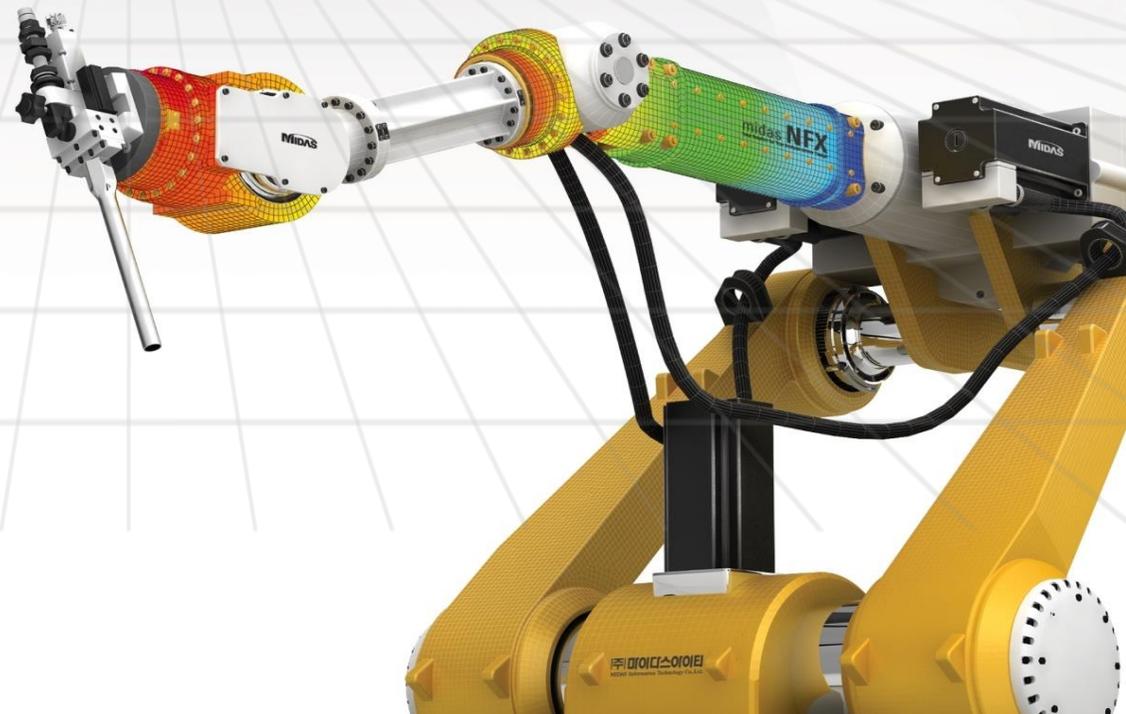


Linear Static Analysis (선형정적해석)



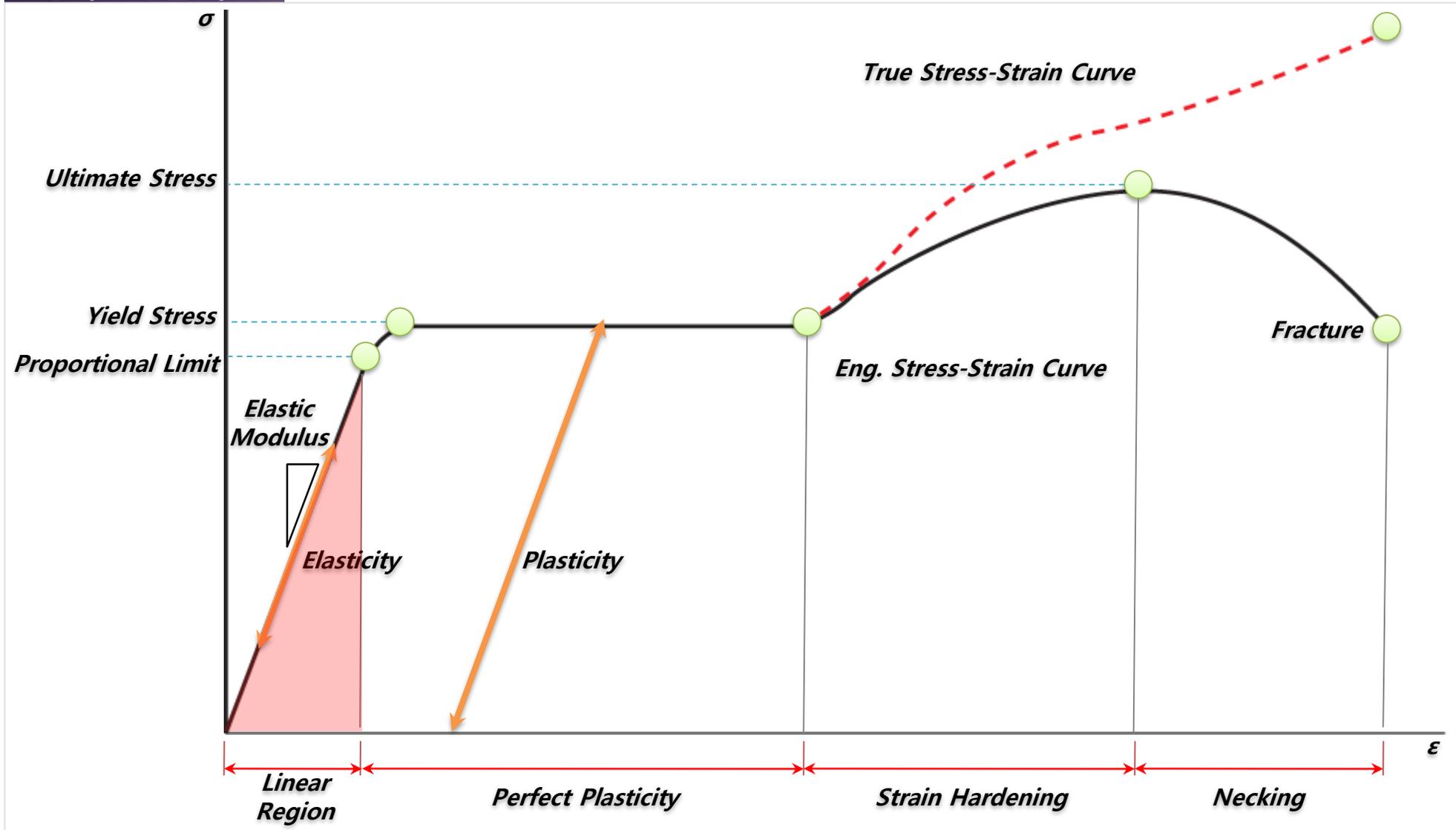
선형정적해석



선형정적해석 절차

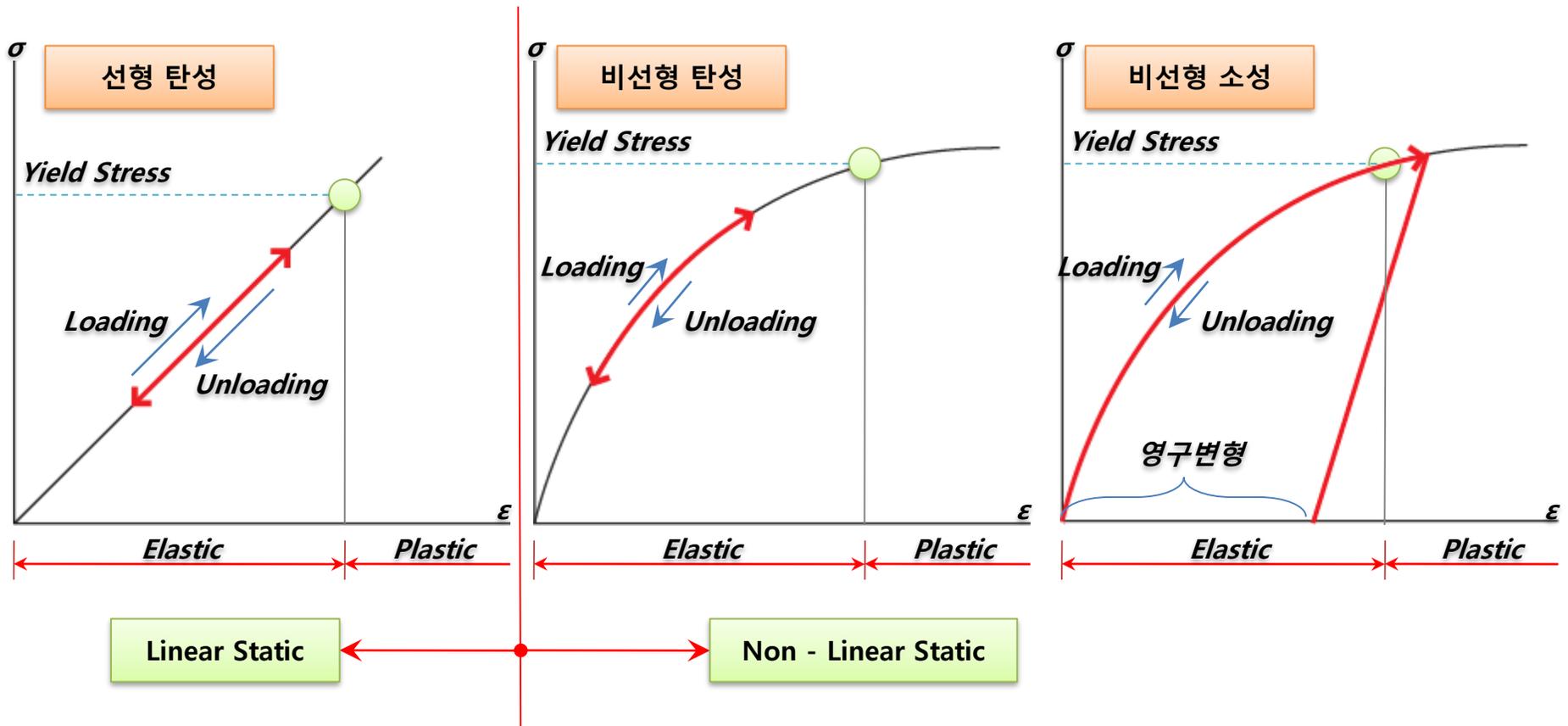
모델링	기하모델 작성	● 3D CAD 또는 midas NFX의 자체 모델링 기능을 이용하여 기하모델 작성
	재료 특성 부여	● 선형 재료 특성 입력 : 기본적으로 탄성계수, 프와송비, 밀도 등을 입력
요소망 작성	요소 특성 부여	● 1D, 2D, 3D 요소 특성 정의
	요소망 작성	● 자동 요소망 및 사상 요소망 기능을 이용하여 요소망 작성
하중/경계조건 지정	경계 조건 지정	● 해석 조건에 따라 핀구속, 고정구속, 대칭구속 등의 경계 조건 지정
	하중 조건 입력	● 정적 하중인 외력 및 초기 변형량, 온도 하중 등을 입력
해석	해석	● 선형정적해석 수행
결과 확인	결과 확인	● 변위, 응력, 안전율 등을 검토하여 구조물의 안전성 검토

응력-변형률 곡선



선형과 비선형

- ✓ 선형정적해석에서 사용하는 재료는 모두 선형 탄성 구간이라 가정합니다.
- ✓ 응력과 변형률의 상관 관계에 따라 선형과 비선형을 구분하고 항복 응력을 기준으로 하여 탄성과 소성 구간으로 구분할 수 있습니다.
- ✓ 구조물의 응력이 항복 응력을 넘어서 소성이 진행되면, 하중을 제거하더라도 원래의 상태로 되돌아 가지 못하고 변형이 발생하게 되며, 이를 영구변형이라 합니다.



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Cable Joint_half.x_t
- ½ 기하모델

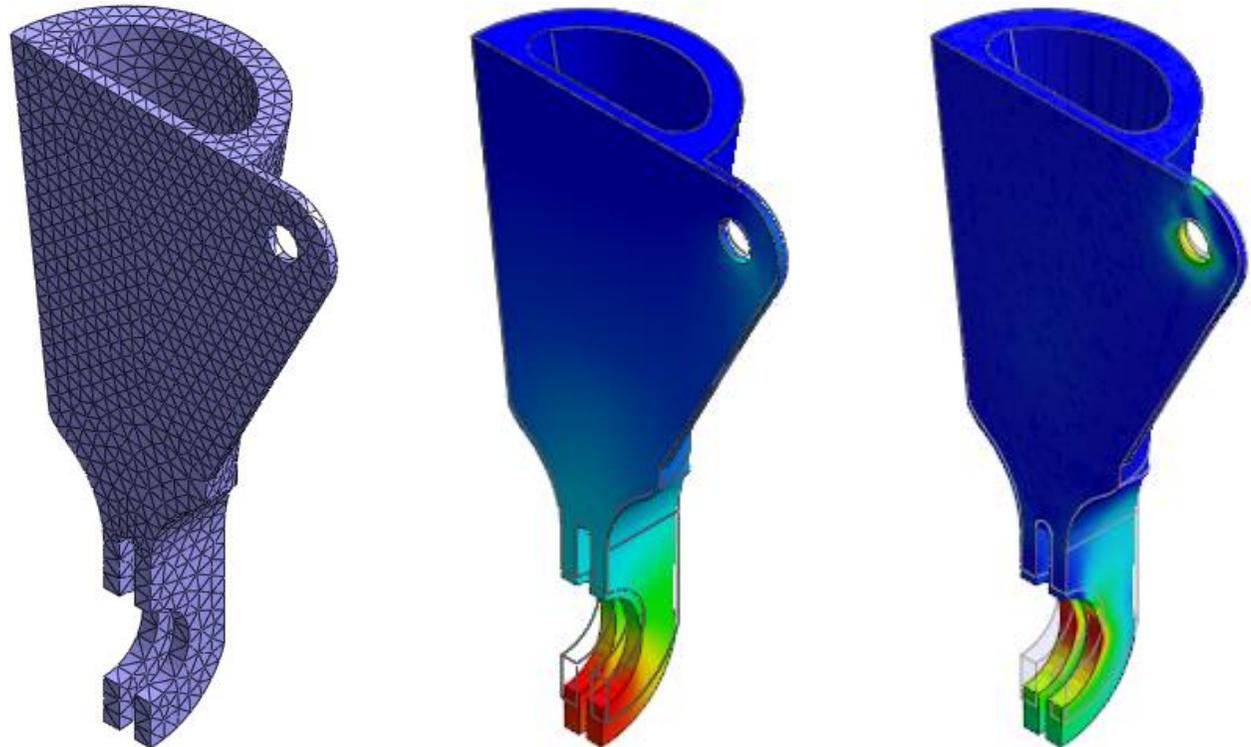
➤ 경계조건과 하중조건

- 팝업 메뉴 사용
- 경계조건 (대칭구속, 고정구속)
- 압력

➤ 결과확인

- 대칭모델 보이기
- 전체 변위
- von-Mises 응력

Cable Joint_half (팝업 메뉴 사용)



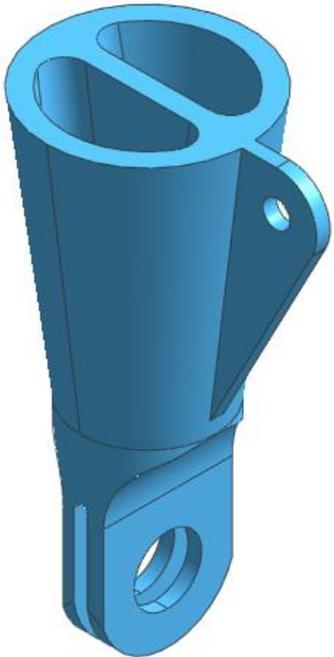
따라하기 목적

▶ 팝업 메뉴를 이용한 경계/하중 조건 부여하기, 1/2 모델에서 대칭조건 부여하기

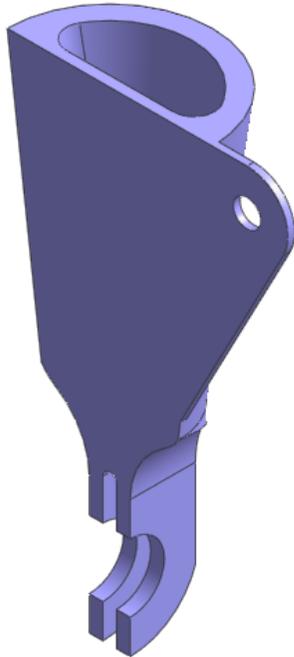
- 대칭성이 존재하는 모델에서는 1/2 모델만 해석을 하여도 동일한 결과를 얻을 수 있습니다. (해석조건 동일 시)
- 본 따라하기에서는 1/2 모델에서 대칭조건을 설정하여 해석을 수행하고 결과를 확인하는 방법을 습득하도록 합니다.

해석 개요

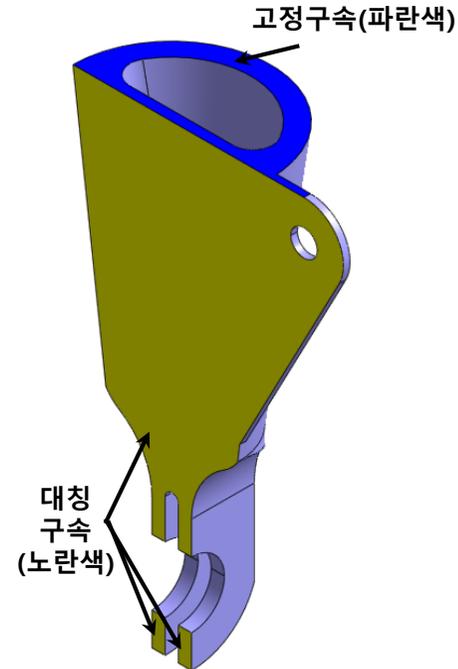
▶ 대상 모델 (전체 모델)



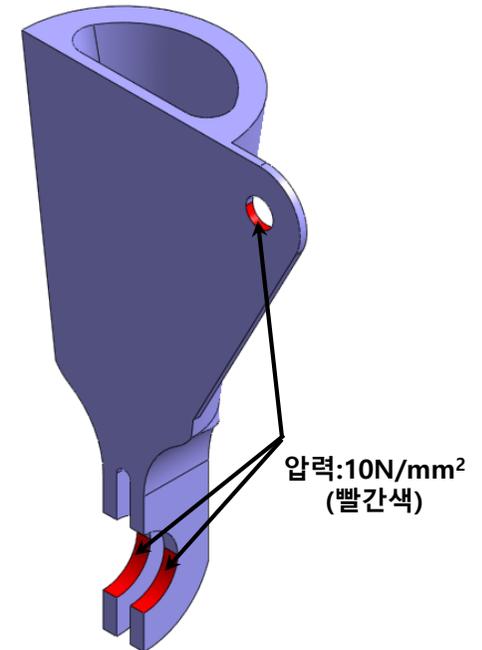
▶ 대상 모델 (1/2 모델)



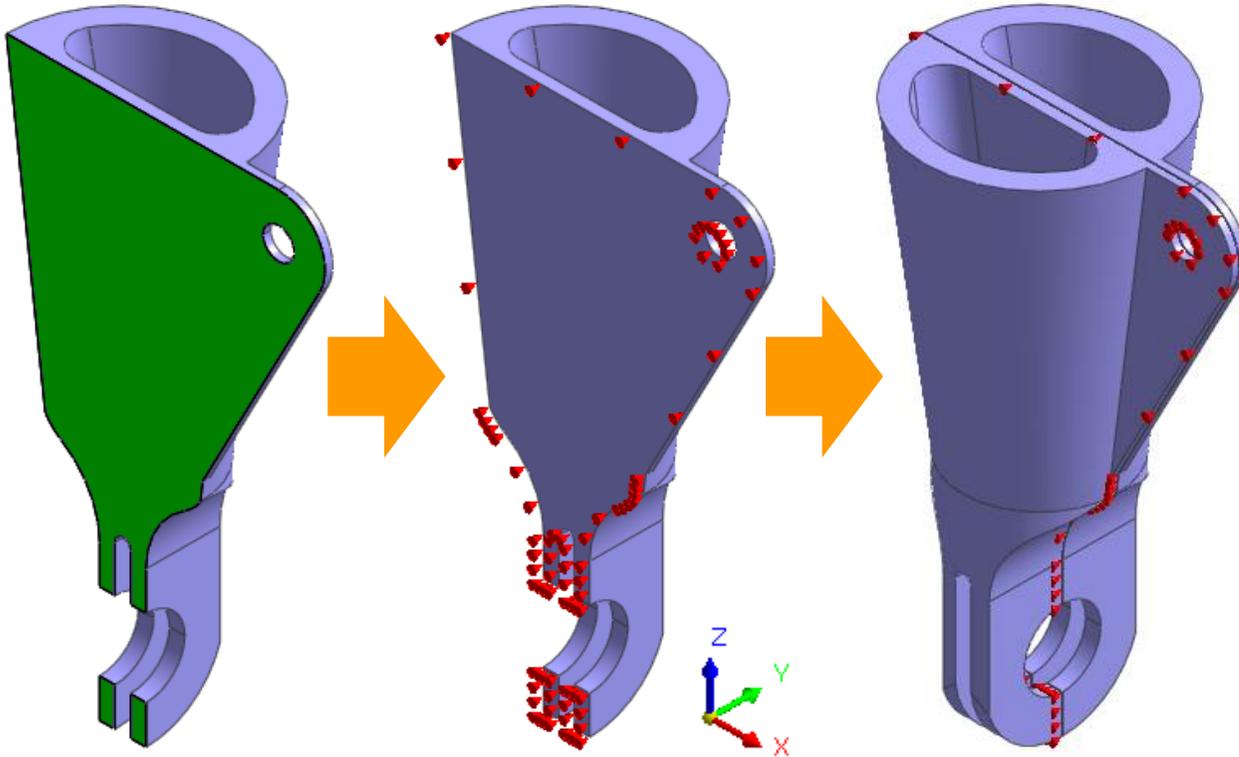
▶ 경계조건 (대칭구속, 고정구속)



▶ 하중조건 (압력)



대칭조건 설정



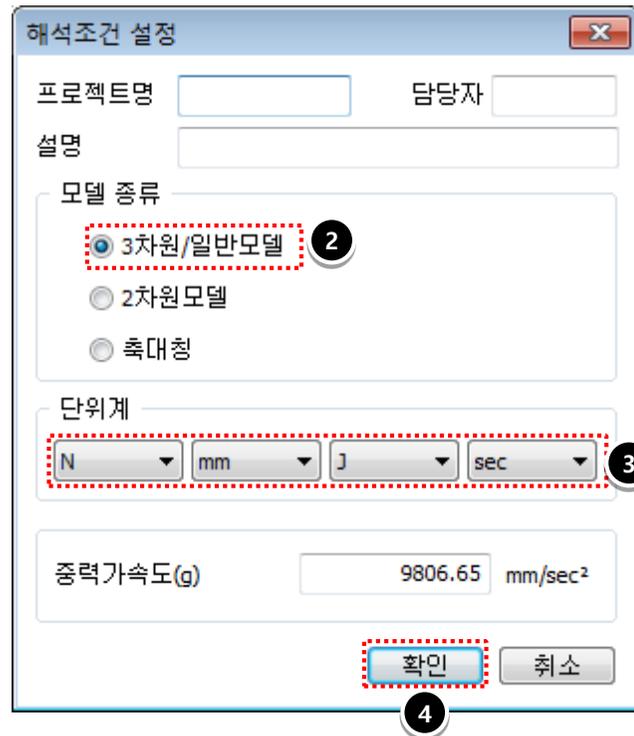
➤ 대칭조건 설정하기 (팝업메뉴 이용)

- ① 대칭의 기준이 되는 면을 선택합니다.
- ② 마우스 우클릭하여, **경계조건 > 자유도구속 > 대칭평면(ZX)** 을 선택합니다.
- ③ 선택된 면의 수직 방향이 구속되는 것을 볼 수 있습니다. (이 모델에서는 Y축 방향이 구속됩니다.)
- ④ Y축을 기준으로 대칭조건이 설정된 것입니다.
- ⑤  (대칭모델 보이기) 클릭하여, 대칭조건이 설정된 면 중에 하나를 선택하면 전체모델을 볼 수 있어서 대칭조건이 제대로 설정되었는지 확인할 수 있습니다.

※ 대칭성이 존재하는 모델에서 유용하게 사용할 수 있는 기능입니다. (모델 형상과 경계&하중조건이 대칭성을 가지고 있어야 합니다.)
 모델의 부피가 큰 경우 전체모델로 해석을 할 경우에 생성되는 요소망 개수가 많아 해석에 많은 시간이 소요 되는데, 대칭조건을 사용하면 해석시간을 줄일 수 있습니다.

작업순서

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



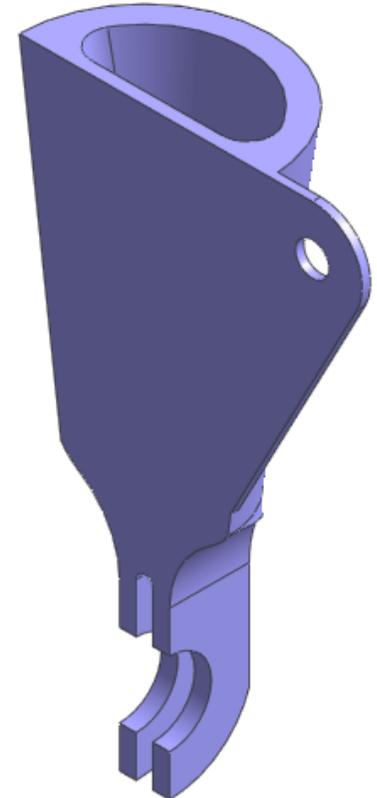
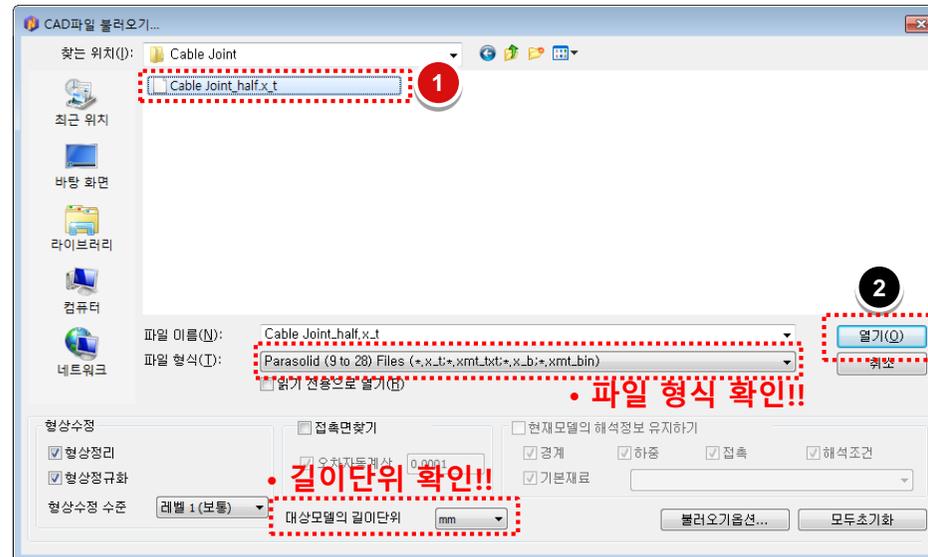
 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.

작업순서

1. 모델 선택: **Cable Joint_half.x_t** 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

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



작업순서

1. 생성 >> 등방성 클릭

2. 재질입력

번호	2
이름	Steel
탄성계수	2.1e5 (N/mm ²)
프와송비	0.3

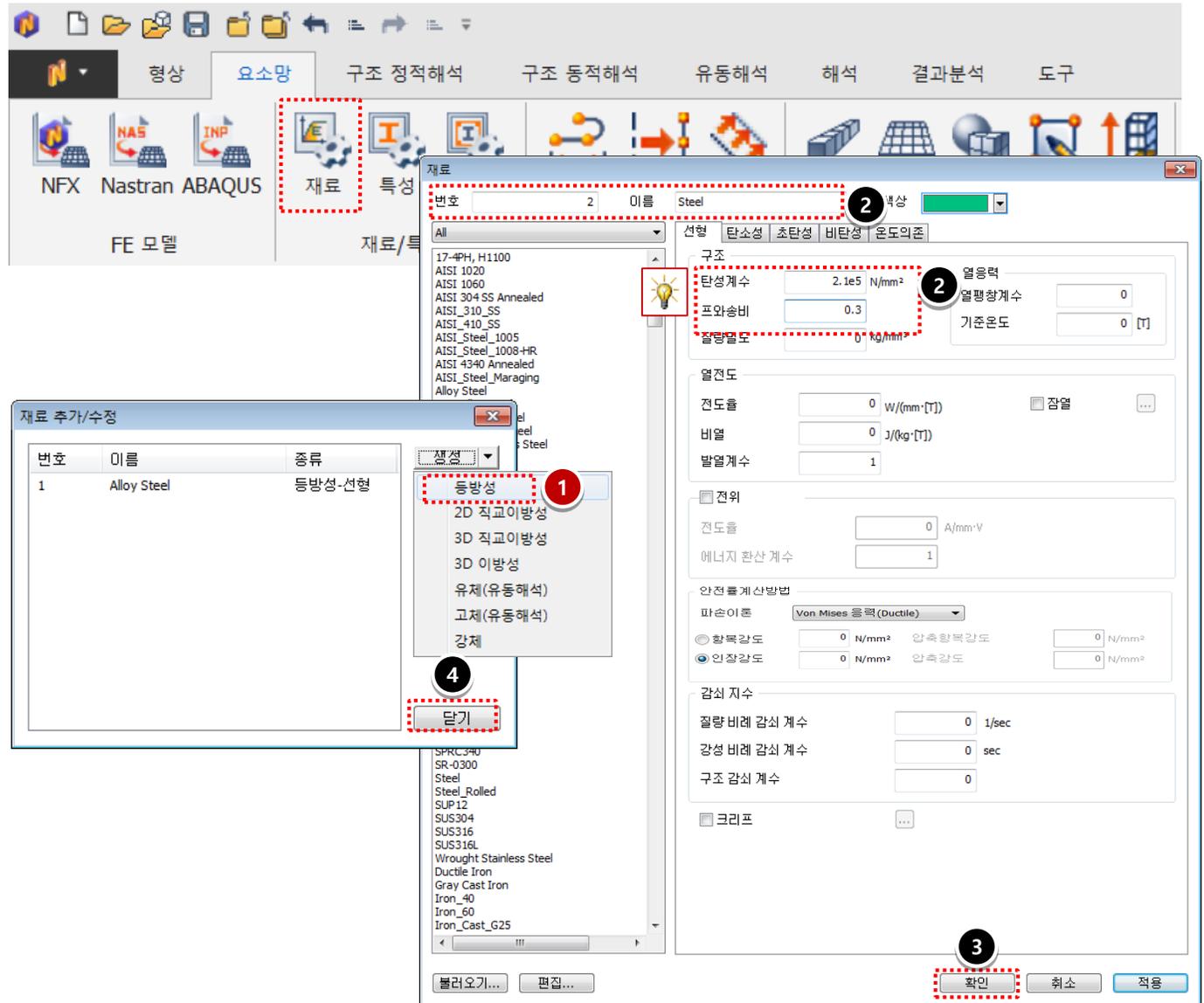
3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭

💡 물성데이터 입력 시 항상 단위를 확인 하십시오. 프로그램의 기본 단위계는 **[N-mm-J-sec]** 입니다.

단위계를 변경하시려면 우측 하단에서 원하는 단위계를 선택하시면 됩니다.

💡 입력데이터 "2.1e5"는 "2.1x10⁵"과 동일합니다.



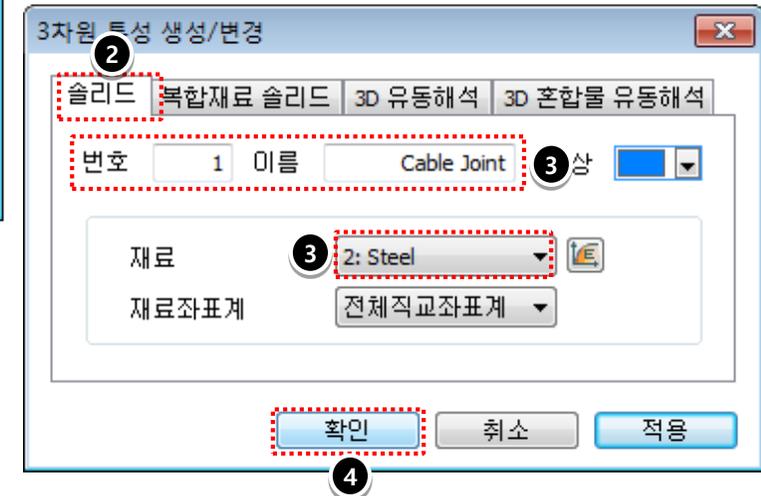
The screenshot displays the Midas NFX software interface. The main window shows the '재료' (Material) dialog box with the following fields: '번호' (No.) 2, '이름' (Name) Steel, '탄성계수' (Elastic Modulus) 2.1e5 N/mm², '프와송비' (Poisson's Ratio) 0.3, and '발열계수' (Coefficient of Thermal Expansion) 0. The '재료 추가/수정' (Material Add/Edit) dialog box is also open, showing '번호' (No.) 1, '이름' (Name) Alloy Steel, and '종류' (Type) 등방성-선형 (Isotropic-Linear). The '생성' (Generate) dropdown menu is open, and the '등방성' (Isotropic) option is selected. The '닫기' (Close) button is highlighted with a red box and a circled '4'. The '확인' (OK) button is highlighted with a red box and a circled '3'.

작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [솔리드] 탭 선택..
3. 특성입력

번호	1
이름	Cable Joint
재질	2:Steel

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭



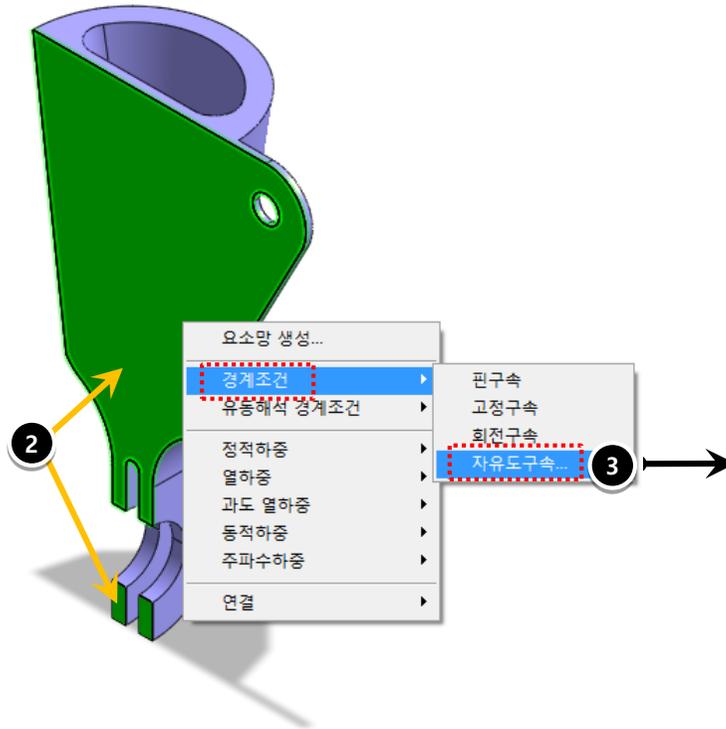
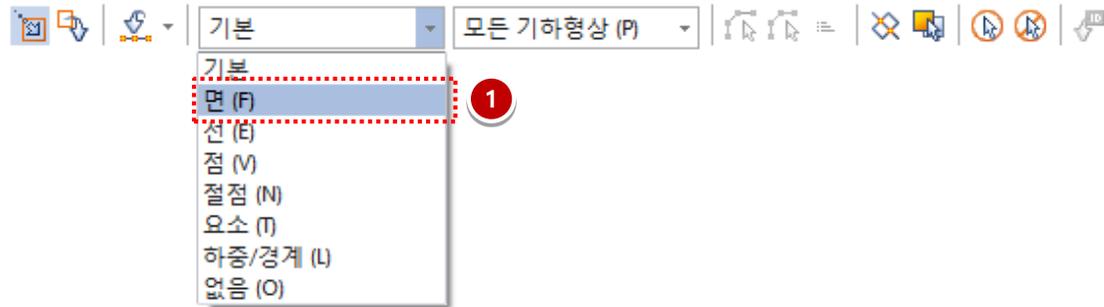
작업순서

1. 선택필터 >> 면 (F) 선택.
2. 면 3개 선택. (그림 참조)
3. 마우스 오른쪽 버튼 클릭하여
경계조건 >> 자유도구속 선택
4. 구속조건 입력

이름	symBC
대상종류	면
대상선택	3개 대상 선택됨
대칭평면	ZX

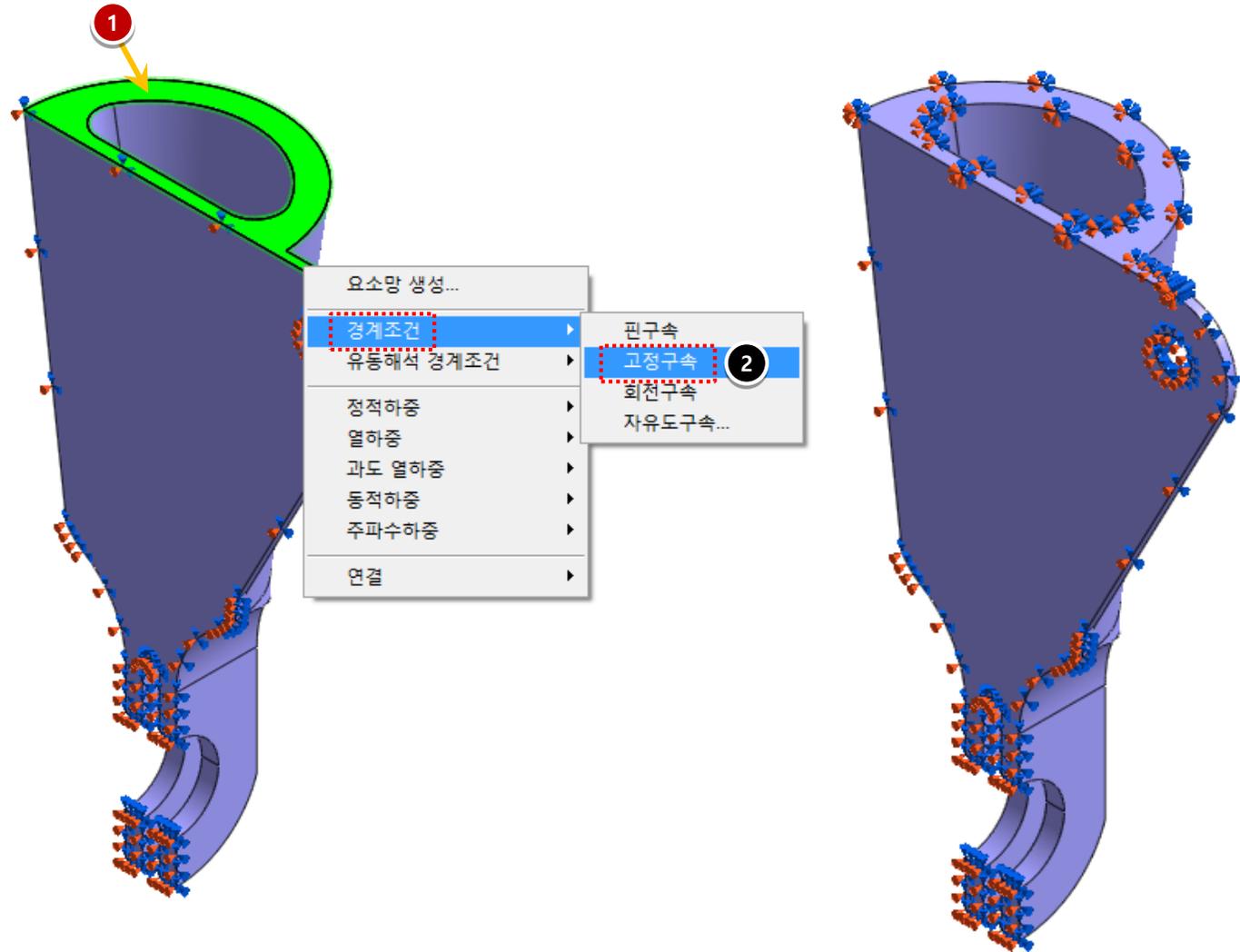
5. [확인] 버튼 클릭

💡 선택한 면의 수직방향으로 대칭조건이 설정됩니다.



작업순서

1. 면 1개 선택. (그림 참조)
2. 마우스 오른쪽 버튼 클릭하여
경계조건 >> 고정구속 선택 



 **고정구속:** X,Y,Z 병진자유도 및 회전 자유도 구속

핀구속: X,Y,Z 병진자유도만 구속

※ 슬리드 모델에서는 회전자유도가 없기 때문에 핀구속 조건으로도 모든 자유도가 구속됩니다.

작업순서

1. 모든 레이블 감추기.. 

2. 면 4개 선택. (그림 참조)

3. 마우스 오른쪽 버튼 클릭하여

정적하중 >> 압력... 선택

4. 압력입력

이름	Pressure
대상종류	면
대상선택	4개 대상 선택됨
하중종류	법선 방향
P or P1	10 (N/mm ²)

5. [확인] 버튼 클릭.

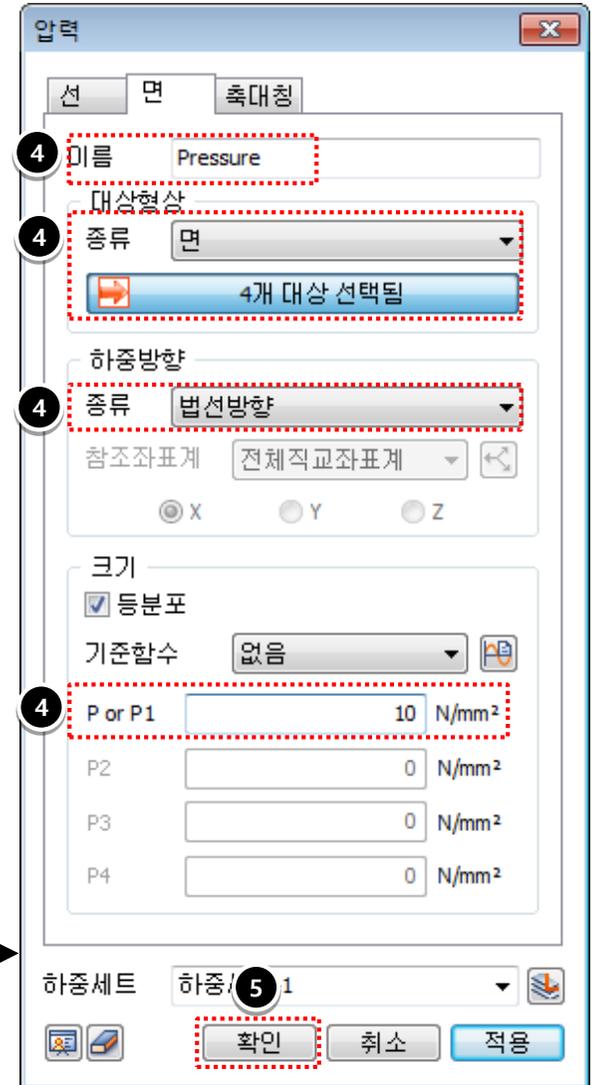
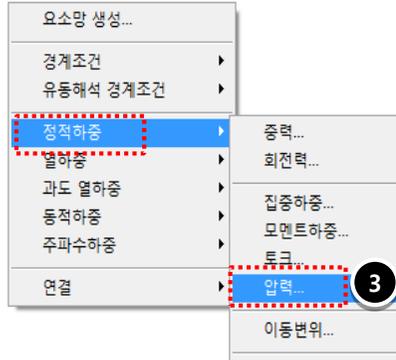
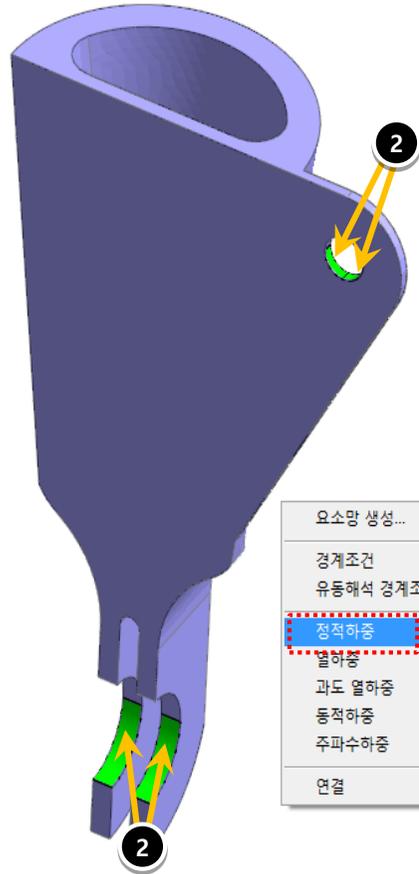
 작업화면에서 마우스 오른쪽 클릭 후 팝업 메뉴 **모든 레이블 감추기** 선택. 다음 작업에 방해되지 않도록 레이블 확인 후에는 감추는 것이 좋습니다.

 3개 홀의 아래면 3개를 선택합니다. 선택한 면의 **법선 방향**으로 압력조건이 설정됩니다.

모든 가이드 감추기

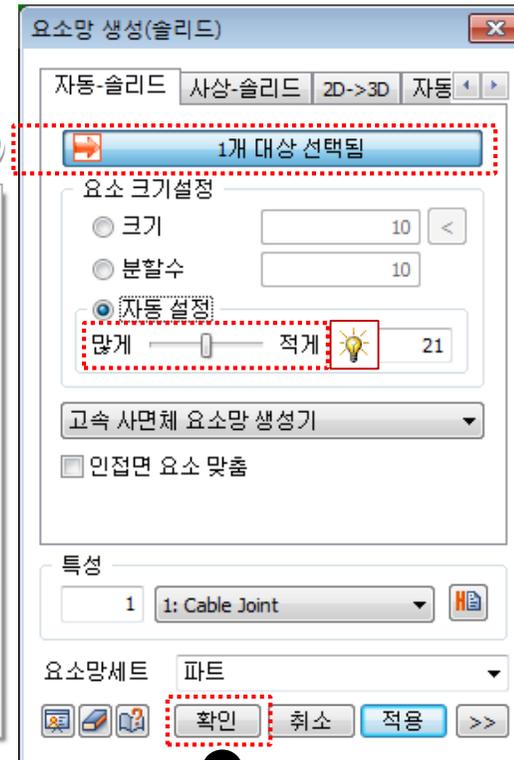
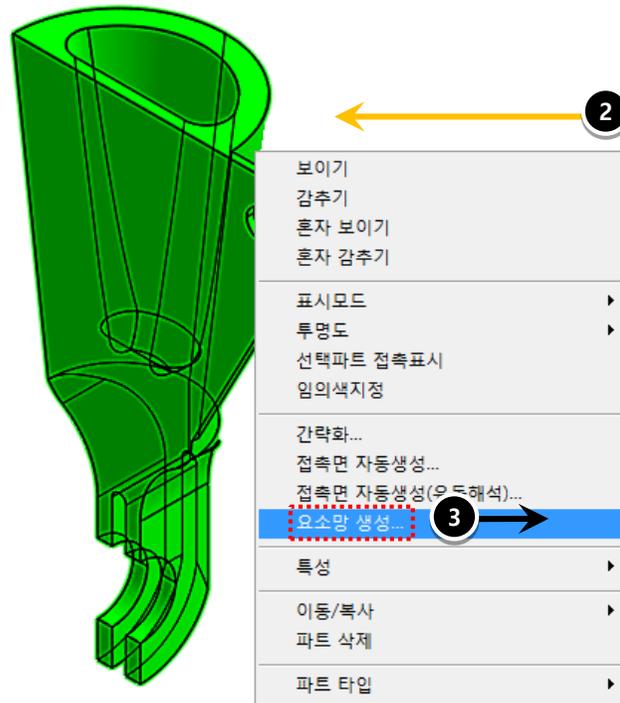
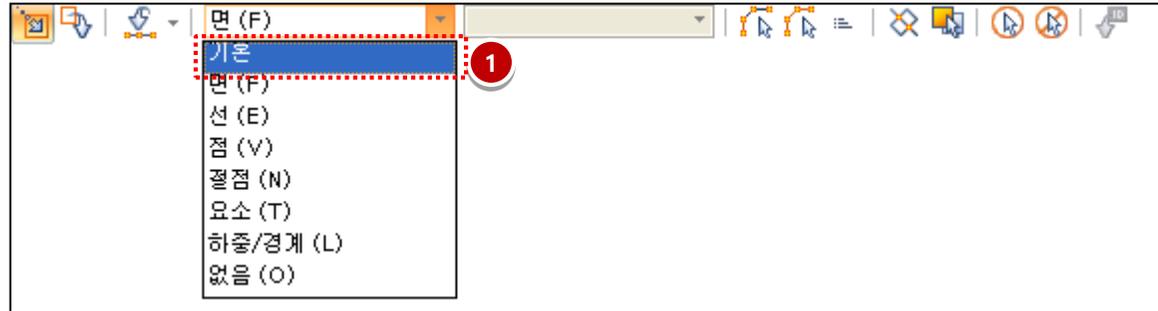
모든 레이블 보이기

모든 레이블 감추기 **1**



작업순서

1. 선택필터 >> 기본 선택
2. 작업원도우의 모델 선택
3. 마우스 오른쪽 버튼 클릭하여
요소망 생성... 선택
4. [확인] 버튼 클릭



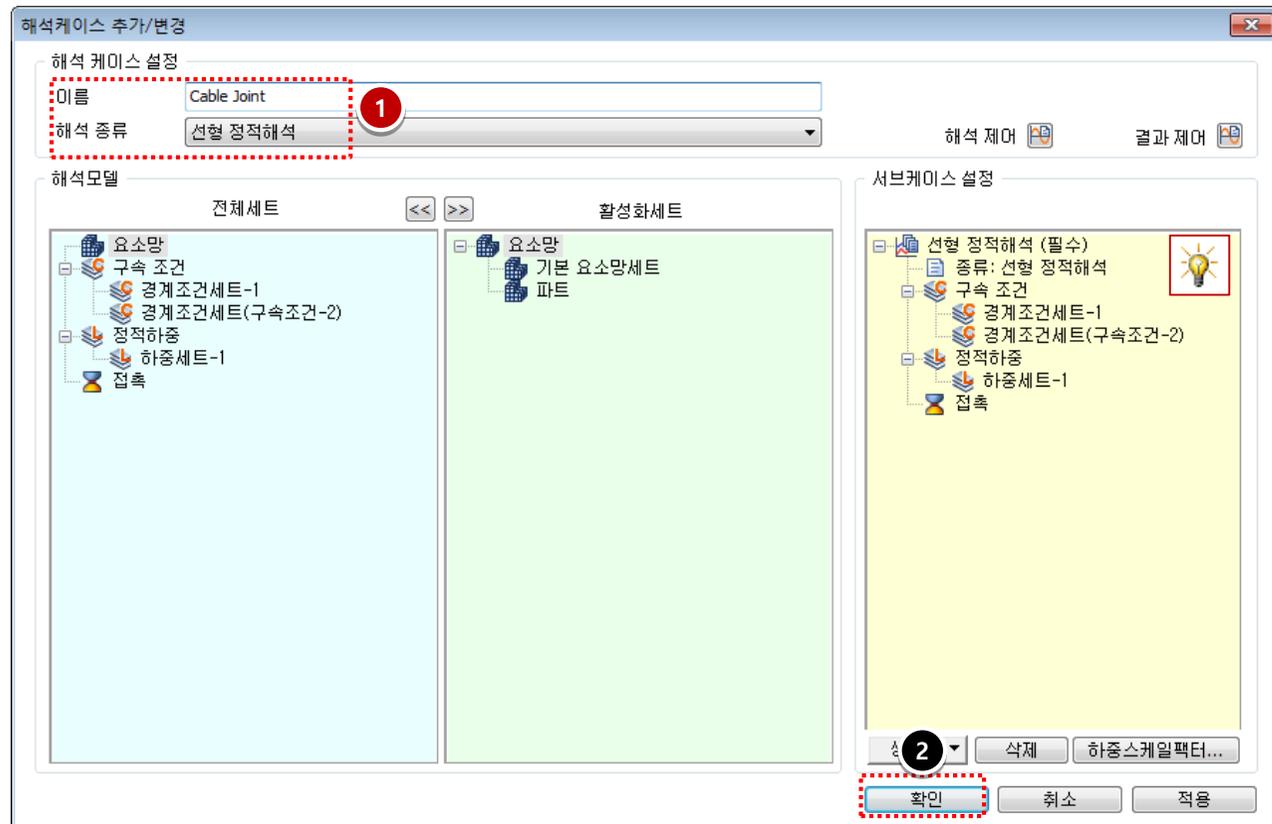
💡 [자동 설정]으로 선택한 경우, 스크롤 바를 조절하여 원하는 요소 개수를 설정할 수 있습니다.

작업순서

1. 이름 : “Cable Joint” 입력

해석 종류: [선형 정적해석] 선택

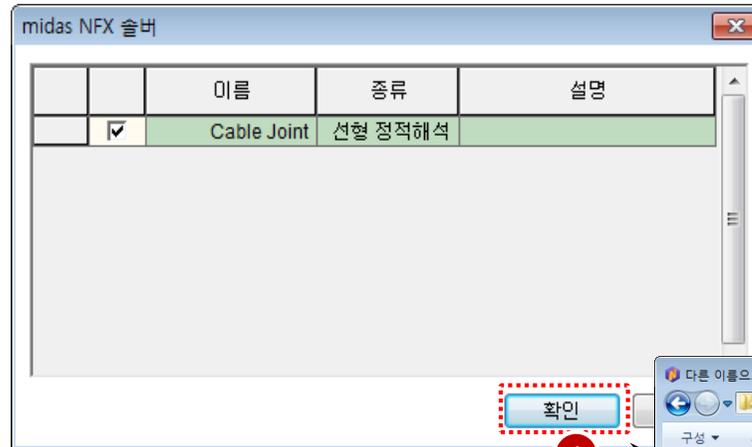
2. [확인] 버튼 선택



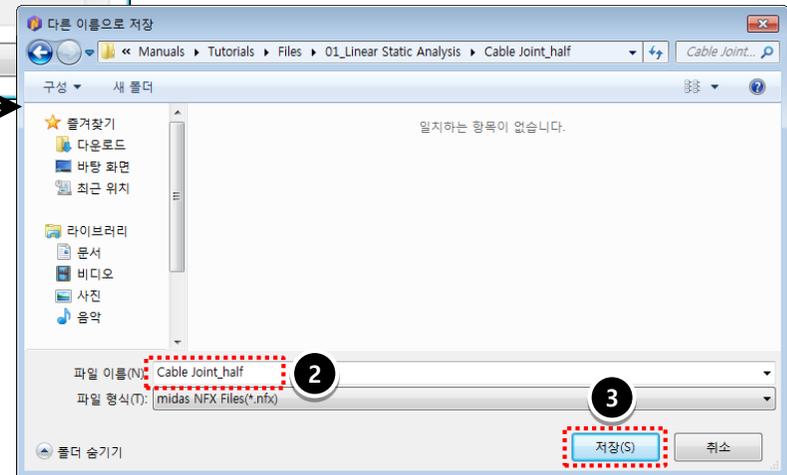
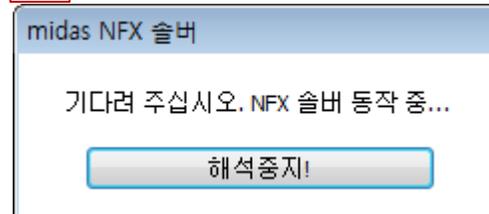
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장:
"Cable Joint_half" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

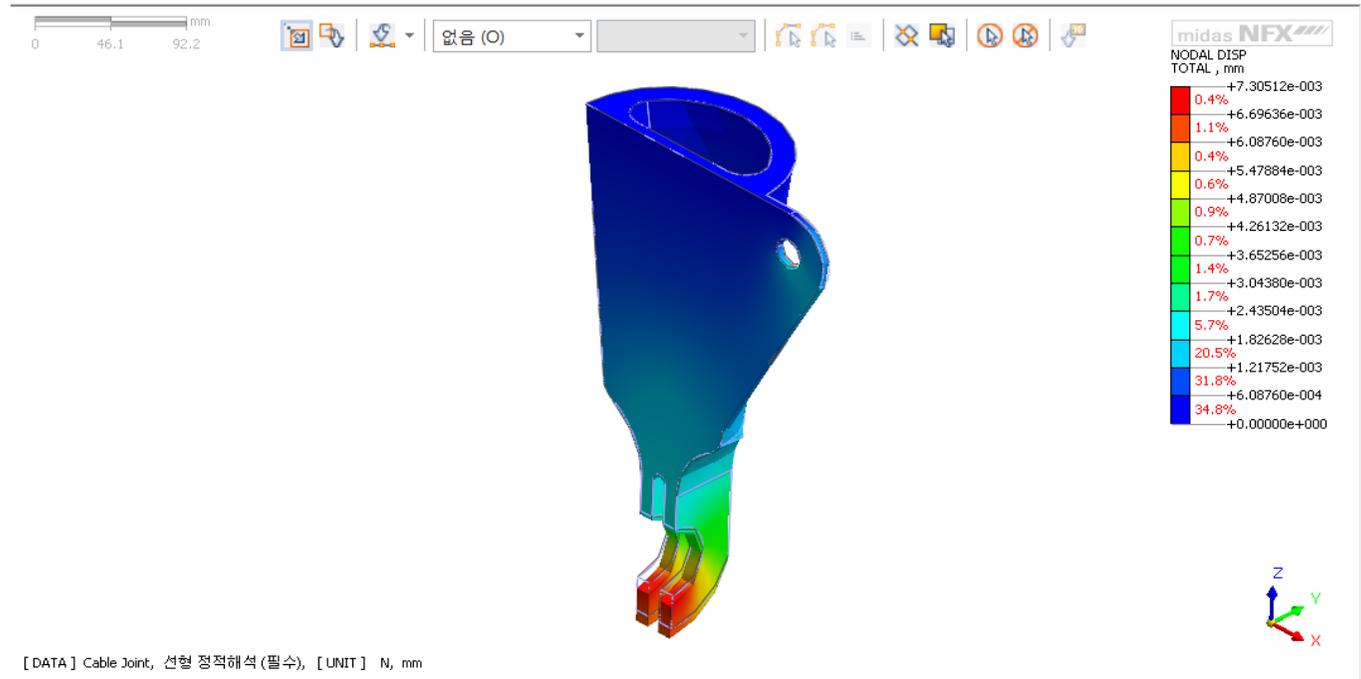
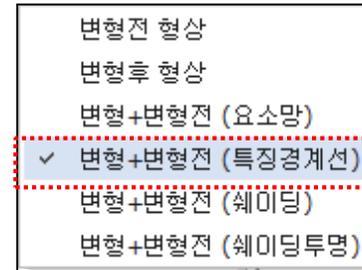
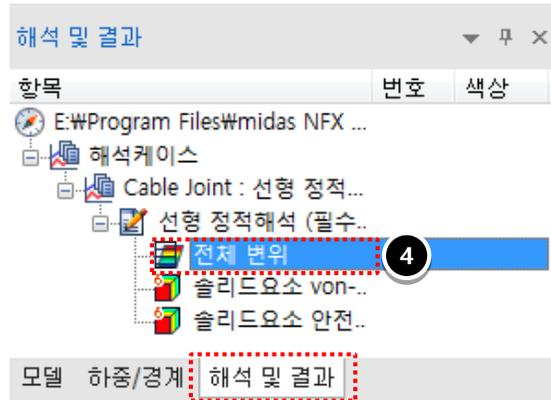


- 💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



작업순서

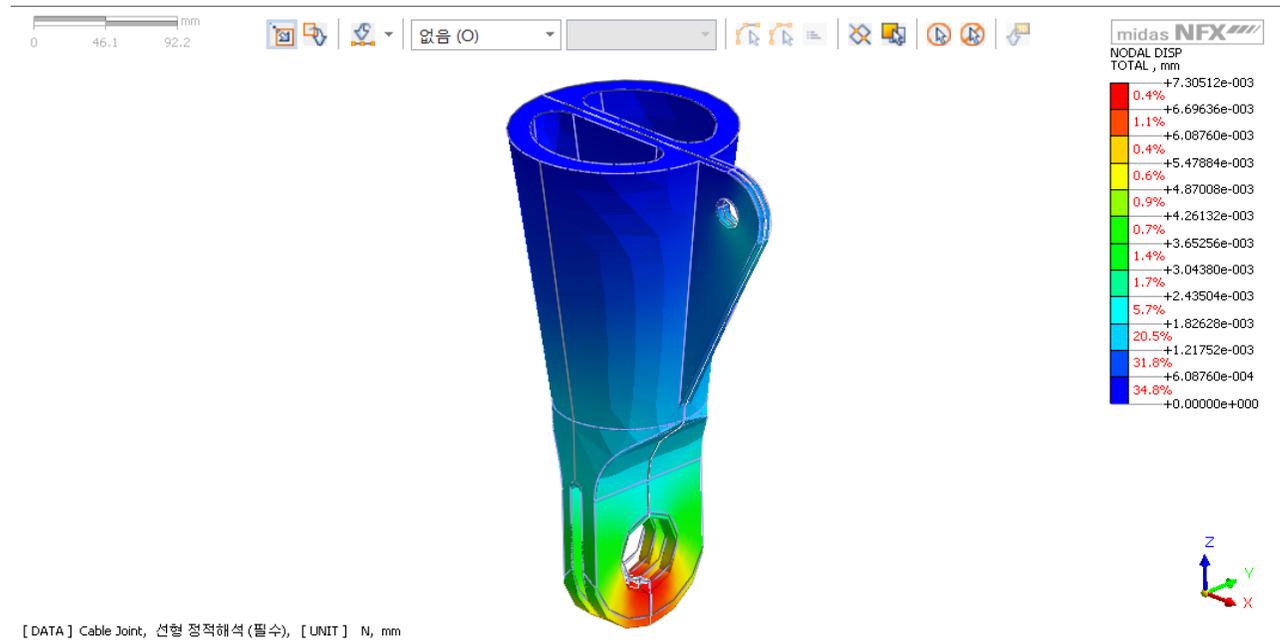
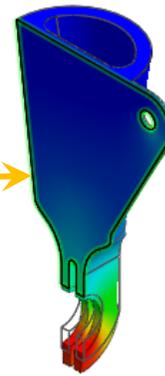
1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 변형형상 >> 변형+변형전 (특징경계선) 선택. 
3. 자동스케일(*0.5) 선택.
4. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위 더블 클릭.



-  변형된 형상과 함께 변형전의 기존 형상을 함께 표현합니다.
 변형 형상은 기본적으로 전체 모델의 크기를 기준하여 일정 비율로 스케일하여 표현됩니다.

작업순서

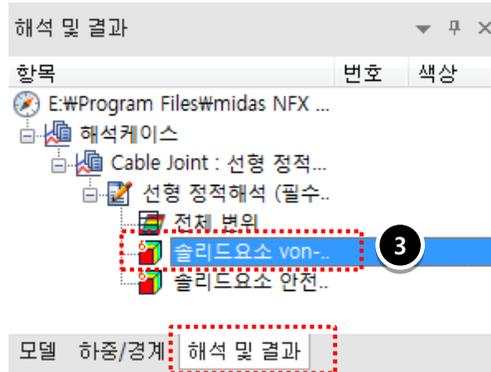
1. [대칭모델 보이기] (대칭모델 보이기) 클릭 
2. 평면 1 선택 >> 평면 선택 >>
대칭조건을 부여했던 면을 선택.
(그림참조)
3. [닫기] 버튼 클릭.



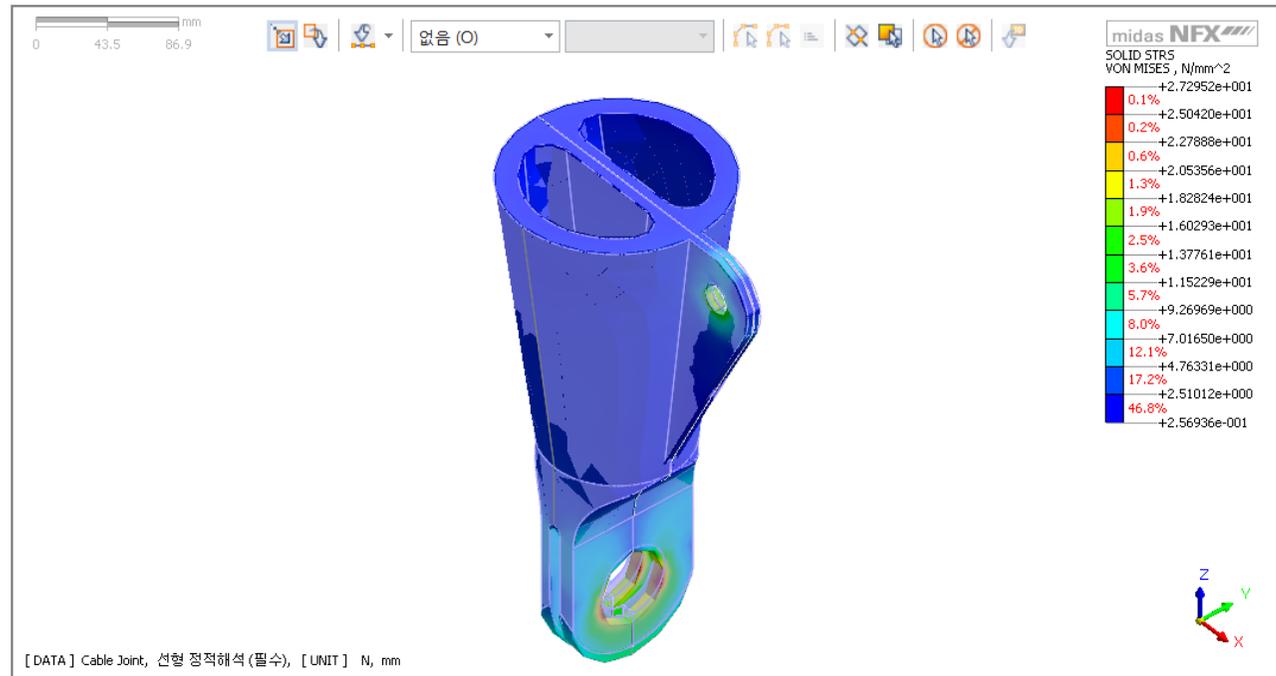
 1/2 모델을 해석한 후에 [대칭모델 보이기] 기능을 사용하여 전체모델일 때의 결과를 확인할 수 있습니다.

작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 변형형상 >> 변형+변형전 (쉐이딩 투명) 선택.
3. 해석 및 결과 작업트리에서 Von-Mises 응력 더블 클릭



- 변형전 형상
- 변형후 형상
- 변형+변형전 (요소망)
- 변형+변형전 (특징경계선)
- 변형+변형전 (쉐이딩)
- ✓ 변형+변형전 (쉐이딩투명) 2



개요

- 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Bracket.x_t

- 간략화 기능

- 필렛 삭제
- 잘못된 필렛 삭제의 예

- 경계조건과 하중조건

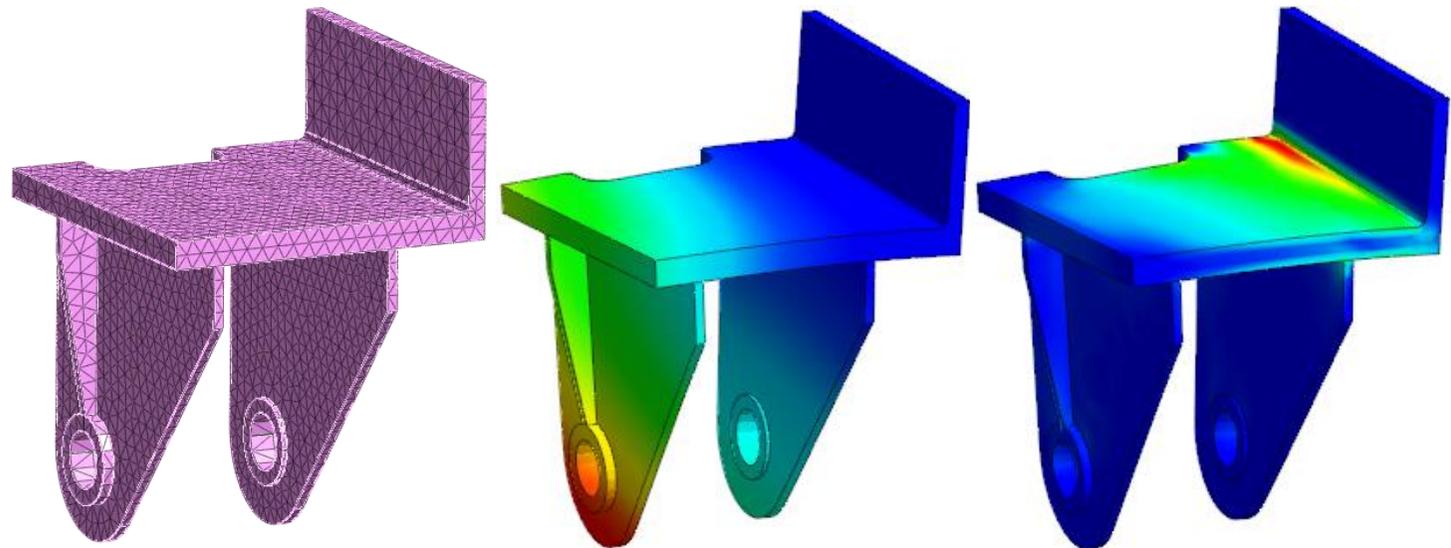
- 경계조건(고정구속)
- 베어링 하중

- 결과확인

- 전체 변위
- von-Mises 응력
- 결과값 비교

Bracket

(간략화 기능의 이해)



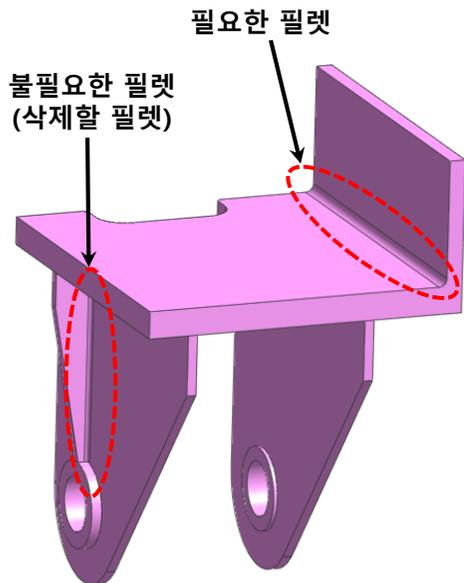
따라하기 목적

➤ 모델 간략화 기능 올바르게 사용하기

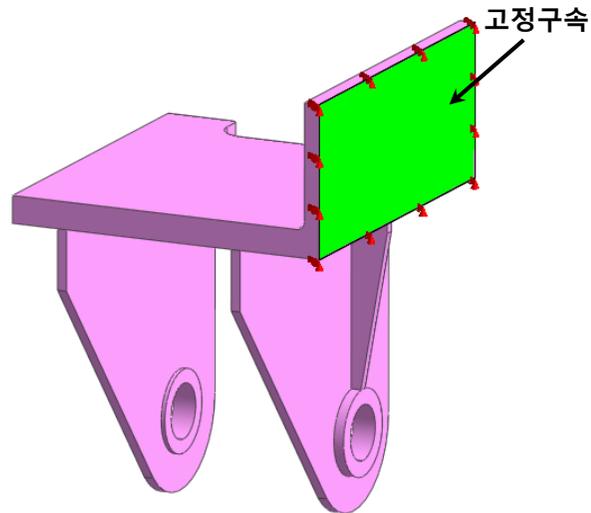
- 모델 간략화를 이용할 때에는 모든 구멍과 필릿을 무조건 삭제해서는 안되며, 역학적 거동을 고려하여 해석에 불필요한 필릿은 삭제하고, 해석에 영향을 미치는 필릿은 삭제하지 않도록 합니다.
- 필요한 필릿의 삭제 전/후의 결과를 비교해보고 타당성을 논의해봅니다.

해석 개요

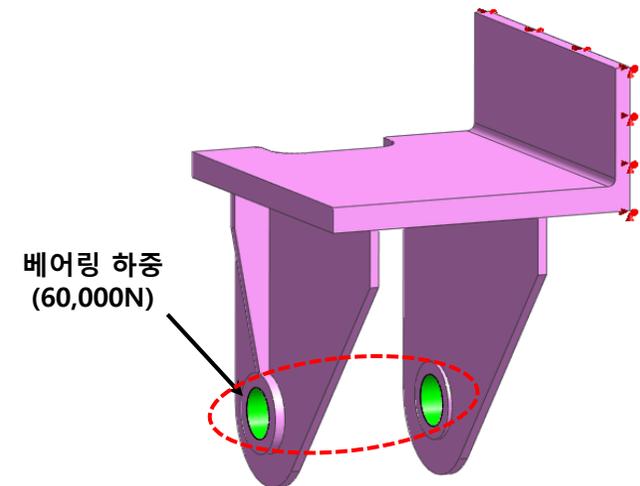
➤ 대상 모델



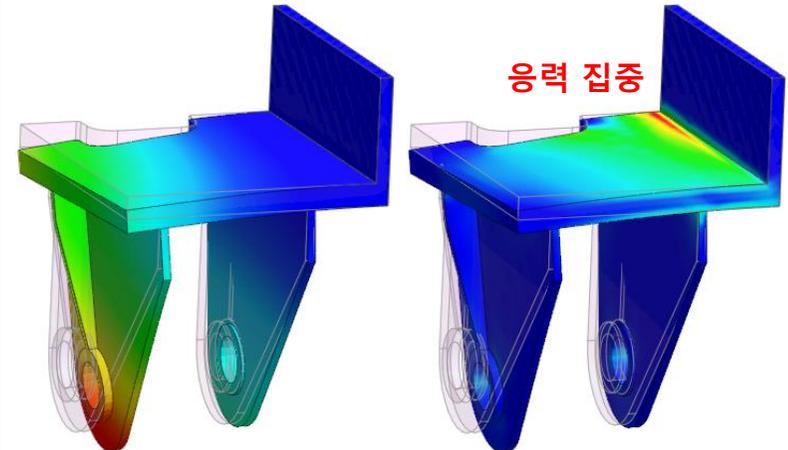
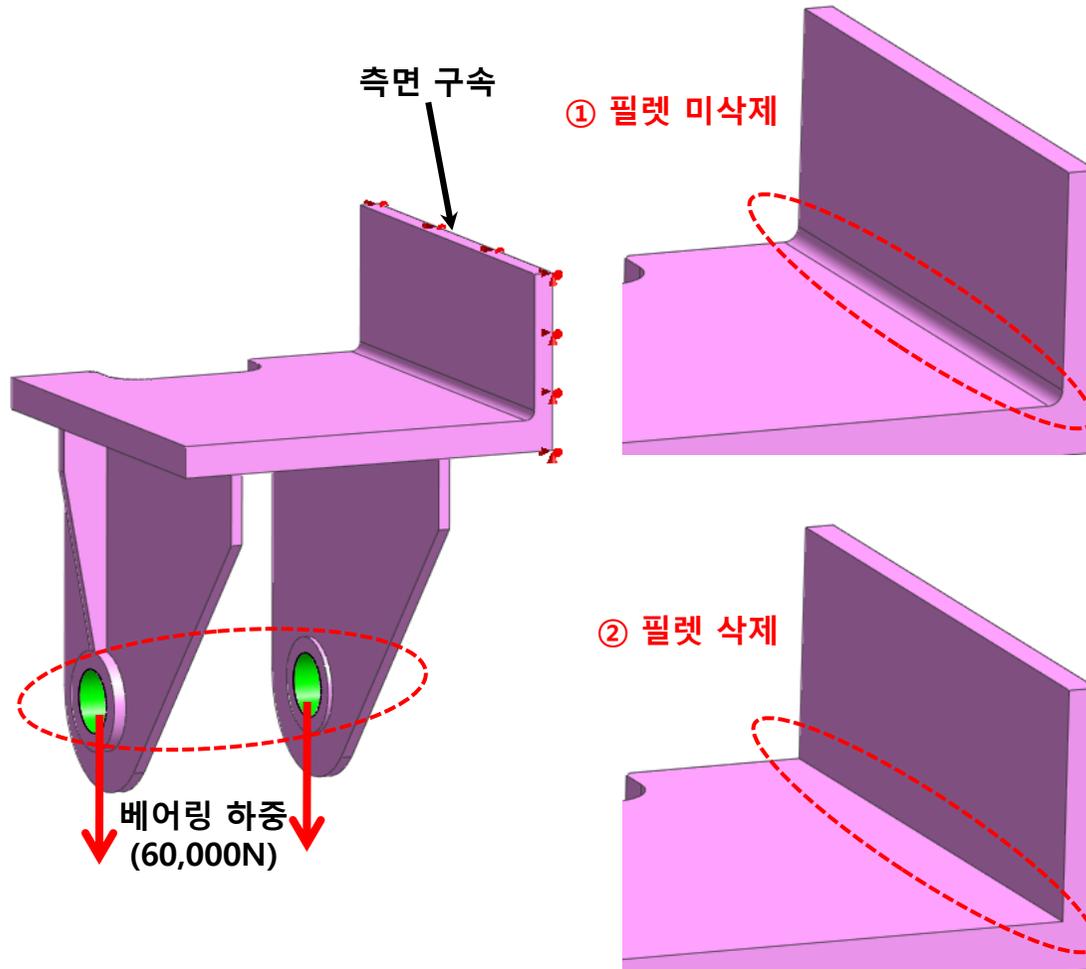
➤ 경계조건 (고정구속)



➤ 하중조건 (압력)



간략화 기능의 이해



아래 방향으로 처짐

➤ 필렛의 필요성 (역학적 거동 고려)

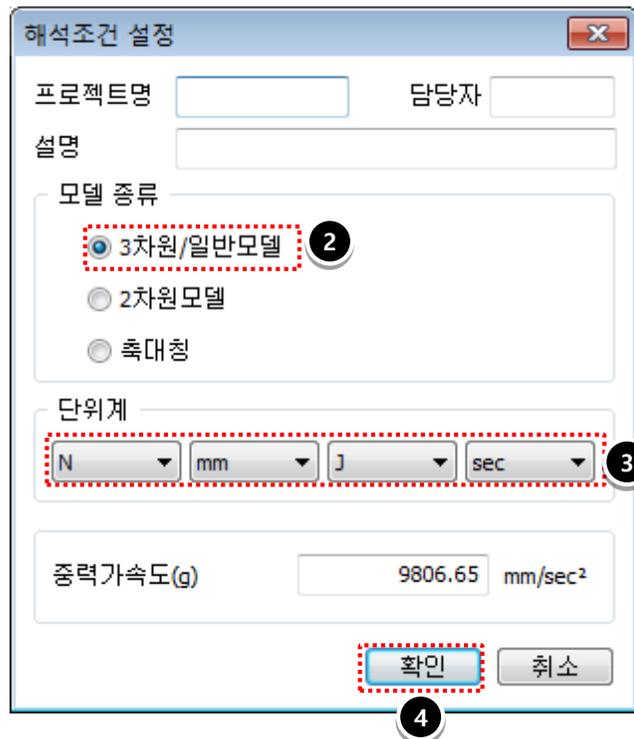
- 측면을 구속한 상태에서 수직 아래 방향으로 베어링 하중조건을 설정하면, 모델(Bracket)은 전체적으로 아래 방향으로 처지게 되고, 측면 구속된 부분에서 큰 하중이 걸리게 됩니다. 그렇기 때문에 강성 보강을 위해 설계된 필렛을 삭제하게 되면, 큰 하중에 의해 응력이 집중되고 최대 응력값도 커지게 됩니다.
- 실제 해석결과를 검토해 보아도 필렛을 삭제한 경우에 응력값이 더 크게 발생합니다. (예제의 따라하기 마지막 부분에 결과비교 자료가 있습니다.)
- 모델 간략화를 할 때에는 하고자 하는 해석의 역학적 거동을 고려하여 주의 깊게 구멍이나 필렛을 삭제해야 합니다.

작업순서

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

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

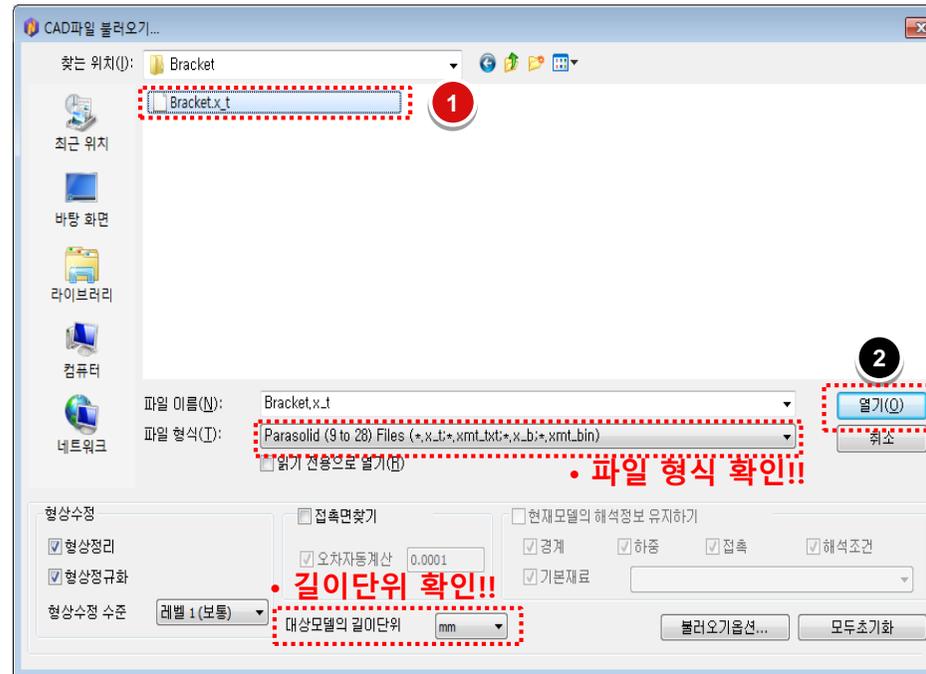
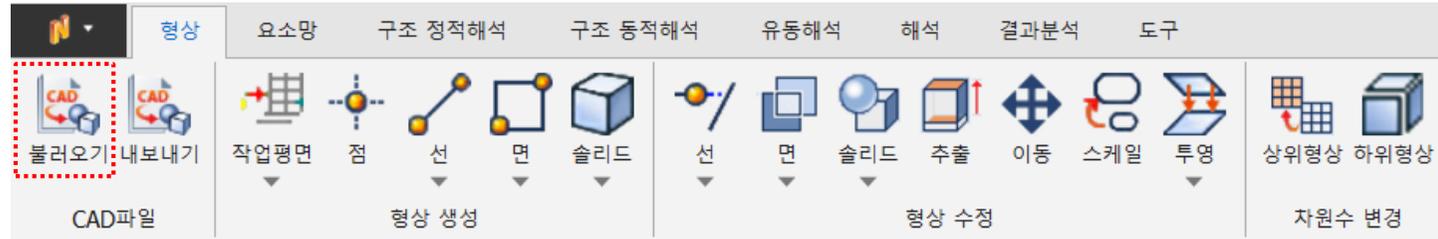
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

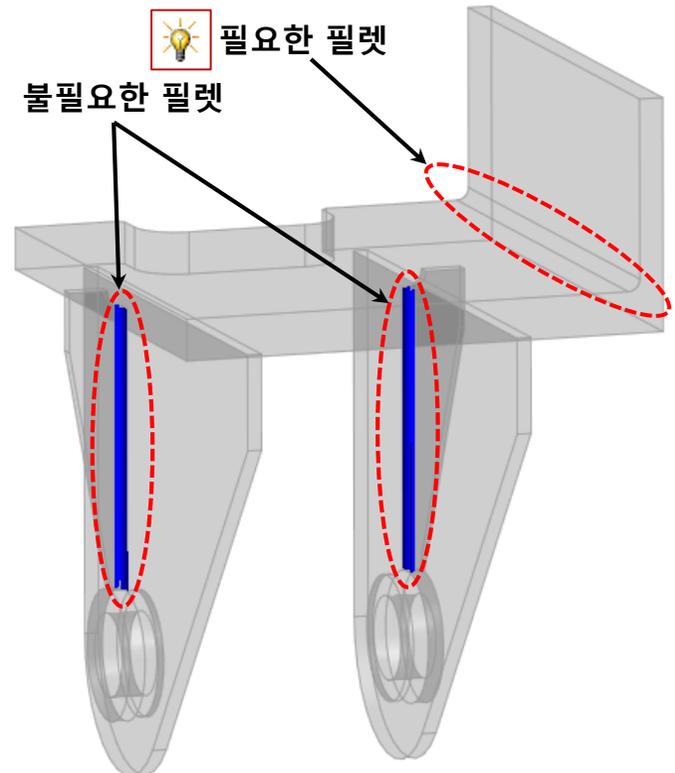
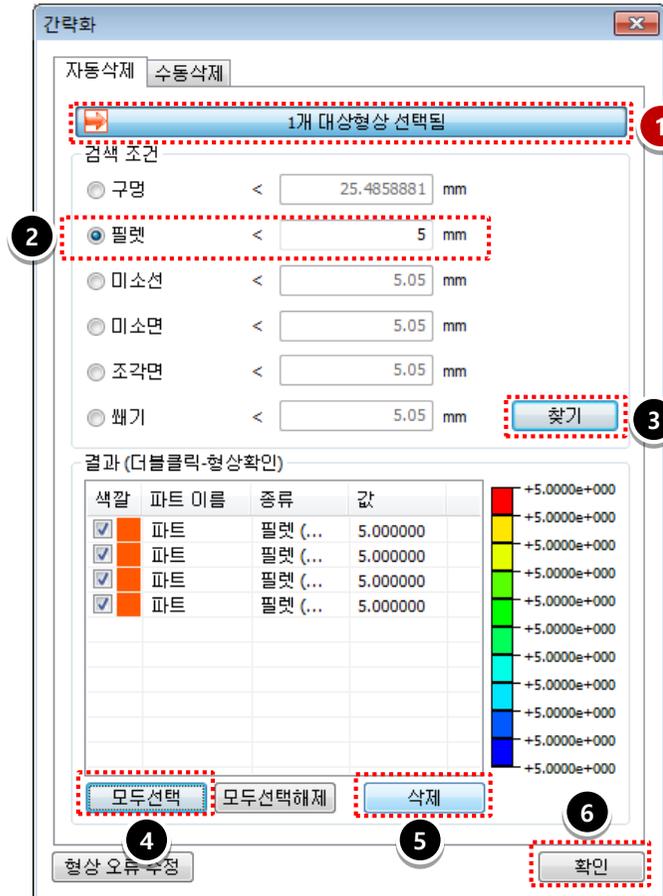
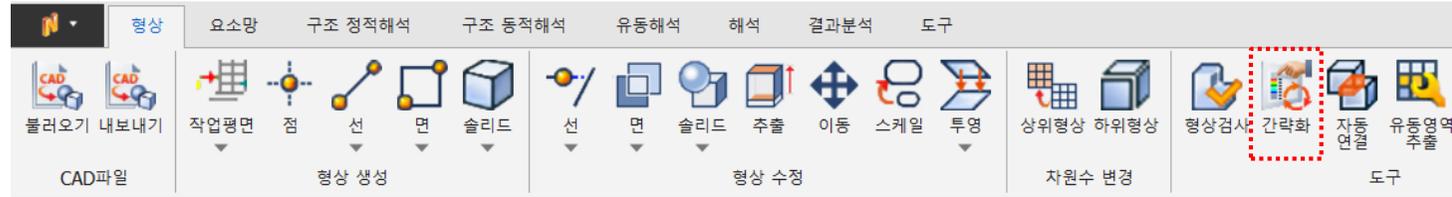
1. 모델 선택: Bracket.x_t 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의
ManualsWTutorialsWmidas NFX
WFilesW 폴더 안에 따라하기의 모델
들이 있습니다.



작업순서

1. 대상 선택: 전체 모델(1개) 선택.
2. 필렛(반경): "5" 입력 
3. [찾기] 버튼 클릭.
4. [모두선택] 버튼 클릭.
5. [삭제] 버튼 클릭.
6. [확인] 버튼 클릭.



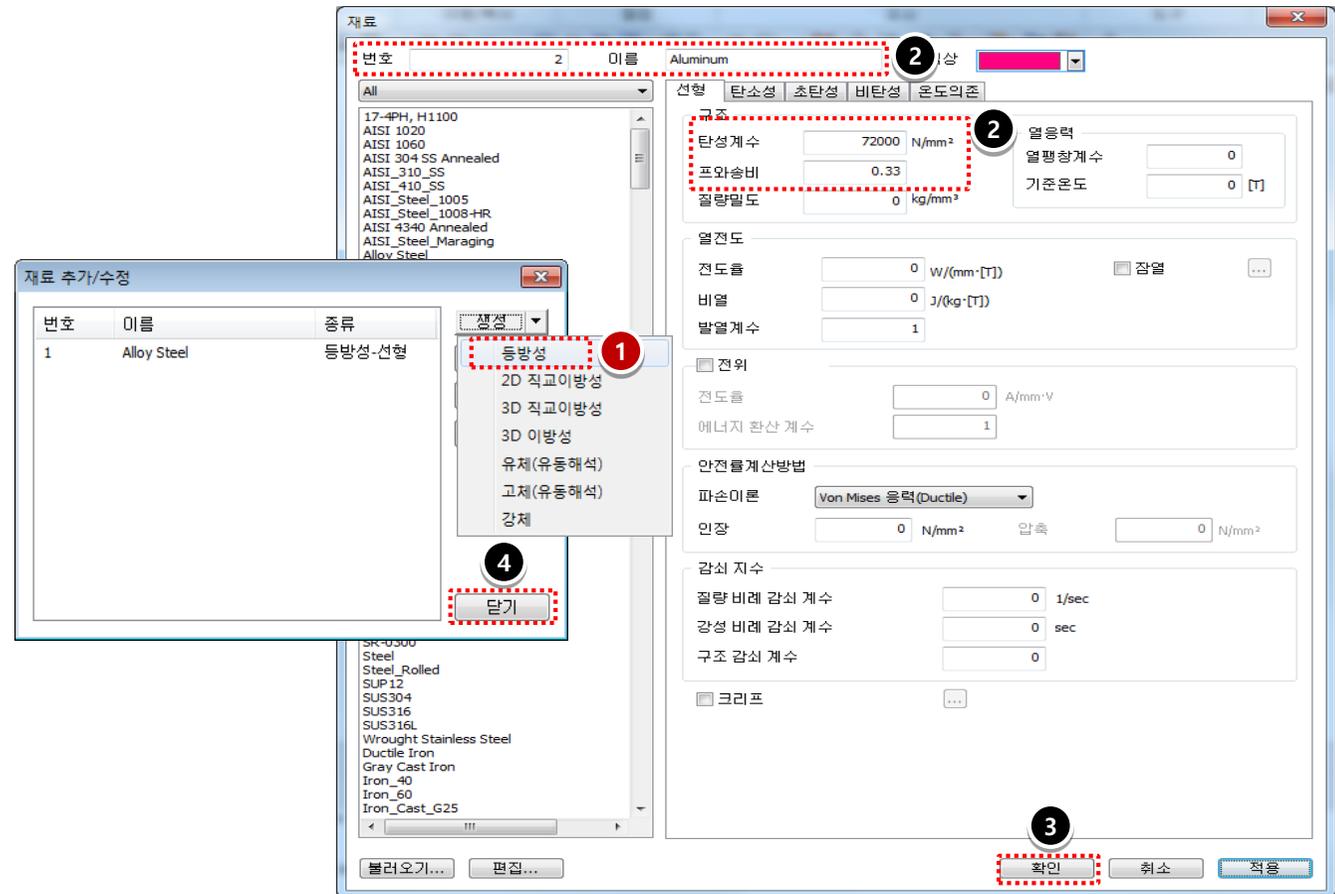
 해석상 불필요한 필렛을 삭제합니다.
불필요한 필렛 4면을 삭제하고 해석상
필요한 필렛은 삭제하지 않습니다.

