



# Cold Plate Model

eXzone AEDT Icepak

---

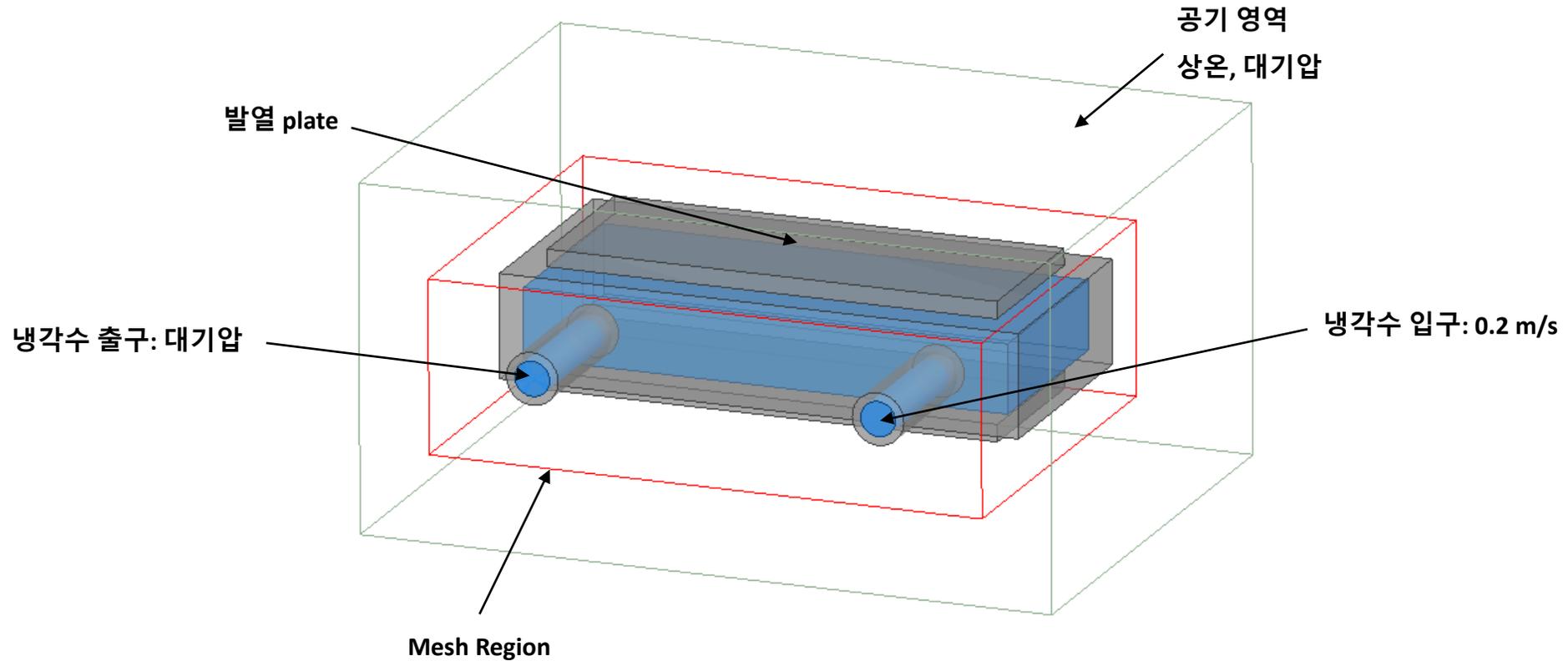
## Contents

- 개요
- 따라하기

# 01 개요

# 개요

- 발열체가 유로에 붙어 있고, 내부에는 냉각수가 흐르는 Cold Plate를 해석합니다. 외부 공기까지 함께 해석하여 내부에는 강제대류, 외부에는 자연대류를 동시에 해석합니다.

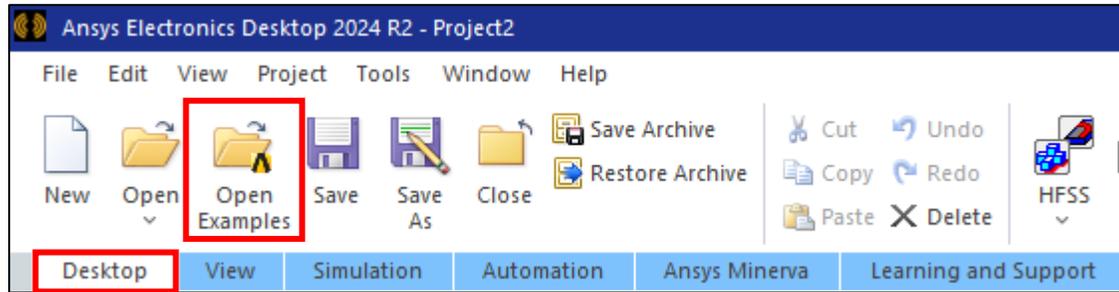




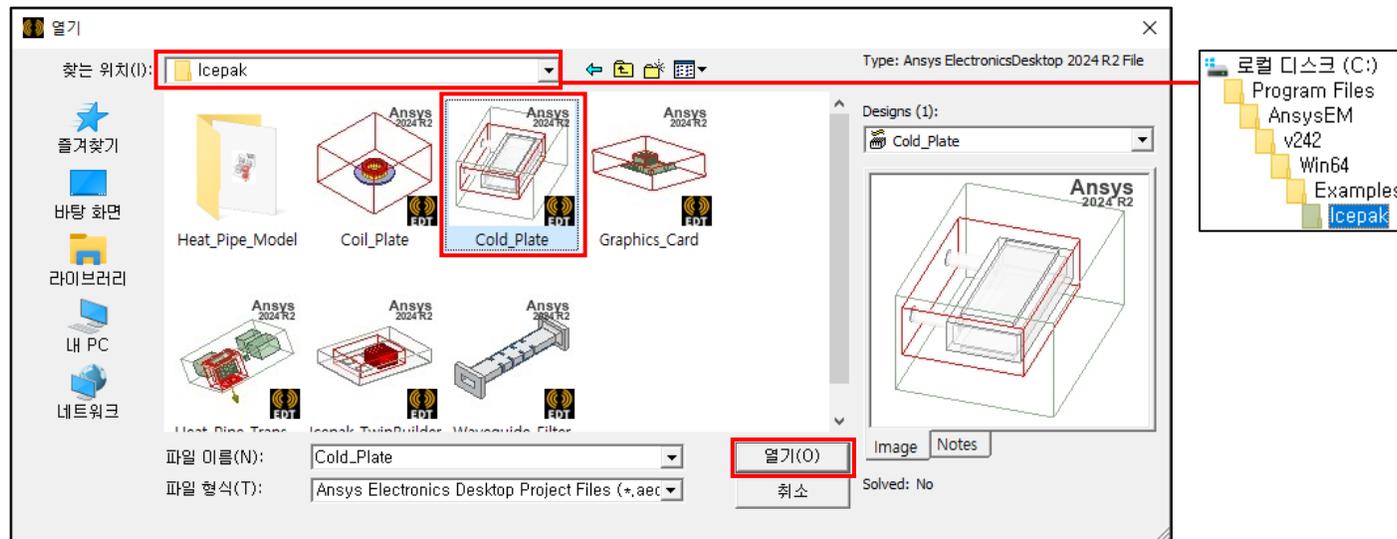
## 실습 따라하기

# 예제 열기

- Ansys Electronics Desktop(AEDT) 실행
- Desktop 리본 탭 > Open Examples 클릭



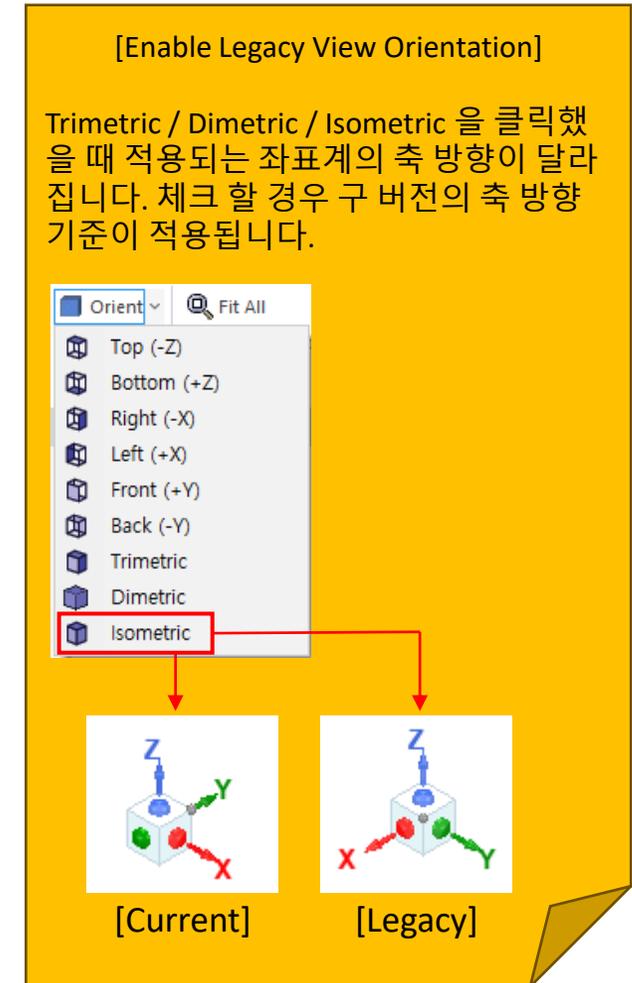
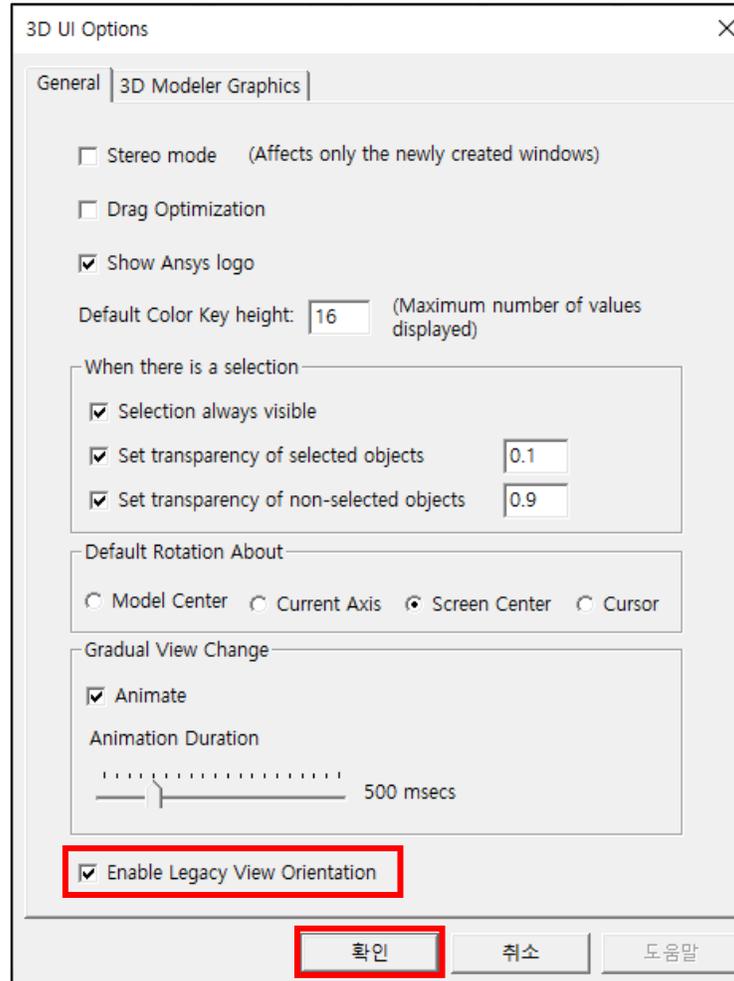
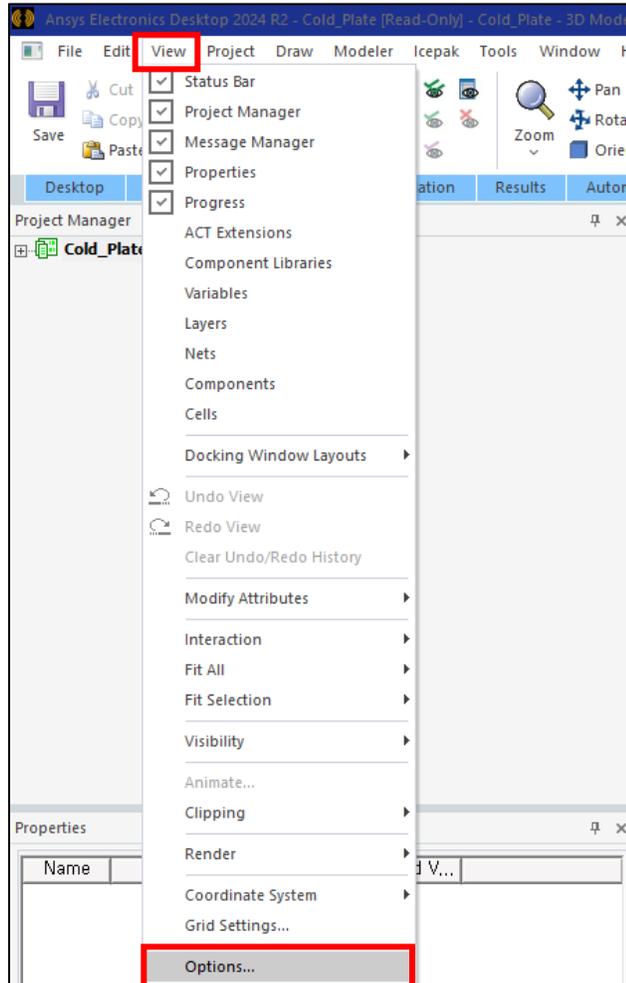
- Examples > Icepak 폴더 > Cold\_Plate 열기



[Open Examples]  
Ansys 본사에서 제공하는 예제 파일(.aedt) 들을 확인할 수 있습니다.

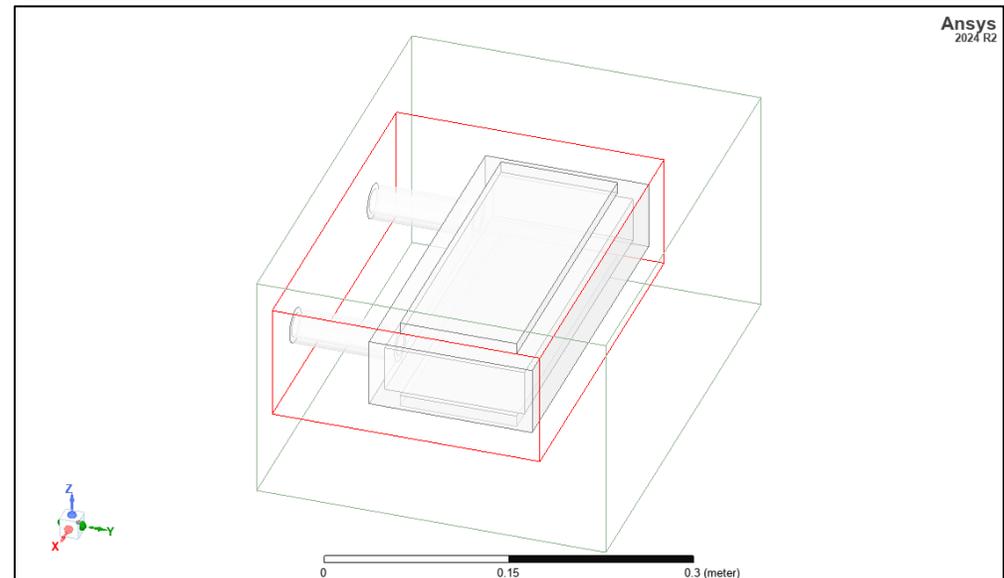
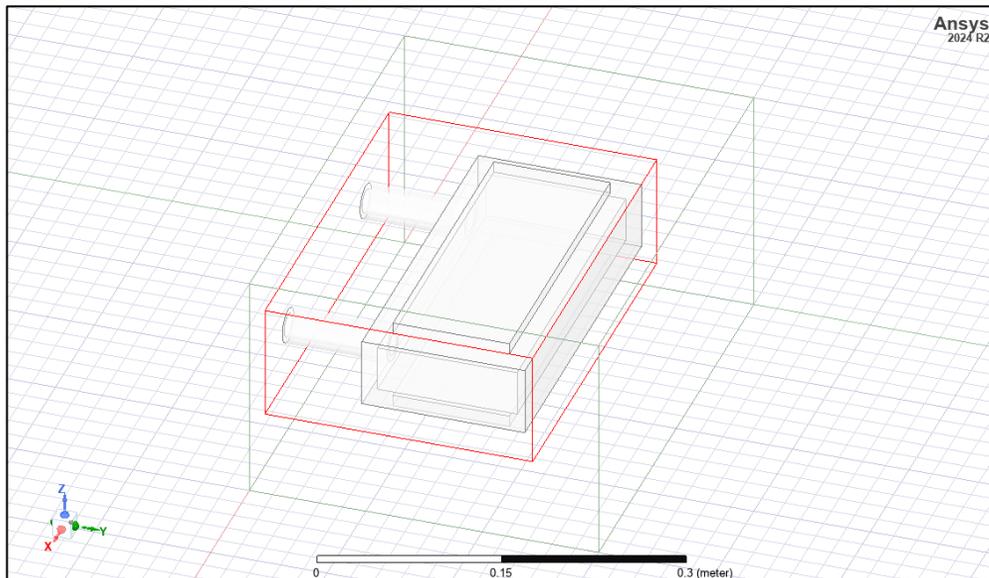
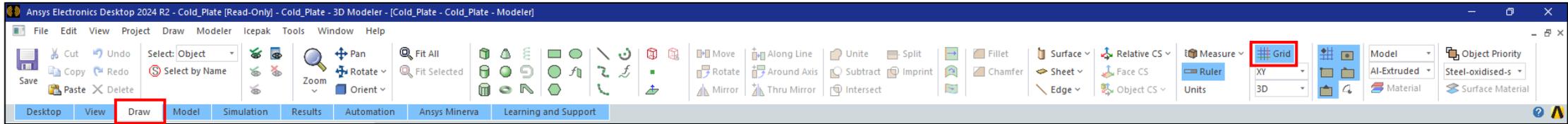
# View 좌표계 설정

- 메뉴 바 > View > Options > 3D UI Options 창 > Enable Legacy View Orientation 체크 > 확인



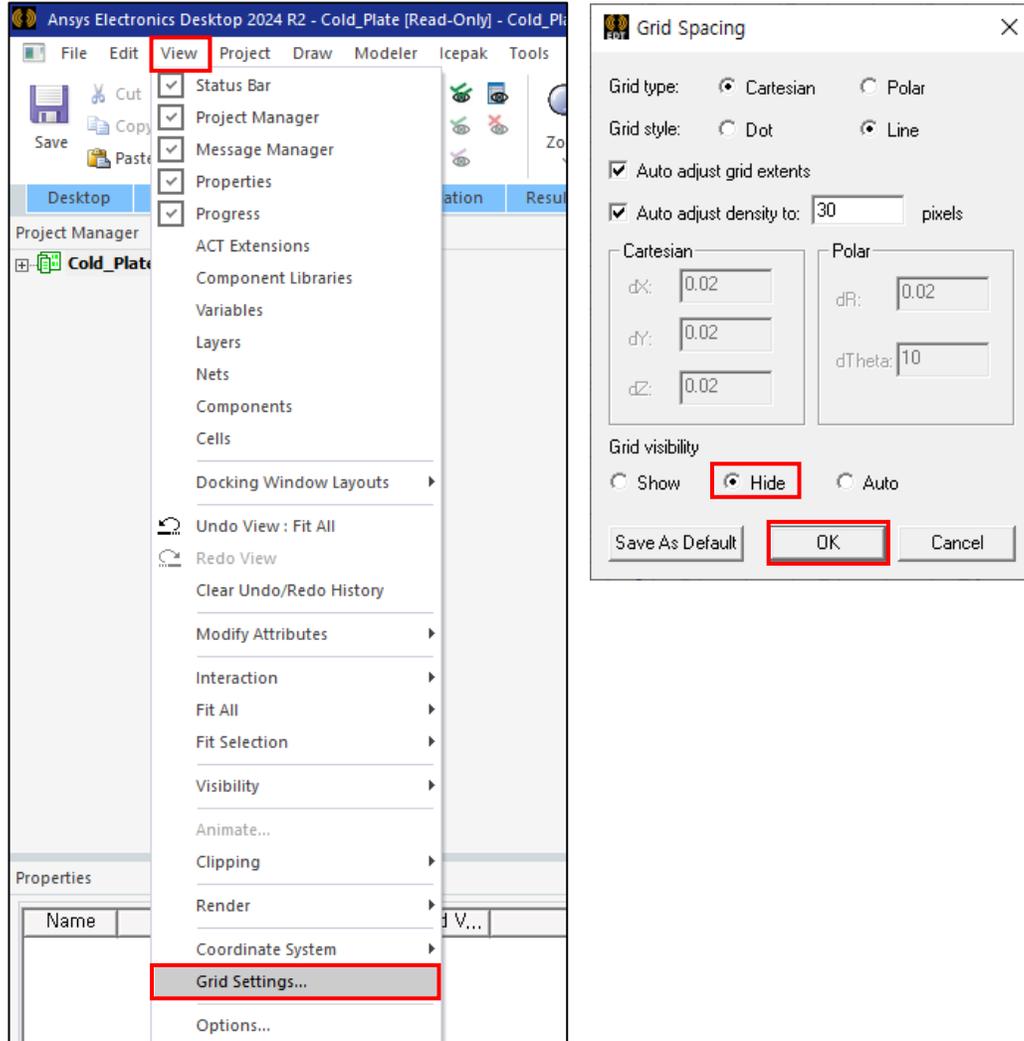
# GUI 조절

- Draw 리본 탭 > Grid 체크 해제



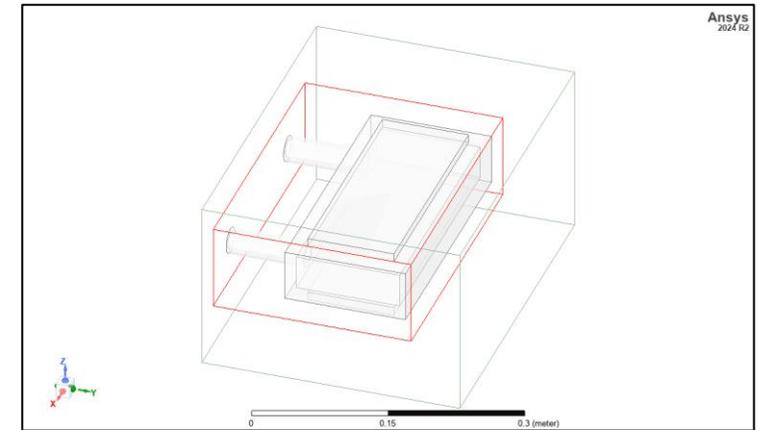
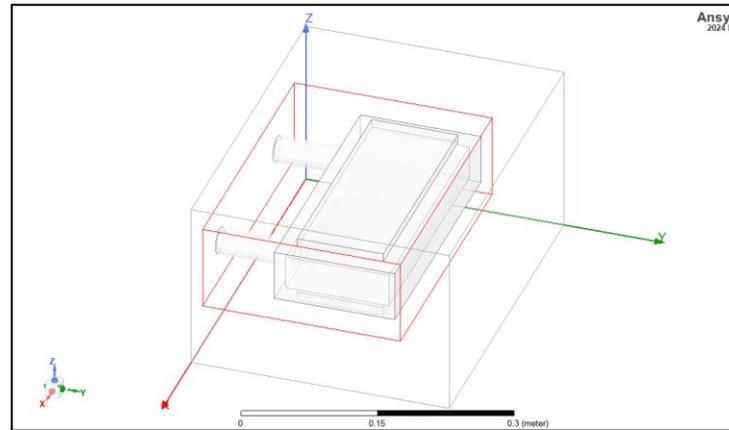
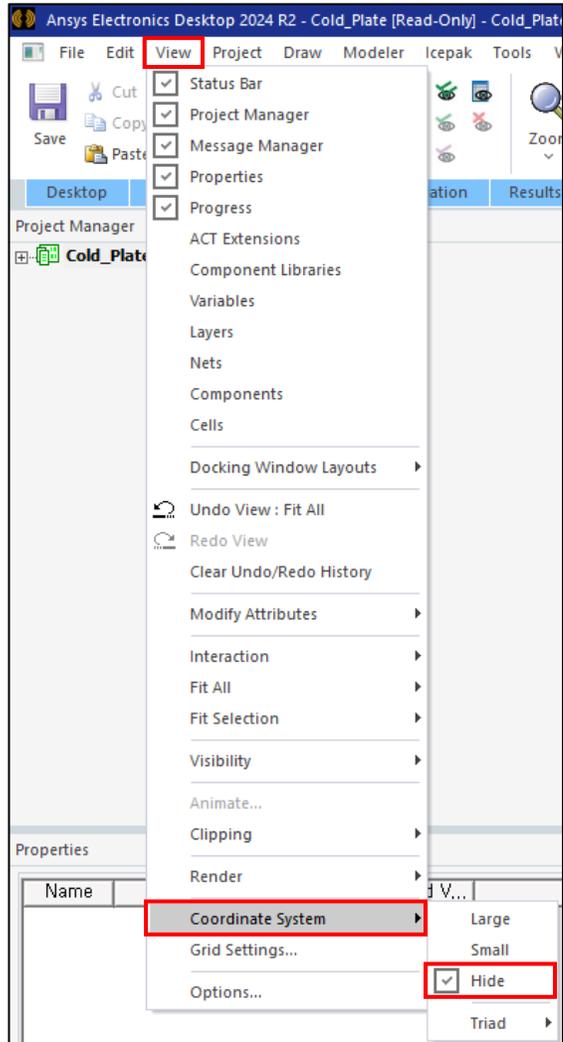
# GUI 조절

