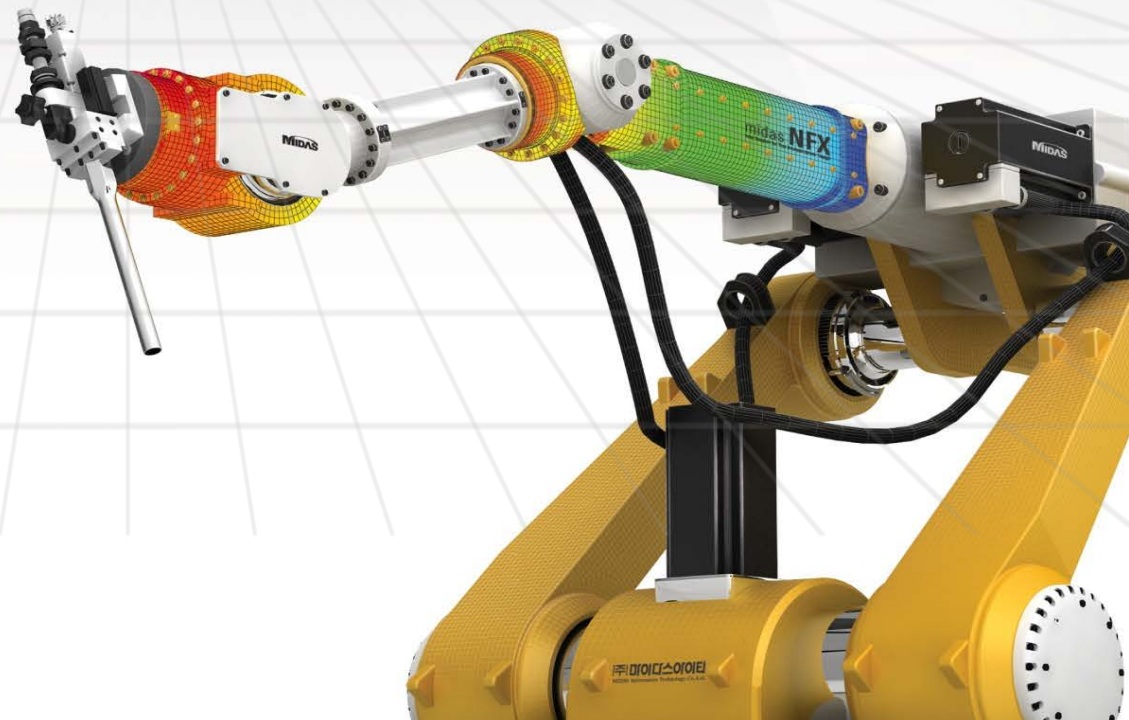


# Frequency Response Analysis (주파수응답해석)

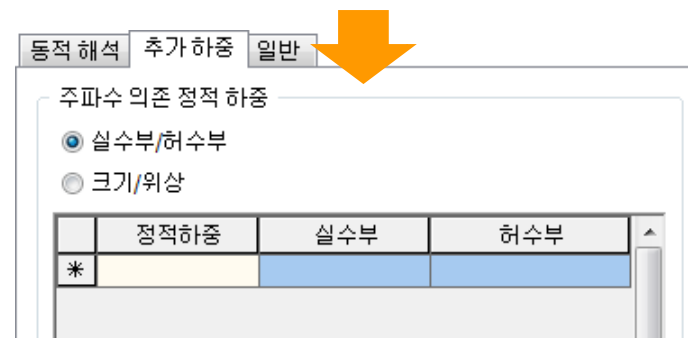
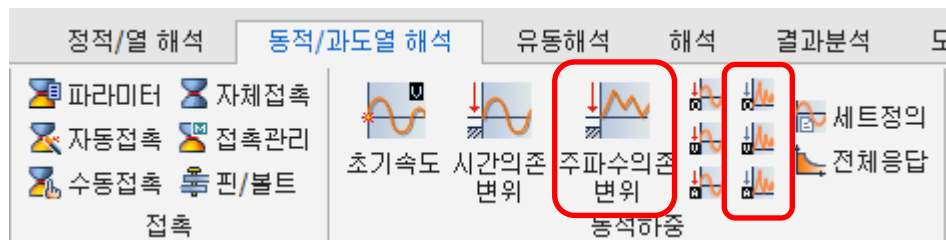


## 주파수응답해석

- 주파수응답해석은 시간에 따라 작용하는 동적 하중이 동일한 진동수를 가진 사인파 형태로 표현이 가능한 조화하중인 경우, 주파수영역에서 동적 평형방정식의 해를 구하는 해석입니다.
- 주파수응답해석을 통해 얻을 수 있는 구조물의 주요 응답은 변위, 속도, 가속도와 요소의 응력 등이 있으며, 어떤 주파수 영역에서 지배적인 응답을 보이는지 확인함으로써 하중과 구조물의 공진상태를 정의할 수 있습니다.
- 주파수응답해석의 하중으로는 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이 있으며, 절점에 직접 하중을 입력하거나 정적 하중을 정의한 후 이를 동적 하중으로 변환하여 사용할 수 있습니다.

## 동적 하중의 정의

구분	직접 동적 하중 입력	정적 하중 정의 후 동적 하중으로 변환
대상	절점하중에만 사용 가능	절점 및 요소 하중에 모두 사용 가능
정의 방법	절점하중 정의 시에 하중크기와 주파수의존함수를 동시에 정의	정적 하중을 해당 절점 또는 요소에 미리 입력한 후, 주파수의존함수를 적용하여 동적 하중으로 변환
관련 기능	동적/과도열/유동 해석 >> 동적하중	해석케이스 >> 서브케이스 제어 >> 추가 하중



## 감쇠력

## ➤ 점성 감쇠(Viscous Damping)

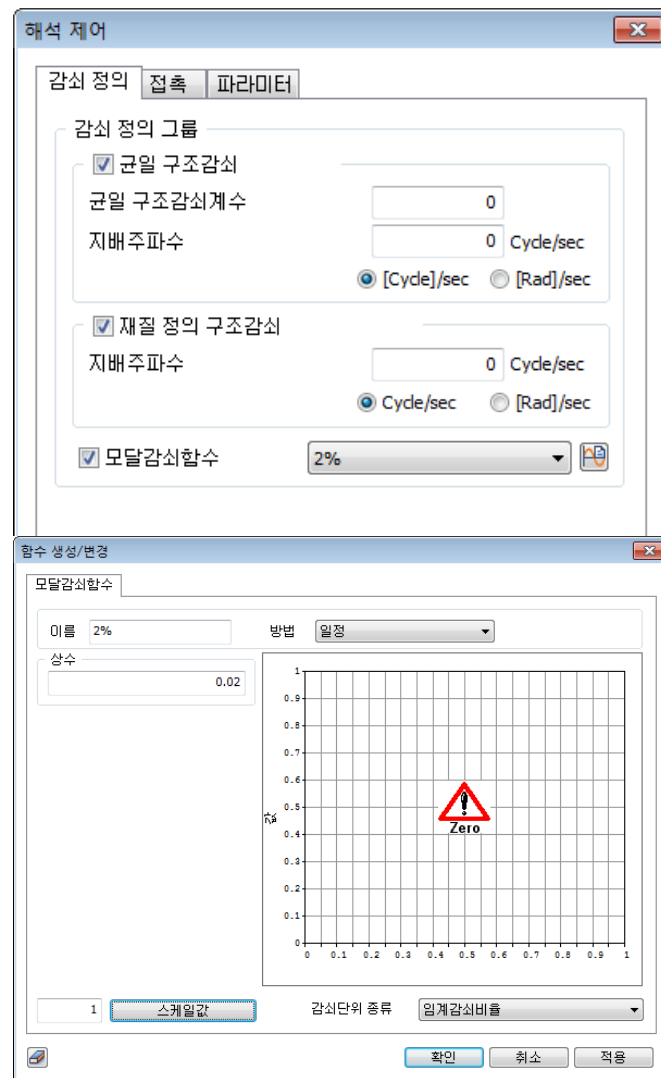
- 구조물이 유체 내를 움직일 때 발생
- 감쇠력이 속도에 비례
- 비례상수 C를 Damping Constant라고 정의함
- 일반적으로 감쇠비를 주로 사용함
- 임계감쇠(Critical damping)은 주기성과 비주기성을 나누는 경계로 정의됨
- 독립적인 감쇠요소로 정의되며 직접법, 모드법에 모두 사용
- CDAMP1, CBUSH, CVISC 등의 감쇠 요소 제공

## ➤ 구조 감쇠(Structural Damping)

- 감쇠계수와 지배진동수로 정의되는 감쇠이며, 주로 직접법에 사용
- 감쇠계수는 감쇠비의 2배를 사용
- 지배진동수는 하중의 주파수와 동일
- 만약 작용하중이 주기적이지 않으면, 가장 작은 고유진동수를 지배진동수로 사용

## ➤ 모드 감쇠(Modal Damping)

- 모드법에서 사용하는 감쇠로 구조물의 고유진동수와 해당 진동수에서의 감쇠계수를 정의



## 직접법과 모드법

구분	직접적분법 (Direct Integration Method)	모드중첩법 (Mode Superposition Method)
이론	운동방정식을 직접 적분	모드형상을 조합
해석 시간	직접적분방식으로 해석 시간의 소모가 많음	모드형상의 조합으로 해석 시간이 짧음
주요 사항	시간스텝 선정이 중요	모드수 선정이 중요
모델 규모	소규모 모델에 적합	대규모 모델에 적합
해석 정확도	해석 시간이 오래 걸리는 편이나 정확도는 높음	직접적분법에 비해 다소 낮은 편이나 전체 모드수를 적용할 경우 정확한 결과 산출이 가능
적용 가능한 해석 범위	선형 및 비선형 해석 가능	선형 해석만 가능
적용 가능한 해석 타입	주파수응답해석 (Transient Response) 주파수응답해석 (Frequency Response)	주파수응답해석 (Transient Response) 주파수응답해석 (Frequency Response) 응답스펙트럼해석 (Shock and Spectrum)

## 주파수세트 정의

## ➤ 선형 (Linear)

- 대상 주파수 범위 내에서 일정 간격으로 증가
- 고유진동수 범위 내에서 값이 무시될 수 있음
- 기본적인 Base로 적용하고 다른 방법과 병행하여 사용하는 것이 좋음.

주파수 세트

이름: Linear

주파수 리스트

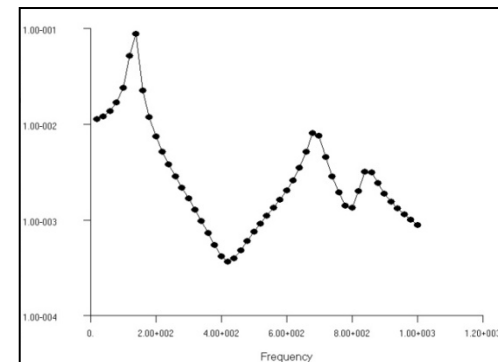
방법: 선형

최초진동수: 0 [Cycle]/sec

진동수 증분: 1 [Cycle]/sec

증분 개수: 150

추가 수정 삭제



## ➤ 로그형 (Logarithm)

- 대상 주파수 범위 내에서 log함수 간격으로 증가
- 고유진동수 범위 내에서 값이 무시될 수 있음
- 시작주파수 부근에서 조밀하게 나타나므로 저차구역의 Base로 적용 가능

주파수 세트

이름: Logarithm

주파수 리스트

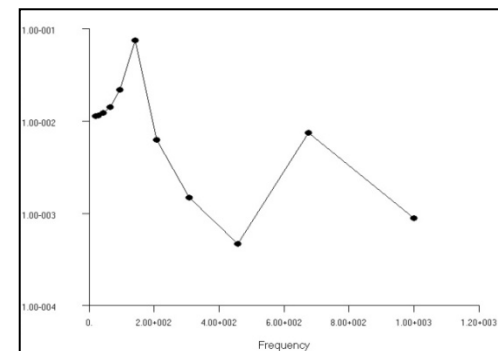
방법: 로그형

최초진동수: 1 [Cycle]/sec

마지막주파수: 150 [Cycle]/sec

간격개수: 150

추가 수정 삭제



## 주파수세트 정의

## ➤ 불연속형 (Discrete)

- 선택한 주파수만으로 분할
- 모드해석에서 확인된 주요 모드형상의 주파수를 직접 입력

주파수 세트

이름: Discrete

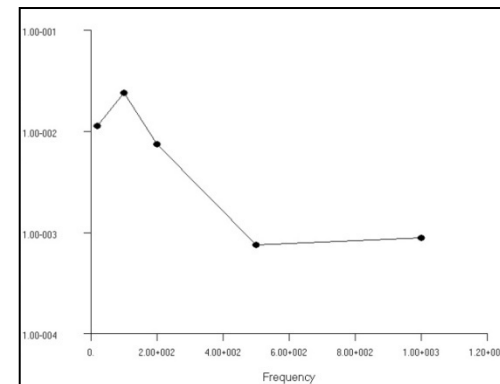
주파수 리스트

방법: 불연속형

번호	주파수
1	70.204
2	76.554
3	112.49

0 [Cycle]/sec

추가 수정 삭제



## ➤ 클러스터 (Cluster)

- 고유진동수 사이에 선형 또는 로그 방식으로 주파수 분할
- 시작과 끝 주파수, 고유치 영역 사이의 출력 주파수 개수와 조밀도 설정 가능
- 조밀도가 1인 경우에는 등간격
- 조밀도가 1보다 작은 경우에는 중앙부가 조밀
- 조밀도가 1보다 큰 경우에는 시작/끝이 조밀
- 모드법에서만 사용이 가능

주파수 세트

이름: Cluster

주파수 리스트

방법: 클러스터

하한값: 1 [Cycle]/sec

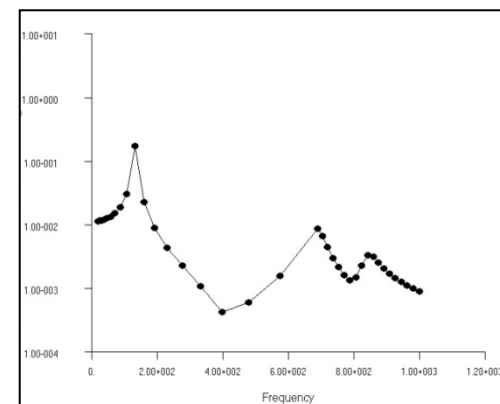
상한값: 10 [Cycle]/sec

보간유형: ☒ 선형 ☐ 로그형

모드들 사이의 포인트: 20

클러스터링 (Bias Factor): 1

추가 수정 삭제



## 개요

## ➤ 주파수응답해석 (직접법)

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Hanger.x\_t

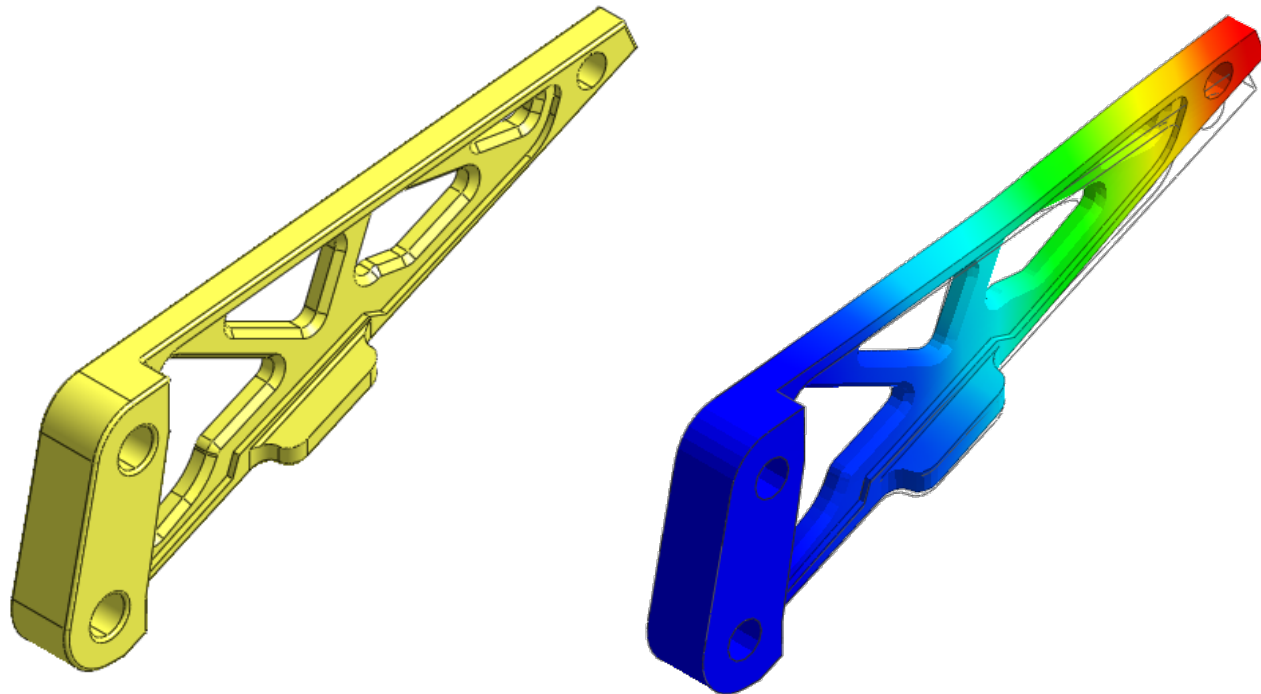
## ➤ 경계조건과 하중조건

- 경계조건(고정구속)
- 주파수의존 하중

## ➤ 결과확인

- 변위
- 결과추출 (엑셀 내보내기)

# Direct Frequency Response - Hanger



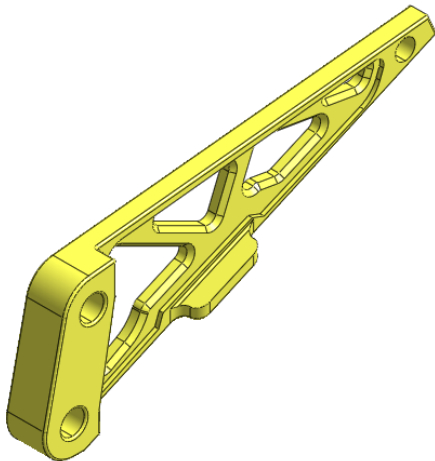
## 따라하기 목적

### ➤ midas NFX를 이용한 기본적인 주파수응답해석 (직접법) 의 수행 및 기능 이해

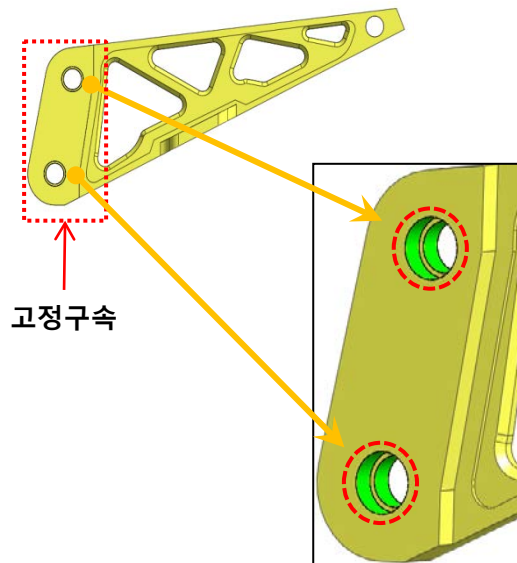
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 단일 파트 모델에서 정적하중을 정의하고 여기에 주파수의존함수를 적용하여 동적하중으로 변환하는 방법을 습득합니다.
- 선형과 불연속형 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

## 해석 개요

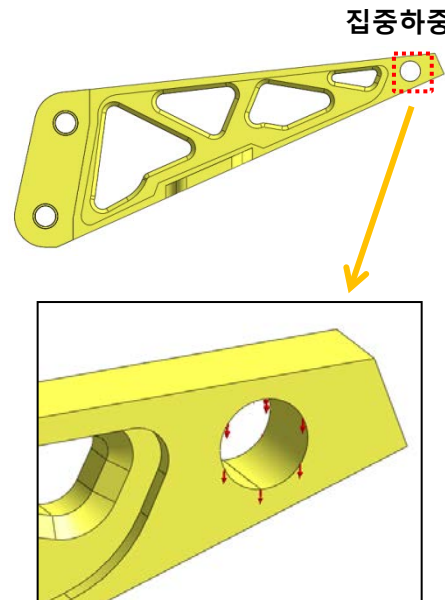
### ➤ 대상 모델



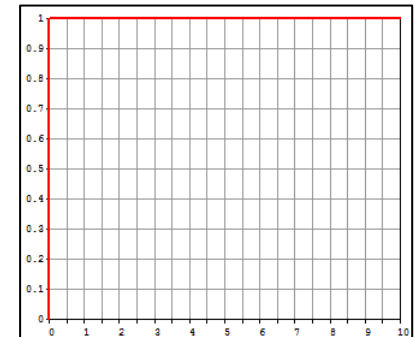
### ➤ 구속조건 (고정구속)



### ➤ 하중조건 (집중하중)





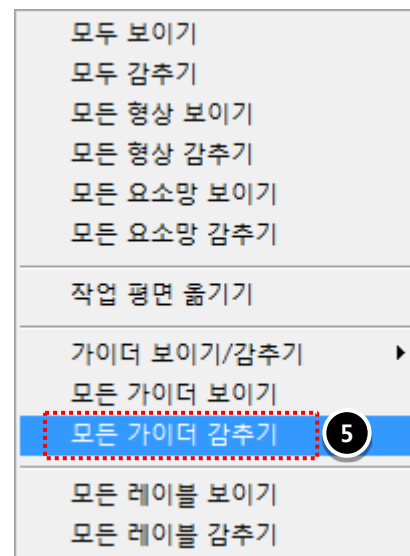
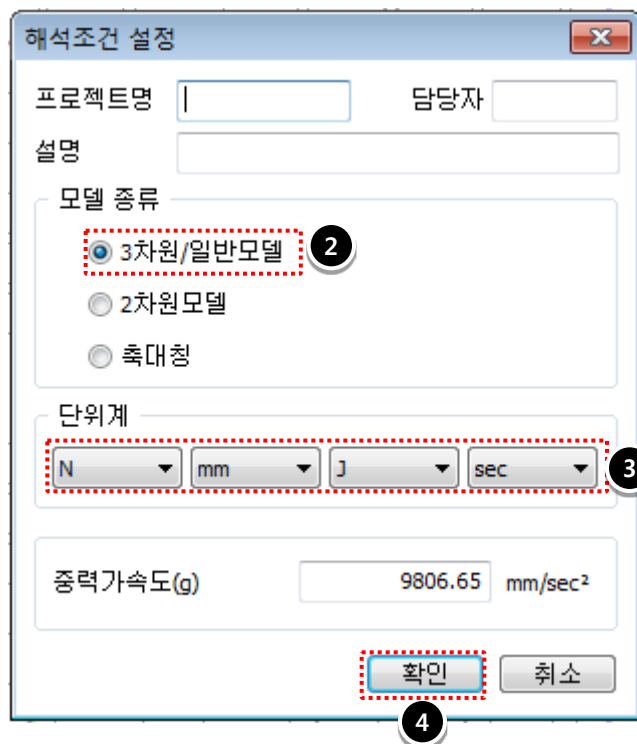
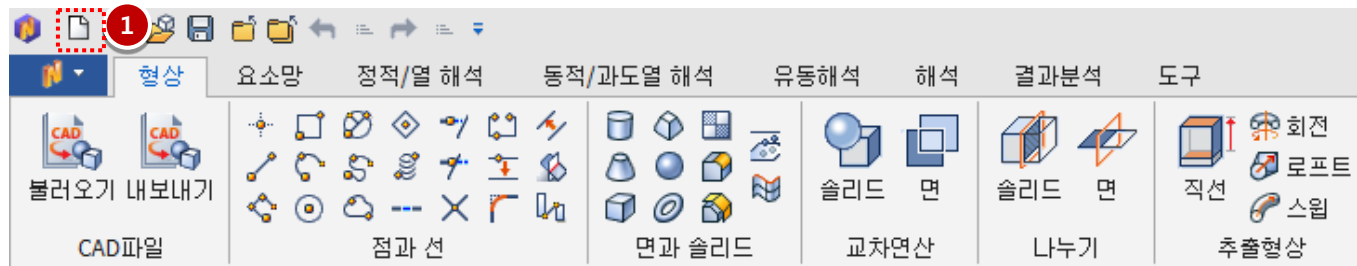
집중하중





주파수 (Hz)	값
0	0
0.001	1
10	1

## 작업순서

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



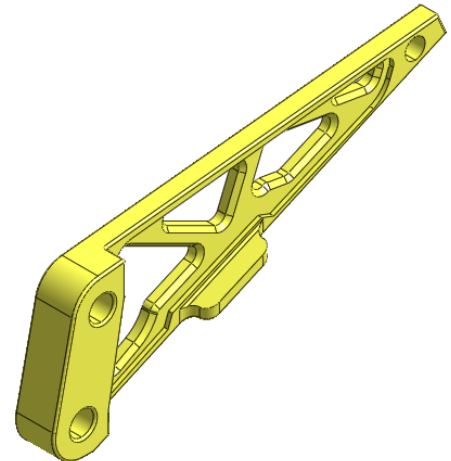
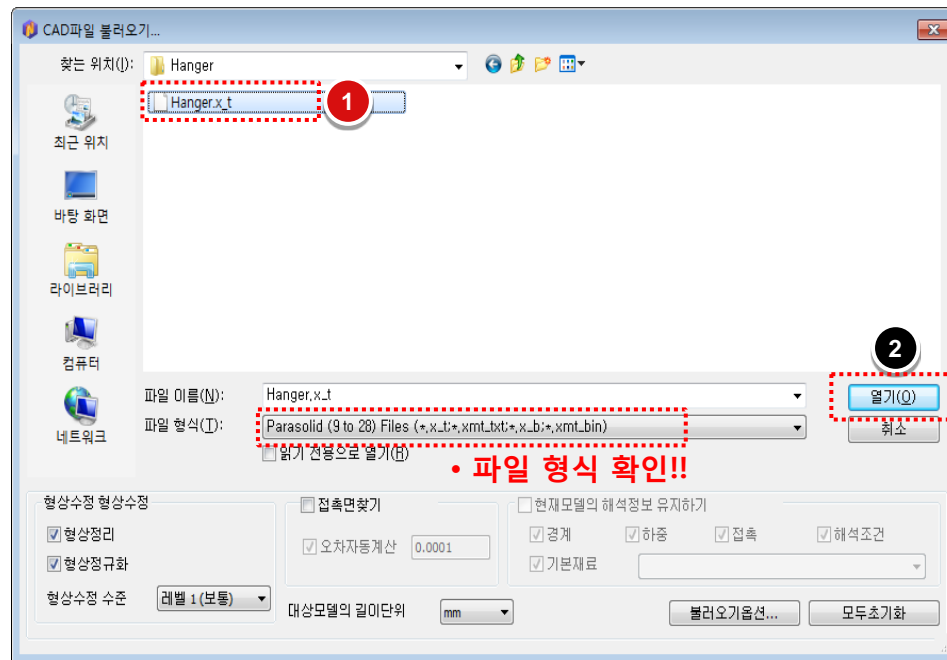
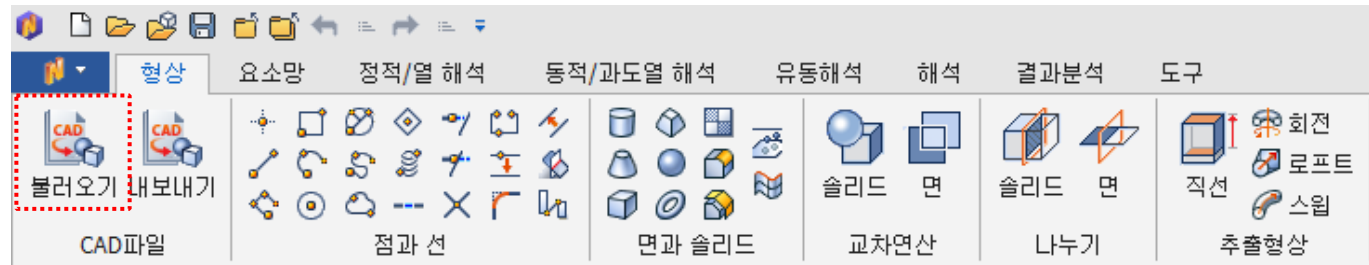
 프로그램을 실행시킨 후 [새로 만들기] 아이콘을 클릭하면 모든 메뉴가 활성화 됩니다.

 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여 집니다.

## 작업순서

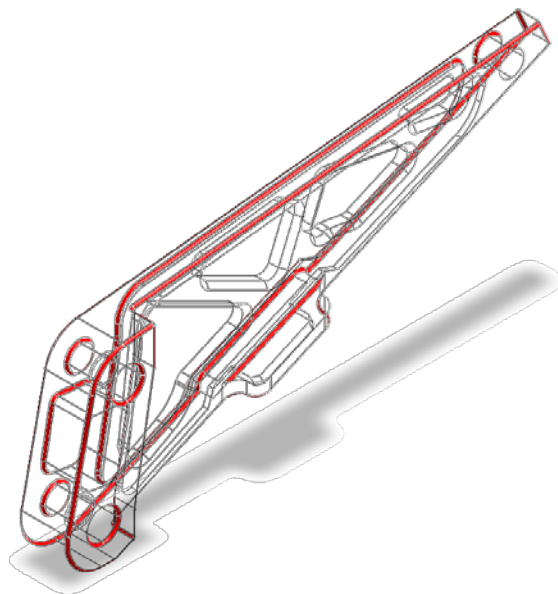
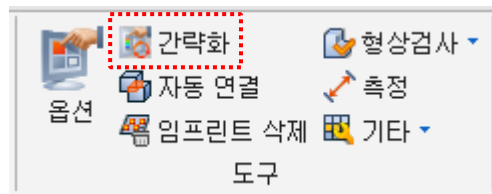
1. 모델 선택: **Hanger.x\_t** 선택
2. [열기] 버튼 클릭.

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

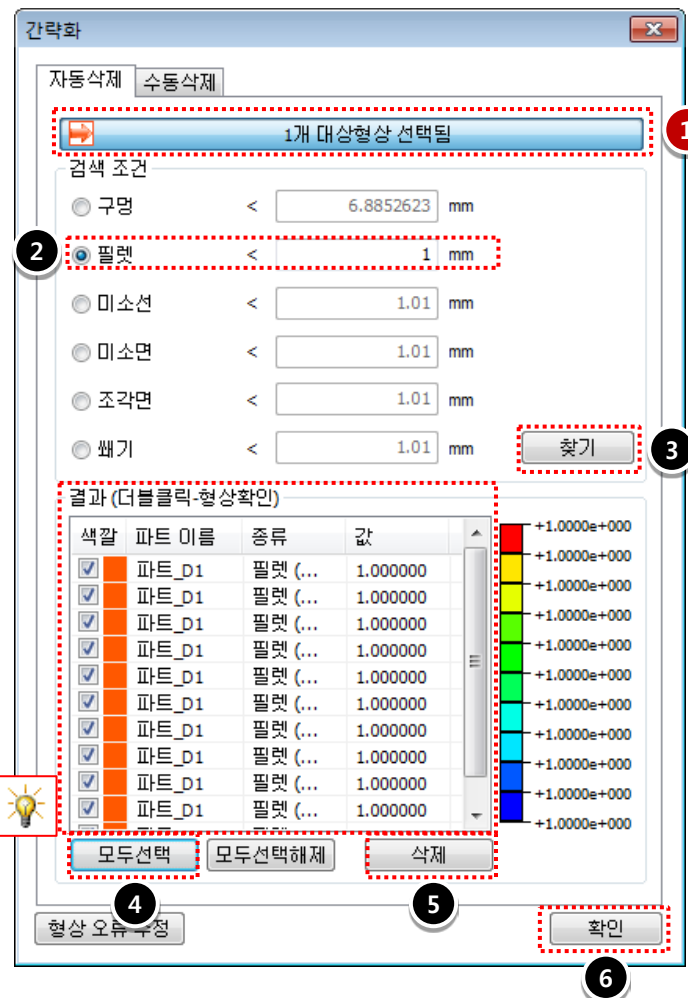


## 작업순서

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

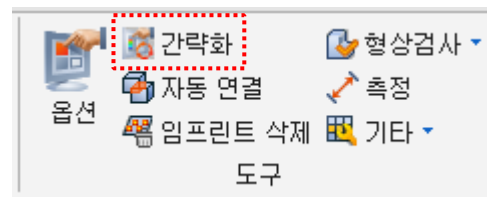
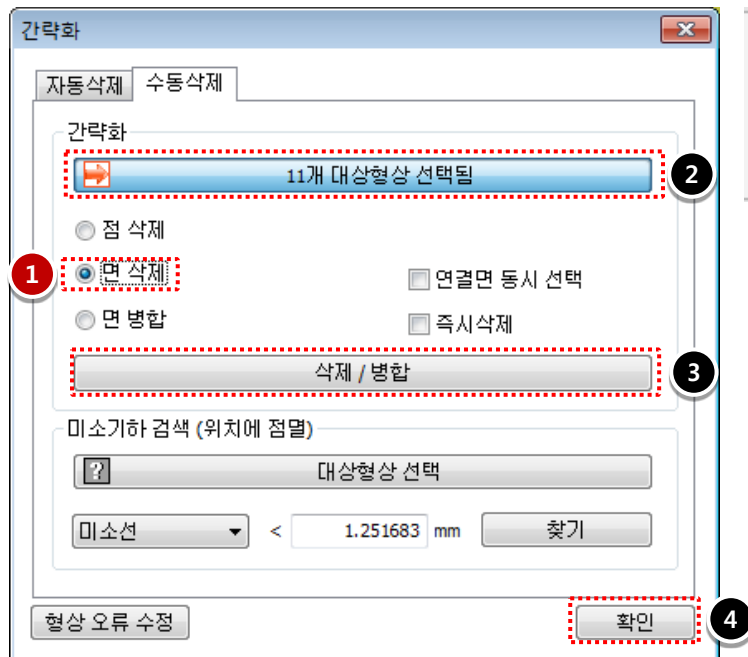


💡 검색된 필렛의 크기에 따라 레전드와 함께 표시됩니다. 결과 리스트에서 항목을 선택하면 작업윈도우의 파트에서 해당 필렛의 위치를 확인할 수 있습니다.

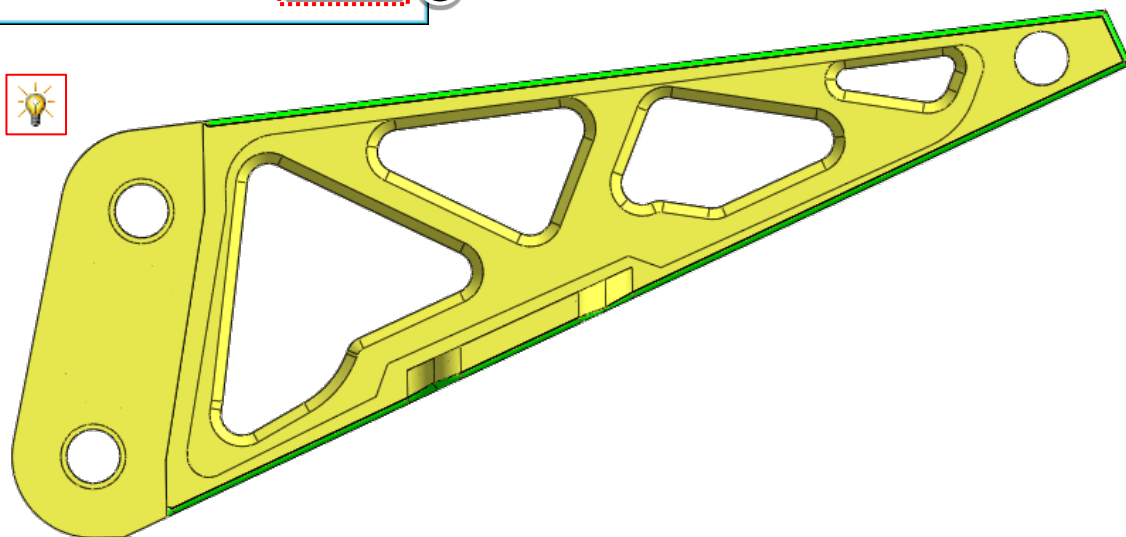


## 작업순서

1. "면 삭제" 선택.
2. 대상선택: 삭제할 필렛 선택.
3. [삭제/병합] 버튼 클릭.
4. [확인] 버튼 클릭.



💡 자동삭제를 통해 검색된 필렛 이외에 사용자가 원하는대로 직접 선택하여 간략화할 수 있습니다. 본 따라하기에서는 자동삭제 단계만으로 진행합니다.



## 작업순서

1. 생성 >> 등방성 클릭

2. 재질입력

번호	2
이름	Steel
탄성계수	2.1e5 (N/mm <sup>2</sup> )
프와송비	0.3
질량밀도	7.9e-6(kg/mm <sup>3</sup> )

3. [확인] 버튼 클릭.

4. [닫기] 버튼 클릭

💡 동해석을 수행하기 위해서는 반드시 질량밀도를 입력해야 합니다.

