Body Bending Stiffness 해석

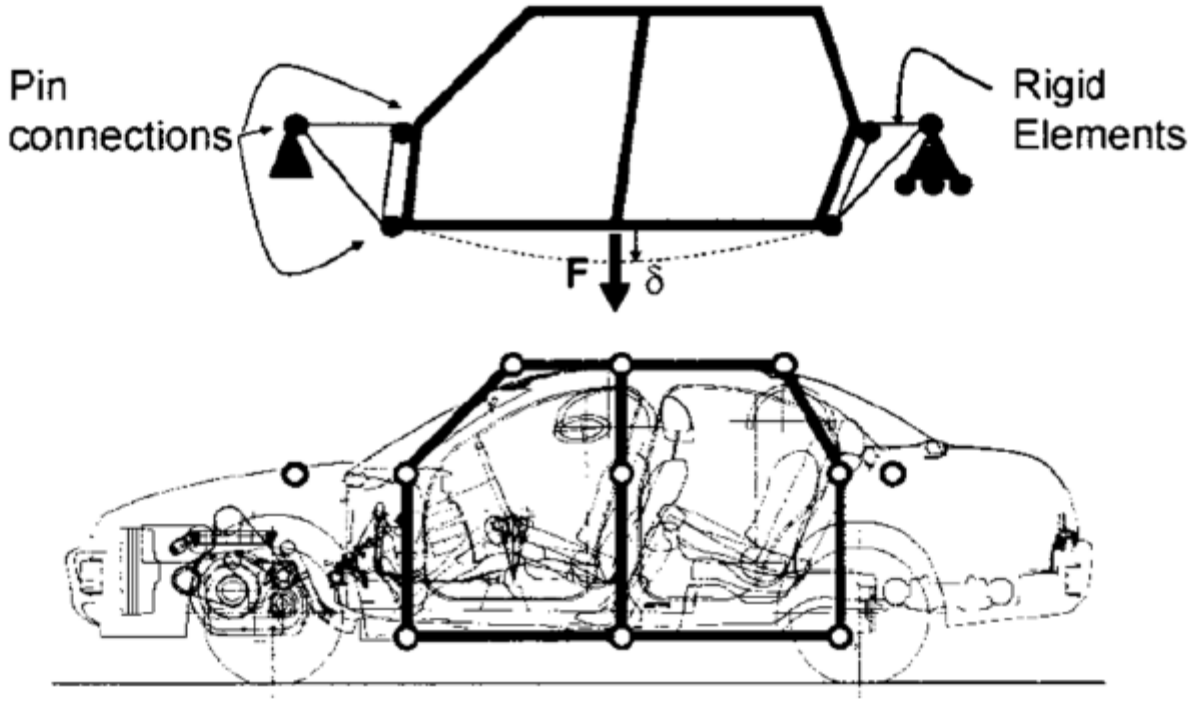
Computational Design Laboratory
Department of Automotive Engineering
Hanyang University, Seoul, Korea

목차

- 예제 문제
  - Body bending stiffness analysis
- 해석 프로세스
  - 기하형상 생성
  - 재료 물성 및 특성 입력
  - 요소망 생성
  - 구속조건 설정
  - 하중조건 설정
  - 해석케이스 정의 및 해석 실행
  - 후처리

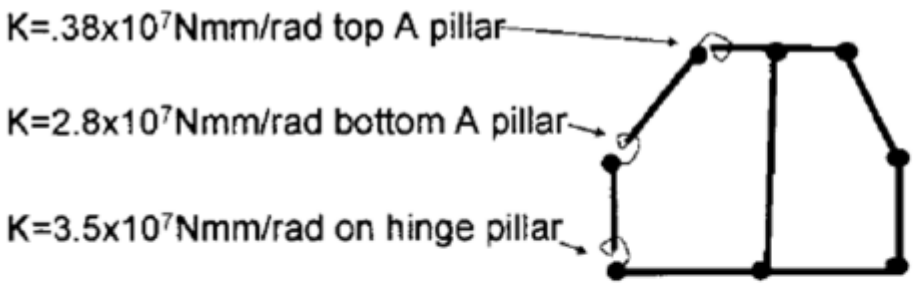
예제: BODY BENDING (1)

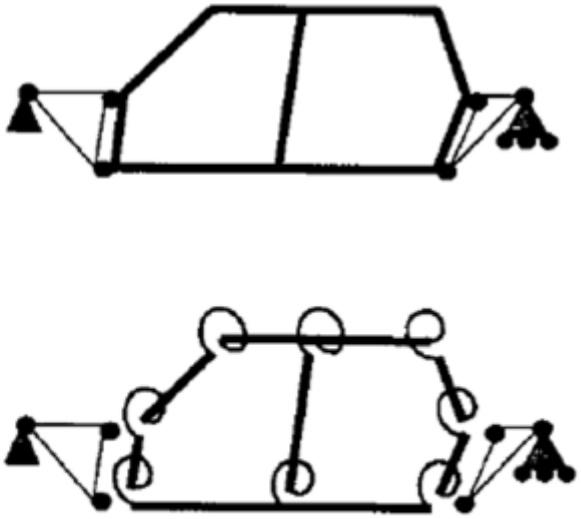
- Focus on side frame due to its dominant effect
  - Basic beam finite element model
  - Bending stiffness: ratio of applied load to deflection at the node of load application



예제: BODY BENDING (2)

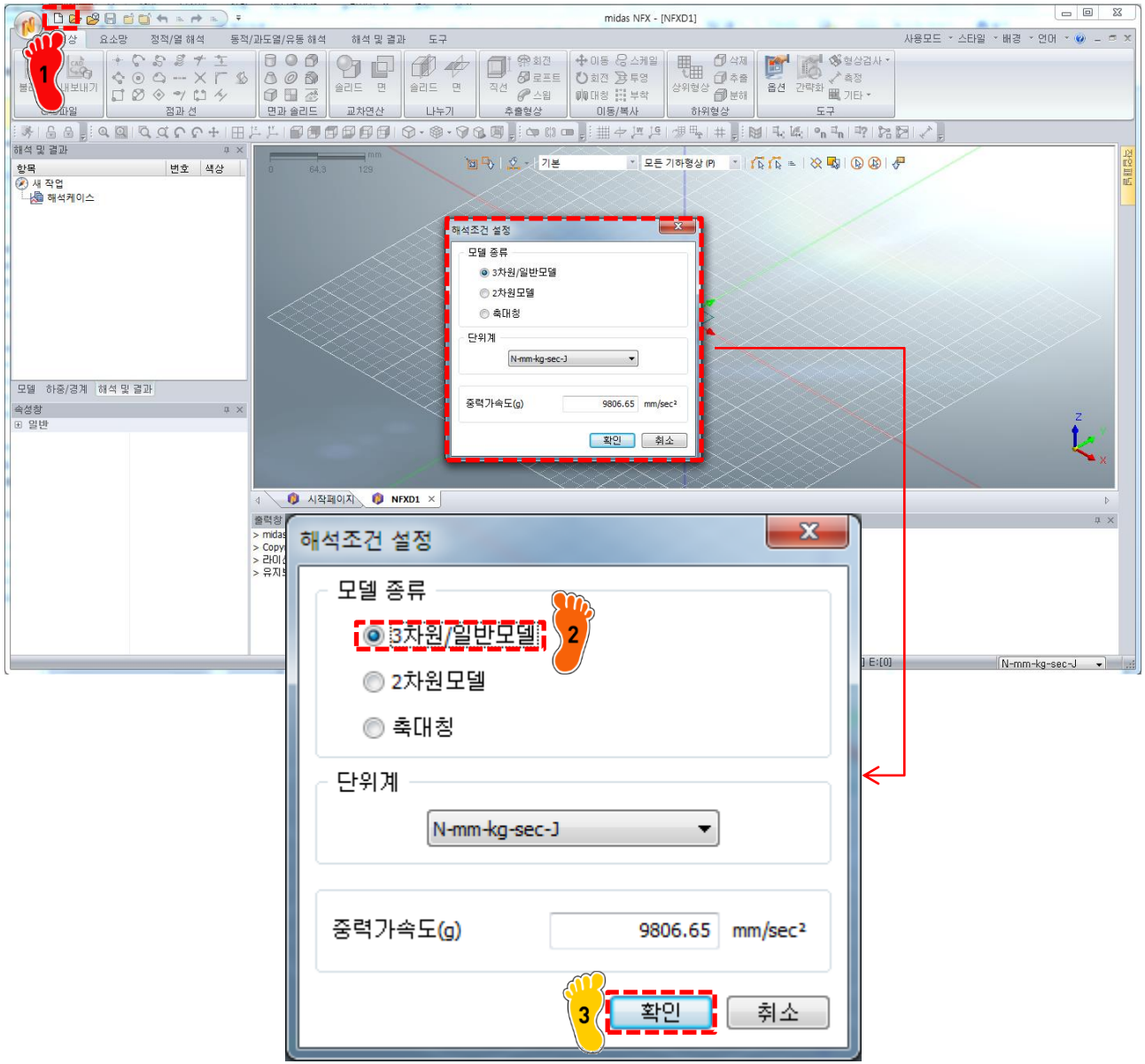
- F = 6680 N → δ = 6.4 mm
  - K = 1044 N/mm per side = 2088 N/mm bending stiffness
  - 30% of 7000 N/mm target
  - Twice the actual stiffness: too stiff ?
- Modified model with flexible joints





