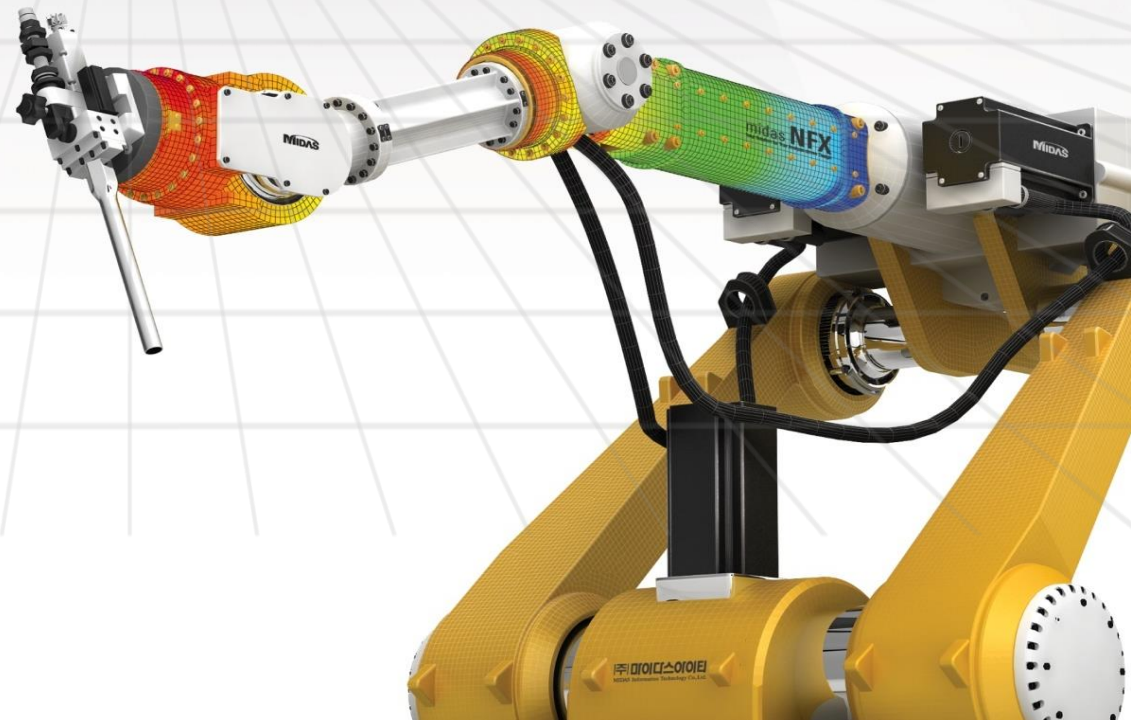


# Buckling Analysis (좌굴해석)

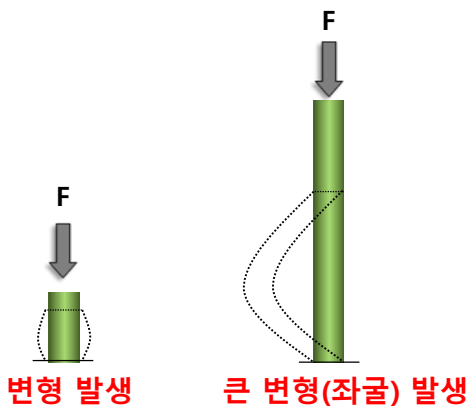


## 좌굴 해석

- 좌굴해석은 압축력을 받는 구조물의 불안정성 여부를 판단하기 위한 해석입니다.
- 좌굴에 의한 구조물의 불안정성은 재료 강도에 무관하고, 구조물의 기하학적 형상 및 강성, 구속 조건과 밀접한 관련이 있습니다.
- 가늘고 긴 구조물 끝에 축 방향으로 압축력이 작용하는 경우, 하중의 크기가 작을 때에는 하중의 크기에 비례하여 구조물이 압축변형을 하지만, 특정 크기 이상의 하중이 작용하면 좌굴이 발생하여 하중의 크기가 증가하지 않아도 구조물이 크게 변형을 일으키게 됩니다.

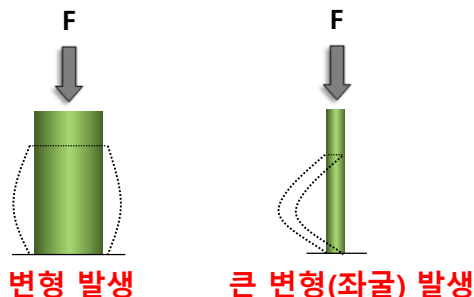
## 원기둥의 좌굴

A. 길이가 다르고 면적이 같은  
원기둥에 같은 크기의  
압축력을 받는 경우



- A의 경우에는 두 원기둥의 면적이 같기 때문에  $\sigma = F/A$  공식에 의해 발생하는 응력크기가 같다. 하지만 기둥의 길이가 길어진 경우에는 큰 변형(좌굴)이 발생할 수 있습니다.


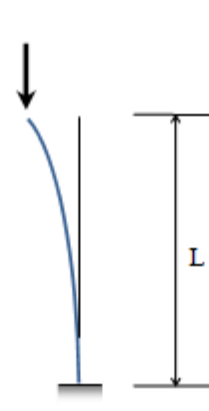
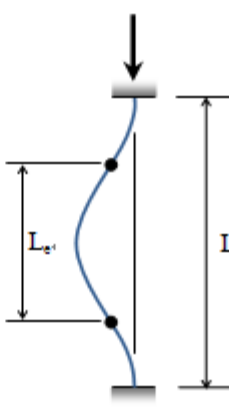
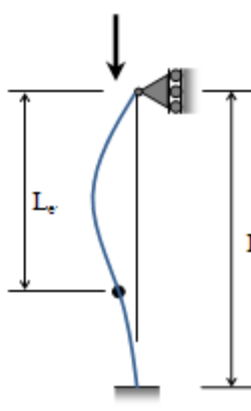
B. 면적은 다르고 길이는 같은  
원기둥에 같은 크기의  
압축력을 받는 경우



- B의 경우에는 두 원기둥의 길이는 같지만 면적이 다르기 때문에 동일한 압축력을 가하게 되면 면적이 작은 쪽에서 더 큰 응력을 받기 때문에 좌굴이 발생하게 됩니다.  
즉, 원기둥의 면적이 작을수록(압축응력이 클수록), 길이가 길수록 좌굴이 발생할 확률이 높아집니다.

## 하중/경계 조건

- 하중은 주로 가늘고 긴 구조물의 축방향에 대한 압축력을 가하는 경우가 일반적이며, 하중을 입력 하는 방식은 선형 정적 해석의 경우와 동일합니다.
- 좌굴 해석에서의 경계조건 역시 선형 정적 해석에서의 경계조건 입력 방법과 동일합니다.
- 단, 구조물의 좌굴 하중은 부재의 구속 조건에 따라 상당히 달라지므로 구속의 성분은 좌굴을 고려하여 합리적으로 설정할 필요가 있습니다.

양단 핀지지	상단자유, 하단고정	양단 고정	상단핀지지, 하단고정
$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{4L^2}$	$P_{cr} = \frac{4\pi^2 EI}{L^2}$	$P_{cr} = \frac{2.046\pi^2 EI}{L^2}$
			
$L_e = L$	$L_e = L$	$L_e = L$	$L_e = L$
$K = 1$	$K = 1$	$K = 1$	$K = 1$

## 개요

## ➤ 좌굴 해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Rectangular Pipe.x\_t

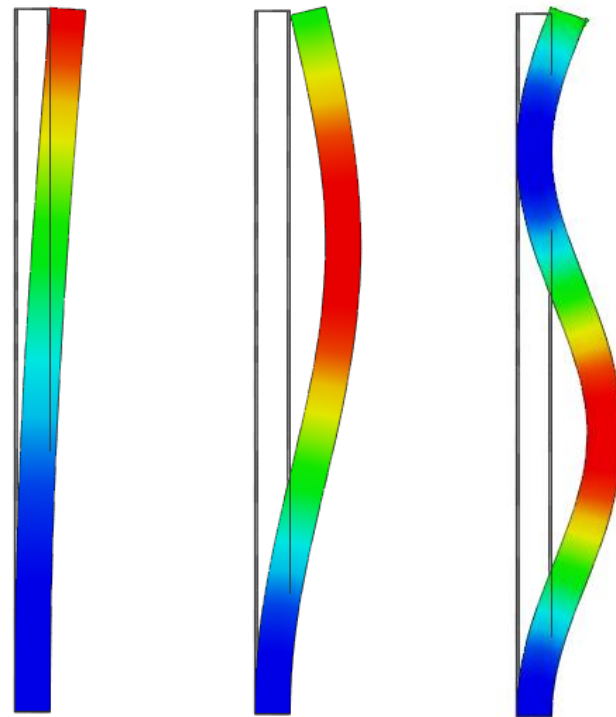
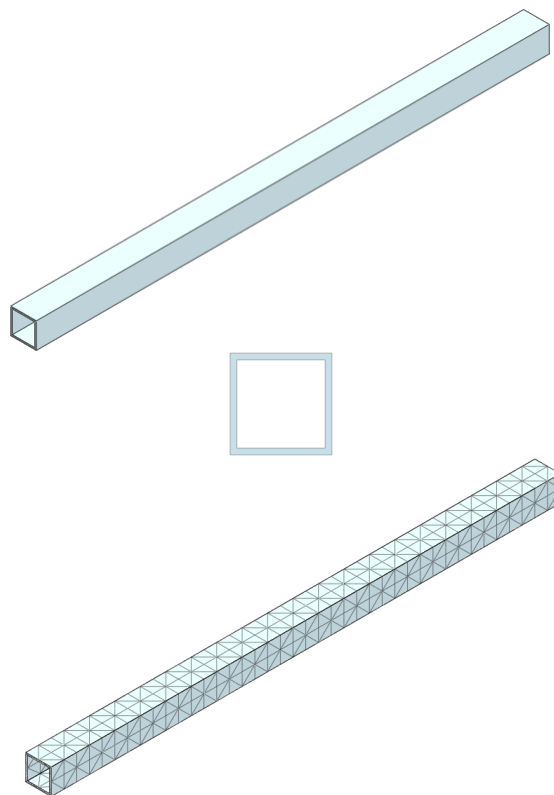
## ➤ 경계조건과 하중조건

- 하단면 고정구속
- 상단면 집중하중 (160kN)

## ➤ 결과확인

- 고유치 (좌굴하중계수)
- 모드 형상
- 수계산과 비교

# Rectangular Pipe



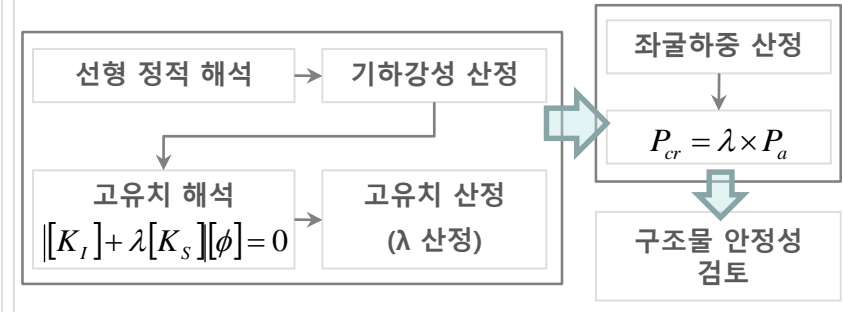
## 따라하기 목적

- 기본적인 선형 좌굴 해석에 대한 이해
  - 선형 좌굴 해석 절차에 대한 이해

## 선형 좌굴 해석의 종류

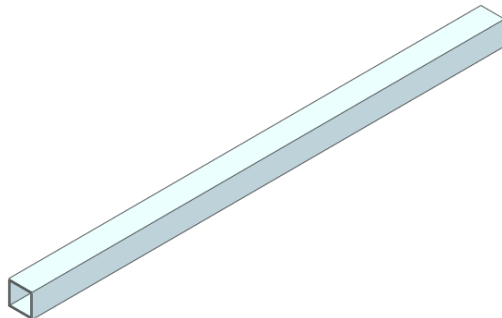
- 크기가 큰 압축 하중을 받는 구조물
- 축하중을 받는 가느다란 기둥 형태의 구조물
- 외부 압력을 받는 얇은 두께의 원통형 구조물
- 테두리에 압력을 받는 얇은 판 형태의 구조물
- 상부 표면에 횡방향의 끝단 하중을 받는 길고 얇은 외팔보 형태의 구조물