작업순서

1. 생성 >> 등방성 클릭
2. 재질입력

번호	2
이름	Aluminum
탄성계수	72000 (N/mm ²)
프와송비	0.33

3. [확인] 버튼 클릭.
4. [닫기] 버튼 클릭

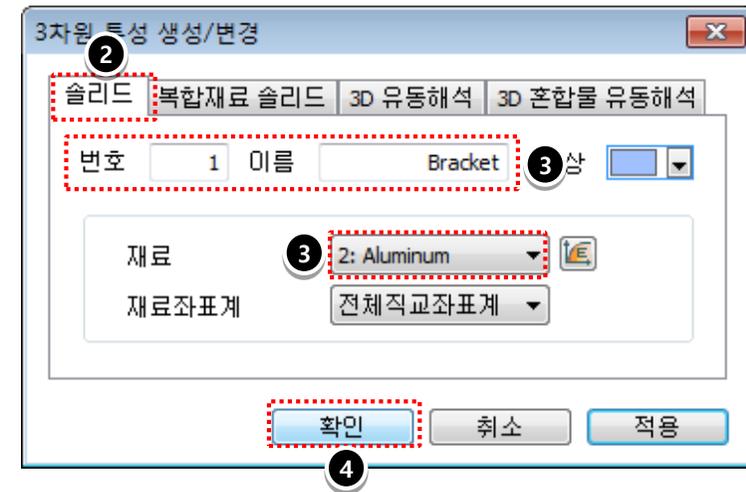


작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [솔리드] 탭 선택..
3. 특성입력

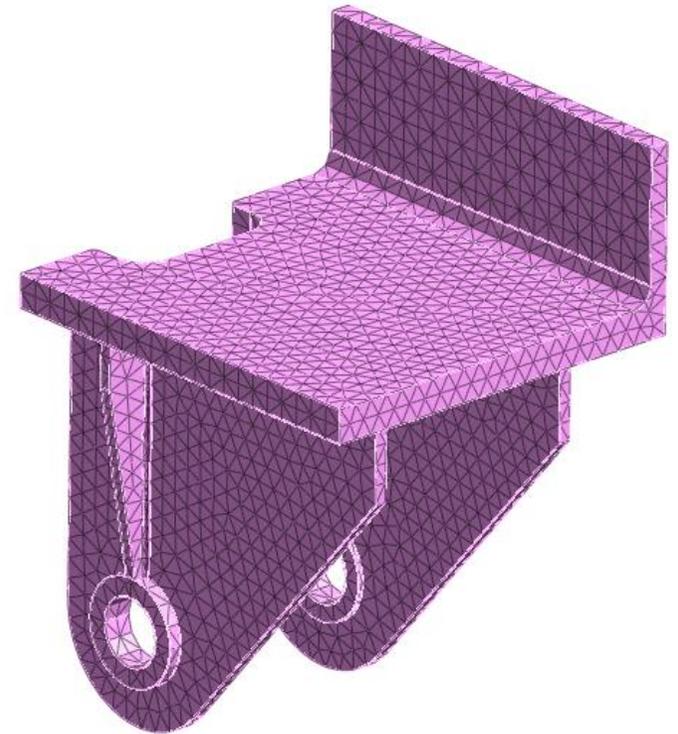
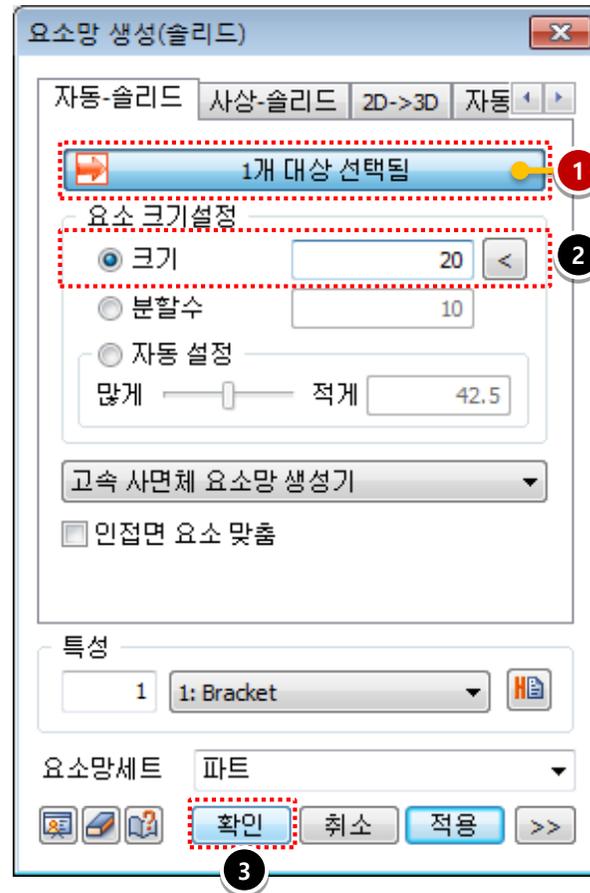
번호	1
이름	Bracket
재질	2: Aluminum

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭



작업순서

1. 대상 선택: 모델(1개) 선택.
2. 크기: 20 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.

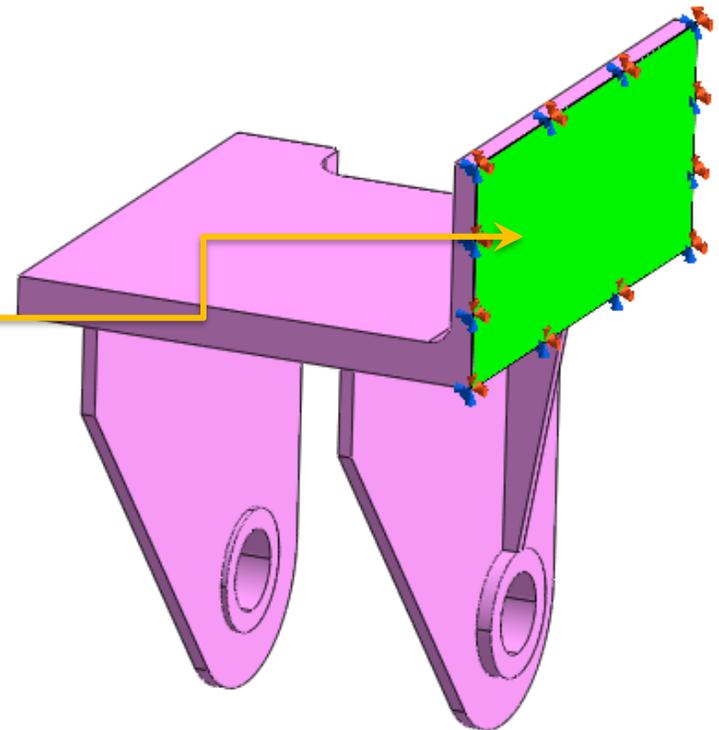
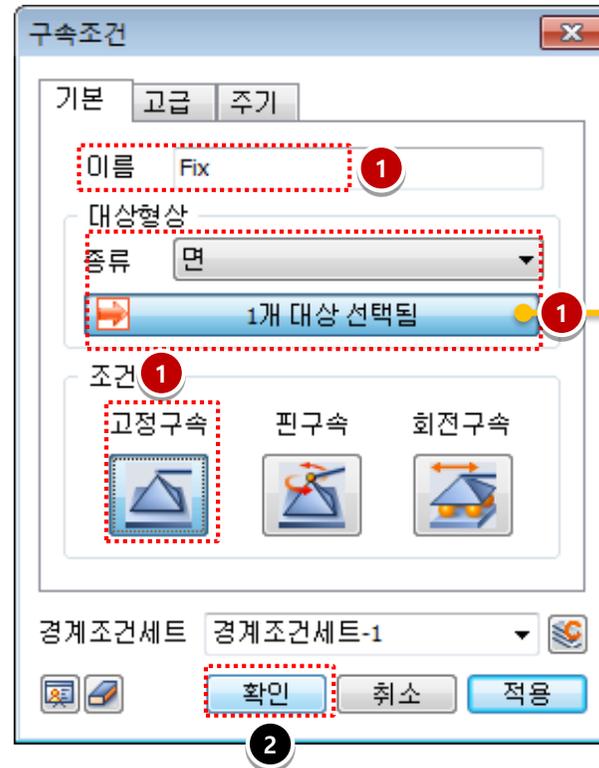
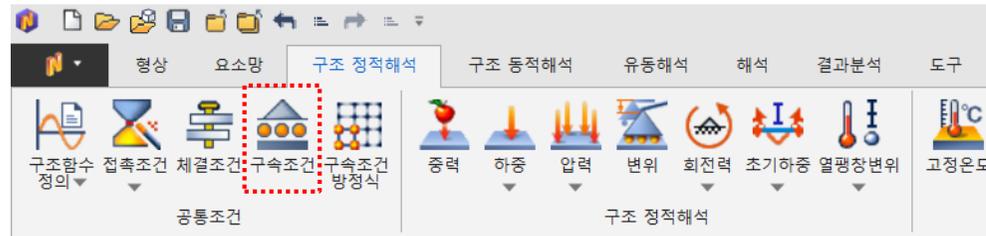


작업순서

1. 구속조건 입력

이름	Fix
대상종류	면
대상선택	1개 선택(그림참조)
조건	고정구속 

2. [확인] 버튼 클릭



 **고정구속:** X,Y,Z 병진자유도 및 회전 자유도 구속

핀구속: X,Y,Z 병진자유도만 구속

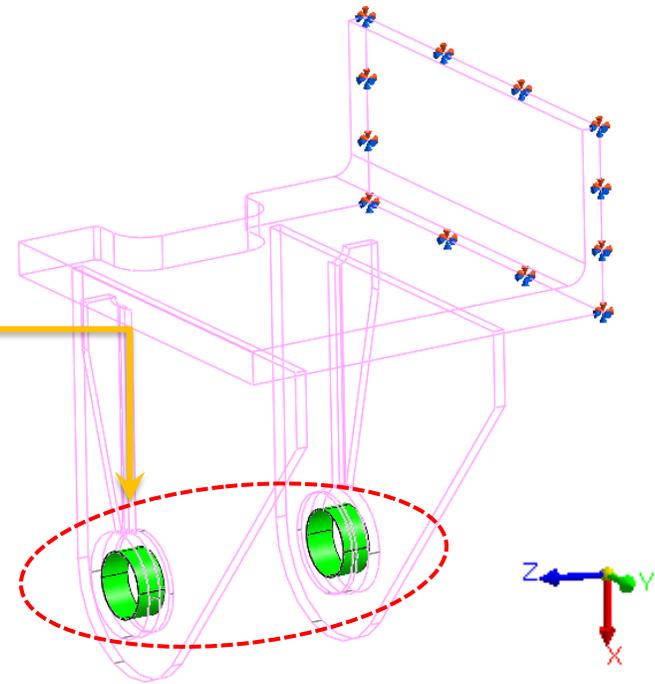
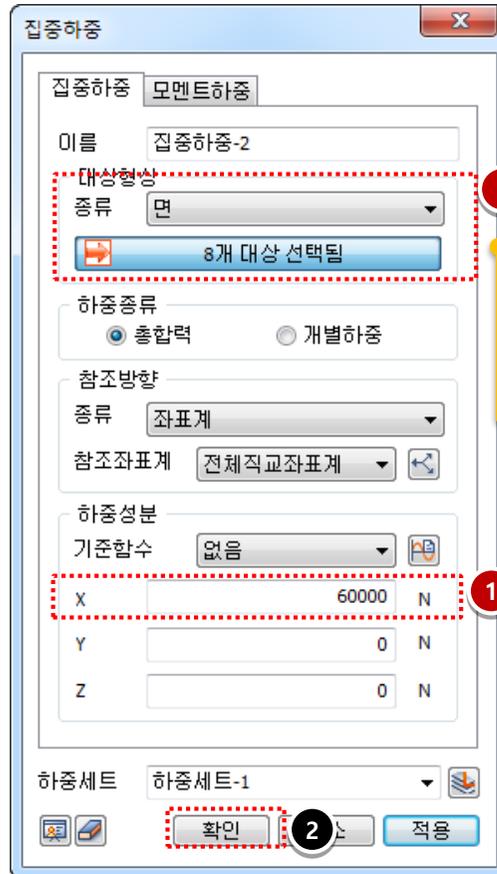
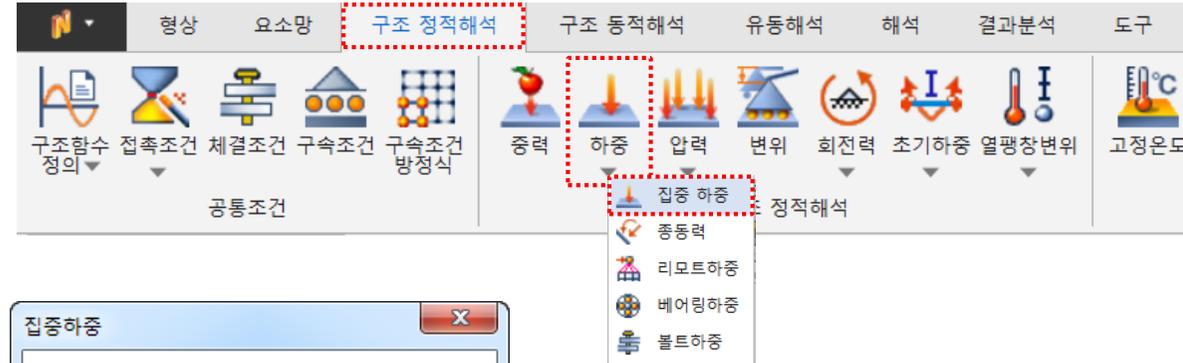
※ 솔리드 모델에서는 회전자유도가 없기 때문에 **핀구속** 조건으로도 모든 자유도가 구속됩니다.

작업순서

1. 베어링하중 입력

이름	집중하중
대상종류	면
대상선택	8개 선택(그림참조)
크기(X축)	60000 (N)

2. [확인] 버튼 클릭.



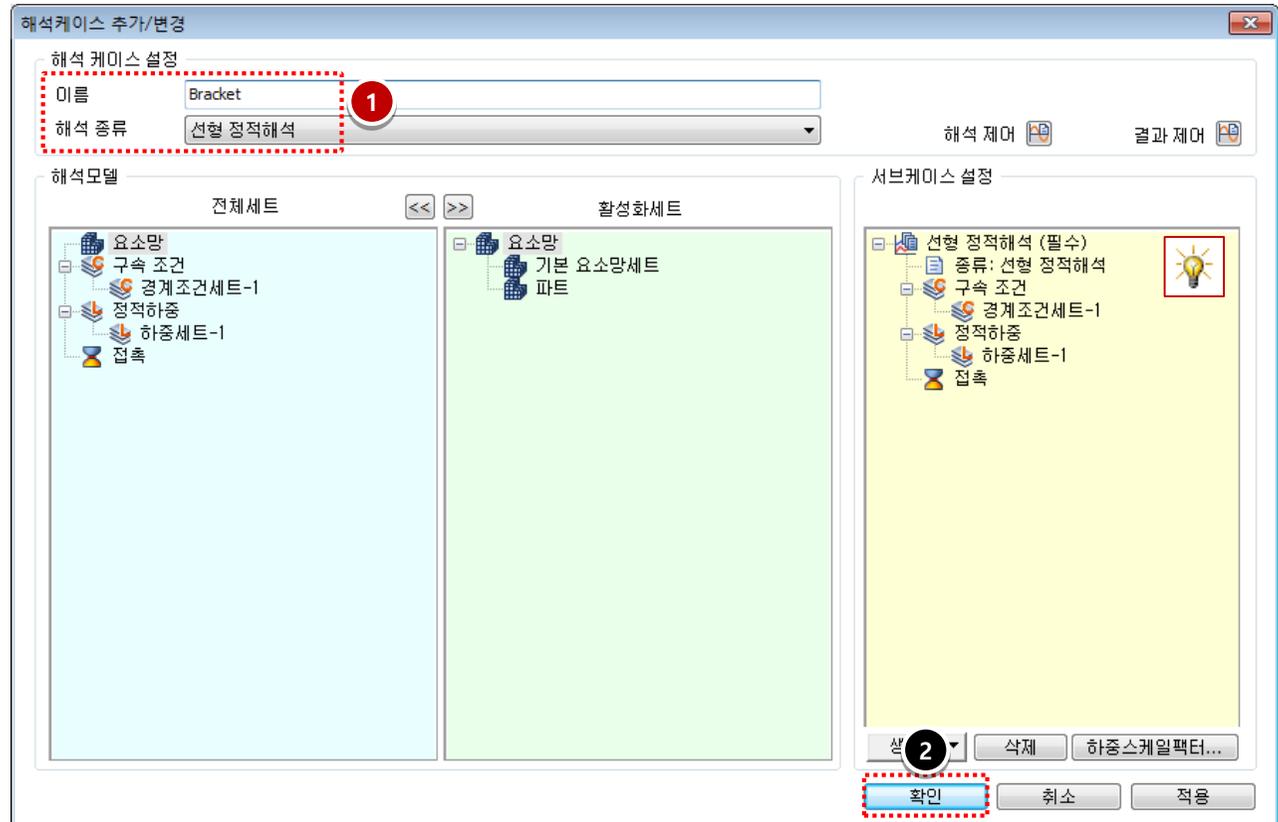
💡 X방향(수직 아래방향)으로 베어링 하중 조건이 설정됩니다.
 집중하중은 하중방향에 수직인 면에 1, 하중방향과 평행인 면에는 0이 되도록 sine함수에 따라 하중이 입력됩니다.

작업순서

1. 이름: "Bracket" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

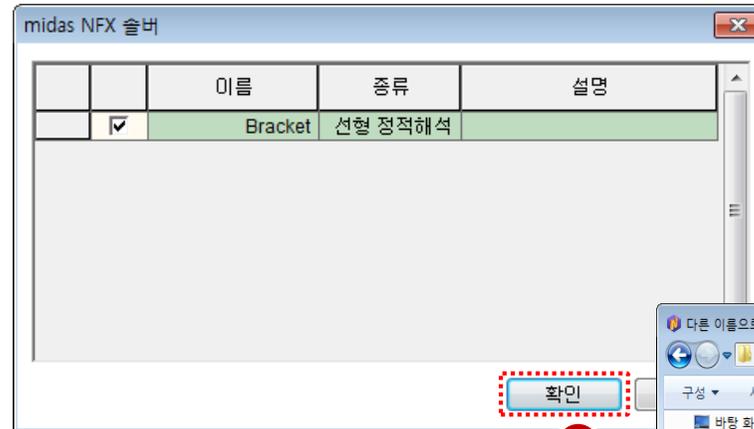
2. [확인] 버튼 클릭.



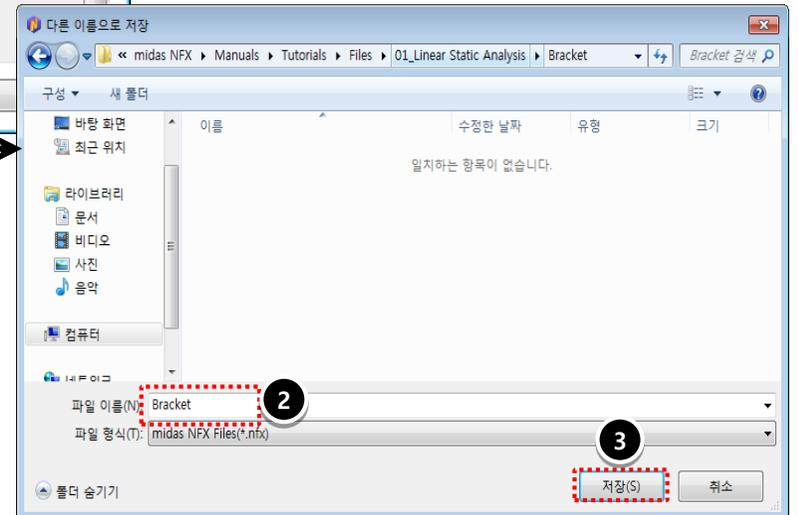
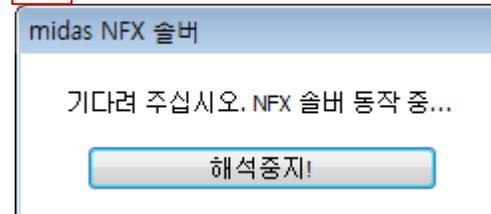
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Bracket" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

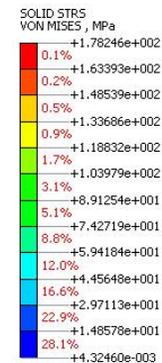
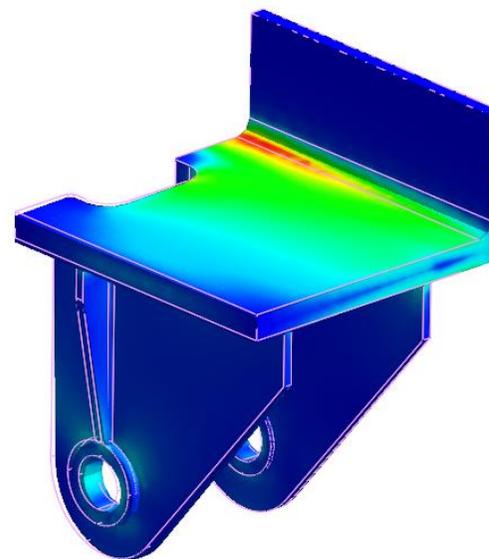
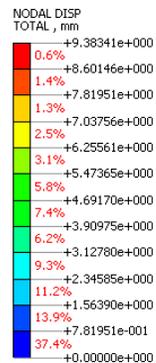
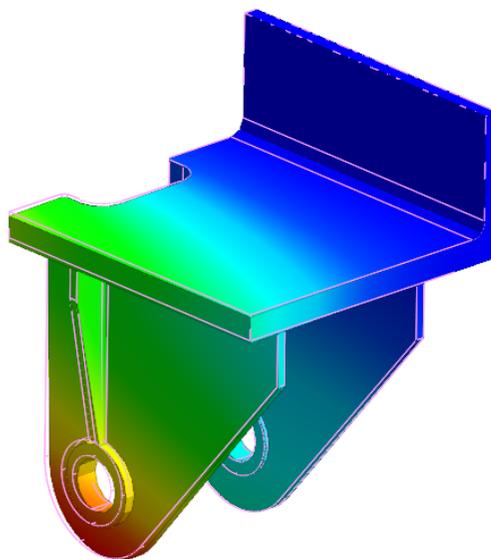
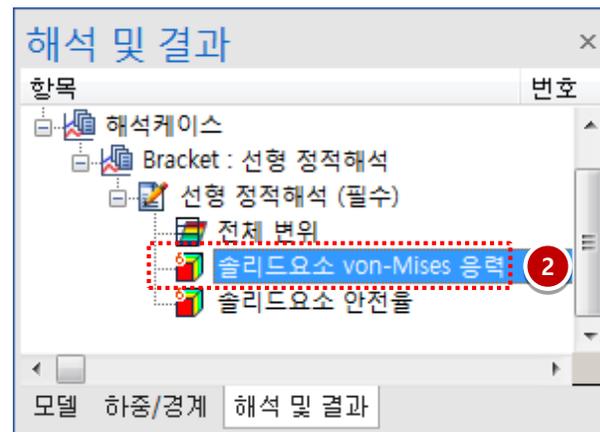
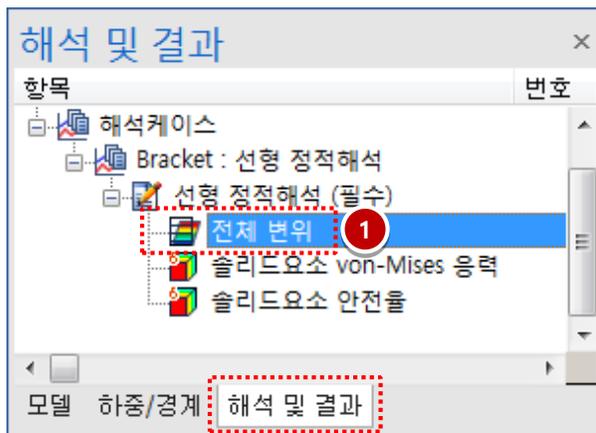


💡 해석을 실행하면 midas NFX 솔버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



작업순서

1. 해석 및 결과 작업트리에서
전체 변위 더블 클릭.
2. 솔리드요소 von-mises 응력을
더블 클릭

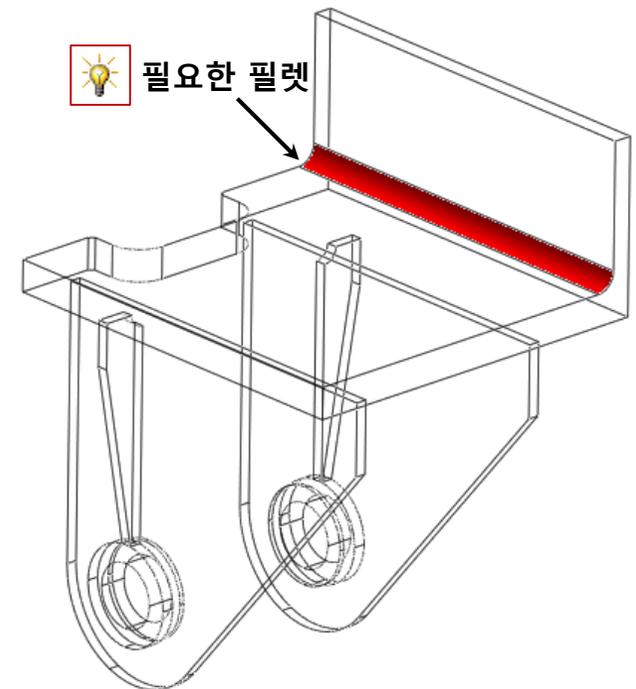
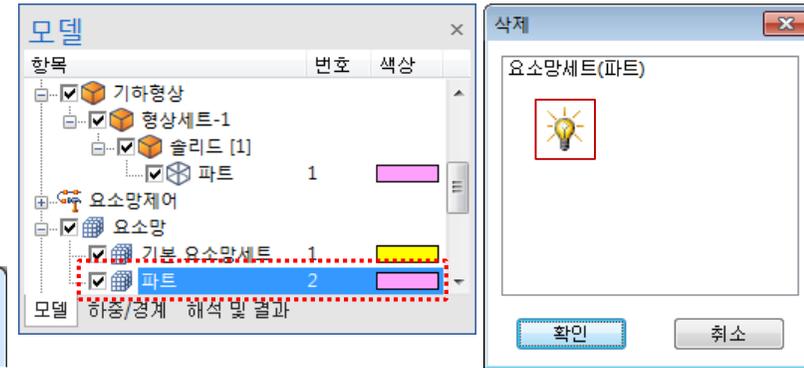
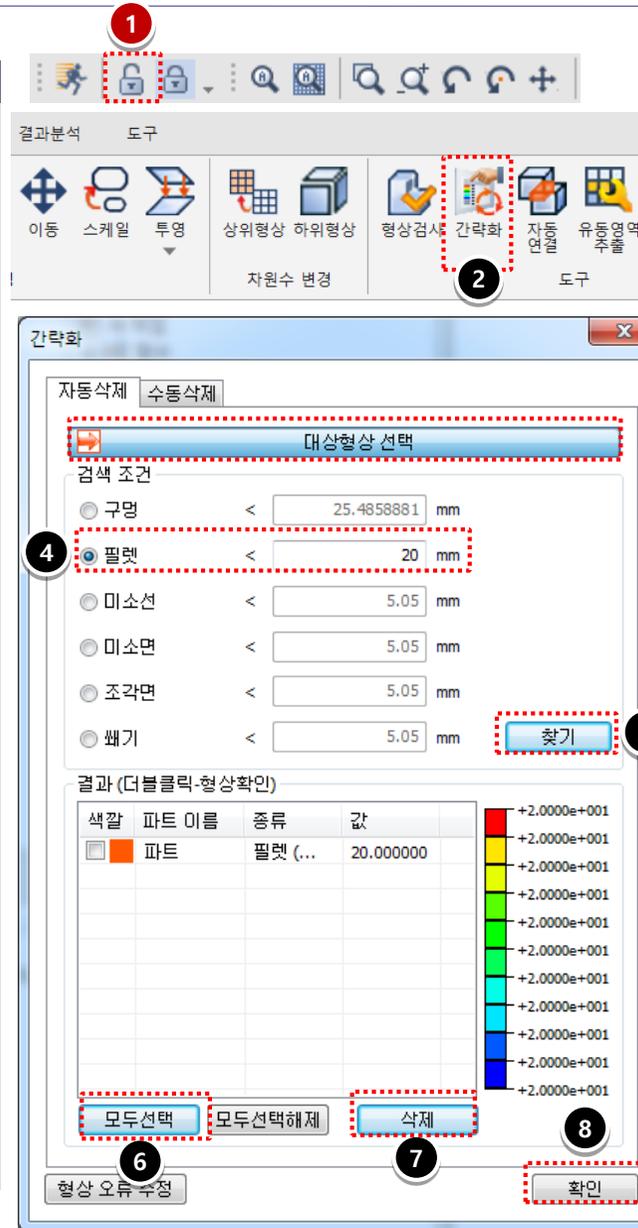


작업순서

1. [🔒] (전처리 모드) 클릭.
2. 형상 >> 간략화 클릭.
3. 대상 선택: 모델(1개) 선택.
4. 필렛(반경): "20" 입력.
5. [찾기] 버튼 클릭.
6. [모두선택] 버튼 클릭.
7. [삭제] 버튼 클릭.
8. [닫기] 버튼 클릭.

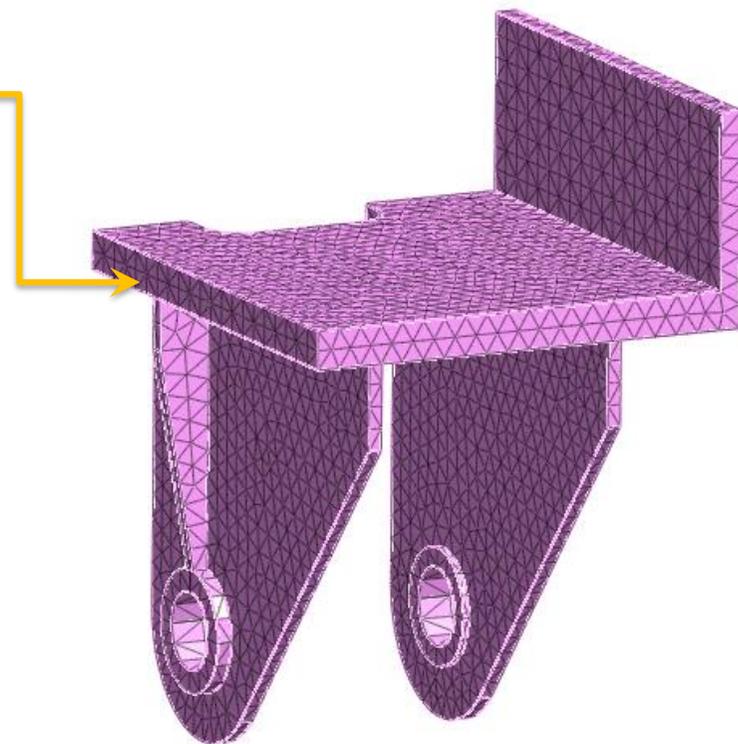
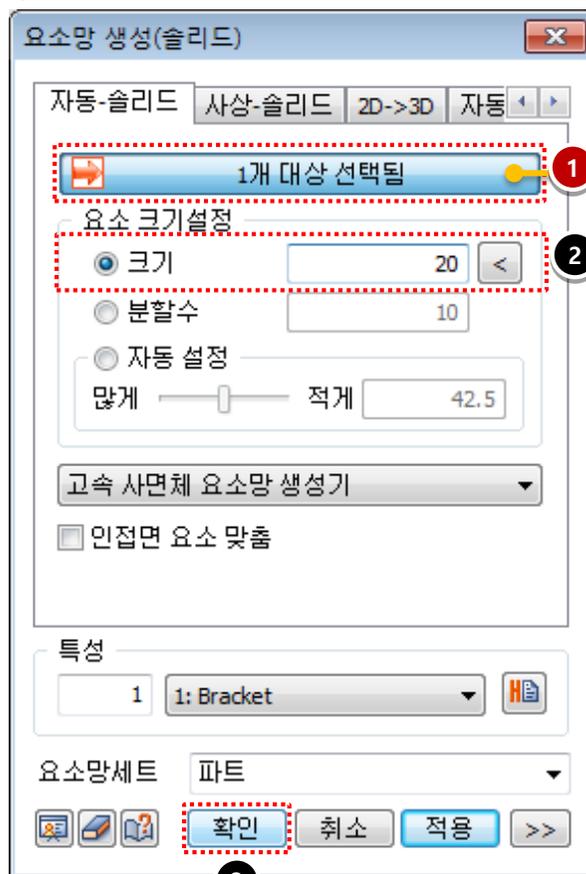
💡 모델 간략화 작업을 하기 전에 기존에 생성된 요소망세트를 작업트리에서 선택한 후에 [Delete]키를 눌러 반드시 삭제하셔야 합니다.

💡 필요한 필렛을 삭제하여 삭제하기 전 해석 결과와 비교해 봅니다. 해석에 영향을 주는 필렛을 삭제할 경우 결과에 어떠한 영향을 주는지 살펴보도록 합니다.



작업순서

1. 대상 선택: 모델(1개) 선택.
2. 크기: 20 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.



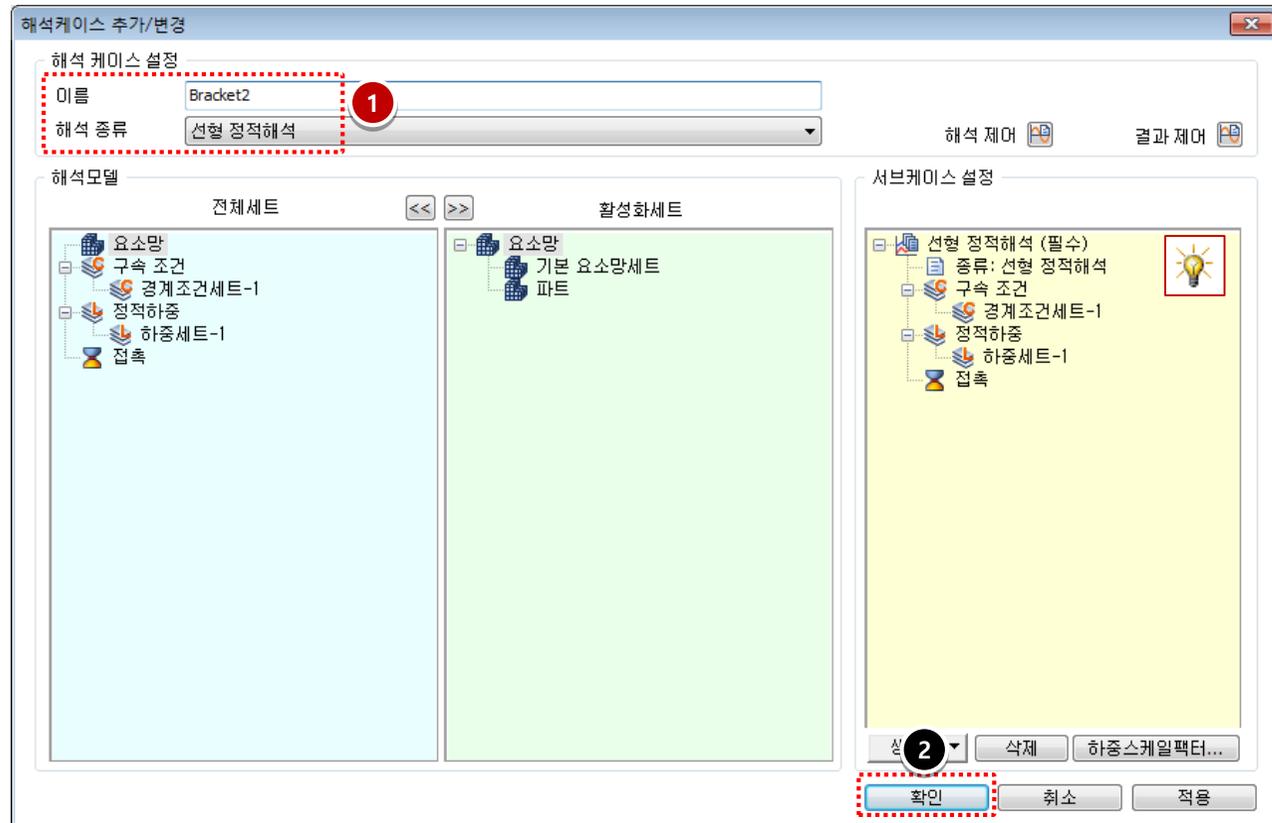
💡 모델 형상이 변경되었으므로 이전 요소망을 삭제하고 요소망을 다시 생성합니다.
경계조건과 하중조건(압력)을 설정한 면은 변경되지 않기 때문에 다시 설정할 필요가 없습니다.

작업순서

1. 이름: "Bracket2" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

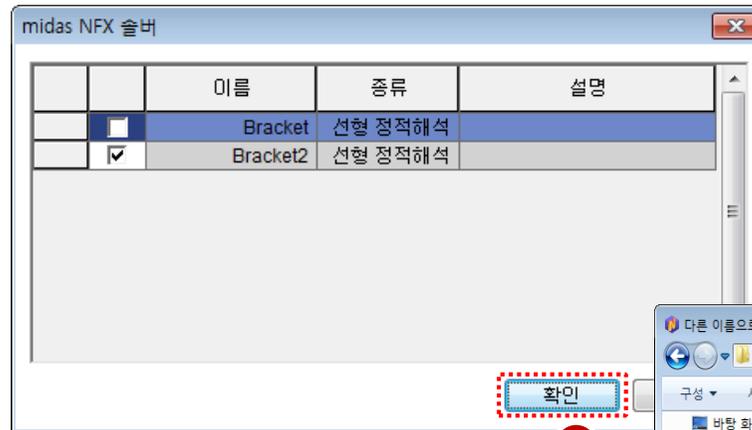
2. [확인] 버튼 클릭.



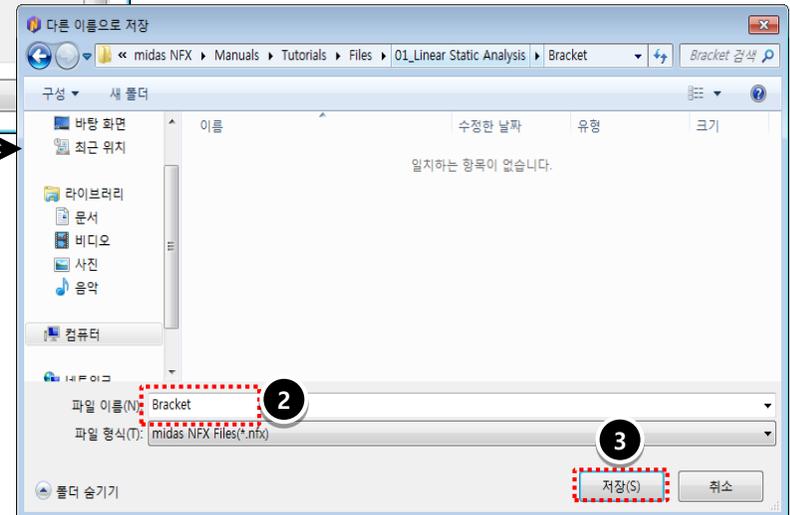
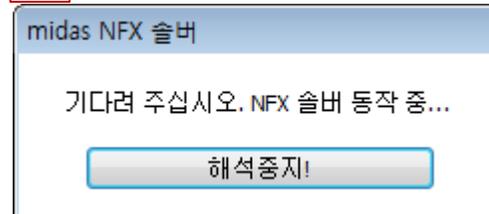
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Bracket2" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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



작업순서

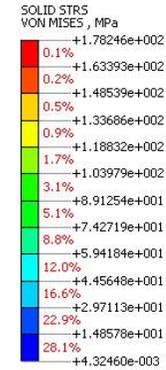
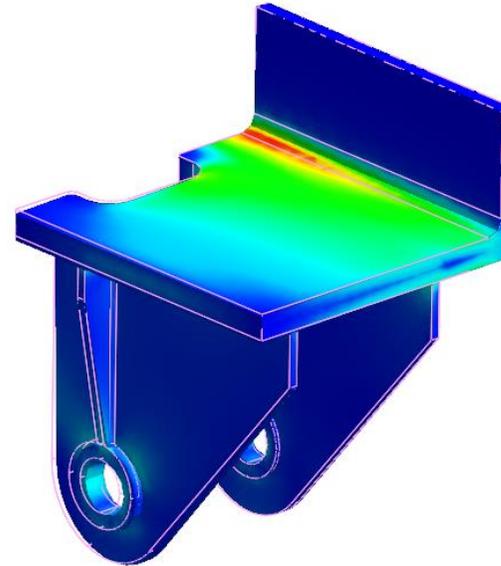
1. 해석 및 결과 작업트리에서

Von-Mises 응력 더블 클릭.

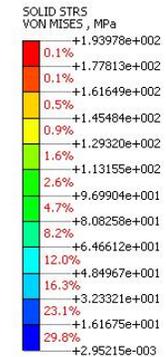
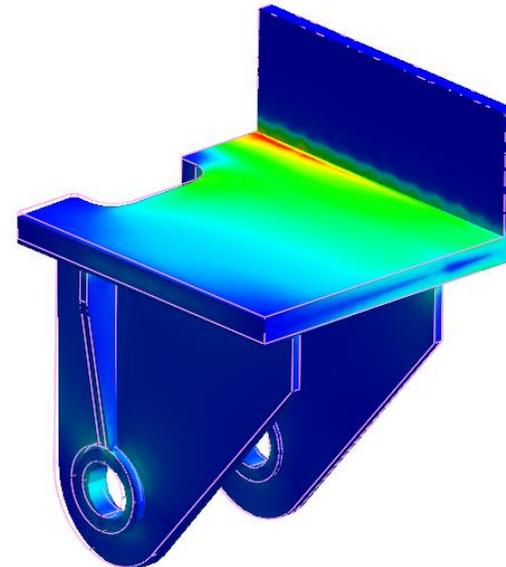
(Bracket-2 항목에서 클릭 합니다.)

- ★ 해석에 영향을 미치는 필렛이 삭제되어 필렛 보강에 의한 효과가 사라져서 응력이 더 크게 발생한 것입니다.
- 모델 간략화 기능 사용 시에는 이렇게 역학적인 거동을 생각하여 해석에 영향을 미치는 구멍이나 필렛은 삭제하지 않도록 합니다.

① 필요한 필렛을 삭제하기 전의 von-Mises 응력 : **178 MPa**



① 필요한 필렛을 삭제한 후의 von-Mises 응력 : **194 MPa**



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 등방성 탄성 재료

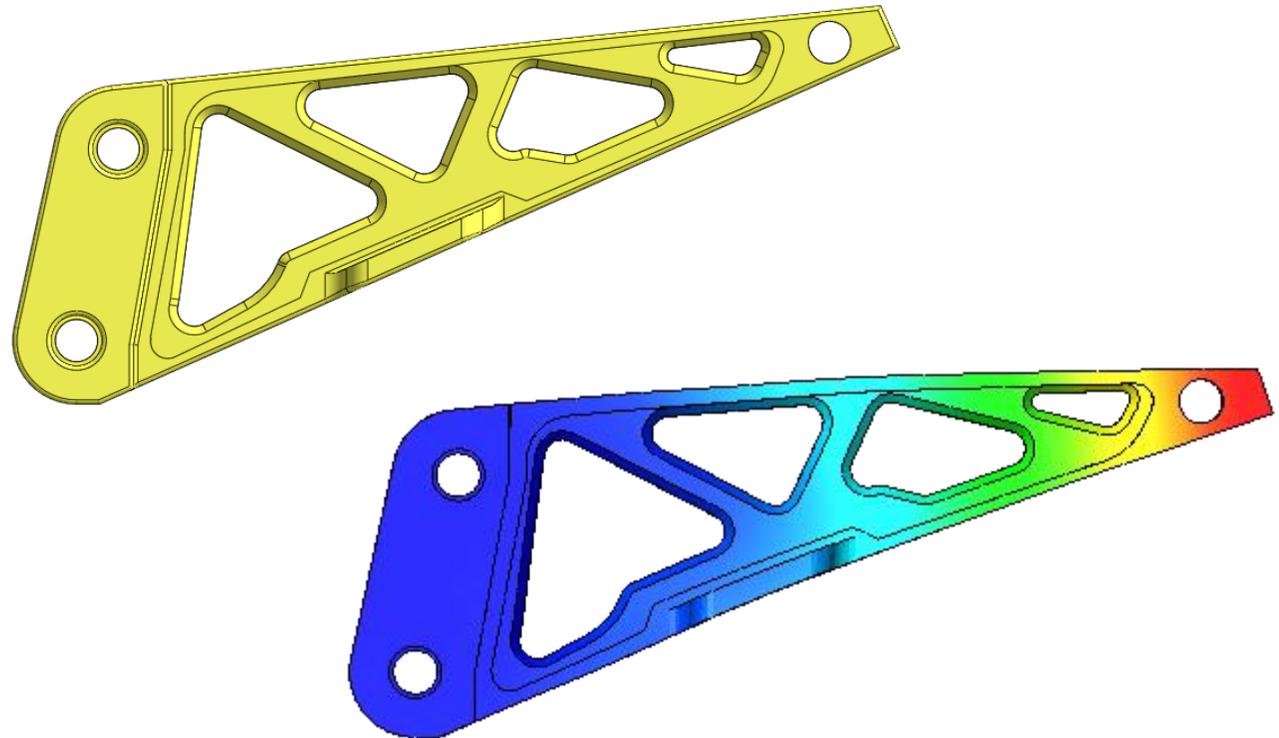
➤ 경계조건과 하중조건

- 집중하중
- 경계조건(고정구속)

➤ 결과확인

- 전체 변위, von-Mises 응력
- 결과값 태그

Hanger



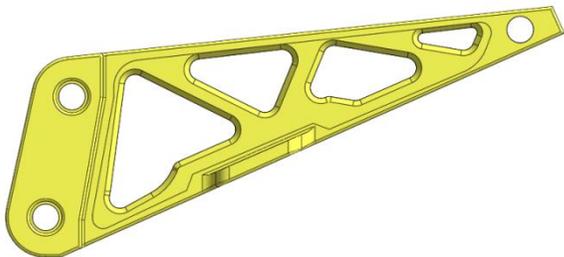
따라하기 목적

➤ 강체요소 사용하기

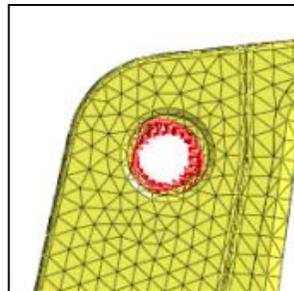
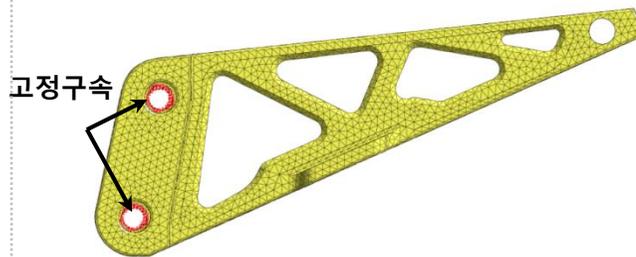
- 절점들을 강체로 연결하면 마스터 절점에 조건을 부여하여 거동을 손쉽게 제어할 수 있습니다.
- 본 따라하기에서는 원통면 내의 절점들을 강체로 연결하여 하중을 부여하는 방법에 대해 습득하도록 합니다.

해석 개요

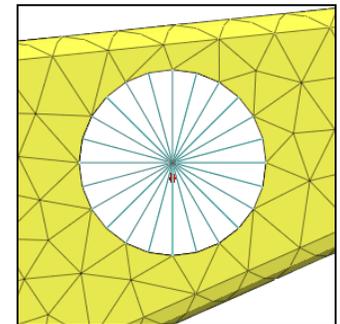
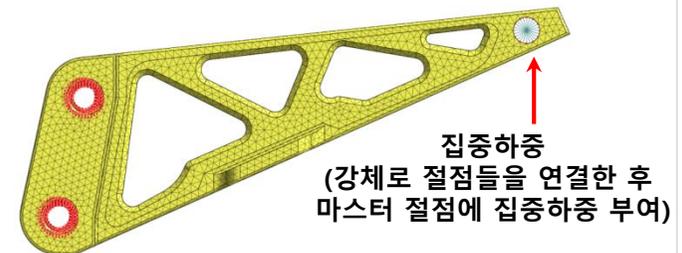
➤ 대상 모델



➤ 경계조건 (고정구속)



➤ 하중조건 (집중하중)

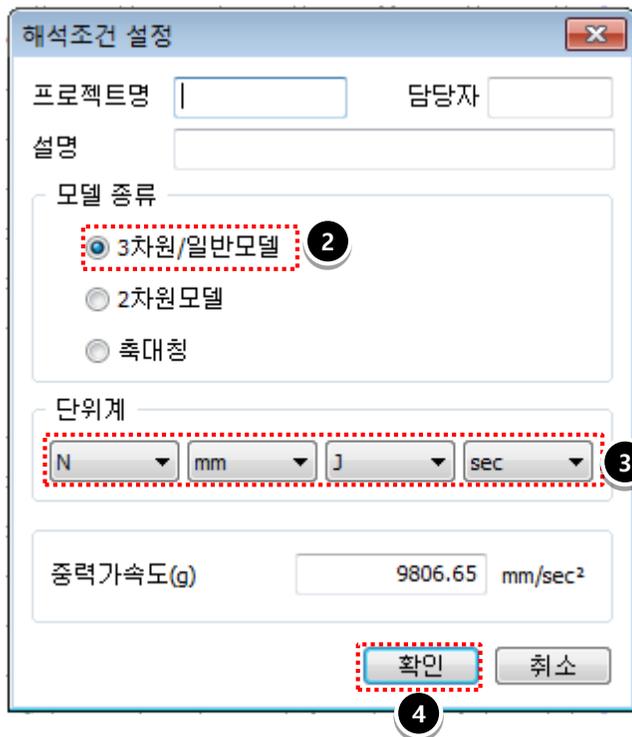


작업순서

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 가이드 감추기] 선택.

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

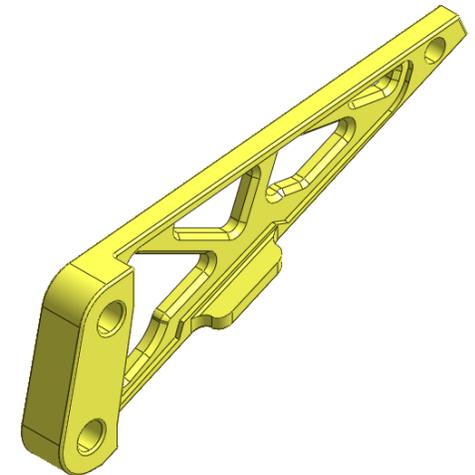
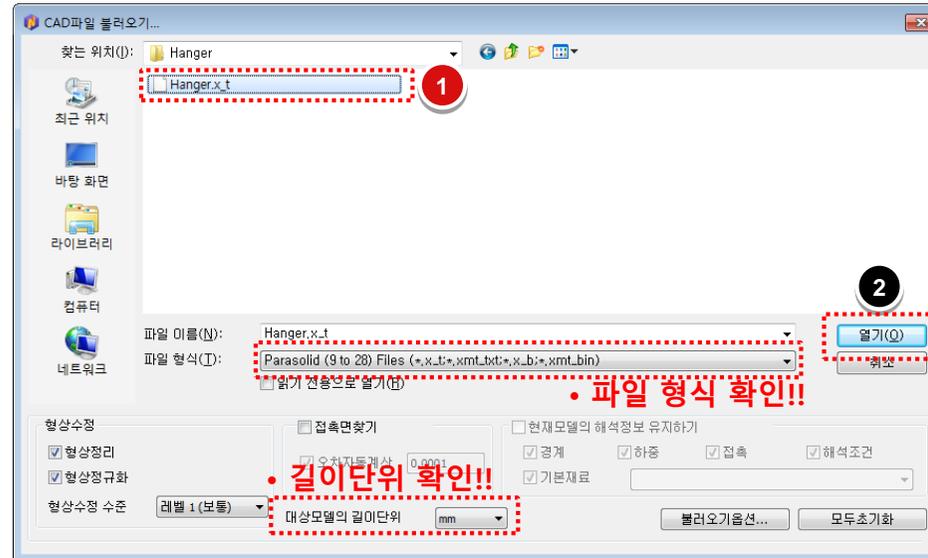
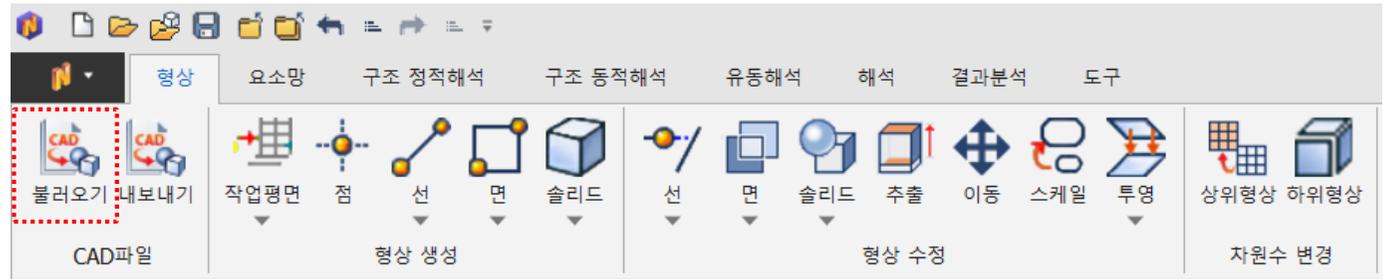
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

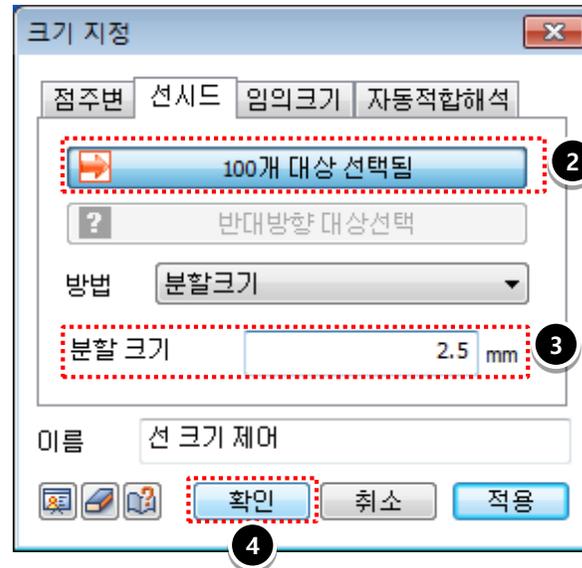
1. 모델 선택: **Hanger.x_t** 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의
ManualsWTutorialsWmidas NFX
WFilesW 폴더 안에 따라하기의 모델
들이 있습니다.

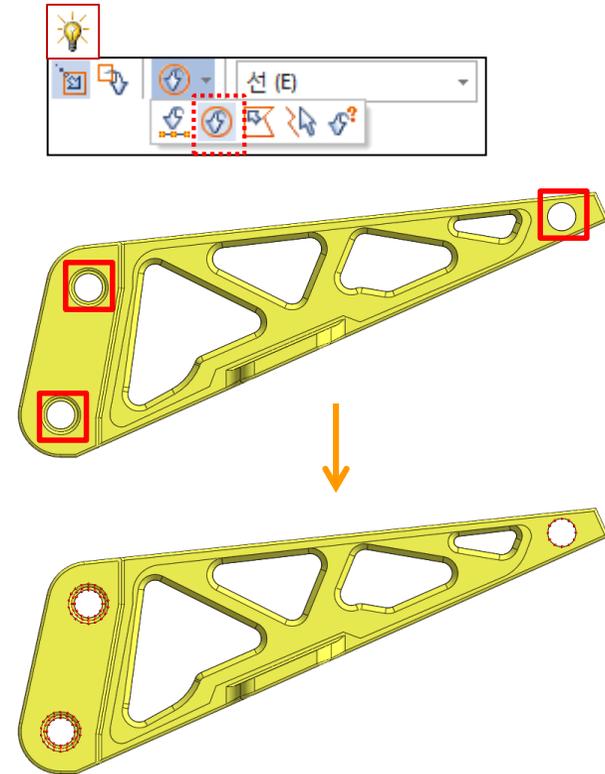


작업순서

1. [우측면] 클릭.
2. 대상선택: "선 100개" 선택 
3. 분할크기: "2.5" 입력.
4. [확인] 버튼 클릭.

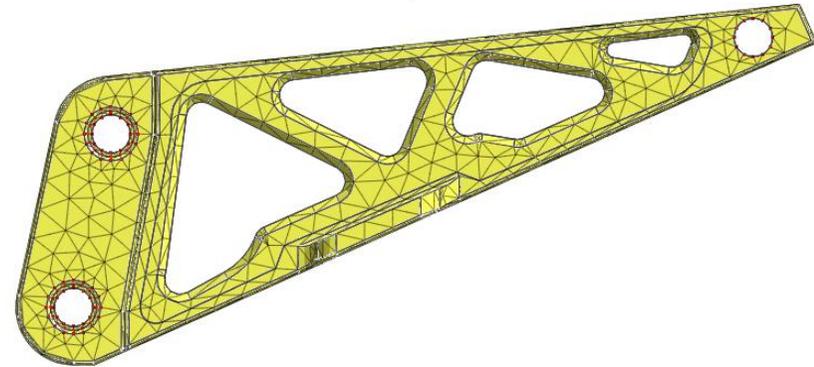
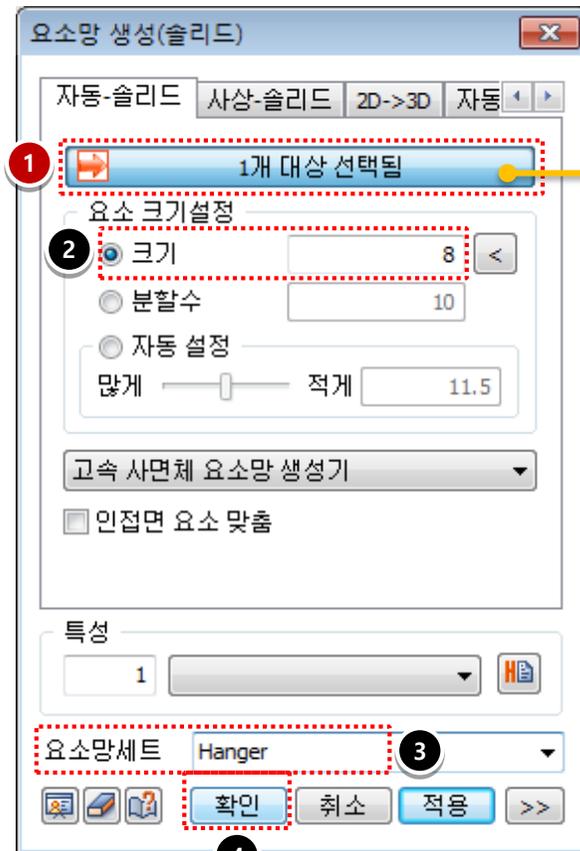


 [원형] 선택방법을 사용하면 편리하게 선택할 수 있습니다.



작업순서

1. 대상선택: "1개" 대상 선택.
2. 요소크기: "8" 입력.
3. 요소망세트: "Hanger" 입력.
4. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

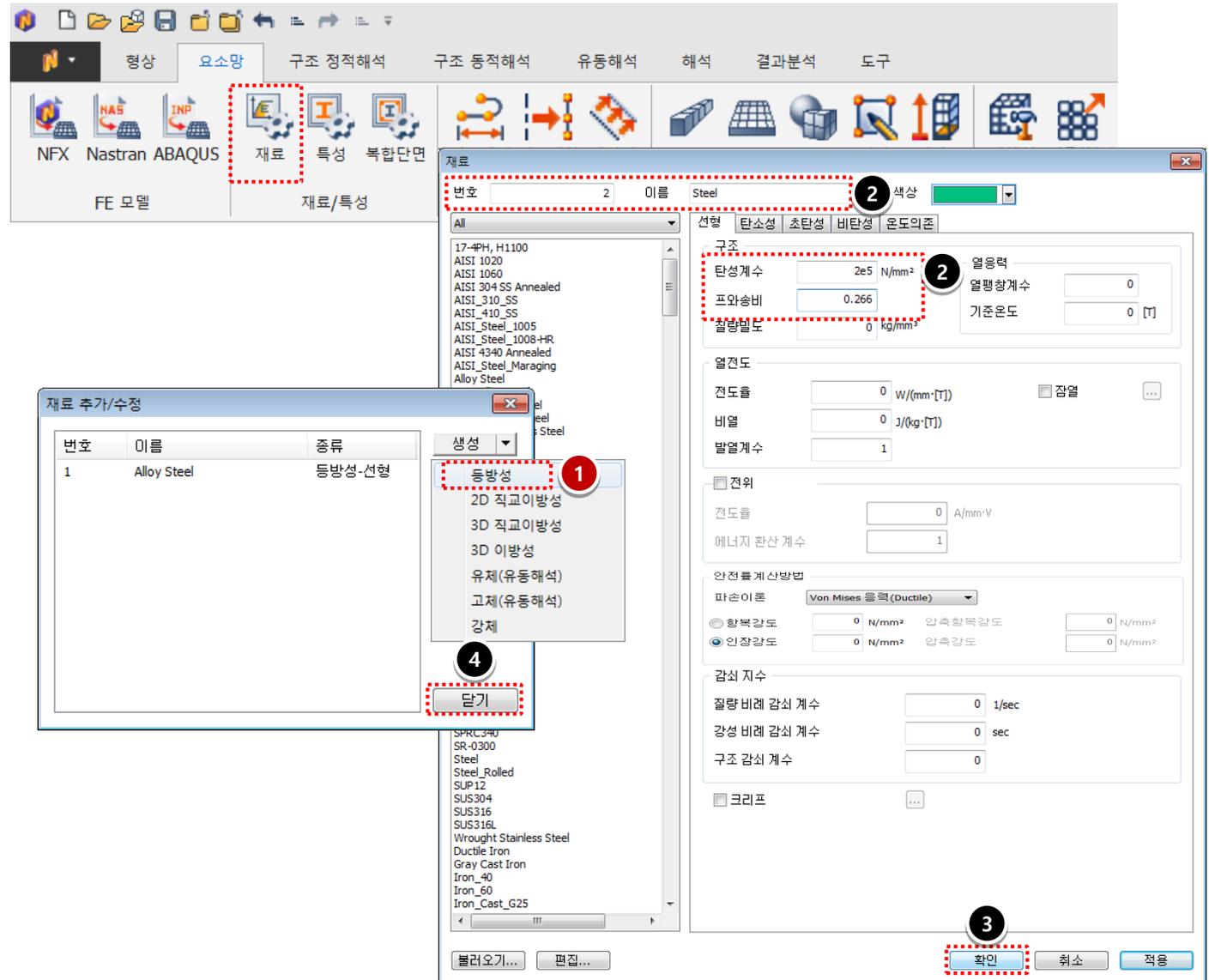
1. 생성 >> 등방성 클릭

2. 재질입력

번호	2
이름	Steel
탄성계수	2e5 (N/mm ²)
프와송비	0.266

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭



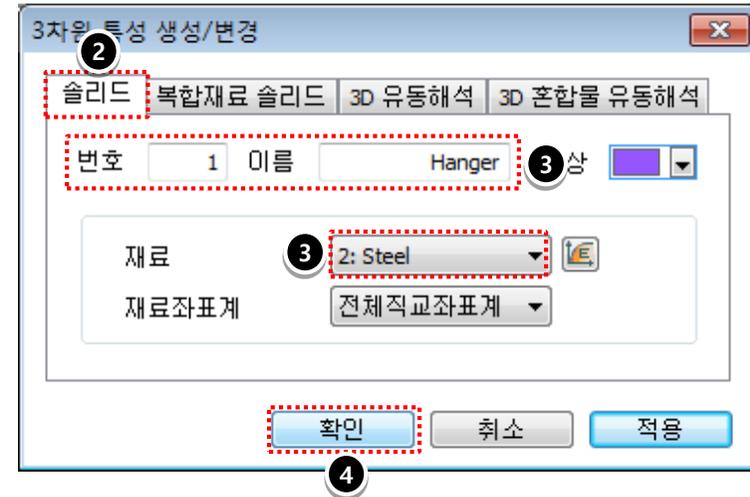
The screenshot shows the Midas NFX software interface. The main window displays the '재료' (Material) dialog box. The '번호' (Number) is set to 2 and the '이름' (Name) is 'Steel'. The '탄성계수' (Young's Modulus) is 2e5 N/mm² and the '프와송비' (Poisson's Ratio) is 0.266. The '재료 추가/수정' (Material Add/Edit) dialog box is also open, showing a list of materials. The '등방성' (Isotropic) option is selected, and the '닫기' (Close) button is highlighted. The '확인' (OK) button is also highlighted in the main dialog box.

작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [솔리드] 탭 선택..
3. 특성입력

번호	1
이름	Hanger
재질	2:Steel

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭

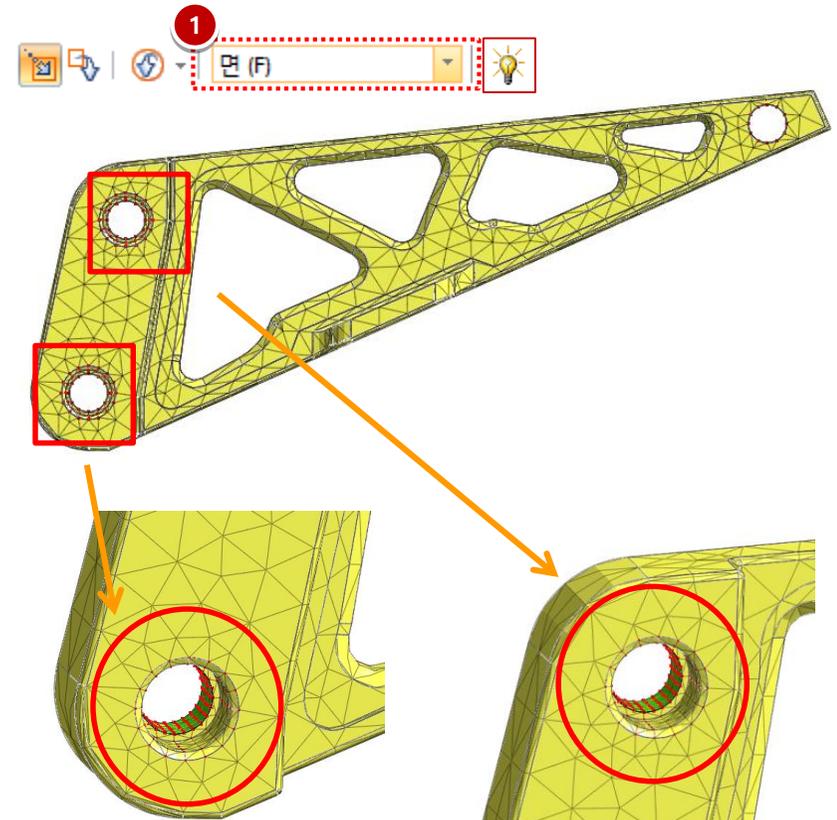
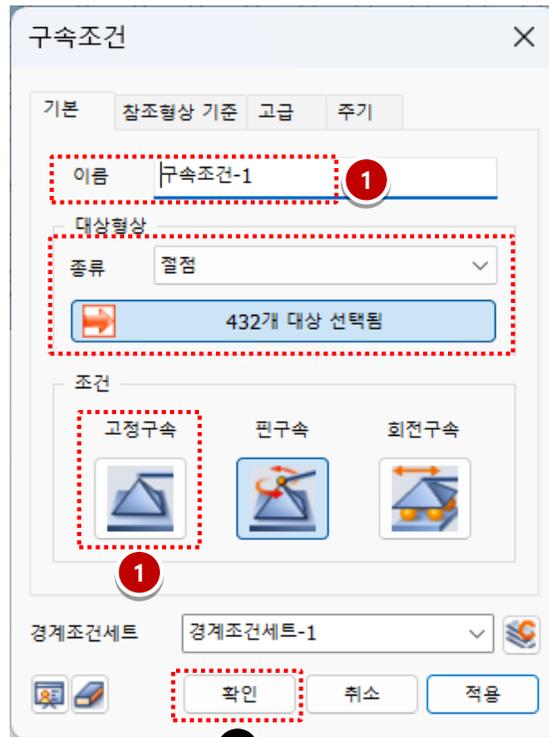
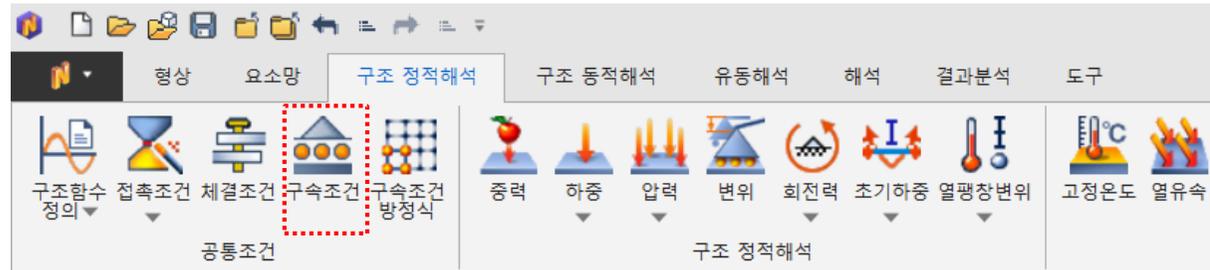


작업순서

1. 구속조건 입력

이름	Support
대상종류	절점
대상선택	432개 선택(그림참조)
조건	고정구속 

2. [확인] 버튼 클릭.

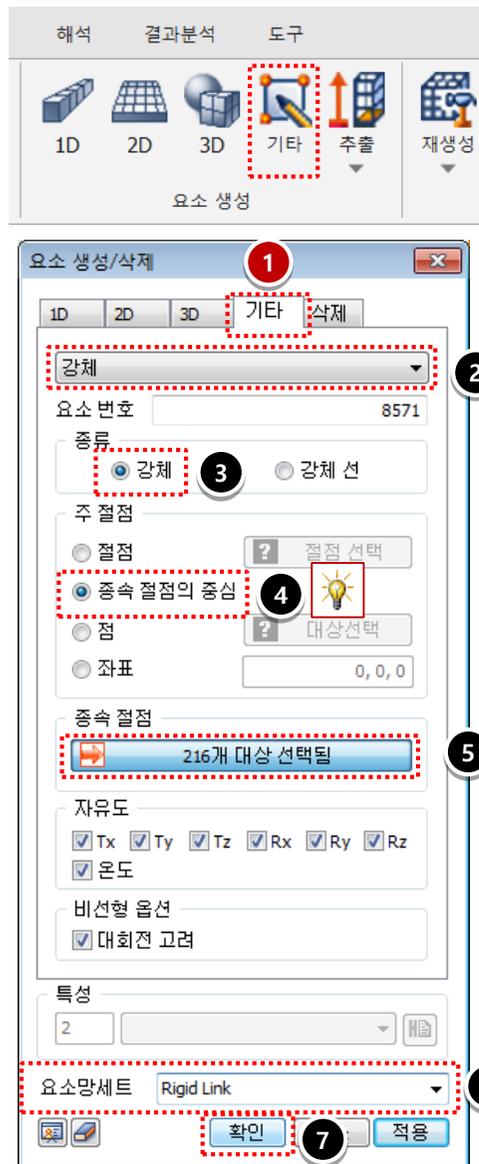


 선택필터를 [면]으로 사용하면 면위에 있는 절점들을 편리하게 선택할 수 있습니다.

 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.

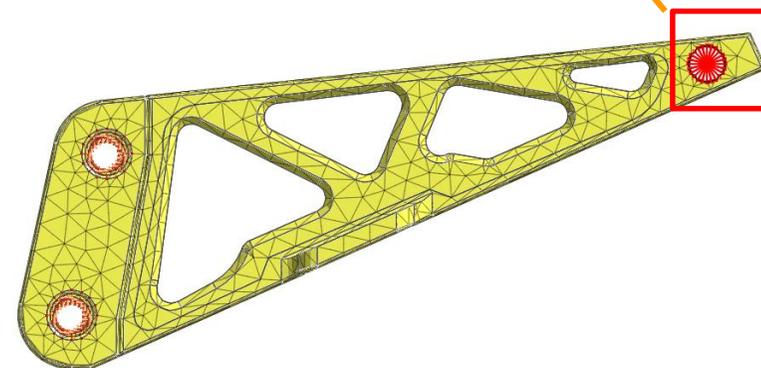
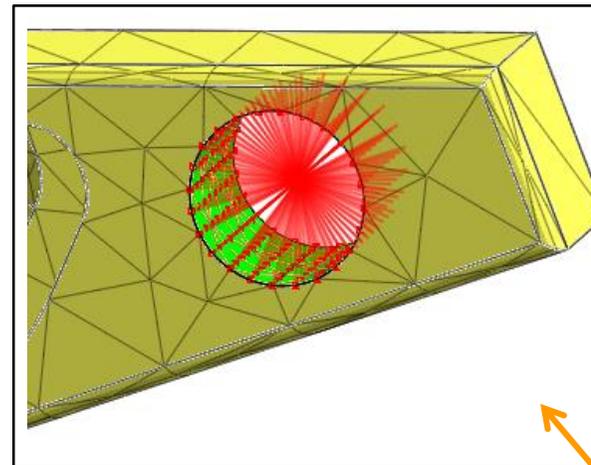
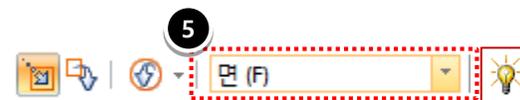
작업순서

1. [기타] 탭 선택.
2. [강체] 선택.
3. 종류 - 강체 선택.
4. 주절점 - 종속 절점의 중심 선택.
5. 종속절점: "216개" 선택 (그림참조)
6. 요소망세트: "Rigid Link" 입력.
7. [확인] 버튼 클릭.



 선택필터를 [면]으로 사용하면 면위에 있는 절점들을 편리하게 선택할 수 있습니다.

 선택한 종속절점들의 중심에 절점을 생성하고 이를 마스터절점으로 사용합니다.

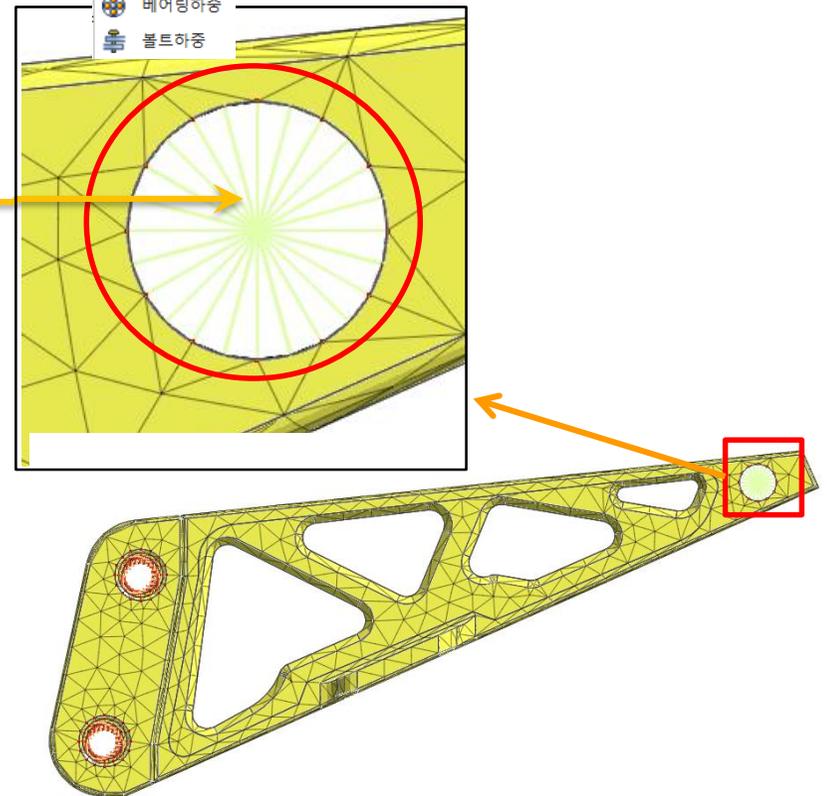
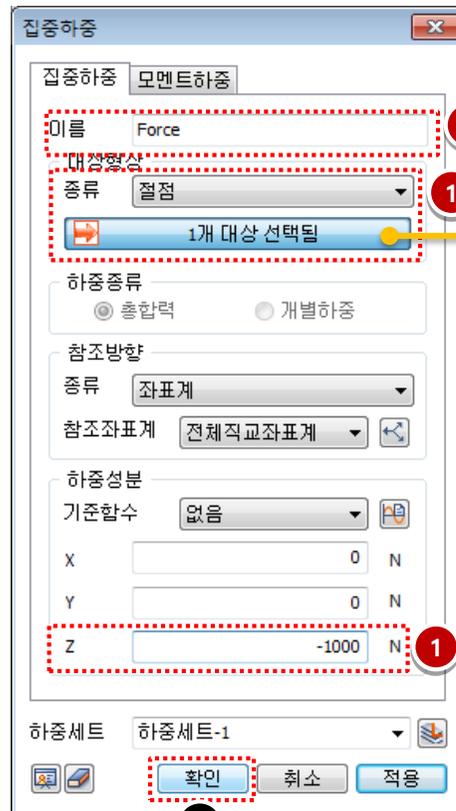
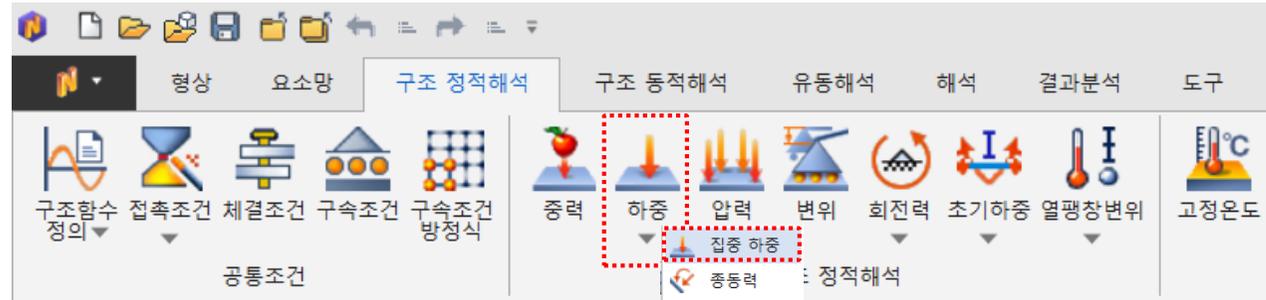


작업순서

1. 집중하중 입력

이름	Force
대상종류	절점
대상선택	1개 선택 (그림참조) 
크기[Z축]	-1000 (N)

2. [확인] 버튼 클릭.



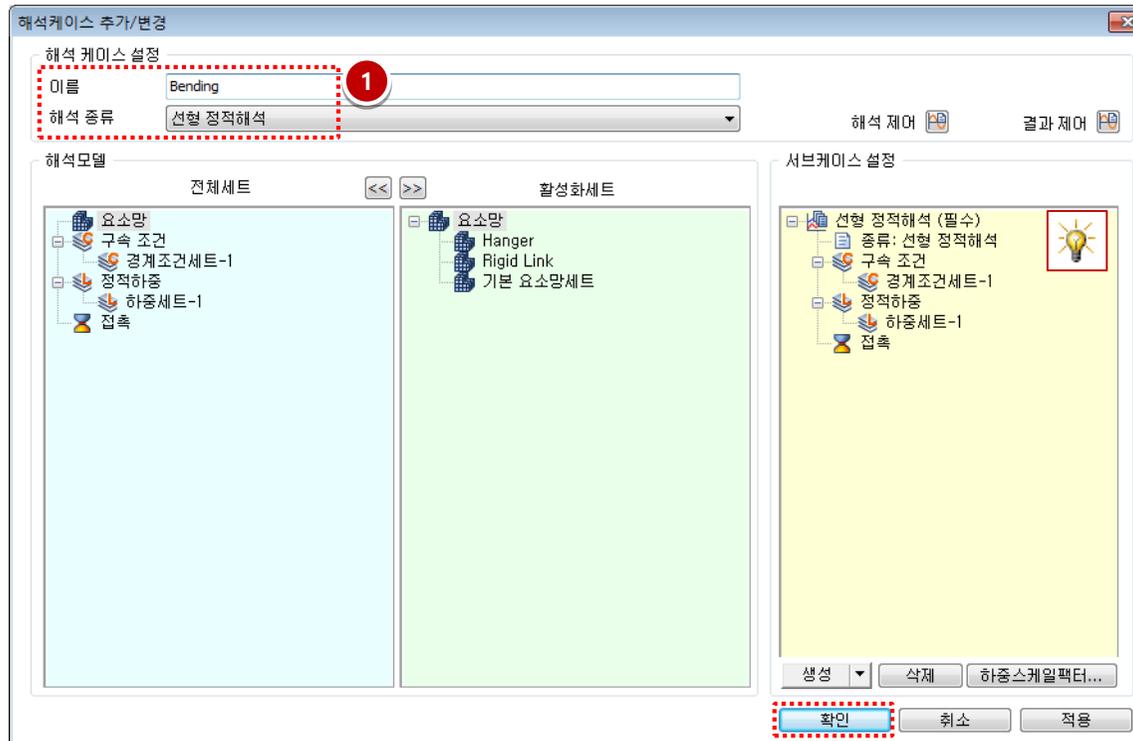
 강체 연결된 종속절점들은 마스터절점에 따라 거동하게 됩니다. 따라서, 모든 하중과 경계조건은 마스터절점에만 허용이 되며, 종속절점에는 어떠한 하중/경계조건이 부여되어선 안됩니다.

작업순서

1. 이름: “Bending” 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

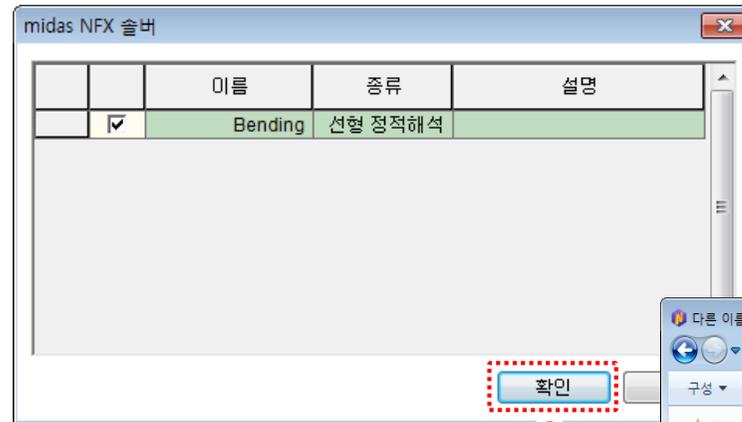
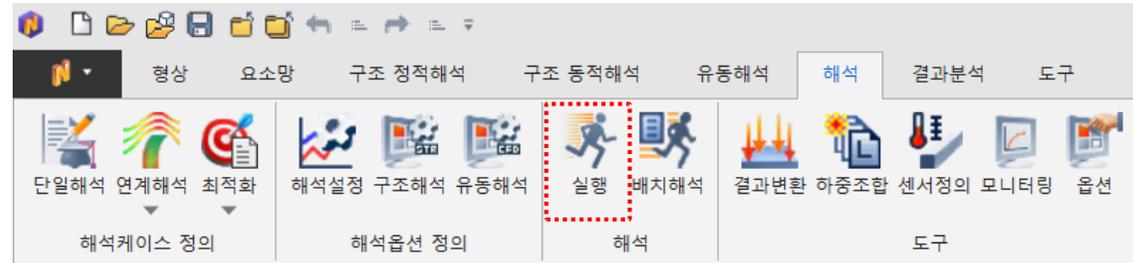
2. [확인] 버튼 클릭.



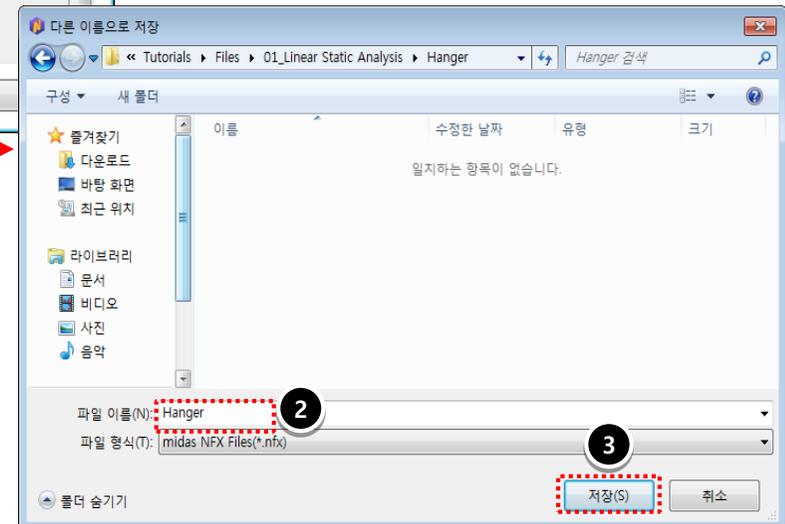
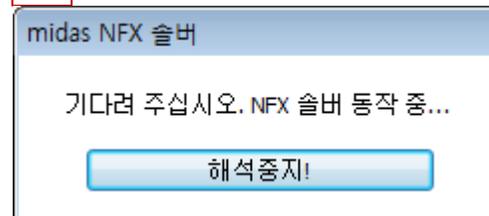
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장:
"Hanger" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

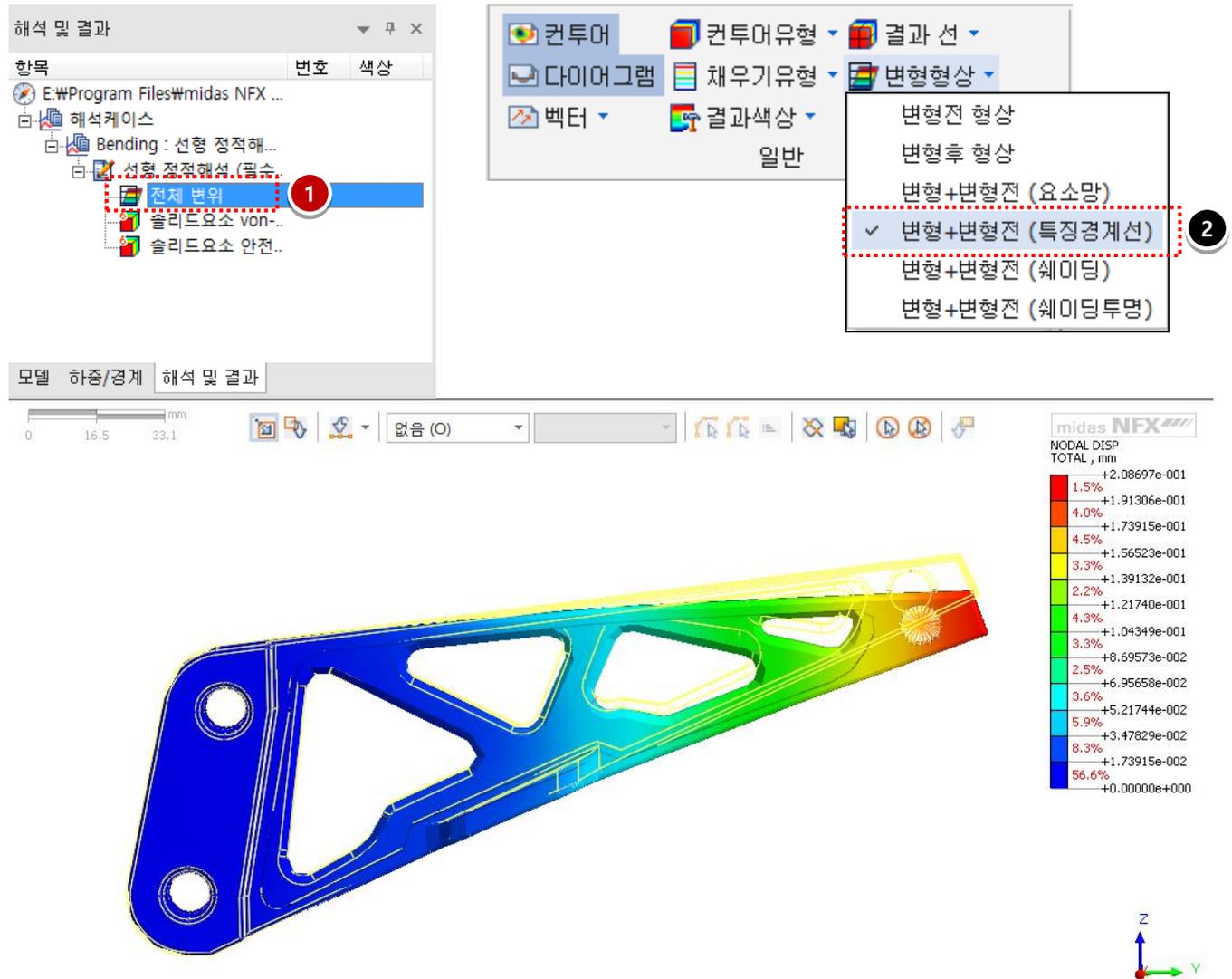


💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. **해석중지!** 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



작업순서

1. [전체변위] 더블 클릭.
2. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상
 - >> 변형+변형전 (특징경계선) 클릭.



The screenshot displays the software interface for a finite element analysis. The top-left pane shows the '해석 및 결과' (Analysis and Results) tree, where '전체 변위' (Total Displacement) is selected and highlighted with a red circle and the number '1'. The top-right pane shows the '변형형상' (Deformation Shape) menu, where '변형+변형전 (특징경계선)' (Deformation + Deformation Transition (Characteristic Boundary Line)) is selected and highlighted with a red dashed box and the number '2'. The main window shows a 3D model of a hanger component with a color-coded displacement field. A legend on the right side of the window lists nodal displacement values in mm, ranging from +0.00000e+000 (blue) to +2.08697e-001 (red). A coordinate system (Z, Y) is shown in the bottom right corner.