- F = 6680 N → δ = 7.7 mm
  - K = 1735 N/mm bending stiffness

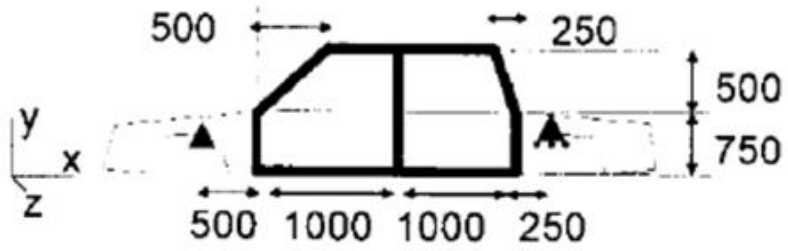
기하형상 생성 (1)



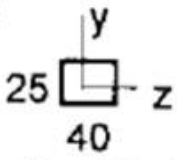
1. 새로 만들기 클릭
2. 3차원/일반모델 선택
3. 확인

기하형상 생성 (2)

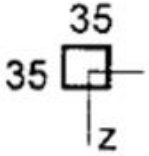
Sideframe Dimensions (all in mm)



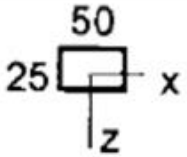
SECTIONS (t=1mm)



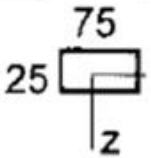
Roof Rail



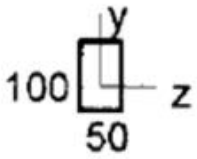
A Pillar



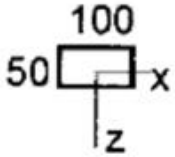
B Pillar above Belt



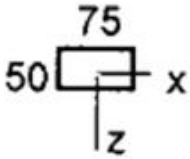
C Pillar above Belt



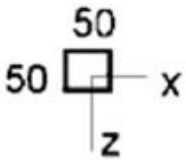
Rocker



Hinge Pillar



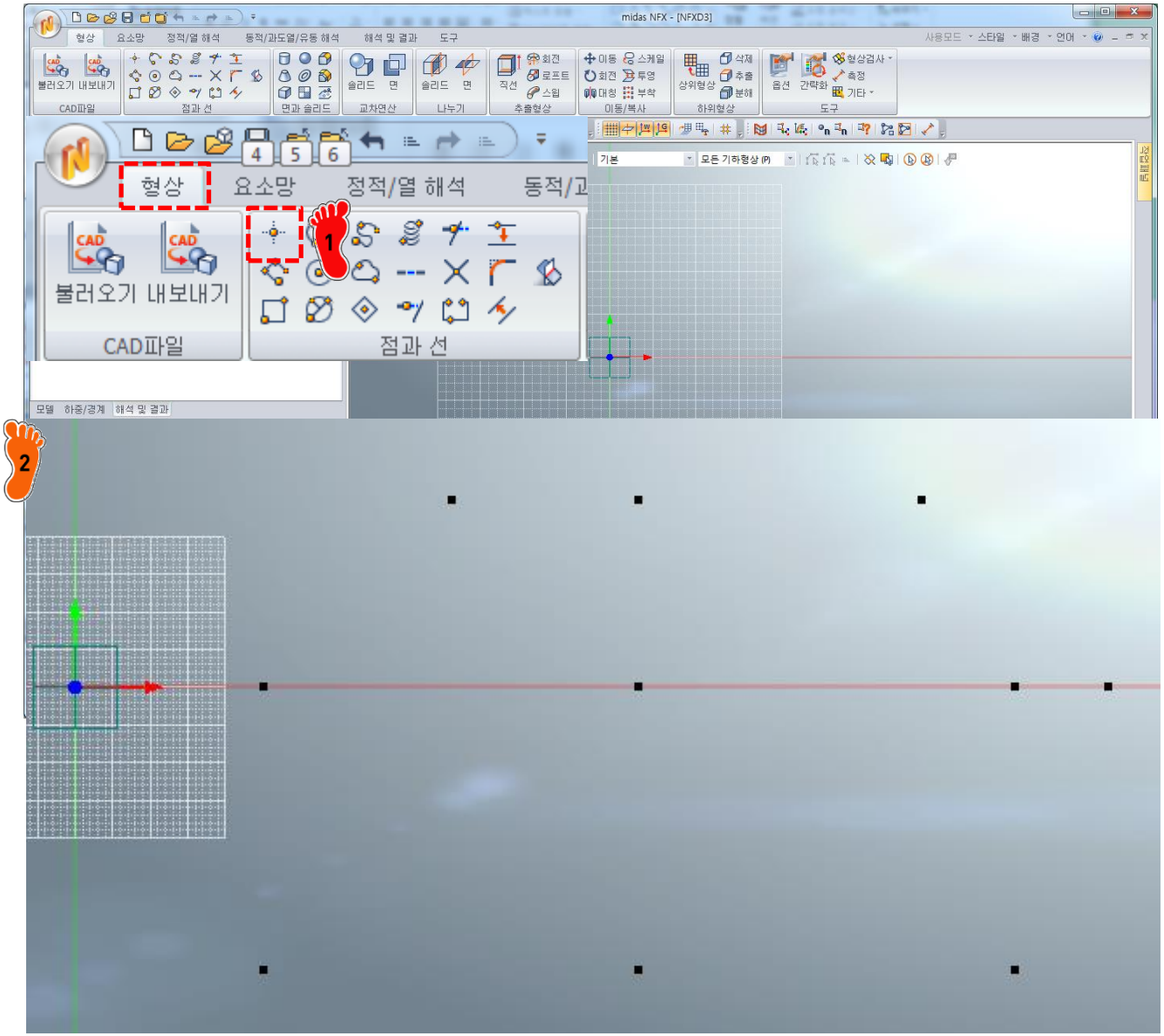
B Pillar Below Belt



C Pillar Below Belt

1 예제에서 주어진 기하형상을 생성

기하형상 생성 (3)



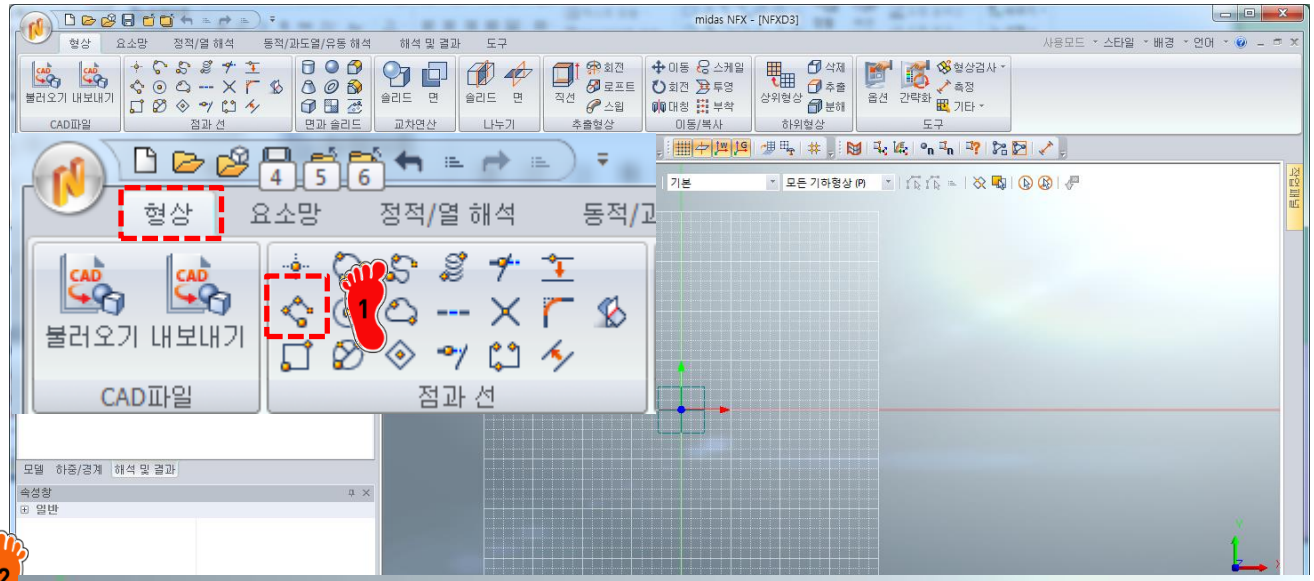
1 xy 평면으로 옮긴 후 점 메뉴 클릭

2 좌표

(0,0)
(500,0)
(500,-750)
(1000,500)
(1500,0)
(1500,-750)
(1500,500)
(2250,500)
(2500,0)
(2500,-750)
(2750,0)

