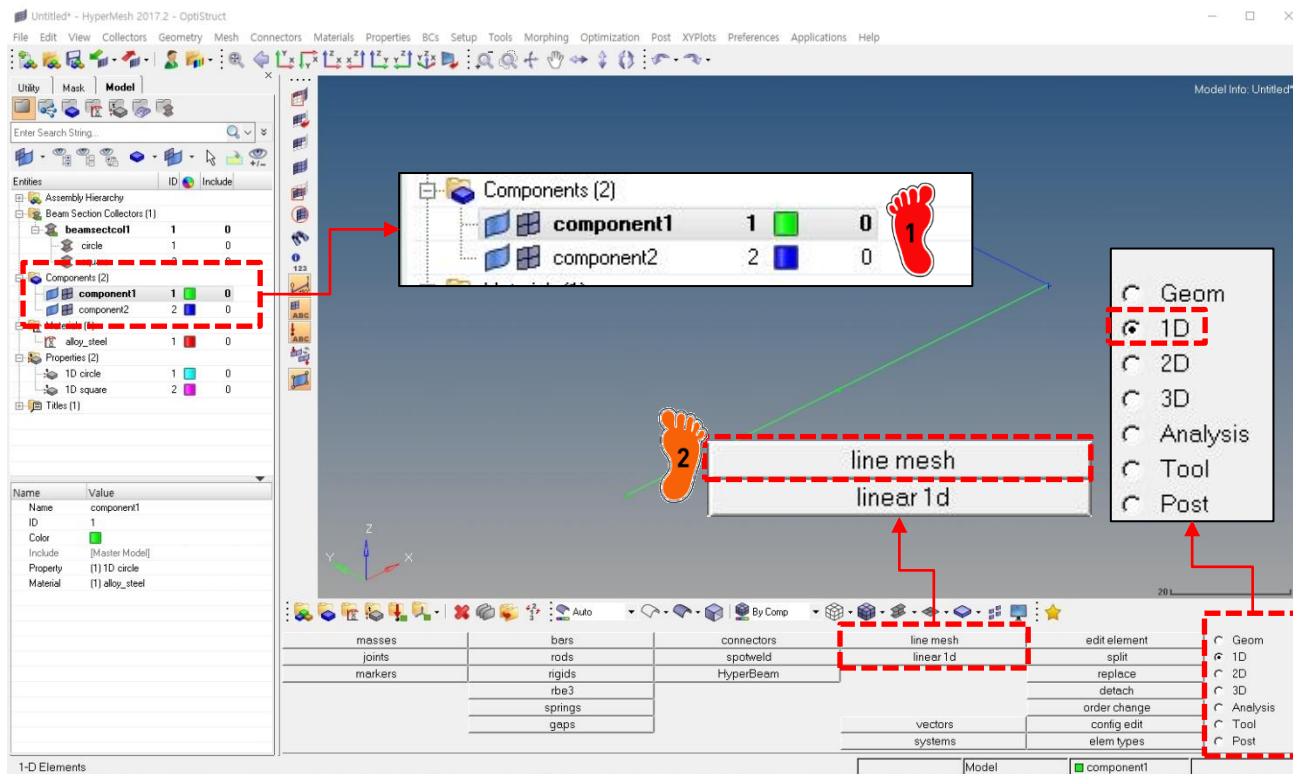
OK Cancel

1 Component1을 클릭

2 정보 창에서 Property 에 1D circle 선택

Component2도 같은 방법으로 1D square 입력

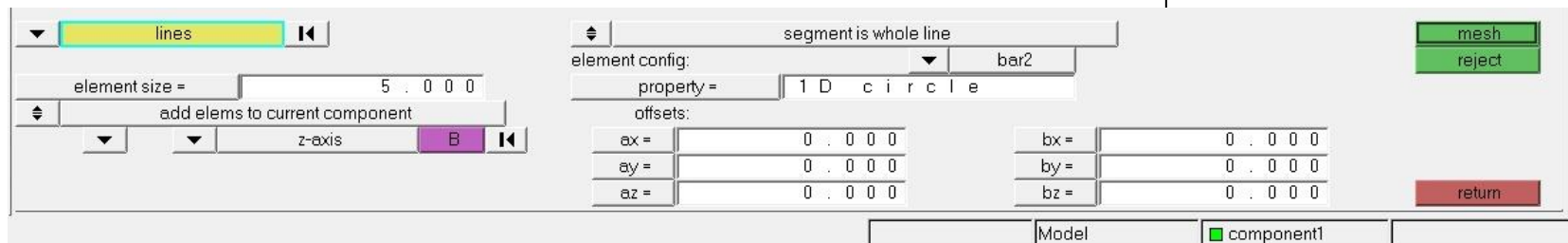
요소망 생성(1)



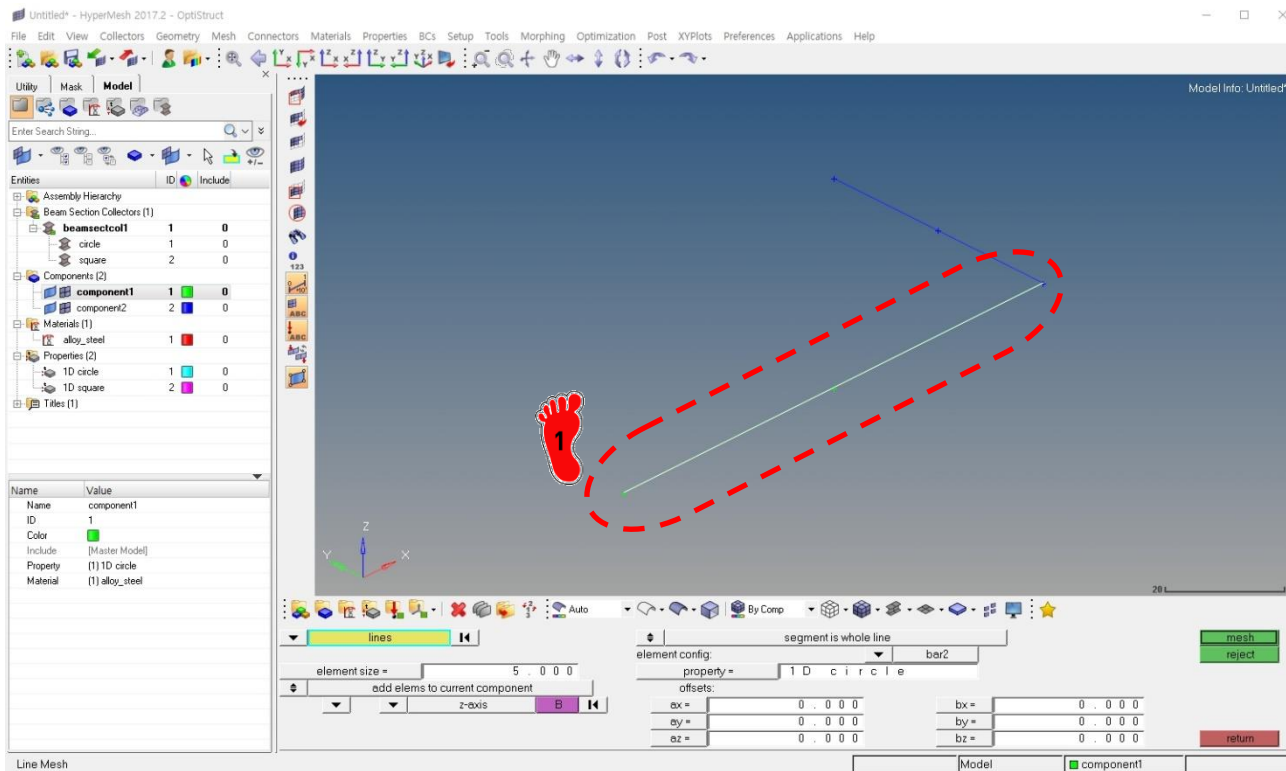
1 component1 활성화

2 메뉴바에서 1D → line mesh 클릭

3 Mesh 생성 창이 나오는 것을 확인



요소망 생성(2)



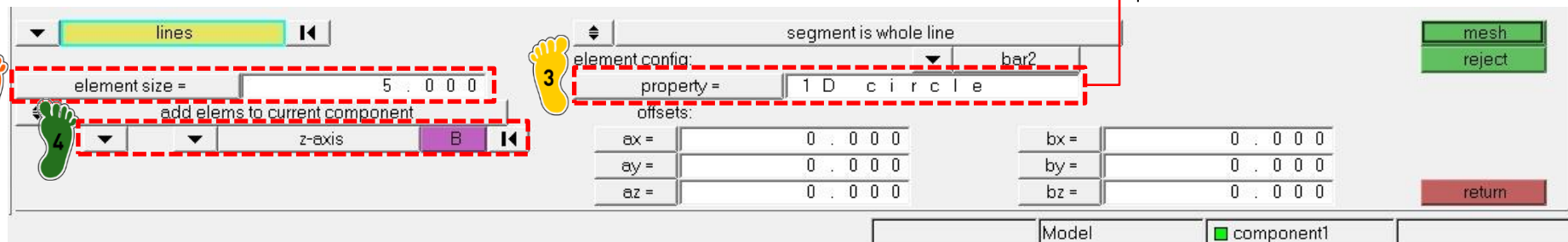
1 Component1에 해당하는 선 클릭

2 element size = 5 입력

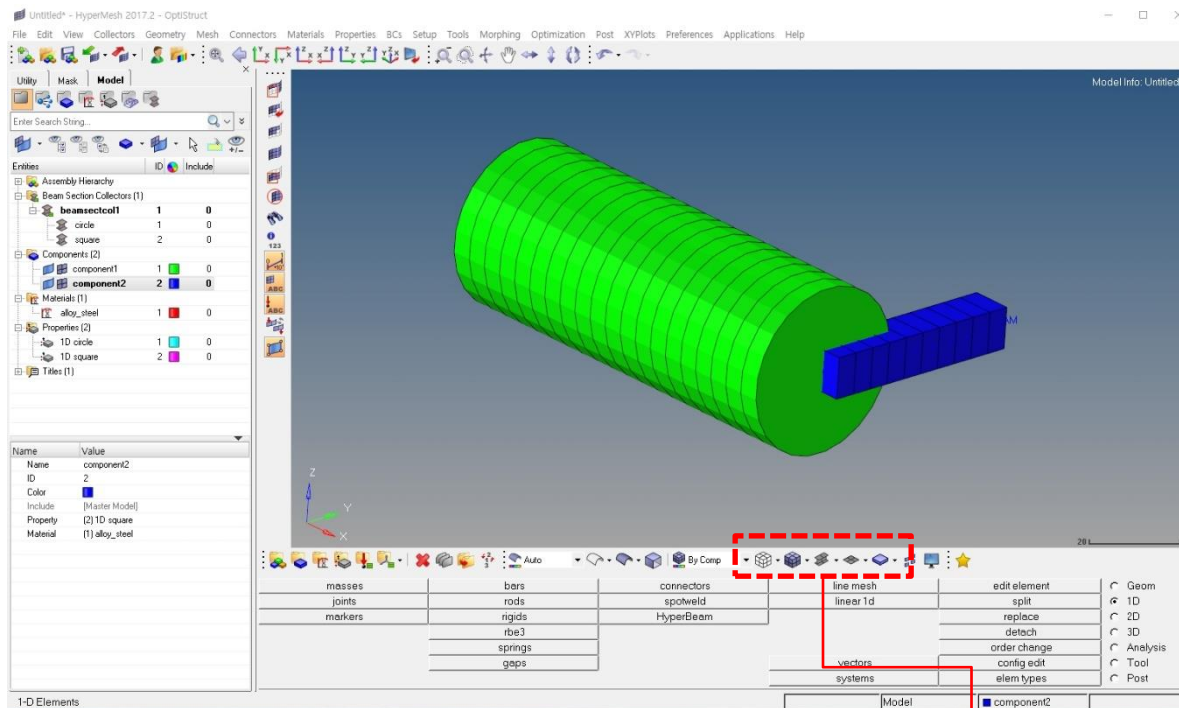
3 Property 클릭 후 1D circle 선택, bar2 선택

4 기준 축을 auto가 아닌 vector로 수정. z-axis로 설정 후 mesh

1D circle
1D square

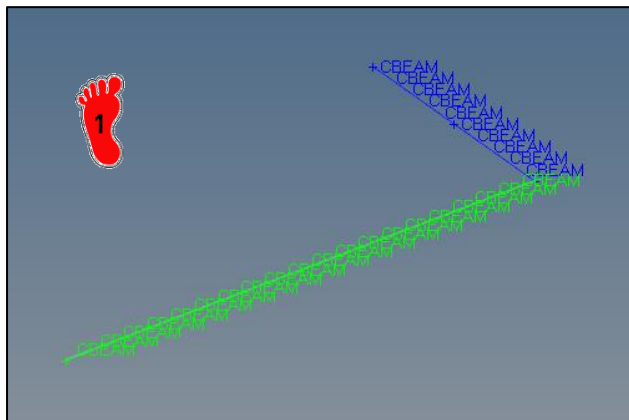


요소망 생성(3)

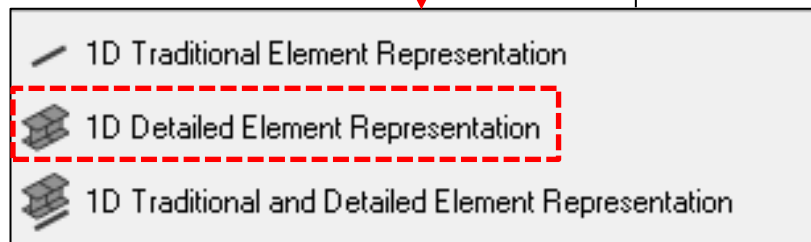


1 Component2를 활성화하고 같은 방식으로 막대부분 mesh

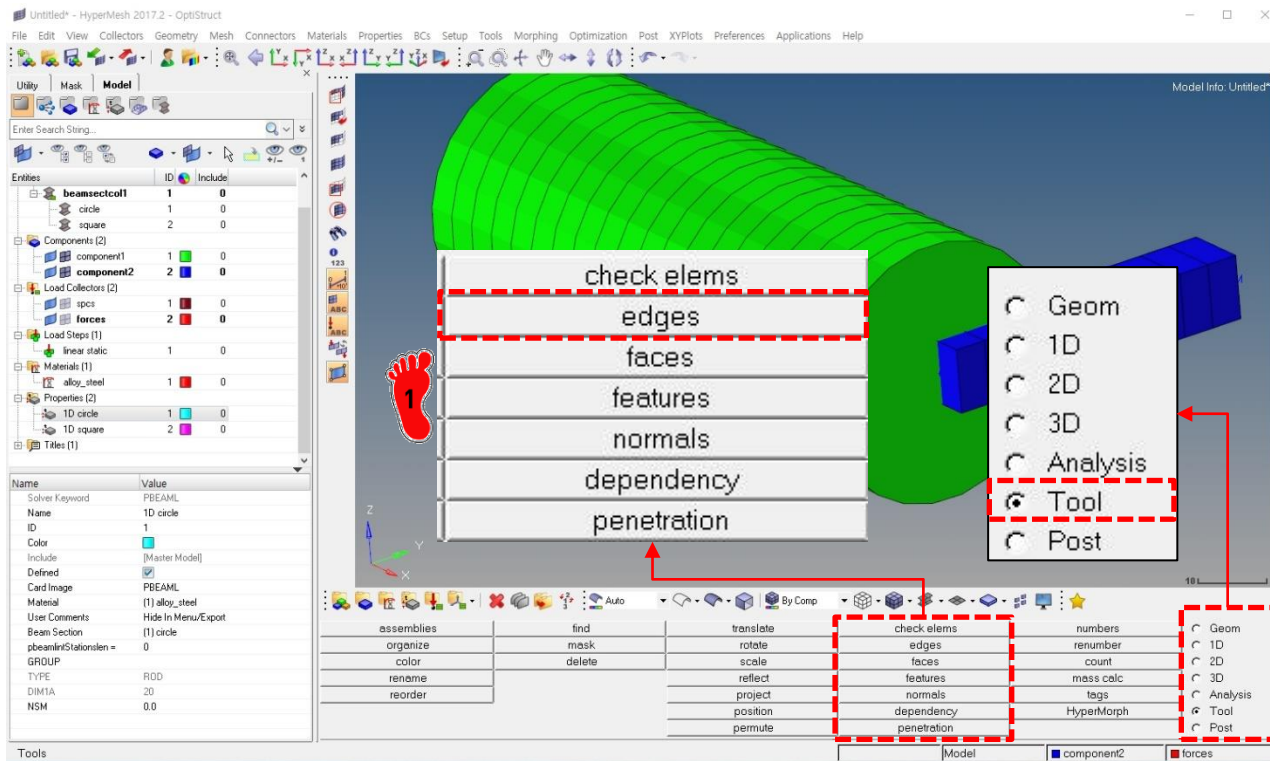
2  아이콘 옆 화살표를 클릭한 후  를 선택하면 형상을 확인할 수 있음