Color	Nodal Disp. Total (mm)
Red	+2.08697e-001
Orange	+1.91306e-001
Yellow	+1.73915e-001
Light Green	+1.56523e-001
Green	+1.39132e-001
Light Blue	+1.21740e-001
Blue	+1.04349e-001
Dark Blue	+8.69573e-002
Very Dark Blue	+6.95658e-002
Black	+5.21744e-002
Dark Blue	+3.47829e-002
Blue	+1.73915e-002
Black	+0.00000e+000

[DATA] Bending, 선형 정적해석(필수), [UNIT] N, mm

작업순서

1. [솔리드요소 von-Mises 응력]

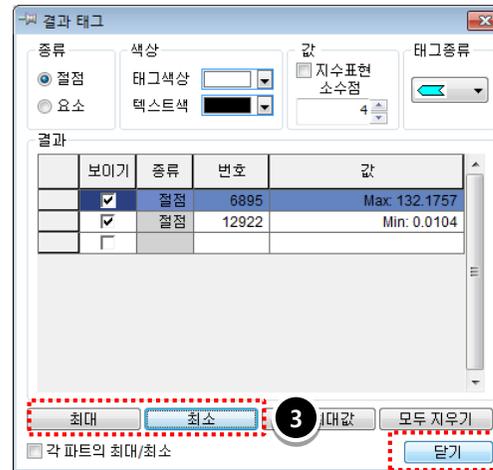
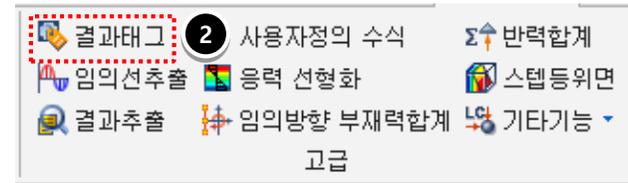
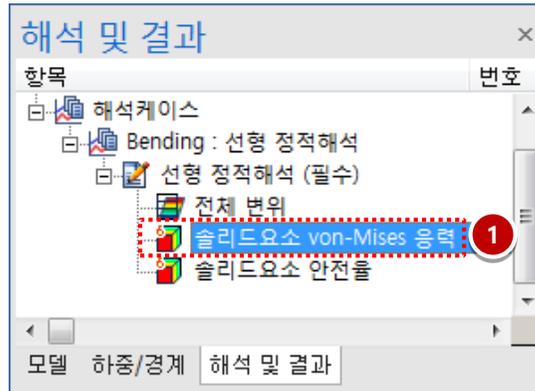
더블 클릭.

2. 결과분석 >> 고급 >> 결과태그

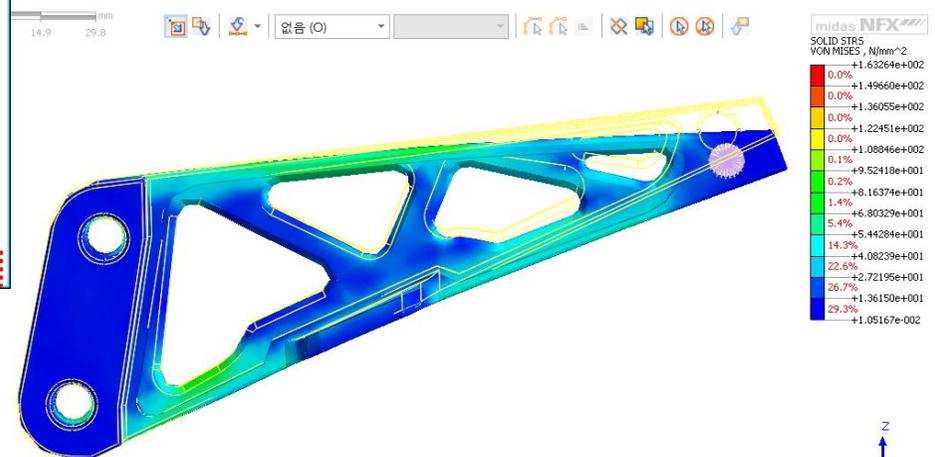
클릭.

3. [최대], [최소] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭



 해석 결과 중에서 가장 많이 확인하는 최대/최소값 혹은 특정 절점/요소에서의 결과를 태그로 표시해 주는 기능입니다. 해석 후, 보고서 등을 작성하는 경우에 사용하면 좋습니다.



[DATA] Bending, 선형 정적해석(필수), [UNIT] N, mm

개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 등방성 탄성 재료
- 1/2 대칭모델

➤ 경계조건과 하중조건

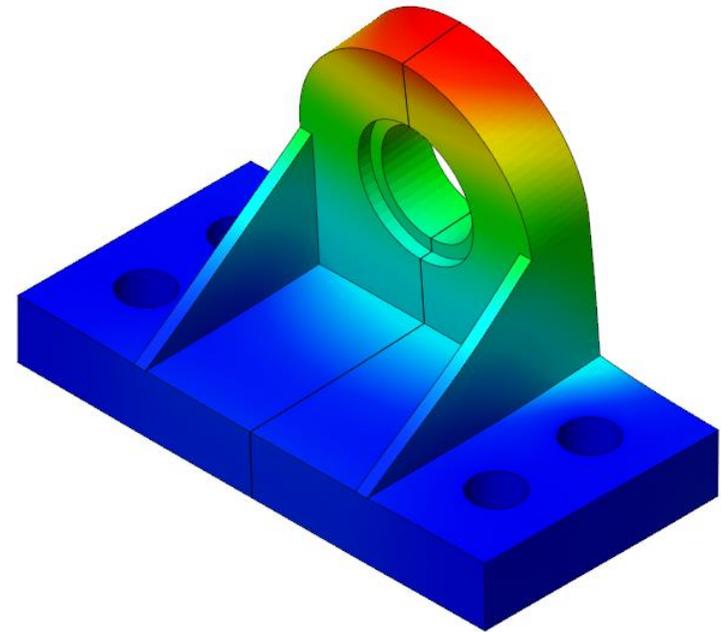
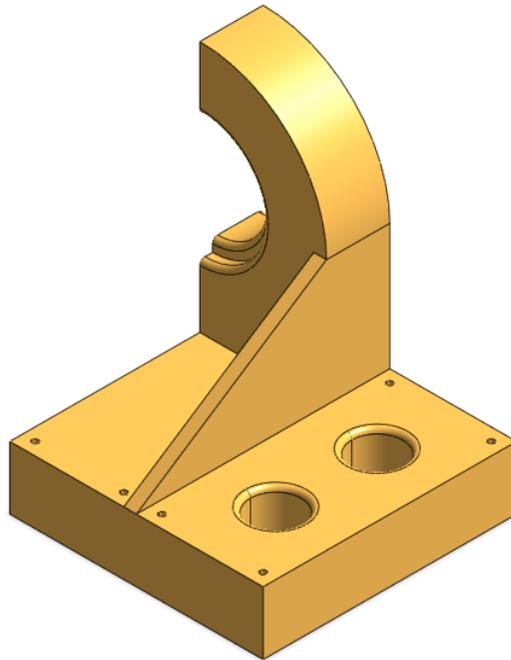
- 압력
- 경계조건(대칭구속, 고정구속)

➤ 결과확인

- 전체 변위, von-Mises 응력
- 안전율
- 결과값 태그
- 임의선 다이어그램
- 대칭모델 보이기
- 절단모델 보이기
- 특정결과평면 보이기

Pillow Box

(다양한 후처리 기능 익히기)



따라하기 목적

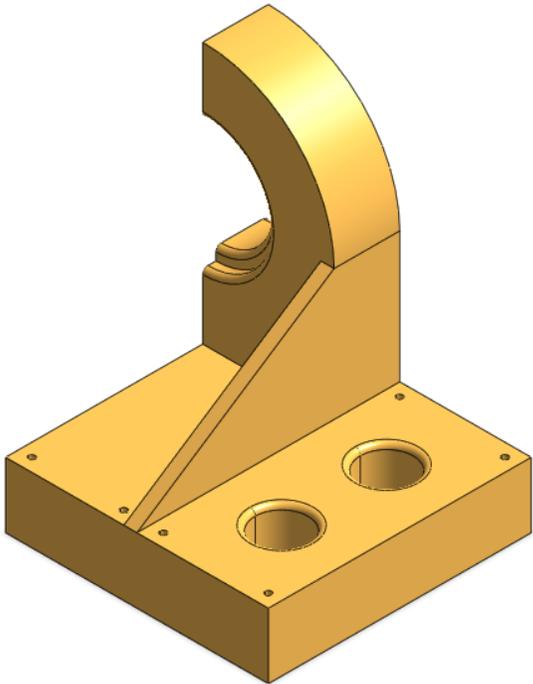
➤ 모델 간략화 기능 및 다양한 후처리 기능 습득하기

- 모델 간략화 기능을 통해 구멍 & 필렛을 삭제합니다.
- 다양한 후처리 기능에 대해 습득하도록 합니다.

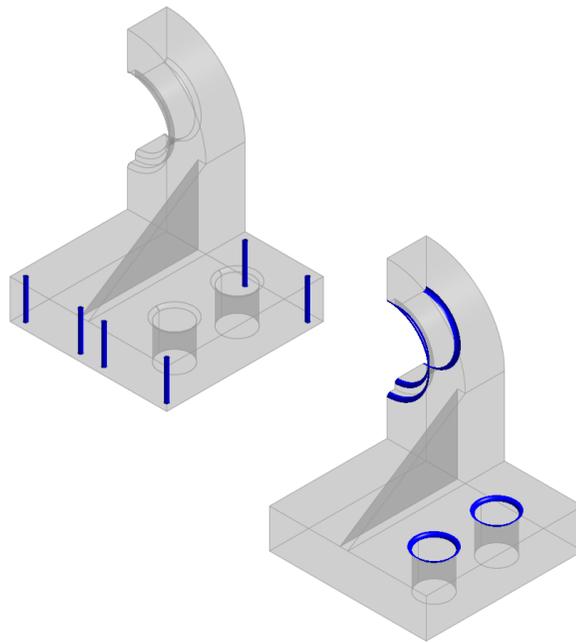
(전체 변위, von-Mises 응력, 안전율, 결과값 태그, 임의선 다이어그램, 대칭모델 보이기, 절단모델 보이기, 특정결과평면 보이기)

해석 개요

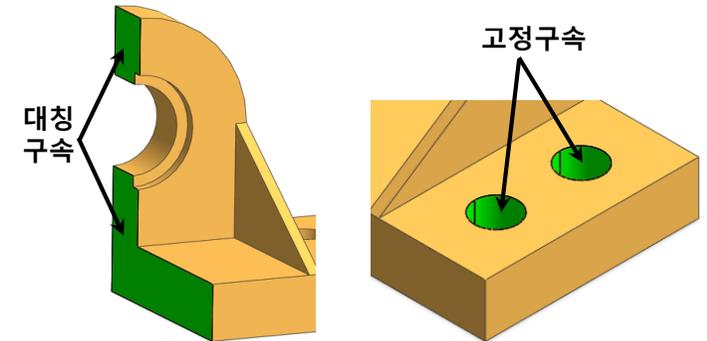
➤ 대상 모델



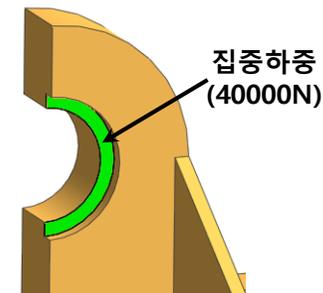
➤ 모델 간략화 (구멍 & 필렛 삭제)



➤ 경계조건 (대칭구속, 고정구속)



➤ 하중조건 (집중하중)



모델 간략화 기능



간략화

옵션: 간략화, 자동 연결, 임프린트 삭제, 형상검사, 측정, 기타

도구

간략화

자동삭제 | 수동삭제

1개 대상형상 선택됨

검색 조건

- 구멍 < 30 mm
- 필렛 < 11.3247592 mm
- 미소선 < 3.96626073 mm
- 미소면 < 3.96626073 mm
- 조각면 < 3.96626073 mm
- 뾰기 < 3.96626073 mm

찾기

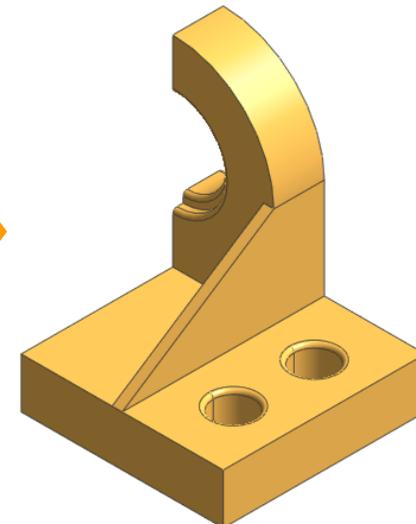
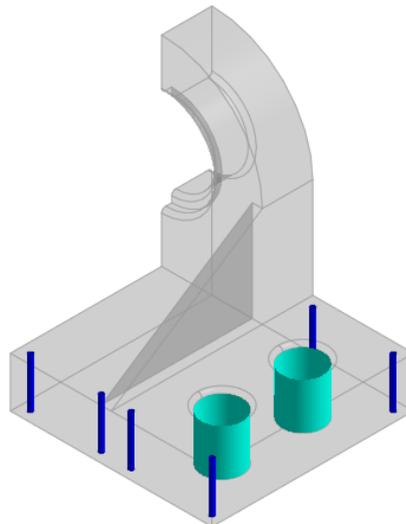
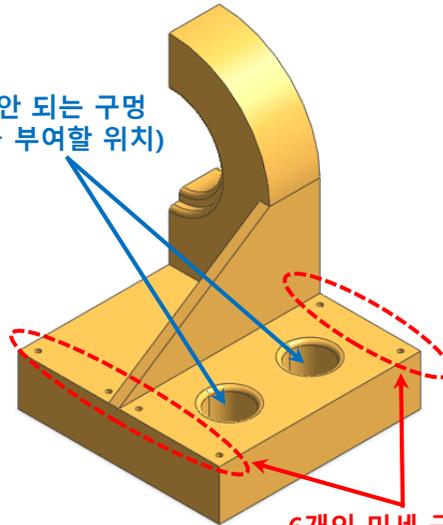
결과 (더블클릭-형상확인)

색깔	파트 이름	종류	값
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000
<input type="checkbox"/>	파트	구멍	20.000000
<input type="checkbox"/>	파트	구멍	20.000000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트	구멍	2.500000

모두선택 | 모두선택해제 | 삭제

형상 오류 수정 | 확인

삭제하면 안 되는 구멍
(구속조건을 부여할 위치)



➤ 모델 간략화 기능

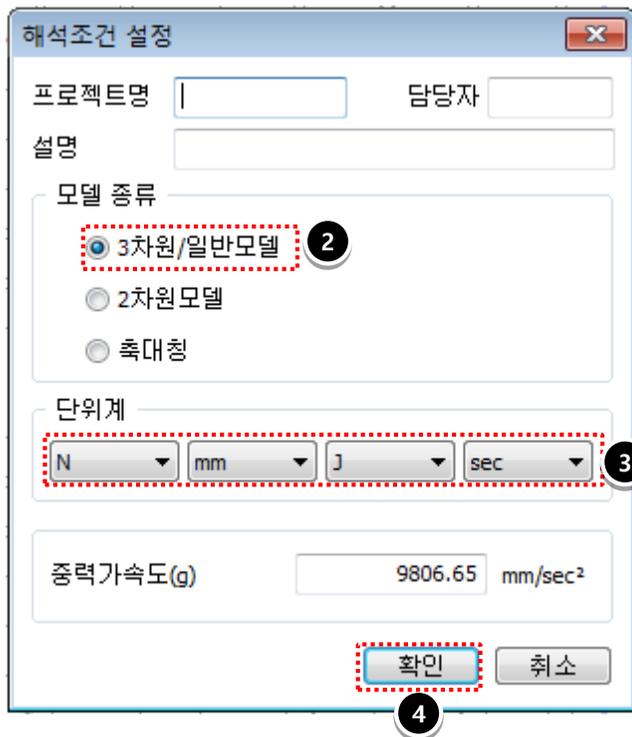
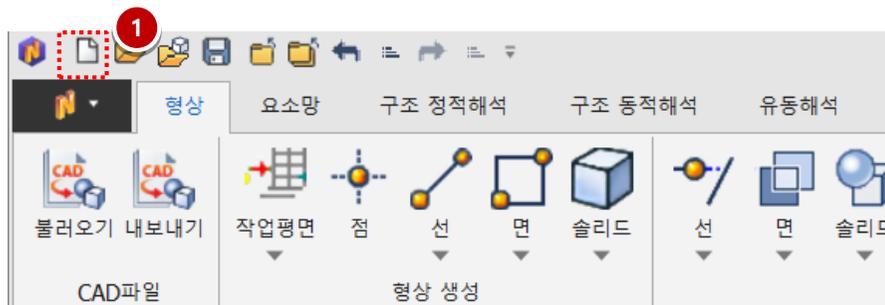
- 해석에 불필요한 구멍이나 필렛을 삭제할 수 있습니다. 반경의 크기만 입력하면 자동으로 찾아주고, 원하는 부분을 선택적으로 삭제할 수 있습니다.
 - 구멍이나 필렛을 무분별하게 삭제하게 되면 해석결과에 영향을 줄 수 있으므로, 경계&하중 조건과 관계없고 해석의 관심 부분이 아닌 경우에만 삭제하도록 합니다.
 - 예제에서는 반경 2.5mm(6개)와 20mm(2개)의 구멍이 검색 되었으며, 반경 2.5mm의 구멍만 삭제하였습니다.
- ※ 반경 20mm의 구멍 2개는 구속조건을 부여할 위치이며, 해석결과에 영향을 미치므로 삭제하지 않습니다.

작업순서

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

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

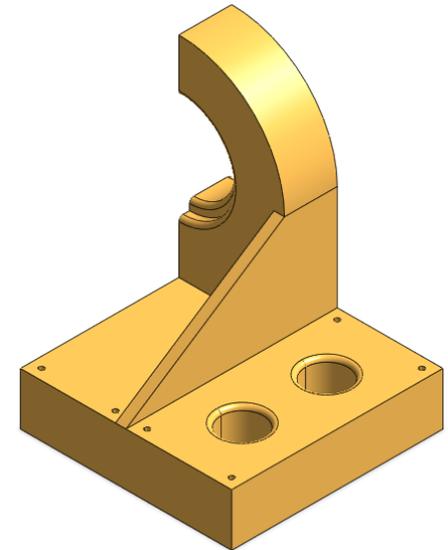
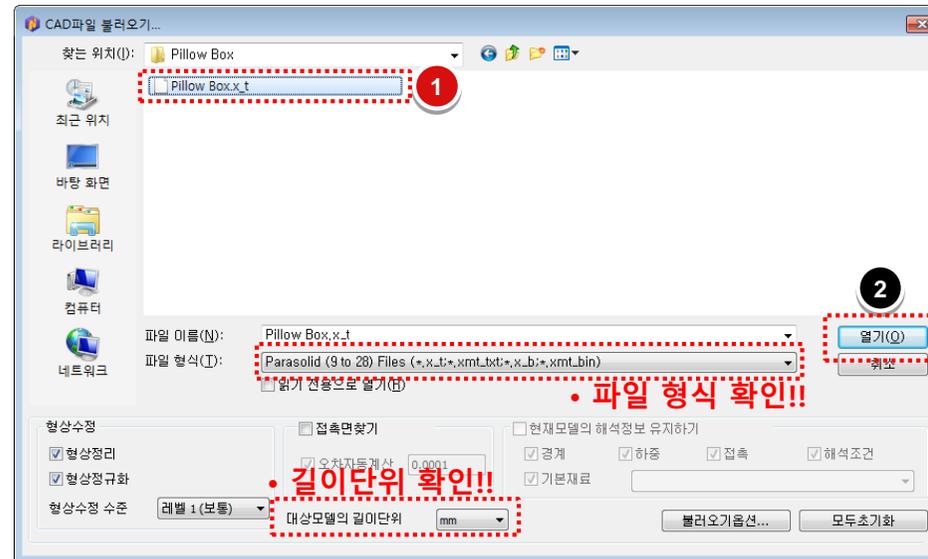
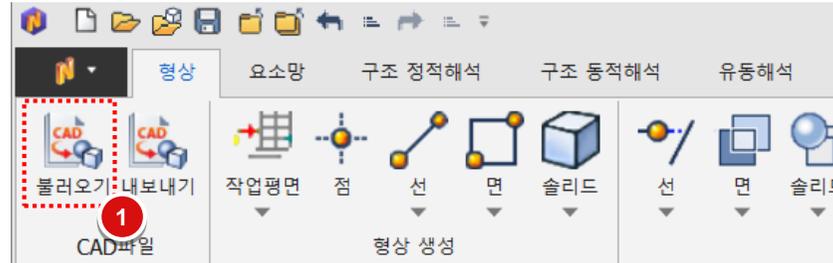
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

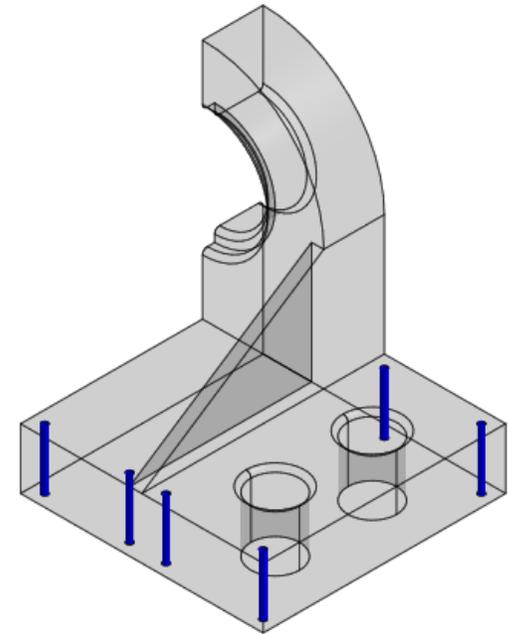
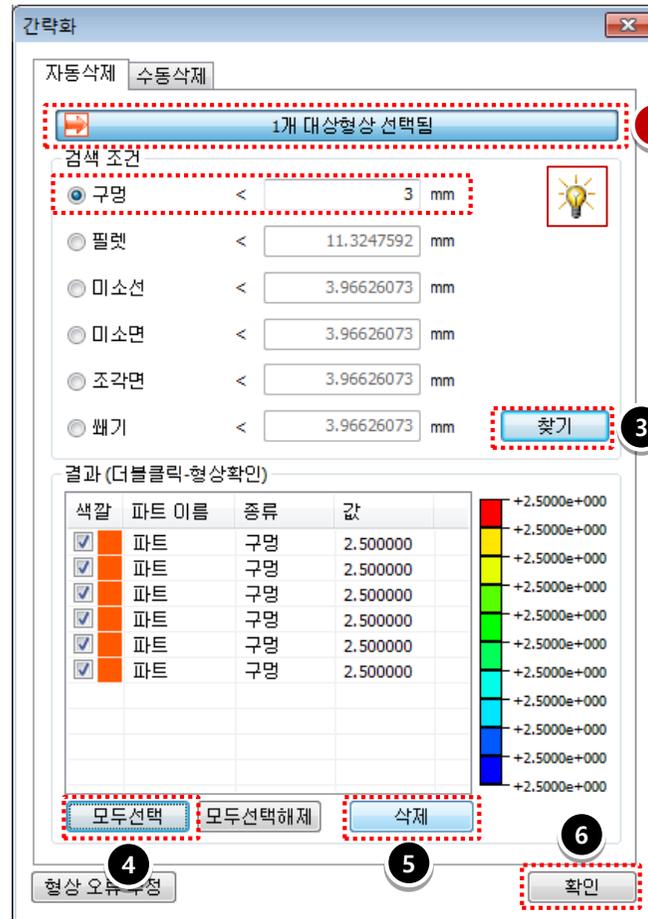
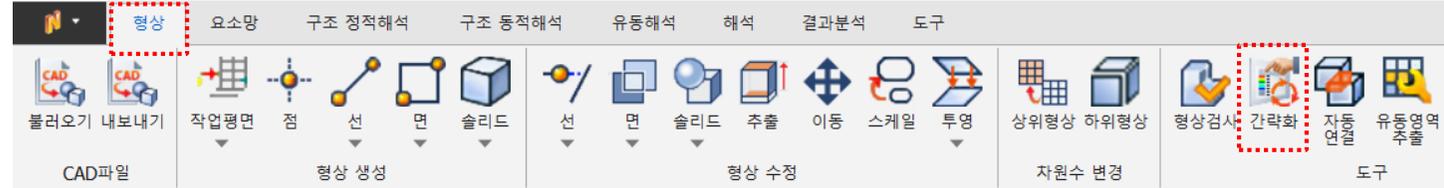
1. 모델 선택: "Pillow Box.x_t" 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

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



작업순서

1. 대상 선택: 전체 모델(1개) 선택. 
2. 구멍(반경): "3" 입력.
3. [찾기] 버튼 클릭.
4. [모두선택] 버튼 클릭.
5. [삭제] 버튼 클릭.
6. [확인] 버튼 클릭.

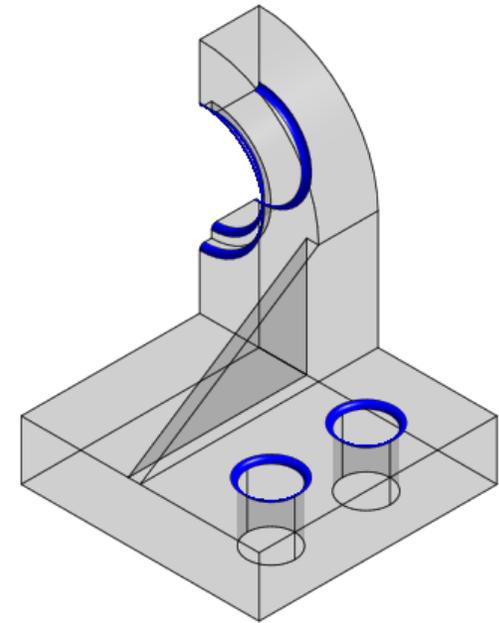
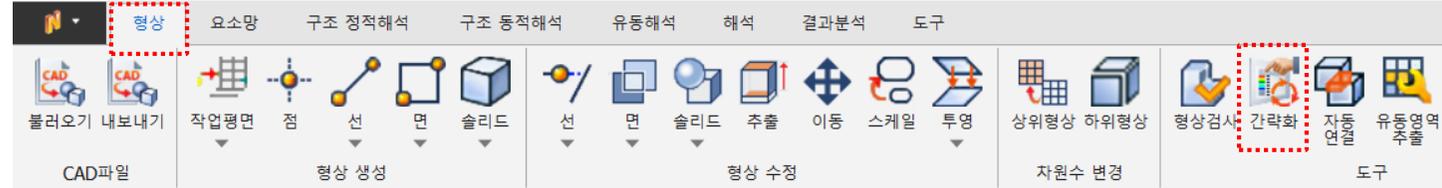


 해석상 불필요한 작은 구멍이나 필렛을 삭제합니다.

 값을 입력하고 [찾기] 버튼을 클릭하면 크기에 따라 색상 별로 표시됩니다.

작업순서

1. 대상 선택: 전체 모델(1개) 선택. 
2. 필렛(반경): "5" 입력.
3. [찾기] 버튼 클릭.
4. [모두선택] 버튼 클릭.
5. [삭제] 버튼 클릭.
6. [확인] 버튼 클릭.



 해석상 불필요한 작은 구멍이나 필렛을 삭제합니다.

 값을 입력하고 [찾기] 버튼을 클릭하면 크기에 따라 색상 별로 표시됩니다.

작업순서

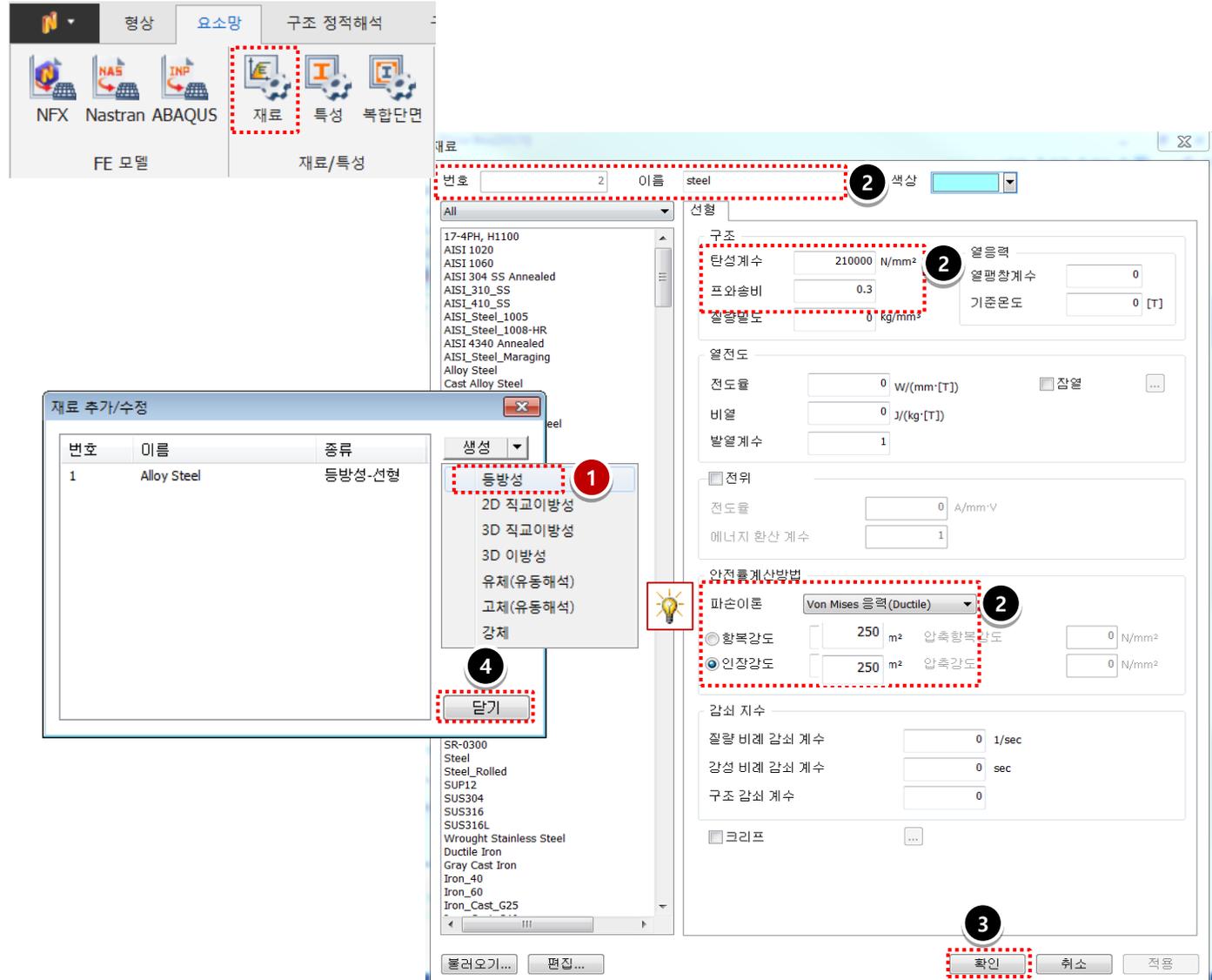
1. 생성 >> 등방성 클릭.

2. 재질 입력

번호	2
이름	Steel
탄성계수	2.1e5 (N/mm ²)
프와송비	0.3
파손이론	Von Mises 응력 (Ductile)
인장	250 (N/mm ²)

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭.



재료

번호 2 이름 steel 색상

탄성계수 210000 N/mm² 열응력 열팽창계수 0

프와송비 0.3 기준온도 0 [T]

파손이론 Von Mises 응력 (Ductile)

항복강도 250 m² 압축항복강도 0 N/mm²

인장강도 250 m² 압축강도 0 N/mm²

확인 취소 적용

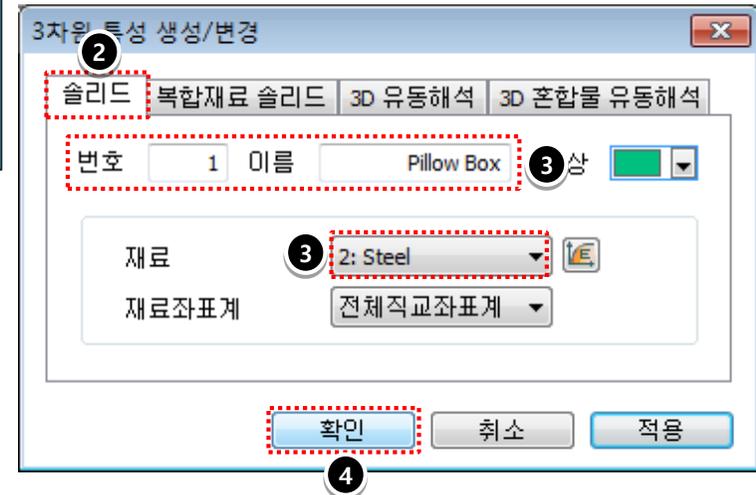
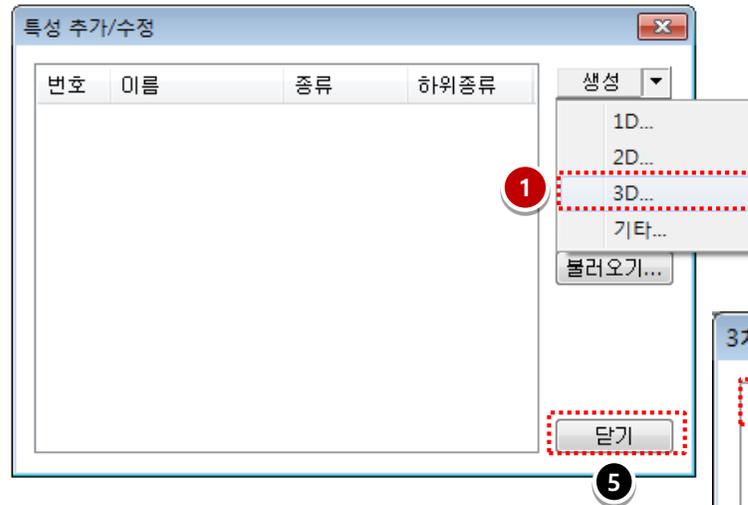
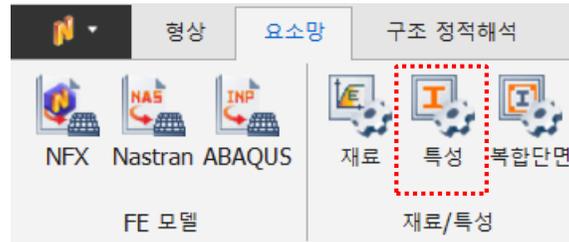
💡 안전율을 계산하기 위해서는 반드시 파손이론과 인장강도를 입력해야 합니다.
 $(\text{안전율}) = (\text{인장강도}) / (\text{응력값})$
 안전율은 위의 식과 같이 계산되며, 안전율이 1보다 작은 경우, 응력이 인장강도를 넘어섰기 때문에 이에 대한 보강이 필요하다는 의미입니다.

작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [슬리드] 탭 선택..
3. 특성 입력

번호	1
이름	Pillow Box
재질	2:Steel

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭



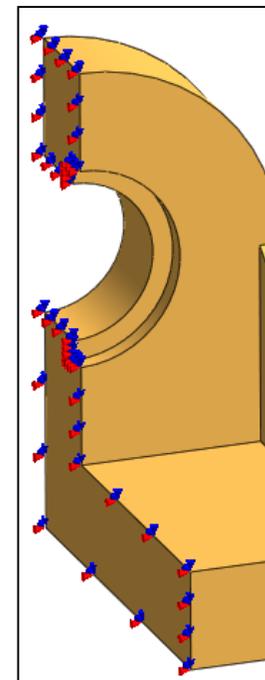
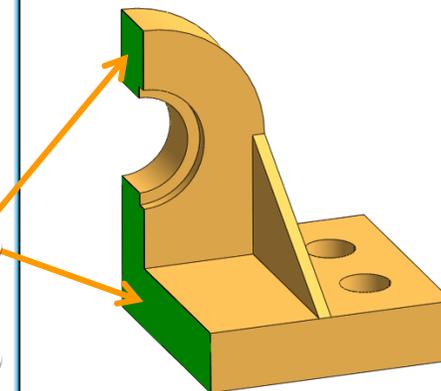
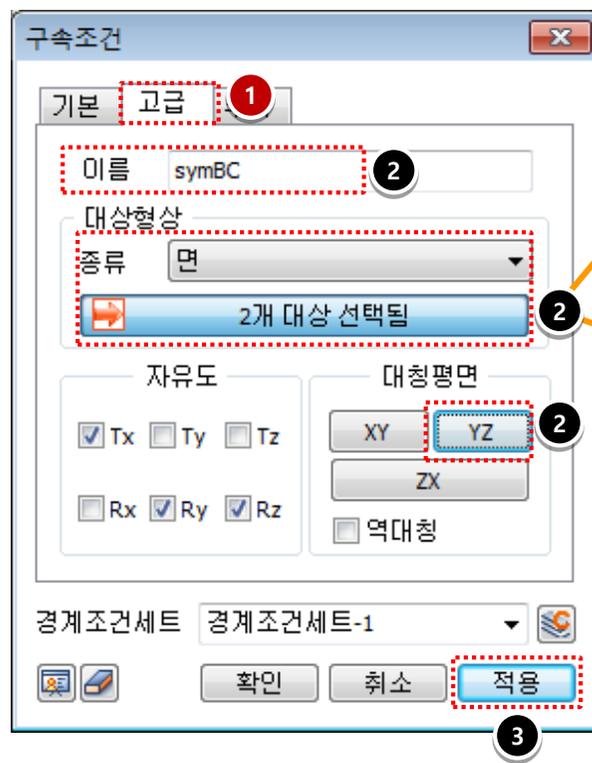
작업순서

1. [고급] 탭 클릭.

2. 대칭조건 입력

이름	symBC
대상종류	면
대상선택	2개 선택(그림참조)
대칭평면	YZ

3. [적용] 버튼 클릭.



💡 선택한 면의 수직방향으로 대칭조건이 설정됩니다.

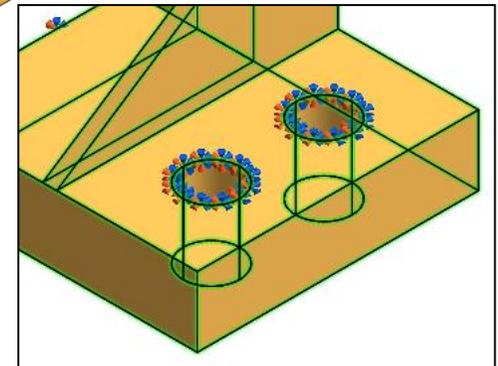
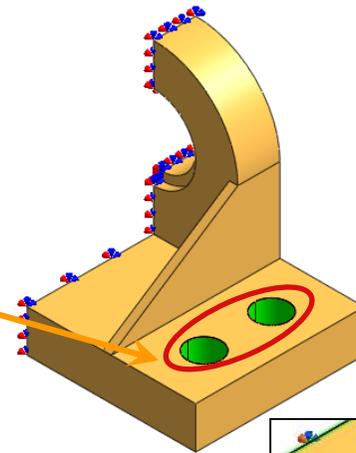
작업순서

1. [기본] 탭 클릭.

2. 구속조건 입력

이름	Support
대상종류	면
대상선택	8개 선택(그림참조)
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 입력

이름	Force
대상종류	면
대상선택	1개 선택(그림참조)
하중타입	총합력
크기[Y]	40000(N)

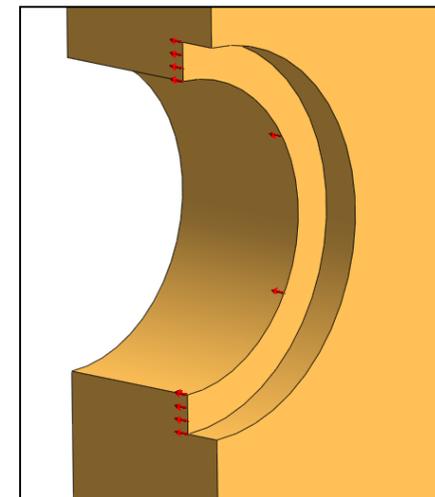
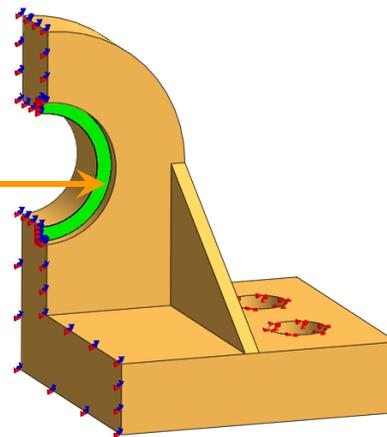
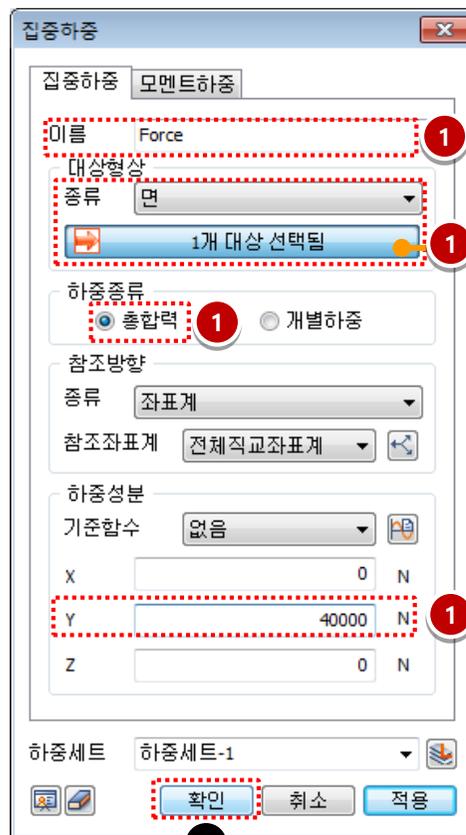
2. [확인] 버튼 클릭.

총합력: 선택한 면들에 적용되는 힘의 합계가 입력값이 되도록 합니다.

개별하중: 선택한 면 각각에 입력한 하중값이 적용됩니다.

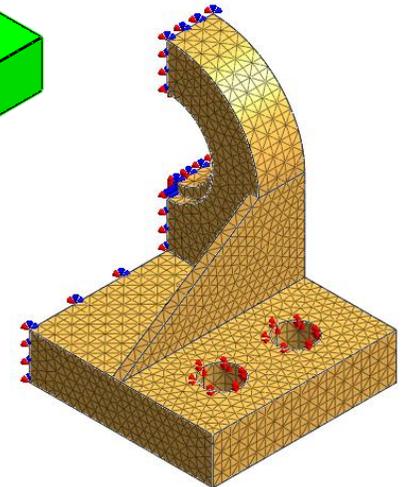
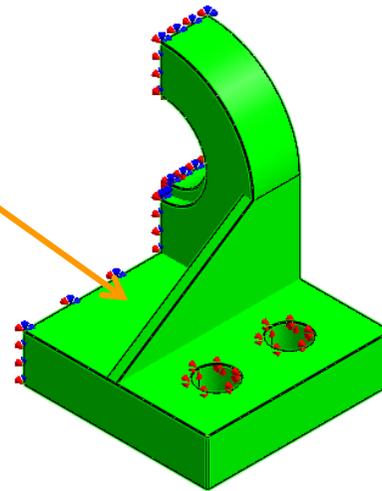
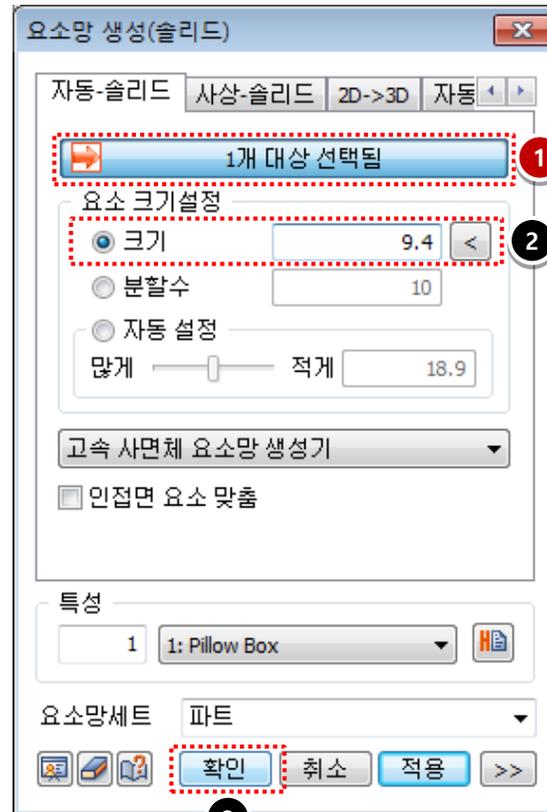
※ 대상종류가 선, 면과 같은 기하형상인 경우에만 하중타입을 선택할 수 있습니다.

절점에 직접 하중을 적용하는 경우에는 각 절점당 하중성분을 입력해야 합니다.



작업순서

1. 대상선택: “모델 1개” 선택
2. 크기: 9.4 입력
3. [확인] 버튼 클릭.

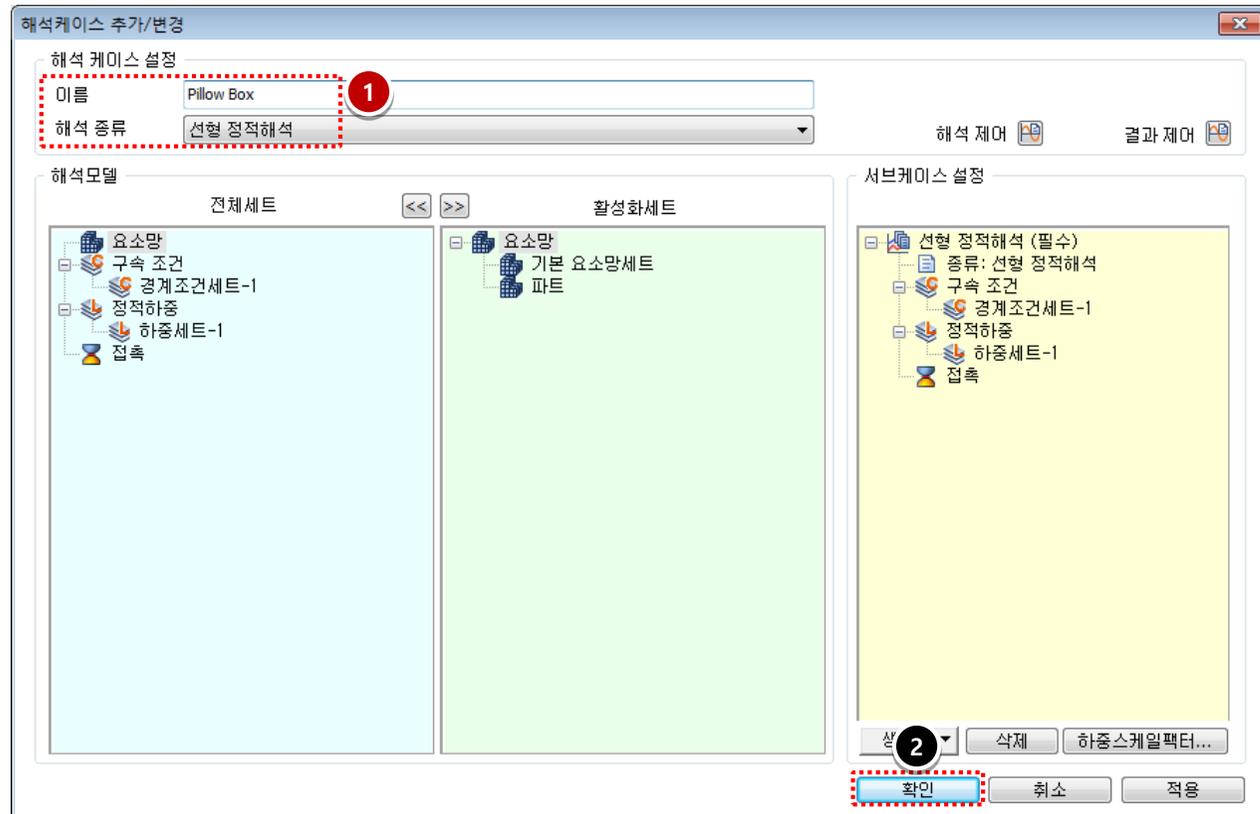
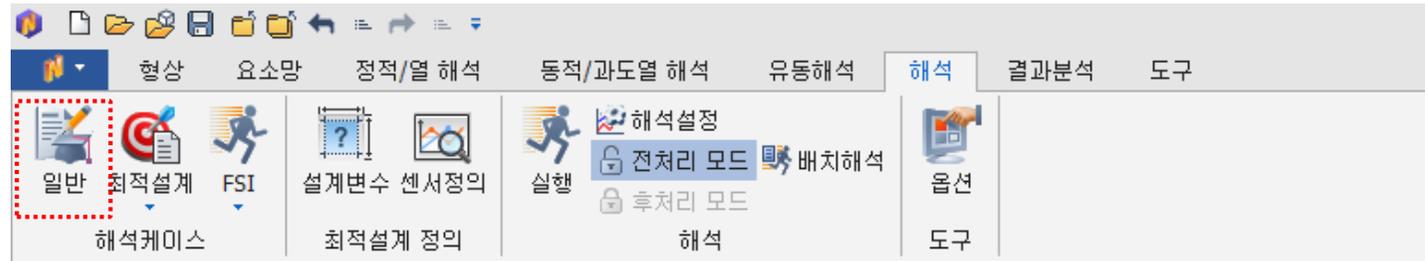


작업순서

1. 이름: "Pillow Box" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

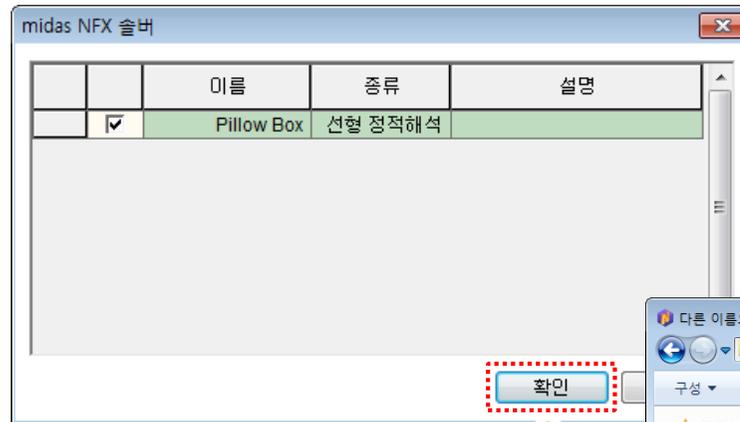
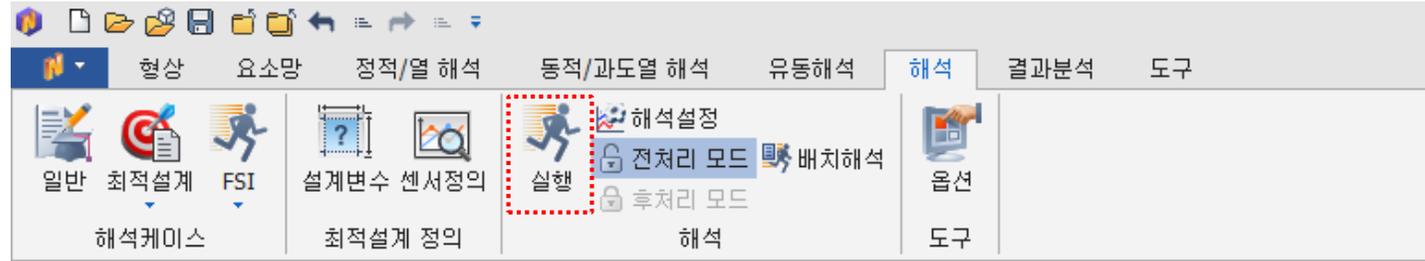
2. [확인] 버튼 클릭.



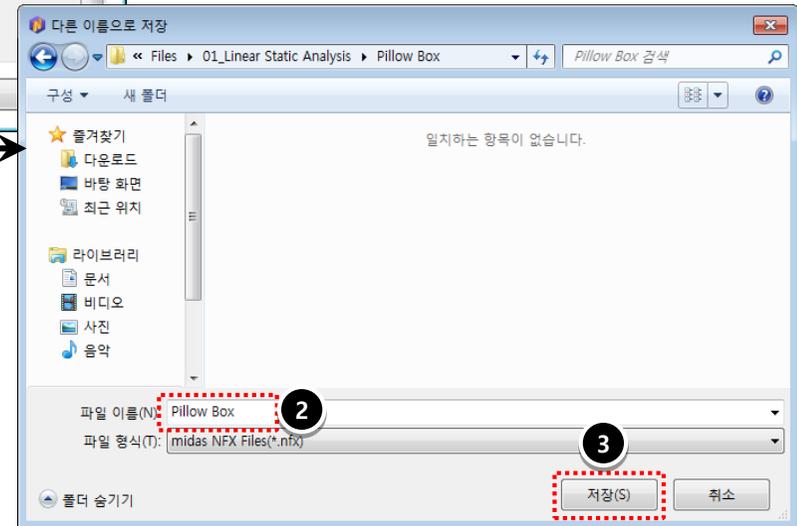
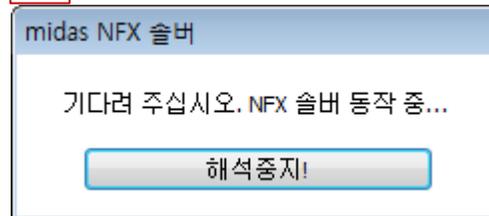
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장:
"Pillow Box" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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



작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위
더블 클릭.
3. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상
>> 변형+변형전 (특징경계선) 선택

해석 및 결과

항목	번호
해석케이스	
Pillow Box : 선형 정적해석	
선형 정적해석 (필수)	
전체 변위	2
슬리드요소 von-Mises 응력	
슬리드요소 안전율	

모델 하중/경계 해석 및 결과

1
2

컨투어

다이어그램

벡터

컨투어유형

채우기유형

결과색상

일반

결과 선

변형형상

3

변형전 형상

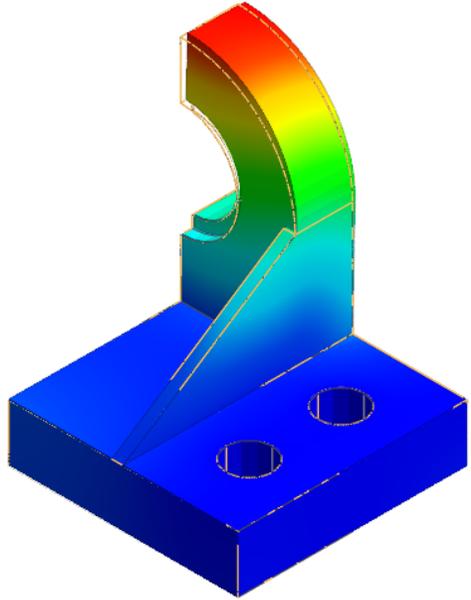
변형후 형상

변형+변형전 (요소망)

변형+변형전 (특징경계선)

변형+변형전 (쉐이딩)

변형+변형전 (쉐이딩투명)



midas NFX

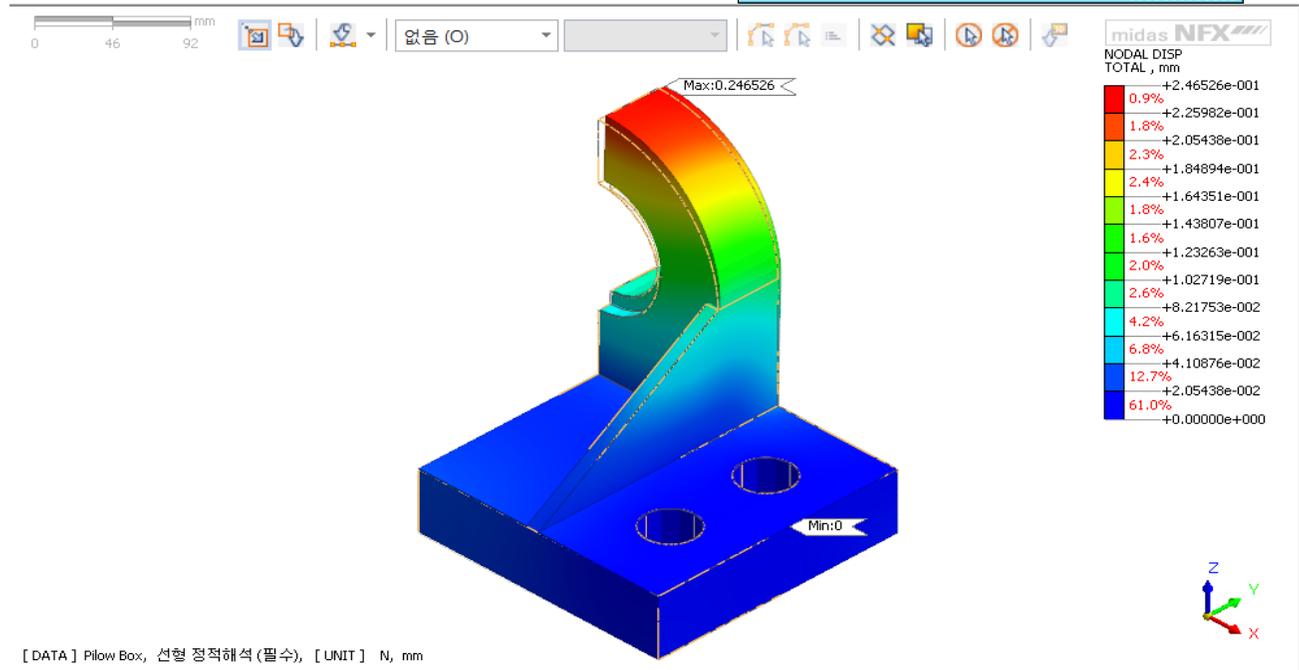
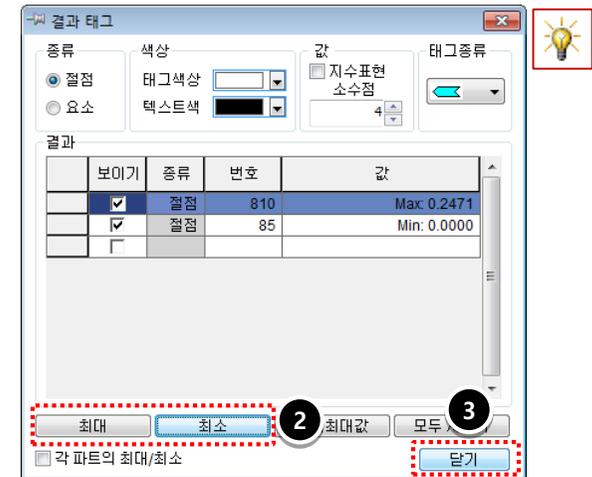
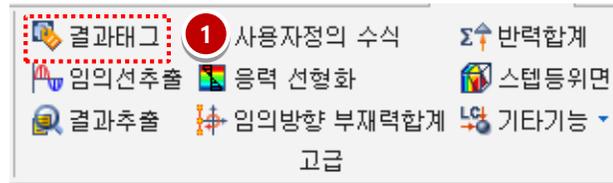
NODAL DISP
TOTAL, mm

0.9%	+2.46526e-001
1.8%	+2.25982e-001
2.3%	+2.05438e-001
2.4%	+1.84894e-001
1.8%	+1.64351e-001
1.6%	+1.43807e-001
2.0%	+1.23263e-001
2.6%	+1.02719e-001
4.2%	+8.21753e-002
6.8%	+6.16315e-002
12.7%	+4.10876e-002
61.0%	+2.05438e-002
	+0.00000e+000

[DATA] Pillow Box, 선형 정적해석 (필수), [UNIT] N, mm

작업순서

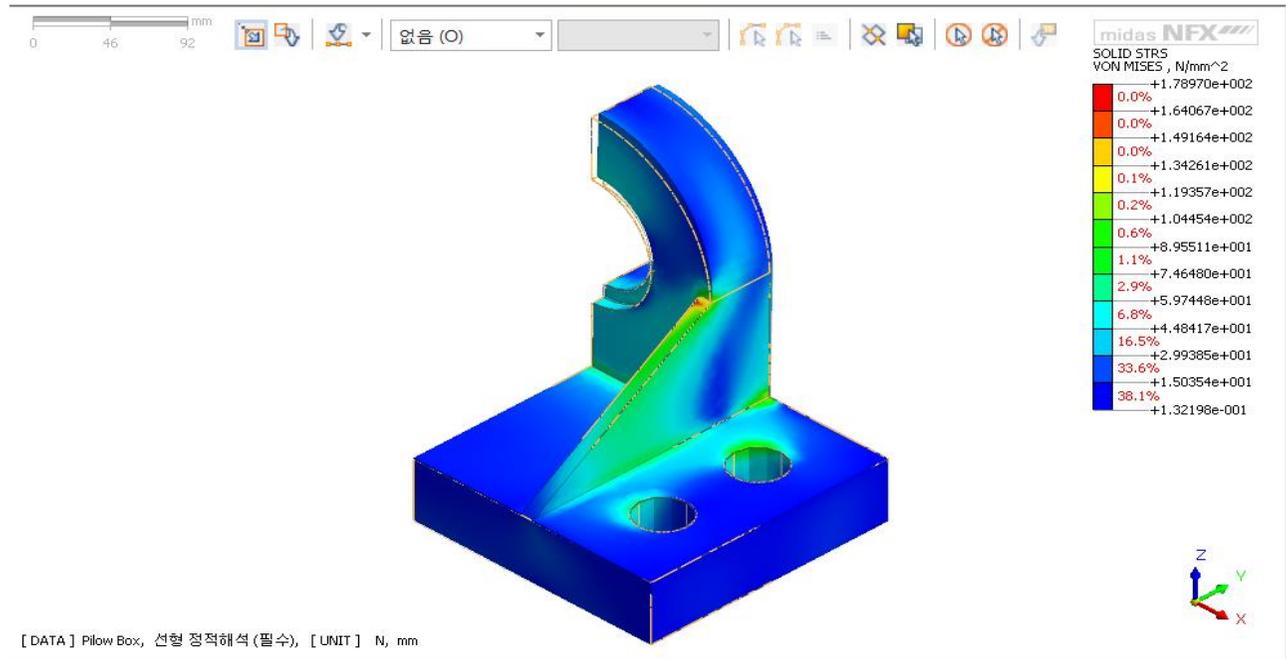
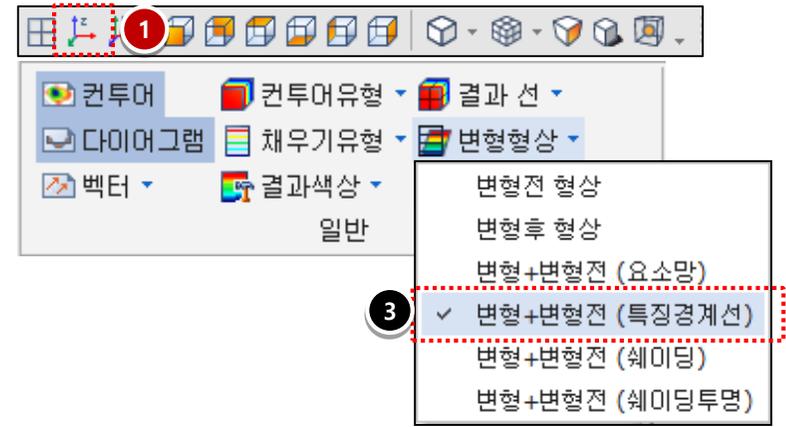
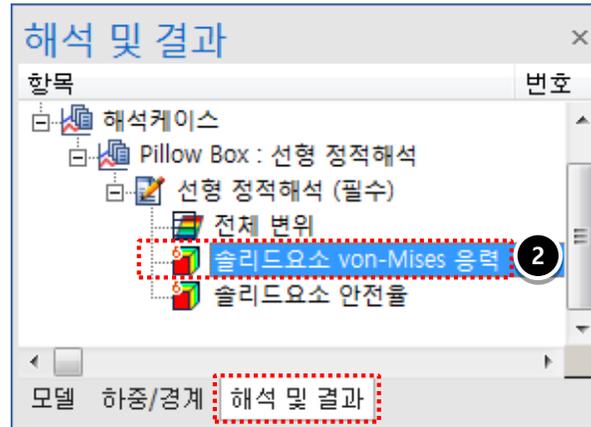
1. 결과분석 >> 고급 >> 결과태그클릭.
2. [최대],[최소] 버튼 클릭.
3. [닫기] 버튼 클릭.



해석 결과 중에서 가장 많이 확인하는 최대/최소값 혹은 특정 절점/요소에서의 결과를 태그로 표시해 주는 기능입니다. 해석 후, 보고서 등을 작성하는 경우에 사용하면 좋습니다.

작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 해석 및 결과 작업트리 >> 솔리드요소
von-Mises 응력 더블 클릭.
3. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상
>> 변형+변형전 (특징경계선) 선택.



작업순서

1. 결과분석 >> 고급 >> 임의선 추출 클릭.
2. 점1: "90, 50, 150"
점2: "90, -100, 50" 입력.
3. 방향: "(+)Z방향" 선택.
샘플개수: "20개" 입력 
4. [확인] 버튼 클릭.

임의선 다이어그램

이름: 다이어그램-1

위치정의

종류: 2점 선

점 1	90, 50, 150
점 2	90, -100, 50

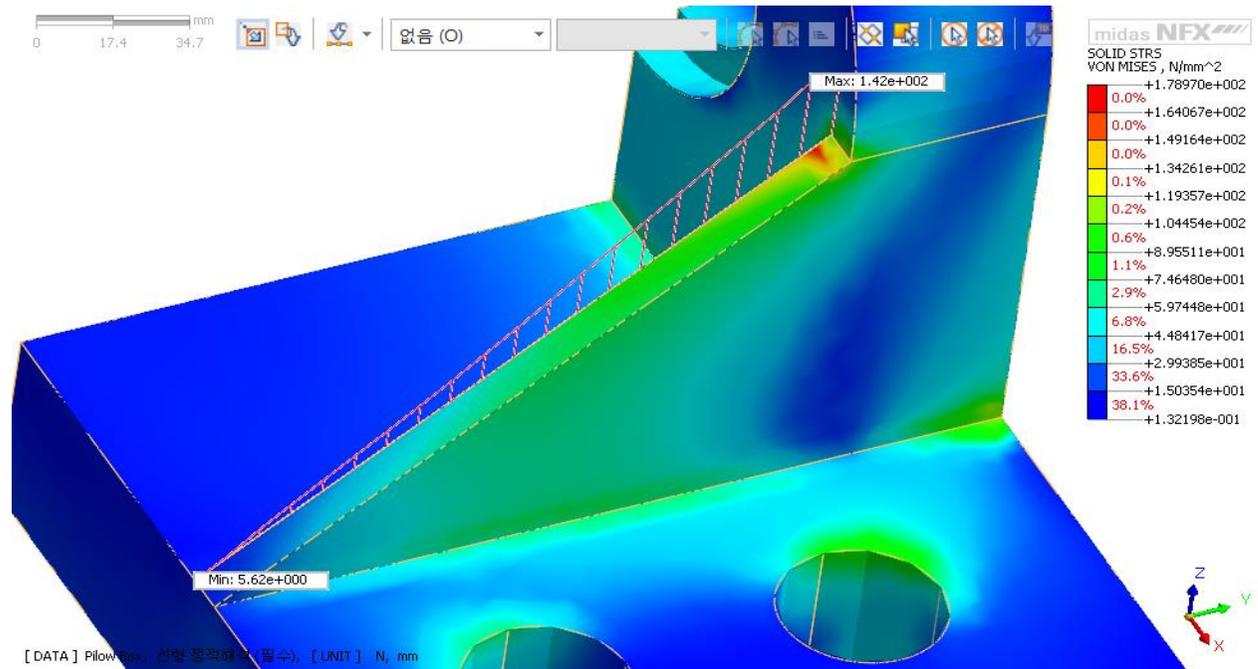
방향: (+)Z 방향 샘플개수: 20

결과태그 사용자정의 수식 반력합계

임의선추출 1. 응력 선형화 스텝등위면

결과추출 임의방향 부재력합계 기타기능

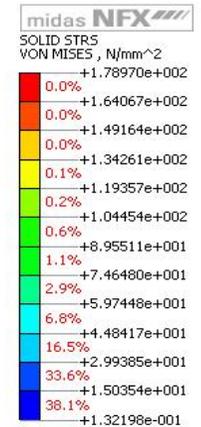
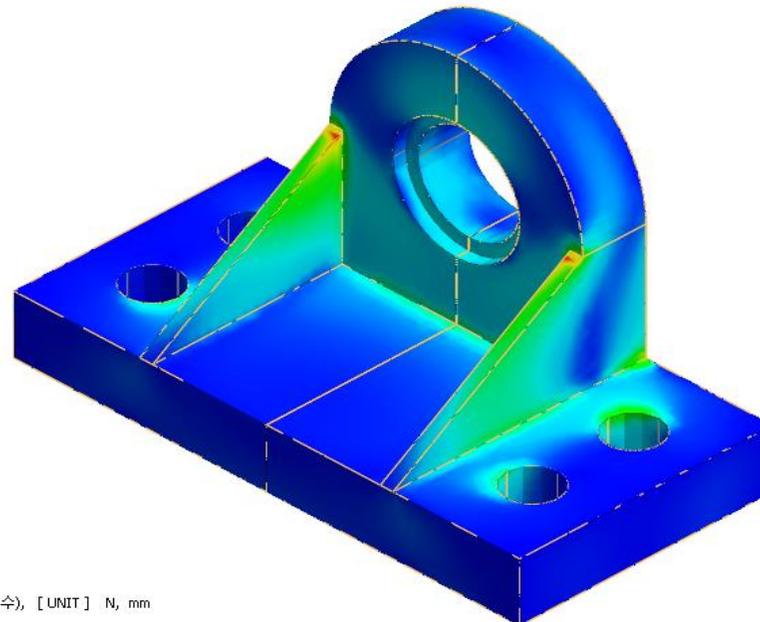
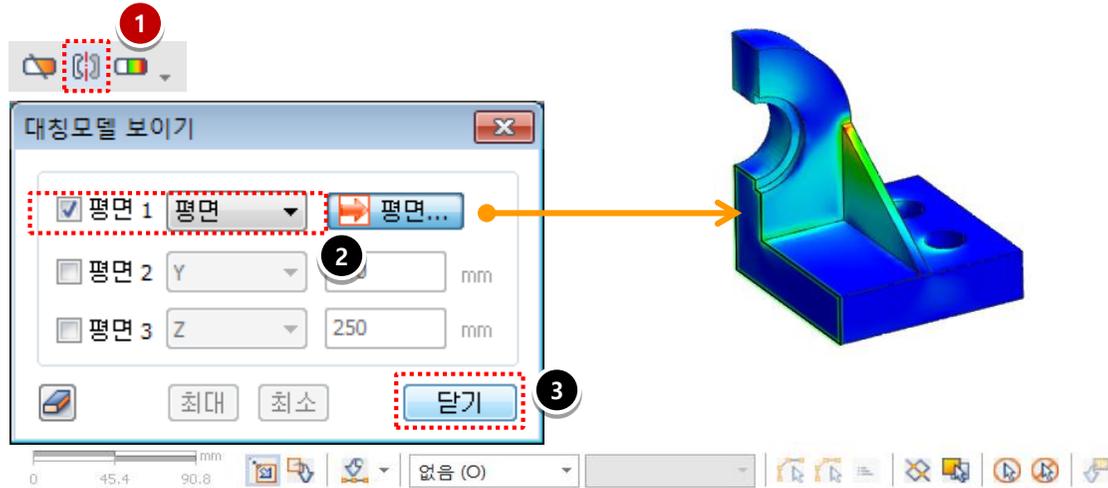
고급



 선택한 2점 사이의 결과를 샘플개수 입력값만큼 분할하여 모델에 직접 다이어그램으로 출력합니다.

작업순서

1. [대칭모델 보이기] (대칭모델 보이기) 클릭.
2. 평면 1 선택 >> 평면 선택 >>
대칭조건을 부여했던 면을 선택.
(그림참조) 
3. [닫기] 버튼 클릭.

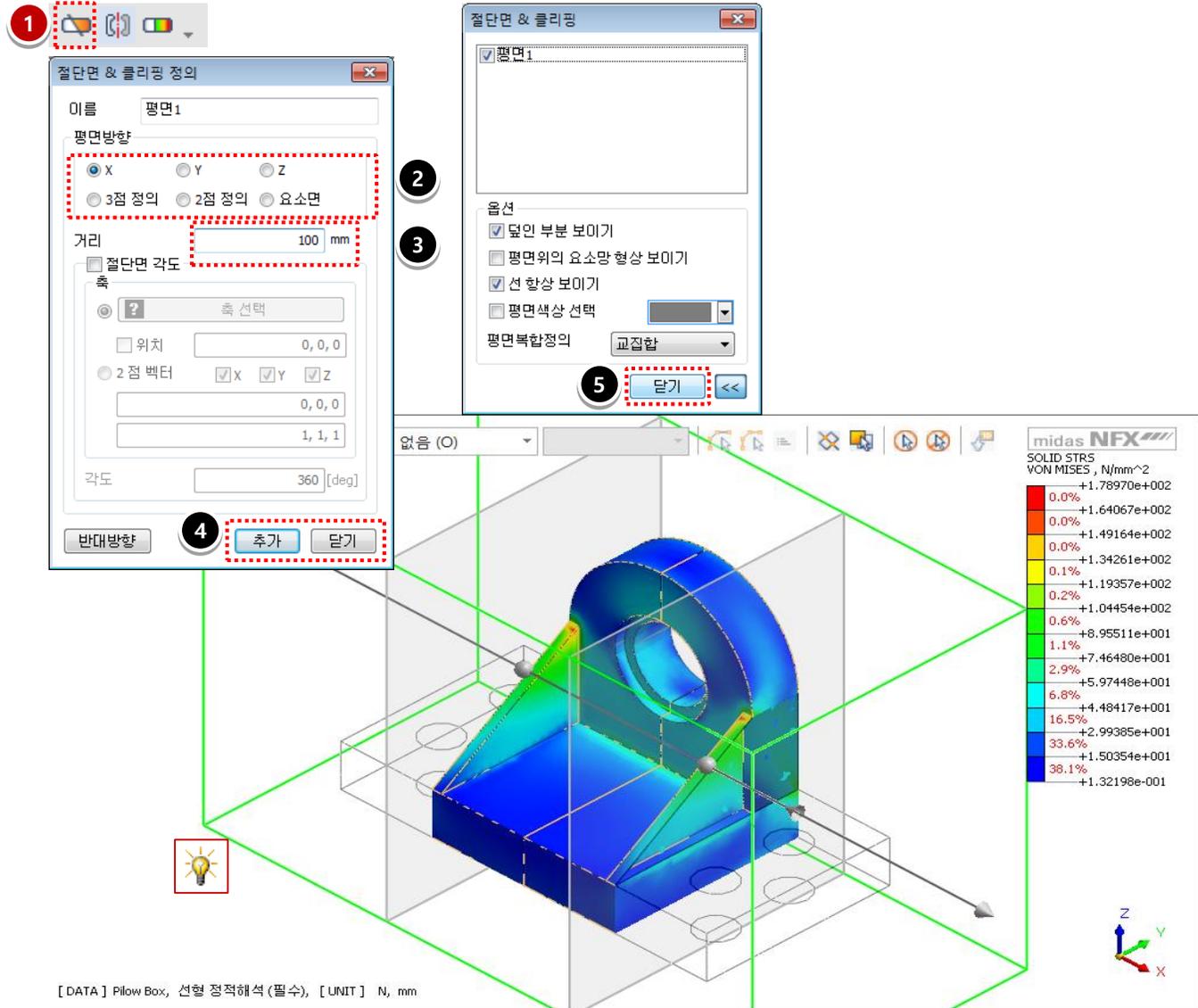


 ½ 모델을 해석한 후에 [대칭모델 보이기] 기능을 사용하여 전체모델일 때의 결과를 확인할 수 있습니다.

[DATA] Pillow Box, 선형 정적해석 (필수), [UNIT] N, mm

작업순서

1. [] {절단모델 보이기} 클릭.
2. 평면방향: X,Y,Z축을 선택하여 해당 축을 중심으로 절단 모델이 보임.
3. [X방향] 100mm 입력.
4. [추가], [닫기] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭.



절단면 & 클리핑 정의

이름: 평면1

평면방향

X Y Z

3점 정의 2점 정의 요소면

거리: 100 mm

절단면 각도

축

위치: 0, 0, 0

2점 벡터: X Y Z

0, 0, 0

1, 1, 1

각도: 360 [deg]

절단면 & 클리핑

평면1

옵션

뒷면 부분 보이기

평면위의 요소망 형상 보이기

선 색상 보이기

평면색상 선택

평면복합정의: 교집합

없음 (O)

midas NFX

SOLID STRS

VON MISES, N/mm²

0.0%	+1.78970e+002
0.0%	+1.64067e+002
0.0%	+1.49164e+002
0.1%	+1.34261e+002
0.2%	+1.19357e+002
0.6%	+1.04454e+002
1.1%	+8.95511e+001
2.9%	+7.46480e+001
6.8%	+5.97448e+001
16.5%	+4.48417e+001
33.6%	+2.99385e+001
38.1%	+1.50354e+001
	+1.32198e-001

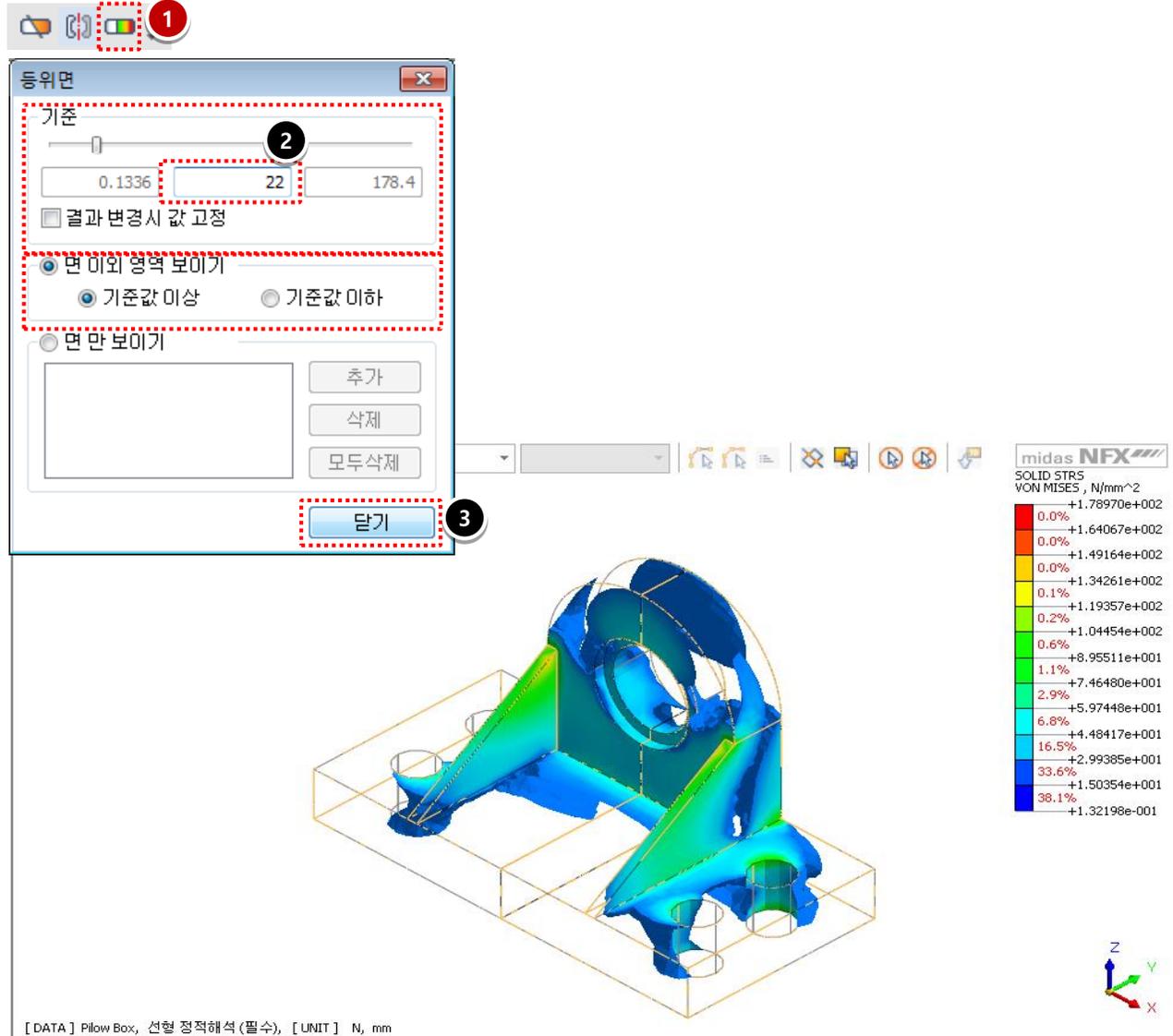
[DATA] Pillow Box, 선형 정적해석 (필수), [UNIT] N, mm

-  정의한 면을 기준으로 절단하여 결과를 확인할 수 있습니다. 화면 상의 화살표의 양끝을 클릭하고 드래그하여 기준면을 회전하거나 화살표 중앙의 볼을 클릭하고 드래그하여 평행 이동할 수 있습니다.

작업순서

1. [] {특정결과평면 보이기} 클릭.
2. [등위면] 창에서 기준 아래의 스크롤 바를 이동시켜 결과를 확인합니다.
(기준값 이상 or 기준값 이하를 선택하여 표시되는 영역을 조절할 수 있습니다.) 
3. [닫기] 버튼 클릭.

 기준값에 해당되는 면을 기준으로 기준값 이상 혹은 기준값 이하의 결과값인 부분만을 출력할 수 있습니다. 또는 기준값에 해당되는 면만 볼 수도 있습니다.



등위면

기준

0.1336 22 178.4

결과 변경시 값 고정

면 이외 영역 보이기

기준값 이상 기준값 이하

면만 보이기

추가
삭제
모두삭제

닫기

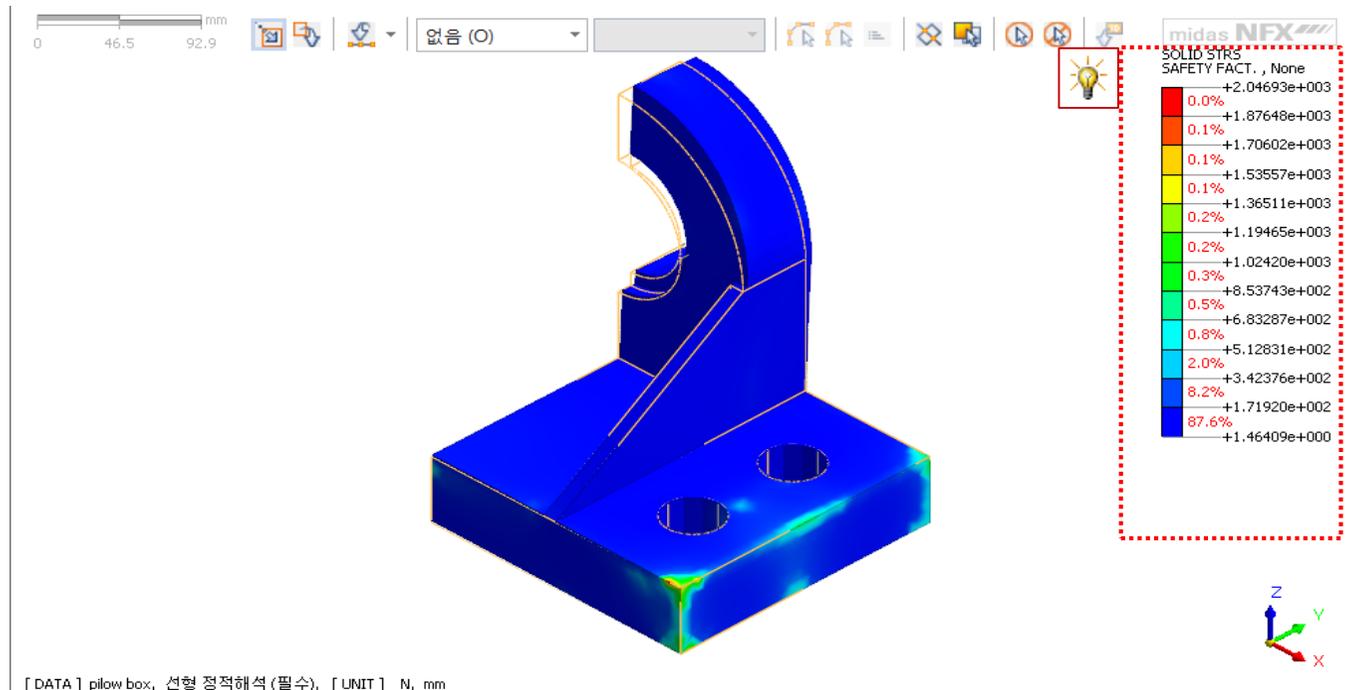
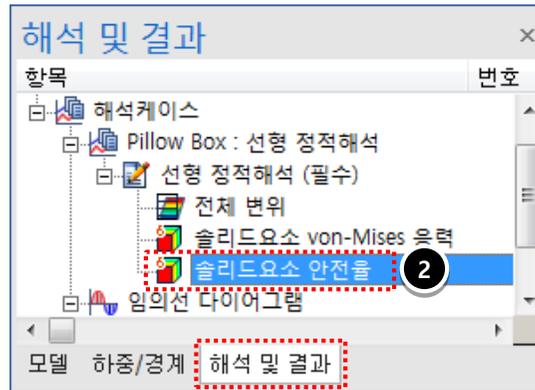
midas NFX
SOLID STRS
VON MISES, N/mm²

0.0%	+1.78970e+002
0.0%	+1.64067e+002
0.0%	+1.49164e+002
0.1%	+1.34261e+002
0.2%	+1.19357e+002
0.6%	+1.04454e+002
1.1%	+8.95511e+001
2.9%	+7.46480e+001
6.8%	+5.97448e+001
16.5%	+4.48417e+001
33.6%	+2.99385e+001
38.1%	+1.50354e+001
	+1.32198e-001

[DATA] Pillow Box, 선형 정적해석 (필수), [UNIT] N, mm

작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 해석 및 결과 작업트리 >> 솔리드요소 안전율 더블 클릭.



💡 안전율을 계산하기 위해서는 재료 정의 시, 반드시 파손이론과 인장강도를 입력해야 합니다.

$$(\text{안전율}) = (\text{인장강도}) / (\text{응력값})$$

안전율은 위의 식과 같이 계산되며, 안전율이 1보다 작은 경우, 응력이 인장강도를 넘어섰기 때문에 이에 대한 보강이 필요하다는 의미입니다.

개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 등방성 탄성 재료
- 판 요소

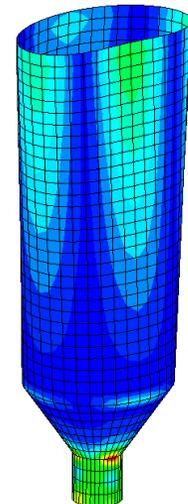
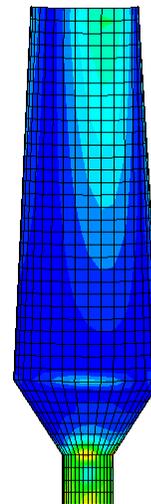
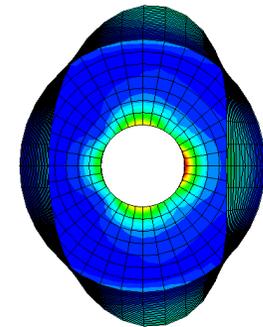
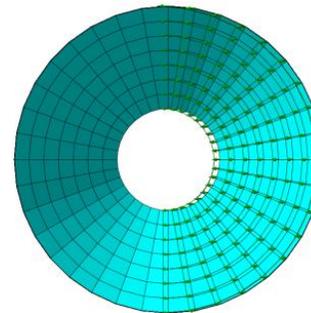
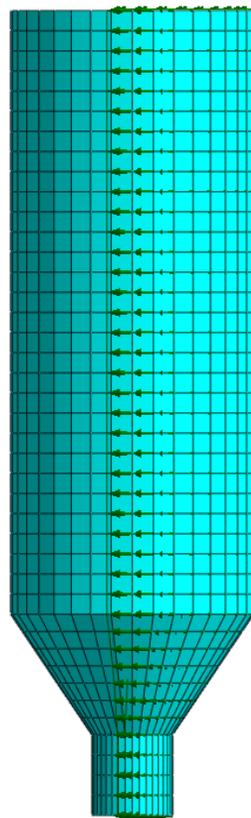
➤ 경계조건과 하중조건

- 자중
- 가변압력
- 구속조건

➤ 결과확인

- 변위/변형도
- 최대 전단 응력 (요소 중립면)

Silo



따라하기 목적

➤ midas NFX를 이용하여 기하형상 만들기

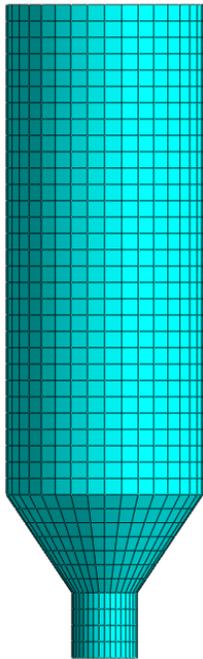
- midas NFX에서 기하형상을 직접 모델링하는 기능들을 습득하도록 합니다. (회전추출을 이용한 요소망 생성)
- 요소 중립면에서의 결과 출력을 위한 옵션 설정에 대하여 습득하도록 합니다.

➤ 함수를 사용하여 압력 부여하기

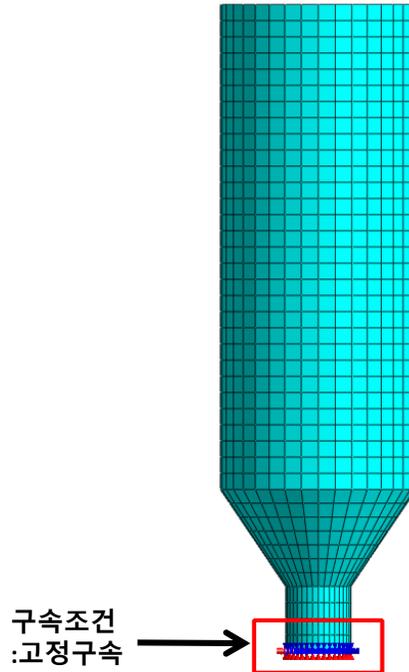
- 균일하지 않은 압력하중을 함수를 이용하여 부여하는 방법을 습득하도록 합니다.