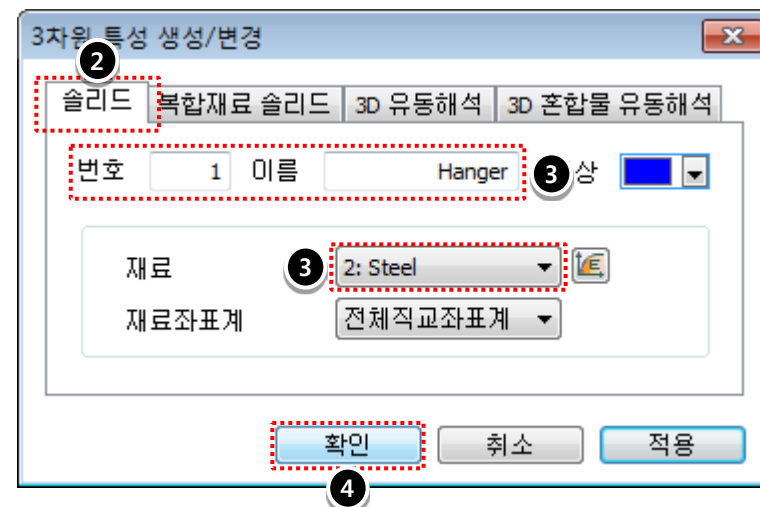
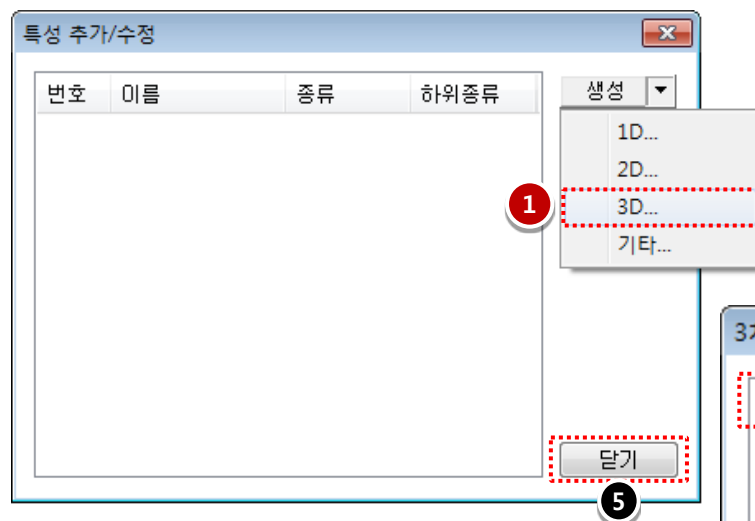
The screenshot shows the '재료' (Material) dialog box in the Midas NFX software. The '재료 추가/수정' (Add/Edit Material) sub-dialog is open, showing a list of materials. A red dashed box with a '1' highlights the '등방성' (Isotropic) option. Another red dashed box with a '2' highlights the material properties input fields, including Young's Modulus (탄성계수), Poisson's Ratio (프와송비), and Density (질량밀도). A red dashed box with a '3' highlights the '확인' (OK) button at the bottom right. A red dashed box with a '4' highlights the '닫기' (Close) button at the bottom left of the sub-dialog.

## 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

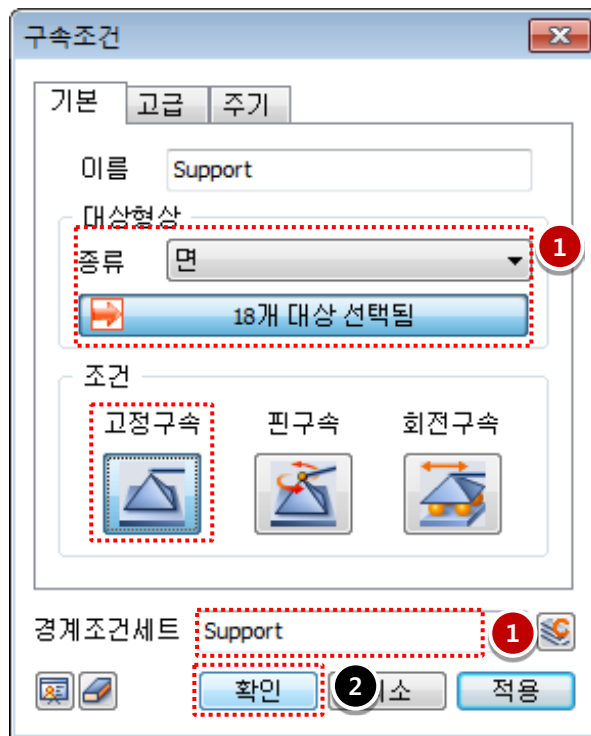
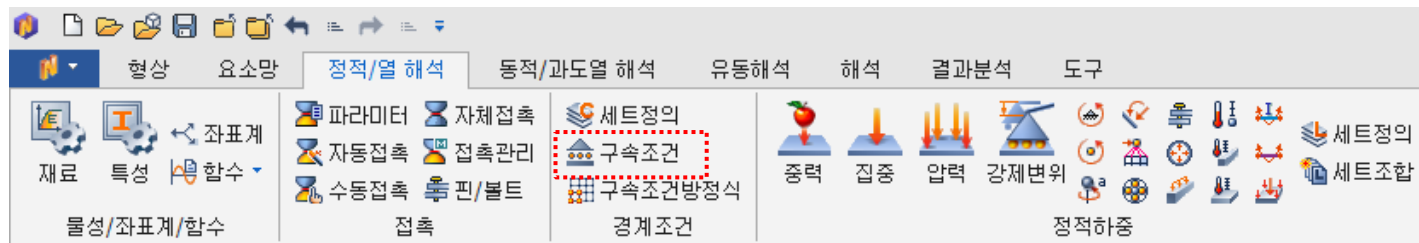


## 작업순서

## 1. 구속조건 입력

경계조건세트	Support
대상종류	면
대상선택	18개 선택(그림참조)
조건	고정구속

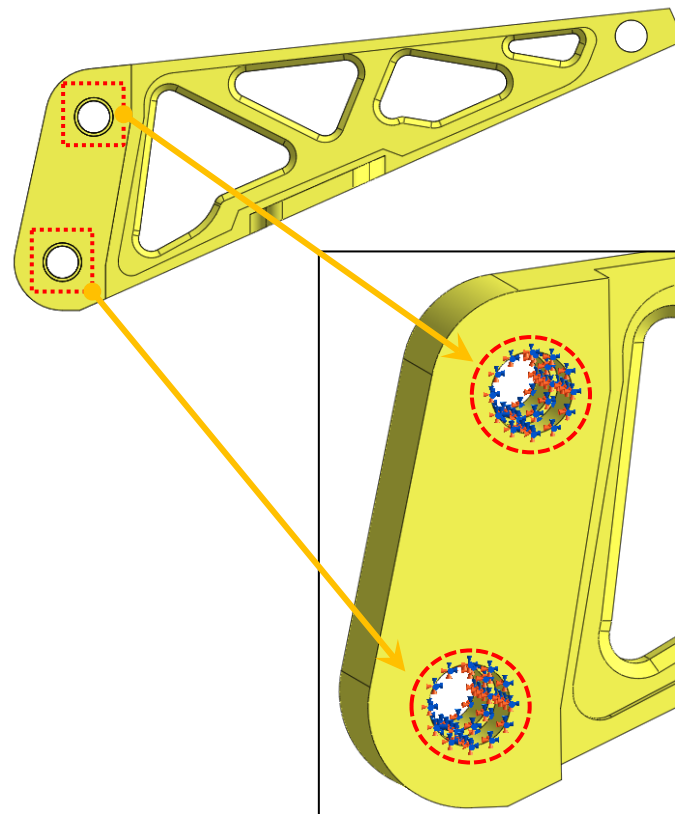
## 2. [확인] 버튼 클릭.



**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.

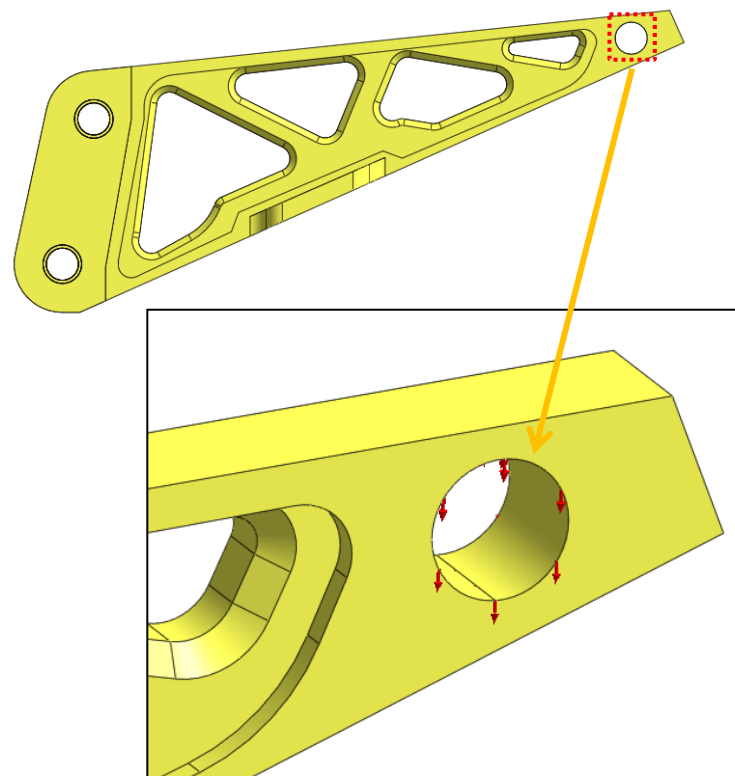
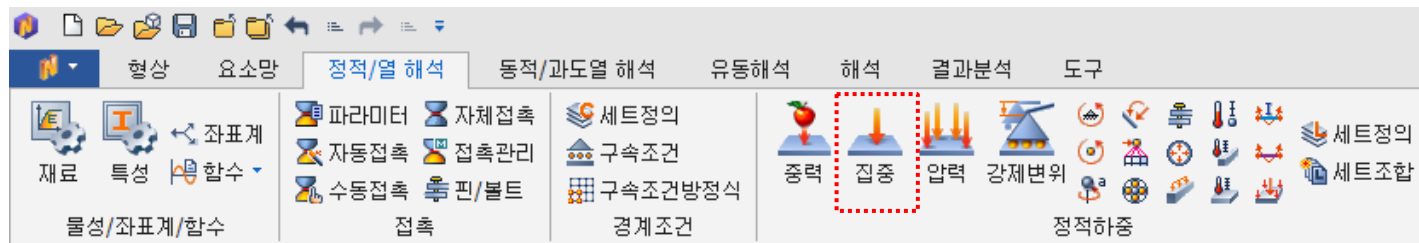


## 작업순서

### 1. 집중하중 입력

하중세트	Force
대상종류	면
하중타입	총합력
대상선택	4개 선택(그림참조)
하중[Z축]	-10000 (N)

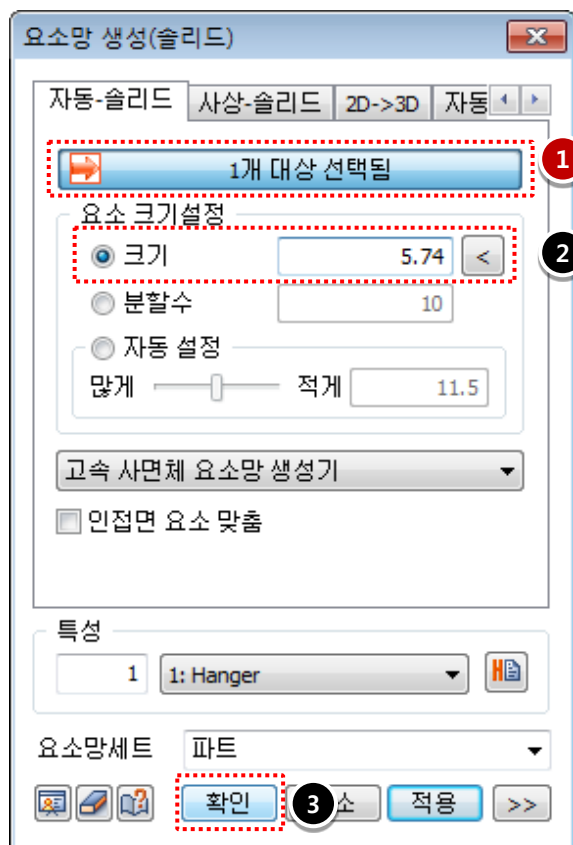
### 2. [확인] 버튼 클릭.



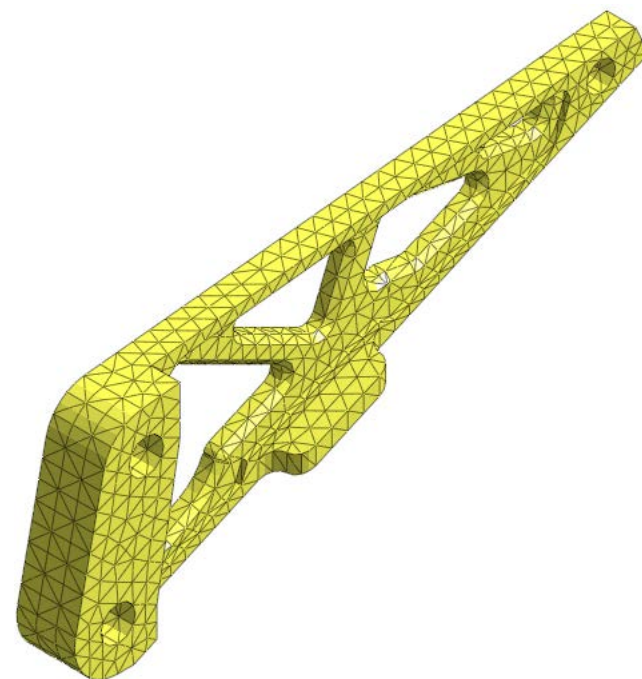
💡 선택한 면의 총합력이 10000N이 되도록 각 절점에 하중이 분배됩니다.

## 작업순서

1. 대상선택: “모델 1개” 선택.
2. 크기: 5.74 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.



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

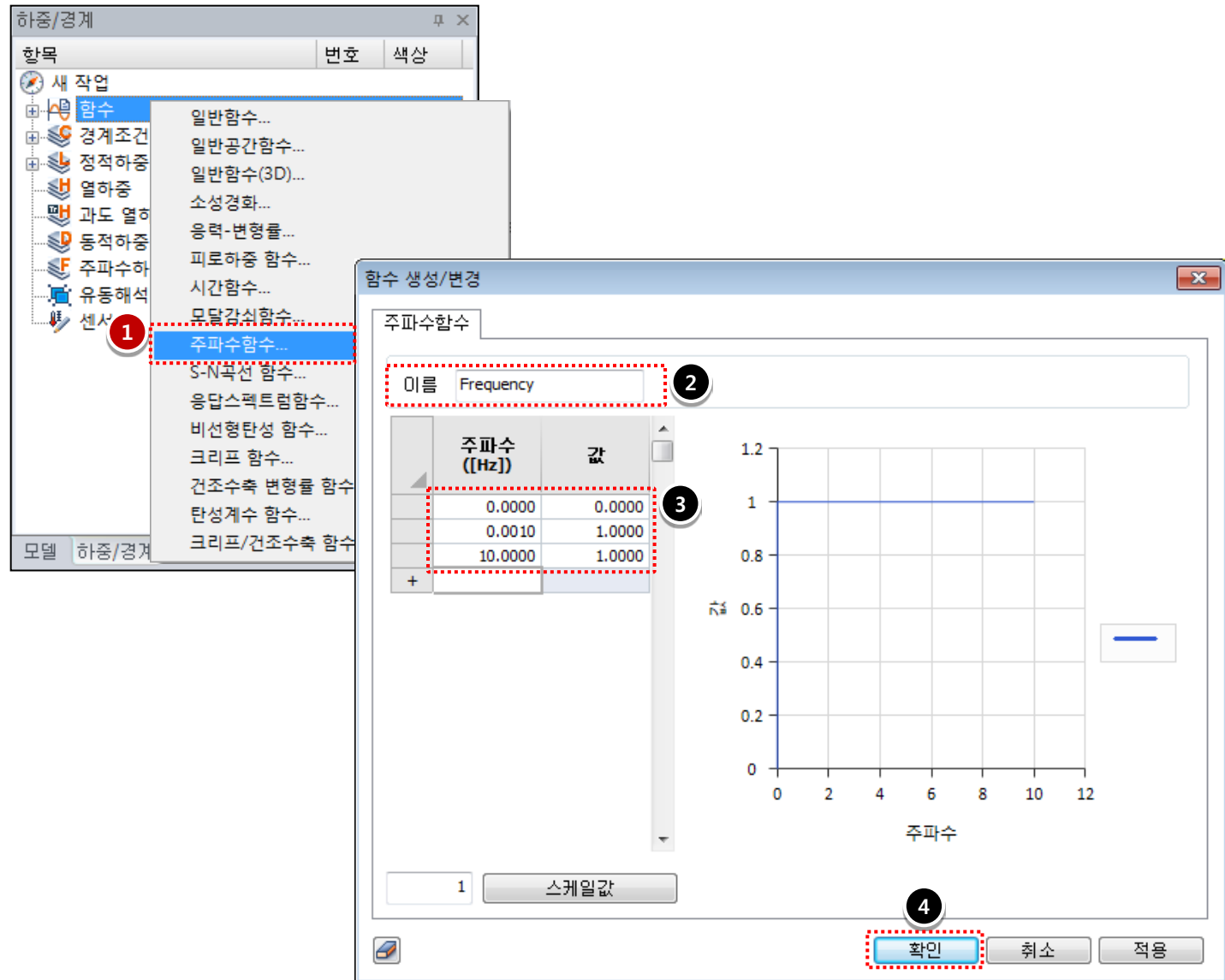


## 작업순서

1. 모델 작업트리의 **함수** 선택 후, 마우스 오른쪽 버튼 클릭 >> **주파수함수** 선택
2. 이름: "Frequency" 입력.
3. 함수 입력.

	주파수	값
1	0	0
2	0.001	1
3	10	1

4. [확인] 버튼 클릭.



하중/경계

함수

번호

색상

새 작업

함수

경계조건

정적하중

열하중

과도 열하중

동적하중

주파수하중

유동해석

센서

일반함수...

일반공간함수...

일반함수(3D)...

소성경화...

응력-변형률...

피로하중 함수...

시간함수...

모달감쇠함수...

주파수함수...

S-N곡선 함수...

응답스펙트럼함수...

비선형탄성 함수...

크리프 함수...

건조수축 변형률 함수...

탄성계수 함수...

크리프/건조수축 함수...

모델 하중/경계

함수 생성/변경

주파수함수

이름 Frequency

주파수 (Hz)

값

0.0000	0.0000
0.0010	1.0000
10.0000	1.0000

스케일값

확인

취소

적용

주파수

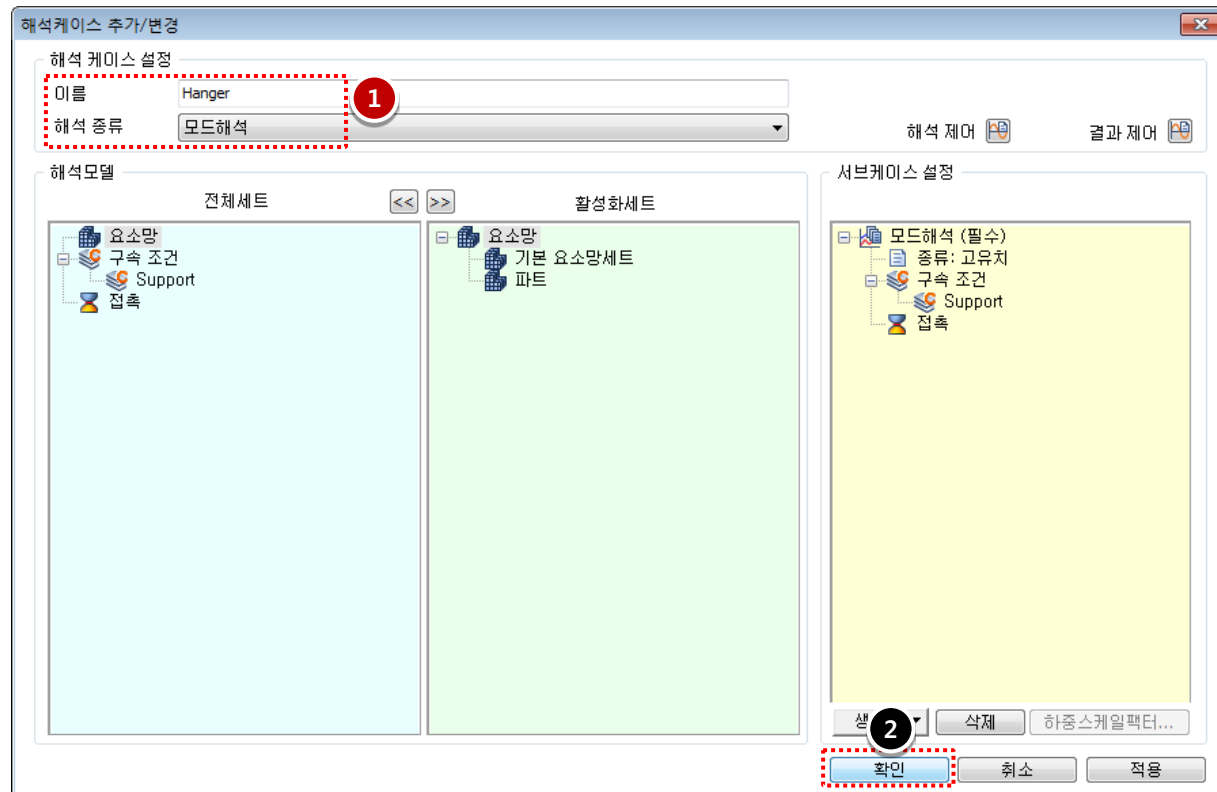
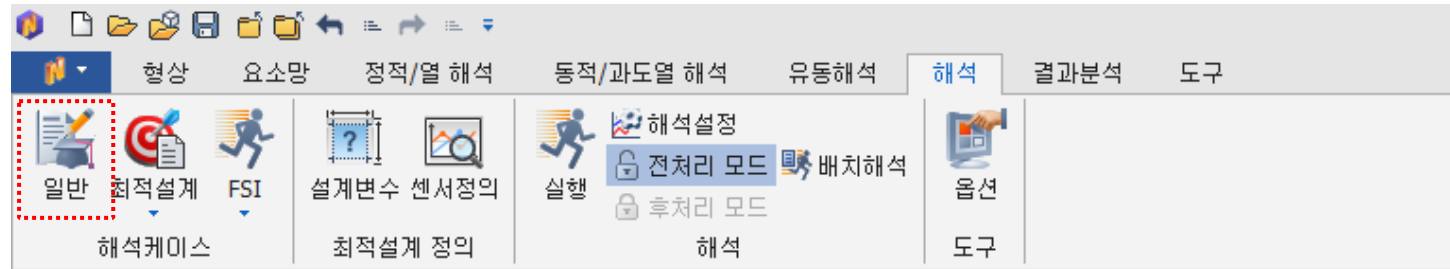
값

## 작업순서

1. 이름: “Hanger” 입력.

해석 종류: [모드해석] 선택.

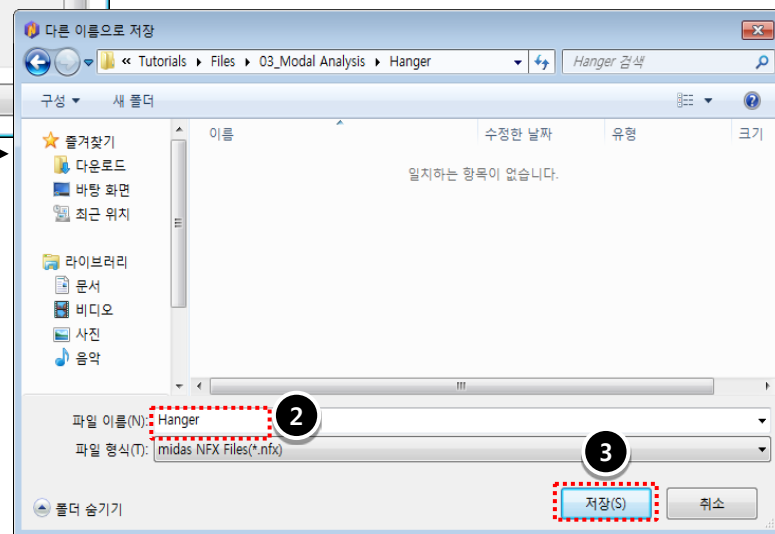
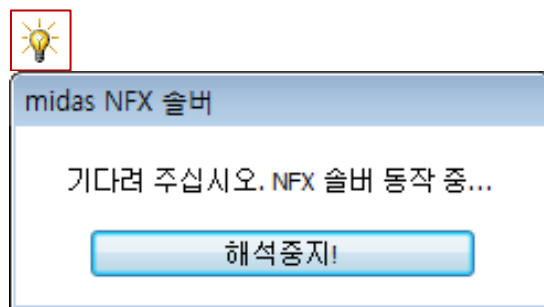
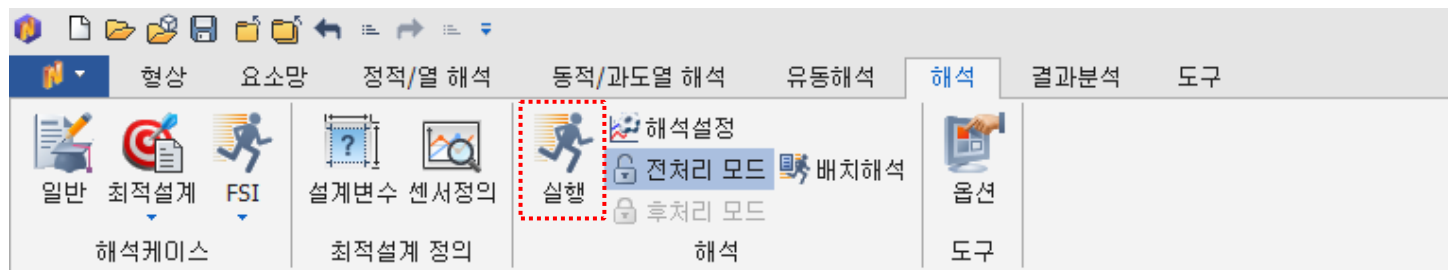
2. [확인] 버튼 클릭.



💡 기본적으로 현재 작업된 요소망세트, 경계조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.


## 작업순서

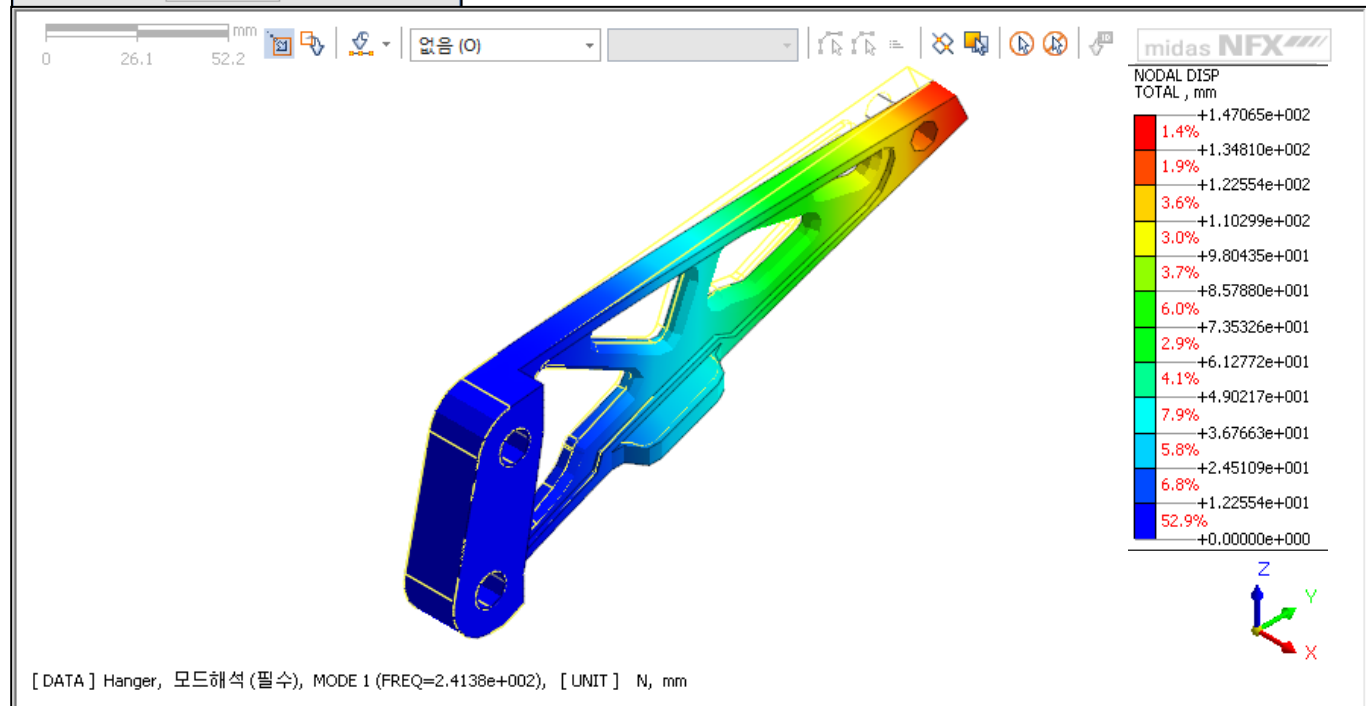
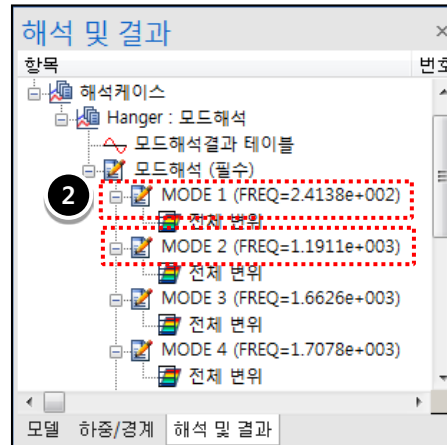
1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른 이름으로 저장:  
"Hanger" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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

## 작업순서

1. [  ] (등각보기1) 클릭..
2. 해석 및 결과 작업트리에서  
**MODE 1 주파수 241 (cycle/sec),**  
**MODE2의 주파수 1191 (cycle/sec)**  
**등 MODE별 주파수 확인.**



💡 모드해석에서의 변위값은 실제값이 아니므로, 각 차수에 따른 고유진동수와 모드형상만을 검토하면 됩니다.

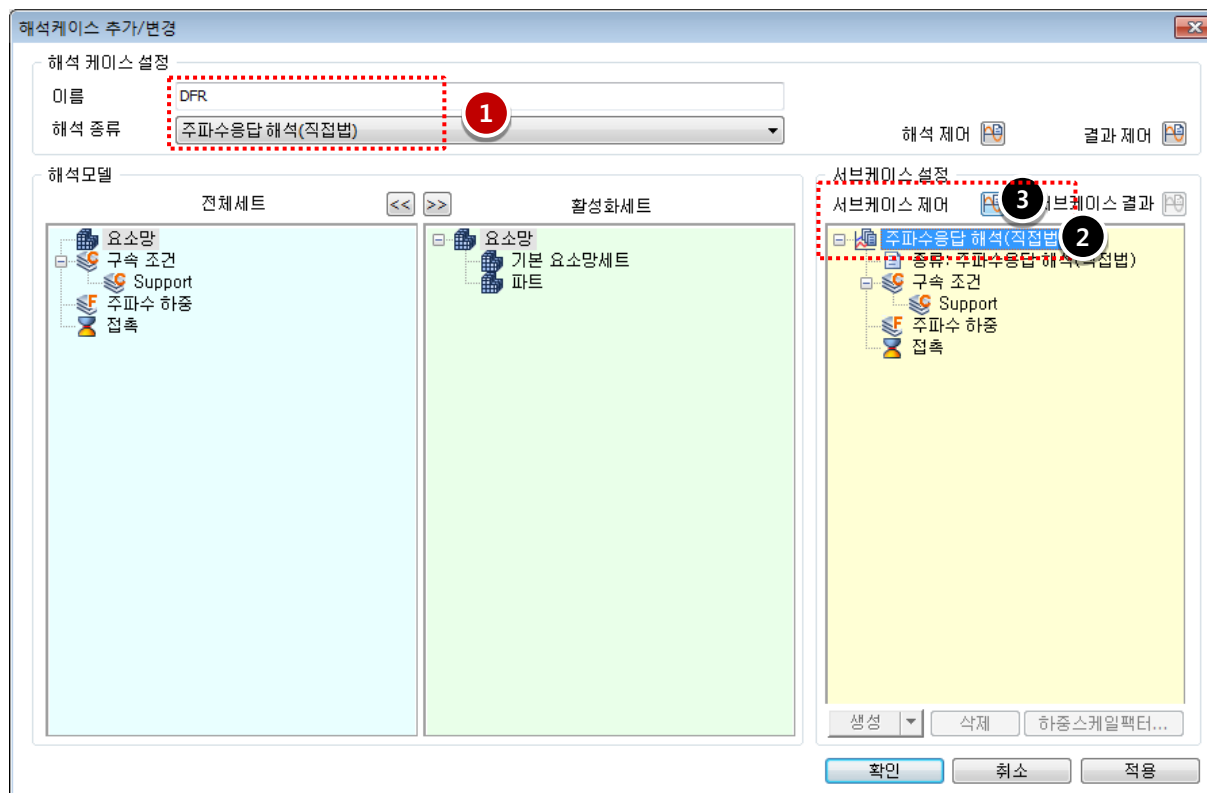
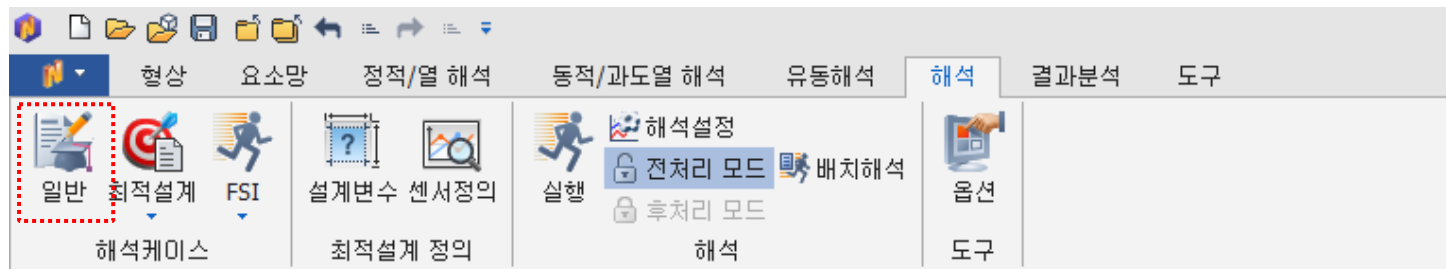
## 작업순서

### 1. 해석케이스 설정

이름	DFR
해석 종류	주파수응답해석(직접법)

### 2. 서브케이스 설정의 주파수응답 해석 (직접법) 클릭.

### 3. [ ] (서브케이스 제어) 버튼 클릭.



## 작업순서

### 1. [동적 해석] 탭의 [주파수세트 정의] 버튼 클릭.

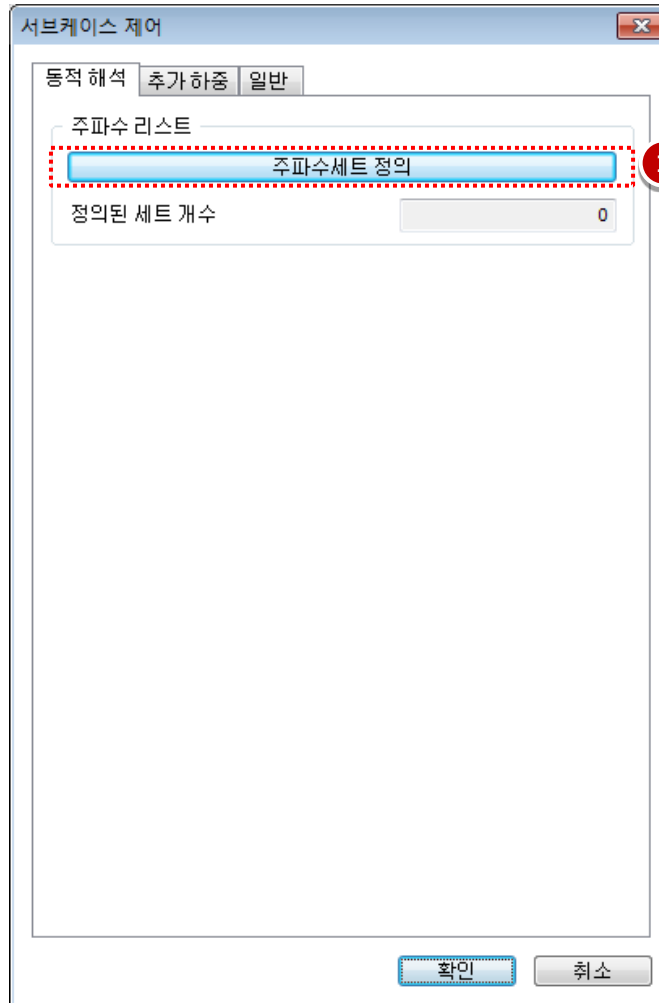
버튼 클릭.

### 2. 주파수세트 정의

이름	FREQ1
방법	선형
최초진동수	0 (Cycle/sec)
진동수 증분	200 (Cycle/sec)
증분개수	50

### 3. [추가] 버튼 클릭.

💡 대상 주파수 범위 내에서 일정한 간격으로 값을 출력합니다.  
고유진동수 범위 내에서 값이 무시될 수 있기 때문에 기본 방법으로 사용하고 추가적인 방법을 적용하는 것이 좋습니다.