2

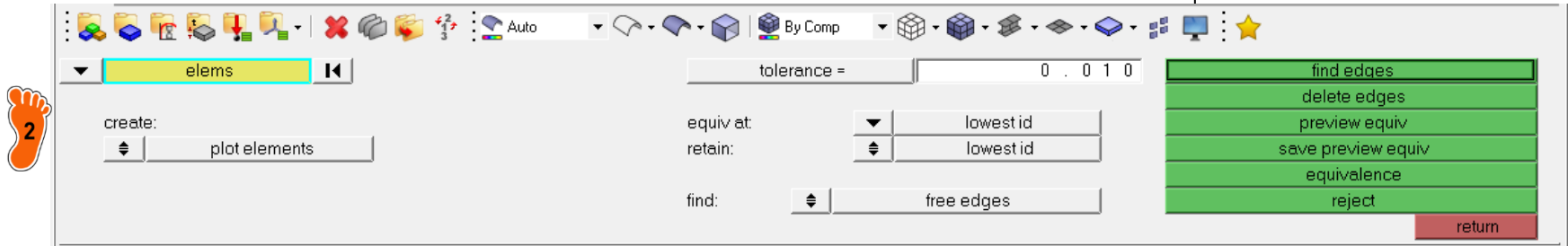


요소망 생성(4)

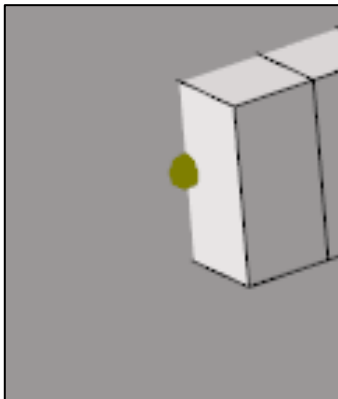
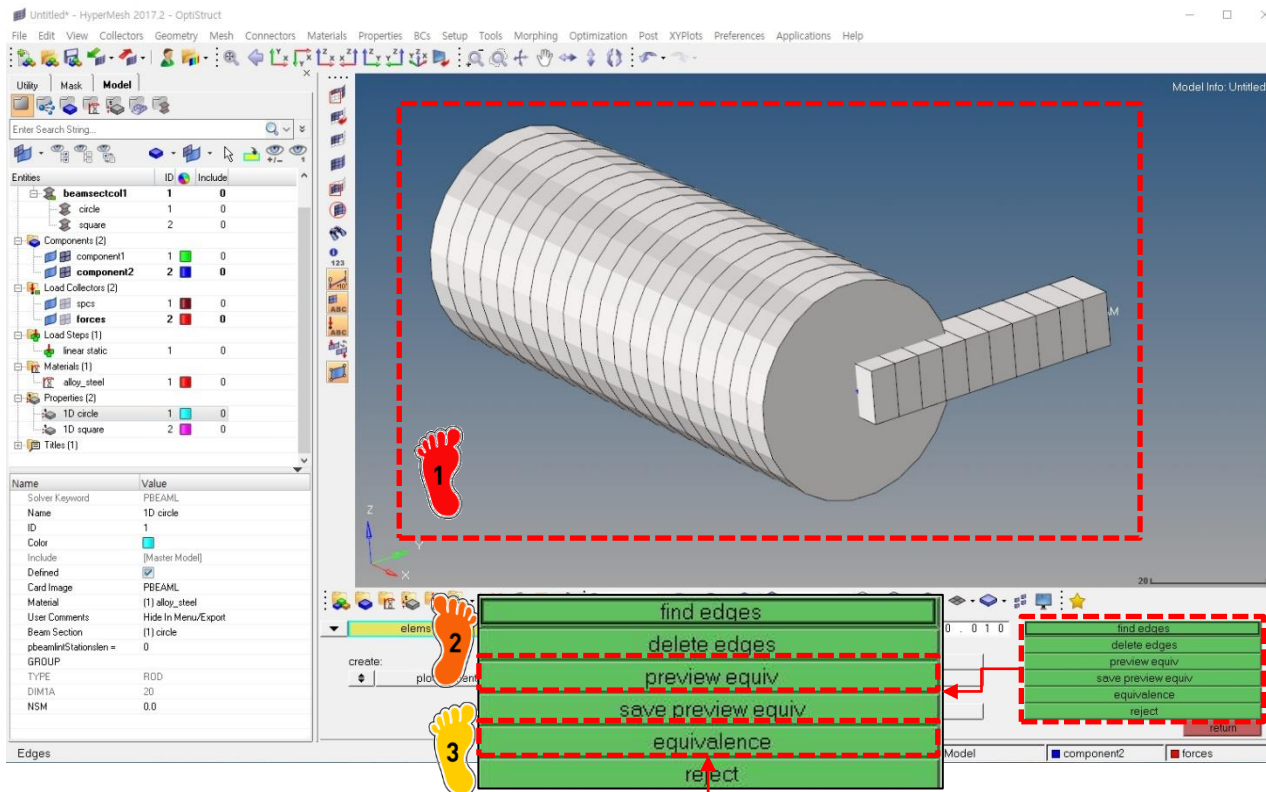


1 메뉴바에서 Tool을 클릭 후 edges 클릭

2 tolerance범위 내에 떨어진 점을 찾아주는 창 확인

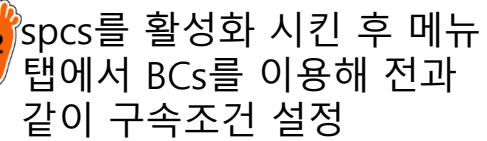


요소망 생성(5)

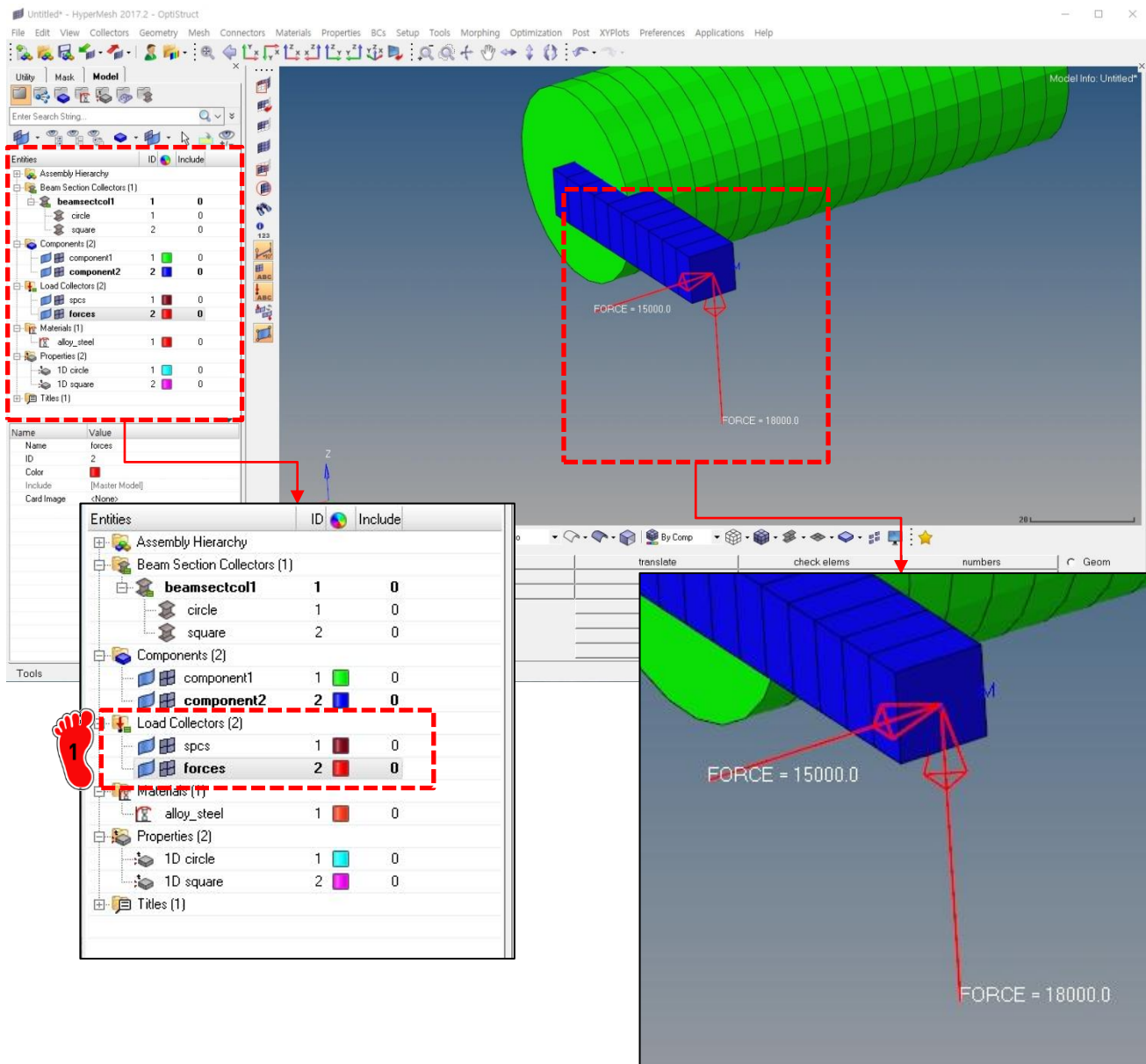


※같은 점에 위치해도
다른 component 에서
mesh를 생성하면 위와
같은 과정이 필요

- 1 두 component에 있는 모든 line mesh 선택
- 2 preview equiv를 클릭하면 떨어진 점을 표시
- 3 꺾이는 지점에서 떨어진 점이 표시되는 것을 확인 후 equivalence 클릭



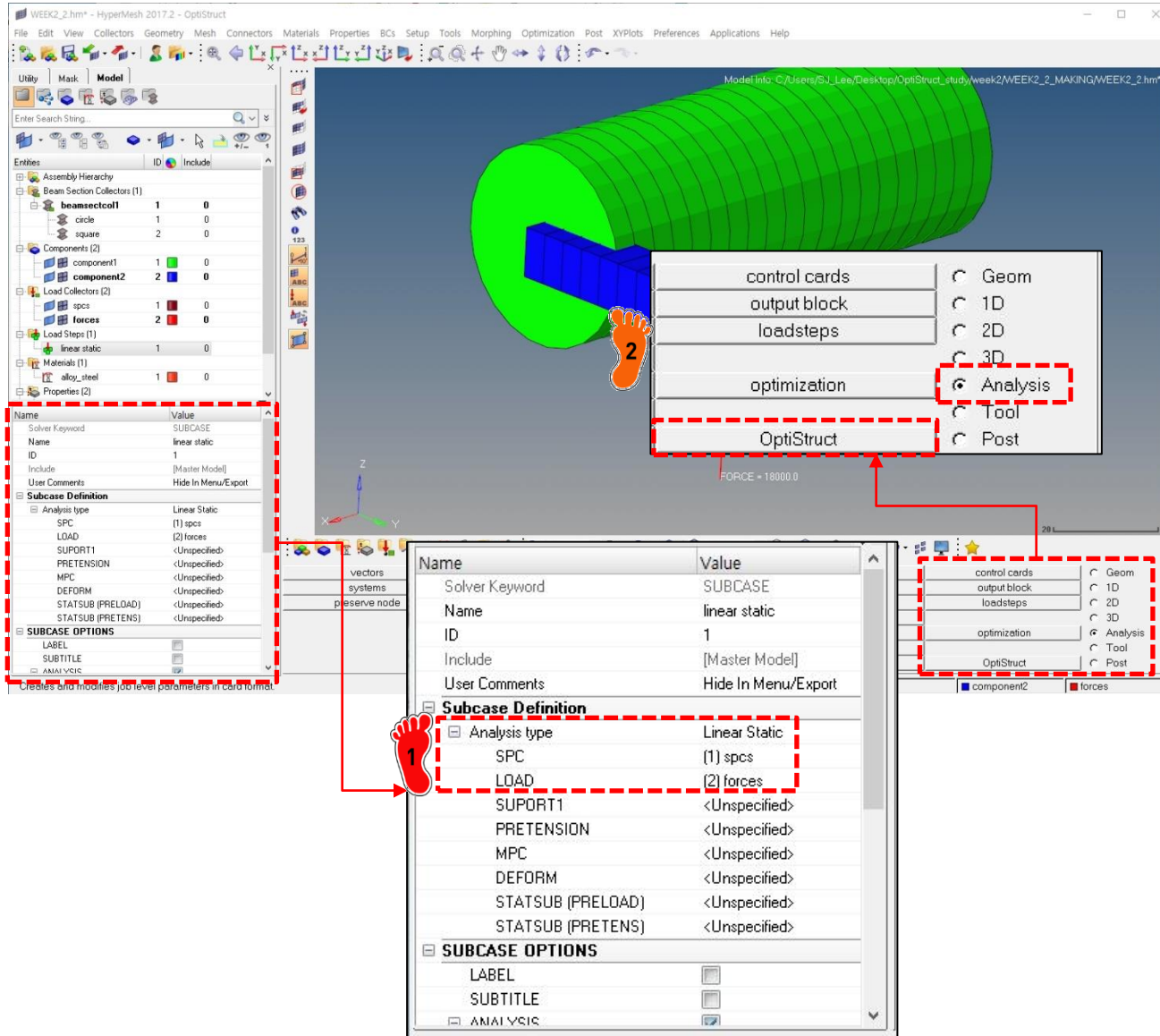
하중조건 설정



1 같은 방법으로 forces를 활성화하고 문제의 하중조건 부여

$$F_x = -15kN, F_z = 18kN$$

해석 케이스 정의 및 해석 실행

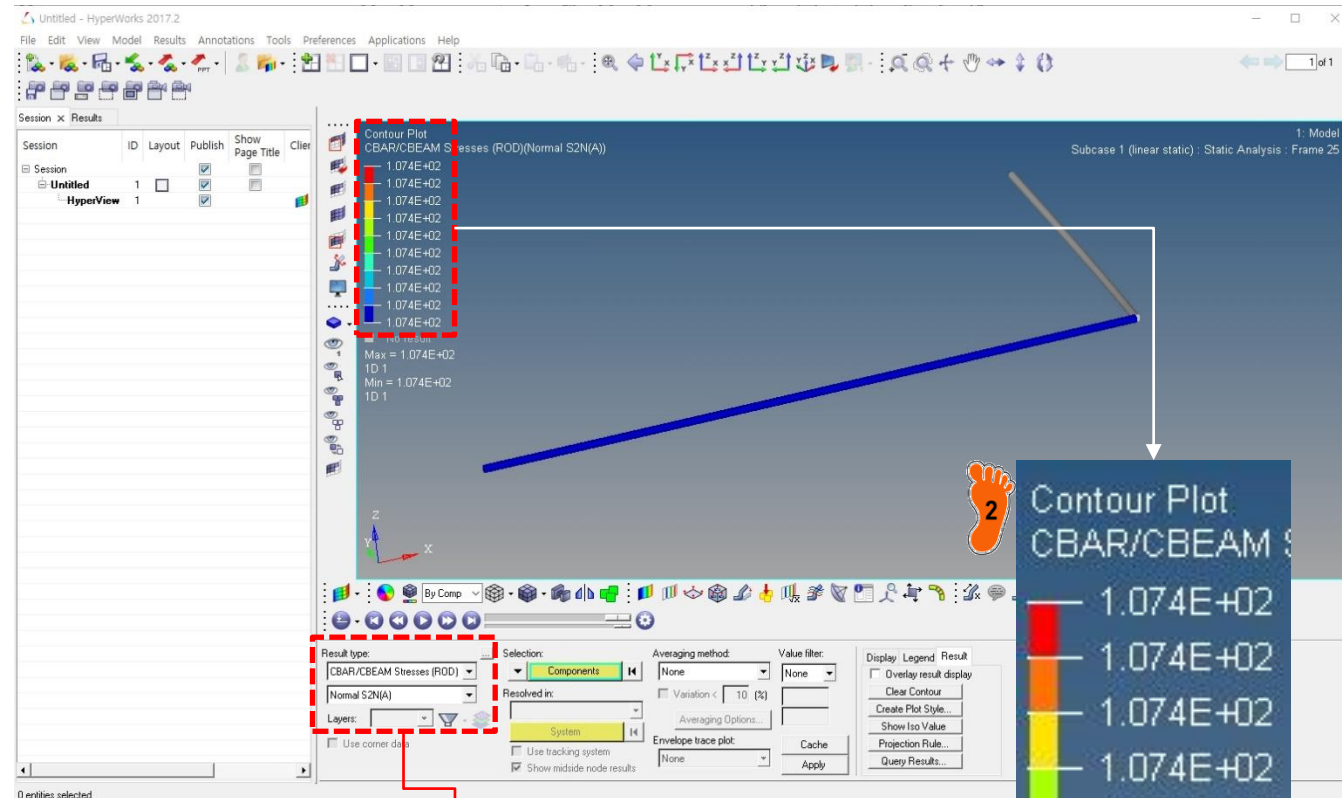


1 Load step 생성 후 정보 창에서 해석 타입을 Linear Static으로 설정.
구속조건, 하중조건 선택

2 Analysis → Optistruct 클릭

저장 경로 설정 후 option들을 이전과 같이 설정 후 Optistruct 클릭

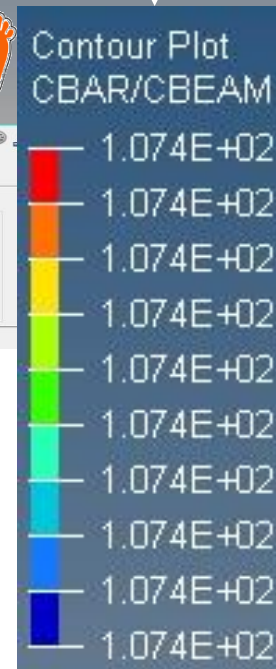
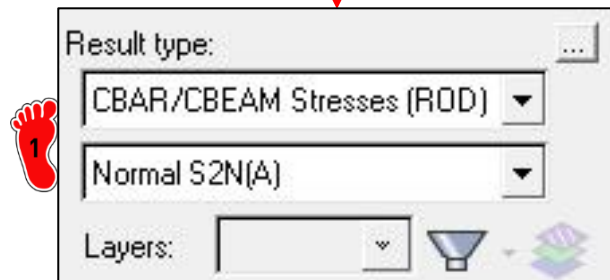
후처리 (1)