의 11개 점 생성

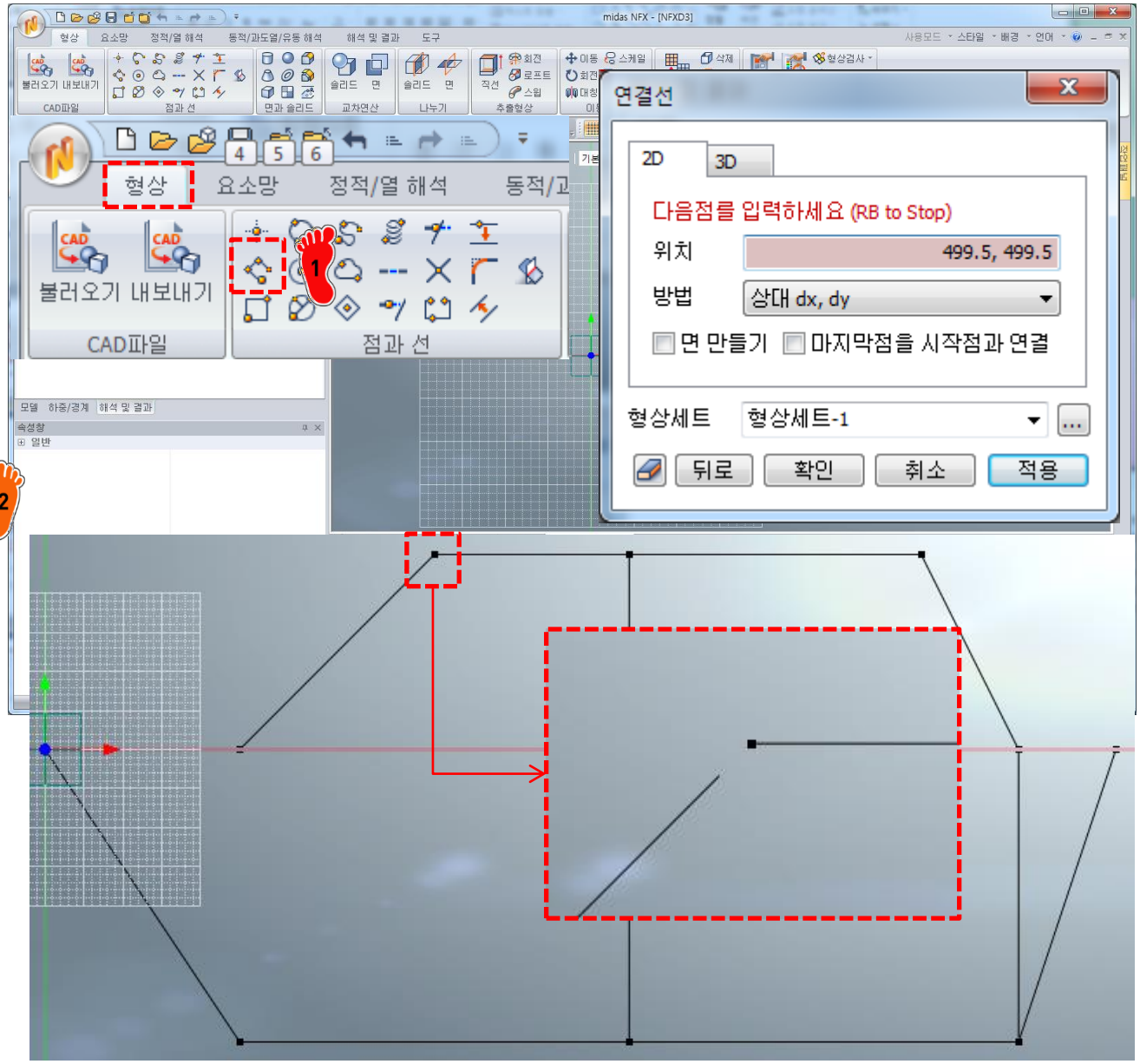
기하형상 생성 (4)



1 연결선 메뉴 클릭

2 생성한 점들을 이용하여 그림에 나타나있는 형상대로 연결선 생성

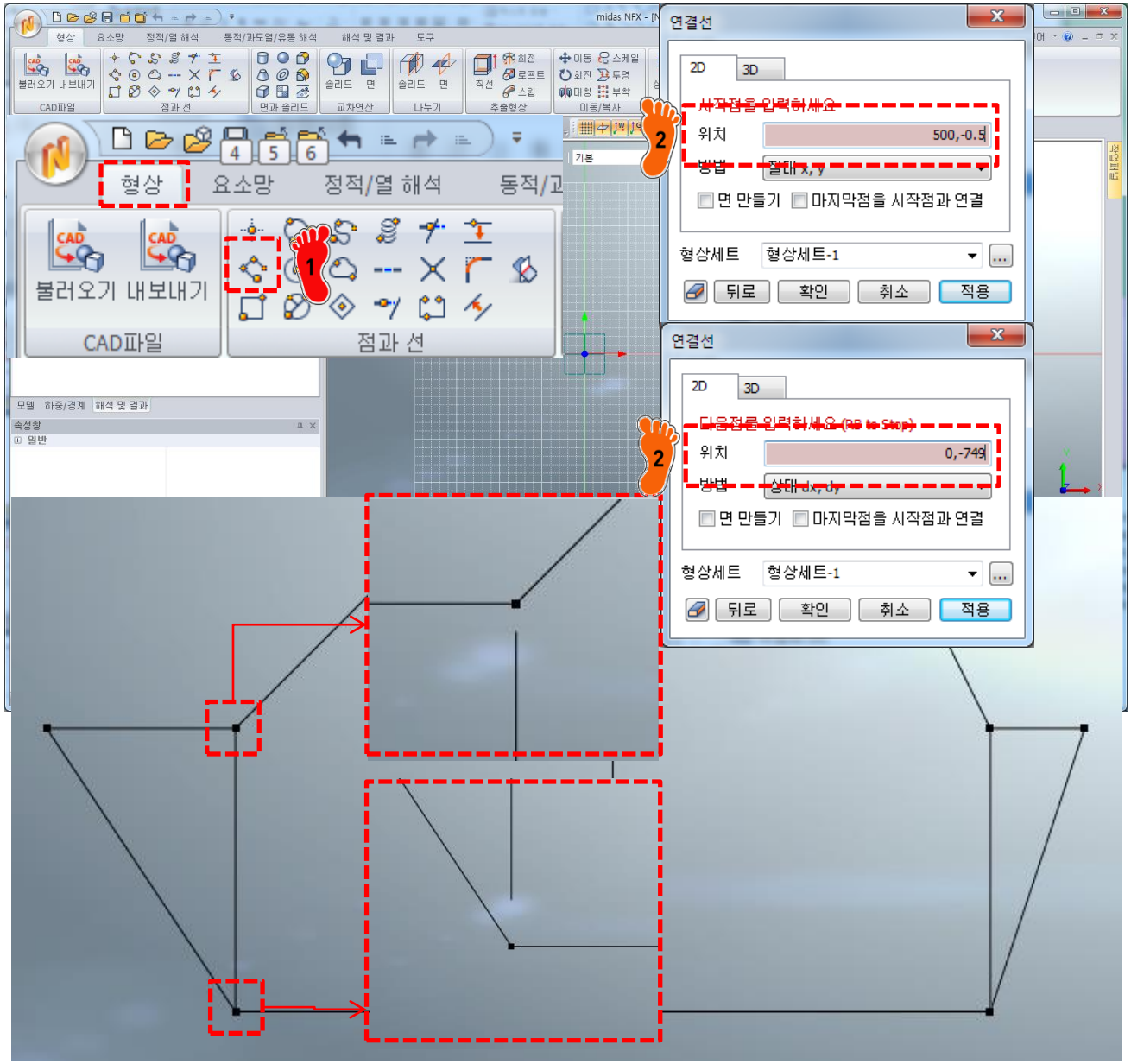
기하형상 생성 (5)