- 또는 View 메뉴 바 > Grid Settings... > Hide 체크 > OK



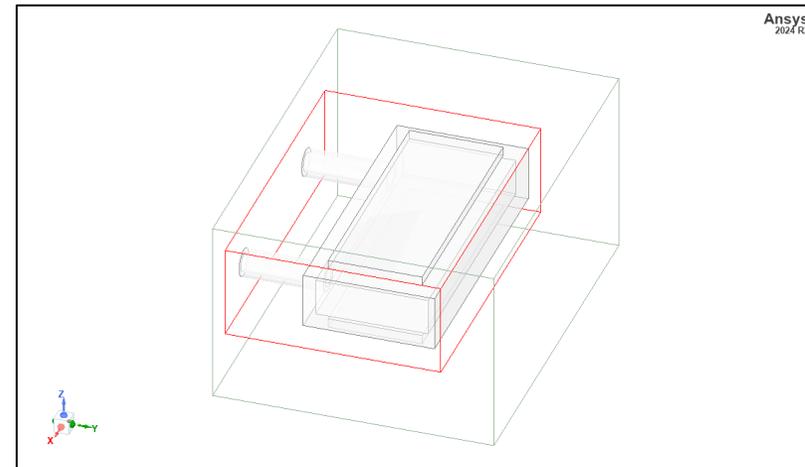
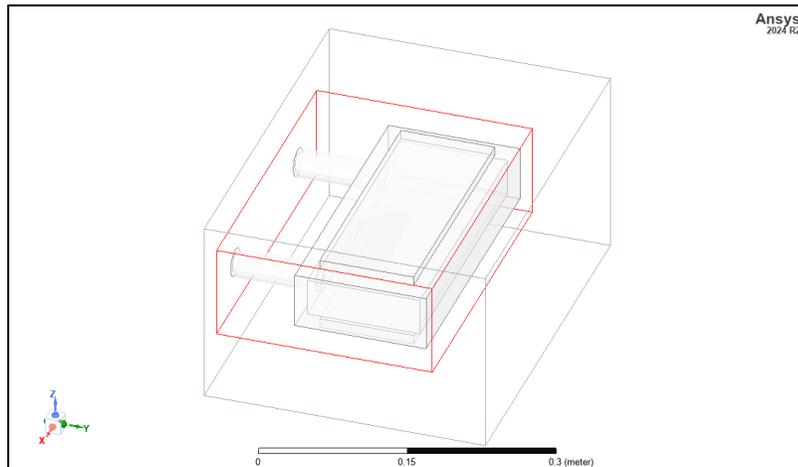
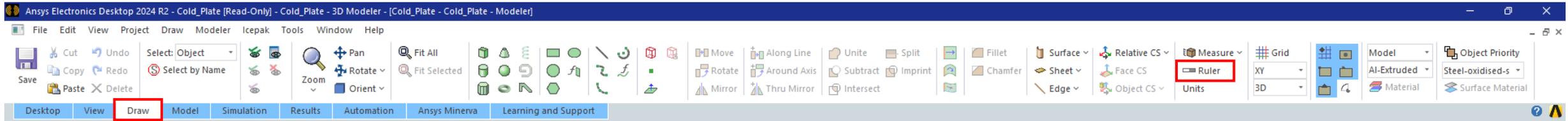
# GUI 조절

- View 메뉴 바 > Coordinate System > Hide



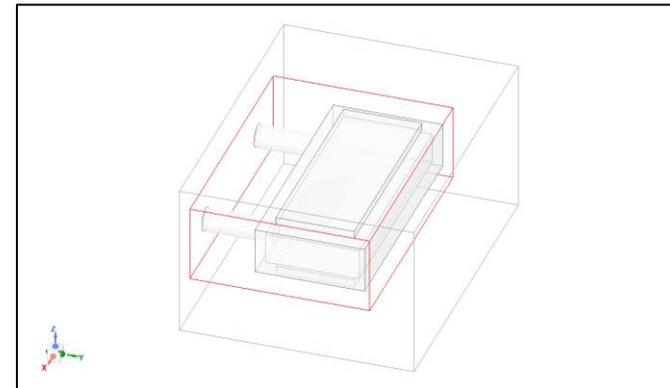
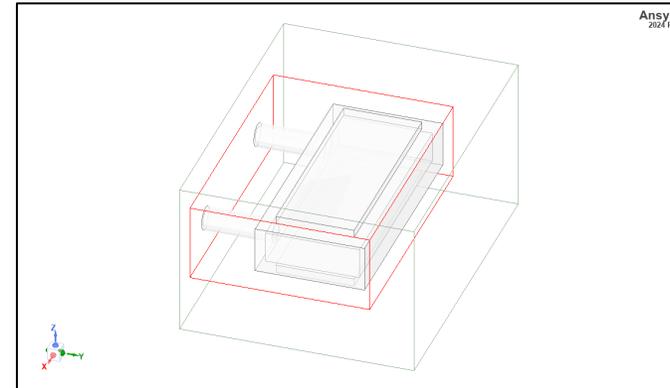
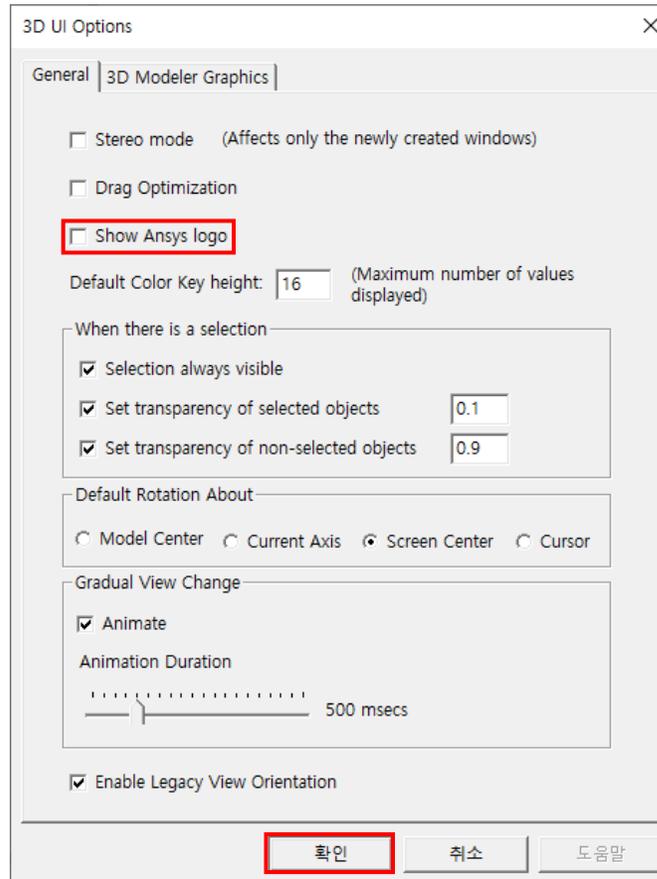
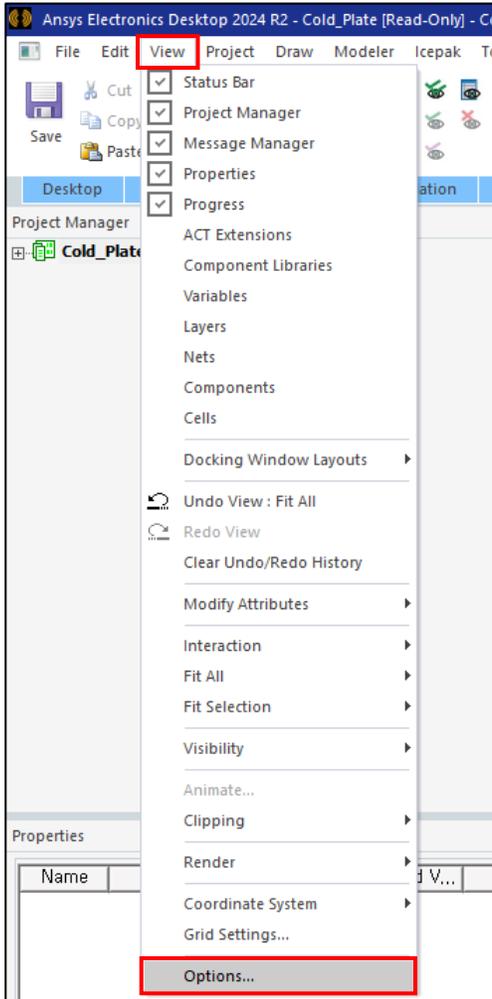
# GUI 조절

- Draw 리본 탭 > Ruler 체크 해제



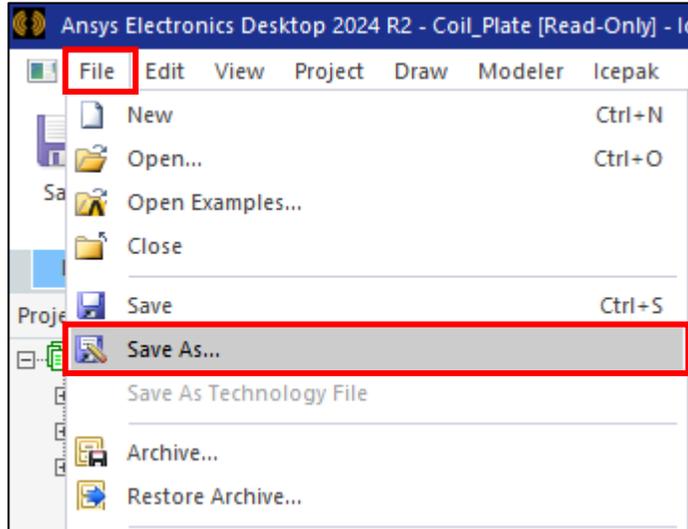
# GUI 조절

- View 메뉴 바 > Options > Show Ansys logo 체크 해제 > 확인



# 파일 저장

- 메뉴 바 > File > Save As > 원하는 경로에 다른 이름으로 저장



[파일 저장 경로]

Ansys 파일 저장 경로(폴더 이름)에 한글이 포함되지 않도록 주의합니다.

# 형상 색상 설정

- History tree > AI-Extruded 재질의 오브젝트 5개 선택(Shift 또는 Ctrl 키) > Properties 창 > 색상 변경

The screenshot displays the CAD software interface with the following components:

- Project Manager:** Shows the project structure for 'Cold\_Plate\*'.
- Model Tree:** Shows the assembly hierarchy. The 'AI-Extruded' folder is expanded, and five objects (block\_1, block\_3, block\_4, plate\_1, plate\_2) are selected and highlighted with a red box.
- Properties Window:** Shows the properties for the selected objects. The 'Color' property is highlighted with a red box, and its value is currently grey.
- Color Selection Dialog:** A dialog box for selecting a color. The 'Basic colors' grid has a grey color selected, which is also highlighted with a red box. The 'Hue' is set to 160, 'Sat' to 0, and 'Lum' to 120. The 'OK' button is highlighted with a red box.
- 3D Viewport:** Shows a 3D model of the assembly with the selected objects highlighted in a bright magenta color.

# 형상 색상 설정

- Water 재질의 오브젝트 3개 색상 변경

Project Manager

Cold\_Plate\*

Cold\_Plate (SteadyState)\*

3D Components

Model

Thermal

Monitor

Solar Loading

Mesh

MeshOperation

Analysis

Optimetrics

Results

Field Overlays

Definitions

Model

assembly\_1

Solids

Non Model

assembly\_1\_mr1

AI-Extruded

block\_1

block\_3

block\_4

plate\_1

plate\_2

Water(@280K)

block\_2

block\_5

block\_6

Sheets

Unassigned

opening\_1

opening\_2

Solids

air

cutout0\_block\_3

cutout1\_block\_4

Region

Coordinate Systems

Planes

Lists

Properties

Name	Value	Unit	Evaluated V.
Name			
Material	"Water(@280K)"		"Water(@280,
Surface Material	"Steel-oxidised-surface"		"Steel-oxidis,
Solve Inside	<input checked="" type="checkbox"/>		
Orientation	Global		
Model			
Group	assembly_1		
Display Wireframe	<input type="checkbox"/>		
Material Appearance	<input type="checkbox"/>		
Color	<input type="color" value="#4169E1"/>		
Transparent	0,5		

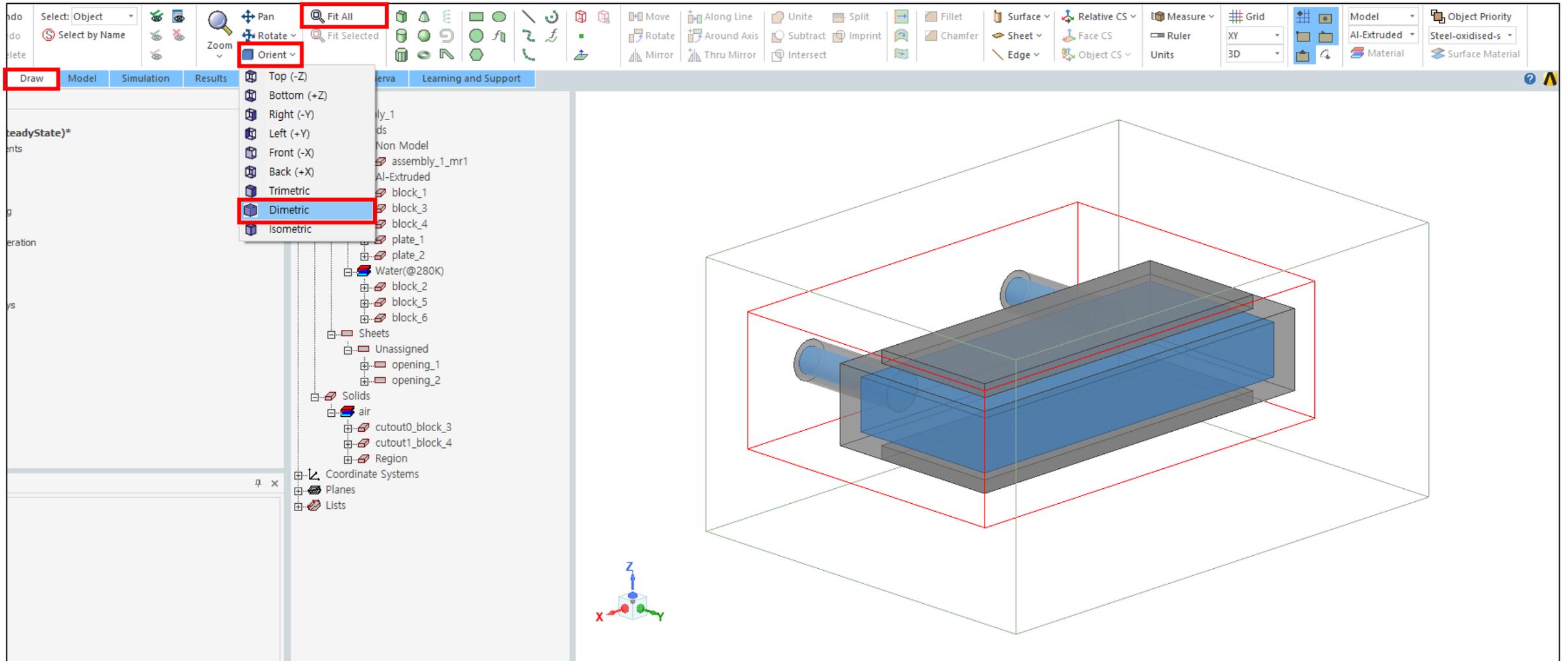
Message Manager

Progress

\*Global - Messages

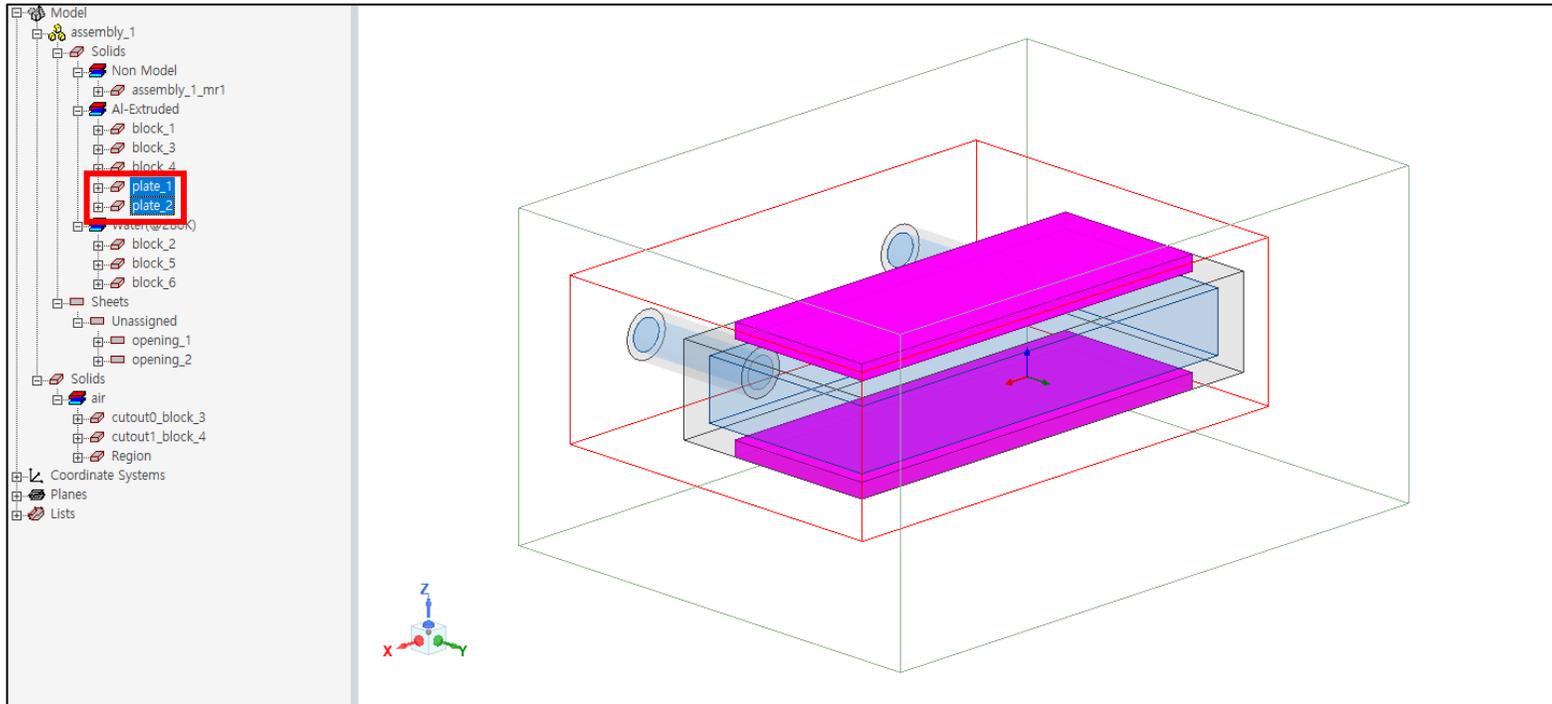
# View 조절

- Draw 리본 탭 > Orient > Dimetric > Fit All



# 형상 확인

- History tree > plate\_1, plate\_2 선택 > 위치 및 형상 확인



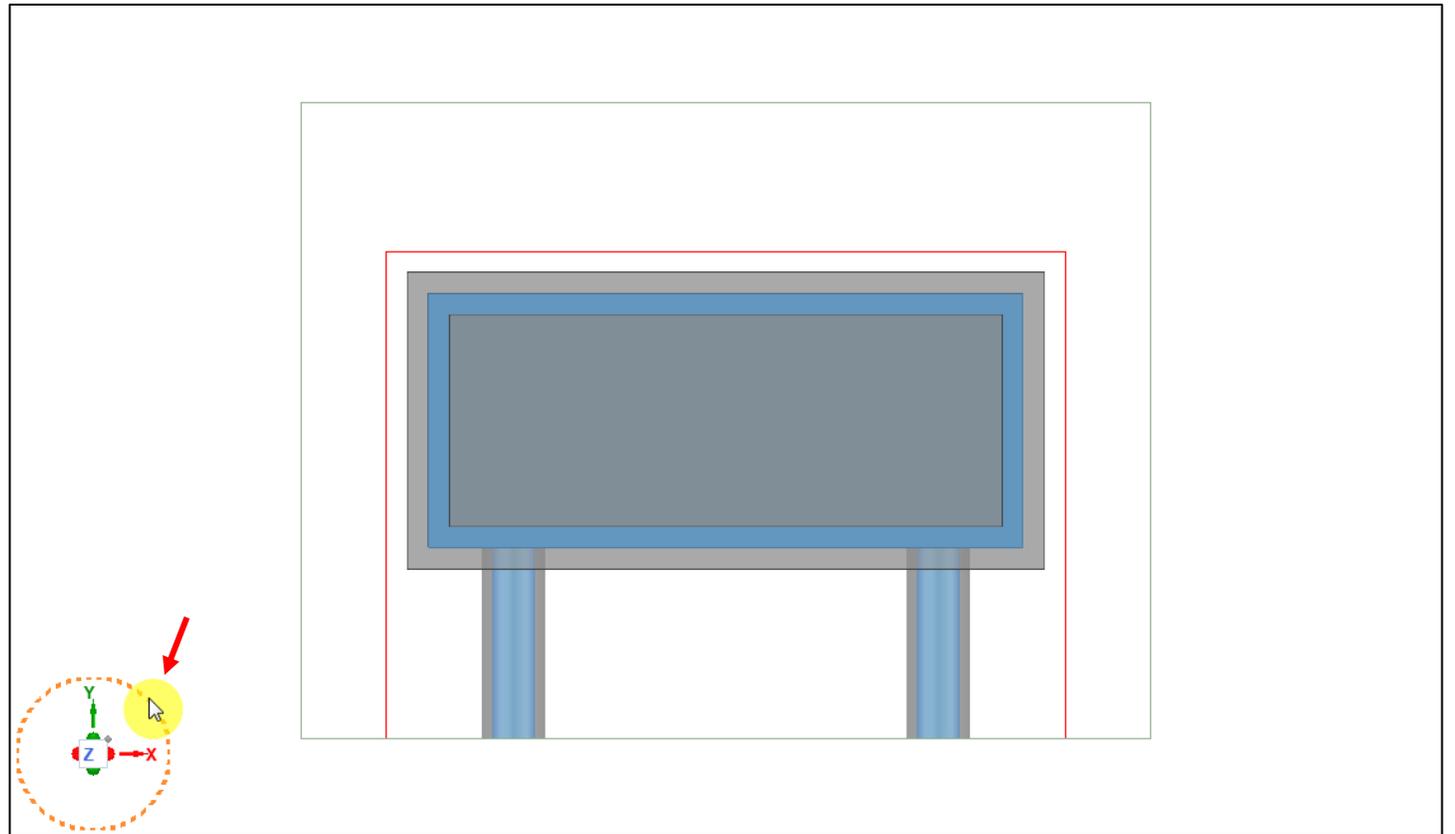
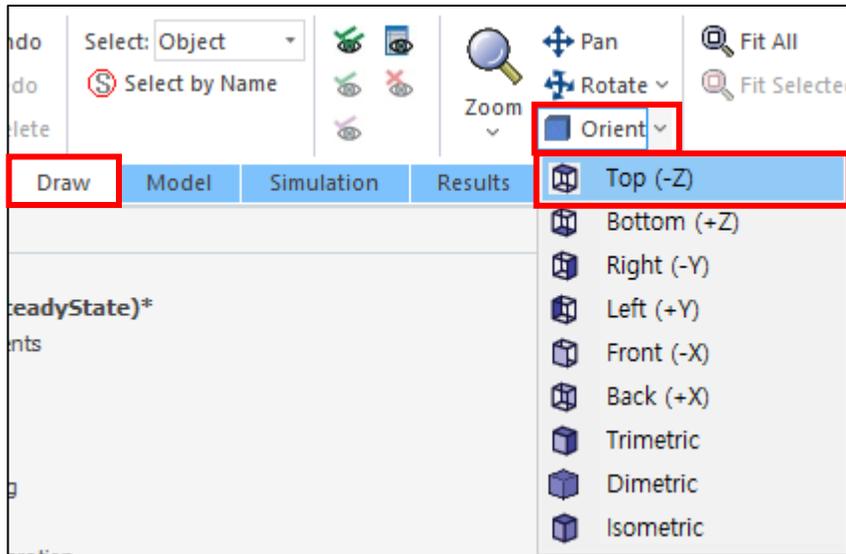
## [해석 전 형상 확인]

본격적인 설정을 시작하기 전에 전에 형상을 꼼꼼히 확인하는 것은 중요한 작업이므로, 습관 들이는 것이 좋습니다. 어느 위치에 무엇이 있는지 확인하는 과정을 통해서, 해석할 대상과 문제 정의에 대한 이해도를 높일 수 있습니다.

이러한 확인 과정은 실수를 방지하고 메쉬 생성 단계를 위해서도 중요합니다. 해석 결과가 잘못되었을 때 원인이 형상이라는 것을 알게 되었다면, 형상을 수정한 다음에 메쉬 역시 다시 생성해야 하기 때문입니다.

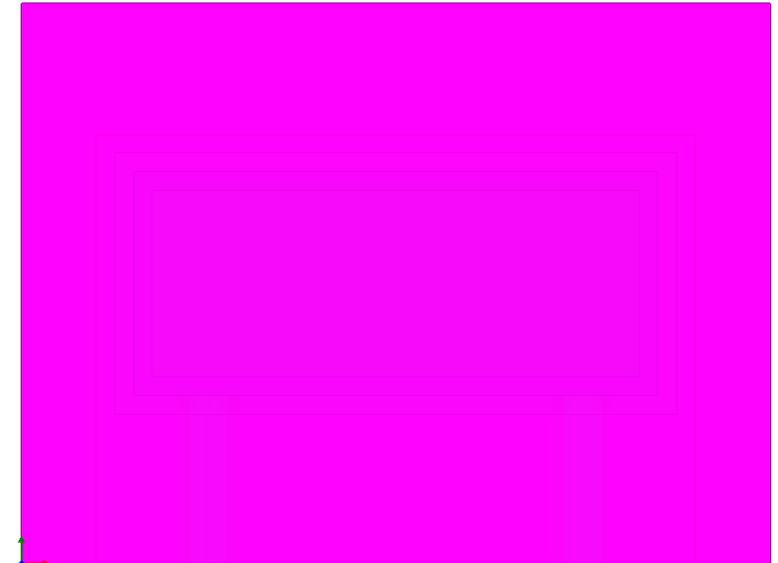
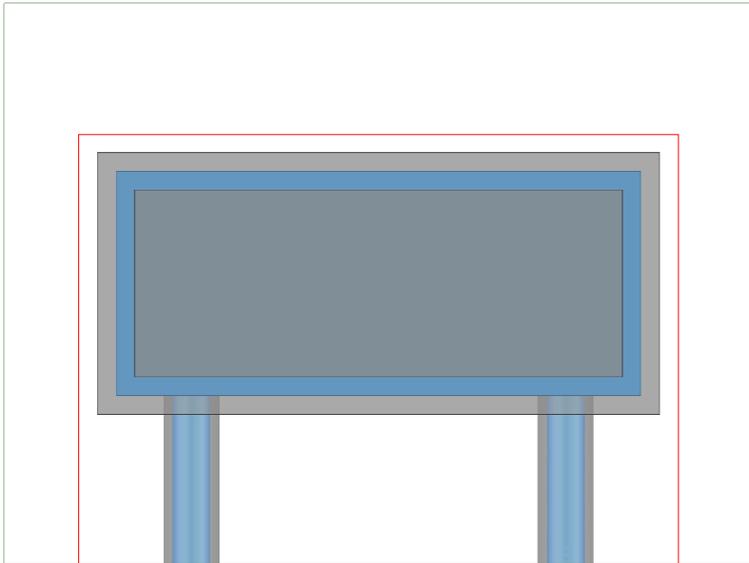
# View 조절

- Draw 리본 탭 > Orient > Top 클릭
- 3D Modeler 창 > 그림의 위치를 클릭하여 90도 회전



# 형상 확인

- History tree > Non Model > assembly\_1\_mr1 영역 확인
- History tree > air > Region 영역 확인



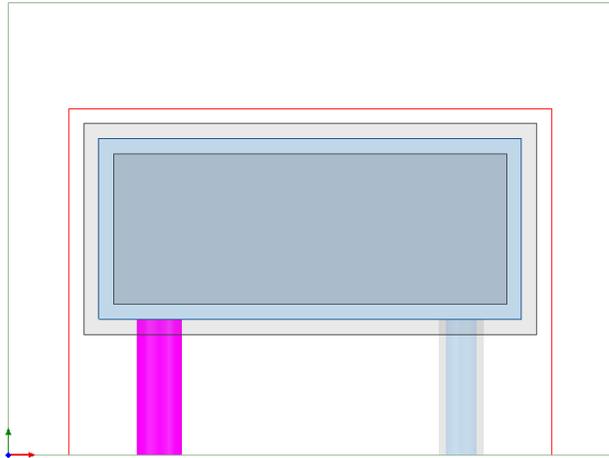
[Non Model]

Non Model 영역은 실제로 물성이 달라서 구분한 것이 아니라, 메쉬의 크기를 조율하기 위해서 임의로 구분한 영역을 뜻합니다. 두 영역 모두 공기지만, 고체와 가까운 영역은 보다 조밀하게 메쉬를 생성하기 위해 영역을 구분하였습니다.