1 수직 응력을 보기 위해
Result type을 그림과 같이
선택

2 Contour Plot으로 결과값
확인.

이론값과 오차는 0.02%

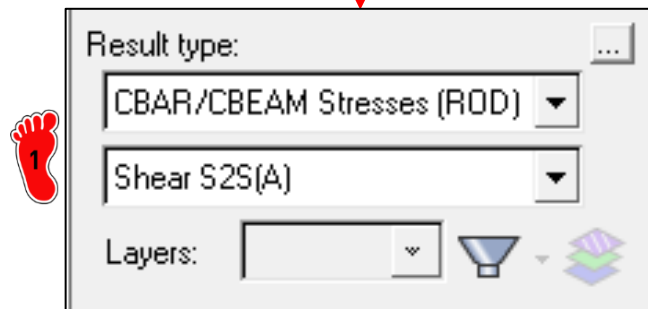
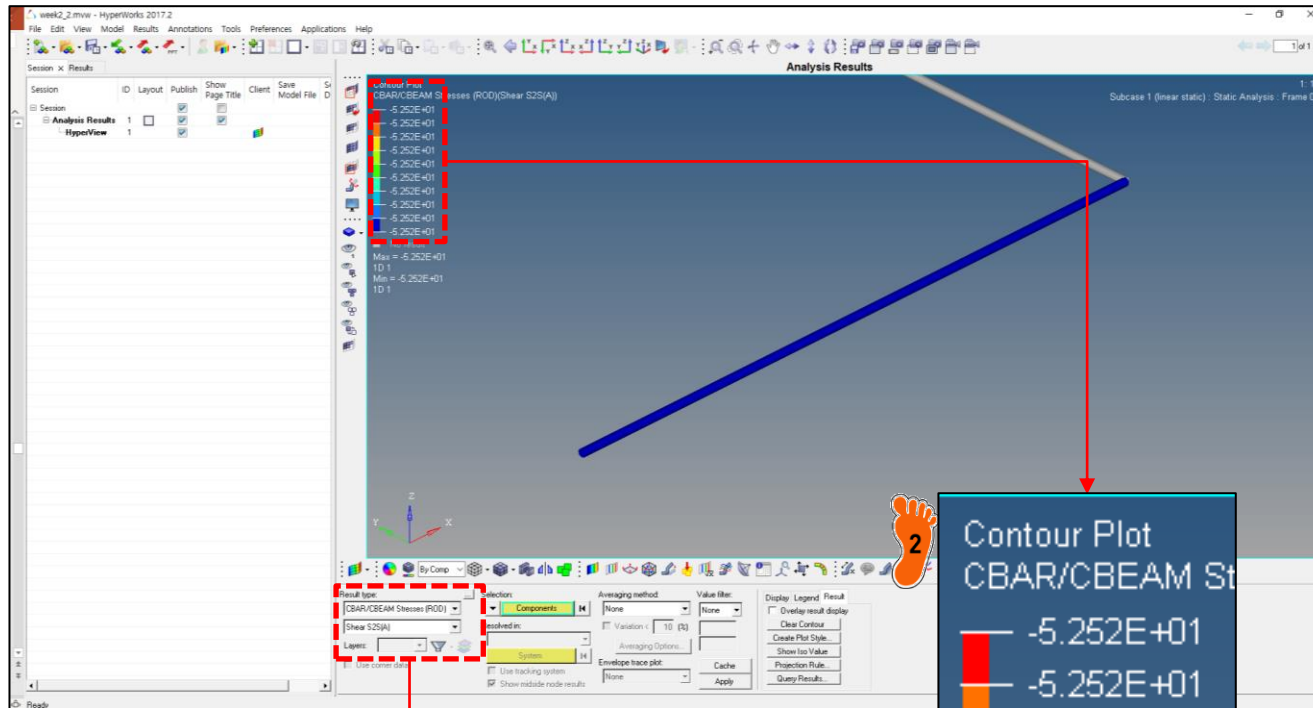


후처리 (2)

1 비틀림 응력을 보기 위해
Result type을 그림과 같이
선택

2 Contour Plot으로 결과값
확인.

이론값과 오차는 0%

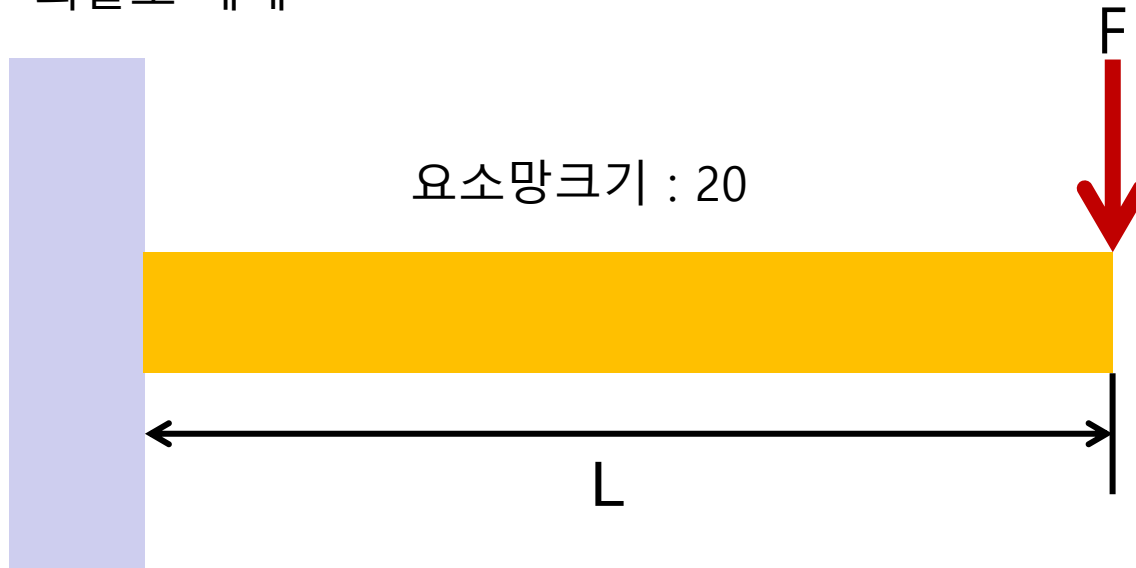


결과 비교 및 고찰

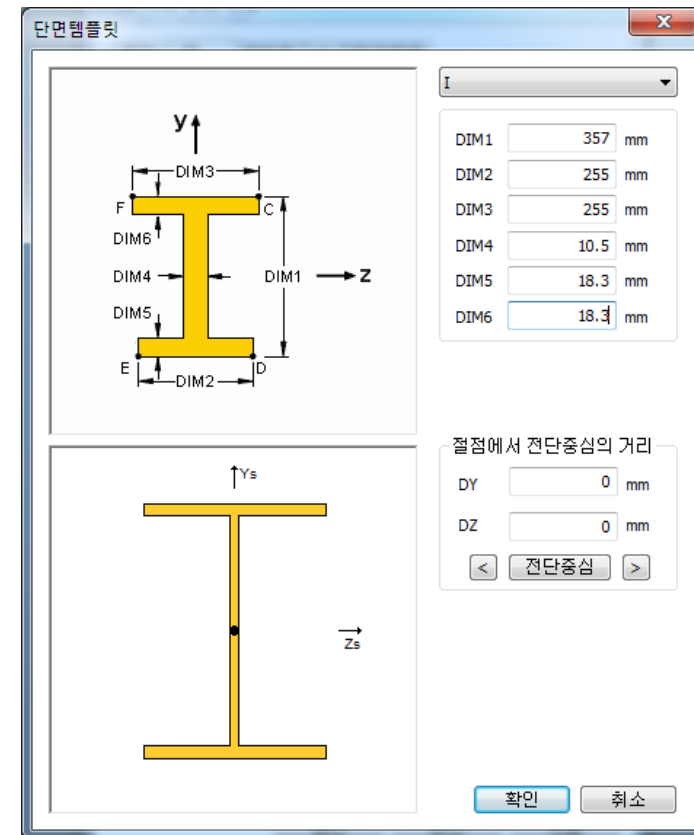
	이론해	SOLID	BEAM
수직 응력 (MPa)	107.430	109.3 (1.73%)	107.4 (0.02%)
전단 응력 (MPa)	-52.521	-49.62 (5.52%)	-52.52 (0.00%)

연습문제

외팔보 예제



빔 단면 정보
: W360 X 101



기하형상

- $L = 5000$ mm
- 재료 : alloy steel
- $E = 210$ GPa
- $\nu = 0.28$
- 굽힘 하중: 200 kN

이론 해

$$\sigma = \frac{My}{I} = 601.607 \text{ MPa}$$

$$y_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{PL}{GA_s} = -137.26 \text{ mm}$$

$A_s = kA$: 유효전단면적

복합단면을 이용한 빔 모델링

Computational Design Laboratory
Department of Automotive Engineering
Hanyang University, Seoul, Korea