해석 개요

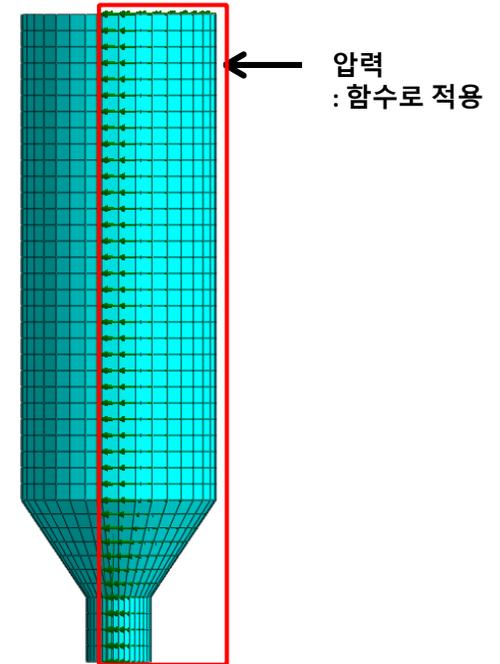
➤ 대상 모델



➤ 경계조건 (고정구속)



➤ 하중조건 (압력)

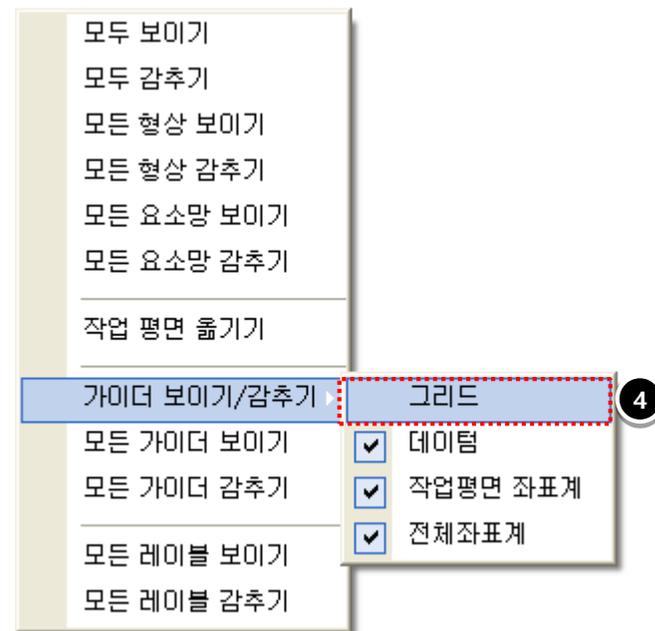
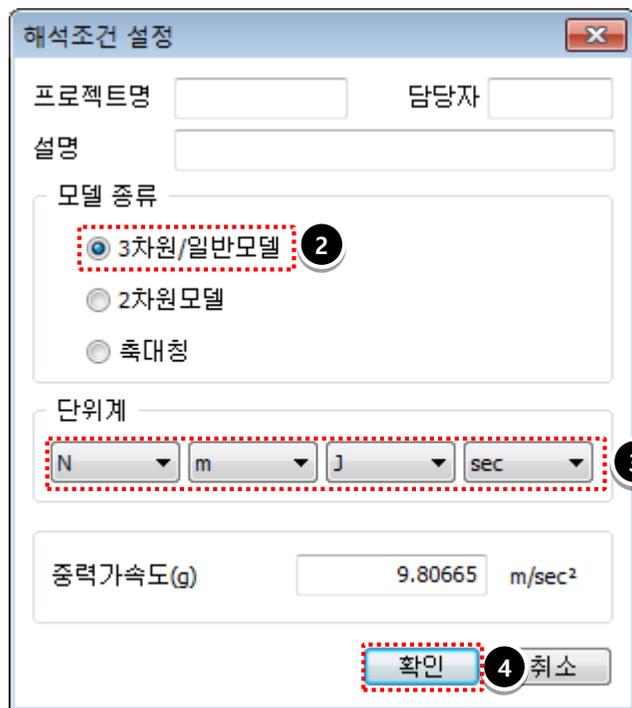


작업순서

1. [] (새로 만들기) 클릭.. 
2. [3차원/일반모델] 선택.
3. 단위계 [N-m-J-sec] 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.
5. 작업원도우에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, 가이드 보기/감추기 >> 그리드 체크 해제.

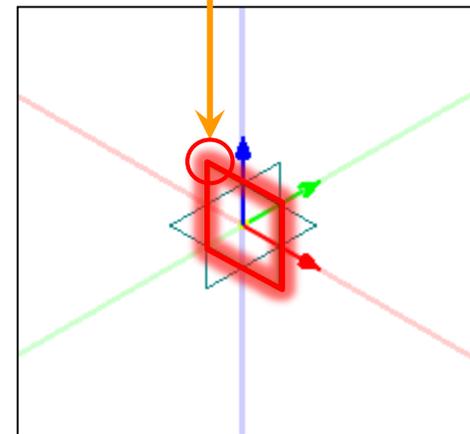
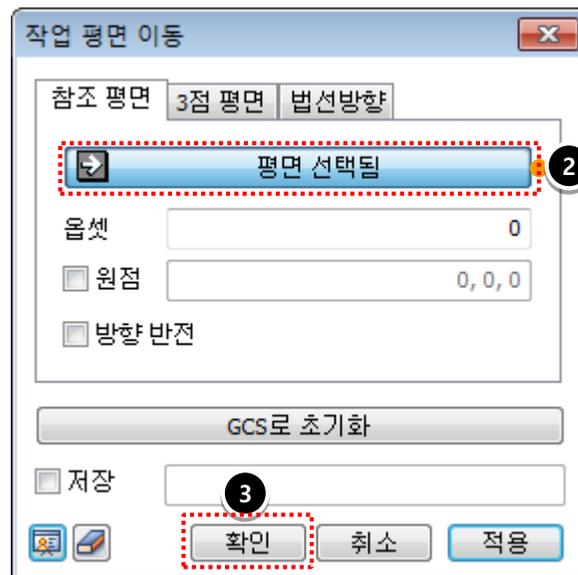
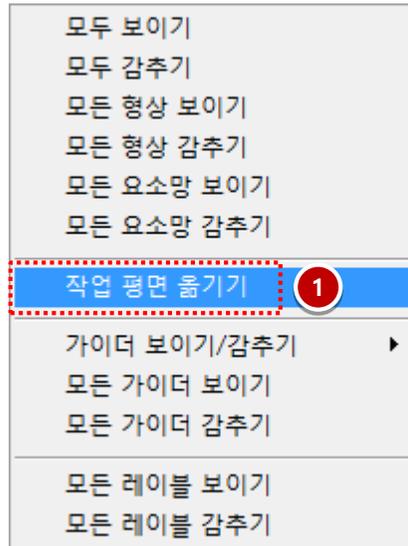
 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

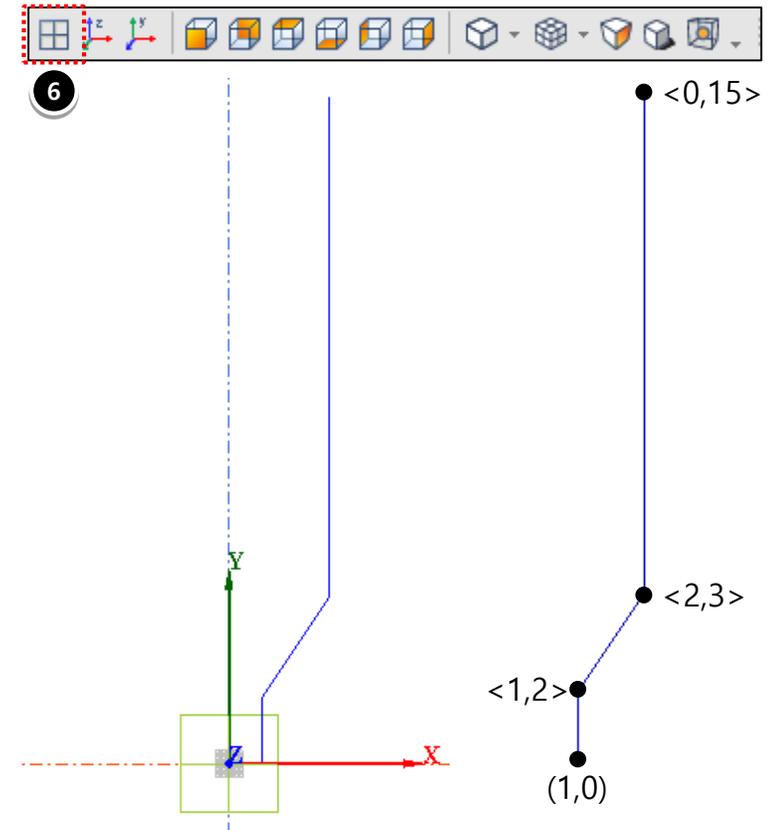
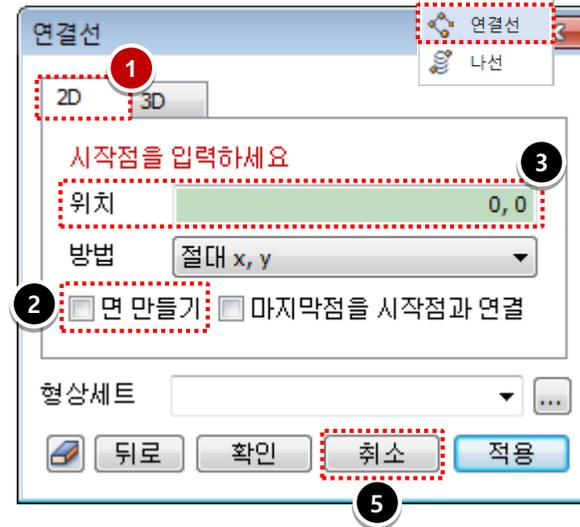
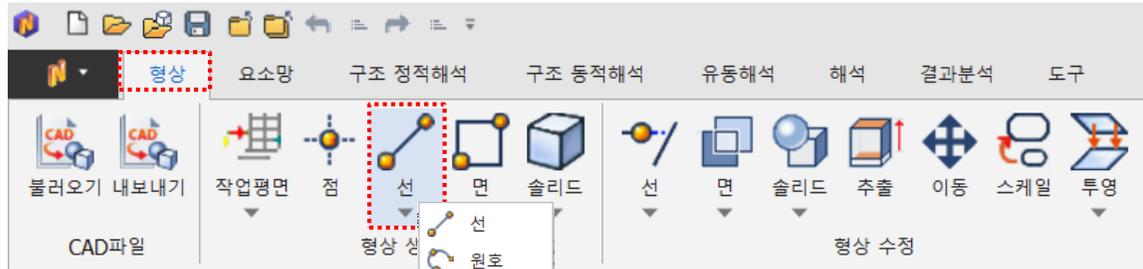
1. 작업윈도우에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, **작업 평면 옮기기** 클릭.
2. 작업윈도우에서 **[XZ평면]**을 선택.
3. **[확인]** 버튼 클릭.



- 💡 XZ평면 상에서 기하형상을 작업하기 위해서 작업 평면을 옮겨주어야 합니다.
- 작업윈도우 중앙에 각 평면을 의미하는 사각형을 선택합니다.

작업순서

1. [2D] 탭 클릭
2. 면 만들기 체크 해제
3. 위치 : "(1) , <0, 2> , <2, 3> , <0, 15>" 입력.
4. 연결선 그리기를 마치기 위해 작업 평면에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 .
5. [취소] 버튼 클릭.
6. [작업평면수직보기] 클릭.

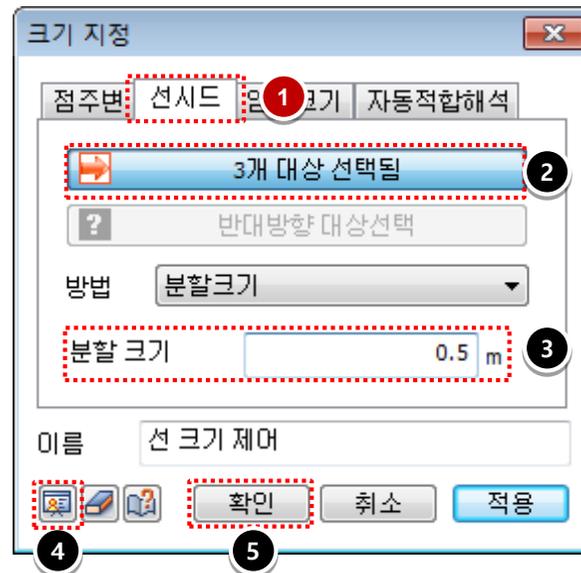


💡 () : "절대좌표 x, y"
 < > : "상대좌표 dx, dy"
 (1) 은 (1,0)와 같습니다..

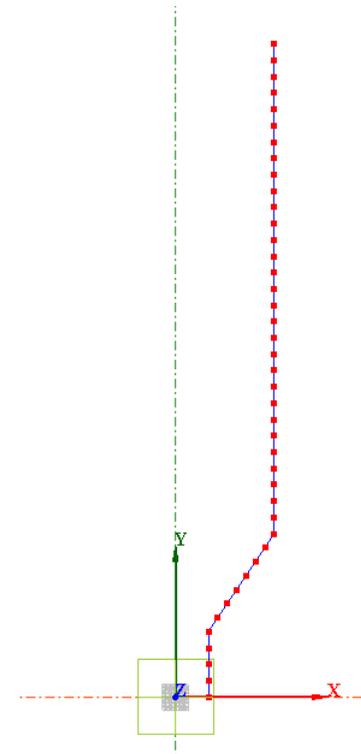
💡 [ESC] 는 [취소] 의 단축키 입니다.

작업순서

1. [선시드] 탭 클릭
2. 대상선택 : [] (전체선택) 클릭. 
3. 분할크기 : "0.5" 입력.
4. [미리보기] 버튼 클릭.
5. [확인] 버튼 클릭.



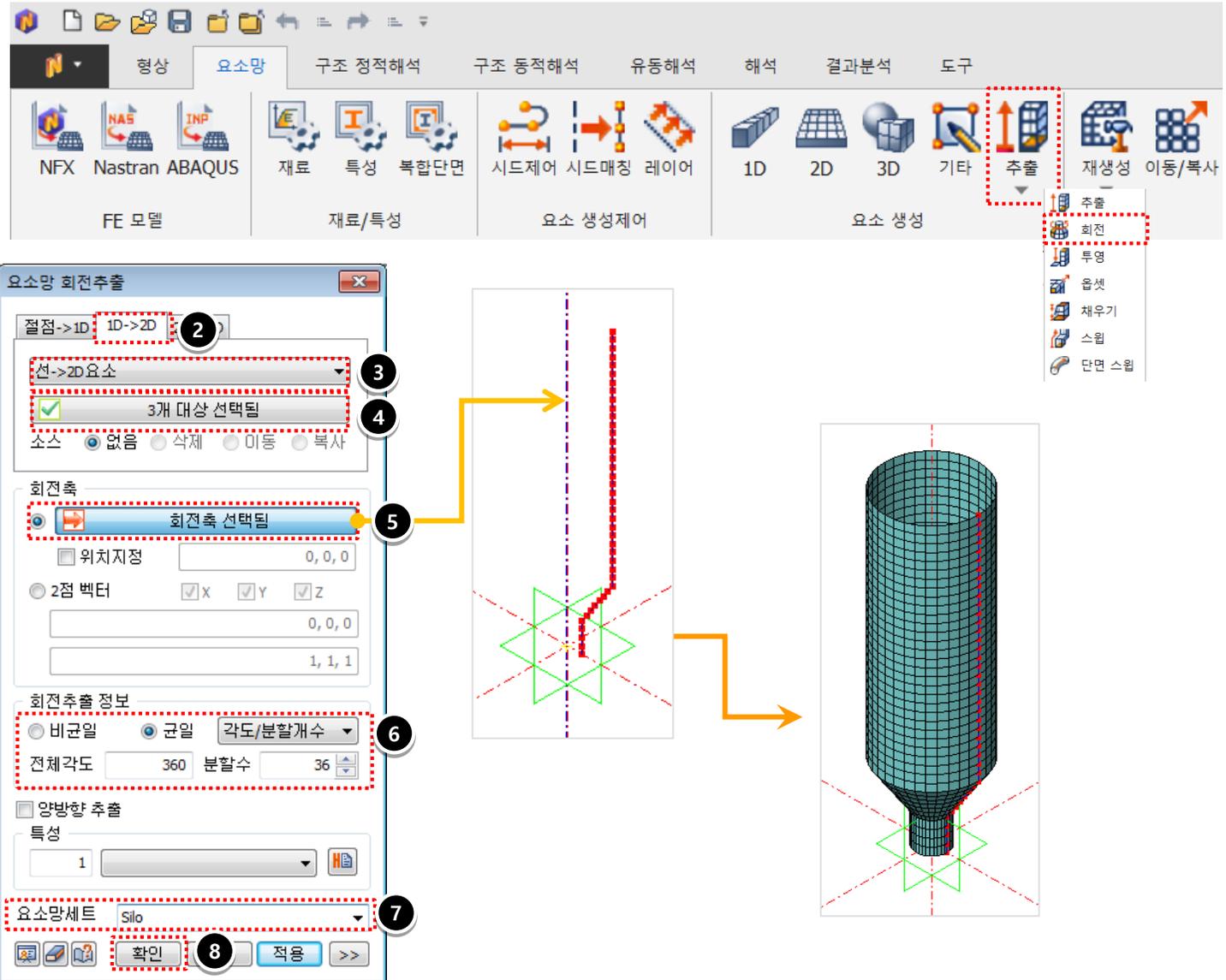
 "Ctrl+A" 은 "전체선택" 의 단축키입니다.



작업순서

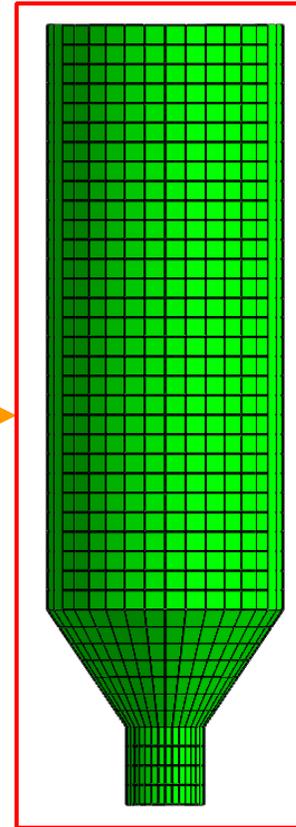
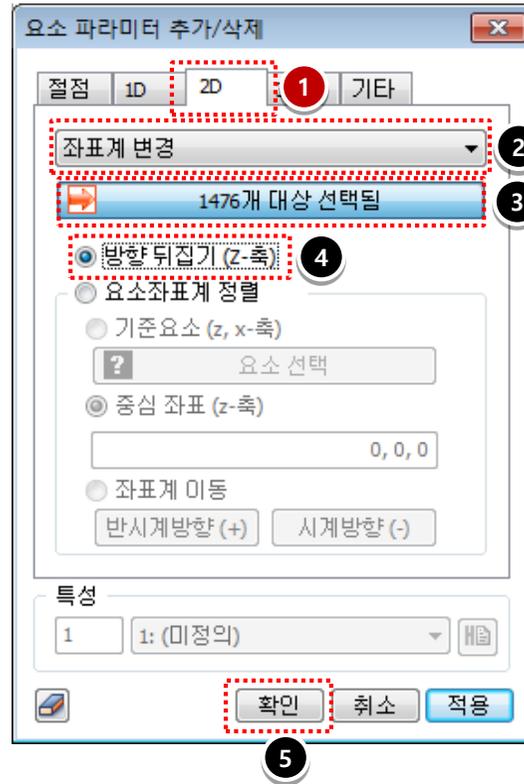
1. [] (등각보기 1) 클릭.
2. [1D→2D] 탭 클릭
3. [선→2D요소] 선택.
4. 대상선택: [] (전체선택) 클릭.
5. 회전축 : [Z축] 선택.
6. 전체각도: "360" / 분할수: "36" 입력. 
7. 요소망세트 : "Silo" 입력.
8. [확인] 버튼 클릭.

 원통형상인 경우 1개의 요소가 이루는 각도가 15도 이하가 되도록 요소망을 생성하는 것이 좋습니다.



작업순서

1. [2D] 탭 클릭
2. [좌표계 변경] 선택.
3. 대상선택: "1476개" 대상 선택.
 (전체선택)클릭.
4. 방향 뒤집기(Z-축) 선택. 
5. [확인] 버튼 클릭.



 요소의 Z방향이 원통의 바깥면을 향하도록 요소의 Normal방향을 변경합니다.

작업순서

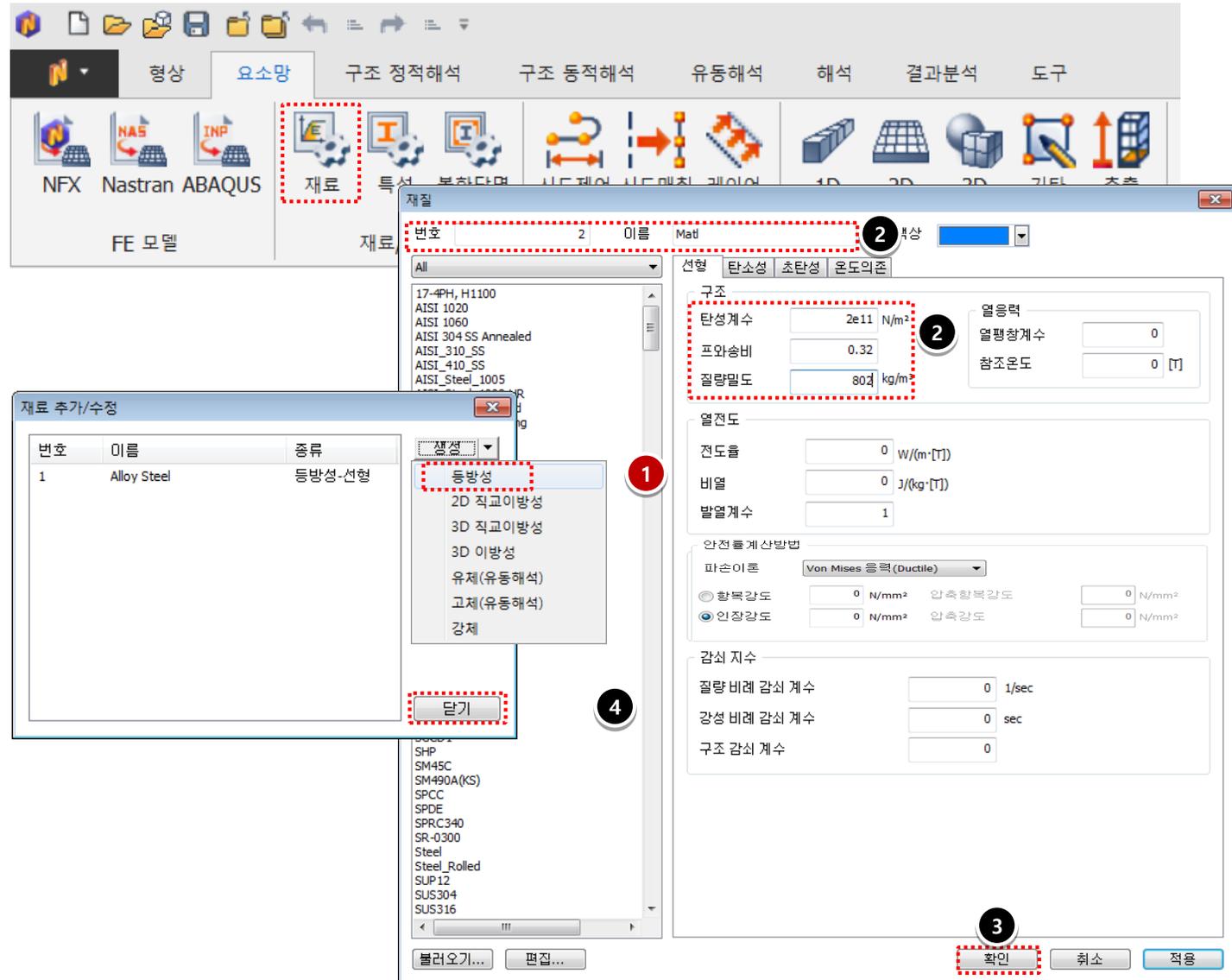
1. 생성 >> 등방성 클릭.

2. 재질 입력.

번호	2
이름	Matl
탄성계수	2e11 (N/m ²)
프와송비	0.32
질량밀도	802

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭.



The screenshot shows the Midas NFX software interface. The '재료' (Material) dialog box is open, and the '재질' (Material) sub-dialog is active. The '번호' (Number) is 2 and '이름' (Name) is Matl. The '구조' (Structure) is set to '탄소성' (Carbon). The '탄성계수' (Elastic Modulus) is 2e11 N/m², '프와송비' (Poisson's Ratio) is 0.32, and '질량밀도' (Density) is 802 kg/m³. The '안전률계산방법' (Safety Factor Calculation Method) is set to 'Von Mises 응력(Ductile)'. The '확인' (OK) button is highlighted with a red dashed box and a circled '3', and the '닫기' (Close) button is highlighted with a red dashed box and a circled '4'.

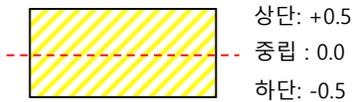
작업순서

1. 생성 >> 2D 클릭
2. [판] 탭 선택..
3. 특성입력

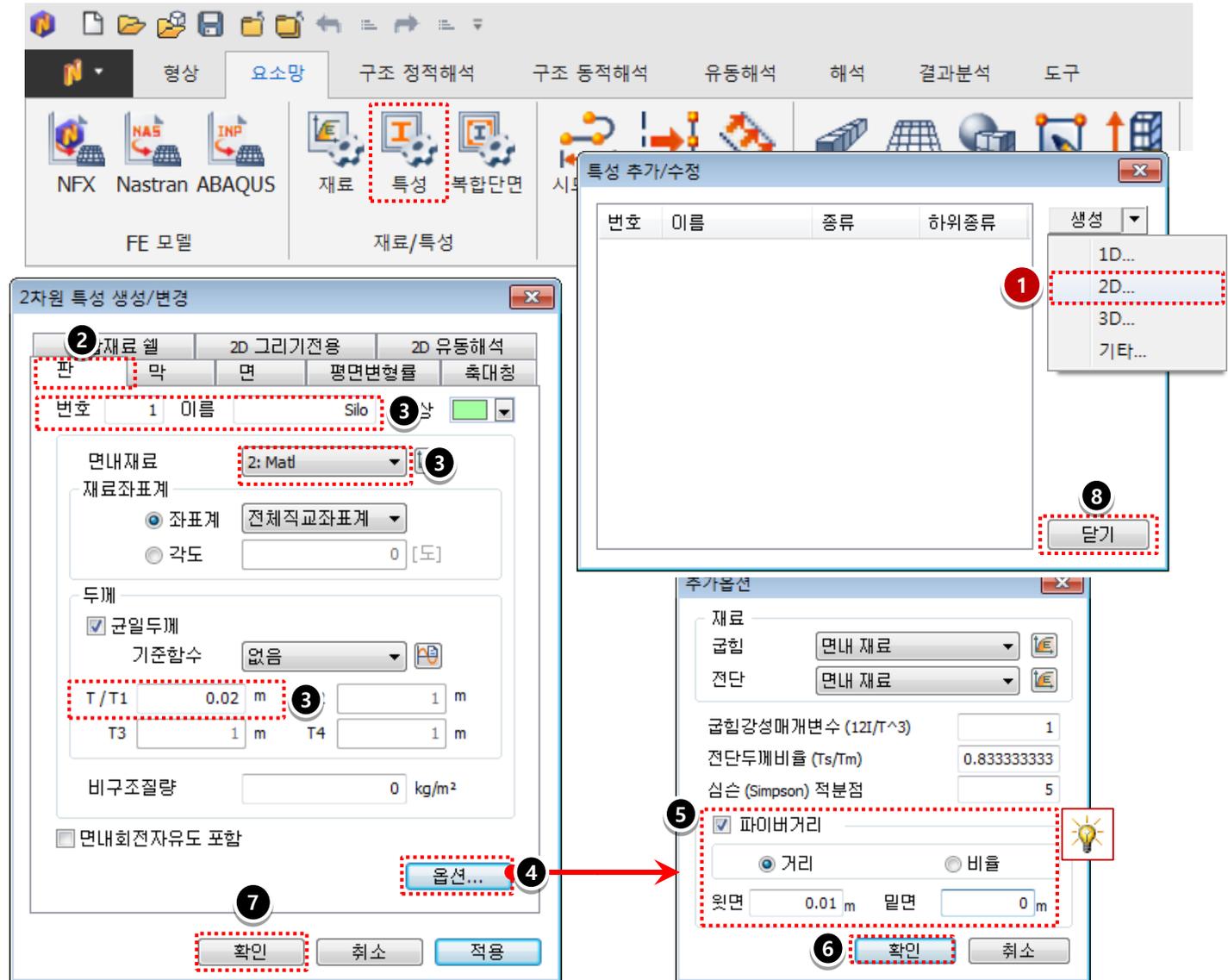
번호	1
이름	Silo
재질	2: Mat1
두께(T/T1)	0.02 (m)

4. [옵션...] 버튼 클릭.
5. [파이버거리] 에 체크 후,
윗면 : "0.01", 밑면 : "0" 입력.
6. [확인] 버튼 클릭.
7. [확인] 버튼 클릭.
8. [닫기] 버튼 클릭.

💡 파이버 거리 : Stress 계산 위치.
하단을 '0'으로 설정함으로써 하단의 Stress가 중립면의 Stress가 됩니다.



<판 전단면의 단위화된 거리>



2차원 특성 생성/변경

재료 셀: 2D 그리기전용, 2D 유동해석

판: 판, 면, 평면변형률, 축대칭

번호: 1, 이름: Silo, 상: [색상]

면내재료: 2: Mat1

재료좌표계: 좌표계: 전체직교좌표계, 각도: 0 [도]

두께: 균일두께, 기준합수: 없음

T/T1: 0.02 m, T3: 1 m, T4: 1 m

비구조절량: 0 kg/m²

면내회전자유도 포함

옵션...

확인, 취소, 적용

특성 추가/수정

번호, 이름, 종류, 하위종류, 생성: 1D..., 2D..., 3D..., 기타...

닫기

추가옵션

재료: 면내 재료, 전단: 면내 재료

굽힘강성매개변수 (12I/T³): 1, 전단두께비율 (Ts/Tm): 0.833333333, 심슨 (Simpson) 적분점: 5

파이버거리

거리: , 비율:

윗면: 0.01 m, 밑면: 0 m

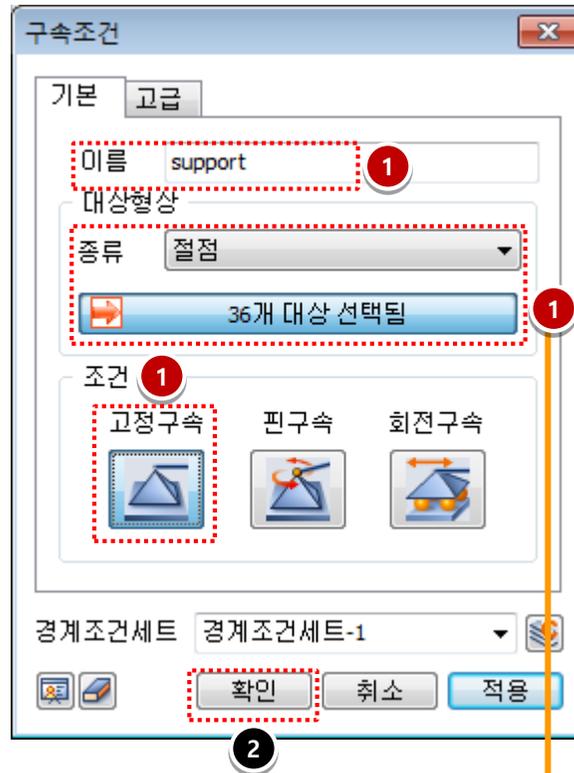
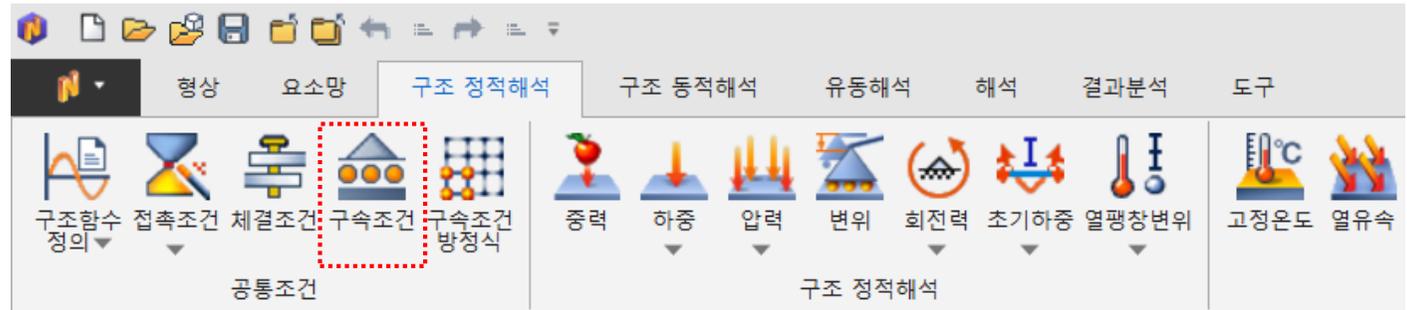
확인, 취소

작업순서

1. 구속조건 입력

이름	Support
대상종류	절점
대상선택	36개 선택(그림참조)
조건	고정구속

2. [확인] 버튼 클릭.



💡 작업화면에서 마우스 드래그로 박스에 포함되는 대상을 선택할 수 있습니다.

작업순서

1. [공간] 탭 클릭.

2. 함수 생성 입력

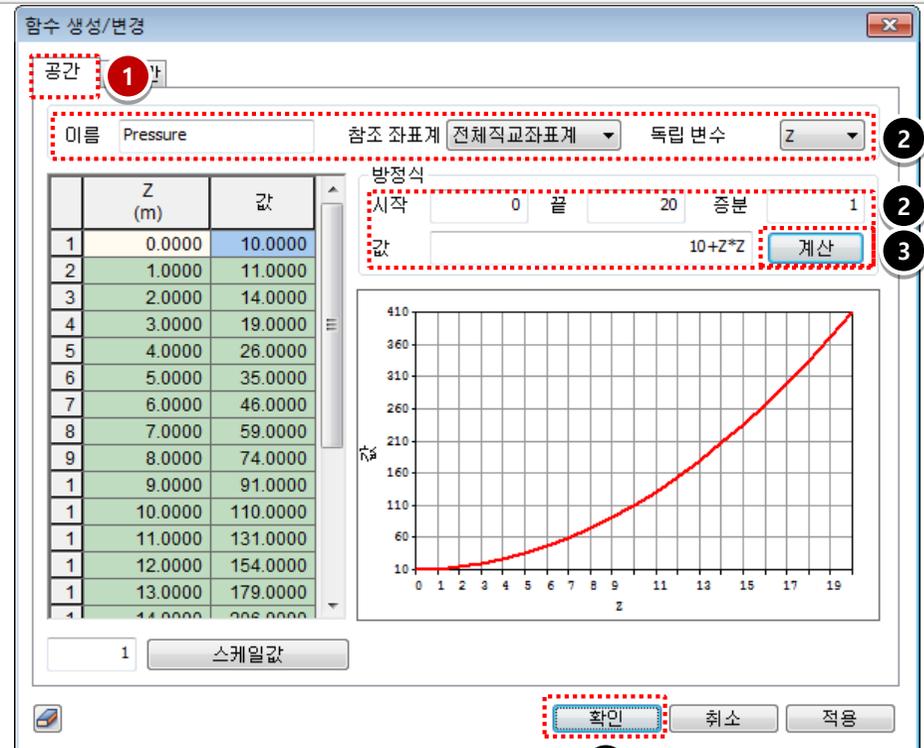
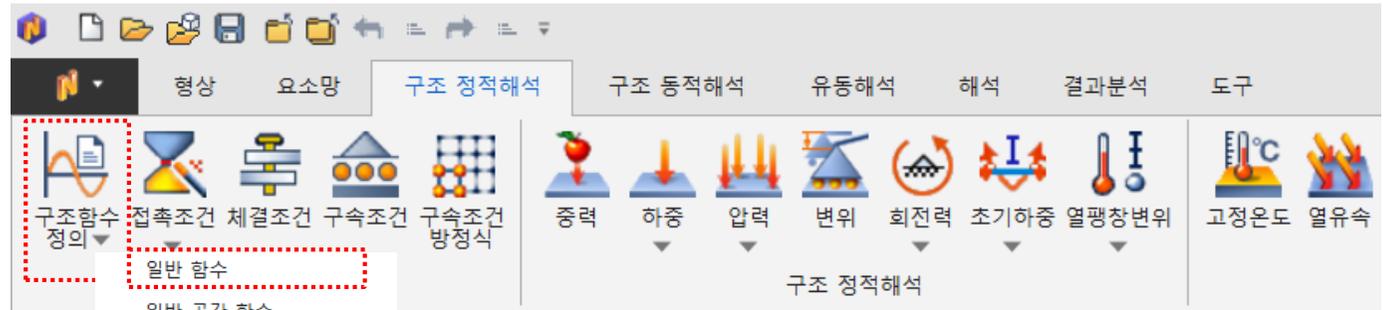
이름	Pressure
참조좌표계	전체직교좌표계
독립변수	Z
시작	0
끝	20
증분	1
값	10+Z*Z

3. [계산] 버튼 클릭.

4. [확인] 버튼 클릭.

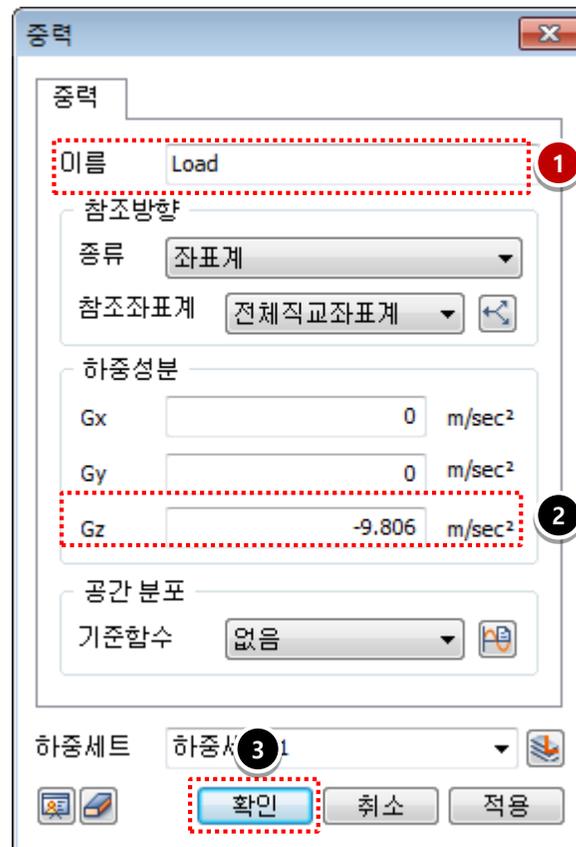
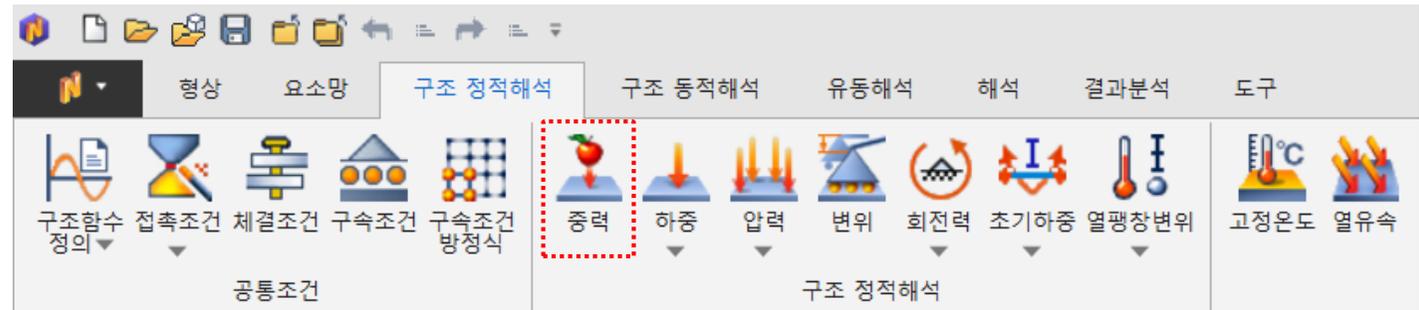
💡 Z축의 위치에 따라 값이 변하는 함수를 정의합니다.

테이블에 직접 함수값을 입력하거나, 방정식을 통해 함수값을 계산할 수도 있습니다.



작업순서

1. 이름: "Load" 입력.
2. 하중성분(Gz): "-9.806"(m/sec²) 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.



💡 중력가속도는 프로그램 시작 시에 설정한 단위계에 따라 기본값이 자동으로 입력됩니다.

작업순서

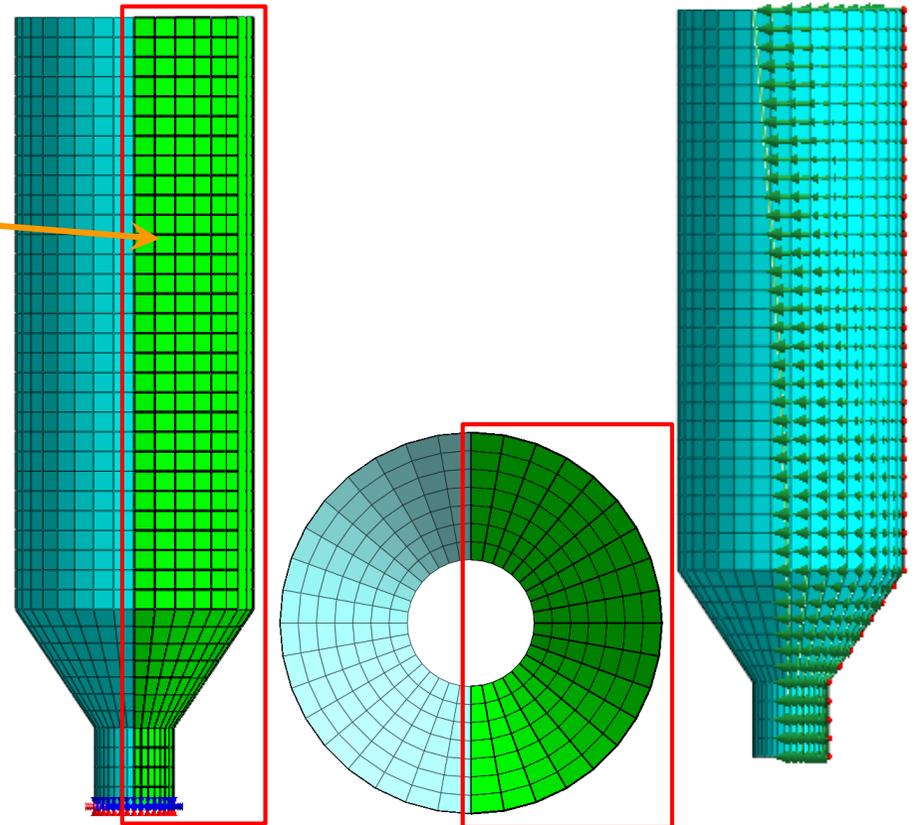
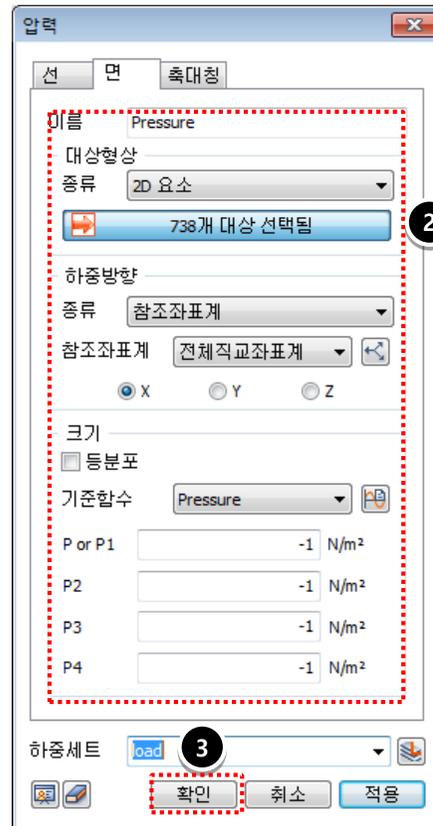
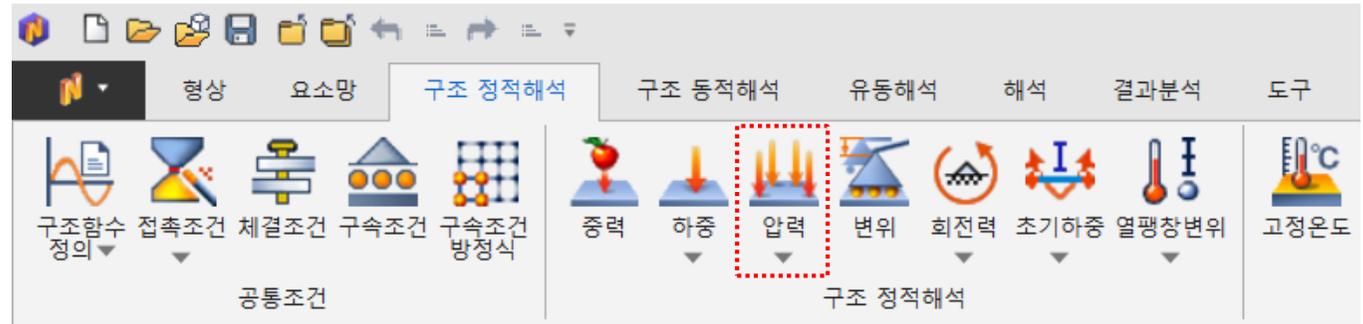
1. [] (윗면) 클릭.

2. 압력 입력

이름	Pressure
대상형상	전체직교좌표계
대상선택	738개 선택(그림참조)
하중종류	참조좌표계
참조좌표계	전체직교좌표계(X축)
등분포	체크해제
기존함수	Pressure
P or P1	-1 (N/m ²)
P2	-1 (N/m ²)
P3	-1 (N/m ²)
P4	-1 (N/m ²)

3. [확인] 버튼 클릭.

 함수를 이용한 분포하중인 경우에는 [등분포]의 체크를 반드시 해제해야 정상적으로 하중이 입력됩니다. 함수값과 입력값을 곱하여 실제 하중값이 정의됩니다.

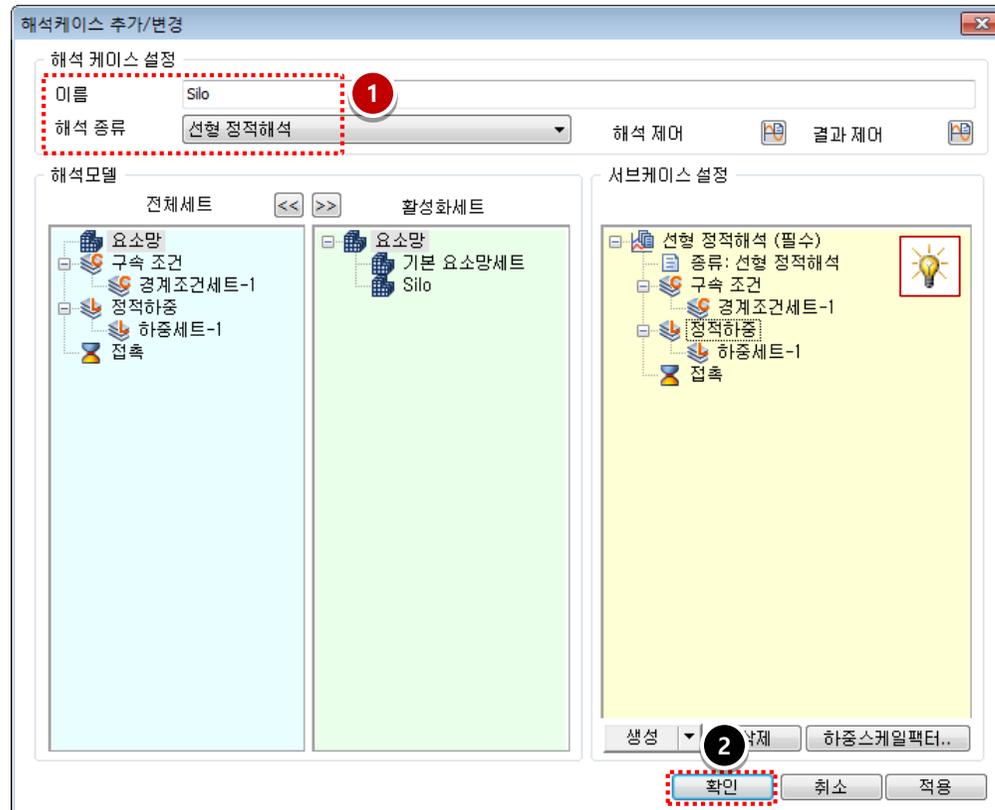
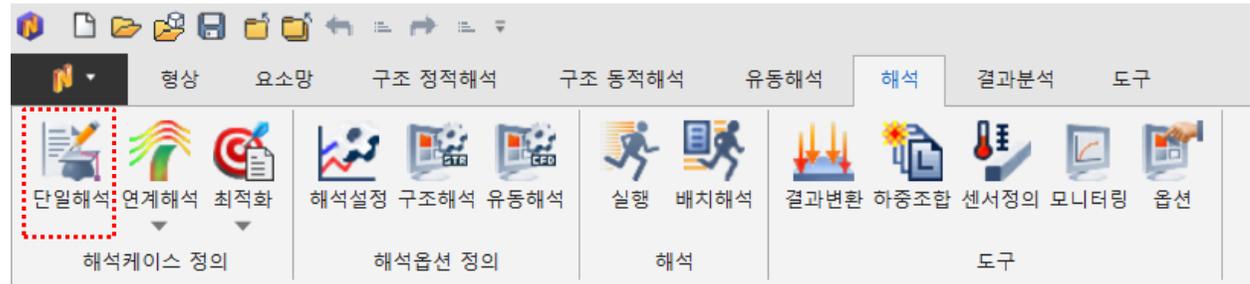


작업순서

1. 이름: "Silo" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

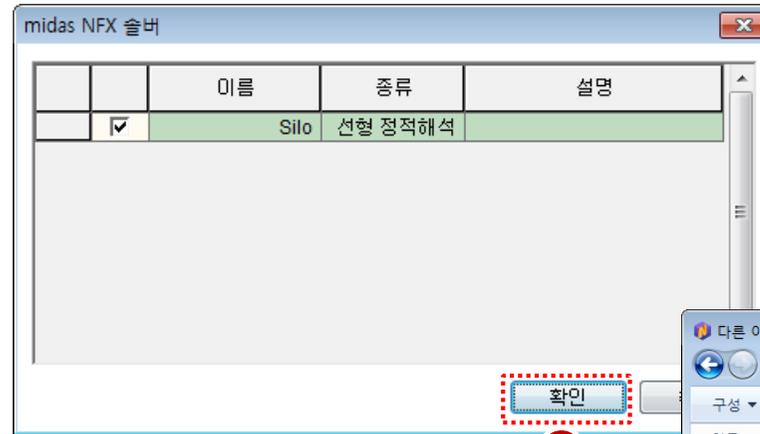
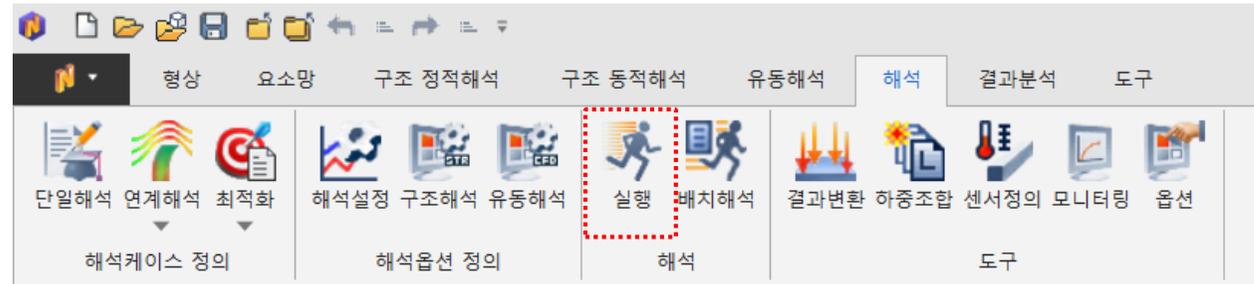
2. [확인] 버튼 클릭.



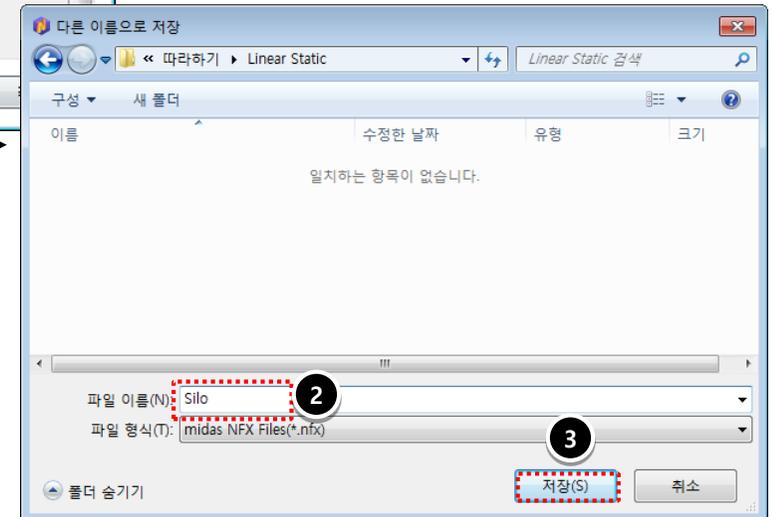
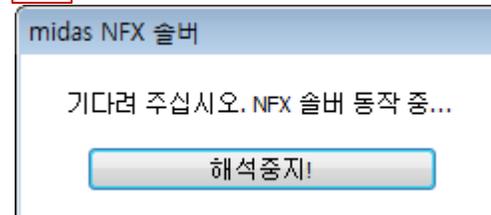
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Silo" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

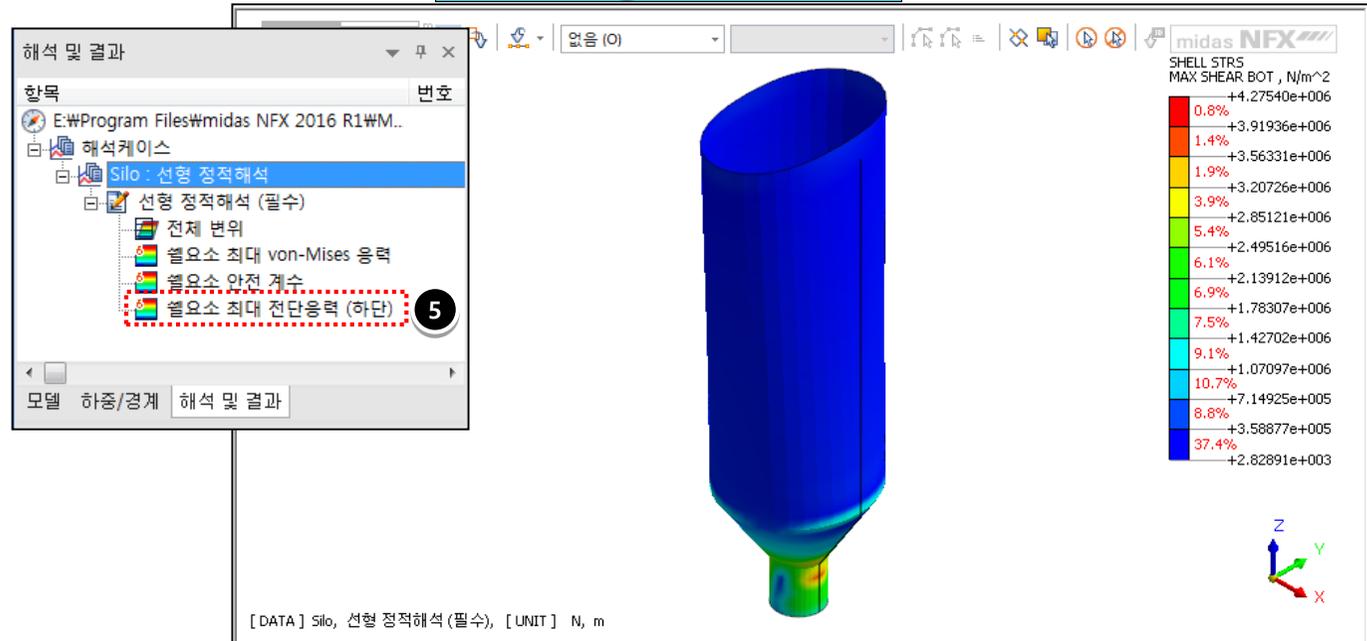
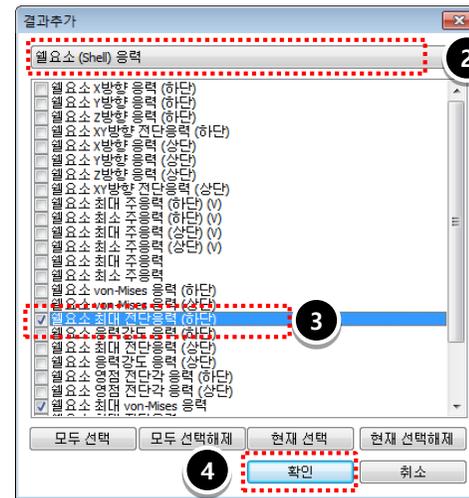
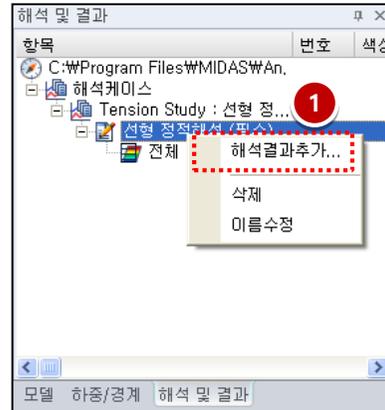


💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



작업순서

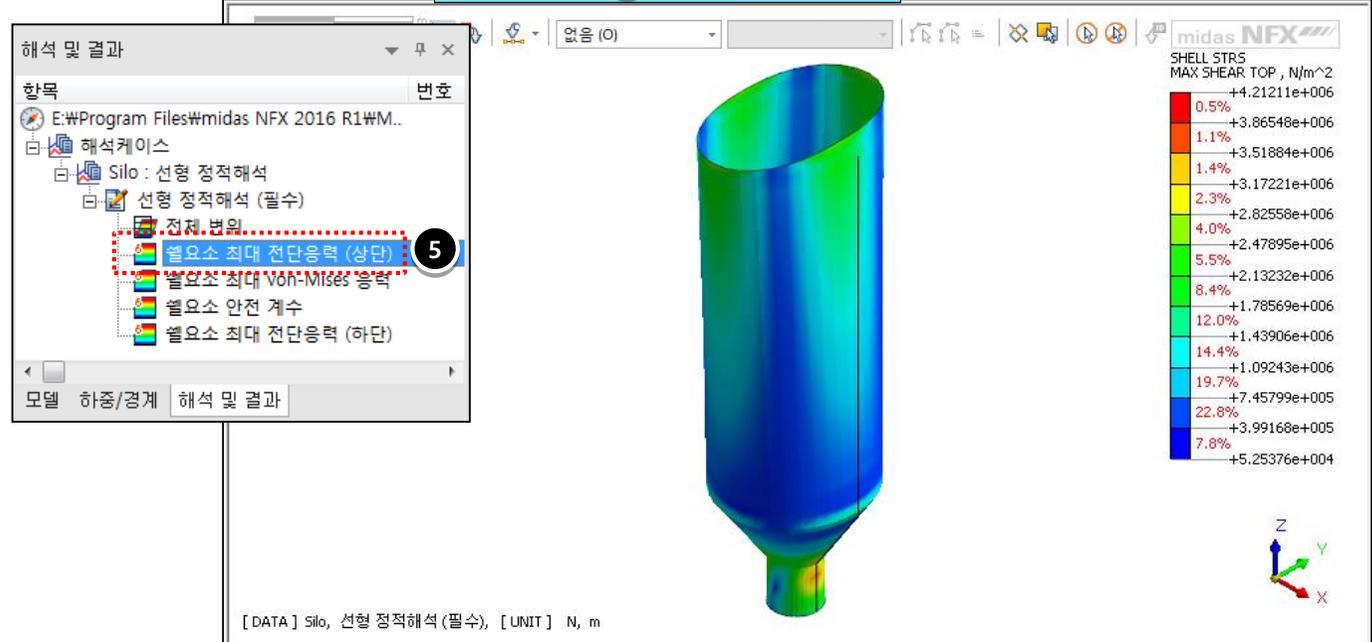
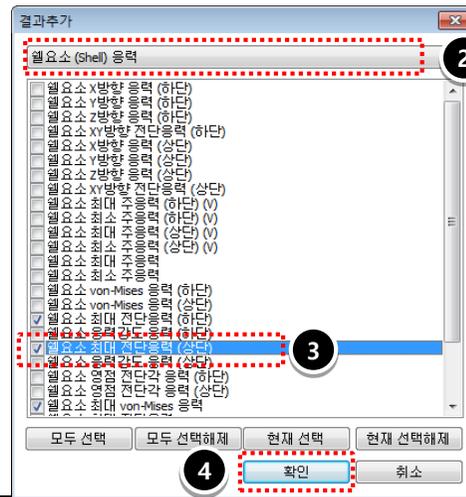
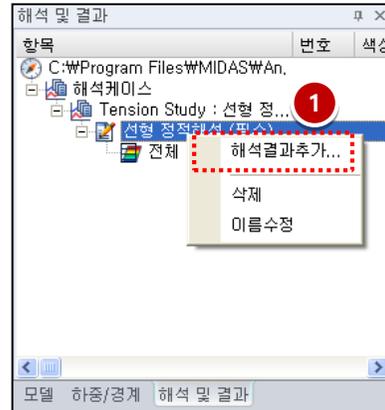
1. 선형 정적해석 (필수) 오른쪽 마우스 클릭한 후 [해석결과추가] 클릭
2. [셸요소 (Shell) 응력] 선택
3. 셸요소 최대 전단응력 (하단) 선택.
4. [확인] 클릭
5. [셸요소 최대 전단응력 (하단)] 더블 클릭



💡 작업트리에 기본으로 등록되는 항목 이외의 결과를 확인하고자 하는 경우, [해석결과추가] 기능을 사용하여 원하는 결과항목을 작업트리에 추가할 수 있습니다.

작업순서

1. 선형 정적해석 (필수) 오른쪽 마우스 클릭한 후 [해석결과추가] 클릭
2. [셸요소 (Shell) 응력] 선택
3. 셸요소 최대 전단응력 (상단) 선택.
4. [확인] 클릭
5. [셸요소 최대 전단응력 (상단)] 더블 클릭



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : kgf, cm
- 등방성 탄성 재료
- 1/12 (30°) 대칭모델
- 판 요소

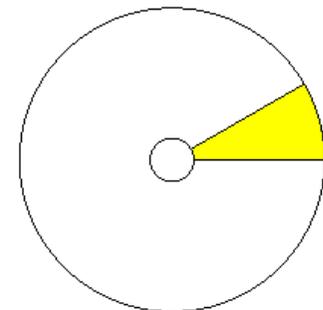
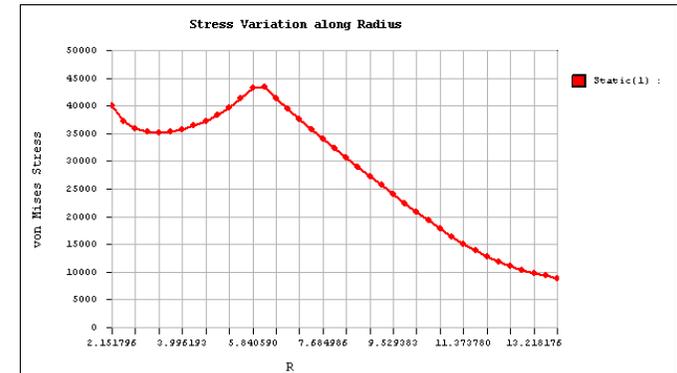
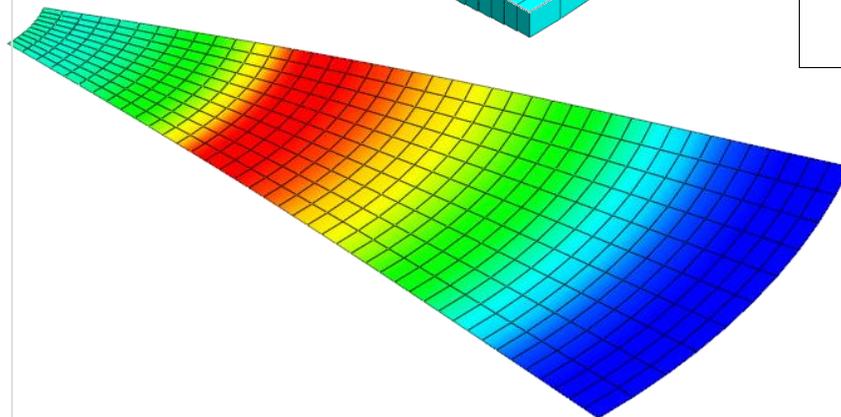
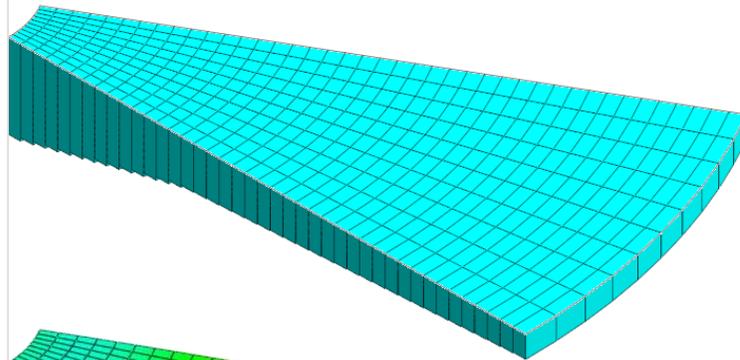
➤ 경계조건과 하중조건

- 가변압력
- 절점 좌표계, 구속조건

➤ 결과확인

- 변위/변형도
- von Mises 응력
- 최대값의 조회

Tapered Plate



따라하기 목적

➤ 1/12 모델에서 대칭조건 부여하기

- Disk 전체를 모델링 하지 않고 대칭조건을 이용하여 일부분만을 모델링하여도 전체 모델을 해석한 것과 동일한 결과를 얻을 수 있습니다.

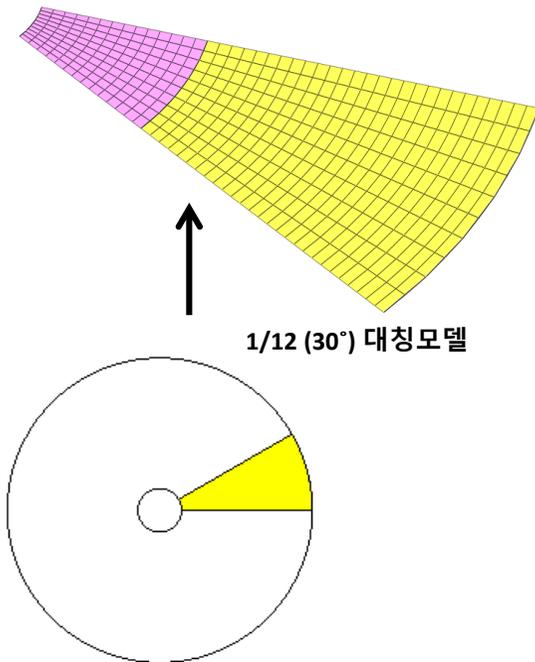
➤ 2D 요소의 특성 설정하기

- 두께가 균일하지 않은 판의 두께를 함수를 이용하여 설정하고 실제구조물에 맞게 단면의 위치를 변경하도록 합니다.

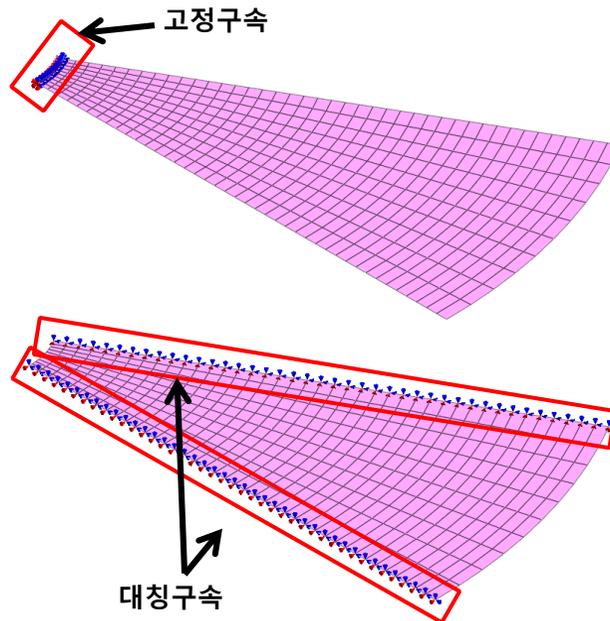
- 절점좌표계를 변경하는 방법과 2D 요소의 법선 방향을 일치시키는 방법을 습득하도록 합니다.

해석 개요

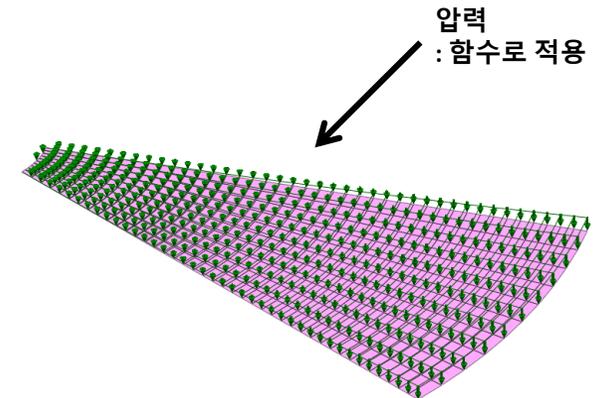
➤ 대상 모델



➤ 경계조건 (고정구속, 대칭구속)

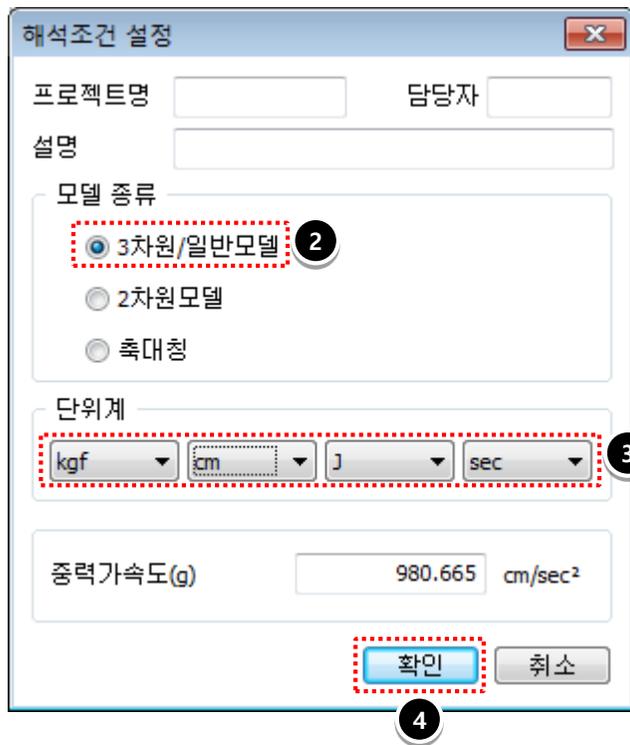


➤ 하중조건 (압력)



작업순서

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

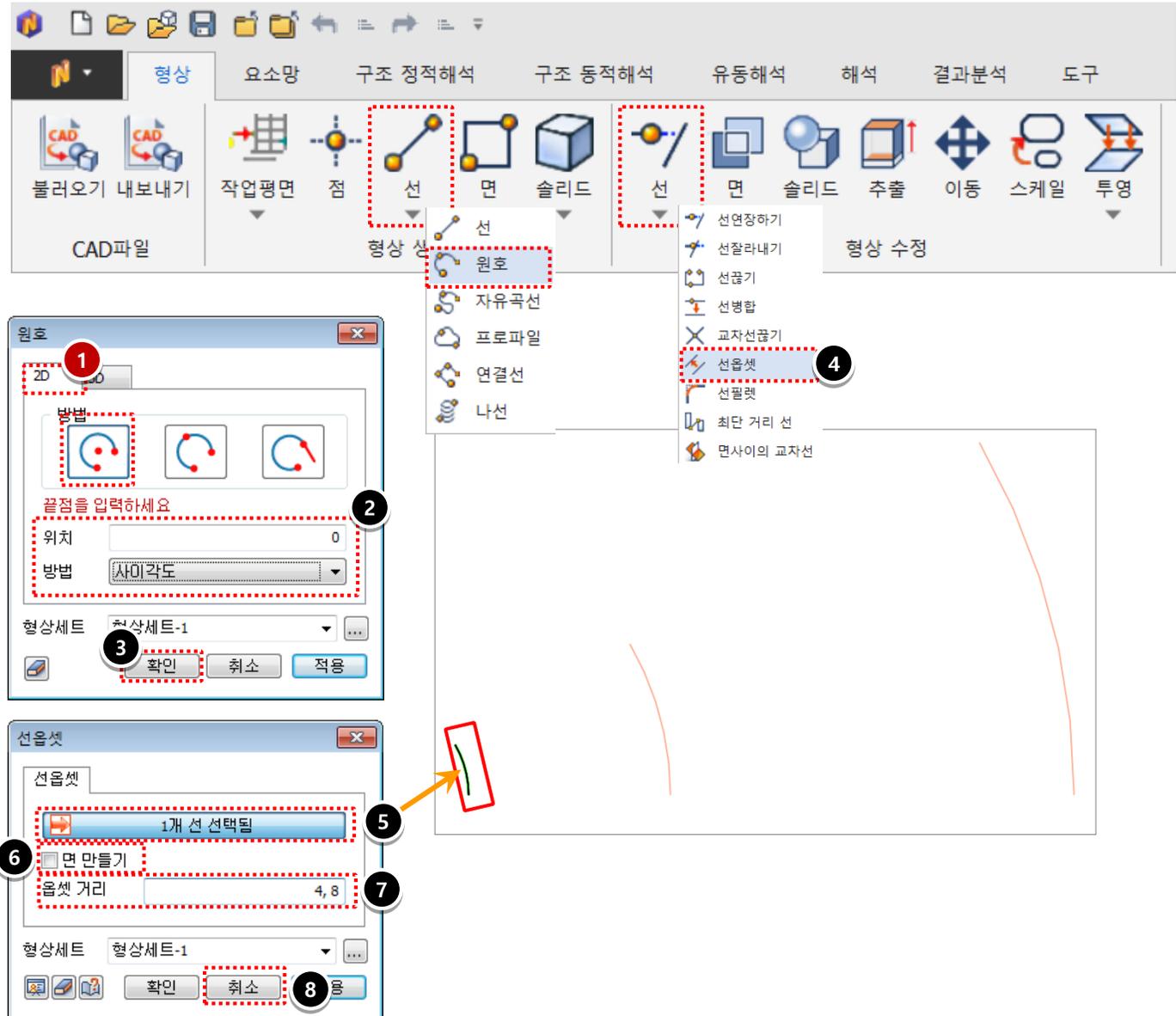


 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.

작업순서

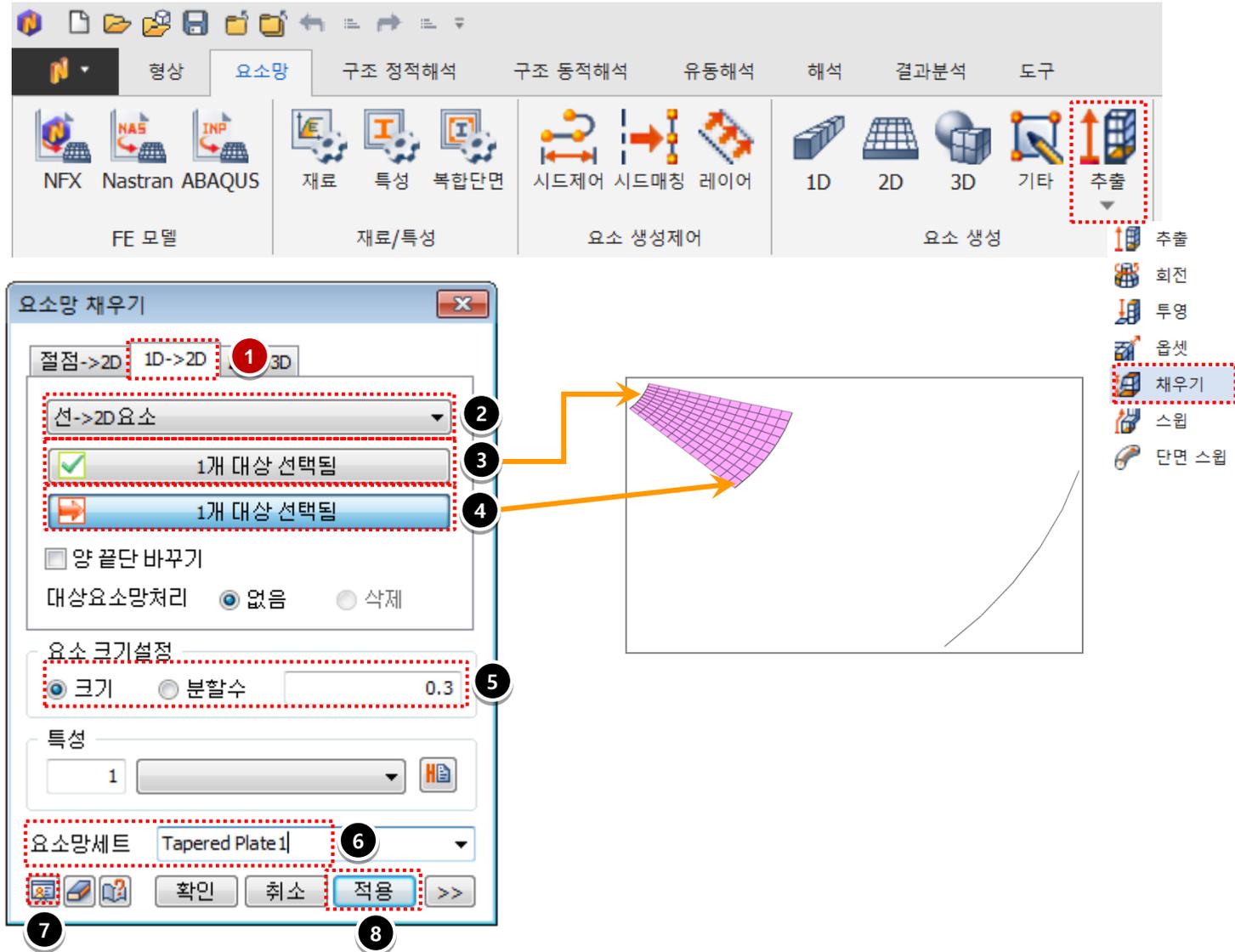
1. [2D]탭 클릭
2. 위치: 중심위치 "(0)", 시작위치 "(2)"
사이각도: "(30)" 입력. 
3. [확인] 버튼 클릭.
4. 형상 >> 점과 선 >> 선웍셋 클릭.
5. 대상선택 "선 1개" 선택.
6. 면 만들기 체크 해제
7. 웍셋 거리: "4, 8" 입력.
8. [취소] 버튼 클릭.



-  () : "절대좌표 x, y"
<> : "상대좌표 dx, dy"
(0) 은 (0,0)와 같습니다.

작업순서

1. [1D→2D] 탭 클릭
2. [선->2D요소] 선택.
3. [하부 선 선택] 선택. (그림참조)
4. [상부 선 선택] 선택. (그림참조)
5. 요소 크기 : "0.3" 입력.
6. 요소망세트 "Tapered Plate1" 입력
7. [미리보기] 버튼 클릭.
8. [적용] 버튼 클릭.



요소망 채우기

절점->2D 1D->2D 3D

선->2D요소

1개 대상 선택됨

1개 대상 선택됨

양 끝단 바꾸기

대상요소망처리 없음 삭제

요소 크기 설정

크기 분할수 0.3

특성

1

요소망세트 Tapered Plate1

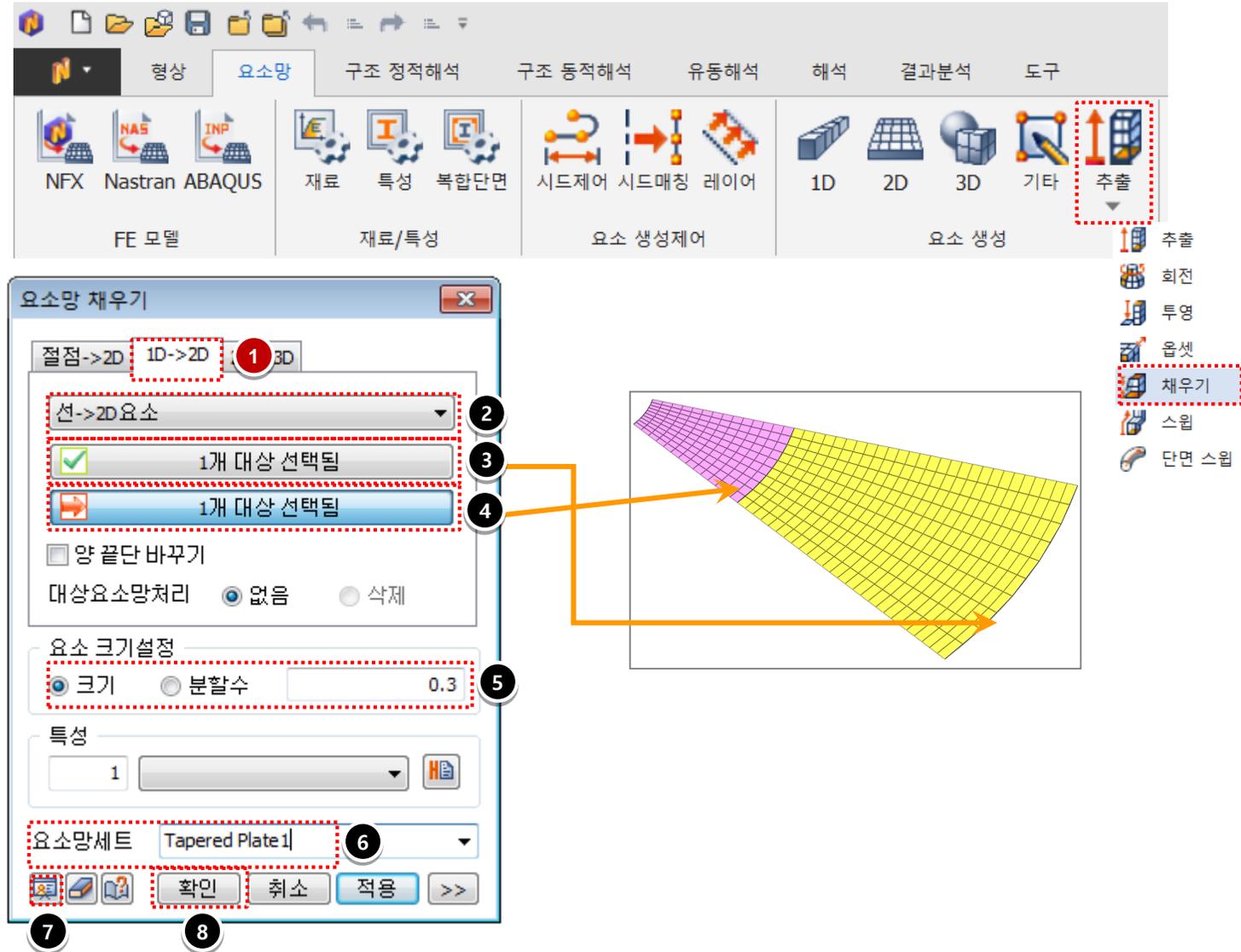
확인 취소 적용 >>

추출
회전
투영
옵셋
채우기
스윙
단면 스윙

 [미리보기] 버튼을 클릭하면, 현재 설정한 조건으로 기능을 실행한 결과를 미리 확인해 볼 수 있습니다.

작업순서

1. [1D→2D] 탭 클릭
2. [선->2D요소] 선택.
3. [하부 선 선택] 선택. (그림참조)
4. [상부 선 선택] 선택. (그림참조)
5. 요소 크기 : "0.3" 입력.
6. 요소망세트 "Tapered Plate2" 입력
7. [미리보기] 버튼 클릭.
8. [확인] 버튼 클릭.



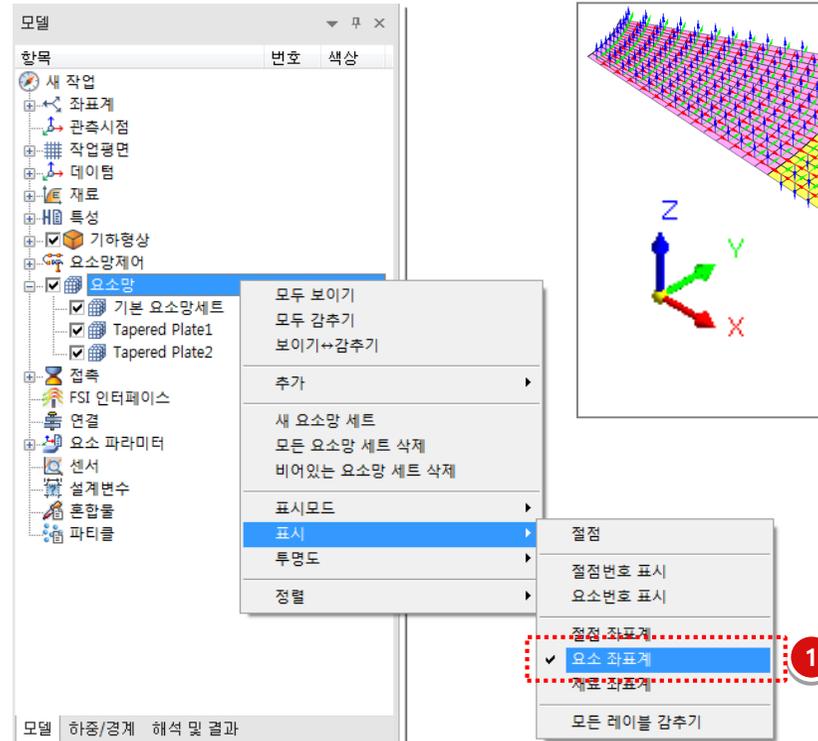
The screenshot shows the '요소망 채우기' (Element Mesh Filling) dialog box in the midas NFX software. The dialog box is divided into several sections:

- 절점->2D:** A dropdown menu with '1D->2D' selected (Step 1).
- 선->2D요소:** A dropdown menu with '선->2D요소' selected (Step 2).
- 대상 선택:** Two buttons labeled '1개 대상 선택됨' (Step 3 and Step 4).
- 양 끝단 바꾸기:** A checkbox that is unchecked.
- 대상요소망처리:** Radio buttons for '없음' (selected) and '삭제'.
- 요소 크기설정:** Radio buttons for '크기' (selected) and '분할수'. The '크기' field is set to '0.3' (Step 5).
- 특성:** A dropdown menu with '1' selected.
- 요소망세트:** A dropdown menu with 'Tapered Plate 1' selected (Step 6).
- Buttons:** '미리보기' (Step 7), '확인' (Step 8), '취소', '적용', and '>>' buttons.

The 3D model on the right shows a tapered plate with a mesh. The bottom surface is yellow, and the top surface is pink. Orange arrows point from the dialog box to the corresponding parts of the 3D model.

작업순서

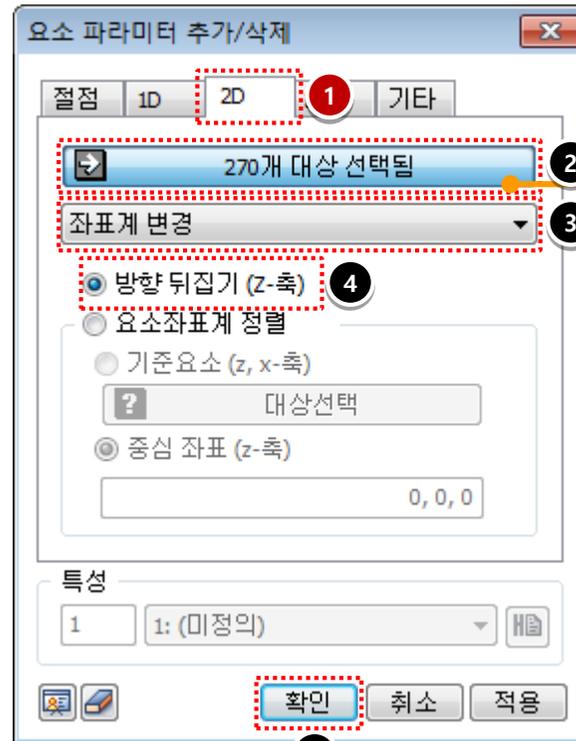
1. 요소망에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, 표시 >> 요소좌표계 클릭.
또는 절점/요소 도구모음 >> [] (요소좌표계 보이기/감추기) 버튼 클릭



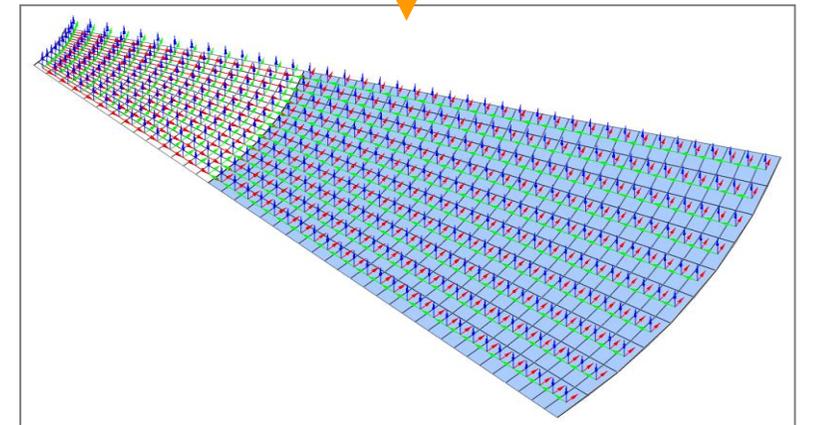
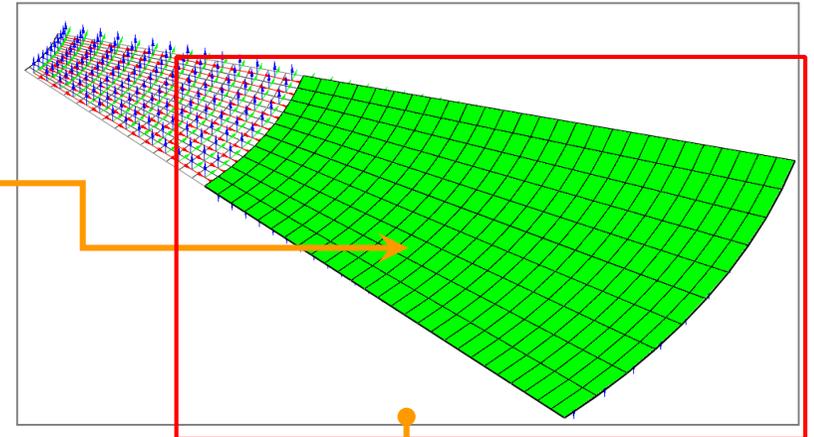
-  2개의 요소망세트의 요소좌표계가 같지 않음을 확인합니다. 이 경우, 경계부에서의 절점응력이 잘못 계산 되기 때문에 반드시 요소좌표계를 동일하게 설정해 주어야 합니다.

