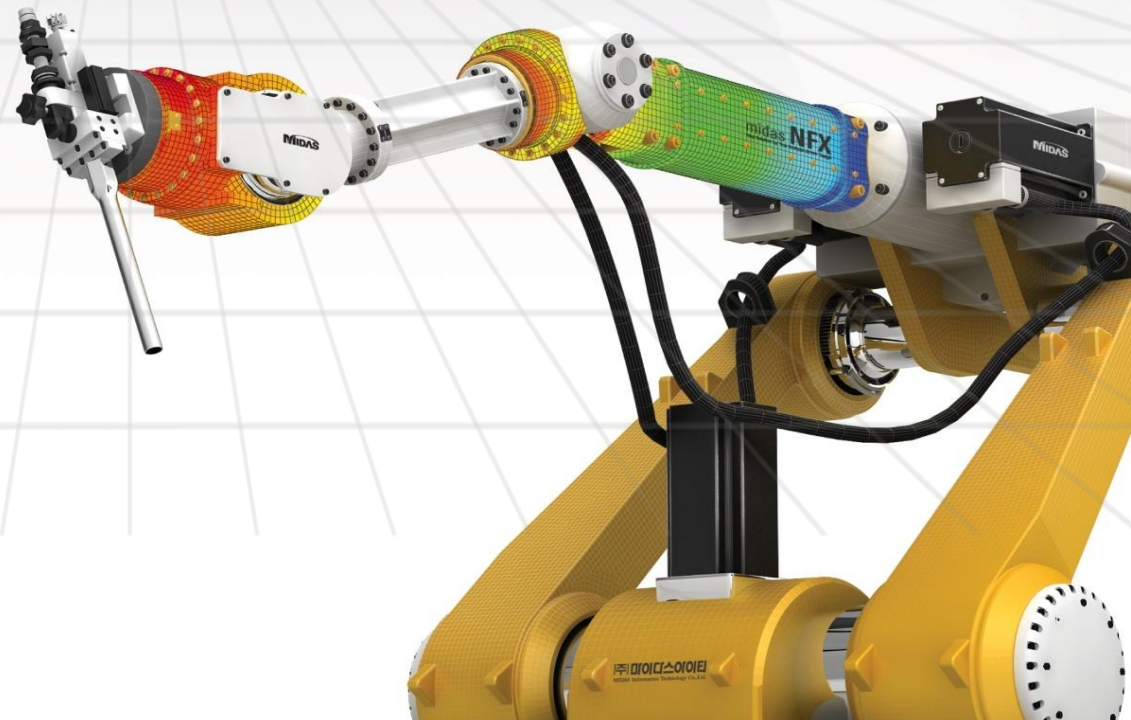


Frequency Response Analysis (주파수응답해석)

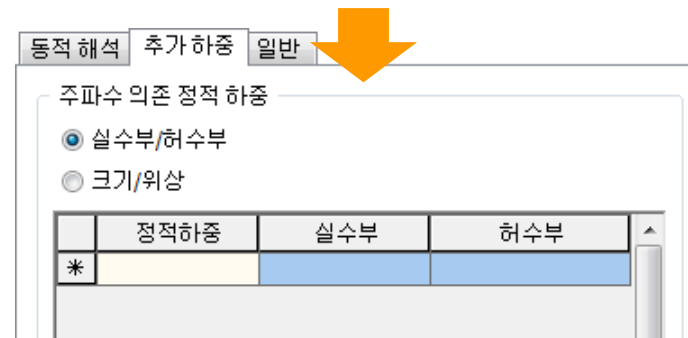


주파수응답해석

- 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)

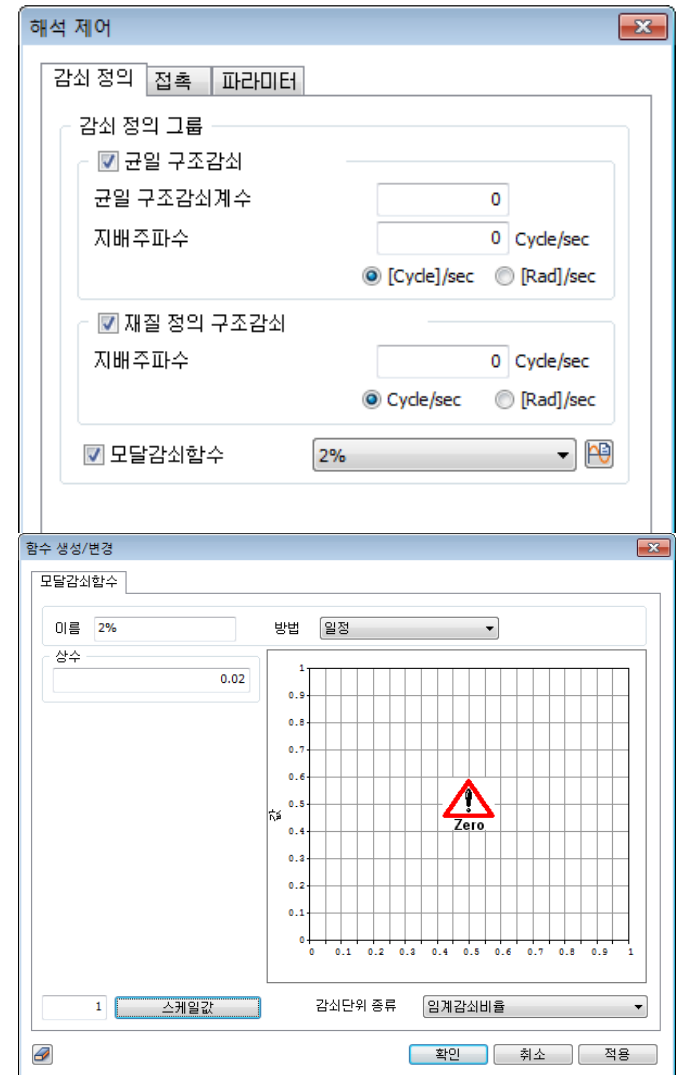
- 구조물이 유체 내를 움직일 때 발생
- 감쇠력이 속도에 비례
- 비례상수 C를 Damping Constant라고 정의함
- 일반적으로 감쇠비를 주로 사용함
- 임계감쇠(Critical damping)은 주기성과 비주기성을 나누는 경계로 정의됨
- 독립적인 감쇠요소로 정의되며 직접법, 모드법에 모두 사용
- CDAMP1, CBUSH, CVISC 등의 감쇠 요소 제공

➤ 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

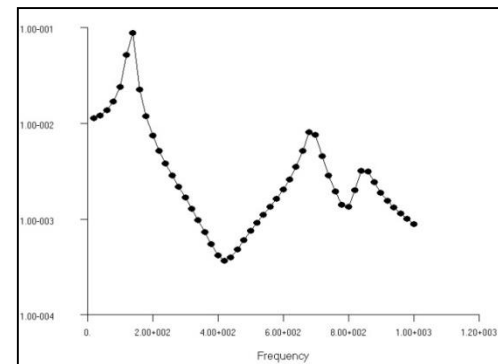
방법: 선형

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

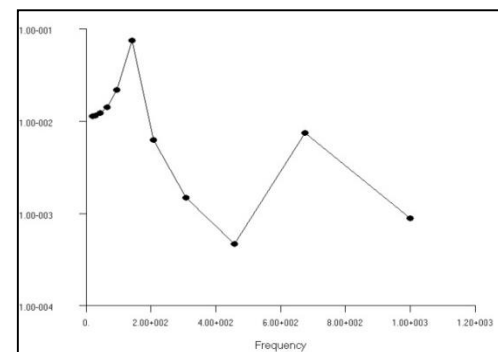
방법: 로그형

최초진동수: 1 [Cycle]/sec

마지막주파수: 150 [Cycle]/sec

간격개수: 150

추가 수정 삭제



주파수 세트 정의

➤ 불연속형 (Discrete)

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

주파수 세트

이름: Discrete

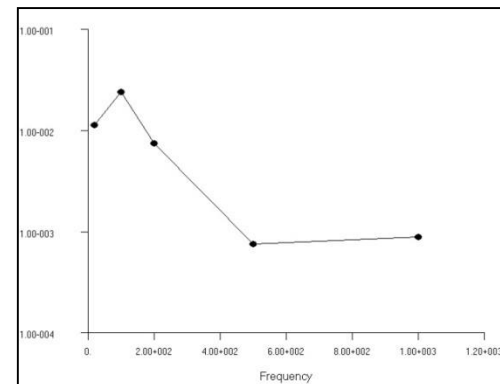
주파수 리스트

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

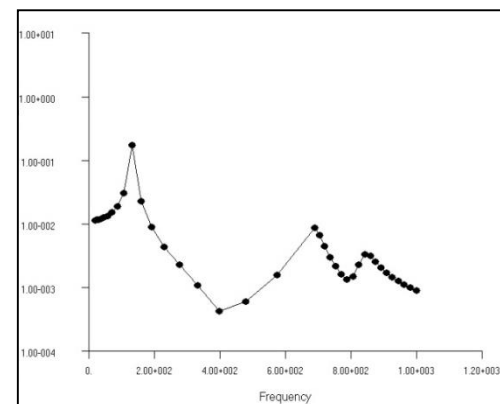
상한값: 10 [Cycle]/sec

보간유형: ☒ 선형 ☐ 로그형

모드들 사이의 포인트: 20

클러스터링 (Bias Factor): 1

추가 수정 삭제



개요

➤ 주파수응답해석 (직접법)

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Hanger.x_t

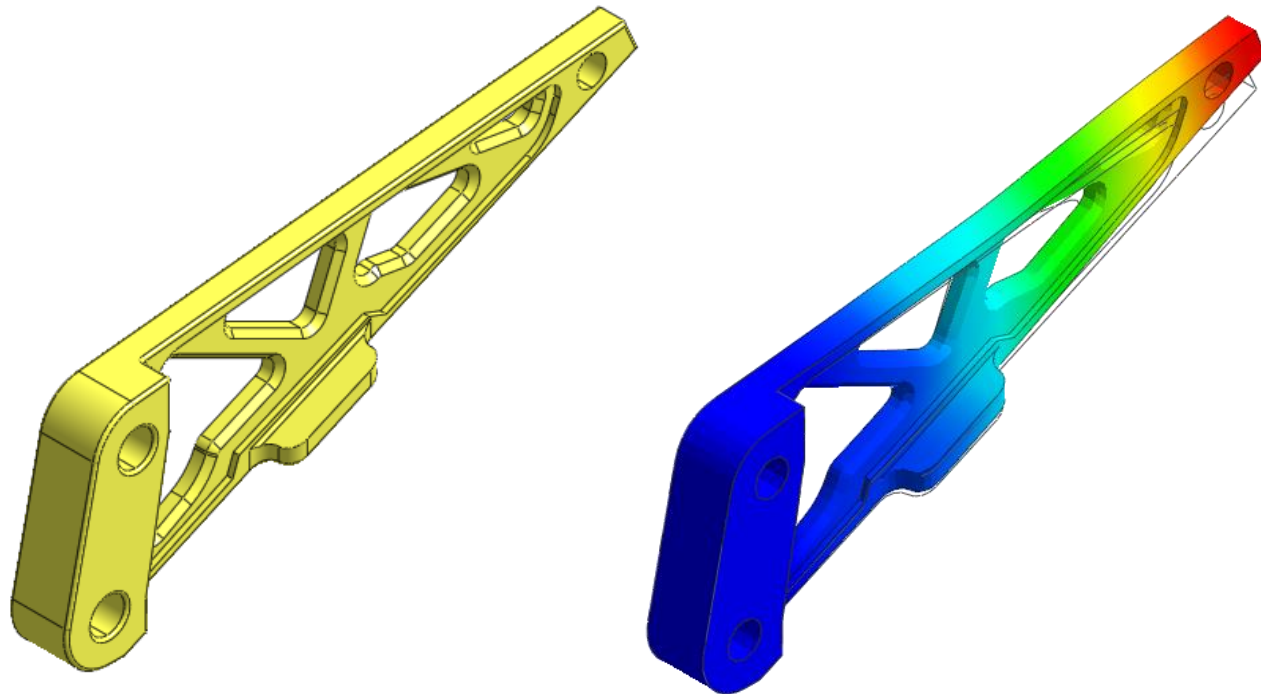
➤ 경계조건과 하중조건

- 경계조건(고정구속)
- 주파수의존 하중

➤ 결과확인

- 변위
- 결과추출 (엑셀 내보내기)

Direct Frequency Response - Hanger



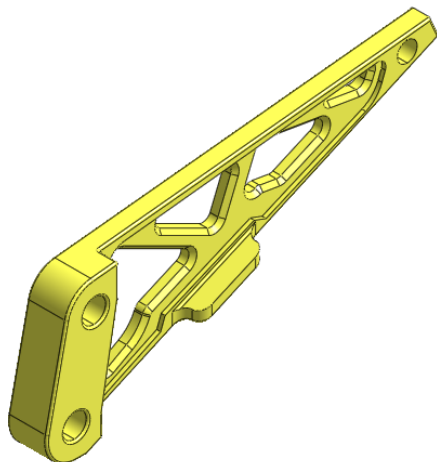
따라하기 목적

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

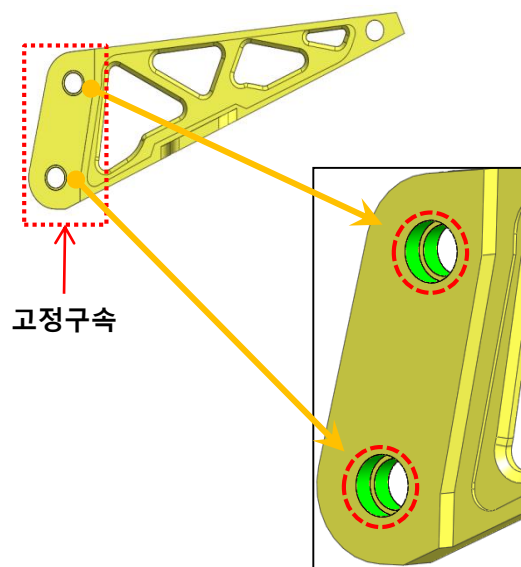
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 단일 파트 모델에서 정적하중을 정의하고 여기에 주파수의존함수를 적용하여 동적하중으로 변환하는 방법을 습득합니다.
- 선형과 불연속형 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

해석 개요

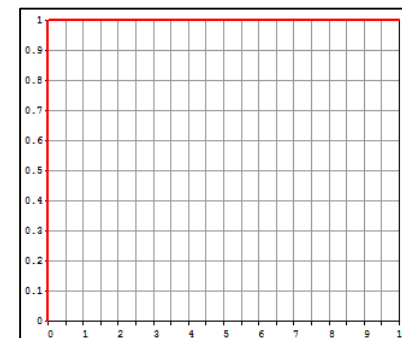
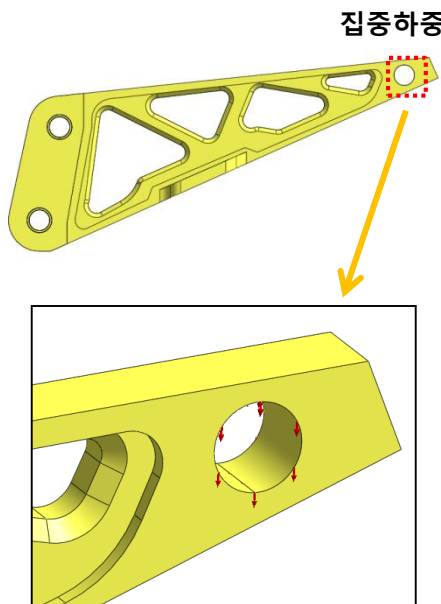
➤ 대상 모델



➤ 구속조건 (고정구속)





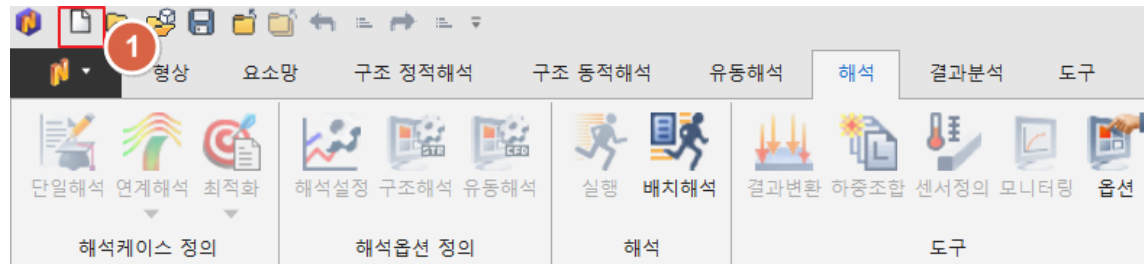
➤ 하중조건 (집중하중)



주파수 (Hz)	값
0	0
0.001	1
10	1

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.



해석조건 설정

프로젝트명 담당자

설명

모델 종류

☒ 3차원/일반모델 2

☐ 2차원모델

☐ 축대칭

단위계 3

N mm J sec

중력가속도(g) mm/sec²

4


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


작업 평면 옮기기

가이드 보이기/감추기 ▶

모든 가이드 보이기 5
모든 가이드 감추기

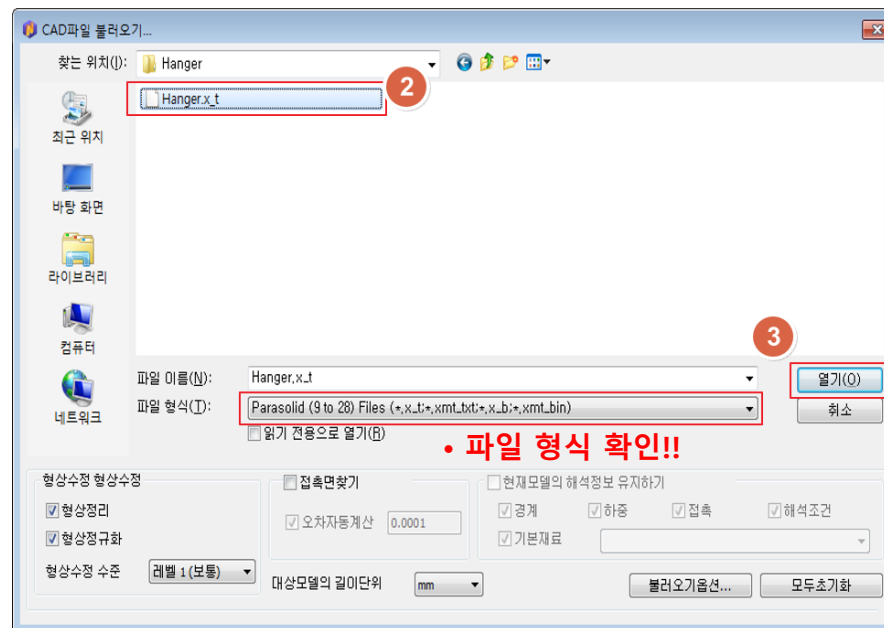
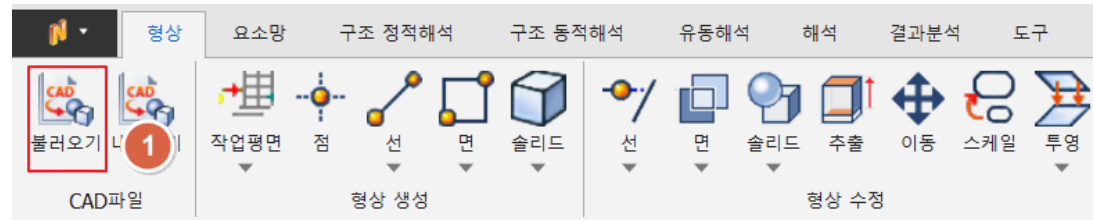
모든 레이블 보이기
모든 레이블 감추기

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

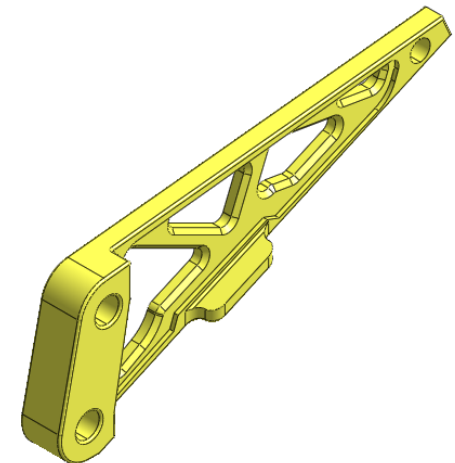
 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여집니다.

작업순서

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

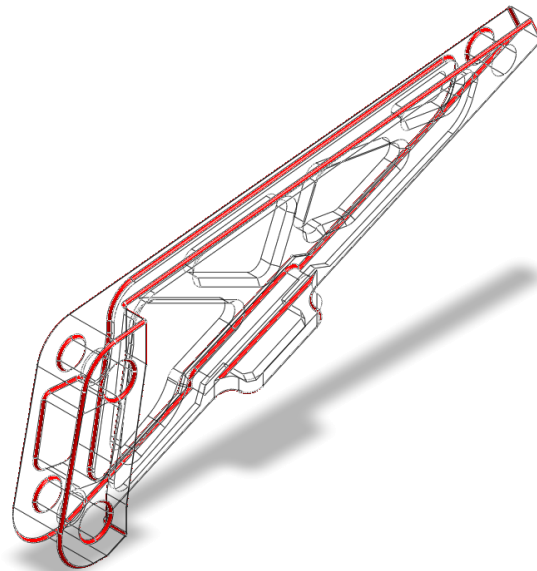


※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의
ManualsWTutorialsWFiles 폴더 안에
따라하기의 모델들이 있습니다.



작업순서

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



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



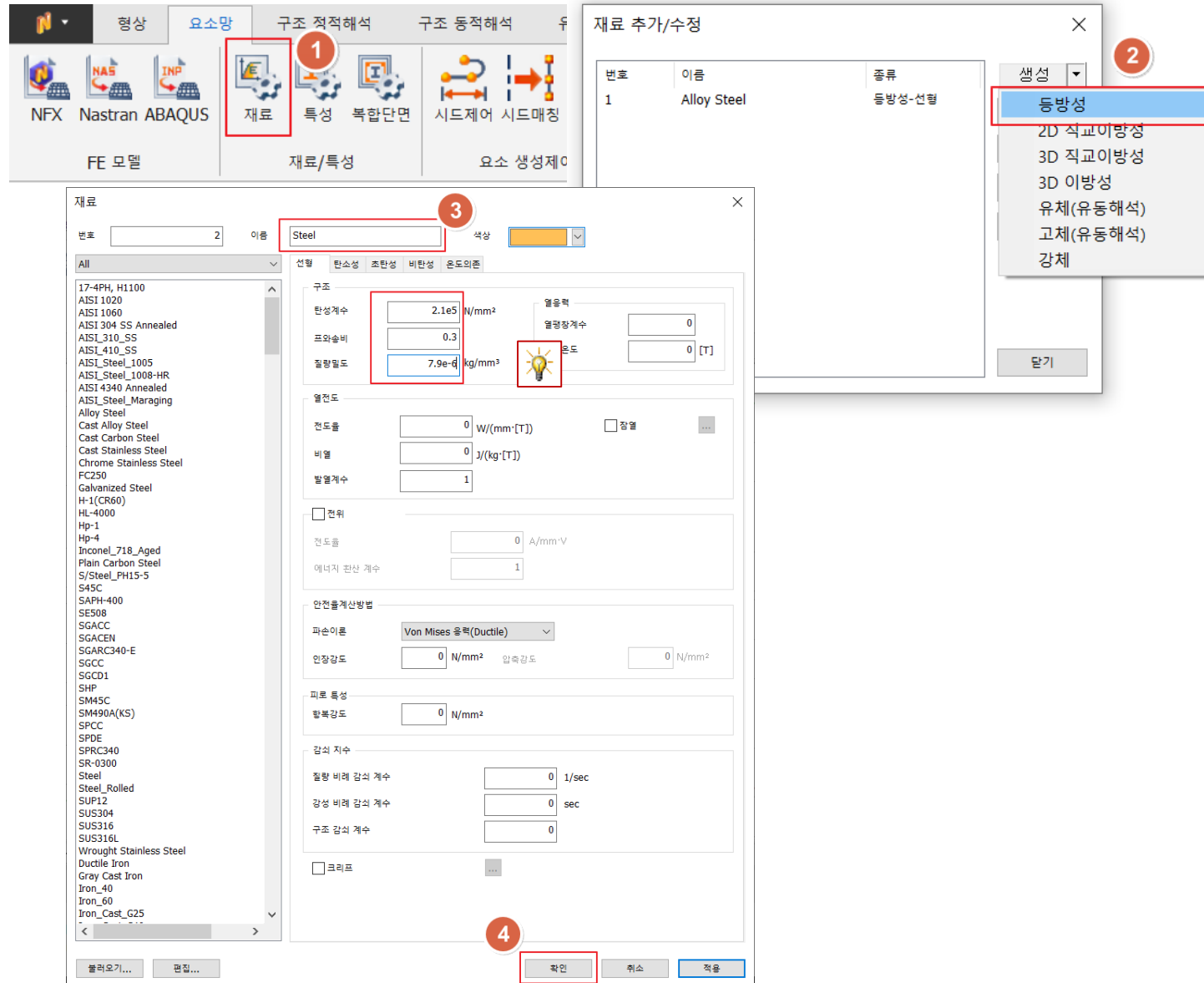
작업순서

1. [재료] 클릭.
2. 생성 >> 등방성 클릭
3. 재질입력

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

4. [확인] 버튼 클릭.

💡 동해석을 수행하기 위해서는 반드시 질량밀도를 입력해야 합니다.