1 연결선 메뉴 클릭

2 A pillar 와 roof rail 사이를 스프링으로 연결해주기 위하여 0.5 mm 분리하여 선 생성

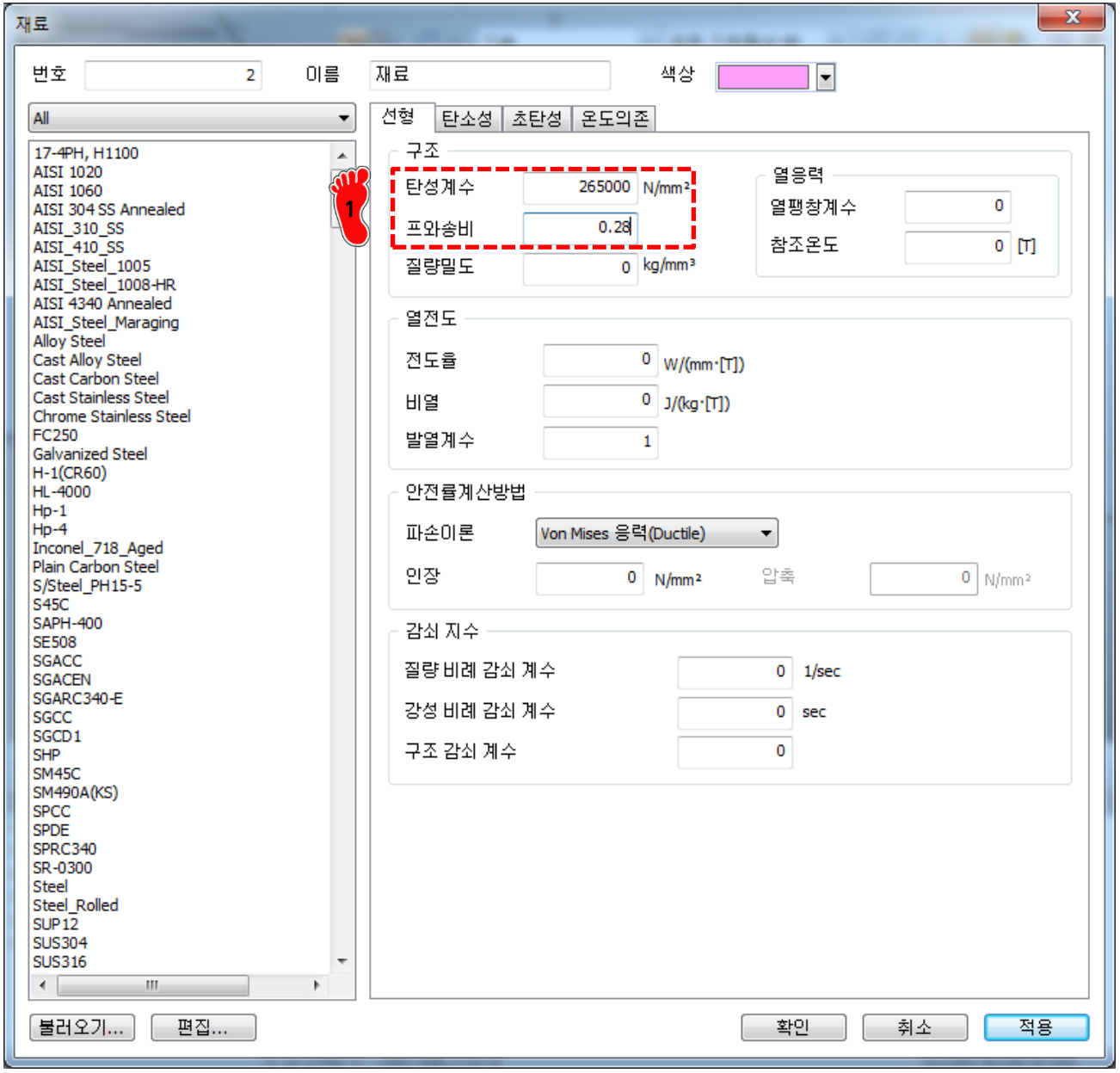
기하형상 생성 (6)



1. 연결선 메뉴 클릭

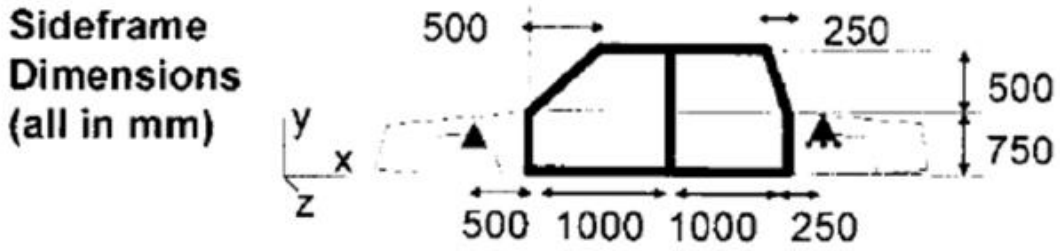
2. Hinge pillar 부분을 A pillar 및 rocker 와 스프링으로 연결하기 위하여 길이 749 mm 로 생성

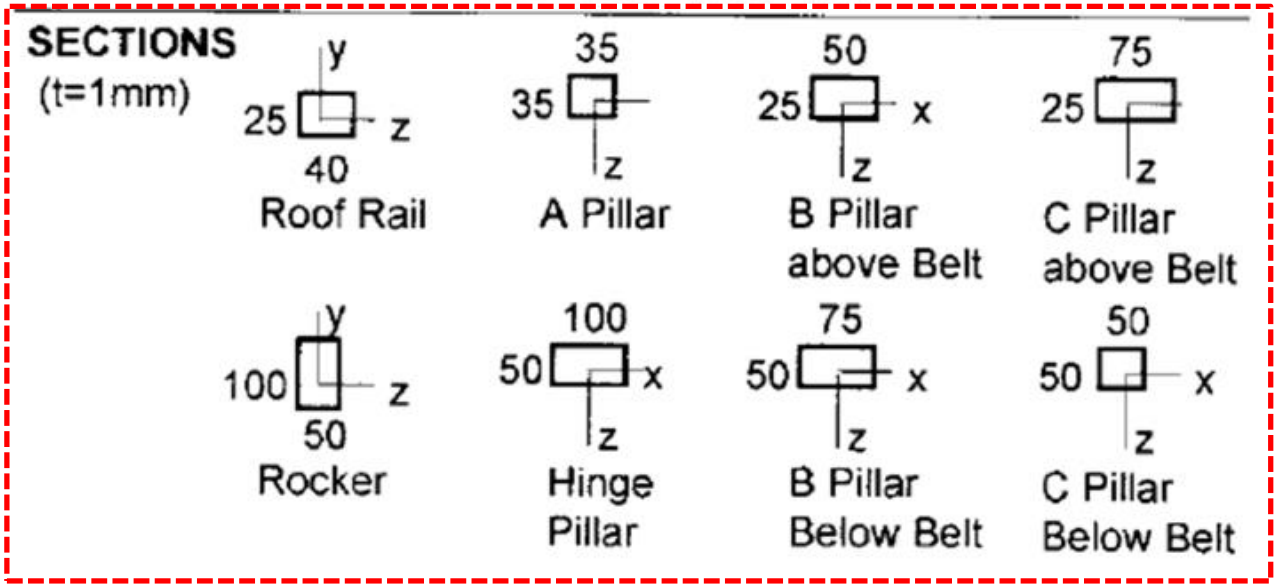
재료 물성 및 특성 입력 (1)

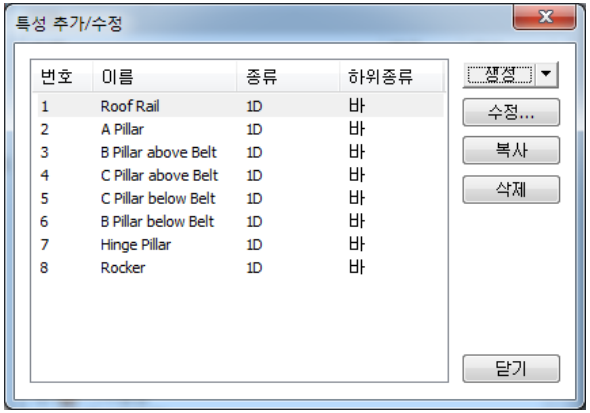


1 탄성계수 265 GPa
푸아송비 0.28
재료 생성

재료 물성 및 특성 입력 (2)

