

LUSAS 기술자료

교각입체 해석 예제
(Linear/Static/Standard)

2026.02

에프이에이코리아(주)

<차 례>

1. 개요	1
2. 모델러 시작	2
3. Geometry 구성	3
3.1. Vertical Axis 설정	3
3.2. 포인트 정의	3
3.3. Line 정의	4
3.4. Solid 정의	5
4. Meshing (요소망 구성)	8
4.1. 요소의 정의	8
4.2. 요소의 적용	8
4.3. 요소 구성 확인	9
4.4. Line 요소의 분할	9
4.5. Null Line Mesh의 적용	10
5. 재료특성 정의 및 적용	11
5.1. 재료 특성 정의	11
5.2. 재료 특성 적용	12
5.3. 재료 특성 적용 상태 확인	12
6. 구속조건 정의 및 적용	13
6.1. 구속 조건 정의	13
6.2. 구속 조건의 적용	14
7. 하중조건 정의 및 적용	15
7.1. 자중 정의	15
7.2. 상부반력 정의	15
7.3. 하중의 적용	16
7.4. 재하된 하중 확인	18
8. 해석 수행	19
8.1. 해석의 수행	19
9. 후처리 과정	19
9.1. 결과 파일 불러오기	19
9.2. 하중케이스 선택	19
9.3. 응력 Contour	20
9.4. 내부 응력	23

9.5. 절단(Slice)된 단면의 그래프	24
9.6. 텍스트 결과	26
9.7. 보고서 작성	26

1. 개요

For software product(s):	Standard / Lite
With product option(s):	Basic

콘크리트 교각으로 3차원 Solid를 사용하여 선형 정적 해석을 수행합니다.

교각의 제원은 아래와 같습니다.

- 기둥 직경 : 1.5 m
- 코핑부 직경 : 2.5m
- 높이 : 10.5m

검토할 하중의 종류는 아래와 같습니다.

- Loadcase 1 : 자중
- Loadcase 2 : 상부반력

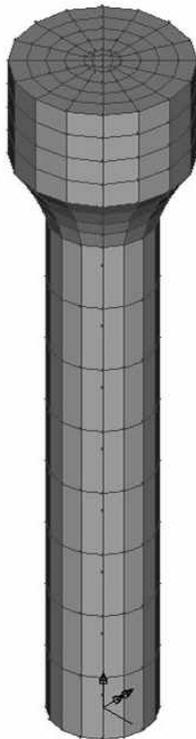
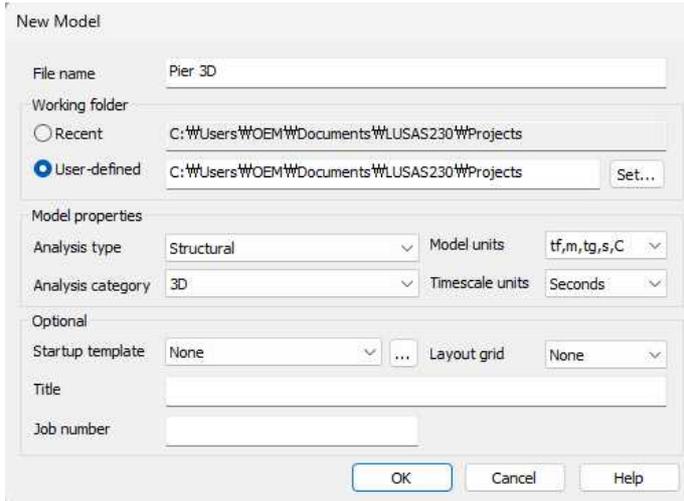


그림 1 모델 개요도

2. 모델러 시작

File> New...



① File name: 파일명

① Analysis type :

- ① Structural - 구조해석 모델에 용이한 환경 구성
- ① Thermal - 열해석 모델에 용이한 환경 구성
- ① Coupled - 열해석 결과를 바탕으로 하는 구조해석, 또는 그 반대의 상호 작용 해석 환경 구성

① Model units : 모델링에 사용할 단위계. 내장 DB (단면제원, 재료특성 등) 사용 시 초기값 설정에 영향

① Timescale Units : 해석에 사용할 시간 단위

① Analysis category : 해당 카테고리에 적합한 메뉴 항목, 대화 상자 설정 및 선택 사항들만 나타나도록 사용자 인터페이스 변경

① Startup template : 자주 사용하는 데이터셋 정의. 필요시 사용자 고유의 Script를 작성하여 등록 가능

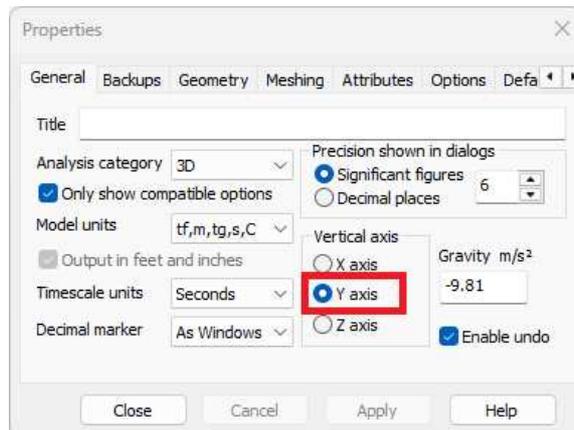
① Title : 모델에 대한 설명 (생략가능)

3. Geometry 구성

3.1. Vertical Axis 설정

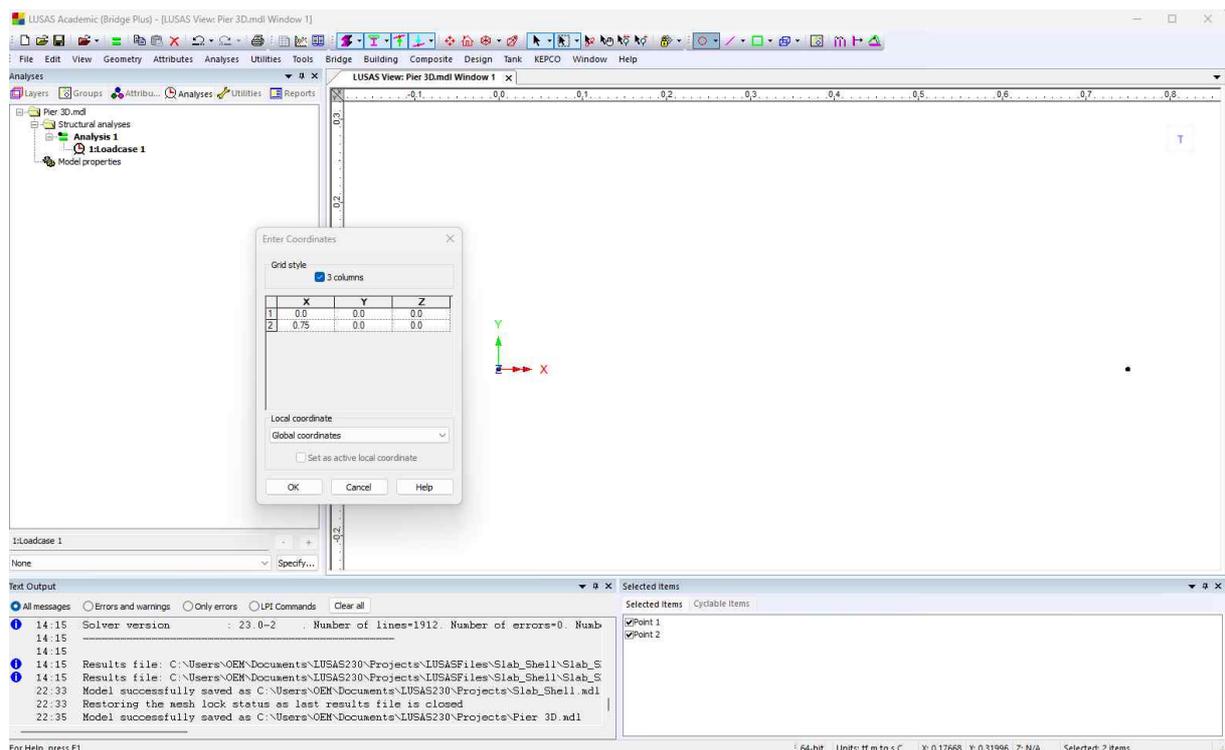
File> Model Properties...

Vertical Axis는 모델을 생성할 때 설정한 Analysis Category에 따라 자동으로 설정됩니다. Gravity 메뉴를 통해 자중을 추가할 때, 중력이 적용되는 방향을 결정하는 기준이 됩니다. Vertical Axis를 Y축으로 설정합니다. 자중이 Y축 방향으로 적용됩니다.



3.2. 포인트 정의

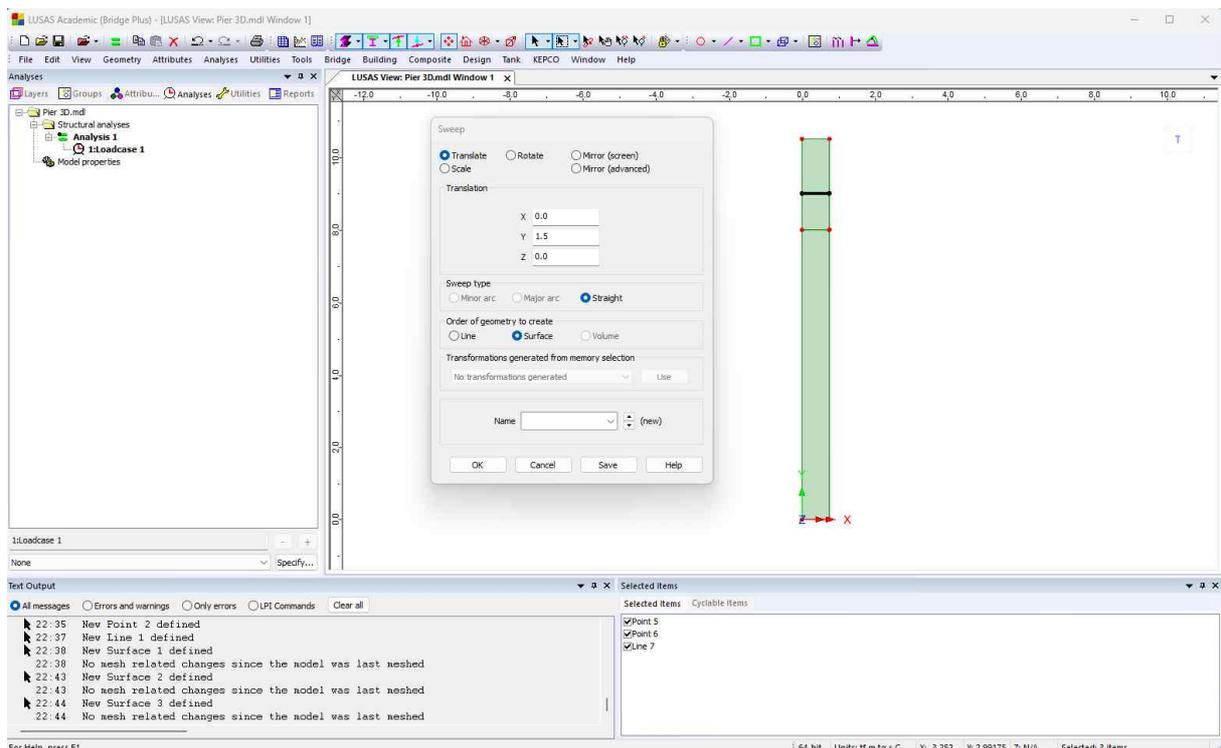
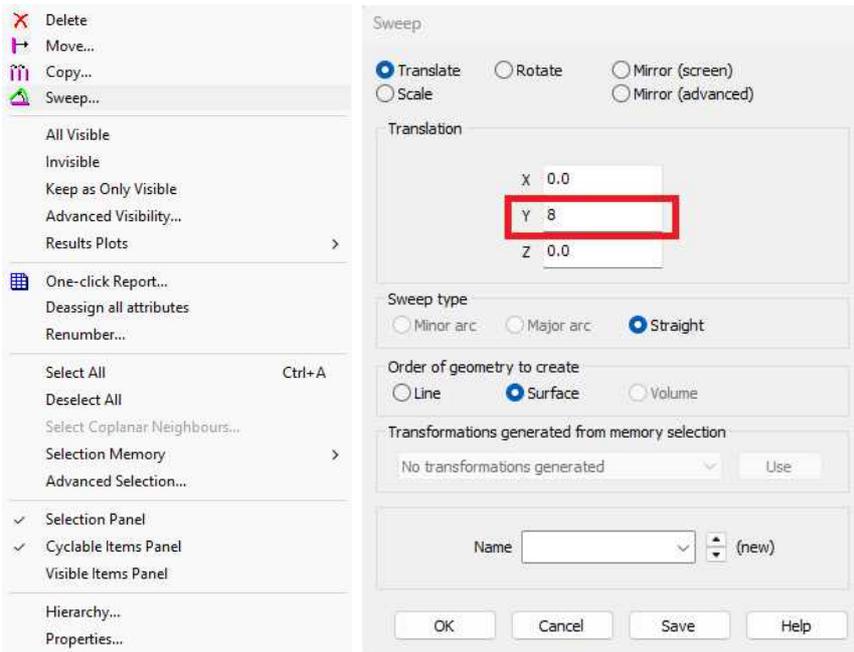
Geometry> Point> By Coords ...