서브케이스 제어

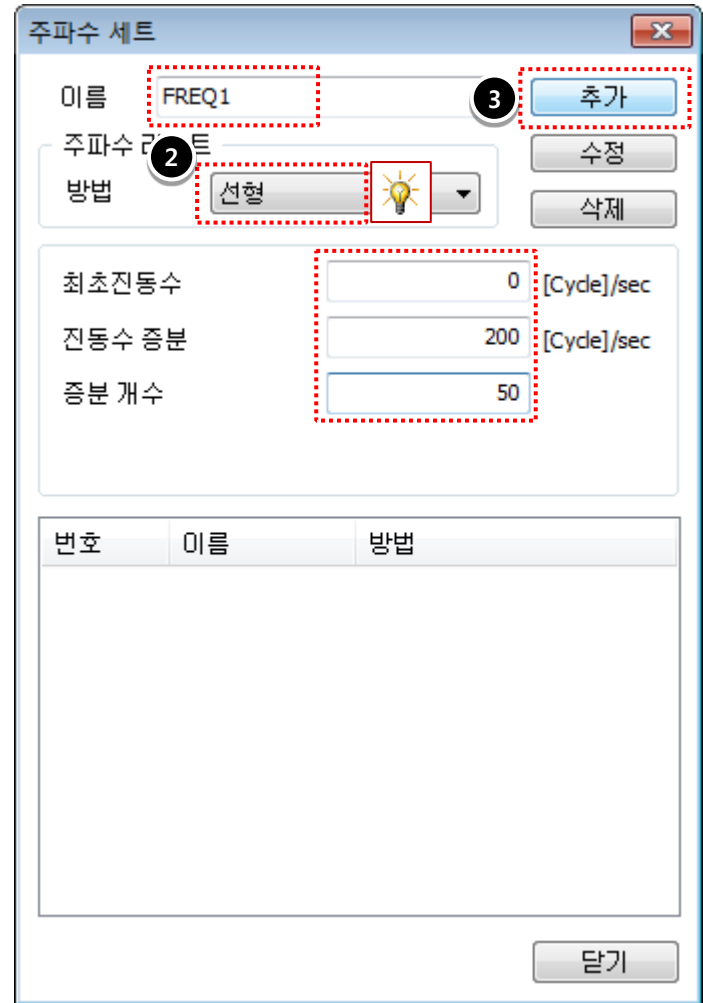
동적 해석 | 추가 | 하중 | 일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 0

확인 취소



주파수 세트

이름 FREQ1

주파수 리스트

방법 선형

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 200 [Cycle]/sec

증분 개수 50

추가 수정 삭제

번호	이름	방법
----	----	----

닫기

## 작업순서


### 1. 주파수세트 정의


모드해석 결과인 모드별 주파수 입력

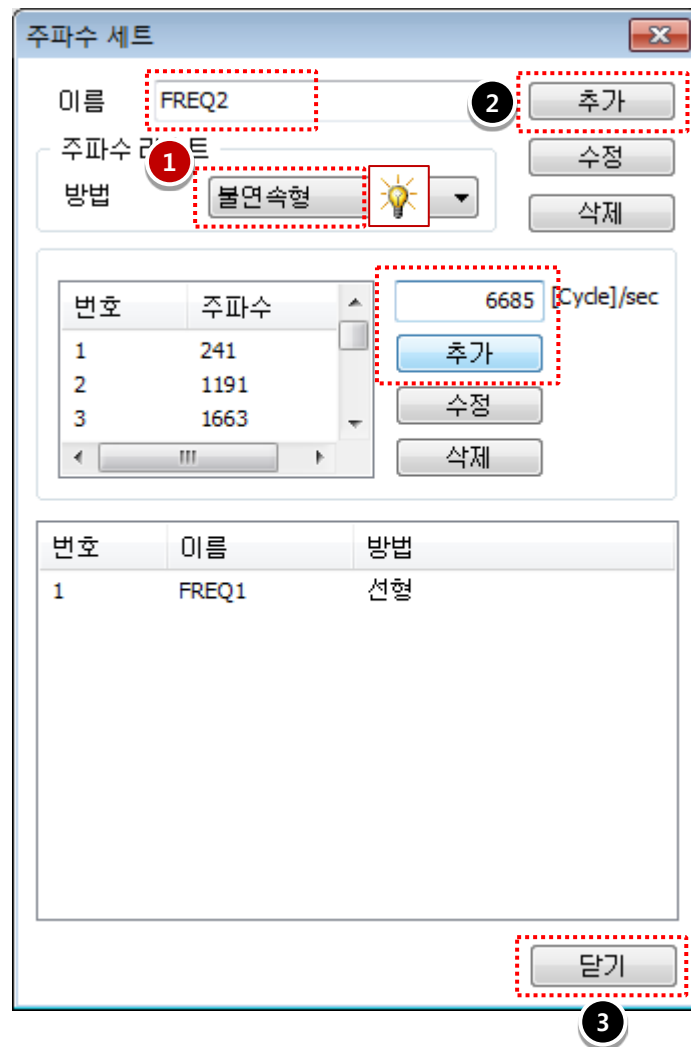
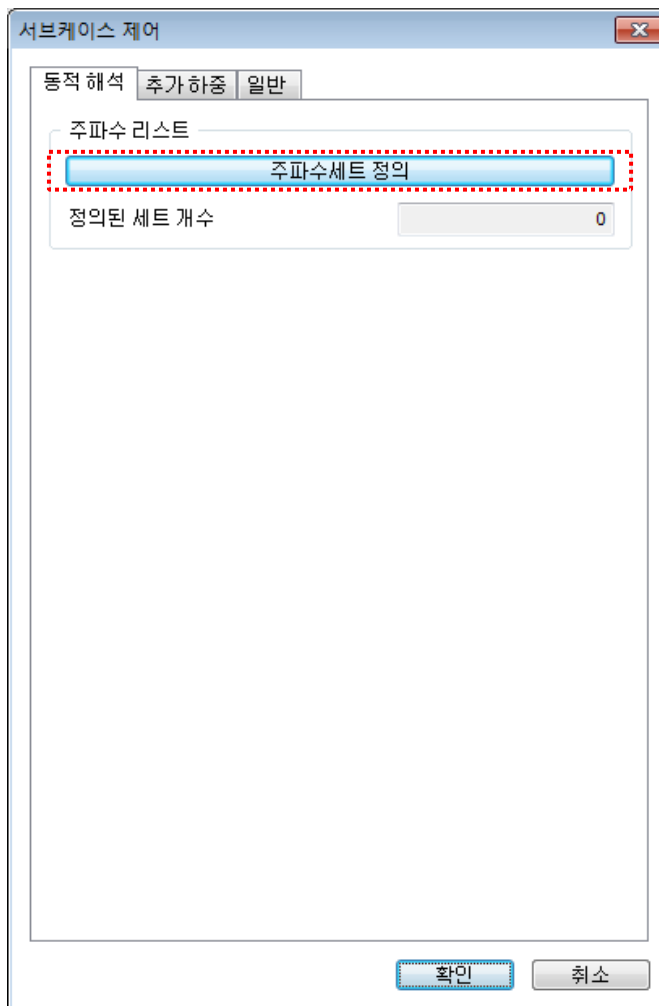
이름	FREQ2
방법	불연속형
주파수	241, 1191, 1663, 1708, 3369, 4125, 4520, 5760, 6147, 6686 (Cycle/sec)

2. [추가] 버튼 클릭.

3. [닫기] 버튼 클릭.

 출력할 주파수를 직접 입력합니다.

 모드해석 따라하기의 결과를 토대로 고유진동수를 각각 입력한 후, [추가] 버튼을 클릭합니다.

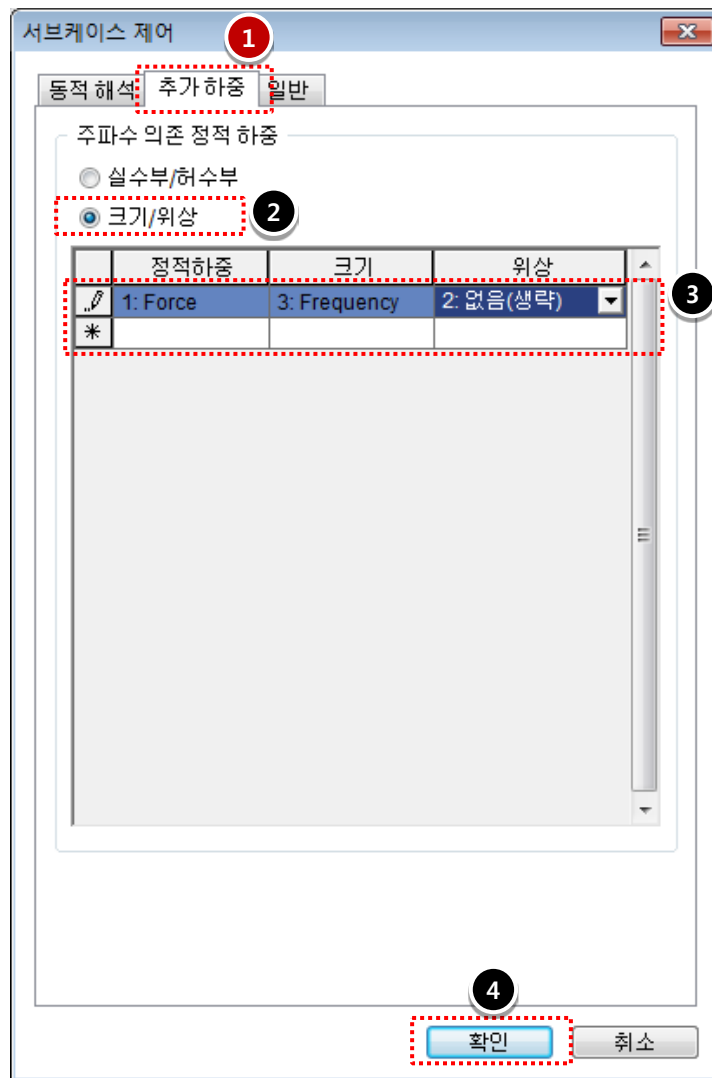


## 작업순서

1. [추가하중] 탭 클릭.
2. 크기/위상 선택.
3. 주파수 의존 정적하중 정의

정적하중	1: Force
크기	3: Frequency
위상	2: 없음(생략)

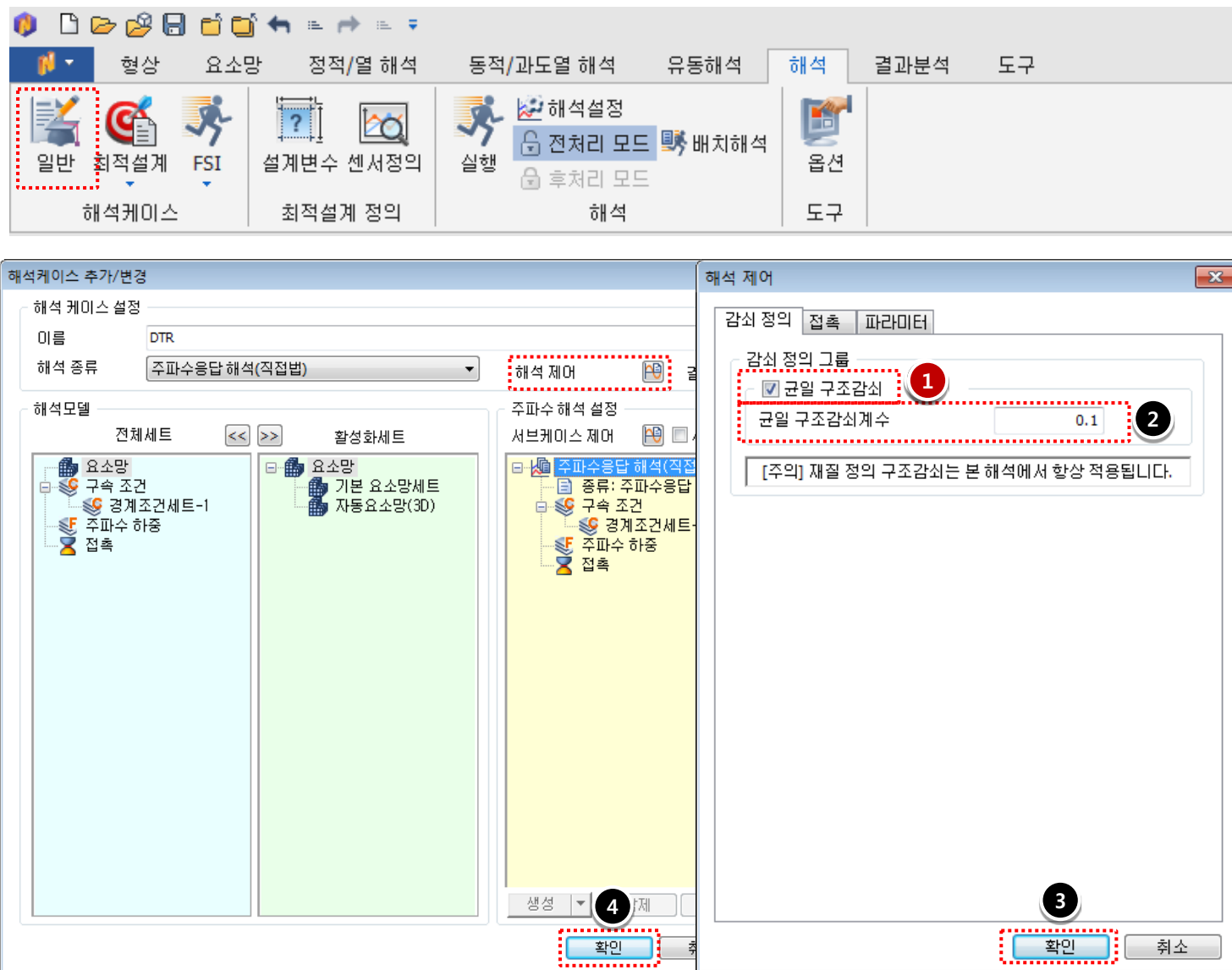
4. [확인] 버튼 클릭.



## 작업순서

1. [감쇠 정의] 탭의 [균일 구조감쇠]에 체크.
2. 균일 구조 감쇠계수: "0.1" 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.
4. [확인] 버튼 클릭.

💡 감쇠계수는 감쇠비의 2배를 사용합니다. 즉, 감쇠비는 0.05 입니다.



The screenshot shows the '해석 제어' (Analysis Control) window in Midas NFX. The '감쇠 정의' (Damping Definition) tab is selected. Under '감쇠 정의 그룹' (Damping Definition Group), the '균일 구조감쇠' (Uniform Structural Damping) checkbox is checked (marked with a red circle and '1'). The '균일 구조감쇠계수' (Uniform Structural Damping Coefficient) is set to 0.1 (marked with a red circle and '2'). At the bottom right, the '확인' (Confirm) button is highlighted (marked with a red circle and '3'). In the background, the '해석 케이스 추가/변경' (Add/Change Analysis Case) window is visible, showing the '해석 제어' (Analysis Control) tab selected (marked with a red circle and '4').

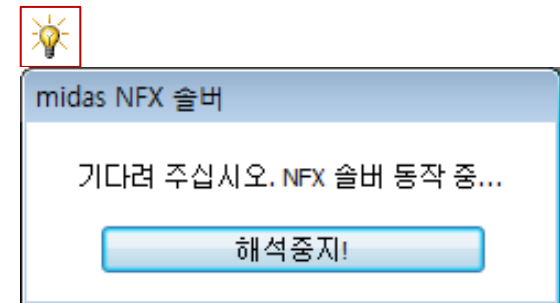
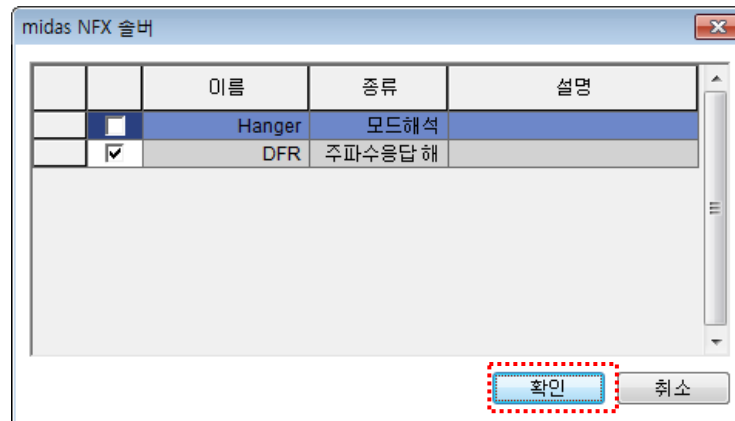
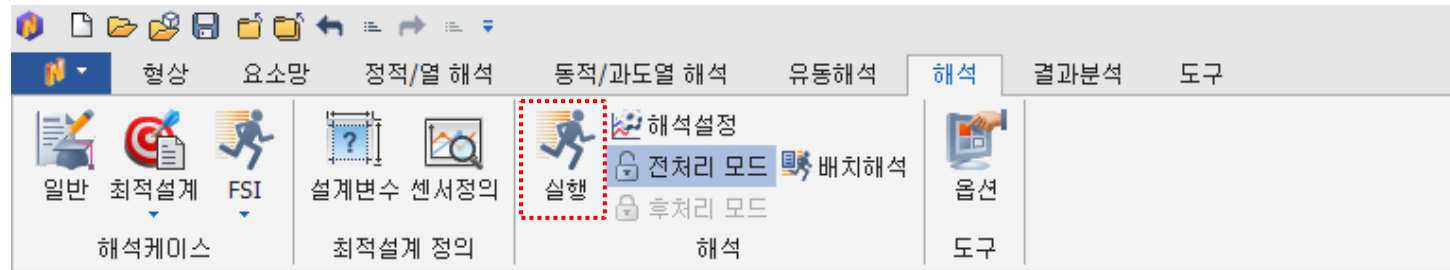
## 작업순서

1. 주파수 응답 해석에만 체크 되어 있음을 확인.
2. [확인] 버튼 클릭.


💡 이미 해석을 수행하여 결과가 존재하는 해석케이스는 자동으로 체크가 해제되어 있습니다.

체크되어 있는 해석케이스에 한하여 해석이 수행됩니다.

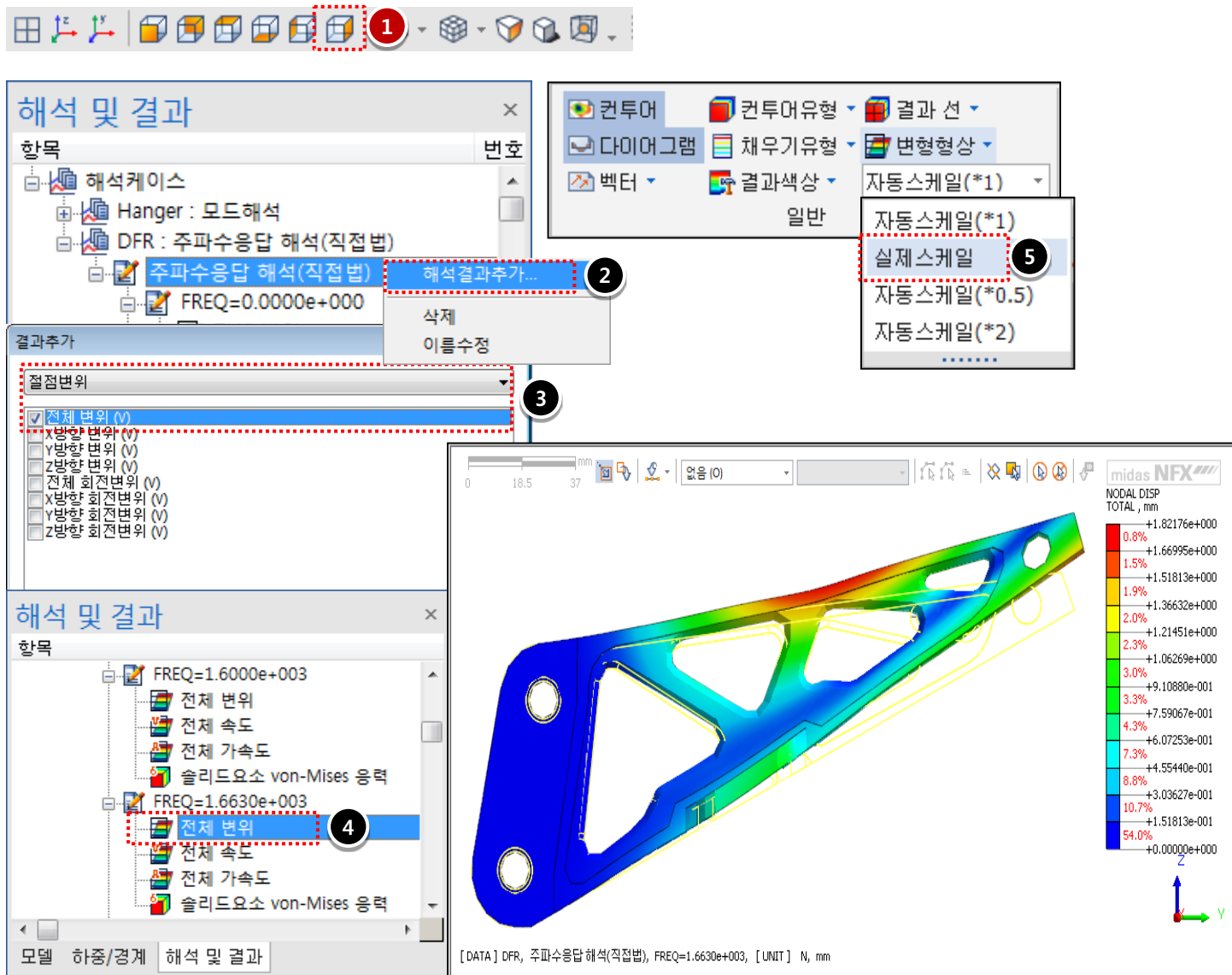
💡 해석을 실행하면 midas NFX 솔버가 작동됩니다. **[해석중지!]** 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



## 작업순서

1. [  ] (우측면) 클릭.
2. “주파수응답해석 케이스” 선택 후  
“해석결과추가...” 버튼 클릭
3. 결과추가 항목 중 “절점변위” 선택 후  
“전체 변위” 선택
4. 해석 및 결과 작업트리에서  
FREQ=1.6800e+003 >> 전체 변위  
더블 클릭 (마지막 항목).
5. 결과분석 >> 일반 >>  
>> 실제스케일 선택.

💡 불연속형으로 정의한 주파수의 결과를 확인합니다.






The screenshot illustrates the steps for adding and analyzing results in midas NFX:

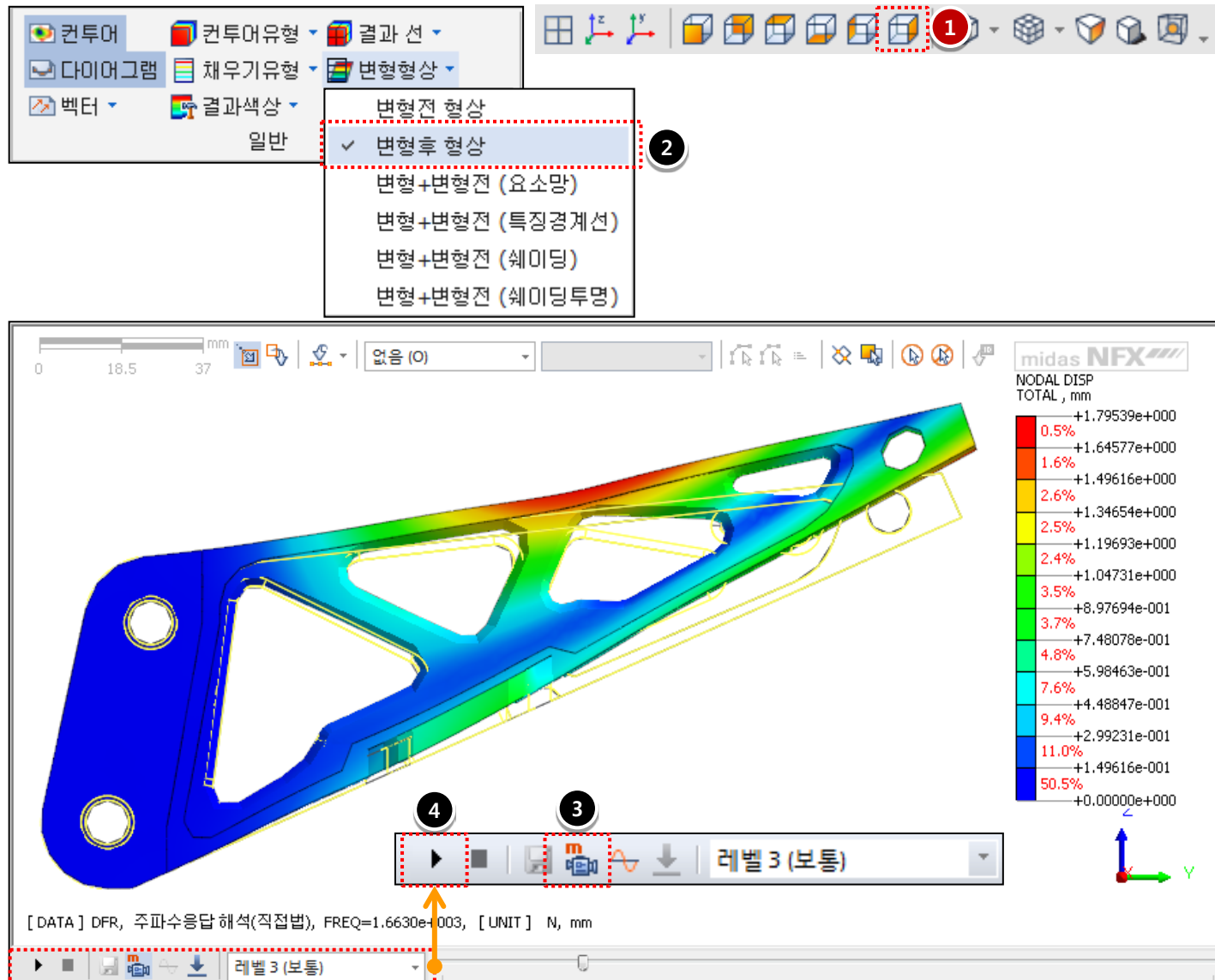
- Step 1:** The '해석 및 결과' (Analysis and Results) tree shows the 'DFR : 주파수응답 해석(직접법)' (Direct Frequency Response Analysis) case. The '주파수응답 해석(직접법)' (Direct Frequency Response Analysis) is selected.
- Step 2:** The '결과추가' (Add Results) dialog is open, showing the '절점변위' (Nodal Displacement) category. The '전체 변위 (V)' (Total Displacement) is selected.
- Step 3:** The '결과추가' (Add Results) dialog is open, showing the '절점변위' (Nodal Displacement) category. The '전체 변위 (V)' (Total Displacement) is selected.
- Step 4:** The '해석 및 결과' (Analysis and Results) tree shows the 'FREQ=1.6630e+003' case. The '전체 변위' (Total Displacement) is selected.
- Step 5:** The '결과분석' (Result Analysis) dialog is open, showing the '실제스케일' (Actual Scale) option.


The 3D model of the hanger structure is displayed with a color-coded displacement scale. The scale ranges from 0.0% (blue) to 54.0% (red). The maximum displacement is +1.82176e+000 mm. The minimum displacement is +0.00000e+000 mm.

[DATA] DFR, 주파수응답 해석(직접법), FREQ=1.6630e+003, [UNIT] N, mm

## 작업순서

1. [  ] (우측면) 클릭.
2. 결과분석 >> 일반 >> 변형형상  
>> 변형후 형상 선택.
3. [  ] (멀티-스텝 애니메이션 녹화)  
버튼 클릭.
4. [  ] 재생 버튼 클릭.



💡 멀티-스텝 애니메이션 녹화를 이용하면 스텝별 결과를 애니메이션으로 확인할 수 있습니다. (자동으로 전체 스텝 결과에 체크되어 있습니다.) 애니메이션 결과 확인이 끝나면 [  ] 버튼을 클릭하여 애니메이션 재생을 종료해 주어야 합니다. 이는 다른 후처리 작업 시 발생할 수 있는 조작의 불편함을 최소화하기 위한 작업입니다.

## 작업순서

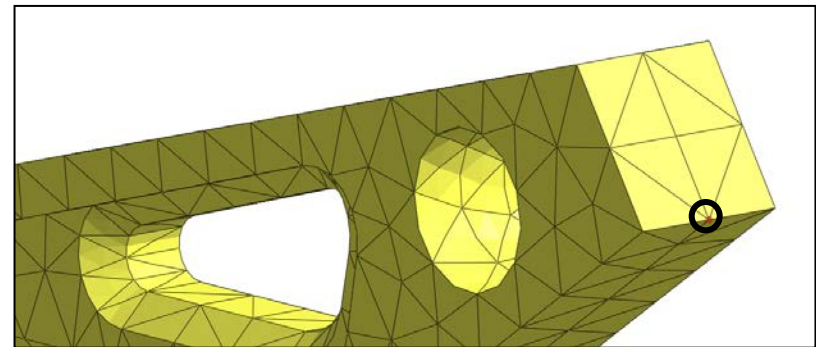
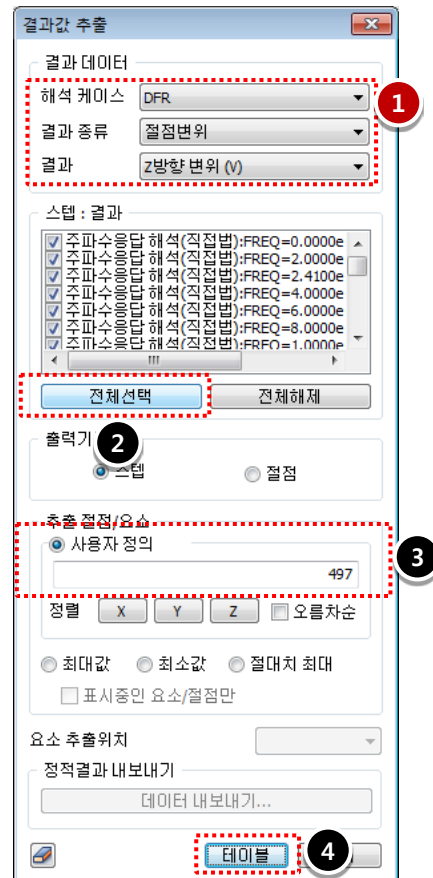
### 1. 결과 데이터 정의

해석 세트	DFR
결과 종류	상대변위
결과	Z방향 변위 (V)

### 2. [전체 선택] 클릭.

### 3. 사용자정의: 그림을 참고하여 선택.

### 4. [테이블] 버튼 클릭.



## 작업순서

1. 마우스 오른쪽 클릭하여 [그래프 보기] 선택.

2. 그래프 옵션 설정

X축	스텝 값
Y축	선택한 절점

3. [미리보기] 버튼 클릭.

💡 MS EXCEL을 이용하여 추가작업이 필요한 경우에는 [엑셀 내보내기]를 선택하면 테이블 결과가 엑셀로 출력됩니다.

번호	스텝	스텝 값	절점: 497 (mm)
1	주파수응답 해석(직접법):FREQ=0.0000e+000	0.000000e+000	0.000000e+000
2	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.0000e+002	2.000000e+002	1.836396e+000
3	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.4100e+002	2.410000e+002	1.842574e+000
4	주파수응답 해석(직접법):FREQ=4.0000e+002	4.000000e+002	1.901951e+000
5	주파수응답 해석(직접법):FREQ=6.0000e+002	6.000000e+002	2.048109e+000
6	주파수응답 해석(직접법):FREQ=8.0000e+002	8.000000e+002	2.298243e+000
7	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+003	1.000000e+003	2.745255e+000
8	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.1910e+003	1.191000e+003	3.464188e+000
9	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.2000e+003	1.200000e+003	3.477405e+000
10	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.4000e+003	1.400000e+003	5.312996e+000
11	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.6000e+003	1.600000e+003	1.281231e+001
12	주파수		
13	주파수		
14	주파수		
15	주파수		
16	주파수		
17	주파수		
18	주파수		
19	주파수		
20	주파수		
21	주파수		
22	주파수		
23	주파수		
24	주파수		
25	주파수		
26	주파수		
27	주파수		
28	주파수		
29	주파수		
30	주파수		
31	주파수		
32	주파수		
33	주파수		

✓ 뷰탭에 도킹

열 순서 초기화

복사

붙여넣기

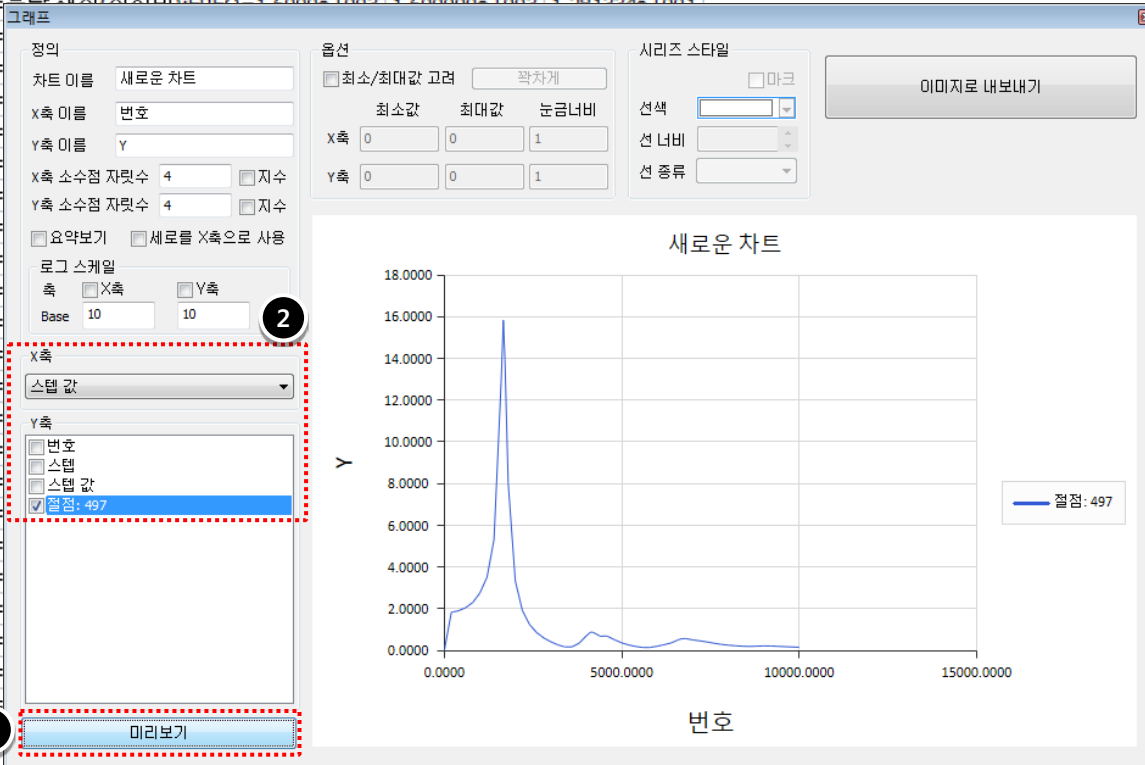
찾기...

정렬...

형식...

그래프 보기...

엑셀로 내보내기...



## 개요

## ➤ 주파수응답해석 (직접법)

- 단위 : N, mm
- 모델: Steel Frame.nfx

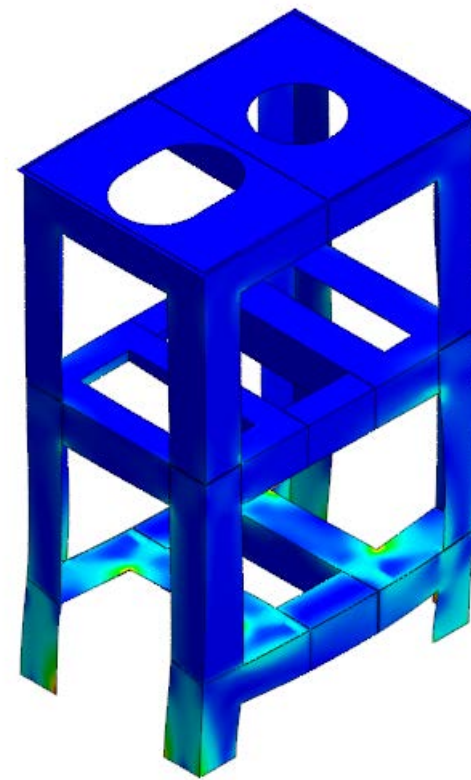
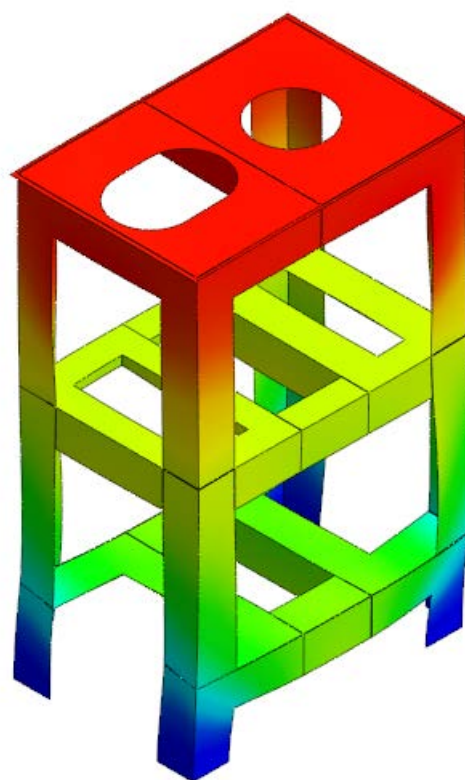
## ➤ 경계조건과 하중조건

- 고정구속
- 주파수의존 하중

## ➤ 결과확인

- 모드해석결과 테이블
- 결과추출 (그래프 출력)

# Direct Frequency Response - Steel Frame



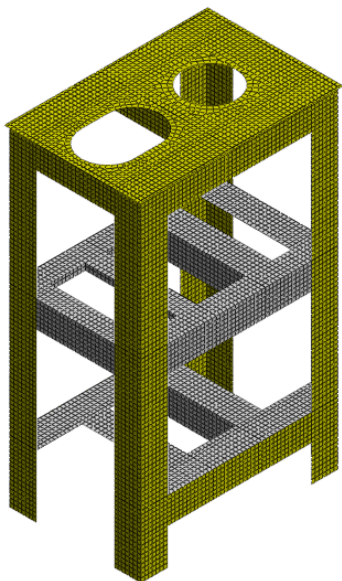
## 따라하기 목적

### ➤ midas NFX를 이용한 기본적인 주파수응답해석 (직접법) 의 수행 및 기능 이해

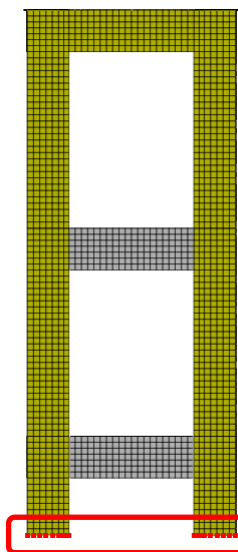
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 모드해석을 통해 주요 모드의 진동수와 질량참여율을 확인하고 선형과 불연속형 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

## 해석 개요

### ➤ 유한요소모델 (사각형 요소망)



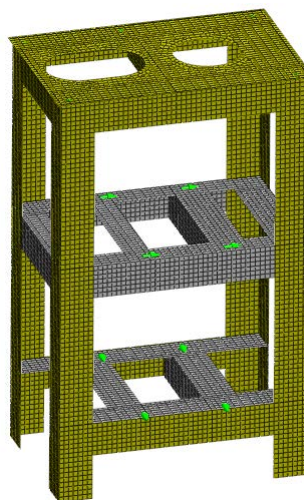
### ➤ 구속조건 (고정구속)



하단 면에  
고정 구속조건 부가

### ➤ 하중조건 (충격하중 - 주파수의존 절점하중)

- 상단 면의 6개의 절점 :  $(T_z) -70 \text{ KN} / 0^\circ$
- 중앙 면의 4개의 절점 :  $(T_y) 50 \text{ KN} / 90^\circ$
- 하단 면의 4개의 절점 :  $(T_x) 45 \text{ KN} / 180^\circ$

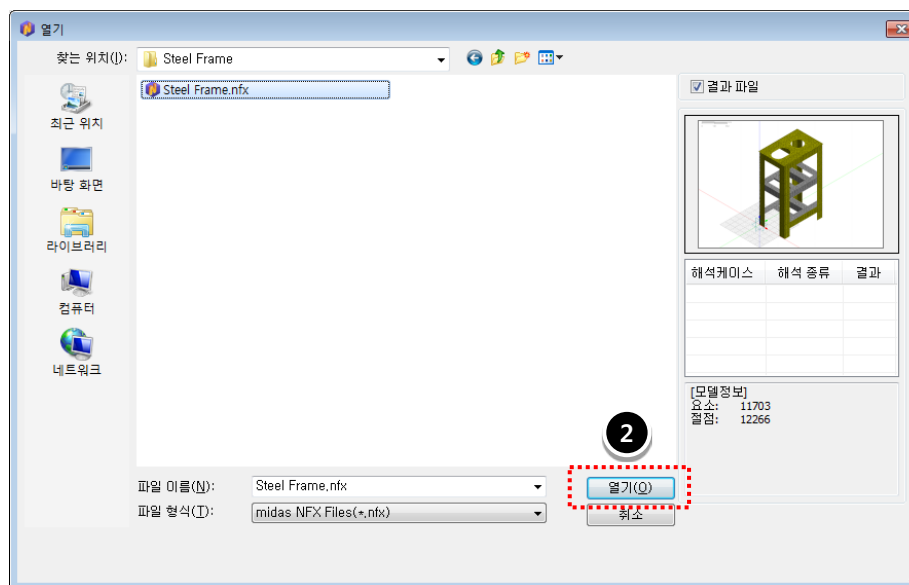
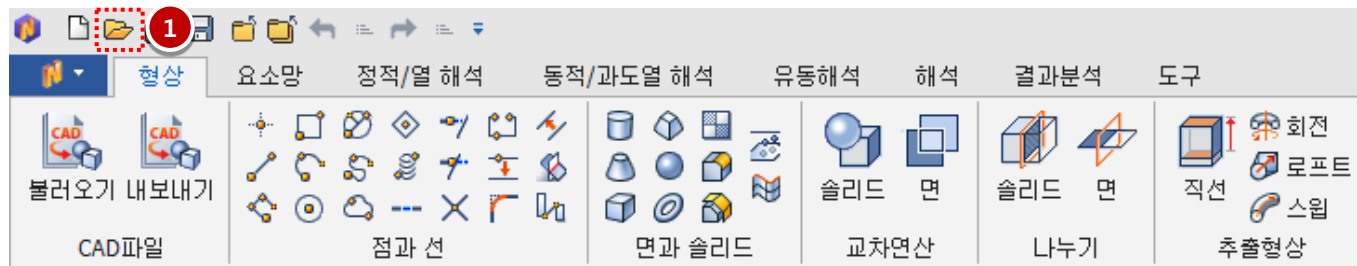


방법	선형
최초진동수	0
진동수 증분	1
증분 개수	150

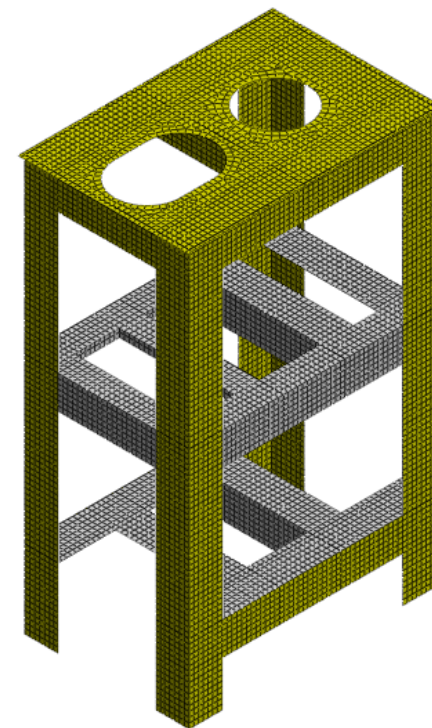
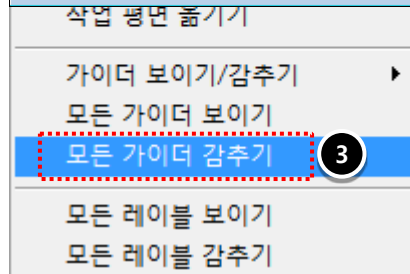
방법	불연속형
주파수 (Hz)	70.204
	76.554
	112.49

## 작업순서


1. 모델 선택: **Steel Frame.nfx** 선택.
2. [열기] 버튼 클릭.
3. 작업 윈도우에서 마우스 오른쪽 버튼 클릭 후, [모든 가이드 감추기] 선택.