## 선형 좌굴 해석



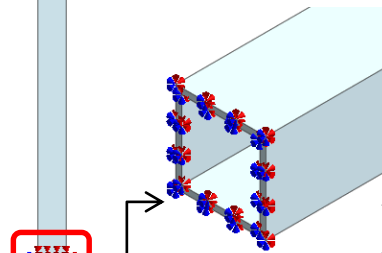
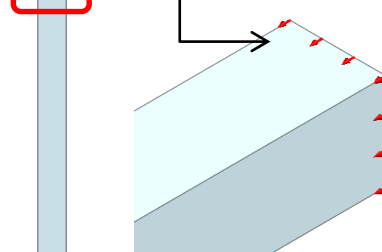
## 해석 개요

### ➤ 대상 모델



탄성계수	70000	N/mm <sup>2</sup>
프와송비	0.33	
질량밀도	7.85e-06	kg/mm <sup>3</sup>

### ➤ 구속조건 (고정구속)

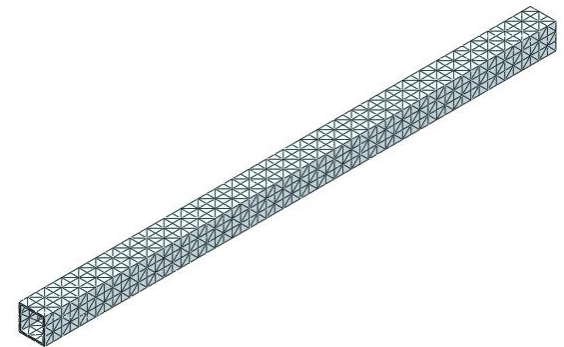


### ➤ 하중조건 (집중하중)

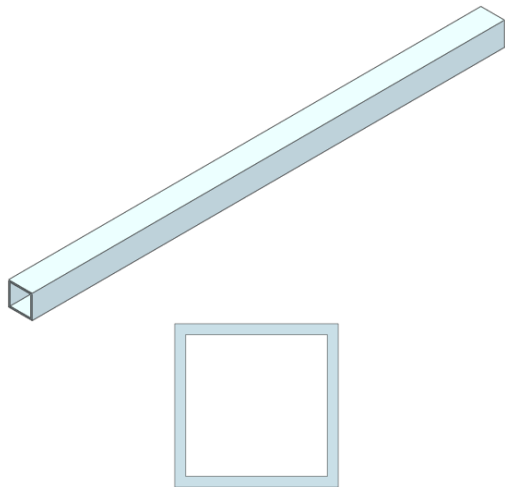
상단 면에 집중하중 적용  
: -160 KN

하단 면에  
고정 구속조건 부가

### ➤ 유한요소모델 (사면체 요소망)



## 임계하중의 계산



$$P_{cr} = \frac{n^2 \pi \cdot E \cdot I}{4 \cdot L^2}$$

$$P_1 = \frac{1^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = 352.86 \text{ KN}$$

단면:  $150\text{mm} \times 150\text{mm}$

두께( $t$ ):  $10\text{mm}$

길이( $L$ ):  $3000\text{mm}$

$$P_3 = \frac{3^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = 3175.8 \text{ KN}$$

$P = 160 \text{ KN}$



$E = 70 \text{ GPa}$

$\gamma = 0.33$

$\rho = 7.850 \text{ kg/m}^3$

$$P_5 = \frac{5^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = 8821 \text{ KN}$$

## 작업순서

1. [  ] (새로 만들기) 클릭.. 
2. [3차원/일반모델] 선택.
3. 단위계 [N-mm-J-sec] 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.
5. 작업원도우에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, [모든 가이드더 감추기] 선택.



해석조건 설정

프로젝트명

담당자

설명

모델 종류

☒ 3차원/일반모델
 ☐ 2차원모델
 ☐ 축대칭

단위계

N

mm

J

sec

중력가속도(g)

9806.65 mm/sec<sup>2</sup>

확인

취소

모두 보이기  
 모두 감추기  
 모든 형상 보이기  
 모든 형상 감추기  
 모든 요소망 보이기  
 모든 요소망 감추기

작업 평면 옮기기


가이드더 보이기/감추기 ▶


모든 가이드더 보이기

모든 가이드더 감추기

모든 레이블 보이기

모든 레이블 감추기

 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

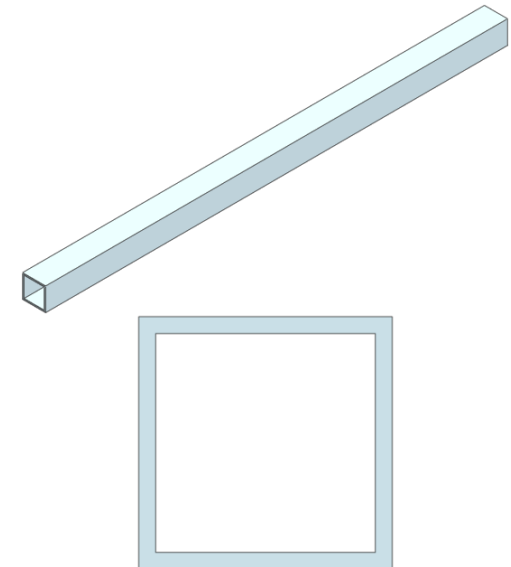
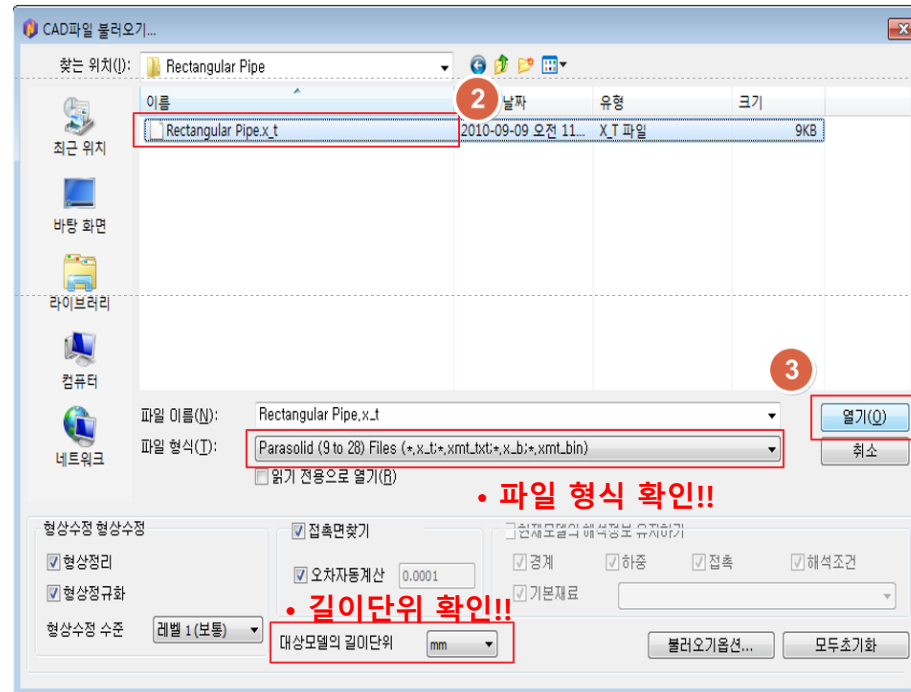
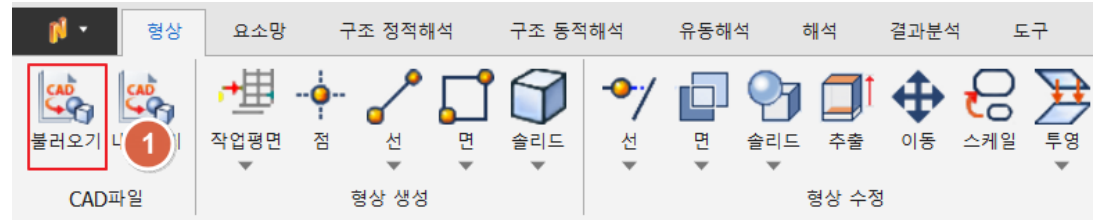
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.

## 작업순서

1. [불러오기] 클릭.
2. 모델 선택: **Rectangular Pipe.x\_t** 선택
3. [열기] 버튼 클릭.

※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의  
ManualsWTutorialsWFiles 폴더 안에  
따라하기의 모델들이 있습니다.

💡 CAD파일이 생성된 원래의 길이단위를  
선택해야 정상적인 크기의 모델이 불  
러옵니다.





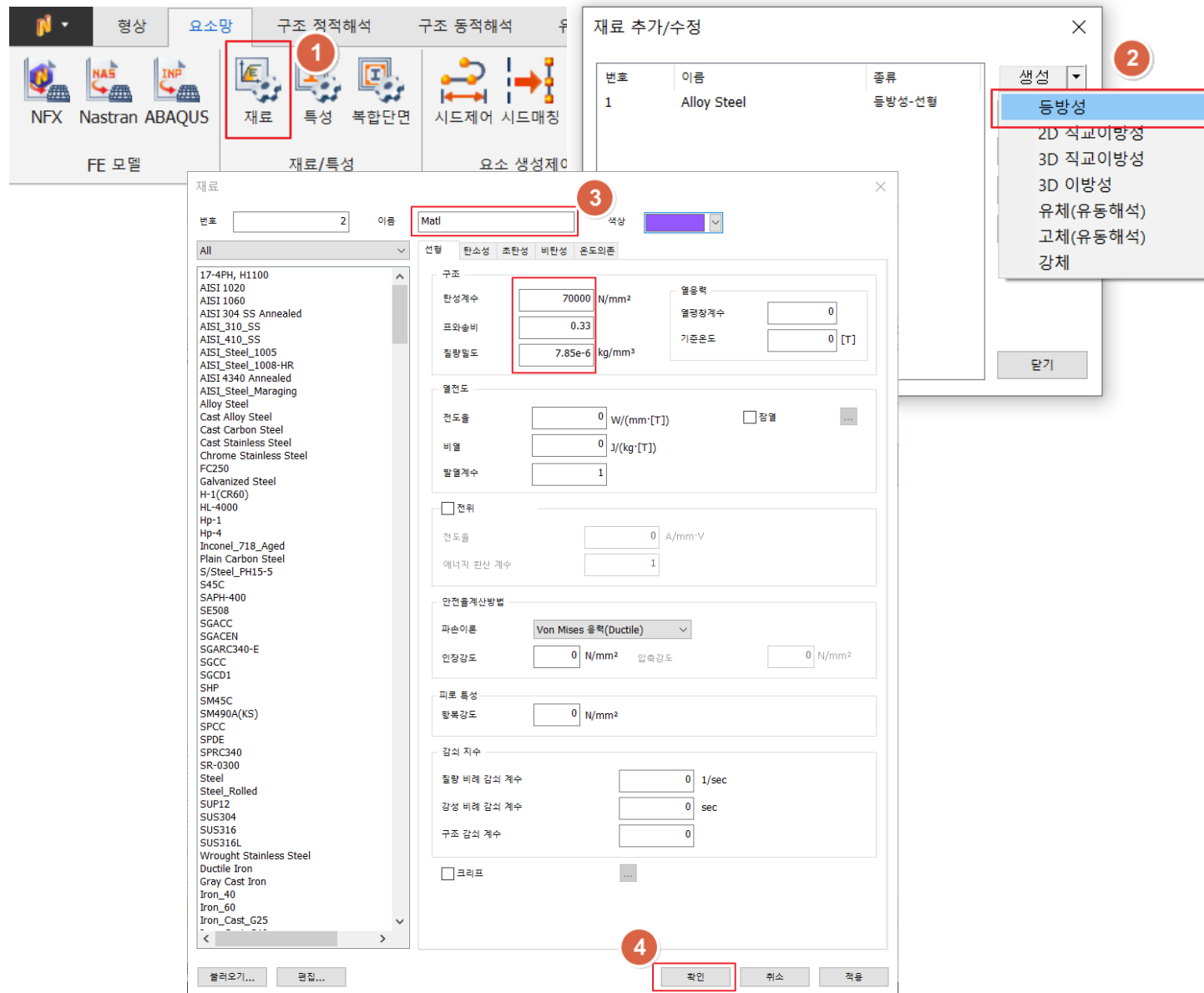
## 작업순서

1. [재료] 클릭.
2. 생성 >> 등방성 클릭.
3. 재료물성치 직접 입력.