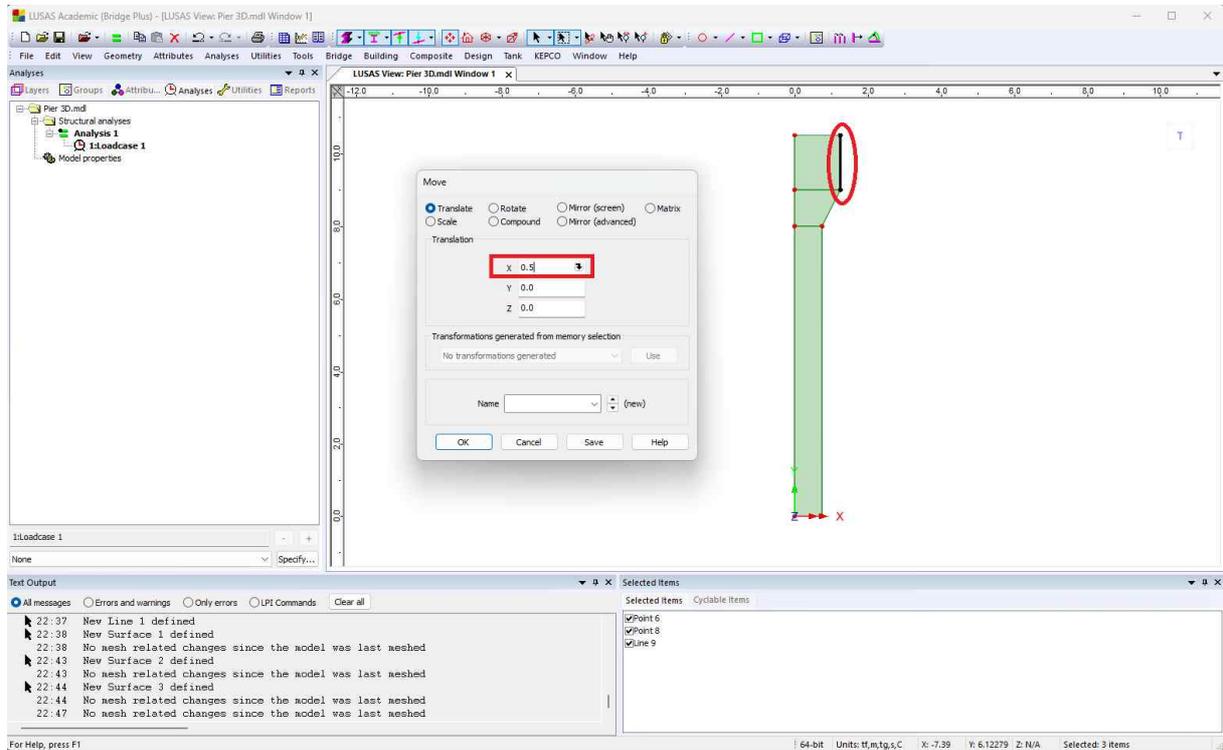
3.3. Line 정의

Geometry> Line> By Points ...

- ⌚ 정의된 두 개의 포인트를 마우스로 선택한 후 메뉴 혹은 아이콘  선택으로 Line을 정의합니다.
- ⌚ Line을 선택한 후 마우스 우측을 클릭하고 **Sweep**을 선택합니다. Y 방향으로 8 만큼 늘여 Surface를 생성합니다.
- ⌚ 생성된 Surface의 상단선을 선택한 후 Y 방향으로 1 만큼 **Sweep**시켜 또 하나의 Surface를 생성합니다.
- ⌚ 위와 같은 방법으로 Y 방향으로 1.5 만큼 늘여 총 3개의 Surface를 생성합니다.

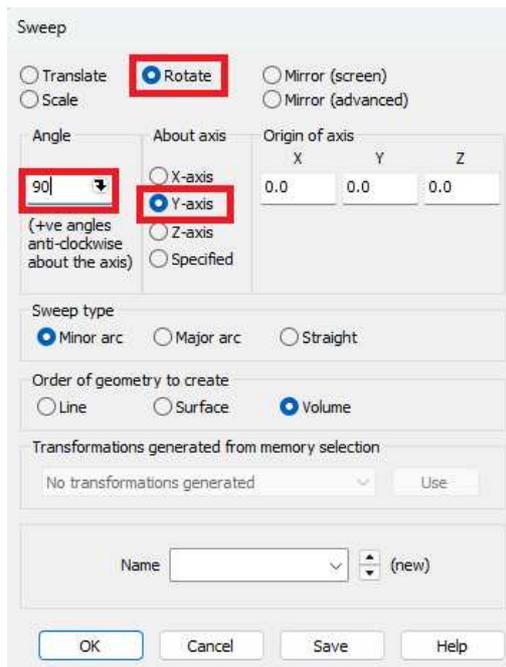


☝ 교각의 코핑부 확장을 위해 3번째 surface의 오른쪽 Line을 X 방향으로 0.5 만큼 이동시킵니다.



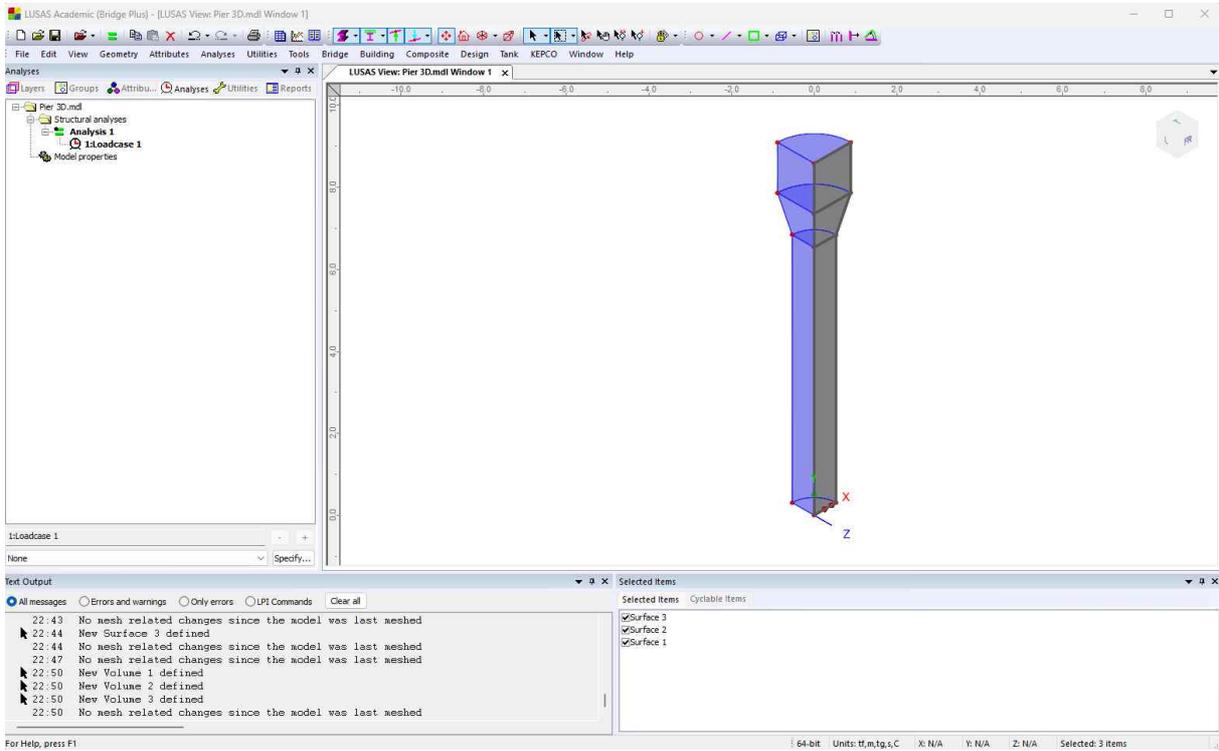
3.4. Solid 정의

☝ 모든 Surface를 선택한 후 (0,0,0)을 중심으로 Y축에 대해 90° 만큼 Sweep 시켜 Solid를 정의합니다.

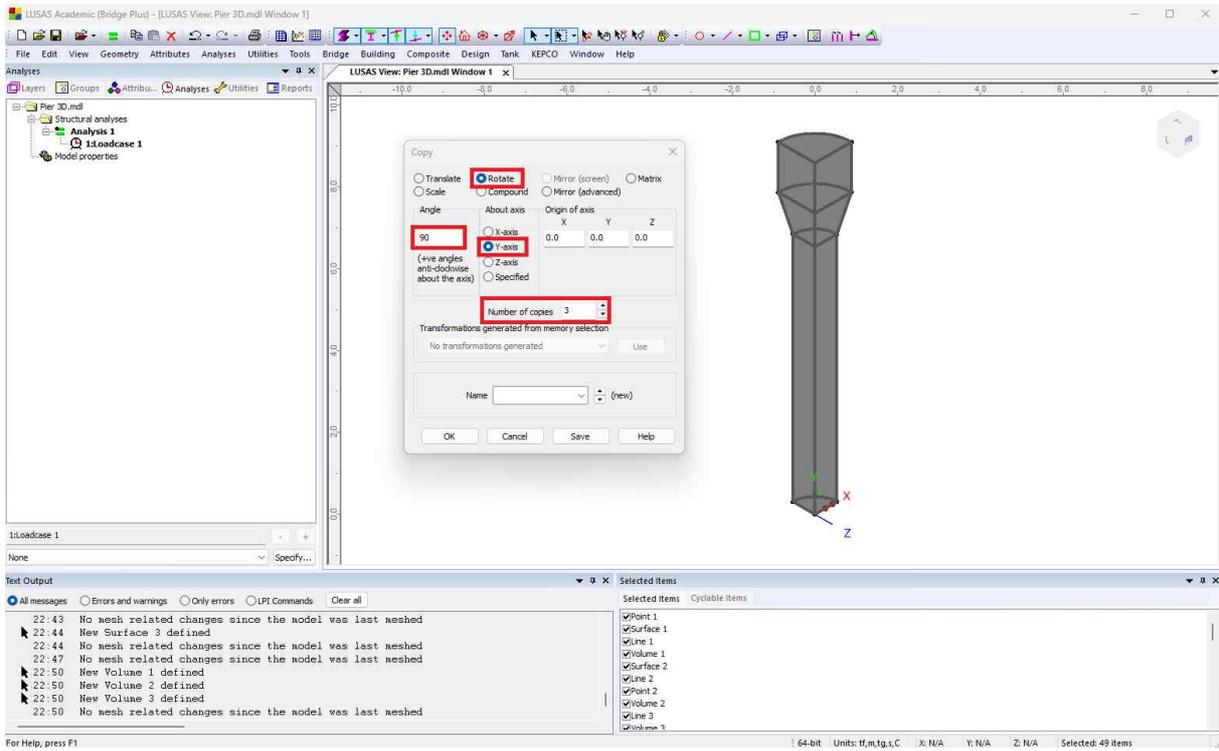


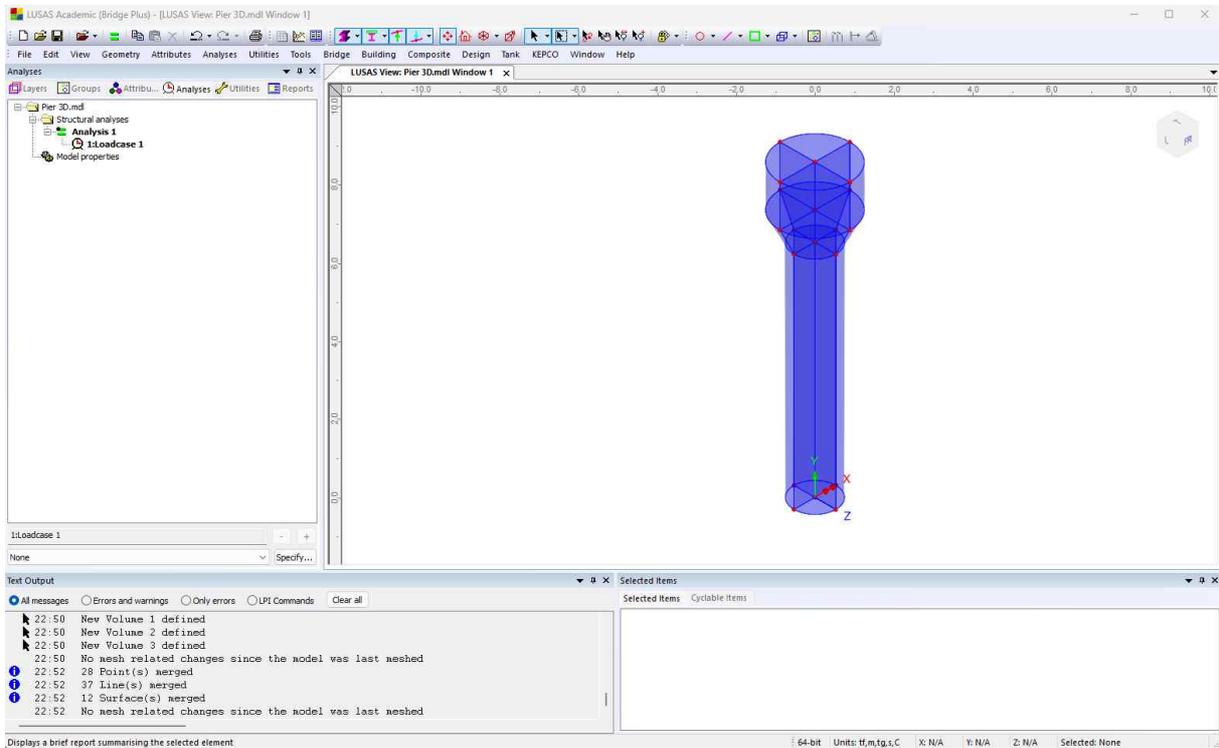
☝ 교각의 1/4 단면이 생성되었습니다. Toolbar 우측의  아이콘을 클릭하여 생성된 Solid를 확인 할 수 있습니다.

교각 입체해석



정의된 Solid를 모두 선택한 후 Y축에 대해 90° 회전시켜 3번 복사합니다.