💡 미리 생성해 둔 해석모델을 불러와  
경계조건과 동적 하중 조건을 입력하  
여 해석을 진행합니다.




## 작업순서

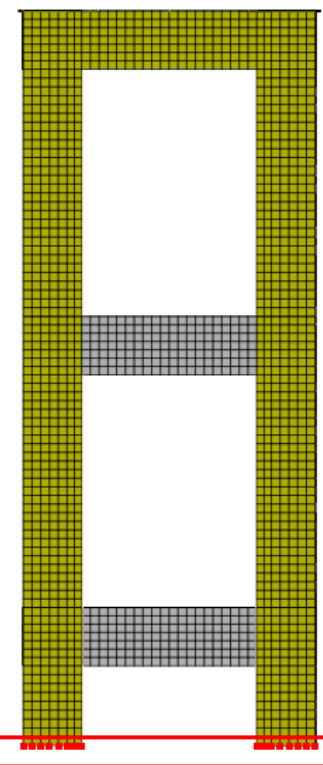
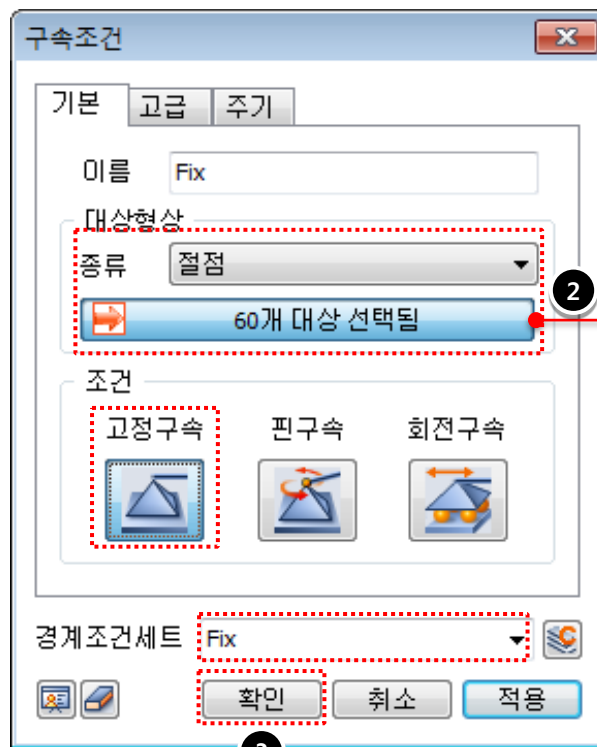
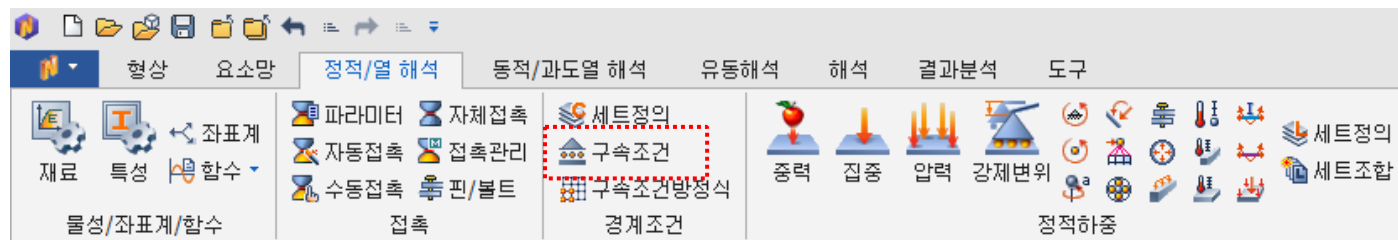
1. [  ] (정면) 클릭.

2. 구속조건 입력

경계조건세트	Fix
대상종류	절점
대상선택	60개 선택 
조건	고정구속

3. [확인] 버튼 클릭

 작업화면에서 마우스 드래그로 박스에 포함되는 대상을 선택할 수 있습니다.



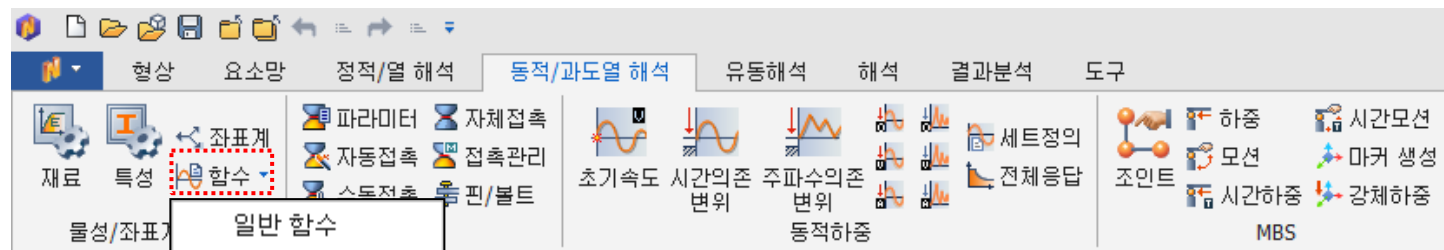
## 작업순서

1. 이름: "Frequency" 입력.

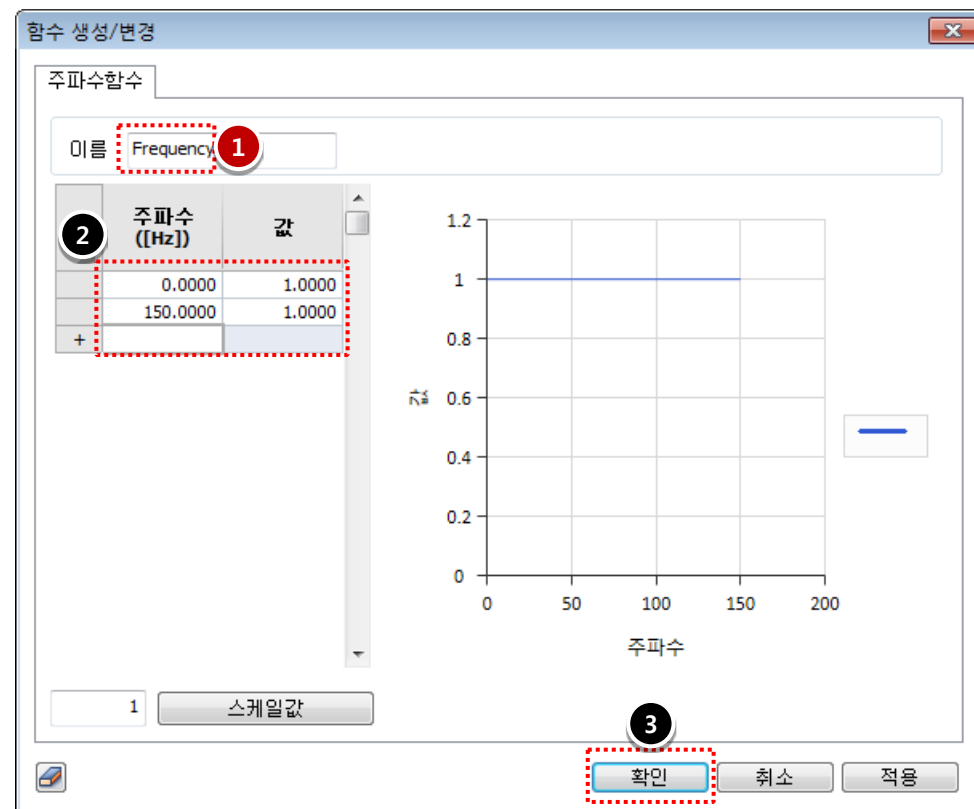
2. 함수 입력

주파수 (cps)	값
0	1
150	1

3. [확인] 버튼 클릭



- 일반 함수
- 일반 공간 함수
- 일반함수 (3D)
- 소성경화 함수
- 응력-변형률 함수
- 피로하중 함수
- 시간의존 함수
- 모달감쇠 함수
- 주파수의존 함수
- S-N곡선 함수
- 응답스펙트럼함수




💡 테이블에 입력한 함수 성분에 따라  
자동으로 그래프가 그려집니다.


## 작업순서

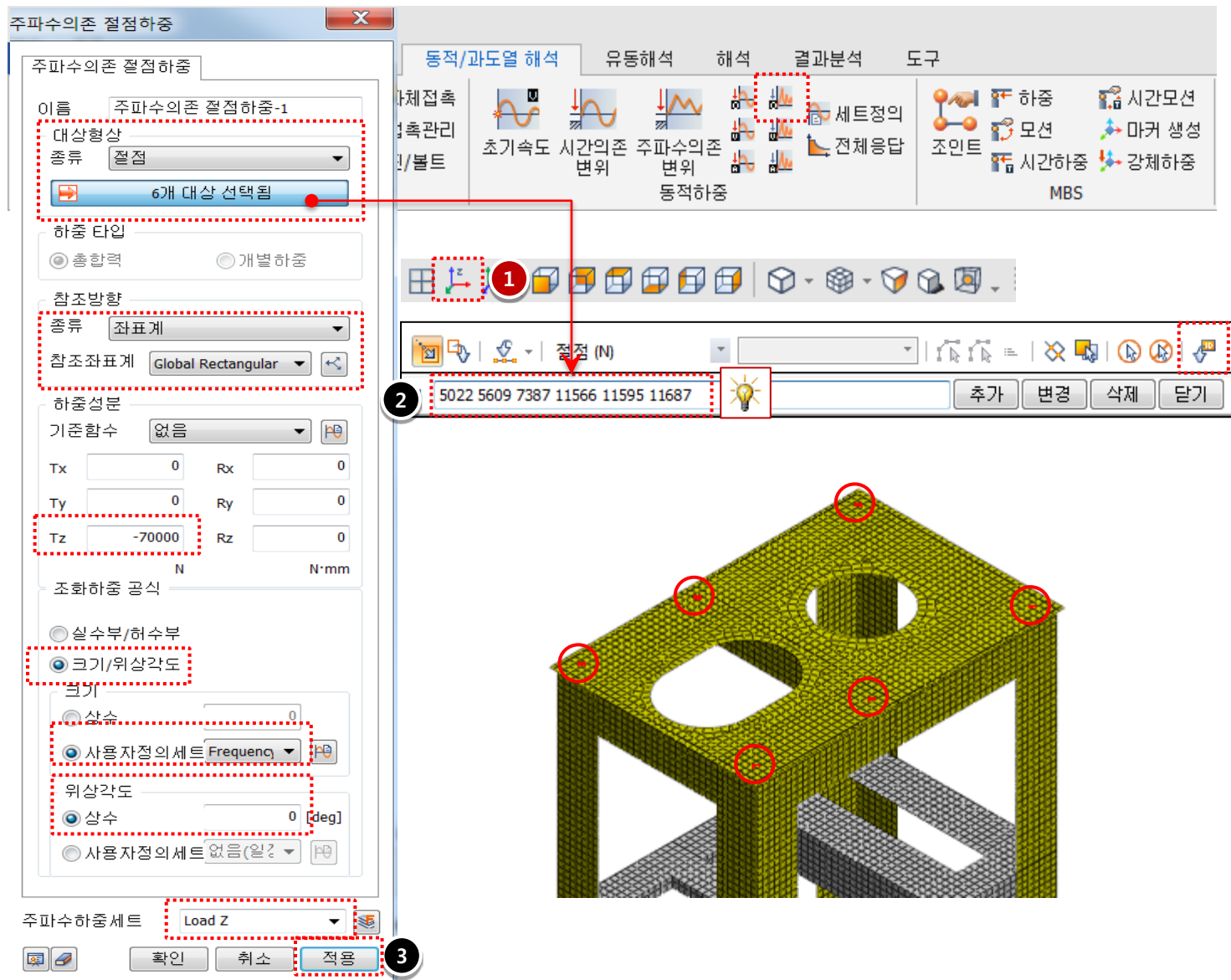
1. [  ] (동각보기1) 클릭.

2. 주파수의존 절점하중 조건 입력

주파수하중세트	Load Z
대상종류	절점
대상선택	6개 선택 
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Tz: -70000 N
조화하중 공식	크기/위상각도
크기	Frequency (함수)
위상각도	0 (deg)

3. [적용] 버튼 클릭

-  1) 작업윈도우의 선택 도구모음에서 "ID 선택"을 클릭합니다.
- 2) ID 입력란에 "5022 5609 7387 11566 11595 11687" 총 6개의 절점 번호를 입력합니다.
- 3) [추가] 버튼을 클릭하면, 입력한 6개의 절점이 선택됩니다.




The screenshot shows the '주파수의존 절점하중' (Frequency-dependent Nodal Load) dialog box in the Midas NFX software. The dialog box is divided into several sections:

- 이름 (Name):** 주파수의존 절점하중-1
- 대상형상 (Target Shape):** 절점 (Node)
- 종류 (Type):** 6개 대상 선택됨 (6 targets selected)
- 하중 타입 (Load Type):** ☒ 총합력 (Total Force), ☐ 개별하중 (Individual Load)
- 참조방향 (Reference Direction):** ☒ 좌표계 (Coordinate System)
- 참조좌표계 (Reference Coordinate System):** Global Rectangular
- 하중성분 (Load Component):** Tz: -70000 N
- 기준함수 (Reference Function):** 없음 (None)
- 조화하중 공식 (Harmonic Load Formula):** ☒ 크기/위상각도 (Magnitude/Phase Angle)
- 크기 (Magnitude):** 사용자정의의세트 Frequency (User-defined set Frequency)
- 위상각도 (Phase Angle):** 0 [deg]
- 주파수하중세트 (Frequency Load Set):** Load Z


The 3D model of the steel frame structure is shown on the right, with 6 nodes highlighted in red circles. The nodes are numbered 5022, 5609, 7387, 11566, 11595, and 11687. The software interface also shows a toolbar with various icons for dynamic analysis, including '동적/과도열 해석' (Dynamic/Transient Analysis), '유동해석' (Fluid Analysis), '해석' (Analysis), '결과분석' (Result Analysis), and '도구' (Tools).

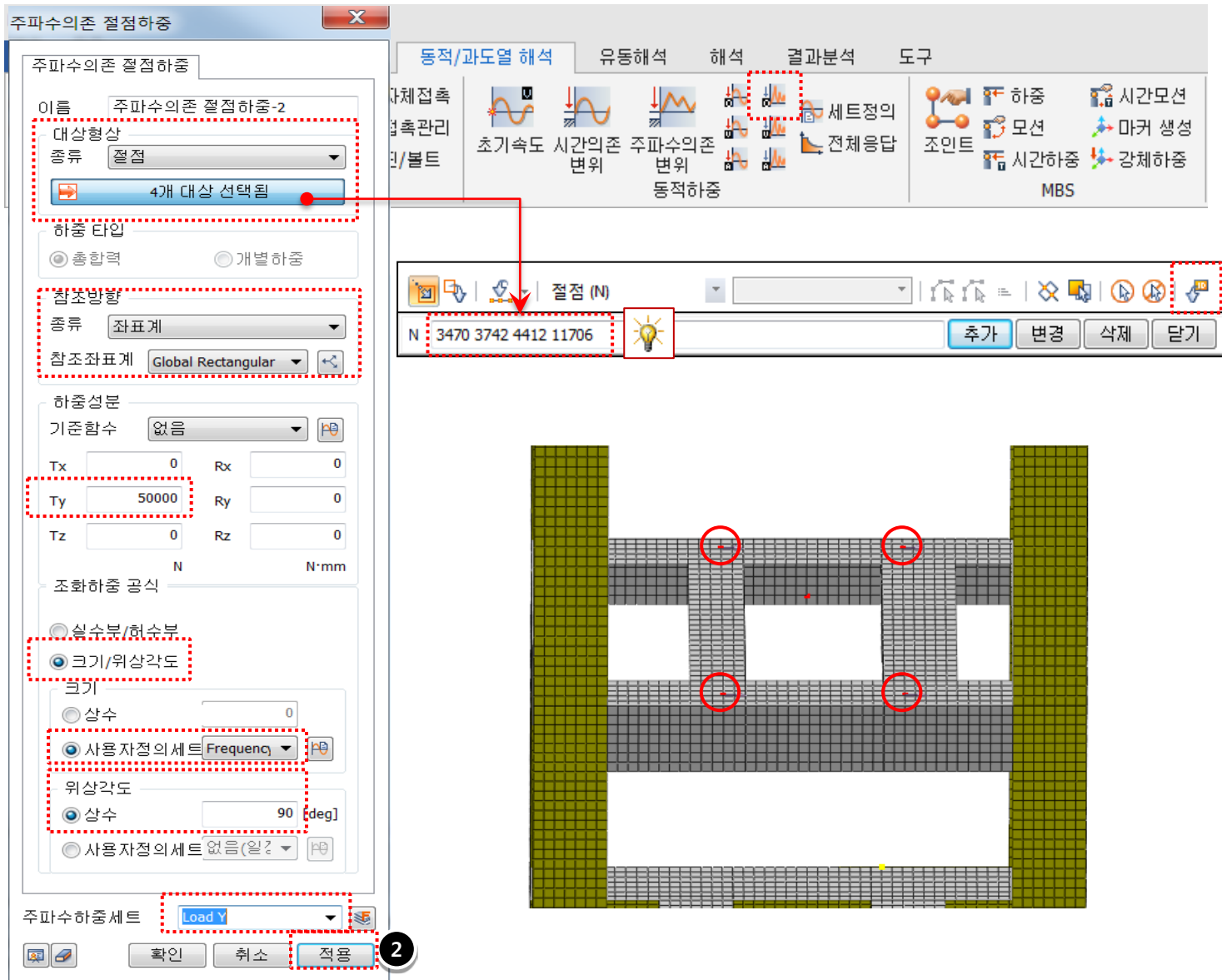
## 작업순서

### 1. 주파수의존 절점하중 조건 입력

주파수하중세트	Load Y
대상종류	절점
대상선택	4개 선택 
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Ty: 50000 N
조화하중 공식	크기/위상각도
크기	Frequency (함수)
위상각도	90 (deg)

### 2. [적용] 버튼 클릭

-  1) 작업원도우의 선택 도구모음에서 "ID 선택"을 클릭합니다.
- 2) ID 입력란에 "3470 3742 4412 11706" 총 4개의 절점번호를 입력합니다.
- 3) [추가] 버튼을 클릭하면, 입력한 4개의 절점이 선택됩니다.




The screenshot shows the '주파수의존 절점하중' (Frequency-dependent Node Load) dialog box and the '선택' (Selection) toolbar. The dialog box has several fields and buttons highlighted with red dashed boxes:

- 이름** (Name): 주파수의존 절점하중-2
- 대상형상** (Target Shape): 절점 (Node)
- 종류** (Type): 4개 대상 선택됨 (4 targets selected)
- 하중 타입** (Load Type): ☒ 총합력 (Total Force), ☐ 개별하중 (Individual Load)
- 참조방향** (Reference Direction): ☒ 좌표계 (Coordinate System)
- 종류** (Type): 좌표계 (Coordinate System)
- 참조좌표계** (Reference Coordinate System): Global Rectangular
- 하중성분** (Load Component): ☒ 실수부/허수부 (Real/Imaginary), ☒ 크기/위상각도 (Magnitude/Phase Angle)
- 기준함수** (Reference Function): 없음 (None)
- Ty**: 50000
- 크기** (Magnitude): 상수 (Constant)
- 위상각도** (Phase Angle): 상수 (Constant), 90 [deg]
- 주파수하중세트** (Frequency Load Set): Load Y


The '선택' (Selection) toolbar shows the '절점 (N)' (Node) button highlighted. Below it, the 'N' input field contains the values: 3470 3742 4412 11706. The '추가' (Add) button is also highlighted. The background shows a 3D model of a steel frame structure with four nodes circled in red, corresponding to the selected nodes.

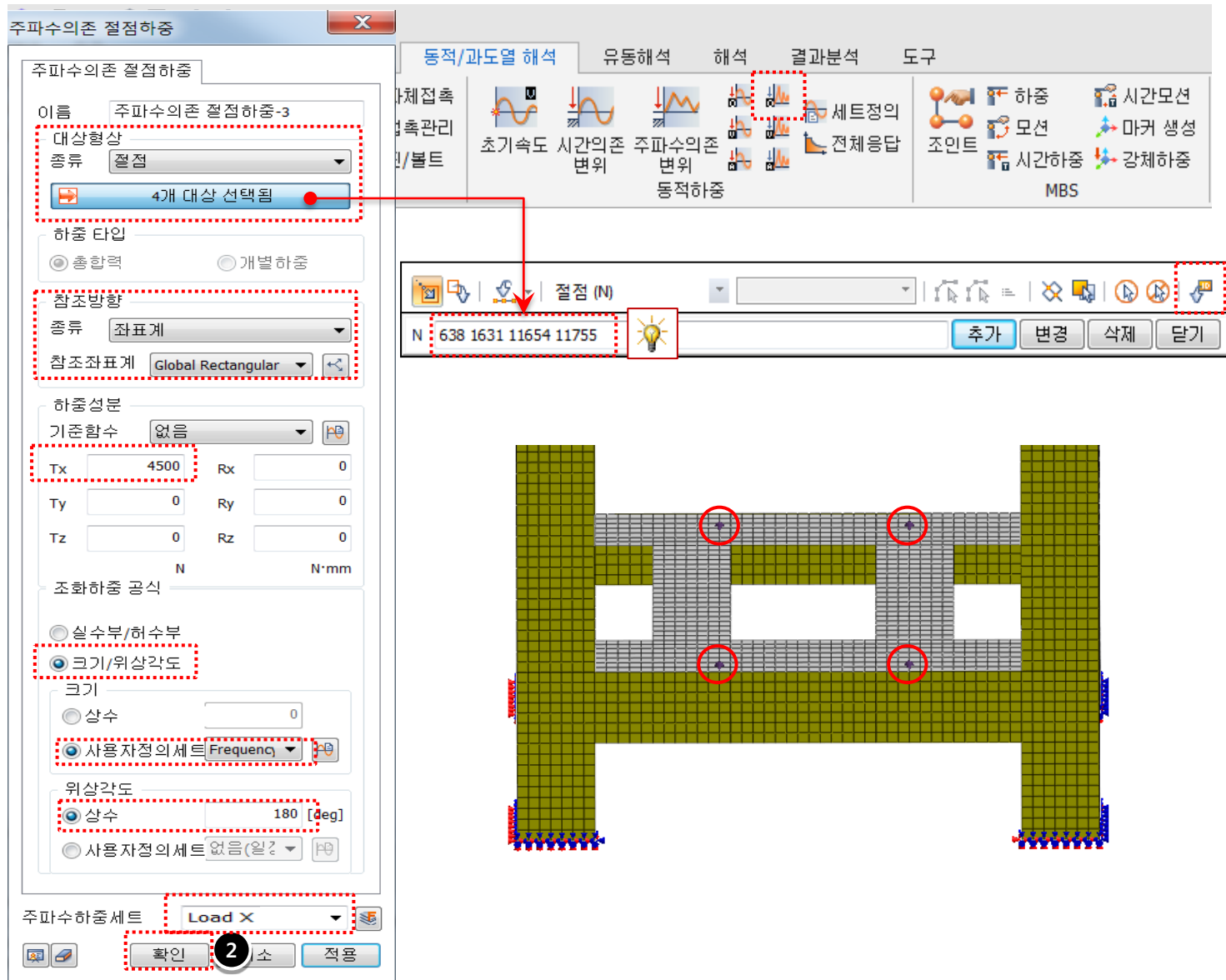
## 작업순서

### 1. 주파수의존 절점하중 조건 입력

주파수하중세트	Load X
대상종류	절점
대상선택	4개 선택 
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Tx: 45000 N
조화하중 공식	크기/위상각도
크기	Frequency (함수)
위상각도	180 (deg)

### 2. [확인] 버튼 클릭

-  1) 작업원도우의 선택 도구모음에서 "ID 선택"을 클릭합니다.
- 2) ID 입력란에 "638 1631 11654 11755" 총 4개의 절점번호를 입력합니다.
- 3) [추가] 버튼을 클릭하면, 입력한 4개의 절점이 선택됩니다.



The screenshot shows the '주파수의존 절점하중' (Frequency-dependent Node Load) dialog box in the Midas NFX software. The dialog box is divided into several sections:

- 이름 (Name):** 주파수의존 절점하중-3
- 대상형상 (Target Shape):** 절점 (Node)
- 하중 타입 (Load Type):** ☒ 총합력 (Total Force), ☐ 개별하중 (Individual Load)
- 참조방향 (Reference Direction):** 종류 (Type): 좌표계 (Coordinate System), 참조좌표계 (Reference Coordinate System): Global Rectangular
- 하중성분 (Load Component):** 기준함수 (Reference Function): 없음 (None). Tx: 4500, Rx: 0, Ty: 0, Ry: 0, Tz: 0, Rz: 0. Unit: N, N\*mm.
- 조화하중 공식 (Harmonic Load Formula):** ☒ 실수부/허수부 (Real/Imaginary), ☒ 크기/위상각도 (Magnitude/Phase Angle). 크기 (Magnitude): 상수 (Constant) 0, ☒ 사용자정의세트 (User-defined Set) Frequency. 위상각도 (Phase Angle): ☒ 상수 (Constant) 180 [deg], ☐ 사용자정의세트 (User-defined Set) 없음 (None).
- 주파수하중세트 (Frequency Load Set):** Load X

Below the dialog box, the '확인' (OK) button is highlighted with a red circle and the number '2'. The main window shows a 3D model of a steel frame structure with four nodes selected and highlighted in red circles. The top toolbar shows the '절점 (N)' (Node) button, and the bottom toolbar shows the '추가' (Add) button.

## 작업순서

### 1. 해석케이스 설정

이름	Modal
해석 종류	모드해석

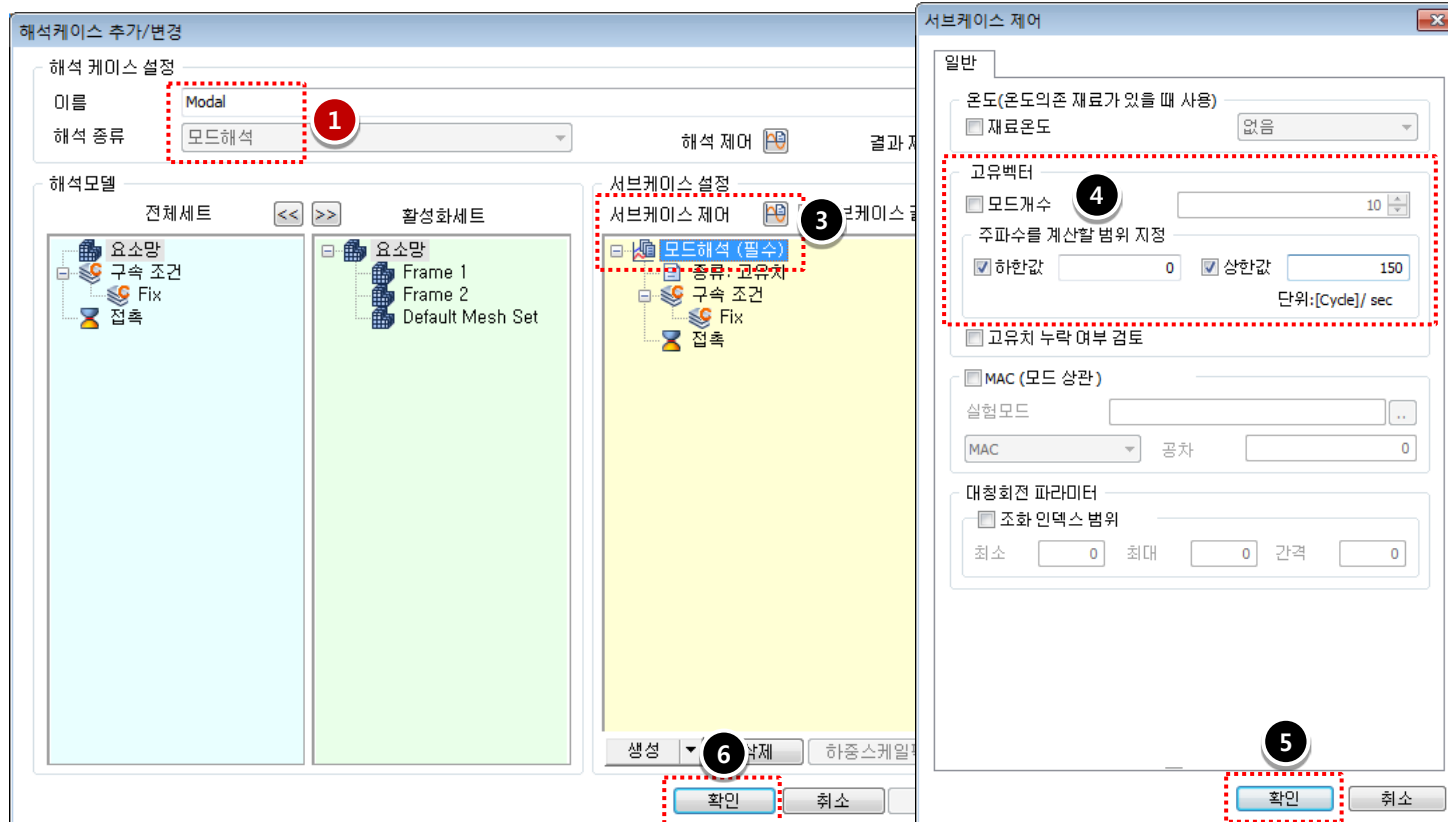
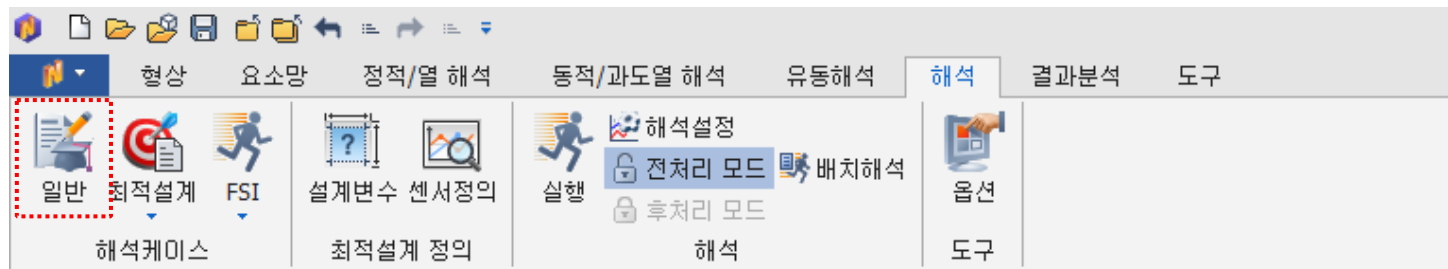
2. 서브케이스 설정의 “모드해석 (필수)”를 클릭.

3. 활성화된 서브케이스 제어 버튼 클릭.

4. 모드개수의 체크를 해제하고,  
하한값: 0 / 상한값: 150 입력.

5. [확인] 버튼 클릭.

6. [확인] 버튼 클릭.



💡 관심주파수 영역에서의 모드 형상 등을 확인하기 위하여 모드해석을 우선 수행합니다.

## 작업순서

1. 다른 이름으로 저장:

“Steel Frame\_Analysis” 입력.



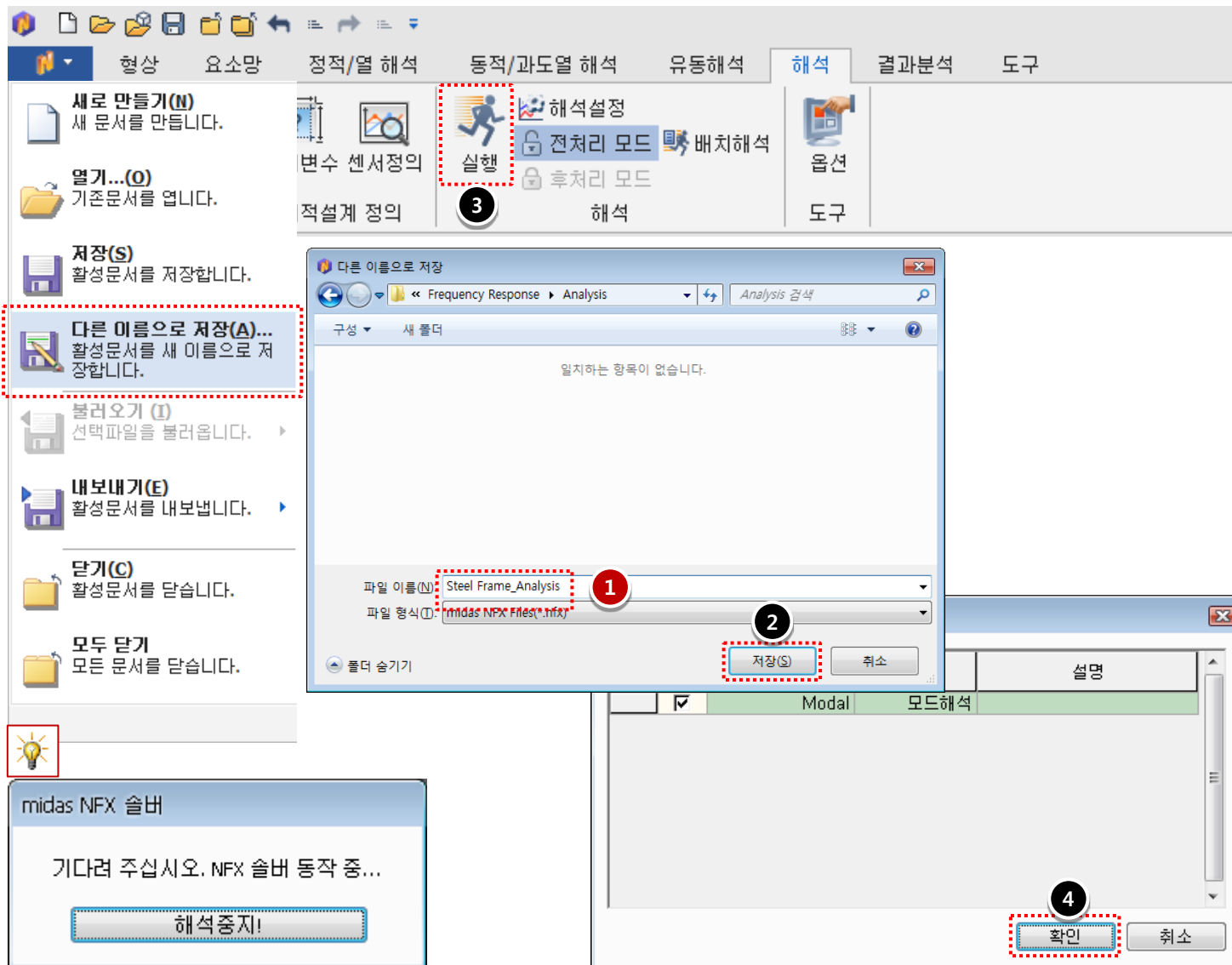
2. [저장(S)] 버튼 클릭.