The screenshot shows the Midas NFX software interface with the '재료' (Material) window open. The '특성' (Properties) tab is selected, and the material name is 'Steel'. The properties are set as follows:

- 탄성계수 (Elastic Modulus): 2.1e5 N/mm²
- 프와송비 (Poisson's Ratio): 0.3
- 질량밀도 (Mass Density): 7.9e-6 kg/mm³

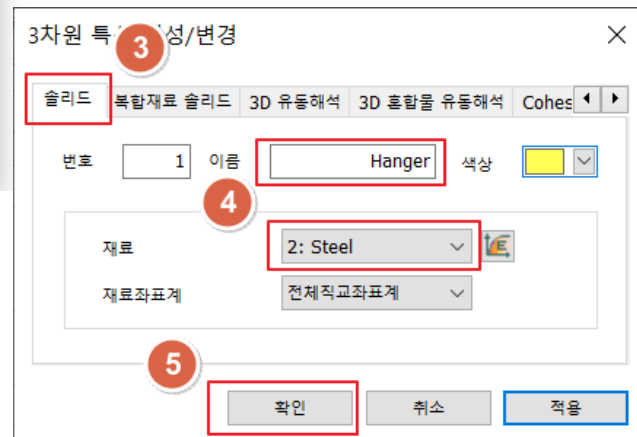
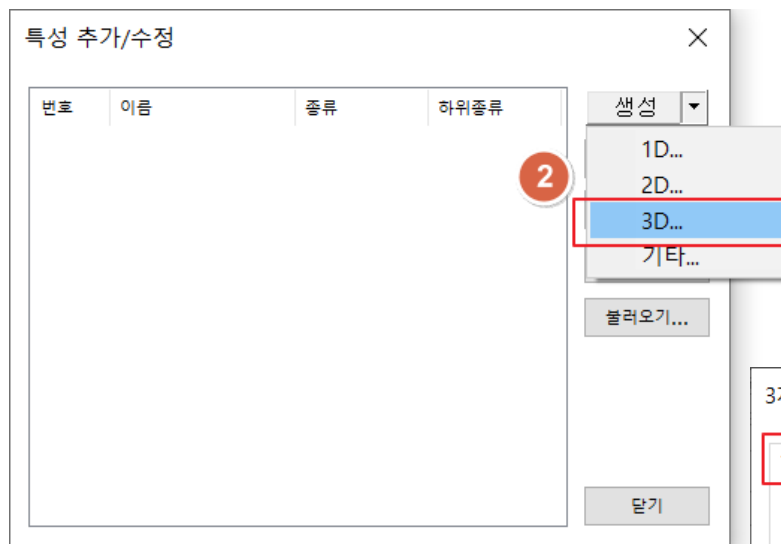
The '재료 추가/수정' (Add/Edit Material) dialog is also visible, showing the '등방성' (Isotropic) material type selected. The '확인' (OK) button is highlighted.

작업순서

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

번호	1
이름	Hanger
재질	2:Steel

5. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

1. [구속조건] 클릭

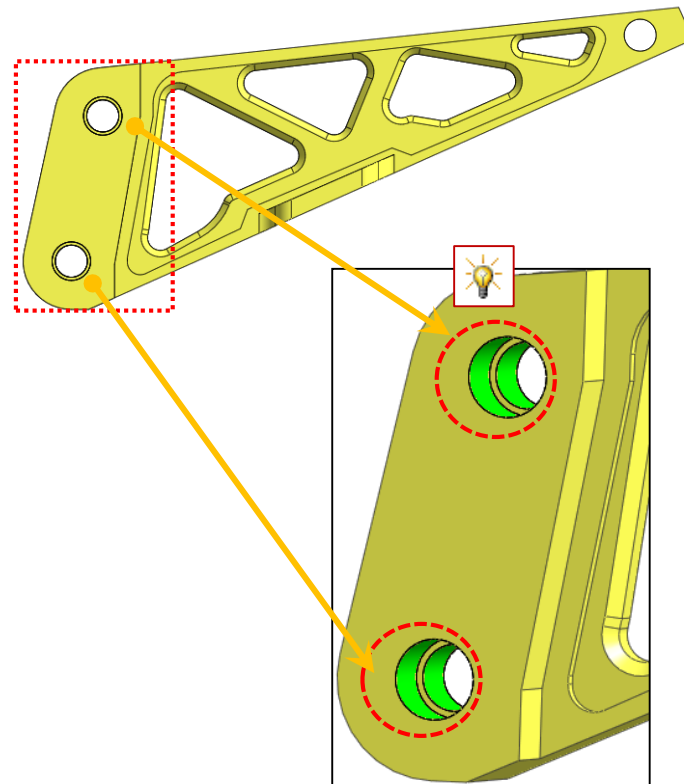
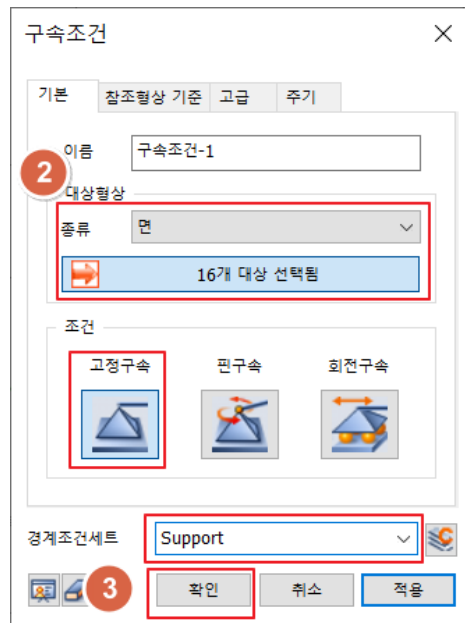
2. 구속조건 입력

경계조건세트	Support
대상종류	면
대상선택	18개 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

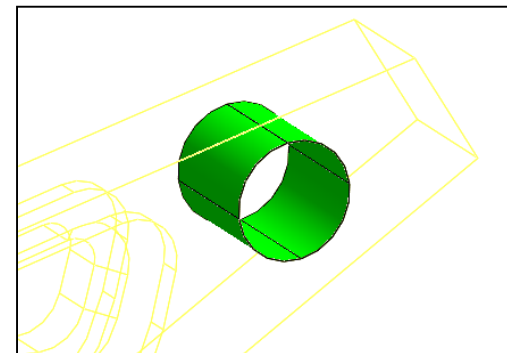
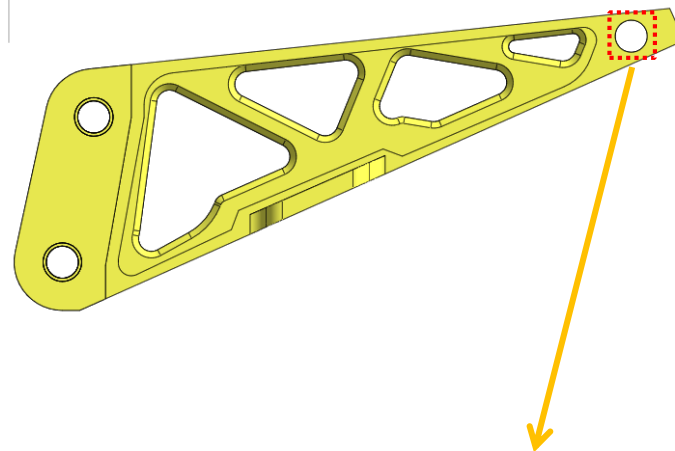
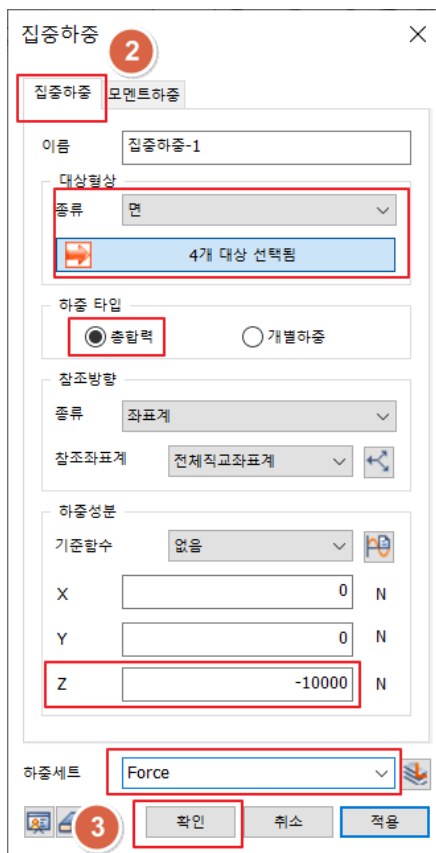
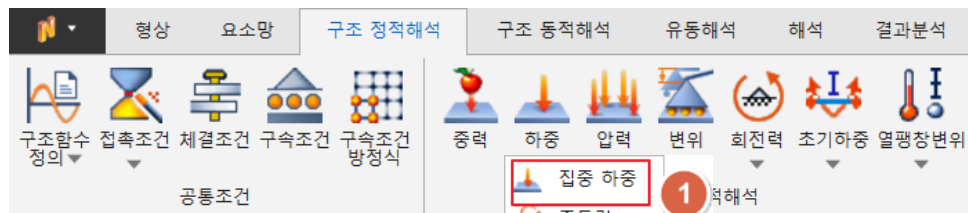
1. [집중하중] 클릭.

2. 집중하중 입력

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

3. [확인] 버튼 클릭.

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



작업순서

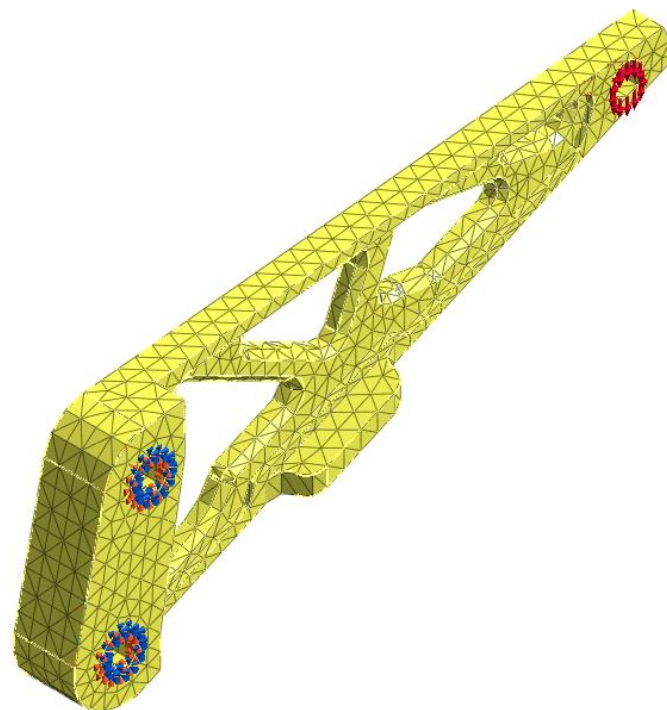
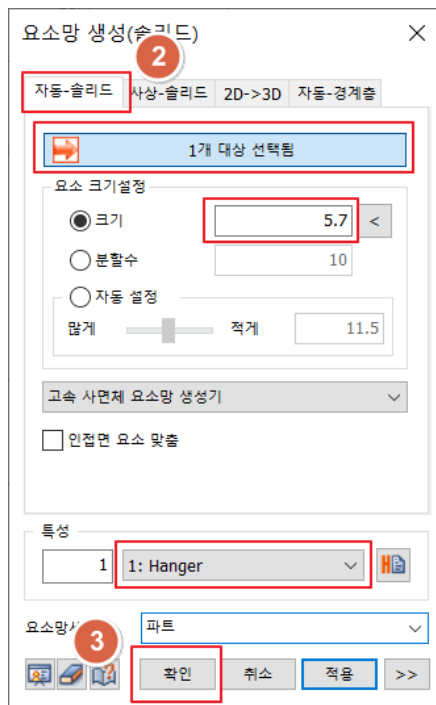
1. [3D] 클릭

2. 자동-솔리드 탭 선택.

대상선택	1개 선택(그림참조)
요소 크기	5.7 mm
타입	고속 사면체 요소망
특성	1: Hanger

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. [주파수 함수] 클릭.
2. 모델 작업트리의 함수 선택 후, 마우스 오른쪽 버튼 클릭 >> 주파수함수 선택
3. 이름: "Frequency" 입력.
4. 함수 입력.

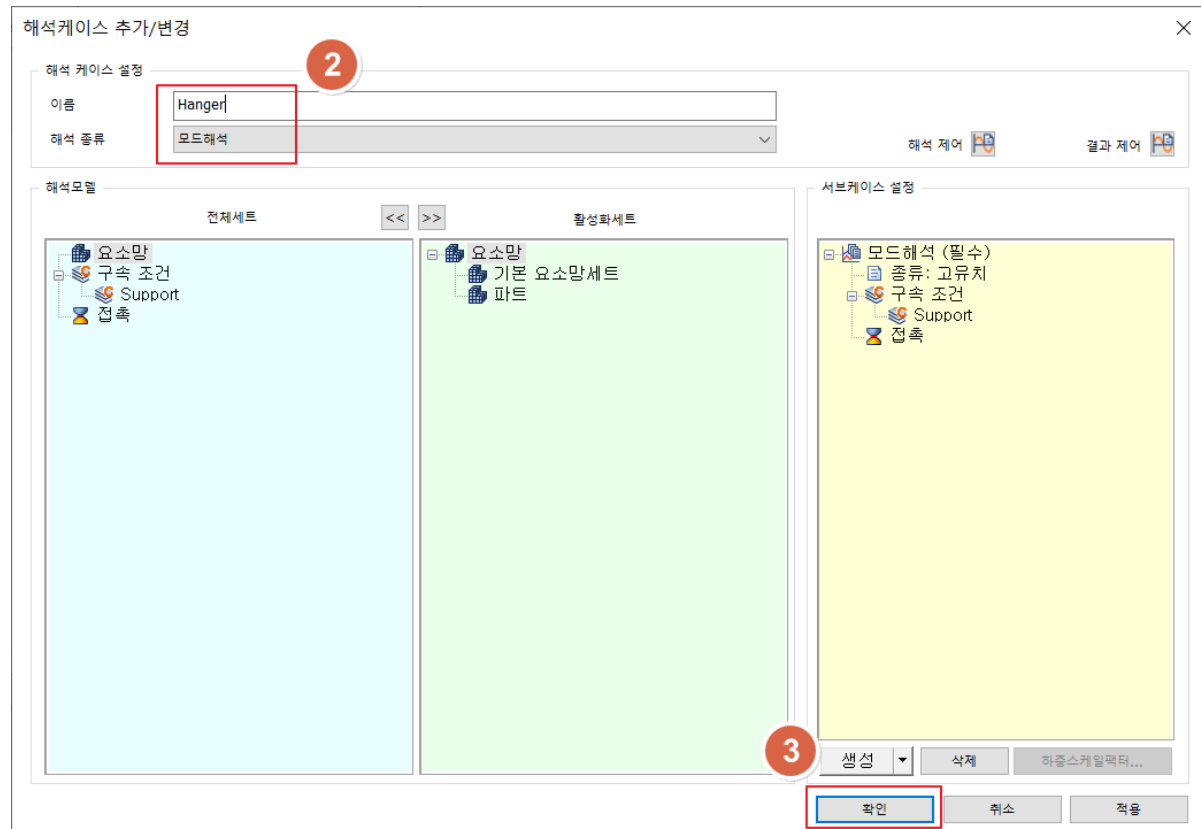
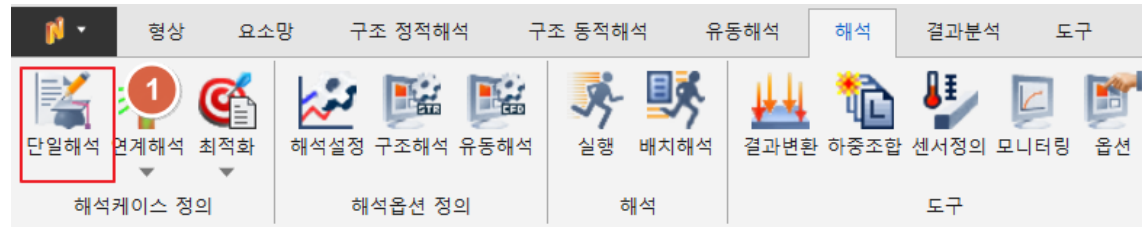
	주파수	값
1	0	0
2	0.001	1
3	10	1

5. [확인] 버튼 클릭.



작업순서

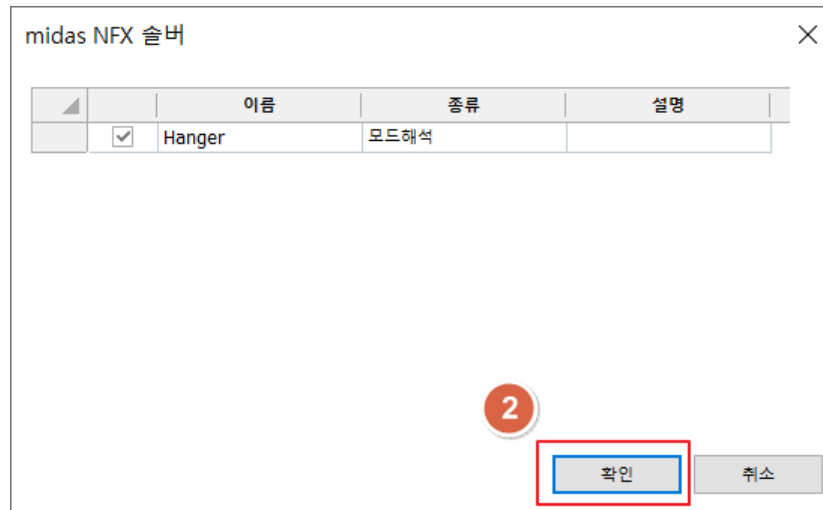
1. [단일해석] 클릭.
2. 이름: “Hanger” 입력.
해석 종류: [모드해석] 선택.
3. [확인] 버튼 클릭.



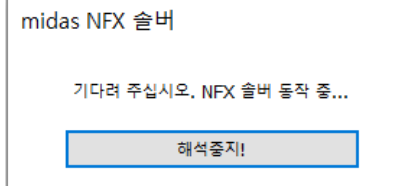
💡 기본적으로 현재 작업된 요소망세트, 경계조건, 하중조건 등이 모두 활성화됩니다.

작업순서


1. [실행] 클릭.
2. [확인] 버튼 클릭.

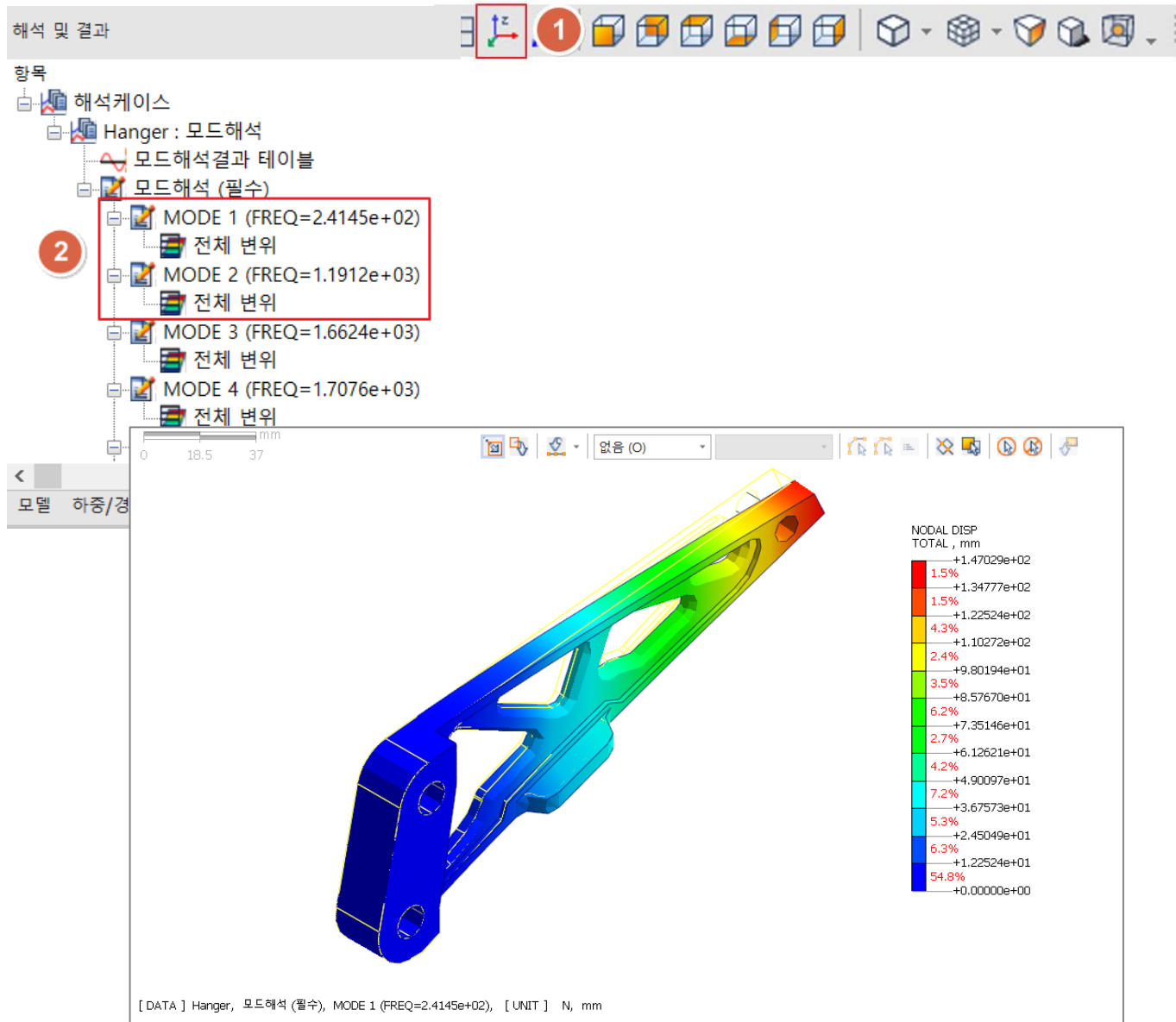


💡 해석을 실행하면 midas NFX 슬버가 작동됩니다. [해석중지!] 버튼을 클릭하면 해석이 중지됩니다.



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

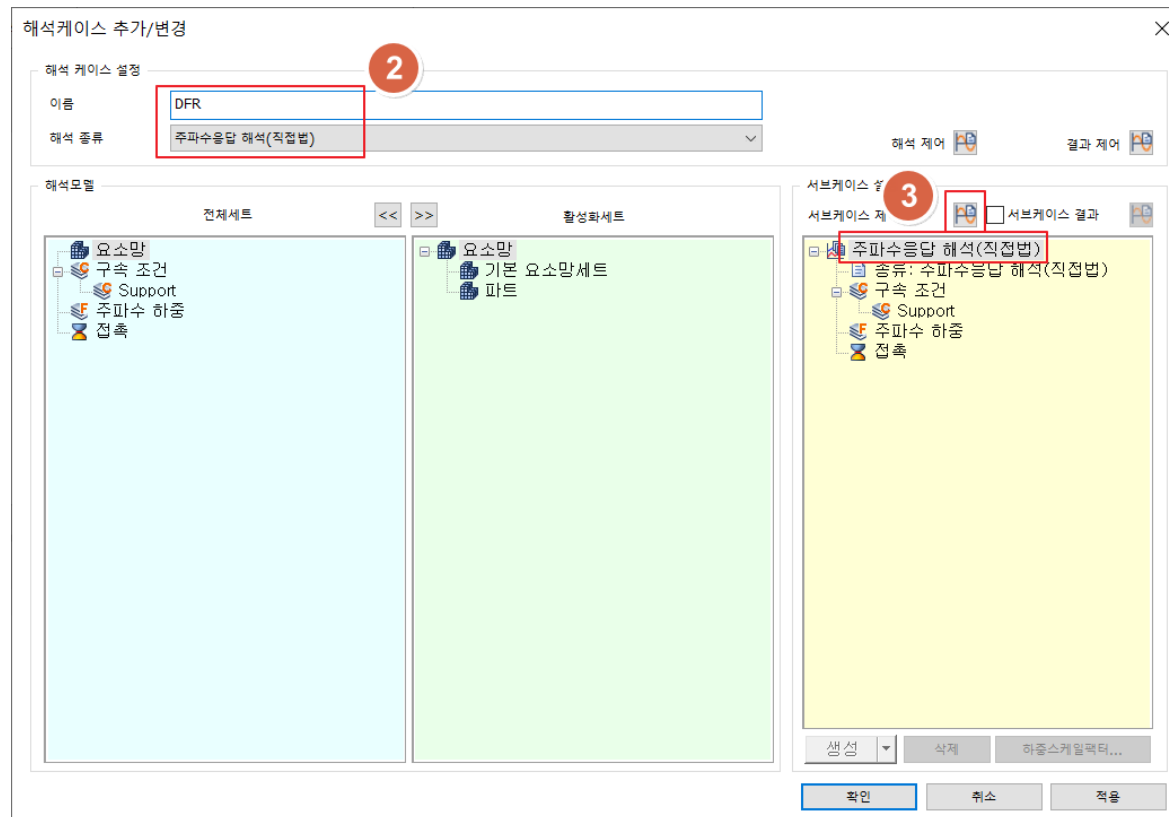
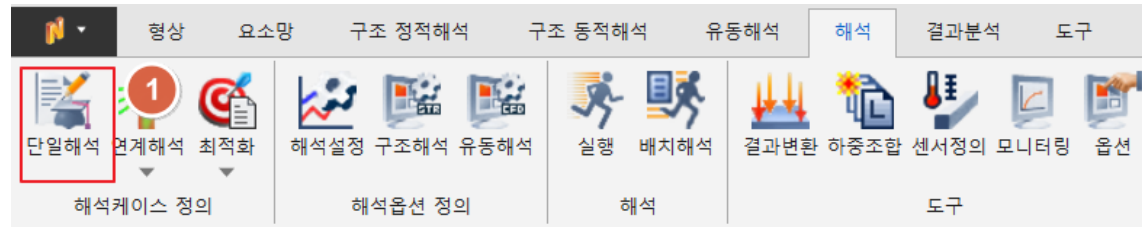
1. [단일해석] 클릭.