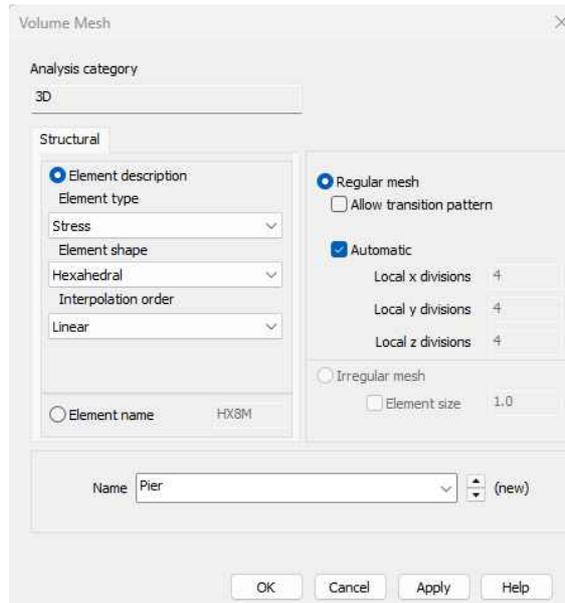


4. Meshing (요소망 구성)

4.1. 요소의 정의

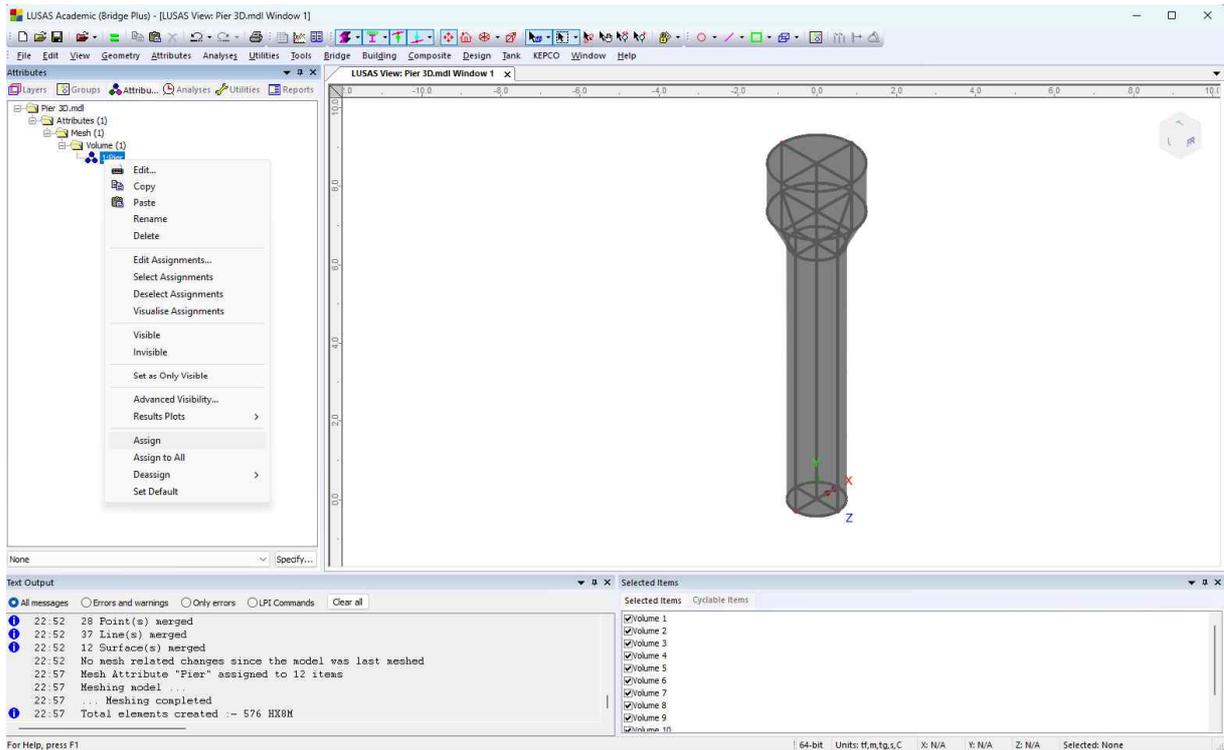
Attributes> Mesh> Volume ...

⌚ Stress요소를 선택하고, 요소 형태는 Hexahedral을 선택합니다. 요소명은 HX8M이 됩니다.



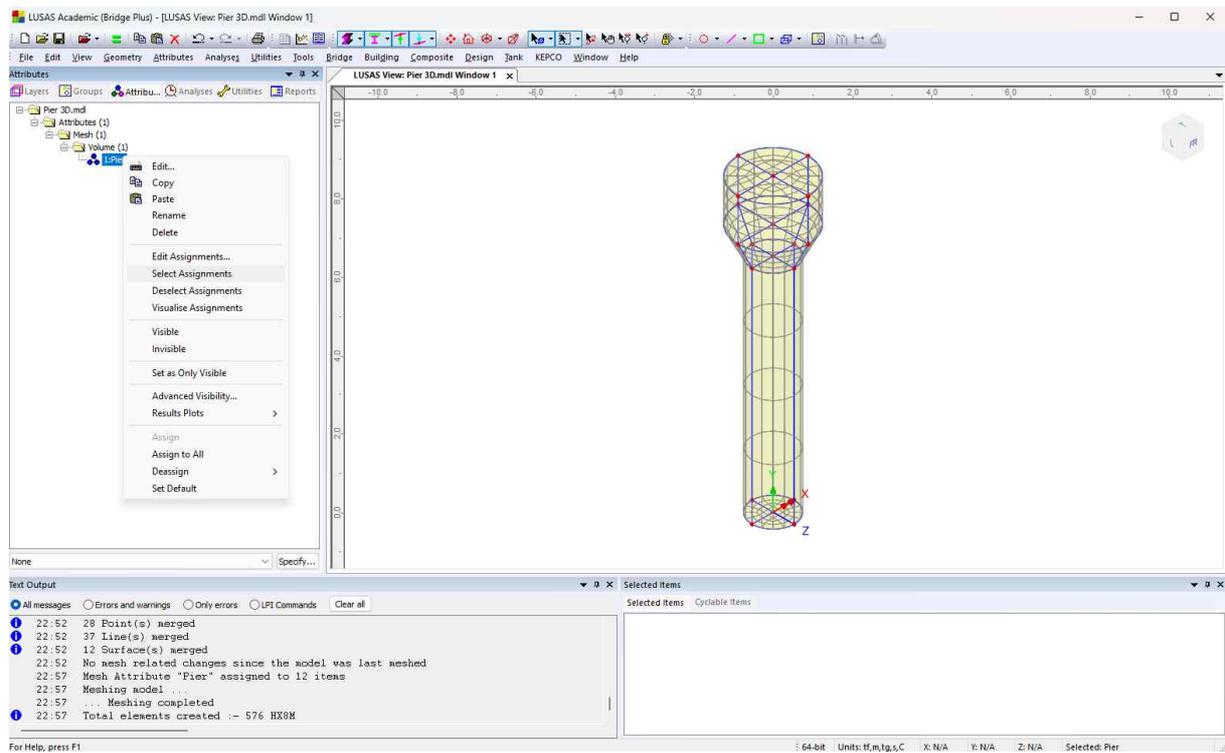
4.2. 요소의 적용

⌚ 화면상에서 정의된 Volume을 모두 선택(Ctrl +A)한 후 방금 정의한 데이터셋을 적용합니다.



4.3. 요소 구성 확인

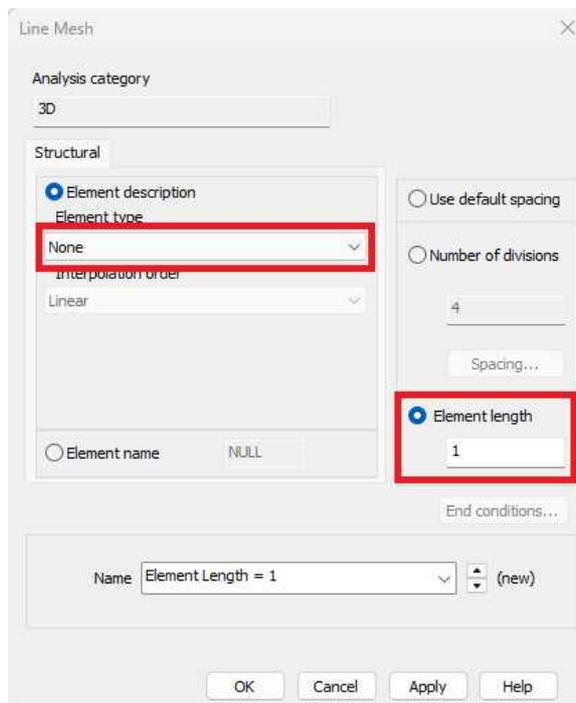
🕒 Treeview> Attributes 탭의 요소 데이터셋에서 팝업을 띄워 적용된 대상을 확인합니다.



4.4. Line 요소의 분할

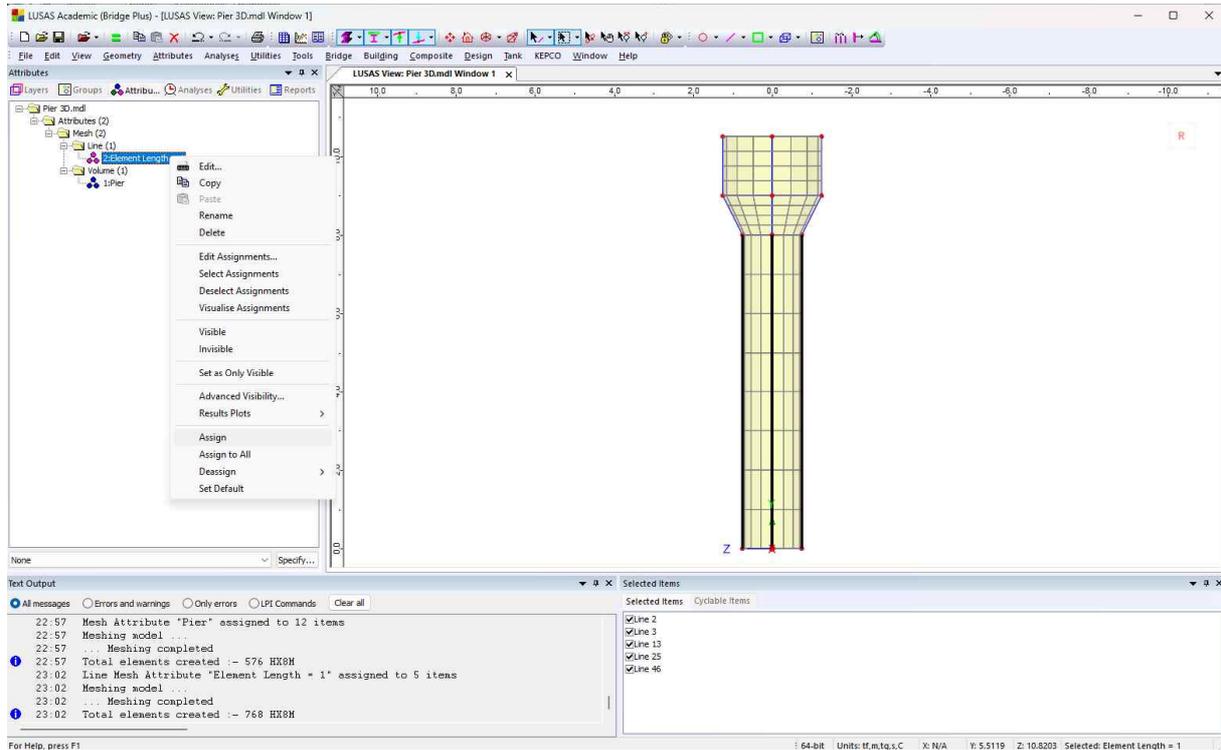
Attributes> Mesh> Line ...

🕒 기본적인 부재의 분할을 마쳤으나, 교각 기둥부를 조금 더 조밀하게 분할하기 위해 Volume을 구성하고 있는 Line에 요소 종류는 정의하지 않고, 등분수만 입력하는 Null line mesh를 적용합니다.



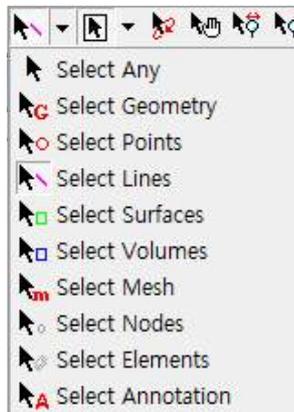
4.5. Null Line Mesh의 적용

① 교각을 이루고 있는 기둥부의 **종방향 Line**을 모두 선택한 후 정의한 데이터셋을 부여합니다.



Tip.

화면 하단의 **X: -2.4174 Y: 6.82627 Z: N/A** 을 선택하면 원하는 방향에서의 모델을 확인할 수 있습니다. 위의 경우, **Z: N/A** 을 선택하여 모델을 XY평면상에 위치하게 하면, 기둥부의 종방향 Line을 선택하기 쉽습니다. 또한, 아이콘을 이용하여 선택되는 객체의 종류를 정의할 수 있습니다. 예를 들면, 을 선택하면 Line만 선택됩니다. **Ctrl** 키를 누른 채로 선택하면 하나 이상의 객체를 한꺼번에 선택할 수 있습니다.



5. 재료특성 정의 및 적용

5.1. 재료 특성 정의

Attributes> Material> Isotropic ...

⌚ 재료 특성값을 입력합니다. 단위는 **tf, m** 단위계를 사용하였습니다.

The 'Isotropic' dialog box shows the following material properties table:

	Value
Young's modulus	3.05915E6
Poisson's ratio	0.2
Mass density	0.244732
Coefficient of thermal expansion	10.0E-6

Material Name: Concrete

⌚ 또는, Attributes> Material> Material Library ... 에서 내장된 DB를 활용할 수 있습니다.

⌚ 모델러를 시작하면서 초기에 지정한 단위계로 특성값이 나타납니다.