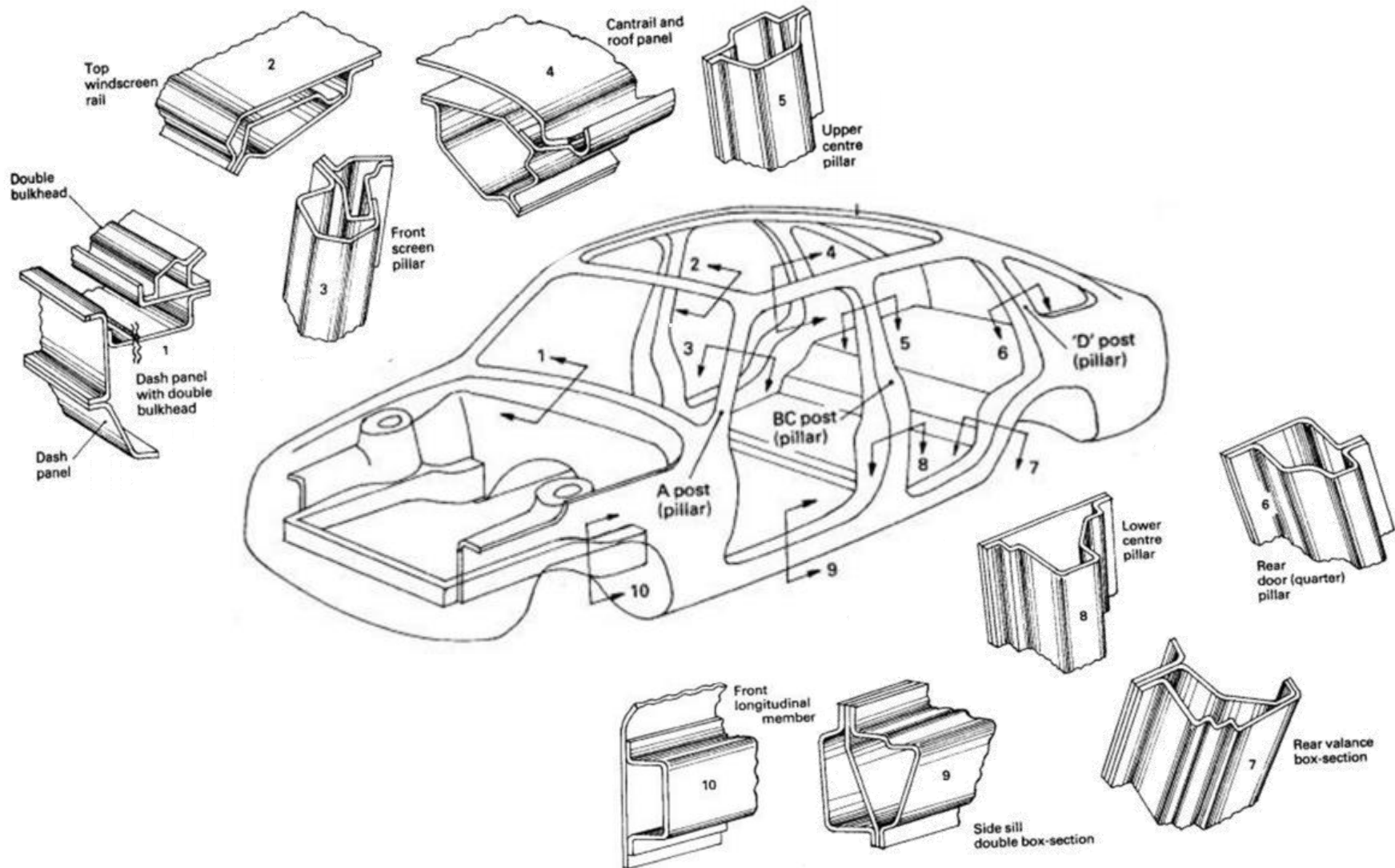


한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

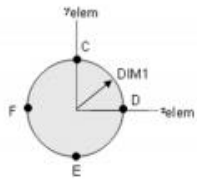
CDL Computational
Design
Lab

복합단면

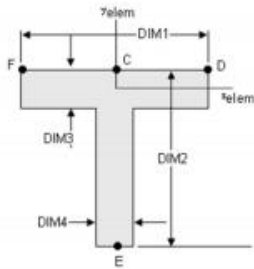
실제 차량의 경우 복잡한 단면 형태를 가짐



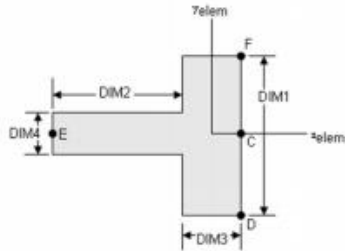
OPTISTRUCT의 단면 종류



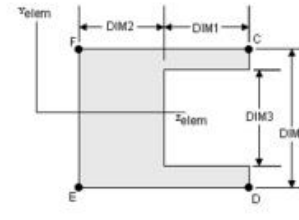
Type = ROD



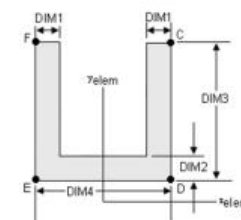
Type = T



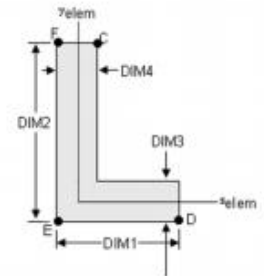
Type = T1



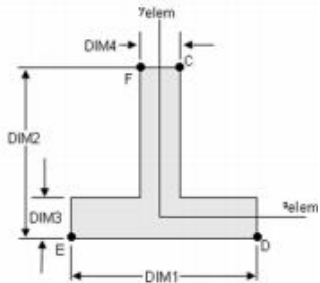
Type = CHAN



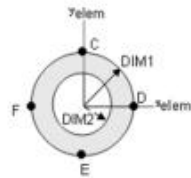
Type = CHAN2



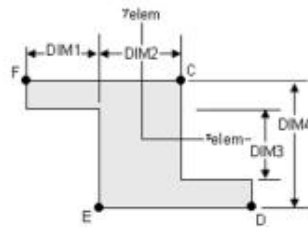
Type = L



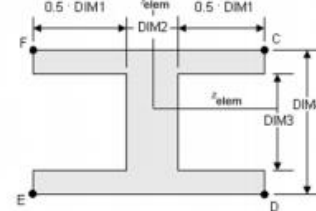
Type = T2



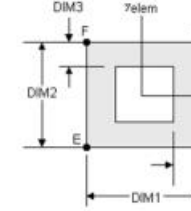
Type = TUBE



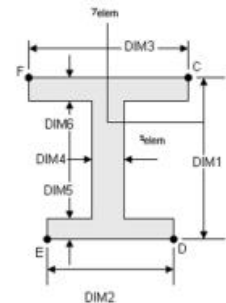
Type = Z



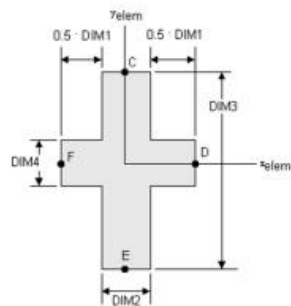
Type = I1



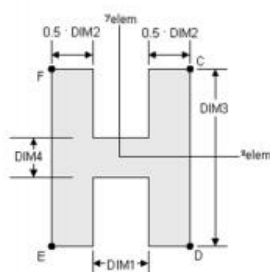
Type = BOX



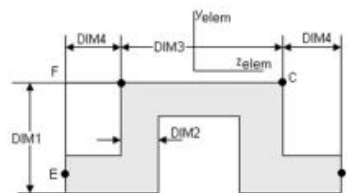
Type = I



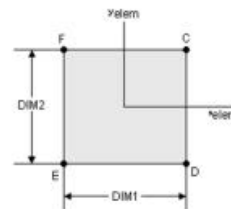
Type = CROSS



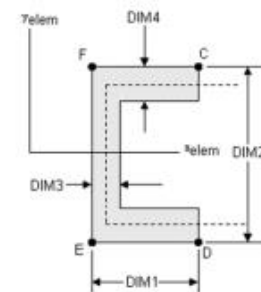
Type = H



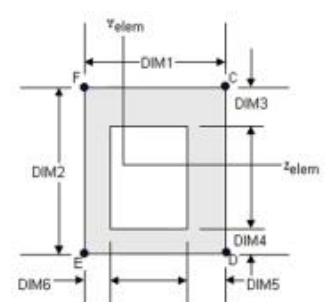
Type = HAT



Type = BAR



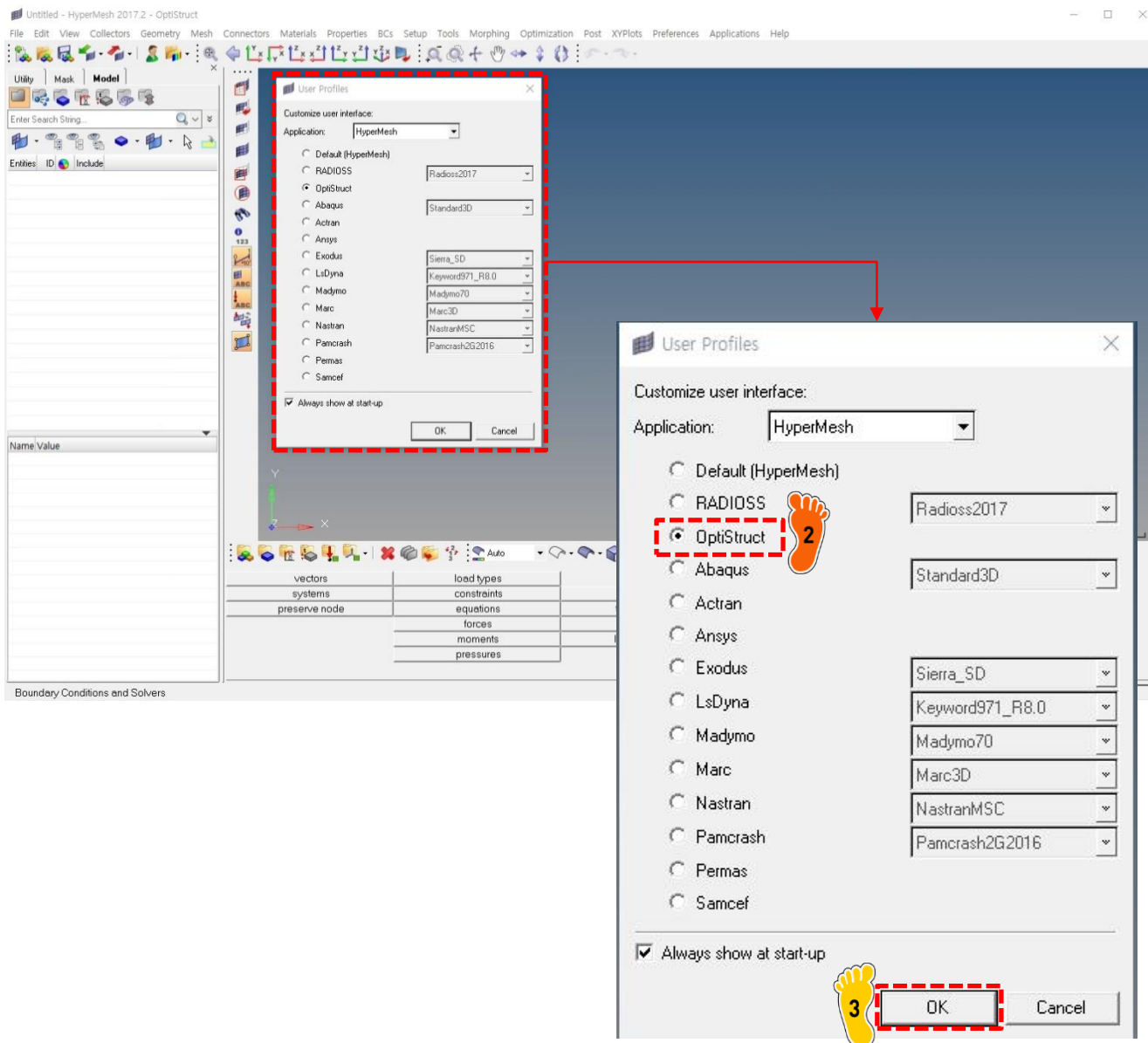
Type = CHAN



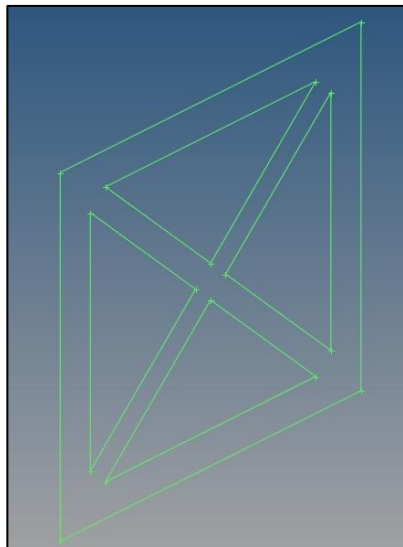
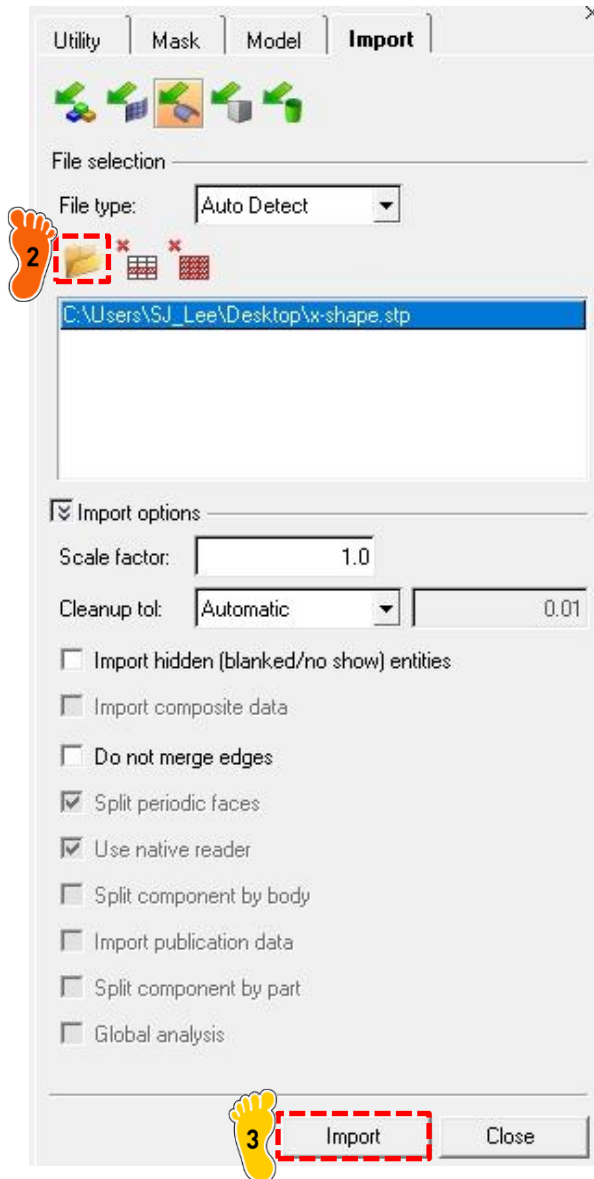
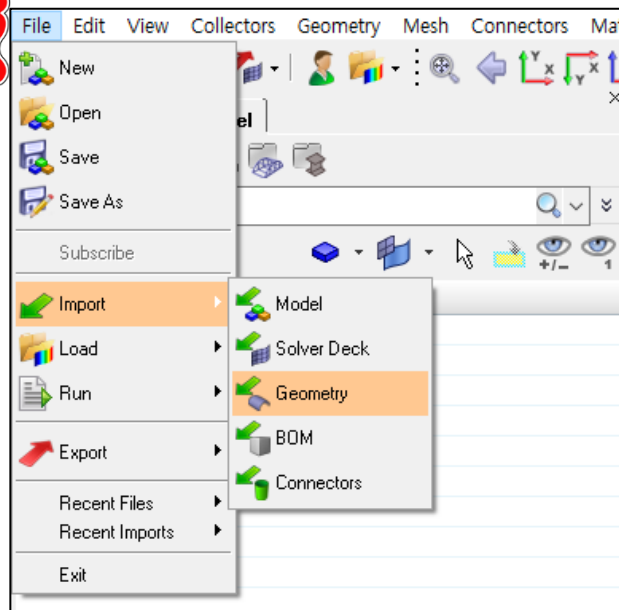
Type = BOX1

복합단면 생성 및 해석

기하형상 생성 (1)



기하형상 생성 (2)



1 상단 메뉴바에서 File → import → Geometry 클릭

2 아이콘 클릭. 파일 선택 (x-shape.stp)

3 Import를 클릭하면 단면으로 쓸 형상 불러옴

기하형상 생성 (3)

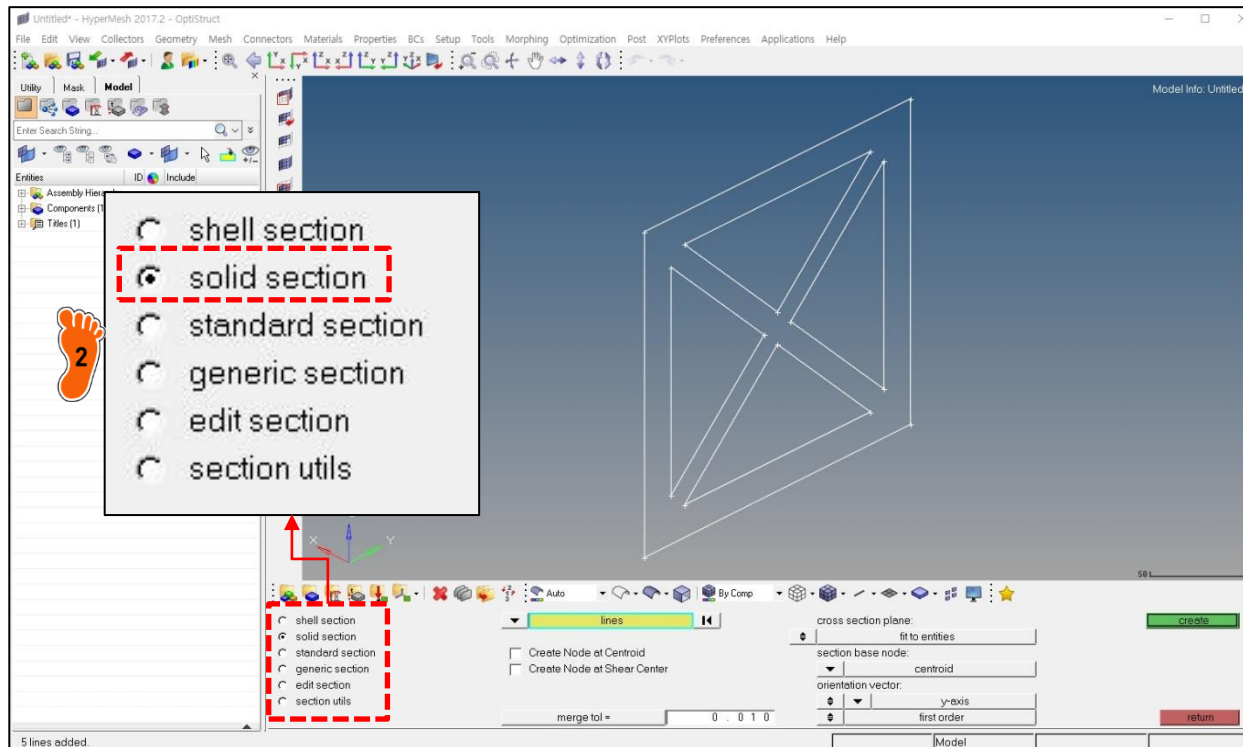
connectors	line mesh	edit element	C Geom
spotweld	linear 1d	split	☒ 1D
HyperBeam		replace	☐ 2D
		detach	☐ 3D
		order change	☐ Analysis
	vectors	config edit	☐ Tool
	systems	elem types	☐ Post



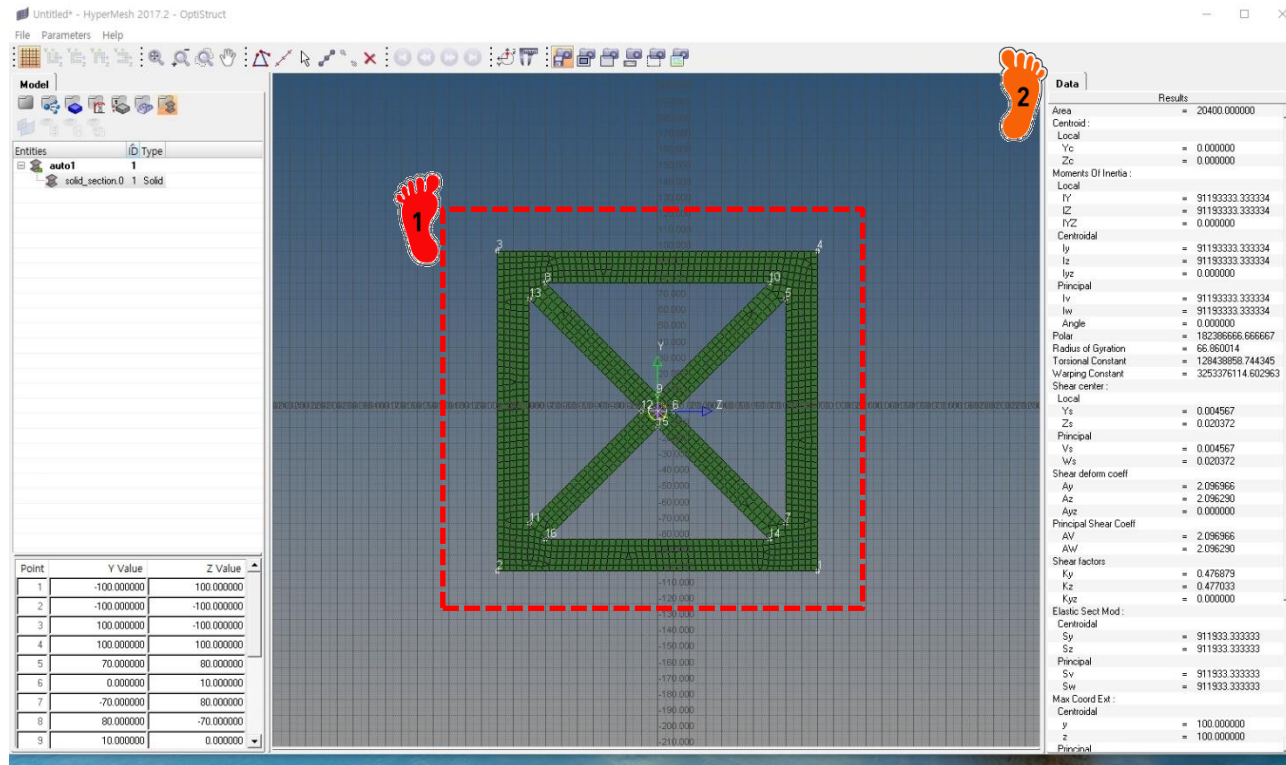
1D → HyperBeam 클릭



solid section 클릭. 모든 선택 후 create



기하형상 생성 (4)