3. 해석 및 결과 >> 해석 >> 실행 클릭.

4. [확인] 버튼 클릭.

💡 따라하기 시작파일을 보존하기 위하여 해석파일을 다른 이름으로 저장합니다.

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



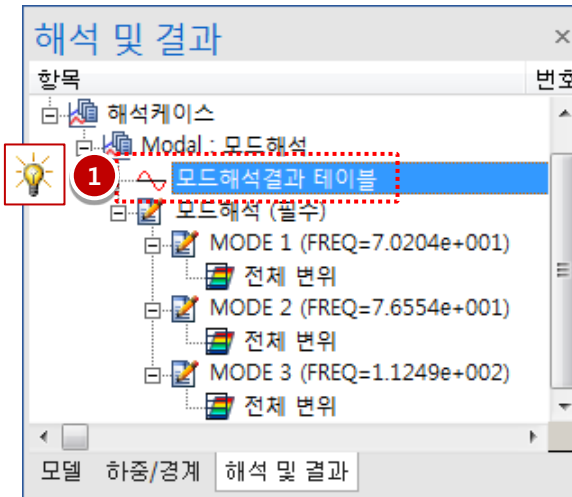
The screenshot shows the midas NFX software interface. The top menu bar includes '파일' (File), '형상' (Shape), '요소망' (Mesh), '정적/열 해석' (Static/Thermal Analysis), '동적/과도열 해석' (Dynamic/Transient Analysis), '유동해석' (Fluid Analysis), '해석' (Analysis), '결과분석' (Result Analysis), and '도구' (Tools). The '해석' (Analysis) menu is open, showing options like '해석설정' (Analysis Settings), '전처리 모드' (Pre-processor Mode), '배치해석' (Batch Analysis), '실행' (Execution), '후처리 모드' (Post-processor Mode), and '해석' (Analysis). The '실행' (Execution) button is highlighted with a red dashed box and a circled '3'.

The '다른 이름으로 저장' (Save As) dialog box is open, showing the file name 'Steel Frame\_Analysis' and the file type 'midas NFX Files (\*.nfx)'. The '저장(S)' (Save) button is highlighted with a red dashed box and a circled '2'. The '확인' (OK) button is highlighted with a red dashed box and a circled '4'.

A 'midas NFX 솔버' (midas NFX Solver) dialog box is also shown, indicating that the solver is running and providing a '해석중지!' (Stop Analysis!) button.

## 작업순서

1. [모드해석결과 테이블] 더블 클릭.



고유진동수와 질량참여율을 확인합니다.

관심 주파수 영역에는 총 3개의 모드가 존재하며, 각각 X, Y 방향의 병진운동과 Z방향 회전운동을 보이고 있습니다.

REAL EIGENVALUES									
MODE NUMBER	EIGENVALUE	RADIANS	CYCLES	PERIOD	GENERALIZED MASS	GENERALIZED STIFFNESS	ORTHOGONALITY LOSS	ERROR MEASURE	
1	1.945728e+005	4.411041e+002	7.020390e+001	1.424422e-002	1.000000e+000	1.945728e+005	0.000000e+000	1.472799e-008	
2	2.313632e+005	4.810023e+002	7.655389e+001	1.306269e-002	1.000000e+000	2.313632e+005	0.000000e+000	8.325847e-009	
3	4.995759e+005	7.068068e+002	1.124918e+002	8.889537e-003	1.000000e+000	4.995759e+005	0.000000e+000	9.199225e-011	
MODAL EFFECTIVE MASS									
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
1	7.439127e-002	0.000000e+000	0.000000e+000	2.095027e-011	3.947487e+003	1.640742e+000			
2	0.000000e+000	6.721317e-002	4.988866e-008	5.006874e+003	1.335352e-011	3.624888e-009			
3	8.059159e-006	0.000000e+000	0.000000e+000	8.021060e-011	6.403055e-003	8.468495e+003			
TOTAL	7.439933e-002	6.721317e-002	4.988867e-008	5.006874e+003	3.947493e+003	8.470136e+003			
TOTAL IN MODEL	9.724076e-002	9.724076e-002	9.724076e-002	2.388182e+004	2.023947e+004	1.180569e+004			
PERCENTAGE MODAL EFFECTIVE MASS									
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
1	76.50%	0.00%	0.00%	0.00%	19.50%	0.01%			
2	0.00%	69.12%	0.00%	20.97%	0.00%	0.00%			
3	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	71.73%			
TOTAL	76.51%	69.12%	0.00%	20.97%	19.50%	71.75%			

## 작업순서

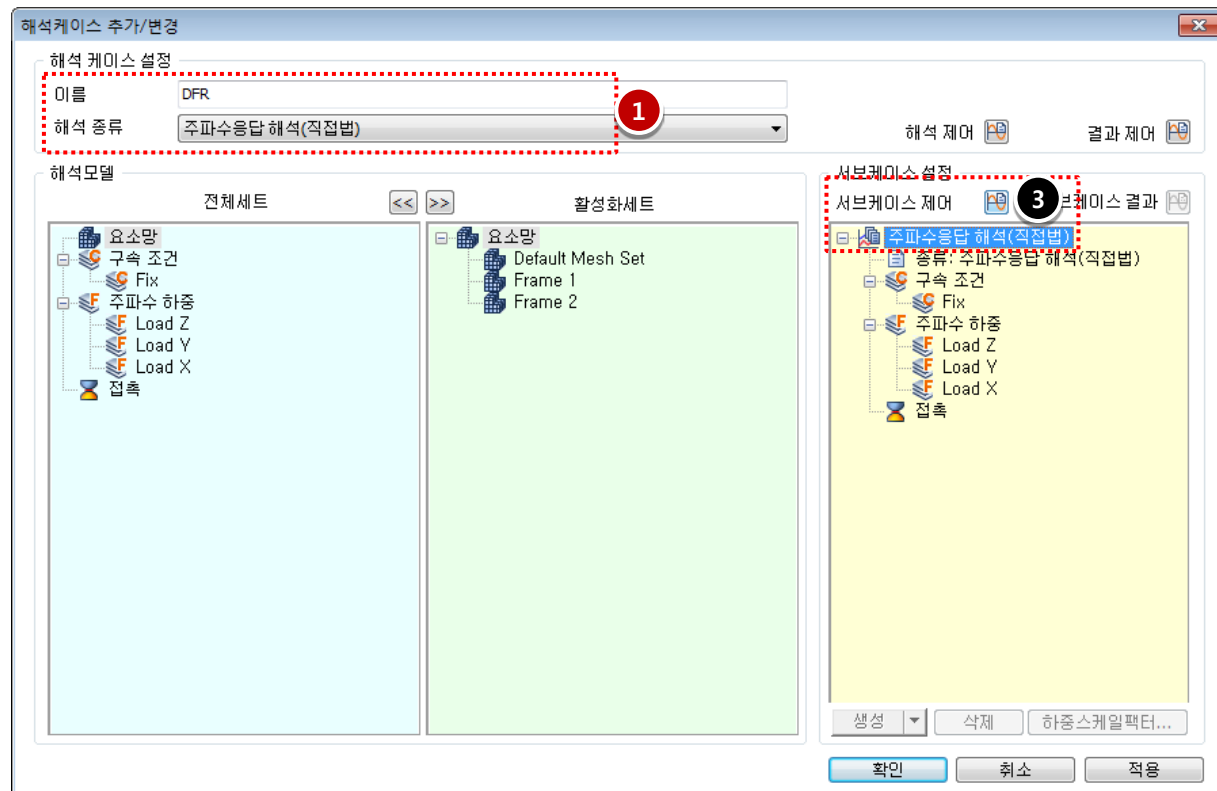
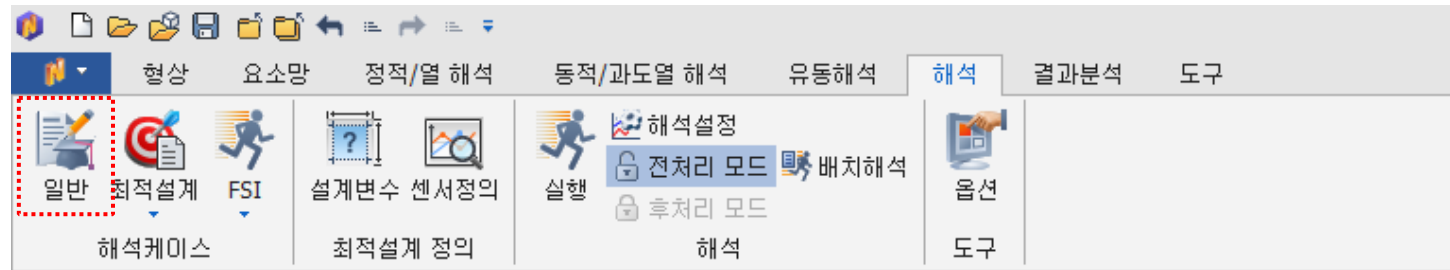
### 1. 해석케이스 설정

이름	DFR
해석 종류	주파수응답해석(직접법)

### 2. 서브케이스 설정의

“주파수응답해석(직접법)”을 클릭.

### 3. 활성화된 서브케이스 제어 버튼 클릭.



## 작업순서

## 1. [동적 해석] 탭의 [주파수세트 정의]

버튼 클릭.

## 2. 주파수세트 정의

이름	Linear
방법	선형
최초진동수	0
진동수 증분	1
증분 개수	150

## 3. [추가] 버튼 클릭.

💡 대상 주파수 범위 내에서 일정한 간격으로 값을 출력합니다.  
고유진동수 범위 내에서 값이 무시될 수 있기 때문에 기본 방법으로 사용하고 추가적인 방법을 적용하는 것이 좋습니다.

해석 제어

동적 해석   추가 하중   일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 0

확인   취소

주파수 세트

이름 Linear

주파수 리스트

방법 선형

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 1 [Cycle]/sec

증분 개수 150

추가

수정

삭제

번호

이름

방법

닫기

Steel Frame

44

## 작업순서

## 1. 주파수세트 정의

이름	Discrete
방법	불연속형
주파수 (Hz)	70.204
	76.554
	112.49

2. [추가] 버튼 클릭.

3. [닫기] 버튼 클릭.

4. [확인] 버튼 클릭.

💡 출력할 주파수를 직접 입력합니다.

💡 모드해석 결과로 확인된 3개의 고유 진동수를 각각 입력한 후, [추가] 버튼을 클릭합니다.

해석 제어

동적 해석   추가 하중   일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 0

4

확인   취소

주파수 세트

2

이름 Discrete

1

주파수 리스트

방법 불연속형

추가   수정   삭제

번호   주파수

1   70.204

2   76.554

3   112.49

0 [Cycle]/sec

추가   수정   삭제

번호   이름   방법

1   Linear   선형

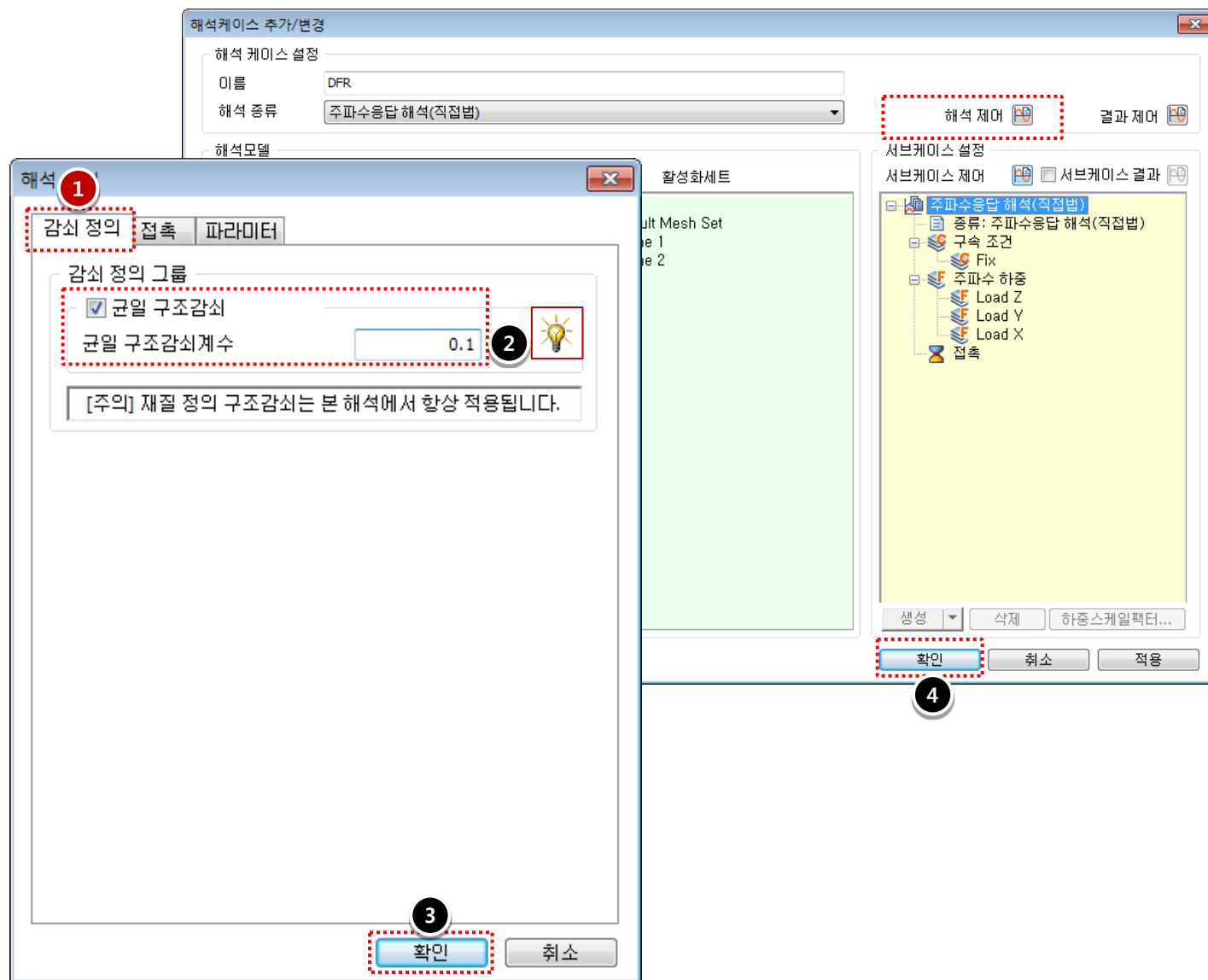
3

닫기

## 작업순서

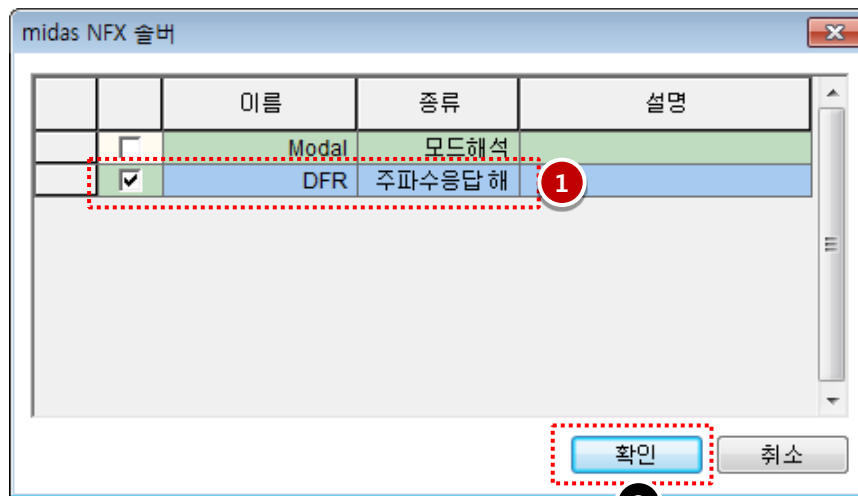
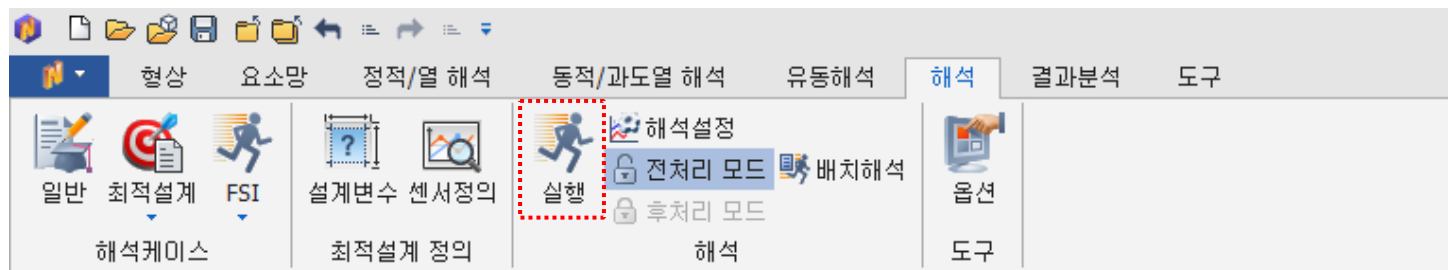
1. [감쇠 정의] 탭의 [균일 구조감쇠]에 체크.
2. 균일 구조감쇠계수: "0.1" 입력.
3. [확인] 버튼 클릭.
4. [확인] 버튼 클릭.

💡 감쇠계수는 감쇠비의 2배를 사용합니다. 즉, 감쇠비는 0.05 입니다.



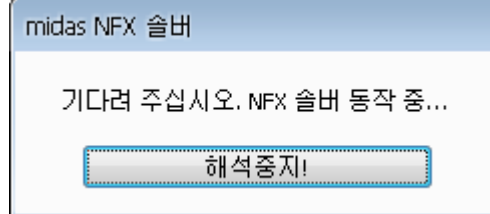
## 작업순서

1. 주파수응답해석에만 체크 되어 있음을 확인.
2. [확인] 버튼 클릭.



이미 해석을 수행하여 결과가 존재하는 해석케이스는 자동으로 체크가 해제되어 있습니다. 체크되어 있는 해석케이스에 한하여 해석이 수행됩니다.

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



## 작업순서

### 1. 결과 데이터 설정

해석 세트	DFR
결과 종류	상대변위
결과	X방향 상대변위 (V)

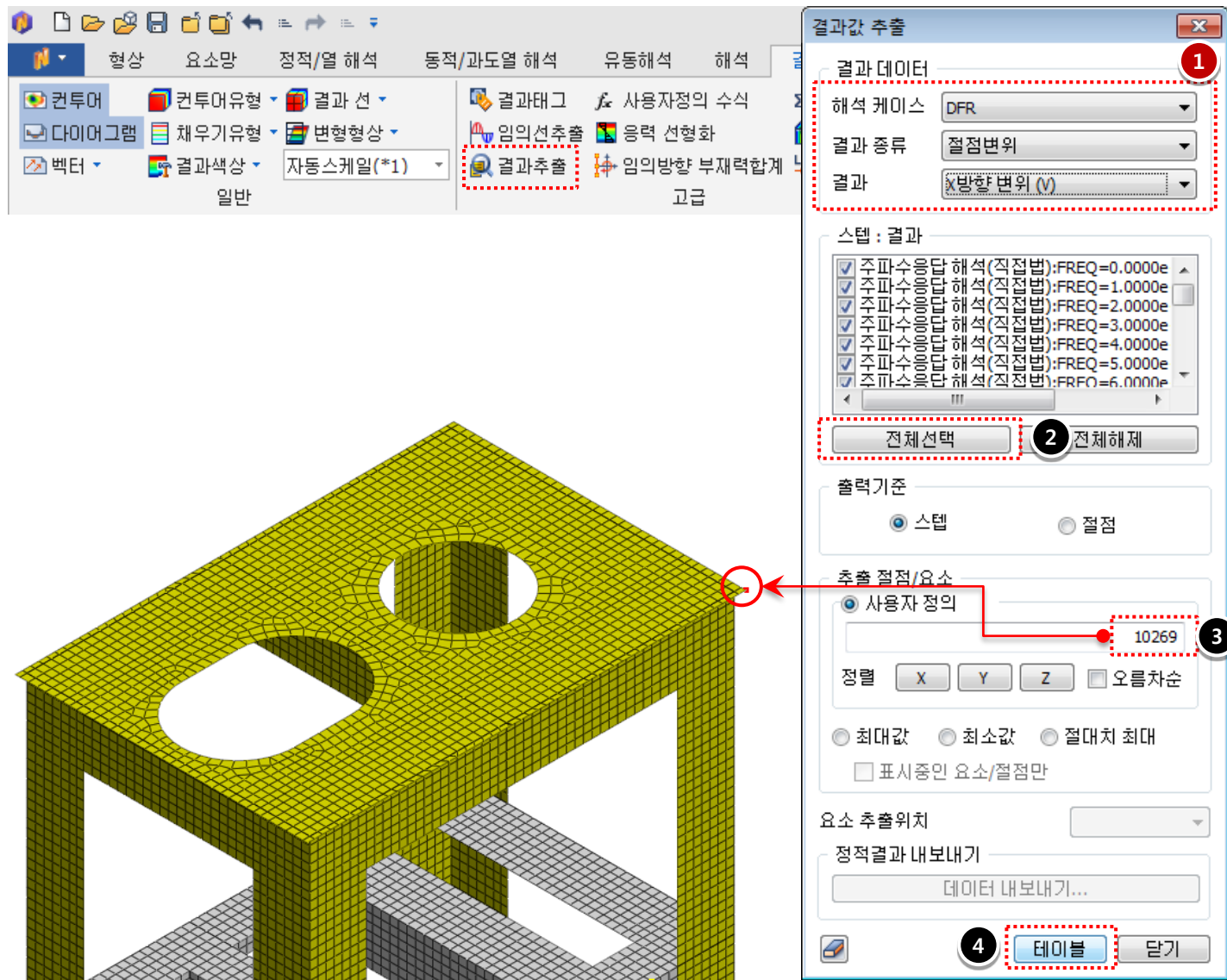
### 2. [전부선택] 버튼 클릭.

### 3. 추출 절점/요소: "10269" 입력.



### 4. [테이블] 버튼 클릭.

작업윈도우의 해석모델에서 직접 절점/요소를 선택하거나 절점/요소 번호를 알고 있는 경우에는 대화상자에 번호를 직접 입력할 수도 있습니다.



## 작업순서

## 1. 마우스 오른쪽 클릭하여

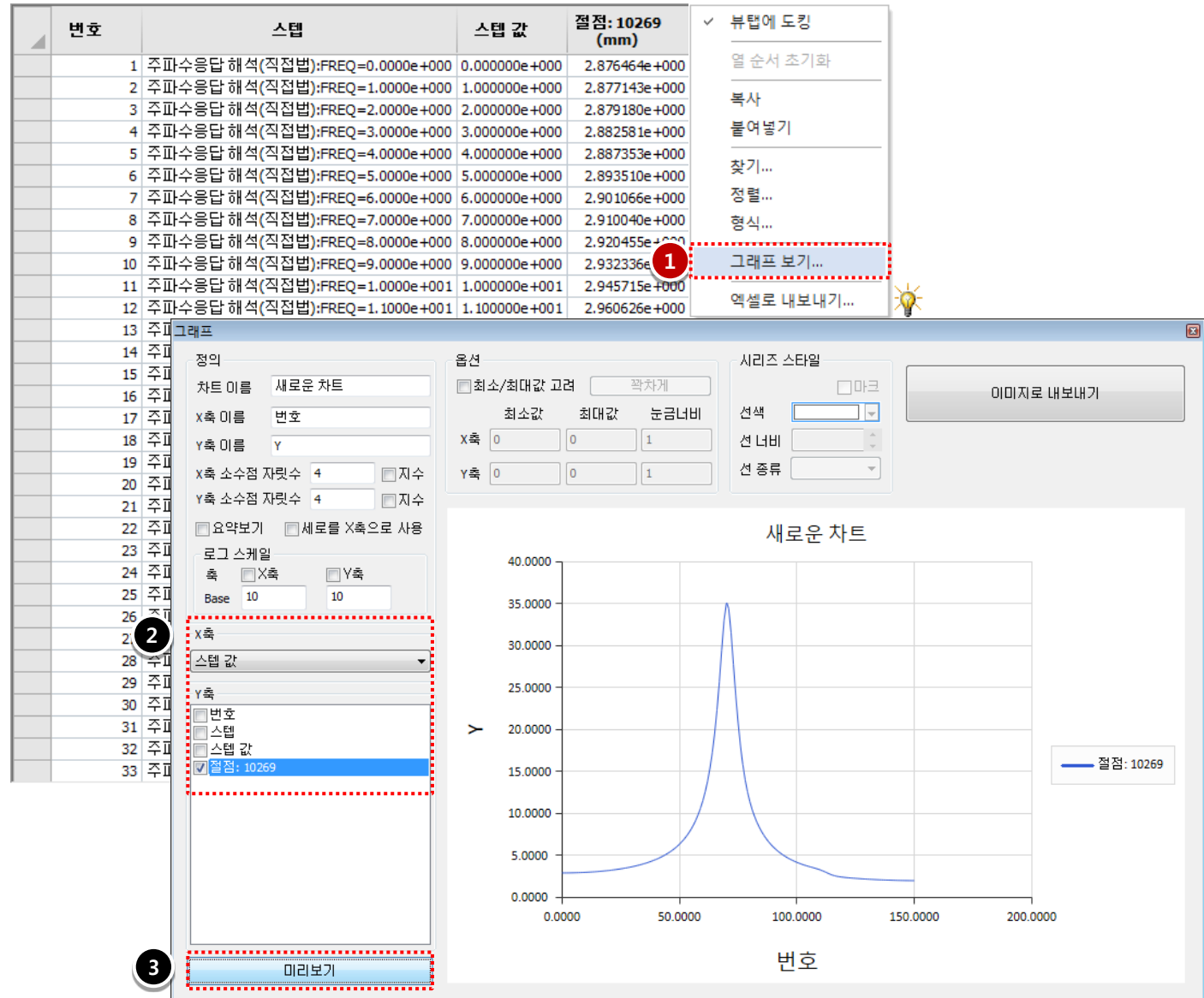
[그래프 보기] 선택.

## 2. 그래프 옵션 설정

X축	스텝 값
Y축	선택한 절점 (절점 : 10269)

## 3. [미리보기] 버튼 클릭.

💡 MS EXCEL을 이용하여 추가작업이 필요한 경우에는 [엑셀로 내보내기]를 선택하면 테이블 결과가 엑셀로 출력됩니다.



번호	스텝	스텝 값	절점: 10269 (mm)
1	주파수응답 해석(직접법):FREQ=0.0000e+000	0.000000e+000	2.876464e+000
2	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+000	1.000000e+000	2.877143e+000
3	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.0000e+000	2.000000e+000	2.879180e+000
4	주파수응답 해석(직접법):FREQ=3.0000e+000	3.000000e+000	2.882581e+000
5	주파수응답 해석(직접법):FREQ=4.0000e+000	4.000000e+000	2.887353e+000
6	주파수응답 해석(직접법):FREQ=5.0000e+000	5.000000e+000	2.893510e+000
7	주파수응답 해석(직접법):FREQ=6.0000e+000	6.000000e+000	2.901066e+000
8	주파수응답 해석(직접법):FREQ=7.0000e+000	7.000000e+000	2.910040e+000
9	주파수응답 해석(직접법):FREQ=8.0000e+000	8.000000e+000	2.920455e+000
10	주파수응답 해석(직접법):FREQ=9.0000e+000	9.000000e+000	2.932336e+000
11	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+001	1.000000e+001	2.945715e+000
12	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.1000e+001	1.100000e+001	2.960626e+000

**정의**

차트 이름: 새로운 차트

X축 이름: 번호

Y축 이름: Y

X축 소수점 자릿수: 4 ☐ 지수

Y축 소수점 자릿수: 4 ☐ 지수

☐ 요약보기 ☐ 세로로 X축으로 사용

로그 스케일 ☐ X축 ☐ Y축

Base: 10 10

**옵션**

☐ 최소/최대값 고려 ☐ 꼭차제

최소값: 0 최대값: 0 눈금너비: 1

X축: 0 0 1

Y축: 0 0 1

**시리즈 스타일**

☐ 마크

선택:

선 너비:

선 종류:

**새로운 차트**

Y: 0.0000 to 40.0000

번호: 0.0000 to 200.0000

절점: 10269

**미리보기**

## 개요

## ➤ 주파수응답해석 (모드법)

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Pillar Frame.x\_t

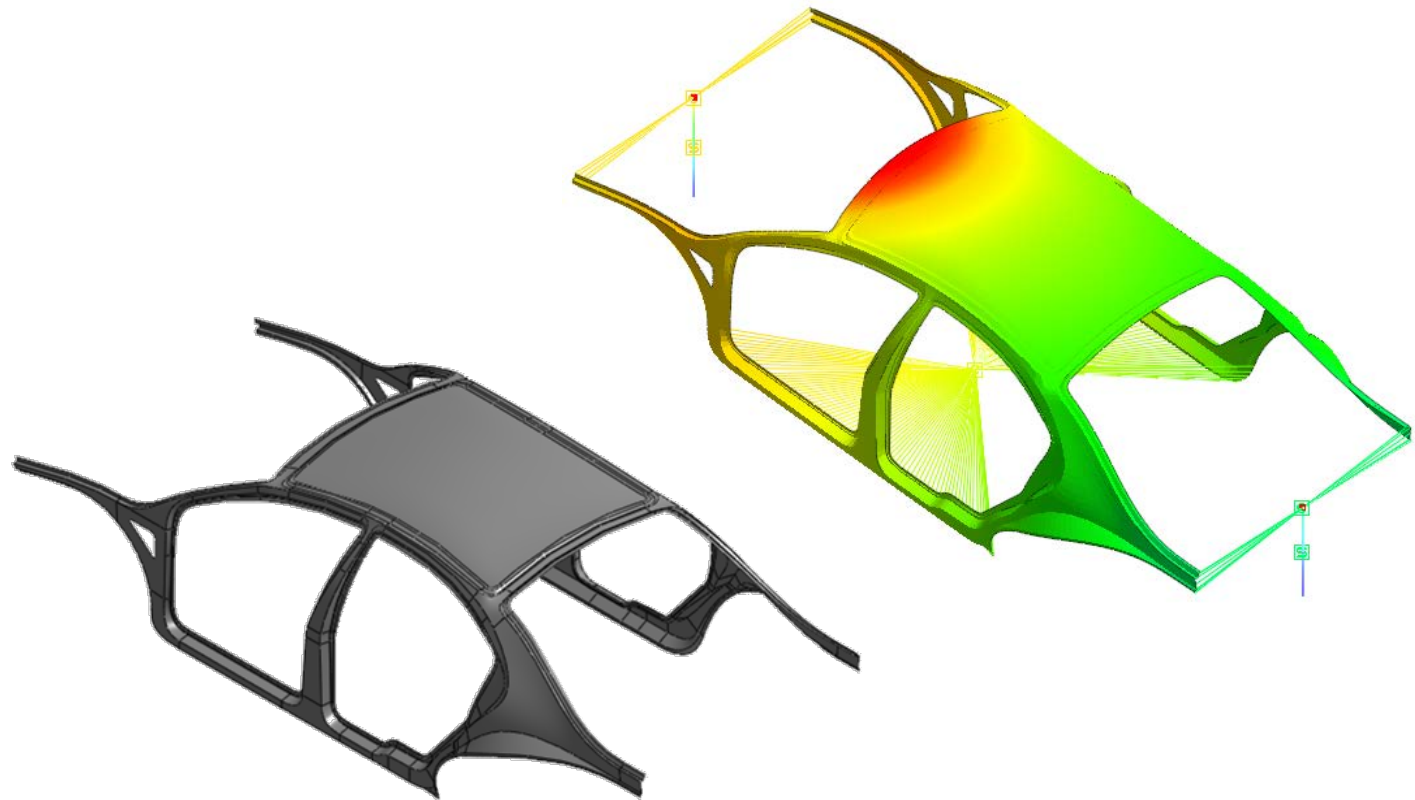
## ➤ 경계조건과 하중조건

- 고정구속
- 주파수하중

## ➤ 결과확인

- 모드해석결과 테이블
- 변위 (멀티스텝 애니메이션)
- 결과추출 (그래프 출력)

# Modal Frequency Response - Pillar Frame



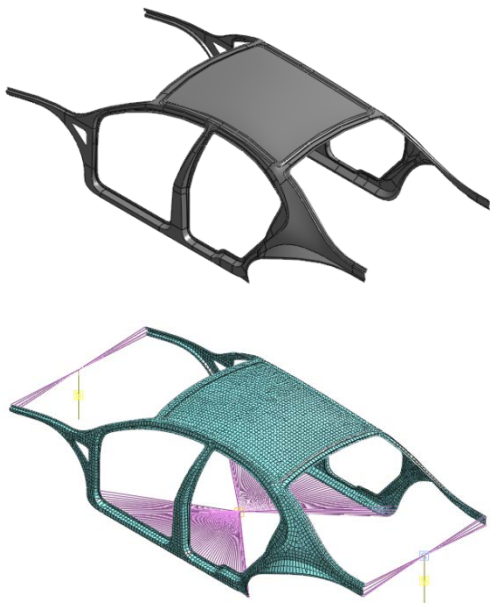
## 따라하기 목적

### ➤ midas NFX를 이용한 기본적인 주파수응답해석 (모드법) 의 수행 및 기능 이해

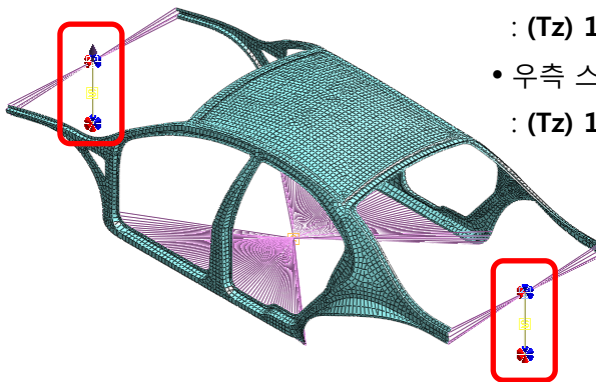
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 모드해석을 통해 주요 모드의 진동수와 질량참여율을 확인하고 선형과 클러스터 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

## 해석 개요

### ➤ 대상 모델 (사각형 요소망)



### ➤ 구속조건 (고정구속)



- 양 끝단에 스프링 요소 생성
- 스프링 요소의 한쪽에 고정구속,  
다른 한쪽에 Tz를 제외한 5개의 자유도 구속



### ➤ 하중조건 (충격하중 - 주파수의존 절점하중)

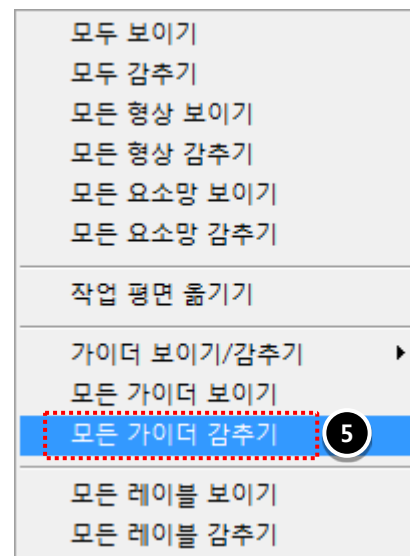
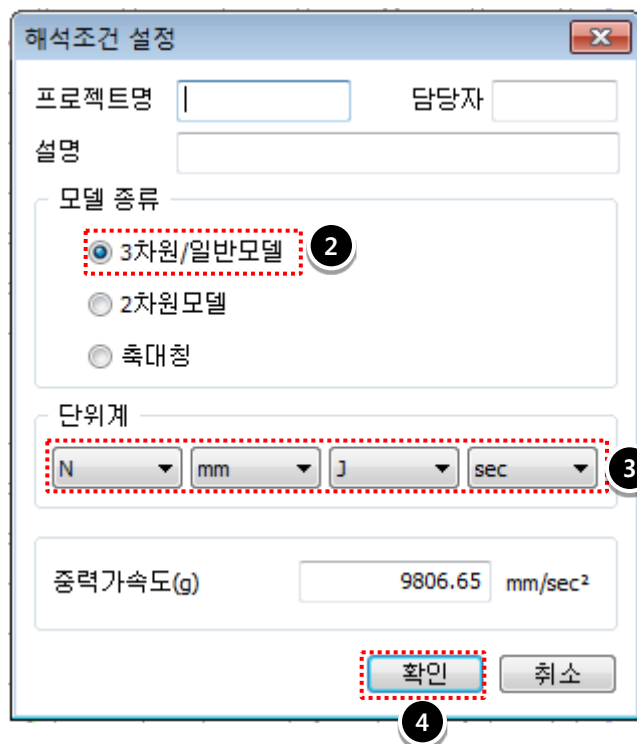
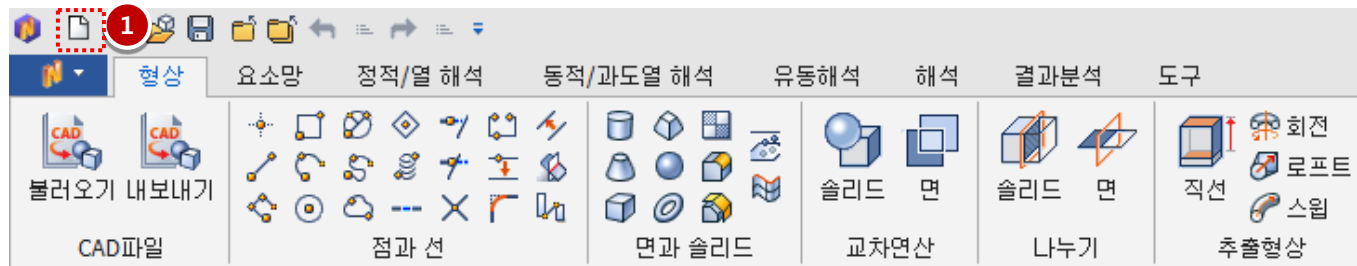
- 좌측 스프링 요소 상단 절점  
: (Tz) 10 KN / 0°
- 우측 스프링 요소 상단 절점  
: (Tz) 10 KN / 180°


방법	선형
최초진동수	0
진동수 증분	0.1
증분 개수	100


방법	클러스터
하한값	1
상한값	10
보간유형	선형
모드들 사이의 포인트	20
클러스터링	1

## 작업순서

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



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

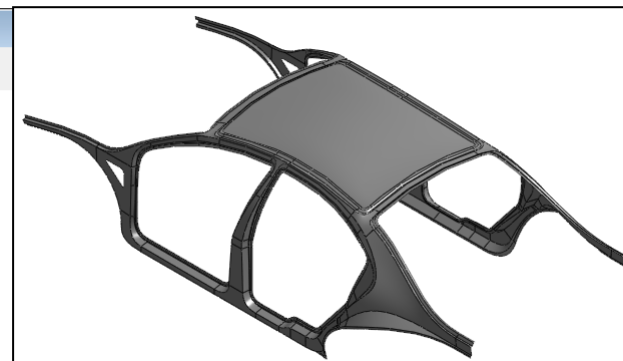
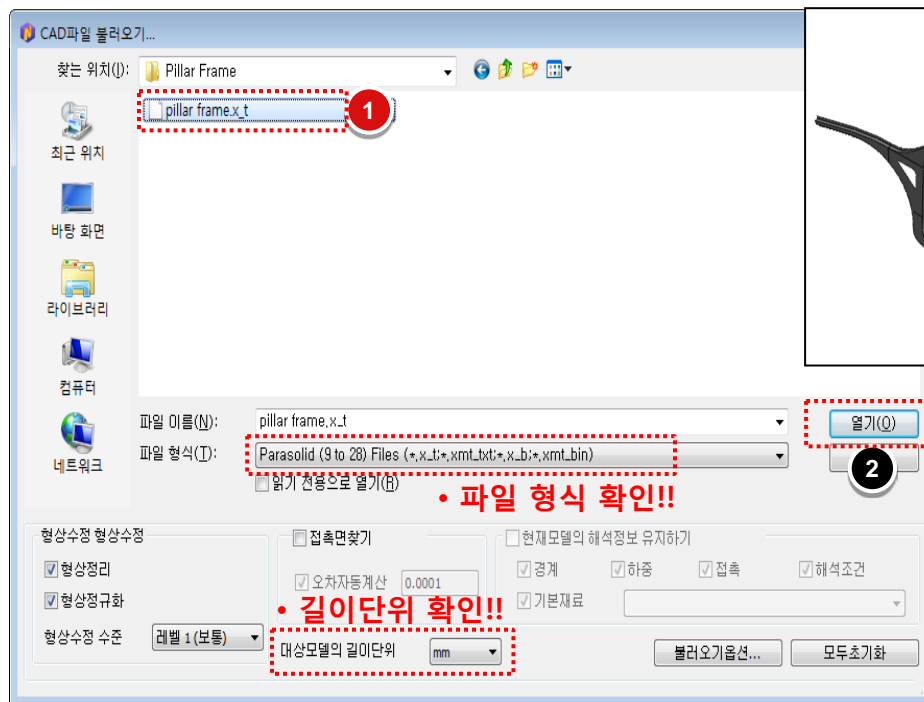
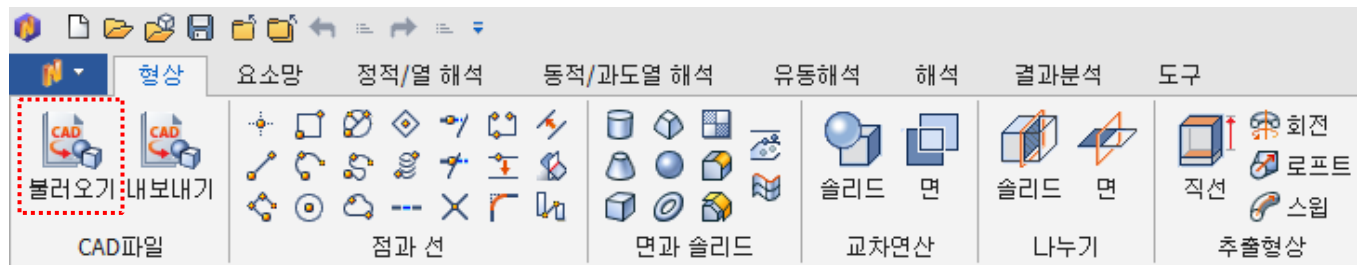
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여 집니다.