2. 해석케이스 설정

이름	DFR
해석 종류	주파수응답해석(직접법)

3. 서브케이스 설정의 주파수응답 해석
(직접법) 클릭.

[] (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 1

확인 취소

주파수 세트

이름 Freq1

주파수 리스트

방법 선형

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 200 [Cycle]/sec

증분 개수 50

추가 삭제

번호	이름	방법
1	Freq1	선형

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.

4. [추가하중] 탭 클릭.

5. 크기/위상 선택.

주파수 의존 정적하중 정의

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

6. [확인] 버튼 클릭.

💡 출력할 주파수를 직접 입력합니다.

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

주파수 세트

이름: Freq2 [추가]

주파수 리스트: 불연속형 [2] 삭제

방법: 불연속형

번호 | 주파수 | 6686 [Cycle]/sec [추가] [수정] [삭제]

번호 | 이름 | 방법

1 | Freq1 | 선형

[3] 닫기

서브케이스 제어

동적 해석: 추가 하중 일반 [4]

주파수 의존 정적 하중

☐ 실수부/허수부

☒ 크기/위상 [5]

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

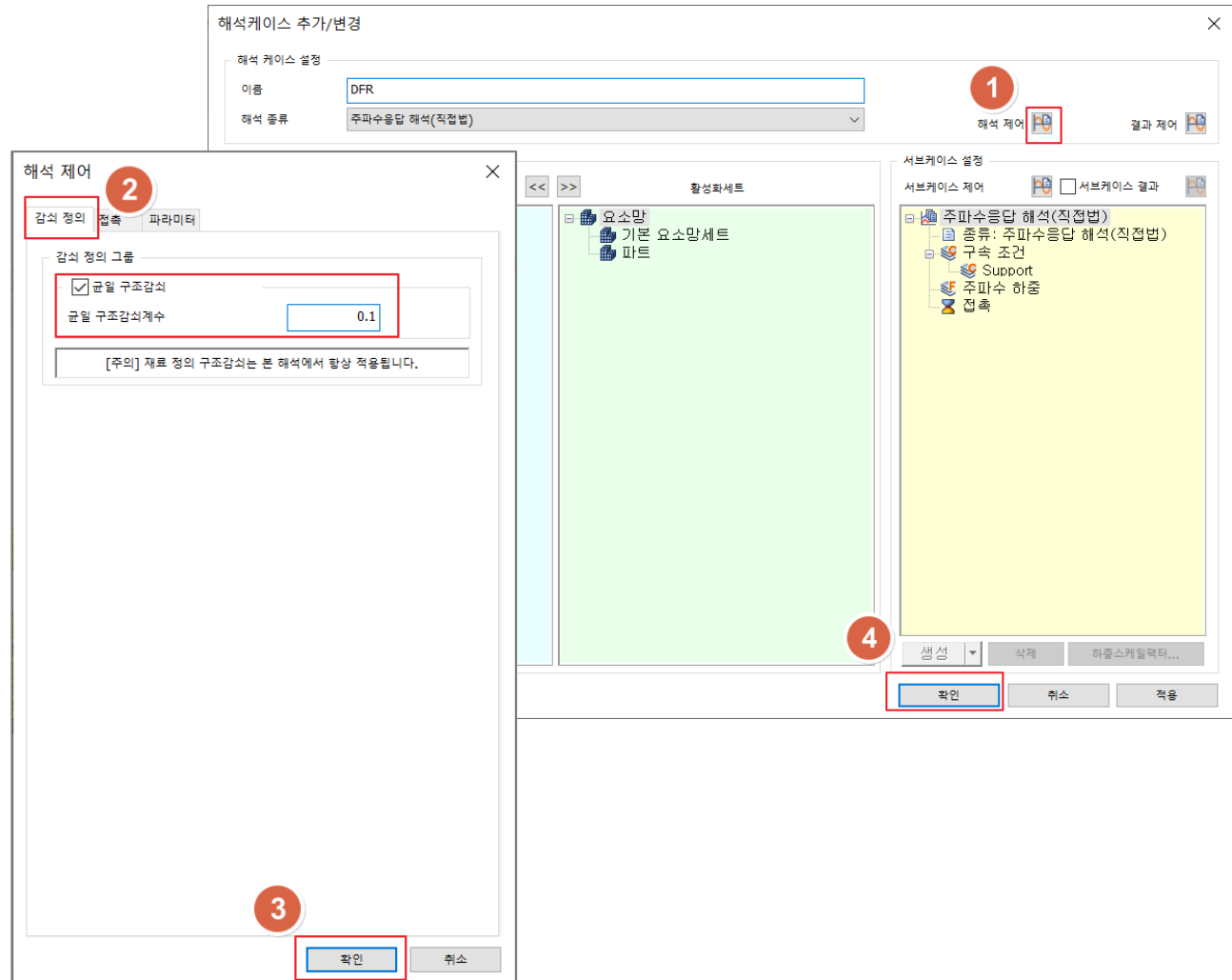
[6] 확인 취소

작업순서

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



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



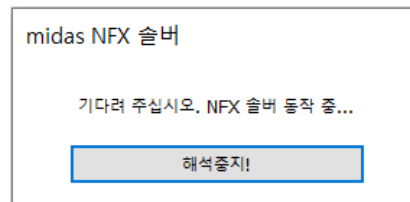
작업순서

1. [실행] 클릭.
2. "DFR" 만 체크 되어 있음을 확인.
3. [확인] 버튼 클릭.




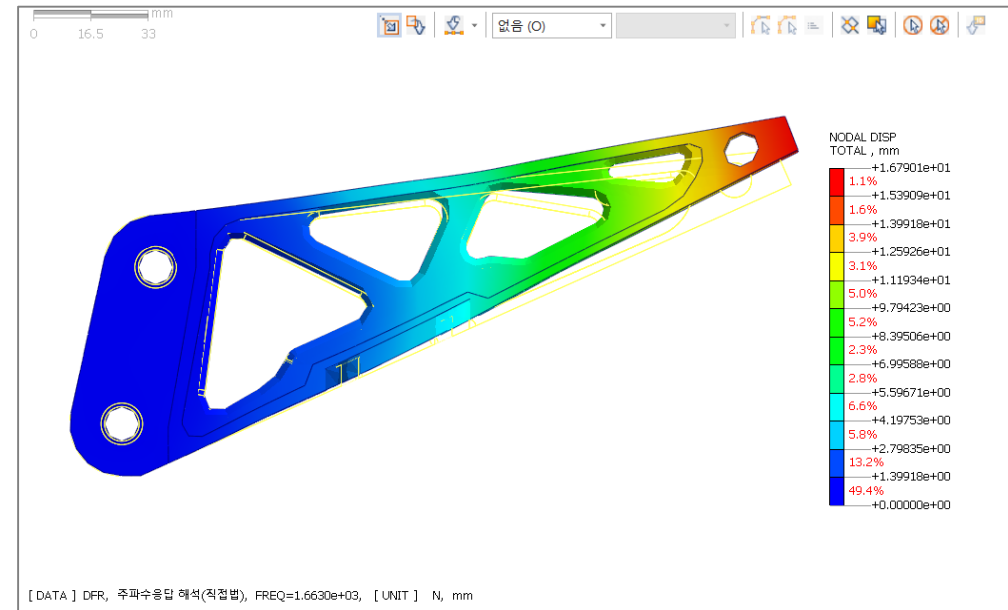
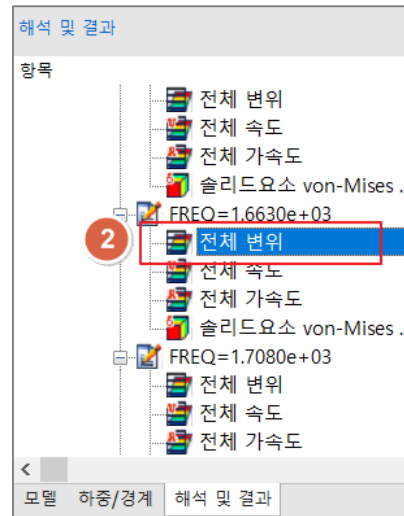
💡 이미 해석을 수행하여 결과가 존재하는 해석케이스는 자동으로 체크가 해제되어 있습니다.
체크되어 있는 해석케이스에 한하여 해석이 수행됩니다.

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



작업순서

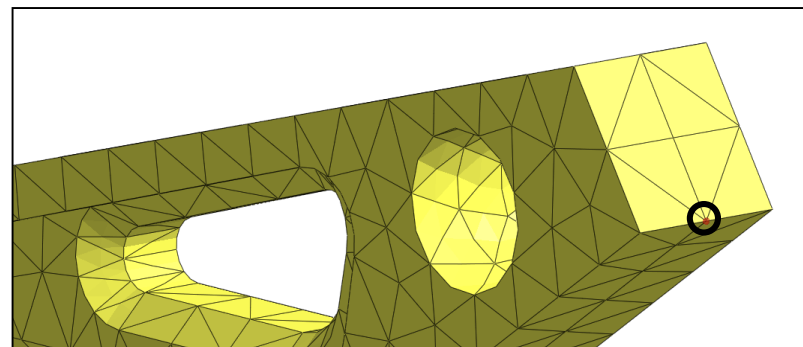
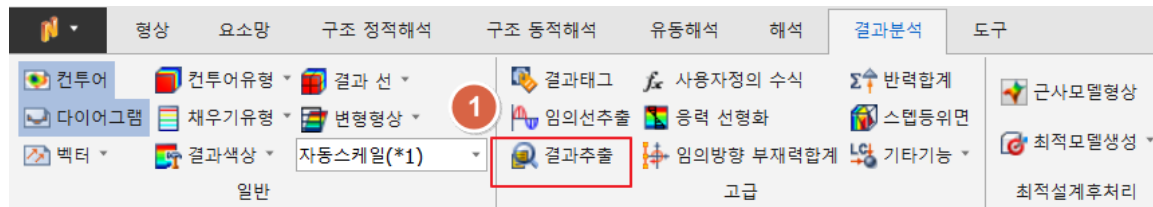
1. [] (우측면) 클릭.
2. 해석 및 결과 작업트리에서
FREQ=1663 >> 전체 변위 더블 클릭 (마지막 항목).



💡 불연속형으로 정의한 주파수의 결과를 확인합니다.

작업순서

1. [결과추출] 클릭.
 2. 결과 데이터 정의
- | | |
|-------|------------|
| 해석 세트 | DFR |
| 결과 종류 | 상대변위 |
| 결과 | Z방향 변위 (V) |
3. [전체 선택] 클릭.
 4. 사용자정의: 그림을 참고하여 선택.
 5. [테이블] 버튼 클릭.



작업순서

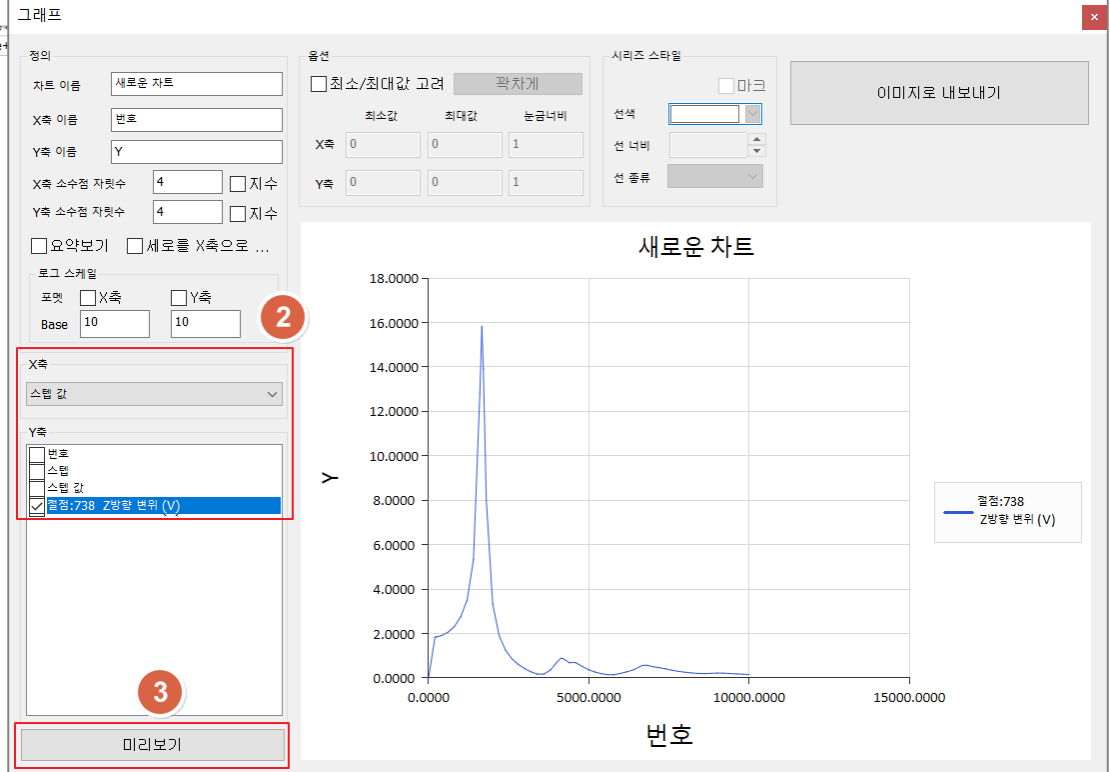
1. 마우스 오른쪽 클릭하여 [그래프 보기] 선택.

2. 그래프 옵션 설정

X축	스텝 값
Y축	선택한 절점

3. [미리보기] 버튼 클릭.

번호	스텝	스텝 값	절점:738 Z방향 변위 (V) (mm)
1	주파수응답 해석(직접법):FREQ=0.0000e+00	0.000000e+00	0.000000e+00
2	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.0000e+02	2.000000e+02	1.836676e+00
3	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.4100e+02	2.410000e+02	1.843027e+00
4	주파수응답 해석(직접법):FREQ=4.0000e+02	4.000000e+02	1.902203e+00
5	주파수응답 해석(직접법):FREQ=6.0000e+02	6.000000e+02	2.048421e+00
6	주파수응답 해석(직접법):FREQ=8.0000e+02	8.000000e+02	2.298652e+00
7	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+03	1.000000e+03	2.745840e+00
8	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.1910e+03	1.191000e+03	3.465648e+00
9	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.2000e+03	1.200000e+03	3.478988e+00
10	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.4000e+03	1.400000e+03	5.316814e+00
11	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.6000e+03	1.600000e+03	1.282956e+01
12	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.6630e+03	1.663000e+03	1.582821e+01
13	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.7080e+03	1.708000e+03	1.392749e+01
14	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.8000e+03	1.800000e+03	8.021564e+00
15	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.0000e+03	2.000000e+03	3.331484e+00
16	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.2000e+03	2.200000e+03	1.910692e+00
17	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.4000e+03	2.400000e+03	1.910692e+00
18	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.8000e+03	2.800000e+03	1.910692e+00
19	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.8000e+03	2.800000e+03	1.910692e+00



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

개요

➤ 주파수응답해석 (직접법)

- 단위 : N, mm
- 모델: Steel Frame.nfx

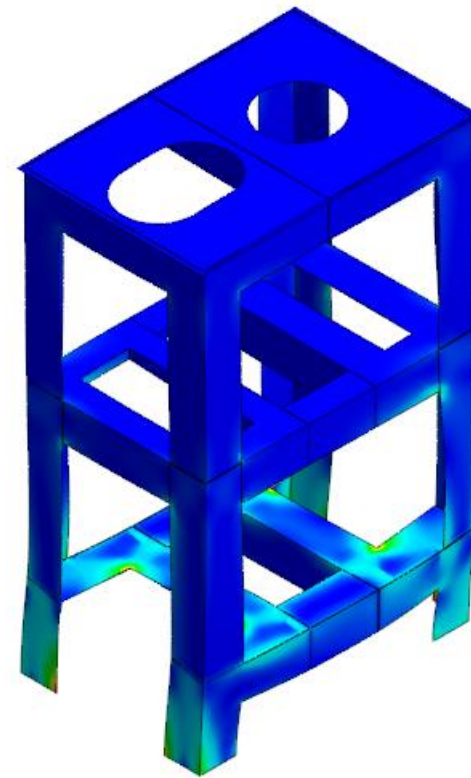
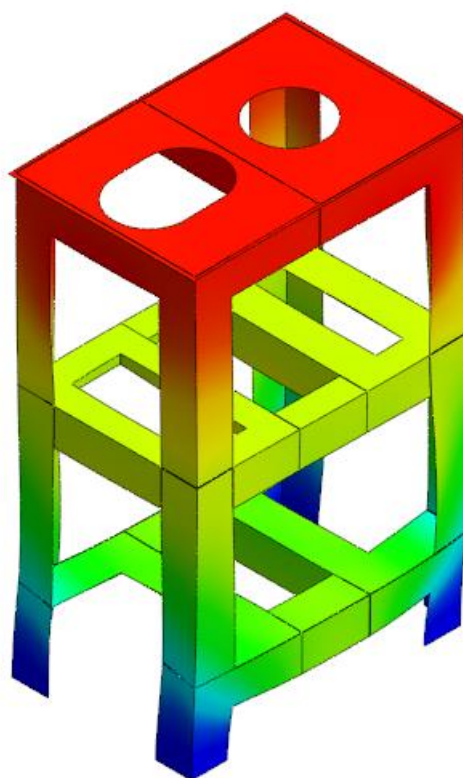
➤ 경계조건과 하중조건

- 고정구속
- 주파수의존 하중

➤ 결과확인

- 모드해석결과 테이블
- 결과추출 (그래프 출력)

Direct Frequency Response - Steel Frame



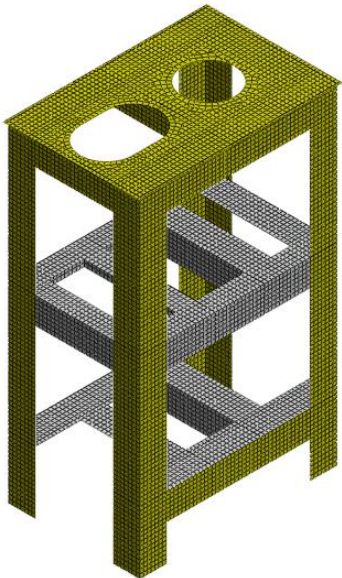
따라하기 목적

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

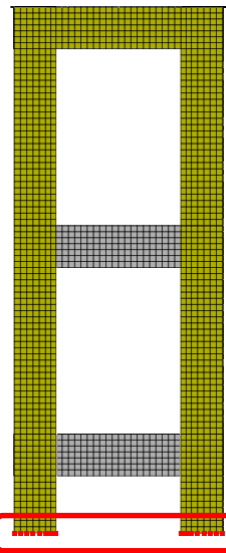
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 모드해석을 통해 주요 모드의 진동수와 질량참여율을 확인하고 선형과 불연속형 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

해석 개요

➤ 유한요소모델 (사각형 요소망)



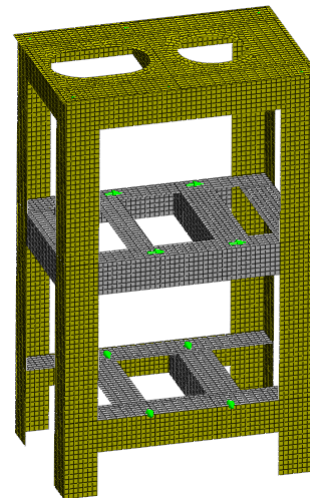
➤ 구속조건 (고정구속)



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 : $(T_x) 45 \text{ KN} / 180^\circ$

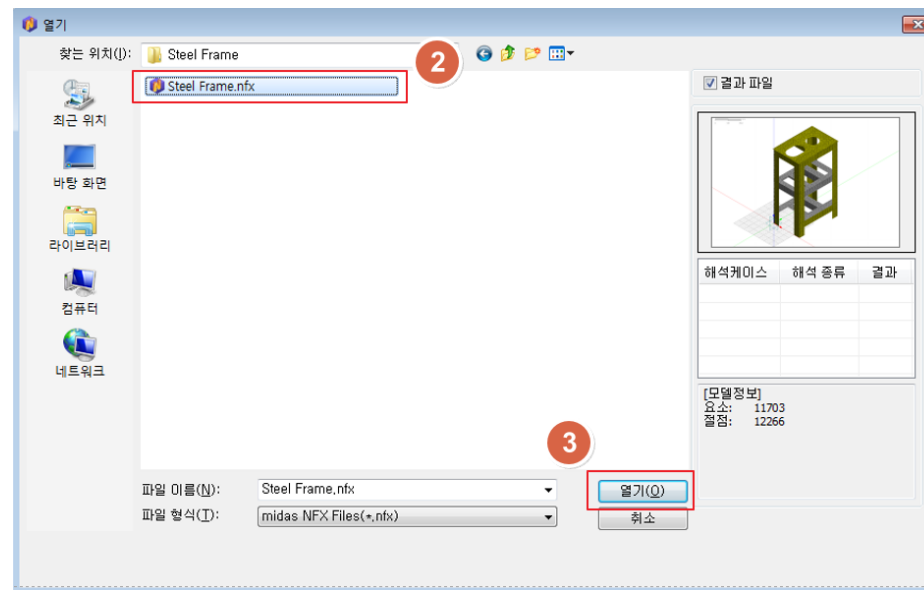


방법	선형
최초진동수	0
진동수 증분	1
증분 개수	150

방법	불연속형
주파수 (Hz)	70.204
	76.554
	112.49

작업순서

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



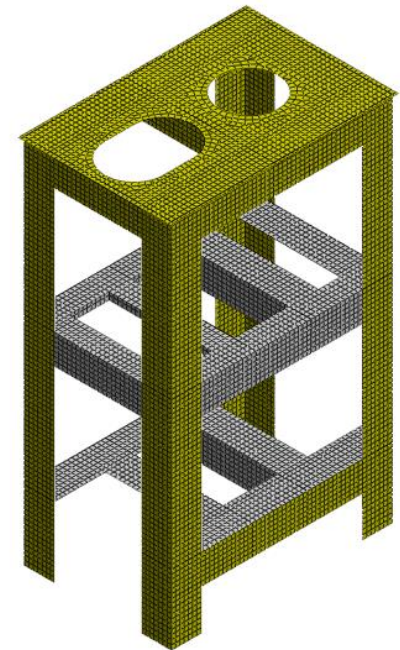
모두 보이기
모두 감추기
모든 형상 보이기
모든 형상 감추기
모든 요소망 보이기
모든 요소망 감추기

작업 평면 옮기기

가이더 보이기/감추기
모든 가이드 보이기
모든 가이드 감추기


모든 레이블 보이기
모든 레이블 감추기

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




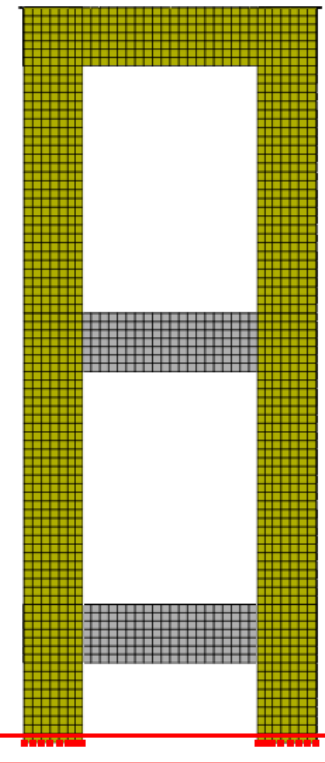
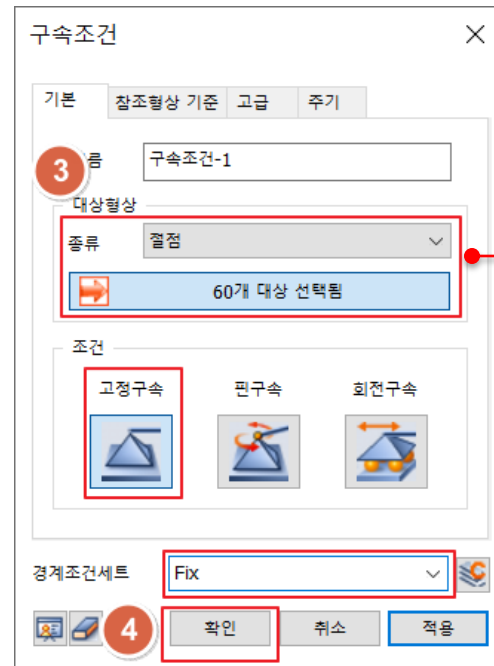
작업순서

1. [구속조건] 클릭.
2. [정면] (정면) 클릭.
3. 구속조건 입력

경계조건세트	Fix
대상종류	절점
대상선택	60개 선택 
조건	고정구속

4. [확인] 버튼 클릭

 작업화면에서 마우스 드래그로 박스에 포함되는 대상을 선택할 수 있습니다.



작업순서

1. [주파수 함수] 클릭.
2. 이름: "Frequency" 입력.
3. 함수 입력

주파수 (cps)	값
0	1
150	1

4. [확인] 버튼 클릭

💡 테이블에 입력한 함수 성분에 따라 자동으로 그래프가 그려집니다.



작업순서

1. [주파수의존 절점하중] 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) 작업원도우의 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.