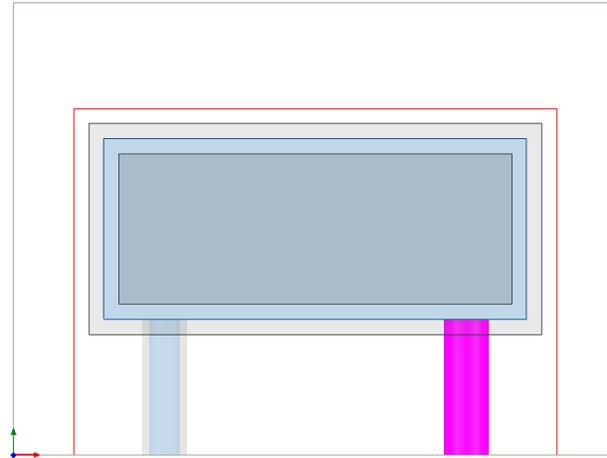
# 형상 확인

- History tree > block 3, 4, 5, 6의 위치 확인

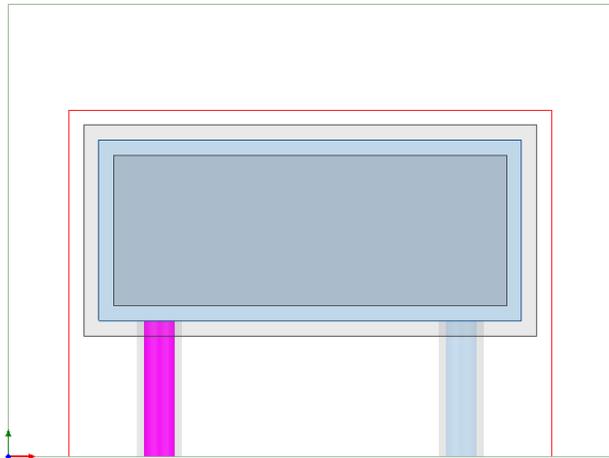
-Y ↓



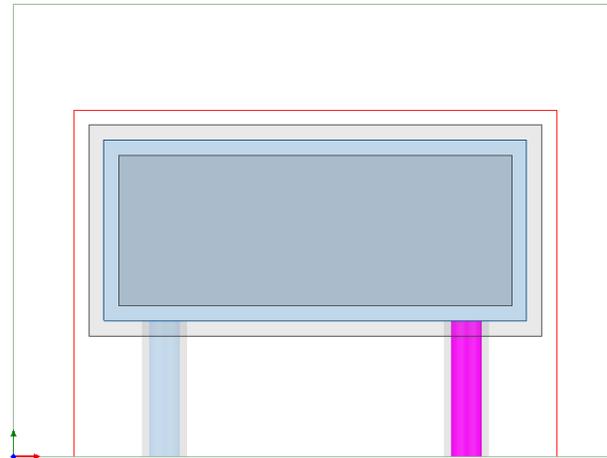
block\_3 [Al-Extruded]



block\_4 [Al-Extruded]



block\_5 [Water]



block\_6 [Water]

## [공기와 물의 영역 구분]

-Y축 방향 끝 면의 위치는, 공기와 물의 영역이 고체에 의해서 구분될 수 있도록 형상을 구성합니다.

서로 다른 두 유체가 직접 맞닿는 상황을 풀기 위해서는 다상유동 해석 또는 혼합물 해석이 필요하며, 이는 Icepak 대신 Fluent 사용이 필요합니다.

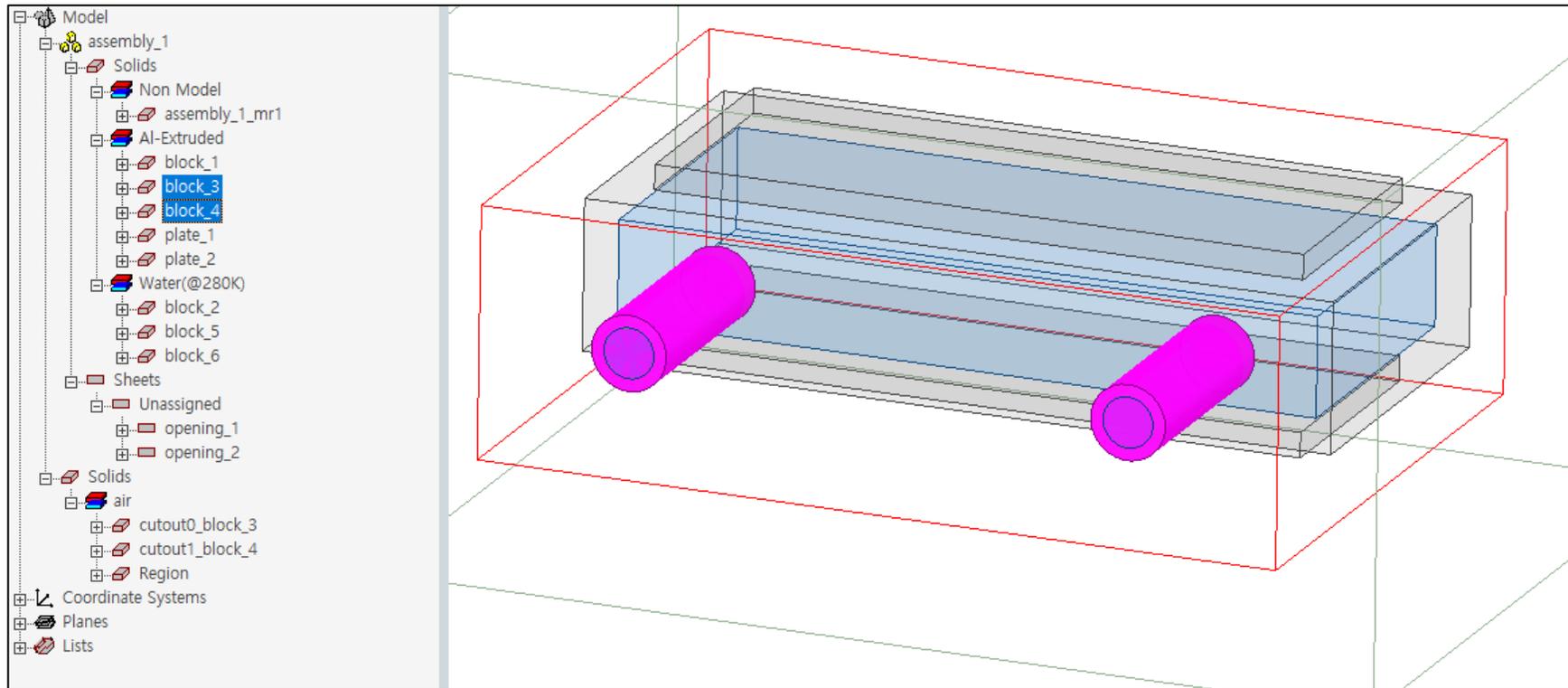
다상유동 해석은 서로 다른 두 유체의 경계면이 계속해서 유지되는 경우입니다. 물과 공기, 기름과 물이 대표적 예입니다.

혼합물 해석은 서로 다른 두 유체의 경계면이 유지되지 않는 경우입니다. 기체와 기체, 물과 잉크 등이 대표적 예입니다.

본 예제처럼 물의 영역과 공기의 영역이 알루미늄 배관 및 평판에 의해서 완전히 독립된 경우에는 두 유체의 상호작용에 대한 계산이 필요 없기 때문에 보다 쉽게 해석이 가능합니다.

# 형상 확인

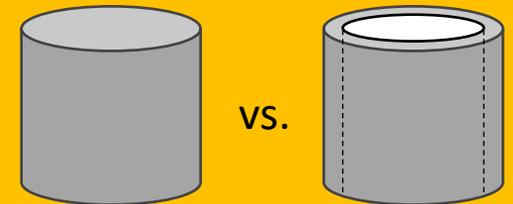
- block 3, 4의 가운데 영역이 파여 있지 않은, 내부가 가득 찬 원통 형상인 것을 확인



## [해석 전 형상 확인]

유로를 감싸는 관 형상은 가운데가 뚫려 있어야 할 것으로 생각할 수 있습니다. 하지만 Icepak에서는 형상의 우선 순위에 따라 메쉬를 짜고 그에 따라 물성 정보가 들어가기 때문에, 형상이 겹쳐 있어도 상관 없습니다.

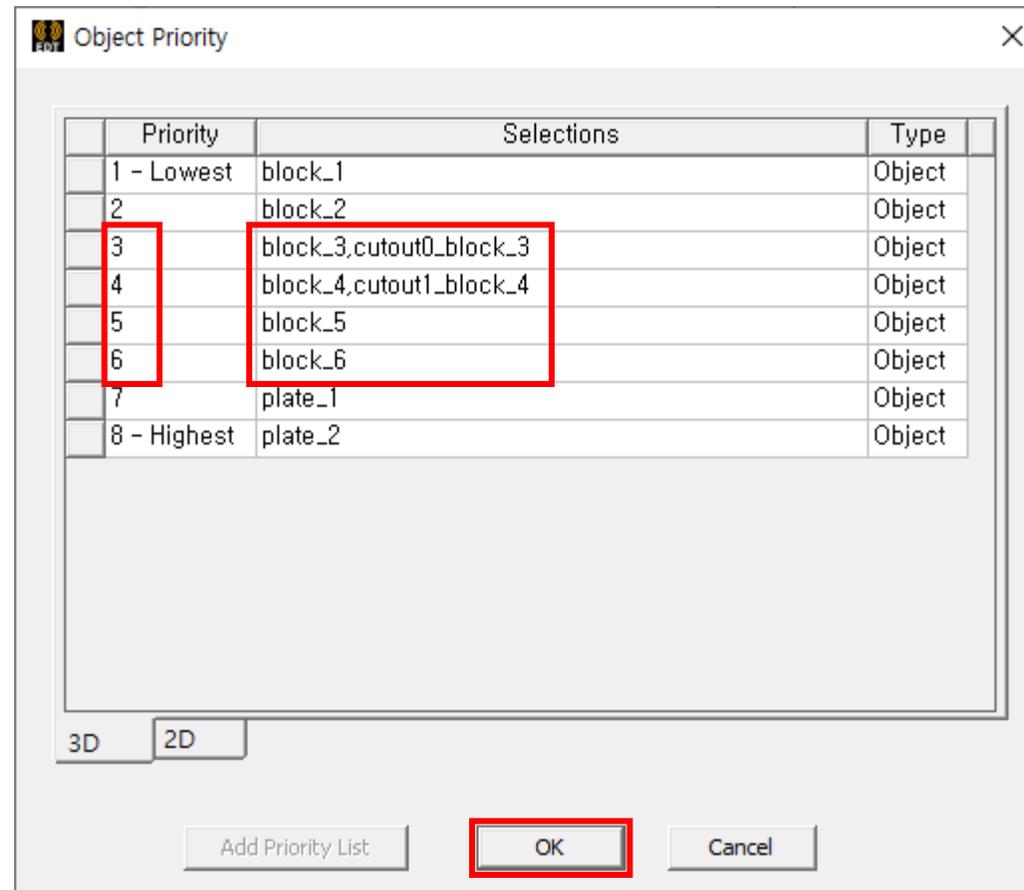
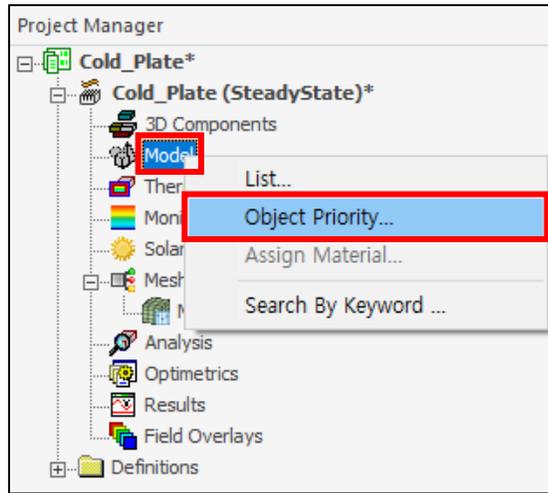
얇은 관 형상만 남겨두고 내부 유체가 흐르는 부분은 파내는 작업이 별도로 필요하지 않습니다.



[둘 다 사용 가능]

# 형상 우선순위 설정

- Project Manager > Model 우클릭 > Object Priority



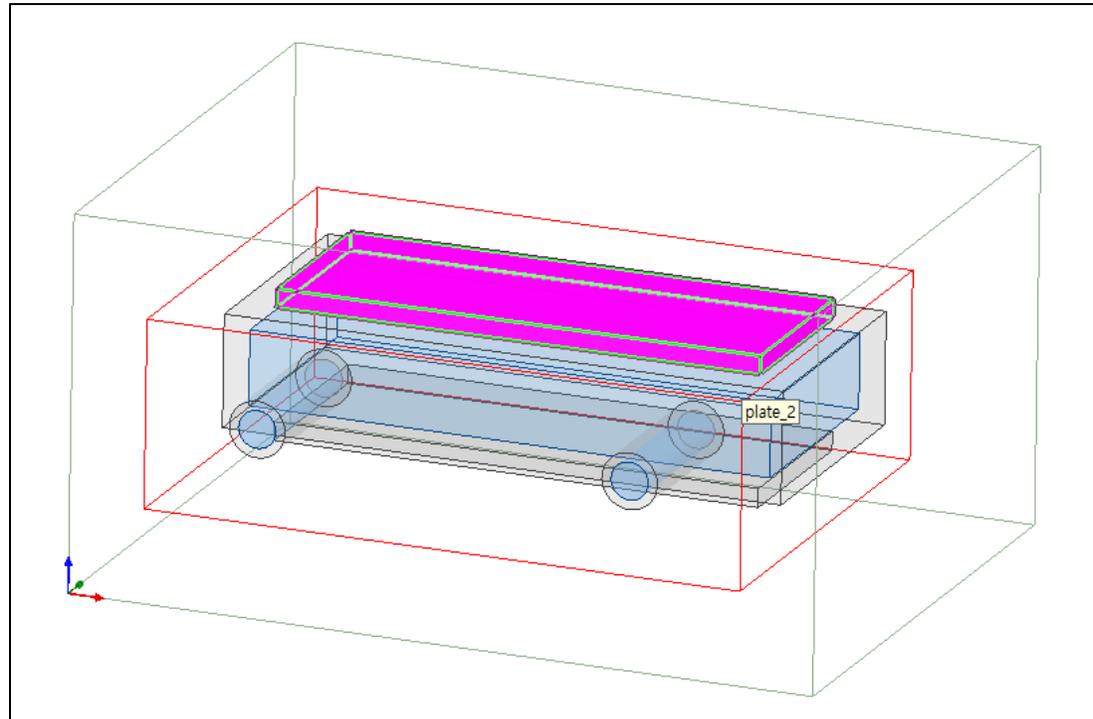
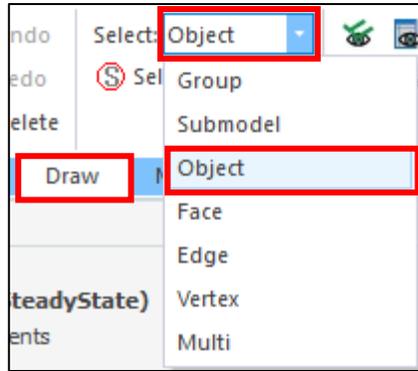
## [해석 전 형상 확인]

Priority 숫자가 큰 것부터 메쉬가 생성됩니다. block 5, 6 (Water) 영역에 먼저 생성되고, block 3, 4 (AI) 영역에는 아직 메쉬가 생성되지 않은 부분에만 AI 재질에 대한 정보로 메쉬가 생성됩니다.

따라서 우리가 생각하는 대로, 겹쳐 있는 두 개의 원통 중 안쪽 영역에는 물이, 나머지 바깥 영역에는 알루미늄이 설정됩니다.

# 발열 조건 설정

- Draw 리본 탭 > Select 단위를 Object로 변경 (또는 키보드 단축키 O) > 상단 plate (plate\_2) 클릭

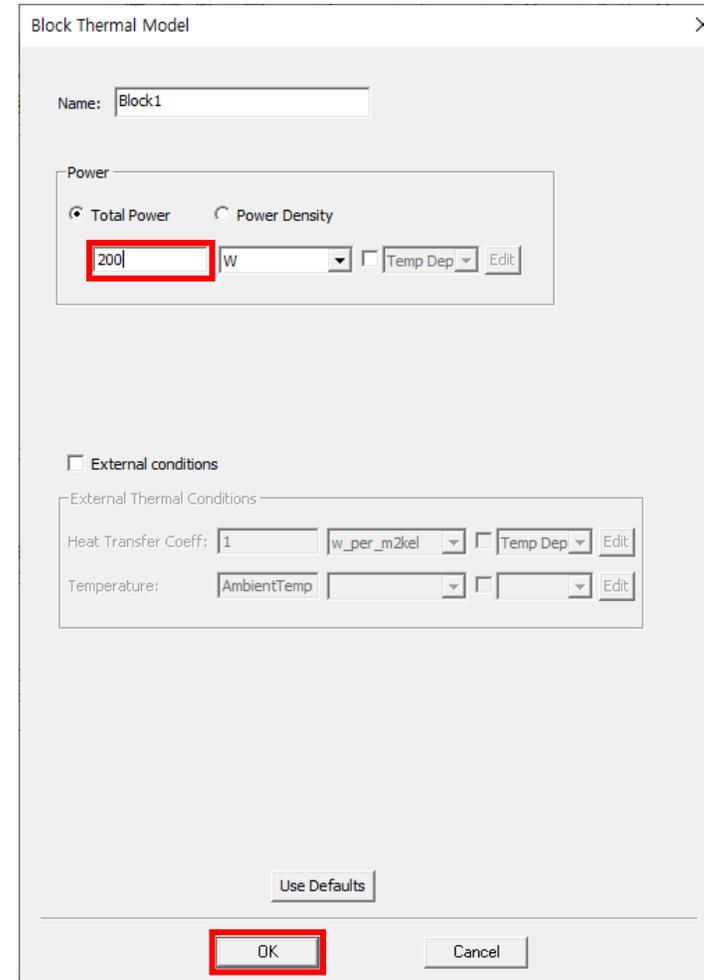
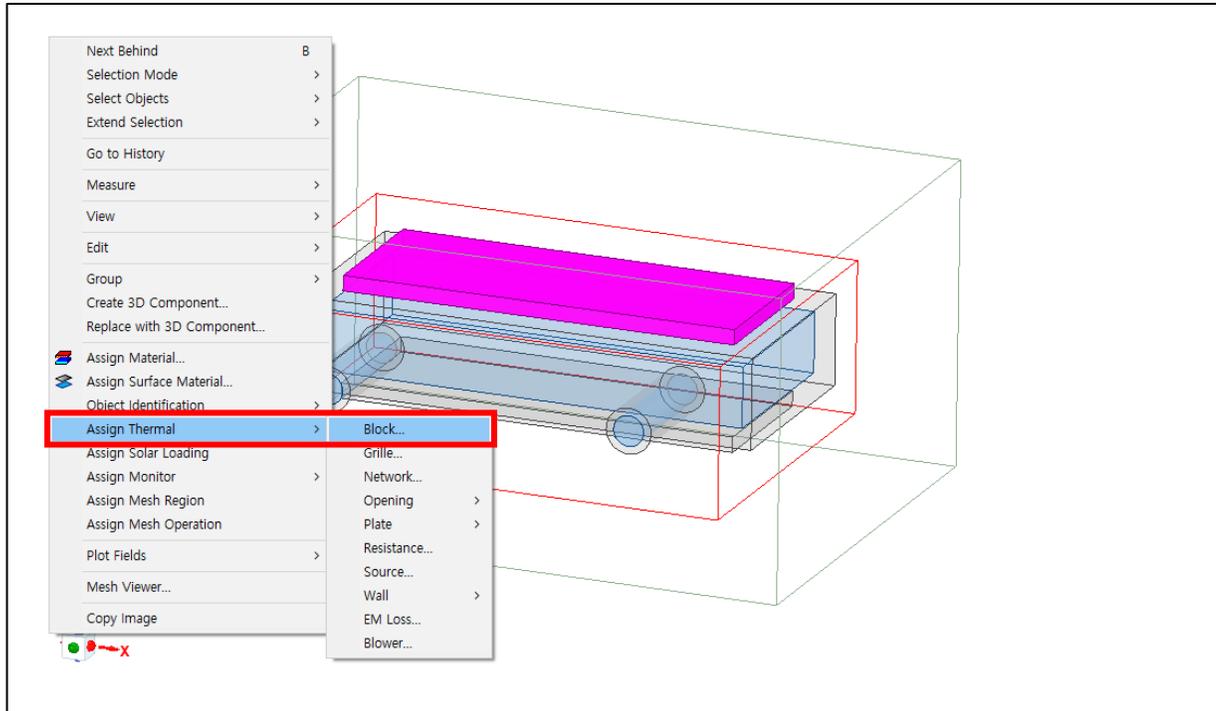


## [Assign Conditions]

Icepak에서는 조건 설정 시 대상 형상을 먼저 선택한 후에 어떤 종류의 조건을 부여할지 선택합니다.

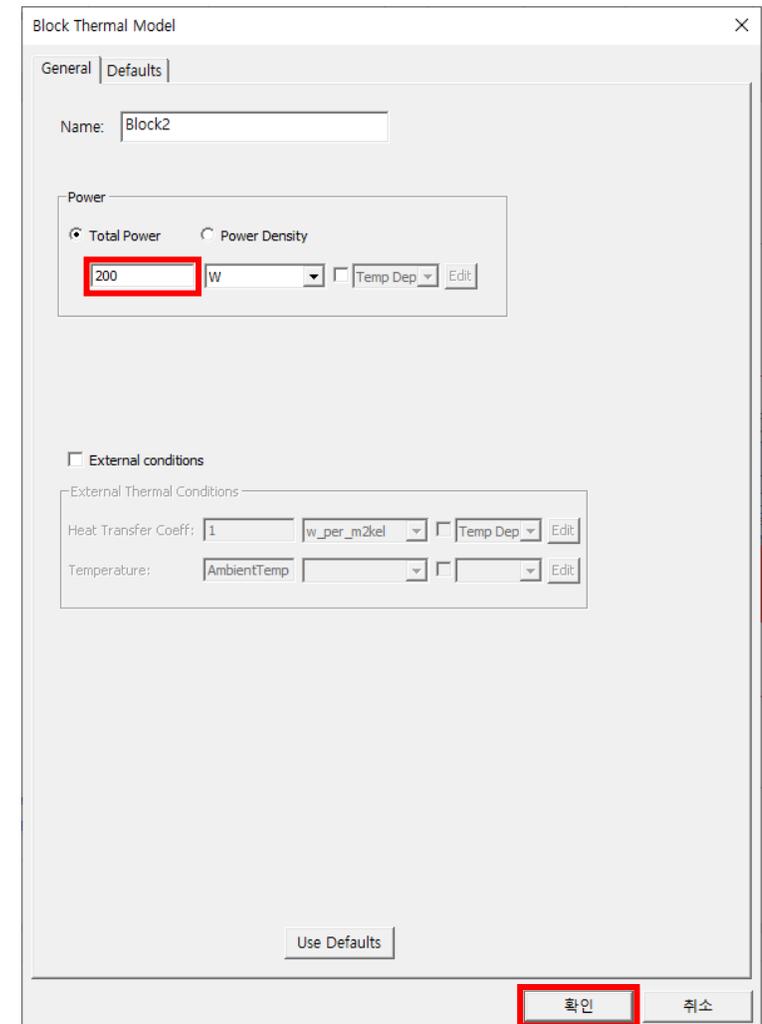
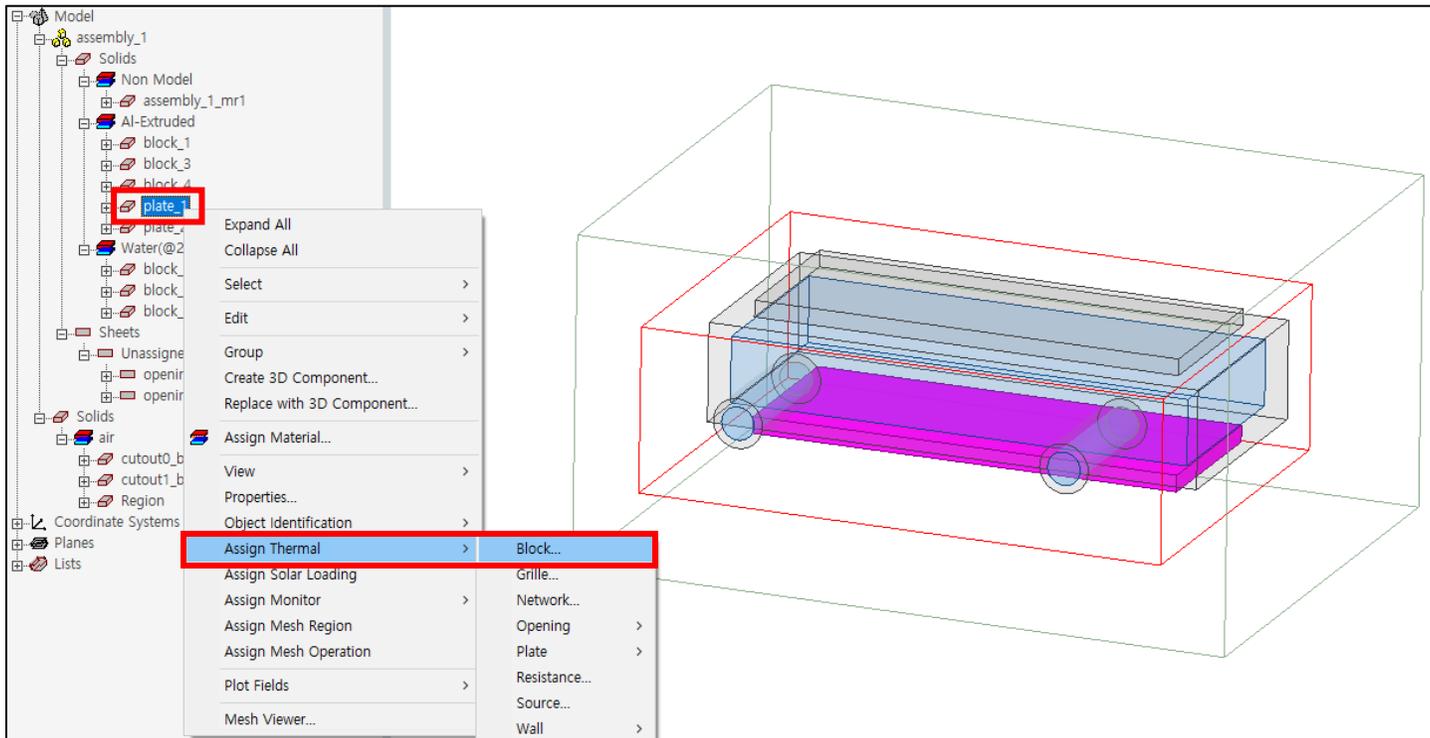
# 발열 조건 설정