## 작업순서

1. 모델 선택: **Pillar Frame.x\_t** 선택
2. [열기] 버튼 클릭. 💡

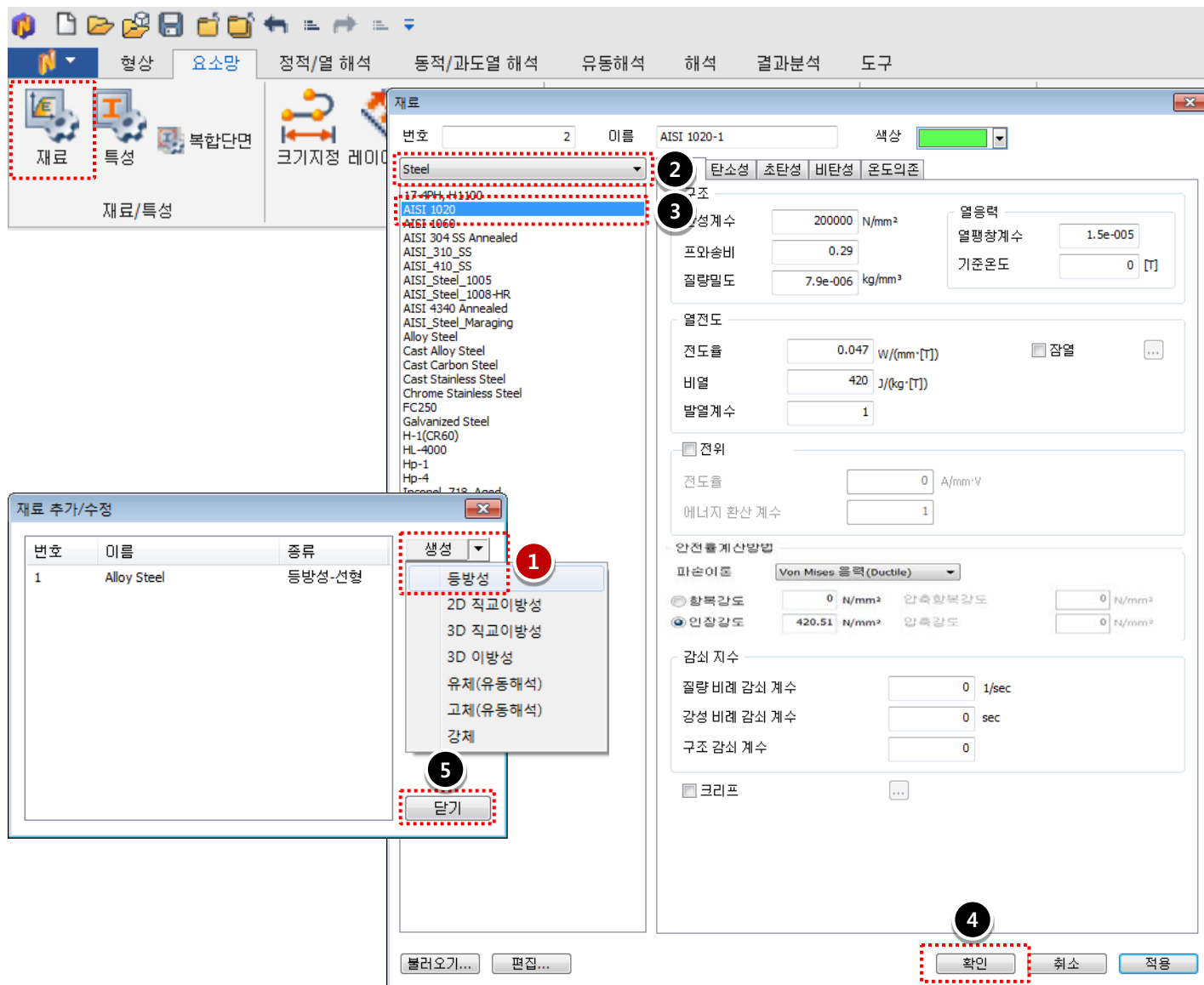
※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의  
ManualsWTutorialsWFiles 폴더 안에  
따라하기의 모델들이 있습니다.

💡 CAD파일이 생성된 원래의 길이단위를  
선택해야 정상적인 크기의 모델이  
불러집니다.



## 작업순서

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



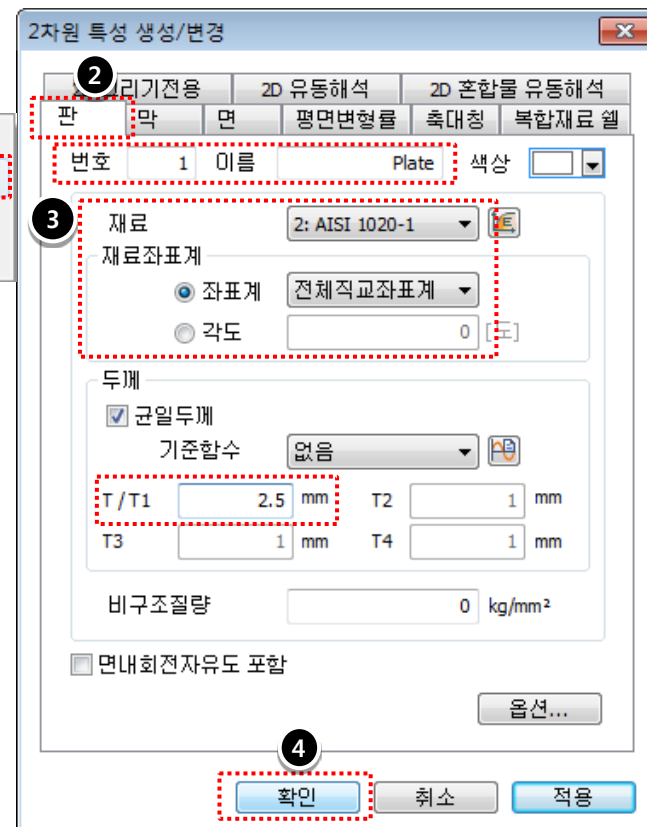
💡 선택한 재료의 물성치가 자동으로 입력됩니다.

## 작업순서

1. 생성 >> 2D 클릭
2. [판] 탭 선택..
3. 특성입력

번호	1
이름	Plate
재질	2: AISI 1020
재료좌표계	전체직교좌표계
두께	2.5 mm (균일두께)

4. [확인] 버튼 클릭.
5. [닫기] 버튼 클릭



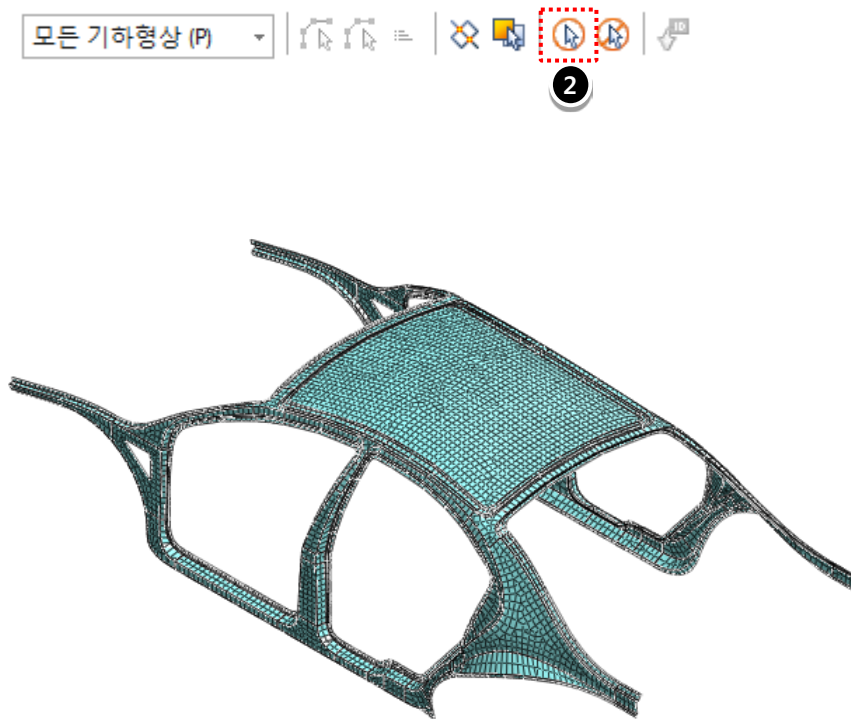
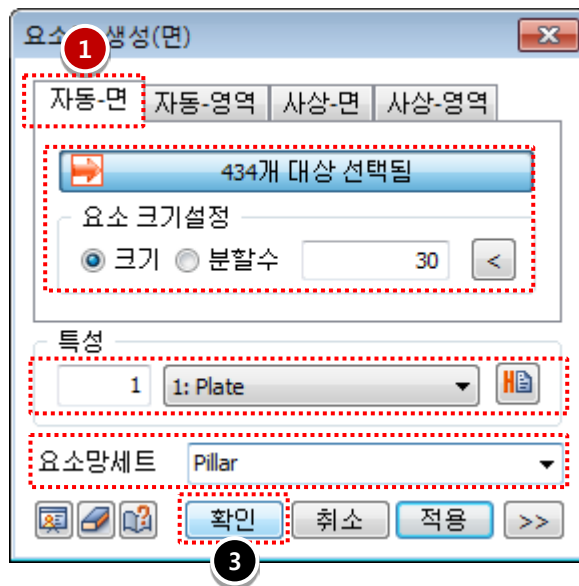
## 작업순서

1. [자동-면] 탭 선택.

2. 요소망 생성 정보 입력.



대상선택	전체 선택
요소크기	30
특성	1: Plate
요소망세트	Pillar

3. [확인] 버튼 클릭.





## 작업순서

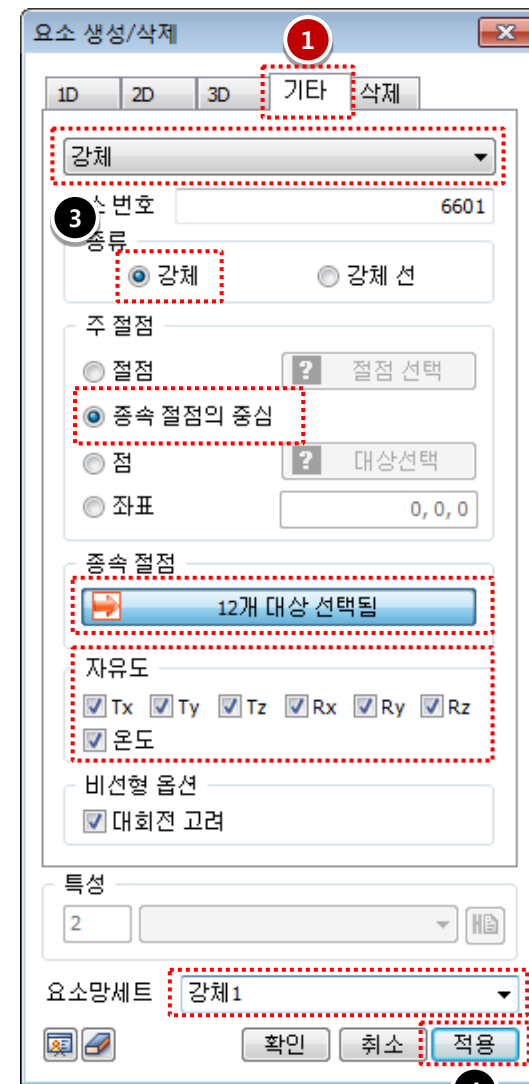
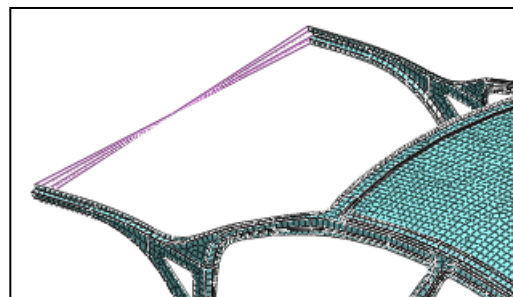
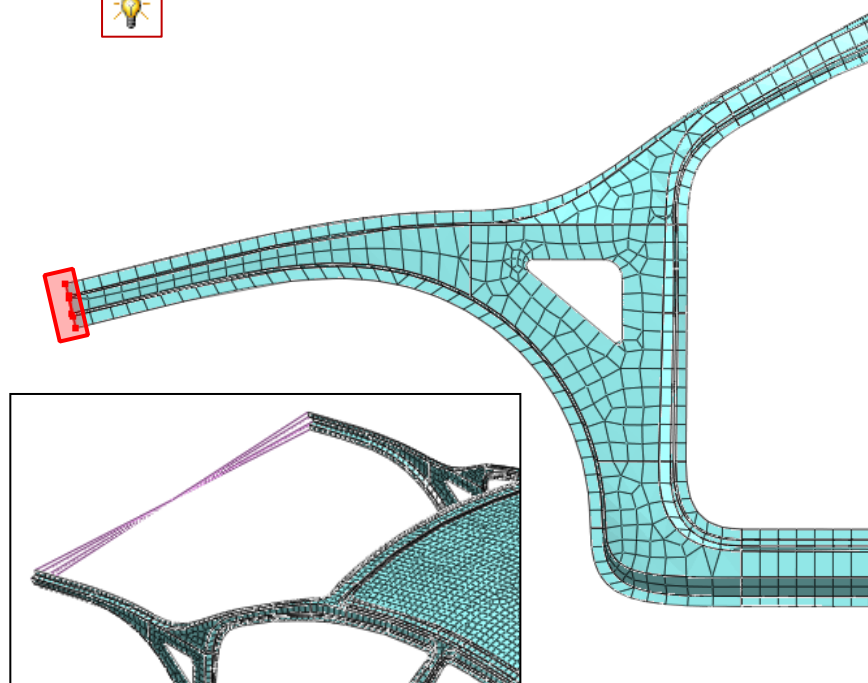
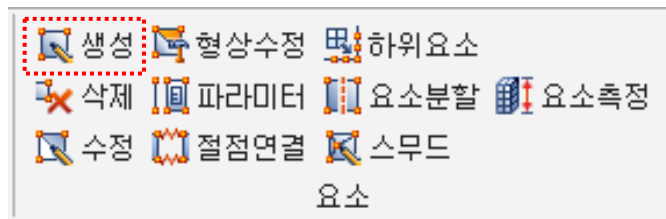
1. [기타] 탭의 [강체] 선택.
2. [ ] (정면) 클릭.
3. 강체 요소 정보 입력.

종류	강체
마스터절점	종속 절점의 중심 
종속 절점	12개 절점 선택 
자유도	모두 체크
요소망세트	강체1

4. [적용] 버튼 클릭.

 선택한 종속 절점들의 중심에 절점을 생성하고 마스터절점으로 정의합니다.

-  1) 작업윈도우의 선택 도구모음에서 선택방법을 [다각형]으로 선택합니다.  
 2) 전면부의 12개 절점이 포함되도록 다각형을 그린 후, 더블클릭하면 다각형 내의 절점들이 선택됩니다.




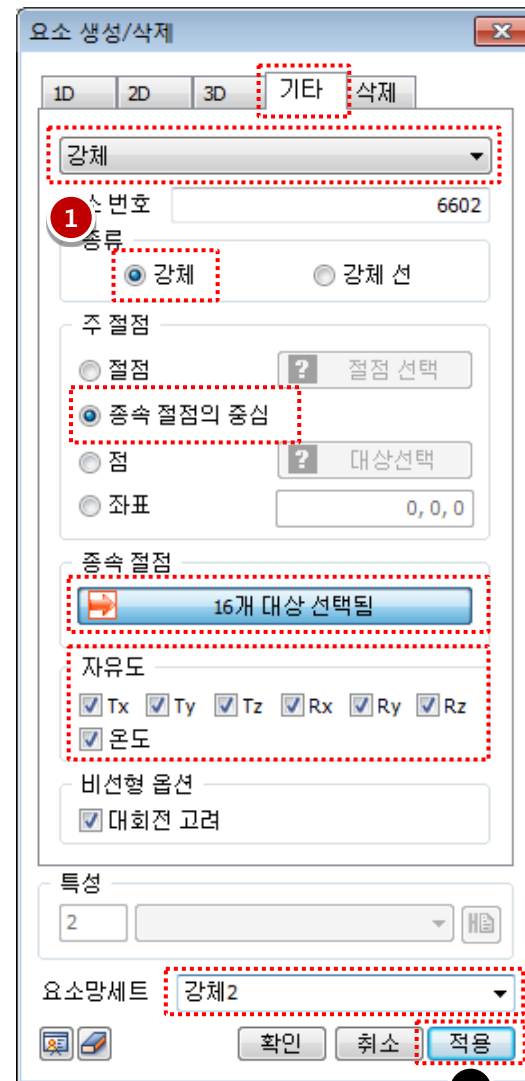
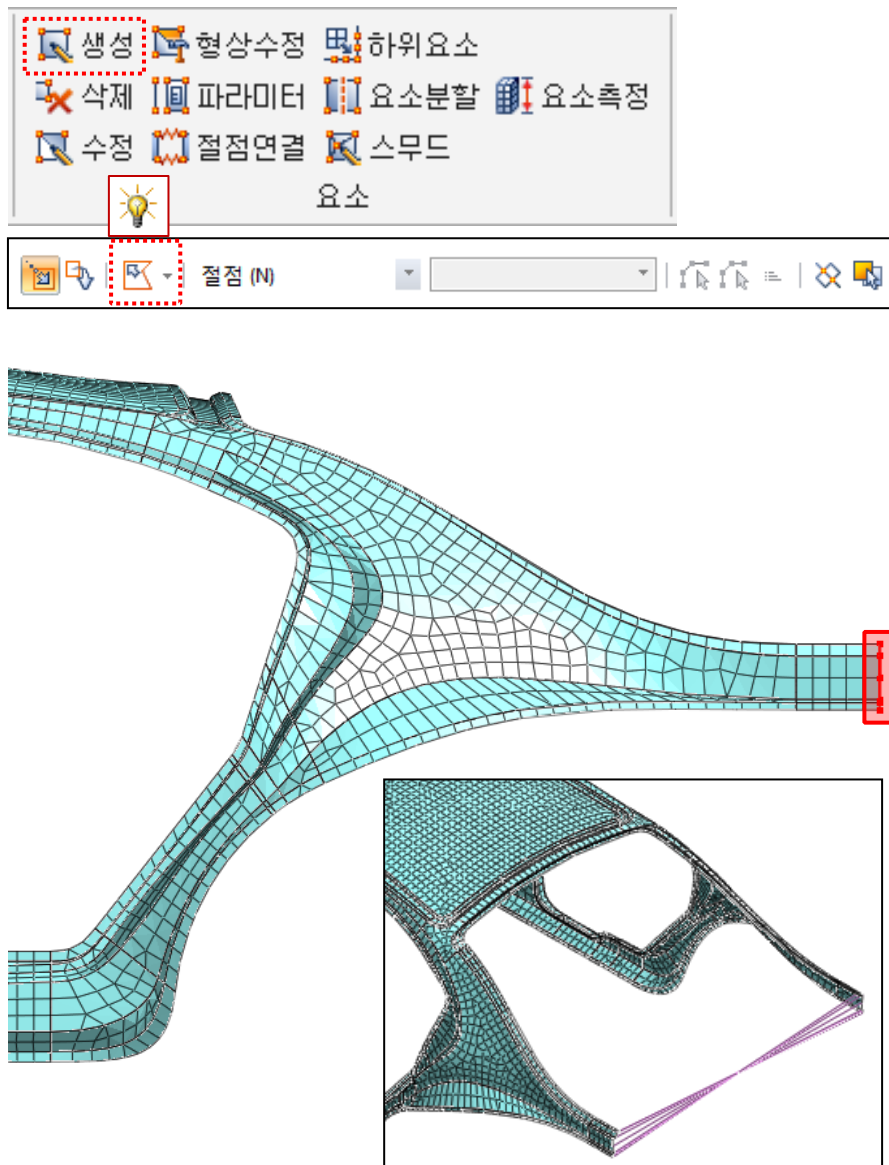
## 작업순서

## 1. 강체 요소 정보 입력.

종류	강체
마스터절점	종속 절점의 중심
종속 절점	16개 절점 선택 
자유도	모두 체크
요소망세트	강체2

## 2. [적용] 버튼 클릭.

-  1) 작업윈도우의 선택 도구모음에서 선택방법을 [다각형]으로 선택합니다.
- 2) 후면부의 16개 절점이 포함되도록 다각형을 그린 후, 더블클릭하면 다각형 내의 절점들이 선택됩니다.




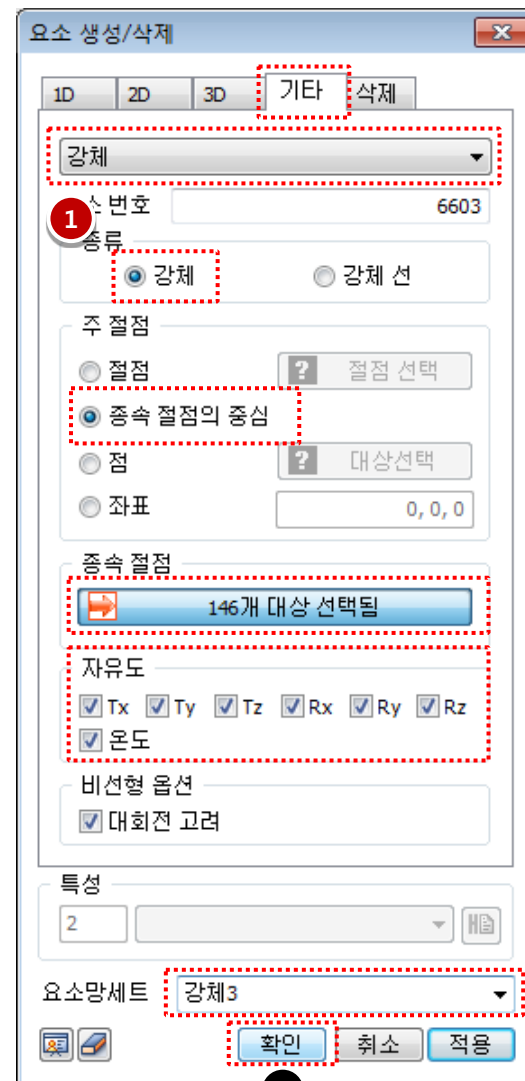
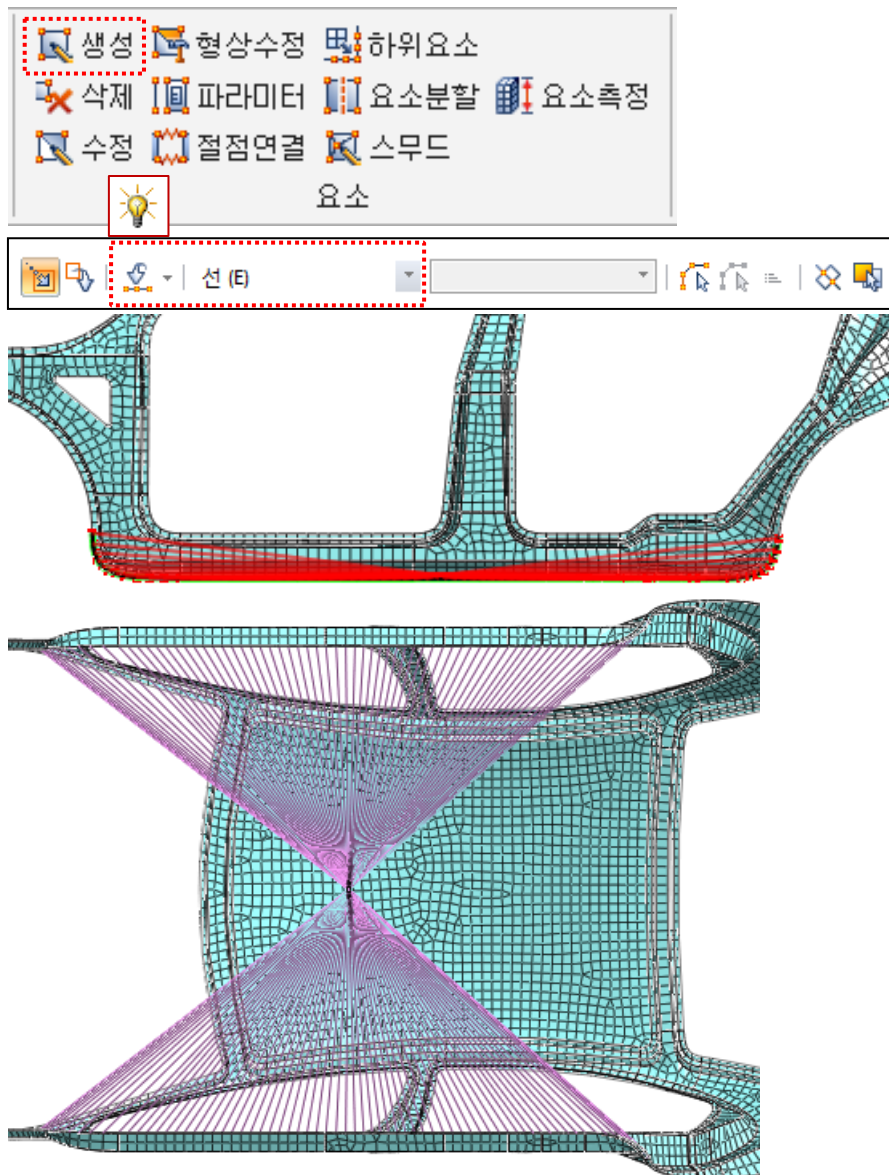
## 작업순서

## 1. 강체 요소 정보 입력.

종류	강체
마스터절점	종속 절점의 중심 
종속 절점	146개 절점 선택 
자유도	모두 체크
요소망세트	강체3

## 2. [확인] 버튼 클릭.



-  1) 작업윈도우의 선택 도구모음에서 선택방법을 [사각형]으로 선택합니다.
- 2) 선택필터를 [선]으로 선택합니다.
- 3) 146개 절점이 선택되도록 하부의 선들을 선택합니다.




## 작업순서


1. [이동] 탭 선택.

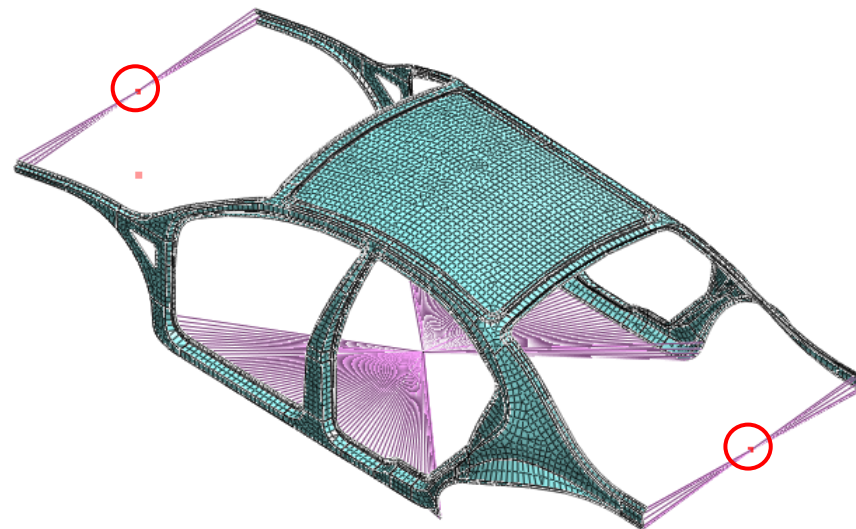
2. 절점 평행이동 정보 입력.

대상선택	절점 2개 선택 
방향	2점 벡터 (Z만 체크) 
방법	복사 (일정간격)
거리	-500
반복	1

3. [확인] 버튼 클릭.

 전면부와 후면부에 생성한 강체요소의 마스터절점을 선택합니다.

 (0, 0, 1) 벡터 방향으로 방향이 설정됩니다.



## 작업순서

1. [기타] 탭의 [스프링] 선택.

2. 스프링 요소 정보 입력.

종류	2절점
절점선택	전면부의 2개 절점
절점1 자유도	Tz
절점2 자유도	Tz
요소망세트	스프링

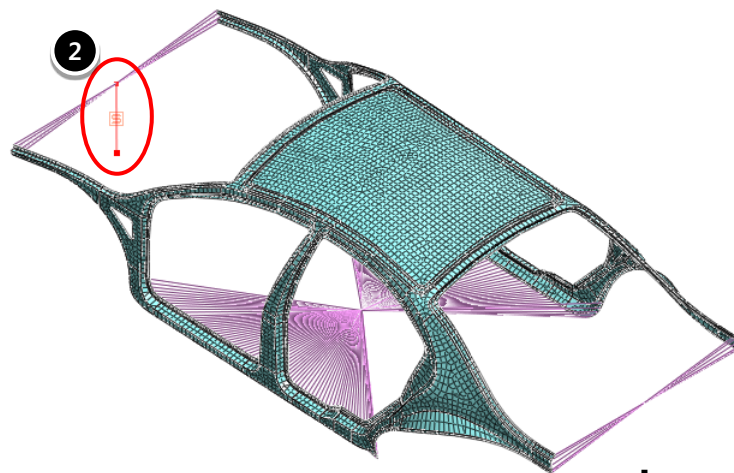
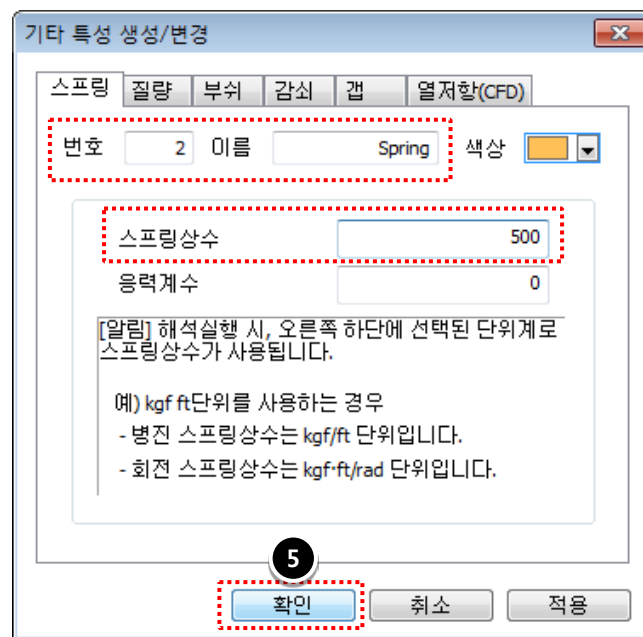
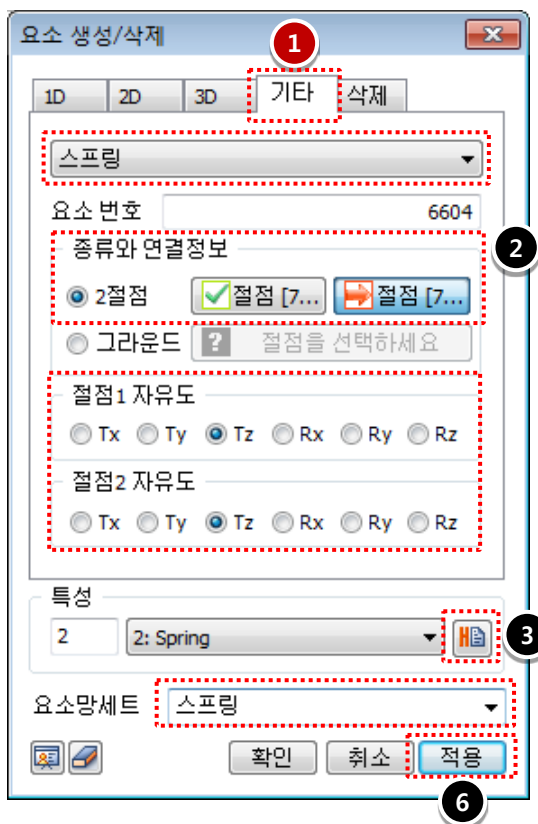
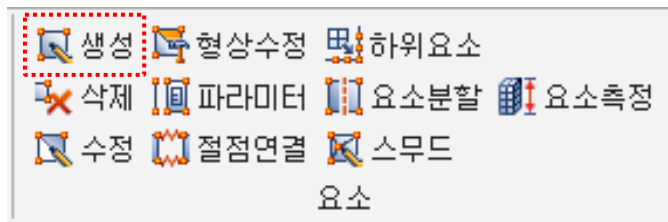
3. [특성] 버튼 클릭.

4. 스프링 특성 입력.

번호	2
이름	Spring
스프링 상수	500

5. [확인] 버튼 클릭.

6. [적용] 버튼 클릭.

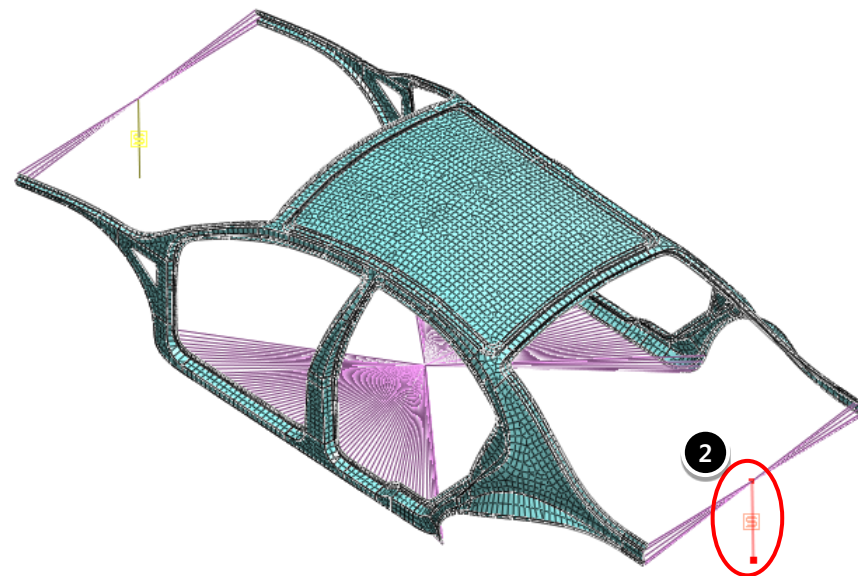
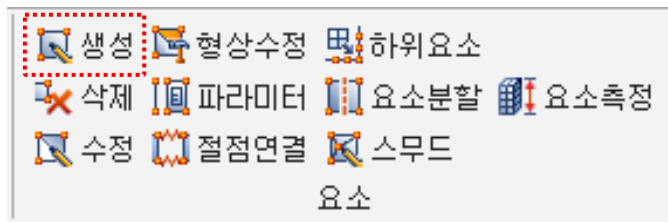


## 작업순서

1. [기타] 탭의 [스프링] 선택.
2. 스프링 요소 정보 입력.