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-1

대상원소: 종류: 절점, 6개 대상 선택됨

하중 타입: ☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조방향: 종류: 좌표계, 참조좌표계: Global Rectangular

하중성분: 기준함수: 없음

Tx: 0 Rx: 0
Ty: 0 Ry: 0
Tz: -70000 Rz: 0
N N*mm

조화하중 공식: ☐ 실수부/허수부 ☒ 크기/위상각도

크기: ☐ 상수 ☒ 사용자정의세트: Frequency

위상각도: ☒ 상수 ☐ 사용자정의세트: 없음(일정)

주파수하중세트: Load Z

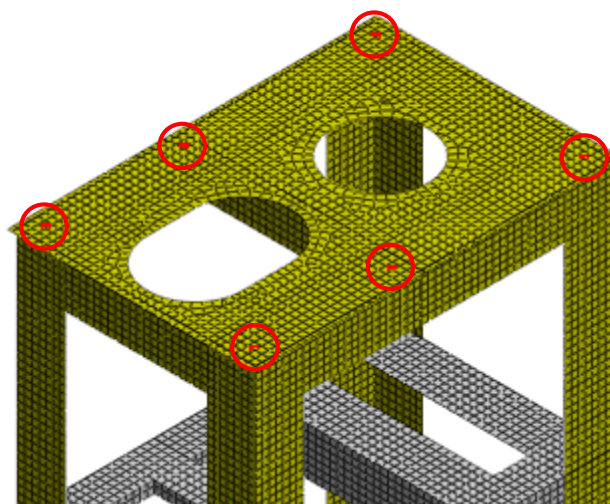
확인 적용



절점 (N)

5022 5609 7387 11566 11595 11687

추가 변경 삭제 닫기



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.

주파수의존 절점하중

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-2 1

대상대상
종류: 절점
4개 대상 선택됨

하중 타입
☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조좌표계
종류: 좌표계
참조좌표계: Global Rectangular

하중성분
기준함수: 없음
Tx: 0 Rx: 0
Ty: 50000 Ry: 0
Tz: 0 Rz: 0
N N*mm

조화하중 공식
☐ 실수부/허수부
☒ 크기/위상각도
크기
☐ 상수 0
☒ 사용자정의세트 Frequency
위상각도
☒ 상수 90 [deg]
☐ 사용자정의세트 없음(일정)

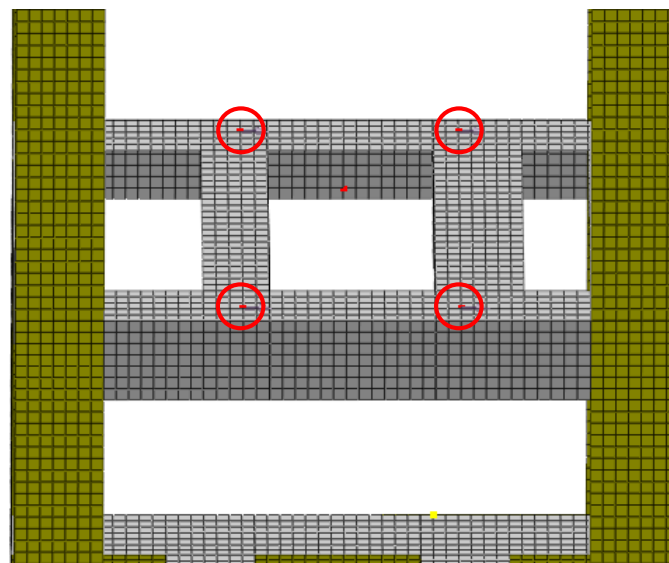
주파수하중세트: Load Y

2 적용

절점 (N)

3470 3742 4412 11706

추가 변경 삭제 닫기



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.

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-3 1

대상할상
종류: 절점
4개 대상 선택됨

하중 타입
☒ 등일력 ☐ 개별하중

참조방향
종류: 좌표계
참조좌표계: Global Rectangular

하중성분
기준함수: 없음

Tx: 45000 Rx: 0
Ty: 0 Ry: 0
Tz: 0 Rz: 0
N N*mm

조화하중 공식
☐ 실수부/허수부
☒ 크기/위상각도

크기
☐ 상수 0
☒ 사용자정의세트 Frequency

위상각도
☒ 상수 180 [deg]
☐ 사용자정의세트 없음(일정) ☐ 없음(일정)

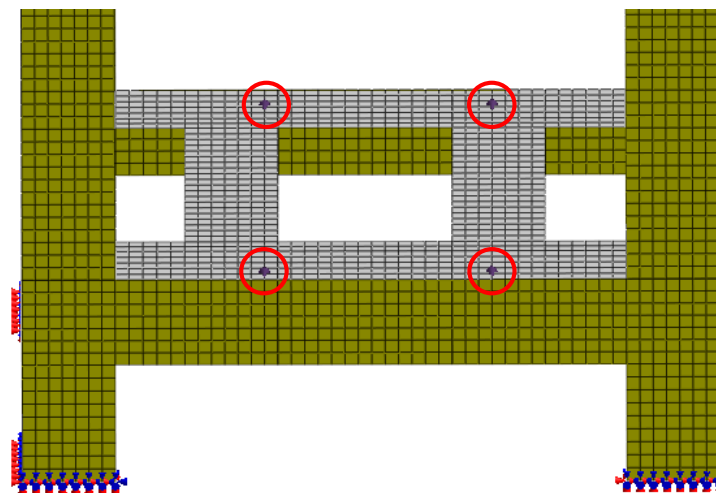
주파수: 2 Load X

확인 취소 적용

절점 (N)

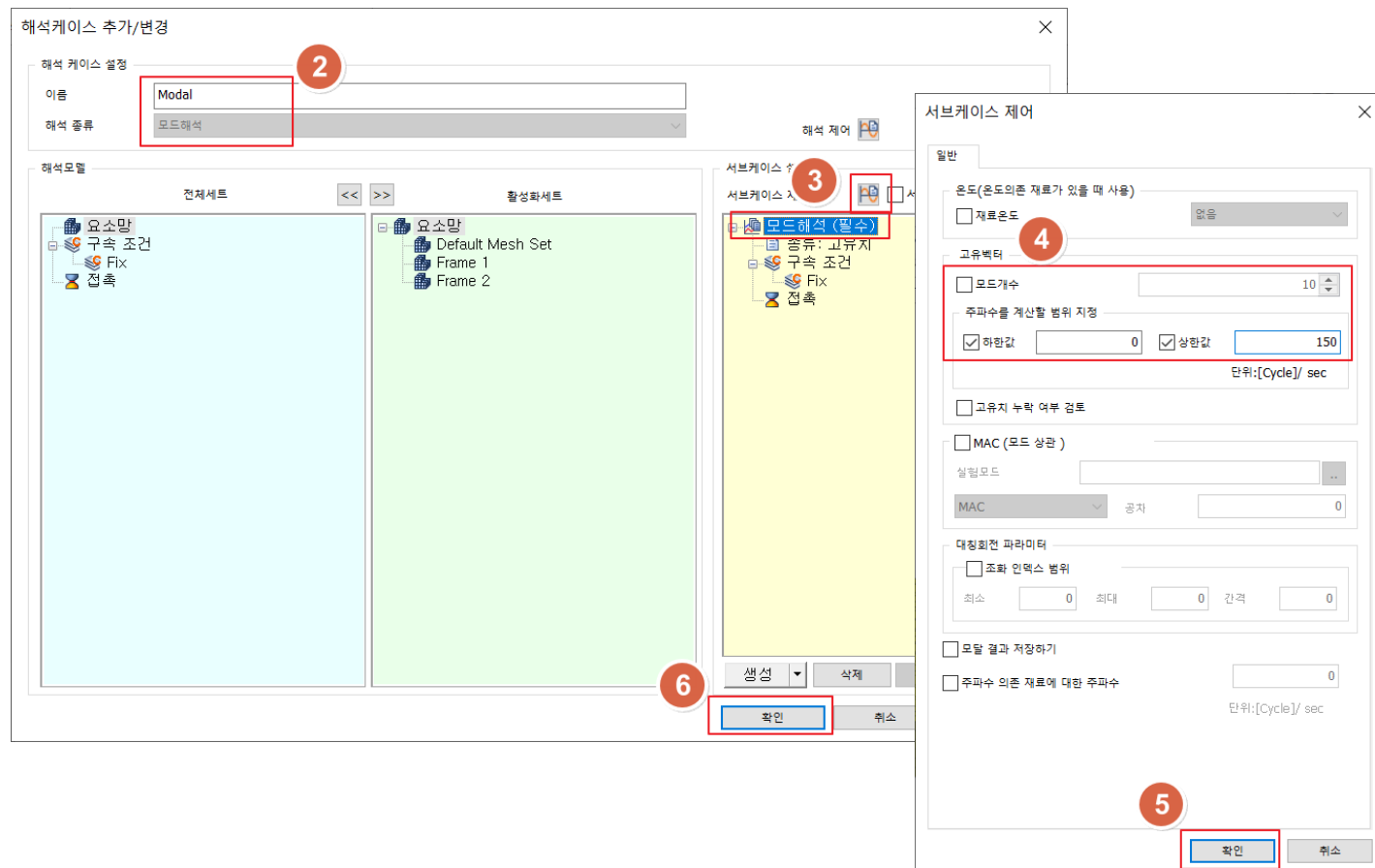
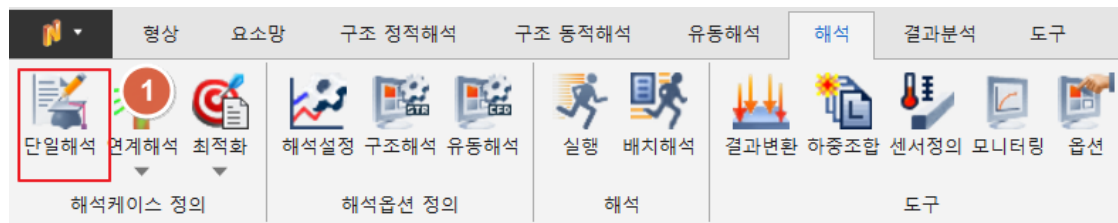
N 638 1631 11654 11755

추가 변경 삭제 닫기



작업순서

1. [단일해석] 클릭.
 2. 해석케이스 설정
- | | |
|-------|-------|
| 이름 | Modal |
| 해석 종류 | 모드해석 |
3. 서브케이스 설정의 “모드해석 (필수)”를 클릭.
- 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:

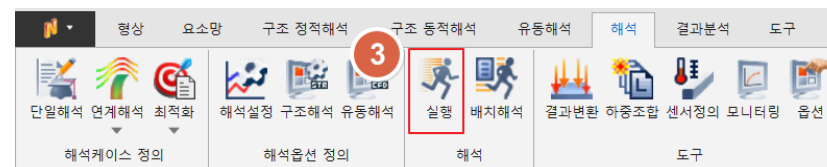
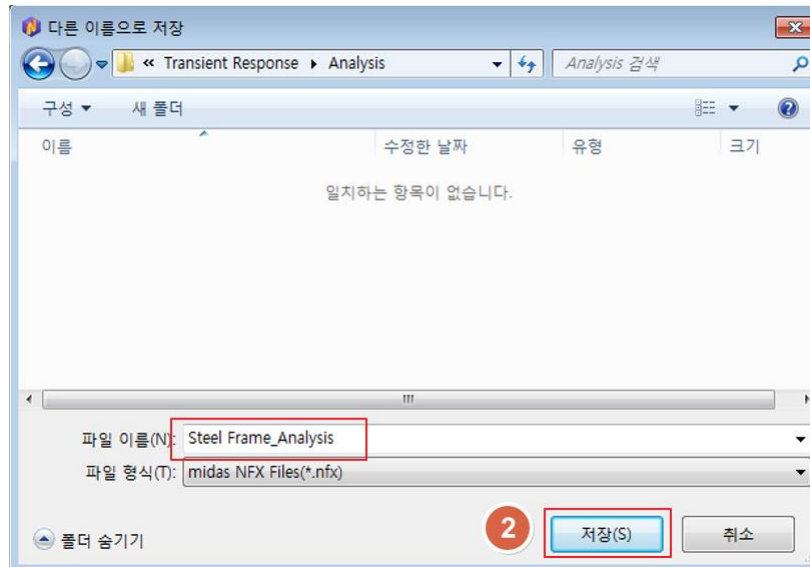
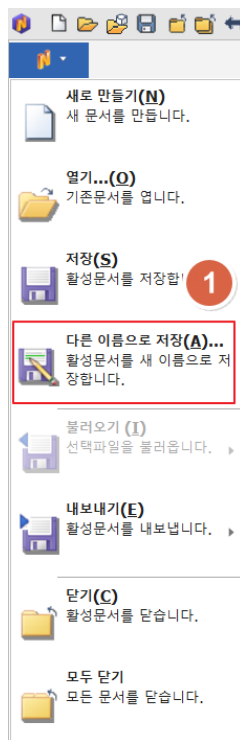
“Steel Frame_Analysis” 입력.



2. [저장(S)] 버튼 클릭.

3. 해석 및 결과 >> 해석 >> 실행 클릭.

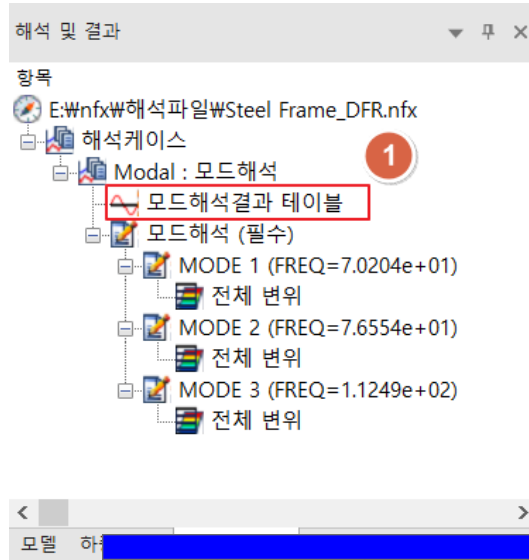
4. [확인] 버튼 클릭.



따라하기 시작파일을 보존하기 위하여 해석파일을 다른 이름으로 저장합니다.

작업순서

1. [모드해석결과 테이블] 더블 클릭.



REAL EIGENVALUES								
MODE NUMBER	EIGENVALUE	RADIANS	CYCLES	PERIOD	GENERALIZED MASS	GENERALIZED STIFFNESS	ORTHOGONALITY LOSS	ERROR MEASURE
1	1.945728e+05	4.411041e+02	7.020390e+01	1.424422e-02	1.000000e+00	1.945728e+05	0.000000e+00	1.472883e-08
2	2.313632e+05	4.810023e+02	7.655389e+01	1.306269e-02	1.000000e+00	2.313632e+05	0.000000e+00	8.325884e-09
3	4.995759e+05	7.068068e+02	1.124918e+02	8.889537e-03	1.000000e+00	4.995759e+05	0.000000e+00	8.992397e-11
MODAL EFFECTIVE MASS								
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3		
1	7.439127e-02	0.000000e+00	0.000000e+00	2.480989e-11	3.947487e+03	1.640742e+00		
2	0.000000e+00	6.721317e-02	4.988861e-08	5.006874e+03	1.581972e-11	3.622797e-09		
3	8.059159e-06	0.000000e+00	0.000000e+00	8.111810e-11	6.403053e-03	8.468495e+03		
TOTAL	7.439933e-02	6.721317e-02	4.988862e-08	5.006874e+03	3.947493e+03	8.470136e+03		
TOTAL IN MODEL	9.724076e-02	9.724076e-02	9.724076e-02	2.388182e+04	2.023947e+04	1.180569e+04		
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%		

💡 고유진동수와 질량참여율을 확인합니다.

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

작업순서

1. [단일해석] 클릭.

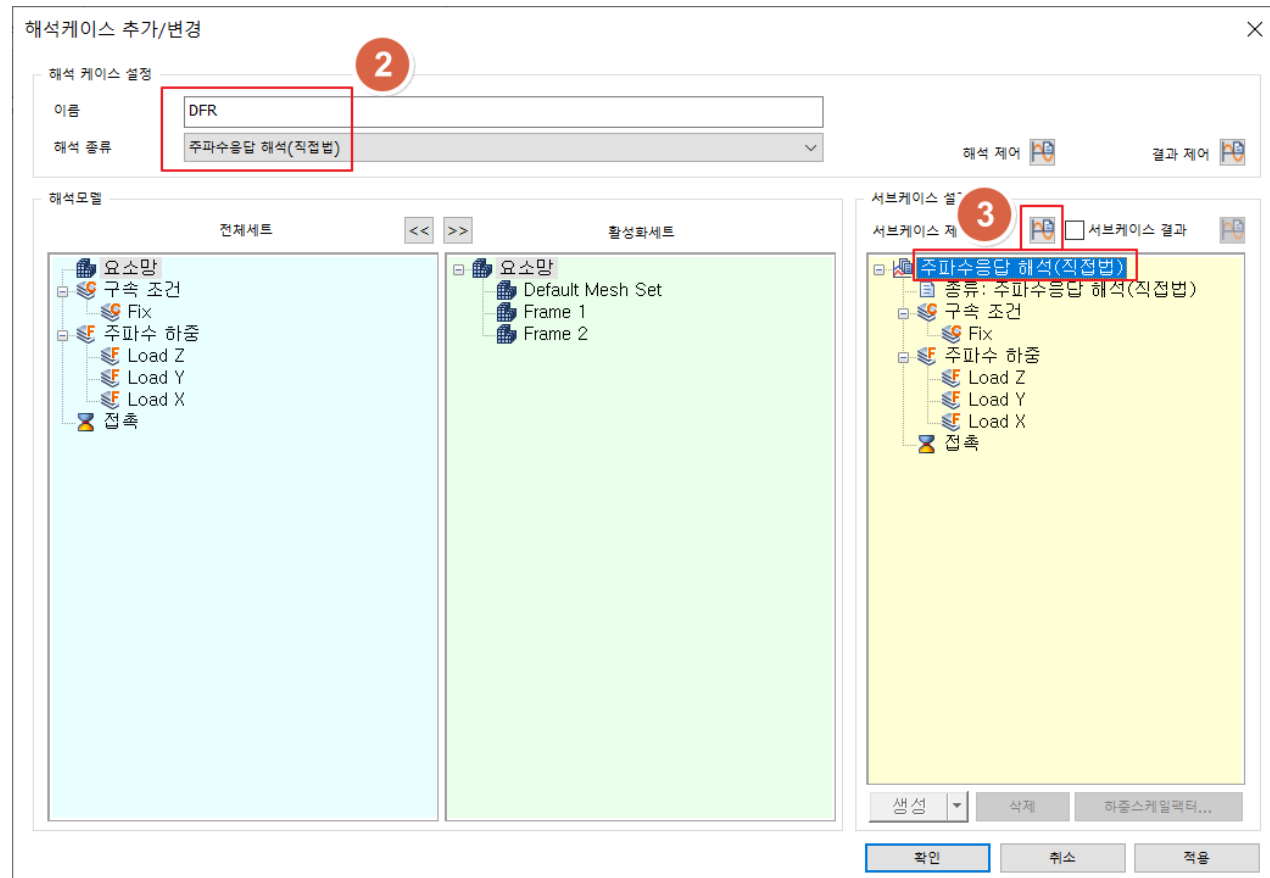
2. 해석케이스 설정

이름	DFR
해석 종류	주파수응답해석(직접법)

3. 서브케이스 설정의

“주파수응답해석(직접법)”을 클릭.

활성화된 서브케이스 제어 버튼 클릭.



작업순서

1. [동적 해석] 탭의 [주파수세트 정의] 버튼 클릭.

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.

서브케이스 제어

동적 해석 추가 하중 일반

1

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 1

확인 취소

주파수 세트

이름 Linear 추가

주파수 리스트

방법 선형 삭제

3

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 1 [Cycle]/sec

증분 개수 150

번호	이름	방법
1	Linear	선형

닫기

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.

서브케이스 제어

동적 해석 **추가 하중** 일반

주파수 리스트

주파수세트 정의	
정의된 세트 개수	1

4


확인 취소

주파수 세트

이름 **Discrete** **추가**

주파수 리스트 **1**

방법 불연속형 **2** 삭제

번호	주파수		0 [Cycle]/sec
1	70.204		추가
2	76.554		
3	112.49		

수정 삭제

번호	이름	방법
1	Linear	선형
2	Discrete	불연속형

3

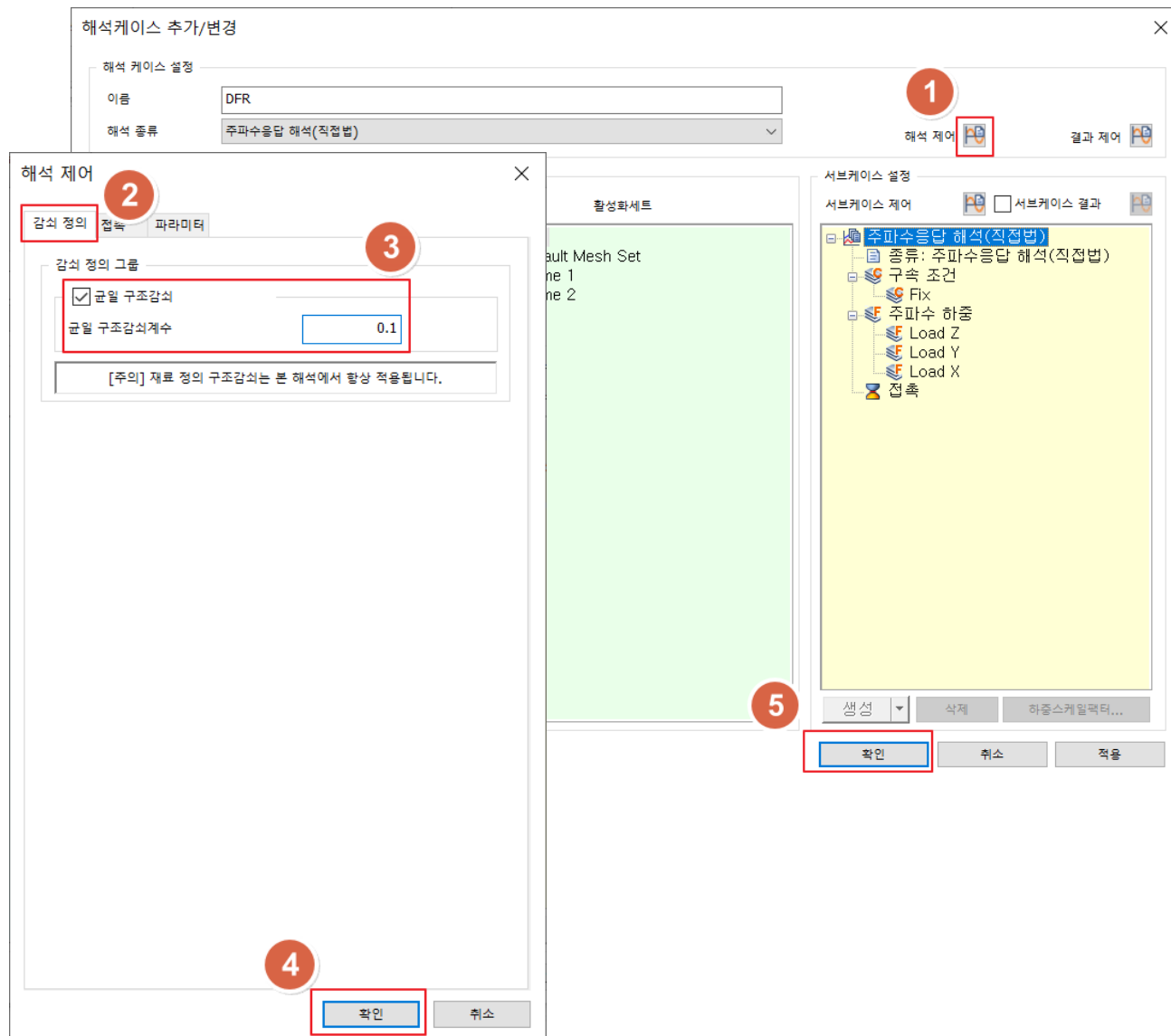
닫기

작업순서

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



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



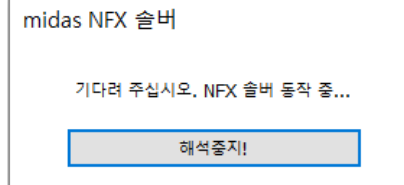
작업순서

1. [실행] 클릭.
2. "DFR" 만 체크 되어 있음을 확인.
3. [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. [결과추출] 클릭.

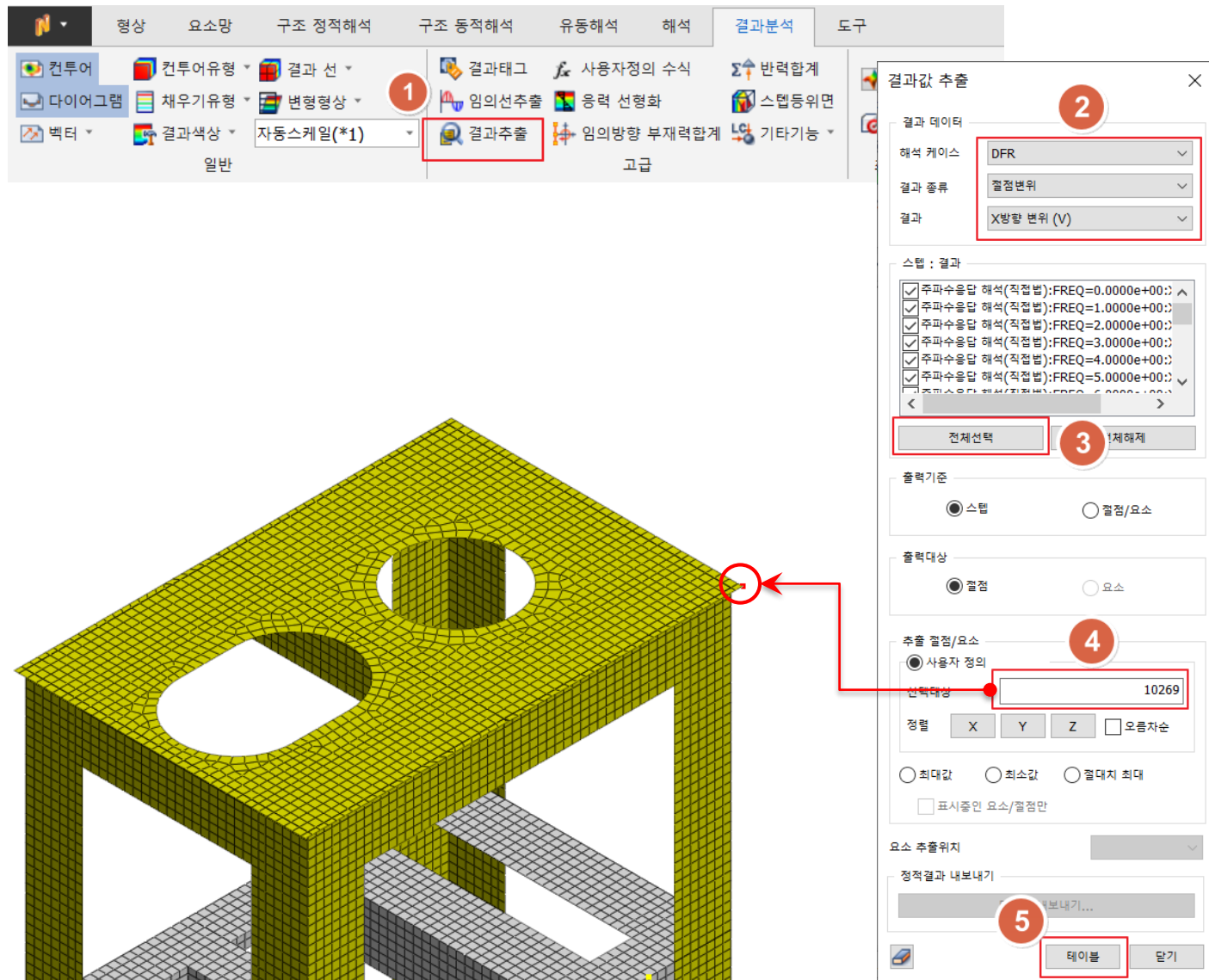
2. 결과 데이터 설정

해석 세트	DFR
결과 종류	상대변위
결과	X방향 상대변위 (V)

3. [전부선택] 버튼 클릭.