- 3D Modeler 창 우클릭 > Assign Thermal > Block
- Total Power에 200 입력 > OK



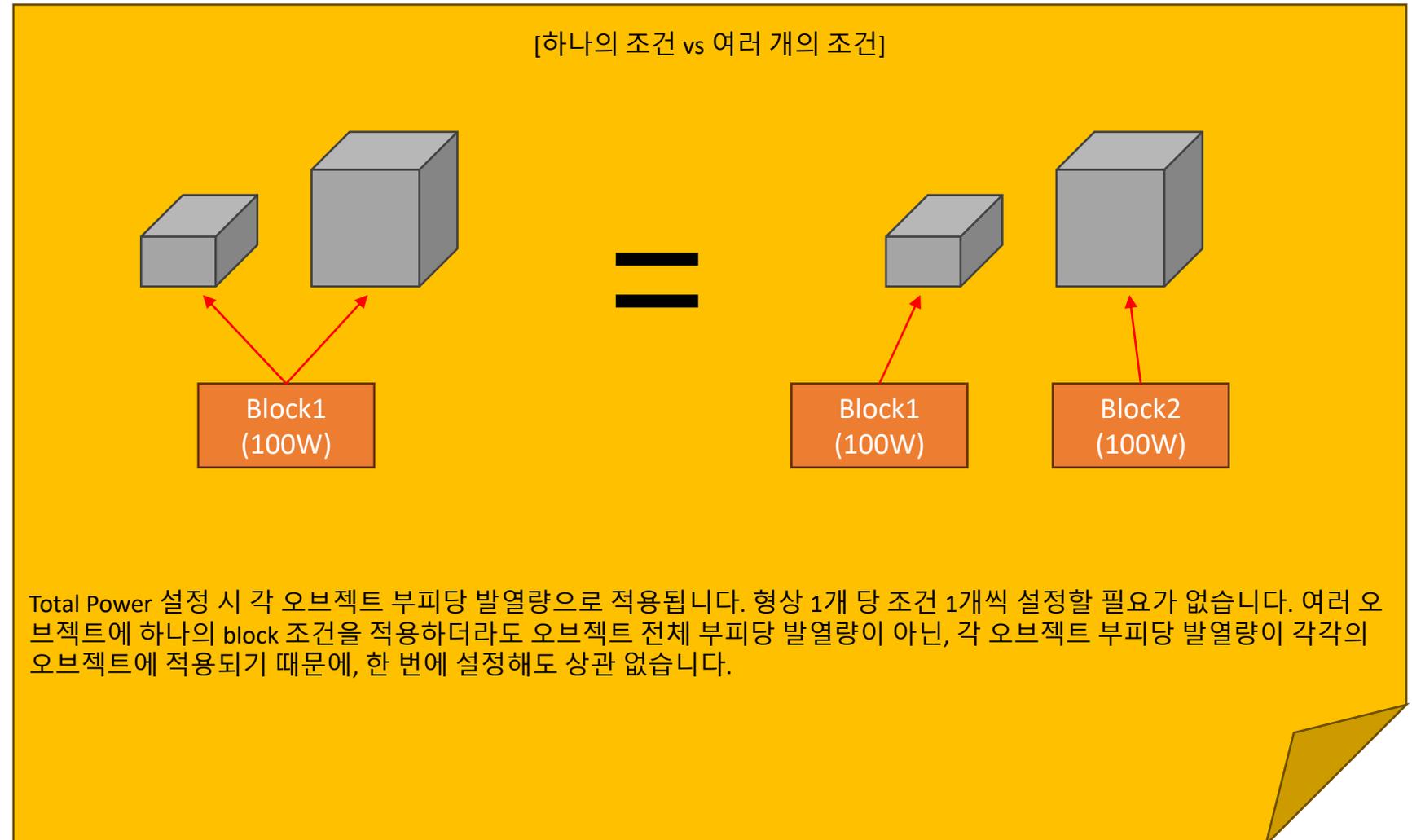
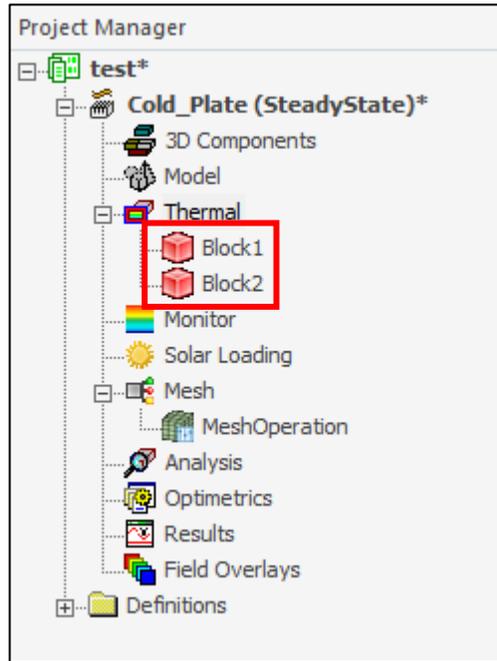
# 발열 조건 설정

- 하단의 plate (plate\_1)에도 동일하게 200W 조건 설정



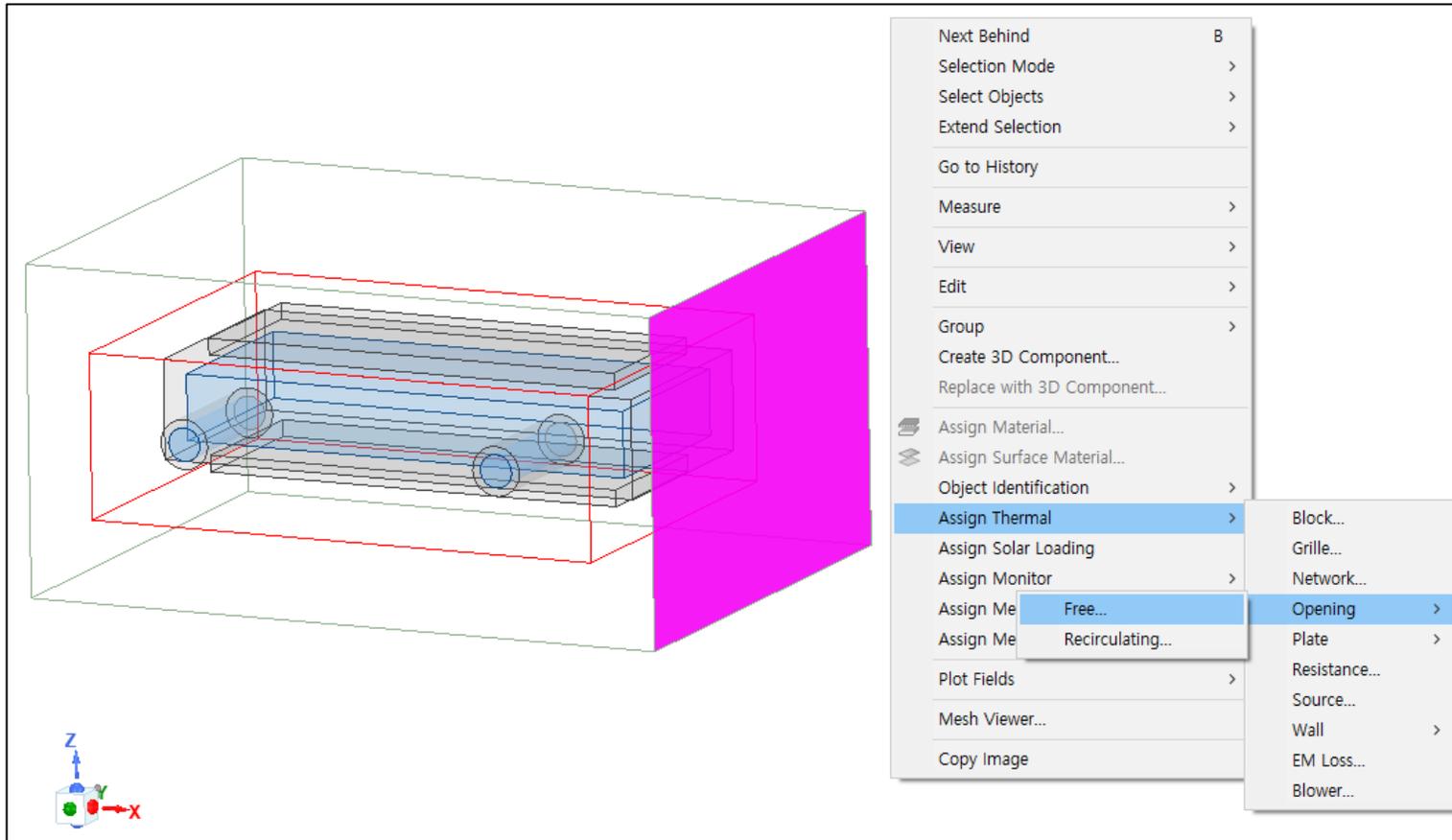
# 발열 조건 설정

- Project Manager > Thermal > 설정한 조건(Block)이 추가된 것을 확인



# 유체 조건 설정

- 키보드 F 눌러 선택 단위를 면으로 변경 > Region의 오른쪽(+X) 면 선택 > 우클릭 > Assign Thermal > Opening > Free



## [Assign Thermal]

유동과 관련된 조건, 속도 및 압력을 설정하기 위해서는 Opening 조건을 사용하며, 대부분의 조건이 Assign Thermal 카테고리에 있습니다. (Assign Fluid Flow 라는 카테고리는 없습니다)

Icepak에서는 열에 대한 조건과 유동에 대한 조건을 따로 설정하지 않고 한 번에 설정합니다. 고정 온도 조건 또한 Opening 조건에서 설정합니다.

# 유체 조건 설정

- 기본 설정 그대로 OK 클릭

Opening Thermal Model

Name:

Thermal Specification

Temperature:

External Radiaton Temp:

Flow Specification

Inlet Type:  Pressure  Velocity  Mass Flow

Total Pressure:

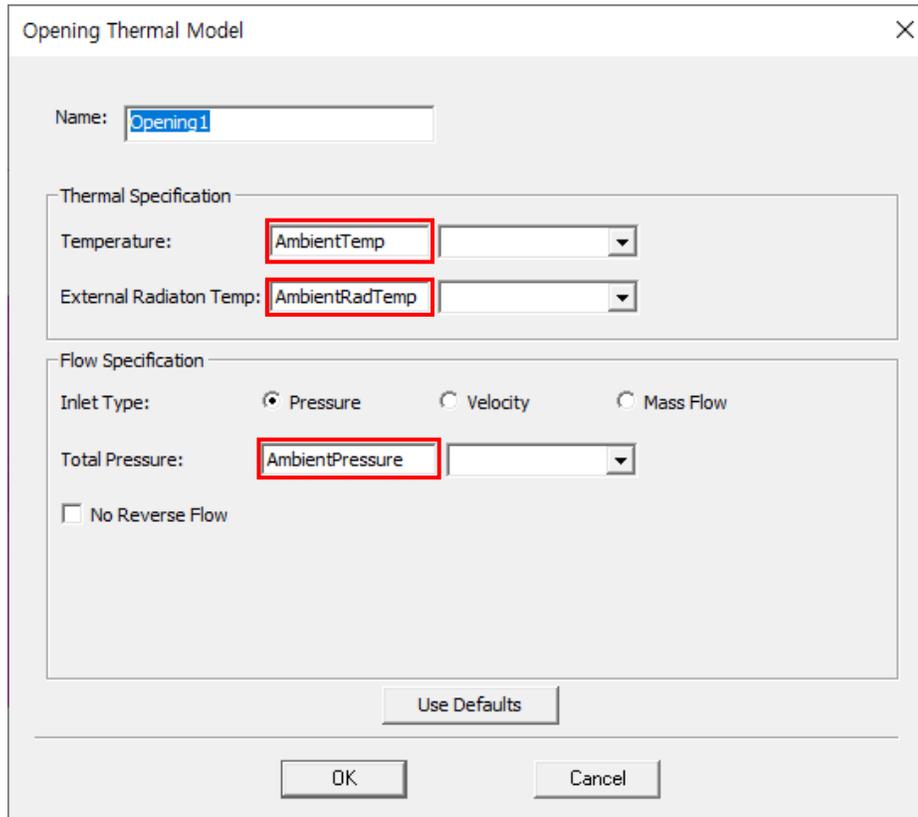
No Reverse Flow

[Opening]

외부 유체와 관련된 경계 조건은 Opening에서 설정합니다. 속도, 질량유량, 온도, 압력 조건을 설정할 수 있습니다.

# Ambient 설정

- 메뉴 바 > Icepak > Design Settings > Ambient 기본 설정 내용 확인



Opening Thermal Model

Name:

Thermal Specification

Temperature:

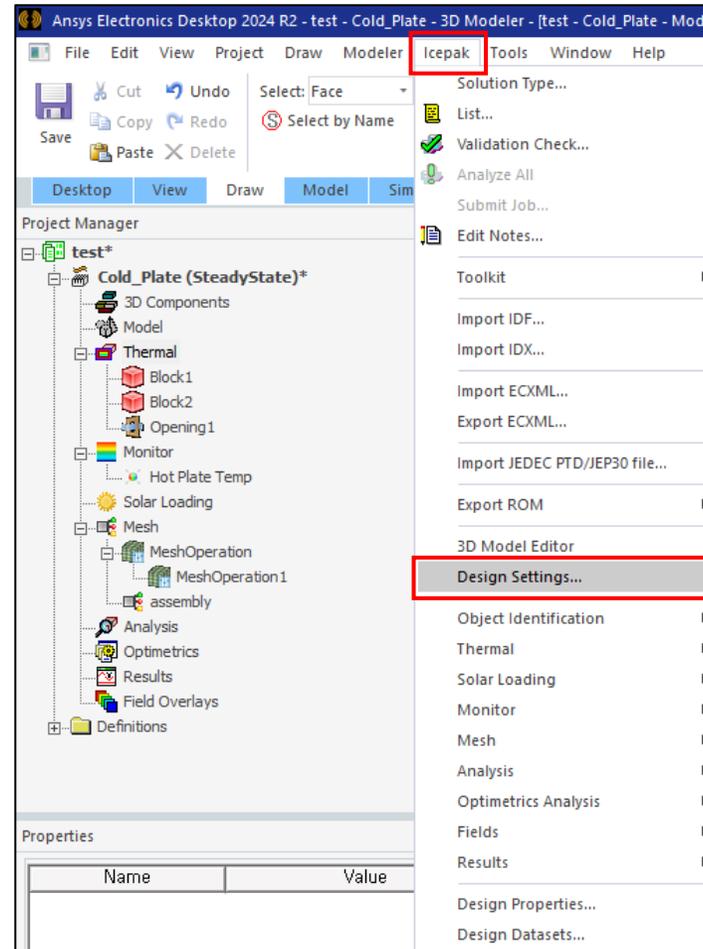
External Radiaton Temp:

Flow Specification

Inlet Type:  Pressure  Velocity  Mass Flow

Total Pressure:

No Reverse Flow



Ansys Electronics Desktop 2024 R2 - test - Cold\_Plate - 3D Modeler - [test - Cold\_Plate - Modeler]

File Edit View Project Draw Modeler **Icepak** Tools Window Help

Save Copy Paste Undo Redo Select: Face Select by Name

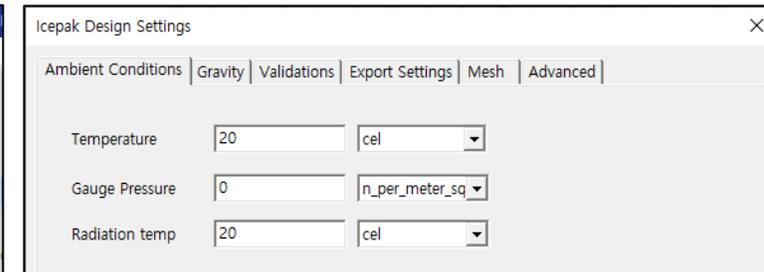
Desktop View Draw Model Sim

Project Manager

- test\*
- Cold\_Plate (SteadyState)\*
  - 3D Components
  - Model
    - Thermal
      - Block1
      - Block2
      - Opening1
    - Monitor
      - Hot Plate Temp
    - Solar Loading
    - Mesh
      - MeshOperation
      - MeshOperation1
    - assembly
    - Analysis
    - Optimetrics
    - Results
    - Field Overlays
  - Definitions

Properties

Name	Value
------	-------



Icepak Design Settings

Ambient Conditions | Gravity | Validations | Export Settings | Mesh | Advanced

Temperature:

Gauge Pressure:

Radiation temp:

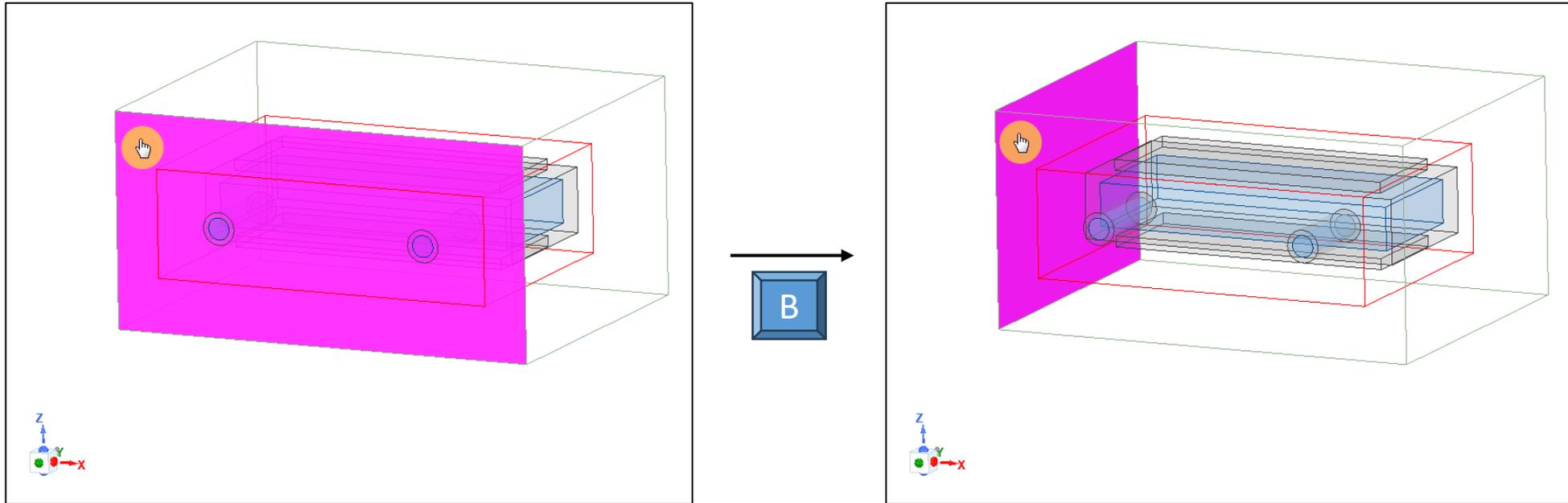
## [Ambient]

주변(ambient) 유체의 특성들이 기본적으로 설정되어 있습니다. 상온(20°C), 대기압으로 설정되어 있으며, 입력된 내용(예: AmbientTemp)을 지우고 숫자를 입력하여 원하는 값을 적용할 수 있습니다.

기본값은 Icepak 메뉴 바 > Design Settings 창에서 확인 및 변경이 가능합니다.

# 핸들링 Tip

- 반대쪽(-x) 면 선택 > Region의 앞면이 선택됨 > 키보드 B > 가려진 면 선택 가능

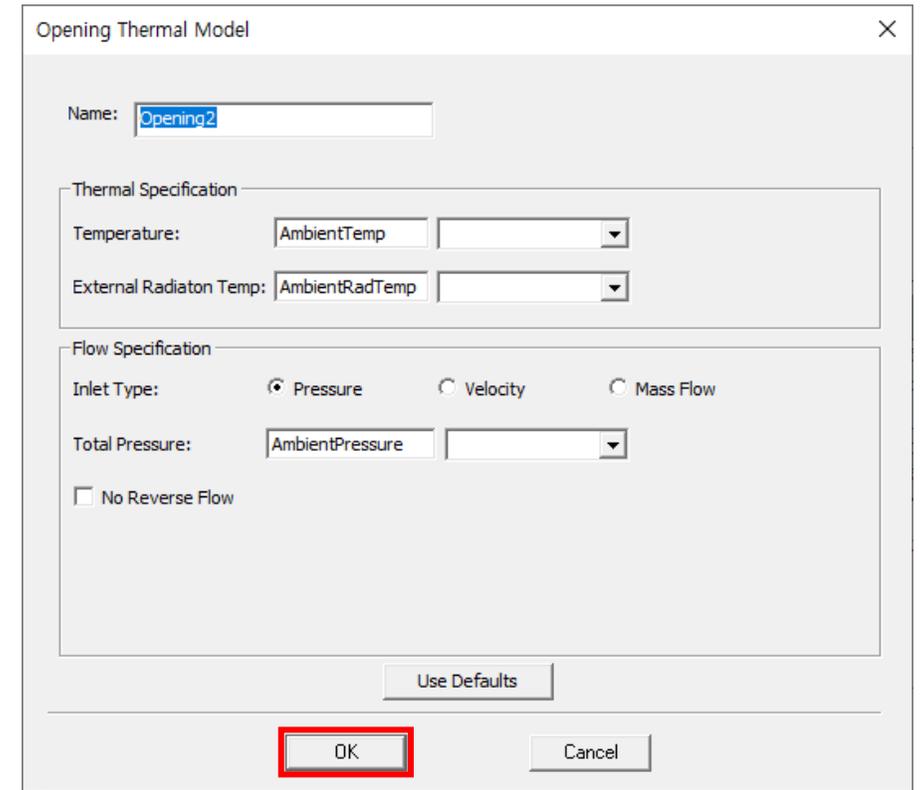
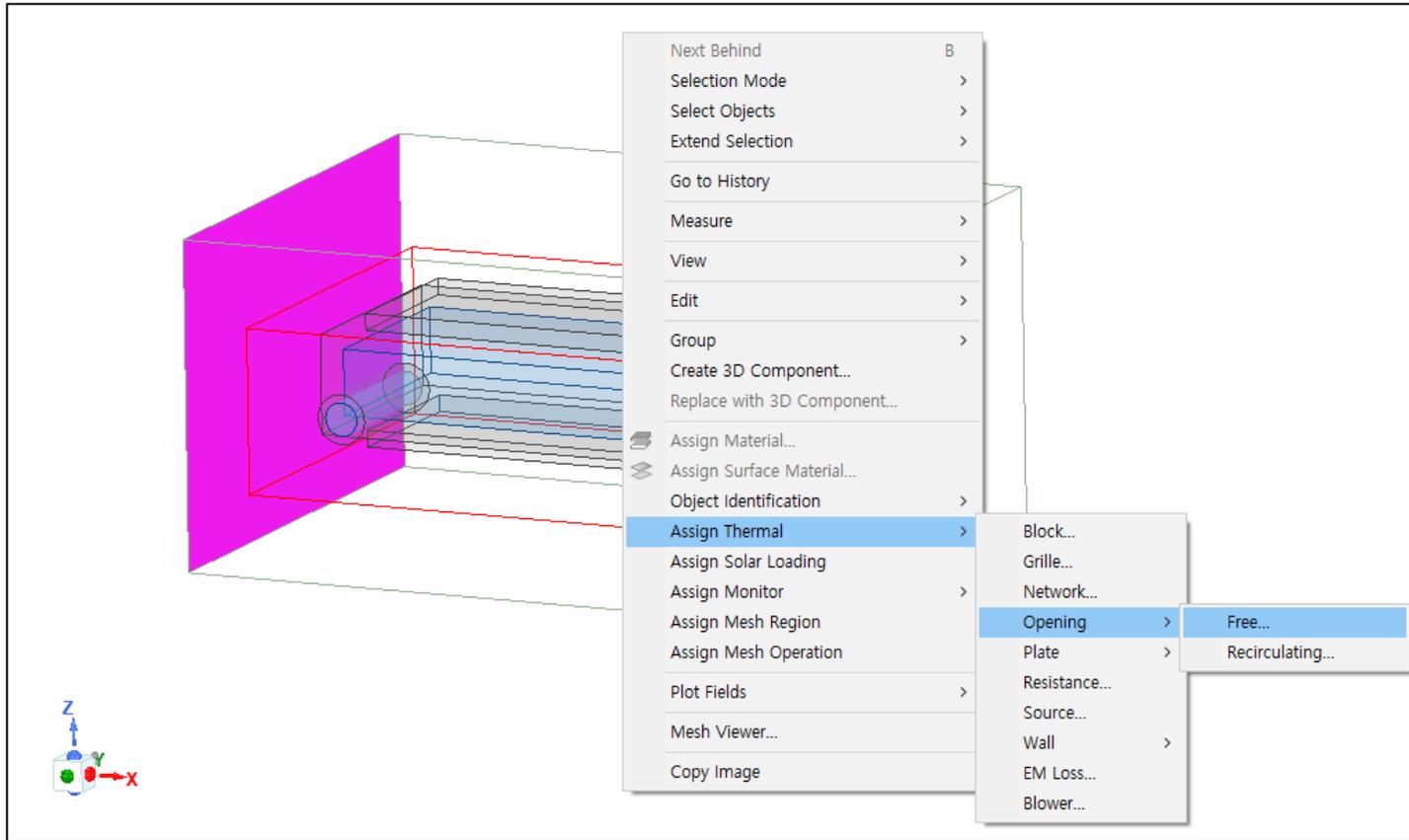


[가려진 면 선택]

겹쳐 있는 오브젝트의 안쪽 면 또는 뒤쪽 면 등 가려진 면을 선택할 때는, 우선 한 면을 선택한 후 키보드의 B를 누르면 안쪽 면이 선택됩니다. B를 여러 번 눌러서 마우스 커서가 위치한 곳의 어떤 면을 선택할 것인지 결정할 수 있습니다.