번호	2
이름	Matl
탄성계수	70000 (N/mm <sup>2</sup> )
프와송비	0.33
질량밀도	7.85e-6 (kg/mm <sup>3</sup> )

4. [확인] 버튼 클릭.

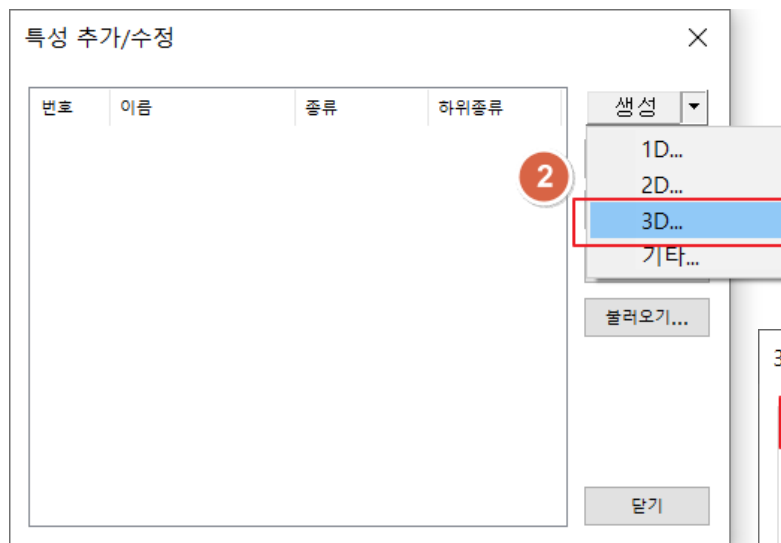
💡 좌굴해석을 수행하기 위해서는 반드시 질량밀도를 입력해야 합니다.



The screenshot shows the Midas NFX software interface. The '재료' (Material) button is highlighted with a red box and a '1' label. The '등방성' (Isotropic) button is highlighted with a red box and a '2' label. The '재료 추가/수정' (Add/Edit Material) dialog box is open, showing the 'Matl' material with properties: 탄성계수 (Elastic Modulus) = 70000 N/mm², 프와송비 (Poisson's Ratio) = 0.33, and 질량밀도 (Mass Density) = 7.85e-6 kg/mm³. The '확인' (Confirm) button is highlighted with a red box and a '4' label.


## 작업순서

1. [특성] 클릭.
  2. 생성 >> 3D 클릭
  3. [슬리드] 탭 선택..
  4. 특성입력
- |    |         |
|----|---------|
| 번호 | 1       |
| 이름 | Pipe    |
| 재질 | 2: Matl |
5. [확인] 버튼 클릭.




## 작업순서

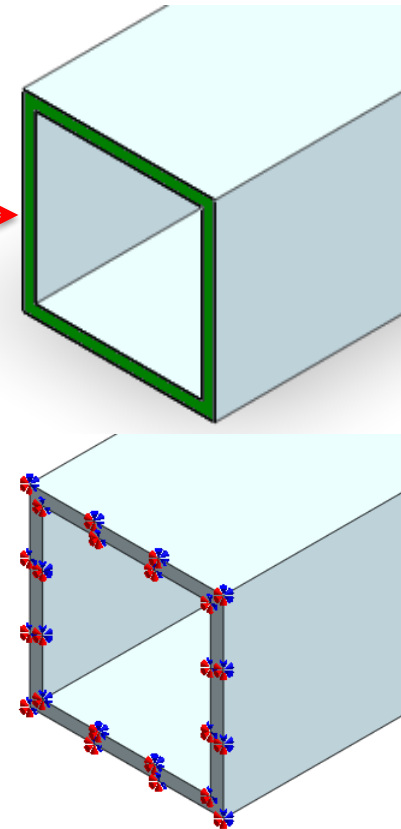
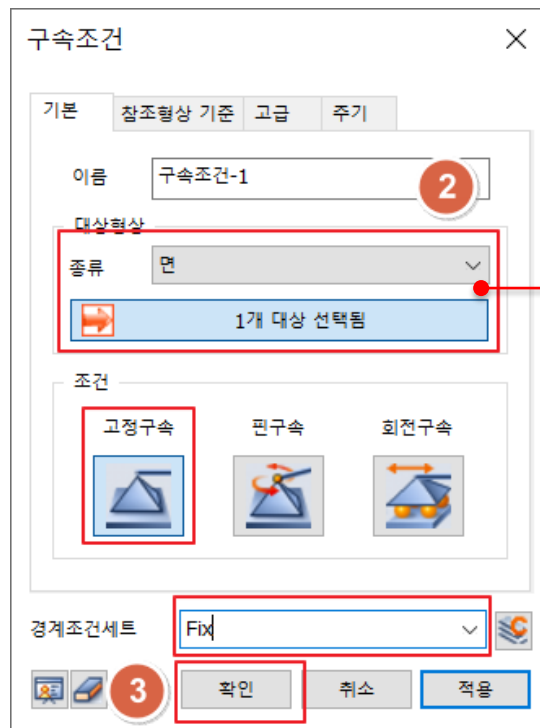
1. [구속조건] 클릭.
2. 구속조건 입력

경계조건세트	Fix
대상종류	면
대상선택	1개 선택
조건	고정구속 

3. [확인] 버튼 클릭


 **고정구속:** X, Y, Z 병진자유도 및 회전 자유도 구속  
**핀구속:** X, Y, Z 병진자유도만 구속

※솔리드 모델에서는 회전자유도가 없기 때문에 **핀구속** 조건으로도 모든 자유도가 구속됩니다.




## 작업순서

1. [집중하중] 클릭.
2. 집중하중조건 입력

하중세트	Force
대상종류	면
대상선택	1개 선택
하중종류	총합력 
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Y: -160000 N

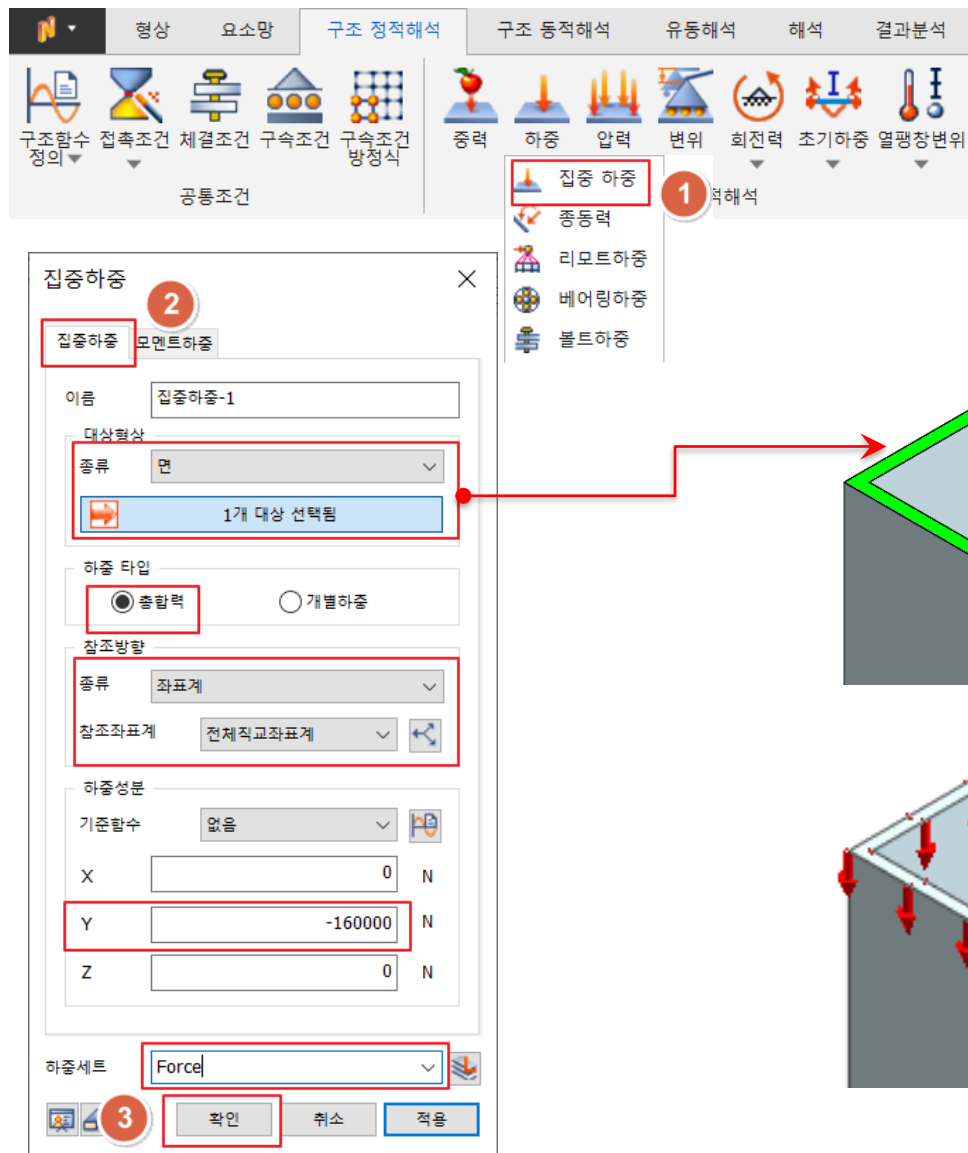
3. [확인] 버튼 클릭

 **총합력:** 선택한 면들에 적용되는 힘의 합계가 입력값이 되도록 합니다.

**개별하중:** 선택한 면 각각에 입력한 하중값이 적용됩니다.

※ 대상종류가 선, 면과 같은 기하형상인 경우에만 하중타입을 선택할 수 있습니다.

절점에 직접 하중을 적용하는 경우에는 각 절점당 하중성분을 입력해야 합니다.