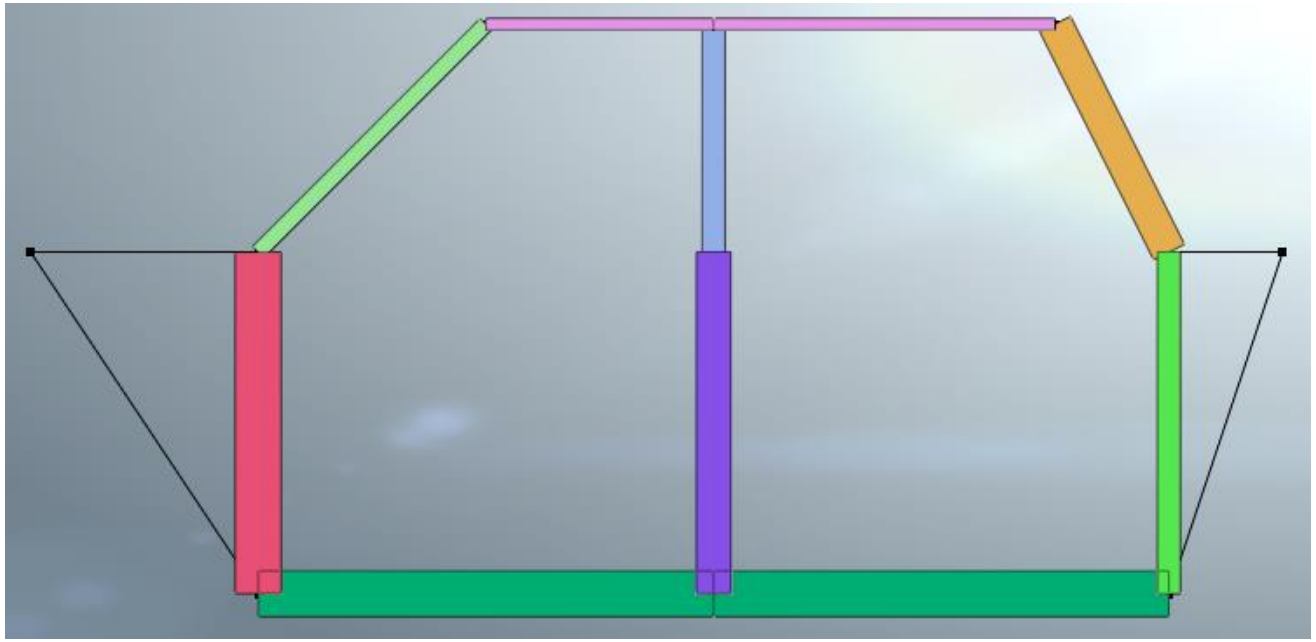






1 예제에서 주어진 단면형상을 특성으로 생성

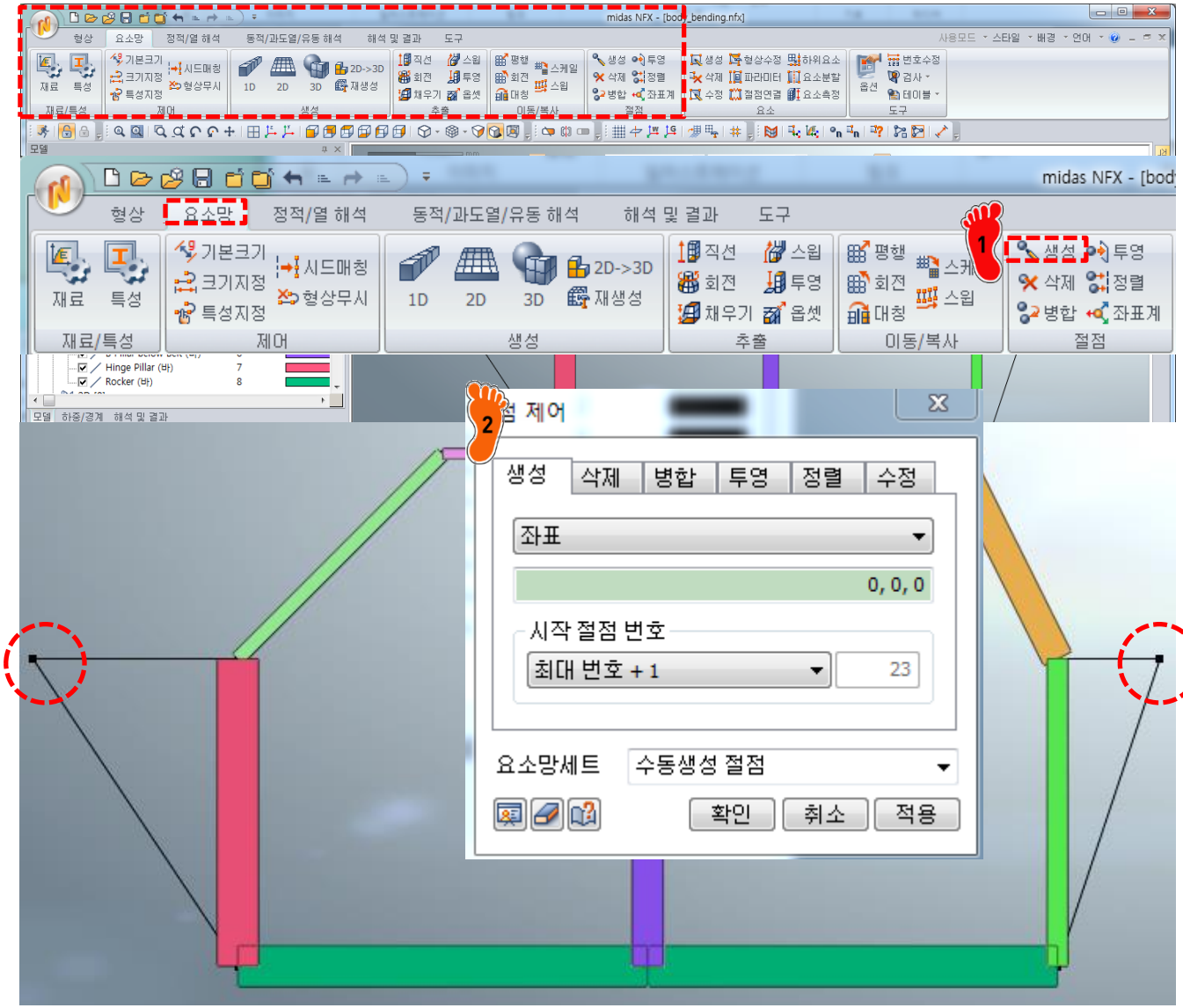
요소망 생성 (1)



1 요소망 생성

요소망 생성시 단면 형상이 원하는 좌표축에 놓이도록 주의

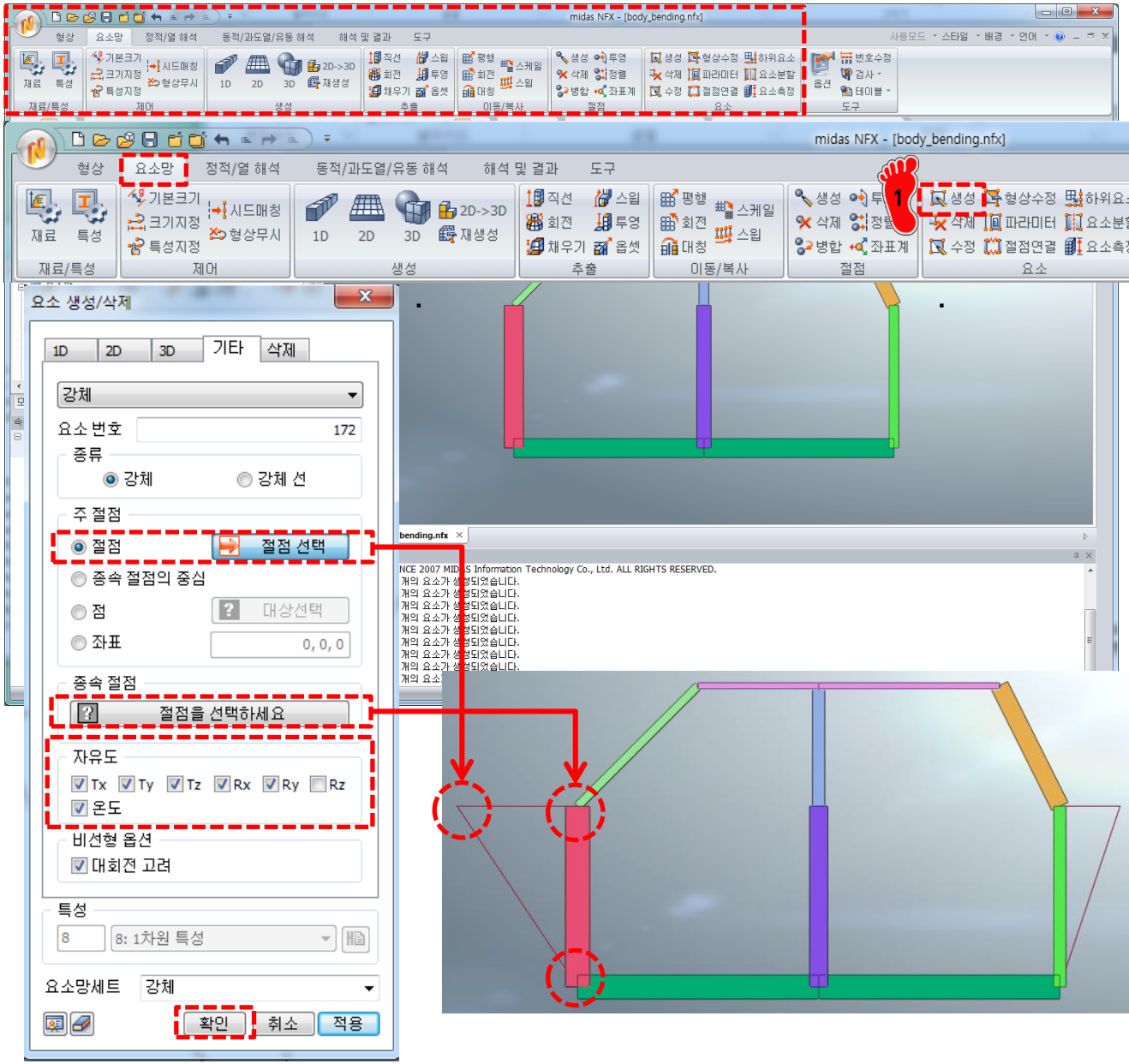
요소망 생성 (2)