작업순서

1. [2D] 탭 클릭
2. 대상선택: "270개" 대상 선택.
3. [좌표계 변경] 선택.
4. 방향 뒤집기(Z축)
5. [확인] 버튼 클릭.

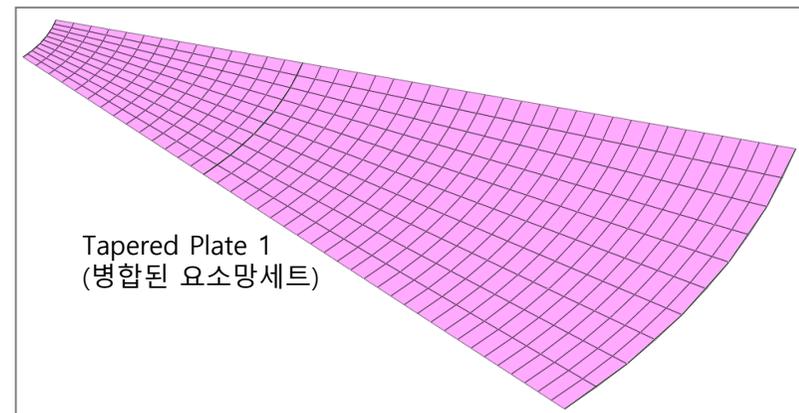
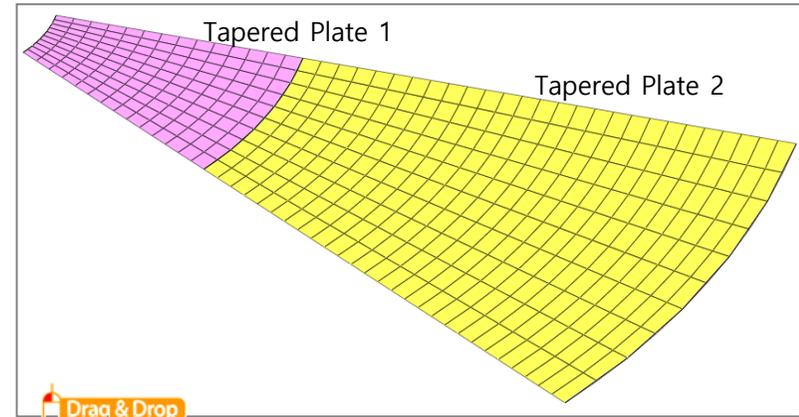
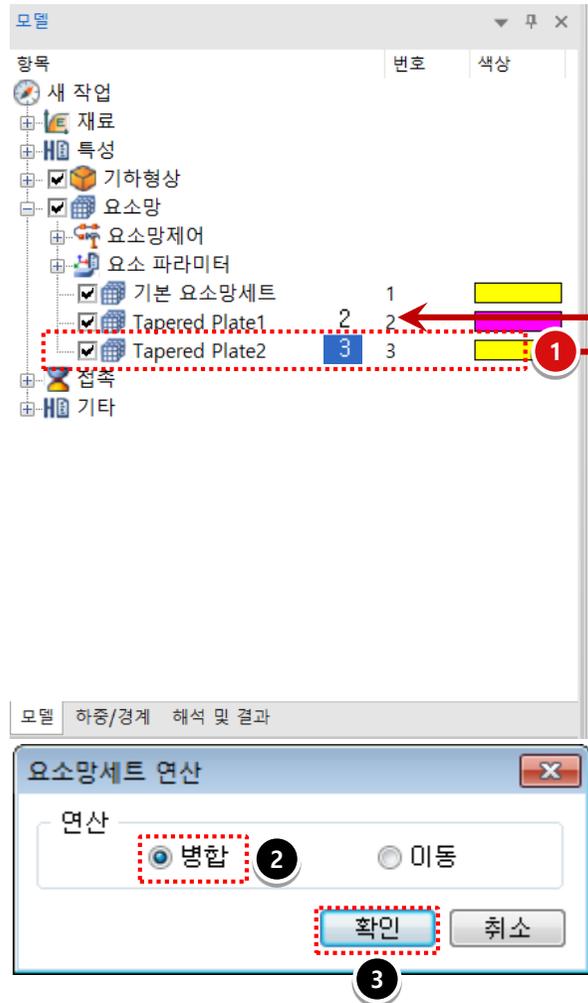


💡 선택 시, 선택필터를 [기본]-[요소망 세트]로 설정하고 요소망세트 단위로 선택하거나 모델 작업트리에서 해당 요소망세트를 선택하도록 합니다.



작업순서

1. [Tapered Plate 2]를 선택한 후,
[Tapered Plate 1]로 드래그.
2. [병합] 선택. 
3. [확인] 버튼 클릭.



 요소망세트의 병합은 1개의 형상이 여러 개의 요소망세트로 분할된 경우에만 관리의 목적으로 사용하고 접촉 조건 등이 필요한 파트 간에는 사용하지 않도록 합니다.

작업순서

1. [공간] 탭 클릭.

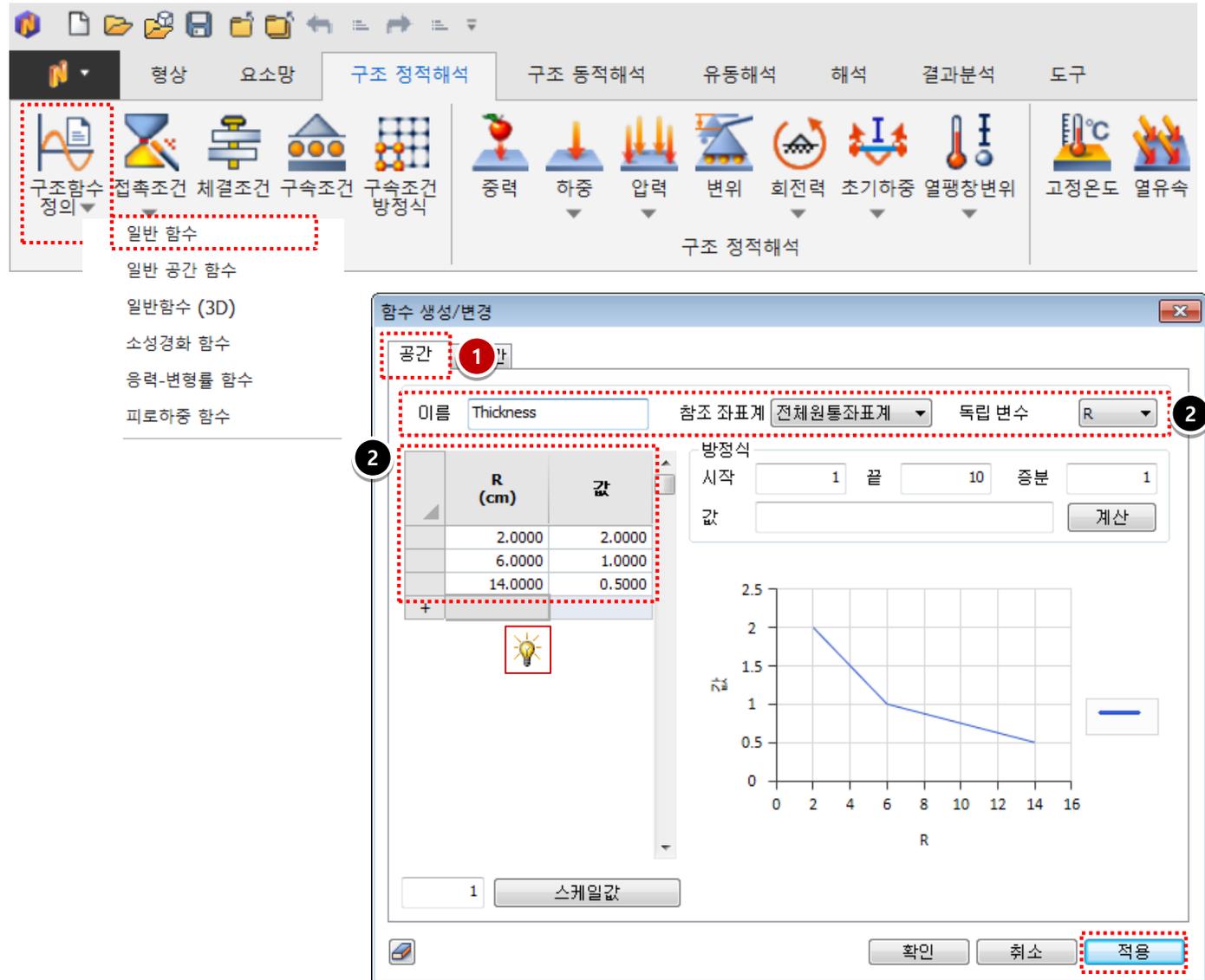
2. 함수 생성 입력

이름	Thickness
참조좌표계	전체원통좌표계
독립변수	R

	R (cm)	값
1	2	2
2	6	1
3	14	0.5

3. [적용] 버튼 클릭.

💡 함수 입력을 마치기 위해서는 데이터 입력 후에 마지막 행의 다음 행을 클릭해 주어야 합니다.



구조함수 정의

접촉조건

체결조건

구속조건

구속조건 방정식

중력

하중

압력

변위

회전력

초기하중

열팽창변위

고정온도

열유속

구조 정적해석

구조 동적해석

유동해석

해석

결과분석

도구

함수 생성/변경

공간

이름 Thickness

참조 좌표계 전체원통좌표계

독립 변수 R

방정식

시작 1 끝 10 증분 1

값

계산

R (cm)	값
2.0000	2.0000
6.0000	1.0000
14.0000	0.5000

스케일값

확인

취소

적용

작업순서

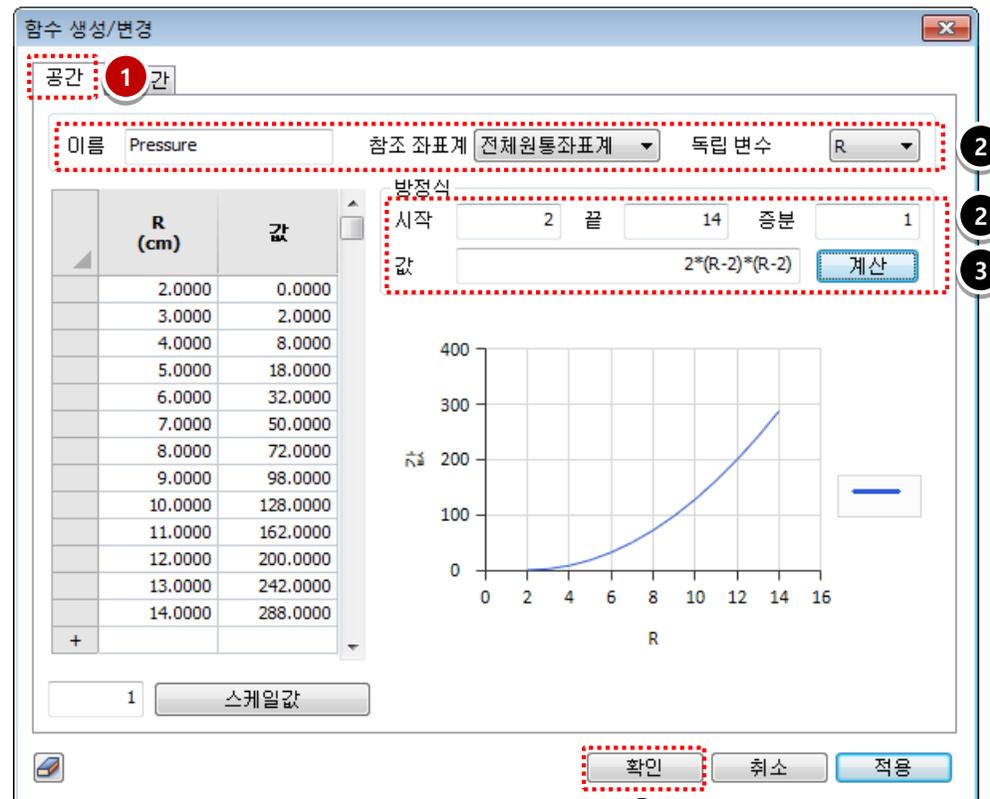
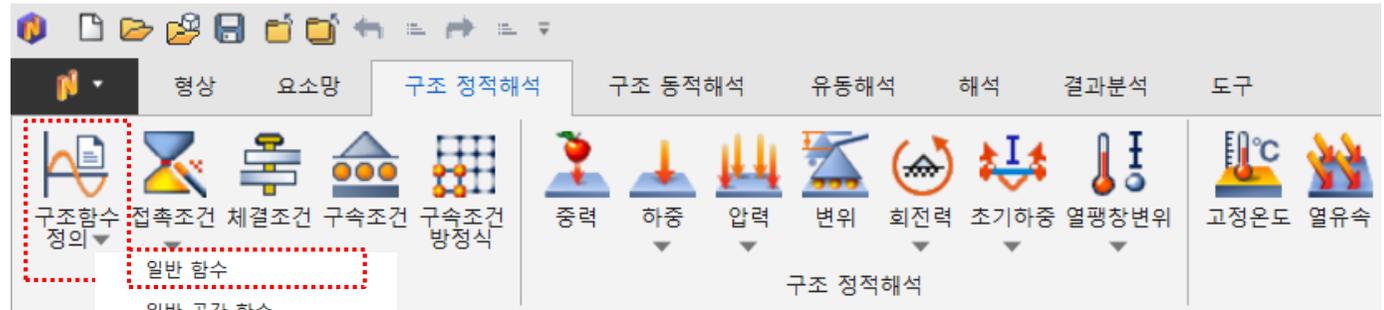
1. [공간] 탭 클릭.

2. 함수 생성 입력

이름	Pressure
참조좌표계	전체원통좌표계
독립변수	R
시작	2
끝	14
증분	1
값	$2*(R-2)*(R-2)$

3. [계산] 버튼 클릭.

4. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

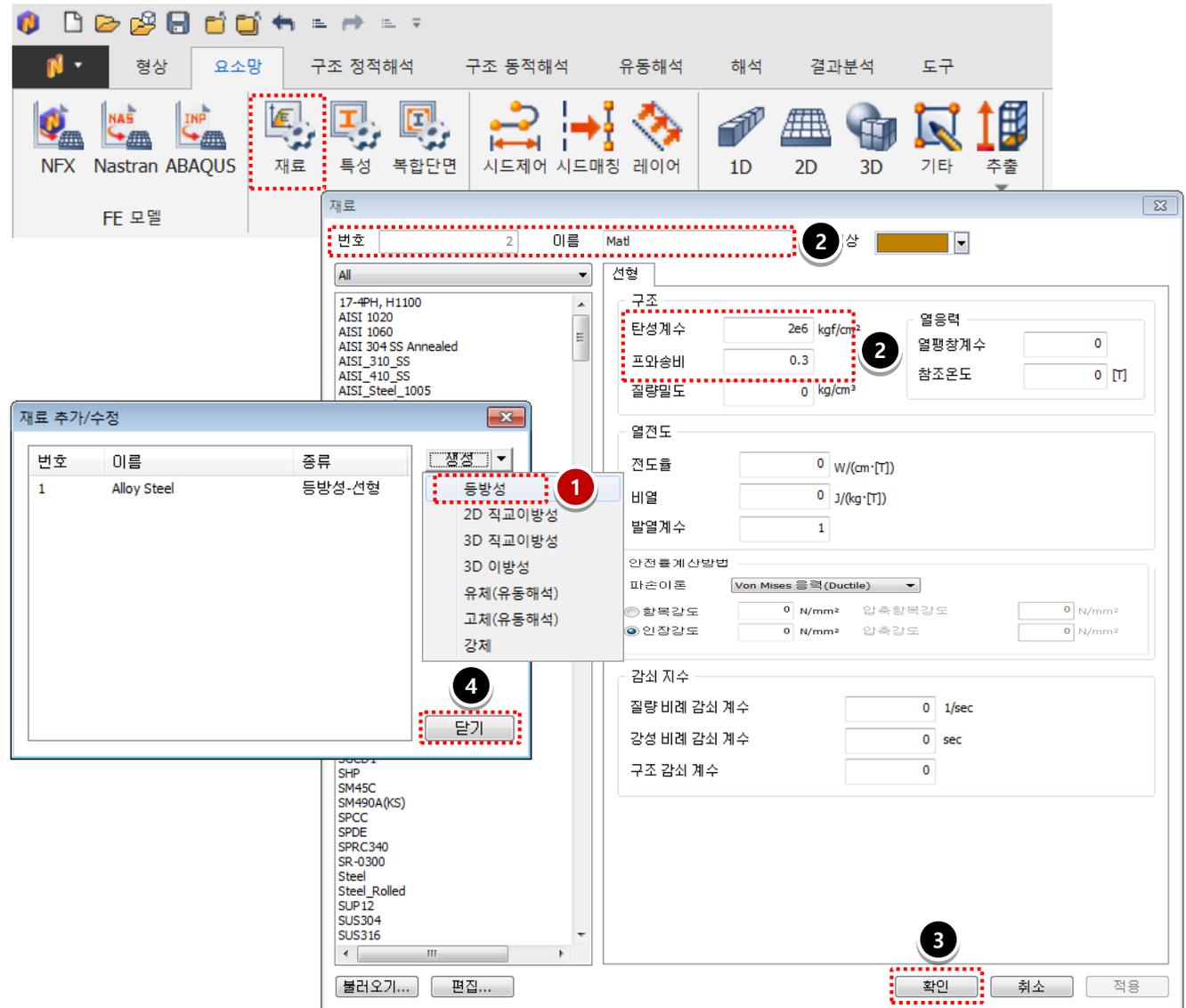
1. 생성 >> 등방성 클릭.

2. 재질 입력.

번호	2
이름	Matl
탄성계수	2e6 (kgf/cm ²)
프와송비	0.3

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭.



The screenshot shows the Midas NFX software interface with the '재료' (Material) dialog box open. The '생성' (Create) menu is expanded, and '등방성' (Isotropic) is selected. The material properties are set to: Number: 2, Name: Matl, Modulus: 2e6 kgf/cm², Poisson's ratio: 0.3. The '확인' (OK) button is highlighted with a red dashed box.

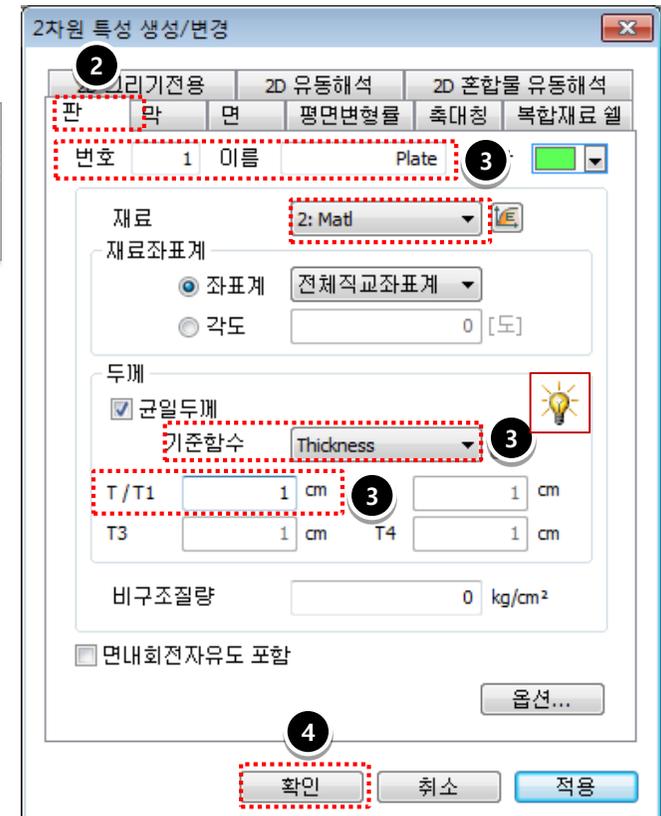
작업순서

1. 생성 >> 2D 클릭
2. [판] 탭 선택.
3. 특성입력

번호	1
이름	Plate
기준함수	Thickness
재료	2: Mat1
두께(T/T1)	1 (cm)

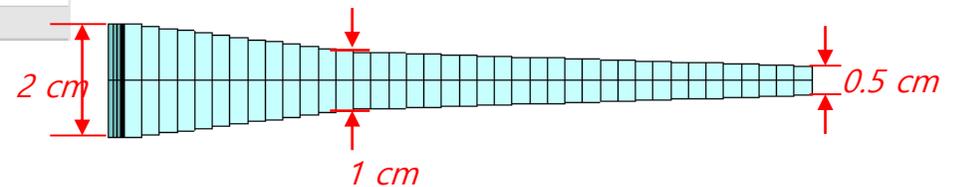
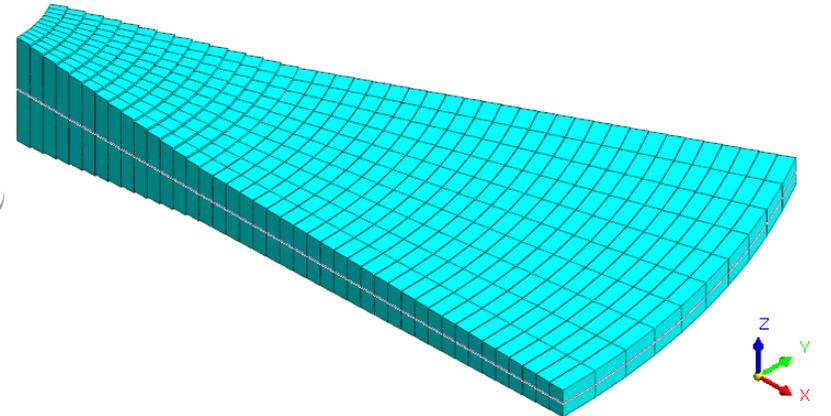
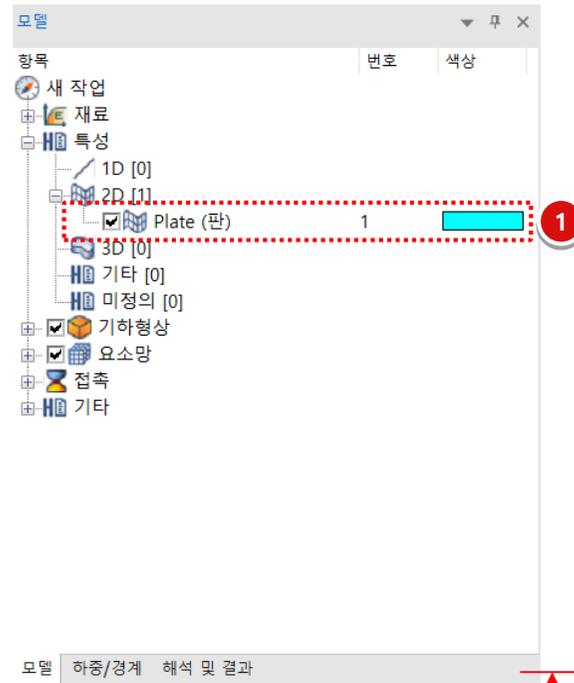
4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭.

💡 실제 두께는 [Tx 함수값]으로 계산됩니다.
[균일두께]에 체크를 해제하고 4개의 두께값을 모두 입력하게 되면, 사각형 요소의 각 절점이 모두 다른 두께를 갖도록 설정할 수 있습니다.



작업순서

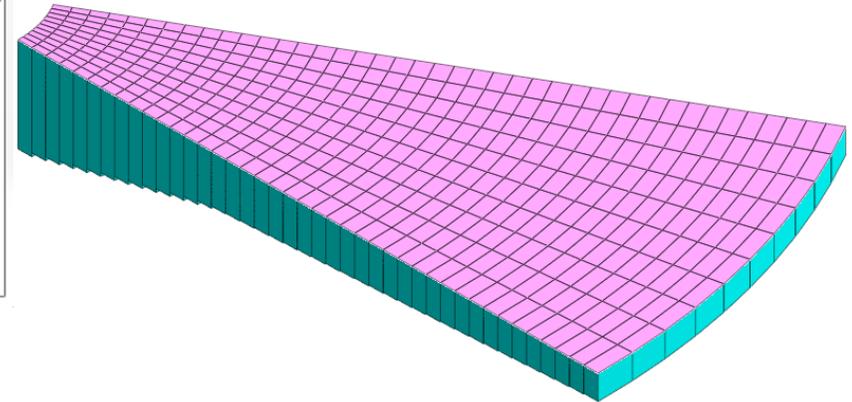
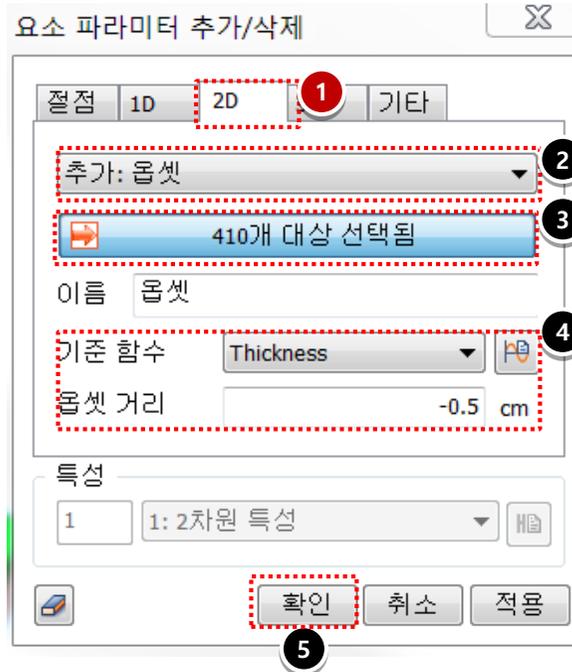
1. Plate (판) 체크박스 체크.



💡 1D 혹은 2D 요소의 단면 형상을 확인합니다.

작업순서

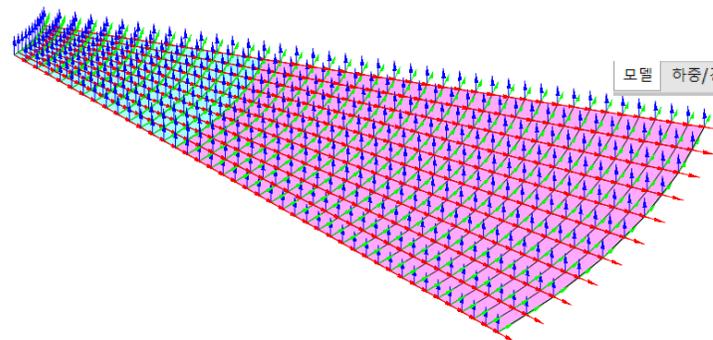
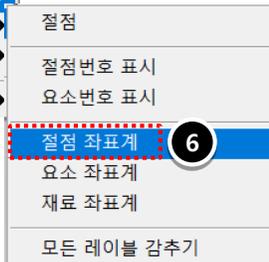
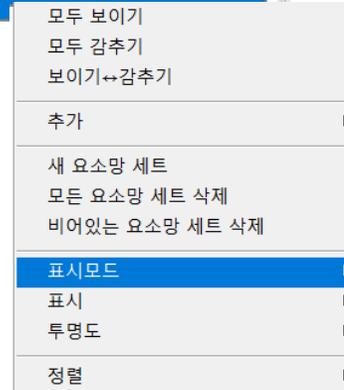
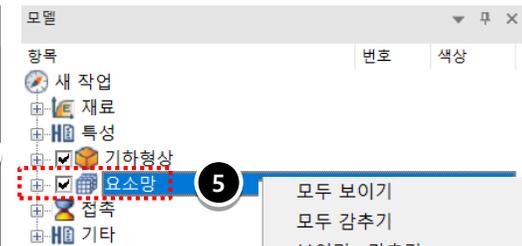
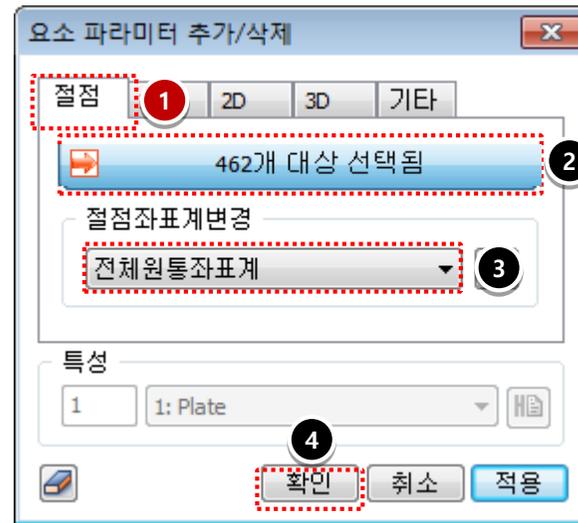
1. [2D] 탭 클릭.
2. [추가: 옴셋] 선택.
3. 대상선택: "410개" 대상 선택.
또는 [](전체선택) 버튼 클릭.
4. 기준함수: "Thickness"
옴셋거리: "-0.5cm"
5. [확인] 버튼 클릭.



 [옴셋거리 x 함수값]으로 계산하여 실제 옴셋거리를 설정합니다. 단면형상을 확인한 후에는 다음 작업의 편의를 위해 **모델작업트리 >> 특성**의 체크를 해제하도록 합니다.

작업순서

1. [절점] 탭 선택
2. 대상선택: "462개" 대상 선택.
또는 [](전체선택) 버튼 클릭.
3. 절점좌표계 : 전체원통좌표계 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.
5. 모델작업트리 - 요소망 선택 후
마우스 오른쪽 버튼 클릭.
6. 요소망 >> 표시 >> 절점좌표계 체크



작업순서

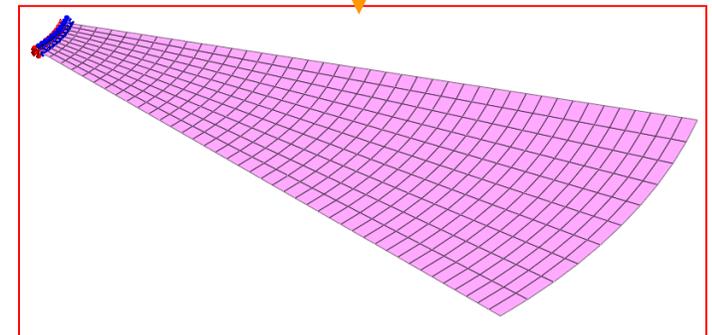
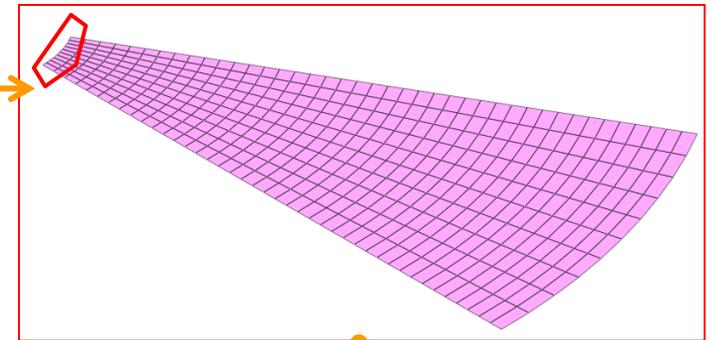
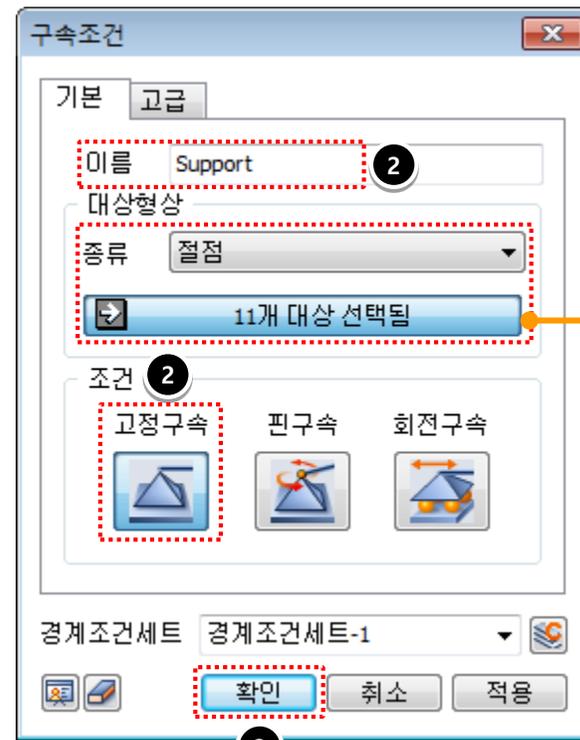
1. [] (작업평면수직보기) 선택.

2. 구속조건 입력 (1)

이름	Support
대상종류	절점
대상선택	11개 선택(그림참조)
조건	고정구속

3. [확인] 버튼 클릭.

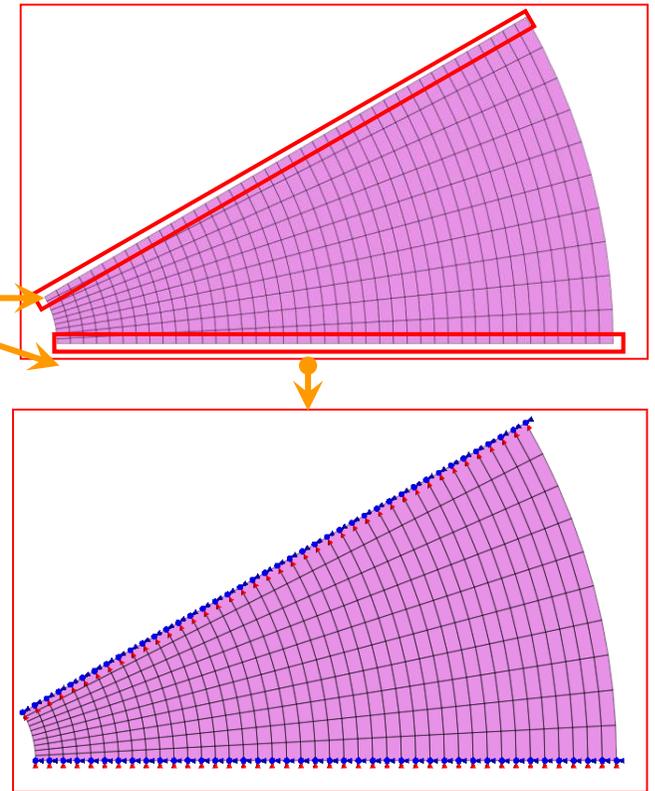
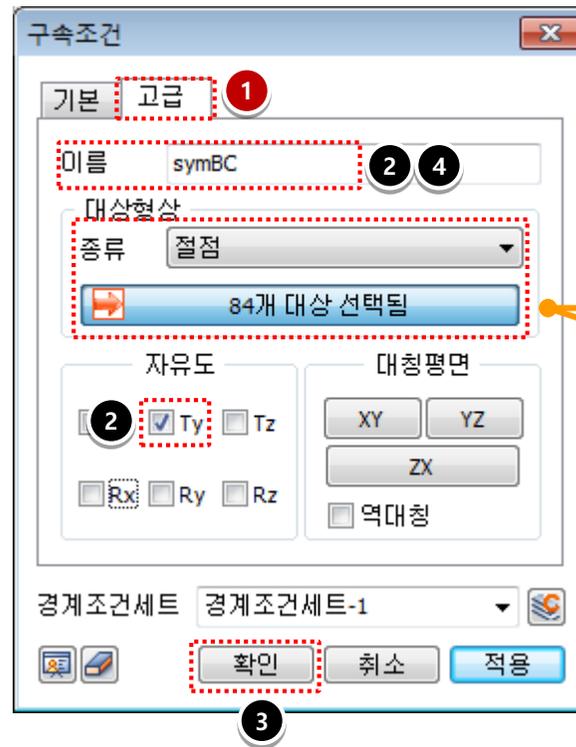
 [] (다각형) 기능 사용.



작업순서

1. [고급] 탭 클릭.
2. 대칭조건 입력 (1)
3. [확인] 버튼 클릭.

이름	symBC
대상종류	절점
대상선택	84개 선택(그림참조)
자유도	Ty

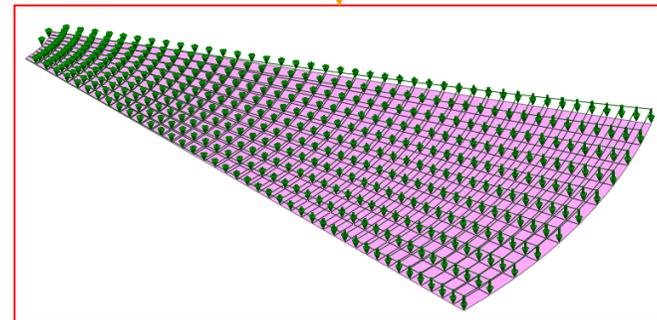
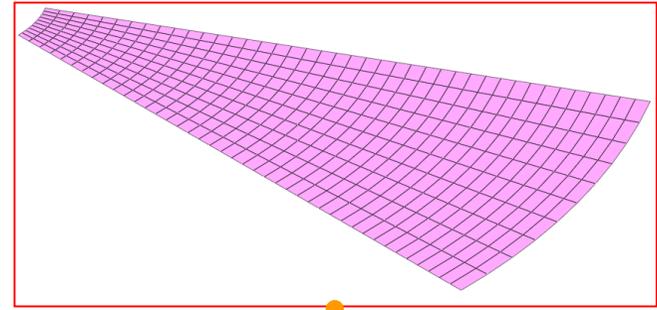
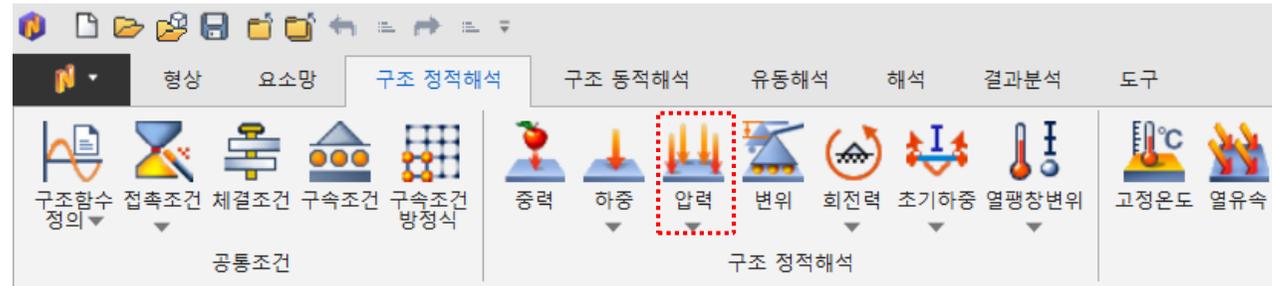


작업순서

1. 압력 입력

이름	Pressure
대상형상	2D 요소
대상선택	410개 선택(그림참조)
하중종류	법선 방향
등분포	체크해제
기준함수	Pressure
P or P1	1 (kgf/cm ²)
P2	1 (kgf/cm ²)
P3	1 (kgf/cm ²)
P4	1 (kgf/cm ²)

2. [확인] 버튼 클릭.

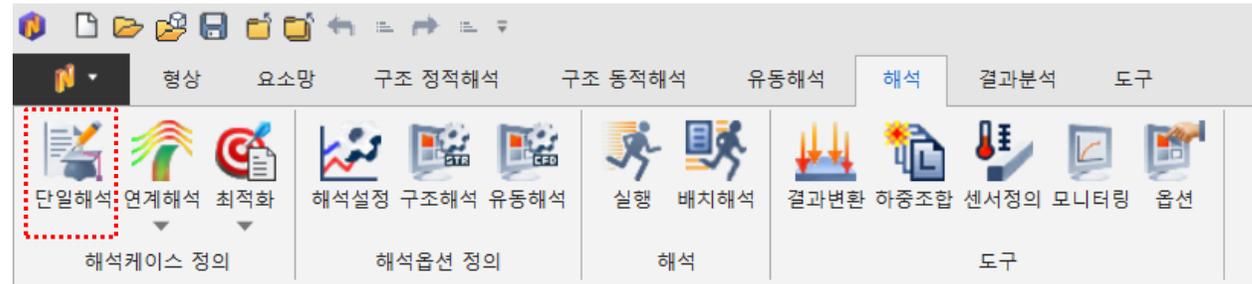


작업순서

1. 이름: "Tapered Plate" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

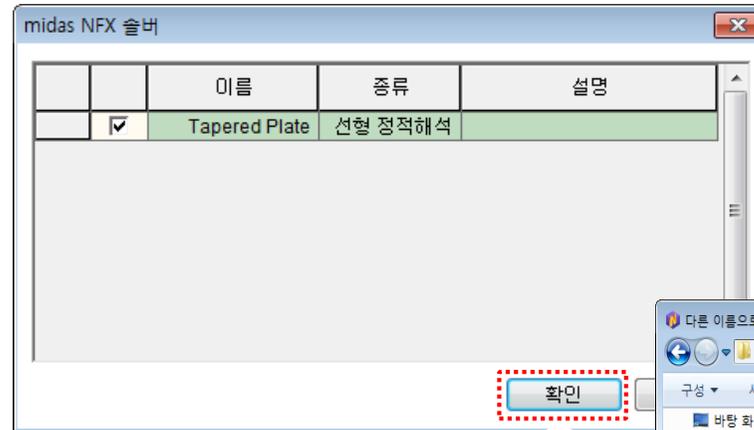
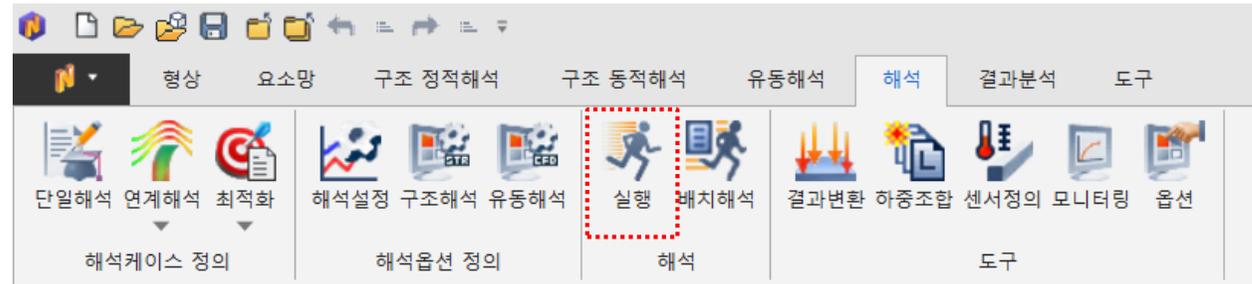
2. [확인] 버튼 클릭.



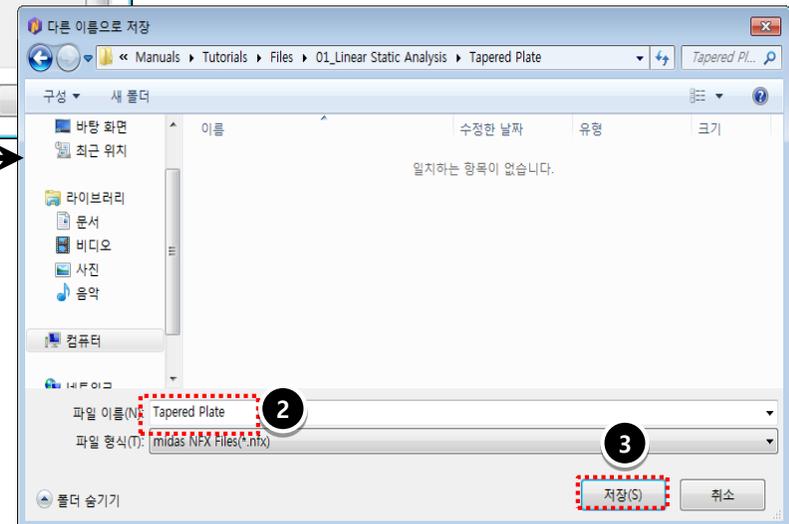
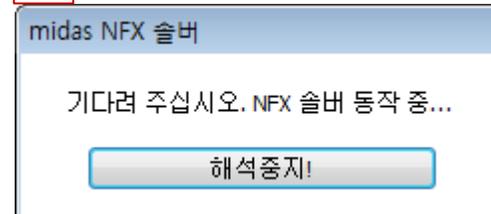
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장:
"Tapered Plate" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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



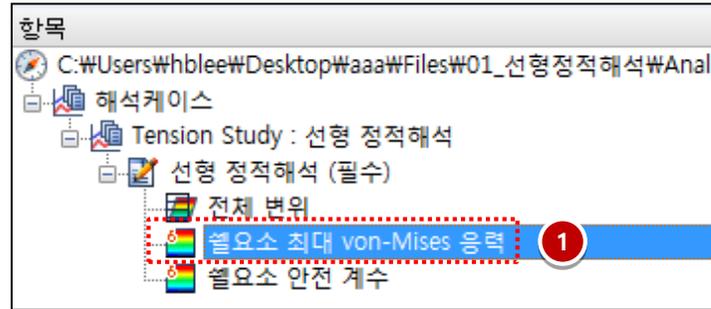
작업순서

1. 해석 및 결과 트리 에서

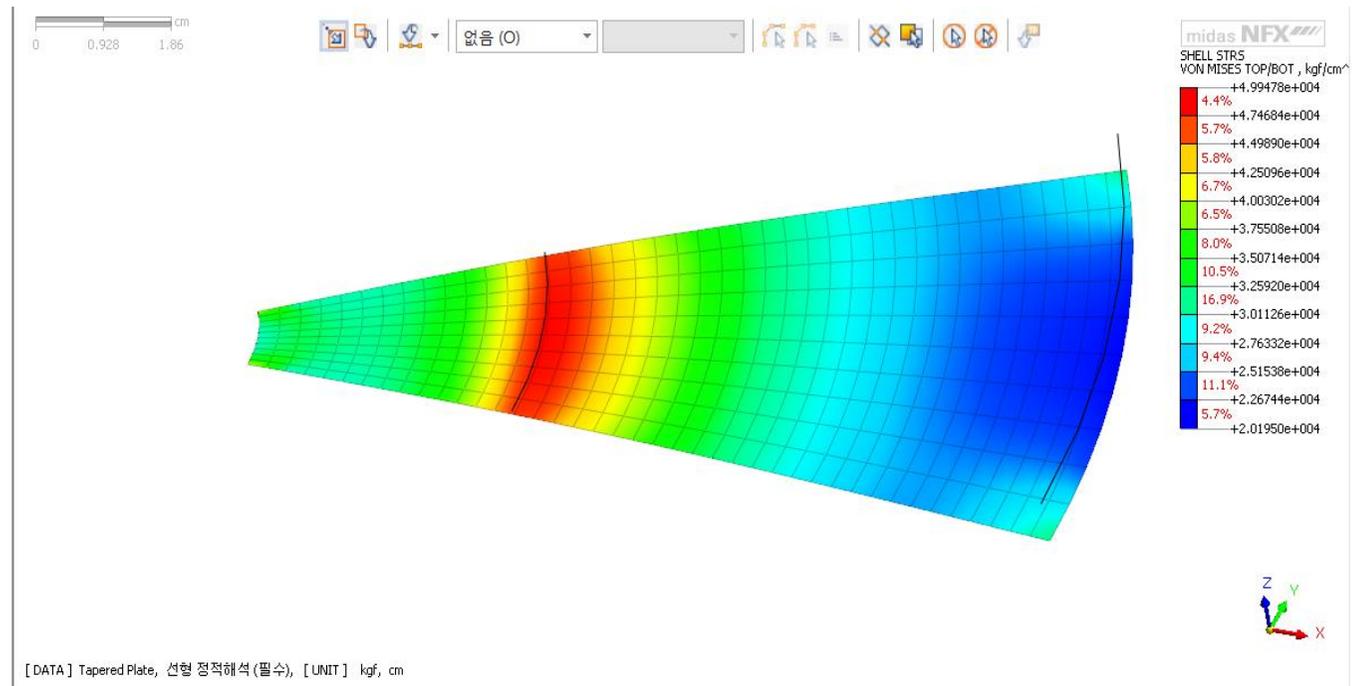
요소 최대 von-Mises 응력
더블클릭.

2. 결과분석 >> 일반 >> 결과 선

>> 요소망 선 체크



💡 작업트리에 기본으로 등록되는 항목 이외의 결과를 확인하고자 하는 경우, [해석결과추가] 기능을 사용하여 원하는 결과항목을 작업트리에 추가할 수 있습니다.



작업순서

1. 결과값 추출 입력.

해석 세트	Tapered Plate
결과 종류	셸요소(Shell) 응력
결과	셸요소 하단 von-Mises응력
출력기준	요소
추출 요소	39개 선택 (그림참조)
정렬	X : 오름차순

2. [테이블] 버튼 클릭.

💡 [] (연결선) 선택방법을 사용하면 쉽게 선택할 수 있습니다.

※ 연결선을 누른뒤 '요소' 선택 -
요소를 가로질러 가도록 선을 그어준
뒤 더블클릭

💡 원통좌표계의 "R" 방향의 오름차순
으로 요소를 정렬하여 추출합니다.

결과값 추출
✕

결과 데이터

해석 케이스 Tapered Plate

결과 종류 셸요소 (Shell) 응력

결과 셸요소 von-Mises 응력 (하단)

스텝 : 결과

선형 정적해석 (필수): 셸요소 von-Mises 응력

출력기준

스텝 요소

추출 절점/요소

사용자 정의

4822 4821 4812 4811 4802 4801 4792 4791 4

정렬 X Y Z 오름차순

최대값 최소값 절대치 최대

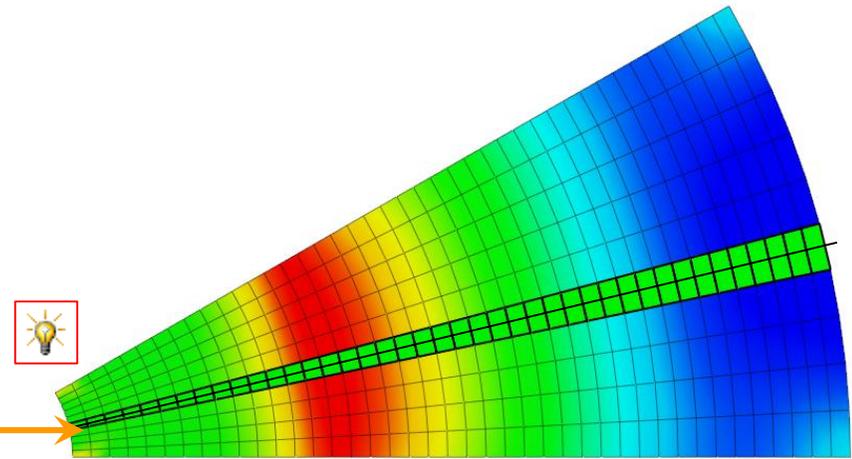
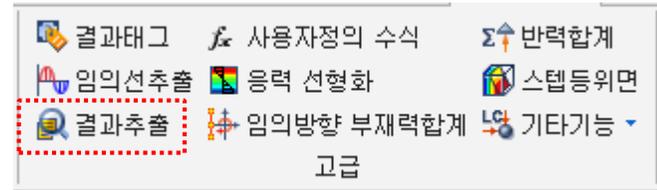
표시중인 요소/절점만

요소 추출위치 중심

정적결과 내보내기

데이터 내보내기

 테이블
닫기



작업순서

1. 마우스 오른쪽 버튼 클릭 >>

[그래프 보기..]클릭.

2. 그래프 입력

종류	단순 선그래프
X축 레이블	X
Y축 레이블	von-Mises Stress
그래프제목	Stress Variation along Radius

3. X축: X

Y축: 선형 정적해석 (필수) 중심 선택.

4. 미리보기 클릭.

5. 최소/최대값 고려 체크.

확차게 클릭.

번호	요소	X (cm)	Y (cm)	Z (cm)	선형 정적해석 (필수) 중심...
1	6	2.053910e+000	6.083957e-001	0.000000e+000	2.886754e+004
2	5	2.082936e+000	5.000686e-001	0.000000e+000	2.886754e+004
3	16	2.327764e+000	6.895152e-001	0.000000e+000	3.062700e+004
4	15	2.360661e+000	5.667444e-001	0.000000e+000	3.062700e+004
5	26	2.601619e+000	7.706346e-001	0.000000e+000	3.070976e+004
6	25	2.638385e+000	6.334203e-001	0.000000e+000	3.070976e+004
7	36	2.875474e+000	8.517540e-001	0.000000e+000	3.007416e+004
8	35	2.916110e+000	7.000961e-001	0.000000e+000	3.007415e+004
9	46	3.149328e+000	9.328735e-001	0.000000e+000	2.960891e+004
10	45	3.193835e+000	7.667719e-001	0.000000e+000	2.960891e+004

뷰탭에 도킹
 열 순서 초기화
 복사
 붙여넣기
 찾기...
 정렬...
 형식...
그래프 보기... (1)

그래프

정의
 차트 이름: Stress Variation along Radius
 X축 이름: X
 Y축 이름: von-Mises Stress

X축 소수점 자릿: 4 지수
 Y축 소수점 자릿: 4 지수

요약보기 세로를 X축으로 ...

로그 스케일
 축 X축 Y축
 Base 10 10

X축: X (3)

Y축:
 번호
 요소
 X
 Y
 Z
 선형 정적해석 (필수) 중심 (4)

미리보기

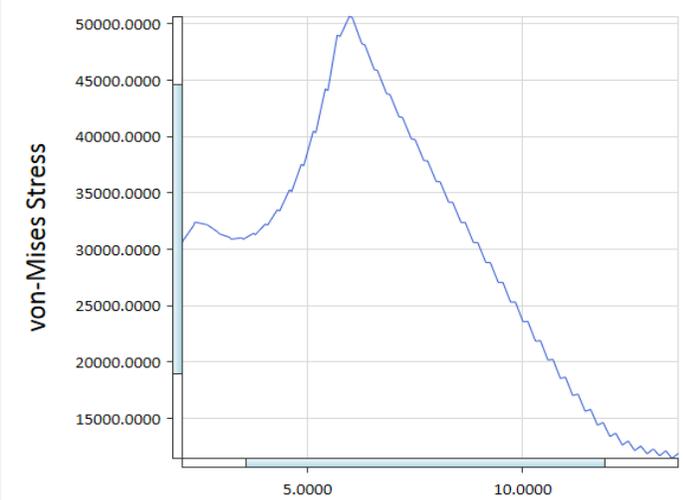
옵션

최소/최대값 고려 (5)

최소	최대	평균/허브
X축: 2.0829	13.6152	1.0000
Y축: 11443.3980	50678.5465	10000.0000

시리즈 스타일
 마크
 선택:
 선 너:
 선 종:

Stress Variation along Radius



von-Mises Stress

X

— 선형 정적해석 (필수) 중심

개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 등방성 탄성 재료
- 판 요소

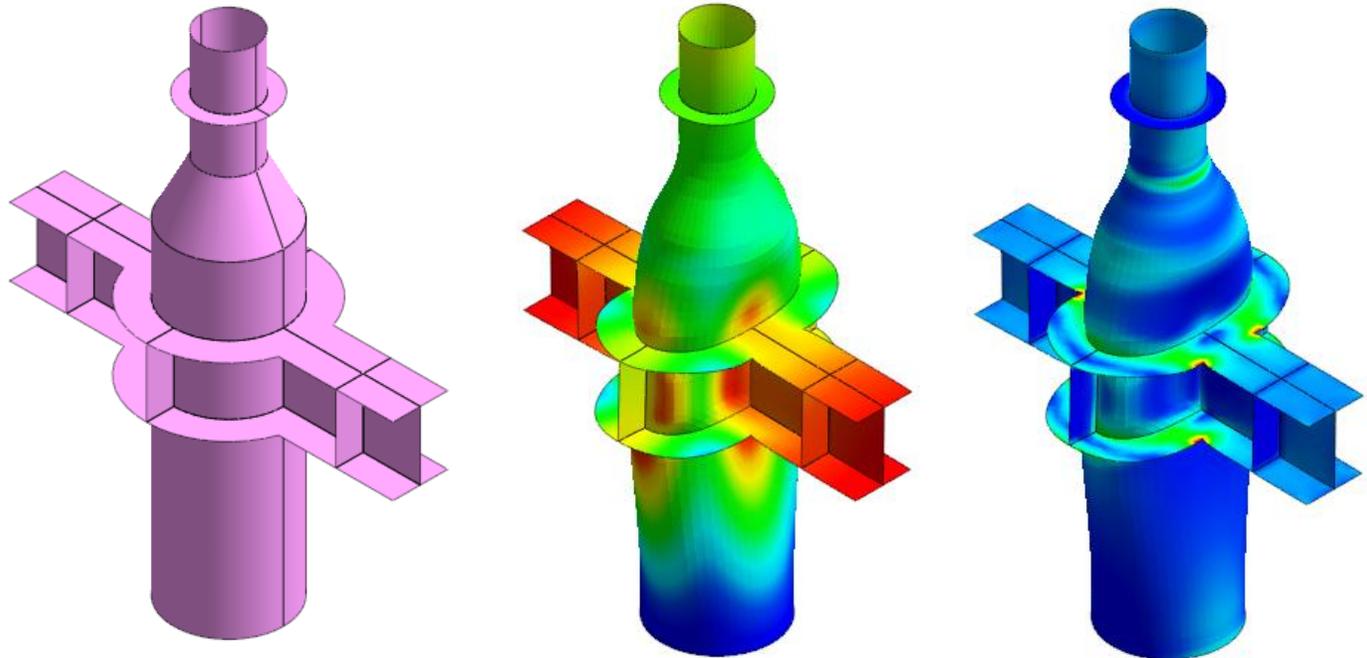
➤ 경계조건과 하중조건

- 집중하중
- 구속조건 (고정구속)

➤ 결과확인

- 전체변위
- von Mises 응력

Antler Joint



따라하기 목적

➤ midas NFX를 이용하여 기하형상 만들기

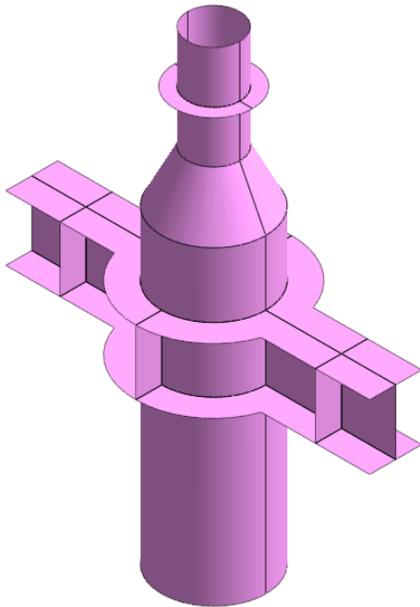
- midas NFX에서 기하형상을 직접 모델링하는 방법을 습득합니다.

➤ 강체요소 생성하기

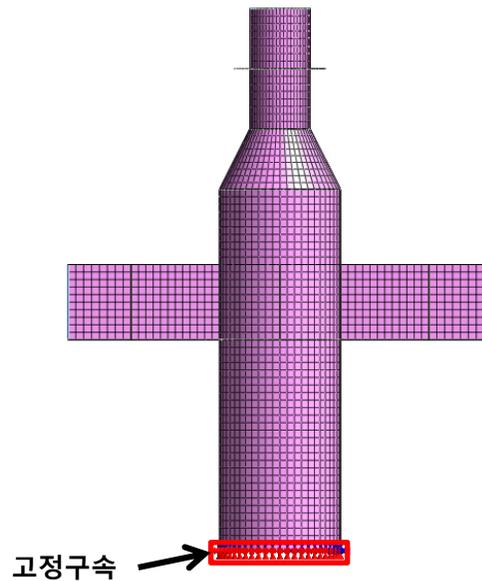
- 절점들을 강체로 연결하여 마스터 절점에 하중을 부여하면, 연결된 종속절점들은 마스터 절점에 구속되어 동일한 변형을 가지게 됩니다.

해석 개요

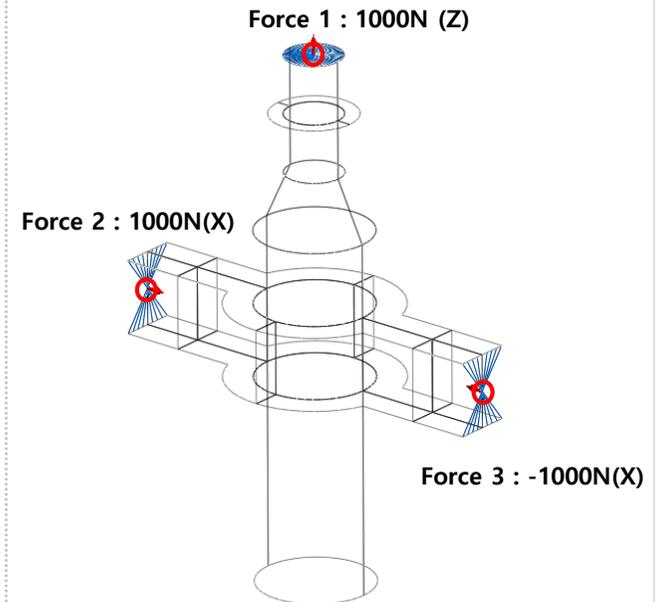
➤ 대상 모델



➤ 경계조건 (고정구속)

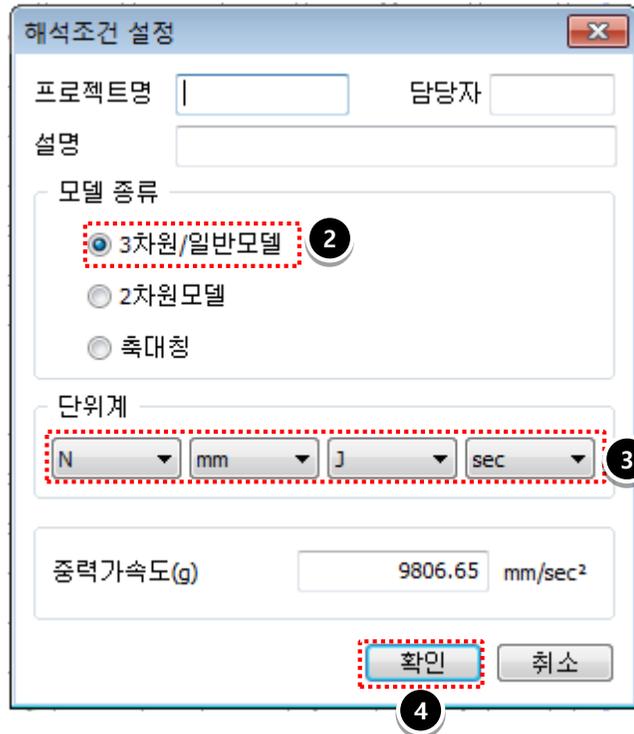
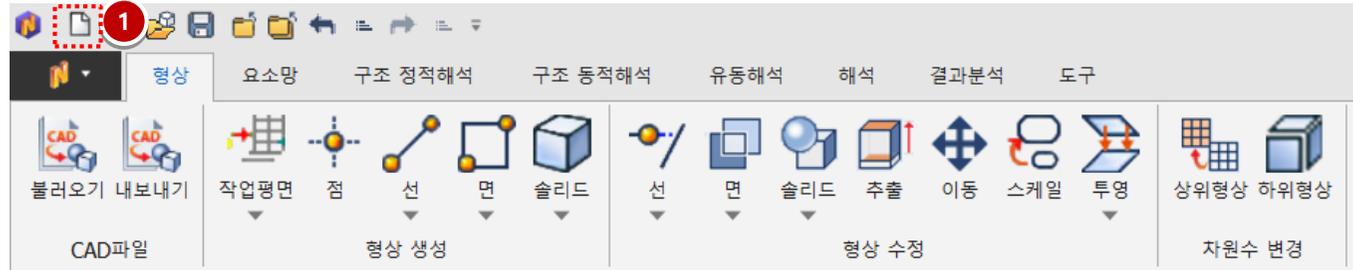


➤ 하중조건 (집중하중)



작업순서

1. [] (새로 만들기) 클릭.. 
2. [3차원/일반모델] 선택.
3. 단위계 [N-mm-J-sec] 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.

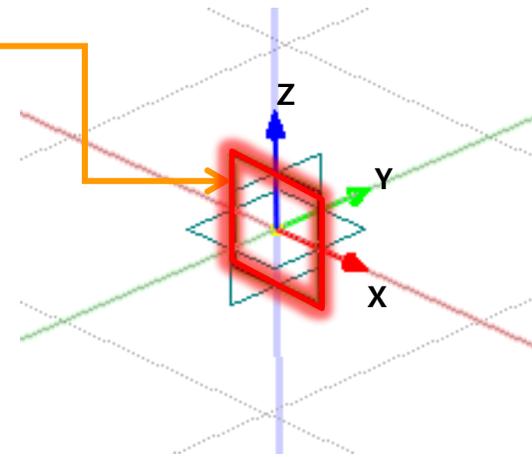
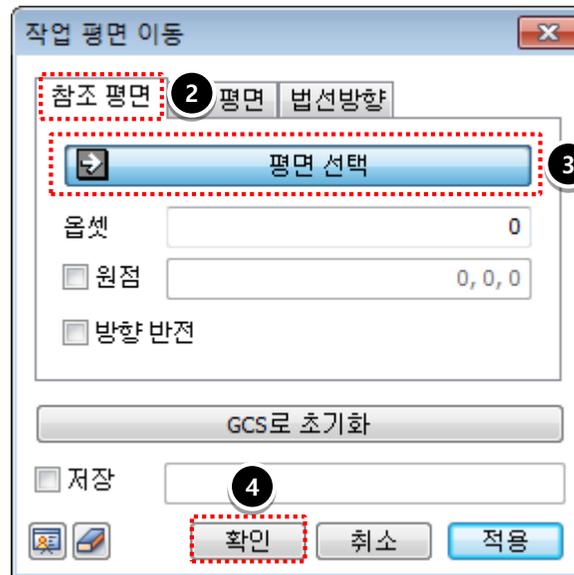
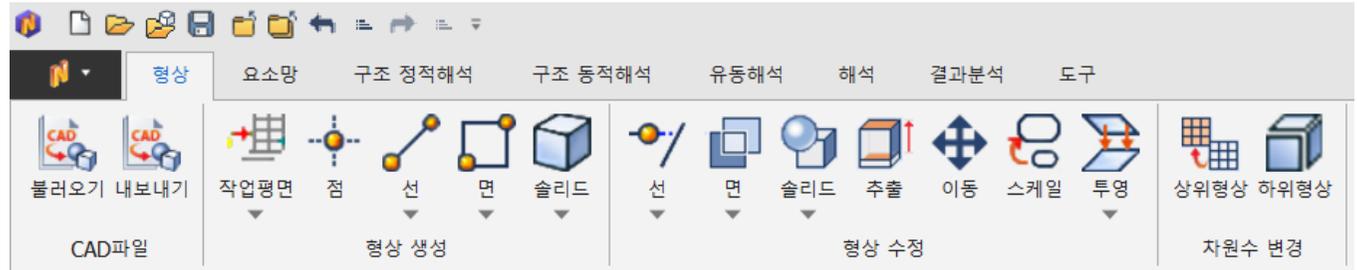


 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.

작업순서

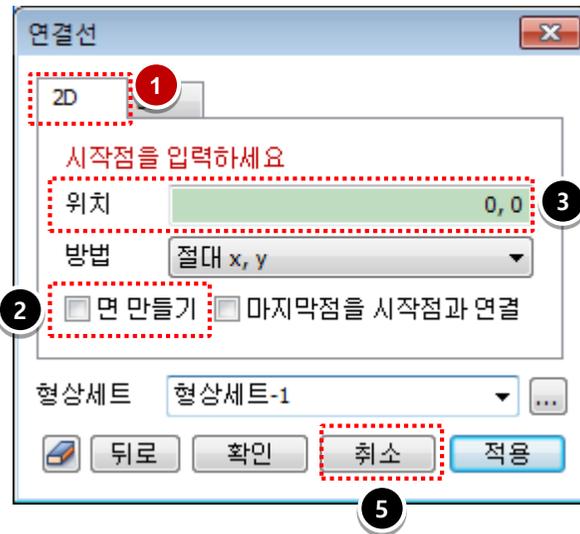
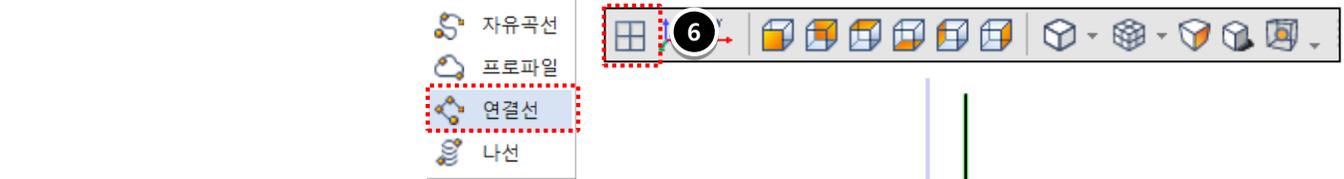
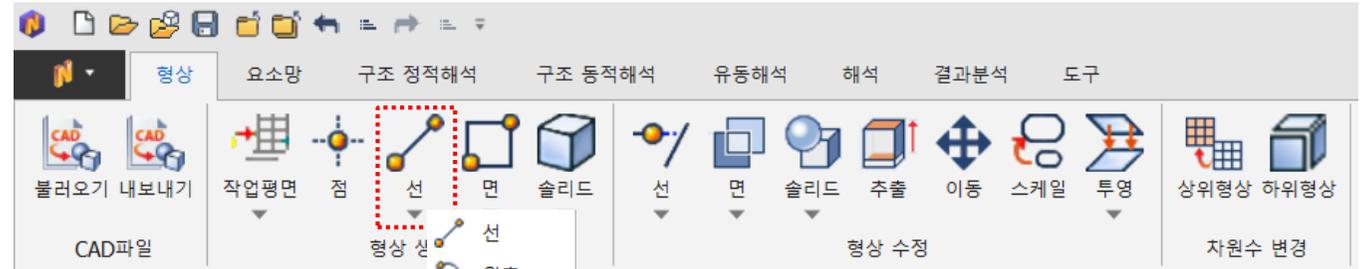
1. [](그리드 이동) 클릭.
2. [참조평면] 탭 선택.
3. 평면선택: [XZ-평면] 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.



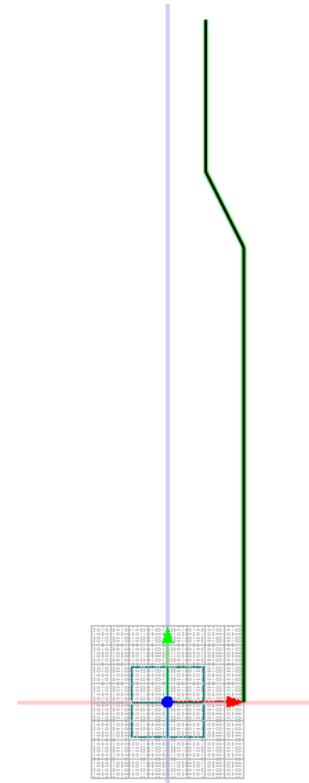
💡 XZ평면 상에서 기하형상을 작업하기 위해서 작업 평면을 옮겨주어야 합니다.
작업원도우 중앙에 각 평면을 의미하는 사각형을 선택합니다.

작업순서

1. [2D] 탭 클릭
2. 면 만들기 체크 해제
3. 위치: "(400) , <0, 2400>,"
<-200,400> , <0, 800>"
4. 연결선 그리기를 완료하기 위하여
작업윈도우에서 마우스 오른쪽 버튼
클릭. 
5. [취소] 버튼 클릭
6. 작업평면수직보기 버튼 [] 클릭

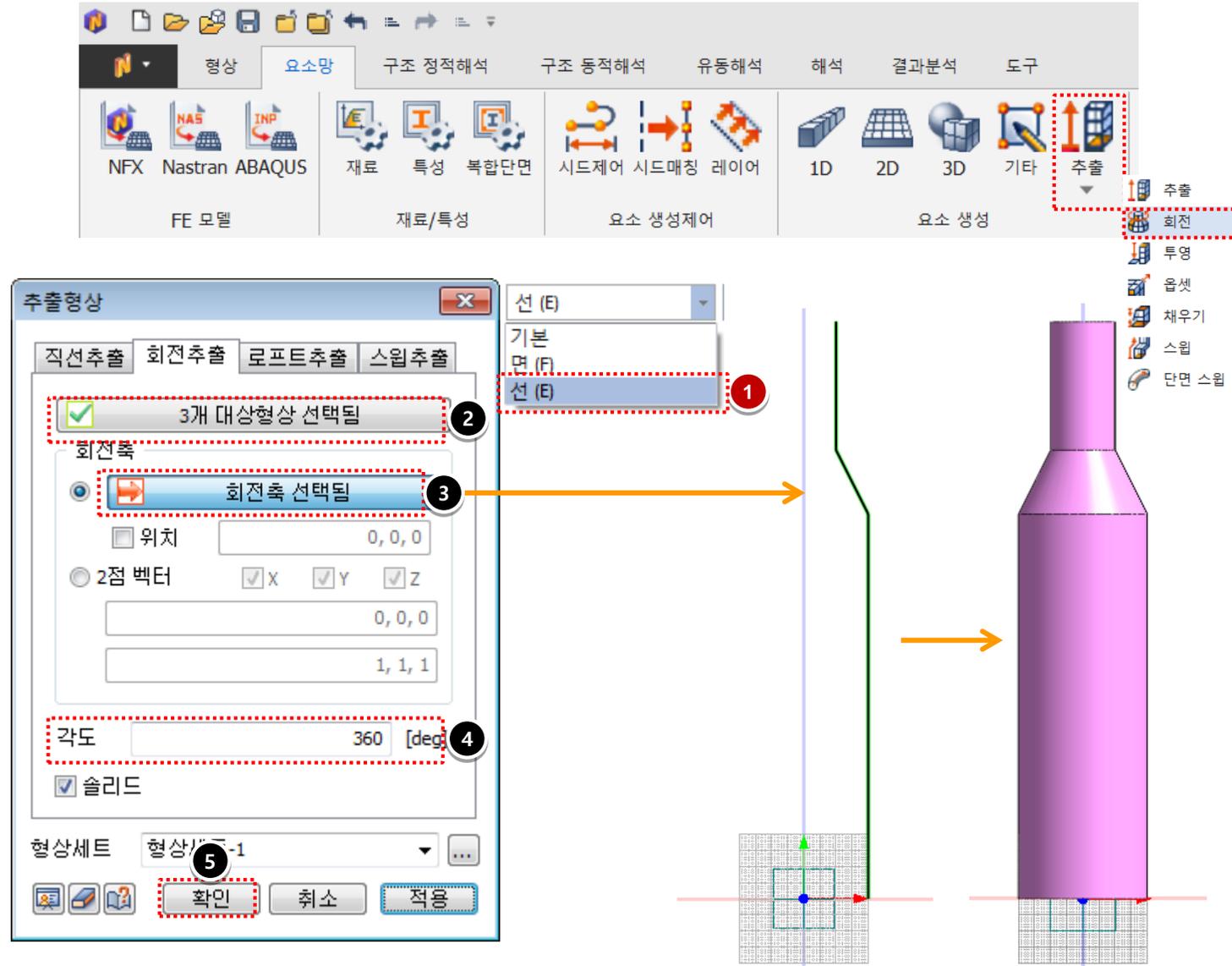


 연결선 그리기를 완료하기 위해서는
마지막 점을 입력한 후에 작업윈도우
에서 마우스 오른쪽 버튼을 클릭합니
다.



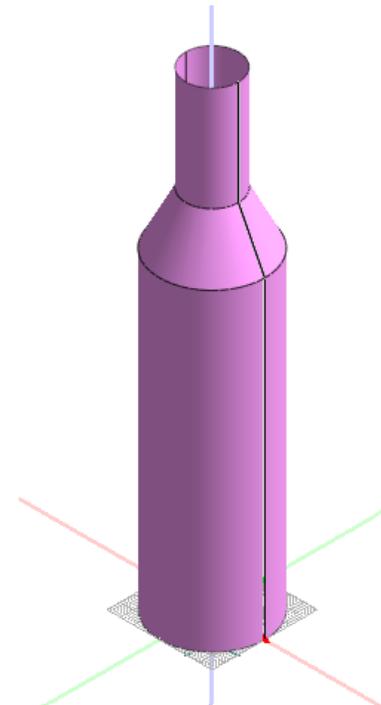
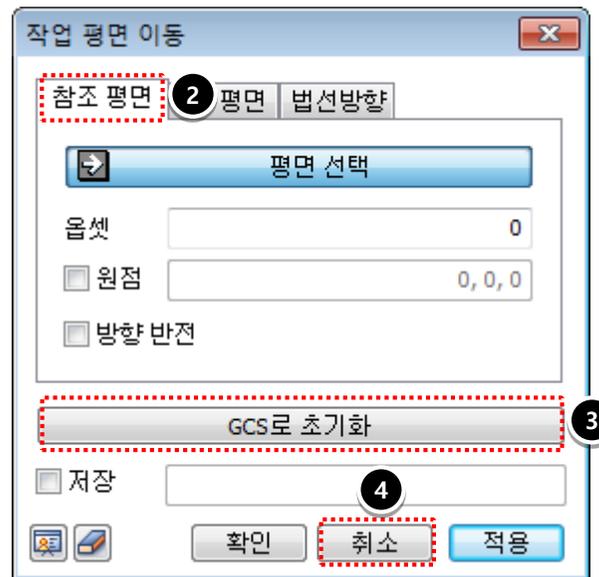
작업순서

1. 선택필터를 [선 (E)] 으로 변경
2. 대상선택:"선 3개" 선택(그림참조)
3. 회전축 : [Z축] 선택.
4. 각도: "360" 입력.
5. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

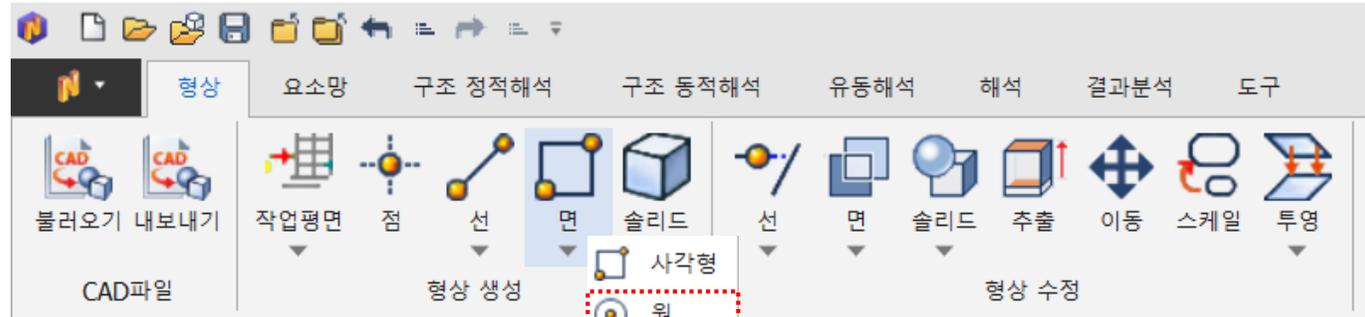
1. [] (그리드 이동) 클릭.
2. [참조평면] 탭 클릭.
3. [GCS로 초기화] 버튼 클릭. 
4. [취소] 버튼 클릭.
5. [] (등각보기1) 클릭.



 작업을 위해 변경했던 작업평면을 GCS의 XY평면으로 초기화하는 기능입니다.

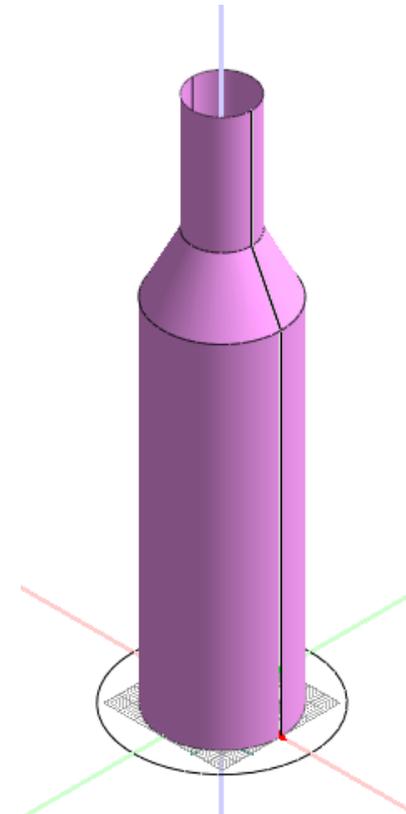
작업순서

1. 면 만들기 체크 해제
2. 중심위치: "(0)"
반경: "600" 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.



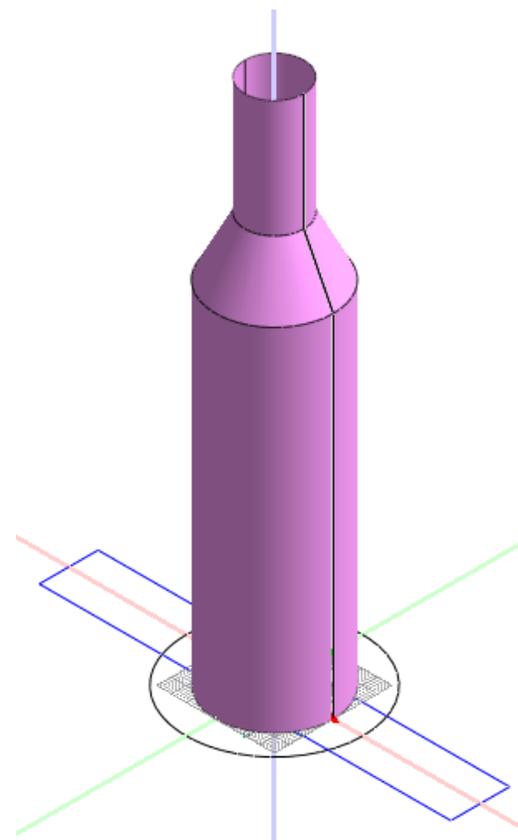
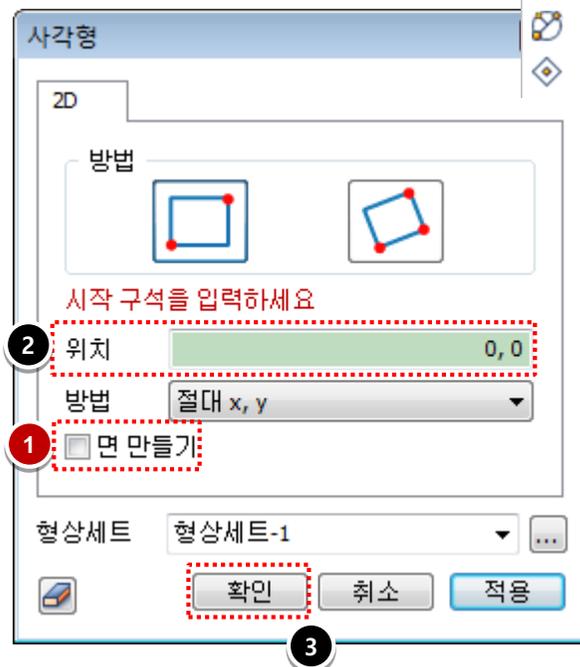
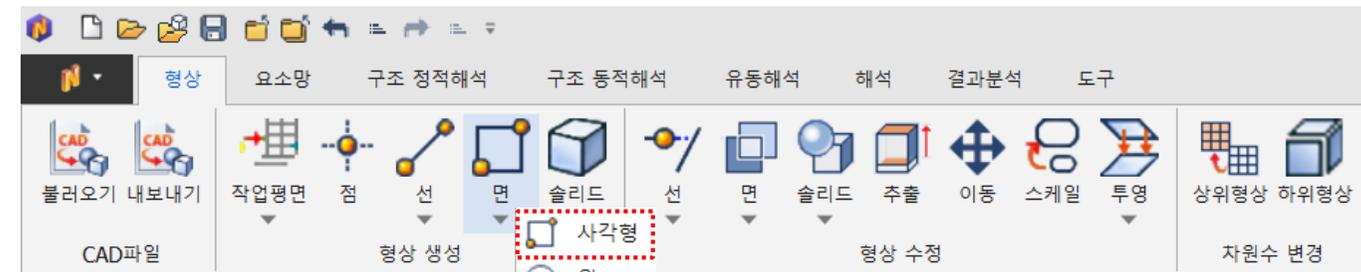
<원 생성 방법>

1. 중심위치와 반경을 입력하여 원을 생성합니다.
2. 지름의 양 끝점을 입력하여 원을 생성합니다.
3. 원 위의 3개의 점을 입력하여 원을 생성합니다.



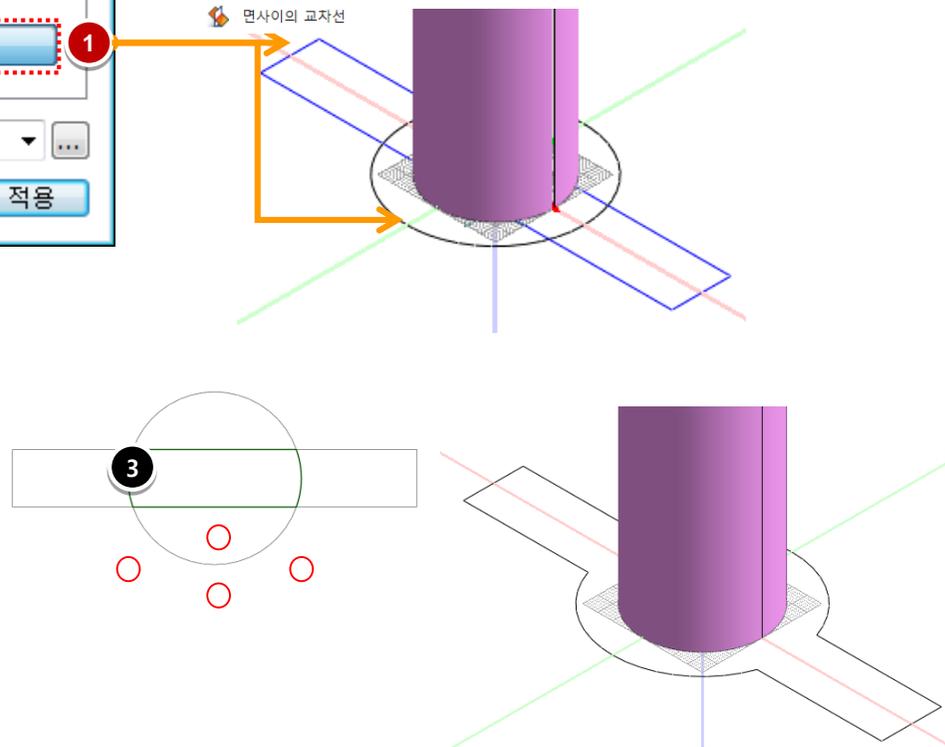
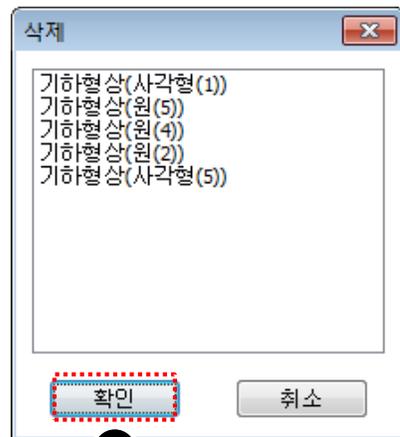
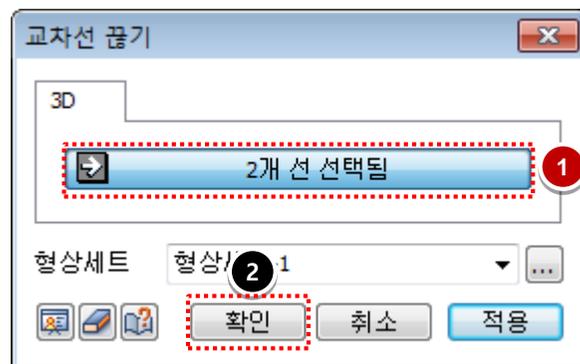
작업순서

1. 면 만들기 체크 해제
2. 위치: "(-1400,-200), <2800,400>" 입력.
3. [확인] 버튼 클릭



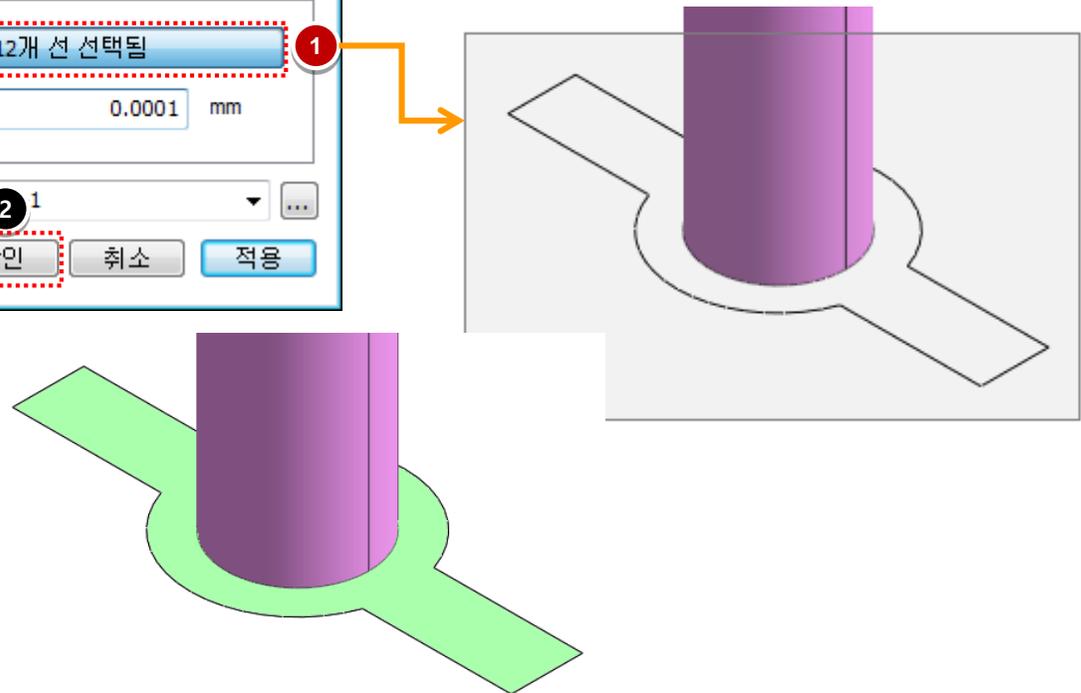
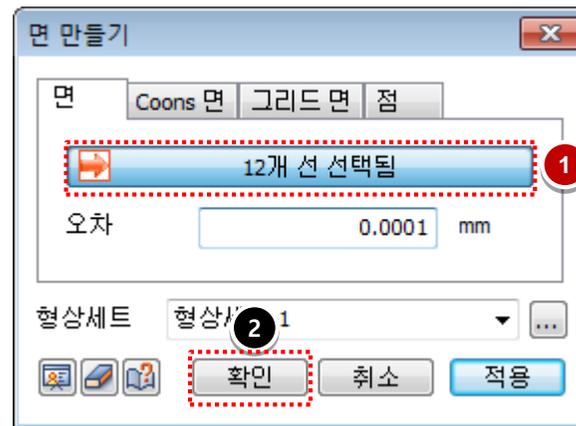
작업순서

1. 대상선택: "원과 사각형" 선택.
2. [확인] 버튼 클릭
3. [O] 표시된 선을 선택한 후 [Delete]
4. [확인] 버튼 클릭.