## 작업순서

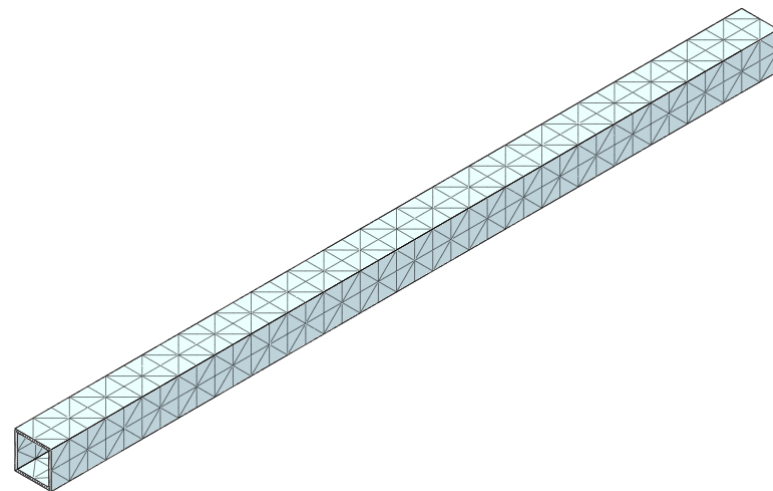
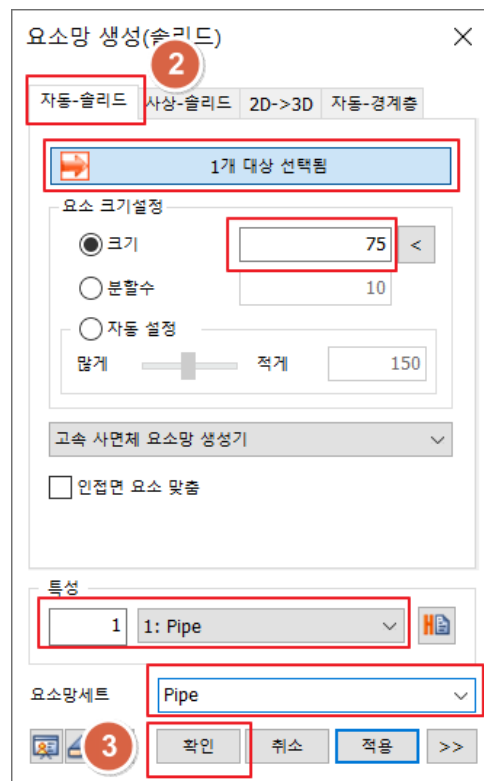
1. [3D] 클릭.
2. [자동-솔리드] 탭 선택.

대상선택	1개 선택(그림참조)
요소 크기	75 mm
특성	1: Pipe
요소망세트	Pipe

3. [확인] 버튼 클릭.

💡 전체 모델의 크기에 따라 자동으로 기본 설정값이 정해집니다. 이는 단순히 전체 모델 크기에 따른 비율로 계산되는 값이며, 이 값이 해석에 적합한 요소 크기를 의미하지는 않습니다.

따라하기에서는 기본 요소크기를 사용합니다.



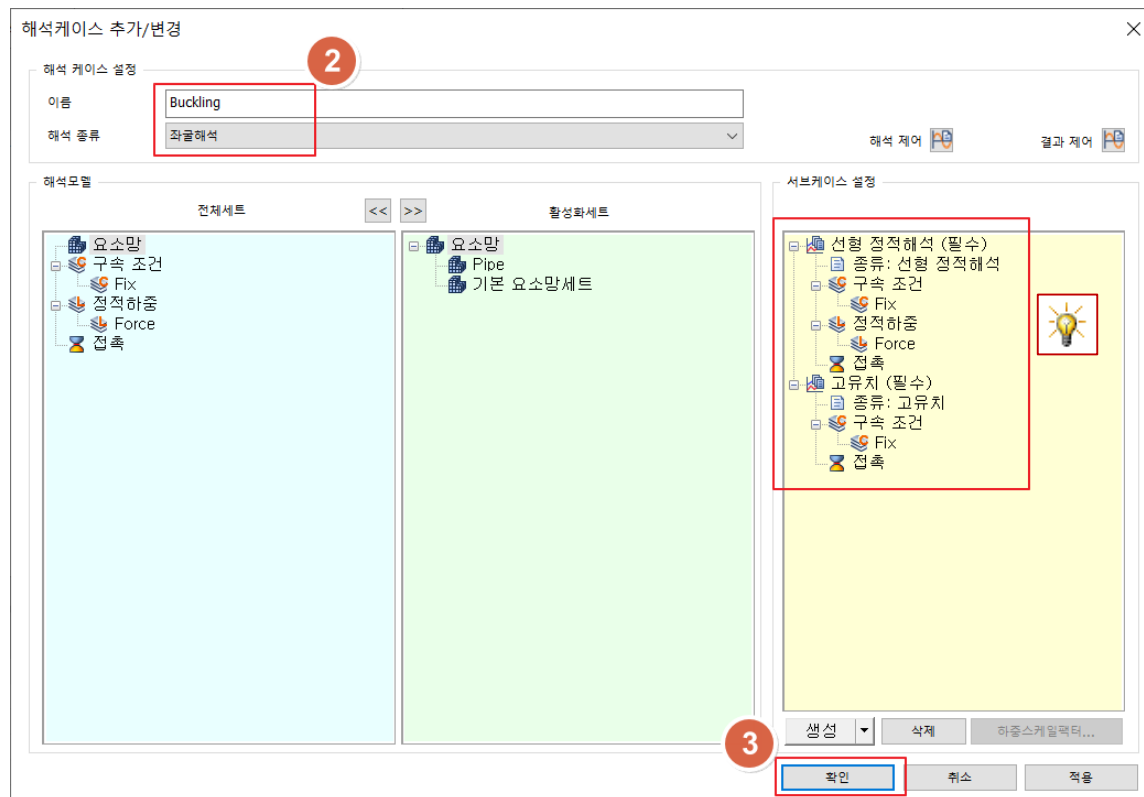
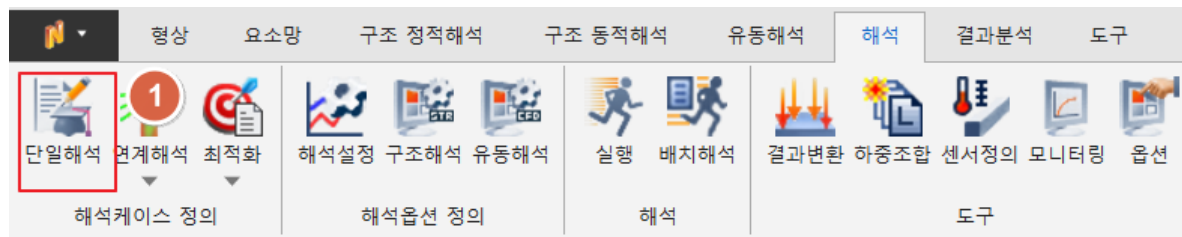
## 작업순서

1. [단일해석] 클릭.

2. 해석케이스 설정

이름	Buckling
해석 종류	좌굴해석

3. [확인] 버튼 선택



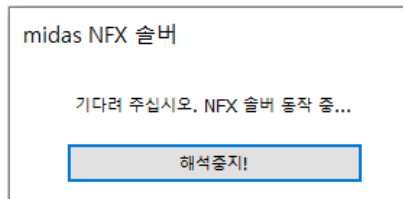
💡 좌굴해석을 선택하면 필수 항목인 선형 정적해석과 모드해석이 서브케이스로 자동 정의됩니다.

## 작업순서

1. [실행] 클릭.
2. [확인] 버튼 클릭.



💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. **해석중지!** 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



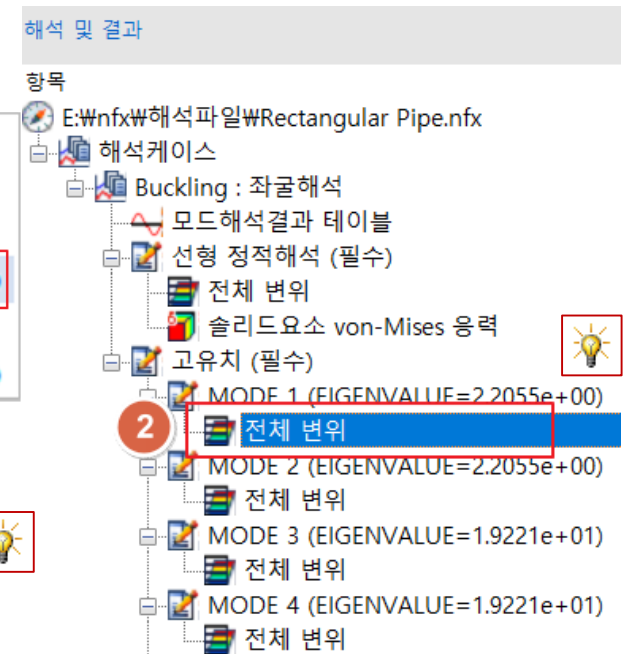
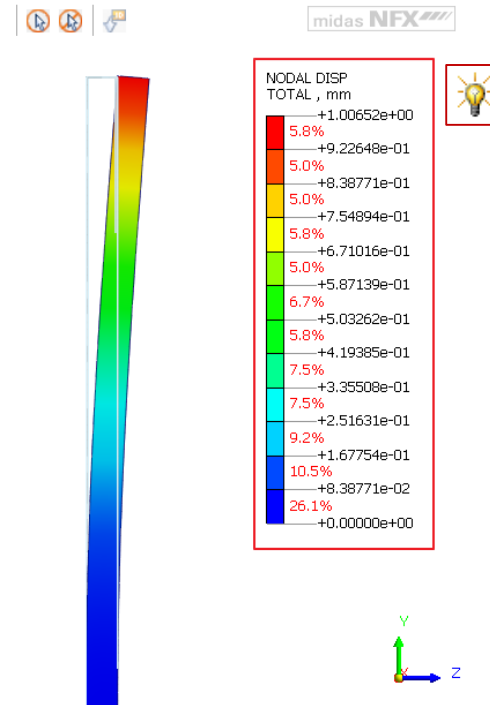
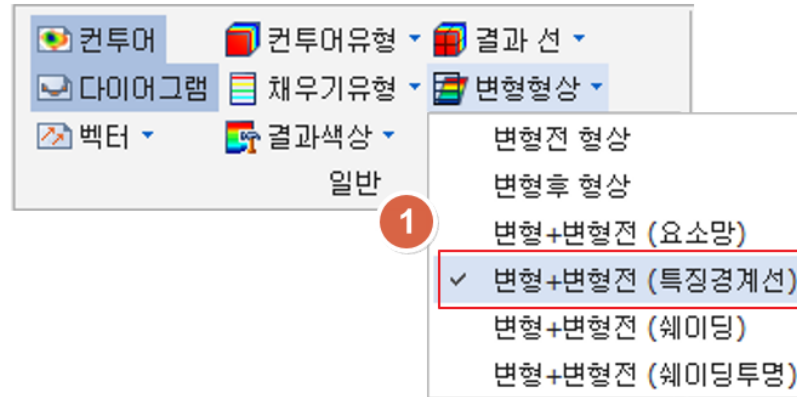
## 작업순서

### 1. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상

>> 변형+변형전 (특징경계선) 선택.

### 2. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위

더블 클릭.