1 Hyperbeam view로 넘어가면서 단면 형상 확인

2 형상을 바탕으로 Data도 계산해주는 것을 확인할 수 있음

기하형상 생성 (5)

1

surfaces	solids	quick edit	Geom
surface edit	solid edit	edge edit	1D
defeature	ribs	point edit	2D
midsurface		autocleanup	3D
dimensioning			Analysis
			Tool
			Post

1

Geom → surfaces클릭

2



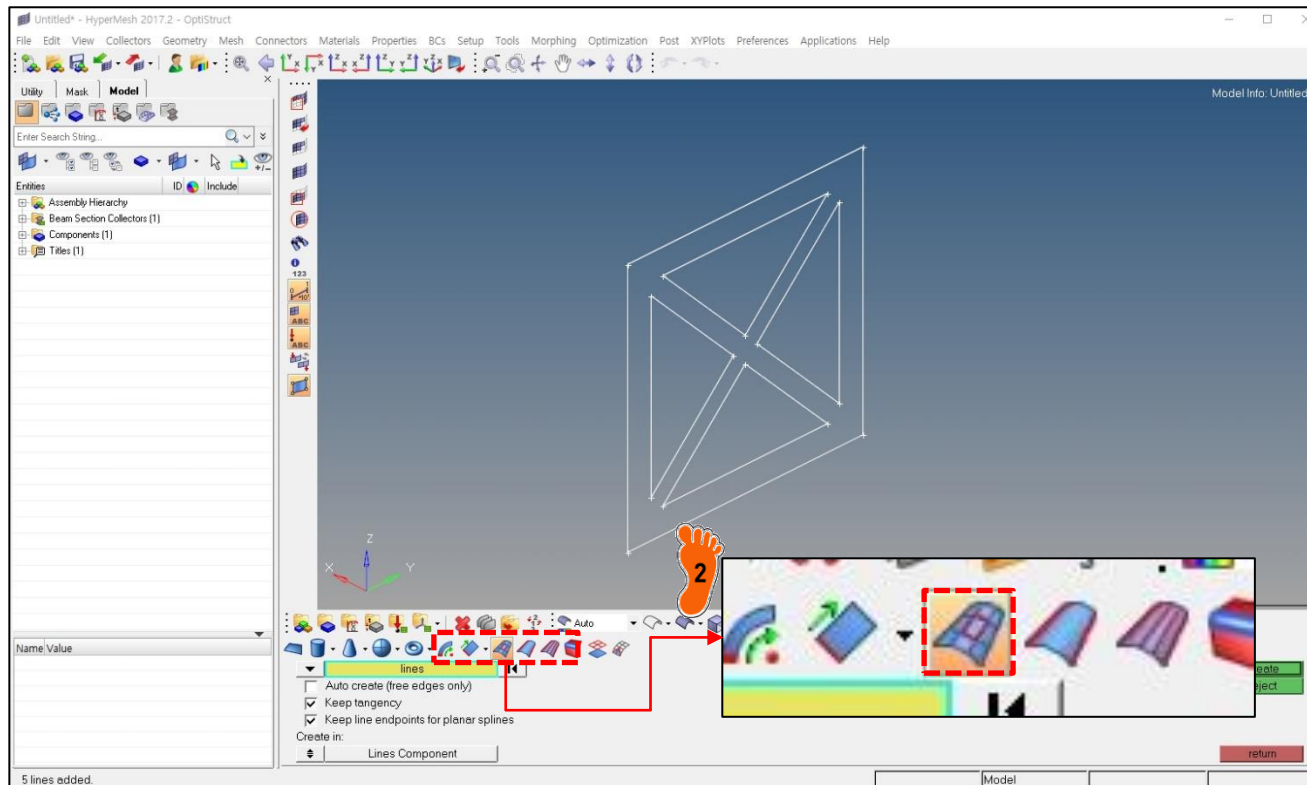
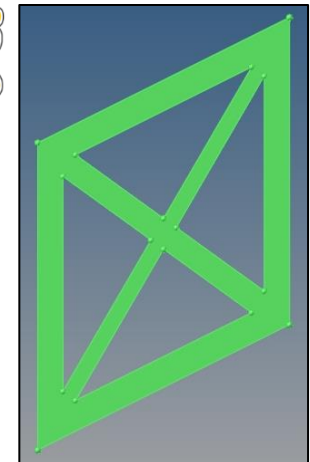
클릭 후 모든 선 선택

하고 create

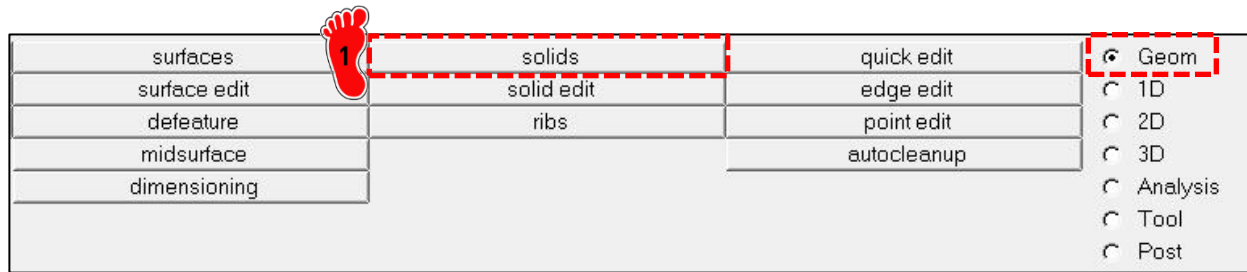
3

선들로 둘러싸인 평면 생성
확인

3

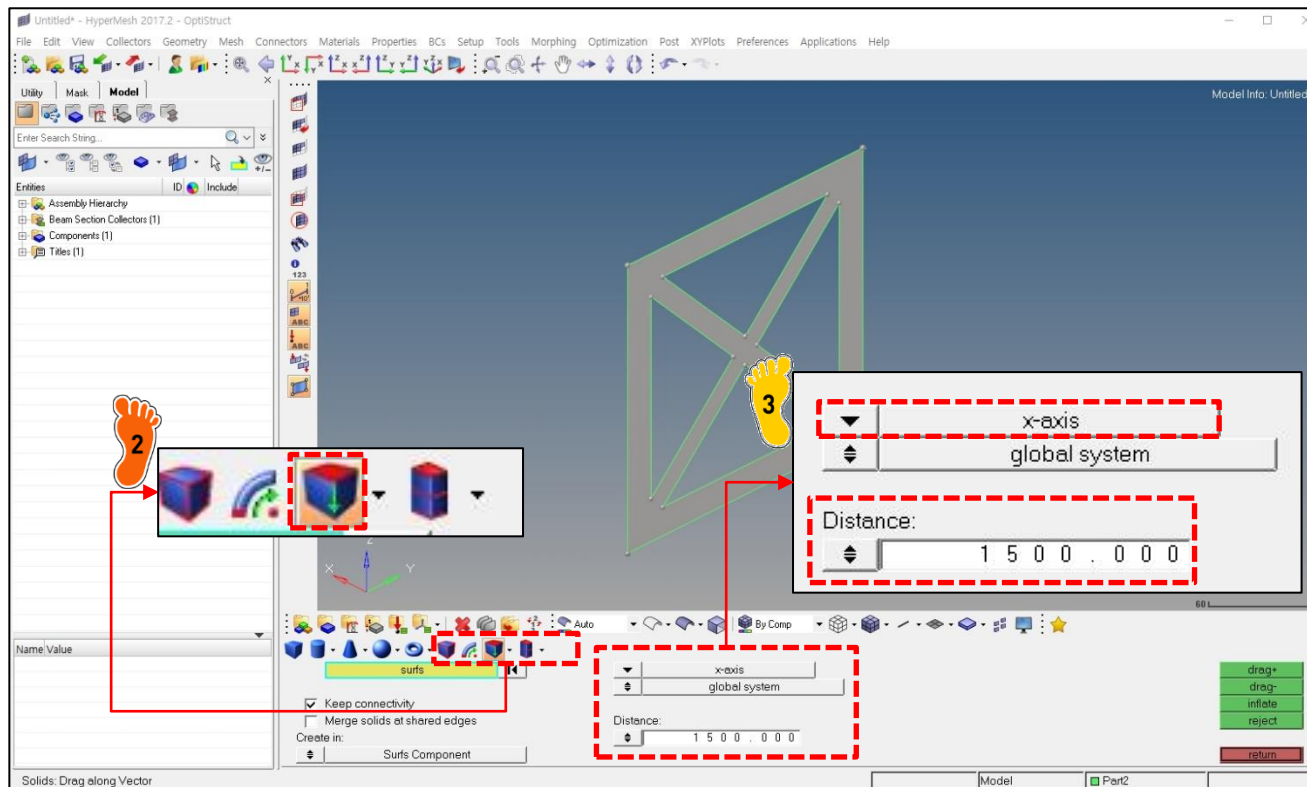


기하형상 생성 (6)



1 Geom → solids클릭

2  클릭 후 생성한 평면
선택



3 X-axis 선택 후 Distance에
1500입력. drag+ 클릭

재료 물성 및 3D 특성 입력

The screenshot shows the HyperMesh 2017.2 - OptiStruct interface. A 3D model of a rectangular tube is displayed in the center. The left sidebar shows the 'Entities' tree with 'Materials (1)' and 'Properties (1)'. Below the tree, a table lists the properties:

Name	Value
Solver Keyword	PSOLID
Name	psolid
ID	1
Color	[Red]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	PSOLID
Material	(1) alloy_steel
User Comments	Hide In Menu/Export
CORDM options	BLANK
ISOP	
FCTN	
PSOLIDX	

Two property definition windows are overlaid on the bottom. The left window (marked with a red footprint icon '1') shows the 'Material' property definition for 'alloy_steel' with the following values:

Name	Value
Solver Keyword	MAT1
Name	alloy_steel
ID	1
Color	[Purple]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	MAT1
User Comments	Hide In Menu/Export
E	210000.0
G	
NU	0.28
RHO	
A	
TREF	
GE	
ST	
SC	
SS	
MATS1	☐
MATT1	☐

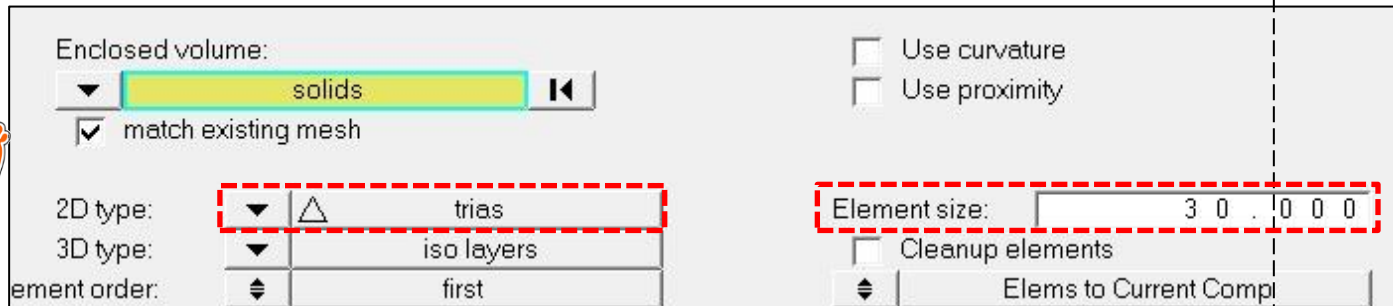
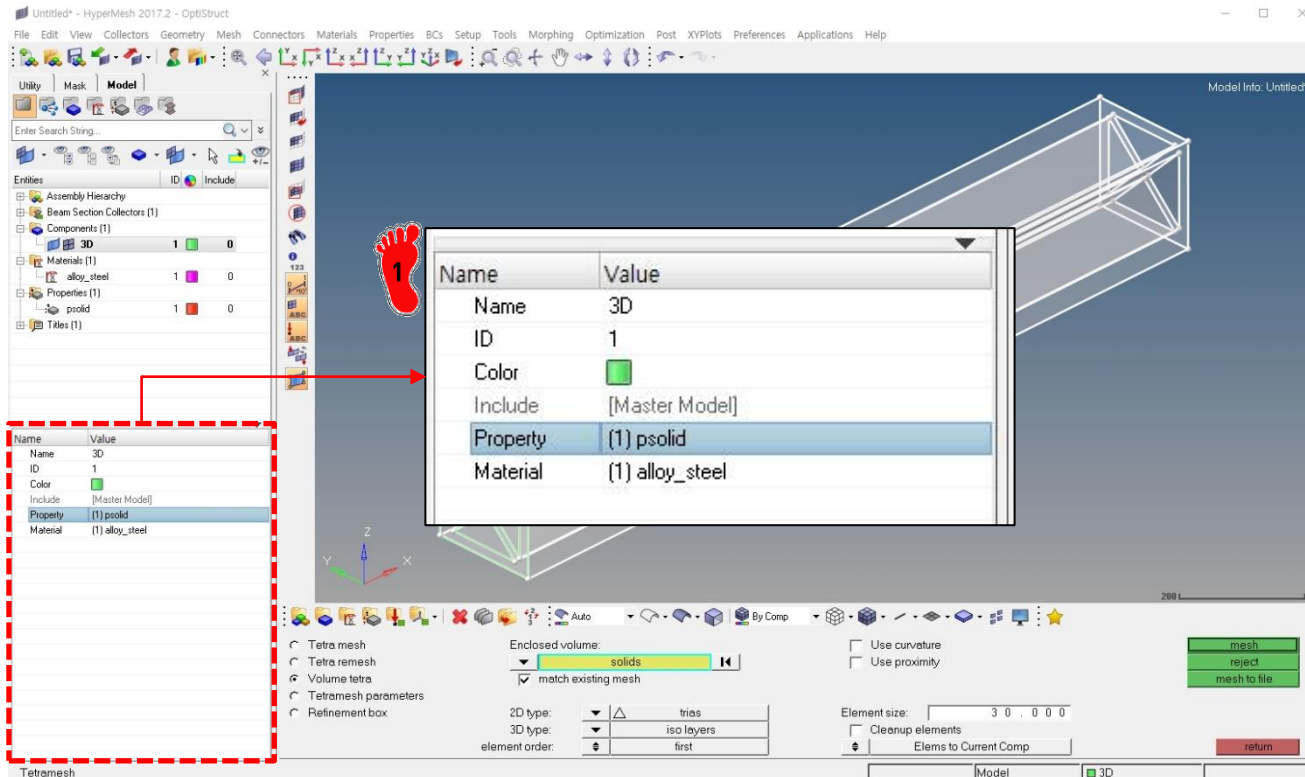
The right window (marked with an orange footprint icon '2') shows the 'Property' definition for 'psolid' with the following values:

Name	Value
Solver Keyword	PSOLID
Name	psolid
ID	1
Color	[Red]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	PSOLID
Material	(1) alloy_steel
User Comments	Hide In Menu/Export
CORDM options	BLANK
ISOP	
FCTN	
PSOLIDX	☐