4. 추출 절점/요소: "10269" 입력. 

5. [테이블] 버튼 클릭.



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

- 결과 데이터 (Result Data):** Includes '해석 케이스' (Analysis Case) set to 'DFR', '결과 종류' (Result Type) set to '절점변위' (Node Displacement), and '결과' (Result) set to 'X방향 변위 (V)' (X-direction Displacement).
- 스텝 : 결과 (Step : Result):** A list of analysis steps with checkboxes. The '전체선택' (Select All) button is highlighted with a red circle and the number 3.
- 출력기준 (Output Criteria):** Includes '출력기준' (Output Criteria) set to '스텝' (Step) and '출력대상' (Output Target) set to '절점' (Node).
- 추출 절점/요소 (Extract Nodes/Elements):** Includes '추출 절점/요소' (Extract Nodes/Elements) set to '사용자 정의' (User Defined) with the value '10269' entered. The '정렬' (Sort) buttons are 'X', 'Y', 'Z', and '오름차순' (Ascending).
- 테이블 (Table):** The '테이블' (Table) button is highlighted with a red circle and the number 5.

 작업원도우의 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.

번호	스텝	스텝 값	절점:10269 X방향 변위 (V) (mm)
1	주파수응답 해석(직접법):FREQ=0.0000e+00	0.000000e+00	2.946546e+00
2	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+00	1.000000e+00	2.947238e+00
3	주파수응답 해석(직접법):FREQ=2.0000e+00	2.000000e+00	2.949316e+00
4	주파수응답 해석(직접법):FREQ=3.0000e+00	3.000000e+00	2.952785e+00
5	주파수응답 해석(직접법):FREQ=4.0000e+00	4.000000e+00	2.957653e+00
6	주파수응답 해석(직접법):FREQ=5.0000e+00	5.000000e+00	2.963932e+00
7	주파수응답 해석(직접법):FREQ=6.0000e+00	6.000000e+00	2.971638e+00
8	주파수응답 해석(직접법):FREQ=7.0000e+00	7.000000e+00	2.980791e+00
9	주파수응답 해석(직접법):FREQ=8.0000e+00	8.000000e+00	2.991412e+00
10	주파수응답 해석(직접법):FREQ=9.0000e+00	9.000000e+00	3.003530e+00
11	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.0000e+01	1.000000e+01	3.017174e+00
12	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.1000e+01	1.100000e+01	3.032381e+00
13	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.2000e+01	1.200000e+01	3.049189e+00
14	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.3000e+01	1.300000e+01	3.067643e+00
15	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.4000e+01	1.400000e+01	3.087793e+00
16	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.5000e+01	1.500000e+01	3.109694e+00
17	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.6000e+01	1.600000e+01	3.133406e+00
18	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.7000e+01	1.700000e+01	3.158997e+00
19	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.8000e+01	1.800000e+01	3.186540e+00
20	주파수응답 해석(직접법):FREQ=1.9000e+01	1.900000e+01	3.216115e+00

Y축 이름 Y

X축 소수점 자릿수 4 ☐ 지수

Y축 소수점 자릿수 4 ☐ 지수

☐ 요약보기 ☐ 세로로 X축으로 ...

로그 스케일

포맷 ☐ X축 ☐ Y축

Base 10 10

X축

스텝 값

Y축

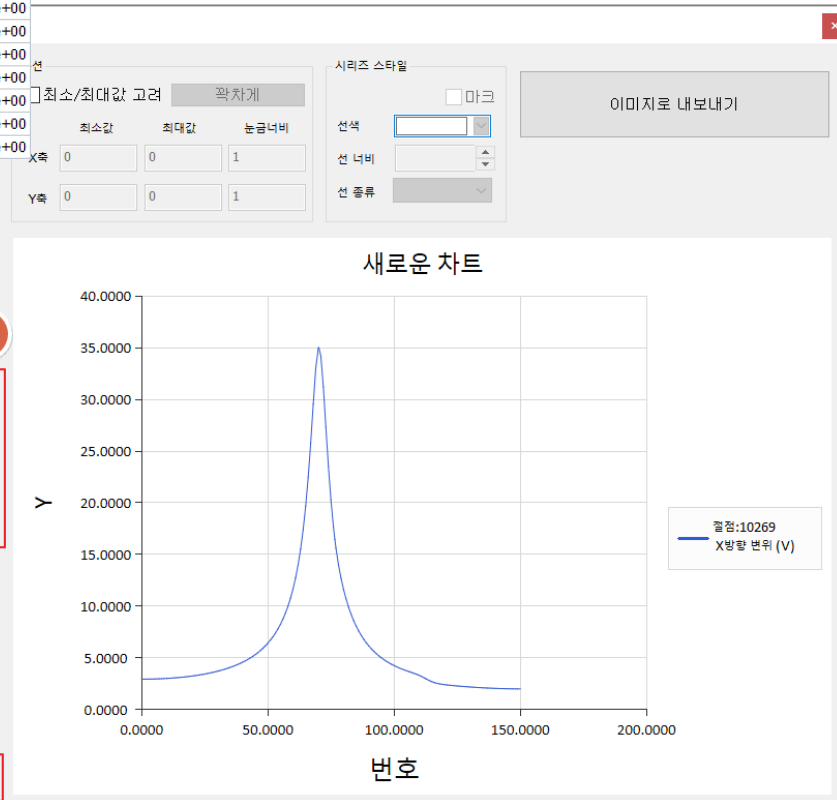
☐ 번호

☐ 스텝

☐ 스텝 값

☒ 절점:10269 X방향 변위 (V)

미리보기



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

개요

➤ 주파수응답해석 (모드법)

- 단위 : N, mm
- 기하모델: Pillar Frame.x_t

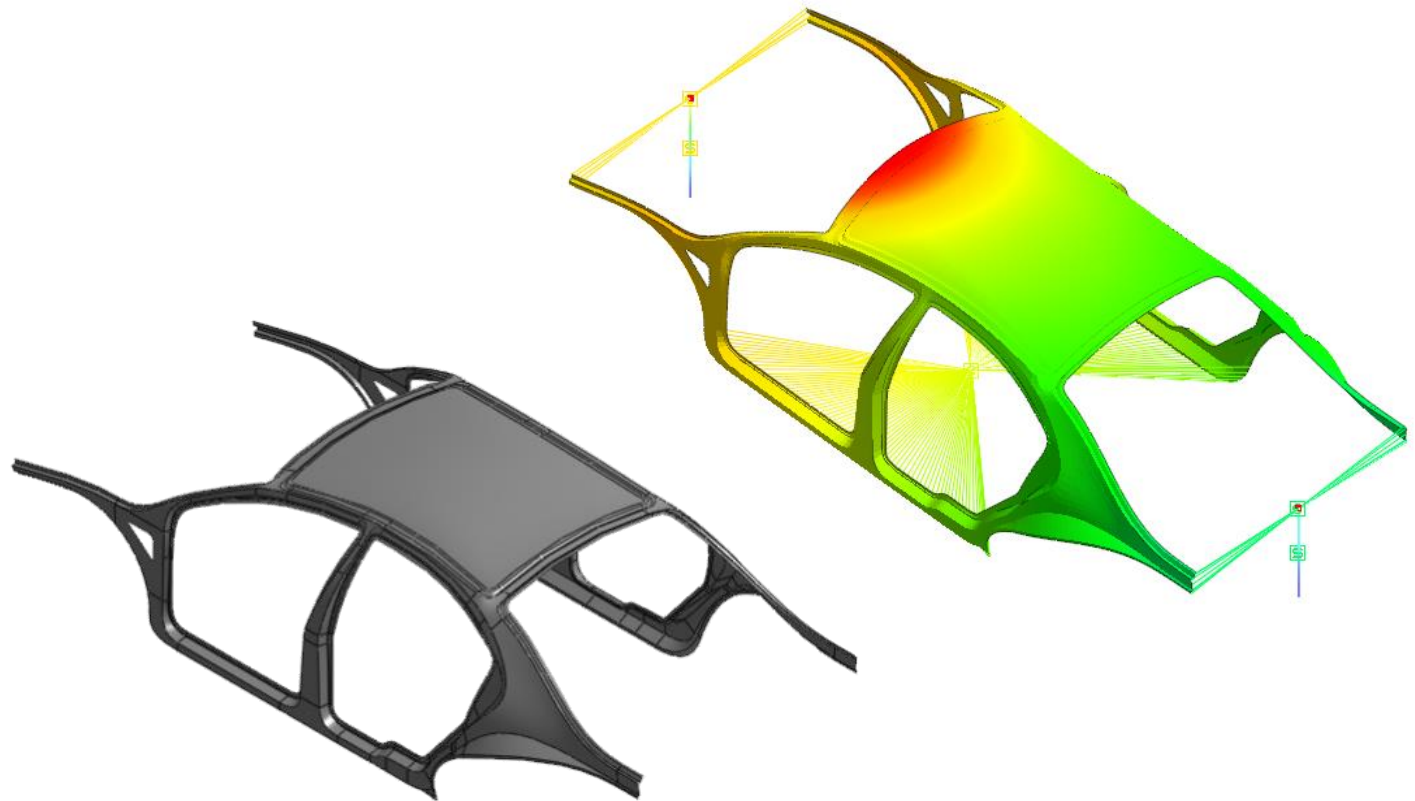
➤ 경계조건과 하중조건

- 고정구속
- 주파수하중

➤ 결과확인

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

Modal Frequency Response - Pillar Frame



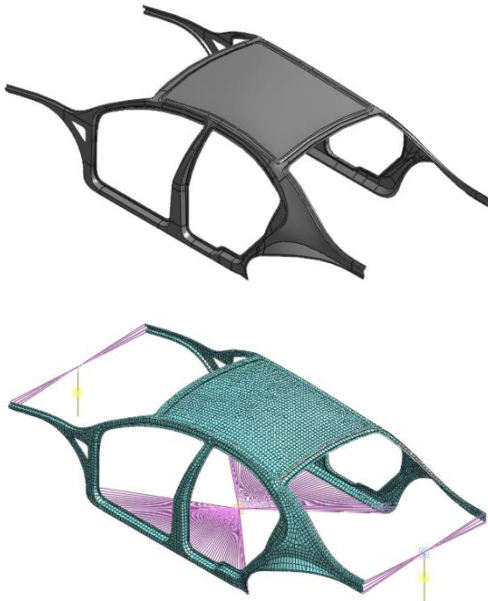
따라하기 목적

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

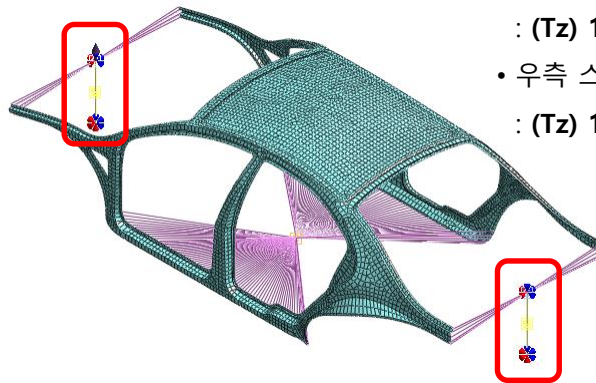
- 주파수응답해석은 주파수 영역에서 수행되는 해석으로, 구조물에 조화하중이 작용하는 경우에 동적 평형방정식의 해를 구하는 것입니다.
- 주파수응답해석의 하중은 주파수에 따라 변하는 힘, 변위 등이며, 엔진, 펌프와 같은 회전기의 부품이 이에 해당됩니다.
- 본 따라하기에서는 모드해석을 통해 주요 모드의 진동수와 질량참여율을 확인하고 선형과 클러스터 주파수세트를 이용하여 응답결과를 얻는 방법을 습득하도록 합니다.

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)

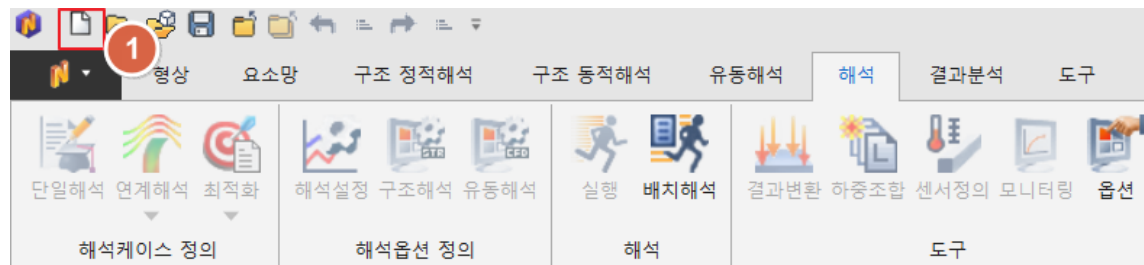
- 좌측 스프링 요소 상단 절점
: (Tz) 10 KN / 0°
- 우측 스프링 요소 상단 절점
: (Tz) 10 KN / 180°

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.



해석조건 설정

프로젝트명

담당자

설명

모델 종류

☒ 3차원/일반모델

☐ 2차원모델

☐ 축대칭

단위계

N

mm

J

sec

중력가속도(g)

9806.65 mm/sec²

확인

취소

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

작업 평면 옮기기

가이드 보이기/감추기 ▶

모든 가이드 보이기

모든 가이드 감추기


모든 레이블 보이기

모든 레이블 감추기

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

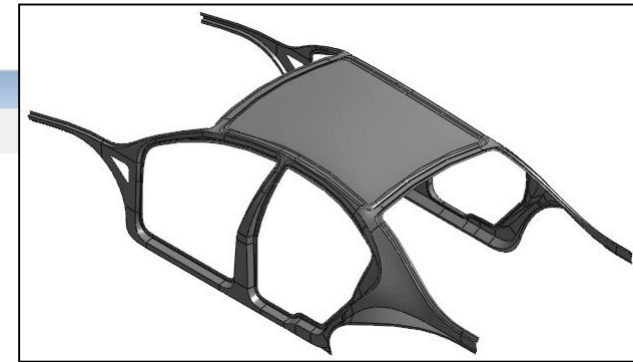
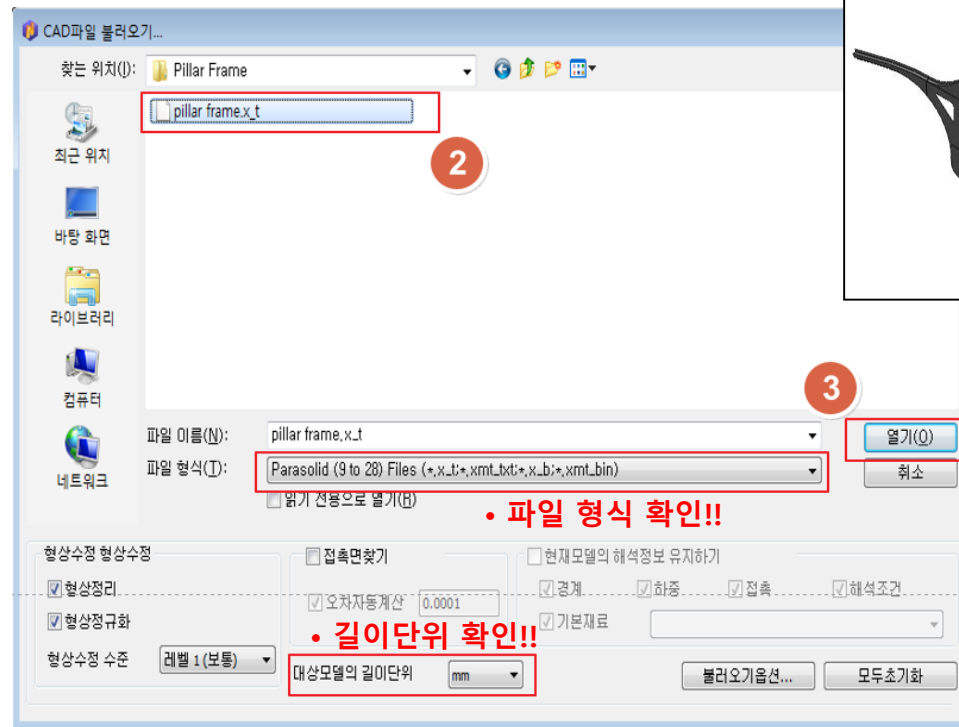
💡 해석조건설정 대화상자는 시작과 함께 자동으로 보여 집니다.

작업순서

1. [볼러오기] 클릭.
2. 모델 선택: **Pillar Fr**  **.x_t** 선택
3. [열기] 버튼 클릭.

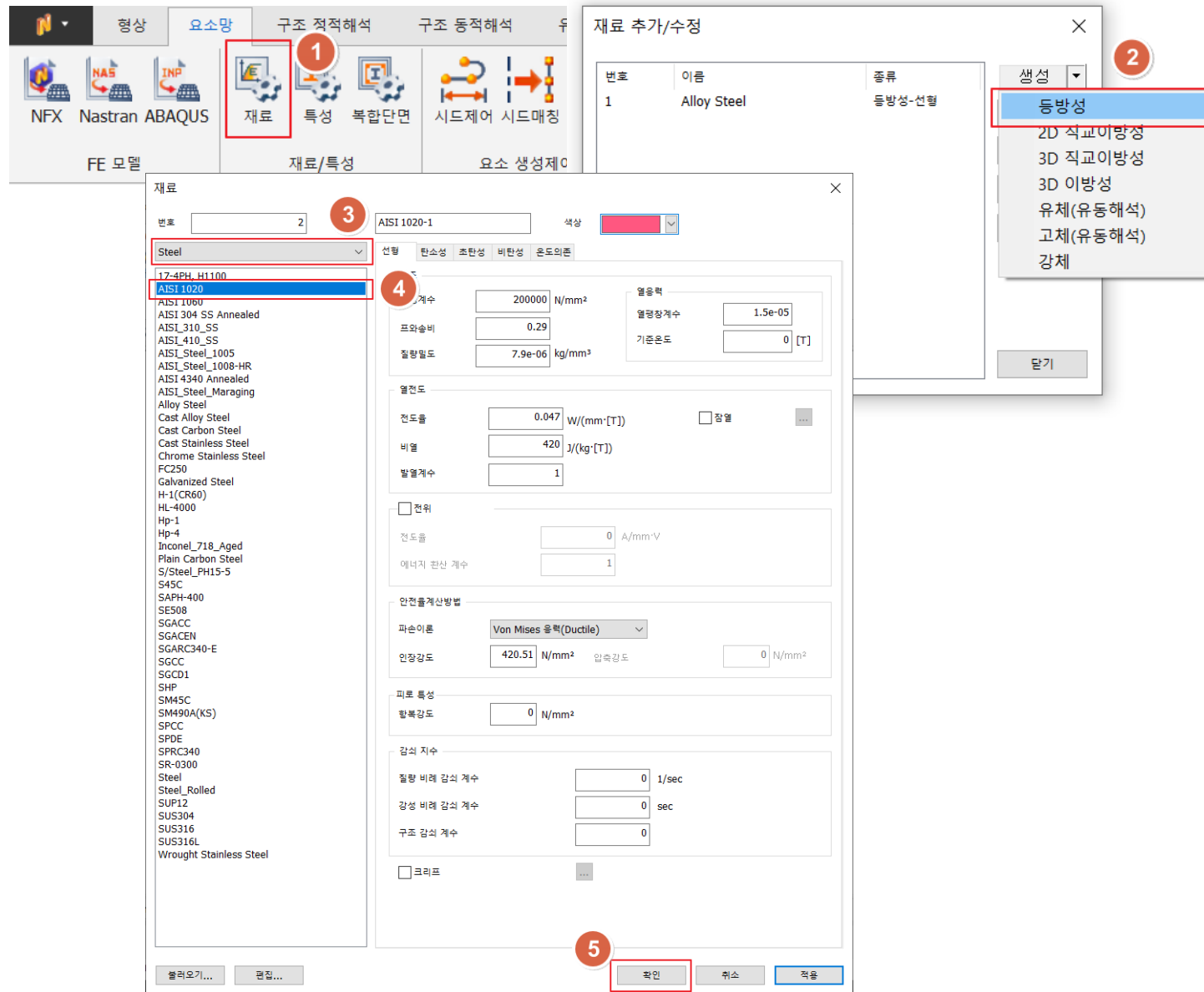
※ 프로그램이 설치된 하위 폴더의
ManualsWTutorialsWFiles 폴더 안에
따라하기의 모델들이 있습니다.

💡 CAD파일이 생성된 원래의 길이단위를
선택해야 정상적인 크기의 모델이
불러집니다.



작업순서

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



💡 선택한 재료의 물성치가 자동으로 입력됩니다.

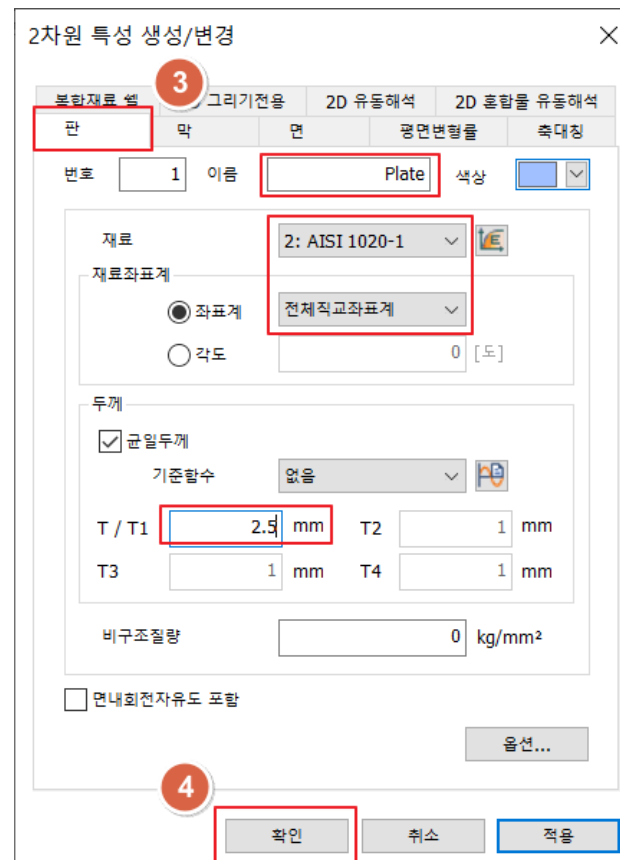
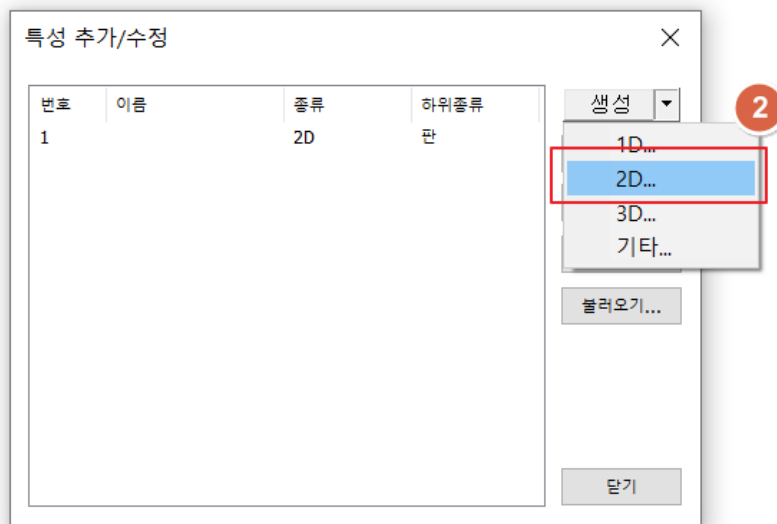
작업순서

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

특성입력

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

4. [확인] 버튼 클릭.