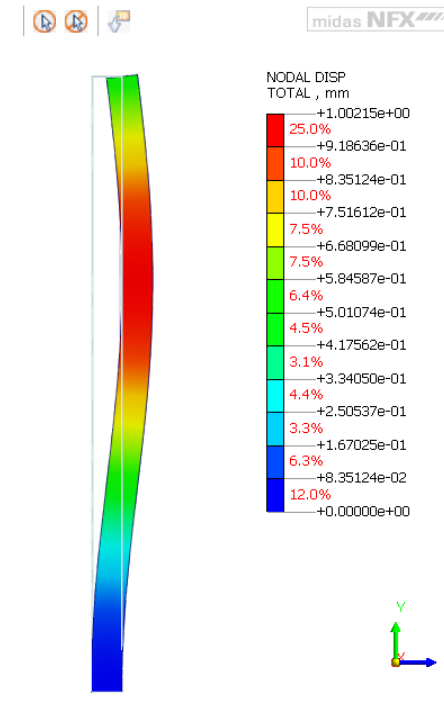
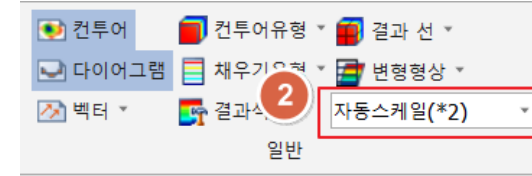
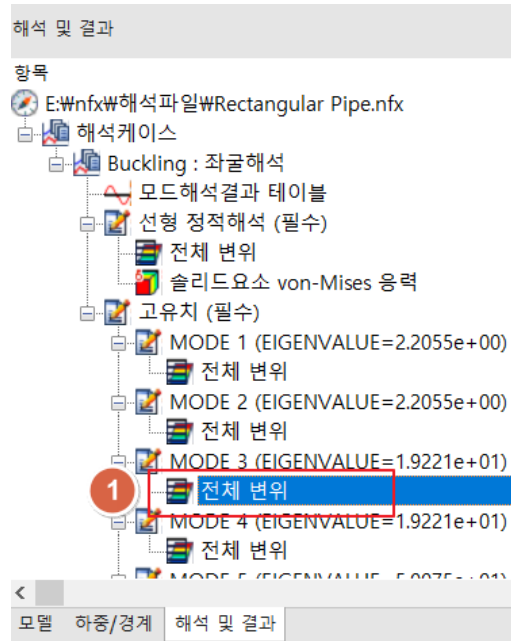
💡 각 고유치는 좌굴하중계수를 의미합니다. 적용된 하중에 좌굴하중계수를 곱하여 해당 모드의 좌굴이 발생하는 좌굴하중을 계산합니다.


💡 좌굴해석에서의 변위값은 실제값이 아니므로, 각 차수에 따른 좌굴계수와 좌굴형상만을 검토하면 됩니다.



## 작업순서

1. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위 더블 클릭.
2. 해석 및 결과 >> 일반 에서 스케일을 자동스케일(\*2) 선택. 



 전체모델 크기에 대하여 일정비율로 변형형상을 스케일해서 보여줍니다. 변형형상을 판단하기 쉽지 않은 경우 적절한 스케일값을 선택하여 사용하면 좋습니다.

## 작업순서

### 1. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위

더블 클릭.

해석 및 결과

항목

E:\wfx\해석파일\Rectangular Pipe.nfx

해석케이스

Buckling : 좌굴해석

모드해석결과 테이블

선형 정적해석 (필수)

전체 변위

솔리드요소 von-Mises 응력

고유치 (필수)

MODE 1 (EIGENVALUE=2.2055e+00)

MODE 2 (EIGENVALUE=2.2055e+00)

MODE 3 (EIGENVALUE=1.9221e+01)

MODE 4 (EIGENVALUE=1.9221e+01)

MODE 5 (EIGENVALUE=5.0075e+01)

1 전체 변위

MODE 6 (EIGENVALUE=5.0075e+01)

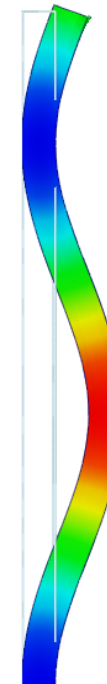
전체 변위

MODE 7 (EIGENVALUE=5.0075e+01)

모델 하중/경계 해석 및 결과



midas NFX



NODAL DISP  
TOTAL, mm

15.0%	+1.00160e+00
6.7%	+9.18133e-01
5.1%	+8.34666e-01
4.9%	+7.51200e-01
5.0%	+6.67733e-01
3.6%	+5.84266e-01
6.1%	+5.00800e-01
6.2%	+4.17333e-01
7.4%	+3.33867e-01
8.2%	+2.50400e-01
11.1%	+1.66933e-01
20.8%	+8.34666e-02
	+0.00000e+00



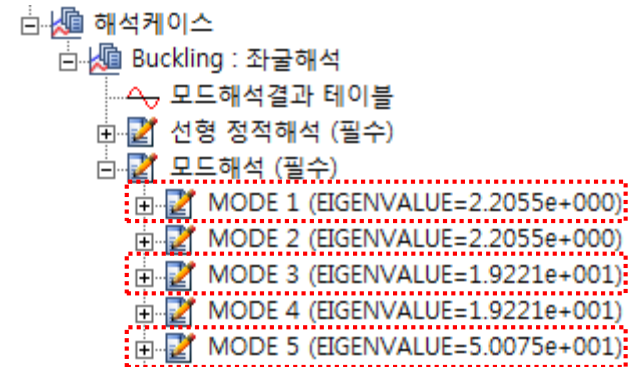
## 수계산과의 비교

$$P_{cr} = \frac{n^2 \pi \cdot E \cdot I}{4 \cdot L^2}$$

$$P_1 = \frac{1^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = \text{MODE 1} \quad 352.86KN$$

$$P_3 = \frac{3^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = \text{MODE 3} \quad 3175.8KN$$

$$P_5 = \frac{5^2 \pi \cdot 70 \cdot 10^9 \cdot \frac{1}{12} ((0.15 \times 0.15^3) - (0.13 \times 0.13^3))}{4 \cdot 3^2} = \text{MODE 5} \quad 8821KN$$



$$n = 1 \quad \text{MODE 1} \quad 160KN \times 2.2055 = 352.875KN$$

$$n = 3 \quad \text{MODE 3} \quad 160KN \times 19.221 = 3075.36KN$$

$$n = 5 \quad \text{MODE 5} \quad 160KN \times 50.075 = 8012.0KN$$

## 개요

## ➤ 모드 해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Skin\_Stiffener.x\_t

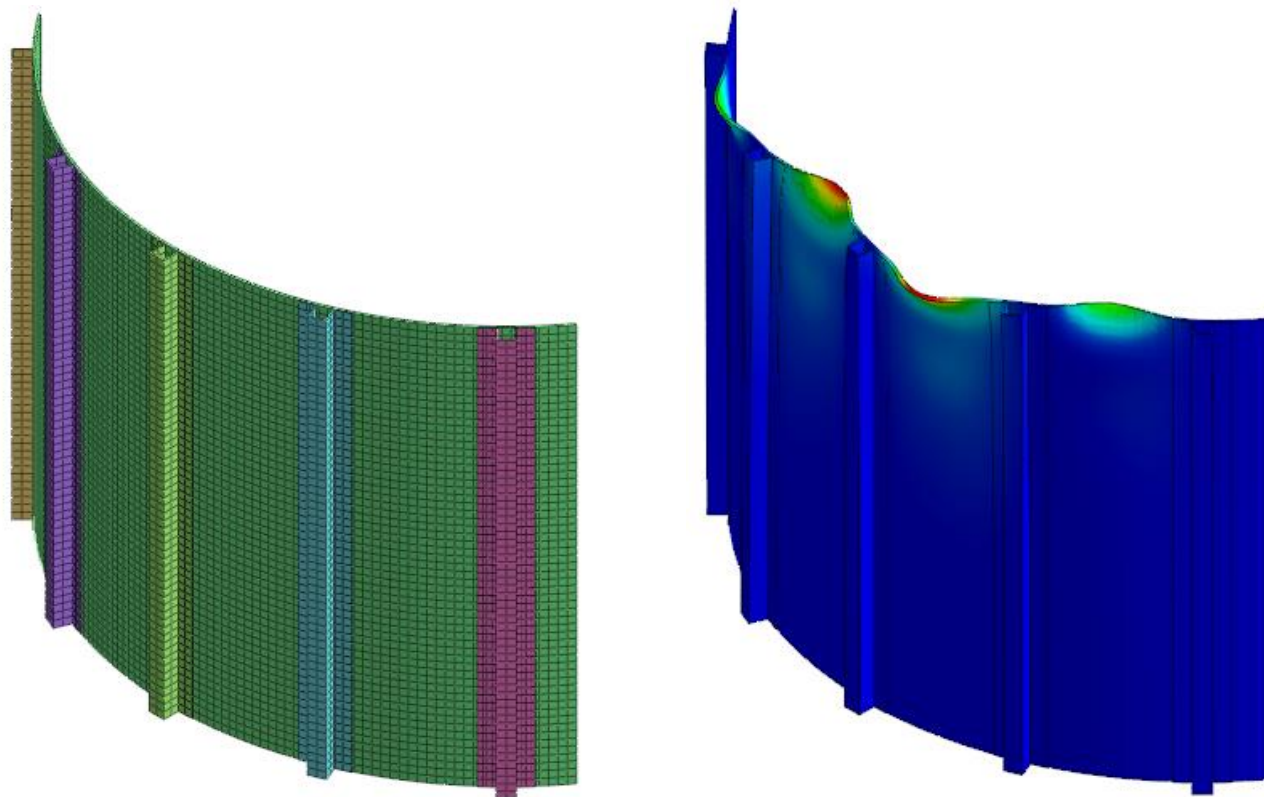
## ➤ 경계조건과 하중조건

- 고정구속
- 대칭조건
- 집중하중 (10 kN)

## ➤ 결과확인

- 고유치 (좌굴하중계수)
- 모드 형상

# Skin and Stiffener



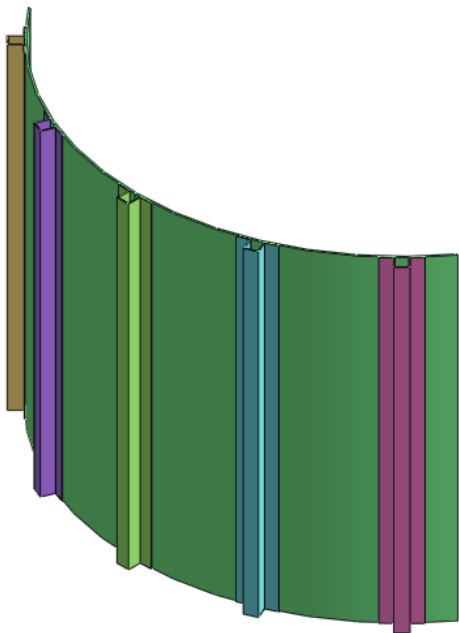
## 따라하기 목적

### ➤ midas NFX를 이용한 기본적인 선형 좌굴해석의 수행 및 기능 이해

- 좌굴해석은 압축력을 받는 구조물의 불안정성 여부를 판단하기 위해 주로 이용합니다.
- 좌굴해석은 구조물의 기하강성을 계산하는 선형정적해석과 좌굴하중계수를 계산하는 모드해석의 과정을 거친다.
- 본 따라하기에서는 축방향 압축 하중을 받는 얇은 원통형 구조물에 대한 좌굴해석을 수행합니다. 또한, 기하형상을 불러오는 과정에서 자동으로 접촉면을 검색하는 기능과 3D 사상요소망을 이용하여 요소망을 작성하는 방법을 습득하도록 합니다.

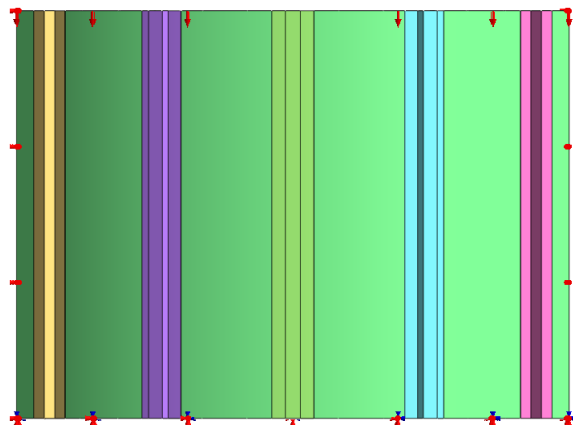
## 해석 개요

### ➤ 대상 모델



### ➤ 구속조건 (대칭 및 고정구속) ➤ 하중조건 (집중하중)

상단 면에 집중하중 적용  
: -10 KN






1. 하단 면에 고정 구속조건 부여
2. 양 옆면에 대칭조건( $T_x$ ,  $T_y$ ) 부여


### ➤ 유한요소모델 (육면체 요소망)

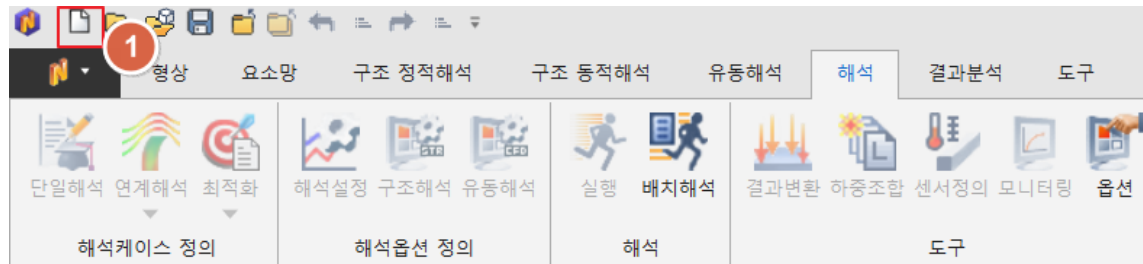


## 작업순서

1. [  ] (새로 만들기) 클릭.. 
2. [3차원/일반모델] 선택.
3. 단위계 [N-mm-J-sec] 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.
5. 작업원도우에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, [모든 가이드더 감추기] 선택.