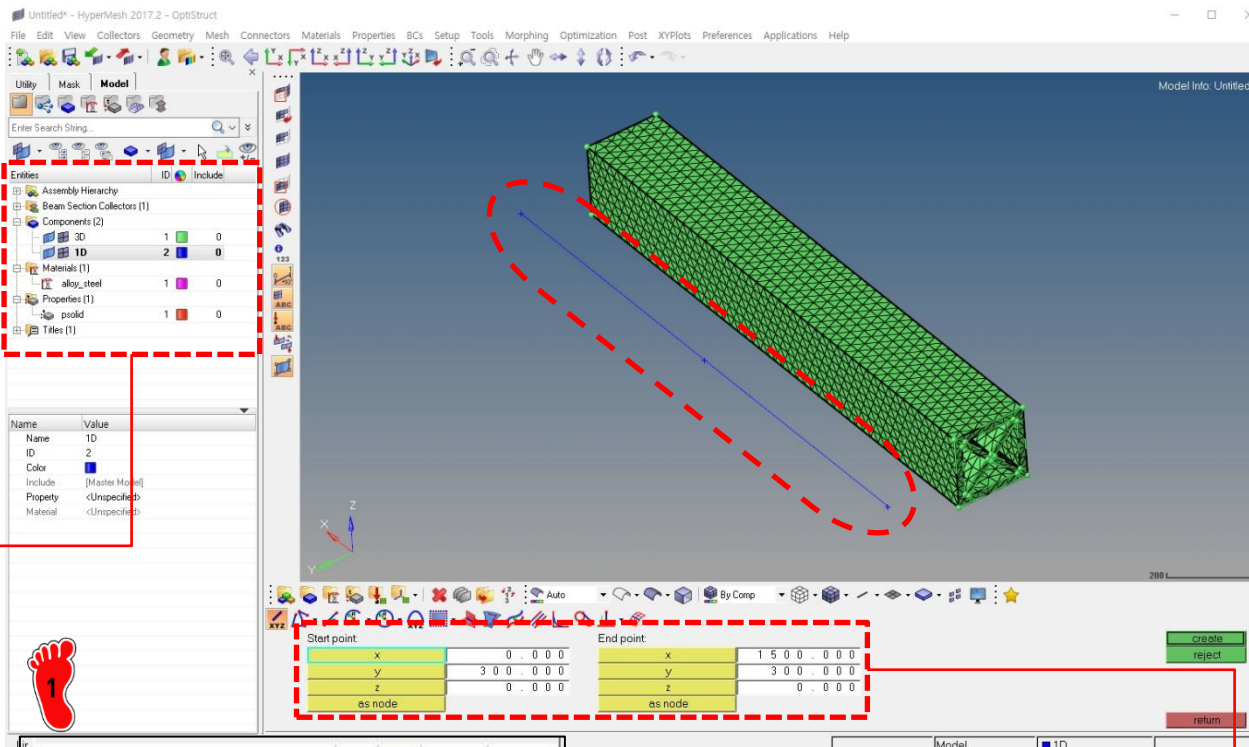
1 Solid가 만들어진 것을 확인 후 이전과 동일하게 material 정의 (E = 210000, NU=0.28)

2 Property도 정의 후 Card image 에서 PSOLID 선택. Material정보 부여

3D 요소망 생성

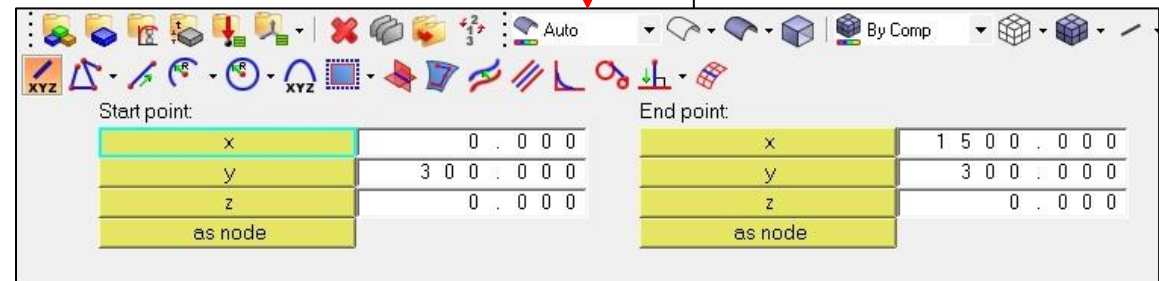


1D 빔 모델링



1 Model 창에서 새로운 component 생성

2 Geom → lines 로 3D 요소에서 약간 떨어진 위치에 1500mm 의 선 생성 (서로 다른 property를 부여하므로 다른 component에 정의해야함)



1D 특성 입력(1)

1D 특성 입력(1)

Properties (2)

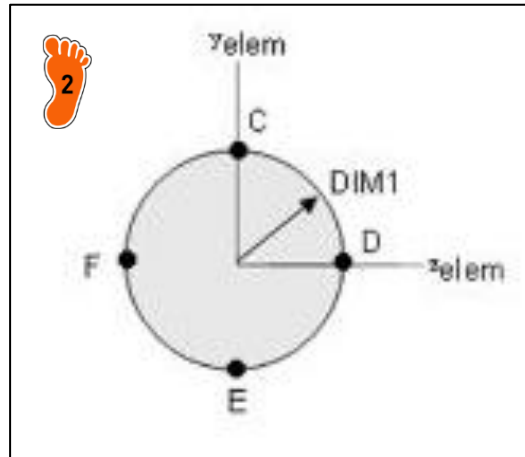
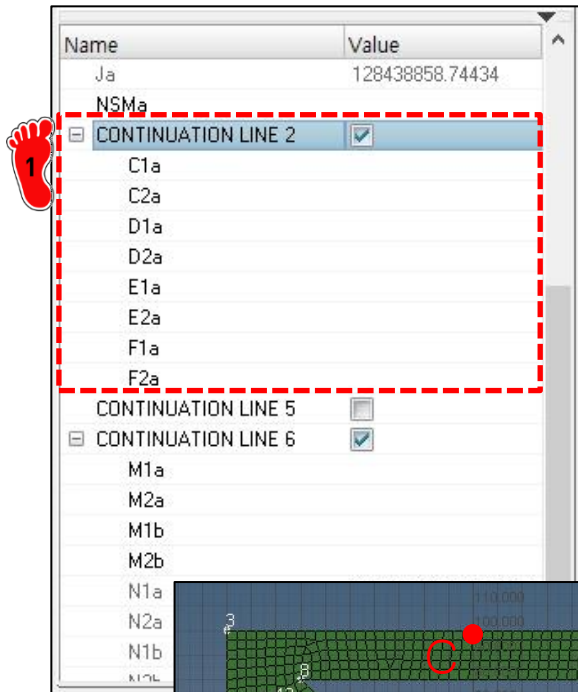
Name	Value
Solver Keyword	PBEAM
Name	pbeam
ID	2
Color	[Blue]
Include	[Master Model]
Defined	☒
Card Image	PBEAM
Material	(1) alloy_steel
User Comments	Hide In Menu/Export
Beam Section	(1) x-shape
PBEAM_CARD3 =	0
Aa	20400.000000001
I1a	91193333.333334
I2a	91193333.333334
I12a	0
Ja	128438858.74434
NSMa	☒
CONTINUATION LINE 2	☒
CONTINUATION LINE 5	☐
CONTINUATION LINE 6	☒

1 1D 빔 모델을 위한 property 생성

2 Card image를 PBEAM으로 선택 후 material 부여. Beam section 선택 창에서 생성한 단면 선택

3 CONTINUATION LINE 2 를 체크

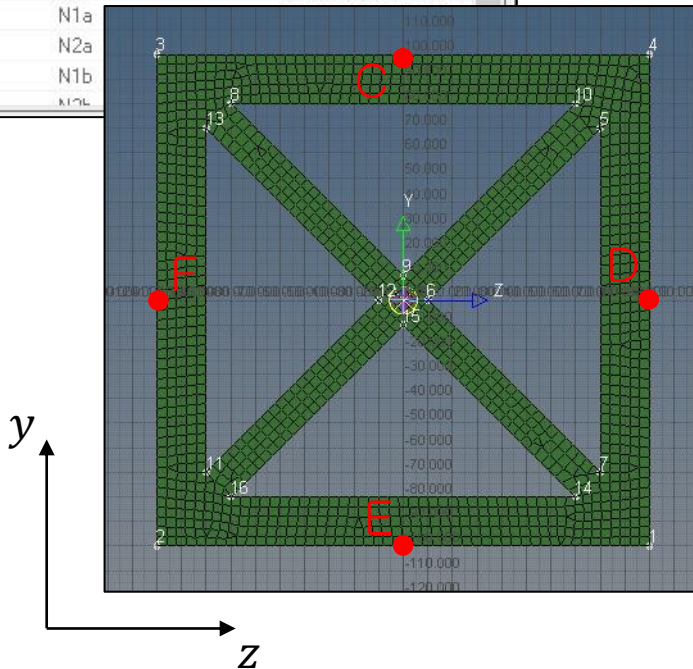
1D 특성 입력(2)



1 단면의 C,D,E,F점의 좌표를 입력해야함

2 기본 제공하는 단면에 대해서는 C,D,E,F점이 정의되어 있음. (원 단면 그림 참고)

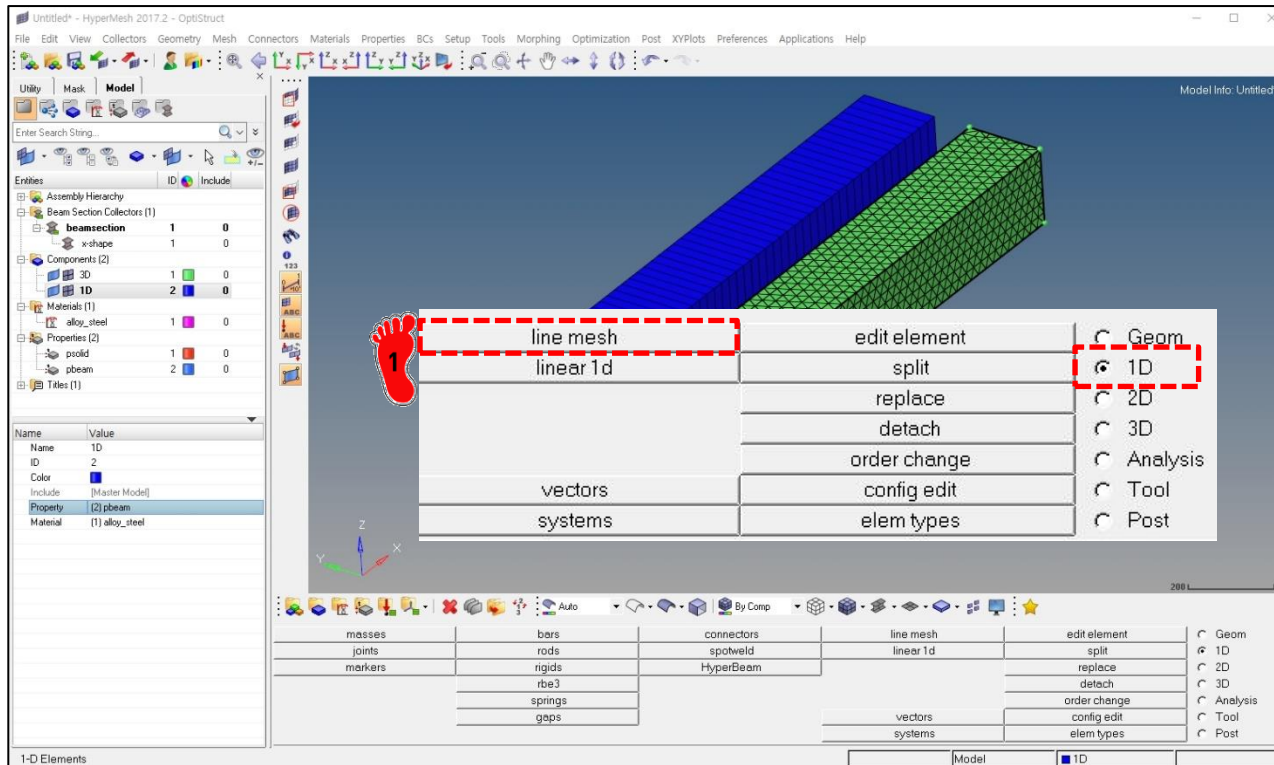
3 C,D,E,F 점의 위치를 참고하여 치수 입력



CONTINUATION LINE 2		
C1a		100.0
C2a		0.0
D1a		0.0
D2a		100.0
E1a		-100.0
E2a		0.0
F1a		0.0
F2a		-100.0

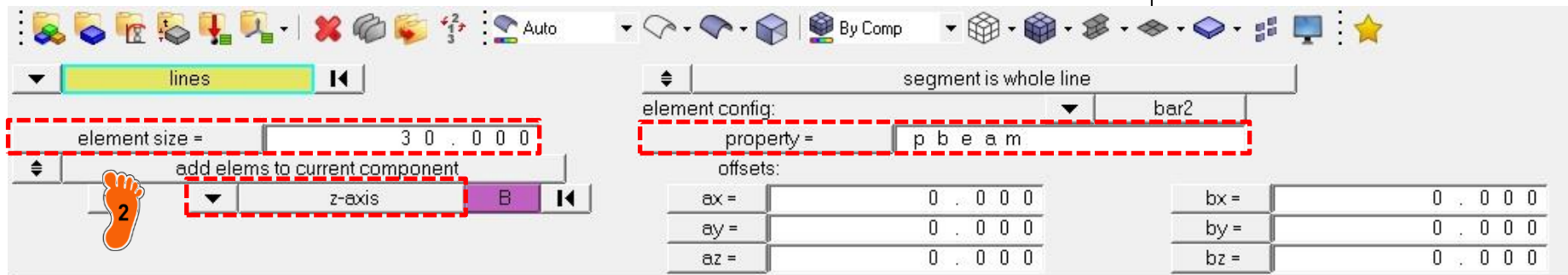
C1a → C점의 y좌표
 C2a → C점의 z좌표
 D1a → D점의 y좌표
 ⋮