The 'Material Library' dialog box shows the following material properties table:

Young's modulus	3.05915E6
Poisson's ratio	0.2
Density	0.244732
Thermal expansion	10.0E-6

Material Name: Concrete

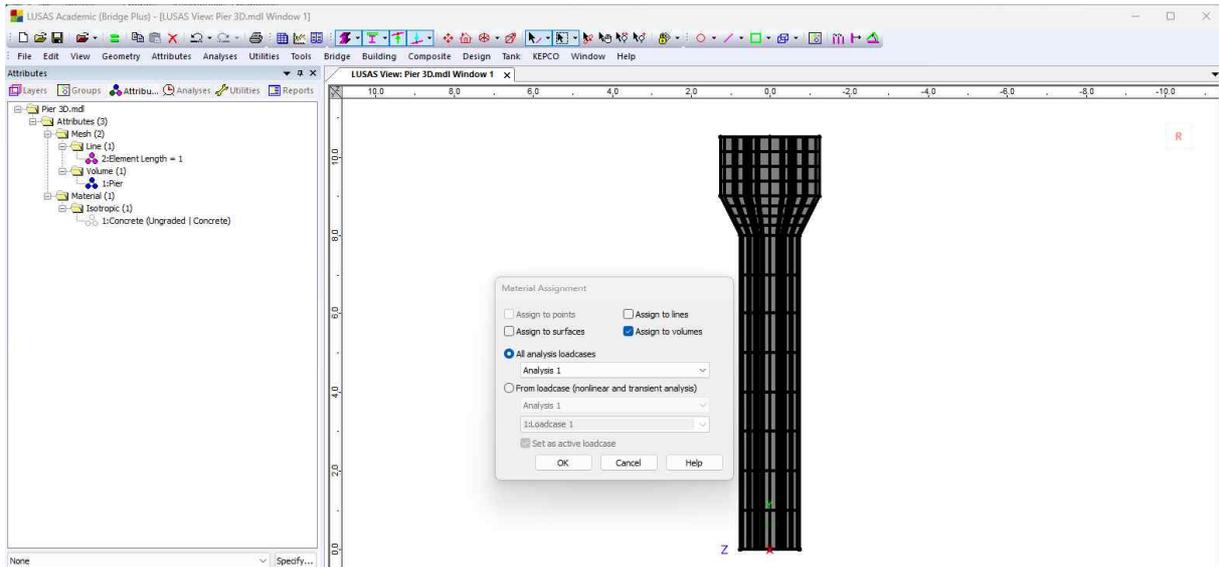


Tip.

단위계는 어떤 단위계를 사용하여도 무방하나, 모델링 전반에 걸쳐 동일한 단위계를 유지하여야 합니다. 예를 들어 탄성계수 단위를 N/m^2 로 사용하였다면, 하중단위도 N 단위를 사용하여야 합니다.

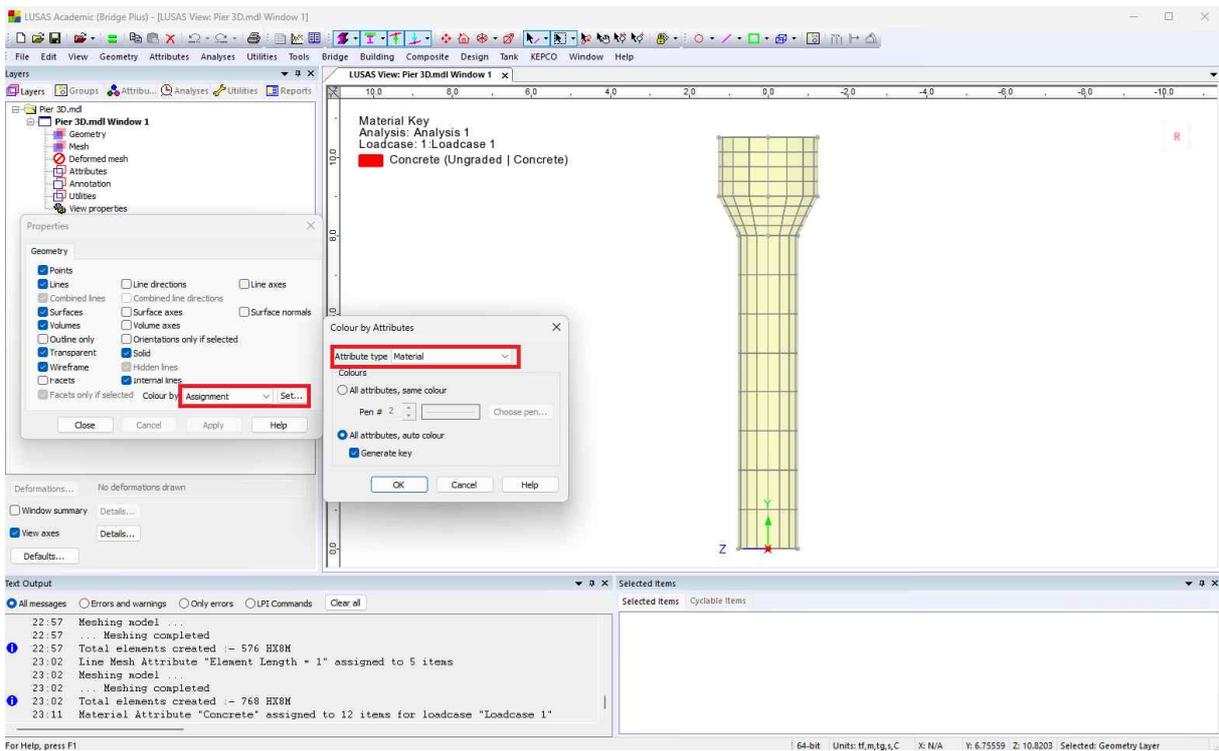
5.2. 재료 특성 적용

🕒 대상 Solid를 선택하고, 재료특성 데이터셋을 작업창으로 끌어다 놓거나 팝업을 사용하여 Assign 시킵니다.



5.3. 재료 특성 적용 상태 확인

🕒 Treeview> Layer> Geometry 의 속성을 아래와 같이 설정하면, 적용된 부분별로 색상을 달리하여 확인할 수 있습니다.



6. 구속조건 정의 및 적용

6.1. 구속 조건 정의

Attributes> Support...

⌚ 교각의 바닥을 고정단으로 정의합니다. Solid 요소는 자유도가 3이므로 X, Y, Z 병진변위에 대하여 구속합니다.

⌚ 별도의 Local Coordinate를 정의하지 않는다면 구속방향은 Global 좌표계¹⁾를 기준으로 합니다.

		Free	Fixed	Spring	Spring stiffness	
Translation in	X	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
	Y	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
	Z	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
Rotation about	X	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
	Y	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
	Z	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
Hinge rotation		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
Torsional warping		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>	
Pore pressure		<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="text"/>
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
			<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Spring stiffness distribution

Stiffness

Stiffness/unit length

Stiffness/unit area

Lift-off >>

Contact >>

Non-reflective >>

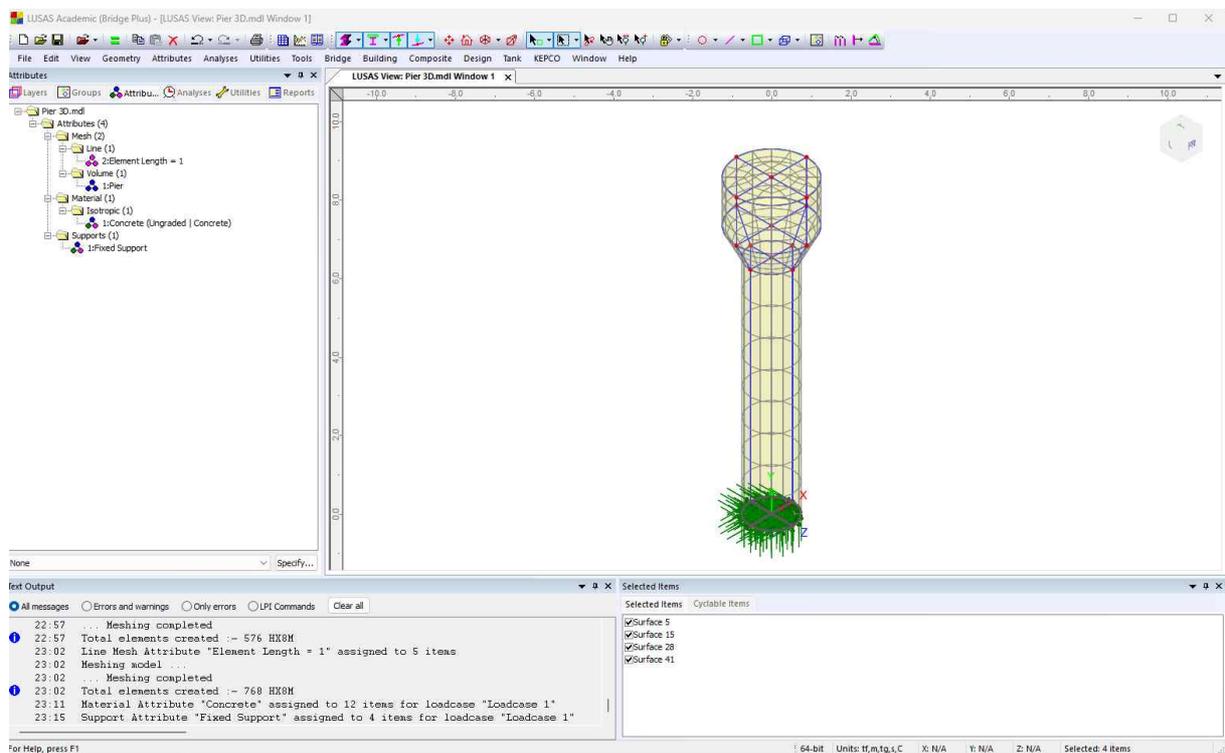
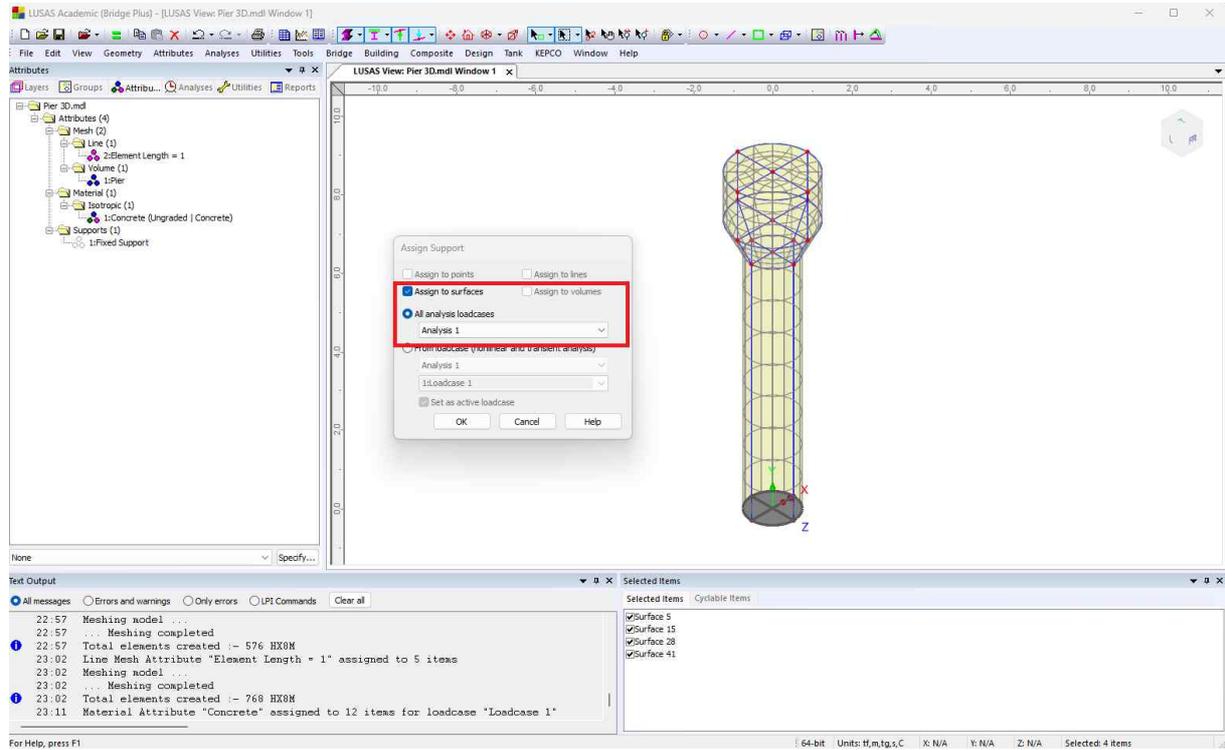
Name: Fixed Support (new)

OK Cancel Apply Help

1) 작업창 기본 평면을 XY평면으로 하는 좌표계를 의미합니다.

6.2. 구속 조건의 적용

🕒 교각의 바닥을 이루는 Surface를 선택하고 해당 데이터셋을 적용시킵니다.



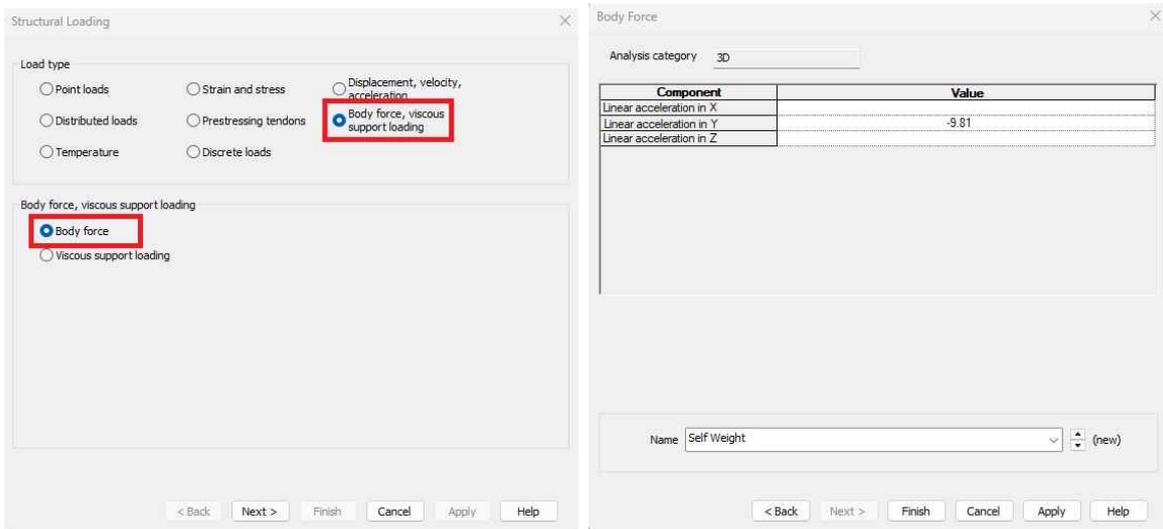
Tip.