 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



해석조건 설정

프로젝트명  담당자

설명

모델 종류

☒ 3차원/일반모델 2

☐ 2차원모델

☐ 축대칭

단위계 3

N mm J sec

중력가속도(g)  mm/sec<sup>2</sup>

4 확인 취소

모두 보이기  
모두 감추기  
모든 형상 보이기  
모든 형상 감추기  
모든 요소망 보이기  
모든 요소망 감추기

작업 평면 옮기기

가이드더 보이기/감추기 ▶

모든 가이드더 보이기 5  
모든 가이드더 감추기

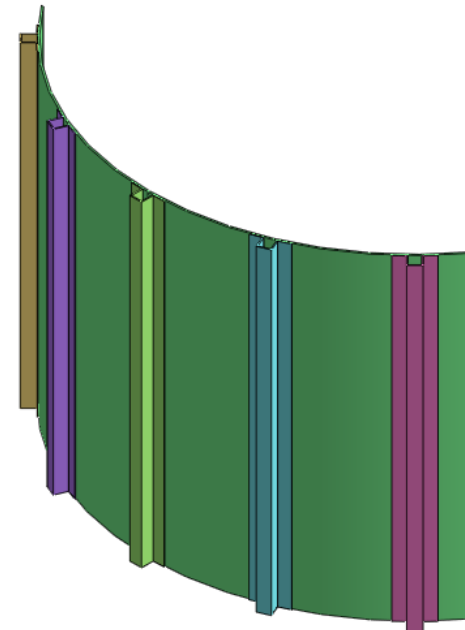
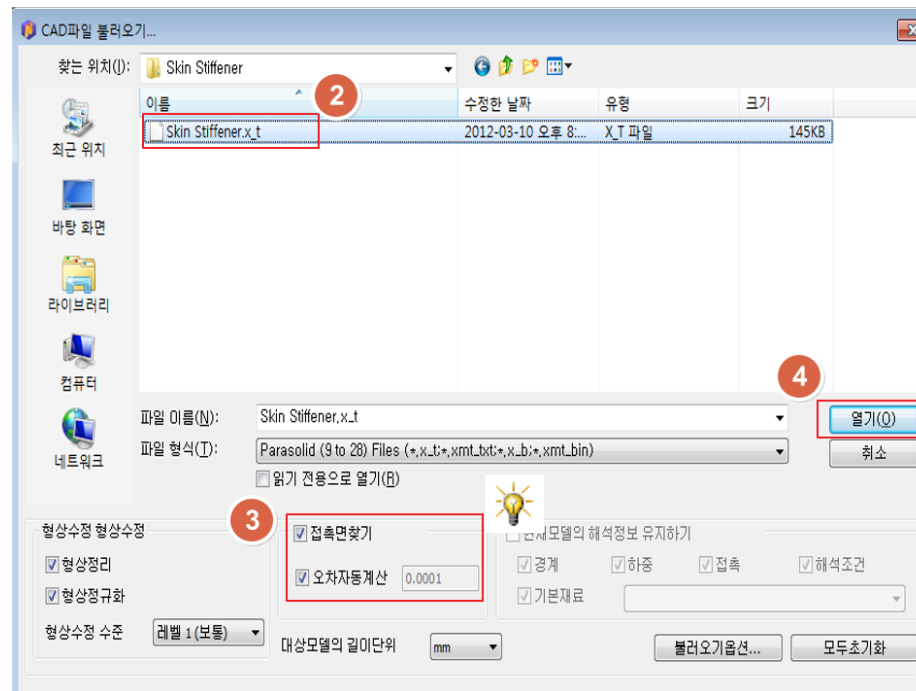
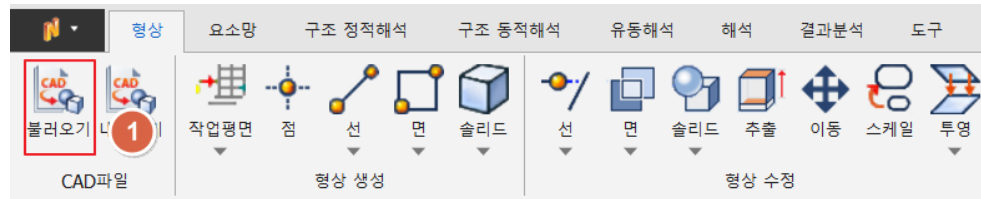
모든 레이블 보이기  
모든 레이블 감추기

## 작업순서

1. [불러오기] 클릭.
2. 모델 선택: **Skin\_Stiffener.x\_t** 선택
3. [접촉면찾기] 체크.
4. [열기] 버튼 클릭.

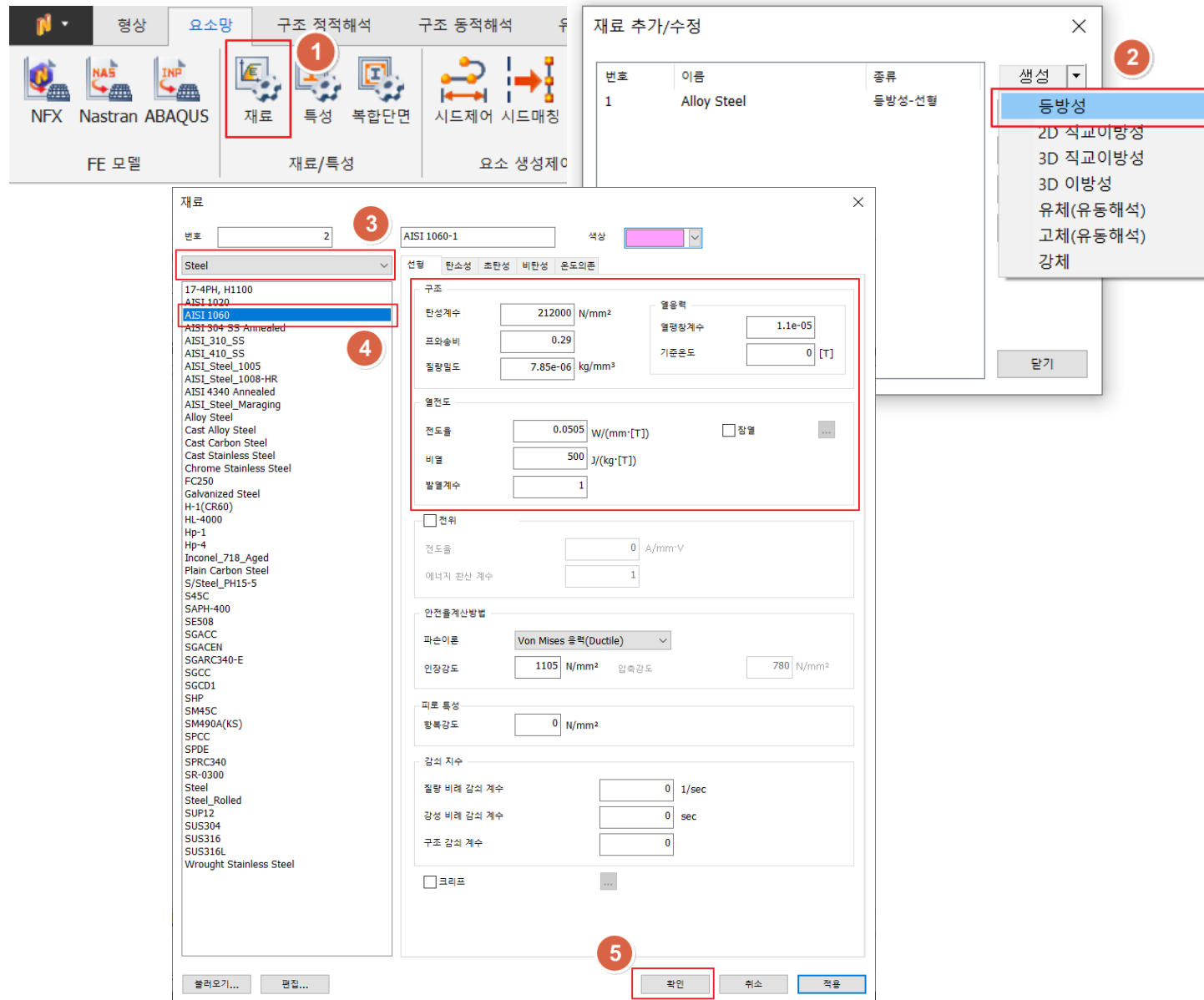
※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의  
ManualsWTutorialsWFiles 폴더 안에  
따라하기의 모델들이 있습니다.

💡 모델을 불러올 때 [접촉면 찾기]를  
체크하면, 파트 별 접촉이 [일체거동  
접촉]으로 자동 설정됩니다.  
[오차자동계산]은 전체모델의 크기에  
비례하여 일정비율로 접촉면을 찾을  
거리를 산정합니다.



## 작업순서

1. [재료] 클릭.
2. 생성 >> 등방성 클릭
3. 재료 DB 리스트에서 [Steel] 선택.
4. [AISI 1020] 선택.
5. [확인] 버튼 클릭.