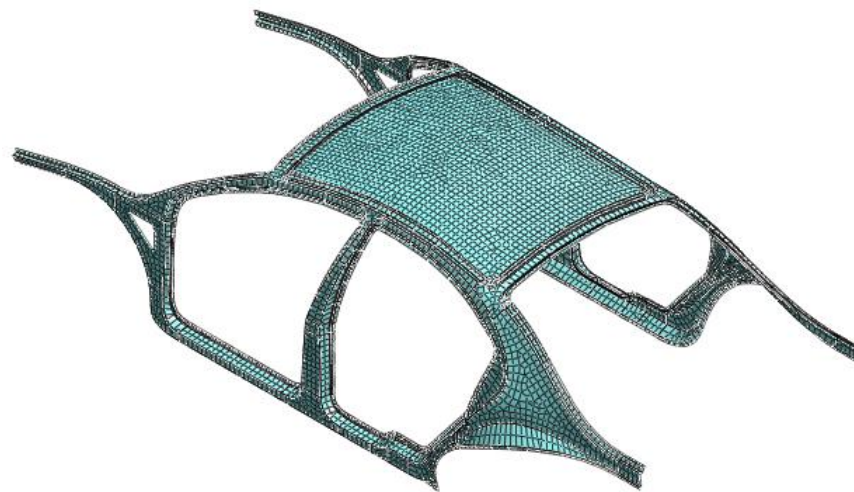
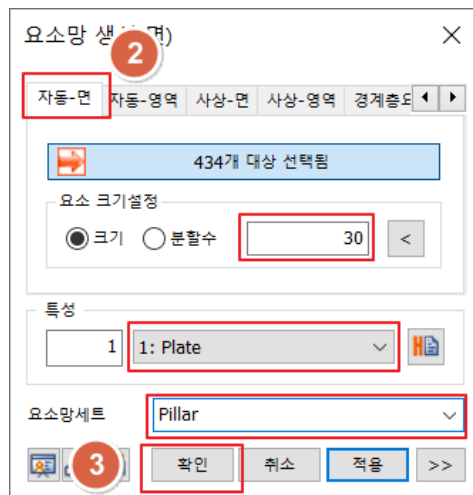
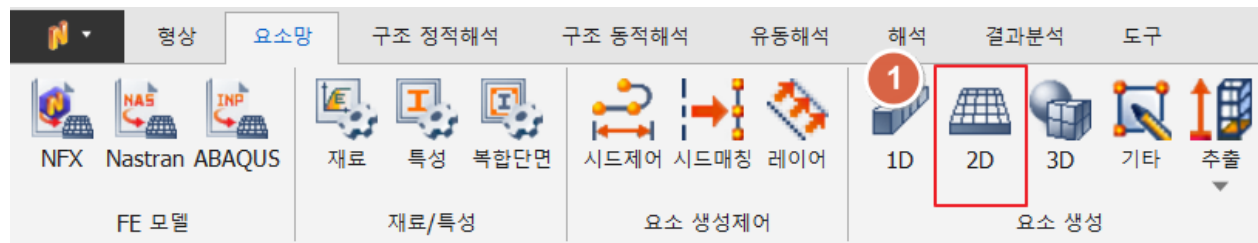


작업순서

1. [2D] 클릭.
2. [자동-면] 탭 선택.
요소망 생성 정보 입력.

대상선택	전체 선택
요소크기	30
특성	1: Plate
요소망세트	Pillar

3. [확인] 버튼 클릭.





작업순서

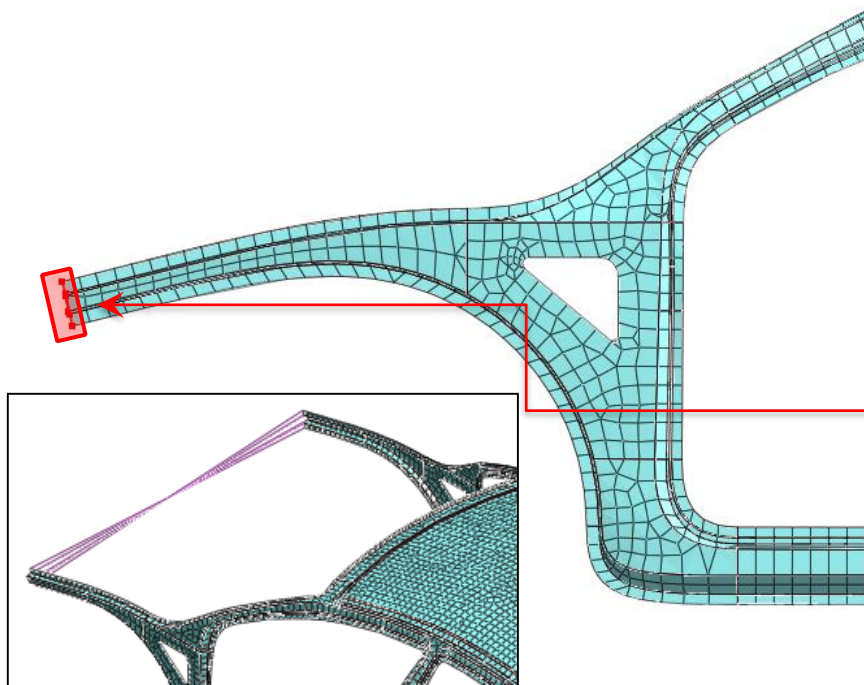
1. [기타] 클릭.
2. [정면] 클릭.
3. 강체 요소 정보 입력.

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



1D

2D

3D

기타

삭제

3

강체

요소 번호

7235

종류

☒ 강체
 ☐ 강체 선

주 절점

☐ 절점

?

절점 선택

☒ 종속 절점의 중심

?

대상선택

☐ 점

?

대상선택

☐ 좌표

0, 0, 0

종속 절점

12개 대상 선택됨

>

자유도

☒ Tx
 ☒ Ty
 ☒ Tz
 ☒ Rx
 ☒ Ry
 ☒ Rz

☒ 온도

비선택 옵션

☒ 대화전 고려

특성

2

요소망세트

강체1

확인

4

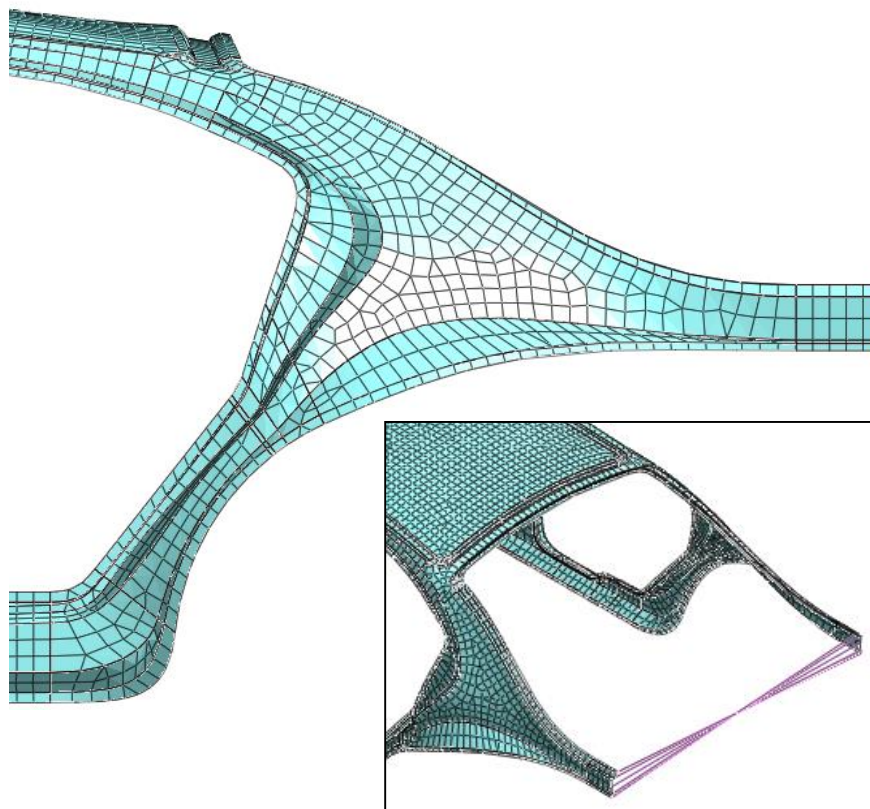
적용


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

요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제 1

강체

요소 번호 7236

종류

☒ 강체
 ☐ 강체 선

주 절점

☐ 절점
 ☒ 종속 절점의 중심
 ☐ 점
 ☐ 좌표

종속 절점

16개 대상 선택됨

자유도

☒ Tx
 ☒ Ty
 ☒ Tz
 ☒ Rx
 ☒ Ry
 ☒ Rz
 ☒ 온도

비선형 옵션

☒ 대화전 고려

특성

2

요소망세트

강체2

확인

2


적용

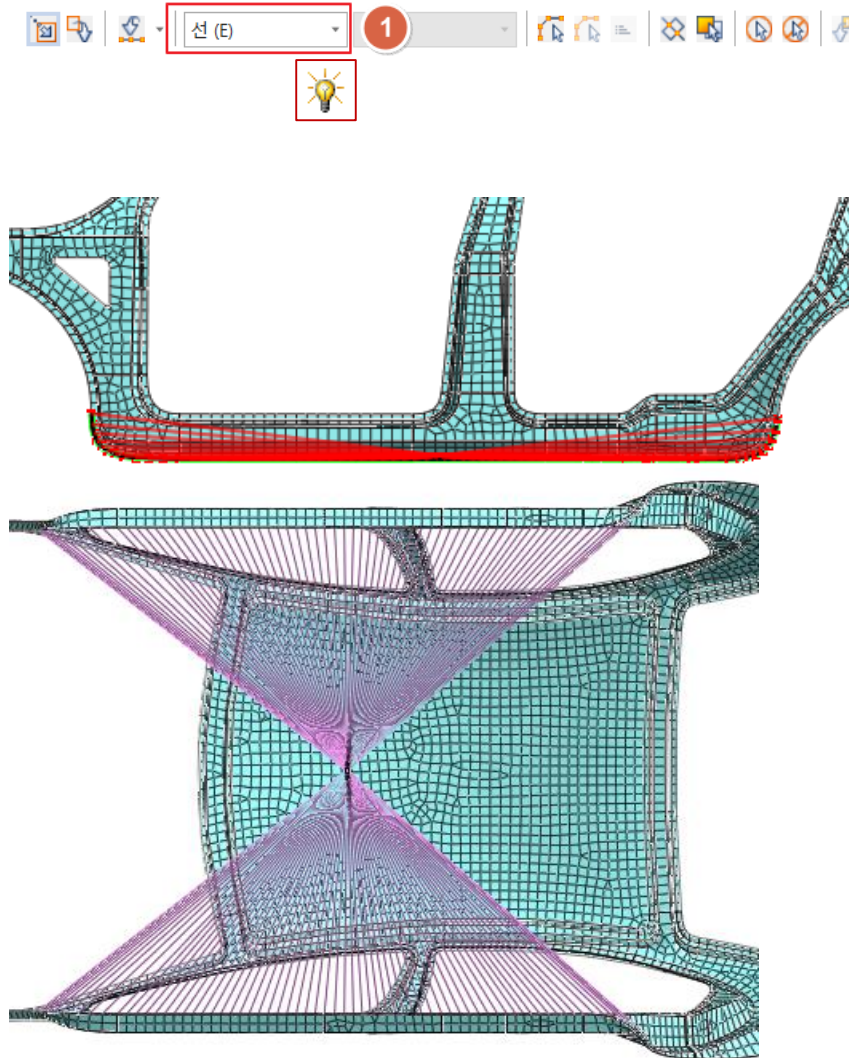
작업순서

1. 선택필터 [선] 변경.
2. 강체 요소 정보 입력.

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

3. [확인] 버튼 클릭.

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



요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제

2

강체

요소 번호 7237

종류

☒ 강체
 ☐ 강체 선

주 절점

☐ 절점
 ☒ 종속 절점의 중심
 ☐ 점
 ☐ 좌표

점점 선택

대상선택

0, 0, 0

종속 절점

146개 대상 선택됨

자유도

☒ Tx
 ☒ Ty
 ☒ Tz
 ☒ Rx
 ☒ Ry
 ☒ Rz
 ☒ 온도

비선형 옵션

☒ 대회전 고려

특성

2

요소망세트

강체3

3

확인

취소

적용

작업순서

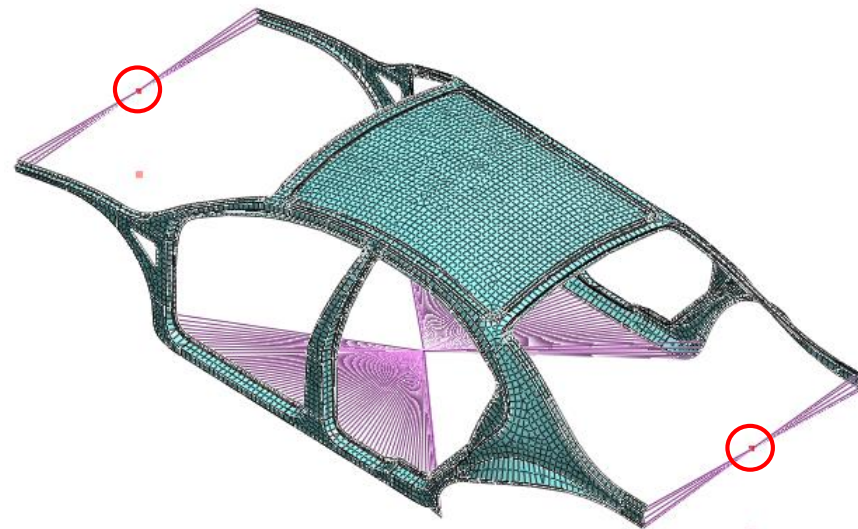
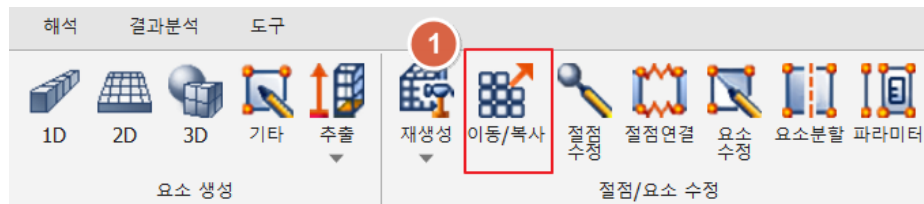
1. [이동/복사] 클릭.
2. [이동] 탭 선택.
3. 절점 평행이동 정보 입력.

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

4. [확인] 버튼 클릭.

💡 전면부와 후면부에 생성한 강체요소의 마스터절점을 선택합니다.

💡 (0, 0, 1) 벡터 방향으로 방향이 설정됩니다.



작업순서

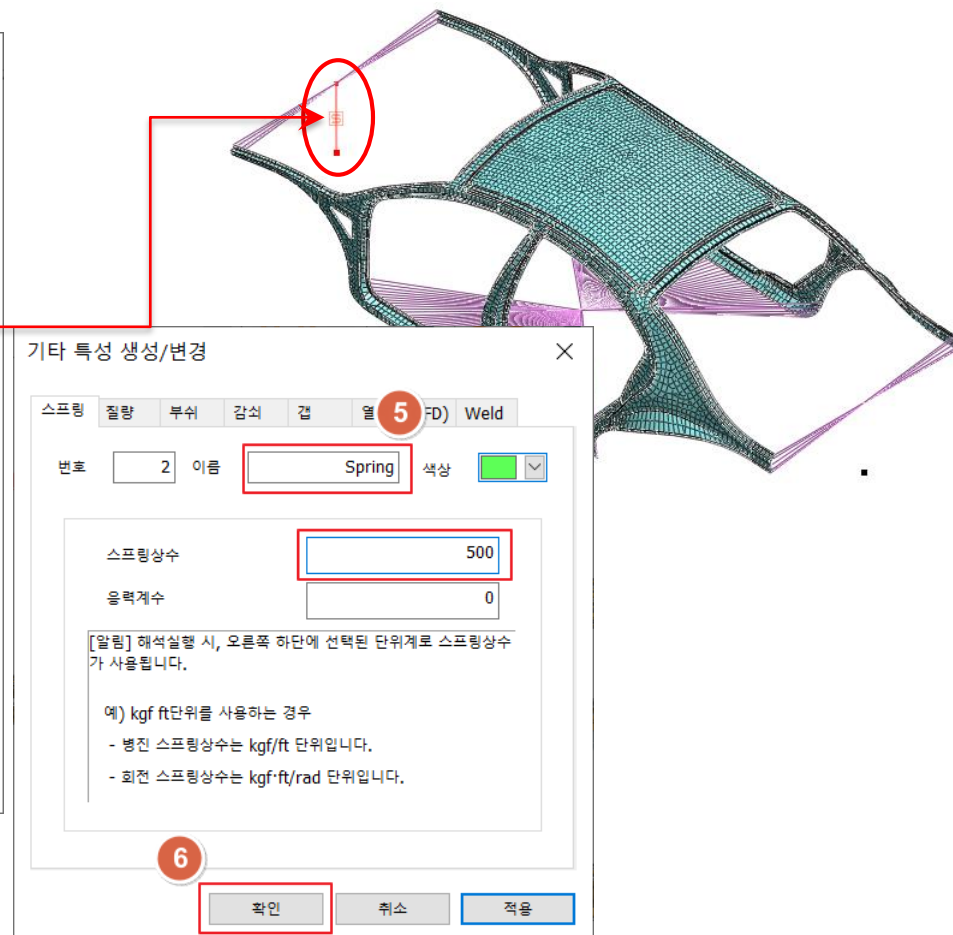
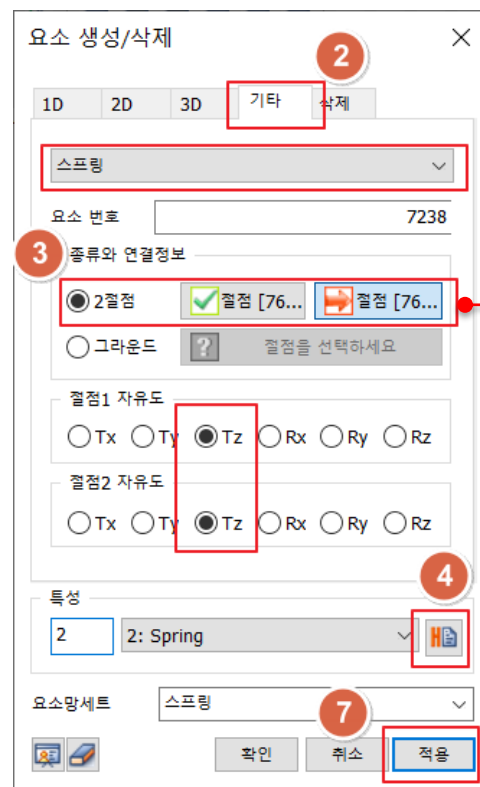
1. [기타] 클릭.
2. [기타] 탭의 [스프링] 선택.
3. 스프링 요소 정보 입력.

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

4. [특성] (특성) 버튼 클릭.
5. 스프링 특성 입력.

번호	2
이름	Spring
스프링 상수	500

6. [확인] 버튼 클릭.
7. [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.

요소 생성/삭제

1D 2D 3D 기타 삭제

스프링

요소 번호 7239

종류와 연결정보

☒ 2절점 ☒ 절점 [76...] ☐ 절점 [77...]

☐ 그라운드 ? 절점을 선택하세요

절점1 자유도

☐ Tx ☐ Ty ☒ Tz ☐ Rx ☐ Ry ☐ Rz

절점2 자유도

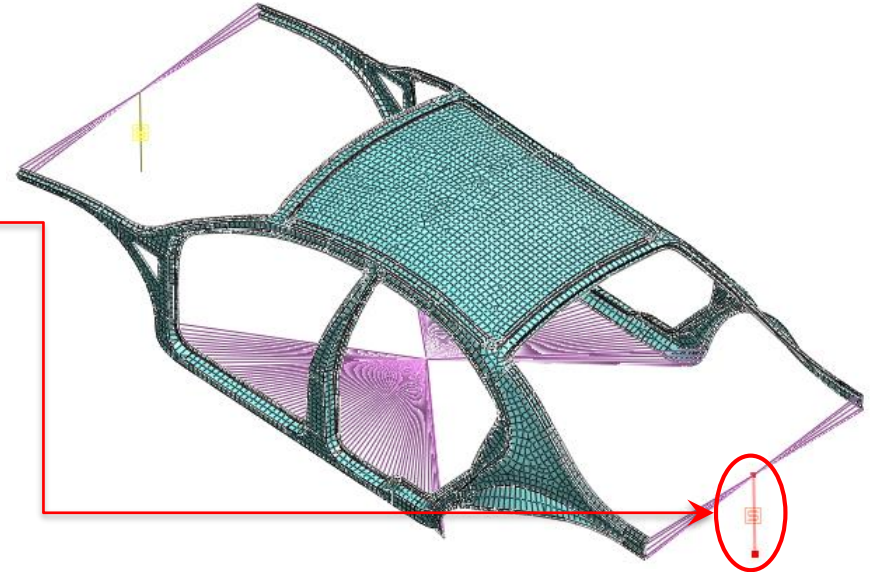
☐ Tx ☐ Ty ☒ Tz ☐ Rx ☐ Ry ☐ Rz

특성

2 2: Spring

요소망세트 스프링

확인 취소 적용



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 7240

1개 대상 선택됨

집중질량 특성

☒ 좌표계 전체직교좌표계

질량 값 500

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

질량 관성모멘트(1)

11 0 단위: kg·mm²

21 0 22 0

31 0 32 0 33 0

☐ 절점에서의 움직임 (X1,X2,X3)

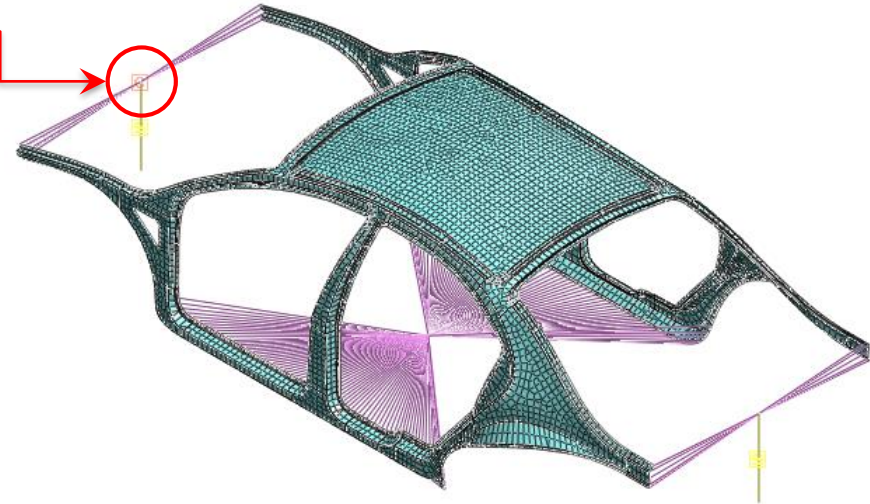
0, 0, 0 mm

특성

2 2: Spring

요소망세트 Mass 1

확인 3 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 7241

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·mm²

21 0 22 0

31 0 32 0 33 0

☐ 절점에서의 움직임 (X1,X2,X3)

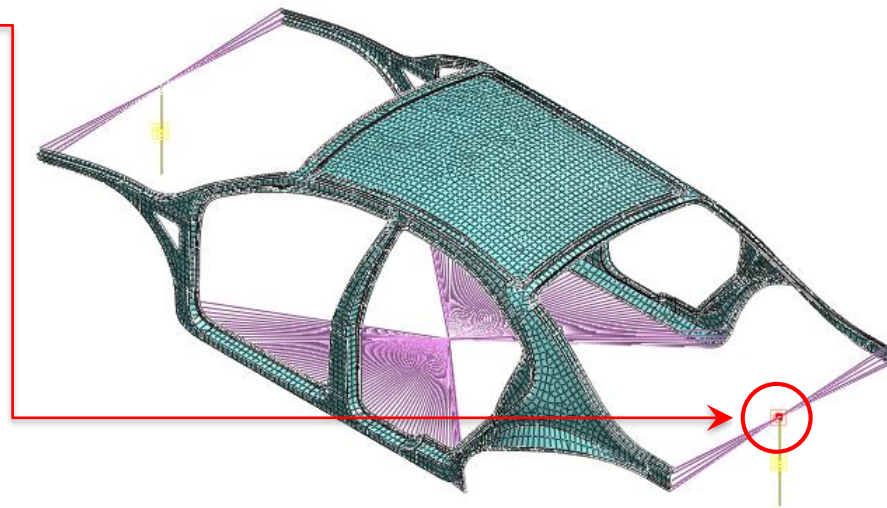
0, 0, 0 mm

특성

2 2: Spring

요소망세트 Mass 2

확인 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

1

집중질량

요소 번호 7242

2

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·mm²

21 0 22 0

31 0 32 0 33 0

☐ 절점에서의 옵션 (X1,X2,X3)

0, 0, 0 mm

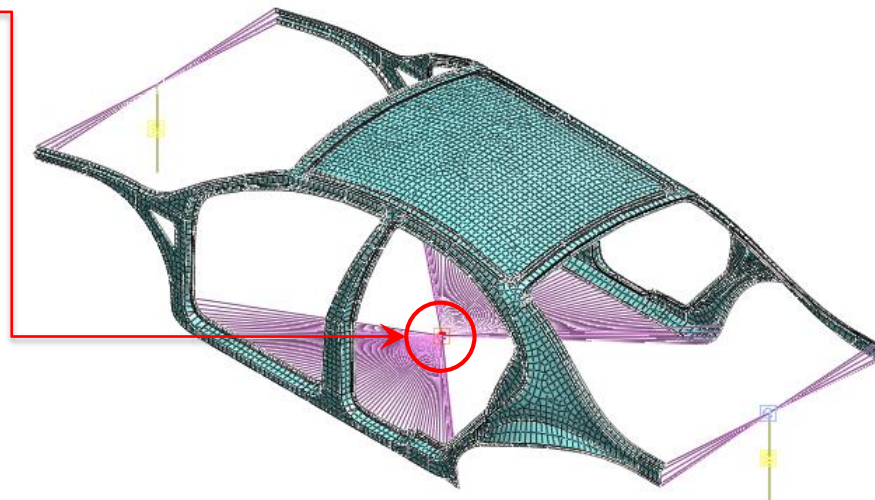
특성

2 2: Spring

요소망세트 Mass 3

3


확인 취소 적용



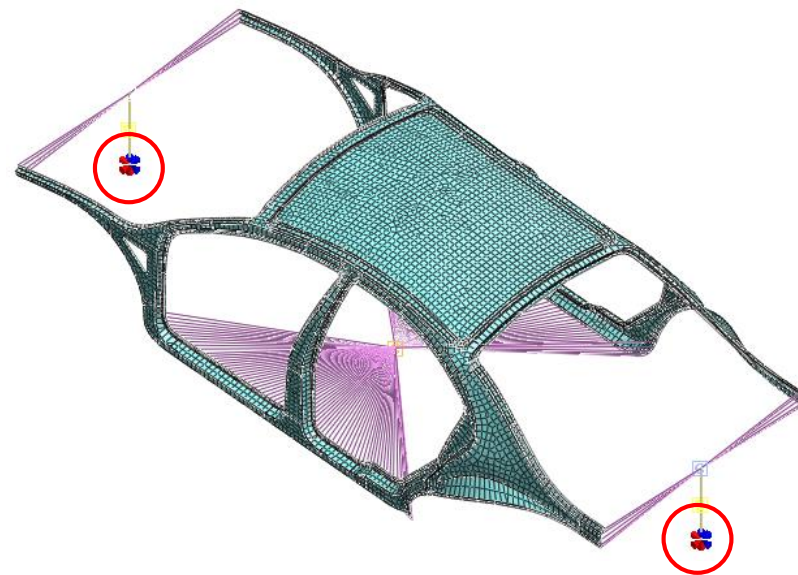
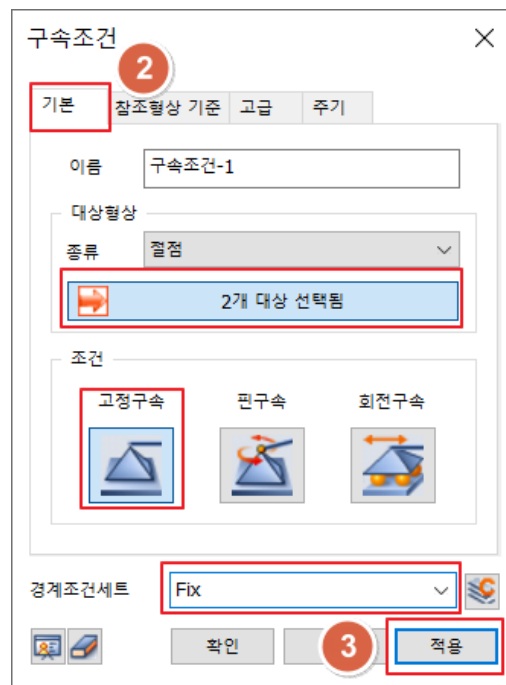
작업순서


1. [구속조건] 클릭.