1 요소망 탭 메뉴에서 절점 메뉴의 생성 클릭

2 그림에 표시된 양 끝부분 선택하여 절점 생성 (클릭하면 생성됨)

요소망 생성 (3)



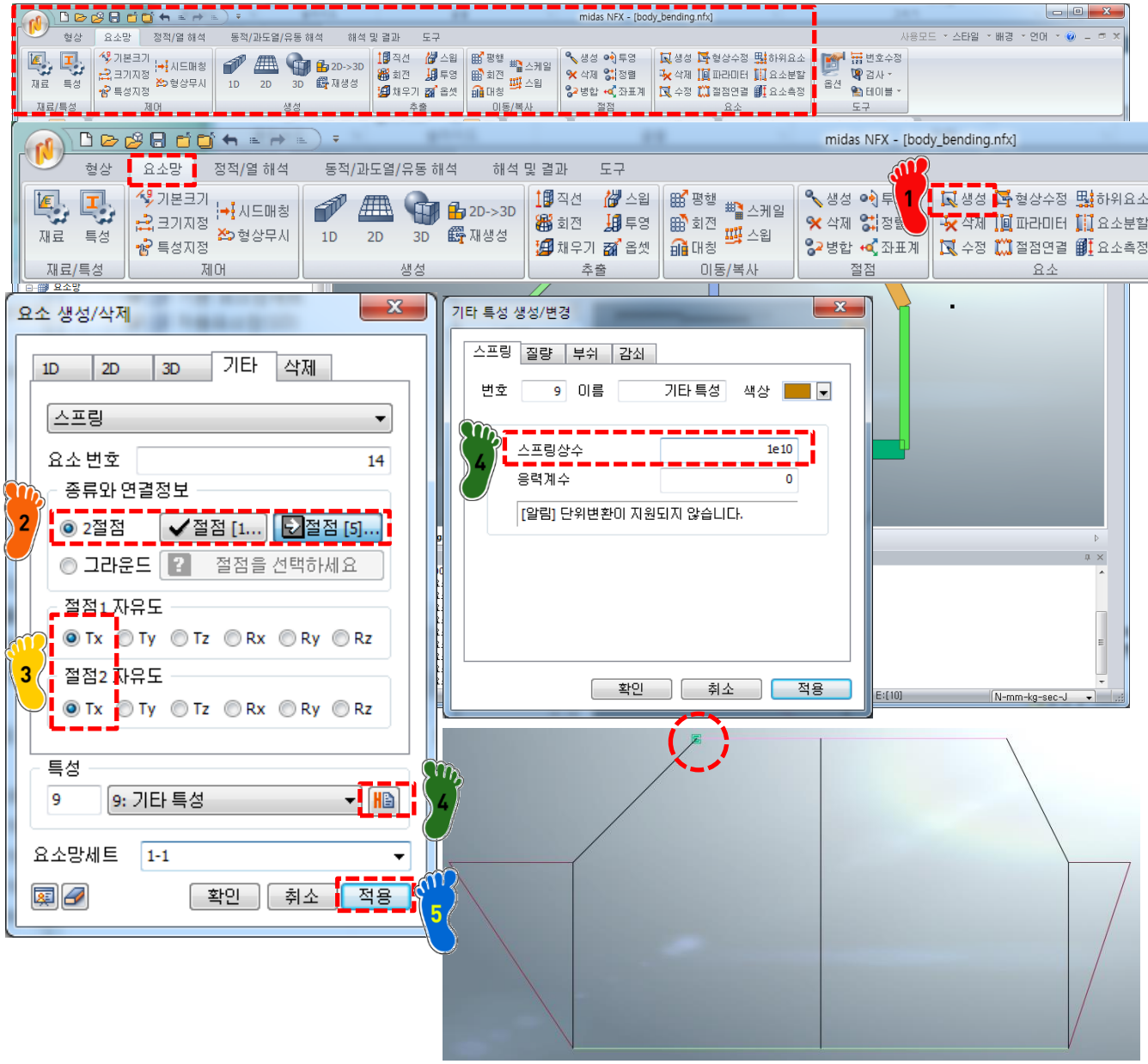
1 요소망 탭 메뉴에서 요소 메뉴의 생성 클릭

기타 탭 메뉴에서 마스터절점 및 종속 절점을 선택한 후 강체요소 생성

자유도는 Rz 체크 해제

반대편도 동일한 방법으로 생성

요소망 생성 (4)

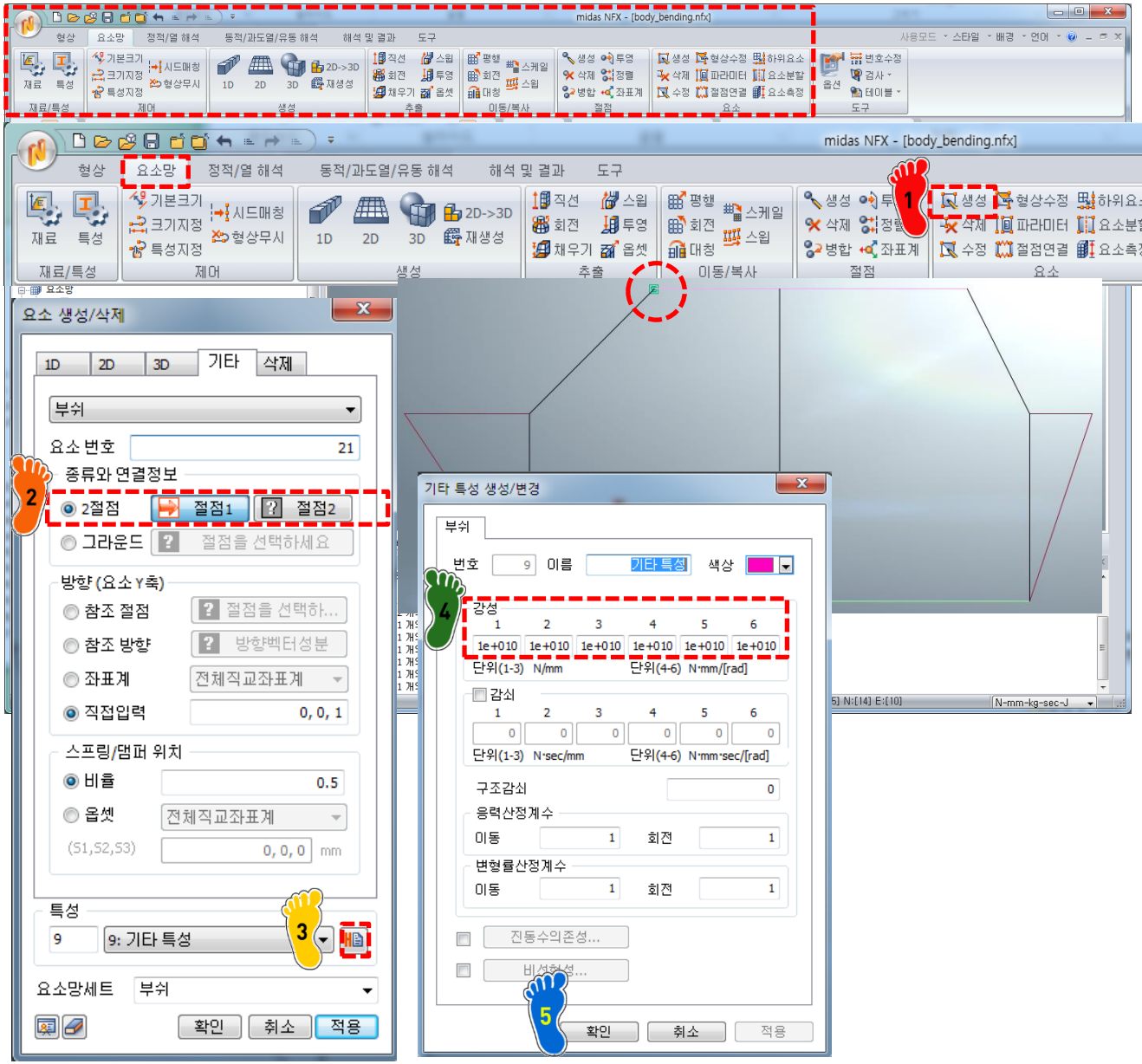


1. 요소망 탭 메뉴에서 요소 메뉴의 생성 클릭
2. 기타 탭 메뉴에서 스프링으로 연결할 절점 2개 선택
3. 자유도는 동일하게 선택
4. 특성 생성
   스프링 상수는 충분히 큰 1e10 으로 입력
5. 적용