종류	2절점
절점선택	전면부의 2개 절점
절점1 자유도	Tz
절점2 자유도	Tz
특성	2: Spring
요소망세트	스프링

3. [적용] 버튼 클릭.

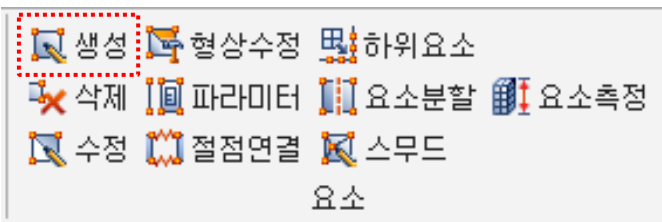


## 작업순서

1. [기타] 탭의 [집중질량] 선택.
2. 집중질량 요소 정보 입력.

절점선택	전면부 강체 중심
좌표계	전체직교좌표계
질량 값	500
요소망세트	Mass 1

3. [적용] 버튼 클릭.



요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제

집중질량

요소 번호 6606

1개 대상 선택됨

집중질량 특성

☒ 좌표계 전체직교좌표계

질량 값 500

[알림] 해석실행 시, 오른쪽 하단에 선택된 단위계로 질량이 사용됩니다.

질량 관성모멘트(I)

11 0 단위: kg\*mm<sup>2</sup>

21 0 22 0

31 0 32 0 33 0

☐ 절점에서의 옵션 (X1,X2,X3)

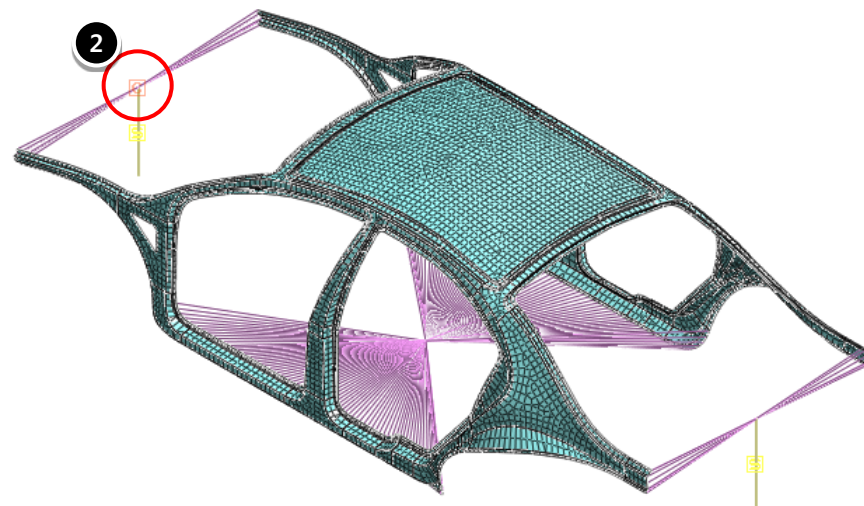
0, 0, 0 mm

특성

2 2: Spring

요소망세트 Mass 1

확인 취소 적용

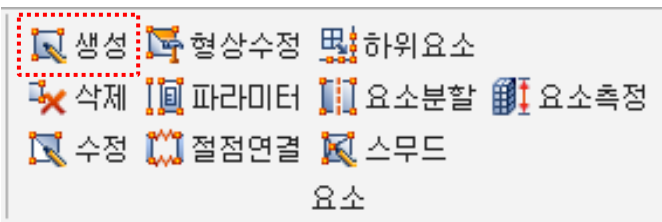


## 작업순서

1. [기타] 탭의 [집중질량] 선택.
2. 집중질량 요소 정보 입력.

절점선택	후면부 강체 중심
좌표계	전체직교좌표계
질량 값	300
요소망세트	Mass 2

3. [적용] 버튼 클릭.



요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제

집중질량

요소 번호 6607

1개 대상 선택됨

집중질량 특성

☒ 좌표계 전체직교좌표계

질량 값 300

[알림] 해석실행 시, 오른쪽 하단에 선택된 단위계로 질량이 사용됩니다.

질량 관성모멘트(I)

11	0	단위: kg*mm <sup>2</sup>
21	0	22 0
31	0	32 0 33 0

☐ 절점에서의 움직임 (X1,X2,X3)

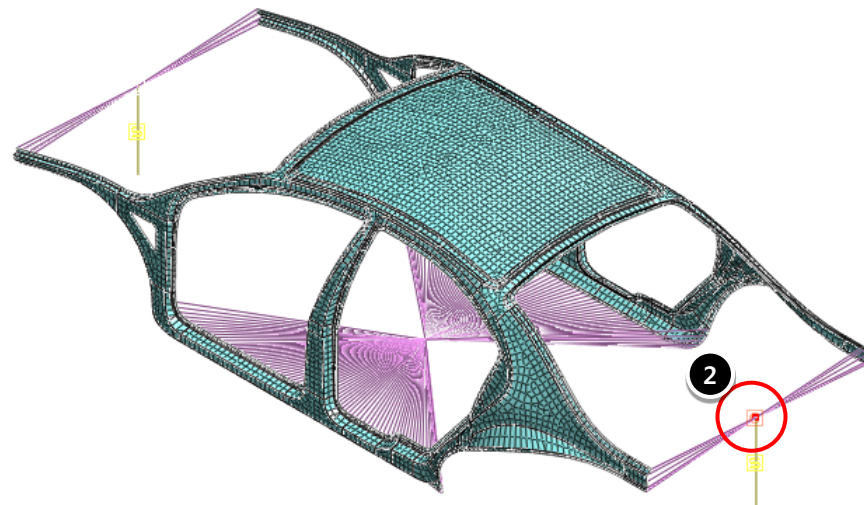
0, 0, 0 mm

특성

2 2: Spring

요소망세트 Mass 2

확인 취소 적용

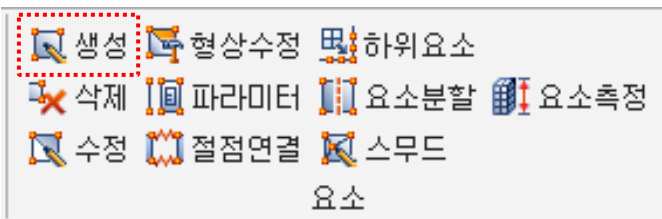


## 작업순서

1. [기타] 탭의 [집중질량] 선택.
2. 집중질량 요소 정보 입력.

절점선택	하부 강체 중심
좌표계	전체직교좌표계
질량 값	400
요소망세트	Mass 3

3. [확인] 버튼 클릭.



요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제

집중질량

요소 번호 6608

1개 대상 선택됨

집중질량 특성

☒ 좌표계 전체직교좌표계

질량 값 400

[알림] 해석실행 시, 오른쪽 하단에 선택된 단위계로 질량이 사용됩니다.

질량 관성모멘트(I)

11	0	단위: kg*mm <sup>2</sup>
21	0	22 0
31	0	32 0 33 0

☐ 절점에서의 움직임 (X1,X2,X3)

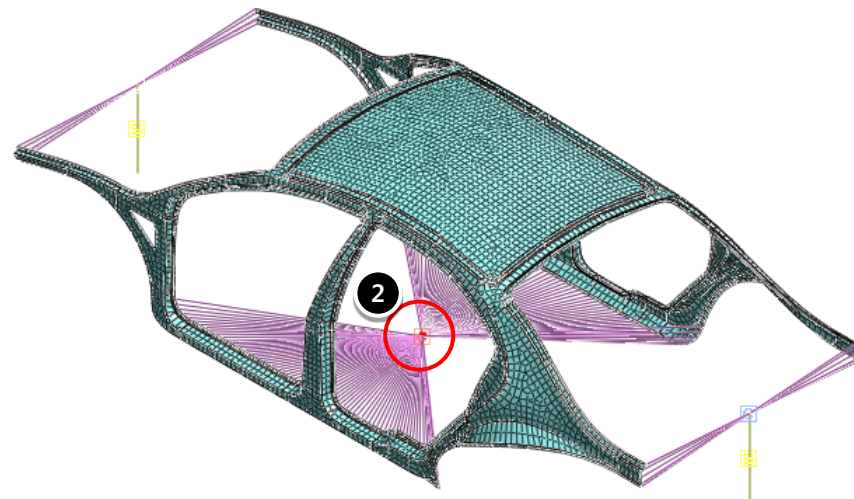
0, 0, 0 mm

특성

2 2: Spring


요소망세트 Mass 3

확인 취소 적용

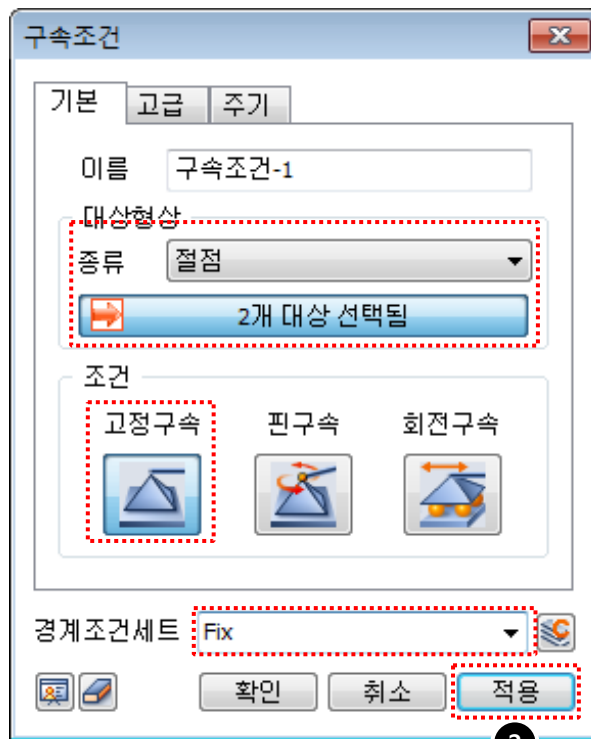
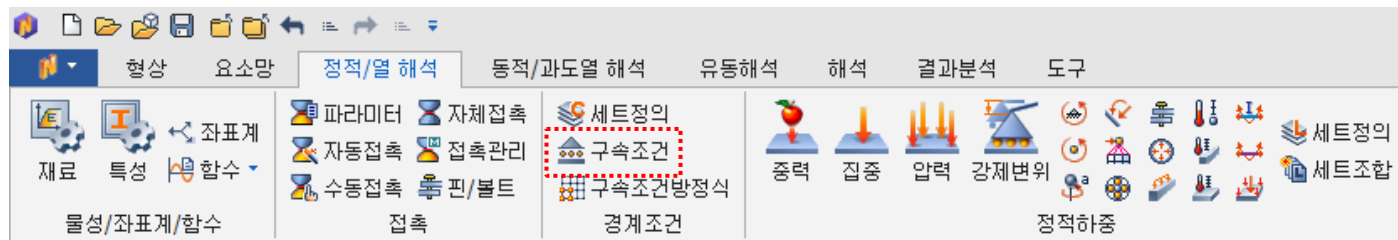



## 작업순서

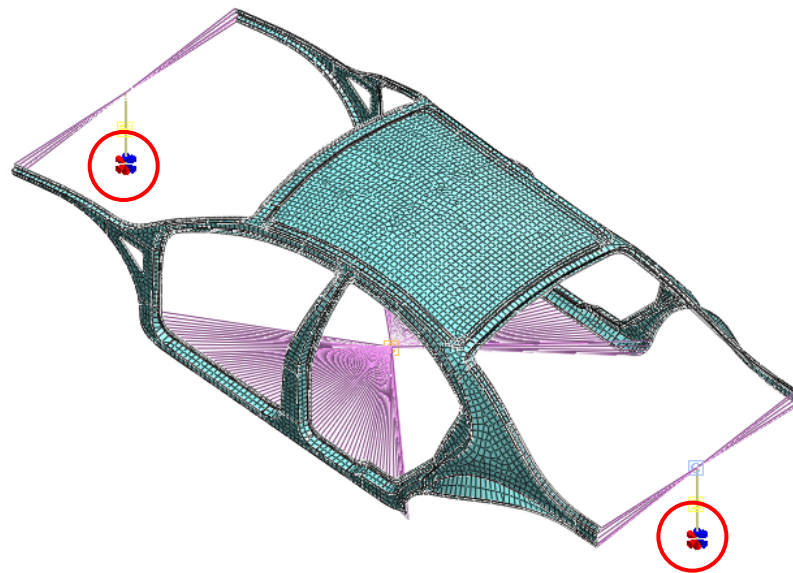
### 1. 구속조건 입력

경계조건세트	Fix
대상종류	절점
대상선택	2개 선택 (그림참조)
조건	고정구속 

### 2. [적용] 버튼 클릭



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



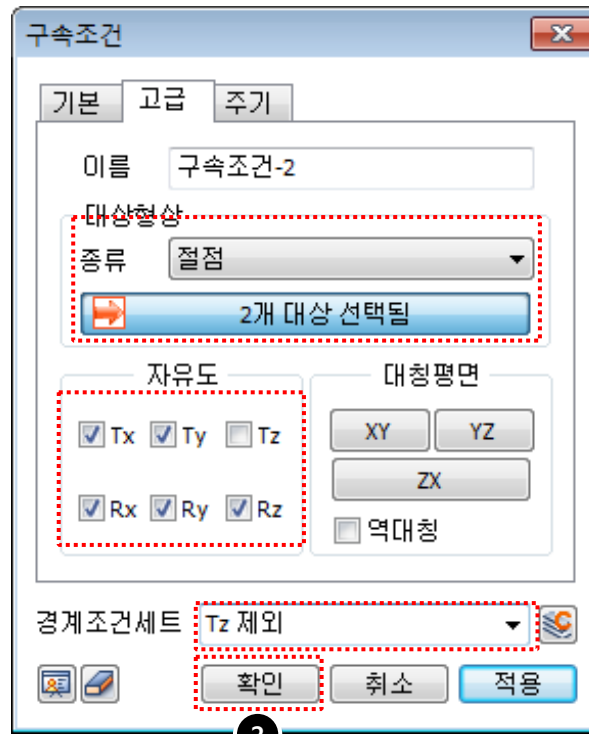
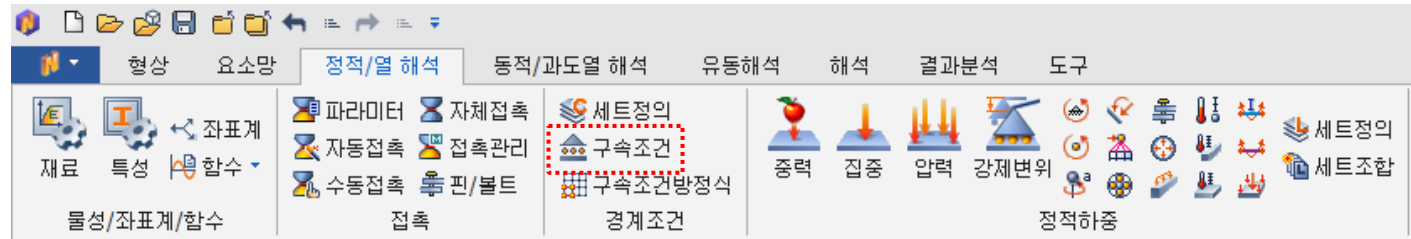
## 작업순서

1. [고급] 탭 선택.

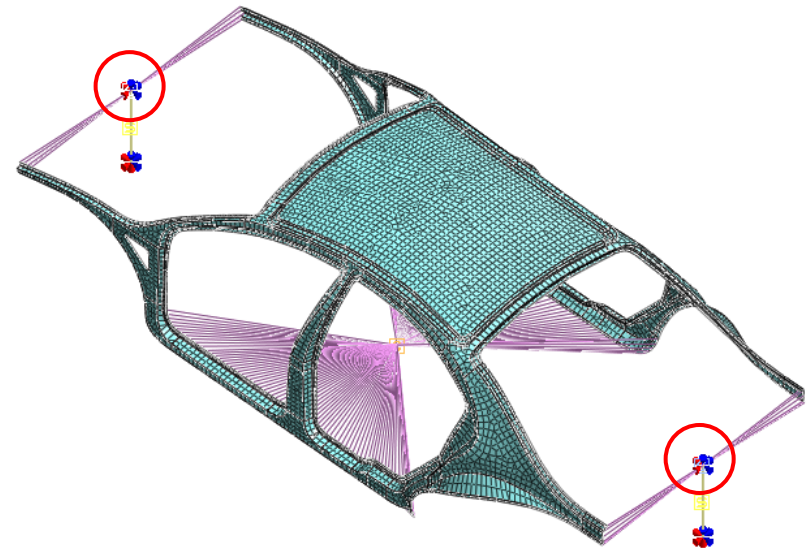
2. 구속조건 입력

경계조건세트	Tz 제외
대상종류	절점
대상선택	2개 선택 (그림참조)
자유도	Tz 제외하고 모두 체크

3. [확인] 버튼 클릭



💡 Z축 방향의 병진운동을 할 수 있도록 구속조건을 부여합니다.

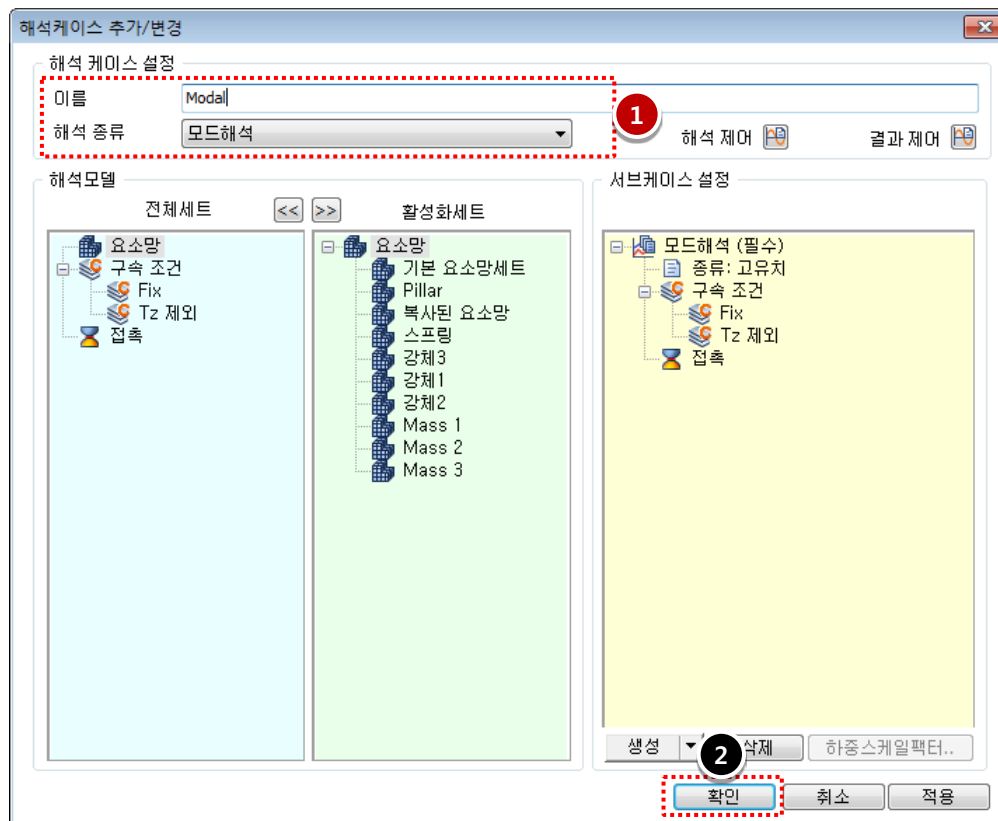
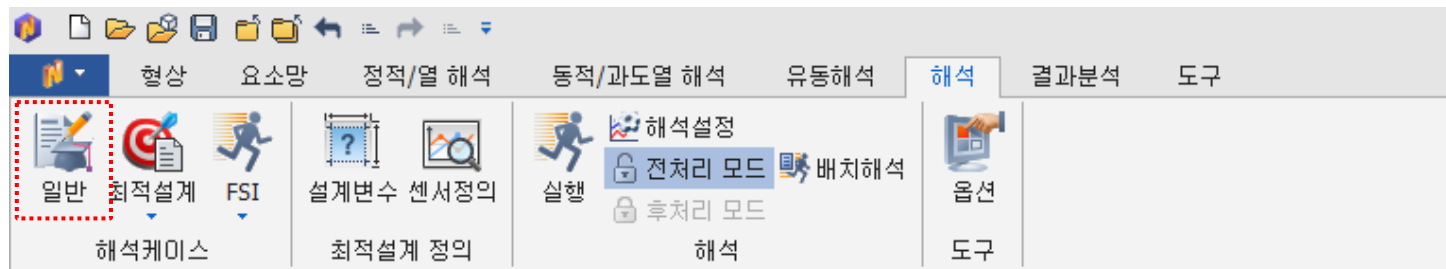


## 작업순서

### 1. 해석케이스 설정

이름	Modal
해석 종류	모드해석

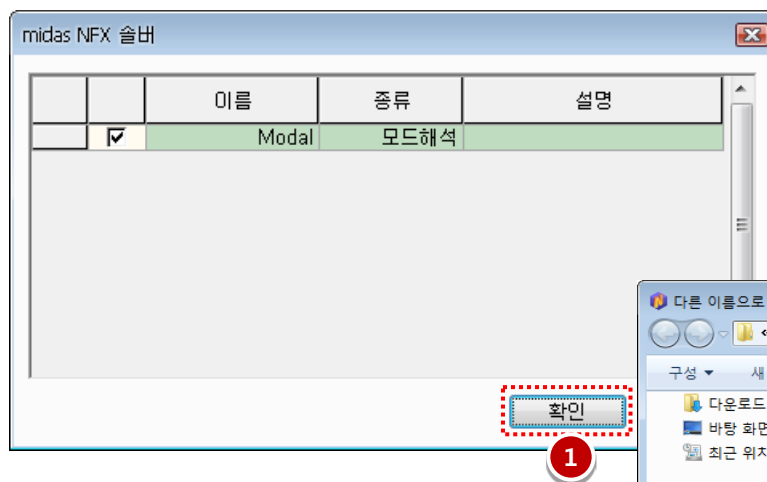
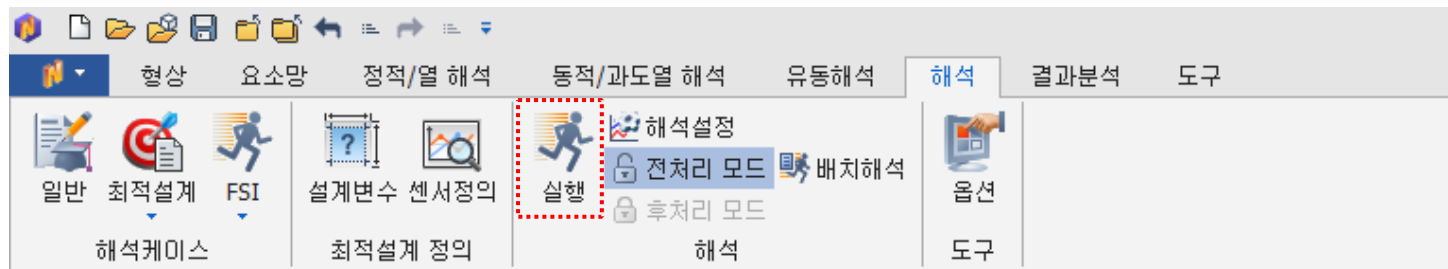
### 2. [확인] 버튼 선택



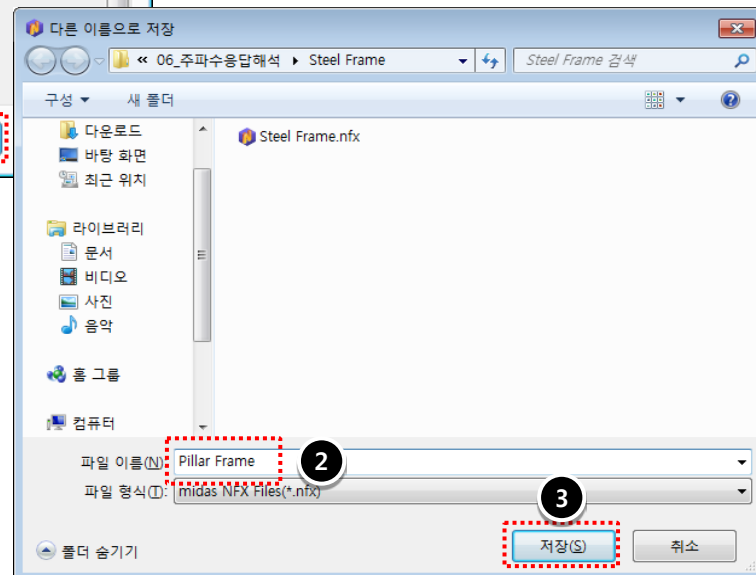
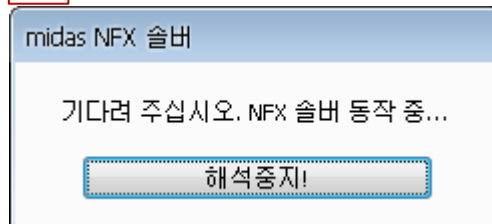
💡 주요 모드형상의 주파수 범위를 파악하기 위하여 모드해석을 우선 수행합니다.

## 작업순서

1. [확인] 버튼 클릭.
2. 다른이름으로 저장:  
"Pillar Frame" 입력.
3. [저장(S)] 버튼 클릭.



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



## 작업순서

## 1. [모드해석결과 테이블] 더블 클릭.

해석케이스

Modal : 모드해석

1 모드해석결과 테이블

모드해석 (할주)

MODE 1

전체

MODE 2

전체

MODE 3

전체

MODE 4

전체

MODE 5

전체

MODE 6

전체

MODE 7

전체

MODE 8

전체

MODE 9

전체

MODE 10

전체

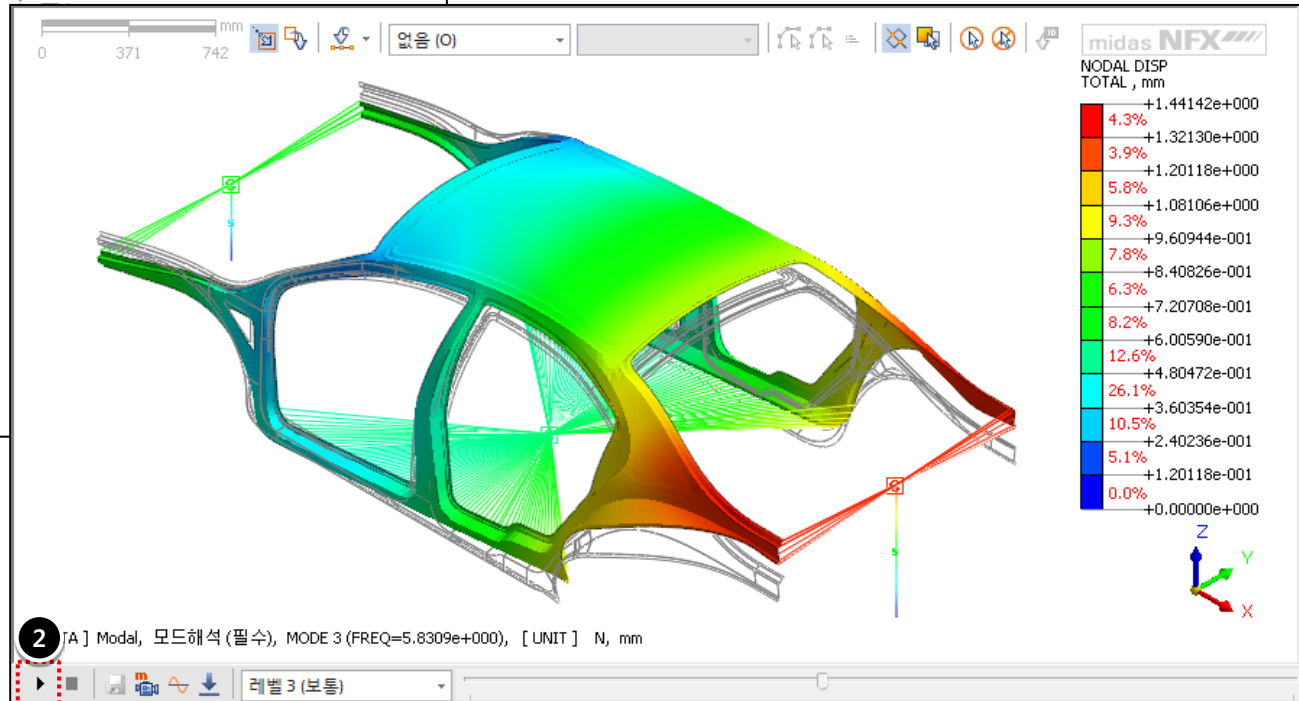
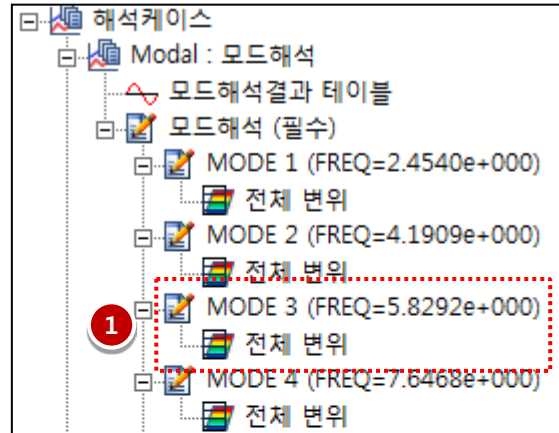
REAL EIGENVALUES										
MODE NUMBER	EIGENVALUE	RADIANS	CYCLES	MOD	GENERALIZED MASS	GENERALIZED STIFFNESS	ORTHOGONALITY LOSS	ERROR MEASURE		
1	2.365596e+002	1.538049e+001	2.447882e+000	4e-001	1.000000e+000	2.365596e+002	0.000000e+000	1.630968e-008		
2	6.932628e+002	2.632988e+001	4.190531e+000	2.386332e-001	1.000000e+000	6.932628e+002	0.000000e+000	6.323870e-009		
3	1.341407e+003	3.662522e+001	5.829084e+000	1.715535e-001	1.000000e+000	1.341407e+003	0.000000e+000	2.311394e-009		
4	2.283789e+003	4.778901e+001	7.605856e+000	1.314776e-001	1.000000e+000	2.283789e+003	0.000000e+000	3.185195e-008		
5	6.585662e+003	8.115209e+001	1.291576e+001	7.742479e-002	1.000000e+000	6.585662e+003	0.000000e+000	1.047777e-008		
6	9.533287e+003	9.763855e+001	1.553966e+001	6.435147e-002	1.000000e+000	9.533287e+003	0.000000e+000	8.382000e-010		
7	1.261084e+004	1.122980e+002	1.787278e+001	5.595100e-002	1.000000e+000	1.261084e+004	0.000000e+000	3.354678e-010		
8	3.705075e+004	1.924857e+002	3.063505e+001	3.264235e-002	1.000000e+000	3.705075e+004	0.000000e+000	4.588387e-010		
9	3.783427e+004	1.945103e+002	3.095728e+001	3.230258e-002	1.000000e+000	3.783427e+004	0.000000e+000	3.642038e-010		
10	6.779753e+004	2.603796e+002	4.144070e+001	2.413087e-002	1.000000e+000	6.779753e+004	0.000000e+000	8.422296e-010		
MODAL EFFECTIVE MASS										
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3				
1	4.119533e-011	4.722223e-001	1.056982e-010	5.307067e+004	1.609775e-003	2.294643e+004				
2	9.717119e-004	3.433992e-011	1.229162e+000	1.543339e-004	1.570912e+005	3.195582e-005				
3	2.771983e-002	1.887487e-009	6.174315e-002	7.763763e-003	3.010375e+006	1.493619e-003				
4	8.066544e-011	1.659941e-002	5.311984e-008	3.076622e+004	7.078197e-001	9.254469e+003				
5	4.111299e-003	3.028538e-009	1.854079e-003	1.697275e-002	2.932369e+001	2.339936e-003				
6	5.815731e-002	1.270056e-009	5.270299e-003	5.997031e-004	2.321881e+004	6.679244e-004				
7	3.422068e-001	3.847886e-012	1.849518e-004	1.697269e-003	4.952051e+004	3.605251e-004				
8	3.096874e-004	1.089855e-011	5.416354e-006	2.970492e-001	1.440540e+002	1.215064e-001				
9	7.354236e-010	2.063027e-003	1.046918e-010	2.563925e+004	1.528733e-004	1.284224e+002				
10	7.930158e-009	5.051621e-004	0.000000e+000	1.200318e+004	3.579100e-003	5.885467e+003				
TOTAL	4.334767e-001	4.913899e-001	1.298220e+000	1.214797e+005	3.240380e+006	3.821491e+004				
PERCENTAGE MODAL EFFECTIVE MASS										
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3				
1	0.00%	36.37%	0.00%	34.64%	0.00%	0.72%				
2	0.07%	0.00%	94.68%	0.00%	4.81%	0.00%				
3	2.14%	0.00%	4.76%	0.00%	92.13%	0.00%				
4	0.00%	1.28%	0.00%	20.08%	0.00%	0.29%				
5	0.32%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%				
6	4.48%	0.00%	0.41%	0.00%	0.71%	0.00%				
7	26.36%	0.00%	0.01%	0.00%	1.52%	0.00%				
8	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%				
9	0.00%	0.16%	0.00%	16.73%	0.00%	0.00%				
10	0.00%	0.04%	0.00%	7.83%	0.00%	0.18%				
TOTAL	33.38%	37.85%	100.00%	79.28%	99.17%	1.20%				

고유진동수와 질량참여율을 검토합니다.

일반적으로 질량참여율의 합이 90% 이상이 되면 해당 자유도의 동적 거동이 지배되는 주파수라 할 수 있습니다.

## 작업순서

1. [전체 변위] 더블 클릭.
2. 작업원도우 하단의 애니메이션 도구 모음에서 [▶] (재생) 버튼 클릭.



💡 애니메이션 결과 확인이 끝나면 [■] 버튼을 클릭하여 애니메이션 재생을 종료해 주어야 합니다. 이는 다른 후처리 작업 시 발생할 수 있는 조작의 불편함을 최소화하기 위한 작업입니다.

## 작업순서

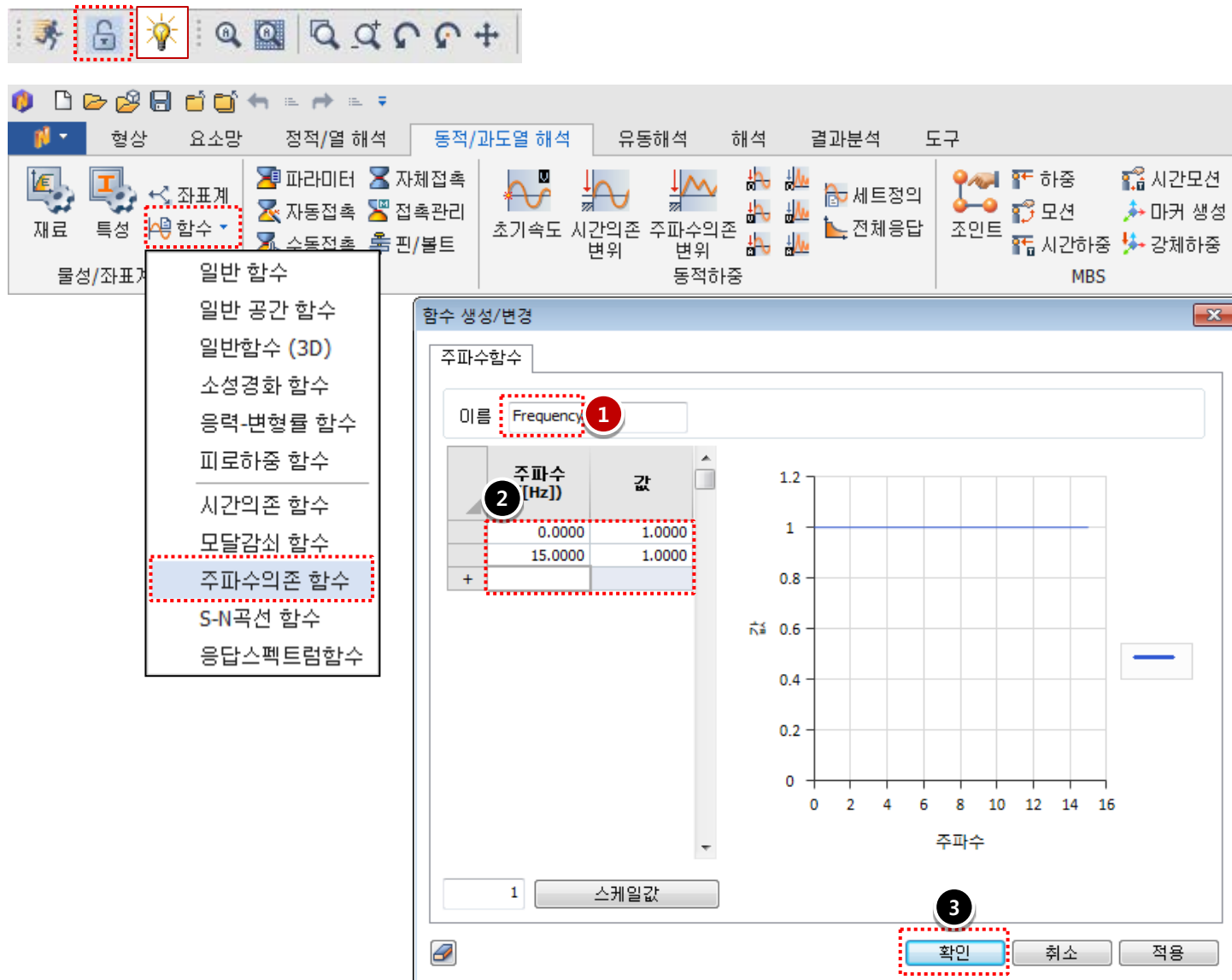
1. 이름: "Frequency" 입력.