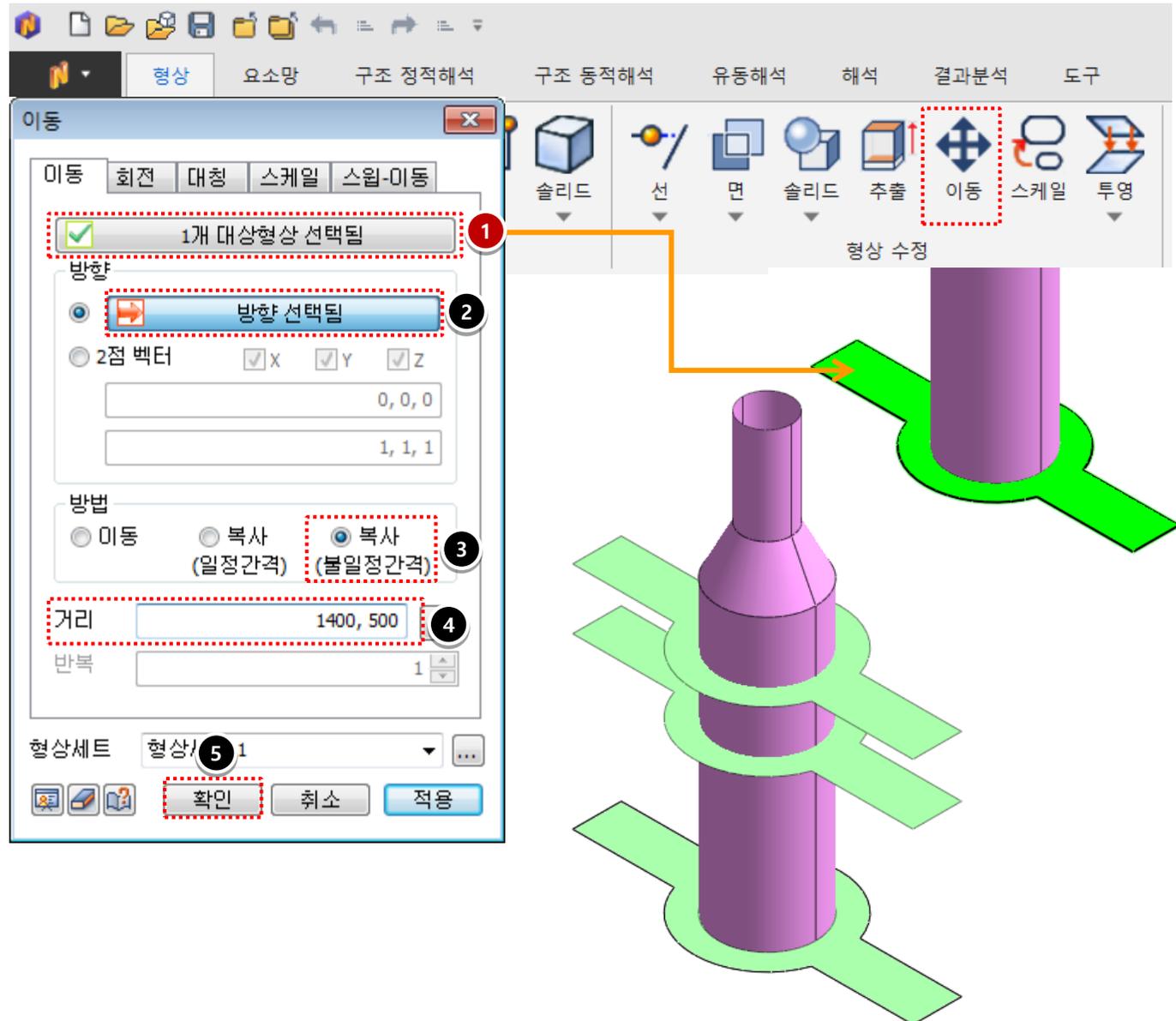
작업순서

1. 대상선택: "선 12개" 선택.
(그림과 같이 드래그하여 대상을 선택)
2. [확인] 버튼 클릭



작업순서

1. 대상선택: "면 1개" 선택.
2. 방향: [Z축] 선택.
3. 복사 (불일정간격) 선택.
4. 거리: "1400, 500" 입력.
5. [확인] 버튼 클릭.



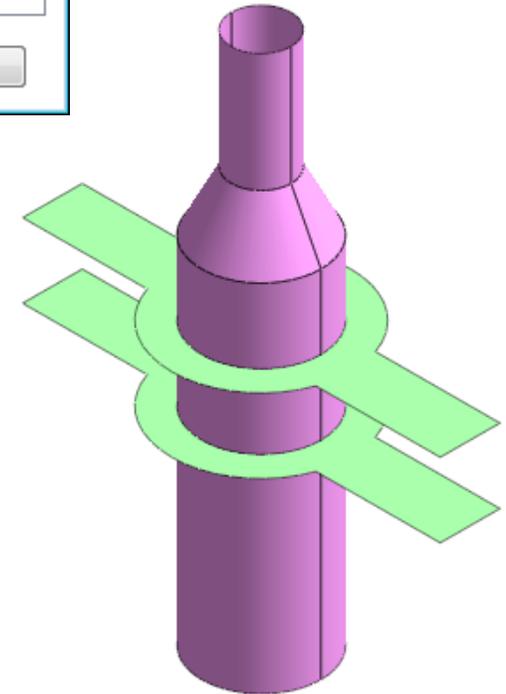
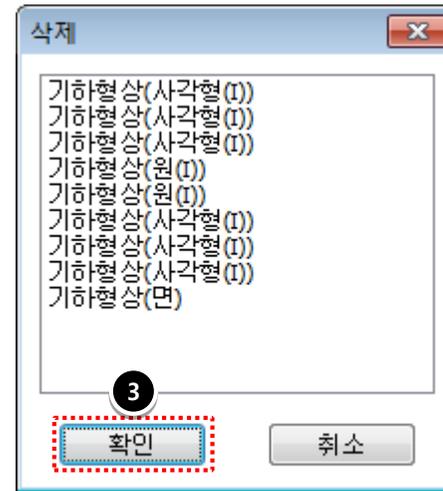
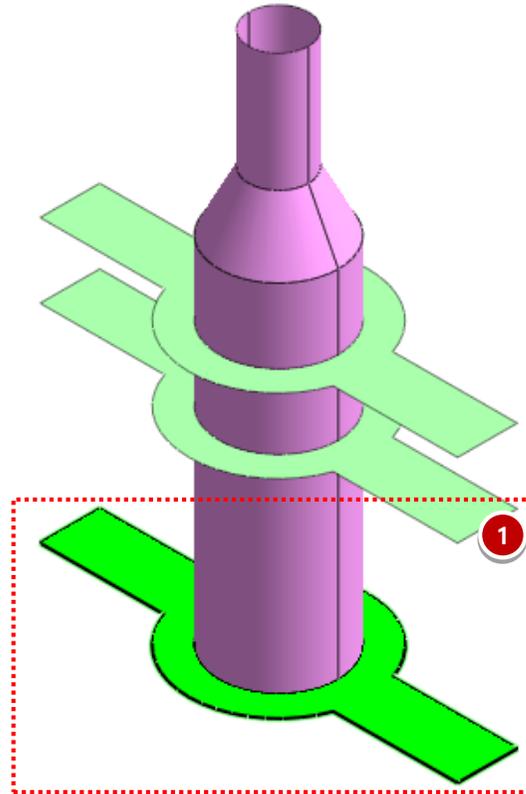
작업순서

1. 복사 소스면과 선 선택.

(그림과 같이 드래그하여 대상을 선택)

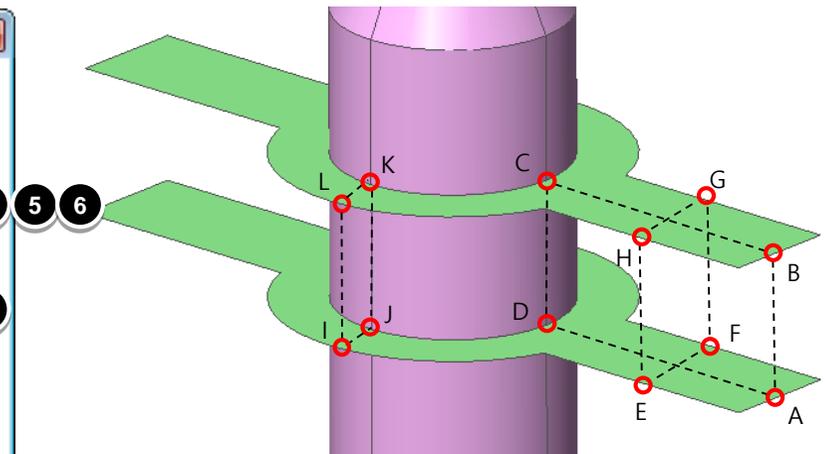
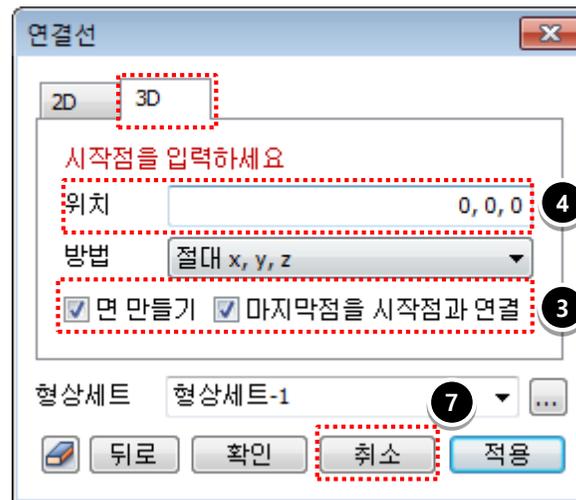
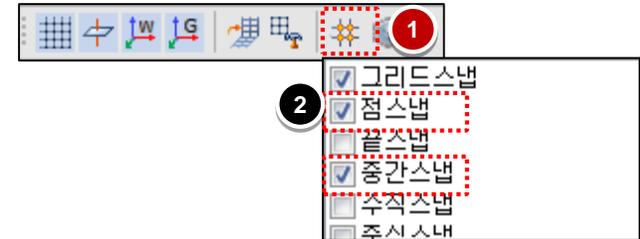
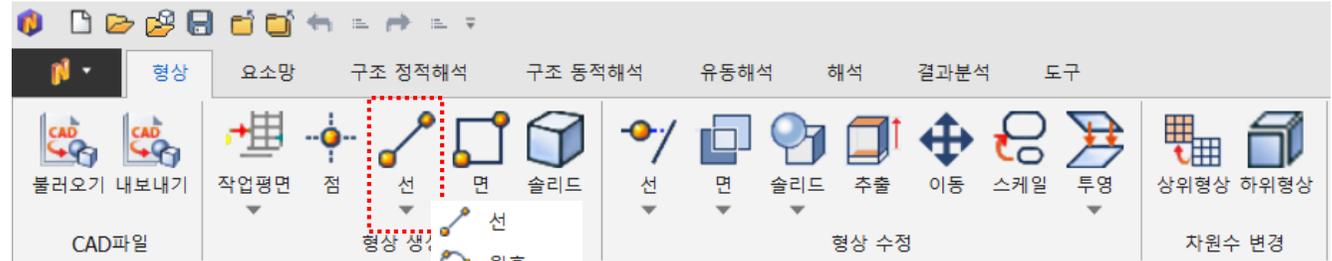
2. [Delete] 키 누름.

3. [확인] 버튼 클릭



작업순서

1. [](스냅정의) 클릭.
2. 점스냅, 중간스냅 체크. 
3. [면 만들기], [마지막 점을 시작점과 연결] 체크.
4. [o] 표시한 A, B, C, D를 순서대로 클릭 후, 마우스 오른쪽 버튼 클릭.
5. [o] 표시한 E, F, G, H를 순서대로 클릭 후, 마우스 오른쪽 버튼 클릭.
6. [o] 표시한 I, J, K, L를 순서대로 클릭 후, 마우스 오른쪽 버튼 클릭.
7. [취소] 버튼 클릭.

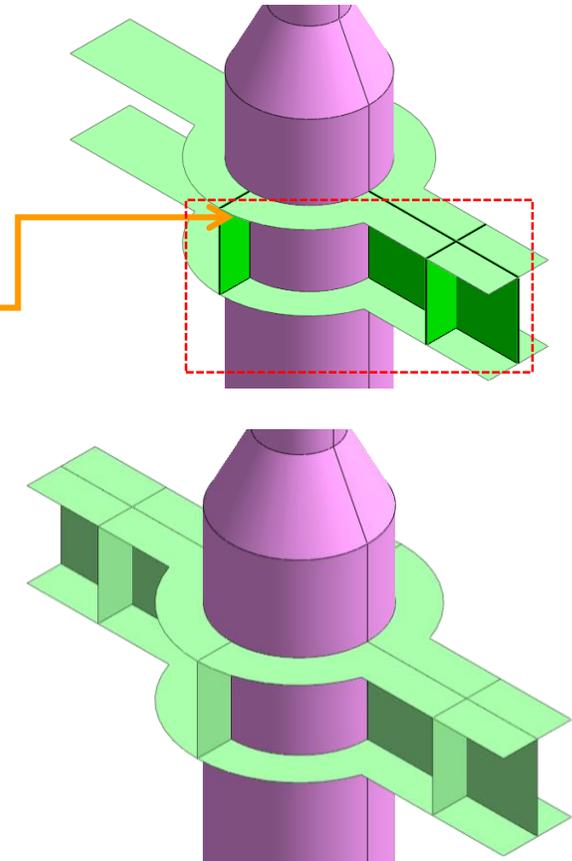
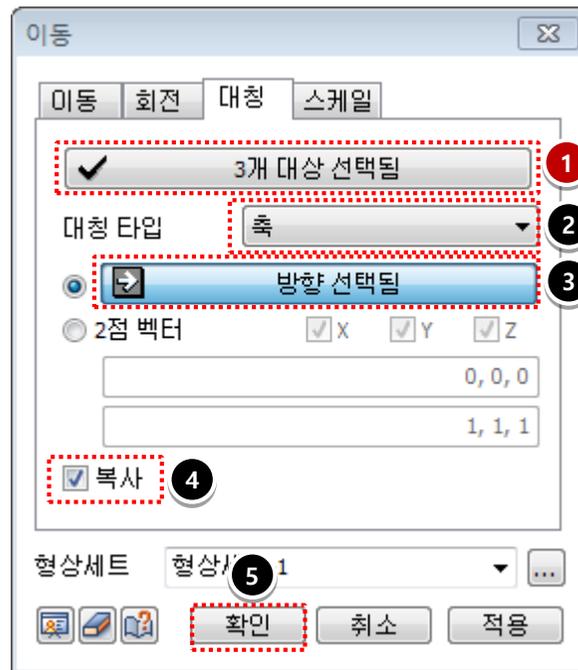


 기하형상을 모델링할 때에는 정확한 위치 선택을 위해 스냅기능을 사용하면 좋습니다.

스냅기능을 사용할 때에는 반드시 필요한 스냅만을 체크하여 사용하도록 주의해야 합니다.

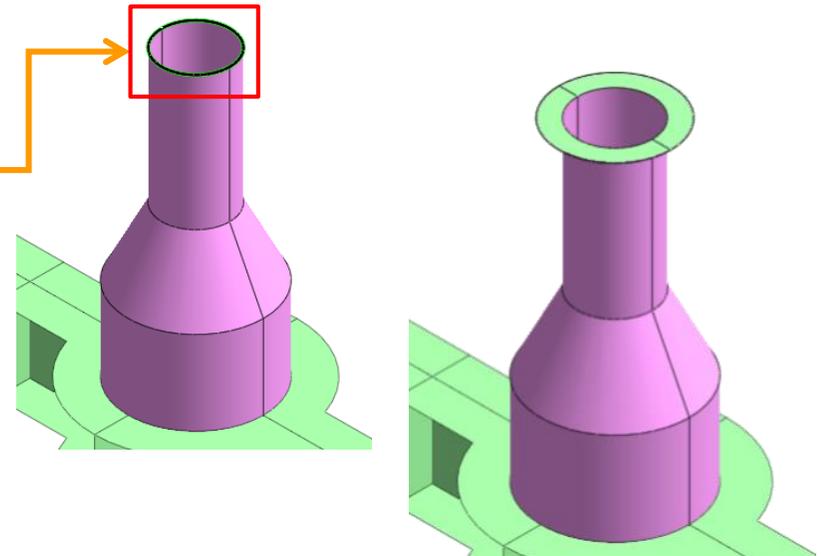
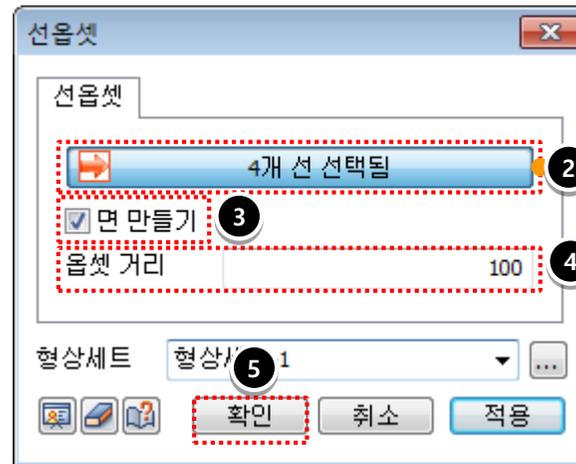
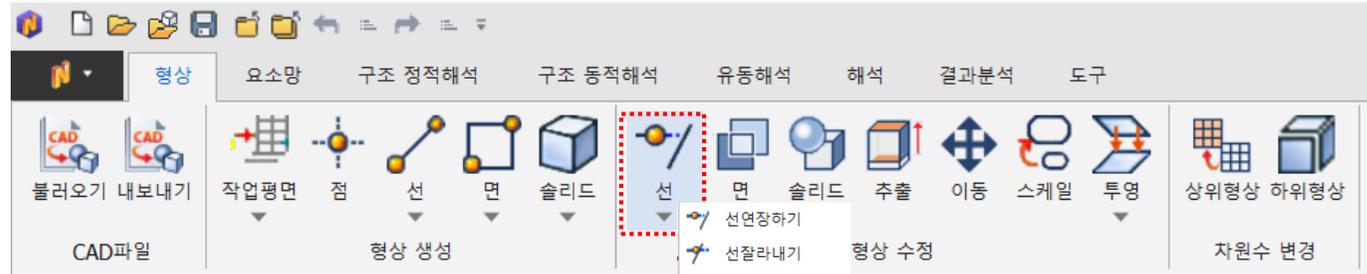
작업순서

1. 대상선택: “면 3개” 선택.(그림참조)
2. 대칭 타입: [축] 선택.
3. 방향: [Z축] 선택.
4. “복사” 체크.
5. [확인] 버튼 클릭.



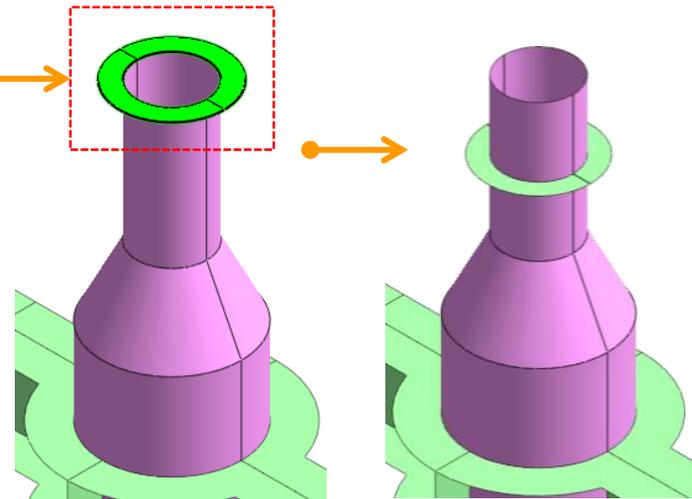
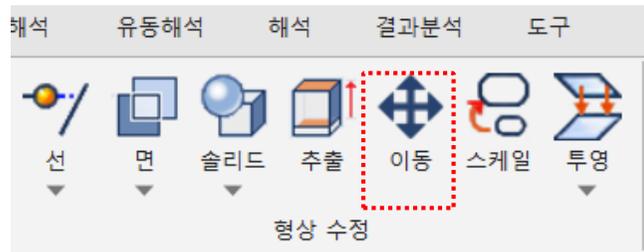
작업순서

1. 선택필터를 [선 (E)] 으로 변경
2. 대상선택: “선 4개” 선택(그림참조)
3. 면 만들기 체크.
4. 옵셋거리: “100”
5. [확인] 버튼 클릭.

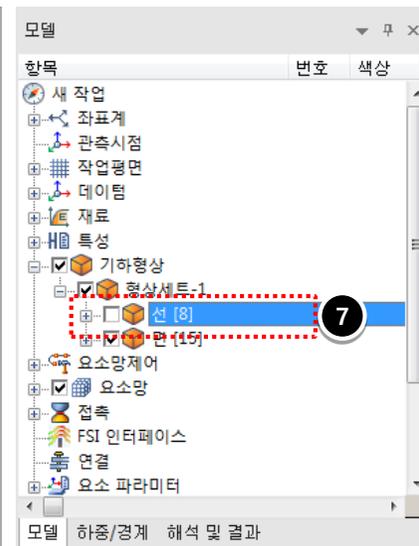


작업순서

1. 대상선택: "8개 대상형상" 선택.
(그림참조)
2. 방향: [Z축] 선택.
3. "이동" 체크.
4. 거리: "-400" 입력.
5. [확인] 버튼 클릭.
6. 작업창에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, [모든 가이드 감추기] 선택.
7. 모델 작업 트리의
기하형상 > 형상세트 > [선] 을
체크 해제.

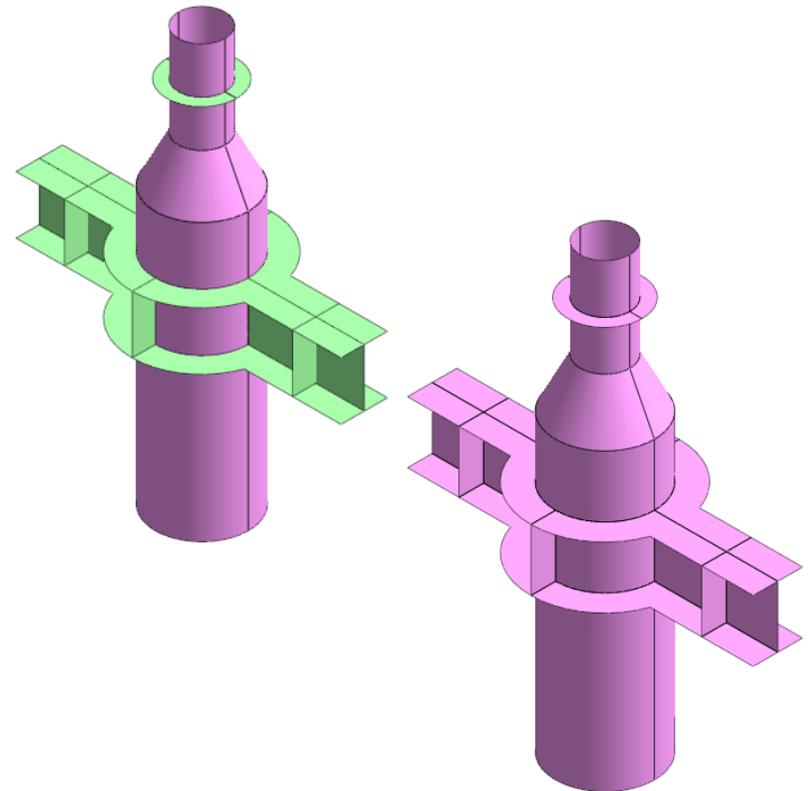
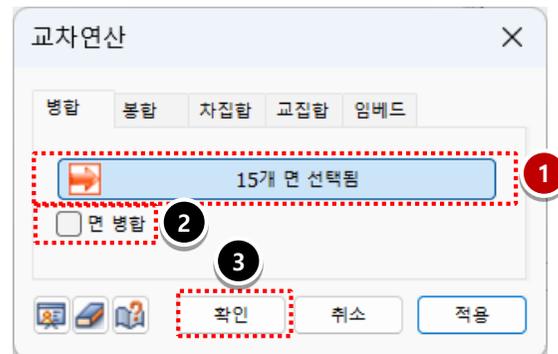


- 모두 보이기
- 모두 감추기
- 모든 형상 보이기
- 모든 형상 감추기
- 모든 요소망 보이기
- 모든 요소망 감추기
- 작업 평면 옮기기
- 가이더 보이기/감추기
- 모든 가이드 보이기
- 모든 가이드 감추기
- 모든 레이블 보이기
- 모든 레이블 감추기



작업순서

1. 선택대상: "면 15개" 선택.
혹은 [] (전체선택) 클릭.
2. 면 병합 체크 해제.
3. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

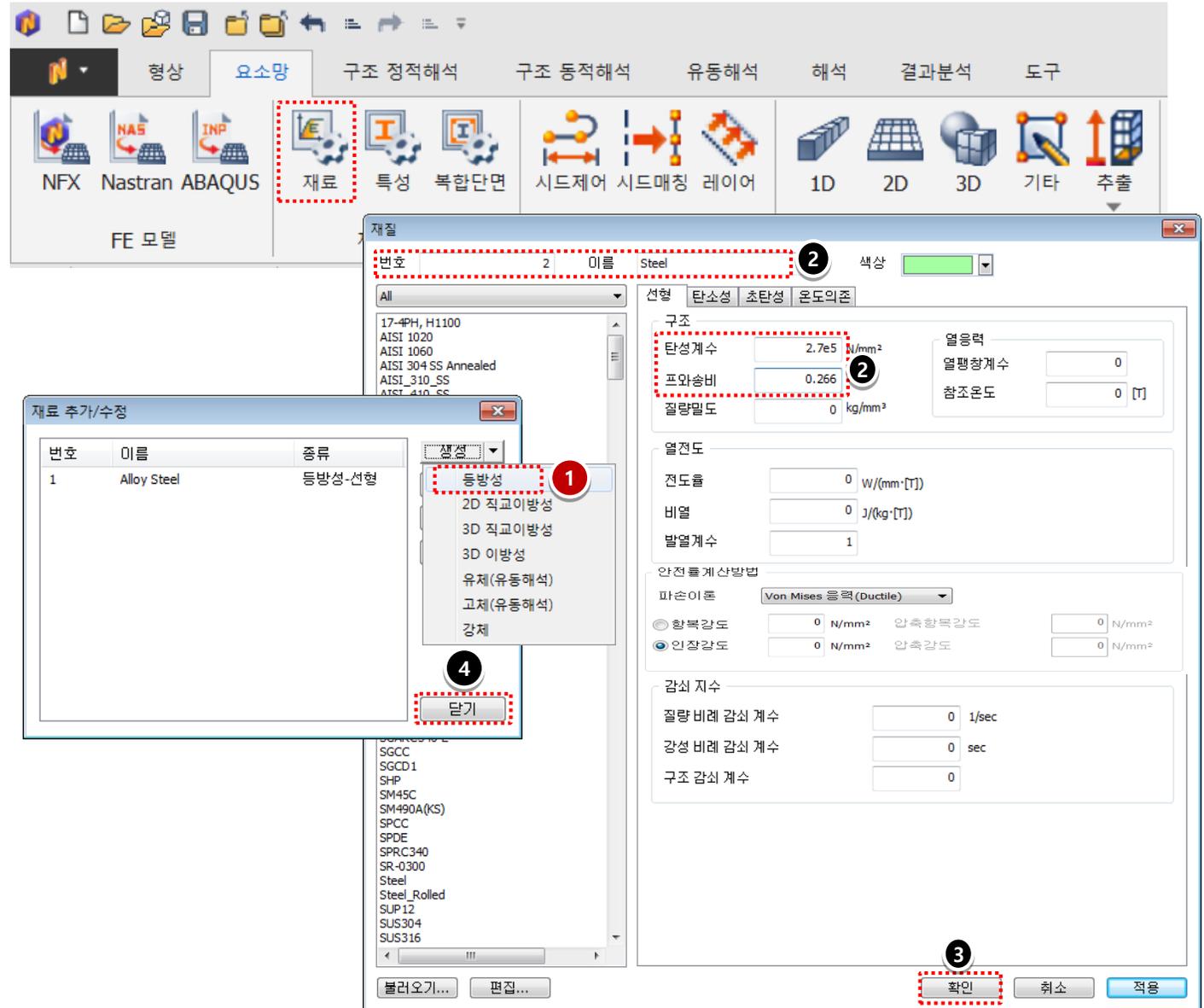
1. 생성 >> 등방성 클릭.

2. 재질 입력.

번호	2
이름	Steel
탄성계수	2.7e5 (N/mm ²)
프와송비	0.266

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭.



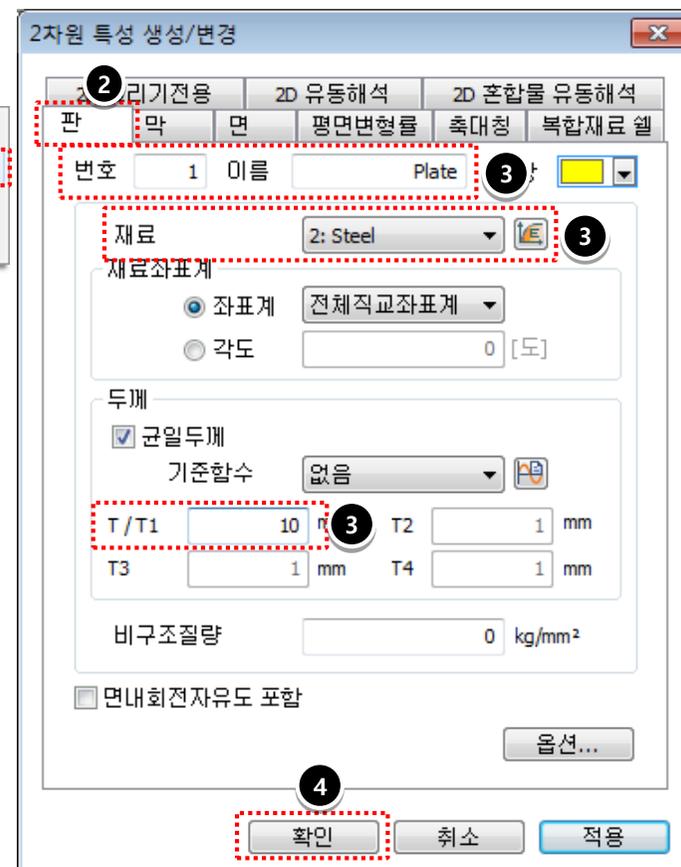
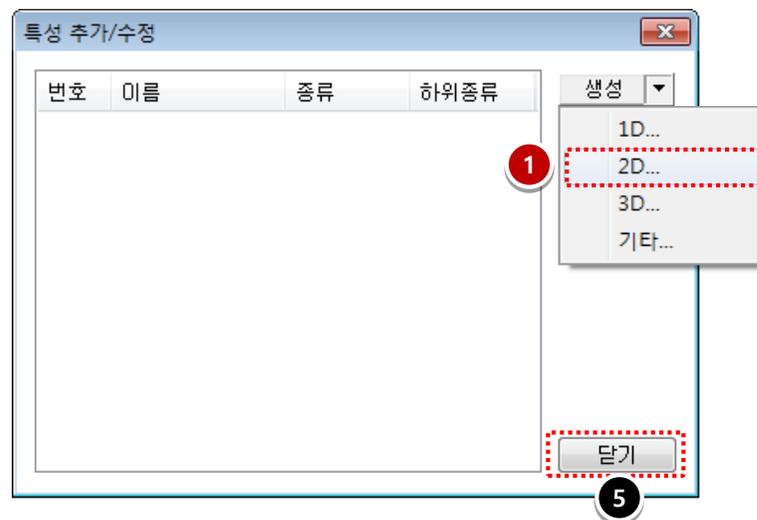
The screenshot shows the Midas NFX software interface. The main window displays the '재료' (Material) definition dialog. The '번호' (Number) is 2 and the '이름' (Name) is Steel. The material type is set to '등방성' (Isotropic). The '탄성계수' (Young's Modulus) is 2.7e5 N/mm² and the '프와송비' (Poisson's Ratio) is 0.266. The '확인' (OK) button is highlighted with a red dashed box and a circled 3. The '닫기' (Close) button in the '재료 추가/수정' dialog is highlighted with a red dashed box and a circled 4.

작업순서

1. 생성 >> 2D 클릭.
2. [판] 탭 선택.
3. 특성입력

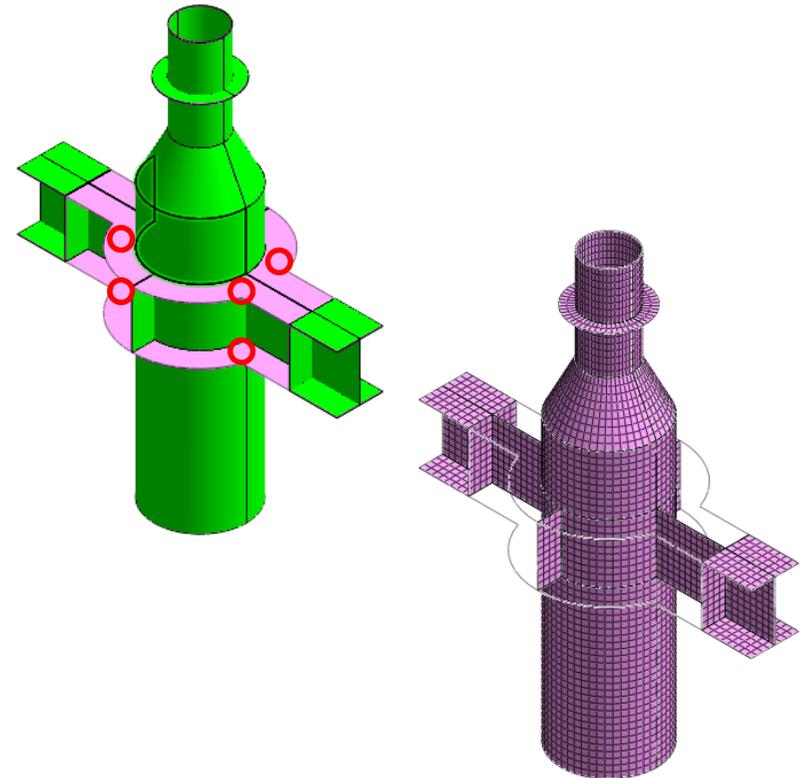
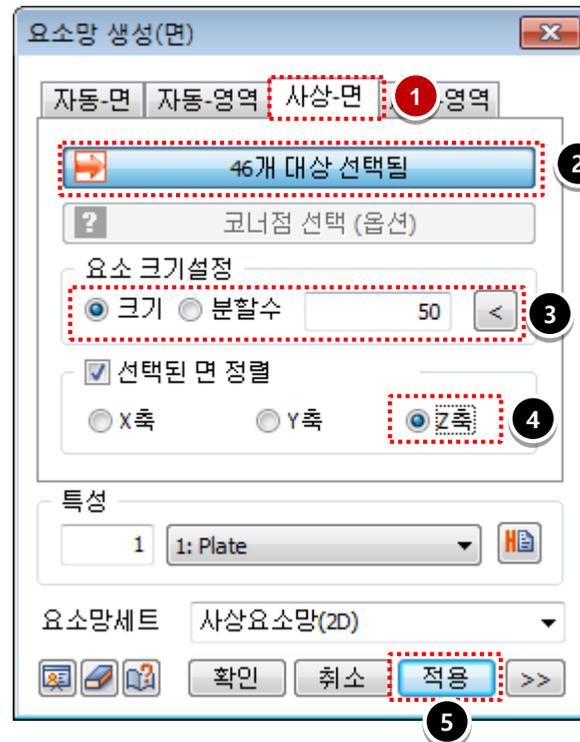
번호	1
이름	Plate
면내재료	2:Steel
두께(T/T1)	10 (mm)

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭.



작업순서

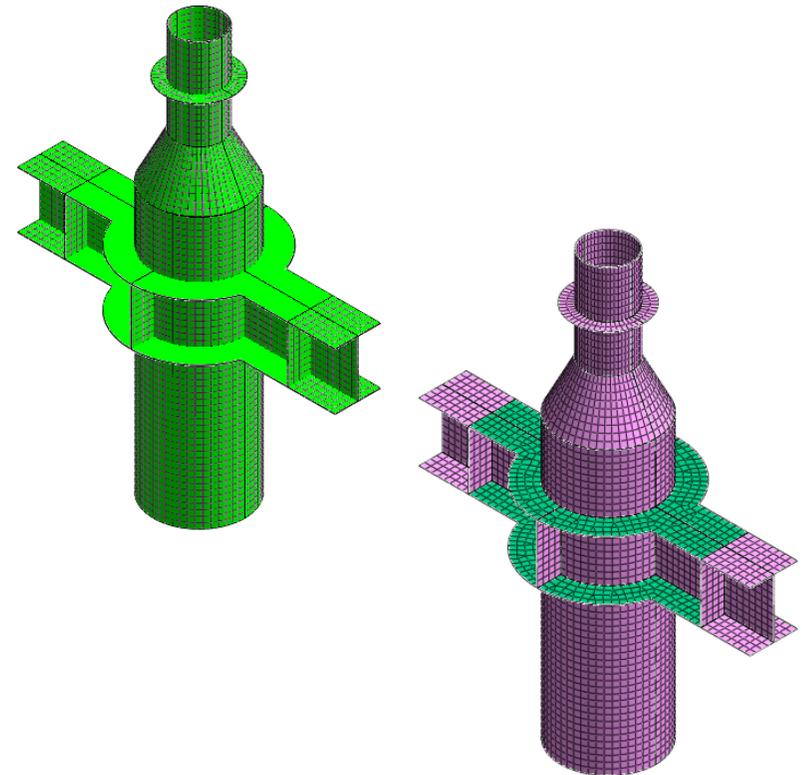
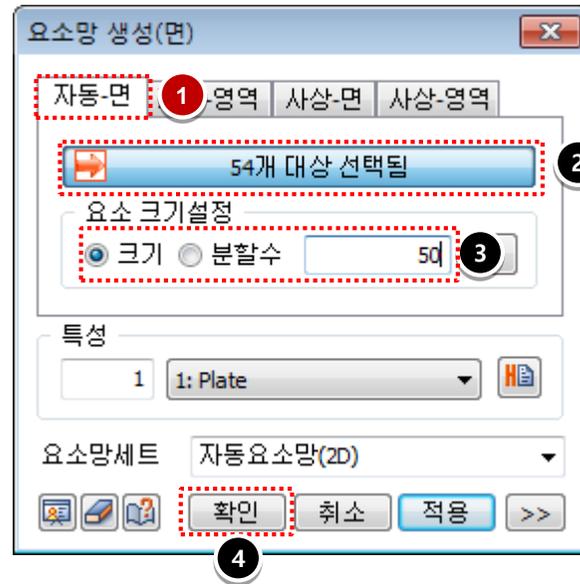
1. [사상-면] 탭 클릭.
2. 대상선택: "면 46개" 선택. (그림참조)
 [] (전체선택) 클릭 후, [o] 표시
 부분(면 8개) 선택해제. 
3. 요소크기: "50"
4. 선택된 면 정렬: [Z축] 선택.
5. [적용] 버튼 클릭.



 사상요소망의 생성이 가능한 면에만 요소망을 우선 생성합니다.
 사상요소망 생성 시에는 인접면 간의 요소크기가 동일하게 적용되어야 하기 때문에 다수의 면을 선택한 경우에는 요소망을 작성하는 순서에 따라 생성여부가 달라질 수 있습니다.

작업순서

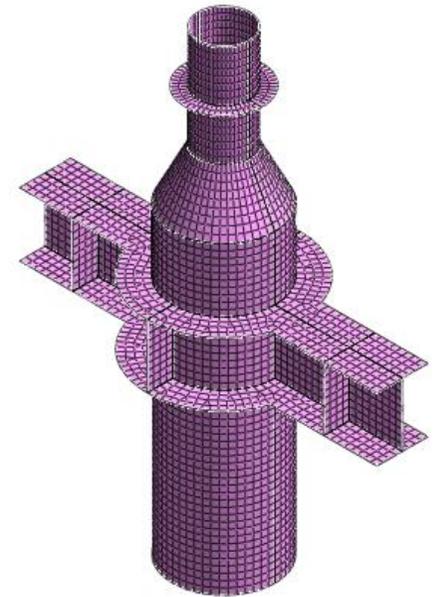
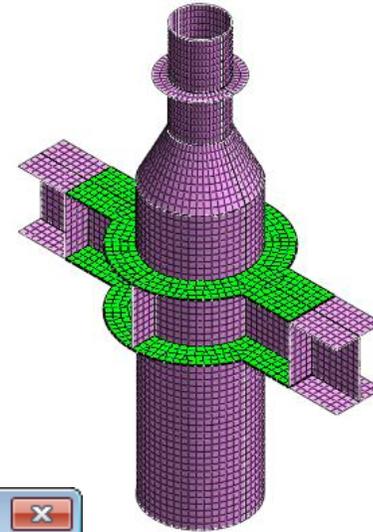
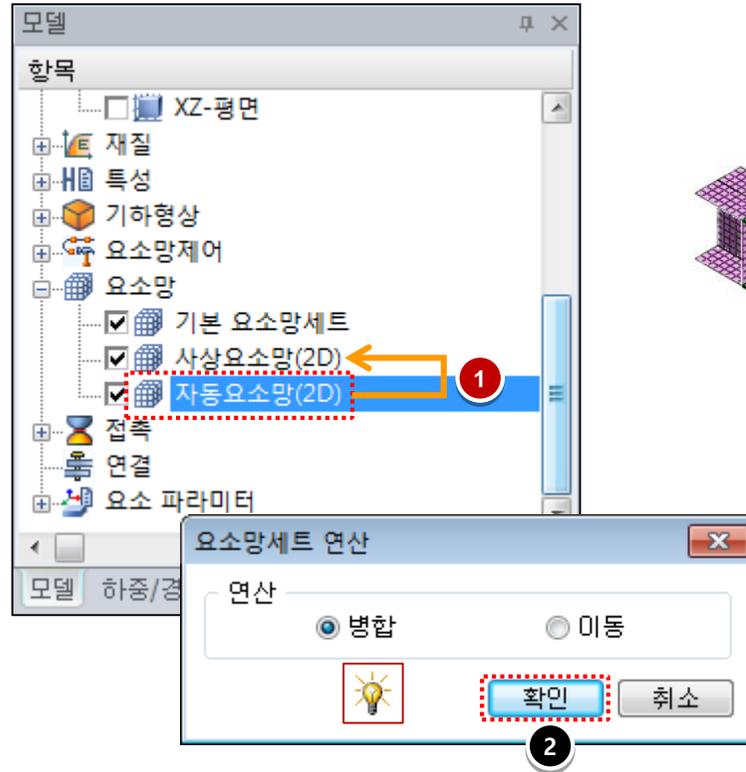
1. [자동-면] 탭 클릭.
2. 대상선택: "면 54개" 선택.(그림참조)
 (전체선택) 클릭. 
3. 요소크기: "50"
4. [확인] 버튼 클릭.



 전체선택을 하더라도 요소망이 생성되지 않은 8개의 면에만 자동요소망이 생성됩니다.

작업순서

1. [자동요소망(2D)]을 드래그하여
“[사상요소망(2D)]”로 이동.
2. [확인] 버튼 클릭.

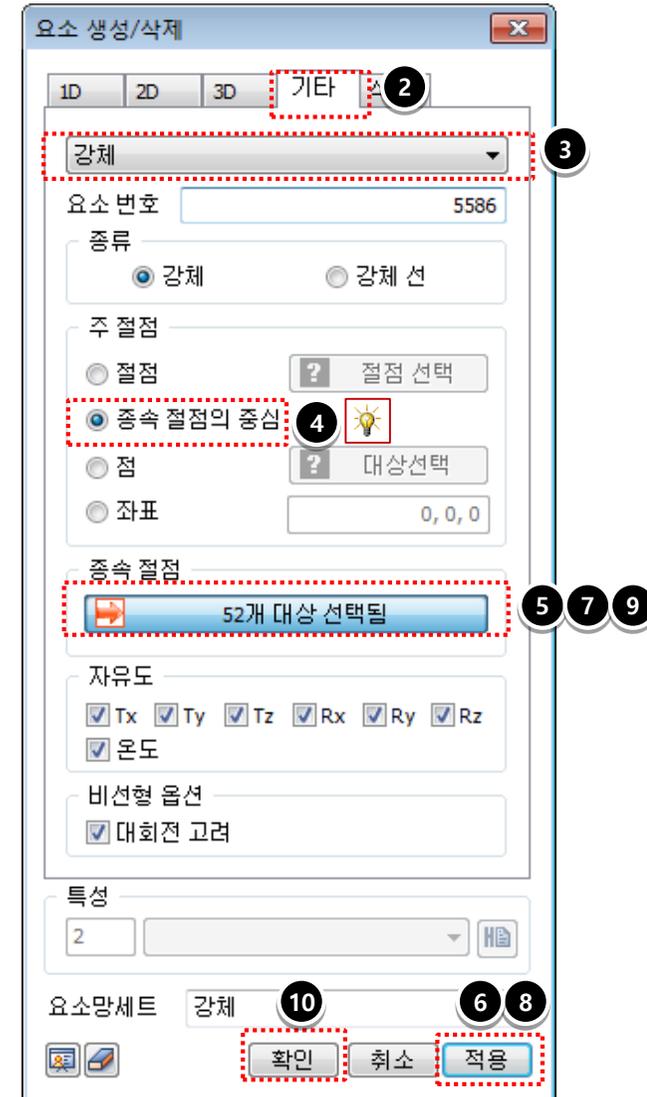
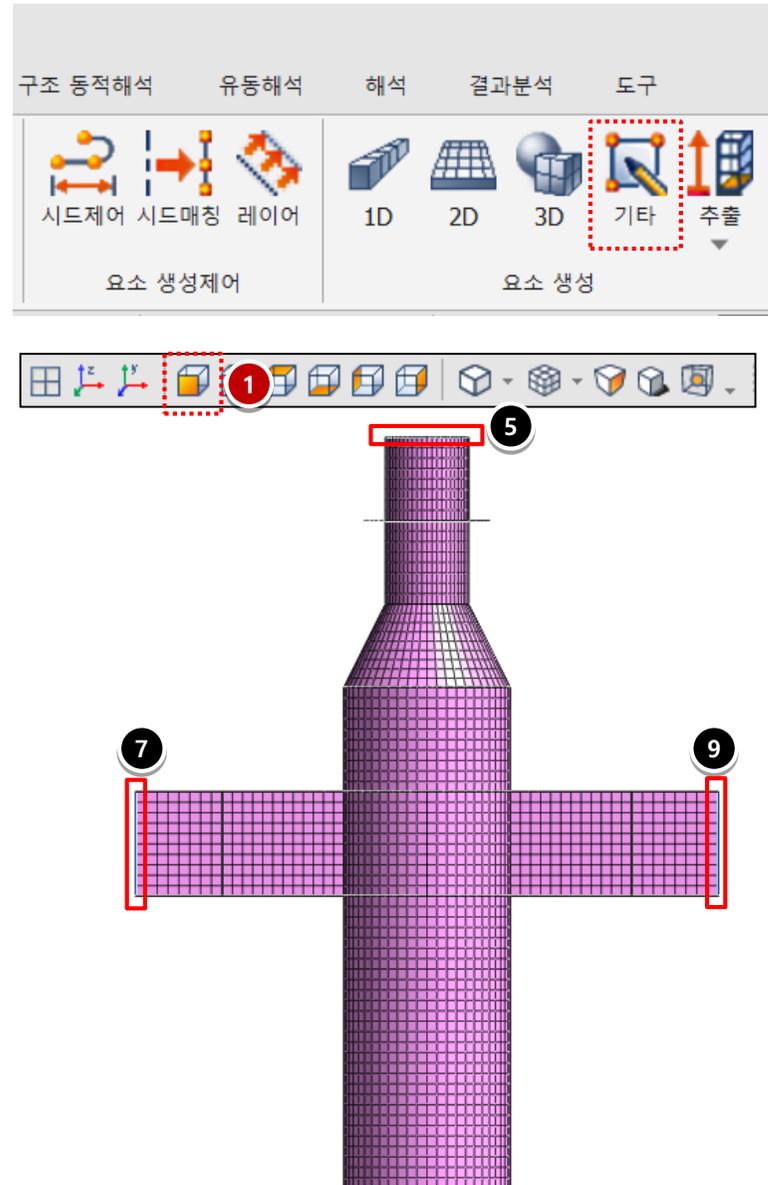


💡 요소망세트의 병합은 1개의 형상이 여러 개의 요소망세트로 분할된 경우에 관리의 목적으로 사용하고 접축 조건 등이 필요한 파트 간에는 사용하지 않도록 합니다.

작업순서

1. [정면보기] (정면보기) 선택.
2. [기타] 탭 클릭.
3. [강체] 선택.
4. 마스터절점: [중속 절점의 중심] 선택.
5. 대상선택: "절점 52개" 선택(그림참조)
6. [적용] 버튼 클릭.
7. 대상선택: "절점 27개" 선택(그림참조)
8. [적용] 버튼 클릭.
9. 대상선택: "절점 27개" 선택(그림참조)
10. [확인] 버튼 클릭.

 선택한 중속 절점들의 중심에 절점을 생성하고 해당 절점을 마스터절점으로 사용합니다.

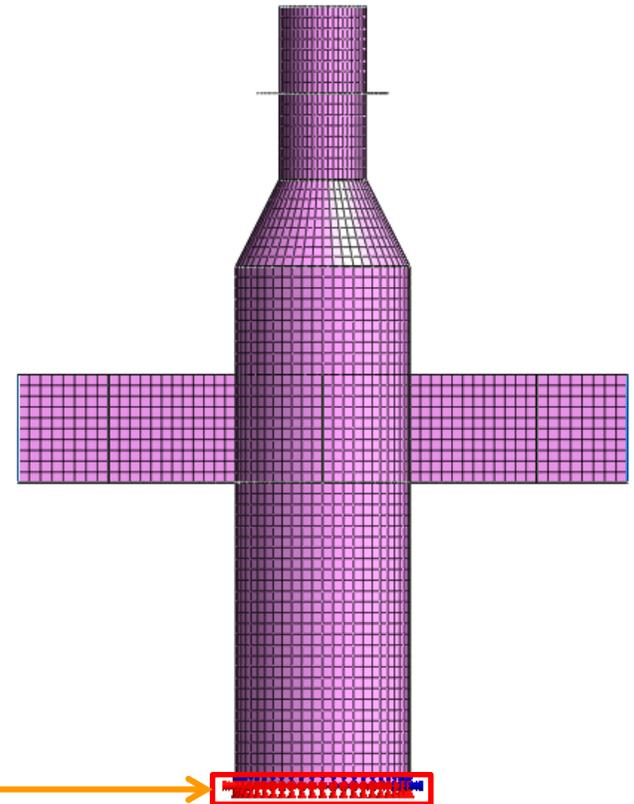
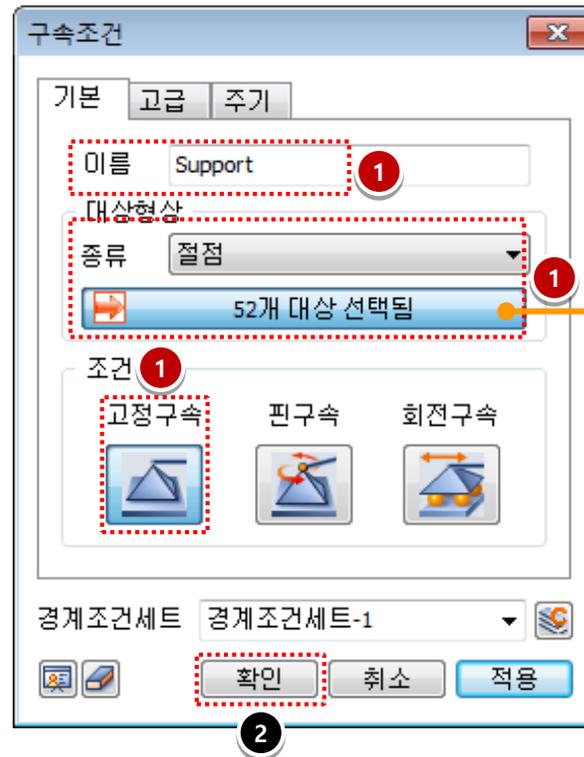
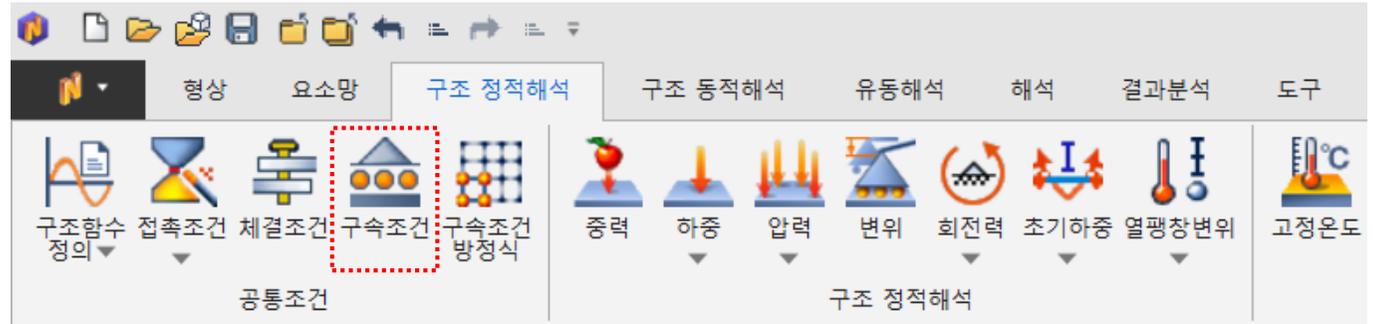


작업순서

1. 구속조건 입력

이름	Support
대상종류	절점
대상선택	52개 선택 (그림참조)
조건	고정구속

2. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

1. 집중하중 입력.(1)

이름	Force 1
대상종류	절점
대상선택	1개 선택(그림참조)
크기 [Z축]	1000

2. [적용] 버튼 클릭.

3. 집중하중 입력.(2)

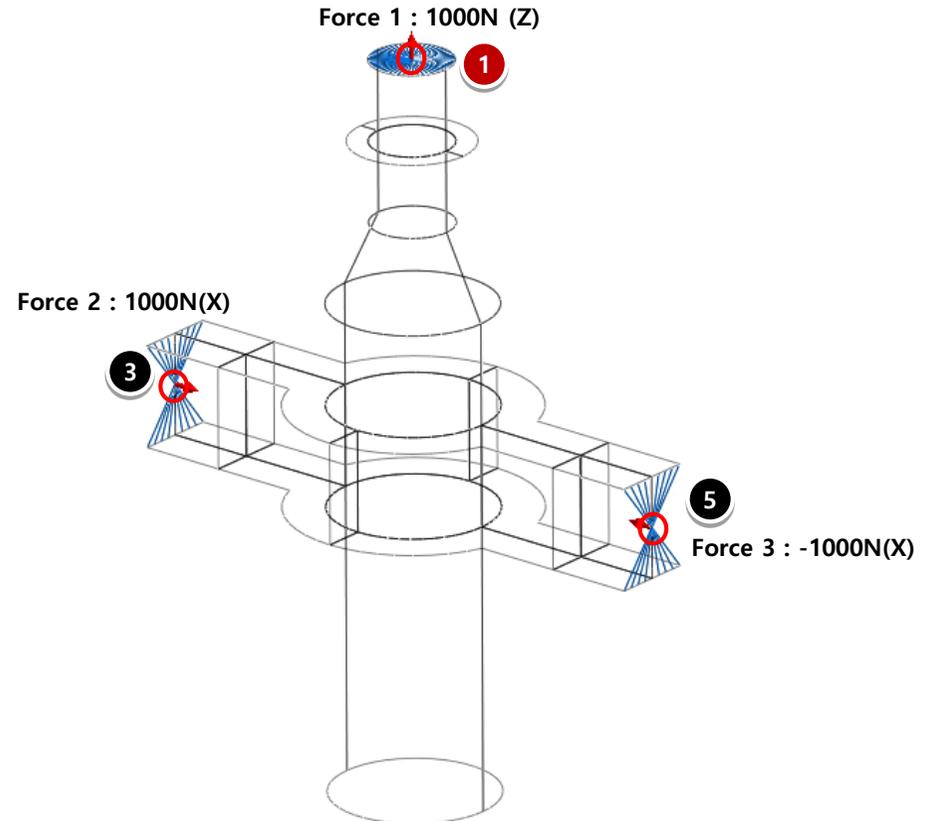
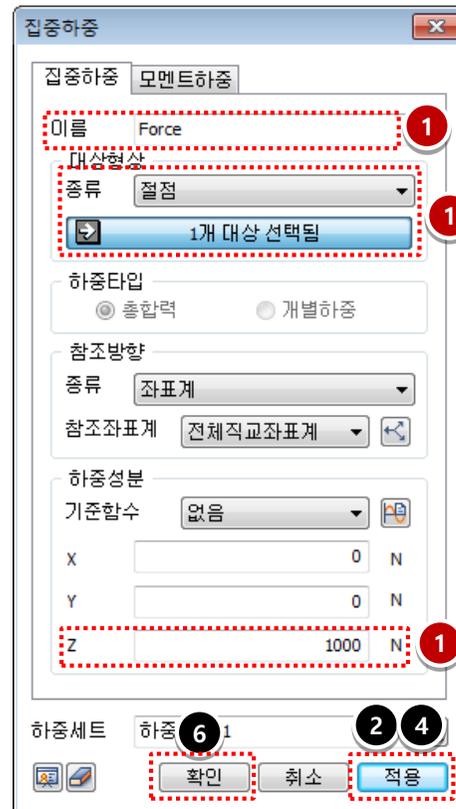
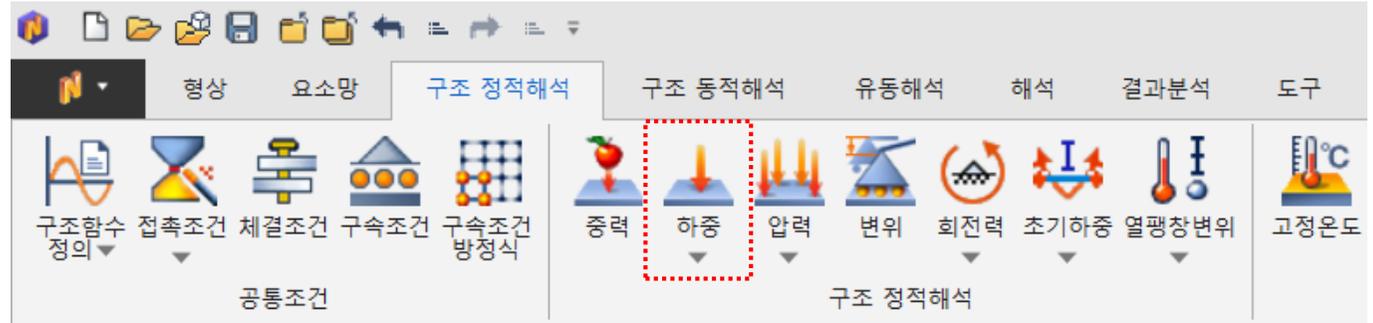
이름	Force 2
대상종류	절점
대상선택	1개 선택(그림참조)
크기 [X축]	1000

4. [적용] 버튼 클릭

5. 집중하중 입력.(3)

이름	Force 3
대상종류	절점
대상선택	1개 선택(그림참조)
크기 [X축]	-1000

6. [확인] 버튼 클릭



작업순서

1. 이름: "Antler Joint" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

2. [확인] 버튼 클릭.



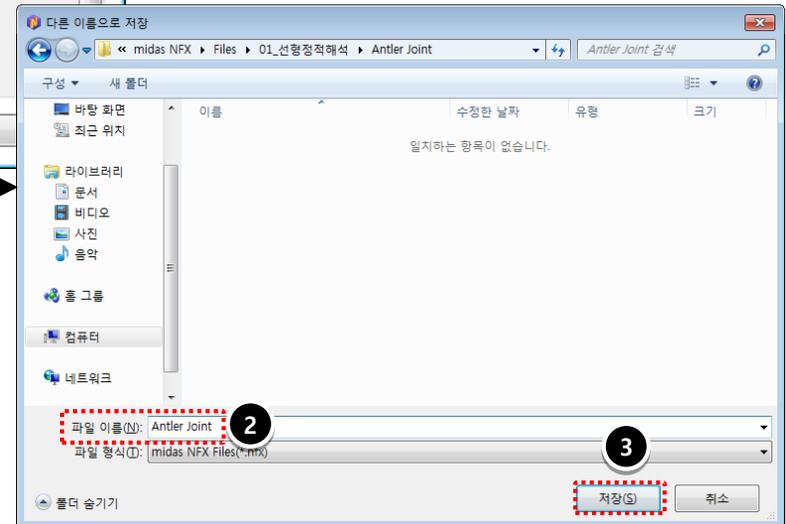
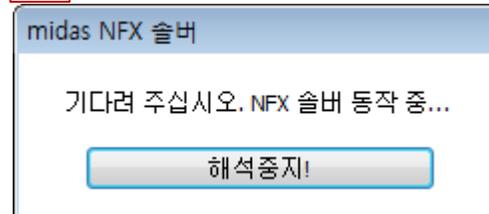
💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Antler Joint" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

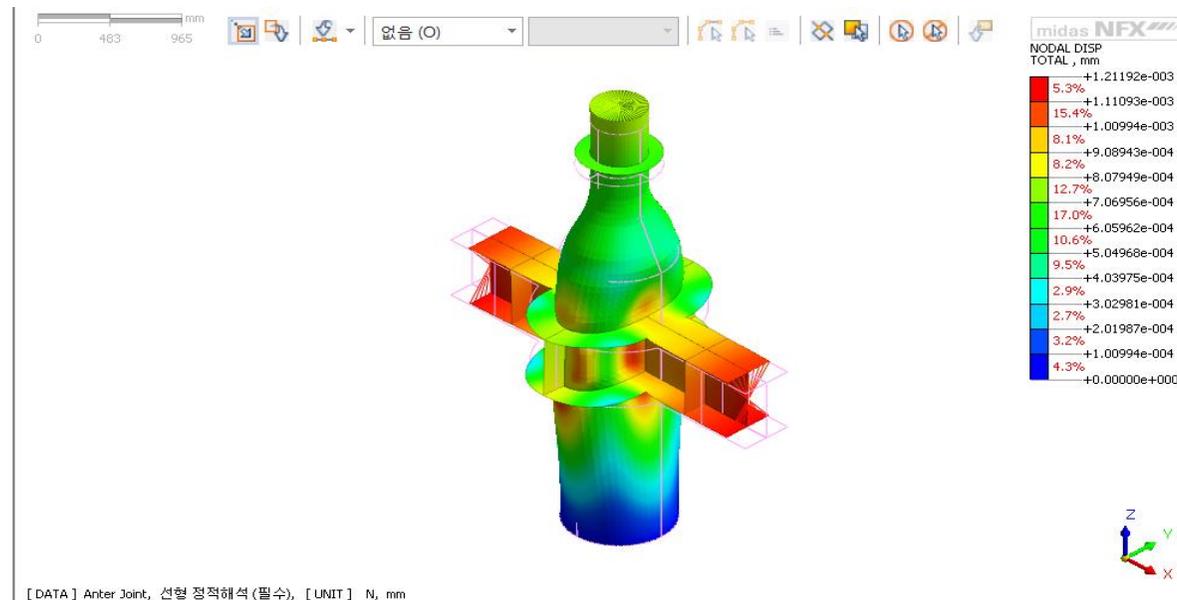
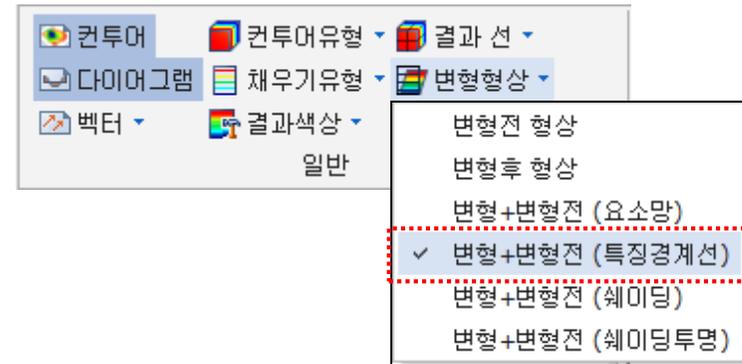
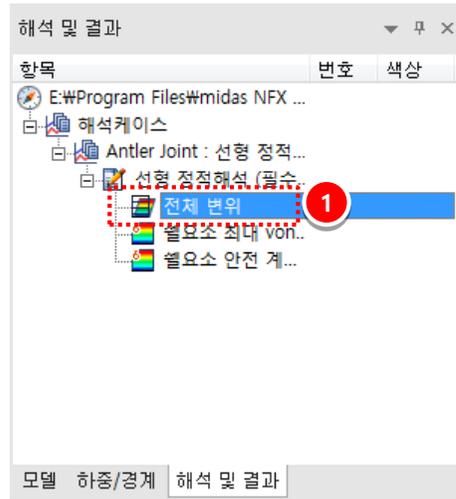


💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



작업순서

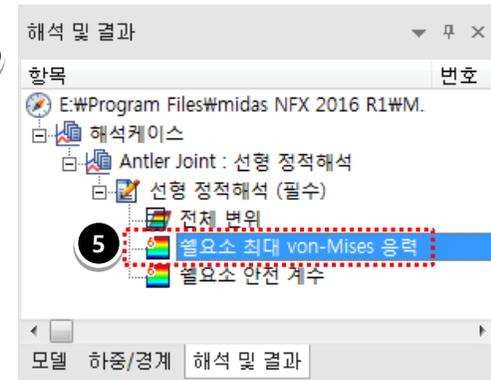
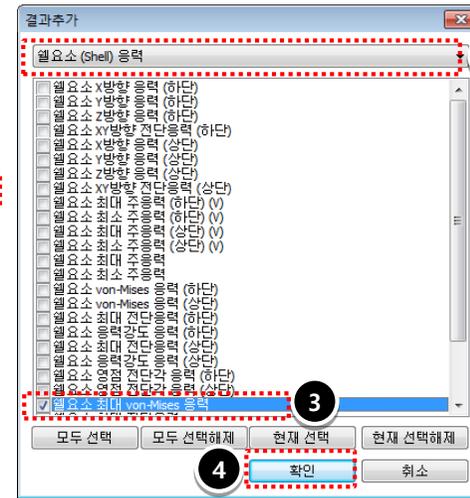
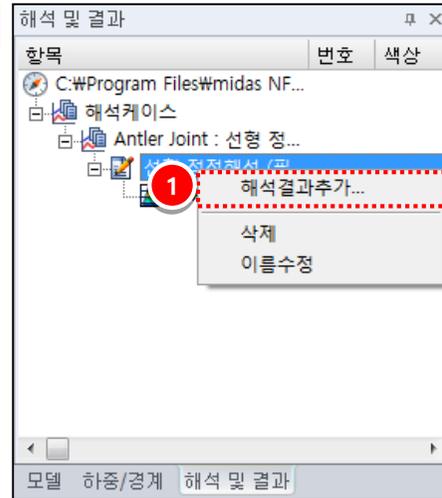
1. [전체변위] 더블 클릭.
2. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상 >> 변형+변형전(특징경계선) 클릭.



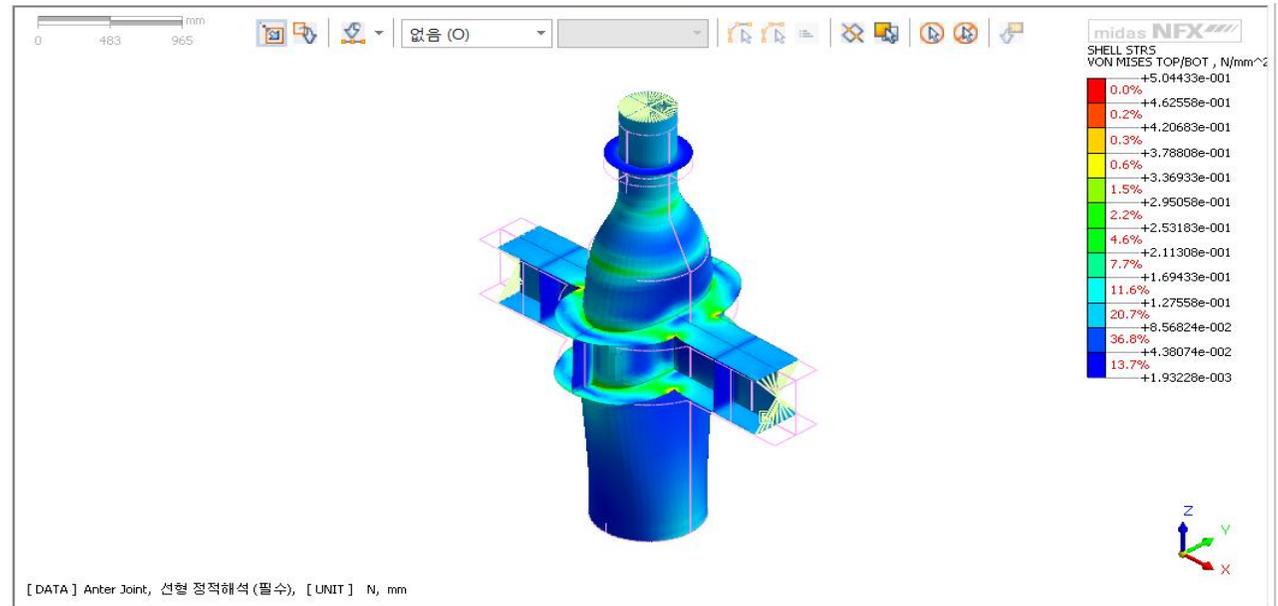


작업순서

1. 선형 정적해석[필수] 오른쪽 마우스 클릭한 후 [해석결과 추가] 클릭
2. [셸요소 (Shell) 응력] 선택
3. 셸요소 최대 von-Mises응력 선택.
4. [확인] 클릭
5. [셸요소 최대 von-Mises응력] 더블 클릭



💡 작업트리에 기본으로 등록되는 항목 이외의 결과를 확인하고자 하는 경우, [해석결과추가] 기능을 사용하여 원하는 결과항목을 작업트리에 추가할 수 있습니다.



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Knuckle.x_t

➤ 경계조건과 하중조건

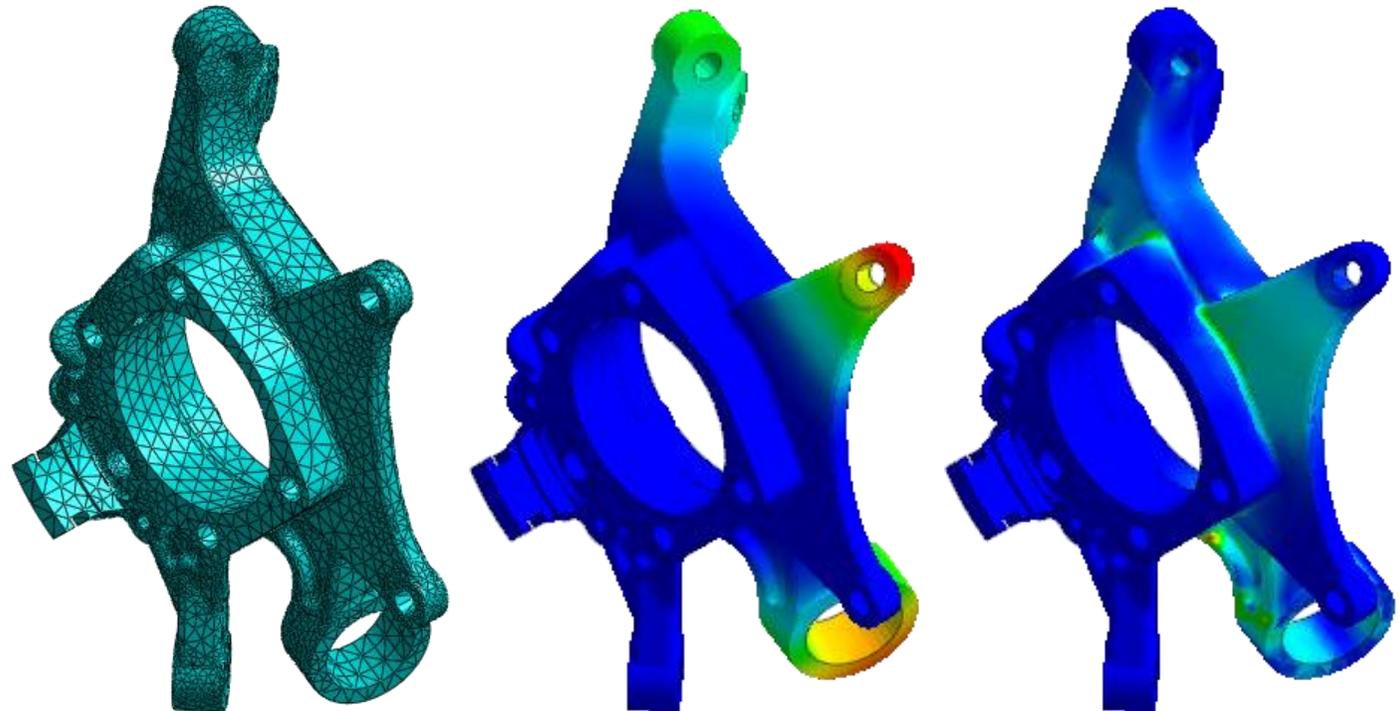
- 경계조건(고정구속)
- 베어링 하중
- 리모트 하중
- 토크 하중

➤ 결과확인

- 전체 변위
- von-Mises 응력

Knuckle

(다양한 정적 하중 설정)



따라하기 목적

▶ 다양한 정적 하중을 입력하여 선형정적해석 실행하기

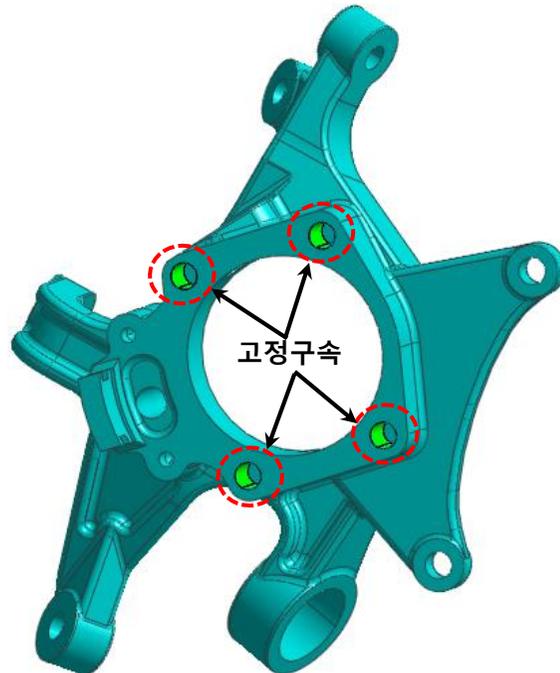
- 프로그램에서 제공하는 재료DB의 재질을 사용하여 해석합니다.
- 별도의 재료 지정을 하지 않더라도 기본값으로 사용하는 재료가 적용되어 요소 특성만을 정의하면 됩니다.
- 베어링, 리모트, 토크 하중을 입력하여 선형정적해석을 수행합니다.

해석 개요

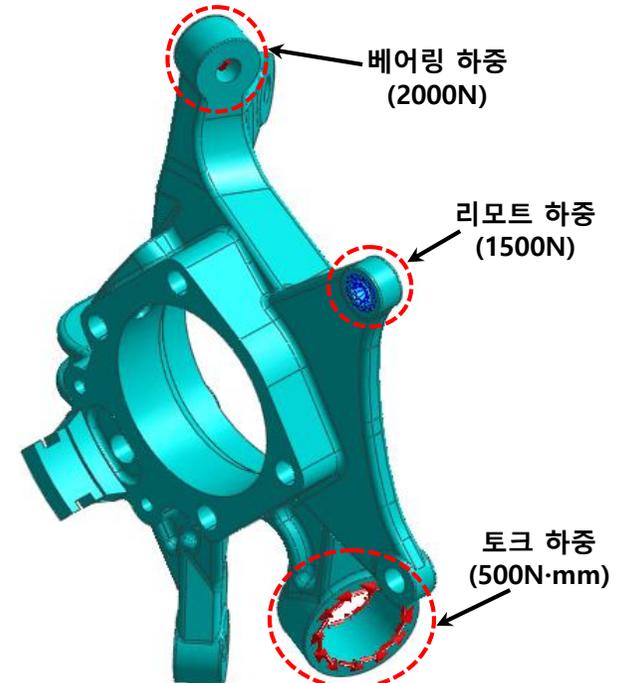
▶ 대상 모델



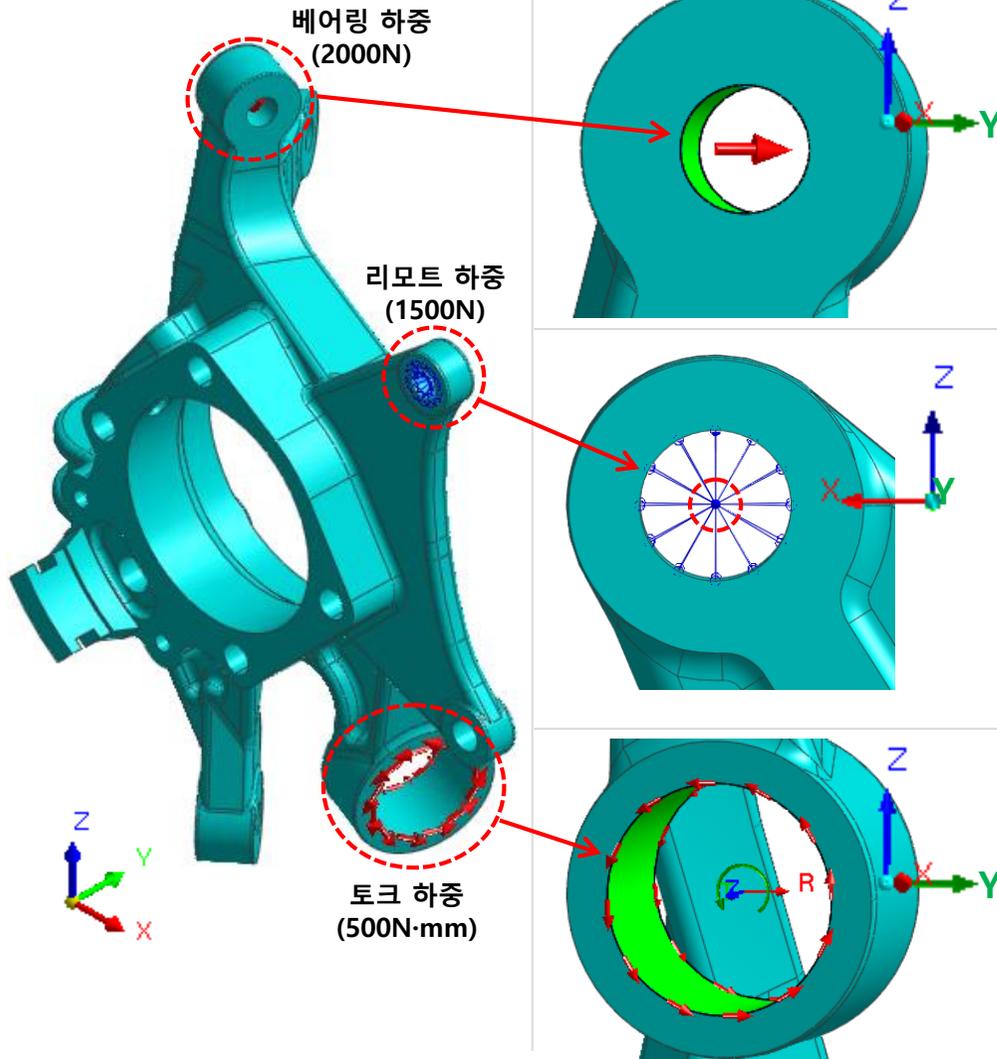
▶ 경계조건 (고정구속)



▶ 하중조건 (베어링, 리모트, 토크)



베어링, 리모트, 토크



➤ 베어링 하중

- 베어링이 지지하고 있는 물체에 의해 발생하는 하중을 편리하게 입력할 수 있습니다.
- 모델의 원하는 면(원통면)에 베어링 하중을 입력할 수 있으며, X, Y, Z축 방향을 선택하면 됩니다.
- 예제에서는 원통면을 선택하고, Y축 방향으로 2000N의 베어링 하중을 입력합니다.

➤ 리모트 하중

- 모델에서 하중의 작용 위치가 실제 하중대상과 떨어진 경우에 간편하게 하중을 입력할 수 있다.
- 모델의 원하는 부분(점, 선, 면)을 선택하고, 하중의 작용위치를 정할 수 있습니다. (선택된 대상의 중심에 하중을 작용시키거나 원하는 좌표를 입력할 수 있습니다.)
- 예제에서는 원통면을 선택하고, 하중의 작용위치는 원통면의 중심이며, Y축 방향으로 1500N의 리모트 하중을 입력합니다.

➤ 토크 하중

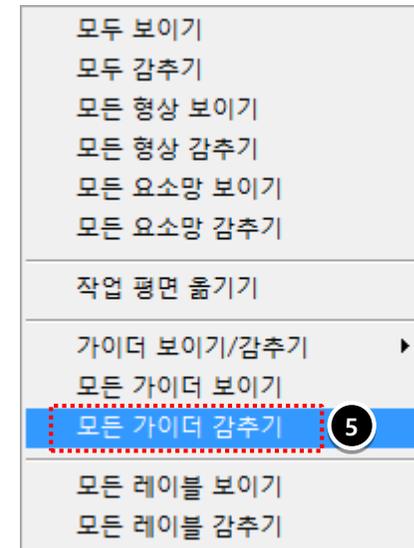
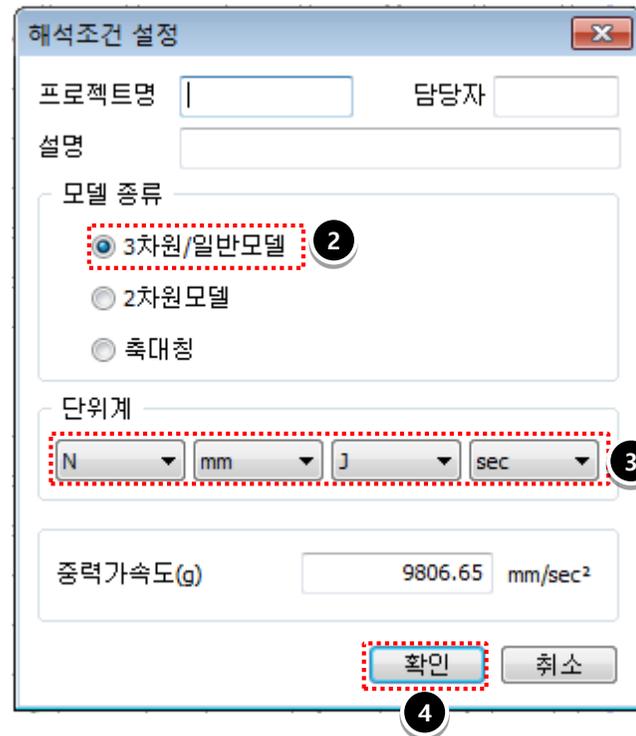
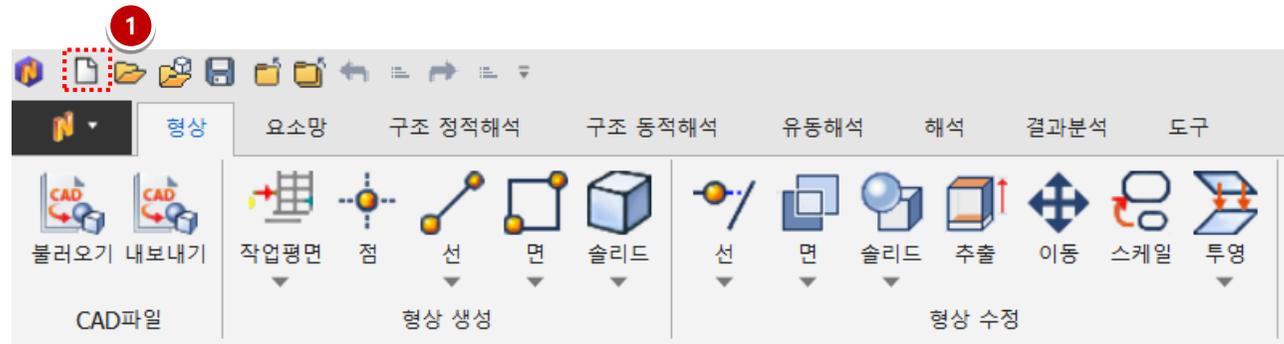
- 선택한 축을 중심으로 회전시키는 모멘트를 의미합니다. 이 때, 회전방향은 오른손 법칙이 적용됩니다.
- 모델의 원하는 부분(점, 선, 면)을 선택하고, 회전축이 되는 면을 선택합니다.
- 예제에서는 원통면을 선택하고, 원통면의 중심을 회전축으로 하여, 시계방향으로 500N·mm의 토크 하중을 입력합니다.

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 가이드 감추기] 선택.

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

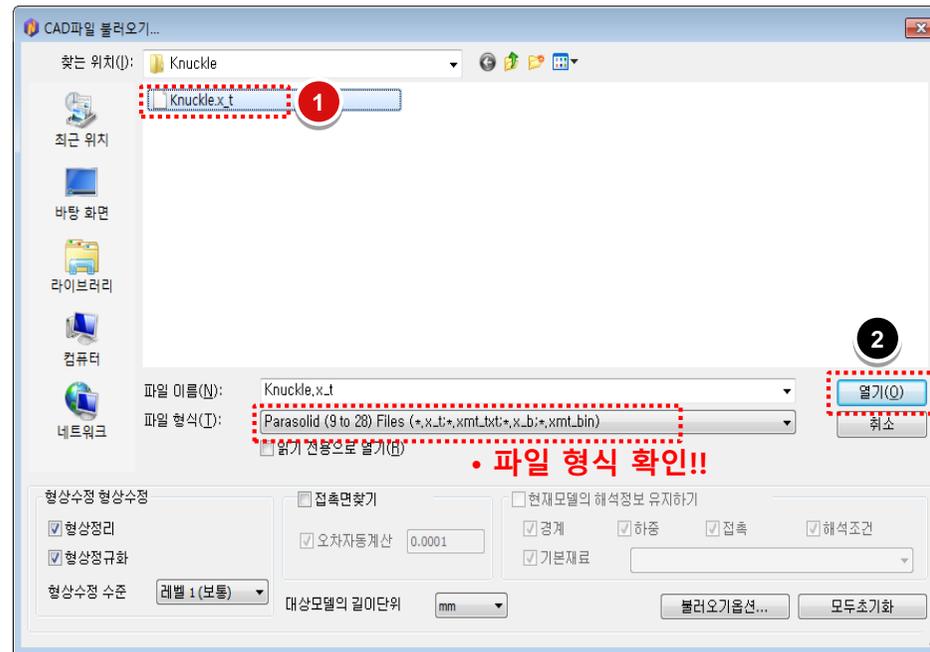
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

1. 모델 선택: "Knuckle.x_t" 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

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



💡 재질은 기본으로 설정되는 **Alloy Steel**을 사용합니다. 재료 지정하기 단계 없이 바로 요소 특성을 부여하면 됩니다.

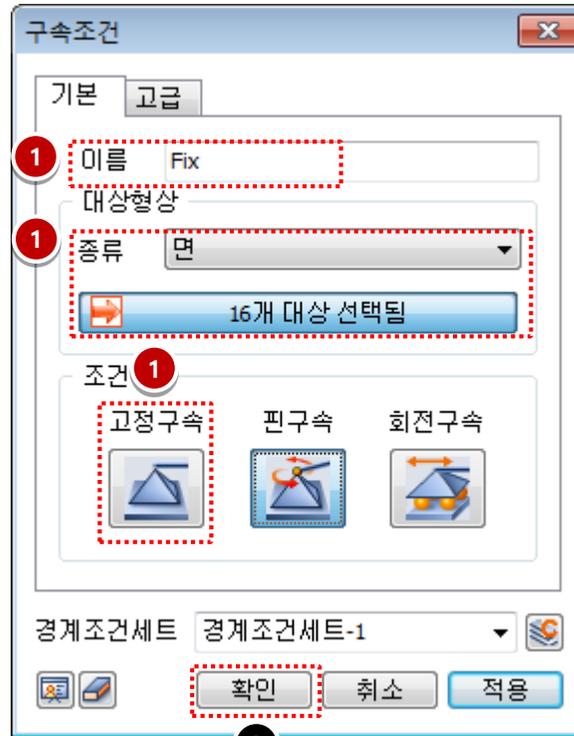
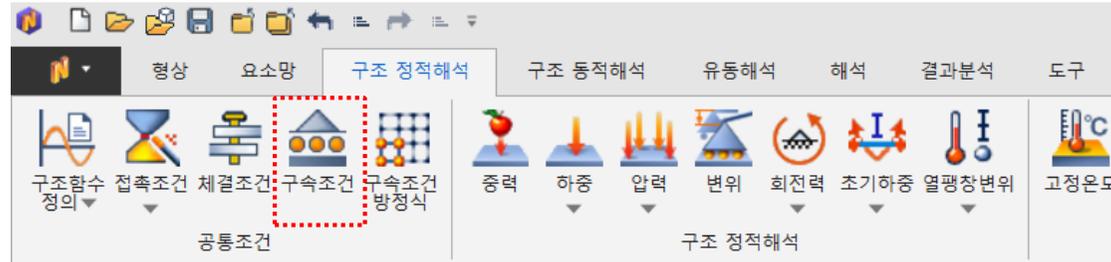


작업순서

1. 구속조건 입력

이름	Fix
대상종류	면
대상선택	16개 선택 (그림참조)
조건	고정구속

2. [확인] 버튼 클릭

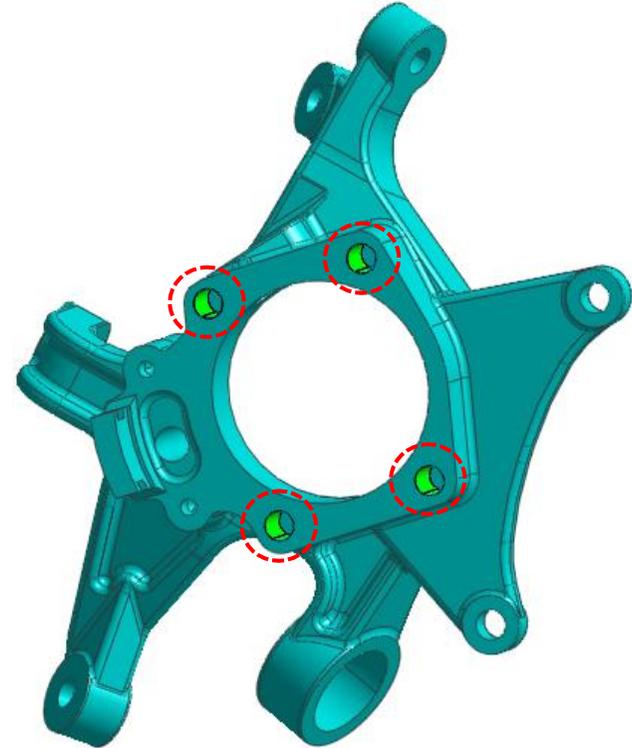


 홀 내부의 16개의 면을 선택합니다.