이 작업을 자유도 변경 후 반복 수행

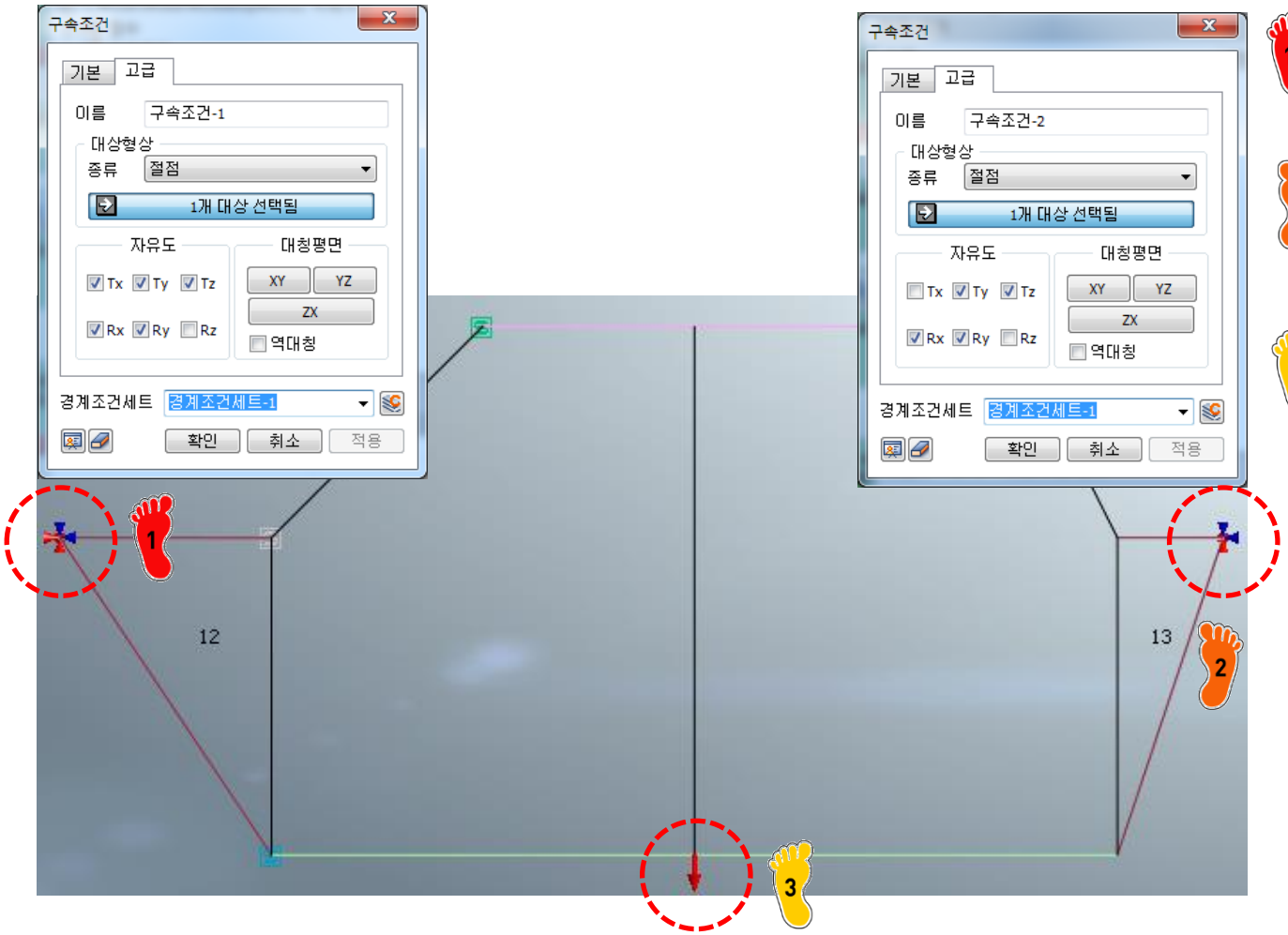
총 18개의 스프링 (3개의 위치 X 6개의 자유도) 생성

요소망 생성 (4) 방법 2 : 부쉬 요소



1. 요소망 탭 메뉴에서 요소 메뉴의 생성 클릭
2. 기타 탭 메뉴에서 부쉬로 연결할 절점 2개 선택
3. 특성 생성 선택
4. 강성 상수는 충분히 큰 1e10 으로 입력
   (단 부쉬의 경우 단면 생성과 같이 요소의 Y축을 고려하므로 해당 방향을 고려하여 입력)
5. 확인(적용)