1D 요소망 생성

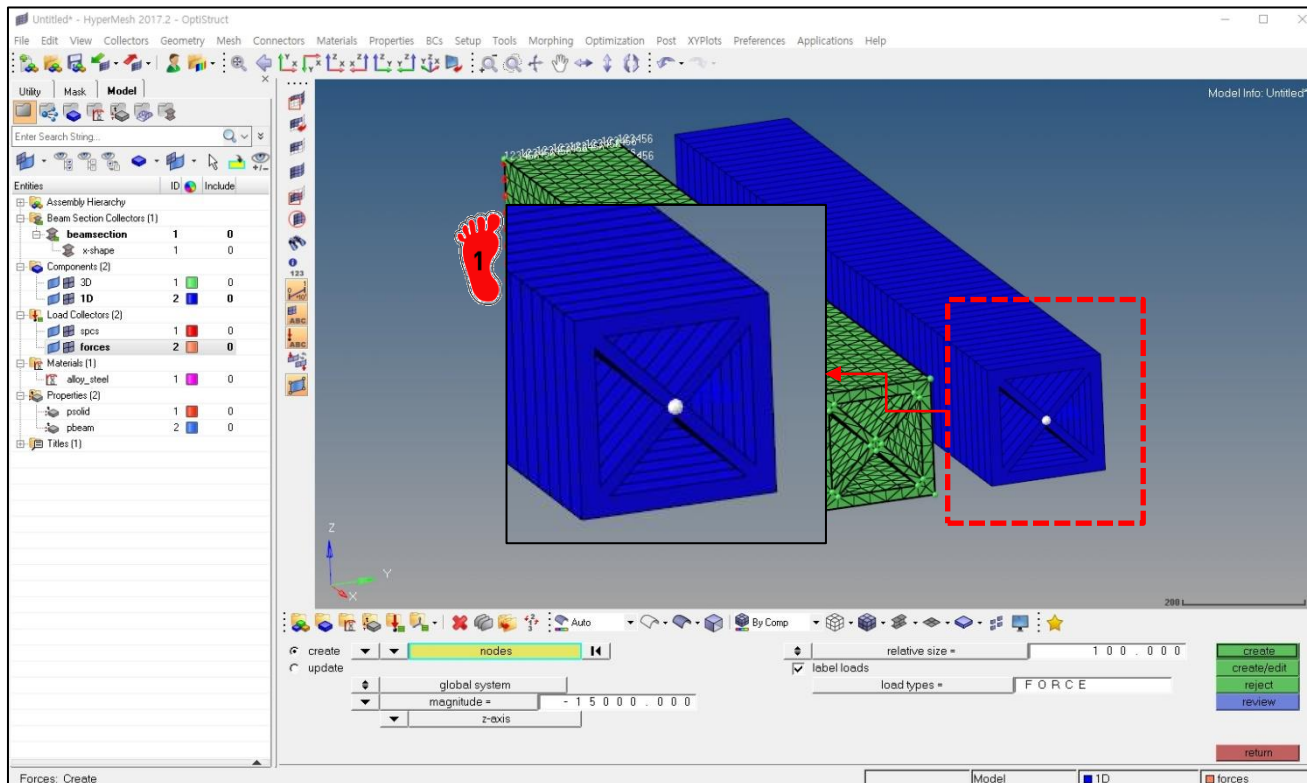


1 1D → line mesh 선택

2 Element size=30 입력 후
축방향 z-axis로 설정.
알맞은 property 부여

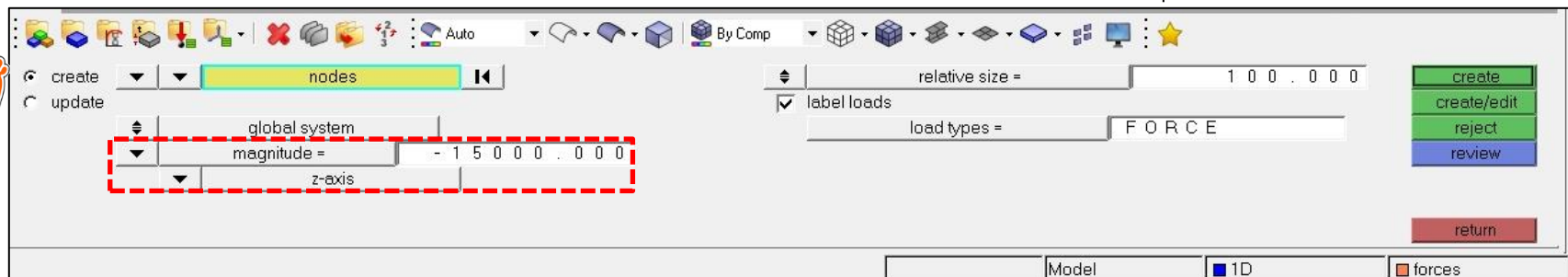


하중조건 설정: 1D 빔모델

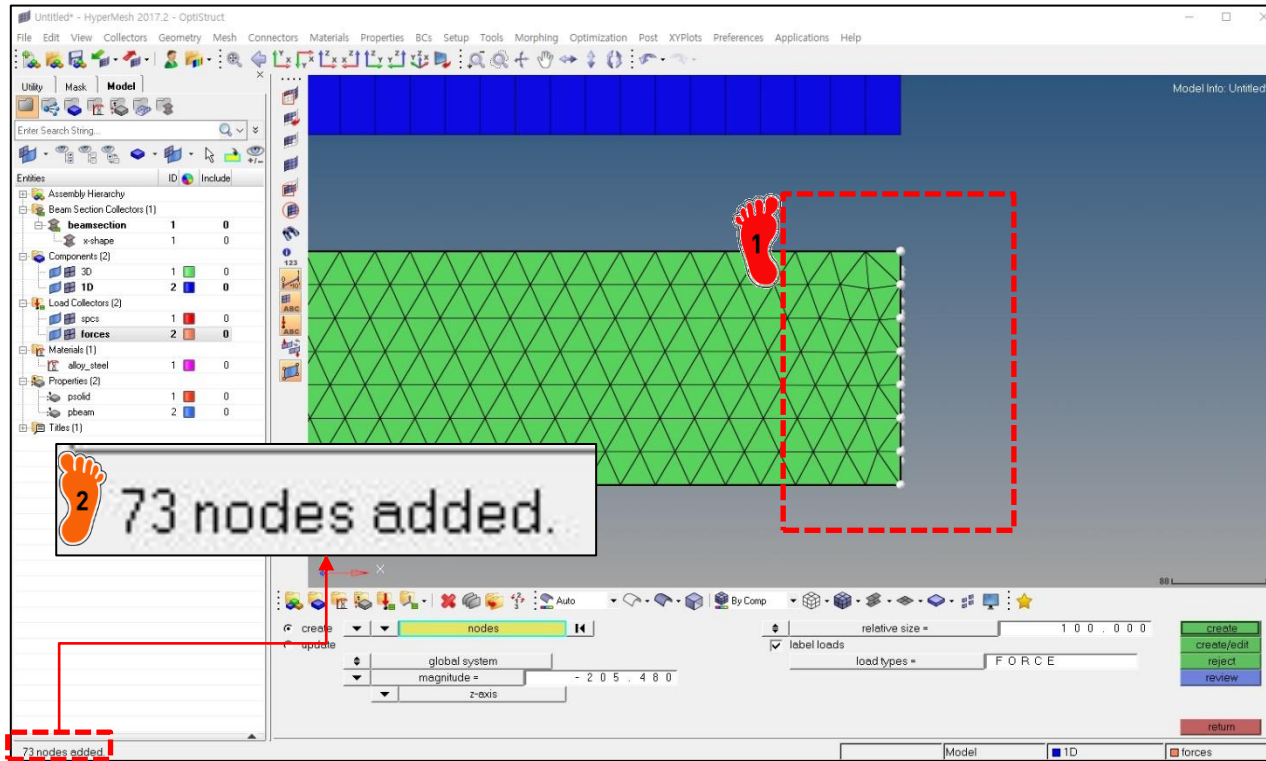


1 Forces 활성화 후 1D 빔 모델 반대쪽 끝 절점 선택

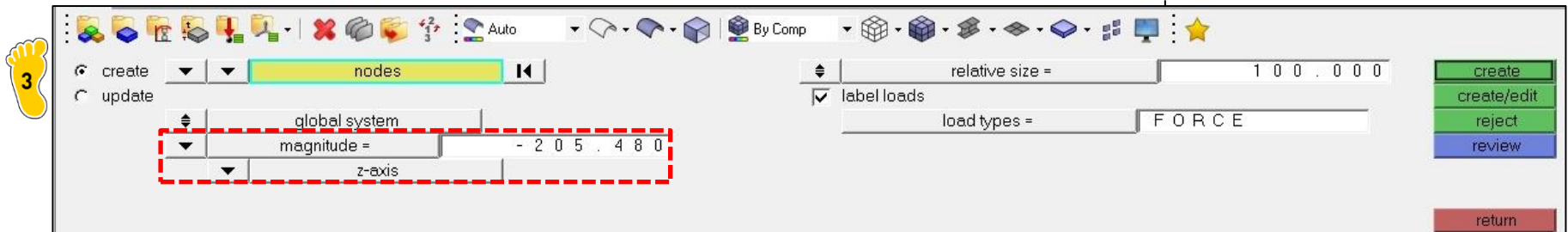
2 Z축 방향으로 -15000N의 힘 부여



하중조건 설정: 3D 빔모델



- 1 3D 솔리드 모델의 반대쪽 면의 절점 모두 선택
- 2 총 선택된 node 의 개수 확인
- 3 Z-axis로 방향 설정 후 $-15000/(\text{node 개수})$ 을 크기에 입력 후 힘 부여



해석 케이스 정의 및 해석 실행

HyperMesh 2017.2 - OptiStruct

File Edit View Collectors Geometry Mesh Connectors Materials Properties BCs Setup Tools Morphing Optimization Post XYPlots Preferences Applications Help

Utility Mask Model

Enter Search String

Entities

Assembly Hierarchy

Beam Section Collectors (1)

beamsection 1 0

x-shape 1 0

Components (2)

3D 1 0

1D 2 0

Load Collectors (2)

spcs 1 0

forces 2 0

Load Steps (1)

linear static 1 0

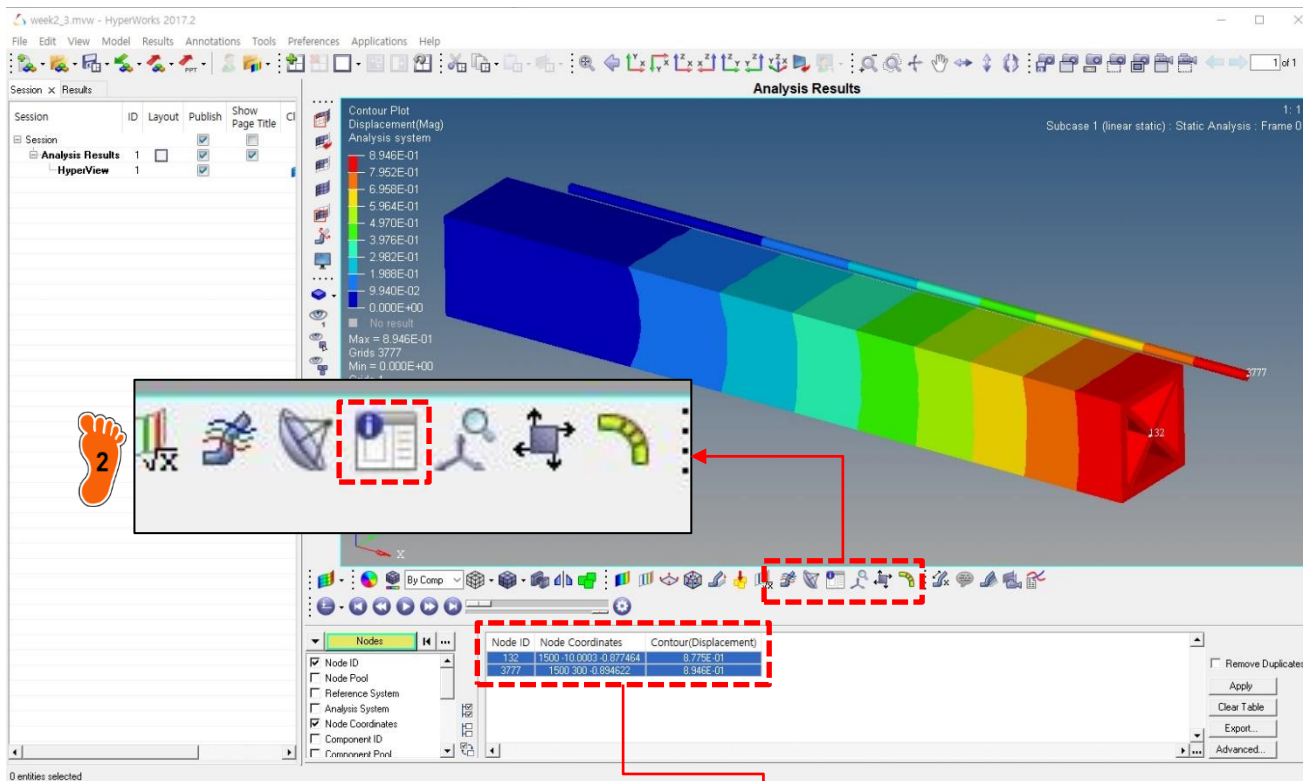
Materials (1)

alloy_steel 1 0

Properties (2)

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 841. 842. 843. 844. 845. 846. 847. 848. 849. 850. 851. 852. 853. 854. 855. 856. 857. 858. 859. 860. 861. 862. 863. 864. 865. 866. 867. 868. 869. 870. 871. 872. 873. 874. 875. 876. 877. 878. 879. 880. 881. 882. 883. 884. 885. 886. 887. 888. 889. 890. 891. 892. 893. 894. 895. 896. 897. 898. 899. 900. 901. 902. 903. 904. 905. 906. 907. 908. 909. 910. 911. 912. 913. 914. 915. 916. 917. 918. 919. 920. 921. 922. 923. 924. 925. 926. 927. 928. 929. 930. 931. 932. 933. 934. 935. 936. 937. 938. 939. 940. 941. 942. 943. 944. 945. 946. 947. 948. 949. 950. 951. 952. 953. 954. 955. 956. 957. 958. 959. 960. 961. 962. 963. 964. 965. 966. 967. 968. 969. 970. 971. 972. 973. 974. 975. 976. 977. 978. 979. 980. 981. 982. 983. 984. 985. 986. 987. 988. 989. 990. 991. 992. 993. 994. 995. 996. 997. 998. 999. 1000. 1001. 1002. 1003. 1004. 1005. 1006. 1007. 1008. 1009. 1010. 1011. 1012. 1013. 1014. 1015. 1016. 1017. 1018. 1019. 1020. 1021. 1022. 1023. 1024. 1025. 1026. 1027. 1028. 1029. 1030. 1031. 1032. 1033. 1034. 1035. 1036. 1037. 1038. 1039. 1040. 1041. 1042. 1043. 1044. 1045. 1046. 1047. 1048. 1049. 1050. 1051. 1052. 1053. 1054. 1055. 1056. 1057. 1058. 1059. 1060. 1061. 1062. 1063. 1064. 1065. 1066. 1067. 1068. 1069. 1070. 1071. 1072. 1073. 1074. 1075. 1076. 1077. 1078. 1079. 1080. 1081. 1082. 1083. 1084. 1085. 1086. 1087. 1088. 1089. 1090. 1091. 1092. 1093. 1094. 1095. 1096. 1097. 1098. 1099. 1100. 1101. 1102. 1103. 1104. 1105. 1106. 1107. 1108. 1109. 1110. 1111. 1112. 1113. 1114. 1115. 1116. 1117. 1118. 1119. 1120. 1121. 1122. 1123. 1124. 1125. 1126. 1127. 1128. 1129. 1130. 1131. 1132. 1133. 1134. 1135. 1136. 1137. 1138. 1139. 1140. 1141. 1142. 1143. 1144. 1145. 1146. 1147. 1148. 1149. 1150. 1151. 1152. 1153. 1154. 1155. 1156. 1157. 1158. 1159. 1160. 1161. 1162. 1163. 1164. 1165. 1166. 1167. 1168. 1169. 1170. 1171. 1172. 1173. 1174. 1175. 1176. 1177. 1178. 1179. 1180. 1181. 1182. 1183. 1184. 1185. 1186. 1187. 1188. 1189. 1190. 1191. 1192. 1193. 1194. 1195. 1196. 1197. 1198. 1199. 1200. 1201. 1202. 1203. 1204. 1205. 1206. 1207. 1208. 1209. 1210. 1211. 1212. 1213. 1214. 1215. 1216. 1217. 1218. 1219. 1220. 1221. 1222. 1223. 1224. 1225. 1226. 1227. 1228. 1229. 1230. 1231. 1232. 1233. 1234. 1235. 1236. 1237. 1238. 1239. 1240. 1241. 1242. 1243. 1244. 1245. 1246. 1247. 1248. 1249. 1250. 1251. 1252. 1253. 1254. 1255. 1256. 1257. 1258. 1259. 1260. 1261. 1262. 1263. 1264. 1265. 1266. 1267. 1268. 1269. 1270. 1271. 1272. 1273. 1274. 1275. 1276. 1277. 1278. 1279. 1280. 1281. 1282. 1283. 1284. 1285. 1286. 1287. 1288. 1289. 1290. 1291. 1292. 1293. 1294. 1295. 1296. 1297. 1298. 1299. 1300. 1301. 1302. 1303. 1304. 1305. 1306. 1307. 1308. 1309. 1310. 1311. 1312. 1313. 1314. 1315. 1316. 1317. 1318. 1319. 1320. 1321. 1322. 1323. 1324. 1325. 1326. 1327. 1328. 1329. 1330. 1331. 1332. 1333. 1334. 1335. 1336. 1337. 1338. 1339. 1340. 1341. 1342. 1343. 1344. 1345. 1346. 1347. 1348. 1349. 1350. 1351. 1352. 1353. 1354. 1355. 1356. 1357. 1358. 1359. 1360. 1361. 1362. 1363. 1364. 1365. 1366. 1367. 1368. 1369. 1370. 1371. 1372. 1373. 1374. 1375. 1376. 1377. 1378. 1379. 1380. 1381. 1382. 1383. 1384. 1385. 1386. 1387. 1388. 1389. 1390. 1391. 1392. 1393. 1394. 1395. 1396. 1397. 1398. 1399. 1400. 1401. 1402. 1403. 1404. 1405. 1406. 1407. 1408. 1409. 1410. 1411. 1412. 1413. 1414. 1415. 1416. 1417. 1418. 1419. 1420. 1421. 1422. 1423. 1424. 1425. 1426. 1427. 1428. 1429. 1430. 1431. 1432. 1433. 1434. 1435. 1436. 1437. 1438. 1439. 1440. 1441. 1442. 1443. 1444. 1445. 1446. 1447. 1448. 1449. 1450. 1451. 1452. 1453. 1454. 1455. 1456. 1457. 1458. 1459. 1460. 1461. 1462. 1463. 1464. 1465. 1466. 1467. 1468. 1469. 1470. 1471. 1472. 1473. 1474. 1475. 1476. 1477. 1478. 1479. 1480. 1481. 1482. 1483. 1484. 1485. 1486. 1487. 1488. 1489. 1490. 1491. 1492. 1493. 1494. 1495. 1496. 1497. 1498. 1499. 1500. 1501. 1502. 1503. 1504. 1505. 1506. 1507. 1508. 1509. 1510. 1511. 1512. 1513. 1514. 1515. 1516. 1517. 1518. 1519. 1520. 1521. 1522. 1523. 1524. 1525. 1526. 1527. 1528. 1529. 1530. 1531. 1532. 1533. 1534. 1535. 1536. 1537. 1538. 1539. 1540. 1541. 1542. 1543. 1544. 1545. 1546. 1547. 1548. 1549. 1550. 1551. 1552. 1553. 1554. 1555. 1556. 1557. 1558. 1559. 1560. 1561. 1562. 1563. 1564. 1565. 1566. 1567. 1568. 1569. 1570. 1571. 1572. 1573. 1574. 1575. 1576. 1577. 1578. 1579. 1580. 1581. 1582. 1583. 1584. 1585. 1586. 1587. 1588. 1589. 1590. 1591. 1592. 1593. 1594. 1595. 1596. 1597. 1598. 1599. 1600. 1601. 1602. 1603. 1604. 1605. 1606. 1607. 1608. 1609. 1610. 1611. 1612. 1613. 1614. 1615. 1616. 1617. 1618. 1619. 1620. 1621. 1622. 1623. 1624. 1625. 1626. 1627. 1628. 1629. 1630. 1631. 1632. 1633. 1634. 1635. 1636. 1637. 1638. 1639. 1640. 1641. 1642. 1643. 1644. 1645. 1646. 1647. 1648. 1649. 1650. 1651. 1652. 1653. 1654. 1655. 1656. 1657. 1658. 1659. 1660. 1661. 1662. 1663. 1664. 1665. 1666. 1667. 1668. 1669. 1670. 1671. 1672. 1673. 1674. 1675. 1676. 1677. 1678. 1679. 1680. 1681. 1682. 1683. 1684. 1685. 1686. 1687. 1688. 1689. 1690. 1691. 1692. 1693. 1694. 1695. 1696. 1697. 1698. 1699. 1700. 1701. 1702. 1703. 1704. 1705. 1706. 1707. 1708. 1709. 1710. 1711. 1712. 1713. 1714. 1715. 1716. 1717. 1718. 1719. 1720. 1721. 1722. 1723. 1724. 1725. 1726. 1727. 1728. 1729. 1730. 1731. 1732. 1733. 1734. 1735. 1736. 1737. 1738. 1739. 1740. 1741. 1742. 1743. 1744. 1745. 1746. 1747. 1748. 1749. 1750. 1751. 1752. 1753. 1754. 1755. 1756. 1757. 1758. 1759. 1760. 1761. 1762. 1763. 1764. 1765. 1766. 1767. 1768. 1769. 1770. 1771. 1772. 1773. 1774. 1775. 1776. 1777. 1778. 1779. 1780. 1781. 1782. 1783. 1784. 1785. 1786. 1787. 1788. 1789. 1790. 1791. 1792. 1793. 1794. 1795. 1796. 1797. 1798. 1799. 1800. 1801. 1802. 1803. 1804. 1805. 1806. 1807. 1808. 1809. 1810. 1811. 1812. 1813. 1814. 1815. 1816. 1817. 1818. 1819. 1820. 1821. 1822. 1823. 1824. 1825. 1826. 1827. 1828. 1829. 1830. 1831. 1832. 1833. 1834. 1835. 1836. 1837. 1838. 1839. 1840. 1841. 1842. 1843. 1844. 1845. 1846. 1847. 1848. 1849. 1850. 1851. 1852. 1853. 1854. 1855. 1856. 1857. 1858. 1859. 1860. 1861. 1862. 1863. 1864. 1865. 1866. 1867. 1868. 1869. 1870. 1871. 1872. 1873. 1874. 1875. 1876. 1877. 1878. 1879. 1880. 1881. 1882. 1883. 1884. 1885. 1886. 1887. 1888. 1889. 1890. 1891. 1892. 1893. 1894. 1895. 1896. 1897. 1898. 1899. 1900. 1901. 1902. 1903. 1904. 1905. 1906. 1907. 1908. 1909. 1910. 1911. 1912. 1913. 1914. 1915. 1916. 1917. 1918. 1919. 1920. 1921. 1922. 1923. 1924. 1925. 1926. 1927. 1928. 1929. 1930. 1931. 1932. 1933. 1934. 1935. 1936. 1937. 1938. 1939. 1940. 1941. 1942. 1943. 1944. 1945. 1946. 1947. 1948. 1949. 1950. 1951. 1952. 1953. 1954. 1955. 1956. 1957. 1958. 1959. 1960. 1961. 1962. 1963. 1964. 1965. 1966. 1967. 1968. 1969. 1970. 1971. 1972. 1973. 1974. 1975. 1976. 1977. 1978. 1979. 1980. 1981. 1982. 1983. 1984. 1985. 1986. 1987. 1988. 1989. 1990. 1991. 1992. 1993. 1994. 1995. 1996. 1997. 1998. 1999. 2000. 2001. 2002. 2003. 2004. 2005. 2006. 2007. 2008. 2009. 2010. 2011. 2012. 2013. 2014. 2015. 2016. 2017. 2018. 2019. 2020. 2021. 2022. 2023. 2024. 2025. 2026. 2027. 2028. 2029. 2030. 2031. 2032. 2033. 2034. 2035. 2036. 2037. 2038. 2039. 2040. 2041. 2042. 2043. 2044. 2045. 2046. 2047. 2048. 2049. 2050. 2051. 2052. 2053. 2054. 2055. 2056. 2057. 2058. 2059. 2060. 2061. 2062. 2063. 2064. 2065. 2066. 2067. 2068. 2069. 2070. 2071. 2072. 2073. 2074. 2075. 2076. 2077. 2078. 2079. 2080. 2081. 2082. 2083. 2084. 2085. 2086. 2087. 2088. 2089. 2090. 2091. 2092. 2093. 2094. 2095. 2096. 2097. 2098. 2099. 2100. 2101. 2102. 2103. 2104. 2105. 2106. 2107. 2108. 2109. 2110. 2111. 2112. 2113. 2114. 2115. 2116. 2117. 2118. 2119. 2120. 2121. 2122. 2123. 2124. 2125. 2126. 2127. 2128. 2129. 2130. 2131. 2132. 2133. 2134. 2135. 2136. 2137. 2138. 2139. 2140. 2141. 2142. 2143. 2144. 2145. 2146. 2147. 2148. 2149. 2150. 2151. 2152.