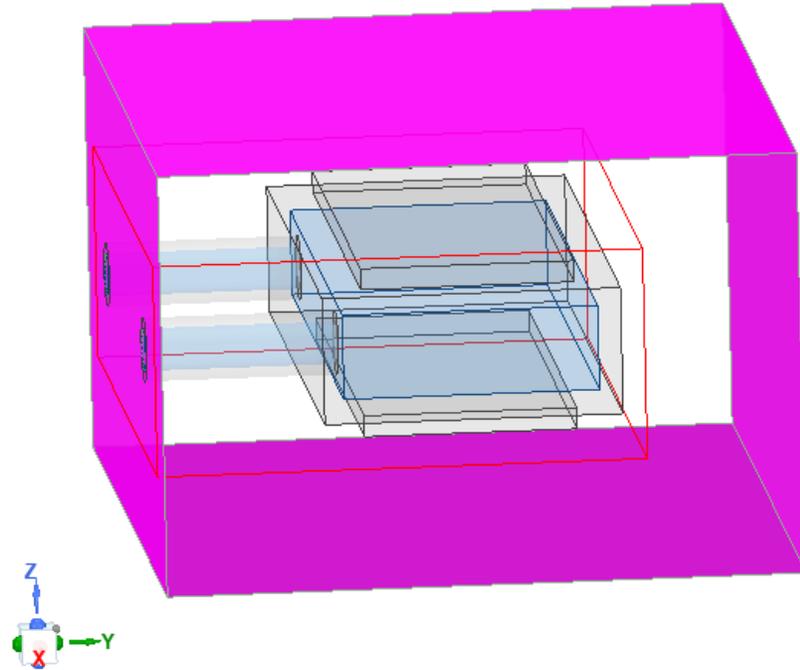
# 유체 조건 설정

- 왼쪽 면 선택되었으면 우클릭 > Assign Thermal > Opening > Free > 기본 설정 그대로 OK



[대기압 설정]

공기 중으로 뚫려 있는 면은 위 과정처럼 Opening을 설정하면 됩니다.

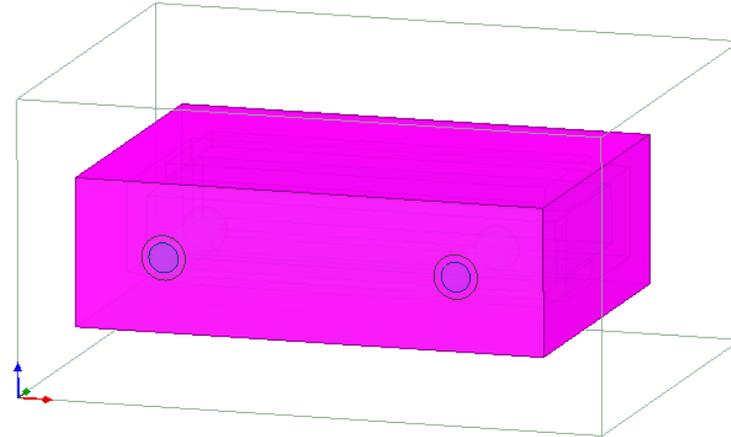
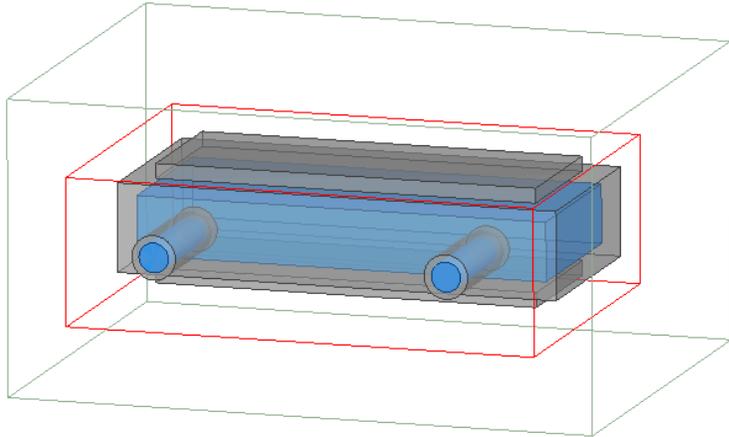


## [기본 경계조건]

Opening 등 어떠한 조건도 설정하지 않은 면은 유동 관점에서는 벽면으로 설정되며, 열 관점에서는 단열로 설정됩니다. Icepak에서는 유체와 고체 사이의 경계면을 자동으로 인식하여 유동 관점에서는 벽면으로 설정하며, 열전달은 내부 지배식을 통해 전도/대류/복사 등이 계산됩니다. 다시 말해서, 유체와 고체 사이의 면에 별도로 사용자가 경계조건을 설정할 필요가 없습니다.

# 단계적 Mesh 영역 설정

- 빨간색 육면체의 면은 조건을 설정하지 않도록 주의



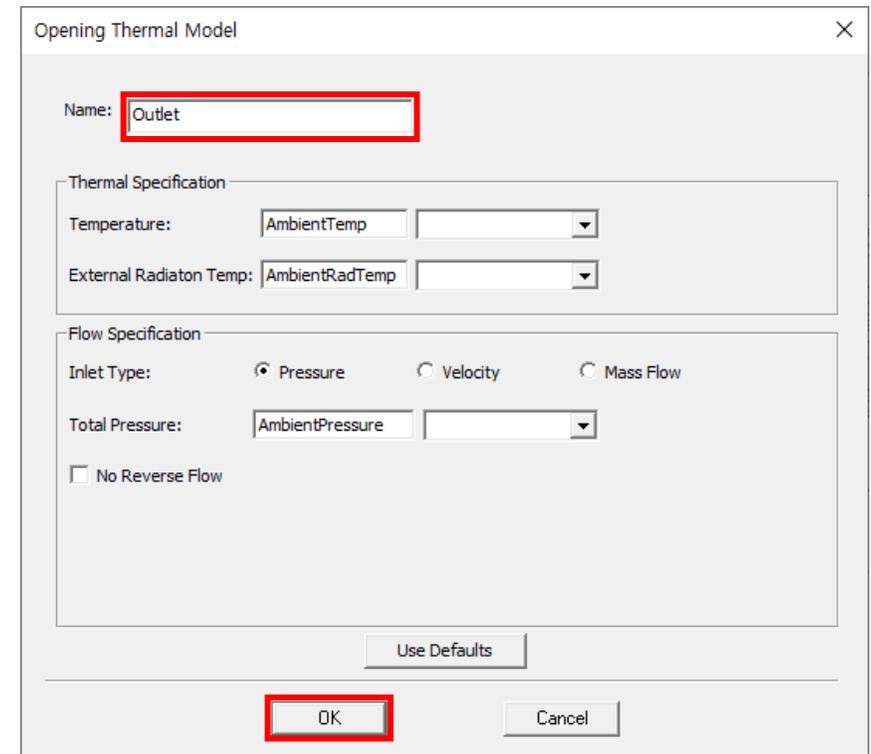
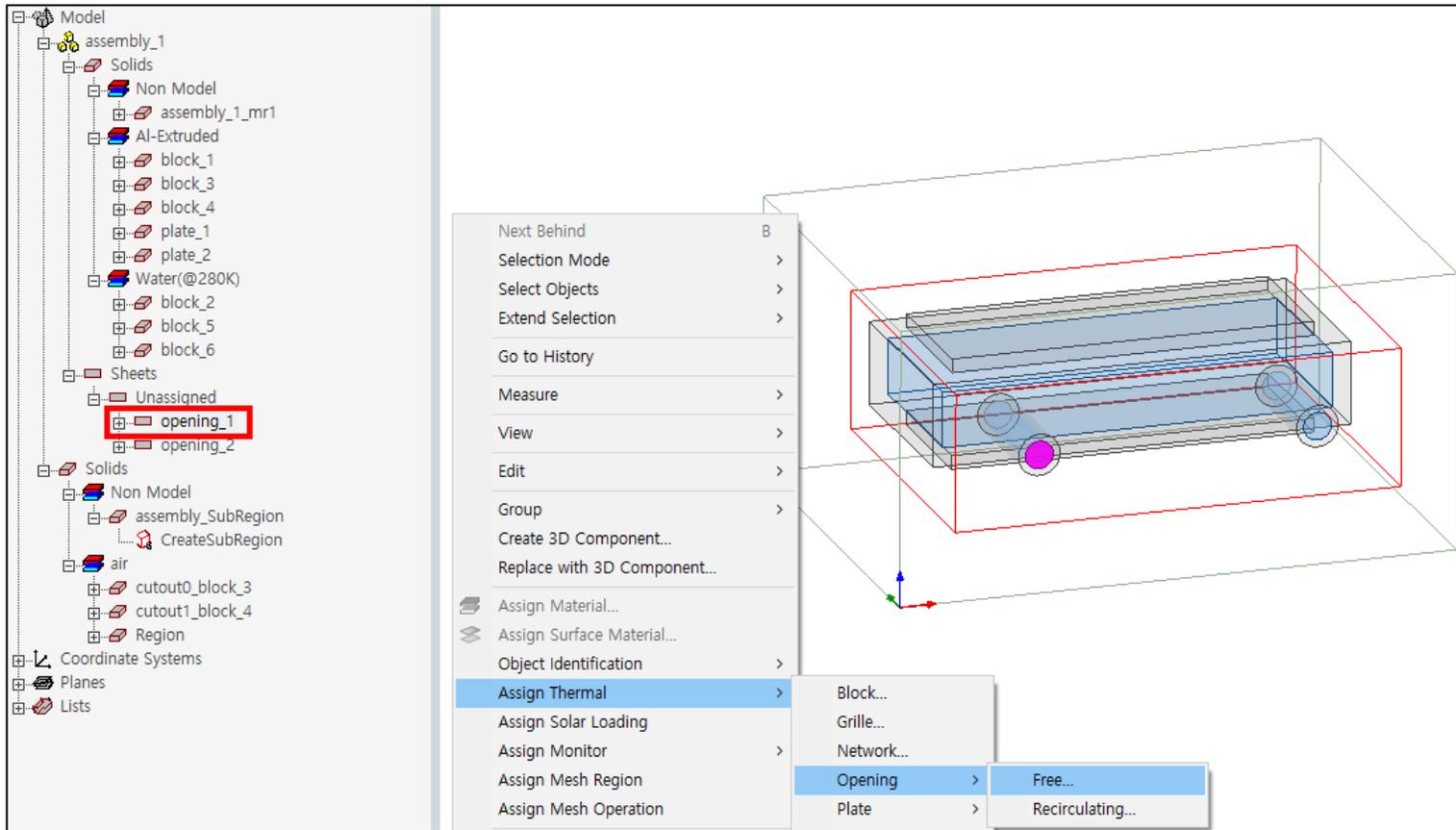
[Non Model]

빨간색 육면체의 면들은 실제로 존재하는 면이 아닙니다. 메쉬 생성 시 더 조밀하게 생성할 영역을 구분하기 위해 임의로 생성한 형상을 Non Model이라고 합니다.

본 예제에서는 해석할 외부 공기 영역의 크기인 'Region' 내부에 추가로 'assembly\_1\_mr1' 영역을 만들었으며, 이 영역을 메쉬 크기 조절을 위한 Non Model로 활용합니다.

# 유체 조건 설정

- History tree > opening\_1 선택 > 우클릭 > Assign Thermal > Opening > Free > 이름을 Outlet으로 변경 > OK

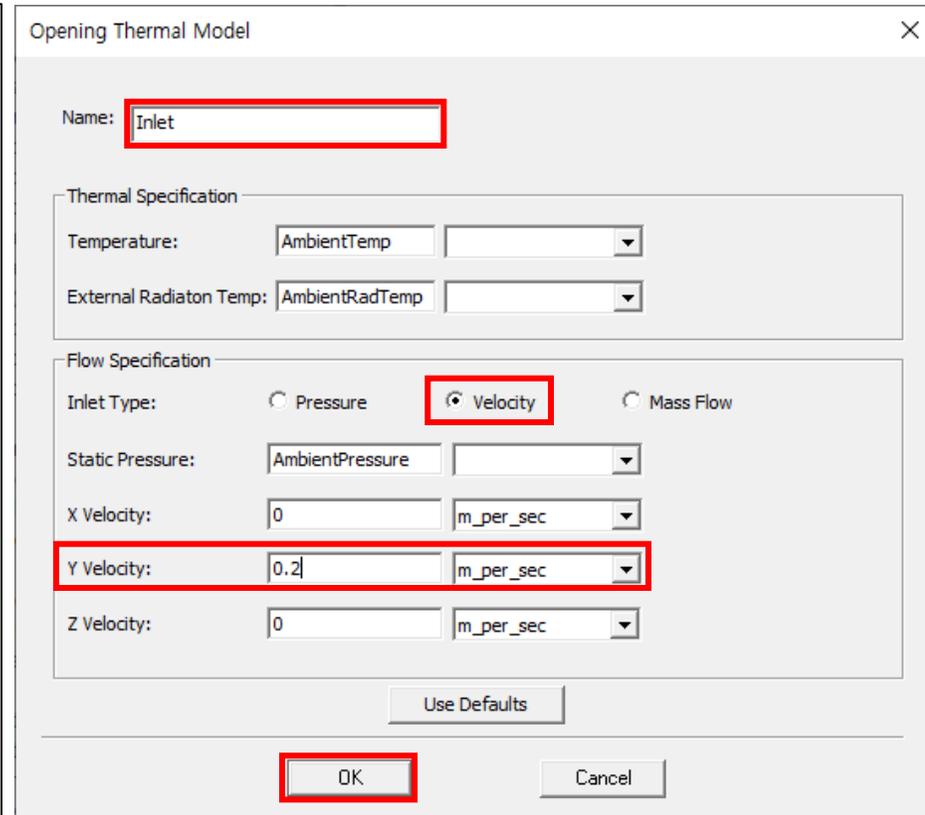
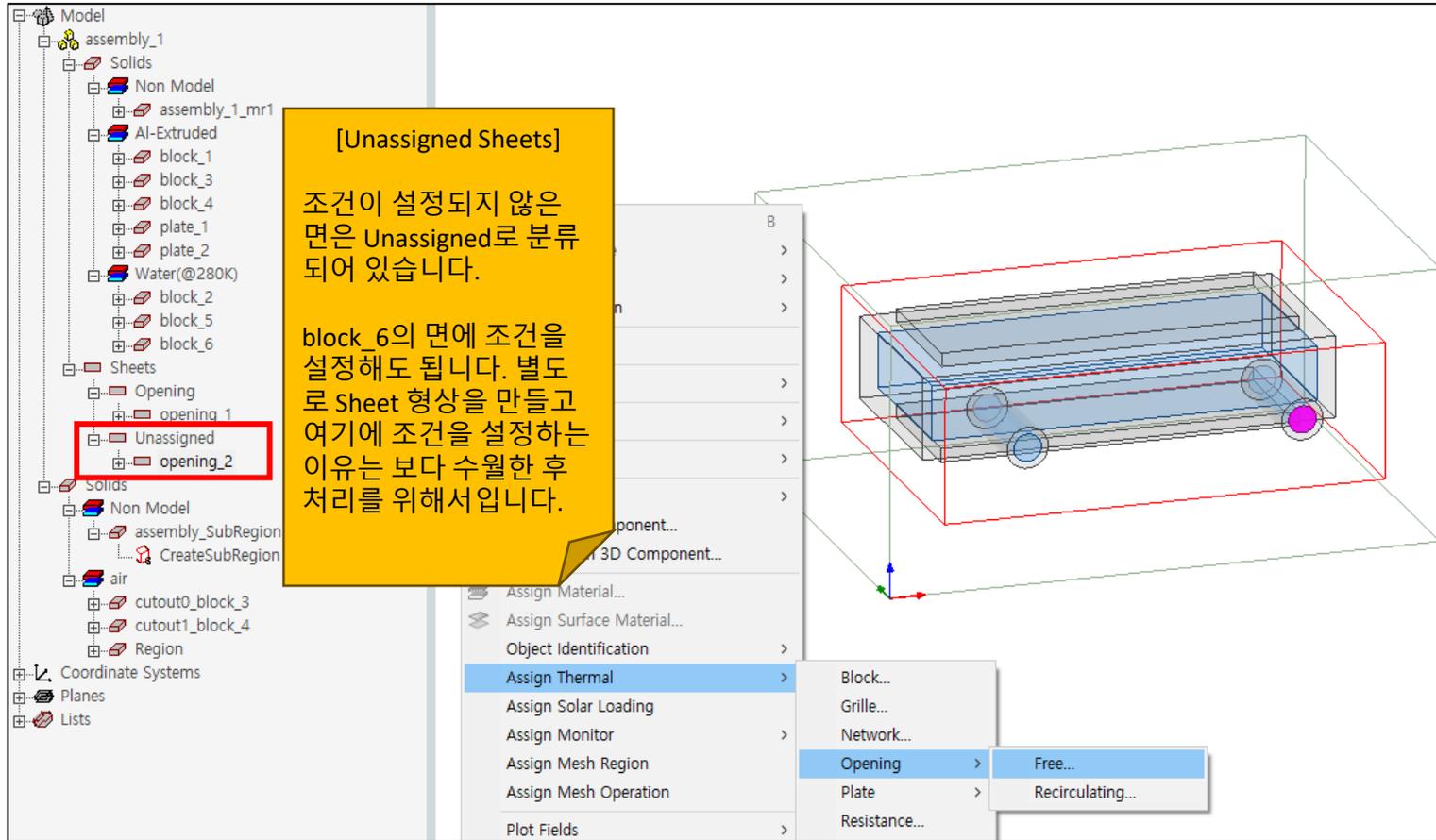


[Outlet]

물이 나가는 출구를 대기압으로 설정하였습니다.

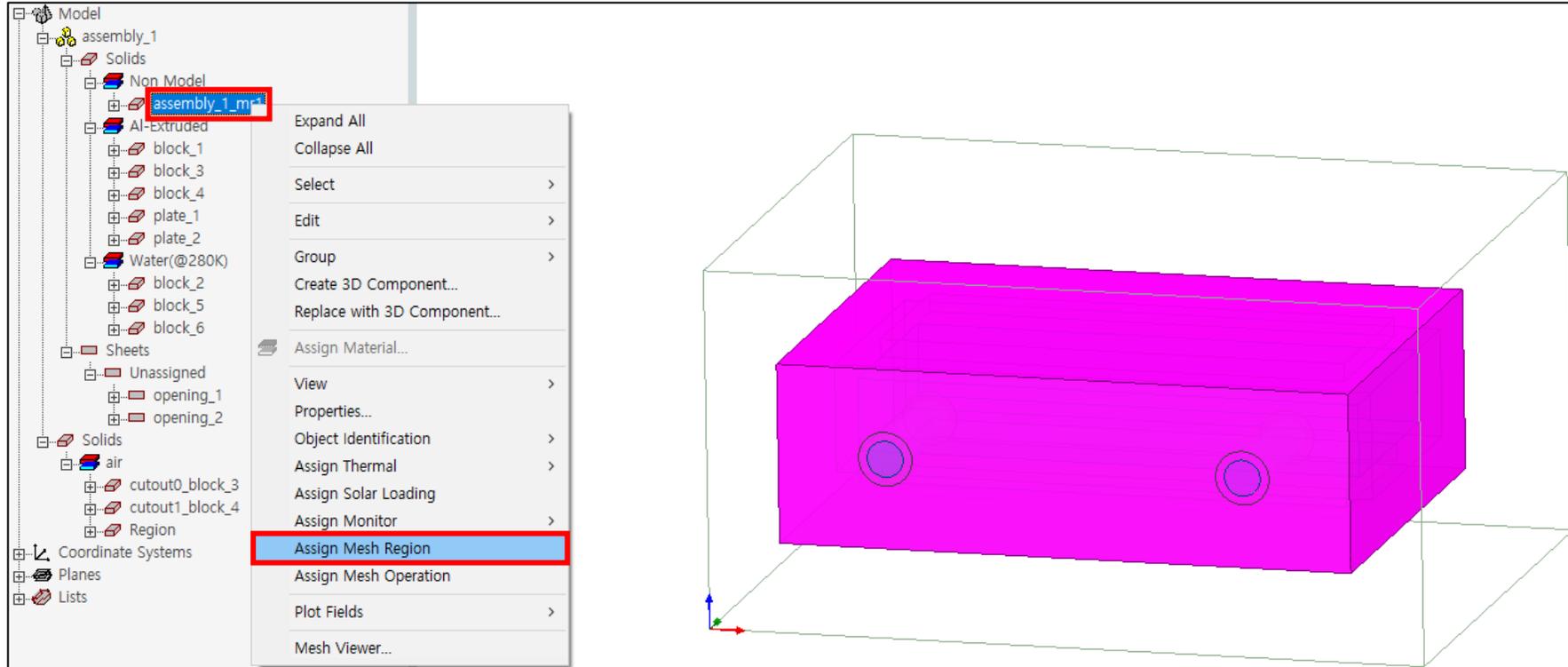
# 유체 조건 설정

- History tree > opening\_2 선택 > 우클릭 > Assign Thermal > Opening > Free >
- 이름을 Inlet으로 변경 > Velocity 체크 > Y 값에 0.2 입력 > OK



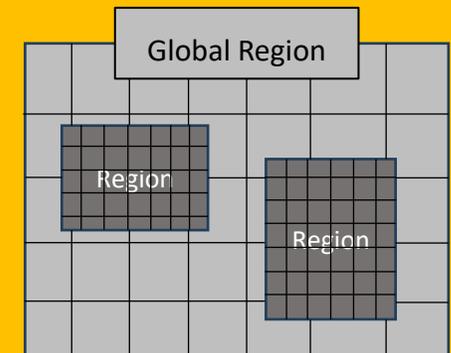
# Mesh 설정

- History tree > assembly\_1\_mr1 우클릭 > Assign Mesh Region



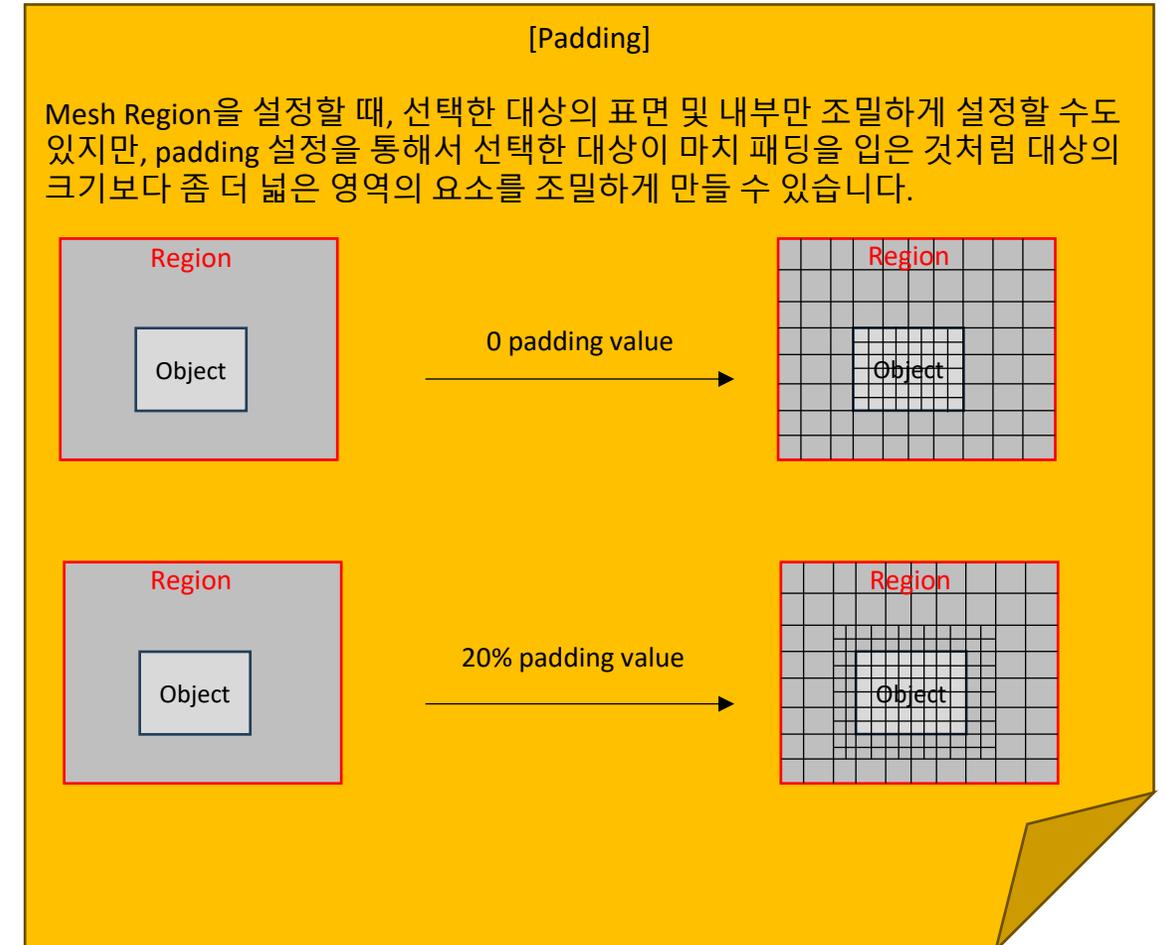
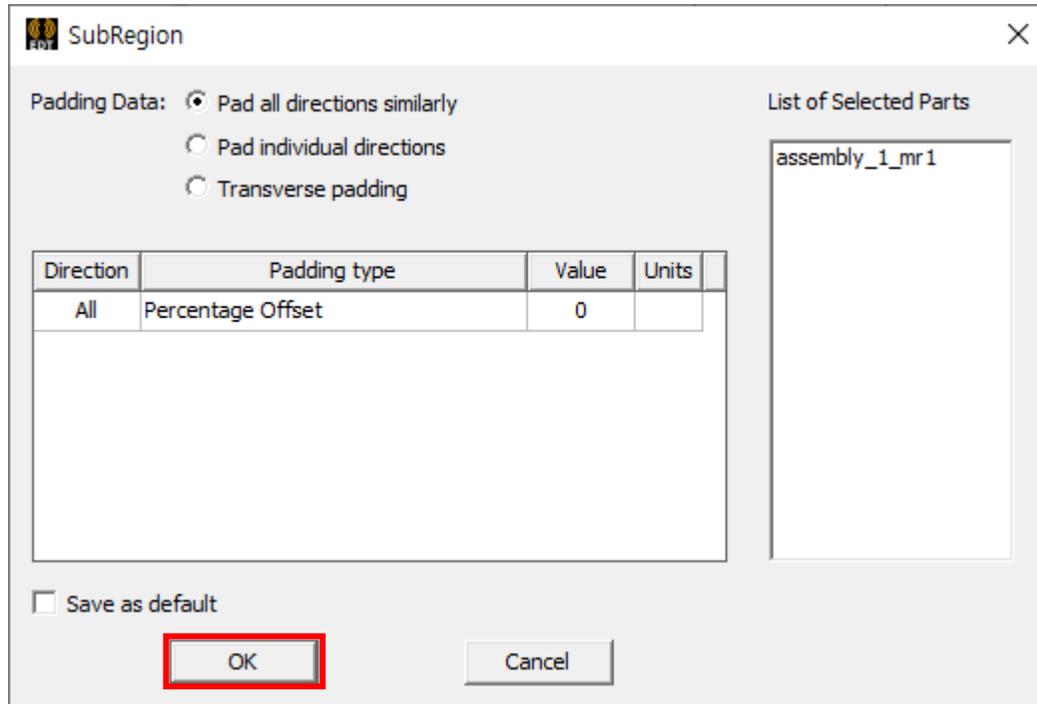
## [Mesh Region]

Global Region은 전체 영역에 자동으로 적용되는 요소 크기 설정입니다. 특정 영역에 Mesh Region을 적용하면 이 영역에만 따로 요소 크기를 지정할 수 있으며, Global Region 설정보다 요소 크기 결정의 우선 순위를 가집니다. 대부분의 경우 Mesh Region을 적용한 영역은 Global Region보다 더 조밀하게 생성되도록 설정합니다.