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.



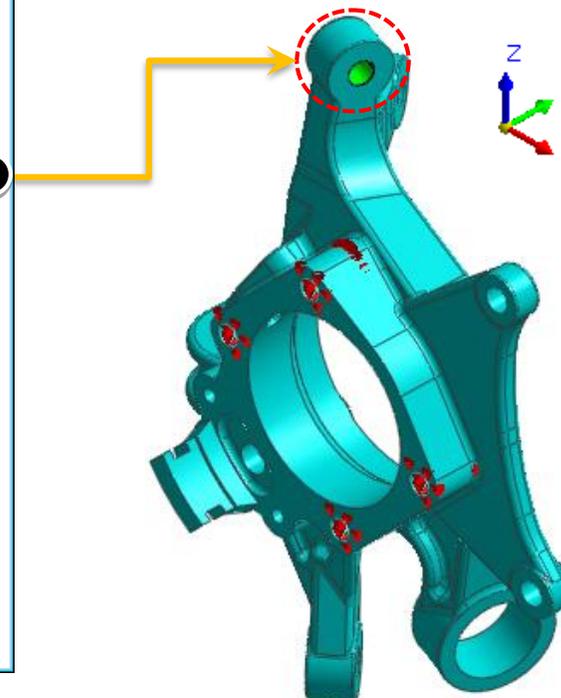
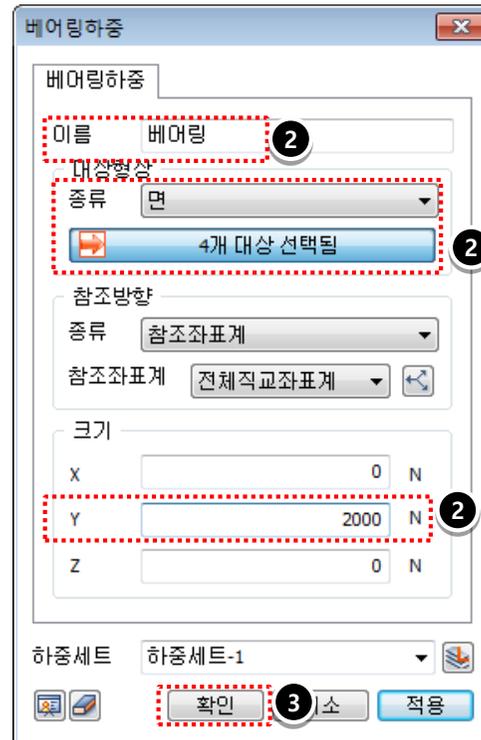
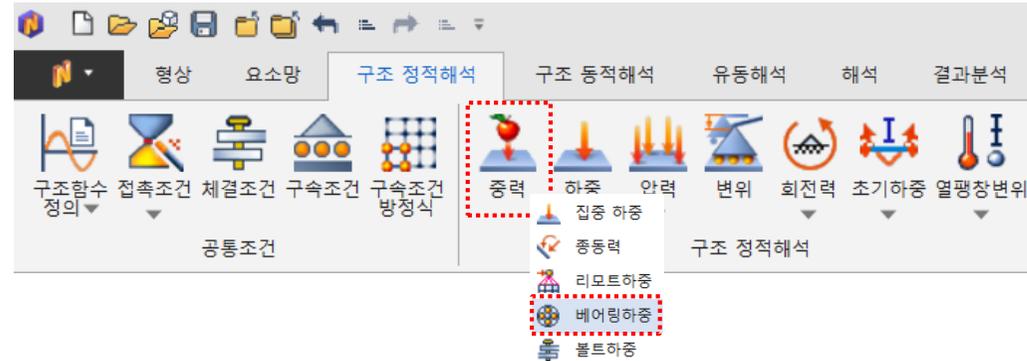
작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.

2. 베어링하중 입력

이름	베어링
대상종류	면
대상선택	4개 선택(그림참조)
크기(Y축)	2000 (N)

3. [확인] 버튼 클릭.

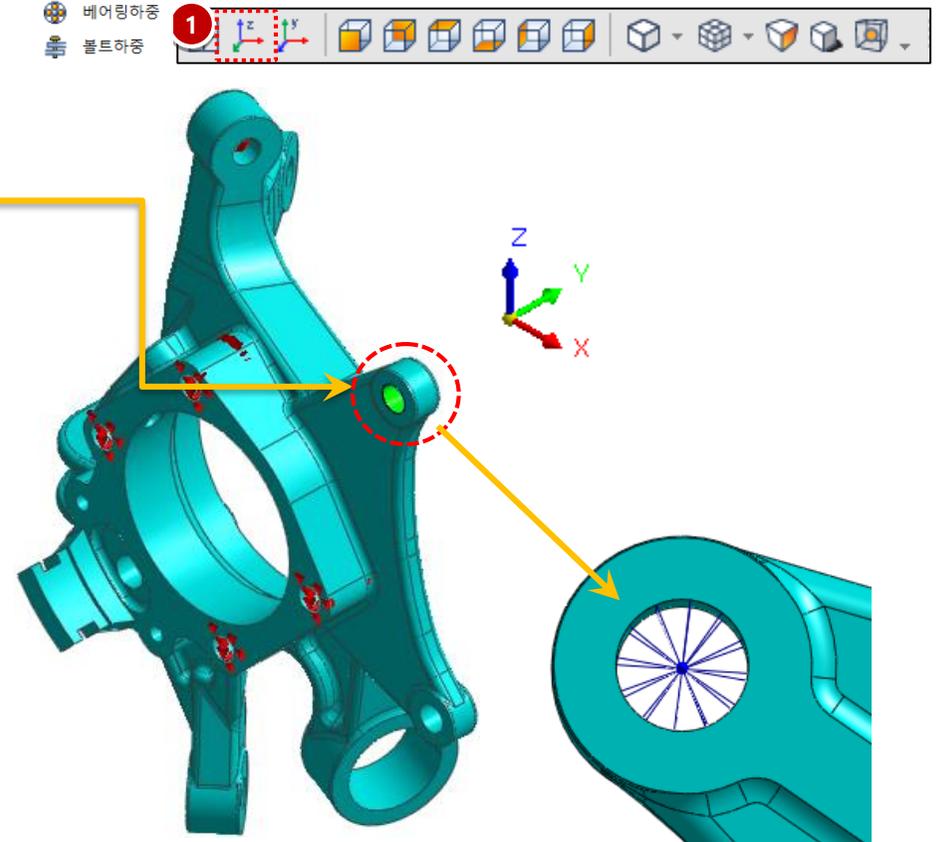
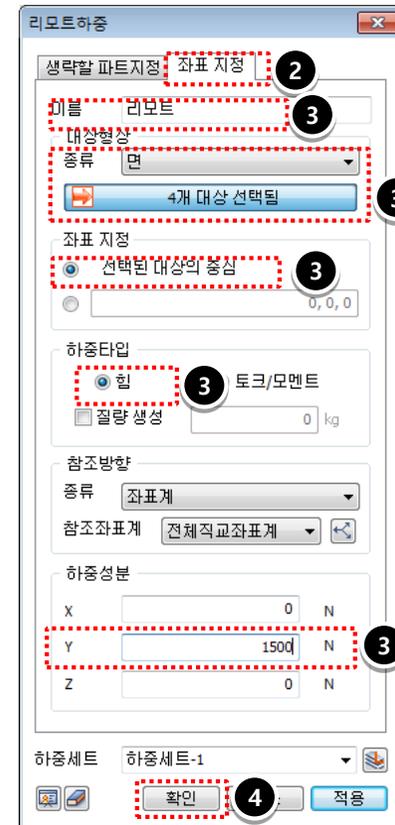
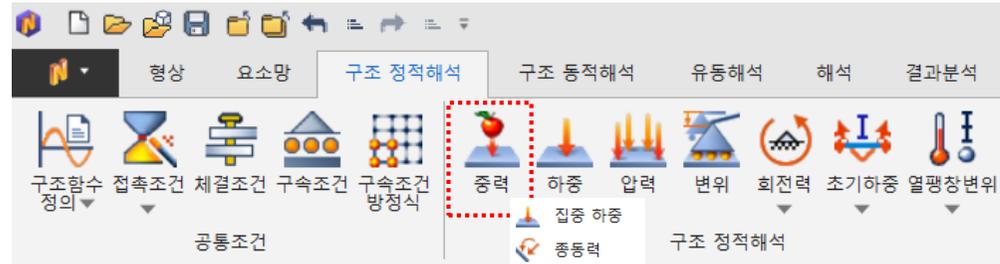


작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.
2. [좌표지정] 탭 클릭
3. 리모트하중 입력

이름	리모트
대상종류	면
대상선택	4개 선택(그림참조)
좌표지정	선택된 대상의 중심
하중타입	힘
하중성분(Y축)	1500 (N)

4. [확인] 버튼 클릭.



💡 선택한 원통의 중심에서 Y축 방향으로 하중이 설정된 것을 확인할 수 있습니다.

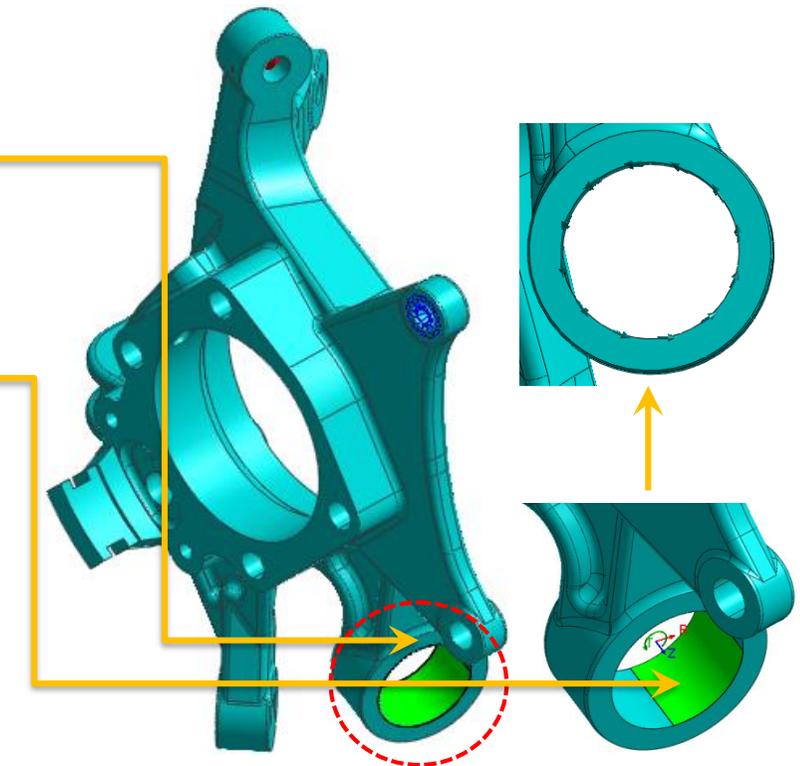
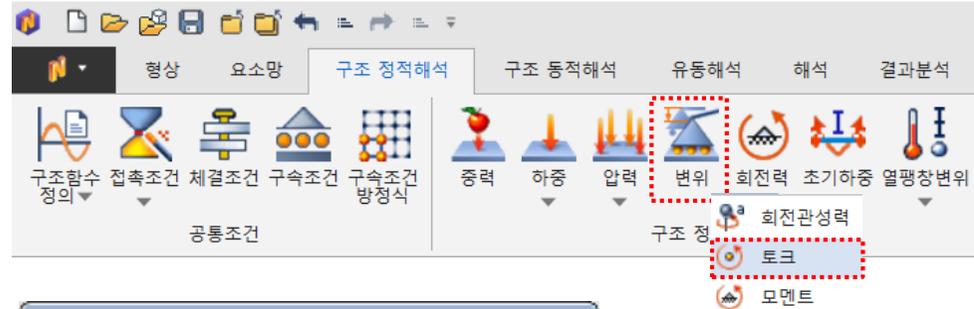
작업순서

1. [] (등각보기1) 클릭.

2. 토크하중 입력

이름	토크
대상종류	면
대상선택	4개 선택(그림참조)
회전축종류	면
회전축선택	1개 선택(그림참조) 
토크	100000 (N·mm)

3. [확인] 버튼 클릭.



 선택한 대상면을 회전축의 참조형상으로 선택합니다. 원통면의 회전축으로 정의됩니다.
선택한 면을 중심으로 시계방향의 토크 하중이 적용된 것을 확인할 수 있습니다.

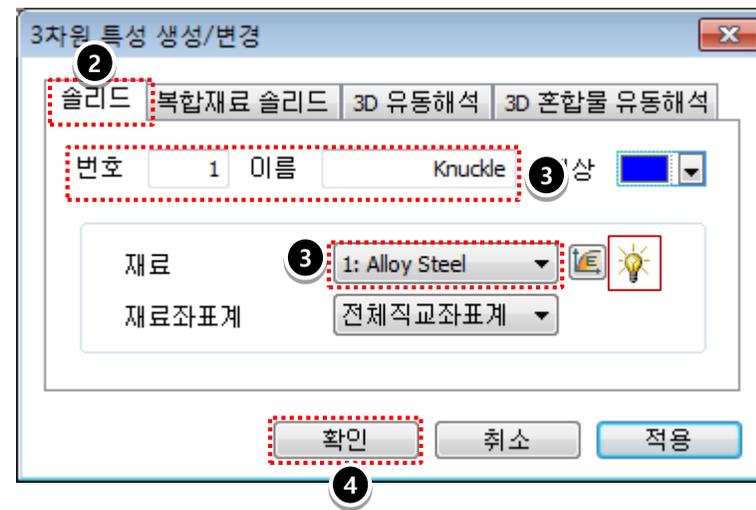
작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [솔리드] 탭 선택.
3. 특성 입력

번호	1
이름	Knuckle
재질	1: Alloy Steel

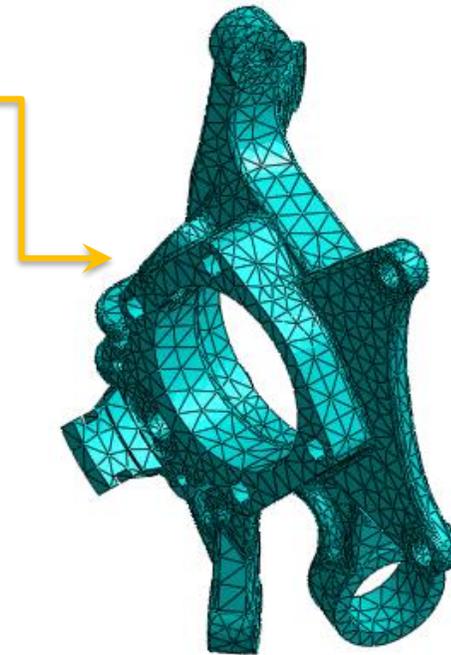
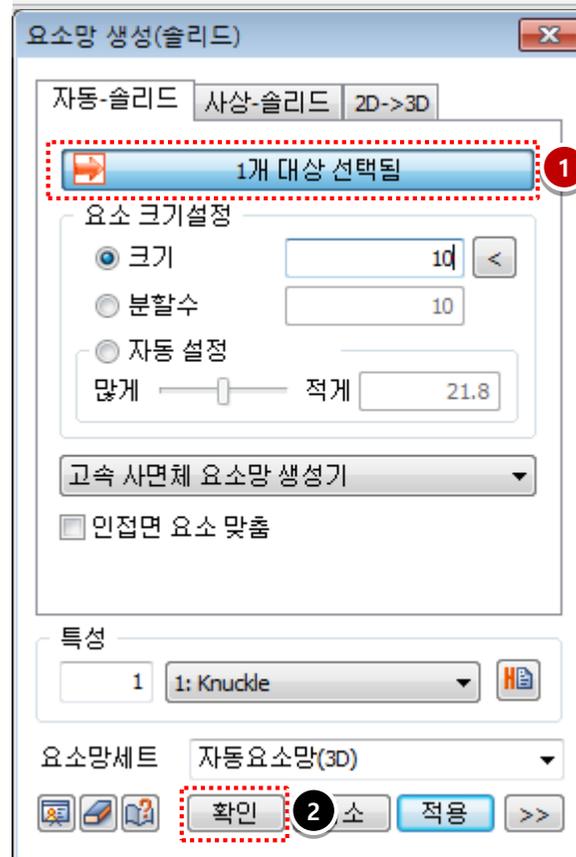
4. [확인] 버튼 클릭.

💡 기본값으로 설정되는 “Alloy Steel”을 재질로 사용합니다.



작업순서

1. 대상 선택: 모델(1개) 선택
2. 요소크기 : "10" 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.

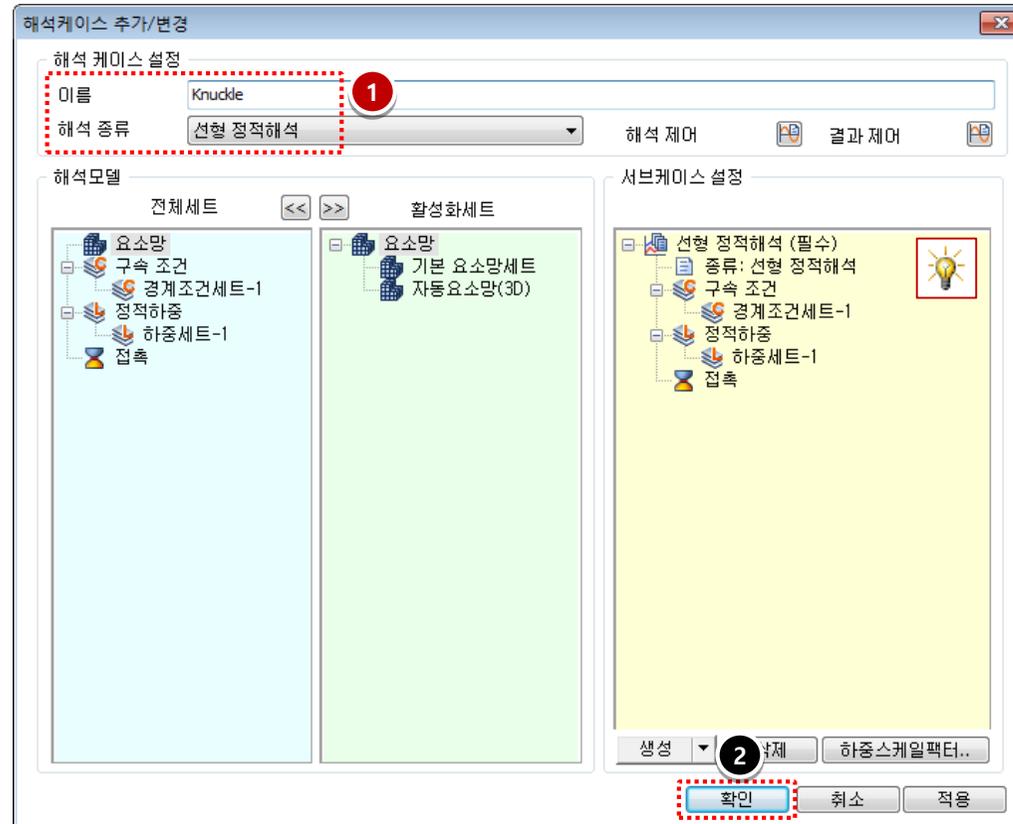


작업순서

1. 이름 : "Knuckle" 입력

해석 종류: [선형 정적해석] 선택

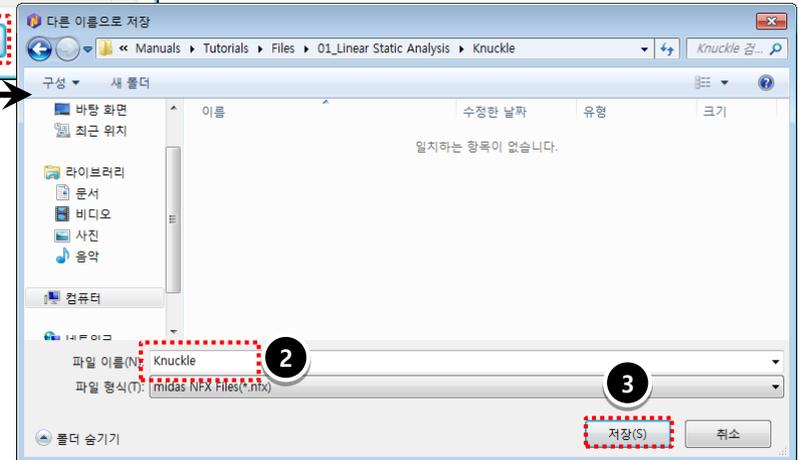
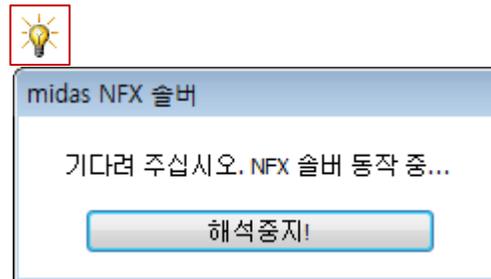
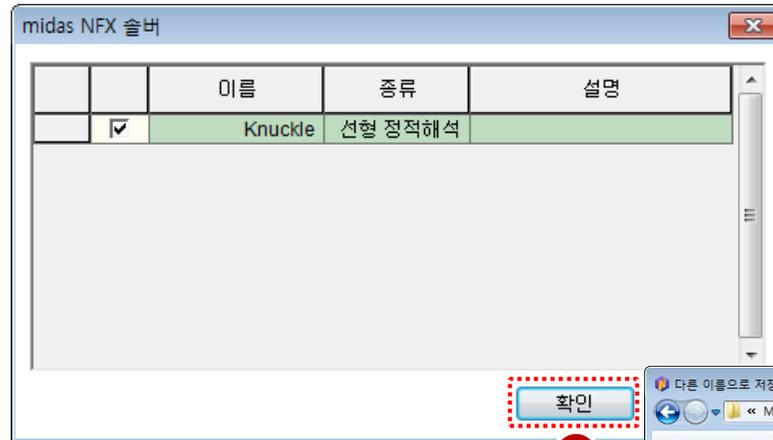
2. [확인] 버튼 선택



💡 기본적으로 현재 작업된 기하형상, 구속조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서

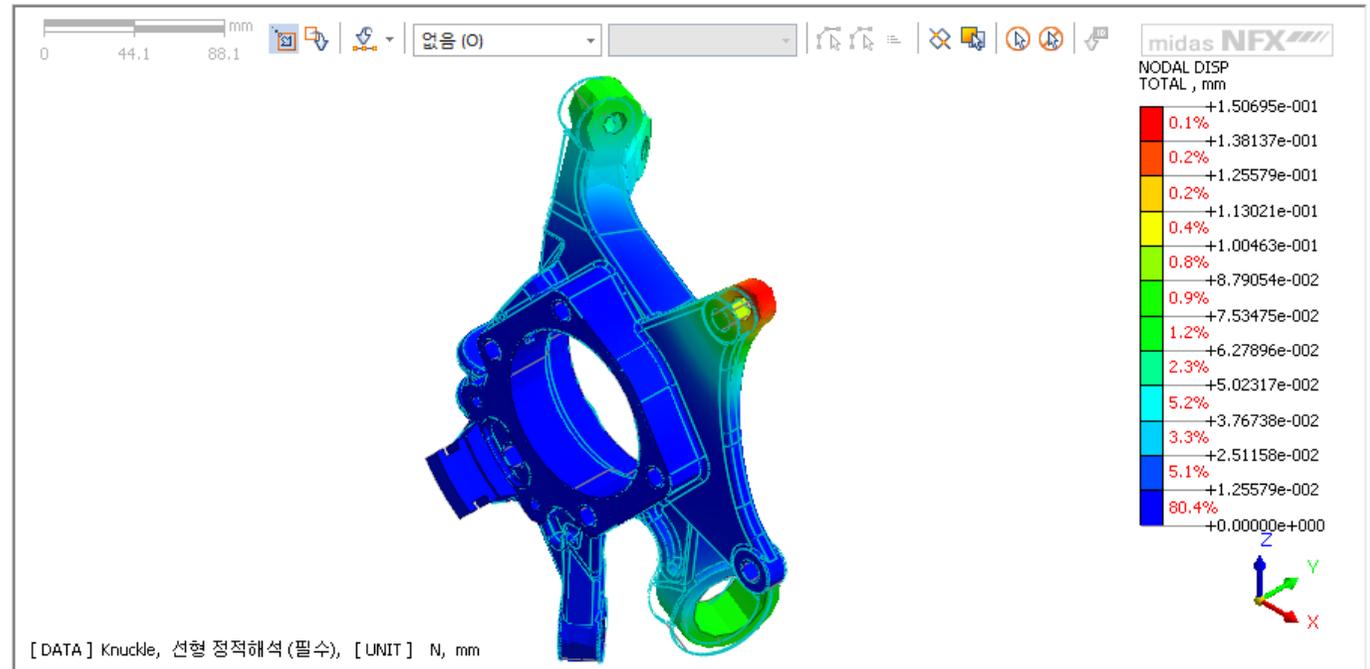
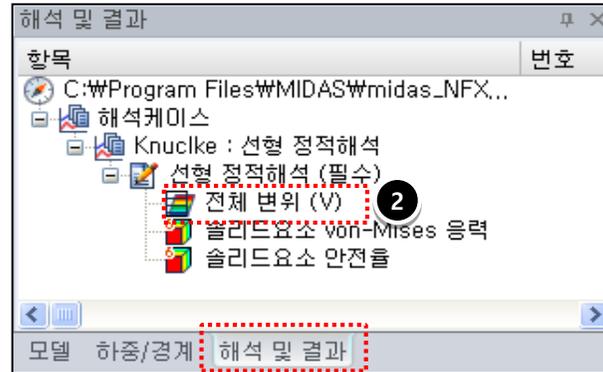
1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Knuckle" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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

작업순서

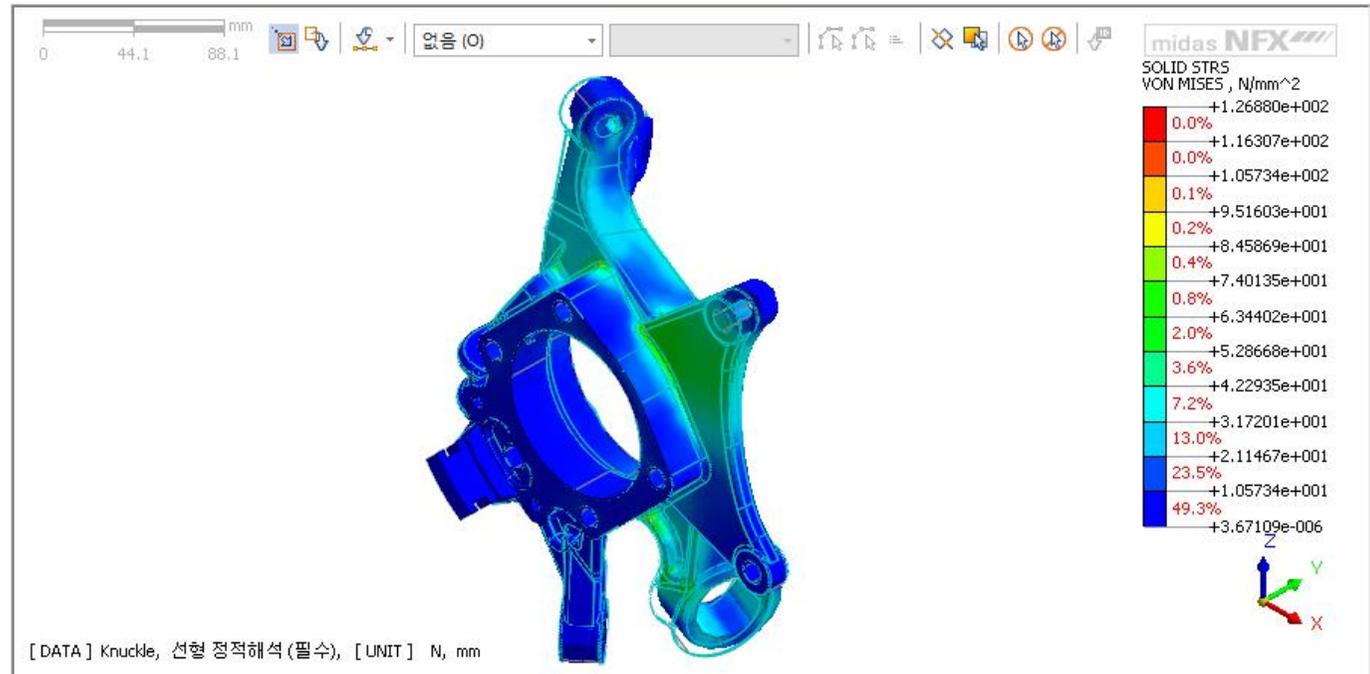
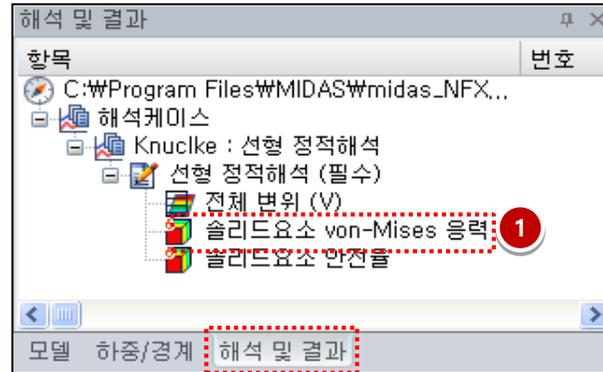
1. [] (등각보기1) 클릭.
2. 해석 및 결과 작업트리에서 전체 변위 더블 클릭.



작업순서

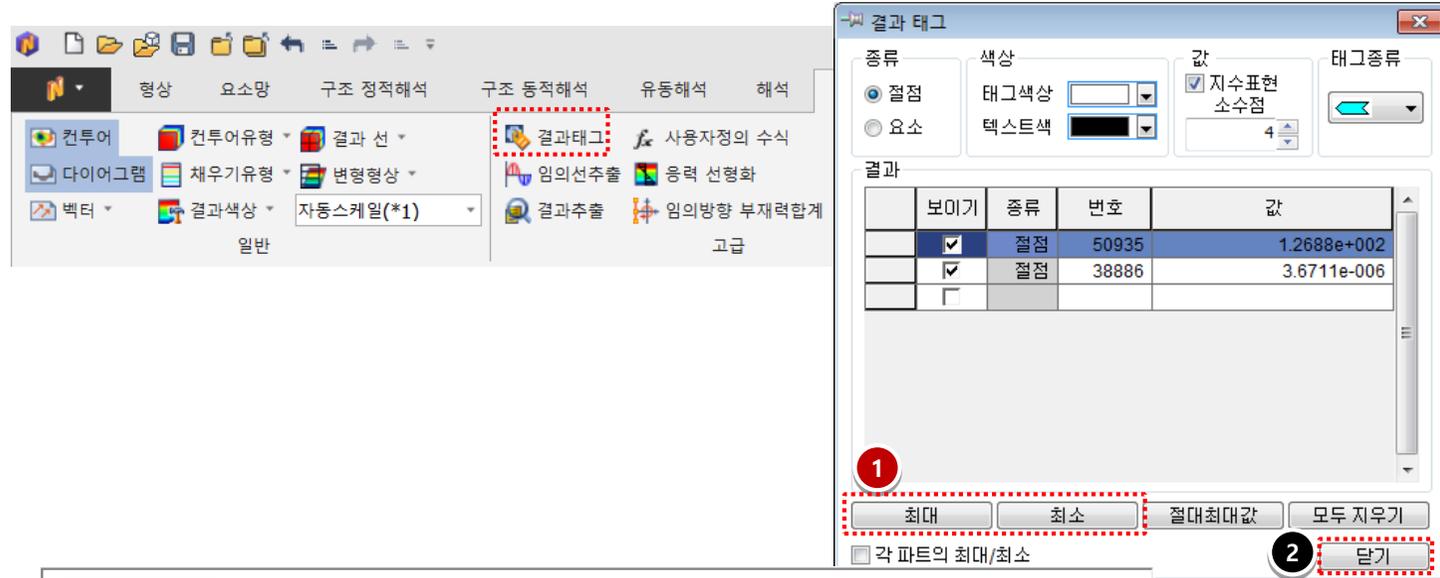
1. 해석 및 결과 작업트리에서

솔리드요소 Von-Mises 응력 더블 클릭

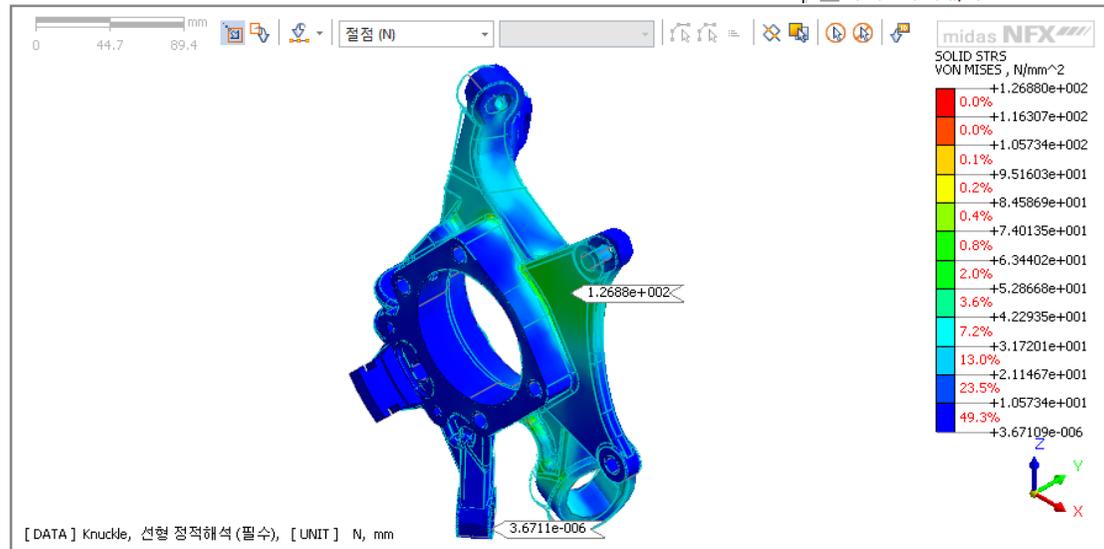


작업순서

1. [최대] 버튼 클릭, [최소] 버튼 클릭.
2. 결과 확인 후, [닫기] 버튼 클릭.



💡 해석 후, 일반적으로 확인하는 최대값과 최소값을 검색하여 태그를 붙입니다.



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Hitch Assembly.x_t

➤ 경계조건과 하중조건

- 경계조건 (고정구속)
- 집중하중

➤ 선형 접촉 설정

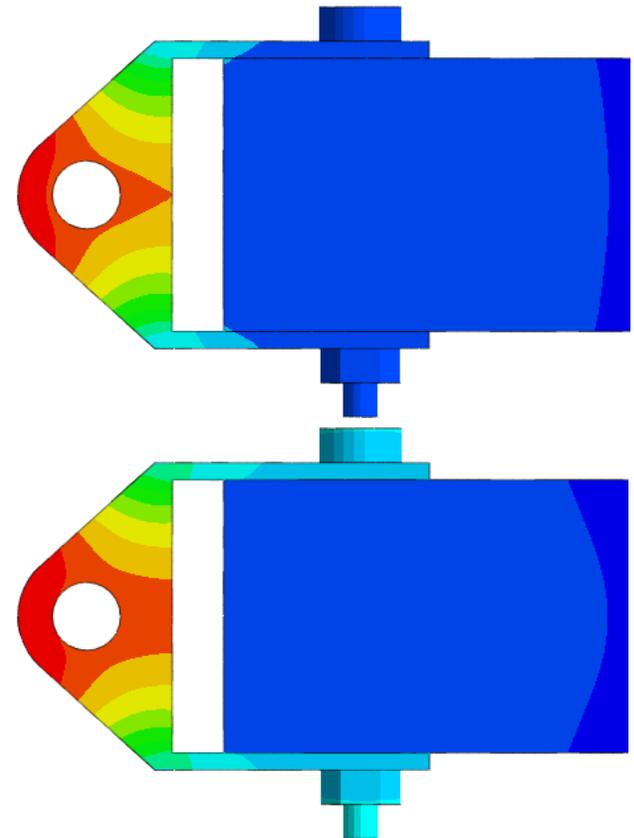
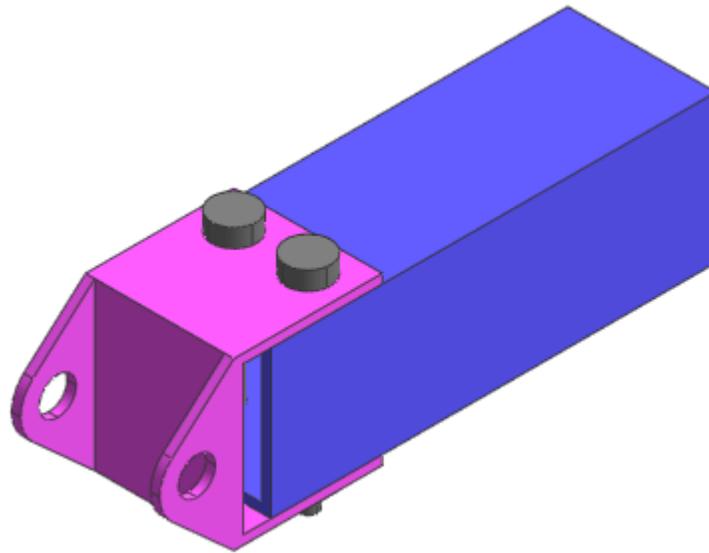
- 일체거동 접촉
- 양방향 미끄러짐 접촉

➤ 결과확인

- 전체 변위
- 접촉 조건에 따른 결과 비교

Hitch Assembly

(접촉 기능의 이해)



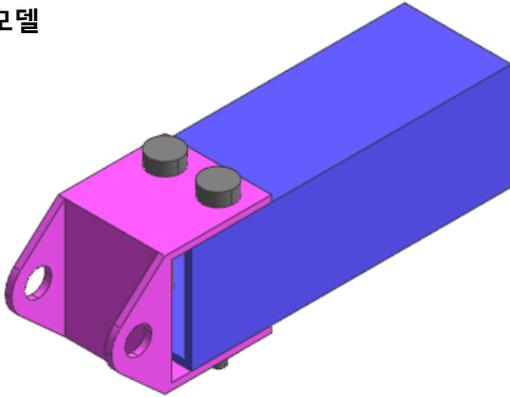
따라하기 목적

▶ 선형 접촉 사용법과 자동접촉 기능 활용

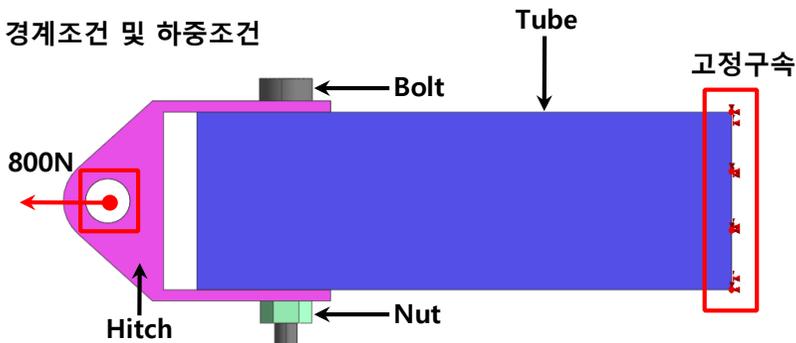
- 선형 접촉 해석 및 접촉 종류에 대해 이해합니다.
- 해석 케이스에서 자동 접촉을 설정하는 방법을 습득합니다.
- 접촉 종류에 따른 구조물의 거동을 검토합니다.

해석 개요

▶ 대상 모델

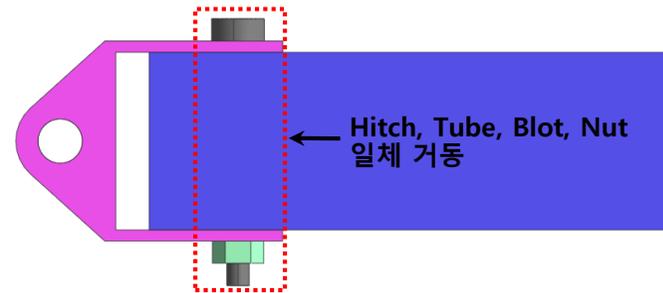


▶ 경계조건 및 하중조건

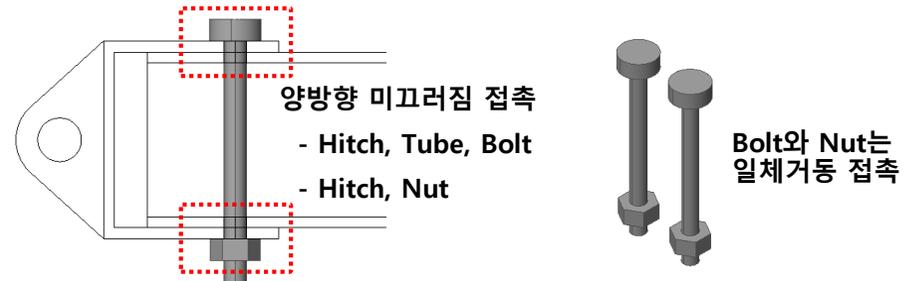


▶ 접촉조건

- 해석케이스-1 : 일체거동 접촉 (전체 파트가 하나로 일체 거동하는 조건)



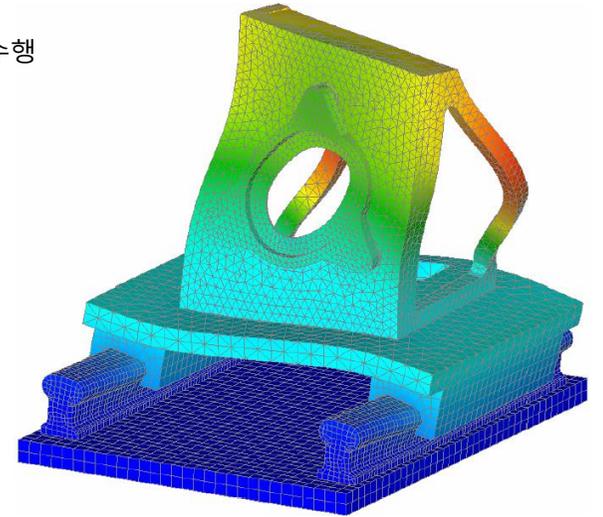
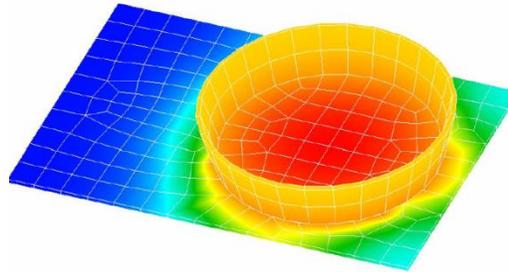
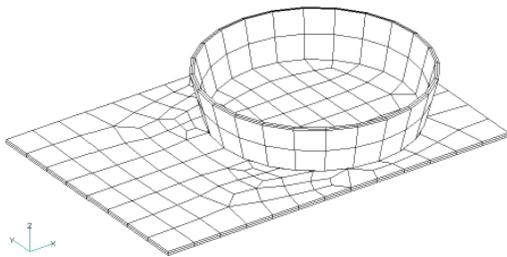
- 해석케이스-2 : 일체거동 & 양방향 미끄러짐 접촉 (Bolt와 Nut는 일체거동, 나머지 파트는 양방향 미끄러짐 접촉)



접촉의 이해 및 종류

▶ 접촉이란?

- 한 파트의 여러 절점을 다른 파트의 절점에 연결하는 것
- 주접촉면(Master)과 종속접촉면(Slave)의 절점 사이에서 Penalty Stiffness Method를 이용하여 접촉해석을 수행
- 발생 가능한 모든 자유도에서 접촉해석 수행 가능
- 접촉면 사이에서 절점이 일치하지 않는 경우에도 해석이 가능
- 선형 해석 및 비선형 해석 수행 가능, 선형 해석 수행 시에는 연속된 강성으로 형성하여 해석을 수행



▶ 접촉의 종류

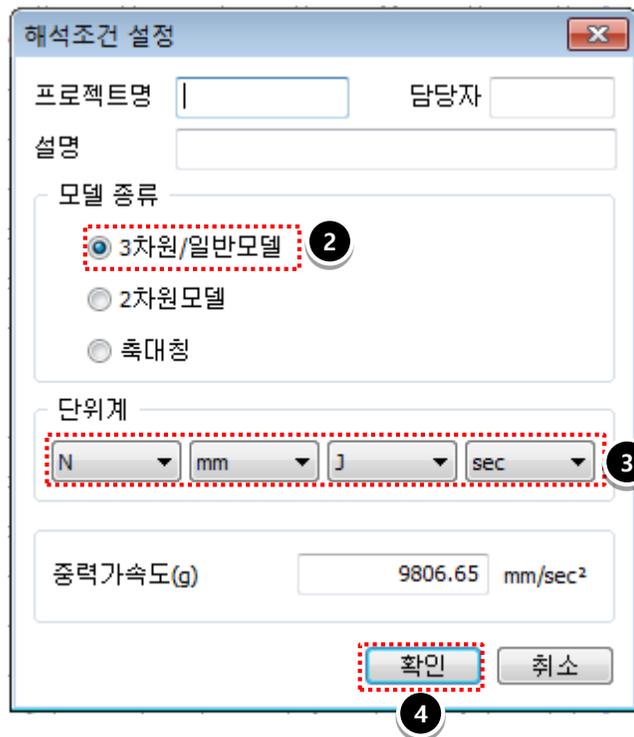
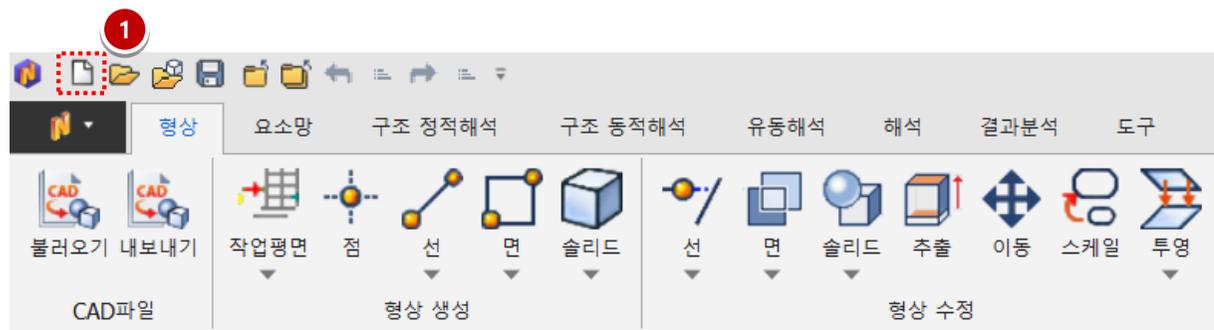
- **일체거동 접촉** : 접촉면 상호간의 상대적인 강성을 이용하여 접촉 강성을 산정하고, 두 접촉면을 연결하는 방식으로 변위와 응력의 연속성을 확보.
일반적으로 주 접촉면과 종속 접촉면이 초기부터 붙어 있는 경우에 사용하며, 해석이 진행되는 동안에 두 면이 분리되는 것이 허용되지 않음.
특히, 두 면이 붙어있으나 주/종속 접촉면의 절점들이 서로 일치하지 않는 경우에 유용하게 사용할 수 있음.
- **양방향 미끄러짐 접촉** : 두 면 사이에 미끄러짐이 발생할 때 적용하며, 두 면이 분리될 수 없음. (인장/압축에 대해서는 일체거동 접촉과 동일하게 거동)
베어링, 미소한 미끄러짐이 발생하는 선형해석 수행에 적합.
- **일반접촉** : 주 접촉면과 종속 접촉면 사이의 자유로운 거동 표현이 가능한 전형적인 3차원 비선형 접촉해석 타입.
두 면이 초기(해석 전)에 붙어있는 경우는 물론이고, 해석 중에 두 면이 접촉 또는 분리를 반복하여도 해석이 가능.
- **거친 접촉** : 인장, 압축에서는 일반접촉과 유사한 거동을 하지만 미끄러짐을 허용하지 않음.

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 가이드 감추기] 선택.

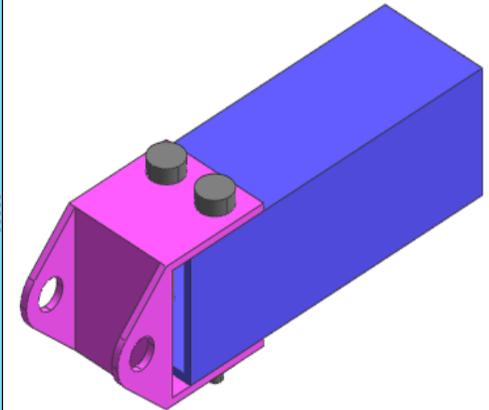
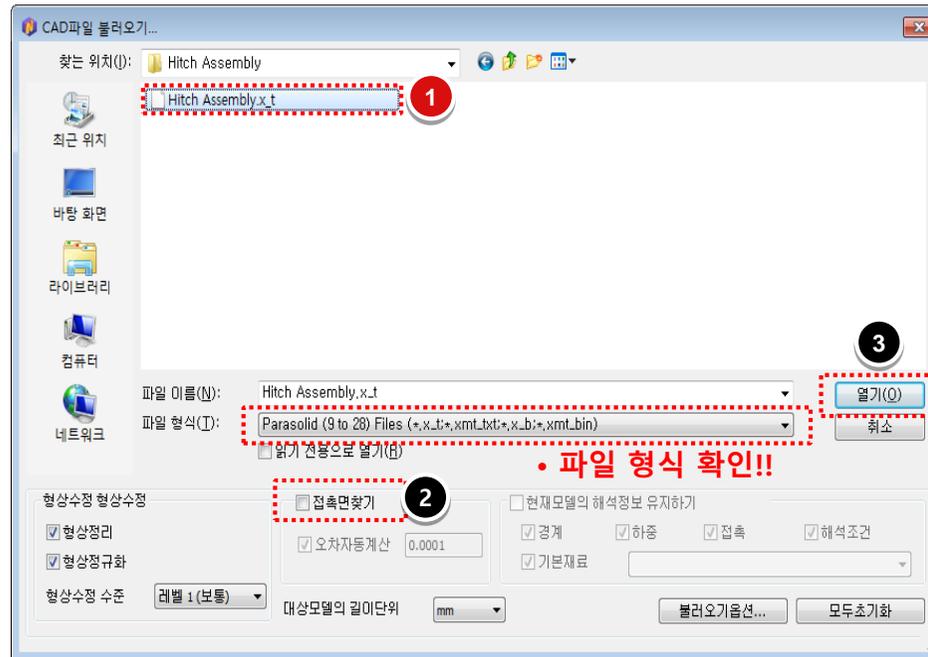
 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기]를 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

1. 모델 선택: **Hitch Assembly.x_t** 선택
2. [접촉면찾기] 체크 해제 
3. [열기] 버튼 클릭.



 [접촉면찾기] 옵션은 자동으로 접촉면을 찾아줍니다. 이번 따라하기에서는 접촉 설정방법을 습득하기 위해 이 옵션을 사용하지 않습니다.

작업순서

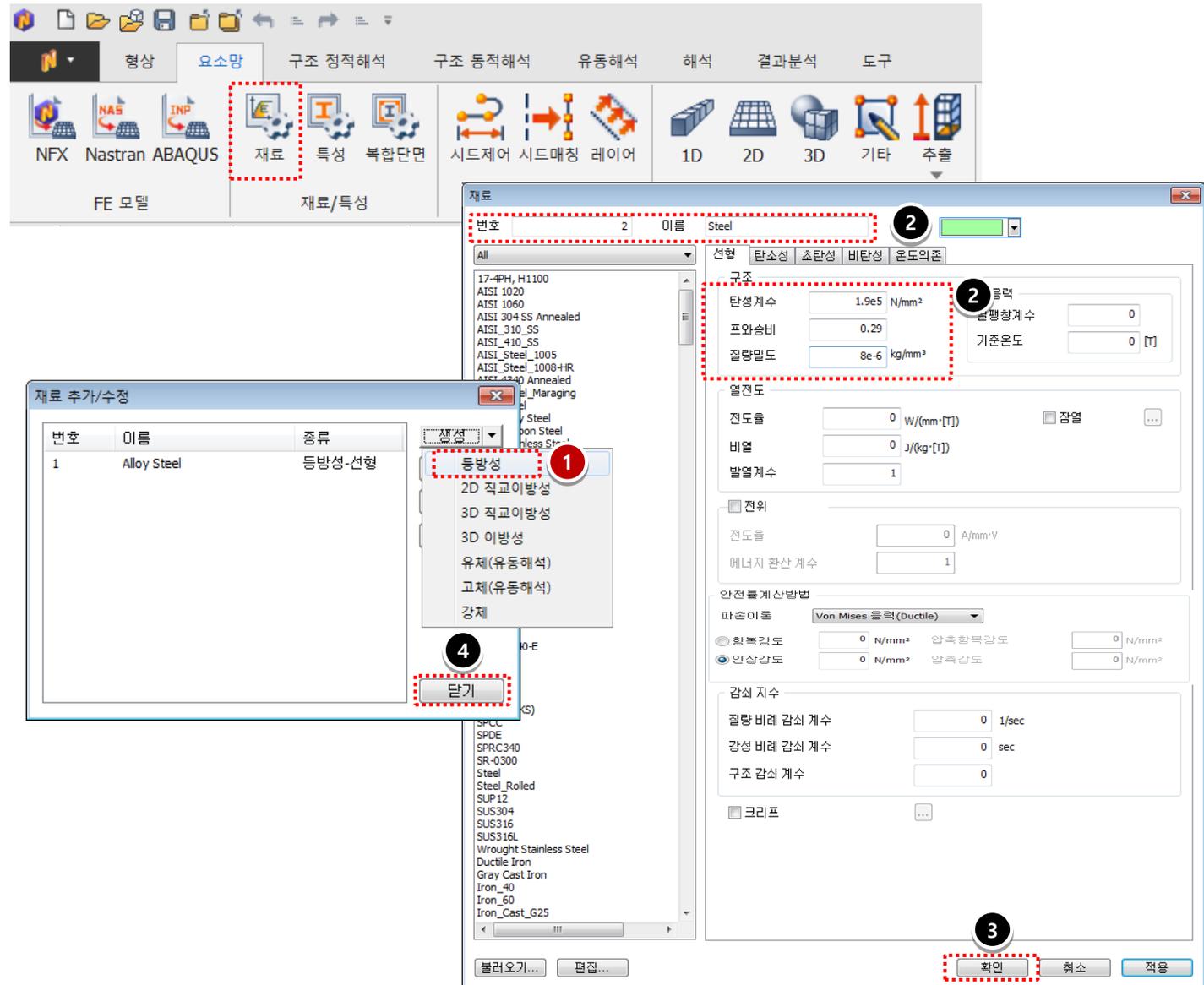
1. 생성 >> 등방성 클릭

2. 재질입력

번호	2
이름	Steel
탄성계수	1.9e5 (N/mm ²)
프와송비	0.29
질량밀도	8e-6 (kg/mm ³)

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭



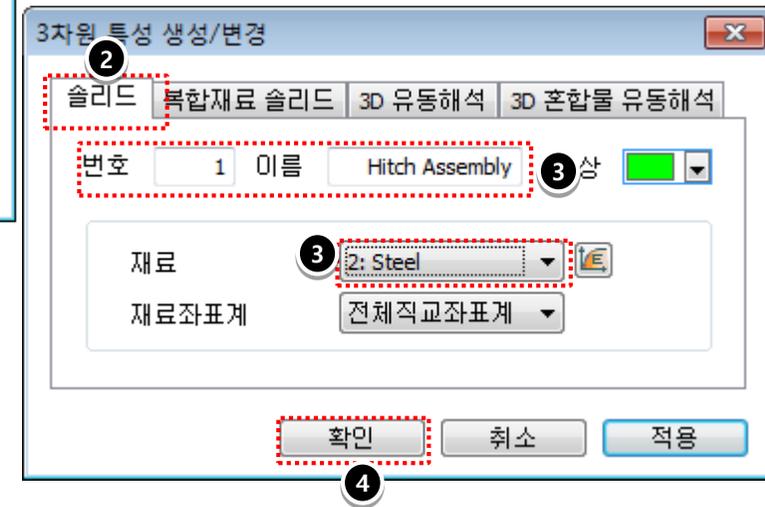
The screenshot shows the Midas NFX software interface. The main window displays the '재료' (Material) dialog box, which is used for defining material properties. The '재료 추가/수정' (Material Add/Edit) dialog box is also open, showing a list of materials and a dropdown menu for selecting the material type. The '재료' dialog box has several tabs: '선형' (Linear), '탄소성' (Carbon), '초탄성' (Hyperelastic), '비탄성' (Viscoelastic), and '온도의존' (Temperature-dependent). The '선형' tab is selected, and the material properties are being input. The '번호' (Number) is 2, and the '이름' (Name) is 'Steel'. The '탄성계수' (Elastic Modulus) is 1.9e5 N/mm², the '프와송비' (Poisson's Ratio) is 0.29, and the '질량밀도' (Density) is 8e-6 kg/mm³. The '확인' (OK) button is highlighted with a red dashed box and a circled number 3. The '닫기' (Close) button in the '재료 추가/수정' dialog is highlighted with a red dashed box and a circled number 4. The '생성' (Create) button in the '재료 추가/수정' dialog is highlighted with a red dashed box and a circled number 1. The '재료' dialog box has a red dashed box around the input fields, and a circled number 2 is next to it.

작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [슬리드] 탭 선택.
3. 특성 입력

번호	1
이름	Hitch Assembly
재질	2: Steel

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭.



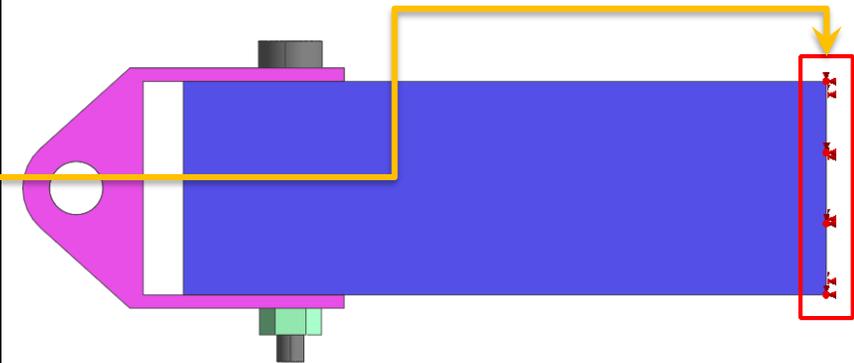
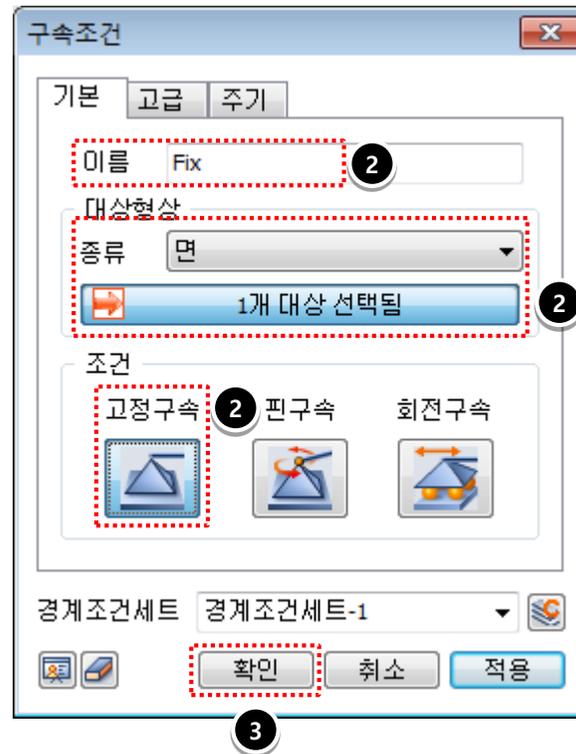
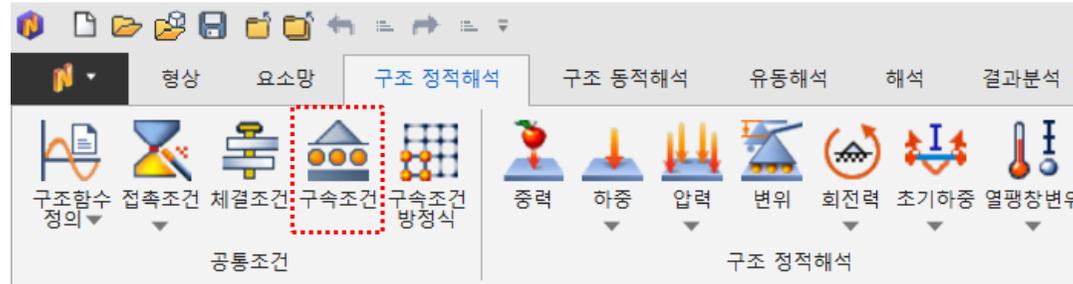
작업순서

1. [] (우측면 보기) 클릭.

2. 구속조건 입력

이름	Fix
대상종류	면
대상선택	1개 선택(그림참조)
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

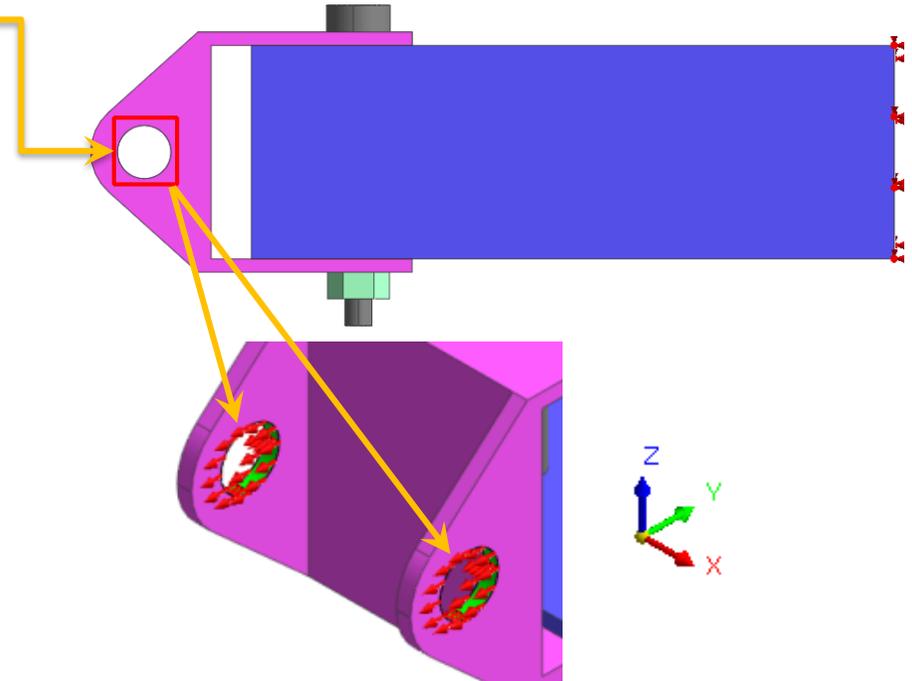
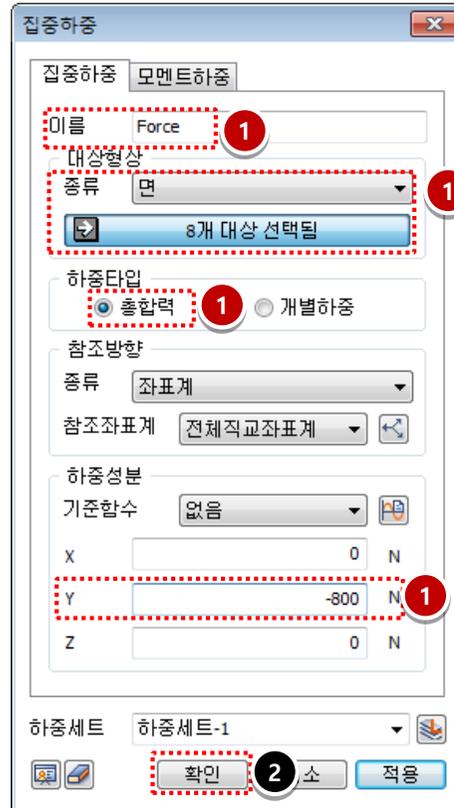
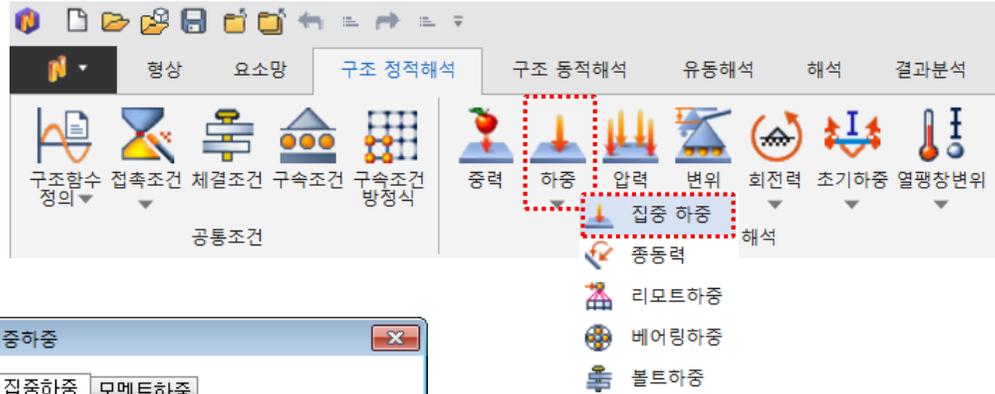
1. 집중하중 입력

이름	Force
대상종류	면
대상선택	8개 선택(그림참조)
하중타입	총합력 
하중(y축)	-800 (N)

2. [확인] 버튼 클릭.

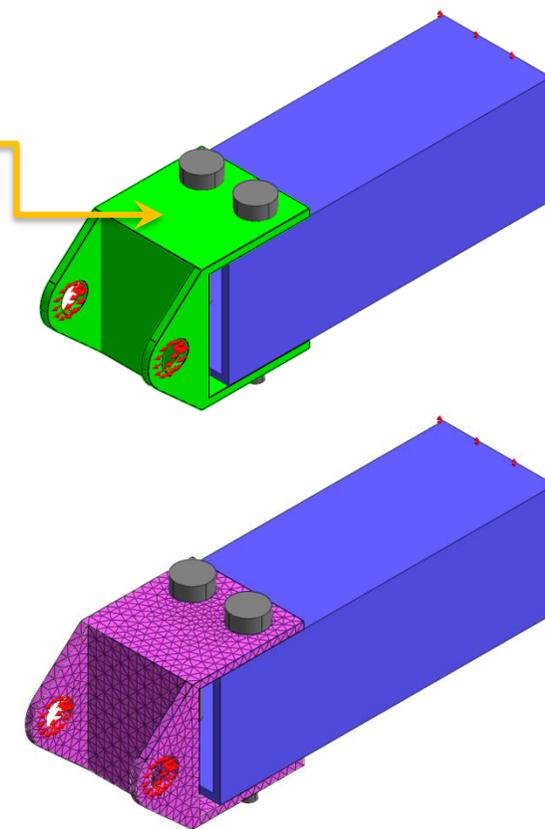
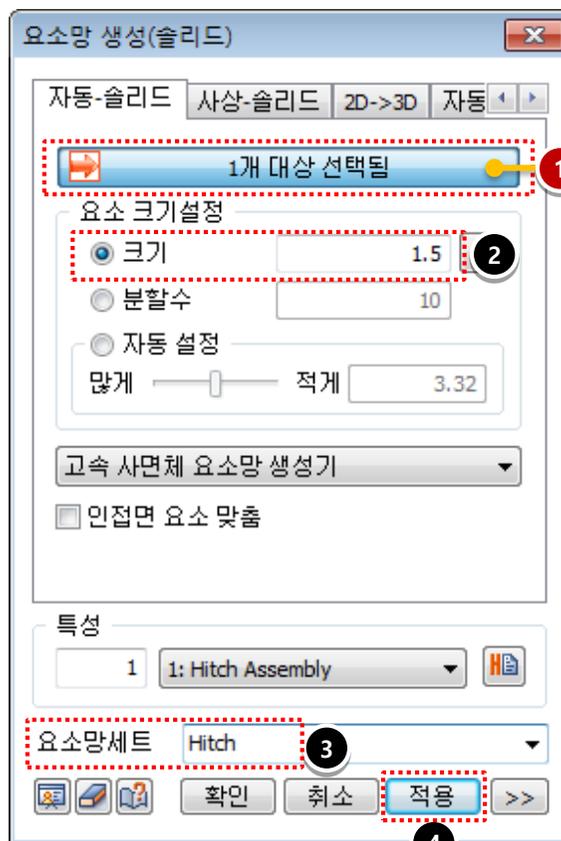
 왼쪽 끝의 원통면(8면)을 선택합니다.

 선택한 면에 -Y방향으로 총합력 800N의 집중하중이 설정됩니다.
(선택된 면이 8면 이므로 각각의 면에 100N씩의 집중하중이 설정됩니다.)



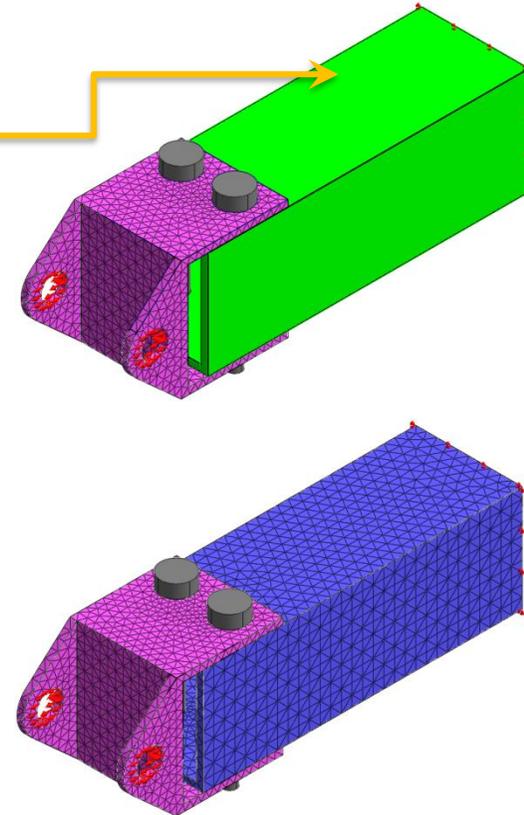
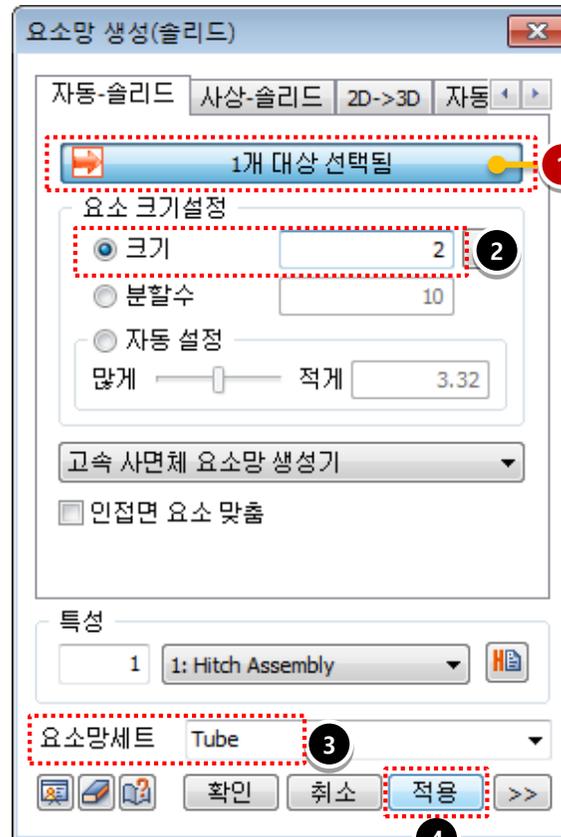
작업순서

1. 대상 선택: 모델(1개) 선택. (그림참조)
2. 요소 크기: "1.5" 입력.
3. 요소망세트: "Hitch" 입력.
4. [적용] 버튼 클릭.



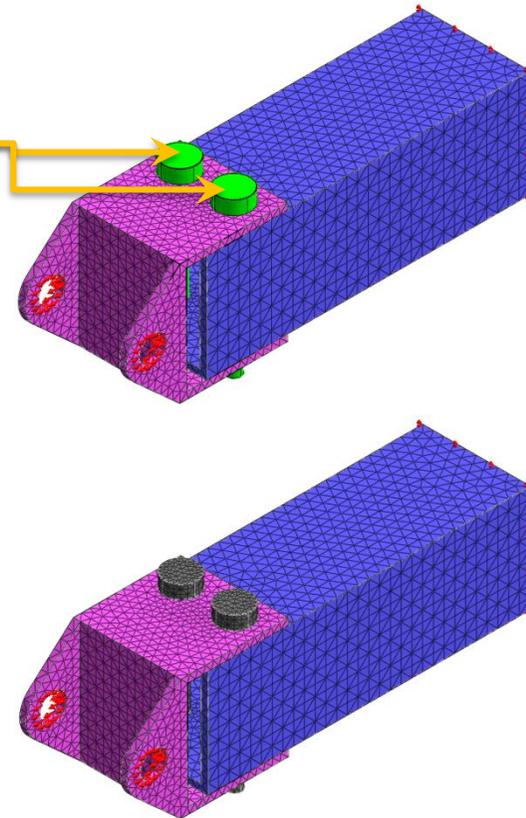
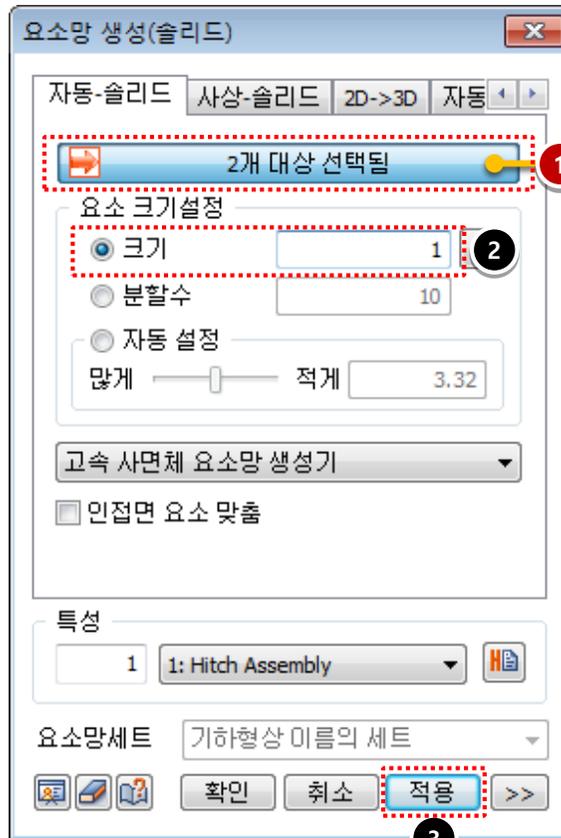
작업순서

1. 대상 선택: **모델(1개)** 선택.(그림참조)
2. 요소 크기: "2" 입력.
3. 요소망세트: "Tube" 입력.
4. [적용] 버튼 클릭.



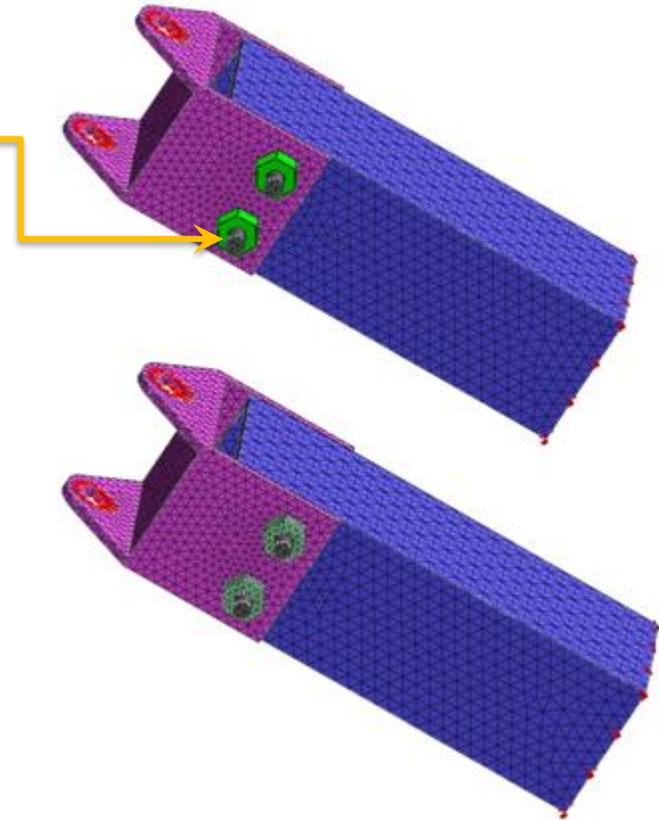
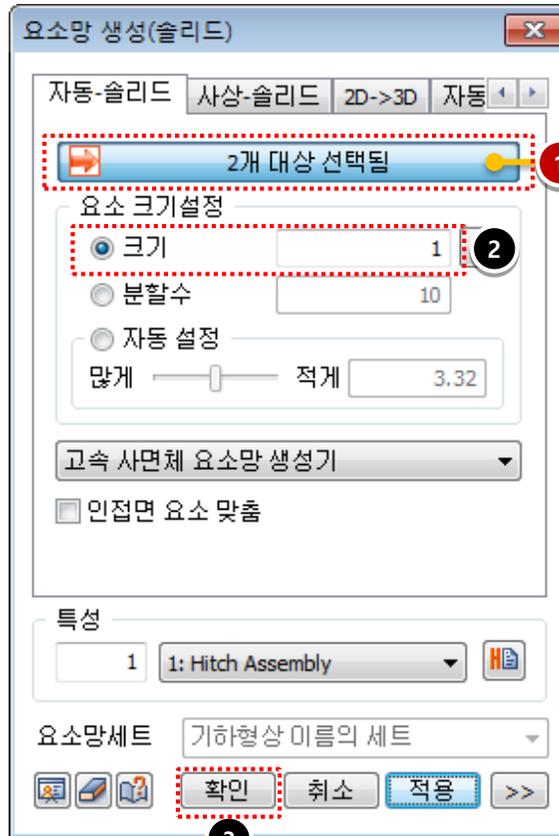
작업순서

1. 대상 선택: 모델(2개) 선택.(그림참조)
2. 요소 크기: "1" 입력.
3. [적용] 버튼 클릭.



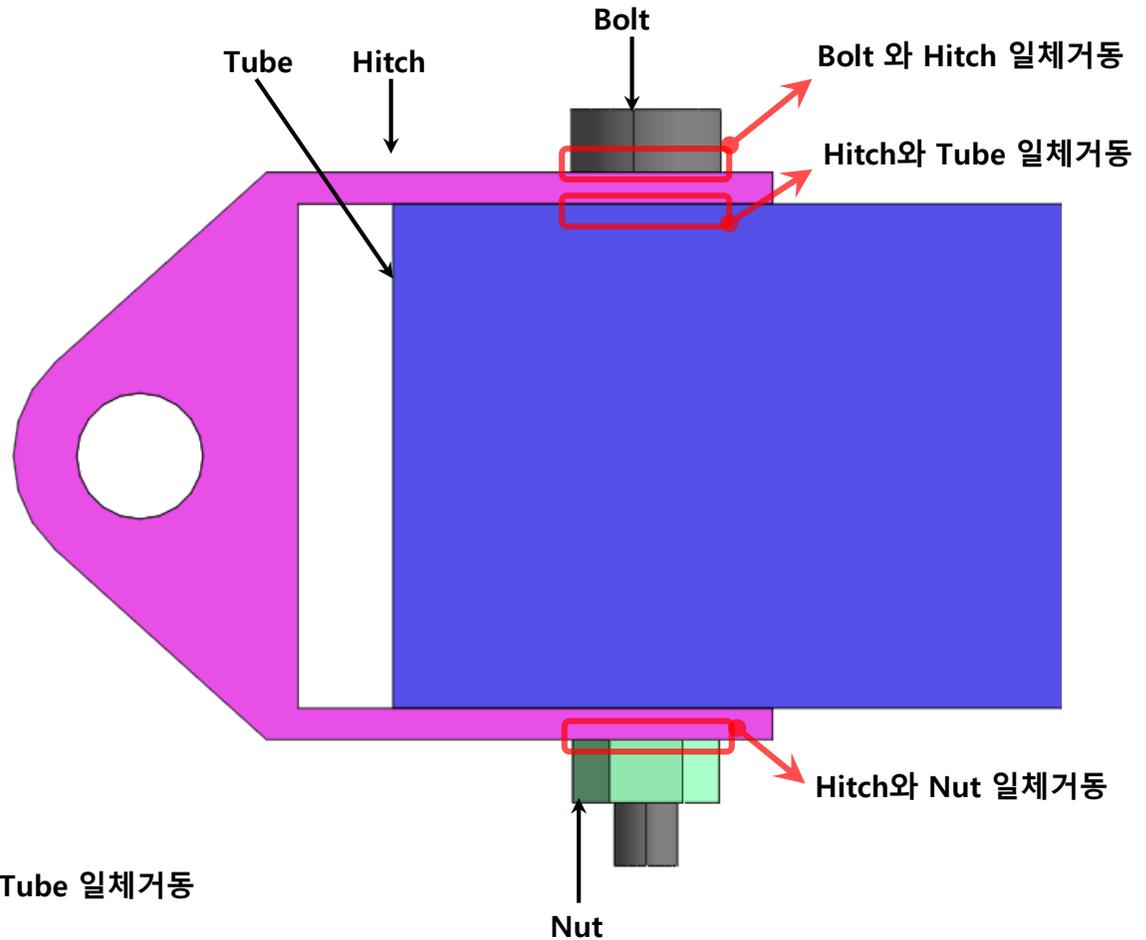
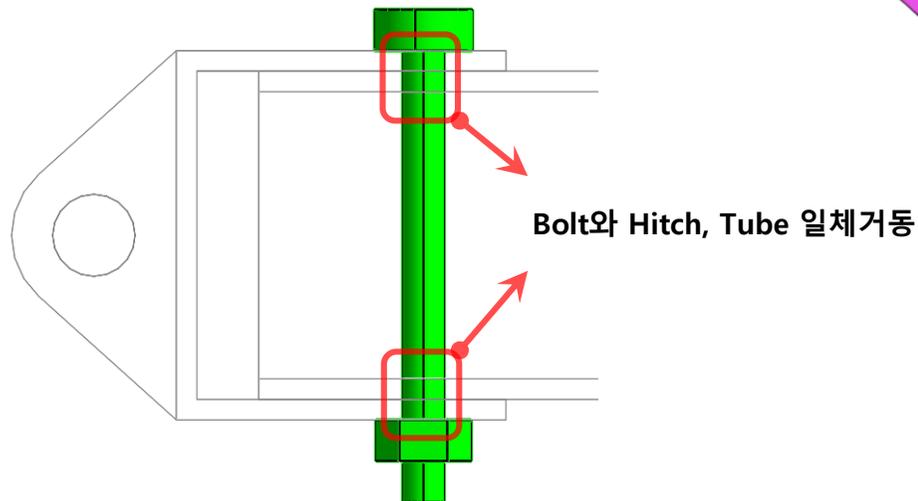
작업순서

1. 대상 선택: **모델(2개)** 선택.(그림참조)
2. 요소 크기: "1" 입력.
3. **[확인]** 버튼 클릭.



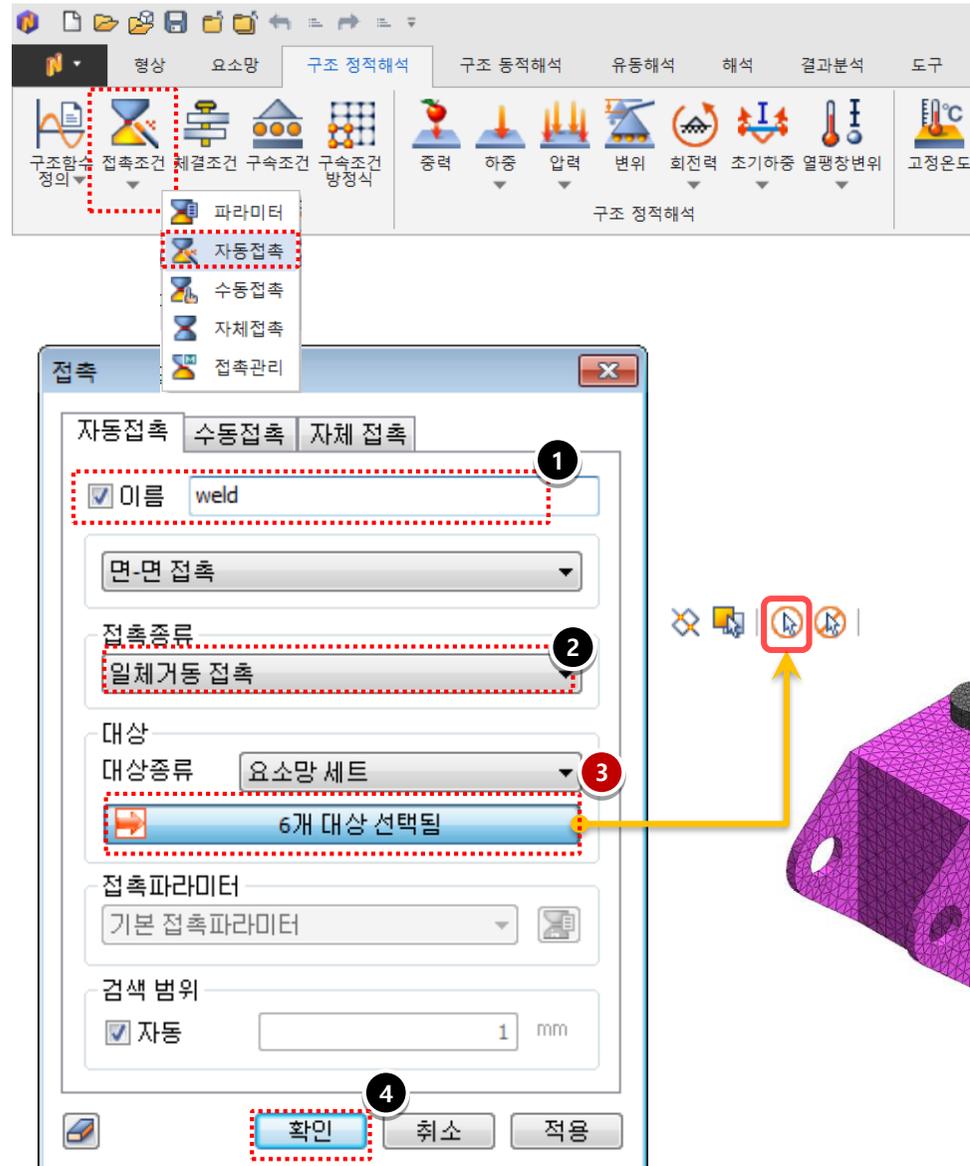
전체 파트가 하나로 일체 거동하는 조건

접촉 종류	일체거동 접촉
기하형상	Bolt, Hitch, Tube, Nut



작업순서

1. 이름 입력 : weld
2. 일체거동 접촉 선택.
3. 대상선택 : [] (전체선택) 클릭.
4. [확인] 버튼 클릭.