Treeview> Layer> Attributes에서 구속을 표시하는 화살표의 색깔이나 길이를 변경할 수 있습니다.

7. 하중조건 정의 및 적용

7.1. 자중 정의

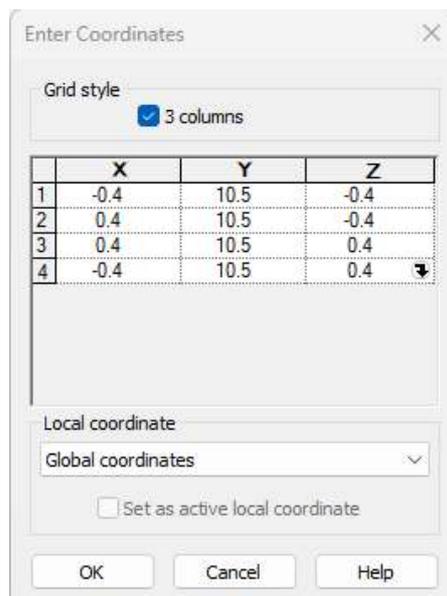
Attributes> Loading> Body Force...



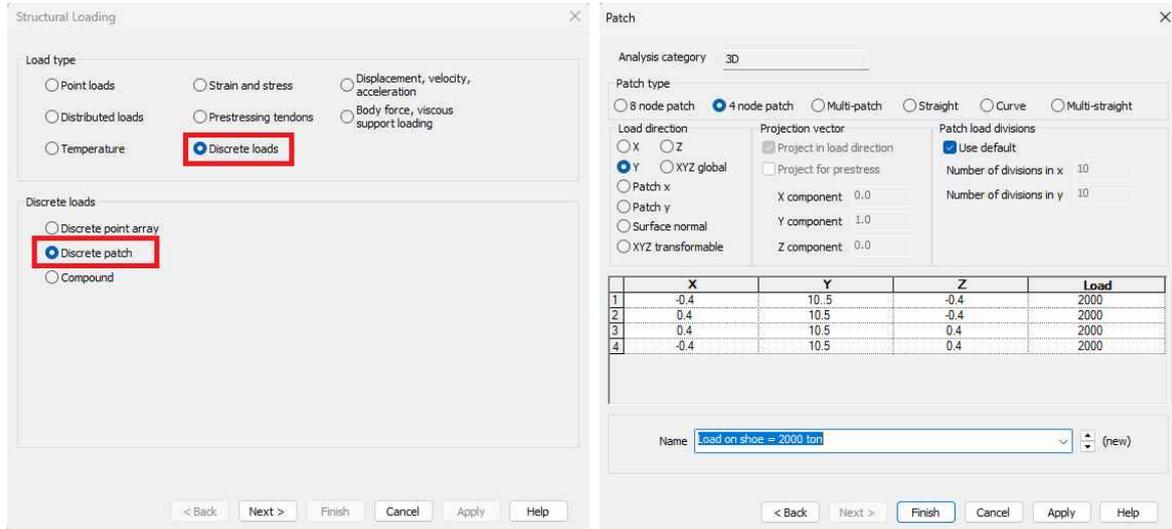
7.2. 상부반력 정의

Attributes> Loading> Discrete Patch...

- ⑦ 교량 상부구조 해석 후 발생하는 반력을 교각의 받침자리에 등분포로 재하합니다. 받침의 규격은 0.8m x 0.8m이며 재하되는 총 하중은 2000 ton입니다.
- ⑦ 상부반력은 Discrete Load를 사용하였으므로 하중을 적용시킬 재하점을 먼저 정의합니다. 받침에 반력이 작용한다고 가정하고 이 위치에 하중을 재하하기 위하여 Point를 정의합니다. (Geometry> Point> By Coords..., )



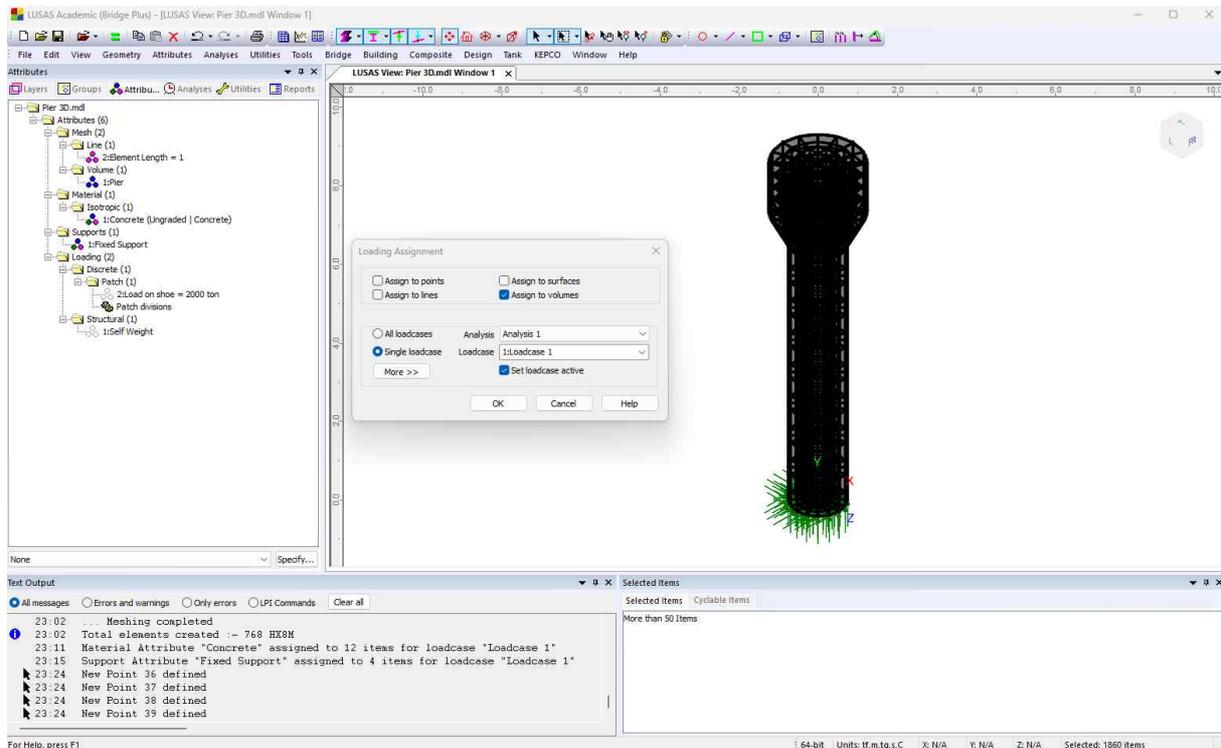
⌚ Discrete Patch 하중은 하중이 재하될 구역의 4점을 정의하고 이를 선택하면 하중 정의시 좌표가 자동으로 입력됩니다.



7.3. 하중의 적용

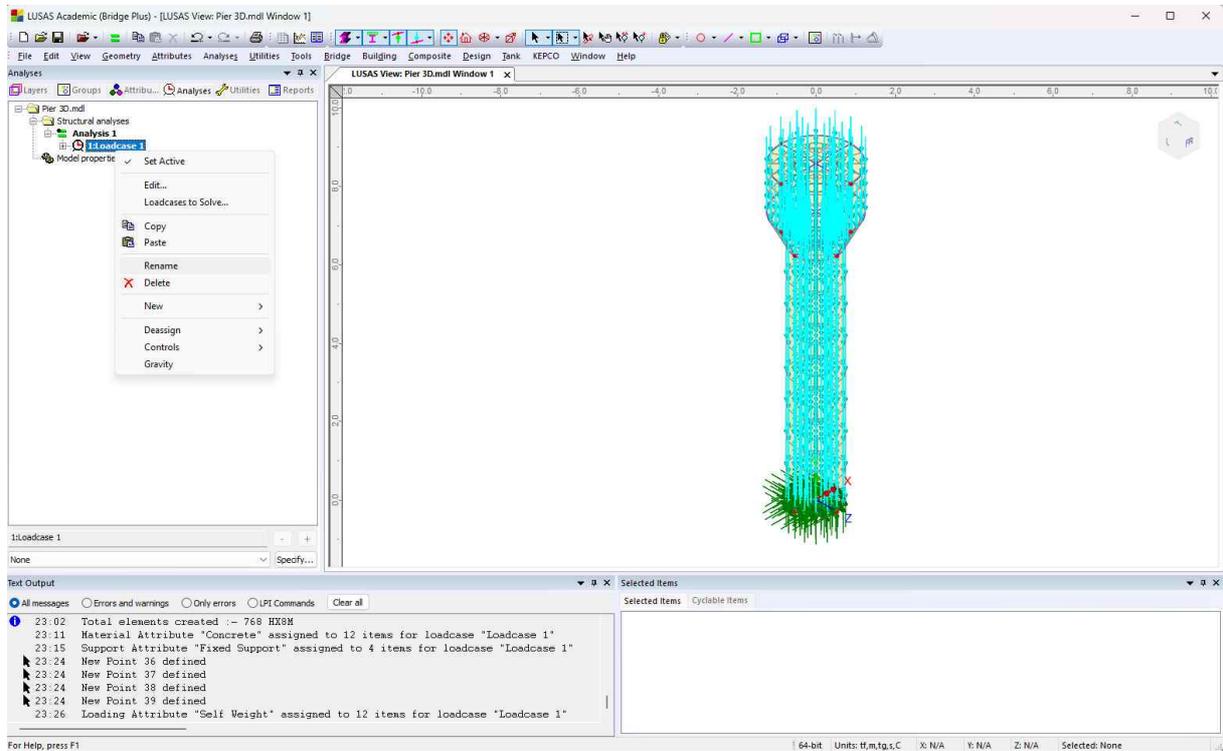
□ 자중

⌚ Volume을 모두 선택하고 하중 데이터셋 'Self Weight'를 적용시킵니다.



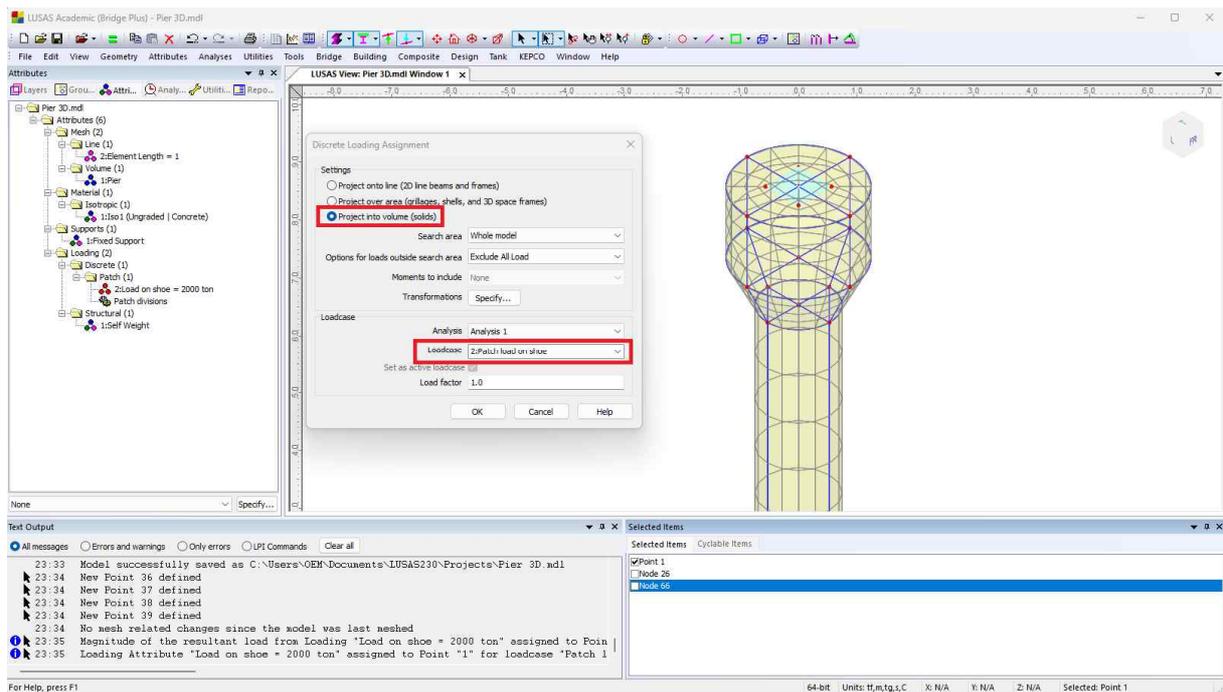
⌚ 하중케이스 제목은 Treeview> Analyses 탭에서 수정할 수 있습니다.