2. 구속조건 입력

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

3. [적용] 버튼 클릭



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

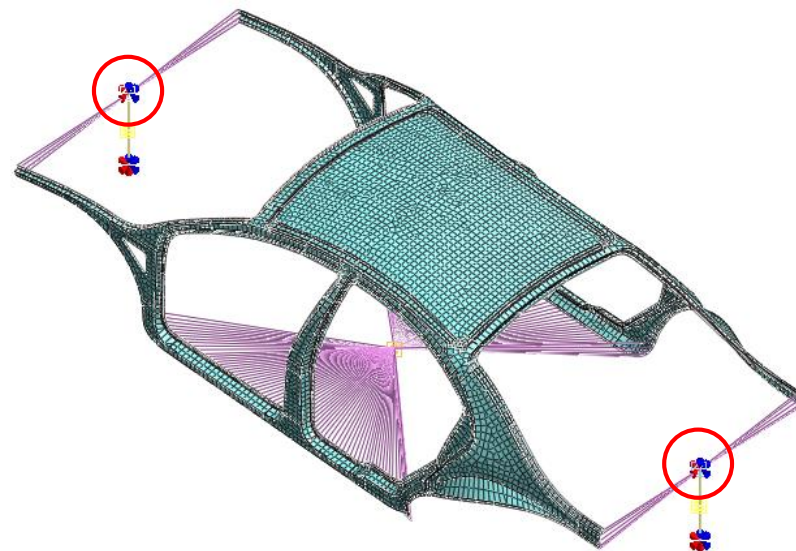
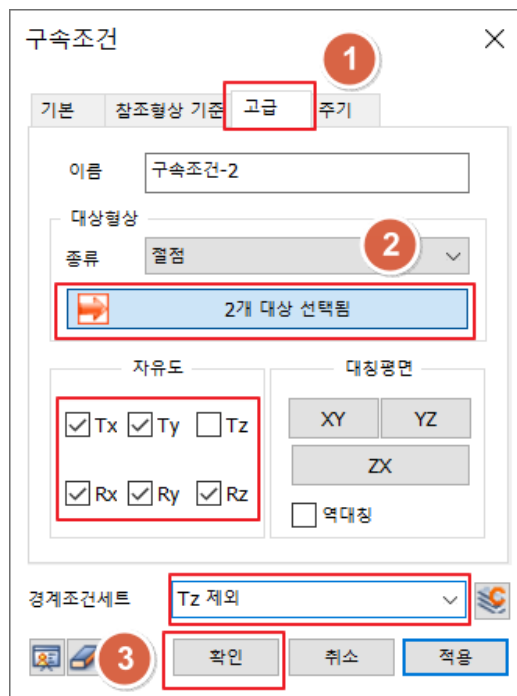
작업순서

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



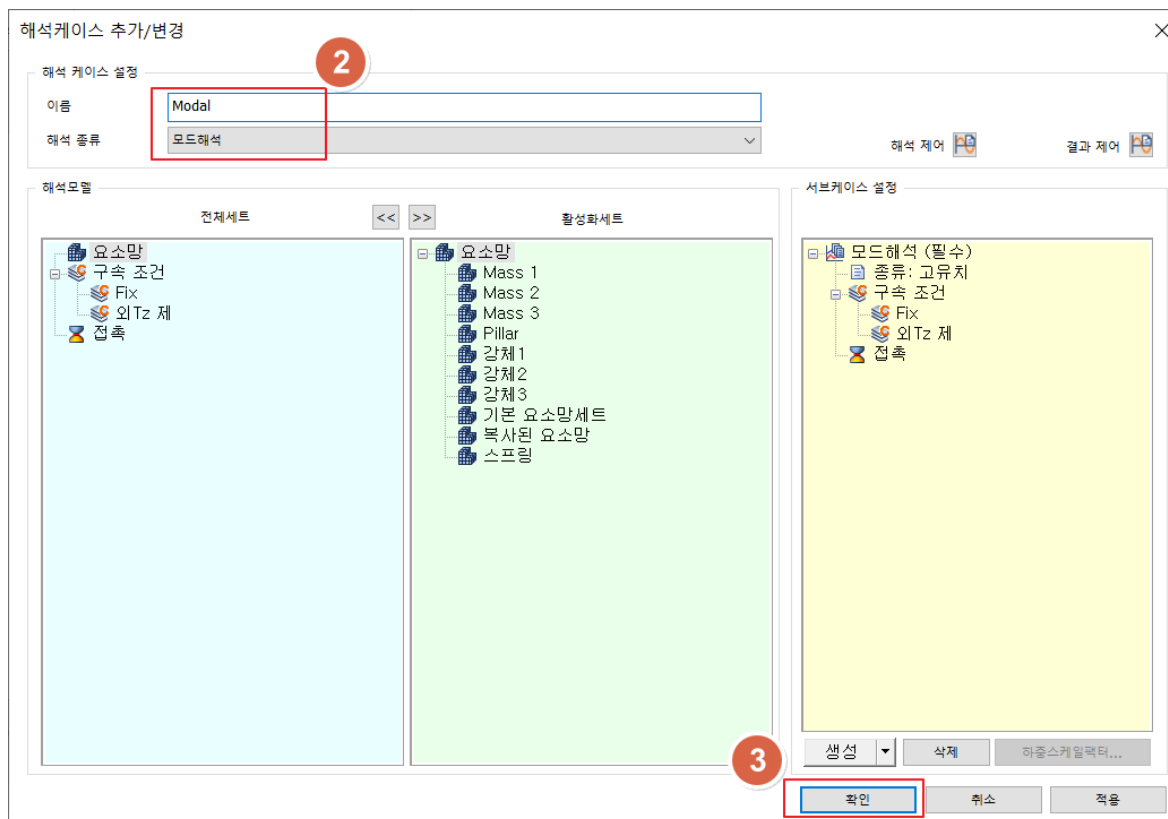
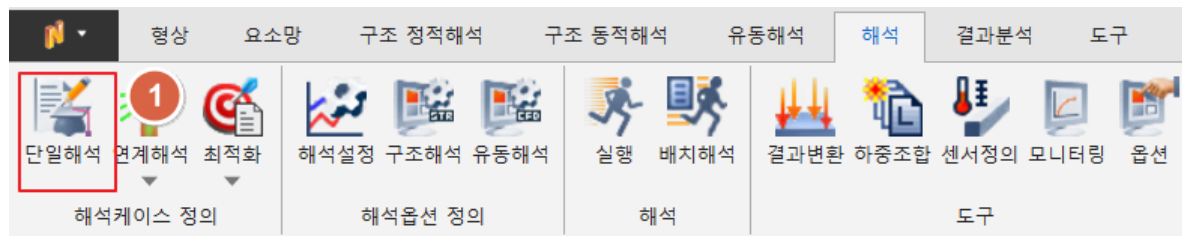
💡 Z축 방향의 병진운동을 할 수 있도록 구속조건을 부여합니다.

작업순서

1. [단일해석] 클릭.
2. 해석케이스 설정

이름	Modal
해석 종류	모드해석

3. [확인] 버튼 선택



💡 주요 모드형상의 주파수 범위를 파악하기 위하여 모드해석을 우선 수행합니다.

작업순서

1. [실행] 클릭.
2. [확인] 버튼 클릭.



midas NFX 솔버

	이름	종류	설명
<input checked="" type="checkbox"/>	Modal	모드해석	

2

확인

취소



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

midas NFX 솔버

기다려 주십시오. NFX 솔버 동작 중...

해석중지!

작업순서

1. [모드해석결과 테이블] 더블 클릭.

해석 및 결과

항목

번호

해석케이스

Modal : 모드해석

모드해석결과 테이블

모드해석 (필수)

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

MODE

전처

<

모형

하중/경계

해석 및

고유진동수와 질량참여율을 검토합니다.

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

REAL EIGENVALUES									
MODE NUMBER	EIGENVALUE	RADIANS	CYCLES	PREIOD	GENERALIZED MASS	GENERALIZED STIFFNESS	ORTHOGONALITY LOSS	ERROR MEASURE	
1	2.369895e+02	1.539446e+01	2.450105e+00	4.081457e-01	1.000000e+00	2.369895e+02	0.000000e+00	1.415244e-08	
2	6.933180e+02	2.633093e+01	4.190698e+00	2.386237e-01	1.000000e+00	6.933180e+02	0.000000e+00	1.434660e-08	
3	1.341466e+03	3.662603e+01	5.829214e+00	1.715497e-01	1.000000e+00	1.341466e+03	0.000000e+00	3.829063e-09	
4	2.293826e+03	4.789390e+01	7.622551e+00	1.311897e-01	1.000000e+00	2.293826e+03	0.000000e+00	2.492276e-08	
5	6.593994e+03	8.120341e+01	1.292392e+01	7.737588e-02	1.000000e+00	6.593994e+03	0.000000e+00	4.952808e-09	
6	9.545302e+03	9.770006e+01	1.554945e+01	6.431097e-02	1.000000e+00	9.545302e+03	0.000000e+00	1.522869e-09	
7	1.261960e+04	1.123370e+02	1.787899e+01	5.593158e-02	1.000000e+00	1.261960e+04	0.000000e+00	3.399348e-10	
8	3.708107e+04	1.925645e+02	3.064759e+01	3.262900e-02	1.000000e+00	3.708107e+04	0.000000e+00	4.749427e-10	
9	3.786616e+04	1.945923e+02	3.097032e+01	3.228898e-02	1.000000e+00	3.786616e+04	0.000000e+00	2.973208e-10	
10	6.787857e+04	2.605352e+02	4.146546e+01	2.411646e-02	1.000000e+00	6.787857e+04	0.000000e+00	9.101528e-10	
MODAL EFFECTIVE MASS									
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
1	1.936674e-10	4.723205e-01	3.649969e-09	5.302900e+04	2.606719e-03	2.296494e+04			
2	9.734543e-04	3.481157e-10	1.229159e+00	9.800257e-04	1.571321e+05	2.621428e-06			
3	2.772861e-02	1.605763e-09	6.176709e-02	1.187206e-02	3.010297e+06	1.722339e-03			
4	8.906549e-11	1.650395e-02	9.784215e-08	3.082077e+04	1.026656e+00	9.235298e+03			
5	4.136474e-03	6.195976e-09	1.847572e-03	2.003677e-02	2.722467e+01	3.649063e-03			
6	5.822559e-02	6.457505e-09	5.255727e-03	1.955347e-04	2.323354e+04	6.387124e-03			
7	3.420956e-01	4.959492e-10	1.849729e-04	4.607186e-03	4.954629e+04	1.526952e-05			
8	3.151192e-04	2.764002e-09	5.407489e-06	5.183512e-01	1.475478e+02	9.790786e-02			
9	8.394097e-10	2.061936e-03	2.487453e-10	2.559963e+04	3.139458e-05	1.266694e+02			
10	7.909077e-10	5.075446e-04	0.000000e+00	1.202925e+04	5.347134e-03	5.888510e+03			
TOTAL	4.334748e-01	4.913940e-01	1.298220e+00	1.214792e+05	3.240385e+06	3.821553e+04			
PERCENTAGE MODAL EFFECTIVE MASS									
MODE NUMBER	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
1	0.00%	36.38%	0.00%	34.61%	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%	1.27%	0.00%	20.11%	0.00%	0.29%			
5	0.32%	0.00%	0.14%	0.00%	0.00%	0.00%			
6	4.49%	0.00%	0.40%	0.00%	0.71%	0.00%			
7	26.35%	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%	16.71%	0.00%	0.00%			
10	0.00%	0.04%	0.00%	7.85%	0.00%	0.18%			
TOTAL	33.39%	37.85%	100.00%	79.28%	99.17%	1.20%			

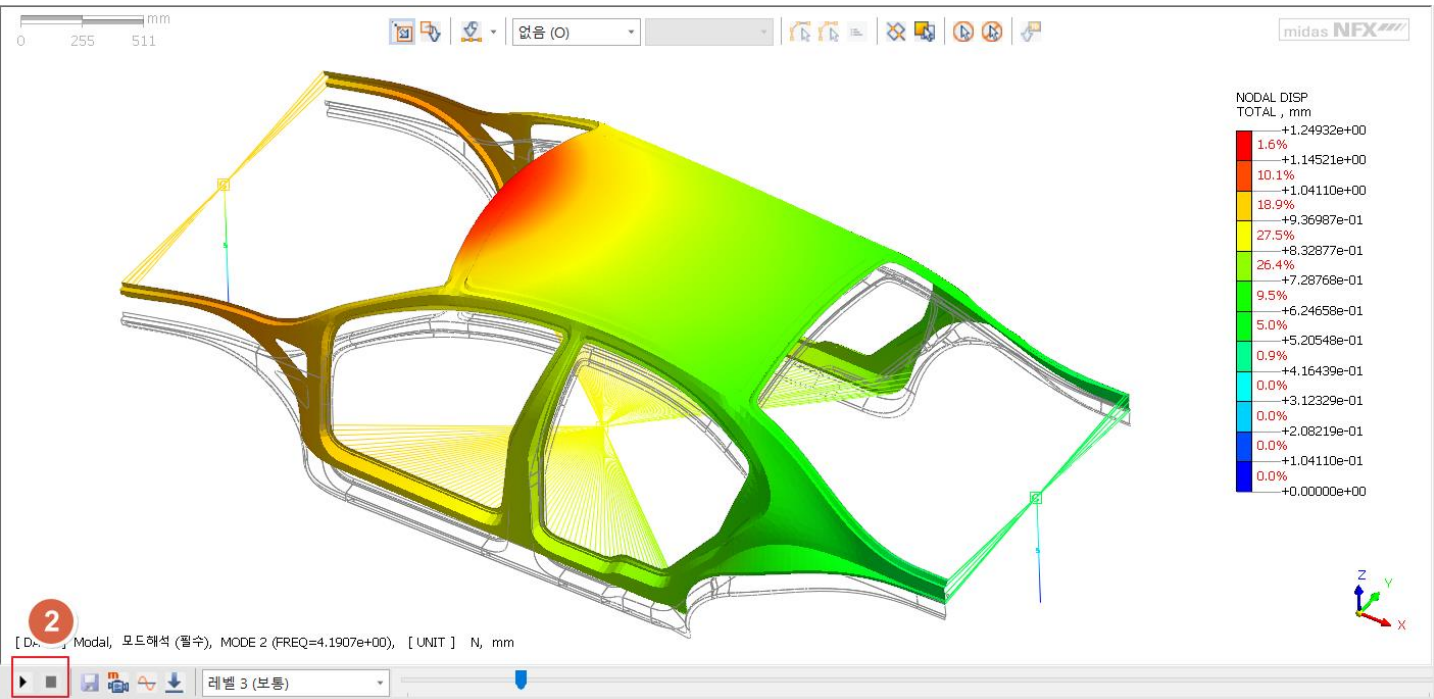
작업순서

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

해석 및 결과

항목

- 해석케이스
 - Modal : 모드해석
 - 모드해석결과 테이블
 - 모드해석 (필수)
 - MODE 1 (FREQ=2.4501e+00)
 - 전체 변위
 - MODE 2 (FREQ=4.1907e+00)
 - 전체 변위
 - MODE 3 (FREQ=5.8292e+00)
 - 전체 변위



💡 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

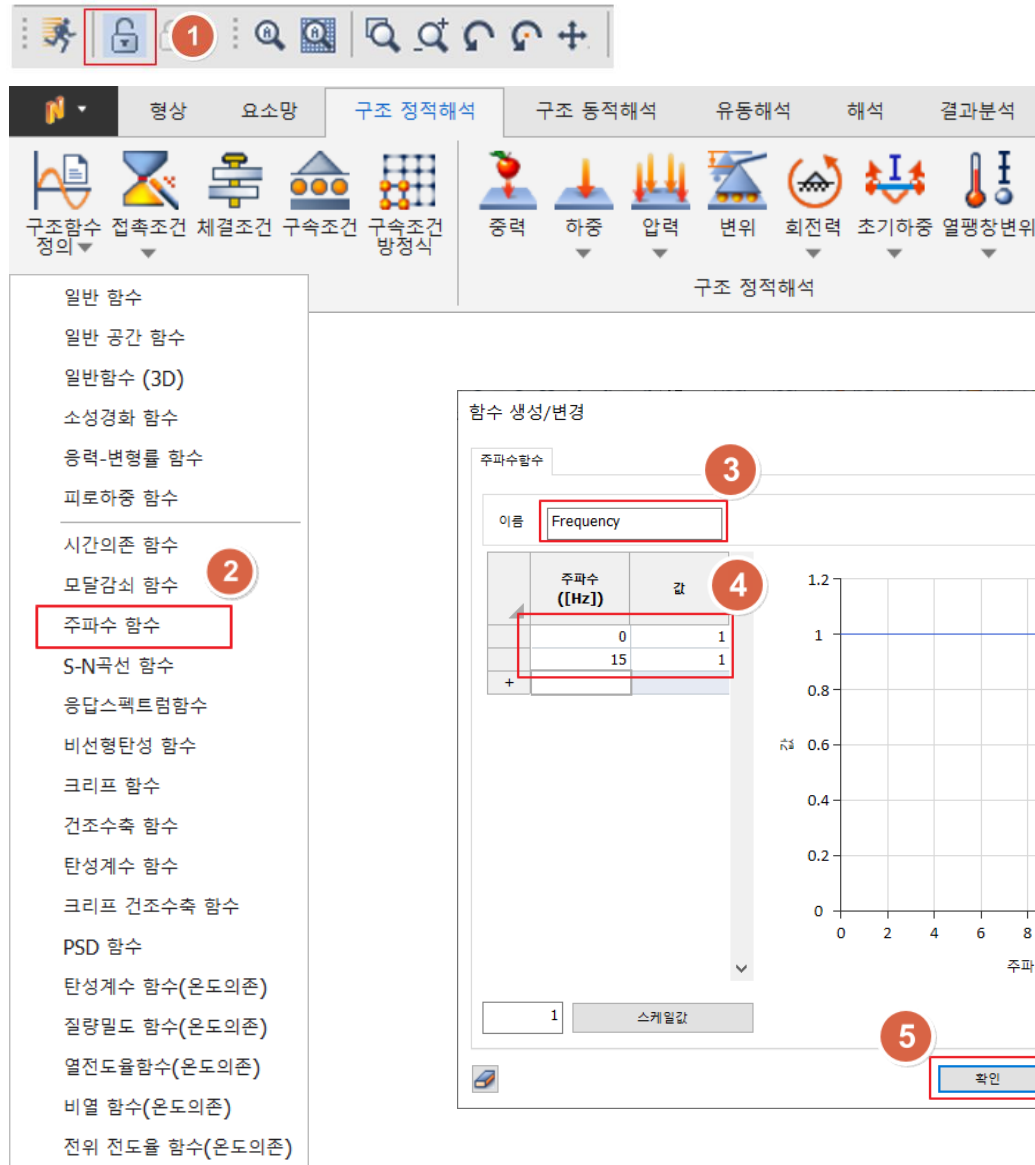
1. [전처리모드] 클릭.
2. [주파수 함수] 클릭.
3. 이름: "Frequency" 입력.
4. 함수 입력

주파수 (cps)	값
0	1
15	1

5. [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 software interface with the '구조 정적해석' (Structural Static Analysis) menu open. The '주파수 함수' (Frequency Function) option is highlighted. The '함수 생성/변경' (Function Creation/Modification) dialog box is open, showing the '이름' (Name) field set to 'Frequency'. The '주파수 (Hz)' (Frequency [Hz]) table is populated with two rows: (0, 1) and (15, 1). The '확인' (OK) button is highlighted.

구조 정적해석 메뉴:

- 구조함수 정의
- 접촉조건
- 체결조건
- 구속조건
- 구속조건 방정식
- 중력
- 하중
- 압력
- 변위
- 회전력
- 초기하중
- 열팽창변위

함수 생성/변경 대화상자:

이름: Frequency

주파수 (Hz)	값
0	1
15	1

확인

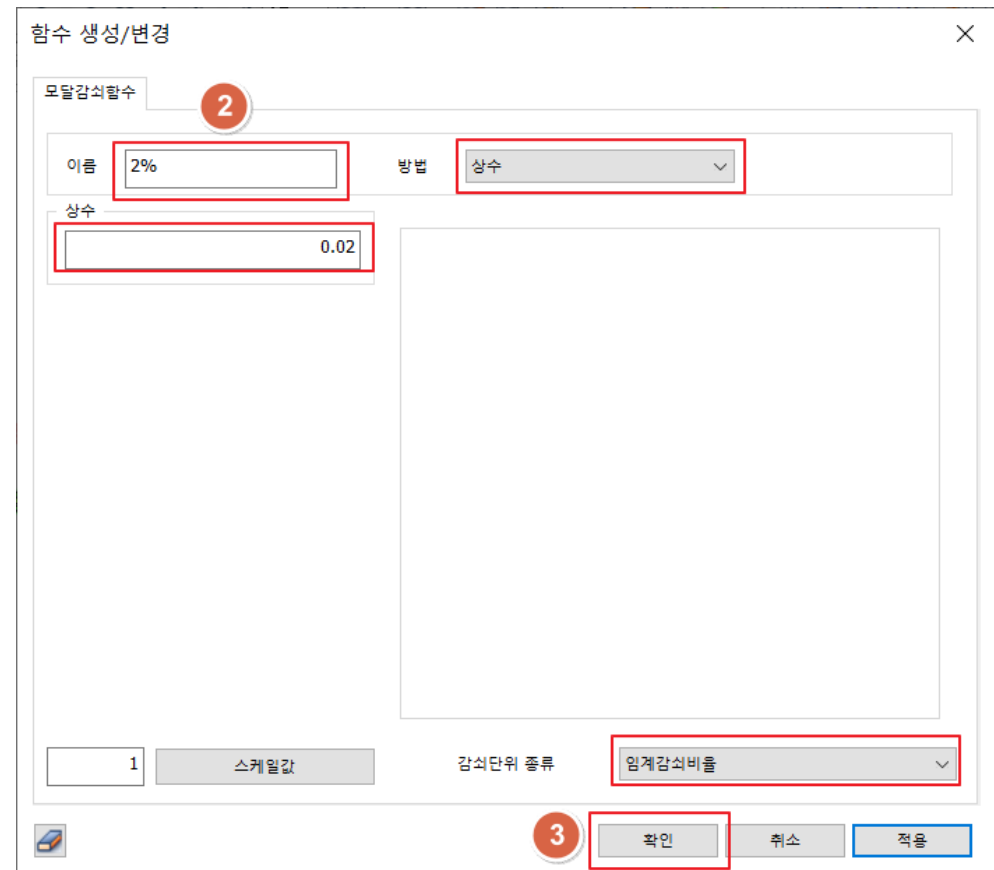
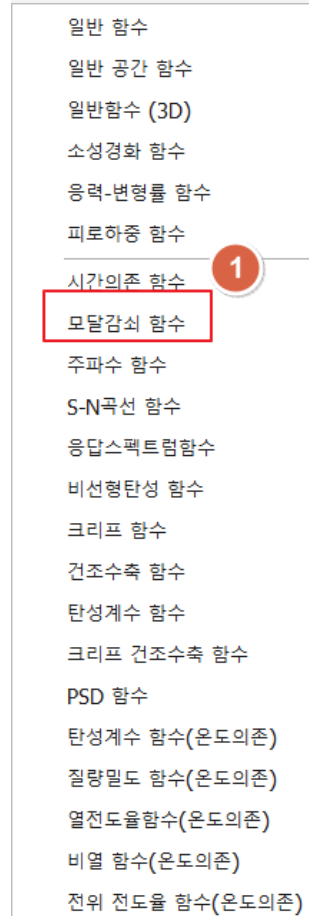
작업순서

1. [모달감쇠 함수] 클릭.
2. 모달감쇠함수 입력.