후처리 (1)



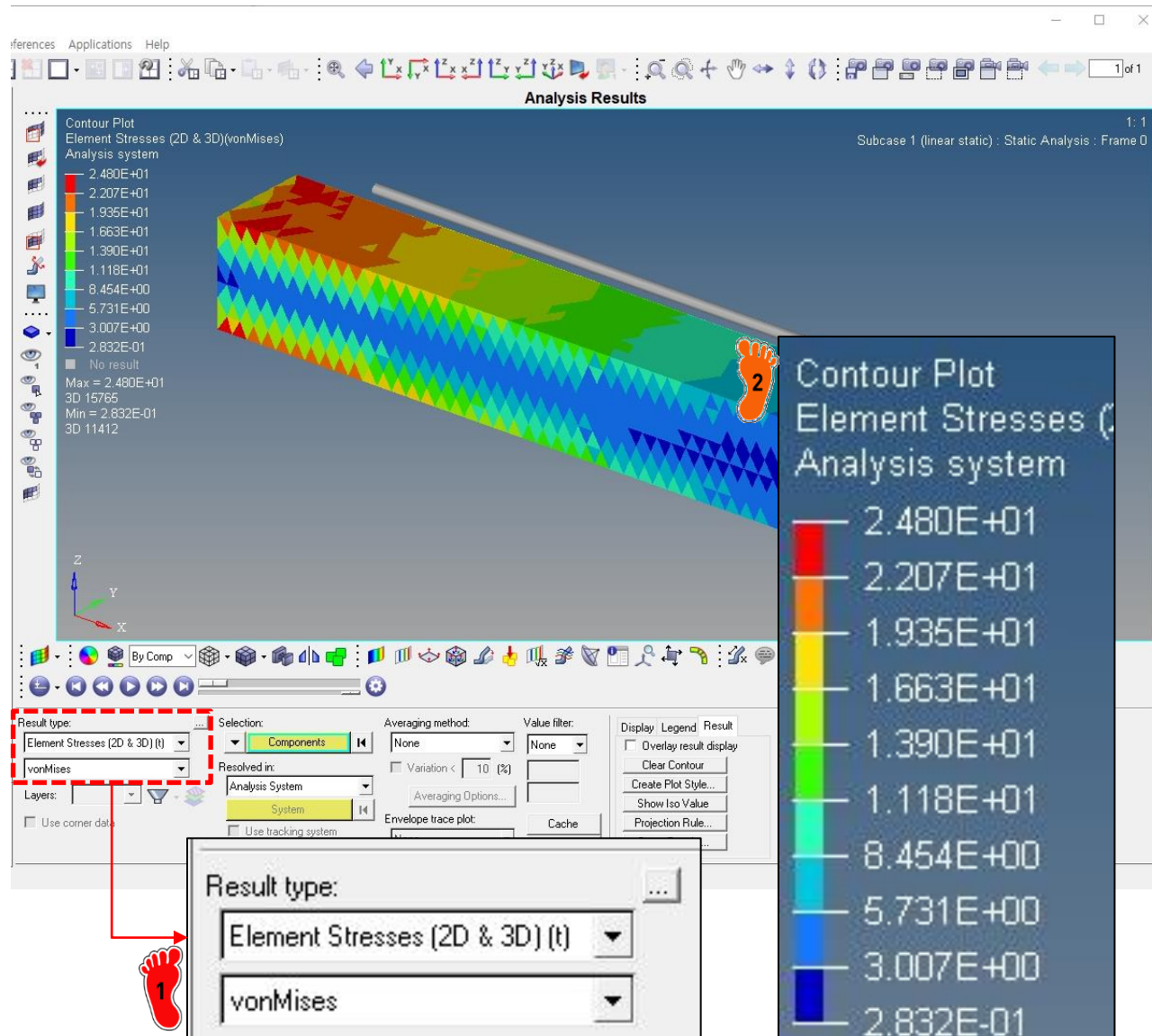
1 변위 결과 확인

2 클릭 후 각 모델의
끝 절점 클릭

3 1D모델의 변위는 0.895mm,
3D모델의 변위는 0.877mm
수준으로 유사함을 확인

| Node ID | Node Coordinates | Contour(Displacement) |
|---------|-------------------------|-----------------------|
| 132 | 1500 -10.0003 -0.877464 | 8.775E-01 |
| 3777 | 1500 300 -0.894622 | 8.946E-01 |

후처리 (2)

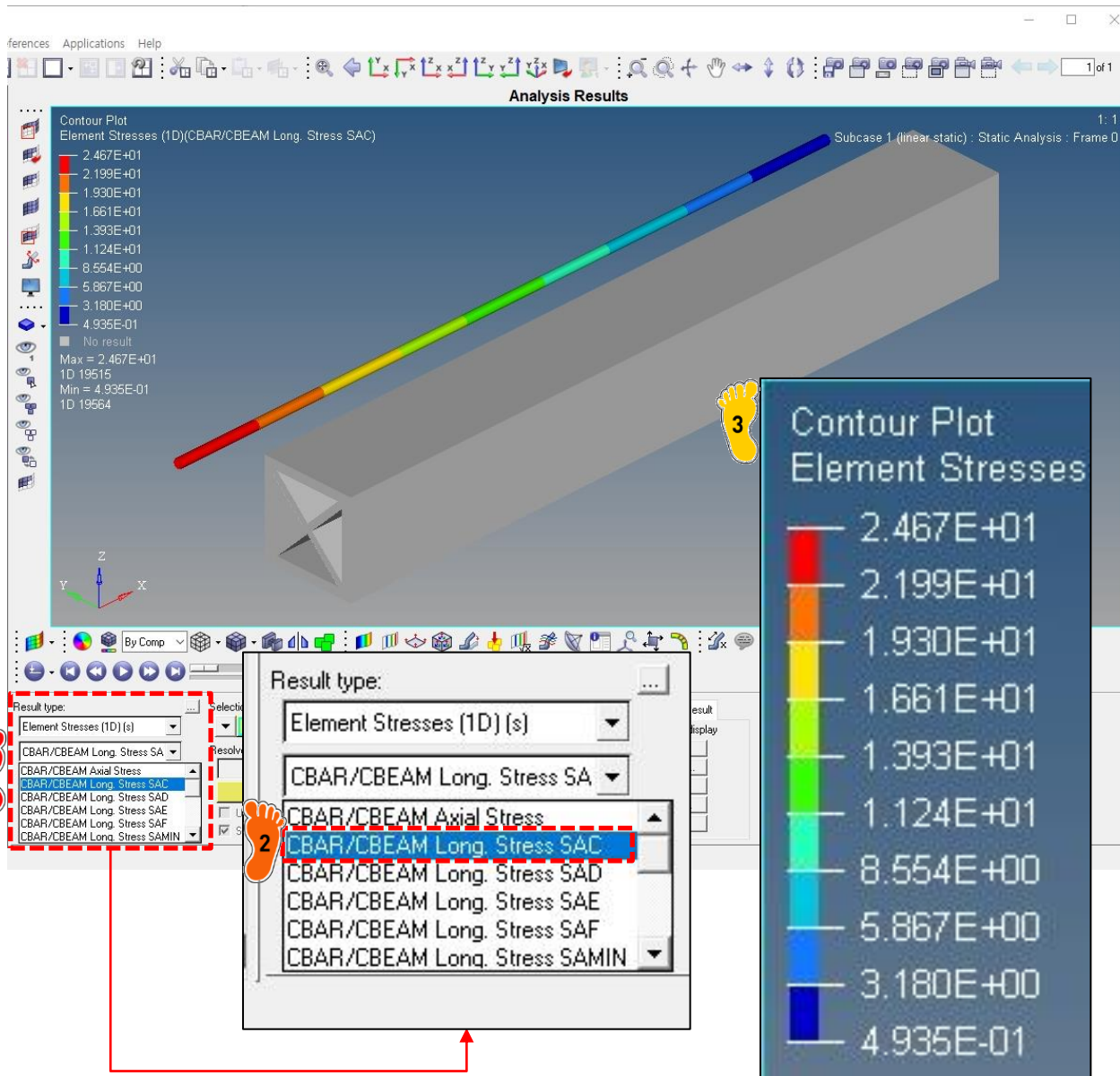


3D 응력 결과 보기



24.8MPa 의 응력 발생

후처리 (3)



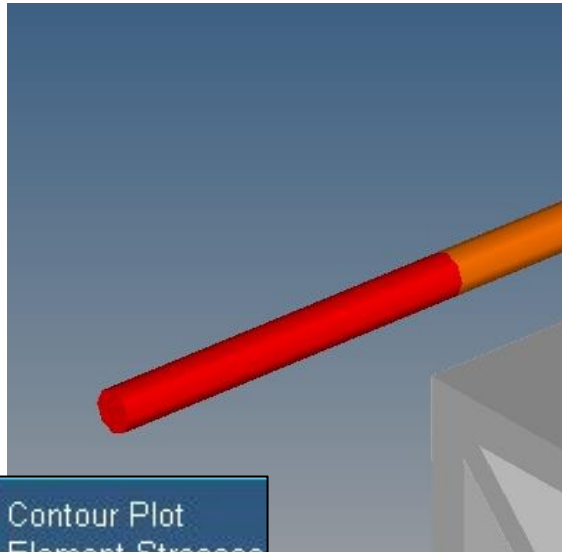
1D 응력 결과 보기

C점의 응력을 보기 위해 사진과 같이 선택

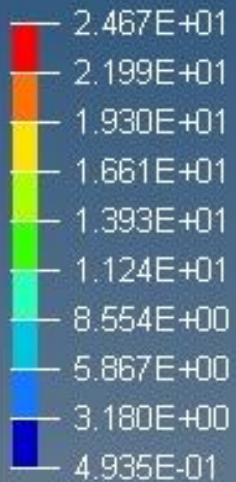
24.67MPa 의 응력 발생

후처리 (4)

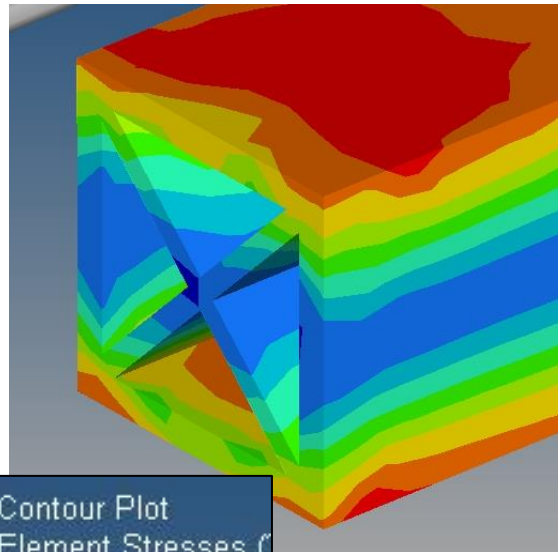
1D beam model



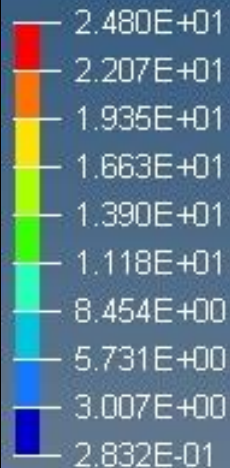
Contour Plot
Element Stresses



3D solid model



Contour Plot
Element Stresses (Analysis system)



응력 값은 두 경우 비슷하게 나오지만, 1D 모델은 3D 모델의 국부적인 부분까지 고려할수는 없음

숙제

재료의 거동이 탄성 범위에 있다는 가정 하에 H 점의 응력을 구하시오.

Analytic solution, beam solution, solid model solution을 비교하고 오차의 원인에 대하여 기술하시오.