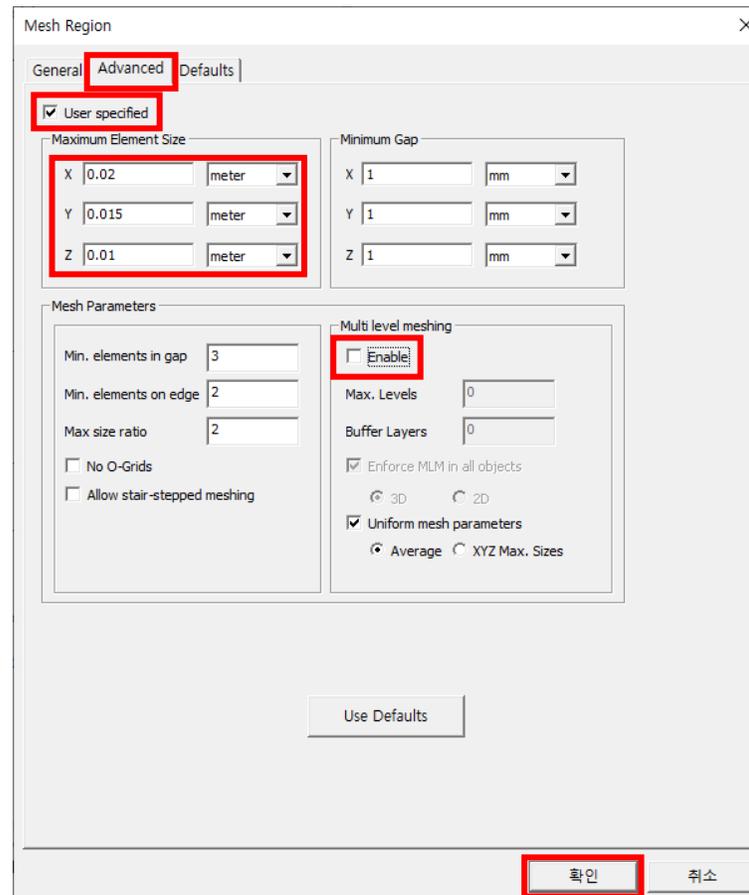
# Mesh 설정

- SubRegion 창 > OK



# Mesh 설정

- Name에 assembly 입력
- Advanced 탭 > User specified 체크
- Maximum Element Size에 X 0.02, Y 0.015, Z 0.01 입력 > Multi level meshing에서 Enable 체크 해제 > 확인

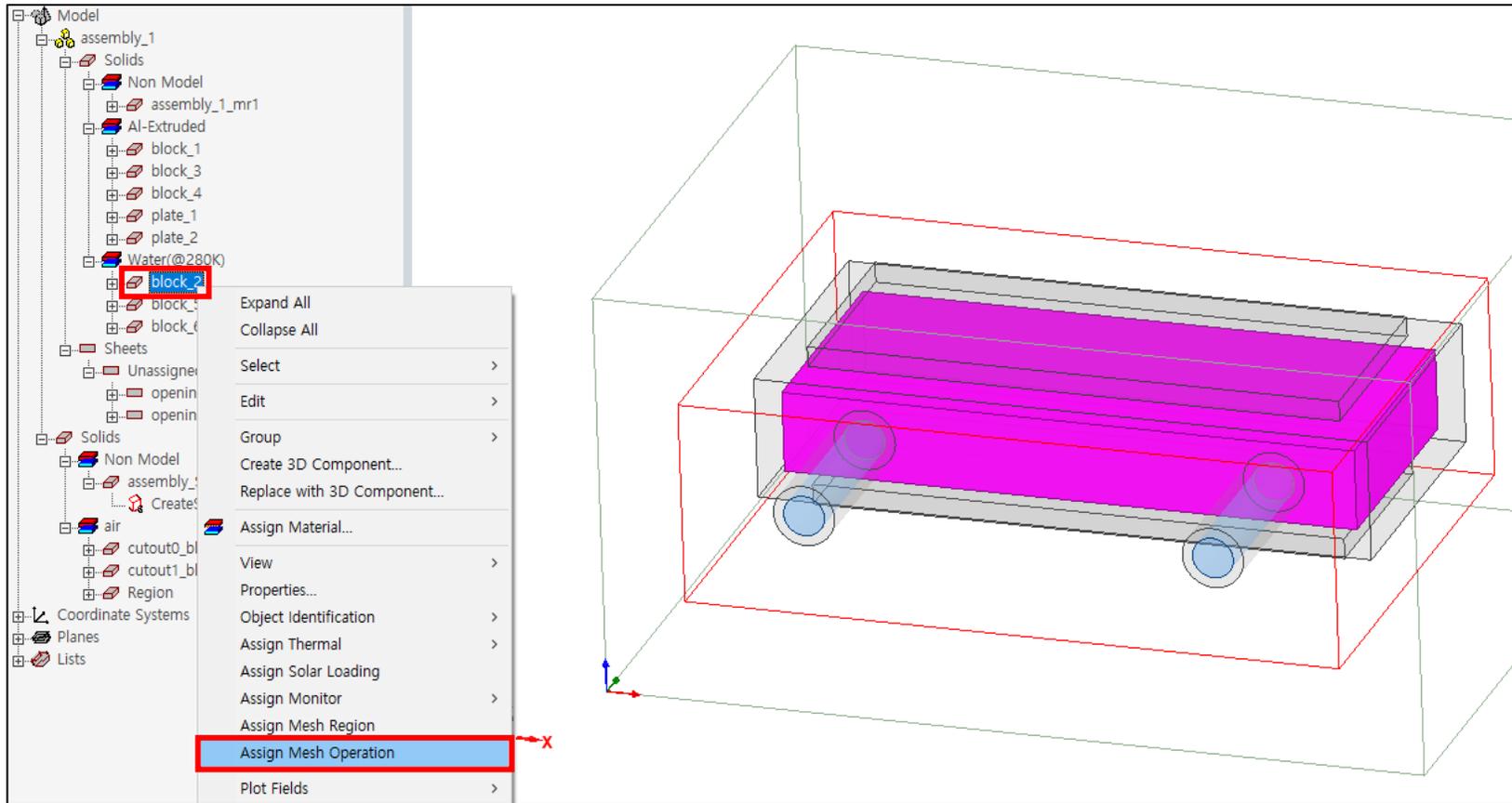


## [Multi Level Meshing]

Multi level meshing을 체크 해제하면, mesh region 영역 내에 크기가 서로 다른 오브젝트/면/선 등이 있더라도 한 단계 더 조밀해지는 refinement가 진행되지 않고 동일한 크기로 요소가 생성됩니다.

# Mesh 설정

- History tree > block\_2 우클릭 > Assign Mesh Operation



## [Mesh Operation]

특정 오브젝트를 x, y, z 각 축 방향으로 몇 등분하여 요소를 생성할지 설정 가능합니다.

단순히 몇 단계 더 조밀하게 생성되도록 할 것인지는 mesh region에서도 설정 가능하기 때문에 사용 빈도는 mesh region에 비해서 높지 않습니다.

# Mesh 설정

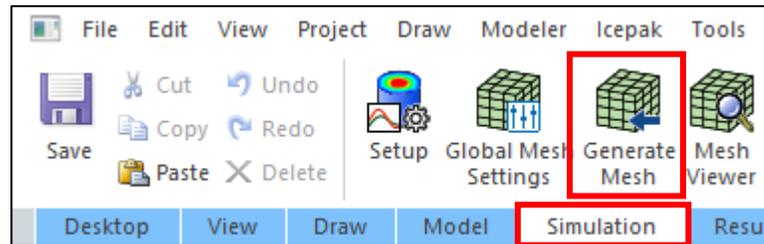
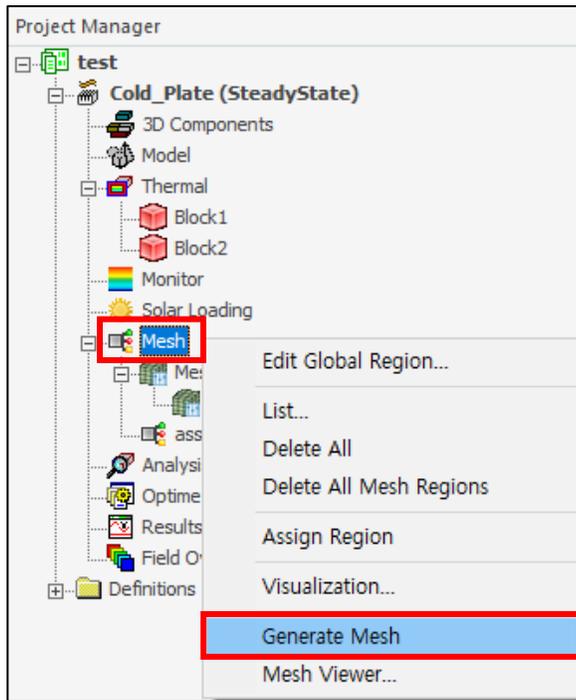
- Local mesh parameters 체크
- Local Mesh Parameter 탭 > X 30, Y 16, Z 10 입력 > 확인

The screenshot shows the 'Mesh Operation' dialog box with the 'General' tab selected. The 'Name' field is 'MeshOperation1' and the 'Enabled' checkbox is checked. The 'Level' section has 'Min.' and 'Max.' fields both set to '0'. The 'Local mesh parameters' checkbox is checked and highlighted with a red box. Below it are 'Mesh Reuse' and 'Mesh Object(s) Separately' options, both unchecked. A 'Use Defaults' button is at the bottom. At the very bottom are three buttons: '확인' (Confirm), '취소' (Cancel), and '도움말' (Help).

The screenshot shows the 'Mesh Operation' dialog box with the 'Local Mesh Parameter' tab selected. The 'X count' field is '30', 'Y count' is '16', and 'Z count' is '10'. These three input fields are highlighted with a red box. At the bottom, the '확인' (Confirm) button is highlighted with a red box. The '취소' (Cancel) and '도움말' (Help) buttons are also visible.

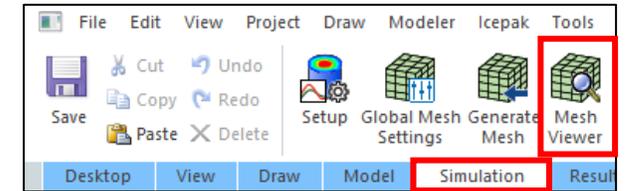
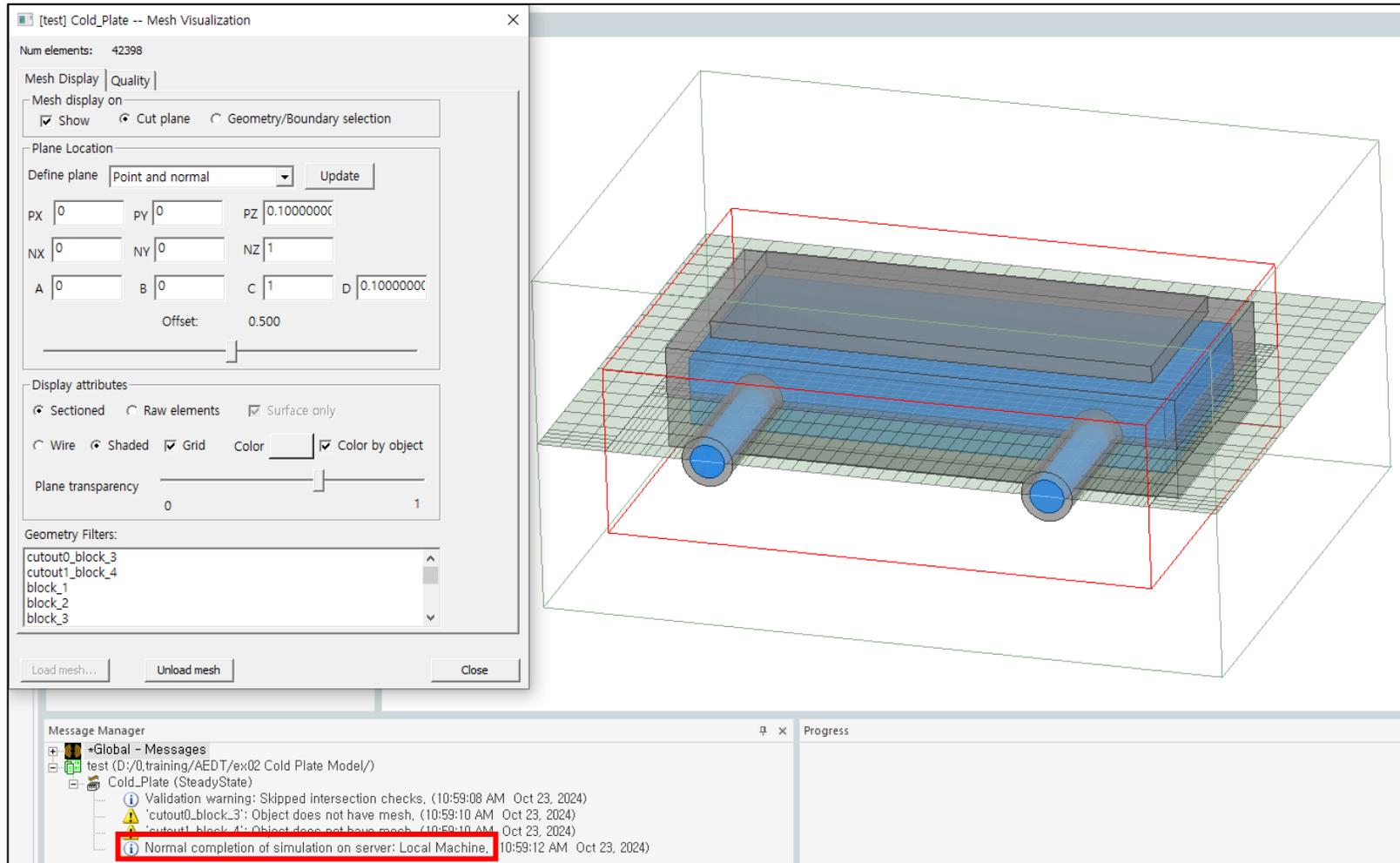
# Mesh 생성

- Project Manager > Mesh 우클릭 > Generate Mesh
- 또는 Simulation 리본 탭 > Generate Mesh



# Mesh 검토

- Mesh 생성 완료 후 Mesh Visualization 창 나타나는 것 확인
- 창을 닫았을 경우 Simulation 리본 탭 > Mesh Viewer 클릭하여 다시 확인 가능



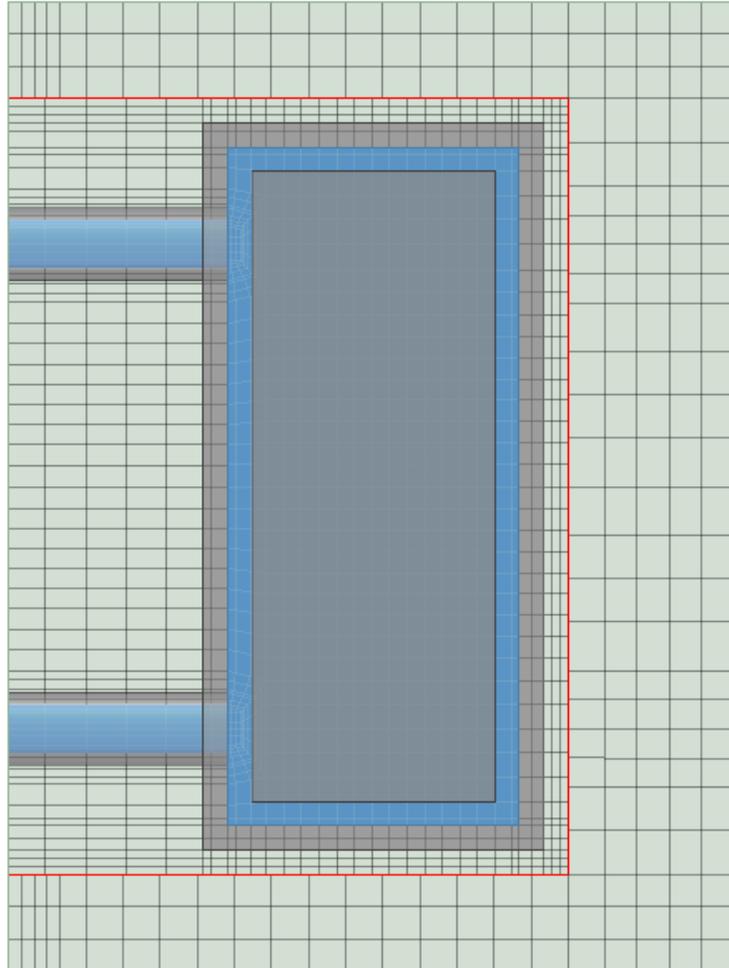
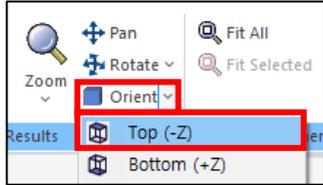
## [시스템 메시지]

해석이 완료되거나 메쉬 생성이 완료되면, 화면 아래쪽 Message Manager에서 아래의 메시지가 출력됩니다:

Normal completion of simulation on server.  
(서버에서 시뮬레이션이 정상적으로 완료되었습니다.)

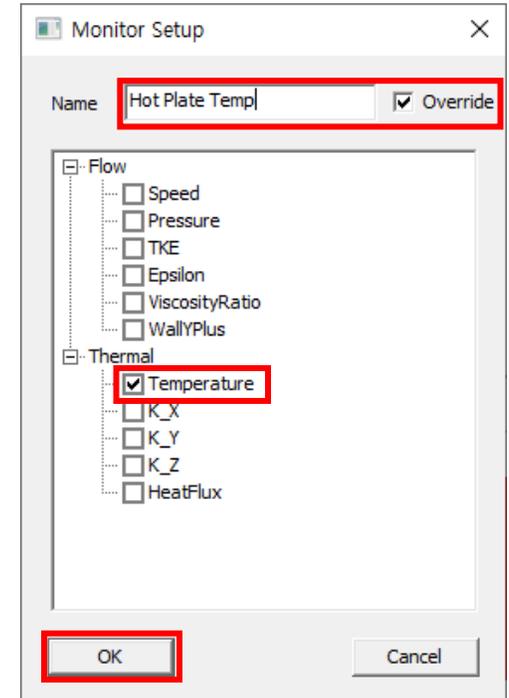
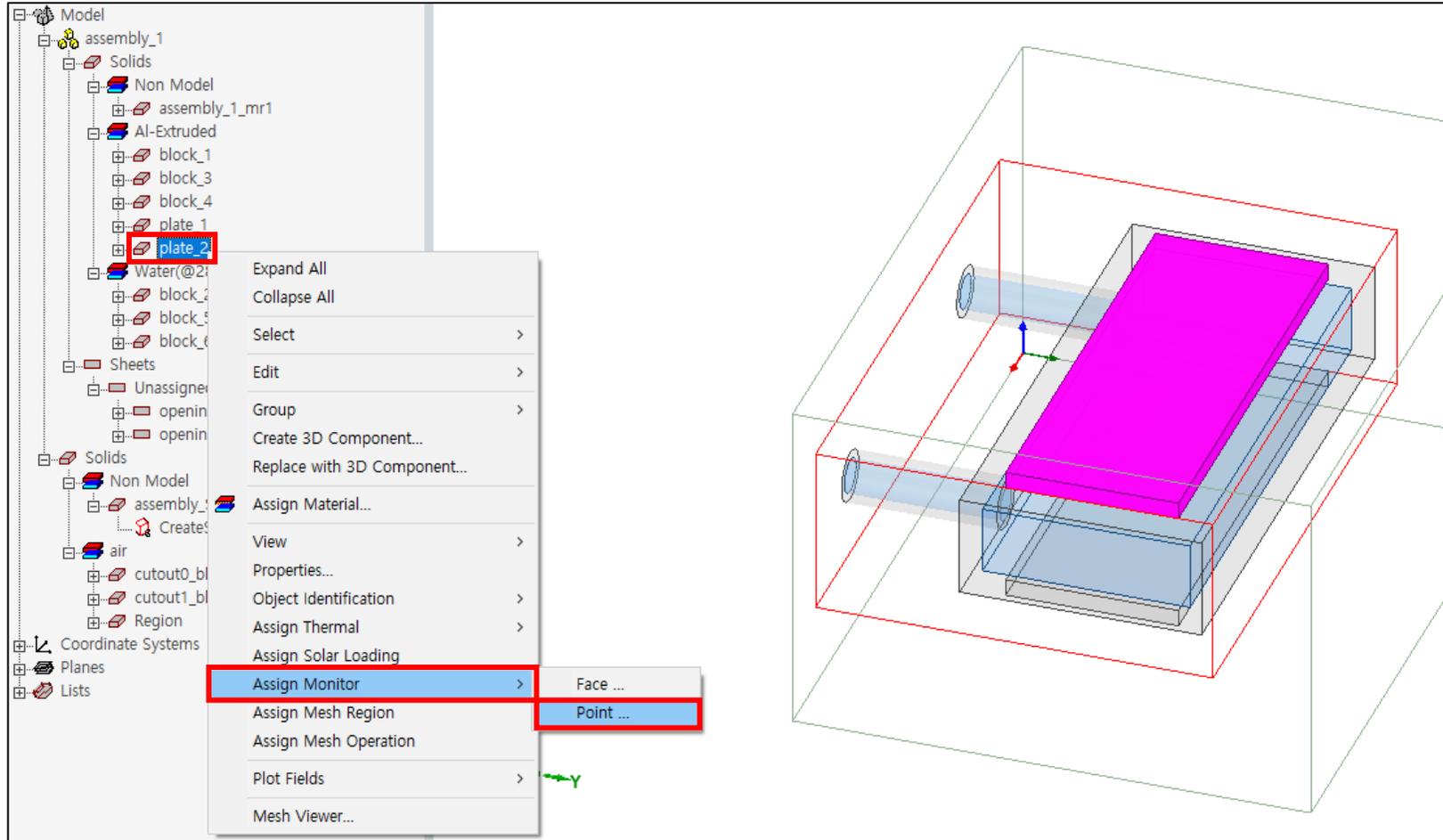
# Mesh 검토

- View 또는 Draw 리본 탭 > Orient > Top 클릭 > 생성된 메쉬 단면 확인



# Monitor 생성

- History tree > plate\_2 우클릭 > Assign Monitor > Point > 이름을 Hot Plate Temp로 변경 > Temperature 체크 > OK



# Monitor 생성

- Project Manager > Monitor 생성된 것 확인 > Properties 창에서 Point 좌표정보 확인 가능

The screenshot displays the ANSYS Fluent interface during the setup of a monitor. In the Project Manager, the 'Monitor' folder is expanded, and 'Hot Plate Temp' is highlighted. The Properties window shows the 'Location' field with the coordinates '0,2meter, 0,15meter, 0,135meter'. The 3D model shows a rectangular plate with a red dot labeled 'Hot Plate Temp' on its surface. The Message Manager at the bottom right shows simulation progress and warnings.

Name	Value
Name	Hot Plate Temp
Override Default Name	<input checked="" type="checkbox"/>
Assignment	plate_2
Location	0,2meter, 0,15meter, 0,135meter
<b>Flow Quantities</b>	
Speed	<input type="checkbox"/>
Pressure	<input type="checkbox"/>
TKE	<input type="checkbox"/>
Epsilon	<input type="checkbox"/>
ViscosityRatio	<input type="checkbox"/>
WallYPlus	<input type="checkbox"/>
<b>Thermal Quantities</b>	
Temperature	<input checked="" type="checkbox"/>
K_X	<input type="checkbox"/>
K_Y	<input type="checkbox"/>
K_Z	<input type="checkbox"/>
HeatFlux	<input type="checkbox"/>

## [Monitor]

결과로 보고싶은 내용을 monitor로 해석 전에 미리 생성합니다. 면을 선택한 경우 면 평균값을 해석 진행 중/해석 후에 볼 수 있습니다.

정상상태(steady) 해석의 경우 반복계산에 따라 모니터로 설정한 값의 수렴 여부를 확인하는 용도로 사용됩니다. 과도상태(transient) 해석의 경우 시간에 따른 물리량 값의 변화를 관찰하는 용도로 사용됩니다.

추가적으로 보고자 하는 값이 있을 경우 monitor를 추가로 생성합니다.

체적 평균은 해석 이후에 Fields Summary 기능을 사용하여 확인 가능합니다.

# Monitor 생성

- History tree > block\_2 선택 > 우클릭 > Assign Monitor > Point > 이름을 Cold Plate Temp로 변경 > Temperature 체크 > OK

The image displays a CAD software interface with three main components:

- Left Pane (History Tree):** Shows a hierarchical tree structure. Under 'assembly\_1' > 'Solids', 'block\_2' is selected and highlighted with a red box.
- Middle Pane (Context Menu):** A right-click context menu is open over 'block\_2'. The 'Assign Monitor' option is highlighted in blue, and its sub-menu 'Point ...' is also highlighted in blue with a red box.
- Right Pane (Monitor Setup Dialog):** A dialog box titled 'Monitor Setup' is open. The 'Name' field contains 'Cold Plate Temp' and the 'Override' checkbox is checked. Under the 'Thermal' section, the 'Temperature' checkbox is checked. The 'OK' button is highlighted with a red box.

# Monitor 생성

- History tree > opening\_1 선택 > 우클릭 > Assign Monitor > Point > 이름을 Outlet Speed로 변경 > Speed 체크 > OK

The screenshot illustrates the steps to create a monitor in a CAD application. On the left, the history tree shows a hierarchy of objects, with 'opening\_1' selected and highlighted in red. A context menu is displayed over the 3D model, with 'Assign Monitor' and 'Point ...' highlighted in red. On the right, the 'Monitor Setup' dialog box is open, showing the name 'Outlet Speed' and the 'Override' checkbox checked. Under the 'Flow' category, the 'Speed' checkbox is checked, while other options like 'Pressure', 'TKE', 'Epsilon', 'ViscosityRatio', and 'WallyPlus' are unchecked. Under the 'Thermal' category, 'Temperature', 'K\_X', 'K\_Y', 'K\_Z', and 'HeatFlux' are all unchecked. The 'OK' button is highlighted in red.