The screenshot shows the Midas NFX software interface with the following elements:

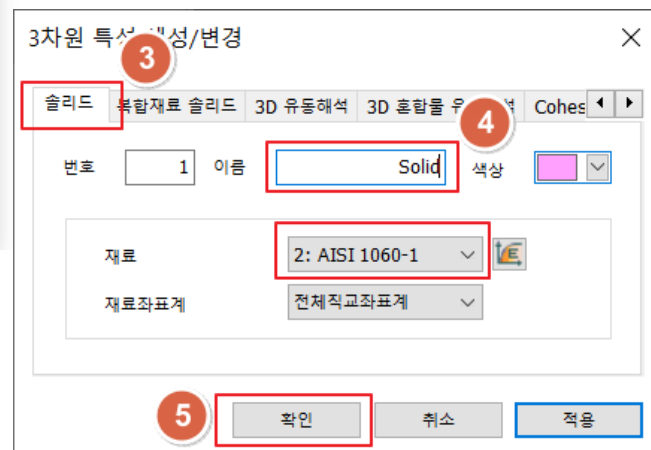
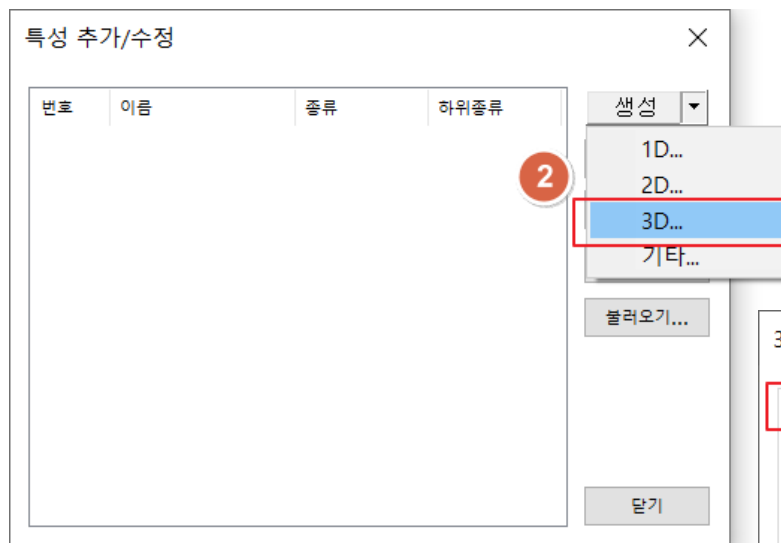
- Top Bar:** Contains icons for NFX, Nastran, ABAQUS, and a '재료' (Material) button highlighted with a red box and a '1' label.
- Material Selection Dialog:**
  - 번호 (Number):** 1
  - 이름 (Name):** Alloy Steel
  - 종류 (Type):** 등방성-선택 (Isotropic-Selected)
  - 생성 (Generate):** A dropdown menu with '등방성' (Isotropic) selected, highlighted with a red box and a '2' label.
  - Material List:** A list of materials with 'Steel' selected and 'AISI 1020' highlighted with a red box and a '4' label.
  - Material Properties:**
    - 번호 (Number):** 2
    - 이름 (Name):** AISI 1020-1
    - 색상 (Color):** A color selection box.
    - 구조 (Structure):** 탄성계수 (Elastic Modulus) 212000 N/mm², 프와송비 (Poisson's Ratio) 0.29, 질량밀도 (Mass Density) 7.85e-06 kg/mm³.
    - 열전도 (Thermal Conductivity):** 전도율 (Thermal Conductivity) 0.0505 W/(mm·[T]), 비열 (Specific Heat) 500 J/(kg·[T]), 발열계수 (Coefficient of Thermal Expansion) 1.
    - 안전율계산방법 (Safety Factor Calculation Method):** Von Mises 응력(Ductile).
    - 파손이론 (Failure Theory):** 인장강도 (Tensile Strength) 1105 N/mm², 압축강도 (Compressive Strength) 780 N/mm².
    - 피로 특성 (Fatigue Properties):** 항복강도 (Yield Strength) 0 N/mm².
    - 감쇠 지수 (Damping Index):** 질량 비례 감쇠 계수 (Mass Proportional Damping Coefficient) 0 1/sec, 강성 비례 감쇠 계수 (Stiffness Proportional Damping Coefficient) 0 sec, 구조 감쇠 계수 (Structural Damping Coefficient) 0.
    - 크리프 (Creep):** A checkbox labeled '크리프' (Creep) is present.
  - Buttons:** '확인' (Confirm) button highlighted with a red box and a '5' label, '취소' (Cancel), and '적용' (Apply) buttons.

💡 선택한 재료의 물성치가 자동으로 입력됩니다.



## 작업순서

1. [특성] 클릭.
  2. 생성 >> 3D 클릭
  3. [솔리드] 탭 선택..
  4. 특성입력
- |    |              |
|----|--------------|
| 번호 | 1            |
| 이름 | Solid        |
| 재질 | 2: AISI 1020 |
5. [확인] 버튼 클릭.

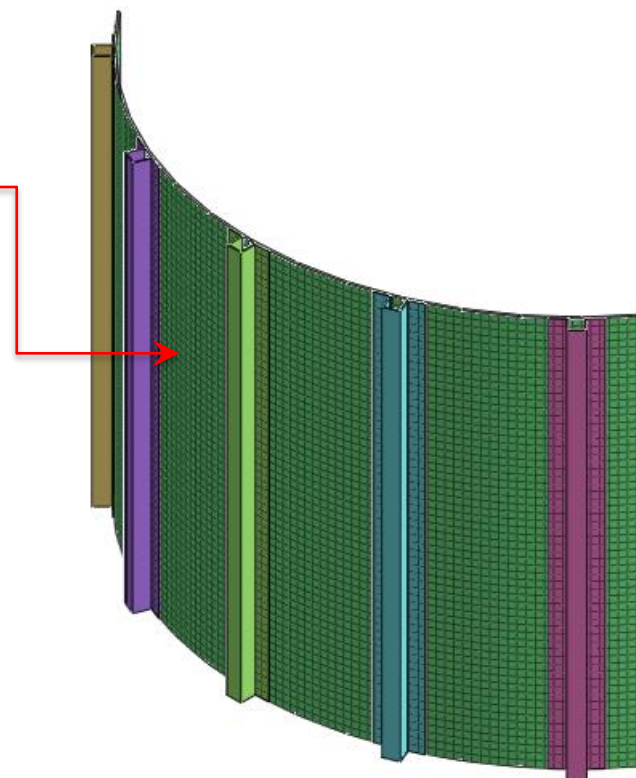


## 작업순서

1. [3D] 클릭.
2. [사상-솔리드] 탭 선택.
3. 요소망 생성 정보 입력. (Skin 파트)

대상선택	1개 선택 (그림참조)
요소크기	5
특성	1: Solid
요소망세트	Skin

4. [적용] 버튼 클릭.

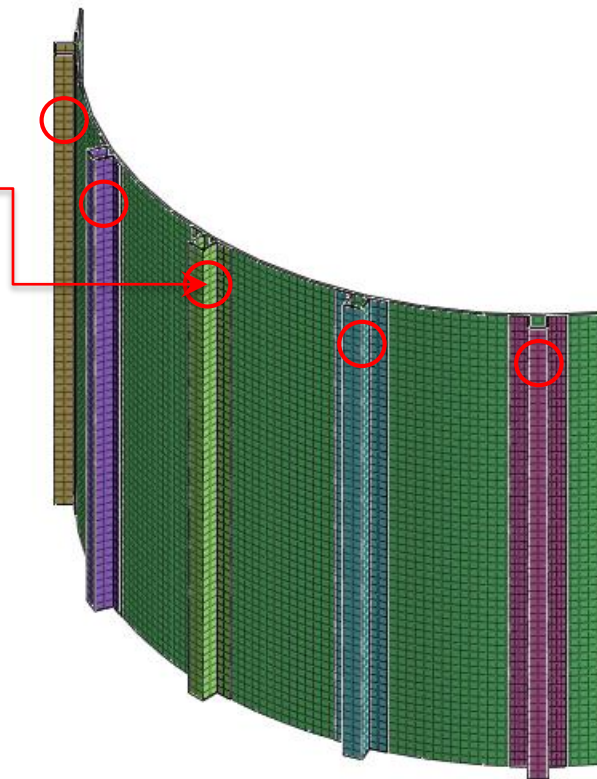


## 작업순서

1. [사상-솔리드] 탭 선택.
2. 요소망 생성 정보 입력. (Stiffener 파트)

대상선택	5개 선택 (그림참조)
요소크기	5
특성	1: Solid
요소망세트	Skin-1


3. [확인] 버튼 클릭.




## 작업순서

1. [구속조건] 클릭.

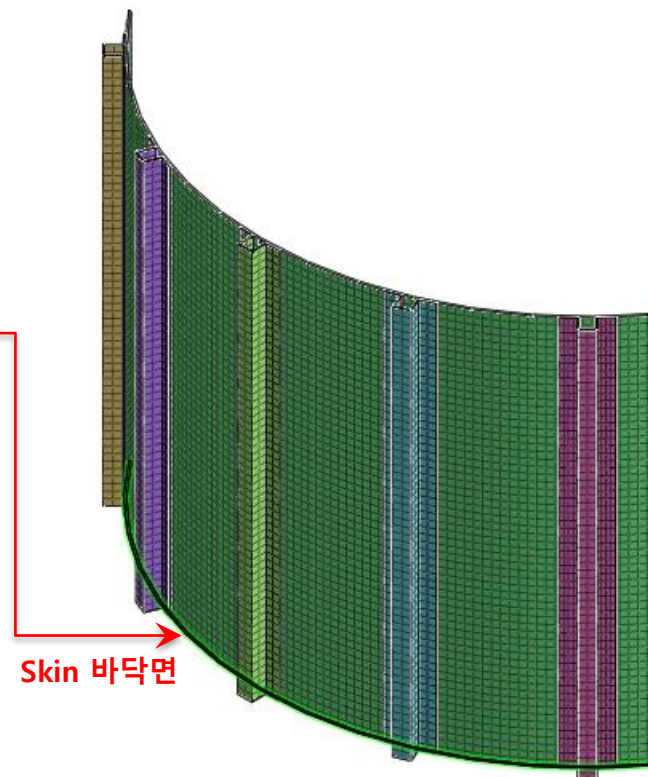
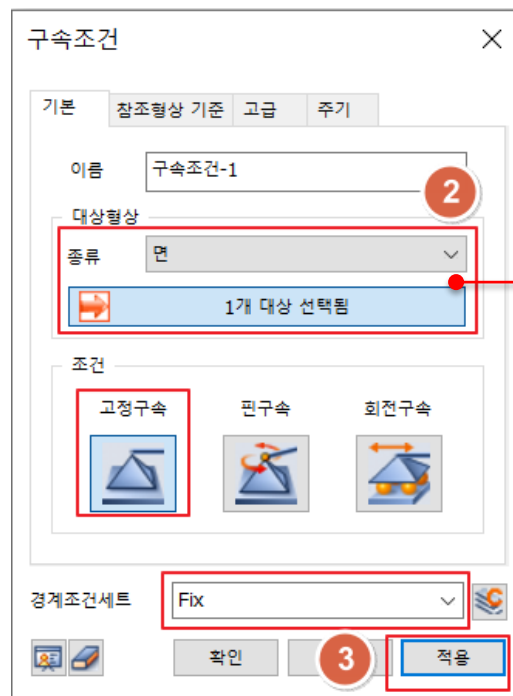
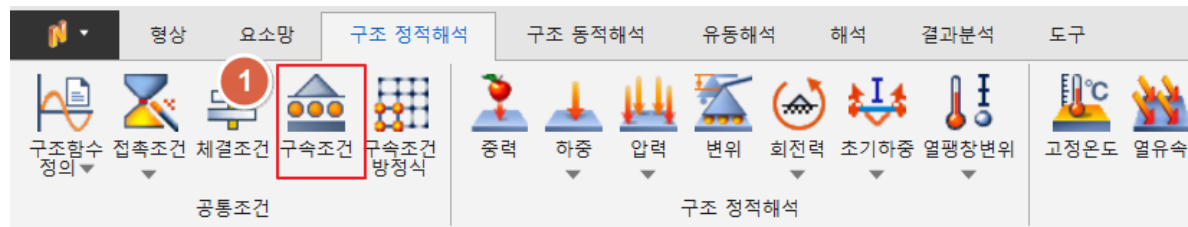
2. 구속조건 입력

경계조건세트	Fix
대상종류	면
대상선택	1개 선택
조건	고정구속 

3. [적용] 버튼 클릭

 **고정구속:** X, Y, Z 병진자유도 및 회전 자유도 구속  
**핀구속:** X, Y, Z 병진자유도만 구속

※솔리드 모델에서는 회전자유도가 없기 때문에 **핀구속** 조건으로도 모든 자유도가 구속됩니다.




## 작업순서


1. [고급] 탭 선택.