제 7 장 하중조건 정의 및 적용

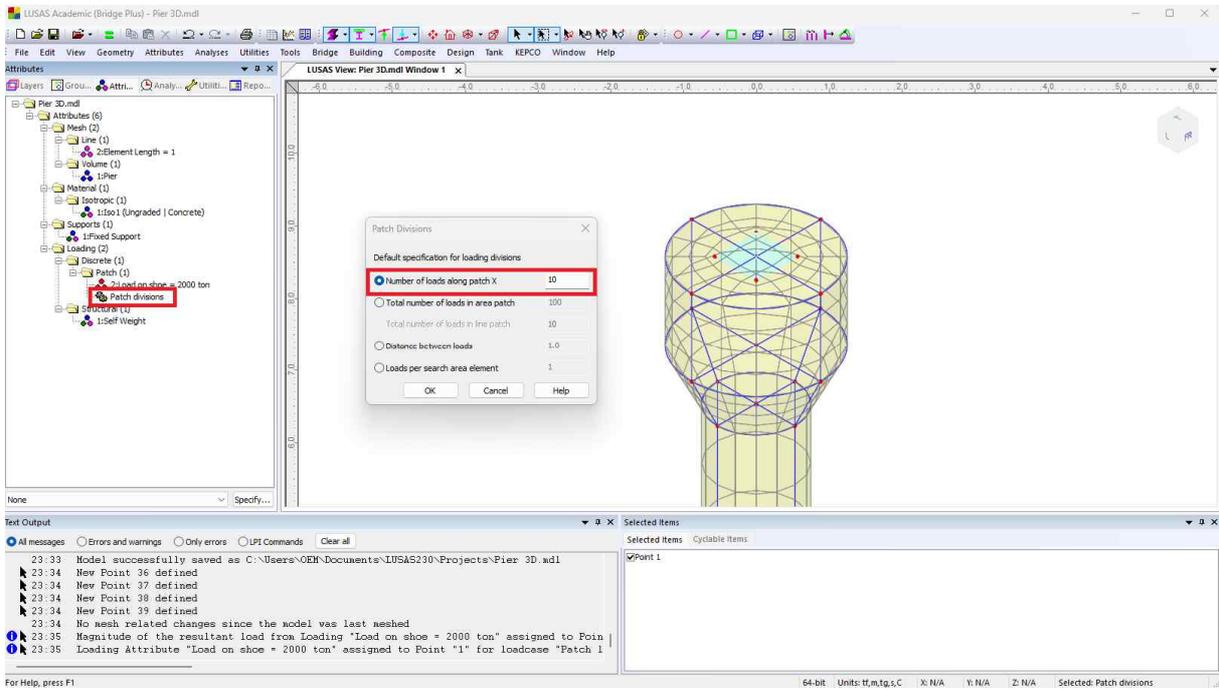


□ 상부반력

- ⌚ 상부반력은 **Discrete Load**을 이용하여 정의하였으며, 가상의 포인트를 (0,0,0)으로 가정하였기 때문에 이 Point에 하중을 부여해야 합니다. (0,0,0)에 위치한 Point를 선택한 후 하중 데이터셋 'Load on Shoe = 2000 ton'을 적용시킵니다.

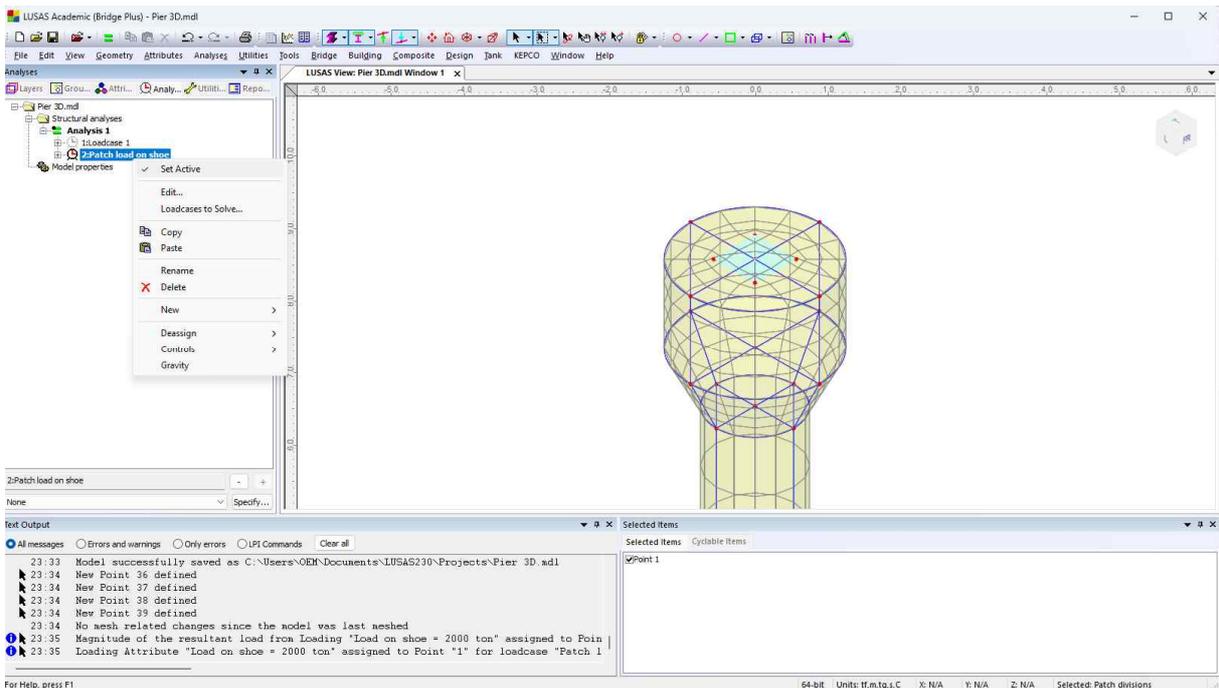


- ⌚ 하중케이스 제목과 하중계수를 지정할 수 있으며, Patch 하중의 개수를 설정할 수 있습니다.



7.4. 재하된 하중 확인

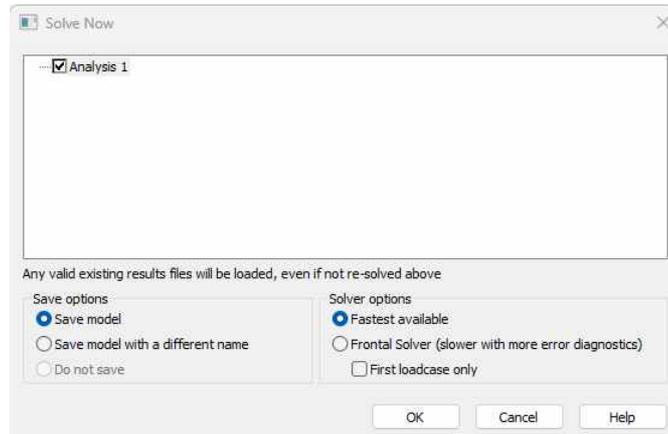
🕒 Treeview > Analyses 탭에서 확인하고자 하는 하중케이스 제목을 선택한 후 'Set Active'를 선택하면 해당 하중의 재하 상태를 확인할 수 있습니다.



8. 해석 수행

8.1. 해석의 수행

'Solve now'  아이콘을 이용하여 자동으로 해석을 수행합니다.



9. 후처리 과정

LUSAS는 모델링하는 전처리 과정과 해석 결과를 검토하는 후처리 과정이 모두 모델러에서 이루어지는 통합환경을 제공하므로, 해석된 결과를 모델러로 불러와서 후처리 작업을 진행하게 됩니다.

9.1. 결과 파일 불러오기

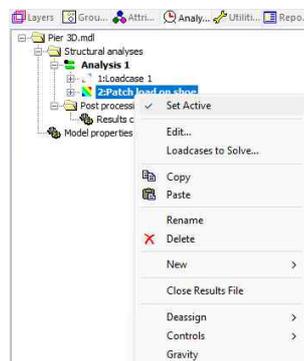
File> Open Available Results Files ...

LUSAS v23에서는 작업폴더\ **Associated Model Data** 폴더 안에 모델파일명의 폴더가 생성됩니다. 모델러에서 'Solve now'  아이콘을 사용하여 해석을 수행하면 이 폴더 안에 *.dat, log, out, mys 파일이 저장되고, 결과 파일이 자동으로 불러들여집니다.

결과 파일이 열리지 않으면 위의 메뉴를 실행하면 모델위에 결과파일을 함께 열 수 있습니다.

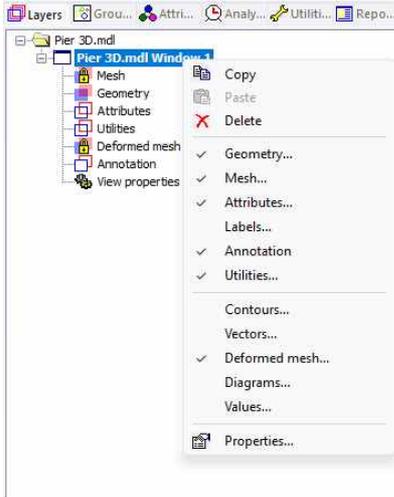
9.2. 하중케이스 선택

결과파일을 불러들이면, **Treeview> Analyses** 탭이 아래와 같이 구성됩니다. 결과를 추출할 하중케이스를 선택하고, **Set Active**를 지정합니다.



9.3. 응력 Contour

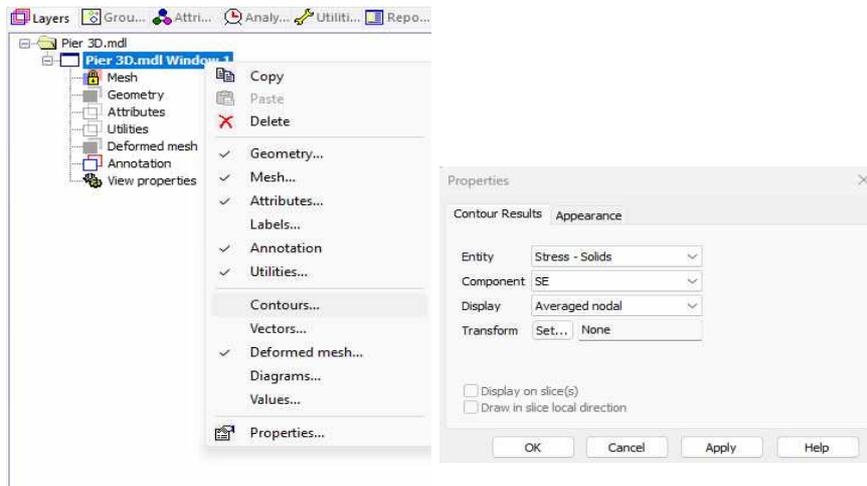
단면형상을 표시하도록 한 상태에서는 단면 각 부분에서 발생하는 응력을 표시할 수 있습니다. 화면상에 표시하는 내용은 **Treeview> Layer** 탭에서 지정합니다. 팝업을 띄워 보면 아래와 같이 화면상에 표시할 수 있는 아이템의 목록을 확인할 수 있습니다. 작업창에서 팝업을 띄워도 동일한 목록을 확인할 수 있습니다.



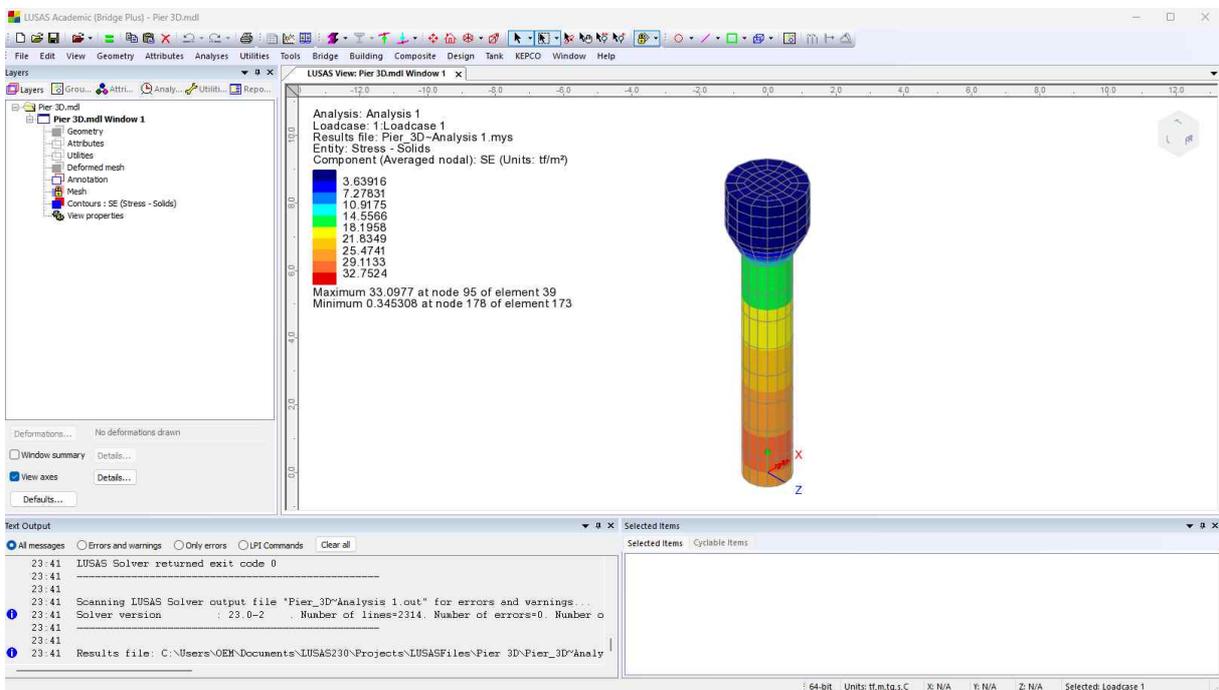
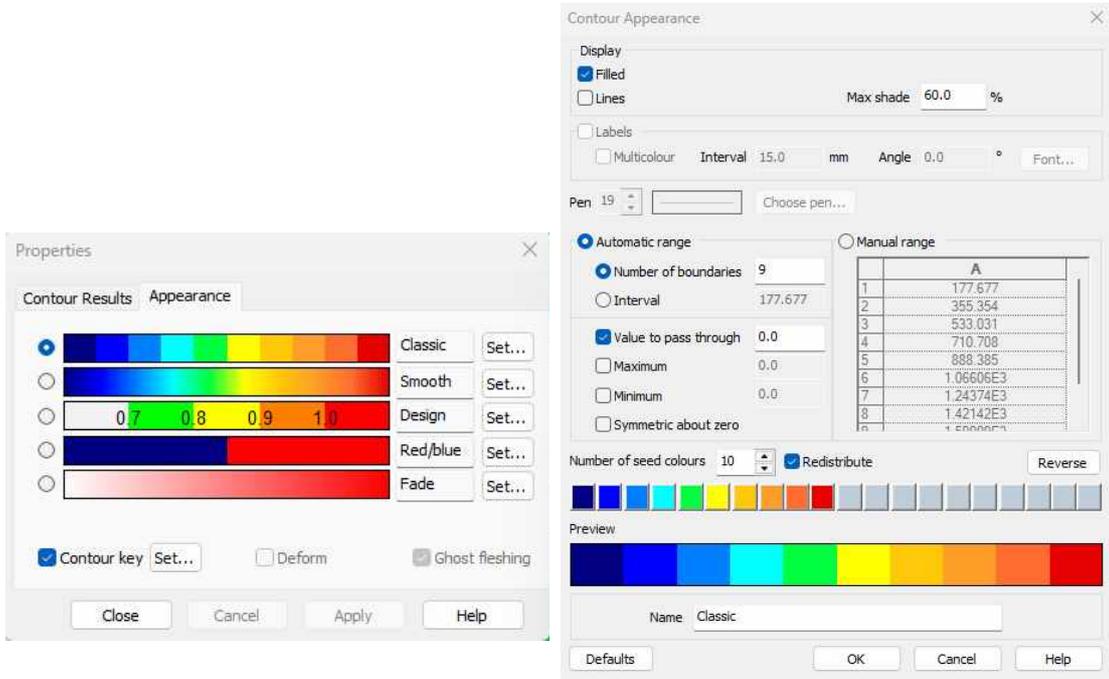
화면상에 표시하고 싶은 것이나 지우고 싶은 것은 여기에서 다룹니다. 삭제하거나 추가할 수 있으며, 마우스를 이용해 표시 순서를 변경할 수 있습니다.