# Monitor 생성

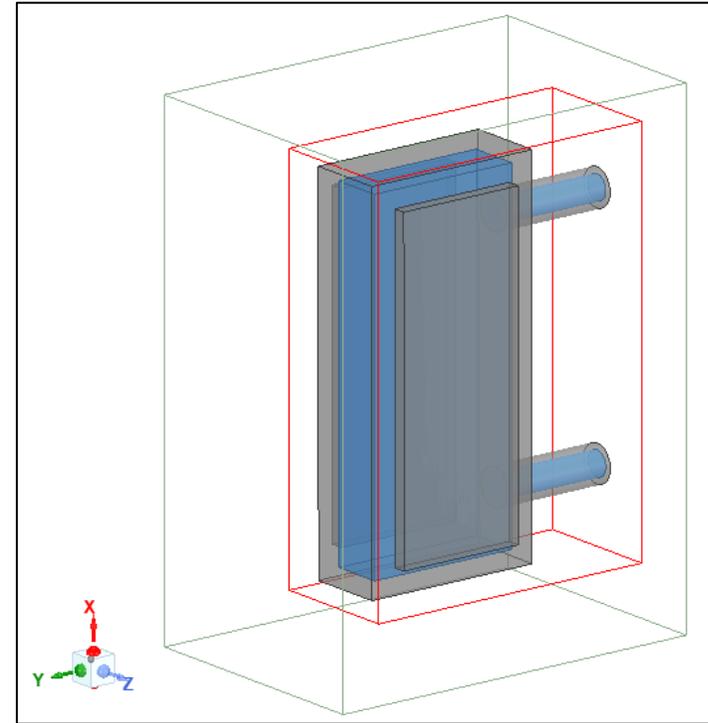
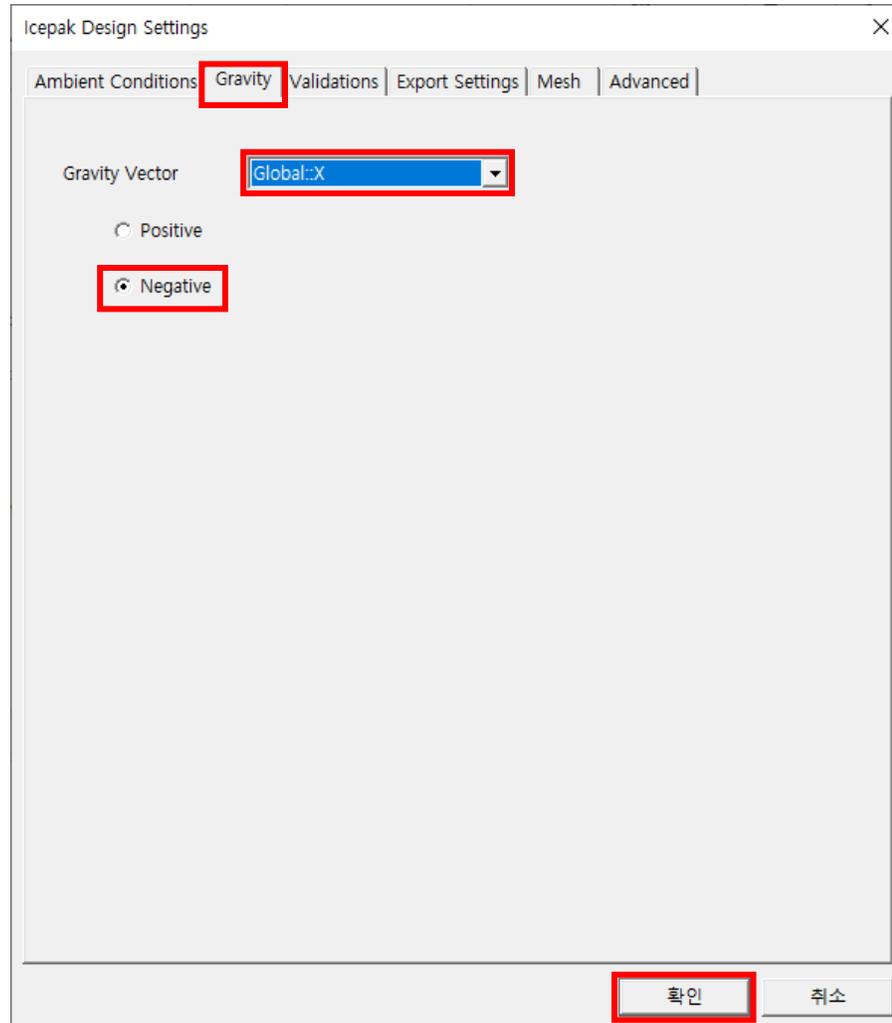
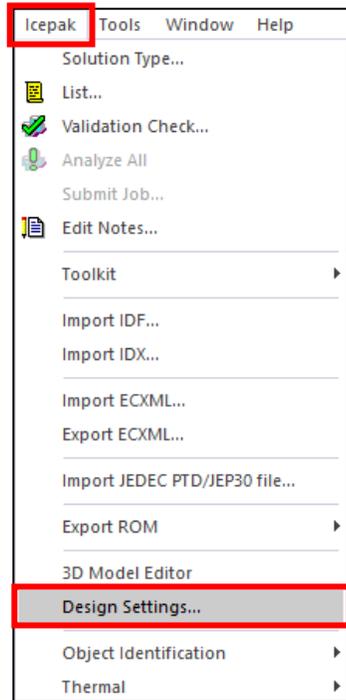
- History tree > opening\_1 선택 > 우클릭 > Assign Monitor > Face > 이름을 Outlet Flow Rate로 변경 > VolumeFlow 체크 > OK

The image displays a CAD software interface with three main components:

- History Tree (Left):** A hierarchical list of model elements. 'opening\_1' is highlighted with a red box.
- Context Menu (Middle):** A menu is open over the 'opening\_1' element. The 'Assign Monitor' option is selected, and its sub-menu 'Face ...' is also highlighted with a red box.
- Monitor Setup Dialog (Right):** A dialog box titled 'Monitor Setup'. The 'Name' field contains 'Outlet Flow Rate' (highlighted with a red box). The 'Override' checkbox is checked. Under the 'Flow' category, the 'VolumeFlow' checkbox is checked (highlighted with a red box). Other options like 'MassFlow', 'Temperature', etc., are unchecked. The 'OK' button is highlighted with a red box.

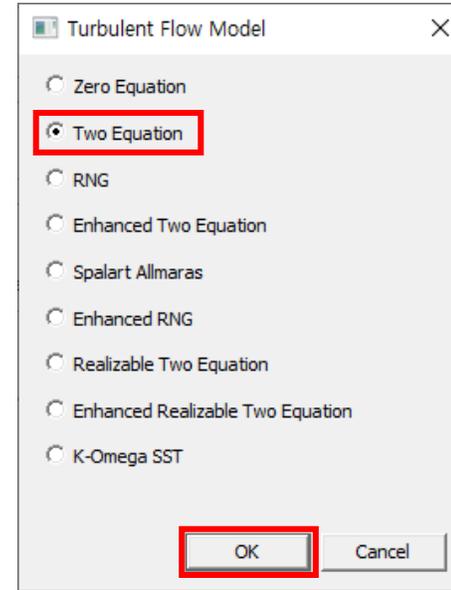
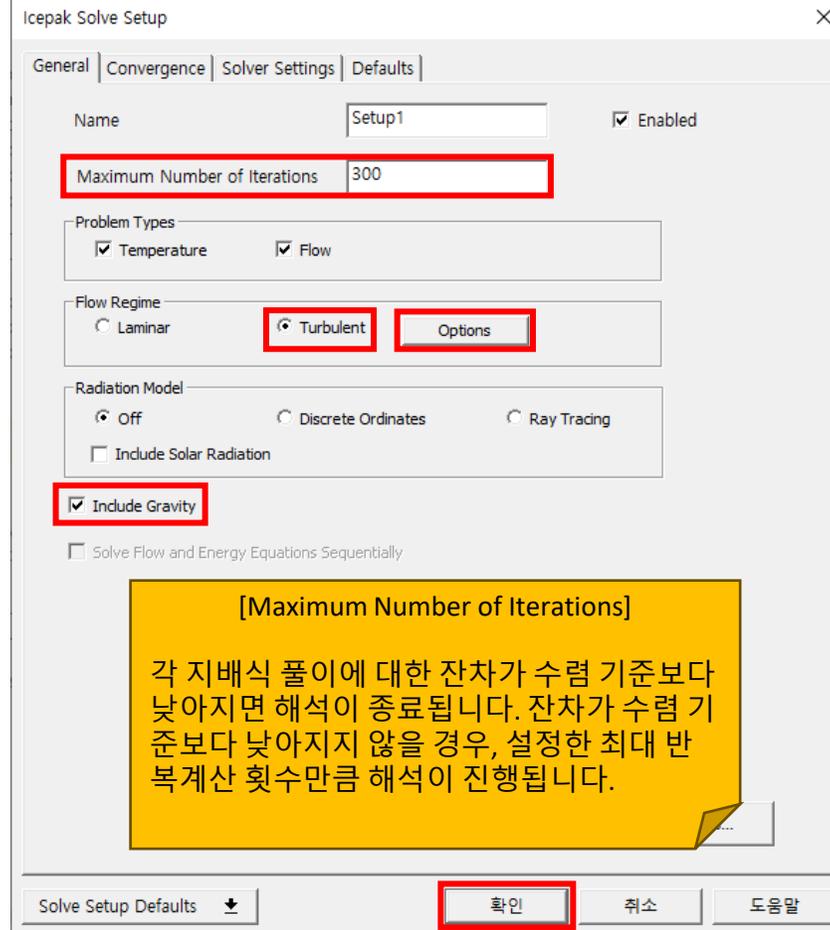
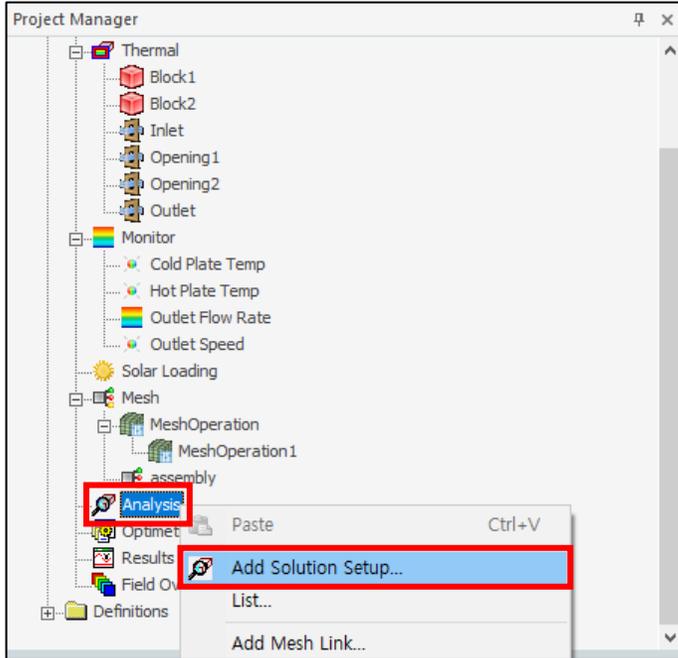
# 중력 방향 설정

- 메뉴 바 > Icepak > Design Settings > Gravity 탭 > -x방향 중력 확인



# 솔버 설정

- Project Manager > Analysis 우클릭 > Add Solution Setup > iteration 300으로 변경 > Turbulent 체크 > Options > 난류 모델로 Two Equation 선택 > OK > Include Gravity 체크 > 확인



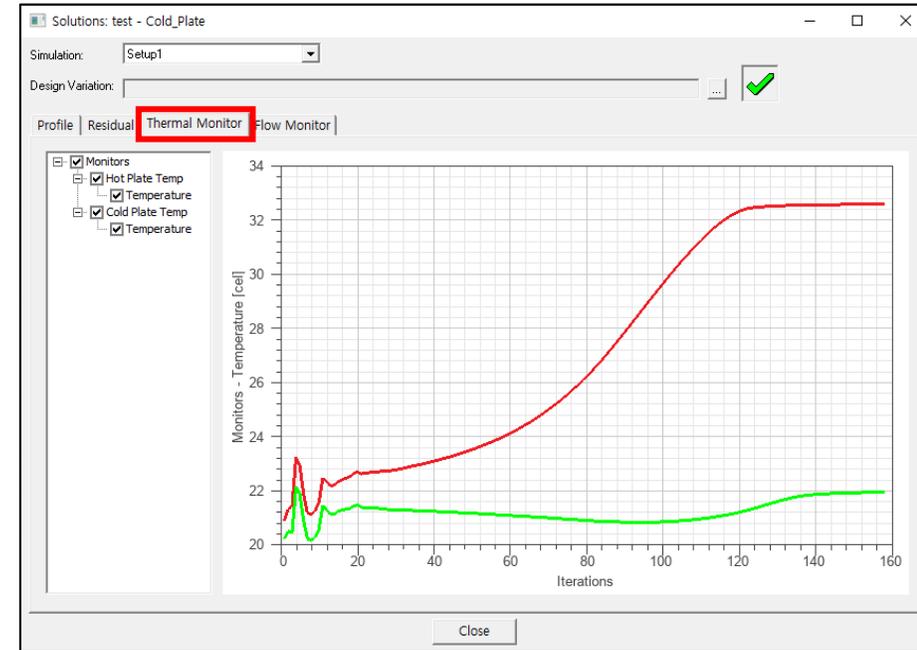
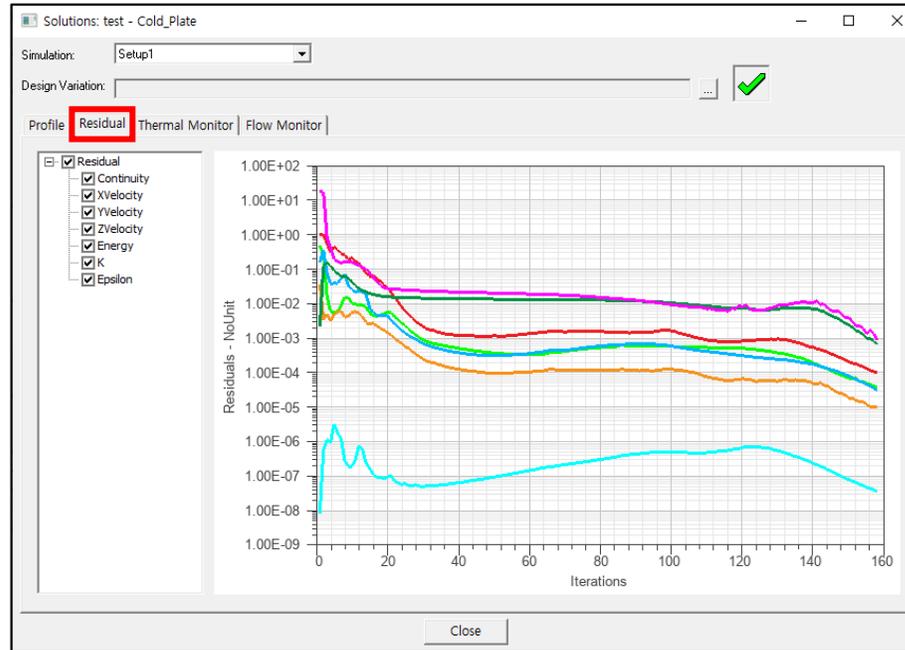
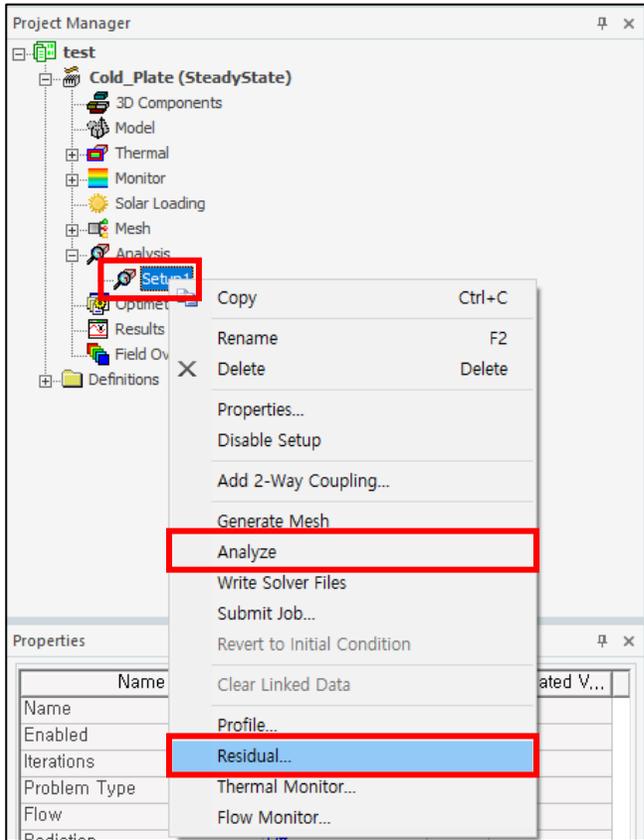
[난류 모델]

본 예제는 자연대류와 강제대류가 혼합된 상황입니다. 내부 물은 강제대류, 외부 공기는 자연대류입니다.

층류 대신 난류로 해석하면, 그리고 zero 또는 one equation 모델보다 two equation 모델을 사용하면 유체 흐름 양상을 보다 면밀히 추적할 수 있습니다. 하지만 원활한 난류 모델 해석을 위해서는 보다 조밀한 메쉬 생성이 필요합니다.

# 수렴 확인

- Project Manager > Analysis > Setup1 우클릭 > Analyze
- 해석 실행 후 다시 Setup1 우클릭 > Residual



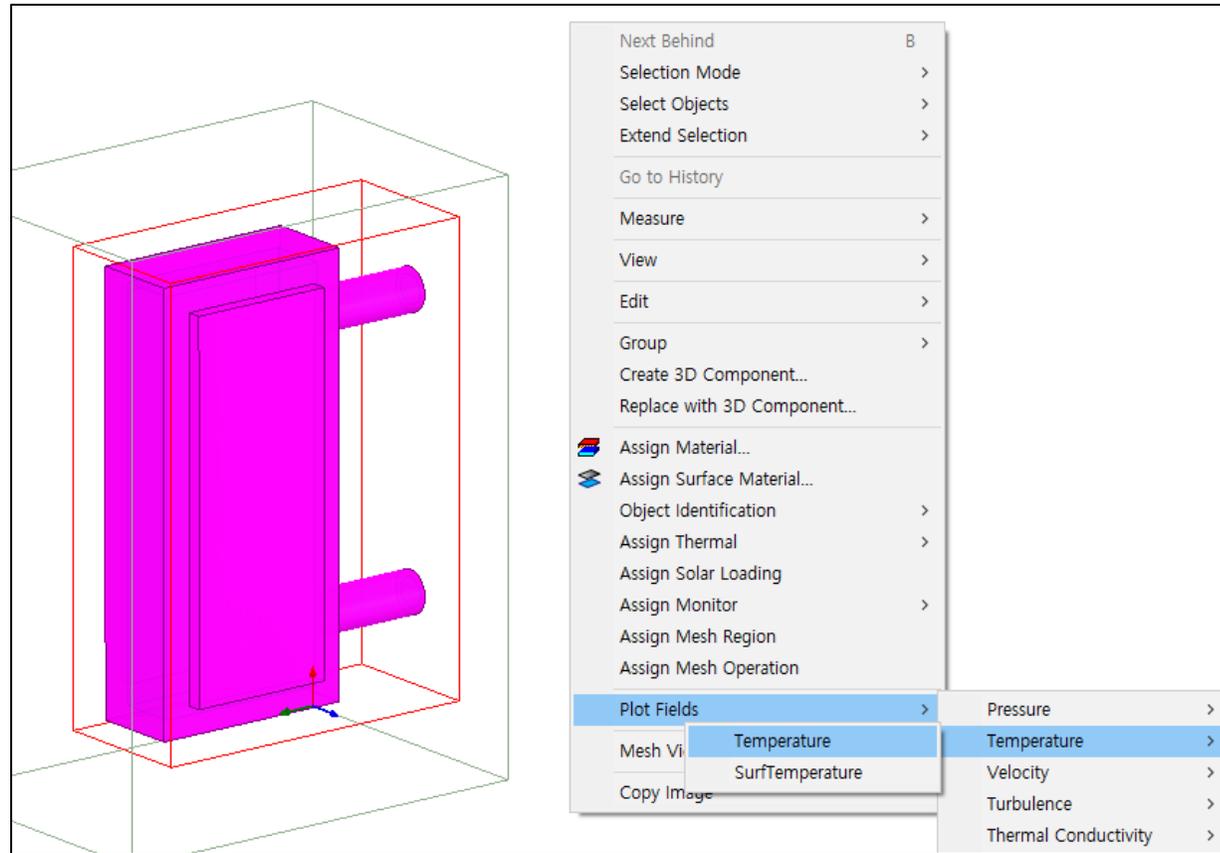
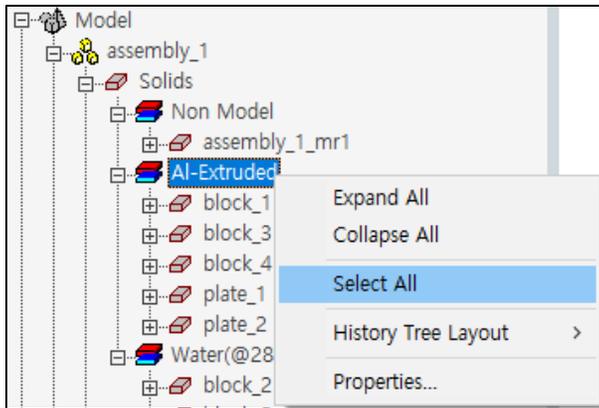
## [수렴 확인]

Residual 그래프에서는 반복계산(iteration)에 따른 잔차의 변화를 보여줍니다. 계산되는 변수가 많을수록 여러 개의 그래프가 그려집니다. 잔차가 작아질수록 수렴이 잘 되고 있는 상황입니다.

미리 생성한 모니터를 통해서도 수렴 여부를 확인합니다. Hot Plate가 열적 평형 상태를 찾아가는 과정을 지켜봅니다. 수렴 상황은 잔차와 모니터 두 가지 모두 확인하는 것이 좋습니다.

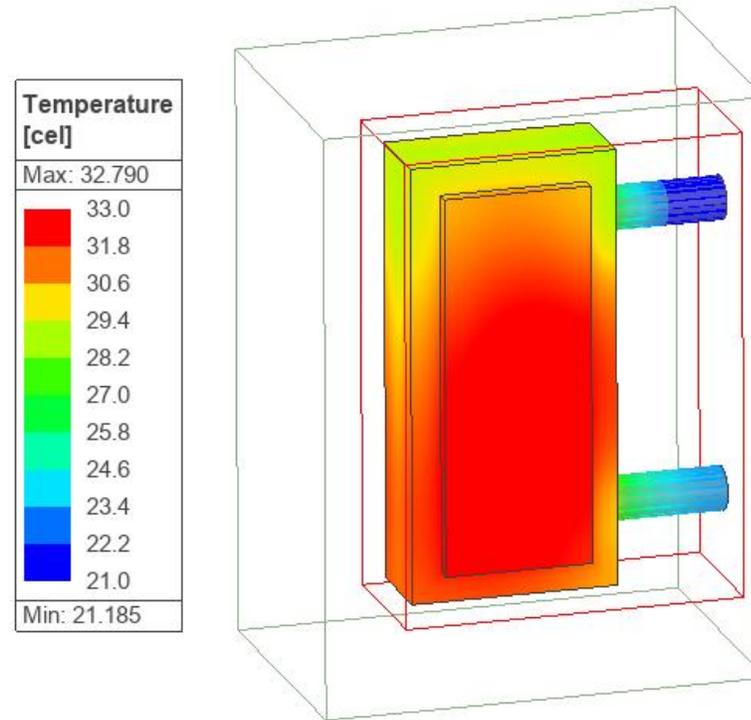
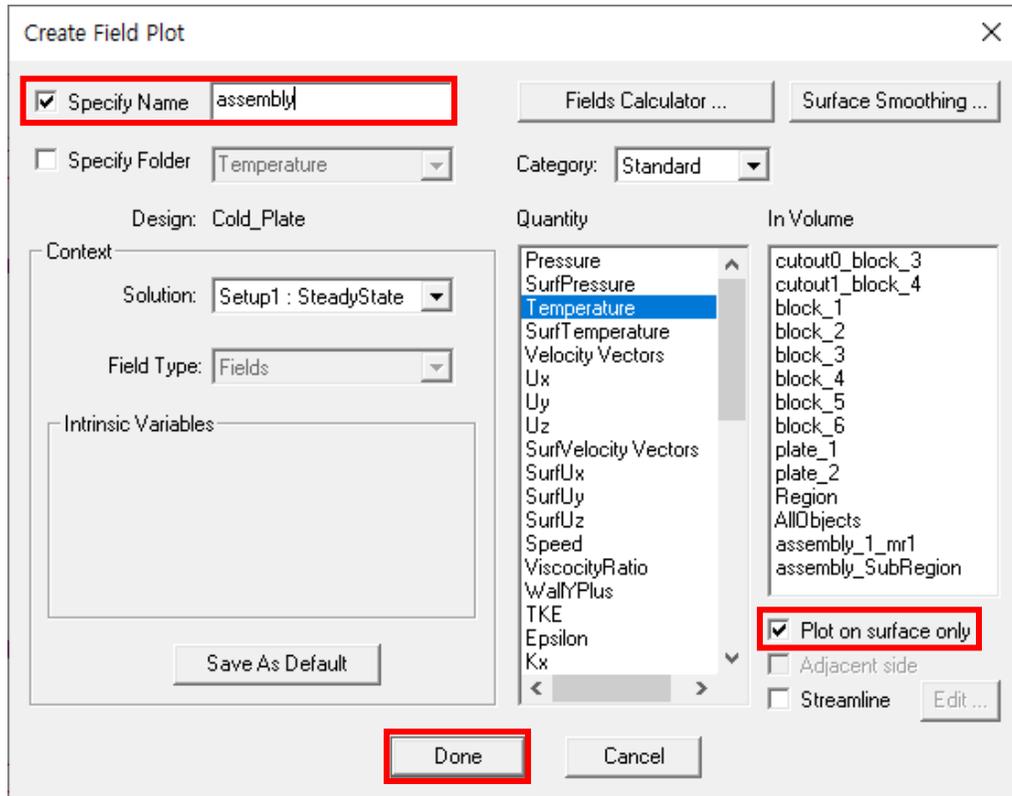
# 결과 확인

- History tree > AI-Extruded 우클릭 > Select All
- 3D Modeler 창 우클릭 > Plot Fields > Temperature > Temperature