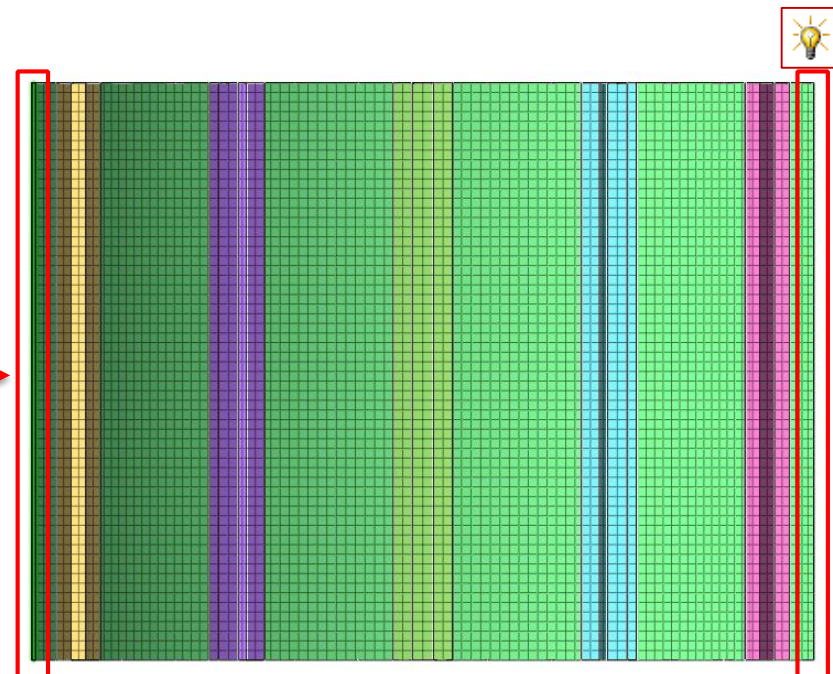
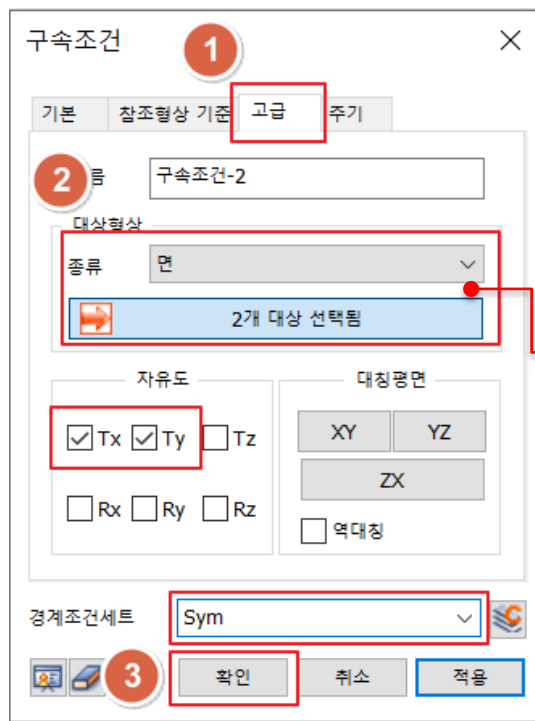
2. 구속조건 입력

경계조건세트	Sym
대상종류	면
대상선택	2개 선택 
자유도	Tx, Ty 체크 

3. [확인] 버튼 클릭

 작업화면에서 마우스 드래그로 박스에 포함되는 대상을 선택할 수 있습니다.

 원통형 형상의 일부분인 Skin의 양 옆면에 대칭조건을 부여합니다.





## 작업순서

1. [집중하중] 클릭.
2. 집중하중조건 입력

하중세트	Force
대상종류	면
대상선택	1개 선택
하중종류	총합력 💡
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Z: -10000 N

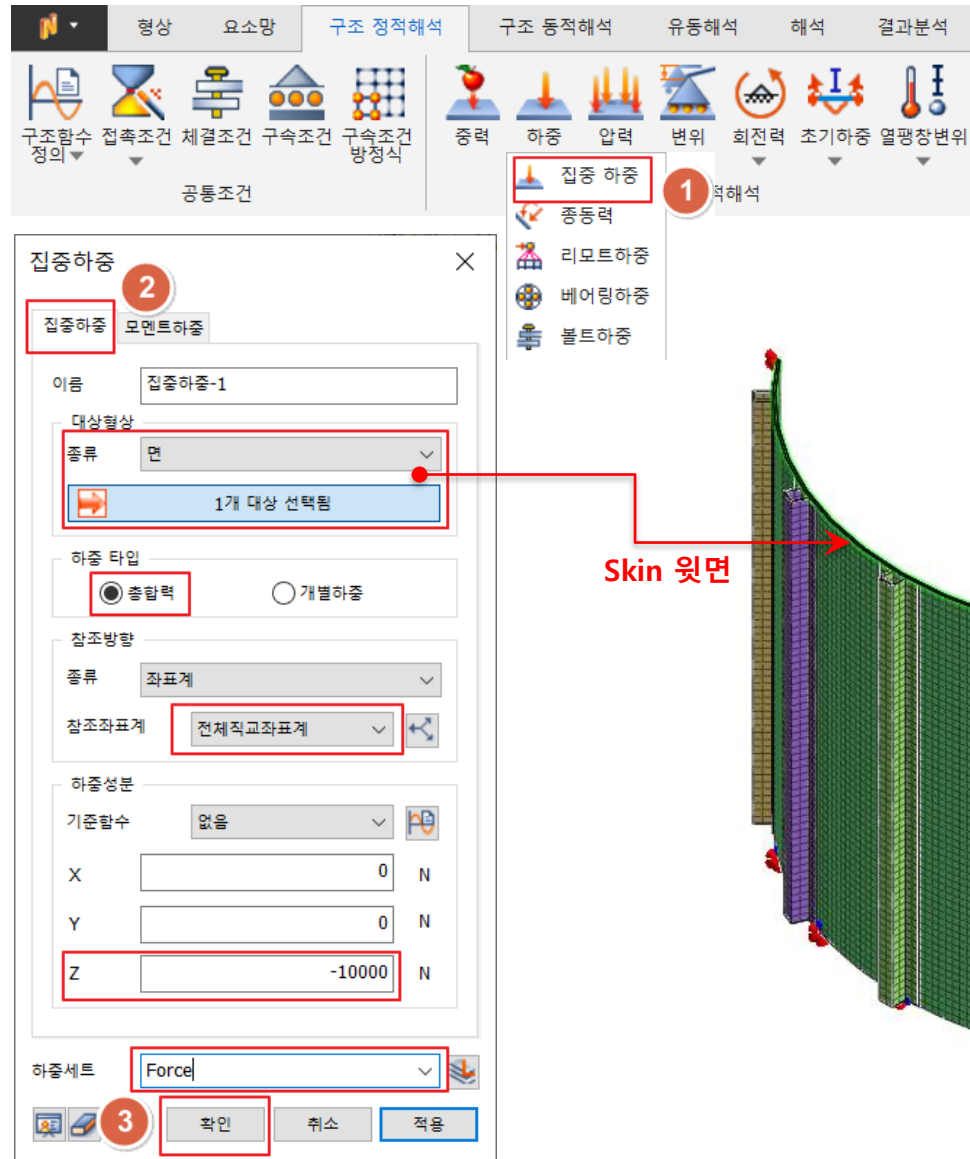
- ### 3. [확인] 버튼 클릭

💡 **총합력**: 선택한 면들에 적용되는 힘의 합계가 입력값이 되도록 합니다.

**개별하중:** 선택한 면 각각에 입력한 하중값이 적용됩니다.

※ 대상종류가 선, 면과 같은 기하형상인 경우에만 하중타입을 선택할 수 있습니다.

절점에 직접 하중을 적용하는 경우에는 각 절점당 하중성분을 입력해야 합니다.



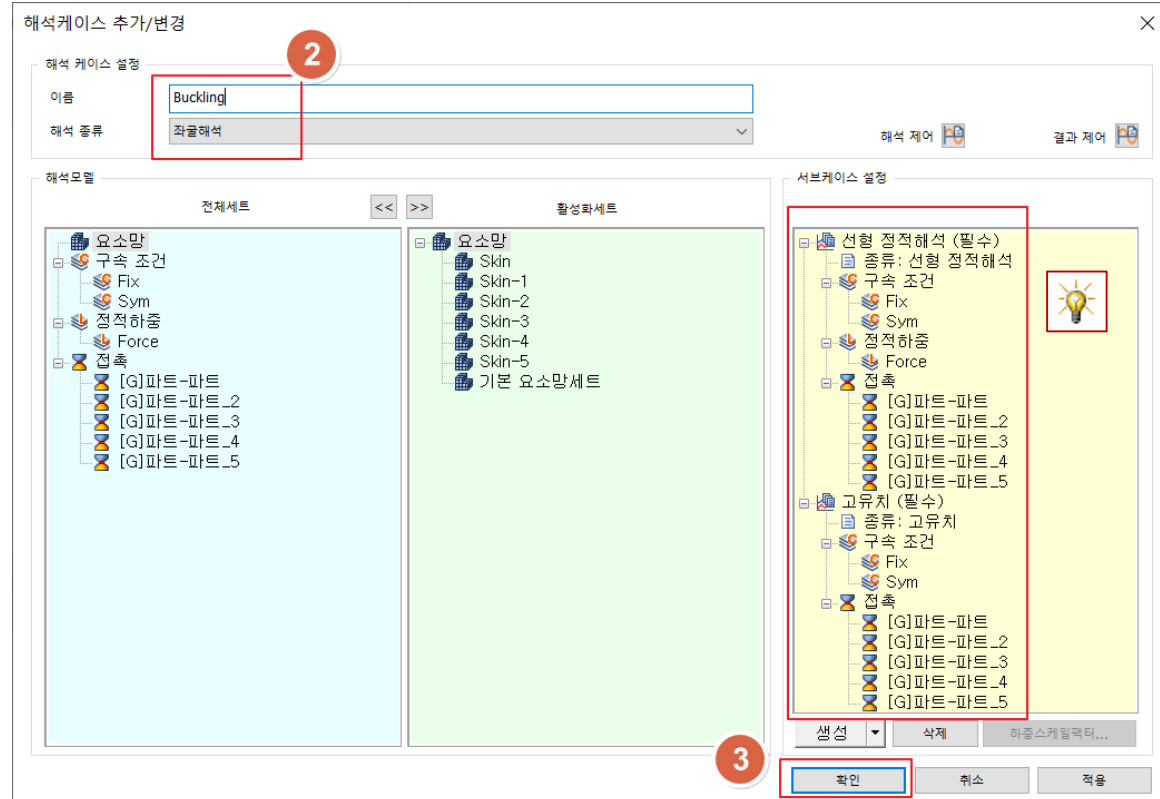
## 작업순서

1. [단일해석] 클릭.

2. 해석케이스 설정

이름	Buckling
해석 종류	좌굴해석

3. [확인] 버튼 선택



💡 좌굴해석을 선택하면 필수 항목인 선형 정적해석과 모드해석이 서브케이스로 자동 정의됩니다.

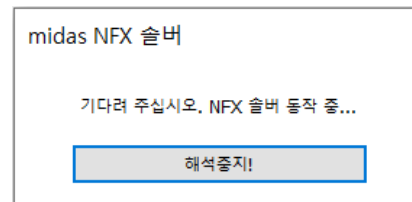
기본적으로 현재 작업된 요소망세트, 하중/경계조건, 접촉조건 등이 모두 활성화 됩니다.

## 작업순서

1. [실행] 클릭.
2. [확인] 버튼 클릭.



💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.





## 작업순서

### 1. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상

>> 변형+변형전 (특징경계선) 선택.

### 2. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위

더블 클릭.

$$n = 1$$

$$10\text{KN} \times 31.229 = 312.29\text{KN}$$

**MODE 1**

💡 각 고유치는 좌굴하중계수를 의미합니다. 적용된 하중에 좌굴하중계수를 곱하여 해당 모드의 좌굴이 발생하는 좌굴하중을 계산합니다.

💡 좌굴해석에서의 변위값은 실제값이 아니므로, 각 차수에 따른 좌굴계수와 좌굴형상만을 검토하면 됩니다.