위쪽에 있는 레이어가 먼저 그려지는 것이므로, 현재의 좌측 이미 지에서는 Mesh, Geometry, Attributes, Utilities, Deformed mesh, Annotation 순서로 화면에 그리게 되어, Annotation이 가장 나중에 그려지게 됩니다.

⌚ Mesh를 제외한 현재 설정을 화면에 표시하지 않도록 설정하고 (Display 옵션 체크 해제), **Contours**를 선택합니다. Entity를 'Stress'로 Component는 'SE'를 선택합니다.



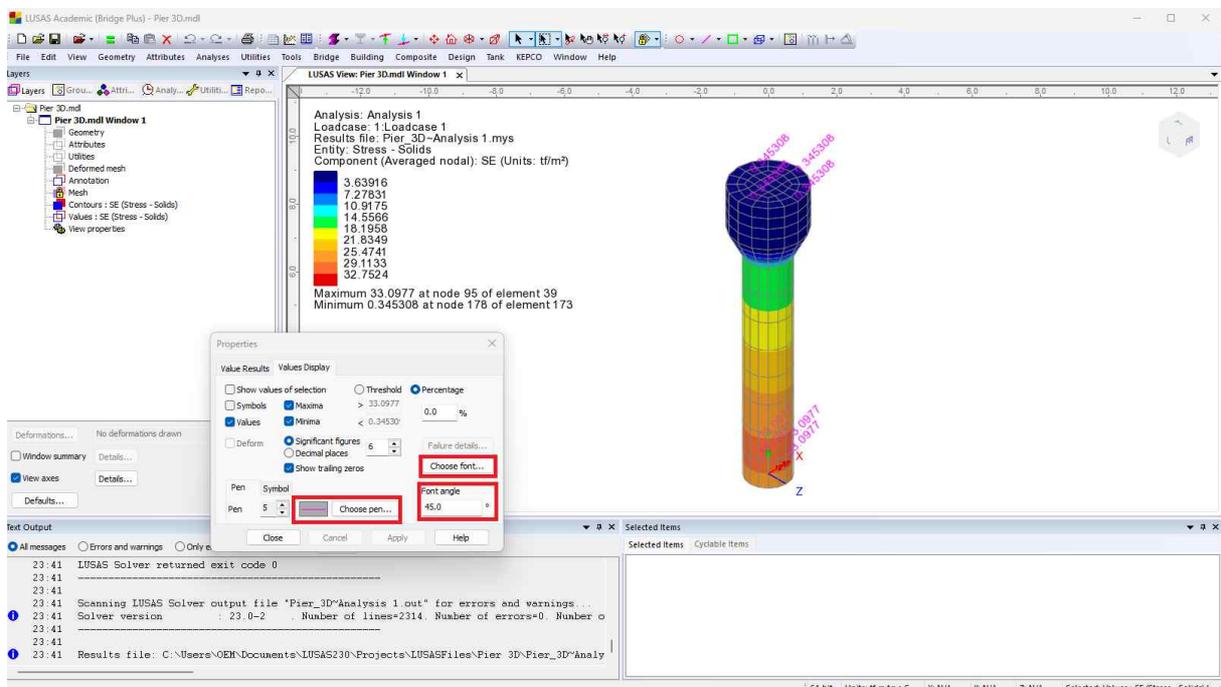
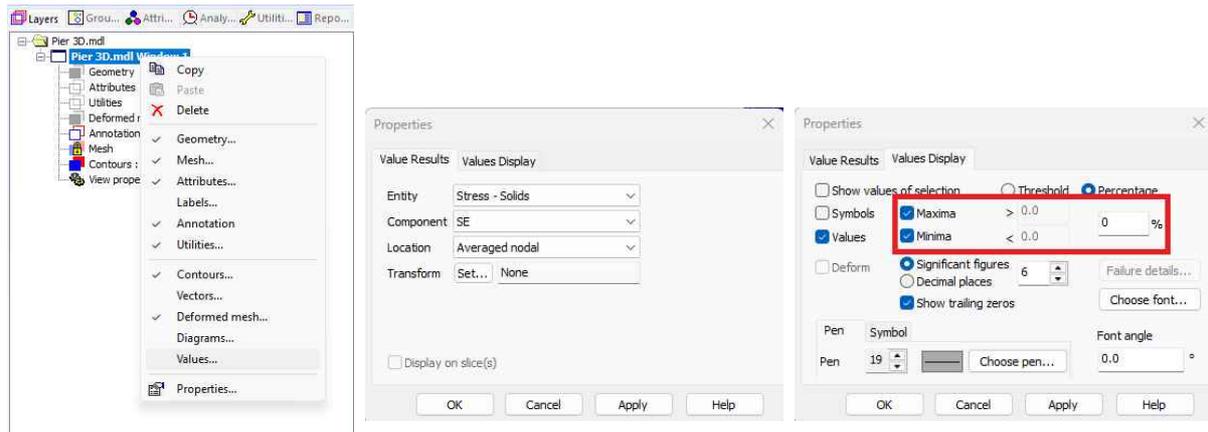
⌚ **Appearance** 탭에서 Contour의 범위 및 색을 변경할 수 있습니다.



교각 입체해석

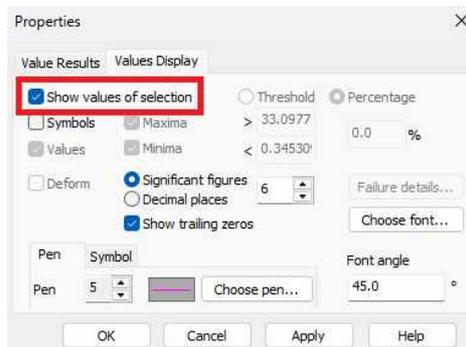
🕒 Treeview> Layer탭에 Values를 추가하되, 최대값과 최소값 0%를 표시하도록 설정하면 각각 하나의 최대값과 최소값을 표기하게 됩니다.

🕒 Values Display 탭에서 Value를 표시하는 색, Font, Font Angle을 변경할 수 있습니다.



Tip.

Value Display 탭에서 'Show values of selection'을 체크하면 사용자가 선택한 절점의 응력값을 확인할 수 있습니다.

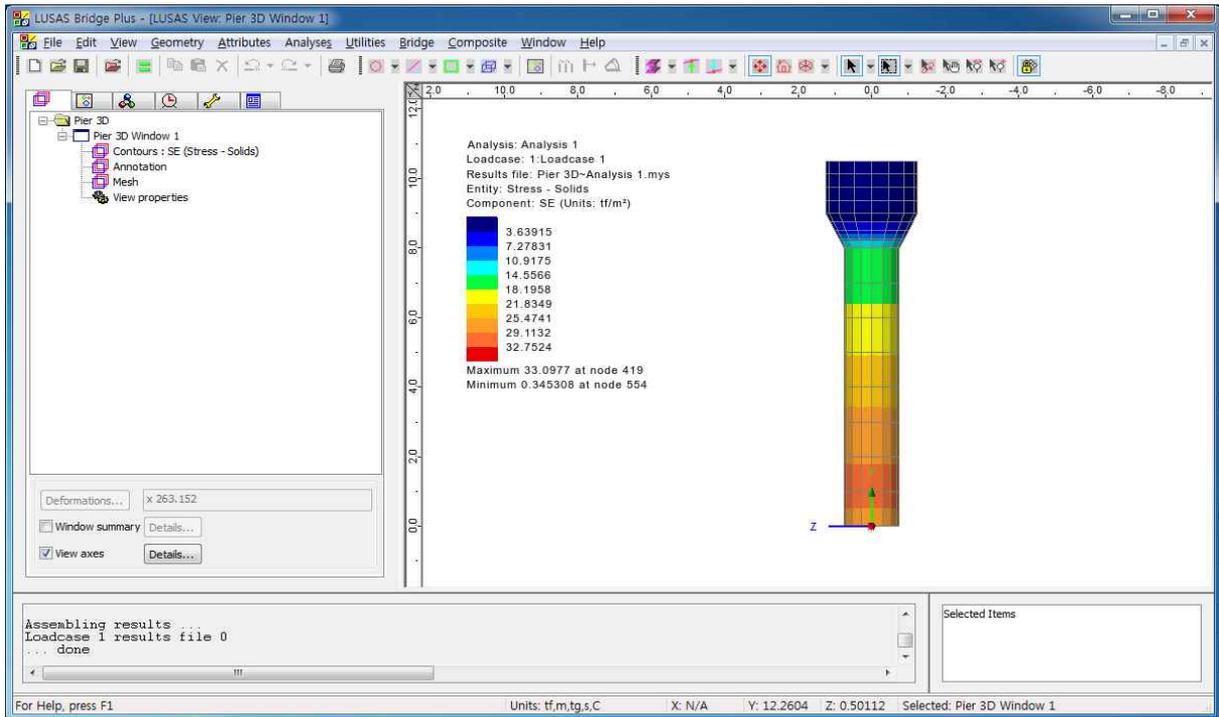


9.4. 내부 응력

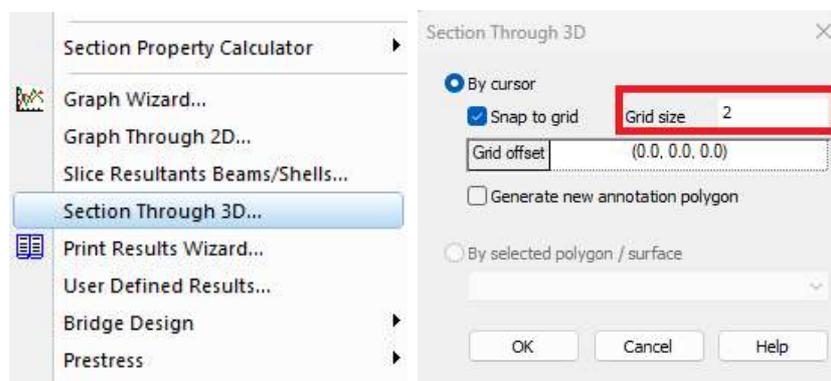
Utilities> Section through 3D...

Solid 부재를 이용하여 해석을 한 경우에는 모델 내부의 응력 변화를 보는 것이 중요합니다. 'Section through 3D' 기능을 이용하여 사용자가 원하는 임의의 단면의 결과를 볼 수 있습니다. 교각바닥으로부터 위로 2m 간격으로 응력의 변화를 출력하면 다음과 같습니다.

⌚ 하단의 X: N/A 을 눌러 모델을 X축에서 바라보는 방향으로 돌려놓습니다.

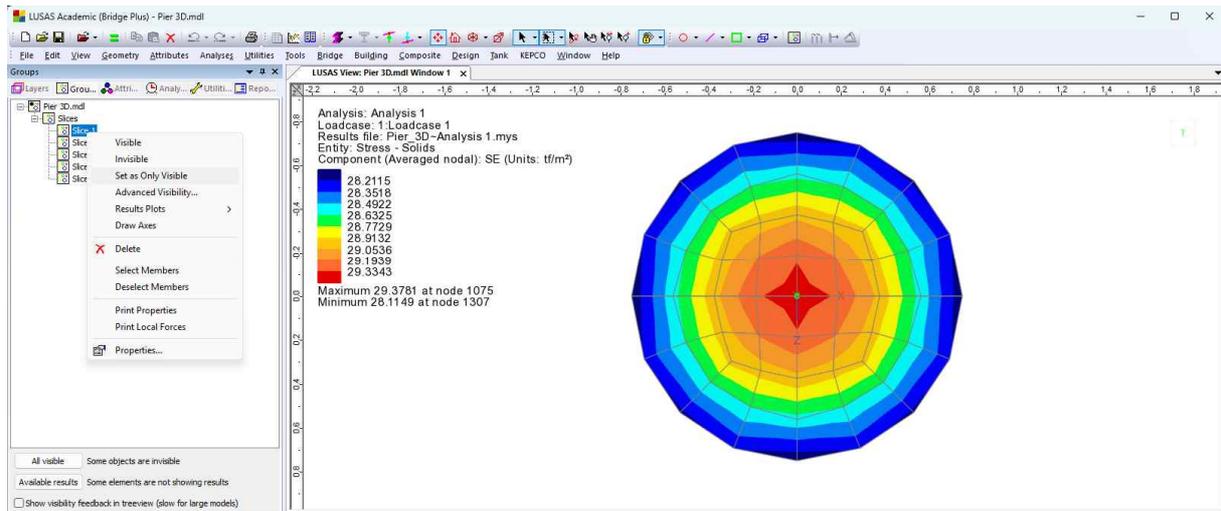


⌚ Utilities> Section through 3D...를 누르면 마우스 커서가 연필모양으로 바뀌면서 임의의 단면을 잘라서 볼 수 있도록 설정됩니다. 이때 초기에 지정한 Grid 간격대로만 잘라 볼 수 있으므로 Grid 간격을 2m로 설정합니다.