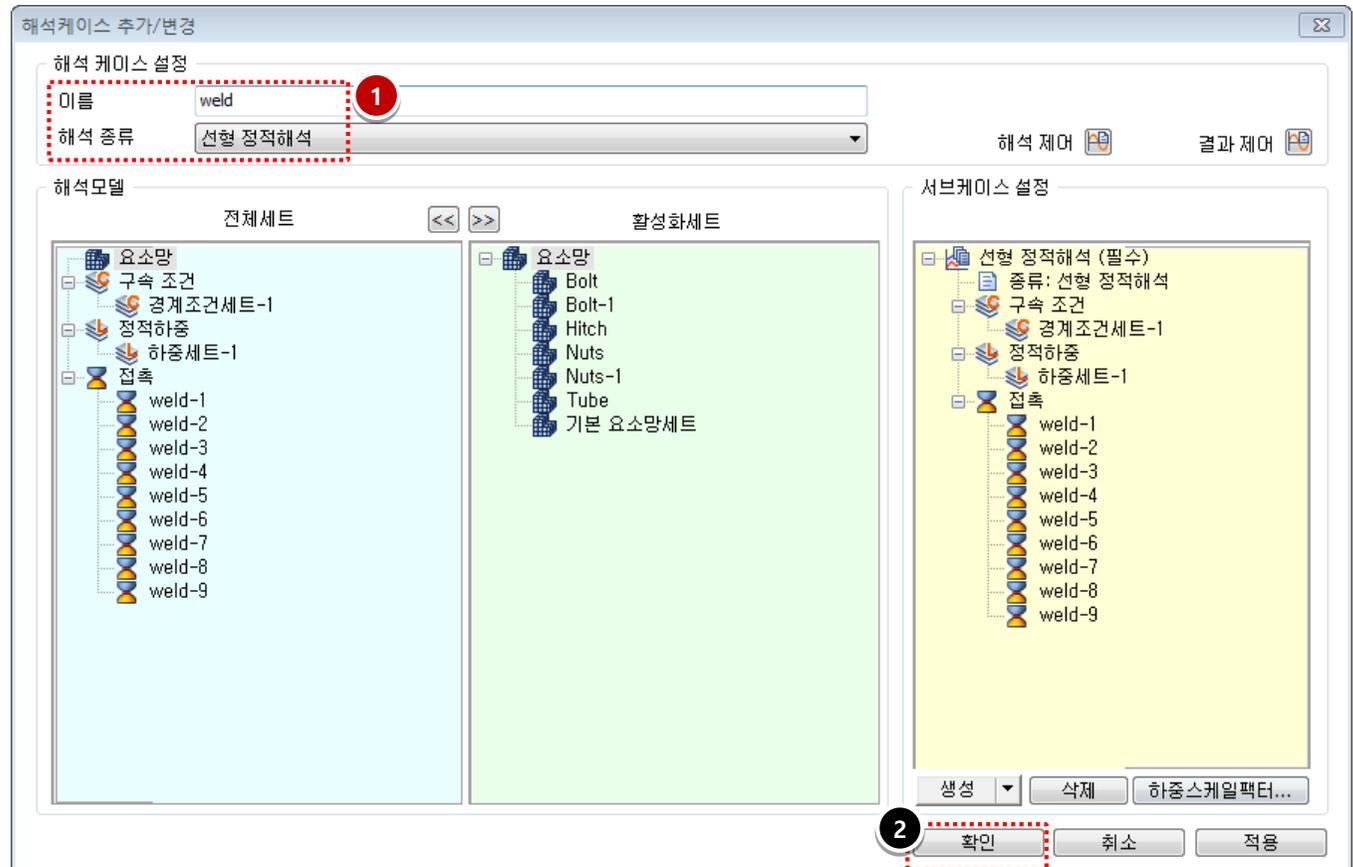


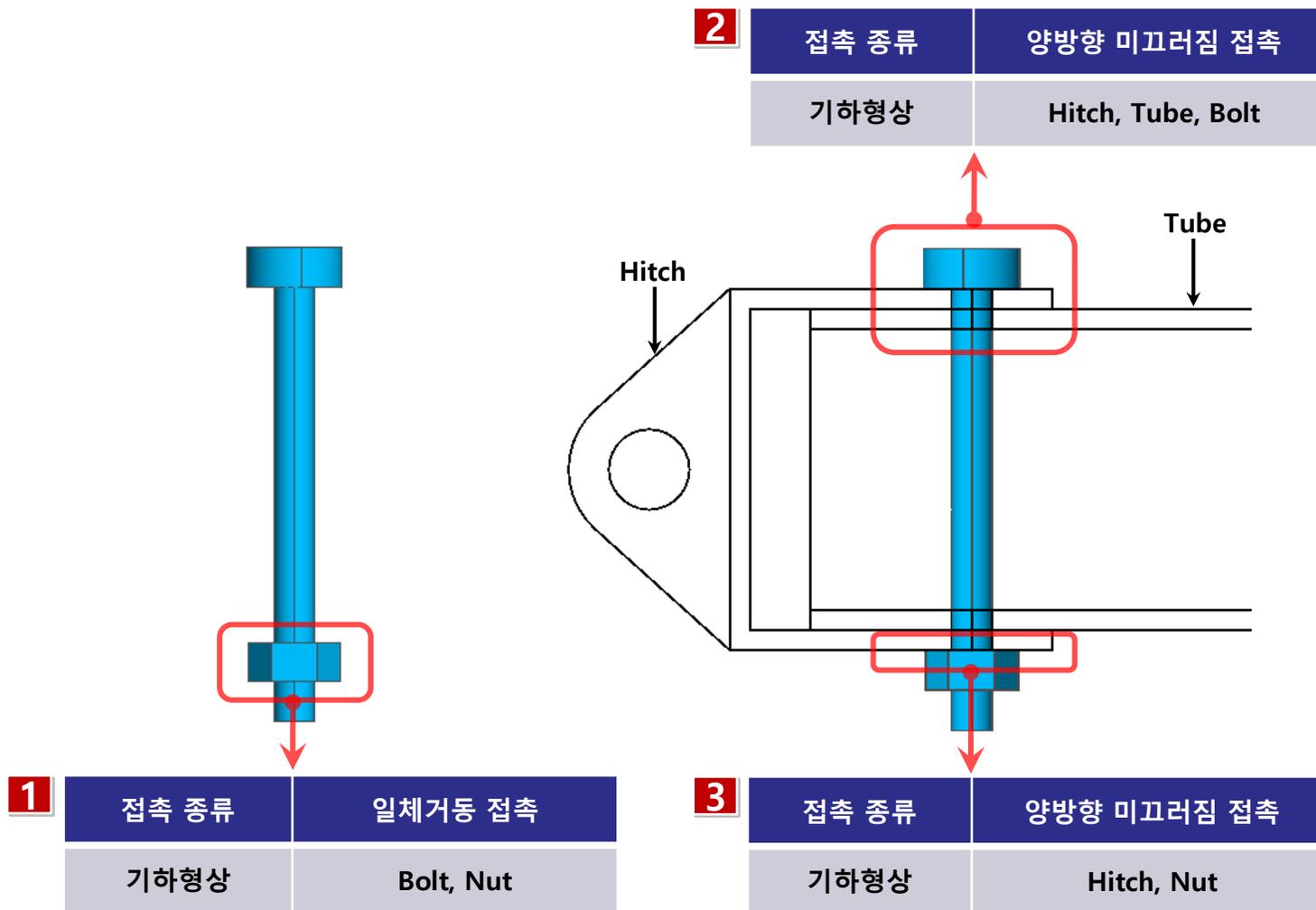
작업순서

1. 이름: "Weld" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

2. [적용] 버튼 클릭

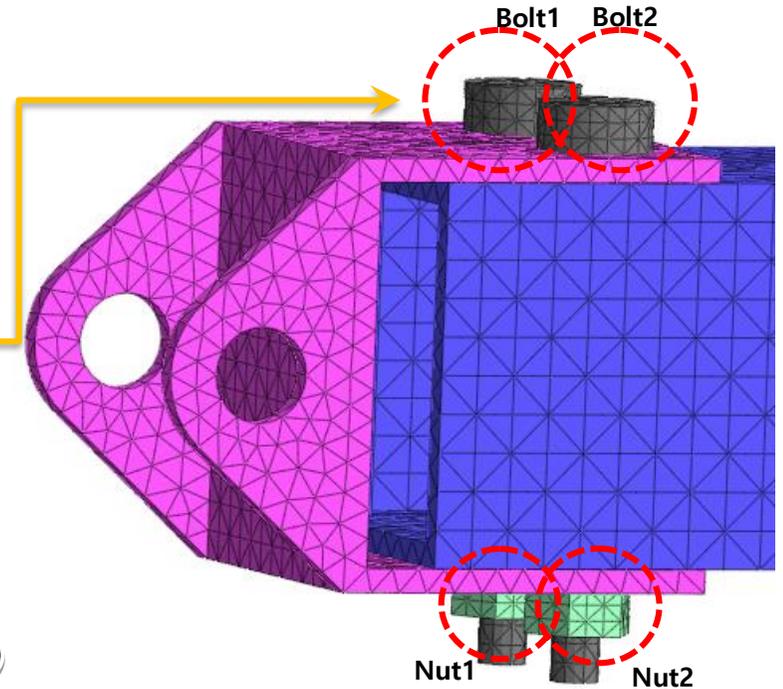




작업순서

1. [이름] 체크 선택
2. 이름 입력 : weld sliding
3. 일체거동 접촉 선택.
4. 대상선택 : 모델 4개 선택 (그림 참조)
5. [적용] 버튼 클릭.

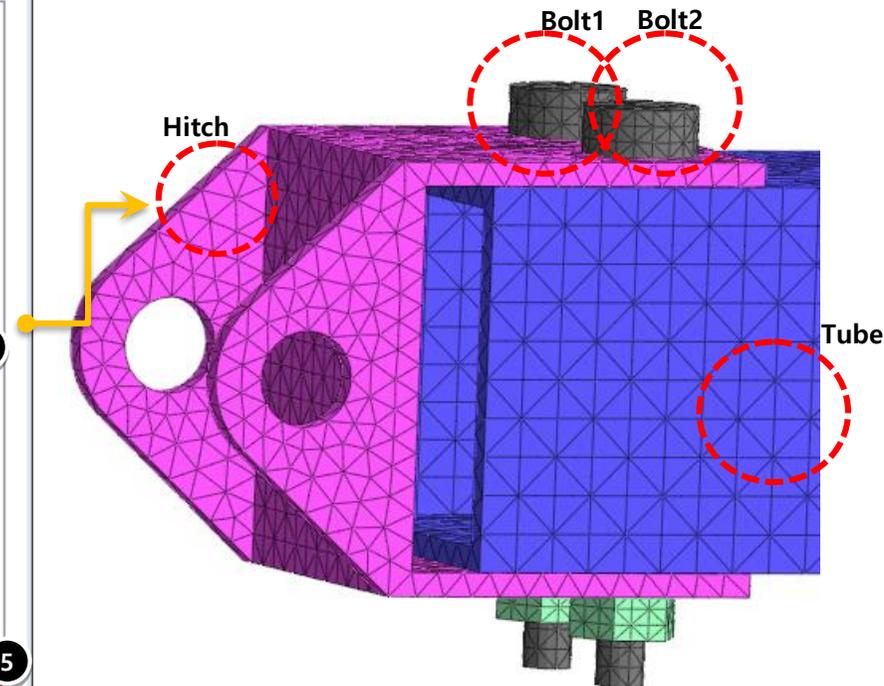
접촉 종류	일체거동 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉
기하형상	Bolt, Nut	기하형상	Hitch, Tube, Bolt	기하형상	Hitch, Nut



작업순서

1. [이름] 체크 선택
2. 이름 입력 : weld sliding
3. 양방향 미끄러짐 접촉 선택.
4. 대상선택 : 모델 4개 선택
Tube, Hitch, Bolt1, Bolt2
5. [적용] 버튼 클릭.

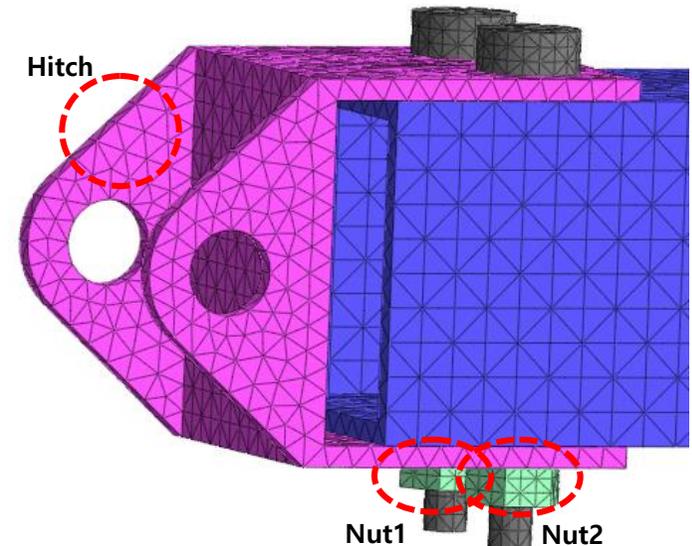
접촉 종류	일체거동 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉
기하형상	Bolt, Nut	기하형상	Hitch, Tube, Bolt	기하형상	Hitch, Nut



작업순서

1. [이름] 체크 선택
2. 이름 입력 : weld sliding
3. 양방향 미끄러짐 접촉 선택
4. 대상선택 : 모델 3개 선택
Nut1, Nut2, Hitch
5. [확인] 버튼 클릭

접촉 종류	일체거동 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉	접촉 종류	양방향 미끄러짐 접촉
기하형상	Bolt, Nut	기하형상	Hitch, Tube, Bolt	기하형상	Hitch, Nut



작업순서

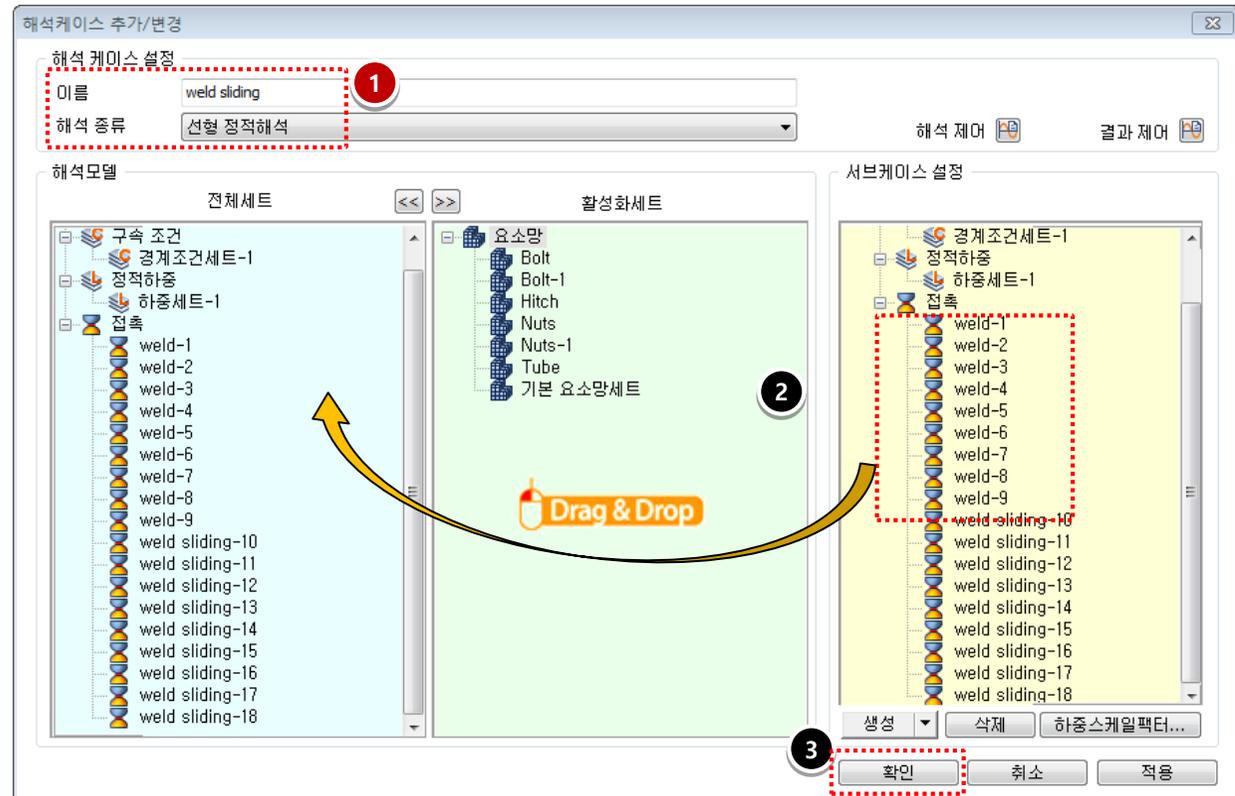
1. 이름: "Weld sliding" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

2. 전체세트에서 접촉의 weld sliding만

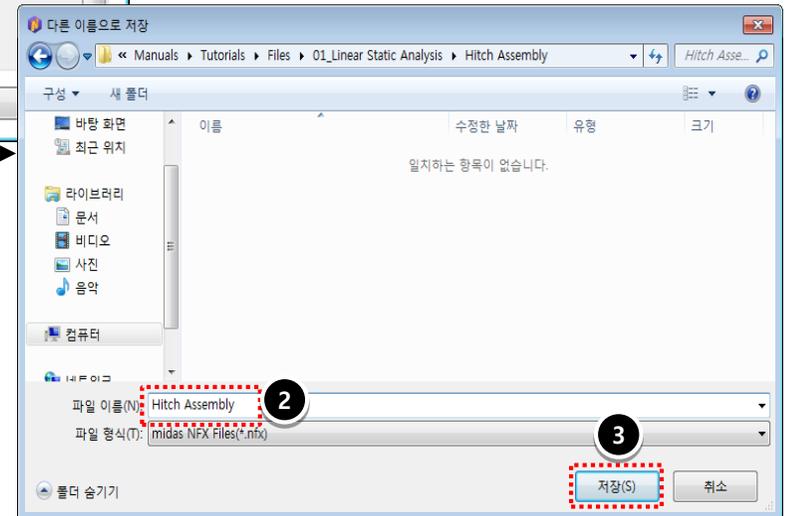
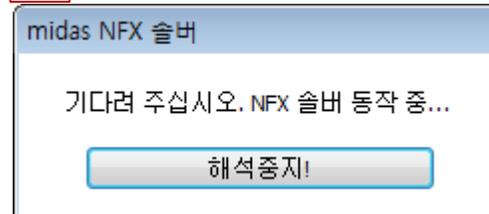
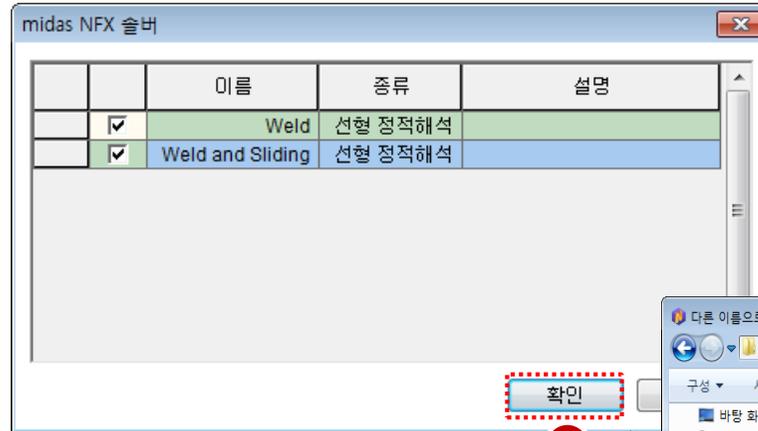
서브케이스 설정에 적용

3. [확인] 버튼 클릭



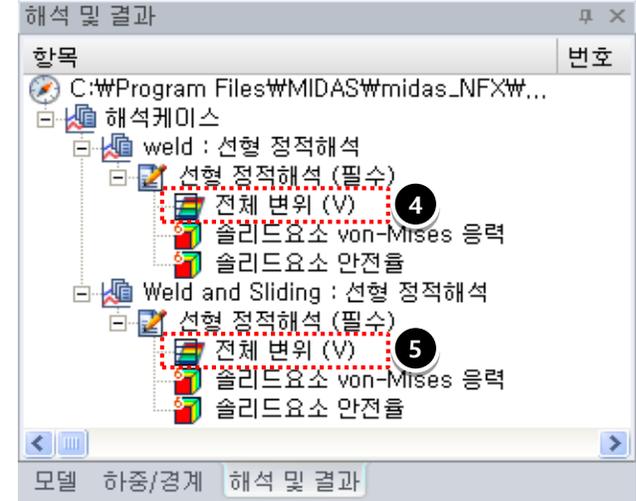
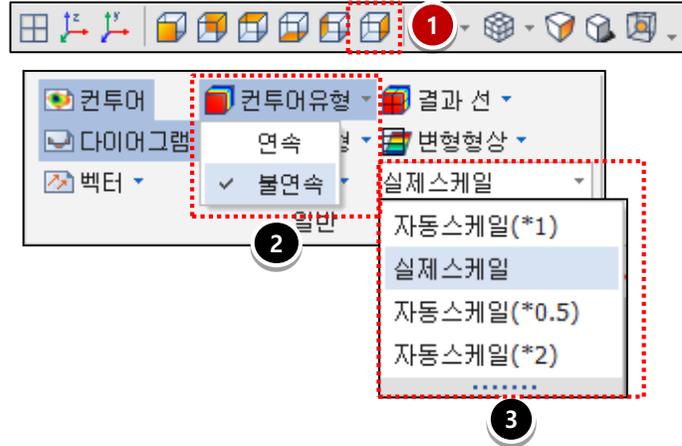
작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "hitch Assembly" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.

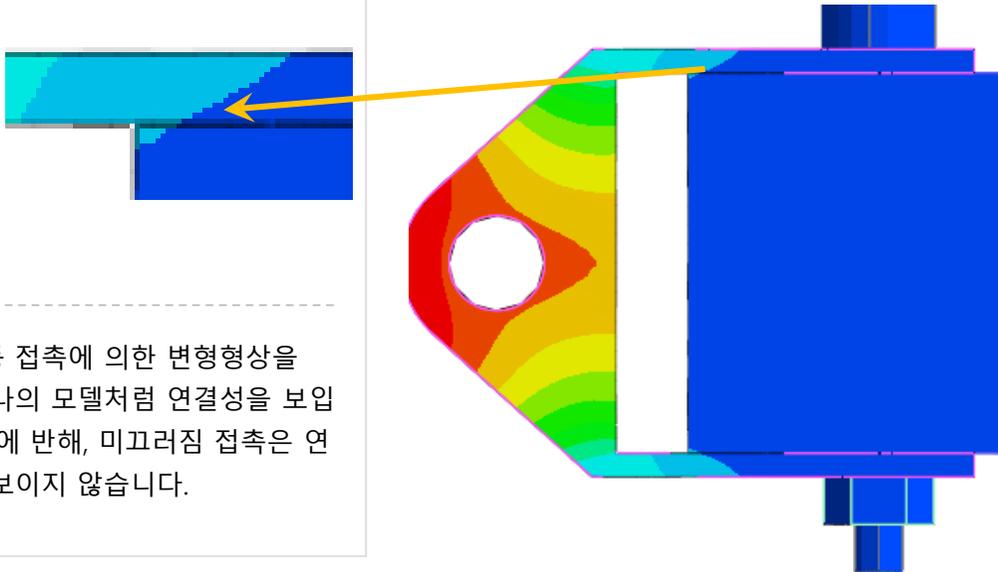


작업순서

1. [] (우측면 보기) 클릭.
2. 컨투어 유형: 불연속 선택.
3. 실제스케일 선택.
4. 해석 및 결과 작업트리에서 Weld의 전체 변위 더블 클릭.
5. 해석 및 결과 작업트리에서 Weld and Sliding의 전체 변위 더블 클릭.

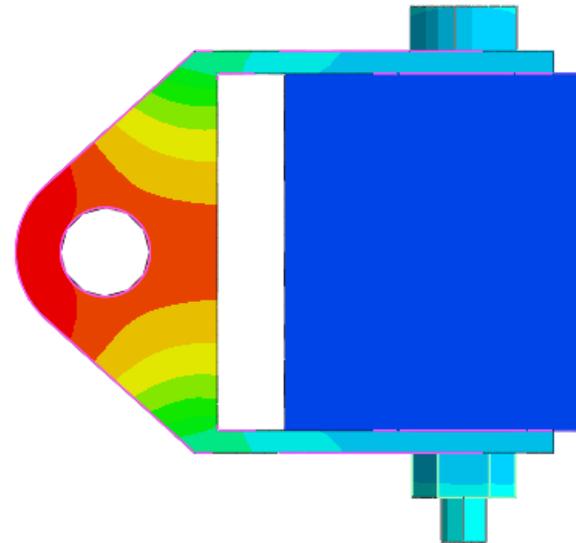


• 일체거동 접촉에 의한 변형형상



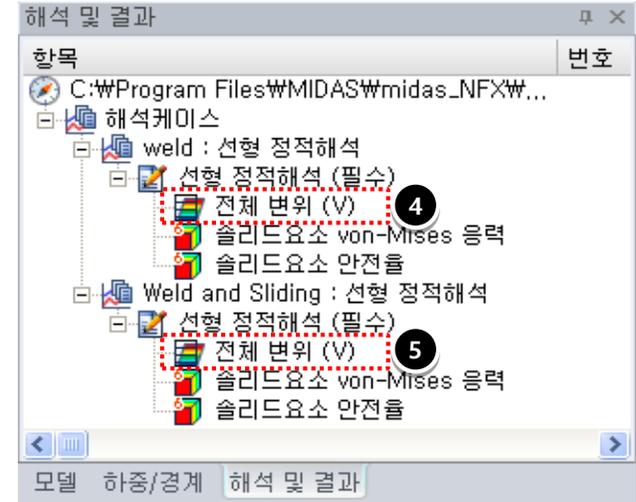
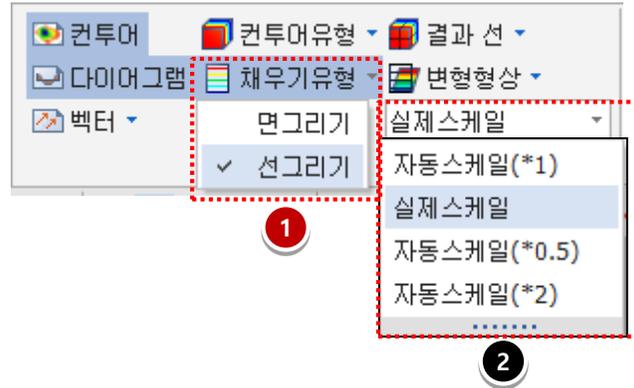
💡 일체거동 접촉에 의한 변형형상을 보면 하나의 모델처럼 연결성을 보입니다. 그에 반해, 미끄러짐 접촉은 연결성이 보이지 않습니다.

• 미끄러짐 접촉에 의한 변형형상

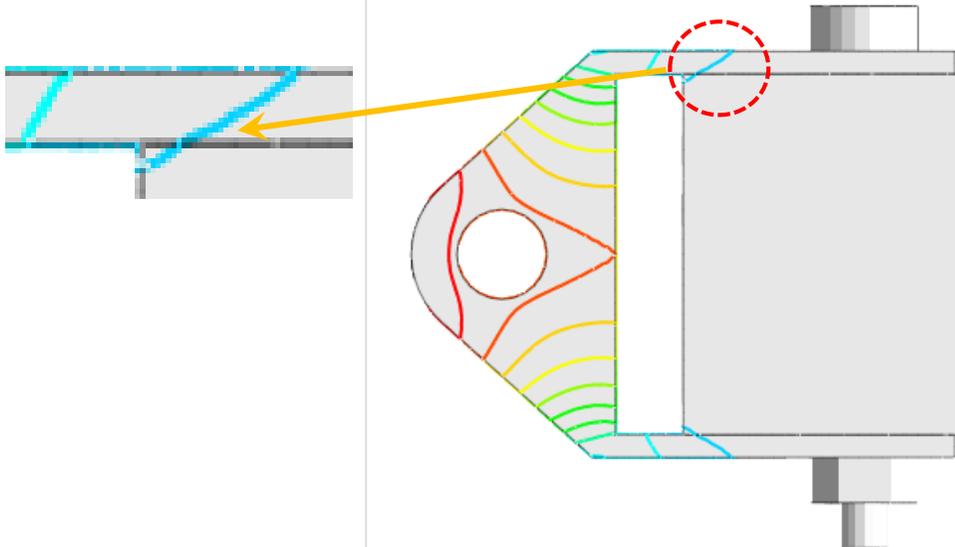


작업순서

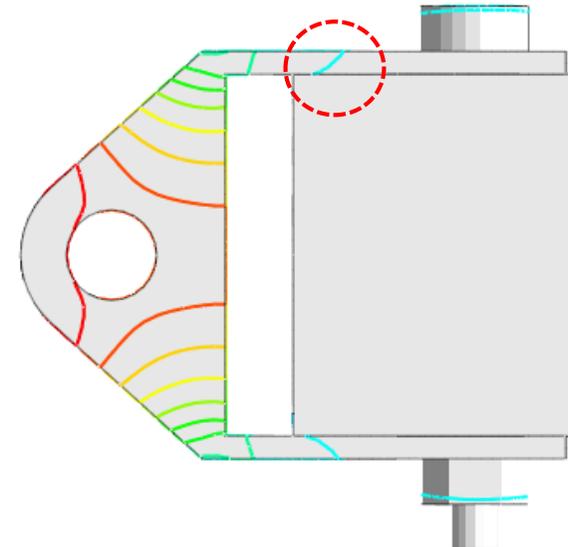
1. 채우기 유형: 선그리기 선택.
2. 실제스케일 선택.
3. 해석 및 결과 작업트리에서 Weld의 전체 변위 더블 클릭.
4. 해석 및 결과 작업트리에서 Weld and Sliding의 전체 변위 더블 클릭.



• 일체거동 접촉에 의한 변형형상



• 미끄러짐 접촉에 의한 변형형상



개요

➤ 선형정적해석

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Wheel.x_t

➤ 경계조건과 하중조건

- 경계조건(고정구속)
- 압력, 회전력

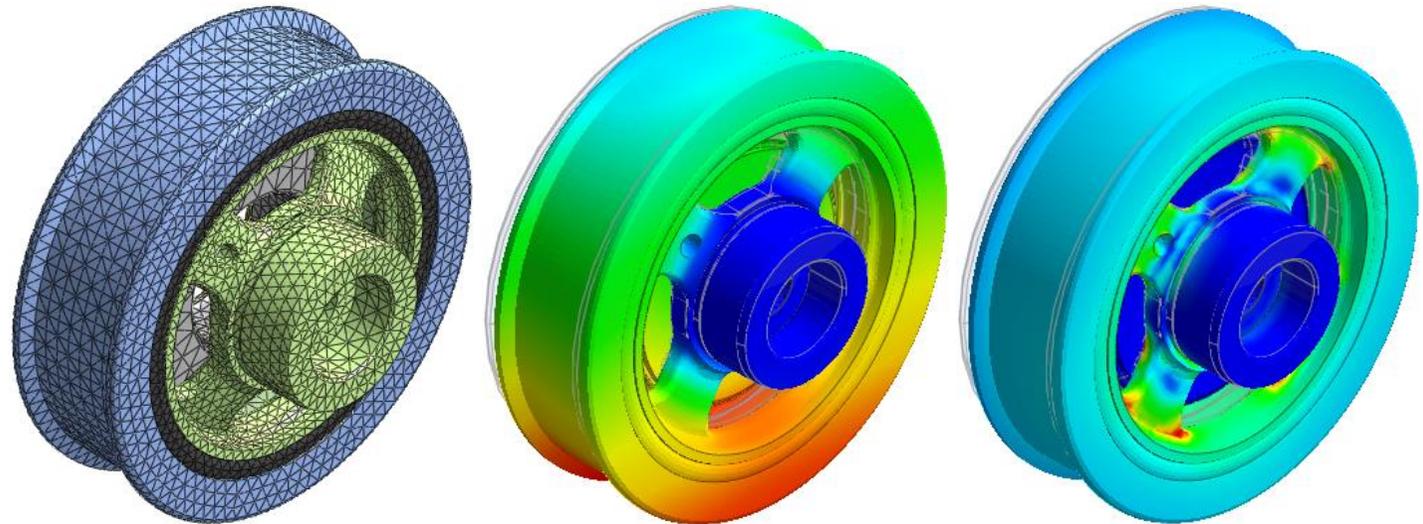
➤ 서브케이스 설정

- 압력, 회전력
- 압력+회전력

➤ 결과확인

- 전체 변위
- von-Mises 응력

Wheel (서브케이스 설정)



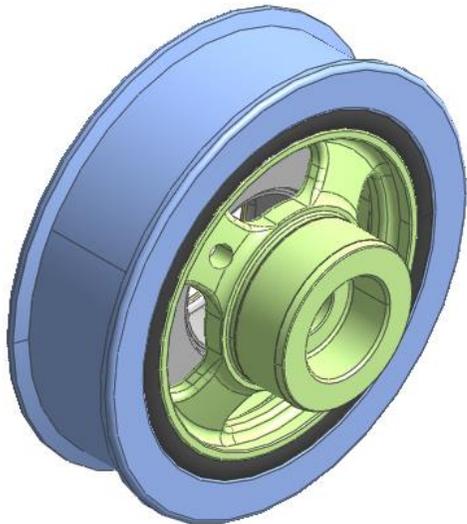
따라하기 목적

➤ 서브케이스를 이용한 두 가지 하중조건 설정

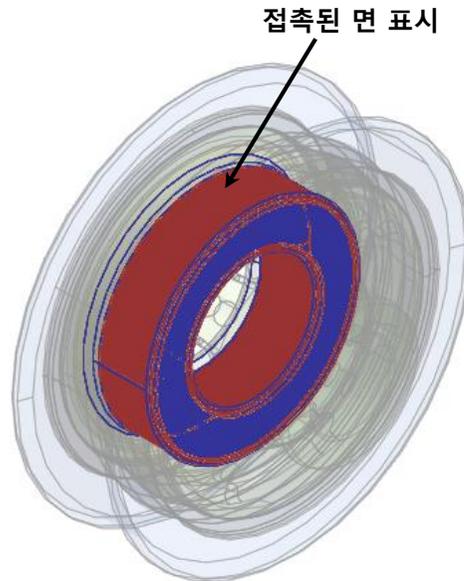
- 파트 별로 접촉되는 면들을 자동으로 검색하여 접촉조건을 설정합니다. (일체거동 접촉)
- 프로그램에서 제공하는 재료DB를 사용하여 해석을 진행합니다.
- 서브케이스를 이용하여 각 하중 별 해석 결과와 하중이 모두 적용되었을 경우의 결과를 검토합니다.

해석 개요

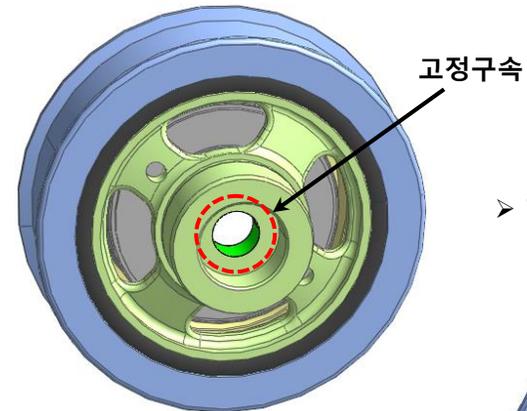
➤ 대상 모델



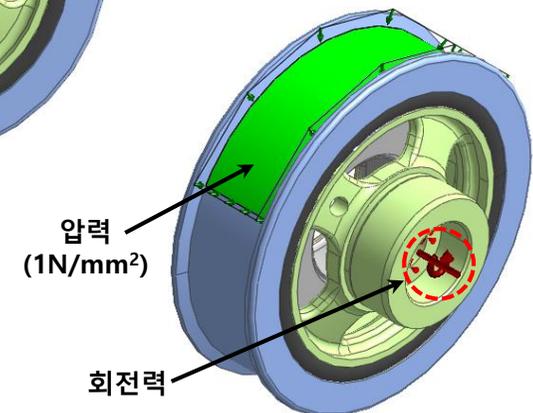
➤ 접촉조건 설정



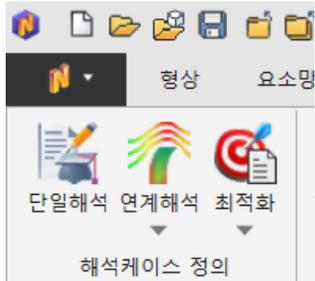
➤ 경계조건 (고정구속)



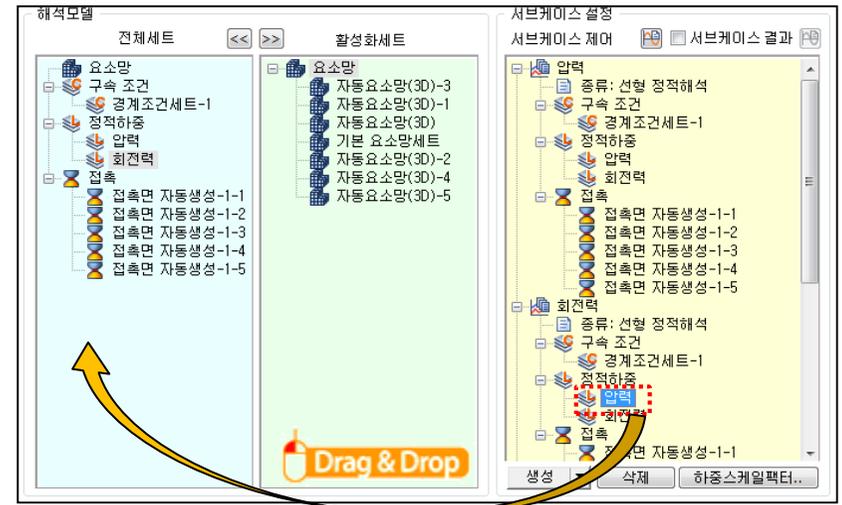
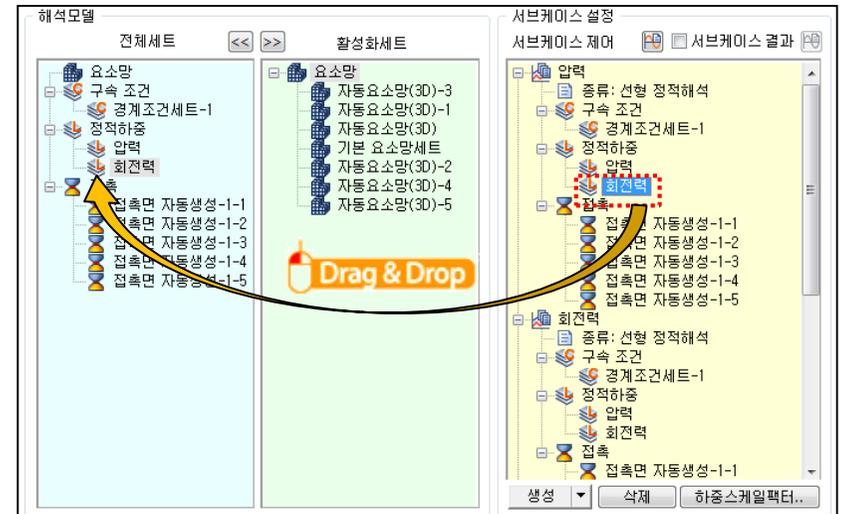
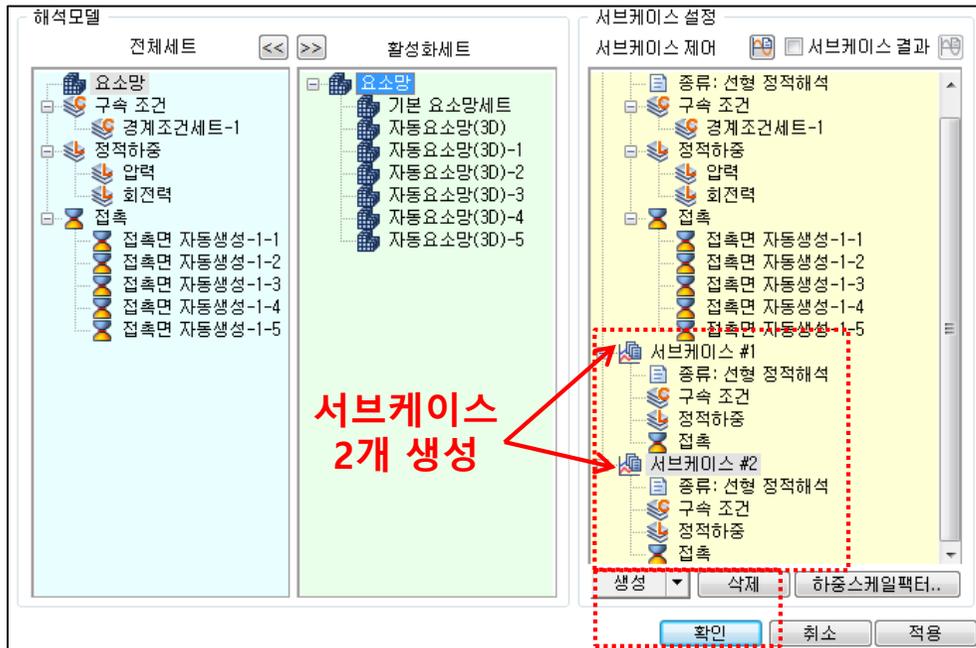
➤ 하중조건 (압력, 회전력)



서브케이스 설정



- 해석케이스 설정 창에서 새로운 서브케이스를 추가할 수 있습니다.
- 해석정보(기하형상, 구속조건, 하중조건, 접촉조건)를 추가하거나 제외할 수 있습니다.
- 마우스 **Drag & Drop**으로 손쉽게 가능합니다.
- 이 기능을 이용하여 사용자가 원하는 조건들만 선택해서 해석할 수 있으며, 다양한 서브케이스 설정이 가능합니다.

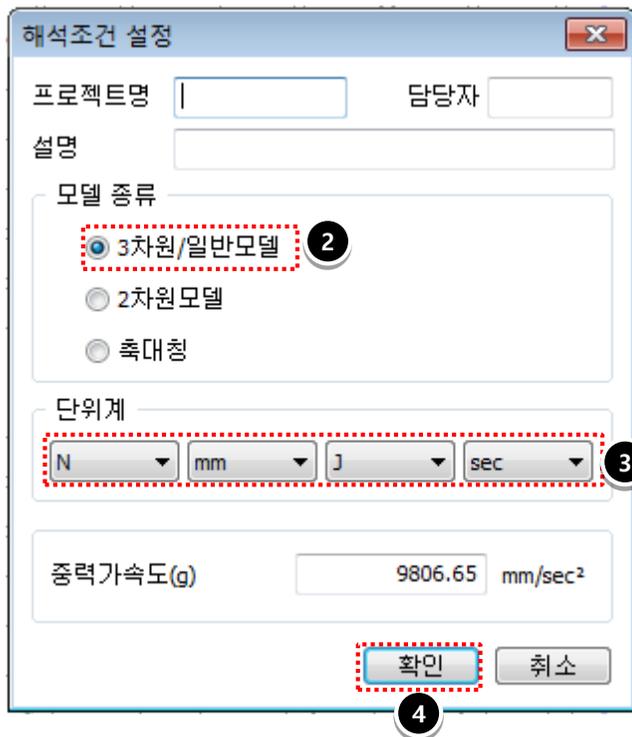


작업순서

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 가이드 감추기] 선택.

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

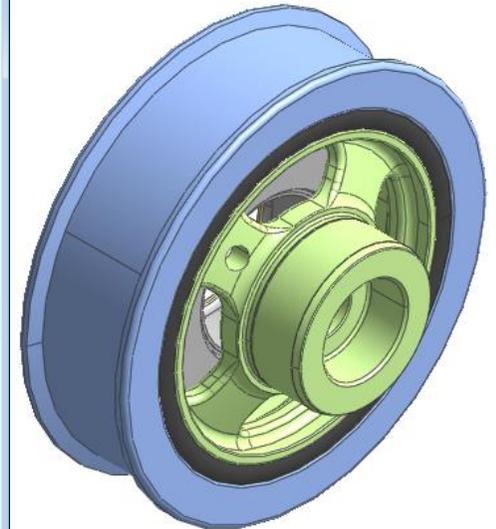
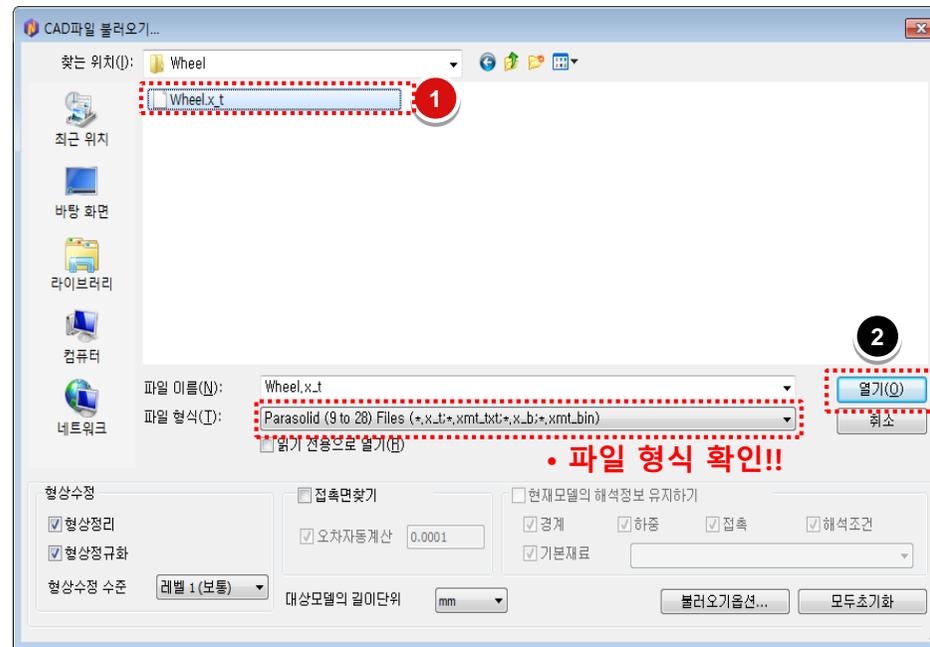
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.



작업순서

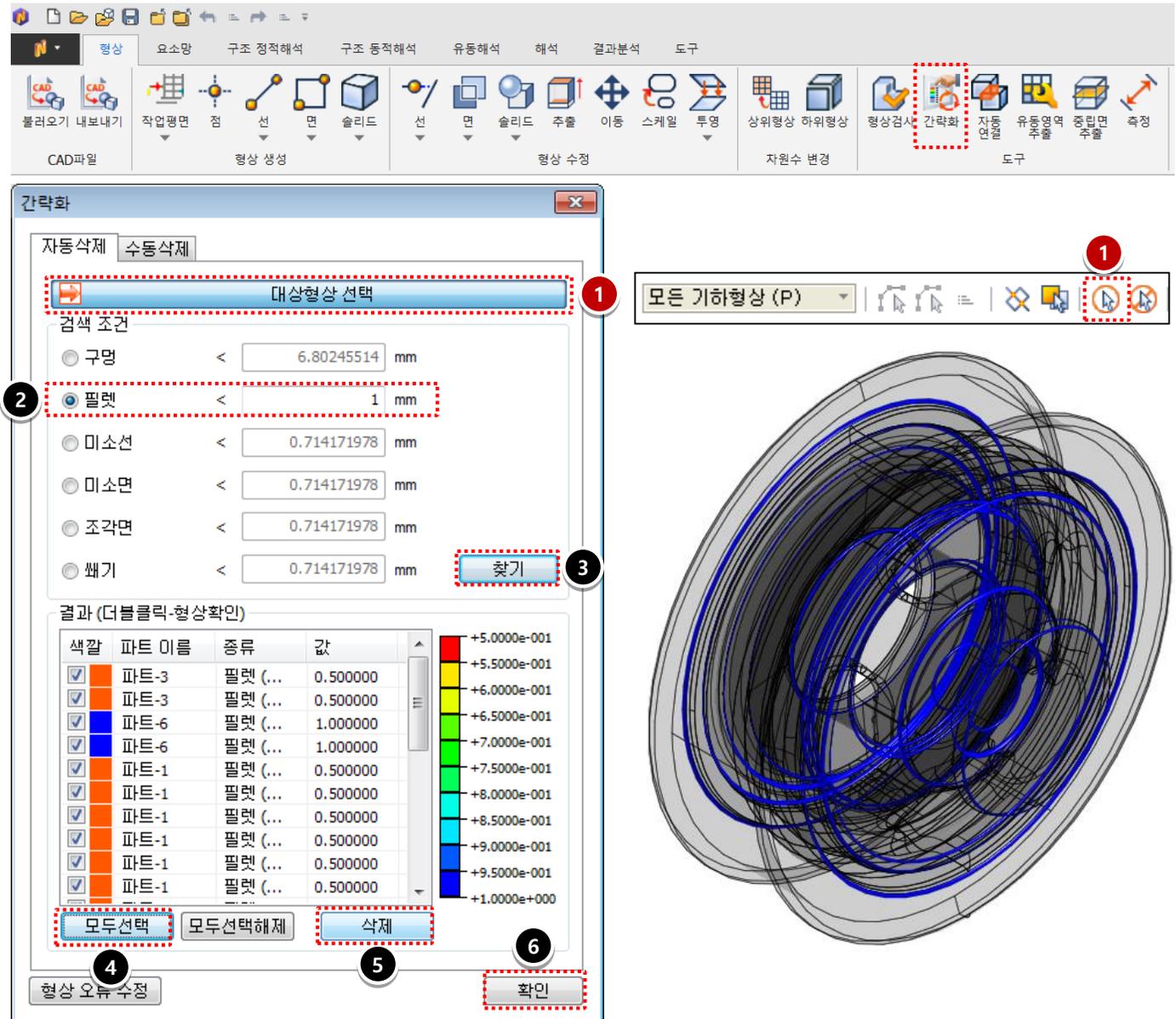
1. 모델 선택: **Wheel.x_t** 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

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



작업순서

1. 대상 선택: 전체 모델(6개) 선택. 
2. 필렛(반경): "1" 입력.
3. [찾기] 버튼 클릭.
4. [모두선택] 버튼 클릭.
5. [삭제] 버튼 클릭.
6. [확인] 버튼 클릭.



간략화

자동삭제 수동삭제

대상형상 선택

검색 조건

구멍 < 6.80245514 mm

필렛 < 1 mm

미소선 < 0.714171978 mm

미소면 < 0.714171978 mm

조각면 < 0.714171978 mm

채기 < 0.714171978 mm

찾기

결과 (더블클릭-형상확인)

색깔	파트 이름	종류	값
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-3	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-3	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-6	필렛 (...)	1.000000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-6	필렛 (...)	1.000000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000
<input checked="" type="checkbox"/>	파트-1	필렛 (...)	0.500000

모두선택 모두선택해제 삭제

형상 오류수정 확인

모든 기하형상 (P)

 해석상 불필요한 필렛을 삭제합니다.

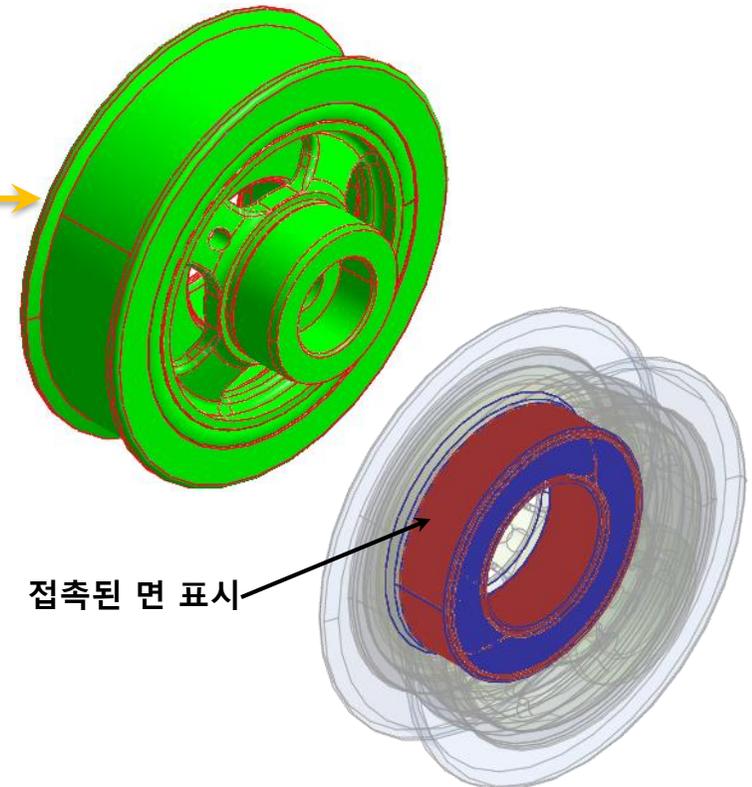
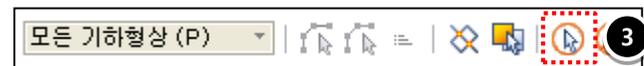
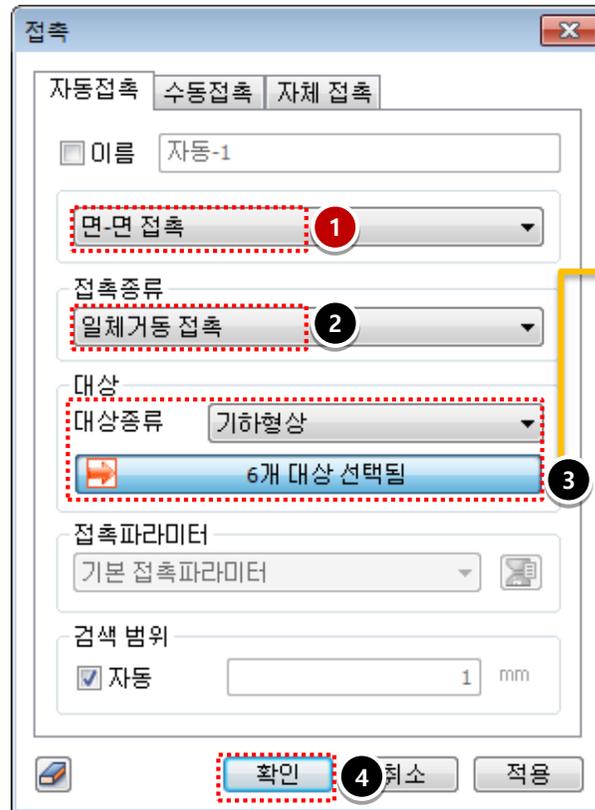
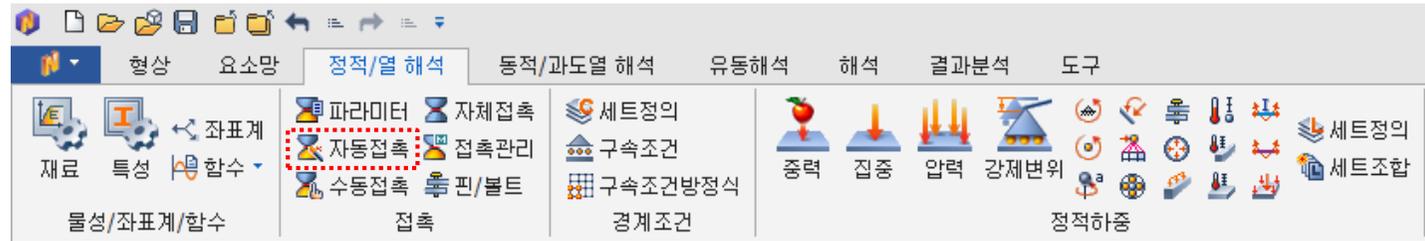
 [] (전체 선택)을 클릭하면 화면상에 보이는 모델이 전부 선택됩니다.

작업순서

1. “면-면 접촉” 선택.
2. 접촉종류: “일체거동 접촉” 선택. 
3. 대상종류: “기하형상” 선택.
대상 파트: 전체 모델(6개) 선택.
4. [확인] 버튼 클릭.

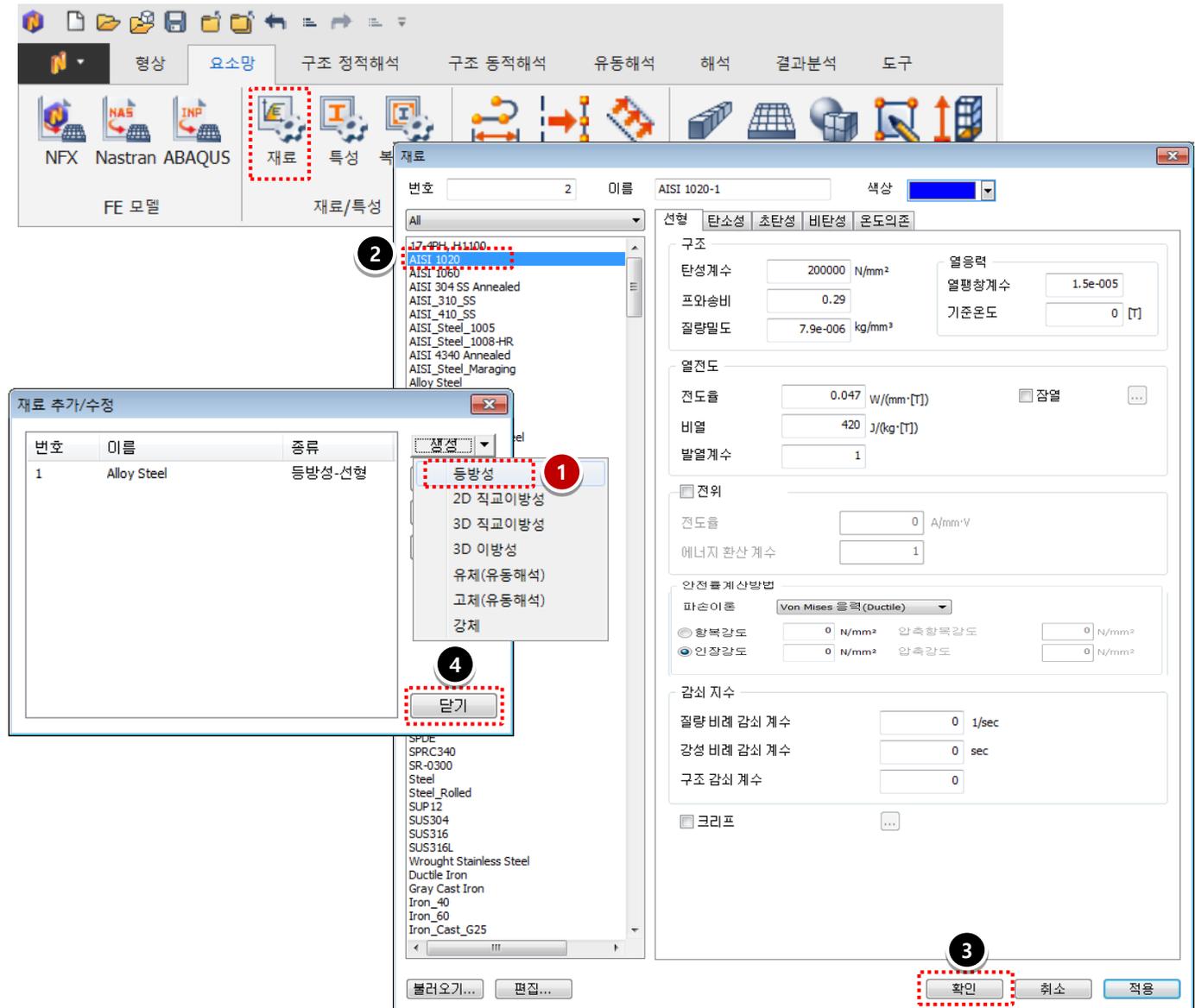
※ 작업트리의 접촉에서 [접촉 쌍] 항목을 체크하면 접촉된 면들을 볼 수 있습니다. 총 5개의 접촉 쌍이 생성됩니다. (빨간색과 파란색으로 접촉면이 표현됩니다.)

 **일체거동 접촉:** 기하모델의 접촉이 발생하는 면들이 초기부터 붙어 있는 경우에 사용하며 해석하는 동안 접촉면이 분리되는 것을 허용하지 않습니다. 일체거동 접촉조건이 설정되면 각각의 파트들이 하나의 모델처럼 거동합니다.



작업순서

1. 생성 >> 등방성 클릭
2. [AISI 1020] 선택. 💡
3. [확인] 버튼 클릭.
4. [닫기] 버튼 클릭.



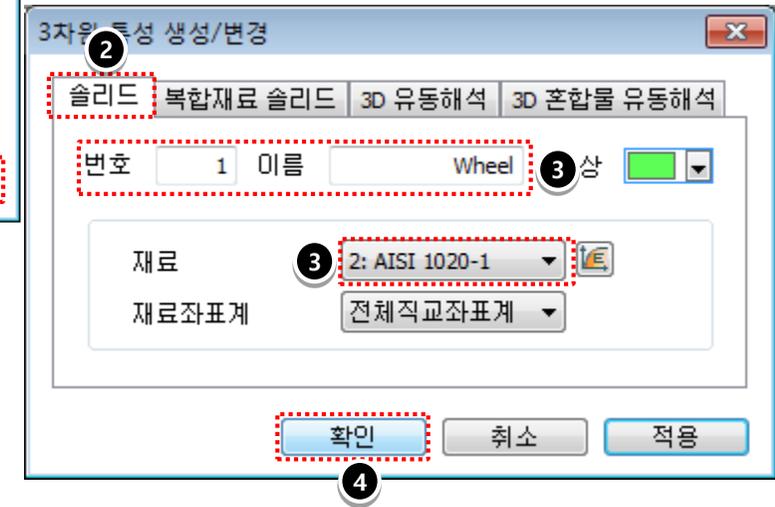
💡 대화상자 좌측의 재료 DB에서 원하는 재질을 선택하면 해당 재료물성치가 자동으로 입력됩니다.

작업순서

1. 생성 >> 3D 클릭
2. [슬리드] 탭 선택..
3. 특성입력

번호	1
이름	Wheel
재질	2: AISI 1020

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭

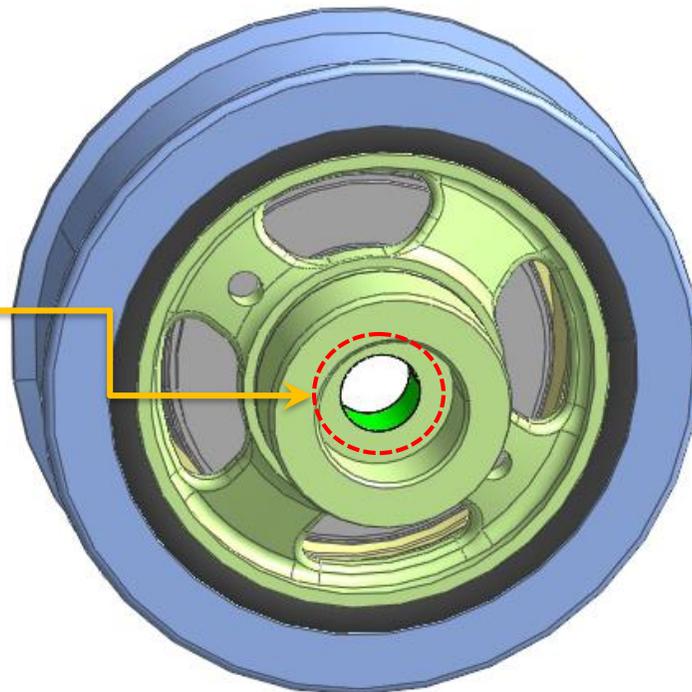
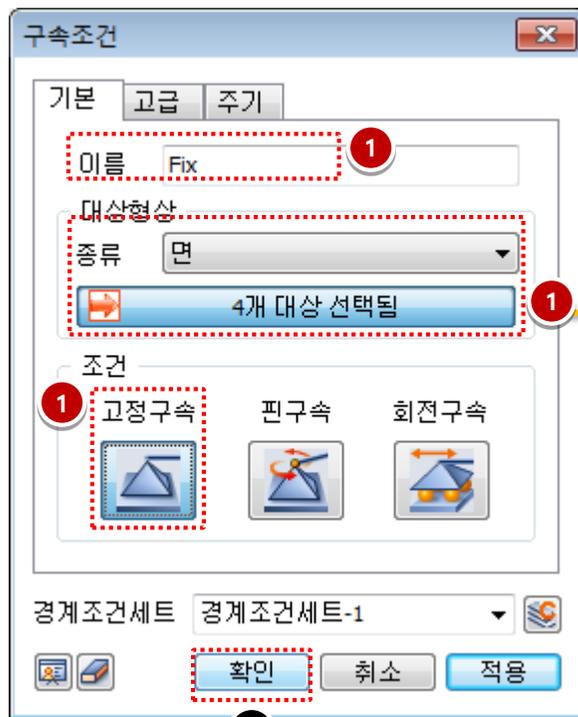
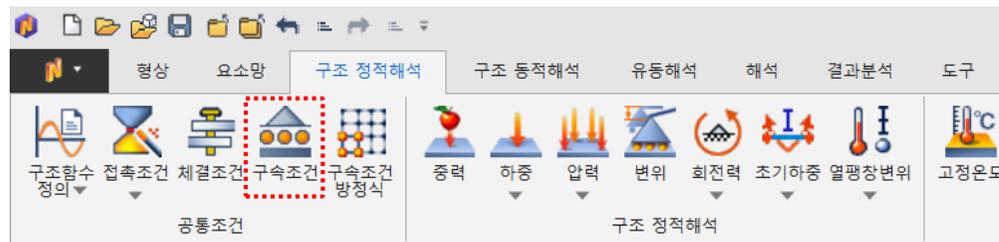


작업순서

1. 구속조건 입력.

이름	Fix
대상종류	면
대상선택	4개 선택(그림참조)
조건	고정구속

2. [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.

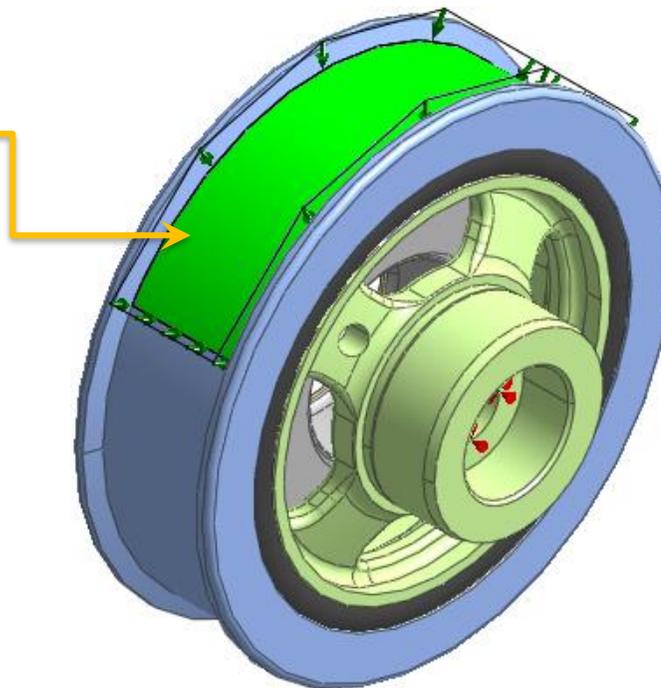
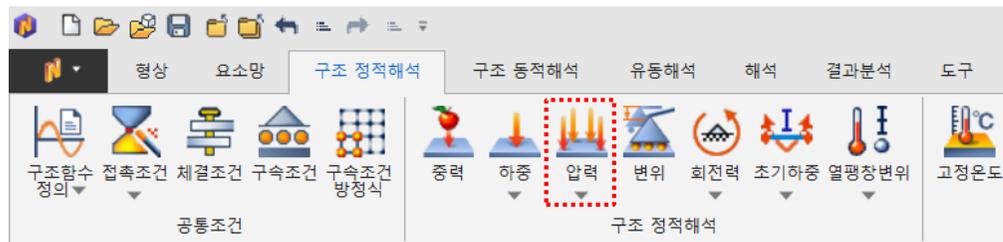
작업순서

1. [] (등각보기2) 클릭.

2. 압력 입력

이름	압력
대상종류	면
대상선택	1개 선택 (그림참조)
하중방향	법선 방향
P or P1	1 (N/mm ²)
하중세트	압력

3. [확인] 버튼 클릭.



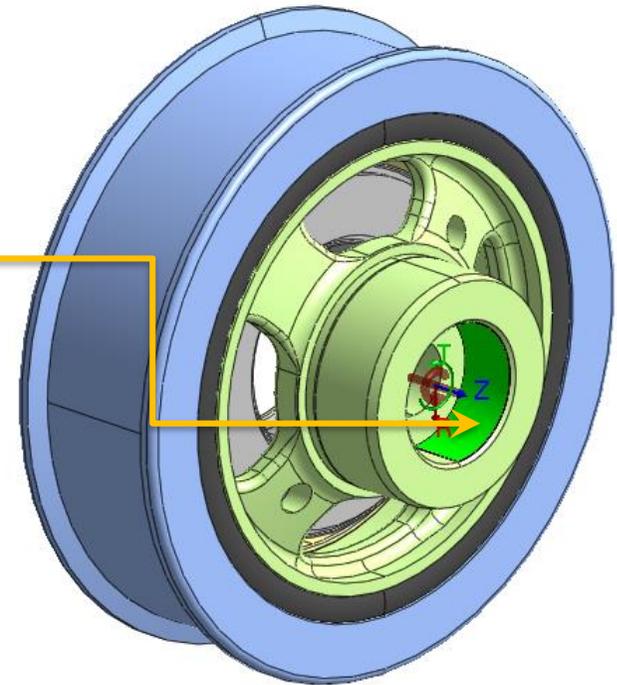
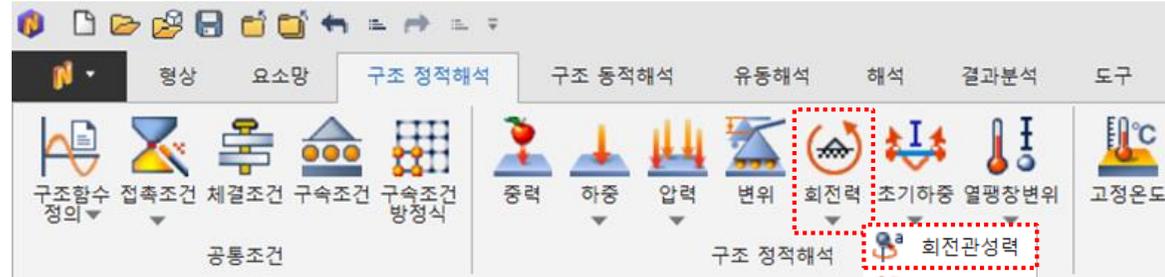
작업순서

1. 회전력 입력.

이름	회전력
단위	회전수
참조방향 종류	면
참조형상	내부 원통면
각속도	50 ([rev]/sec)
하중세트	회전력

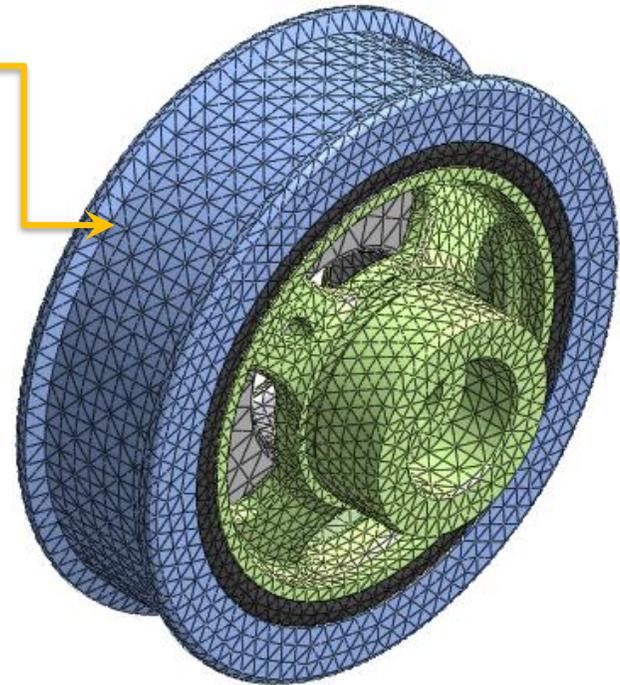
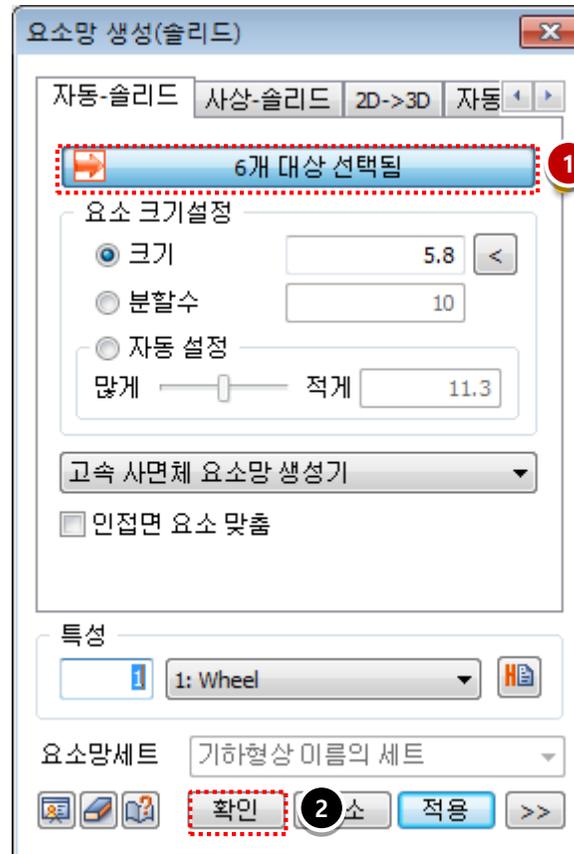
2. [확인] 버튼 클릭.

💡 참조형상으로 내부의 원통면을 선택하면 해당 면의 좌표계가 표시됩니다. 이를 참고하여 하중의 방향 등을 정의하면 좋습니다.



작업순서

1. 대상 선택: 전체모델(6개) 선택.
2. 크기: 5.8 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.



💡 [] (전체 선택) 을 클릭하면 화면 상에 보이는 모델이 전부 선택됩니다.

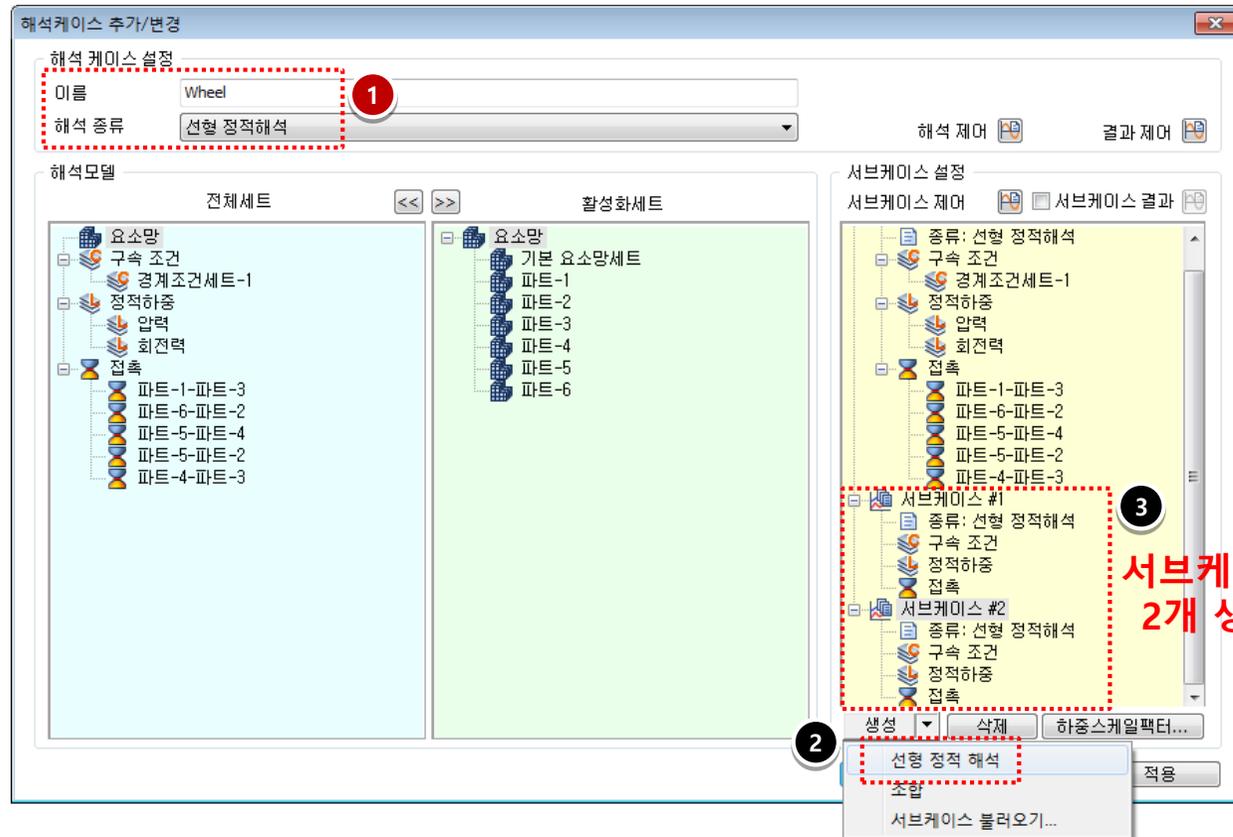
작업순서

1. 이름: "Wheel" 입력.

해석 종류: [선형 정적해석] 선택.

2. [서브케이스 설정] 하단에 있는 [생성] 버튼 옆의 화살표 클릭 후, [선형정적해석] 선택.

3. 2번 단계를 한번 더 반복하여 서브케이스를 2개 생성합니다.



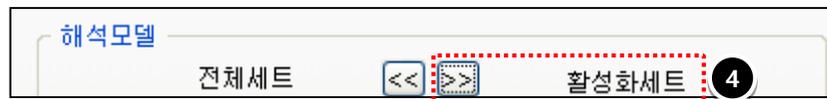
작업순서

<서브케이스 이름 변경>

1. 선형 정적해석 (필수) 선택 후, 키보드의 F2 를 눌러서, “압력” 입력.
2. 서브케이스 #1 선택 후, 키보드의 F2 를 눌러서, “회전력” 입력.
3. 서브케이스 #2 선택 후, 키보드의 F2 를 눌러서, “압력-회전력” 입력.

<해석조건 활성화>

4. 활성화세트 왼쪽의 [>>] 버튼을 클릭하여, 새로 생성된 서브케이스에 해석 조건들을 추가합니다.



작업순서

<압력, 회전력 설정>

“압력” 서브케이스 – 압력만 설정.

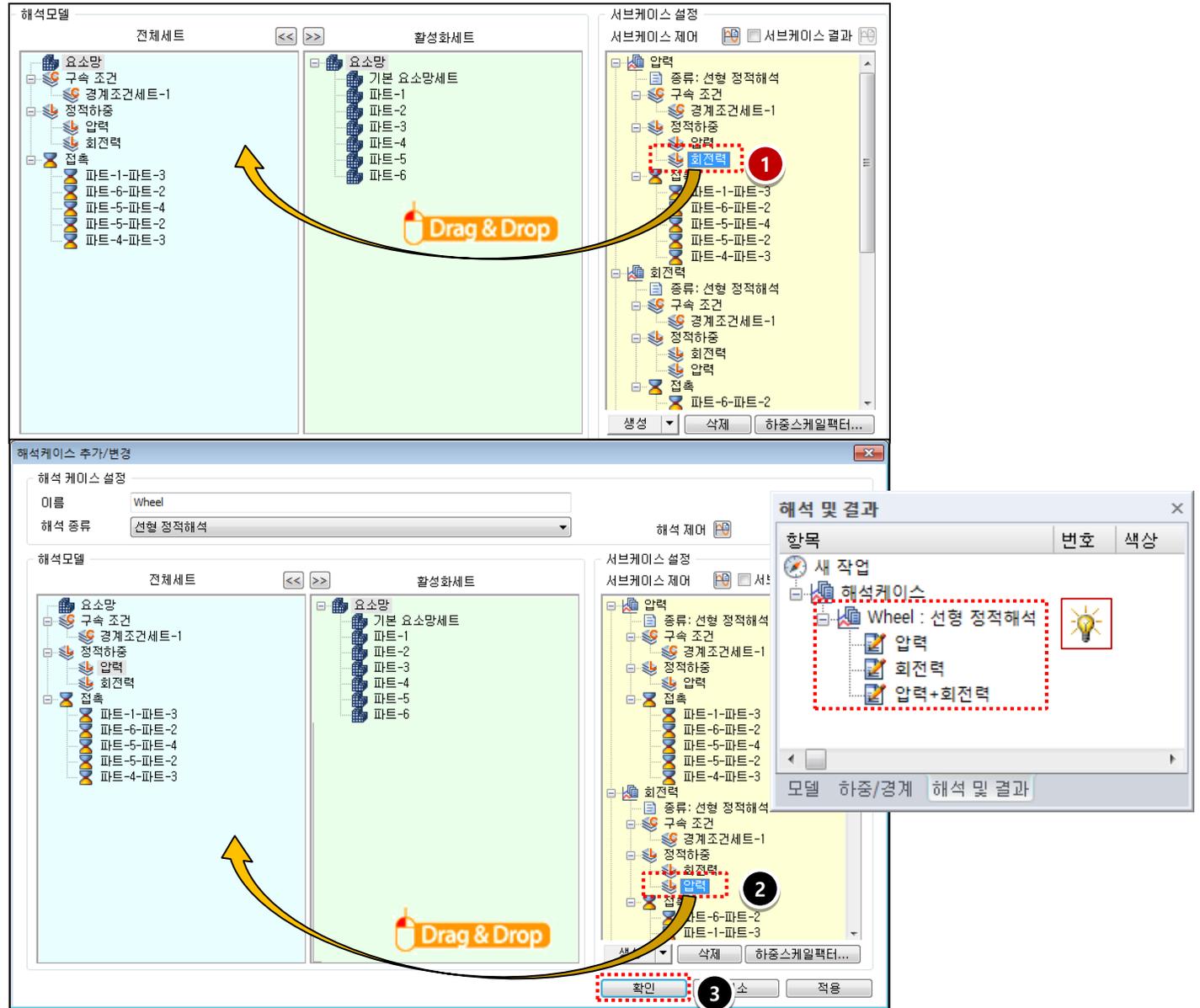
“회전력” 서브케이스 – 회전력만 설정.

“압력+회전력” 서브케이스 – 압력과
회전력 모두 설정.

(마우스 Drag & Drop으로 쉽게 해석
조건들을 추가, 제거할 수 있습니다.)

1. “압력” 서브케이스에 있는 회전력을
전체세트 창으로 Drag & Drop하여
해석조건에서 제외시킵니다.
2. “회전력” 서브케이스에 있는 압력을
전체세트 창으로 Drag & Drop하여
해석조건에서 제외시킵니다.
3. [확인] 버튼을 클릭하여, 서브케이스
설정을 마칩니다.

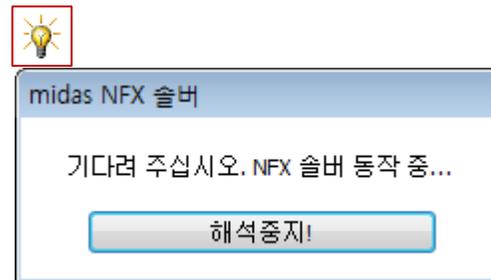
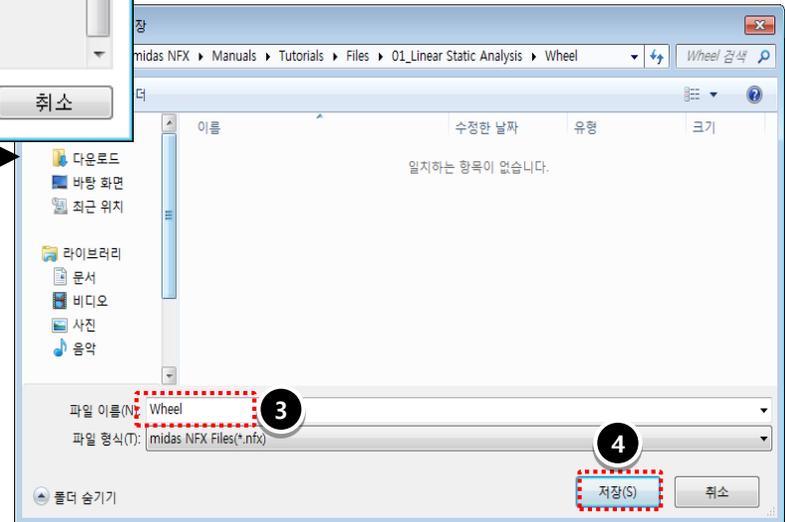
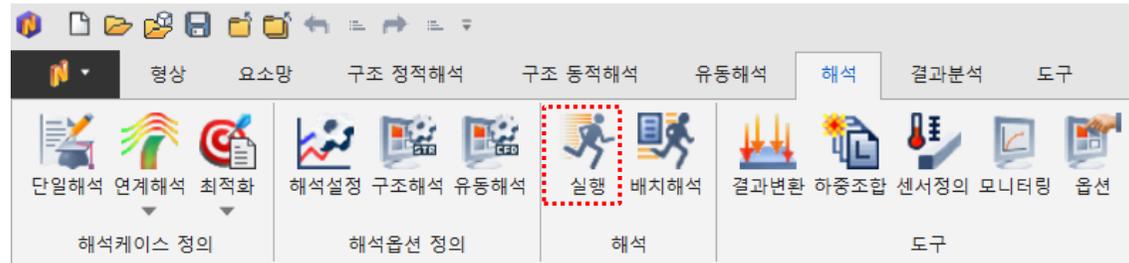
 해석 및 결과 창을 보면 Wheel 해석
케이스 아래에 3개의 서브케이스가
설정된 것을 볼 수 있습니다



The screenshot illustrates the software interface for setting sub-cases. It shows the '해석모델' (Analysis Model) window with '전체세트' (All Sets) and '활성화세트' (Activated Sets) panes. A '서브케이스 설정' (Sub-case Setting) window is open, showing a tree view of sub-cases: '압력' (Pressure), '회전력' (Rotation), and '압력+회전력' (Pressure+Rotation). A 'Wheel' case is selected, and its sub-cases are being managed. A '확인' (Confirm) button is highlighted with a red box and the number 3. A '해석 및 결과' (Analysis and Results) window is also visible, showing the results of the analysis.

작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장: "Wheel" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



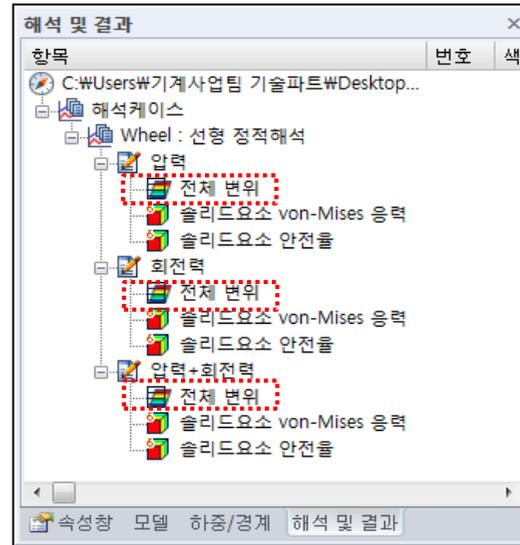
💡 해석을 실행하면 midas NFX 솔버가 작동됩니다. [해석중지] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.

작업순서

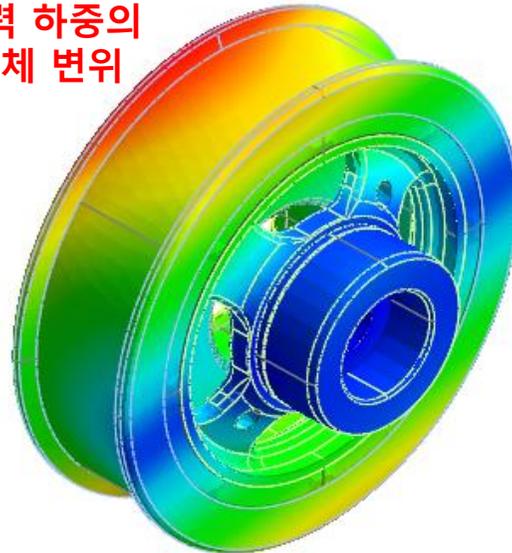
총 3가지의 해석 결과가 출력됩니다.

- ① “압력” - 압력 하중만 입력된 결과
- ② “회전력” - 원심력 하중만 입력된 결과
- ③ “압력+회전력” - 압력과 원심력 모두 입력된 결과

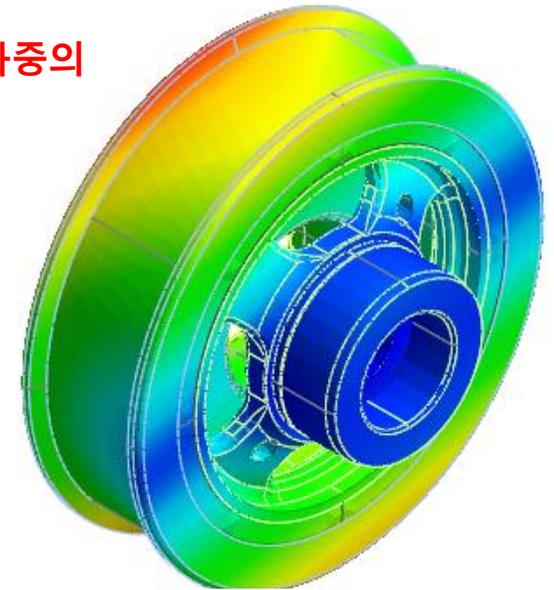
각각의 전체 변위를 더블 클릭하여, 해석결과를 확인할 수 있습니다.



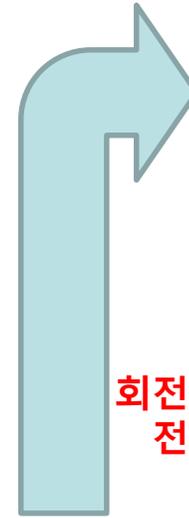
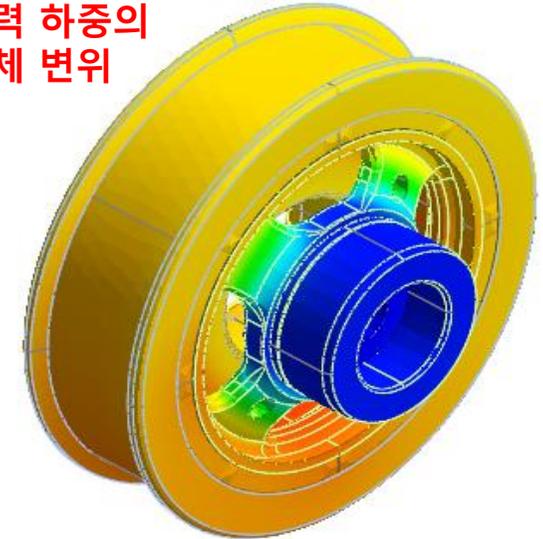
압력 하중의
전체 변위



압력+회전력 하중의
전체 변위



회전력 하중의
전체 변위

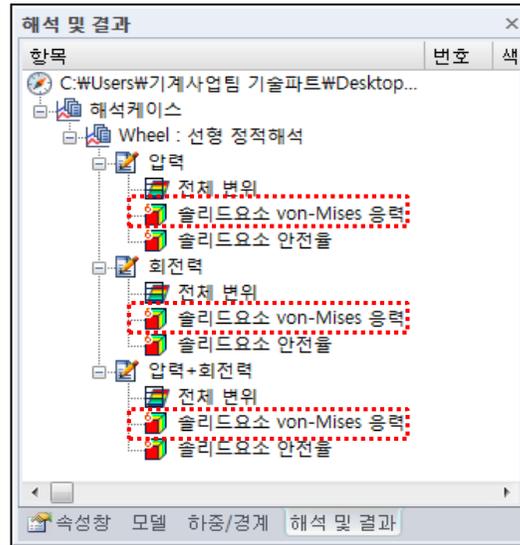


작업순서

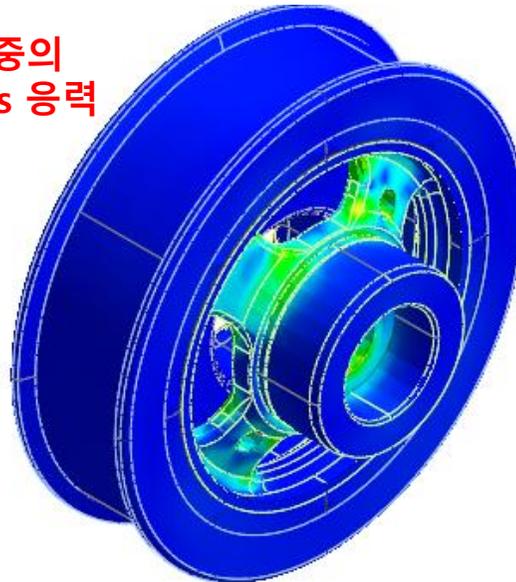
총 3가지의 해석 결과가 출력됩니다.

- ① “압력” - 압력 하중만 입력된 결과
- ② “회전력” - 원심력 하중만 입력된 결과
- ③ “압력+회전력” - 압력과 원심력 모두 입력된 결과

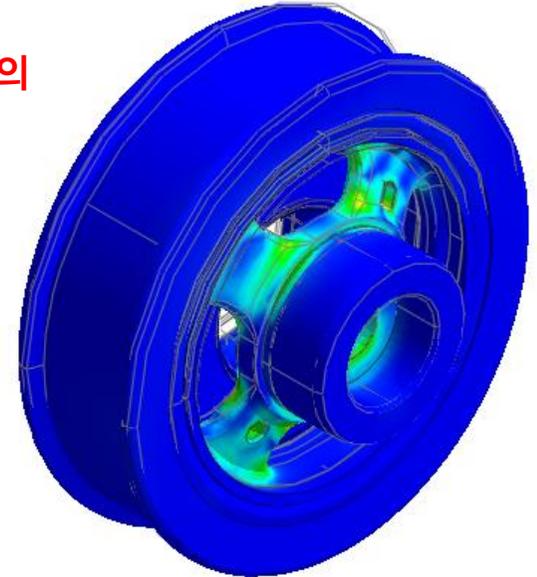
각각의 Von-Mises 응력을 더블 클릭하여, 해석결과를 확인할 수 있습니다.



압력 하중의
von-Mises 응력



압력+회전력 하중의
von-Mises 응력



회전력 하중의
von-Mises 응력