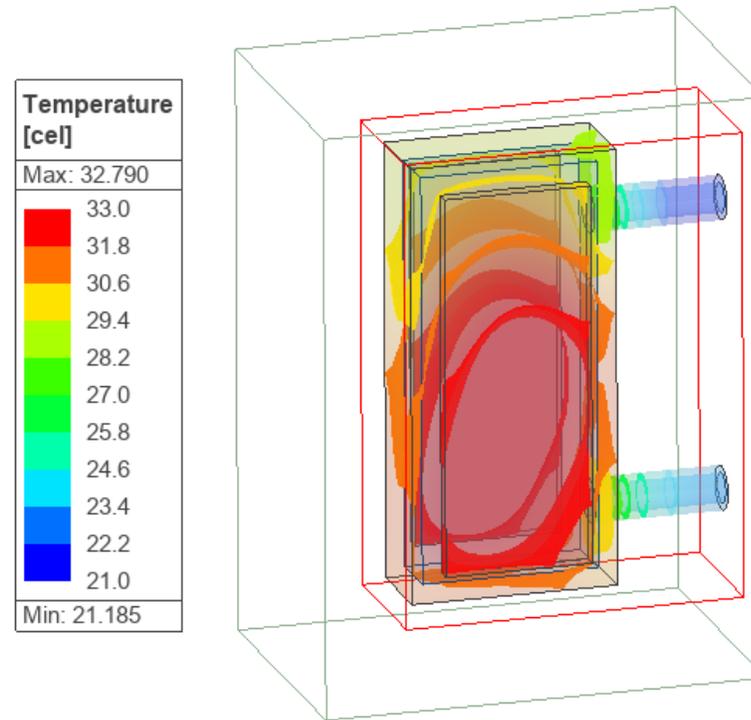
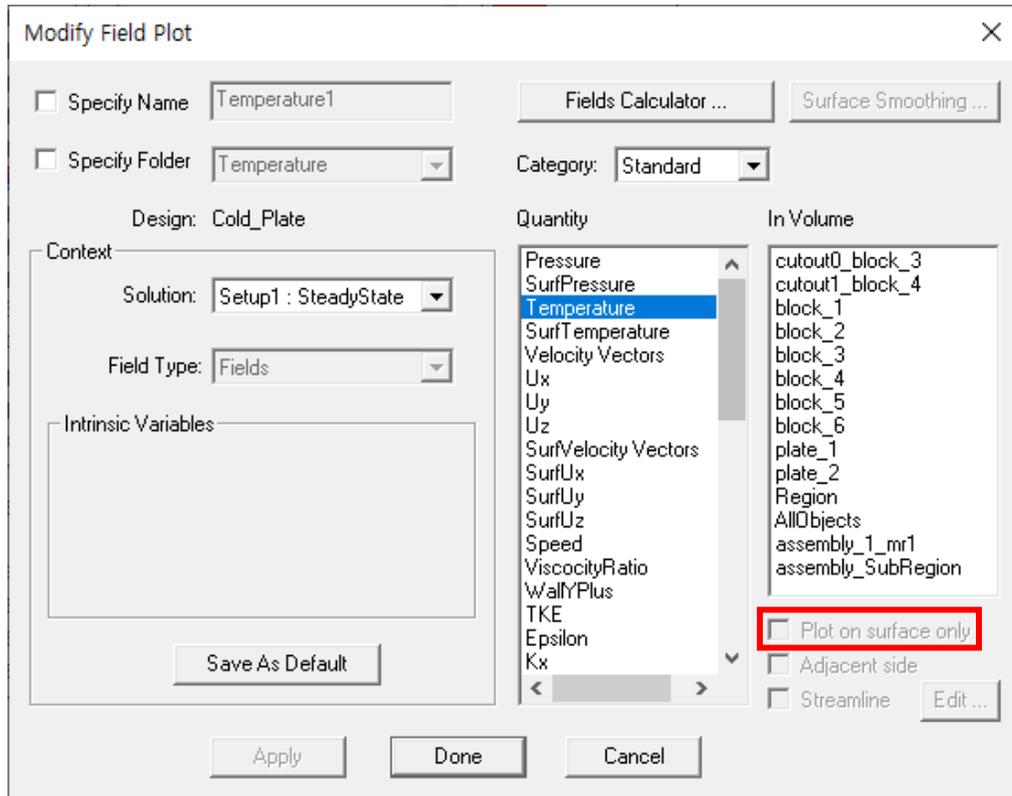
# 결과 확인

- Specify Name 체크 > assembly로 이름 변경 > Plot on surface only 체크 > Done



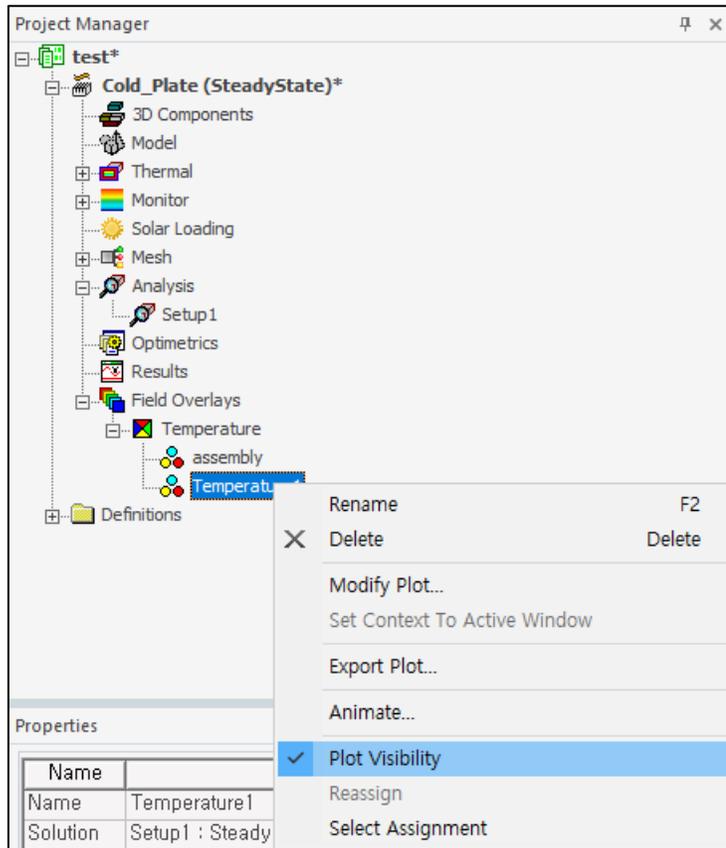
# 결과 확인

- 동일하게 하나 더 생성 > Plot on surface only 체크 해제 > Done



# 결과 확인

- Project Manager > Field Overlays > Temperature1 우클릭 > Plot Visibility 클릭(체크 해제)

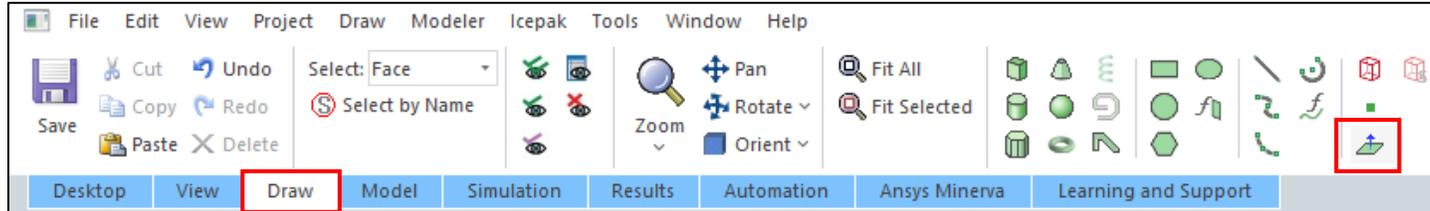


## [Plot Visibility]

작업한 후처리 항목은 Field Overlay 하위에 생성됩니다. Plot Visibility를 선택하여 3D Modeler 창에 활성화/비활성화 할 수 있습니다.

# 후처리용 단면 생성

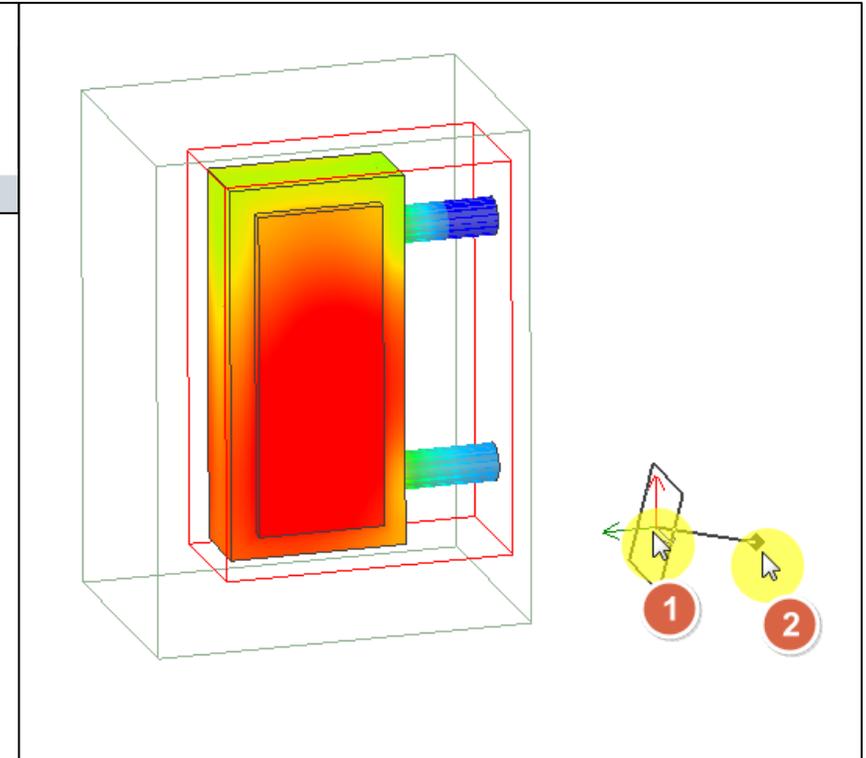
- Draw 리본 탭 > Draw Plane 클릭
- 3D Modeler 창에서 아무 두 점을 클릭



## [Draw Plane]

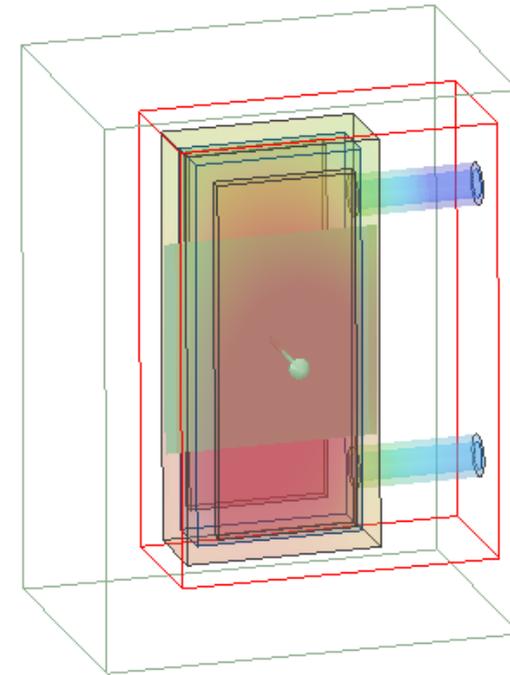
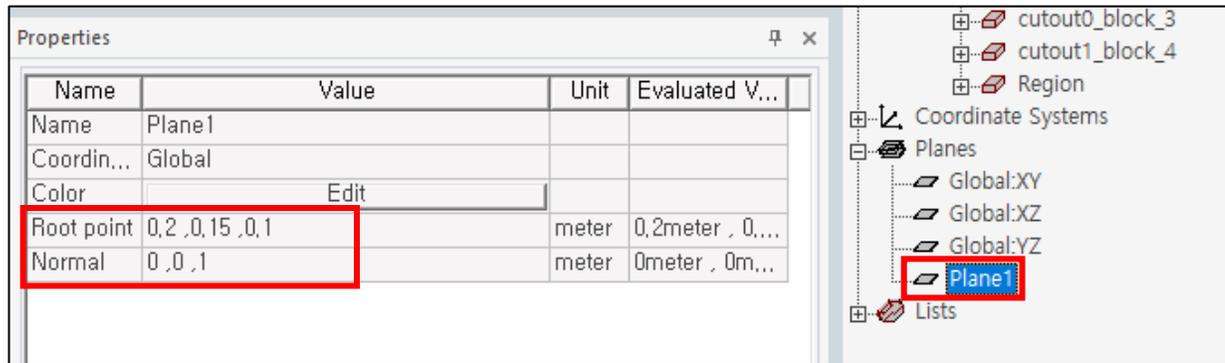
단면 결과를 보기 위해서는 먼저 형상 또는 평면을 만들어야 합니다.

- 단면 결과 보기 후처리 기능 > 단면 좌표 조절 (X)
- 단면 형상 생성 > 단면 결과 보기 후처리 기능 (O)



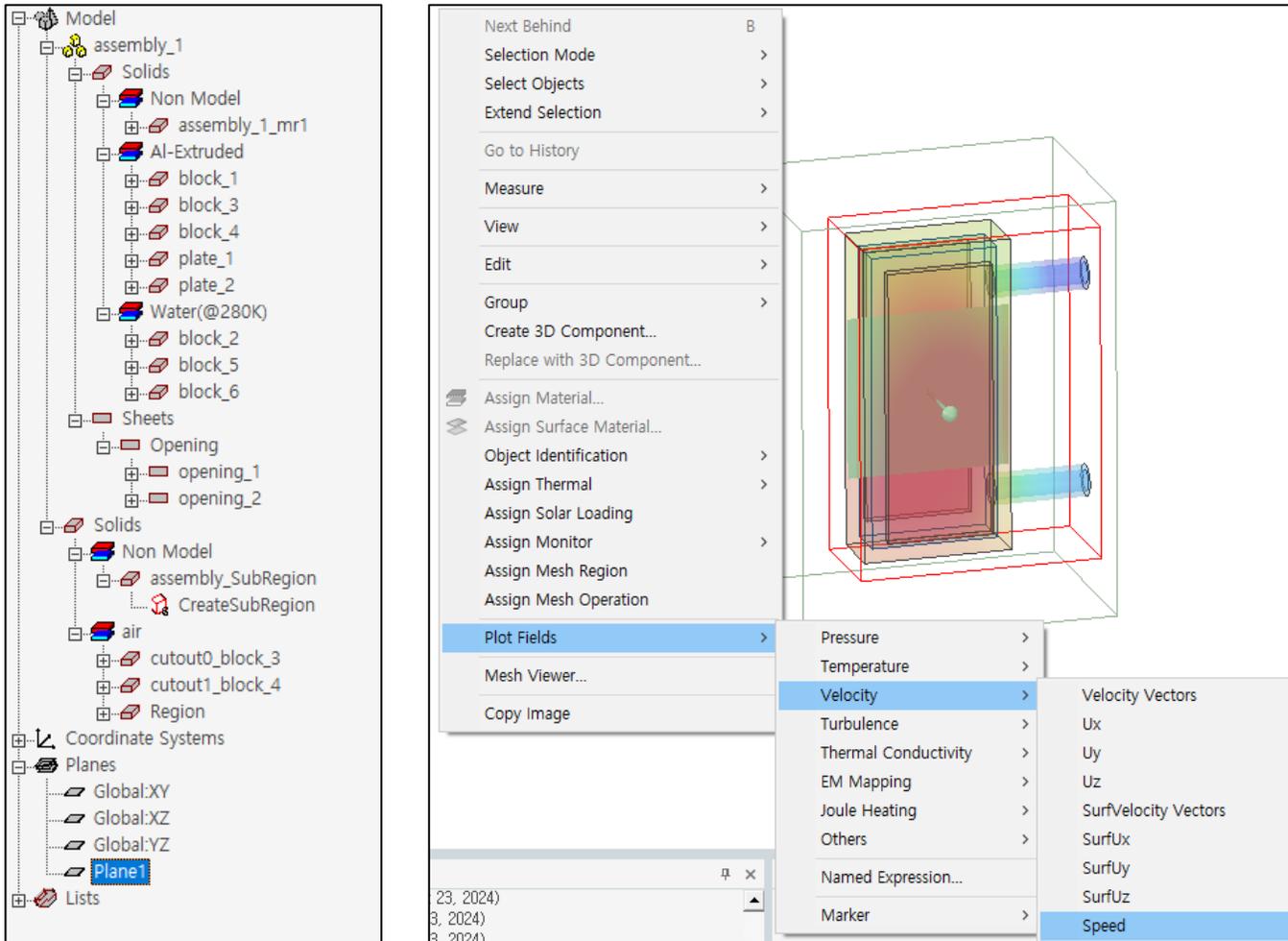
# 후처리용 단면 생성

- History tree > Planes > Plane1 선택
- 좌측하단 Properties 창 > 중심점 좌표와 방향 수정
  - Root point: 0.2, 0.15, 0.1
  - Normal: 0, 0, 1



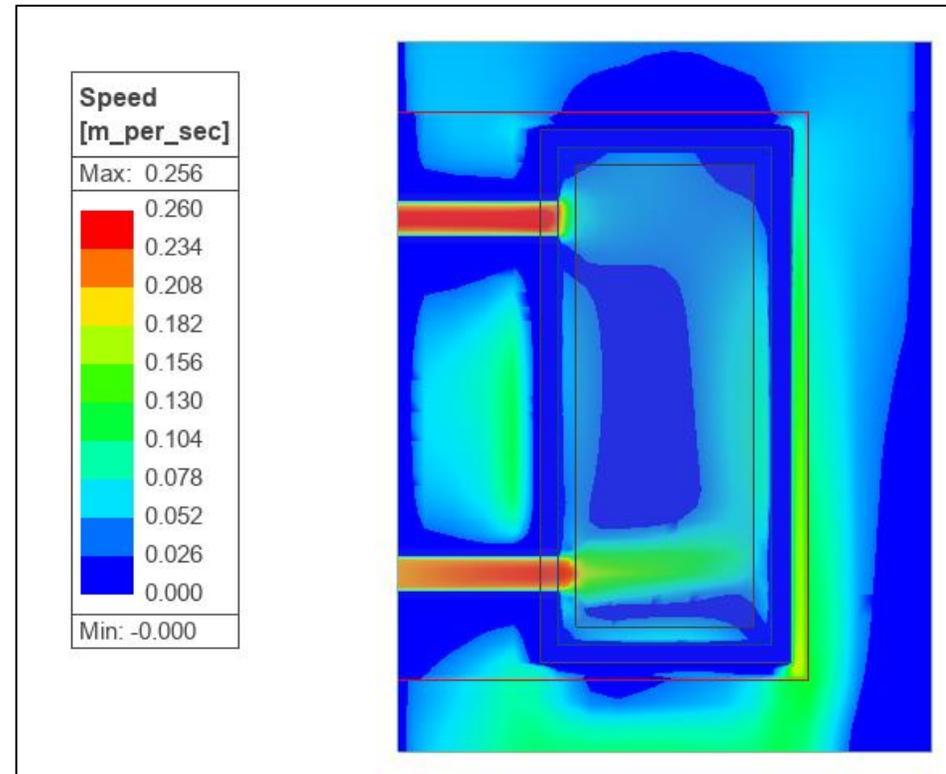
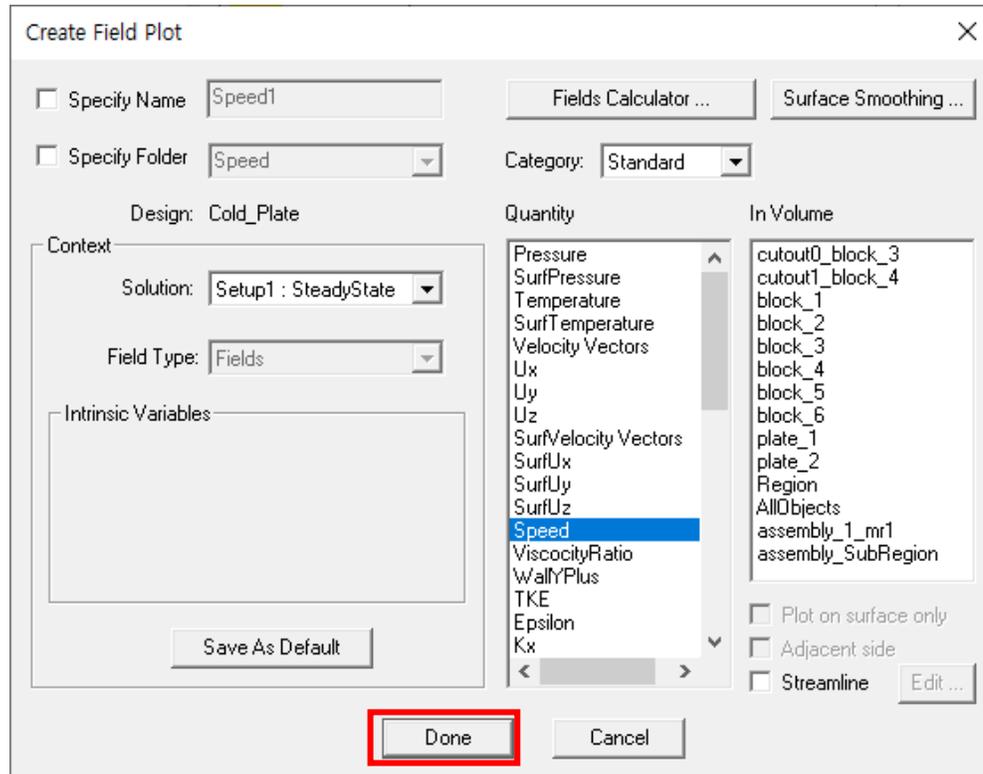
# 결과 확인

- History tree > Plane1 선택
- 3D Modeler 창 > 우클릭 > Plot Fields > Velocity > Speed



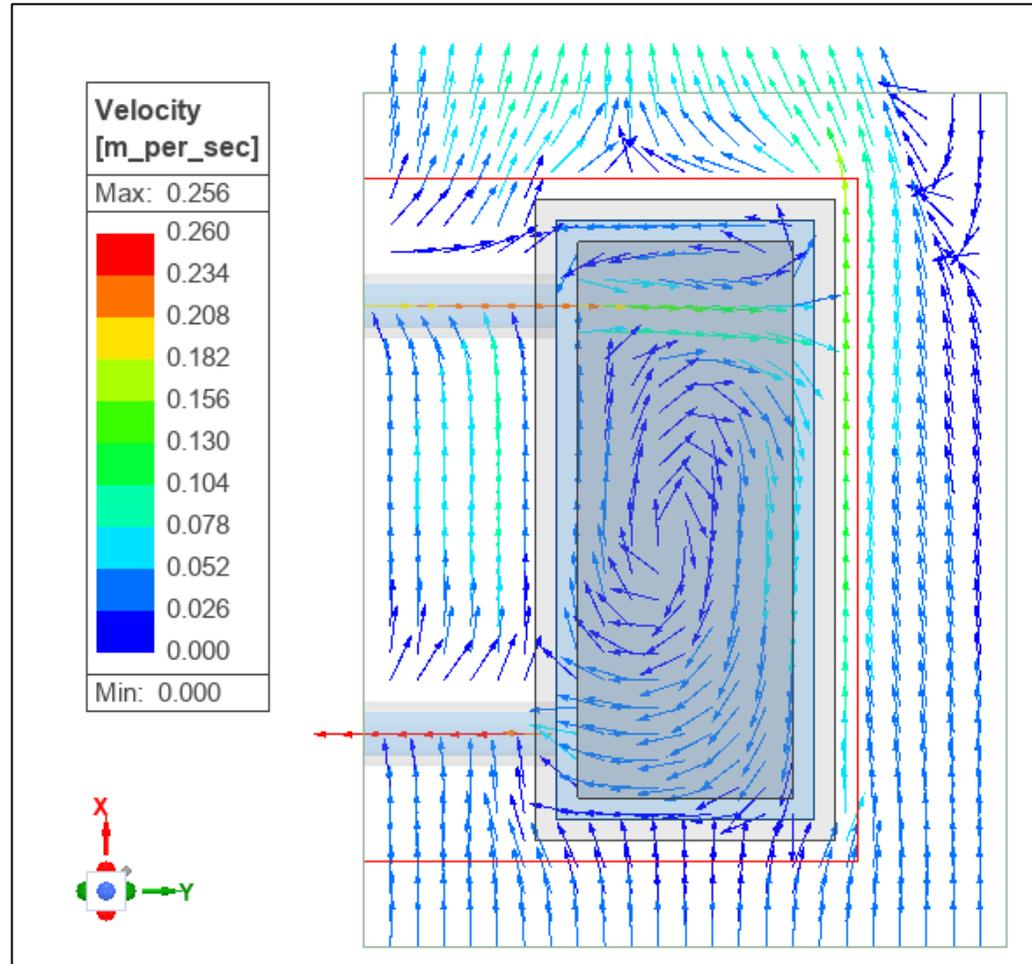
# 결과 확인

- Done
- Orient > Top



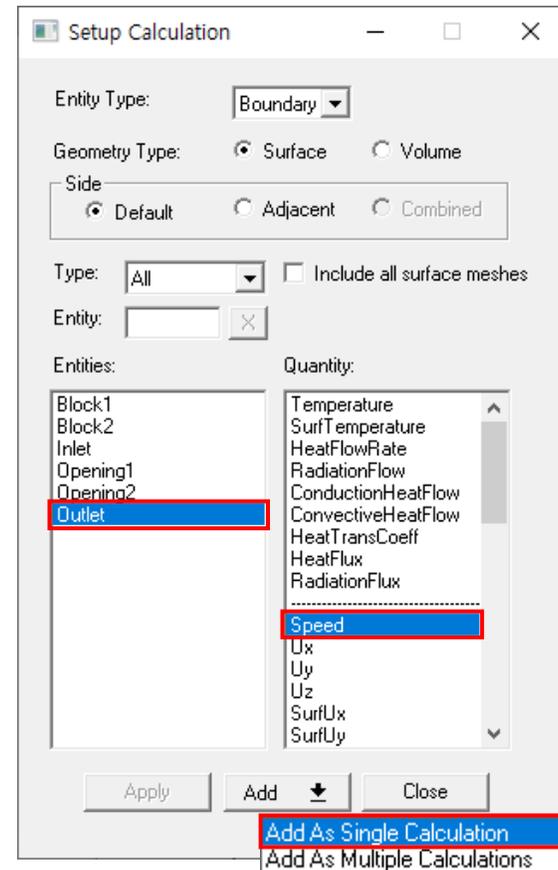
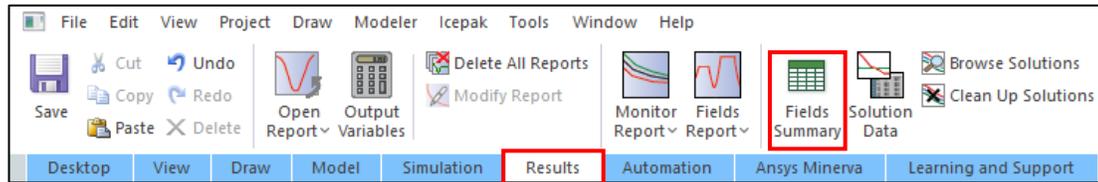
# 결과 확인

- 앞에서 생성한 후처리 항목을 모두 비활성화 (우클릭 > Plot Visibility 해제)
- Plane1 선택 > 3D Modeler 창 우클릭 > Plot Fields > Velocity > Velocity Vectors > Done
- Orient > Bottom
- Project Manager > Field Overlays > Velocity 선택



# 결과 확인

- Results 리본 탭 > Fields Summary
- Setup Calculation 창 > Outlet, Speed 선택 > Add > Add As Single Calculation



## [Fields Summary]

단면/체적에 대한 평균/적분 등의 값(Derived Values)을 계산하기 위해서 Fields Summary 기능을 사용합니다.

## [Add – Single, Multiple]

- Add As Single Calculation:  
선택한 대상 전체의 결과를 계산  
→ 1개의 계산 결과
- Add As Multiple Calculations:  
선택한 각 대상의 결과를 계산  
→ 선택한 대상 개수만큼의 계산 결과
- Outlet만 선택한 상황이므로 현재 상황에서 차이는 없습니다.

# 결과 확인

- 계산된 출구 평균 속도 값 참조

Fields Summary: test - Cold\_Plate

Inputs:

Solution: Setup1 : SteadyState

Design Variation: Nominal

Calculations:

Entity Type	Geometry Type	Entity	Quantity	Side	Normal	Mesh	Min	Max	Mean	Stdev
Boundary	Surface	Outlet	Speed[m/s]	Default	-0.00,1.00,-0.00	Reduced	0	0.24322	0.178133	0.073840

Buttons: Setup..., Delete, Clear All, Save as Template, Load Template, Apply and Export..., OK, Cancel

# 감사합니다.

※ 본 자료의 모든 콘텐츠의 저작권은 소프트웨어 개발사와 (주)태성에스엔이에 있으므로 무단 전재 및 변형, 배포할 수 없습니다.