2. 함수 입력

주파수 (cps)	값
0	1
15	1

3. [확인] 버튼 클릭

💡 [해석수행 도구모음]의 [전처리모드]를 클릭하여 하중조건을 추가합니다. [후처리모드] 상태에서는 [해석 및 결과]를 제외한 모든 메뉴가 비활성화되기 때문에 반드시 [전처리모드]로 변환한 후에 작업을 시작하도록 합니다.



The screenshot shows the '함수 생성/변경' (Function Creation/Modification) dialog box. The '이름' (Name) field is set to 'Frequency' (1). The '주파수' (Frequency) table (2) contains the following data:

주파수 [Hz]	값
0.0000	1.0000
15.0000	1.0000

The graph on the right shows a constant value of 1.0 across the frequency range from 0 to 16 Hz. The '확인' (Confirm) button is highlighted (3).

## 작업순서

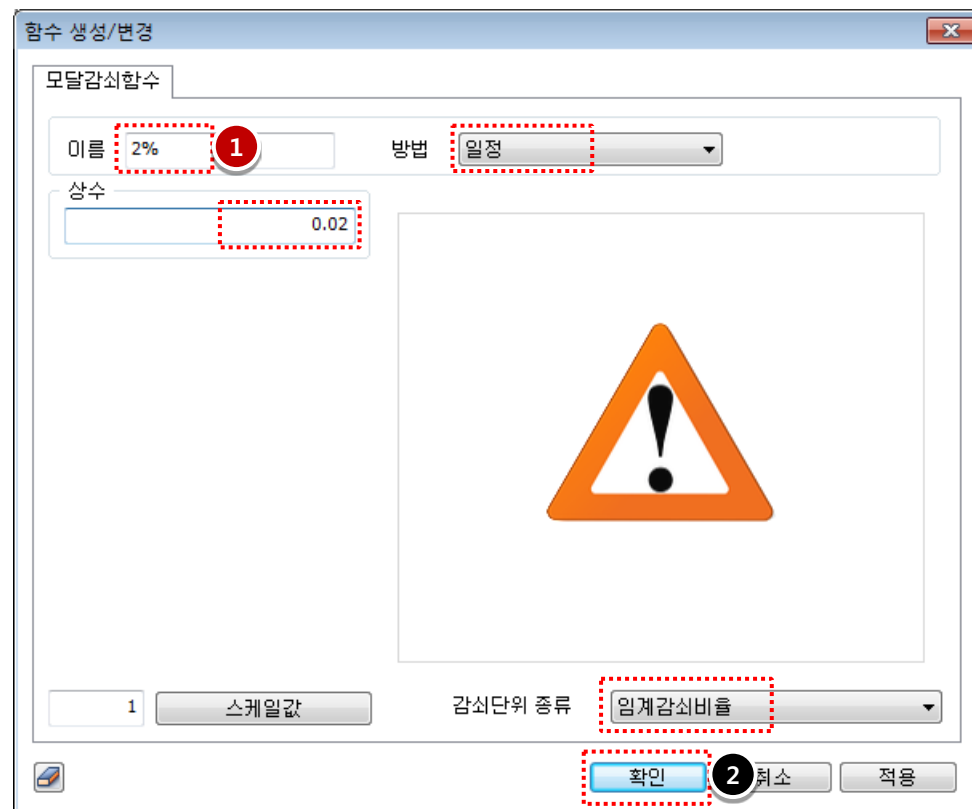
### 1. 모달감쇠함수 입력.

이름	2%
방법	일정
상수	0.02
감쇠단위종류	임계감쇠비율

### 2. [확인] 버튼 클릭



- 일반 함수
- 일반 공간 함수
- 일반함수 (3D)
- 소성경화 함수
- 응력-변형률 함수
- 피로하중 함수
- 시간의존 함수
- 모달감쇠 함수**
- 주파수의존 함수
- S-N곡선 함수
- 응답스펙트럼함수



💡 일반적으로 **[임계감쇠비율]**를 사용합니다.

주파수 혹은 모드에 따라 변하지 않는, 일정한 감쇠계수를 사용하는 경우에는 그래프가 별도로 그려지지 않습니다.

## 작업순서

### 1. 주파수의존 절점하중 조건 입력

주파수하중세트	Load 1
대상종류	절점
대상선택	1개 선택
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Tz: 10000 N
조화하중 공식	크기/위상각도
크기	Frequency (함수)
위상각도	0 (deg)

### 2. [적용] 버튼 클릭

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-1

대상형상: 절점

종류: 절점

1개 대상 선택됨

하중 타입: ☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조방향: 종류: 좌표계

참조좌표계: 전체직교좌표계

하중성분: 기준함수: 없음

Tx: 0 Rx: 0

Ty: 0 Ry: 0

Tz: 10000 Nz: 0

조화하중 공식: ☐ 실수부/허수부 ☒ 크기/위상각도

크기: ☐ 상수 ☒ 사용자정의세트: Frequency

위상각도: ☐ 상수 ☒ 사용자정의세트: 없음(일정)

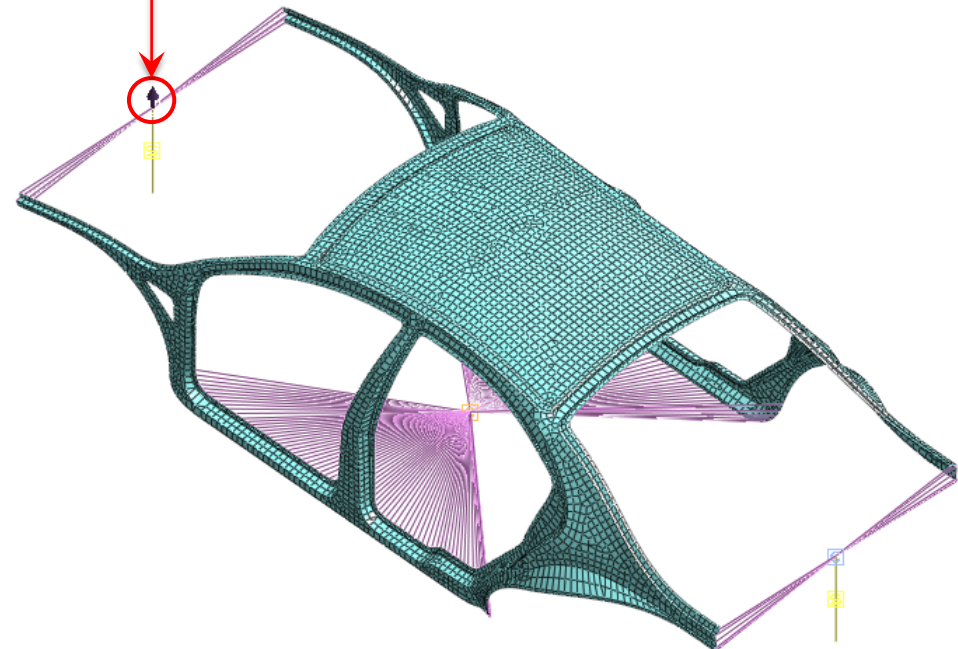
주파수하중세트: Load 1

확인 취소 적용

동적/과도열 해석 유동해석 해석 결과분석 도구

차체접촉 접촉관리 인/볼트 초기속도 시간의존 변위 주파수의존 변위 동적하중 세트정의 전체응답

하중 모션 시간모션 마커 생성 강제하중 MBS



## 작업순서

## 1. 주파수의존 절점하중 조건 입력

주파수하중세트	Load 2
대상종류	절점
대상선택	1개 선택
참조좌표계	전체직교좌표계
하중성분	Tz: 10000 N
조화하중 공식	크기/위상각도
크기	Frequency (함수)
위상각도	180 (deg)

## 2. [확인] 버튼 클릭

주파수의존 절점하중

이름 주파수의존 절점하중-4

대상형상 종류 절점

1개 대상 선택됨

하중 타입

☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조방향 종류 좌표계

참조좌표계 전체직교좌표계

하중성분 기준함수 없음

Tx 0 Rx 0

Ty 0 Ry 0

Tz 10000 Rz 0

N N·mm

조화하중 공식

☐ 실수부/허수부

☒ 크기/위상각도

크기

☐ 상수 0

☒ 사용자정의세트 Frequency

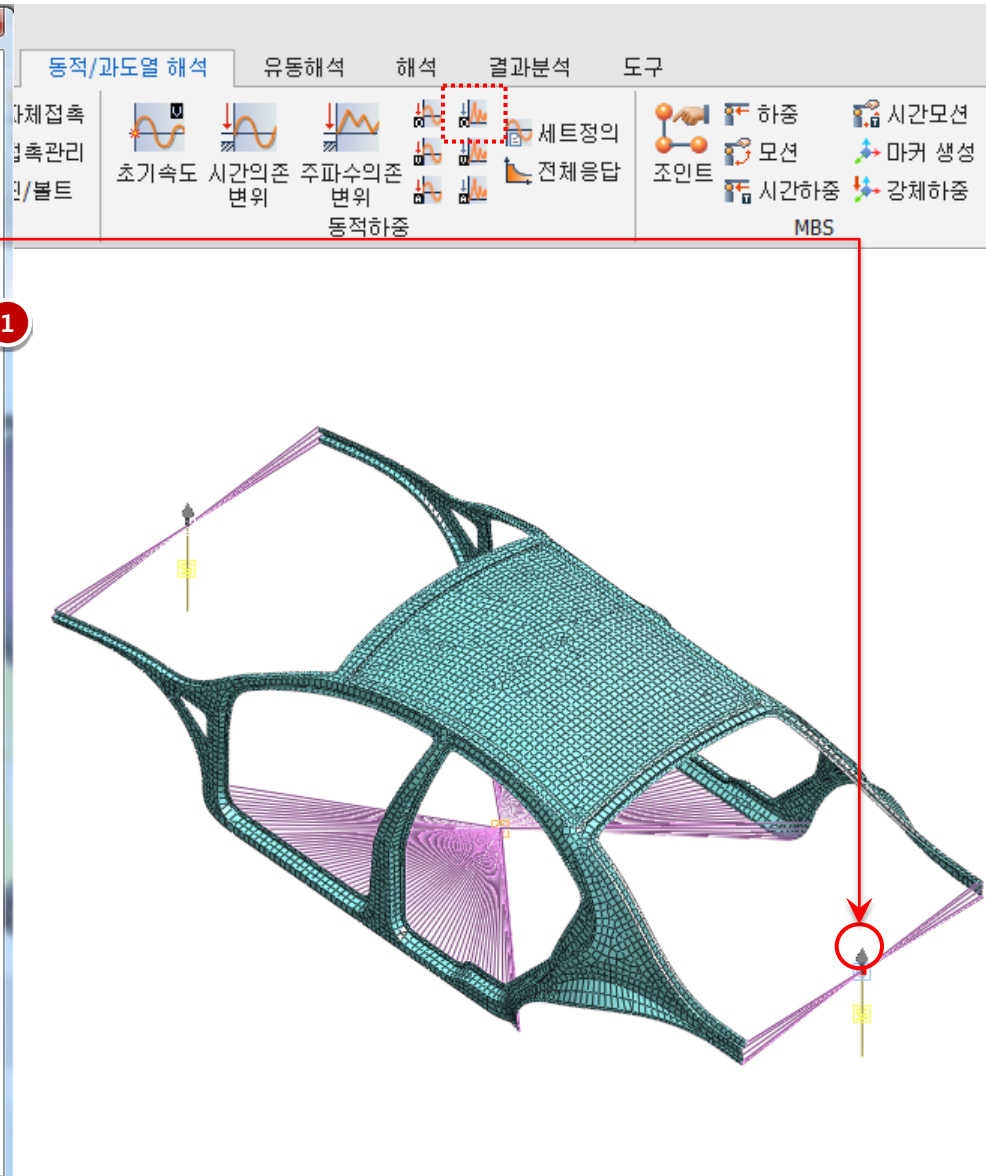
위상각도

☒ 상수 180 [deg]

☐ 사용자정의세트 없음(일정)

주파수하중세트 Load 2

확인 소 적용



## 작업순서

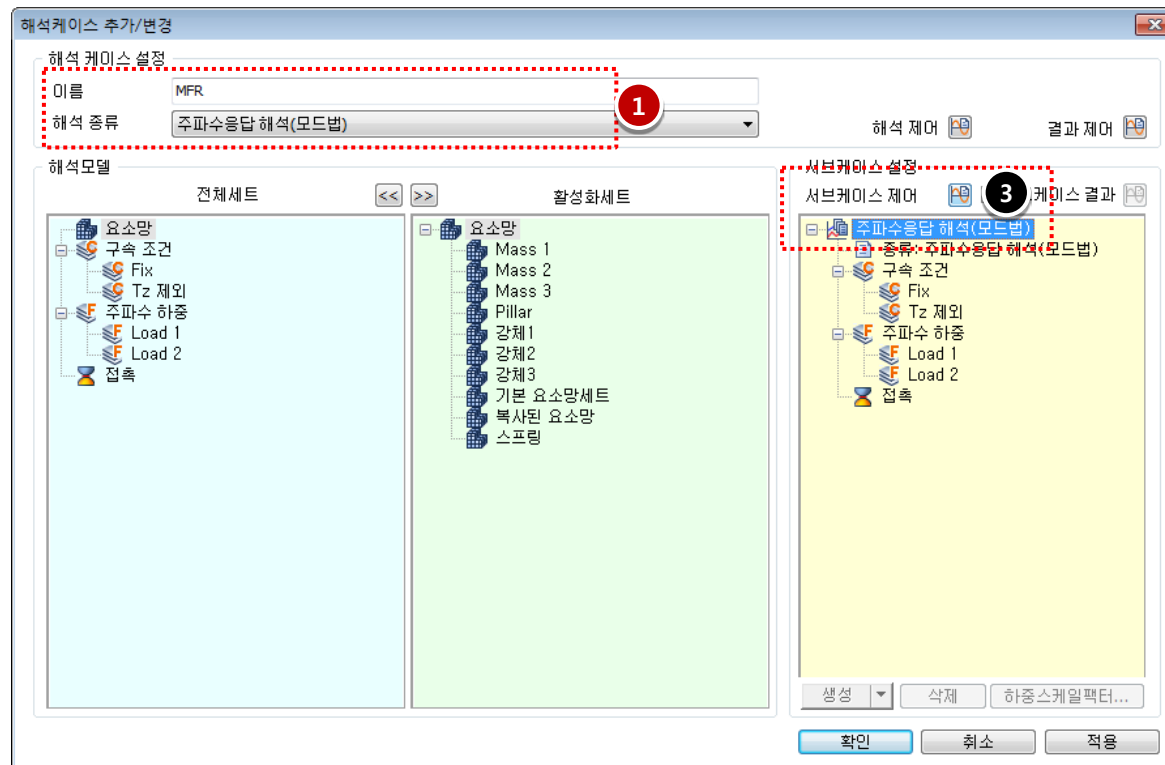
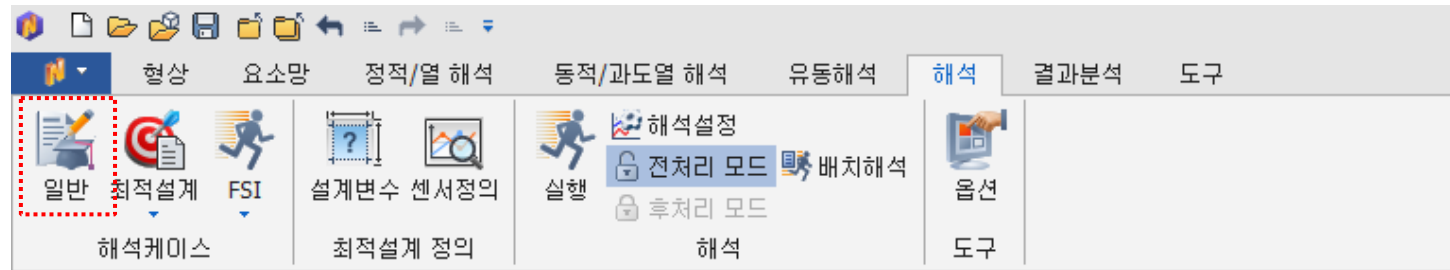
### 1. 해석케이스 설정

이름	MFR
해석 종류	주파수응답해석(모드법)

### 2. 서브케이스 설정의

“주파수응답해석(모드법)”을 클릭.

### 3. 활성화된 서브케이스 제어 버튼 클릭.



## 작업순서

## 1. [동적 해석] 탭의 [주파수세트 정의]

버튼 클릭.

## 2. 주파수세트 정의

이름	Linear
방법	선형
최초진동수	0
진동수 증분	0.1
증분 개수	100

## 3. [추가] 버튼 클릭.



대상 주파수 범위 내에서 일정한 간격으로 값을 출력합니다.

고유진동수 범위 내에서 값이 무시될 수 있기 때문에 기본 방법으로 사용하고 추가적인 방법을 적용하는 것이 좋습니다.

해석 제어

동적 해석   추가 하중   일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 0

확인   취소

주파수 세트

3

이름 Linear

주파수 리스트

방법 선형

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 0.1 [Cycle]/sec

증분 개수 100

추가   수정   삭제

번호   이름   방법

닫기

## 작업순서

## 1. 주파수세트 정의

이름	Cluster
방법	클러스터
하한값	1
상한값	10
보간유형	선형
모드들 사이의 포인트	20
클러스터링	1

2. [추가] 버튼 클릭.

3. [닫기] 버튼 클릭.

4. [확인] 버튼 클릭.

💡 고유진동수 사이에 선형 혹은 Log 방식을 적용하여 주파수를 분할합니다. 시작과 끝 주파수를 설정하고 구조물의 각 고유진동수 영역 사이의 출력 주파수 개수와 조밀도를 설정합니다.

해석 제어

동적 해석   추가 하중   일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 0

4

확인   취소

주파수 세트

2

Cluster

추가

1

주파수 범위

클러스터

수정   삭제

하한값 1 [Cycle]/sec

상한값 10 [Cycle]/sec

보간유형 ☒ 선형 ☐ 로그형

모드들 사이의 포인트 20

클러스터링 (Bias Factor) 1

3

닫기

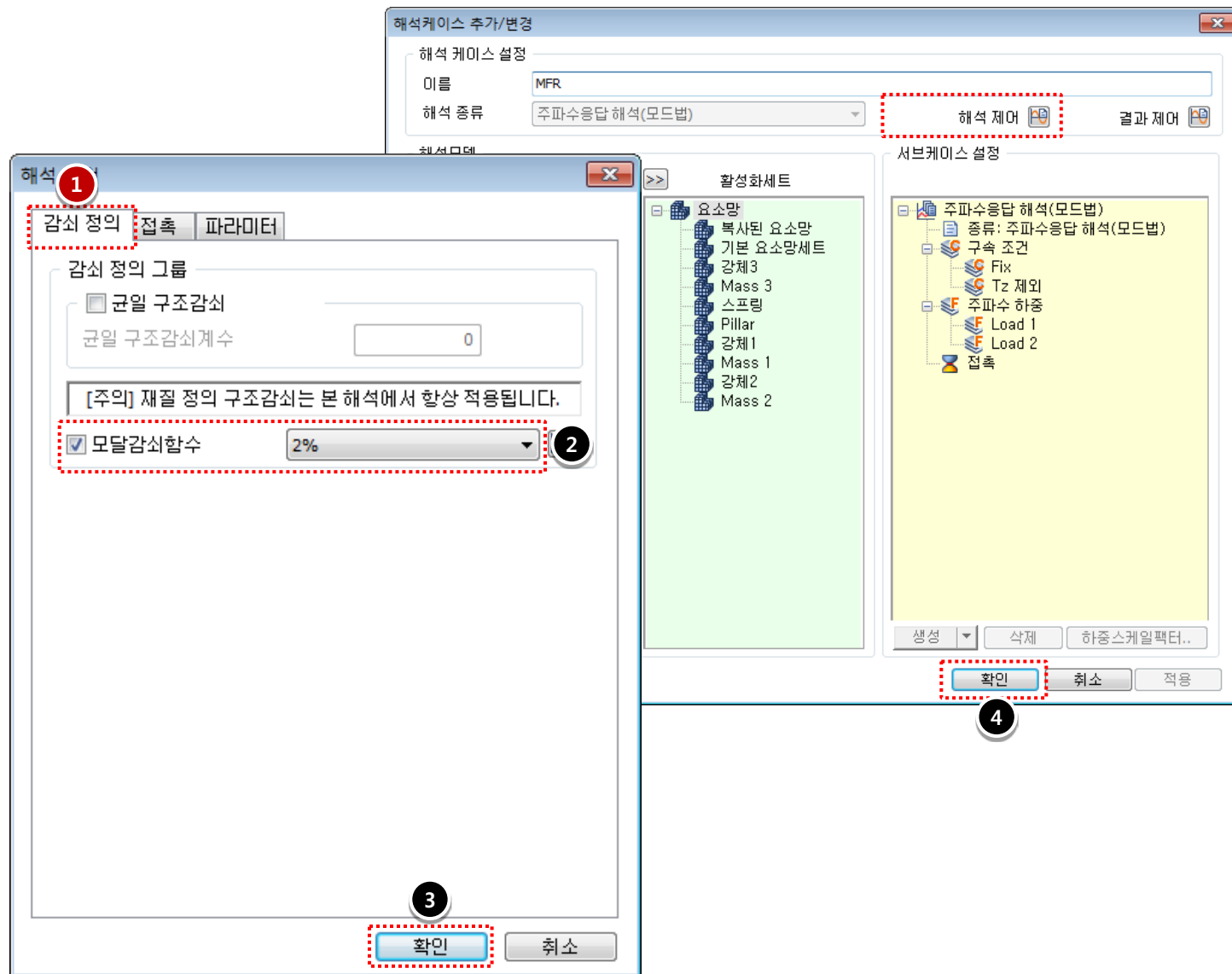
번호	이름	방법
1	Linear	선형

4

확인   취소

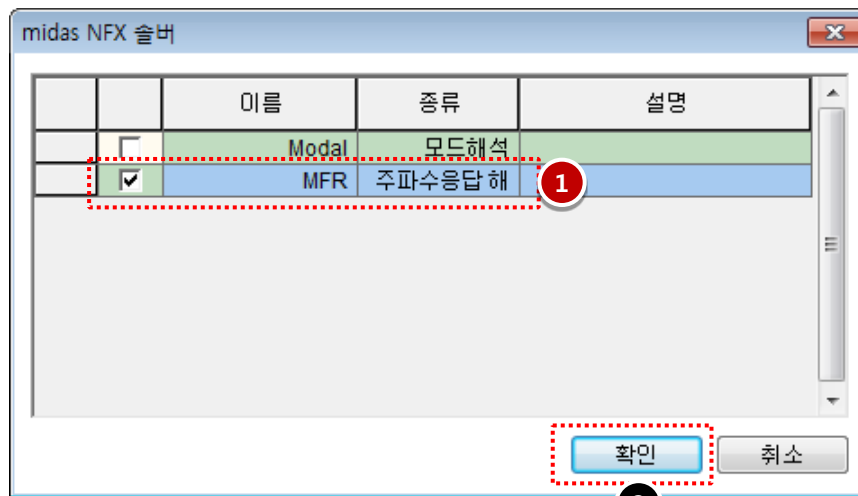
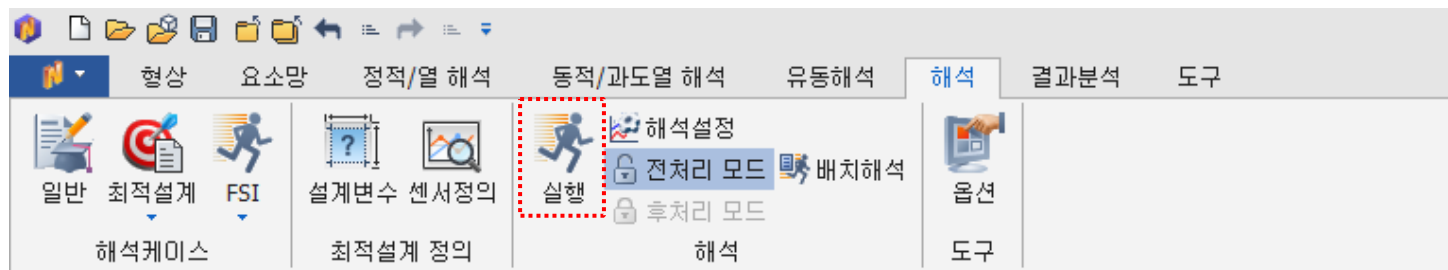
## 작업순서

1. [감쇠 정의] 탭의 [모달감쇠함수]에 체크.
2. [2%] 함수 선택.
3. [확인] 버튼 클릭.
4. [확인] 버튼 클릭.



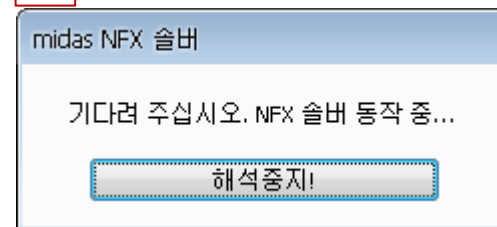
## 작업순서

1. 주파수응답해석에만 체크 되어 있을  
을 확인.
2. [확인] 버튼 클릭.






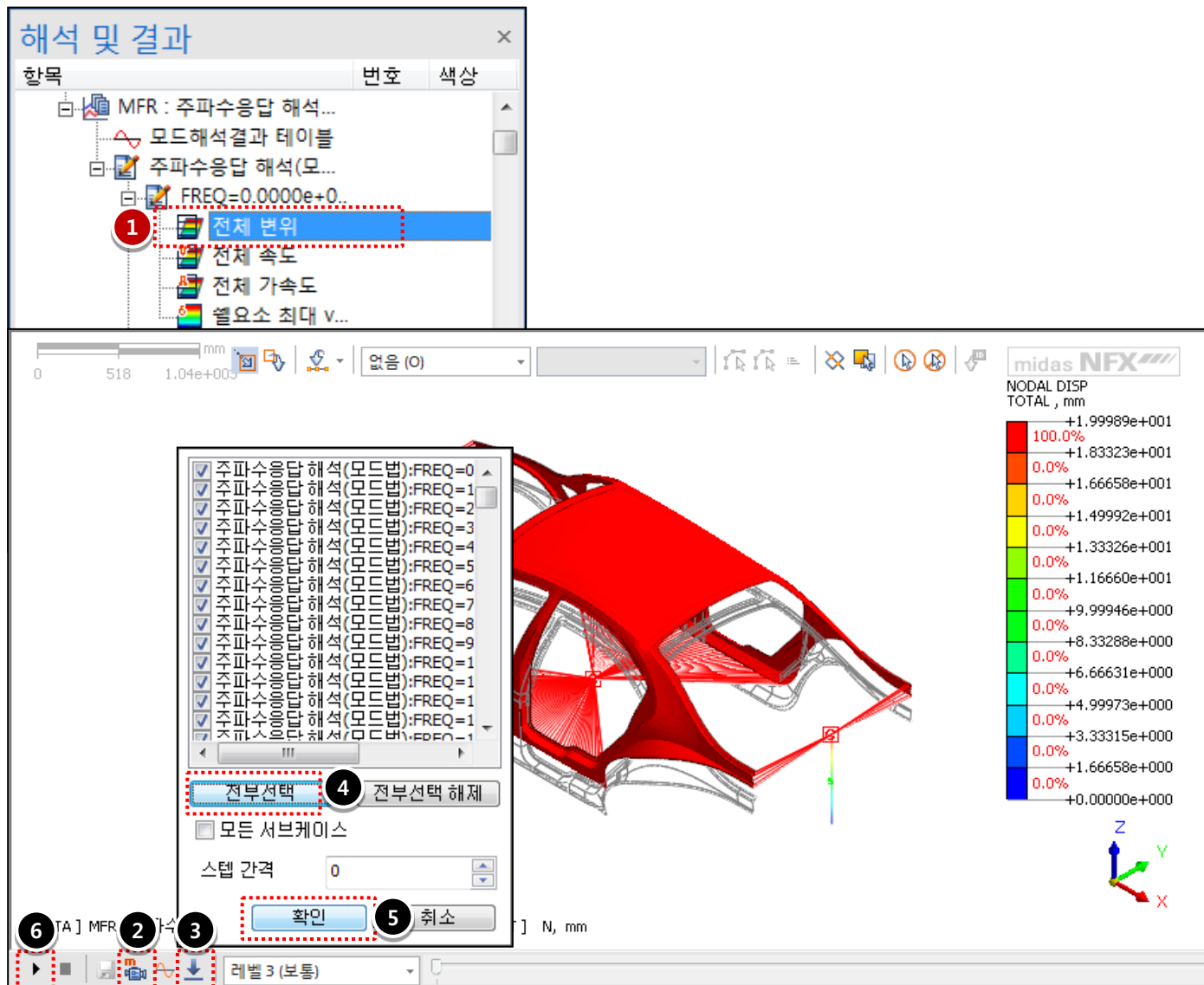
이미 해석을 수행하여 결과가 존재하는 해석케이스는 자동으로 체크가 해제되어 있습니다. 체크되어 있는 해석케이스에 한하여 해석이 수행됩니다.


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



## 작업순서

1. [전체 범위] 더블 클릭.
2. 작업원도우 하단의 애니메이션 도구 모음에서 [  ] (멀티-스텝 애니메이션 녹화) 버튼 클릭.
3. 활성화된 [  ] 버튼 클릭.
4. [전부선택] 버튼 클릭.
5. [확인] 버튼 클릭.
6. 애니메이션 도구모음에서 [  ] (재생) 버튼 클릭.



💡 애니메이션 결과 확인이 끝나면 [  ] 버튼을 클릭하여 애니메이션 재생을 종료해 주어야 합니다. 이는 다른 후처리 작업 시 발생할 수 있는 조작의 불편함을 최소화하기 위한 작업입니다.

## 작업순서

### 1. 결과 데이터 설정

해석 세트	MTR
결과 종류	절점변위
결과	Z방향 변위 (V)

### 2. [전부선택] 버튼 클릭.

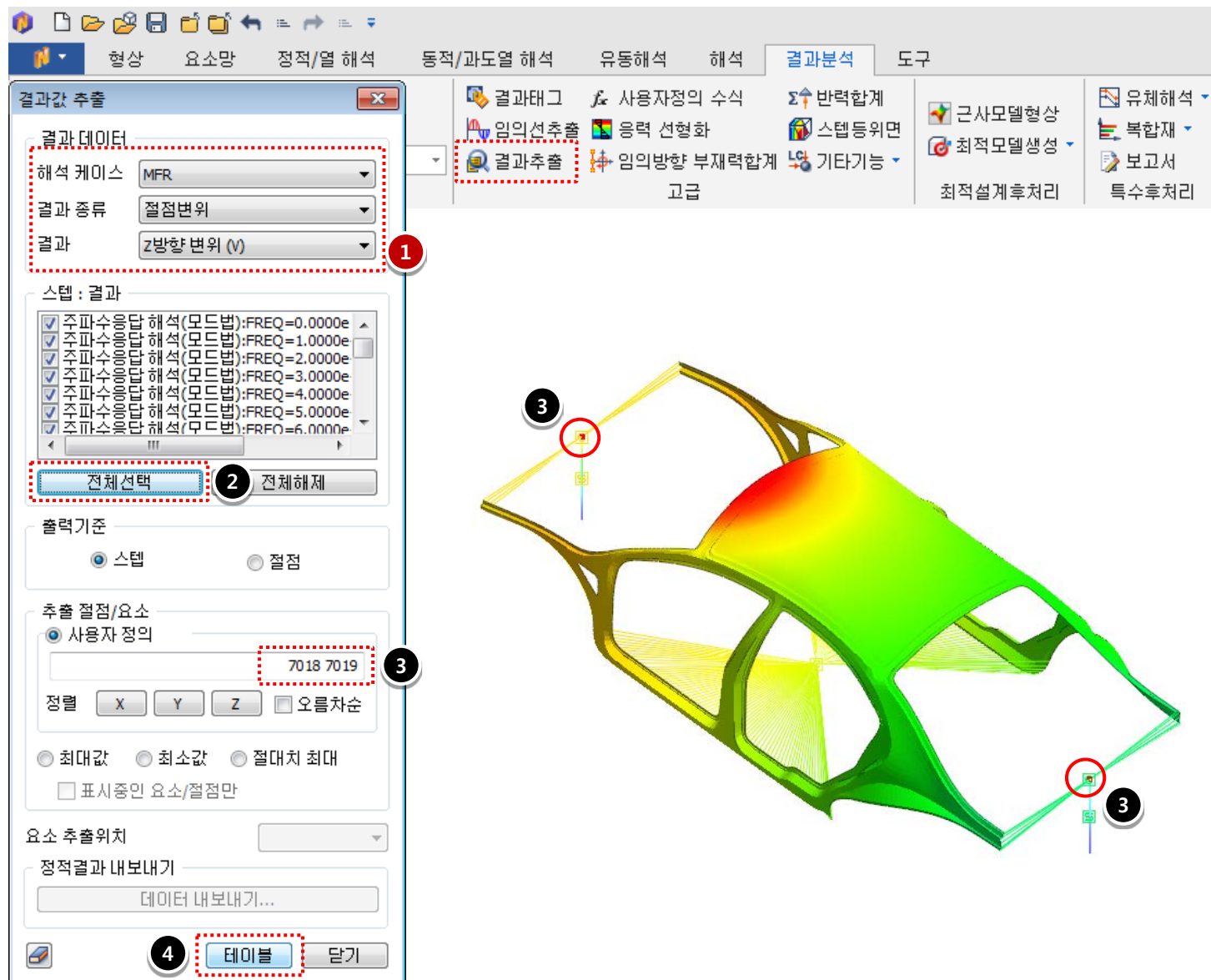
### 3. 그림을 참고하여 추출하고자 하는 절점을 선택.



### 4. [테이블] 버튼 클릭.

작업윈도우의 해석모델에서 직접 절점/요소를 선택하거나 절점/요소 번호를 알고 있는 경우에는 대화상자에 번호를 직접 입력할 수도 있습니다.

절점번호는 다르게 생성될 수 있습니다.



The screenshot shows the '결과값 추출' (Extract Results) dialog box in the midas NFX software. The dialog box has several sections:

- 결과값 추출** (Extract Results): A section with dropdown menus for '해석 케이스' (Analysis Case) set to 'MFR', '결과 종류' (Result Type) set to '절점변위' (Node Displacement), and '결과' (Result) set to 'Z방향 변위 (V)' (Z-direction Displacement (V)).
- 시스템 : 결과** (System : Result): A list of results with checkboxes. The first six items are checked, corresponding to frequencies from 0.0000e to 6.0000e.
- 전체선택** (Select All): A button highlighted with a red dashed box and a circled '2'.
- 전체해제** (Deselect All): A button next to the '전체선택' button.
- 출력기준** (Output Criteria): Radio buttons for '시스템' (System) and '절점' (Node). '시스템' is selected.
- 추출 절점/요소** (Extract Node/Element): A section with a radio button for '사용자 정의' (User Defined). Below it, a text box contains the numbers '7018 7019', which are highlighted with a red dashed box and a circled '3'.
- 정렬** (Sort): Buttons for 'X', 'Y', 'Z', and '오름차순' (Ascending). 'Z' is selected.
- 최대값** (Maximum): Radio buttons for '최대값' (Maximum), '최소값' (Minimum), and '절대치 최대' (Absolute Maximum). '최대값' is selected.
- 표시종인 요소/절점만** (Show only elements/nodes): A checkbox that is currently unchecked.
- 요소 추출위치** (Element Extraction Location): A dropdown menu.
- 정적결과 내보내기** (Export Static Results): A section with a button labeled '데이터 내보내기...' (Export Data...).
- 테이블** (Table): A button highlighted with a red dashed box and a circled '4'.
- 닫기** (Close): A button next to the '테이블' button.

On the right side of the dialog box, there is a 3D model of a car frame. Three specific nodes on the frame are highlighted with red circles and labeled with circled '3's, indicating the nodes selected for extraction.

## 작업순서

1. 마우스 오른쪽 클릭하여 [그래프 보기] 선택.

2. 그래프 옵션 설정

X축	스텝 값
Y축	선택한 절점 1
	선택한 절점 2

3. [미리보기] 버튼 클릭.

💡 MS EXCEL을 이용하여 추가작업이 필요한 경우에는 [엑셀로 내보내기]를 선택하면 테이블 결과가 엑셀로 출력됩니다.

번호	스텝	스텝 값	절점: 7018 (mm)	절점: 7019 (mm)
1	주파수응답 해석(모드법):FREQ=0.0000e+000	0.000000e+000	1.999879e+001	1.999879e+001
2	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.0000e-001	1.000000e-001	2.001072e+001	2.000733e+001
3	주파수응답 해석(모드법):FREQ=2.0000e-001	2.000000e-001	2.004644e+001	2.003321e+001
4	주파수응답 해석(모드법):FREQ=3.0000e-001	3.000000e-001	2.010620e+001	2.007657e+001
5	주파수응답 해석(모드법):FREQ=4.0000e-001	4.000000e-001	2.019042e+001	2.013769e+001
6	주파수응답 해석(모드법):FREQ=5.0000e-001	5.000000e-001	2.029972e+001	2.021692e+001
7	주파수응답 해석(모드법):FREQ=6.0000e-001	6.000000e-001	2.043490e+001	2.031478e+001
8	주파수응답 해석(모드법):FREQ=7.0000e-001	7.000000e-001	2.059697e+001	2.043186e+001
9	주파수응답 해석(모드법):FREQ=8.0000e-001	8.000000e-001	2.078718e+001	2.056894e+001
10	주파수응답 해석(모드법):FREQ=9.0000e-001	9.000000e-001	2.100701e+001	2.072690e+001
11	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.0000e+000	1.000000e+000	2.125823e+001	2.090683e+001

정의

차트 이름 새로운 차트

X축 이름 번호

Y축 이름 Y

X축 소수점 자릿수 4 ☐ 지수

Y축 소수점 자릿수 4 ☐ 지수

☐ 요약보기 ☐ 세로로 X축으로 사용

로그 스케일 ☐ X축 ☐ Y축

Base 10 10

옵션

☐ 최소/최대값 고려

최소값 최대값 눈금너비

X축 0 0 1

Y축 0 0 1

시리즈 스타일

☐ 마크

선택

선 너비

선 종류

이미지로 내보내기

새로운 차트

미리보기