교각 입체해석

- ⌚ 바닥에서 2m 간격으로 단면을 Slicing하면 Treeview> Group에 5개의 Slice Group이 생성됩니다.
- ⌚ Slice 1 단면의 결과를 확인하기 위해 Treeview> Groups의 Slice 1에서 마우스 우측 클릭하고 "Set as Only Visible"을 선택합니다. Y: N/A를 눌러 Y축의 방향에서 모델을 보면 단면의 결과를 더욱 잘 확인할 수 있습니다.

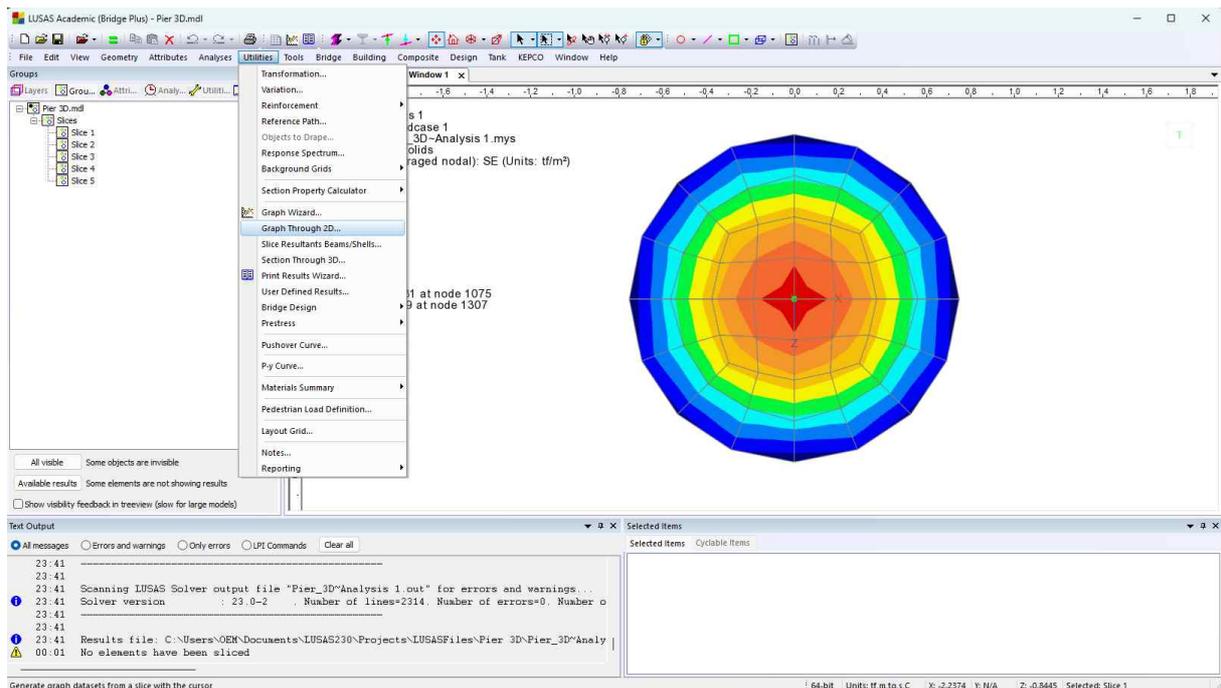


9.5. 절단(Slice)된 단면의 그래프

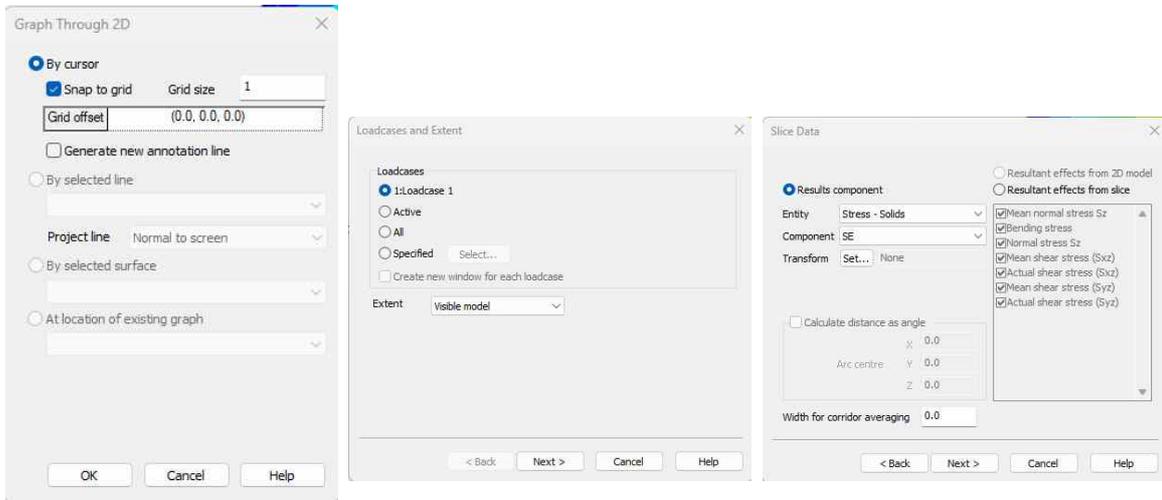
Utilities> Graph Through 2D...

Utilities> Section through 3D를 이용하여 임의의 단면의 응력을 본 후 단면 내의 결과변화를 그래프로 그려 볼 수 있습니다.

- ⌚ Slice 1 단면만 화면에 출력하고('Set as Only Visible') Utilities> Graph Through 2D...를 실행합니다.



- ⌚ Grid size를 1로 설정하고 OK 버튼을 누르면 마우스가 연필모양의 커서로 바뀌게 됩니다. 단면의 중심을 가로지르는 방향으로 자른 후 Slice Data창에 Entity는 Stress, Component는 SE로 설정합니다.



☺ Display Graph창에 그래프의 제목과, 그래프의 X, Y축에 대한 정의를 마치면 그래프가 그려집니다.

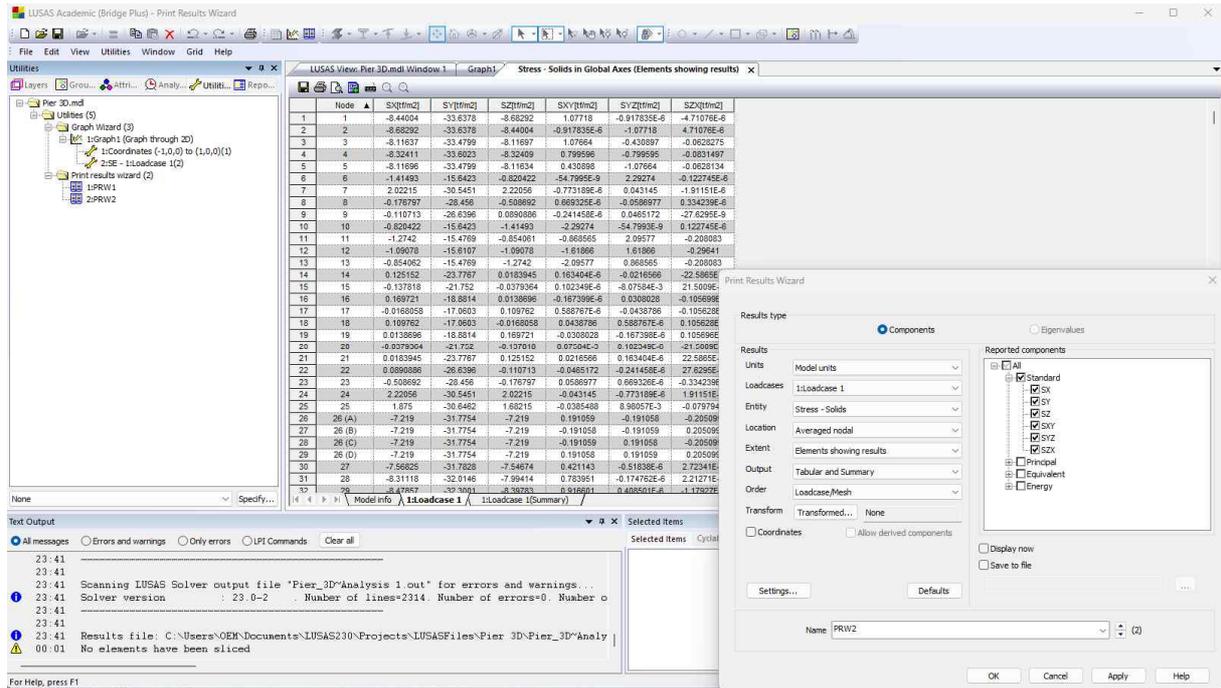


9.6. 텍스트 결과

Utilities> Print Results Wizard...

각종 결과들에 대해서 텍스트 타입으로 결과를 정리할 수 있습니다.

🕒 Excel과 호환되므로 복사하여 사용하실 수 있습니다.

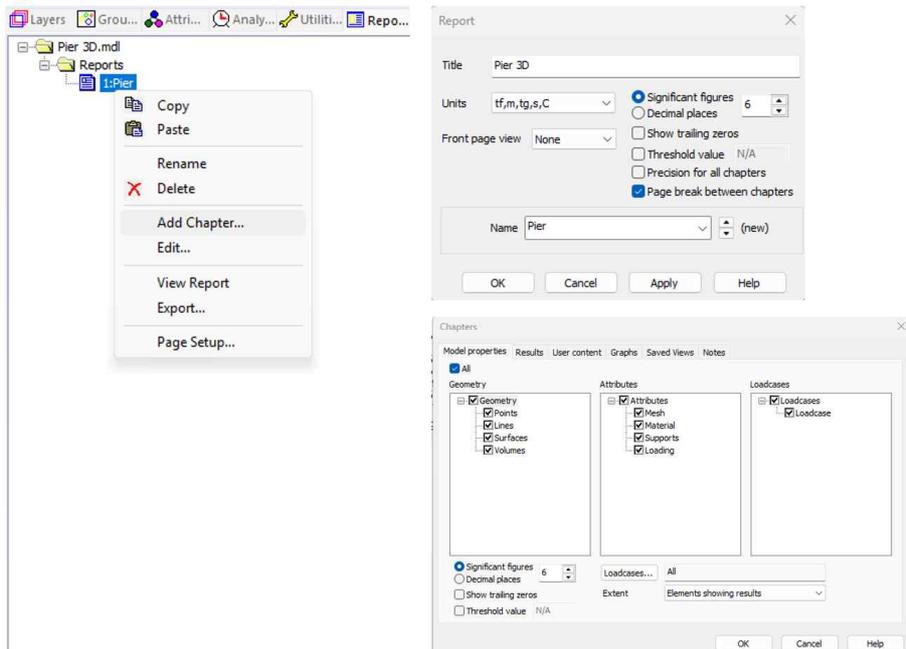


9.7. 보고서 작성

☐ 보고서 작성

Utilities> Reporting...

🕒 보고서 마법사를 사용하여 간략한 보고서를 작성할 수 있습니다.



Ⓛ 아래 그림과 같이 MS-Word 문서로 생성되며, 모델링이나 해석결과 검토 과정에서 저장한 그림 파일들을 Add Chapter> User Content에서 추가함으로써 모델링과 결과검토 과정을 포함한 보고서를 작성하실 수 있습니다.



Fin: 3D
Date saved 18-Feb-26 23:41:00

Thursday, February 19, 2026

Discrete Patch Load (Elements showing results)

Symbol	Property
patchType	Patch type
sweepAngle	Swept angle
nDivisions	Number of local x divisions
nDivisions	Number of local y divisions
dirType	Load direction
pDir	Projection vector
nGridX	X Grid size
nGridY	Y Grid size
pos	Coordinates
F	Load

Attribute: 2 Title: Load on shoe = 2000 ton
 Sub Type = Discrete Patch Load
 Patch type: 4-noded quadrilateral

dirType	pDir_x	pDir_y	pDir_z	nGridX	nGridY
Y	0.0	0.0	1.0	0	0
pos_x	pos_y	pos_z	Py		
0.4	10.5	-0.4	2.0E3		
-0.4	10.5	-0.4	2.0E3		
-0.4	10.5	0.4	2.0E3		
0.4	10.5	0.4	2.0E3		

Loadcase ID: 2 Title: Patch load on shoe Factor = 1.0
 Patch transformation = None Load transformation = None Search area = None
 Moving status = Exclude All Load Assign type = volume
 Include moment: None
 Assignment to Points:
 1

Attribute: 1 Title: Self Weight
 Sub Type = Body Force Load

Property	Symbol	Value
Linear acceleration in X	AccX	0.0
Linear acceleration in Y	AccY	-9.81
Linear acceleration in Z	AccZ	0.0
Angular velocity about X axis	AngVelX	0.0
Angular velocity about Y axis	AngVelY	0.0
Angular velocity about Z axis	AngVelZ	0.0
Angular acceleration about X axis	AngAccX	0.0
Angular acceleration about Y axis	AngAccY	0.0
Angular acceleration about Z axis	AngAccZ	0.0
Linear acceleration in X fluid phase	inFLAccX	0.0
Linear acceleration in Y fluid phase	inFLAccY	-9.81
Linear acceleration in Z fluid phase	inFLAccZ	0.0

Loadcase ID: 1 Title: Loadcase 1 Factor = 1.0
 Assignment to Volumes:
 IT12

□ 그림 파일의 저장

File> Picture Save...

현재 모델러 상에 표시된 상태를 그림 파일로 저장할 수 있습니다.

출력물의 배치는 작업창에서 보는 것과는 달라질 수 있는데, View> Page Layout Mode를 선택하면 화면에서 보이는 대로 그림파일이 만들어지며, File> Page Setup에서 여백 등을 조정할 수 있습니다.

또는 작업창에 마우스를 클릭하고 복사한 후(Ctrl +C) 윈도우 응용 프로그램 (Excel, Word, HWP 등)에 붙여넣기 (Ctrl + V)로 그림을 바로 사용할 수 있습니다.