이름	2%
방법	상수
상수	0.02
감쇠단위종류	임계감쇠비율

3. [확인] 버튼 클릭

💡 일반적으로 [임계감쇠비율]을 사용합니다.
주파수 혹은 모드에 따라 변하지 않는, 일정한 감쇠계수를 사용하는 경우에는 그래프가 별도로 그려지지 않습니다.



작업순서

1. [주파수의존 절점하중] 클릭.
2. 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)

3. [적용] 버튼 클릭

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-1

대상항상: 종류: 절점

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

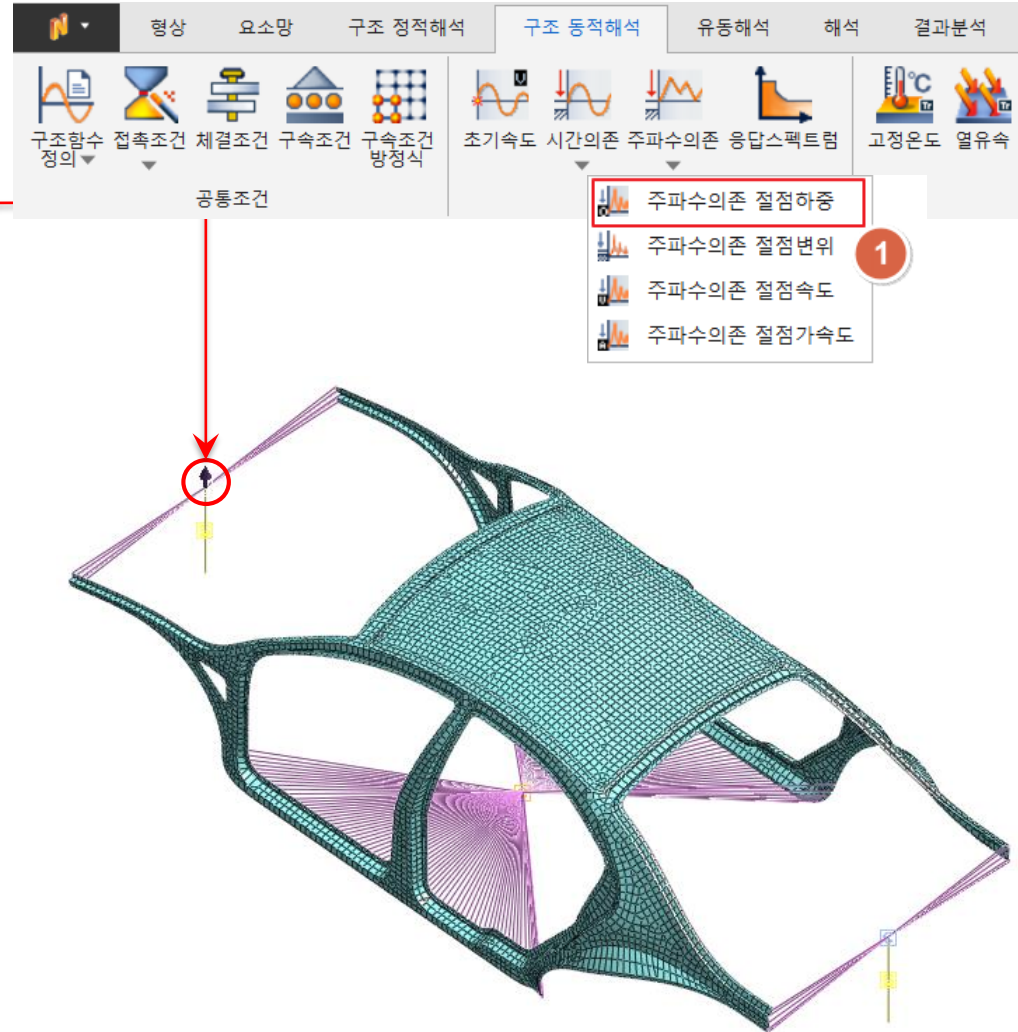
조화하중 공식: ☐ 실수부/허수부 ☒ 크기/위상각도

크기: ☐ 상수 ☒ 사용자정의세트: Frequency

위상각도: ☒ 상수: 0 [deg] ☐ 사용자정의세트: 없음(일정)

주파수하중세트: Load 1

확인 적용



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

주파수의존 절점하중

이름: 주파수의존 절점하중-2 ①

대상형상: 종류: 절점 1개 대상 선택됨

하중 타입: ☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조방향: 종류: 좌표계 참조좌표계: 전체직교좌표계

하중성분: 기준할수: 없음

Tx: 0 Rx: 0
Ty: 0 Ry: 0
Tz: 10000 Nz: 0

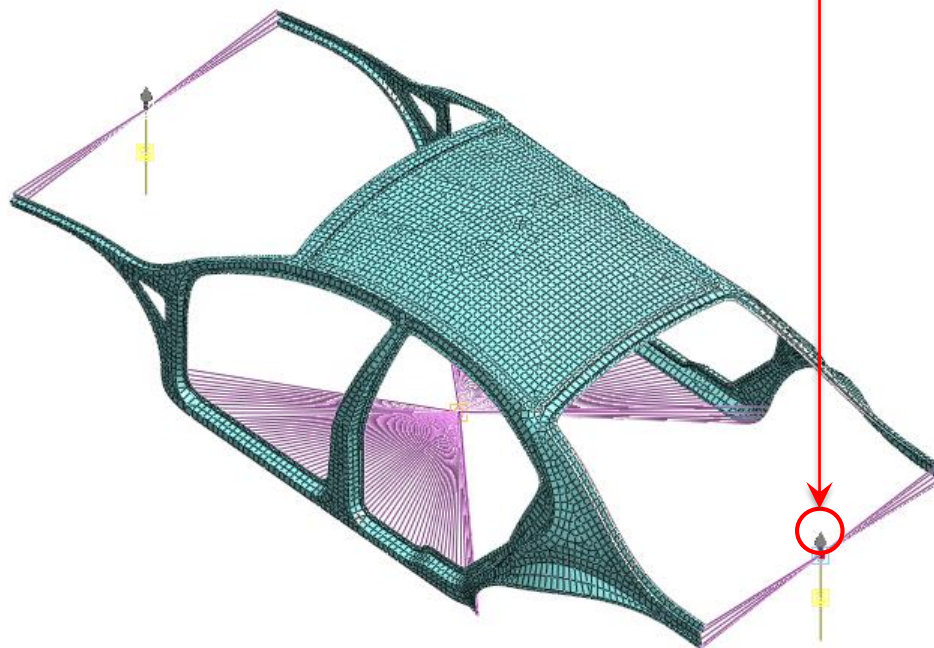
조화하중 공식: ☐ 실수부/허수부 ☒ 크기/위상각도

크기: ☐ 상수 0 ☒ 사용자정의세트 Frequency

위상각도: ☒ 상수 180 [deg] ☐ 사용자정의세트 없음(일정)

주파수: ② Load 2

확인 취소 적용



작업순서

1. [단일해석] 클릭.

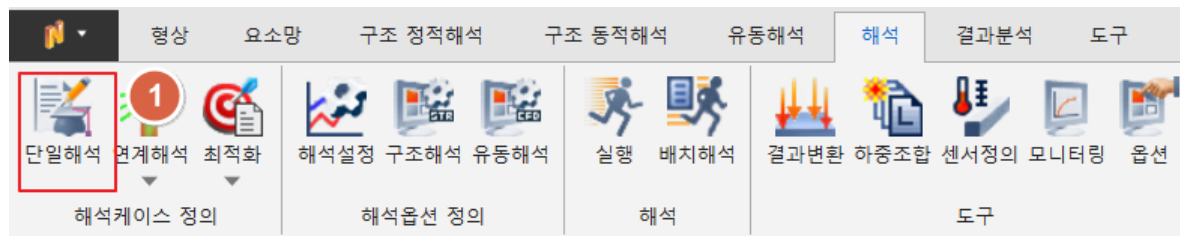
2. 해석케이스 설정

이름	MFR
해석 종류	주파수응답해석(모드법)

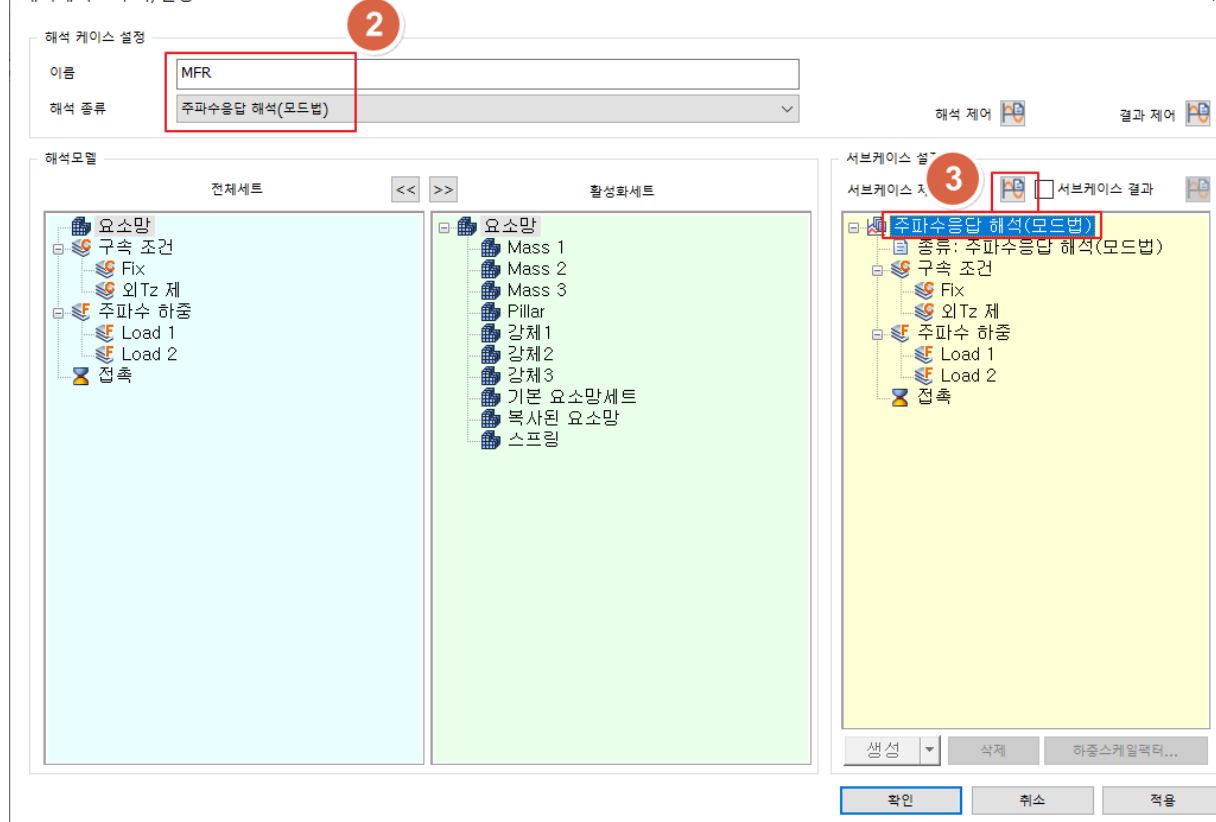
3. 서브케이스 설정의

“주파수응답해석(모드법)”을 클릭.

활성화된 서브케이스 제어 버튼 클릭.



해석케이스 추가/변경



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.

서브케이스 제어

동적 해석 추가 하중 일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 2

확인 취소

주파수 세트

이름 linear

주파수 리스트

방법 선형

최초진동수 0 [Cycle]/sec

진동수 증분 0.1 [Cycle]/sec

증분 개수 100

추가 삭제

번호	이름	방법
1	linear	선형

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.

서버케이스 제어

동적 해석 **추가 하중** 일반

주파수 리스트

주파수세트 정의

정의된 세트 개수 2

4

확인 취소

주파수 세트

이름 Cluster **추가**

주파수 리스트 1

방법 클러스터 **2** 삭제

하한값 1 [Cycle]/sec

상한값 10 [Cycle]/sec

보간유형 ☒ 선형 ☐ 로그형

모드들 사이의 포인트개수 20

클러스터링 (Bias Factor) 1

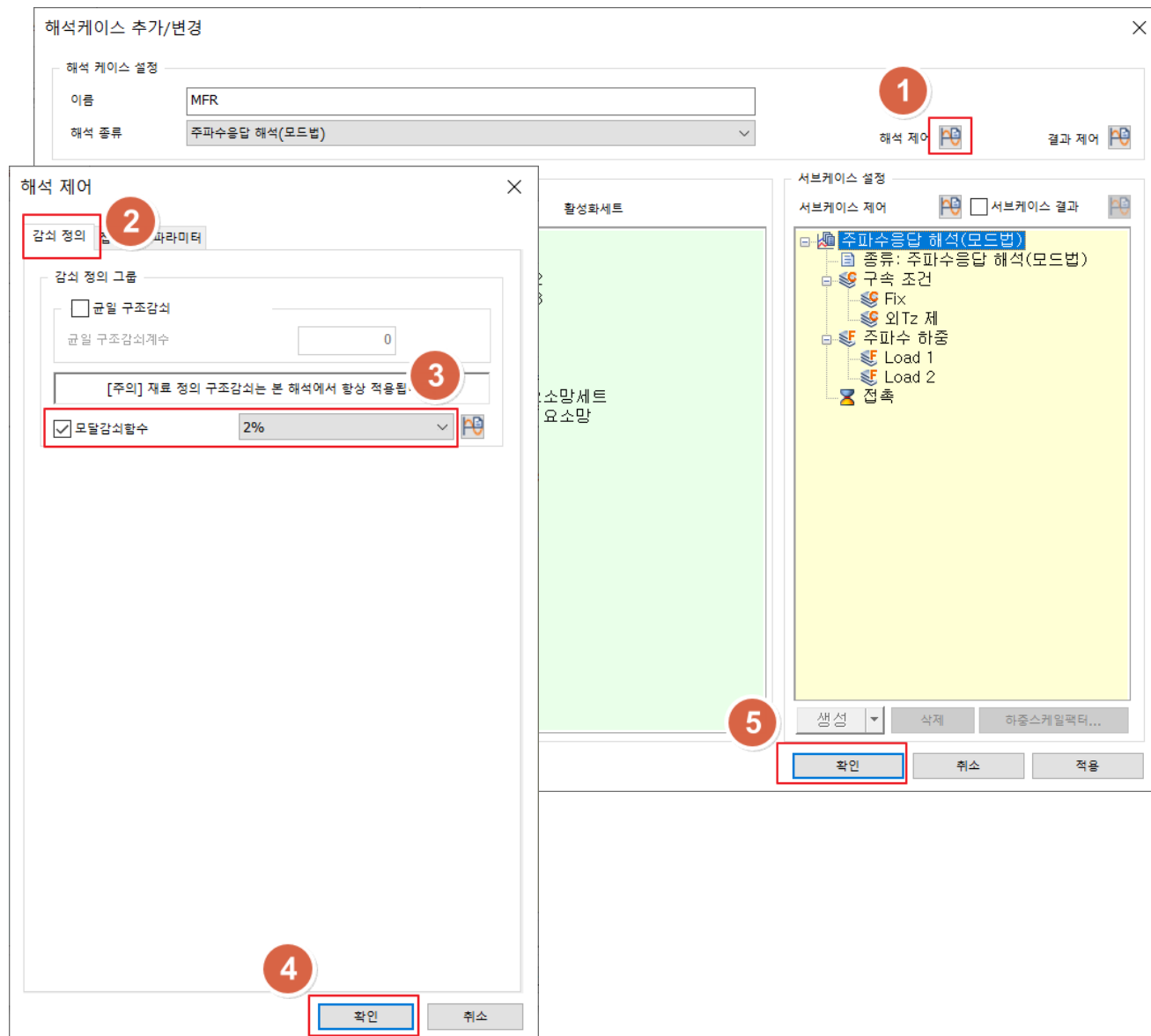
번호	이름	방법
1	linear	선형
2	Cluster	클러스터

3

닫기

작업순서

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



작업순서

1. [실행] 클릭.
2. "MFR"만 체크 되어 있음을 확인.
3. [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.



midas NFX 솔버

기다려 주십시오. NFX 솔버 동작 중...

해석중지!


작업순서

1. [결과추출] 클릭.

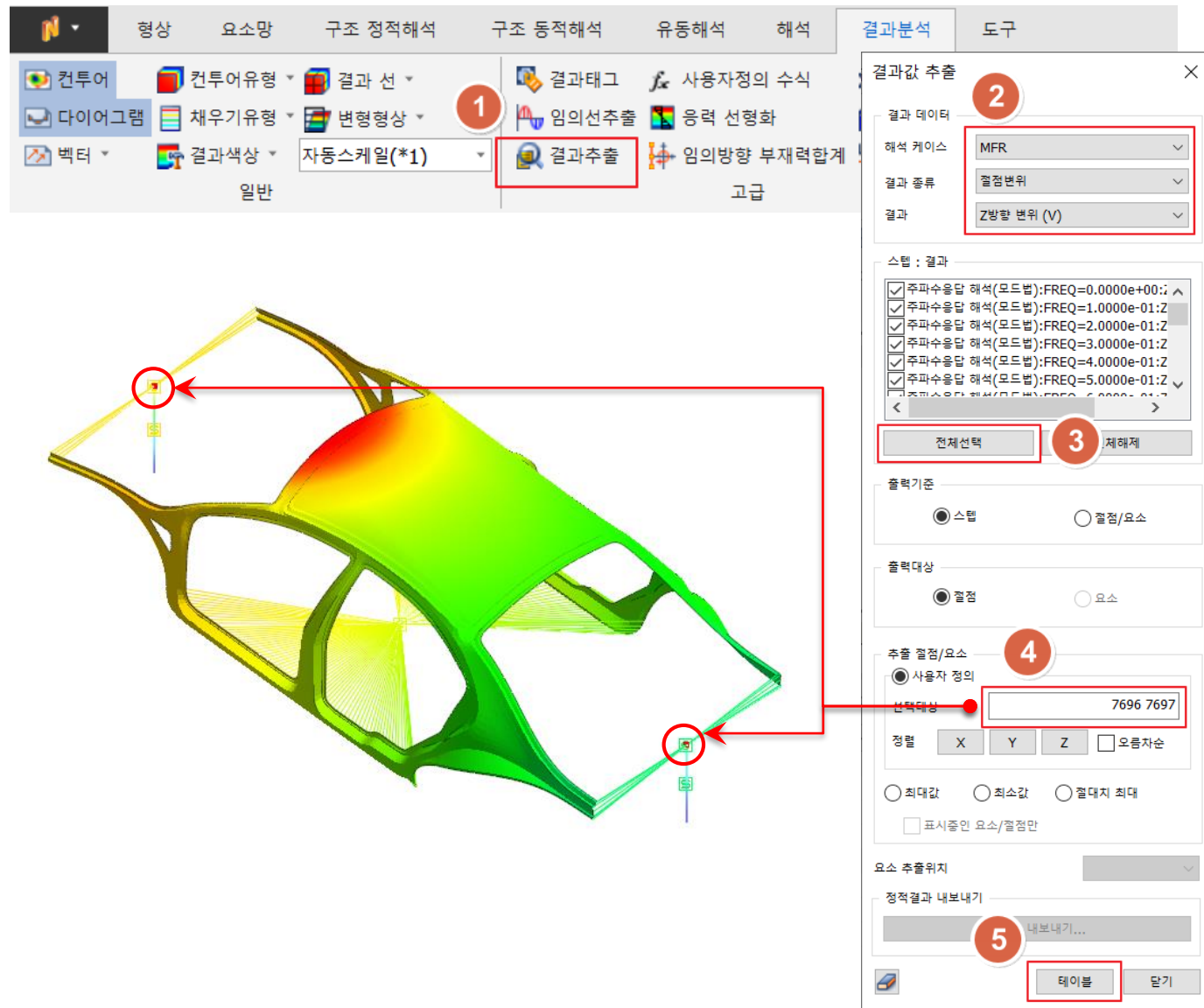
2. 결과 데이터 설정

해석 세트	MTR
결과 종류	절점변위
결과	Z방향 변위 (V)

3. [전부선택] 버튼 클릭.

4. 그림을 참고하여 추출하고자 하는 절점을 선택. 

5. [테이블] 버튼 클릭.



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

💡 절점번호는 다르게 생성될 수 있습니다.

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.

번호	스텝	스텝 값	절점:7696 Z방향 변위 (V) (mm)	절점:7697 Z방향 변위 (V) (mm)
1	주파수응답 해석(모드법):FREQ=0.0000e+00	0.000000e+00	1.831707e+01	1.831707e+01
2	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.0000e-01	1.000000	832128e+01	832128e+01
3	주파수응답 해석(모드법):FREQ=2.0000e-01	2.000000	833393e+01	833393e+01
4	주파수응답 해석(모드법):FREQ=3.0000e-01	3.000000	835505e+01	835505e+01
5	주파수응답 해석(모드법):FREQ=4.0000e-01	4.000000	838466e+01	838466e+01
6	주파수응답 해석(모드법):FREQ=5.0000e-01	5.000000	842283e+01	842283e+01
7	주파수응답 해석(모드법):FREQ=6.0000e-01	6.000000	846963e+01	846963e+01
8	주파수응답 해석(모드법):FREQ=7.0000e-01	7.000000	852512e+01	852512e+01
9	주파수응답 해석(모드법):FREQ=8.0000e-01	8.000000	858942e+01	858942e+01
10	주파수응답 해석(모드법):FREQ=9.0000e-01	9.000000	866262e+01	866262e+01
11	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.0000e+00	1.000000	874485e+01	874485e+01
12	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.0763e+00	1.076300	881376e+01	881376e+01
13	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.1000e+00	1.100000	883623e+01	883623e+01
14	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.1526e+00	1.152600	888806e+01	888806e+01
15	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.2000e+00	1.200000	893689e+01	893689e+01
16	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.2290e+00	1.228960	896780e+01	896780e+01
17	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.3000e+00	1.300000e+00	1.967374e+01	1.904698e+01
18	주파수응답 해석(모드법):FREQ=1.3053e+00	1.305285e+00	1.968572e+01	1.905306e+01

Y축 소수점 자릿수 4 ☐ 지수

☐ 요약보기 ☐ 세로를 X축으로 ...

로그 스케일

포맷 ☐ X축 ☐ Y축

Base 10 10

X축

스텝 값

Y축

☐ 번호

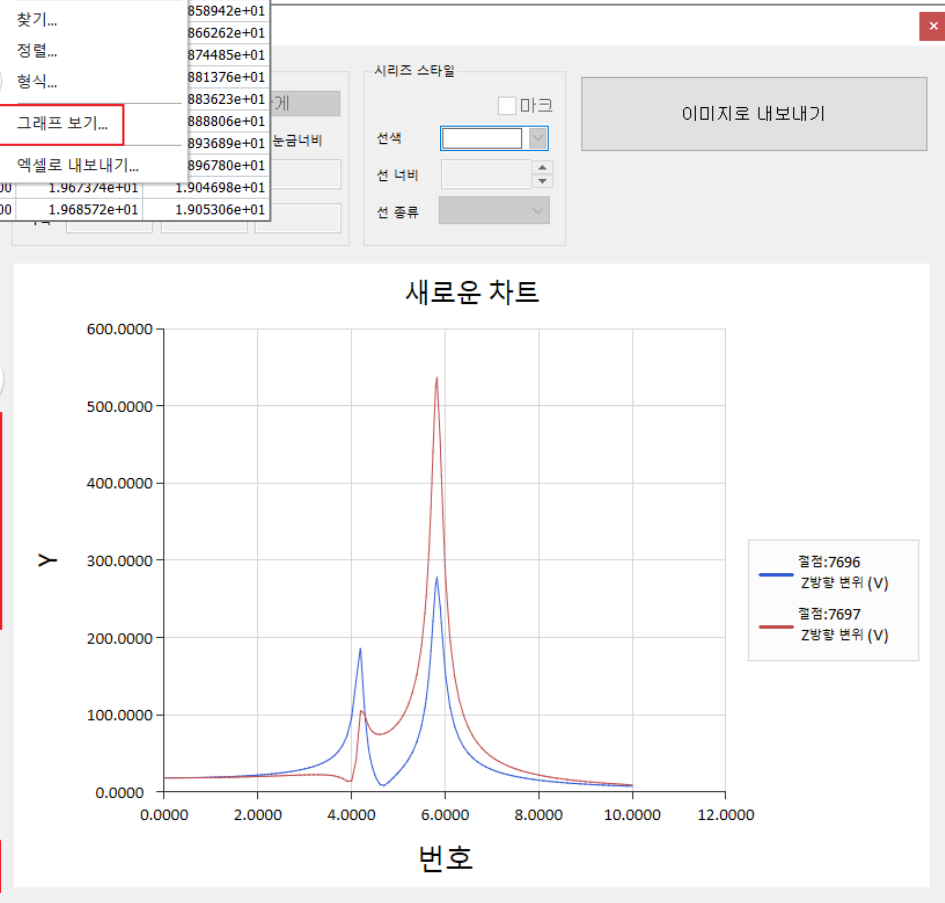
☐ 스텝

☐ 스텝 값

☒ 절점:7696 Z방향 변위 (V)

☒ 절점:7697 Z방향 변위 (V)

미리보기



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