구속조건 및 하중조건 설정

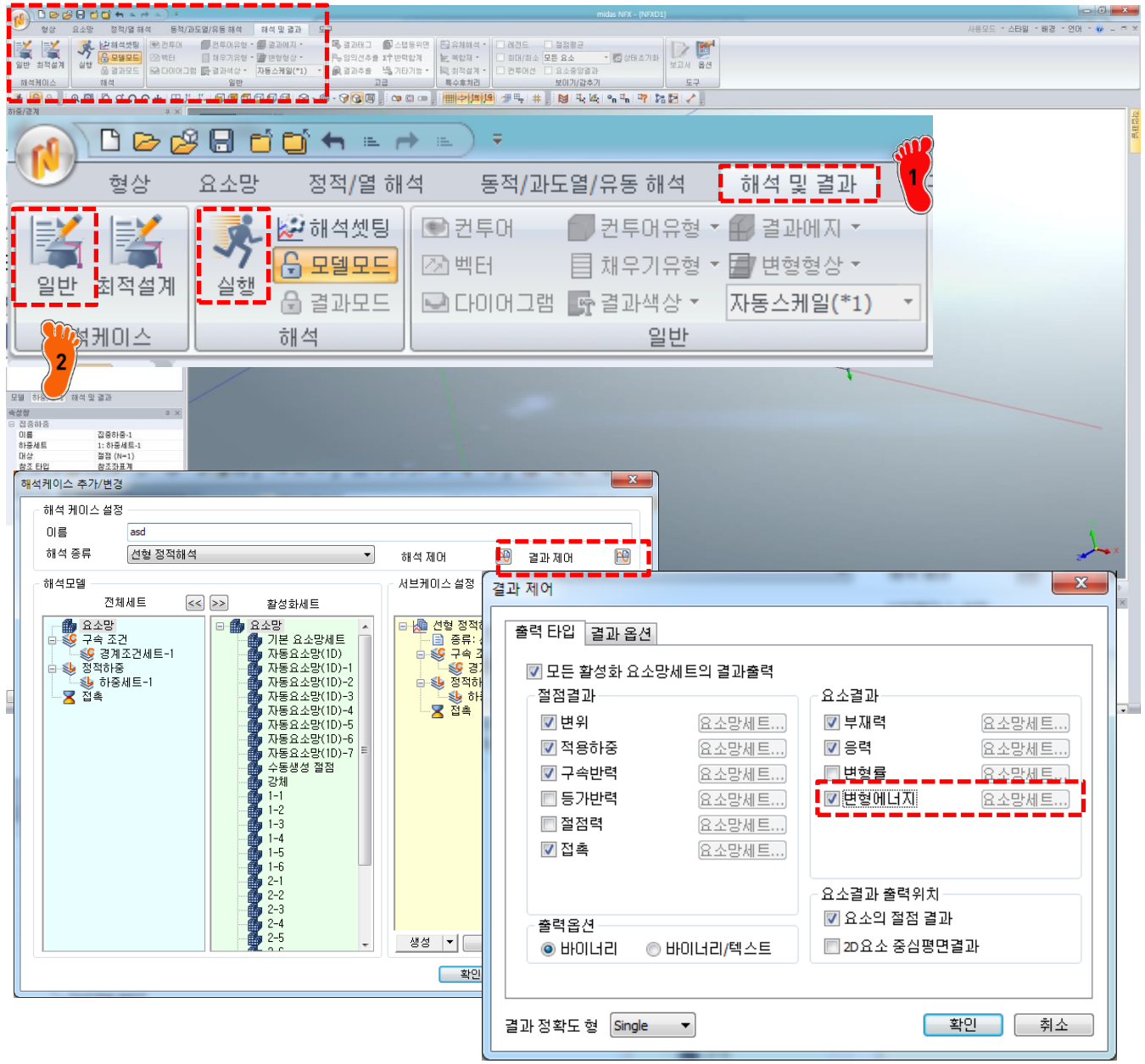


1 좌측 구속조건은 Rz 구속 해제

2 우측 구속조건은 Tx 및 Rz 구속 해제

3 하중은 y 방향으로 -6680 N 입력

해석 케이스 정의 및 해석 실행

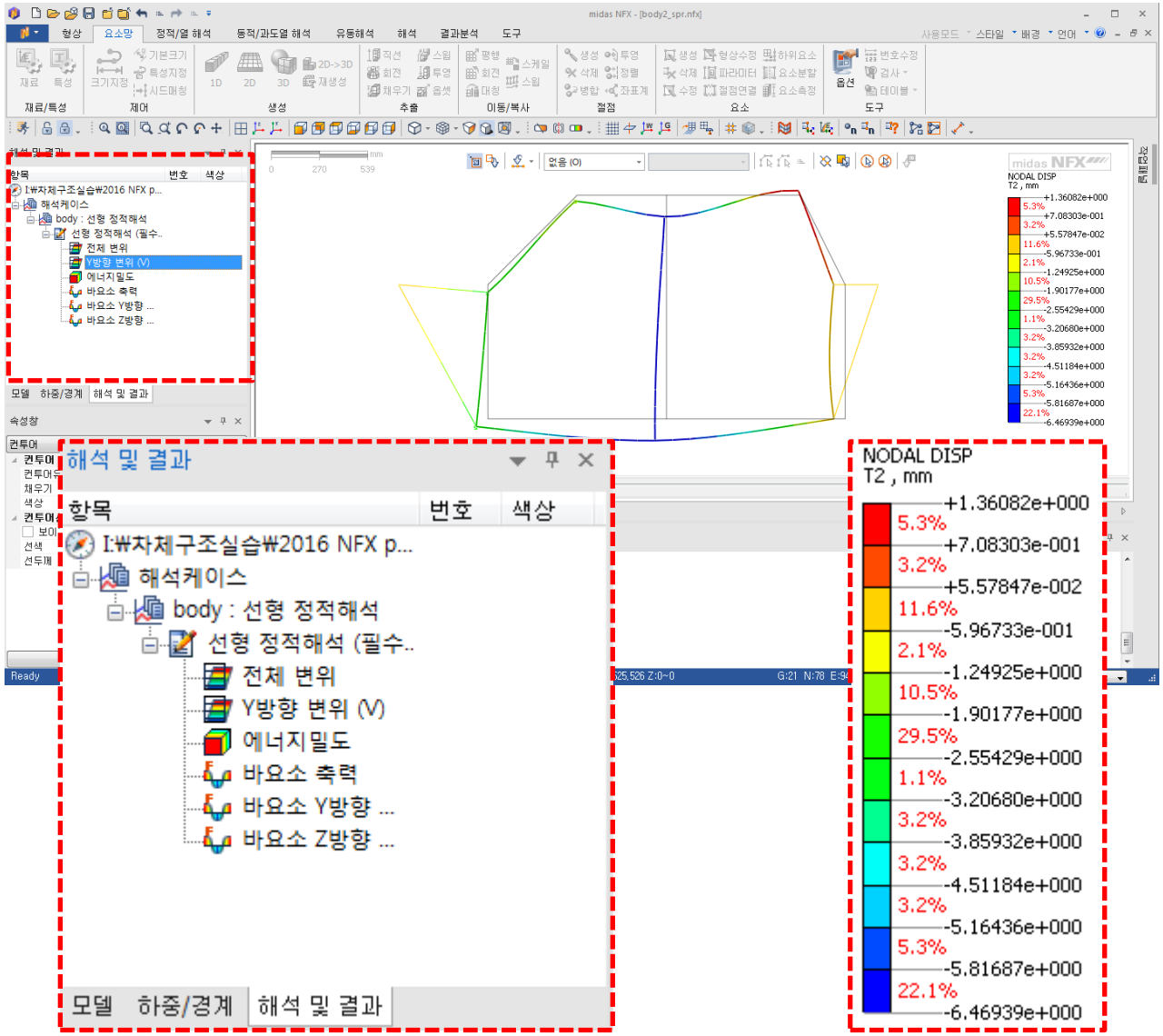


1 주 메뉴 창에서 해석 및 결과 탭메뉴 클릭

2 일반 클릭

결과 제어에서 변형에너지 체크한 뒤 해석 수행

후처리



1. 해석 및 결과에 Y방향 변위 에너지 밀도

결과 추가

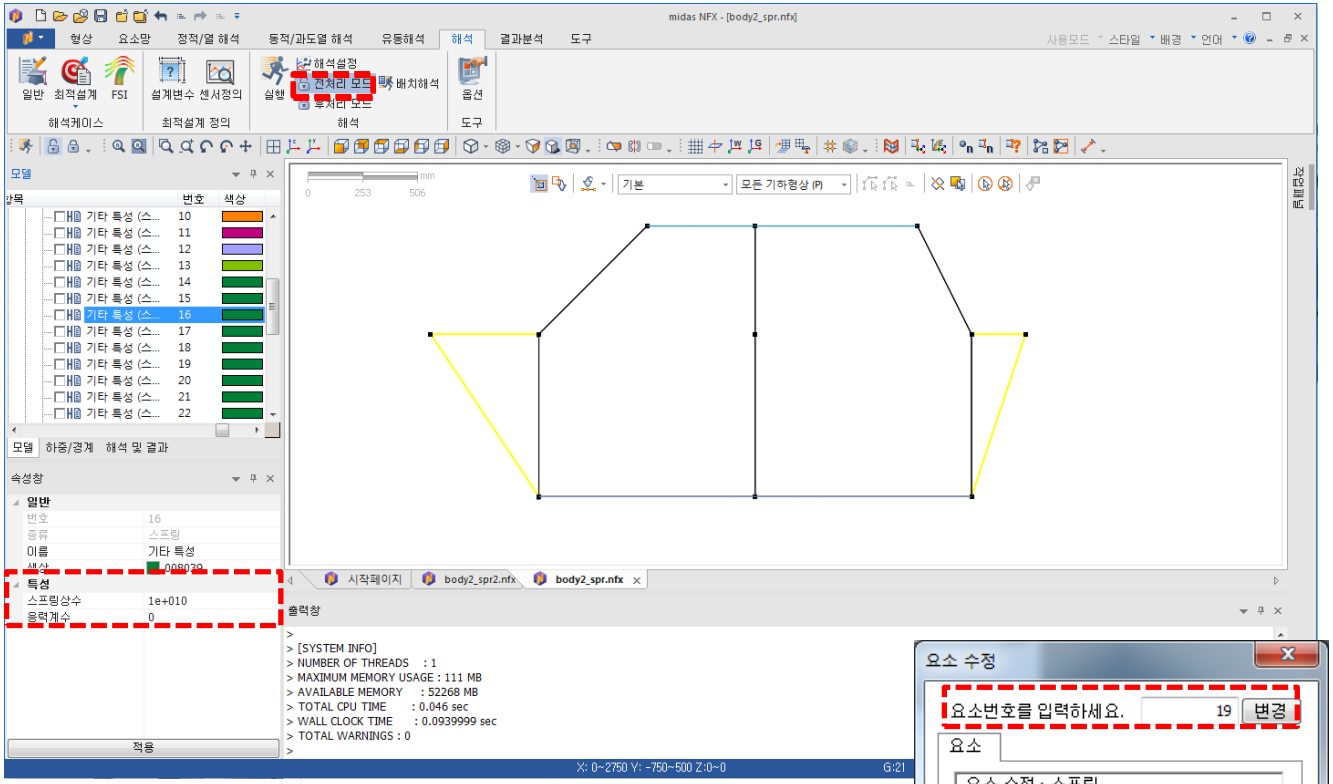
2.

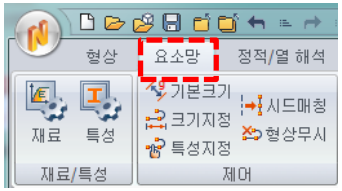
Y방향 변위는 -6.4694 mm 강성을 계산하면 1033 N/mm

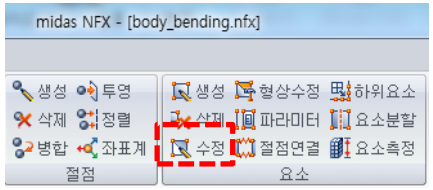
교과서에 나와있는 1044 N/mm 와 오차 1.05% 확인

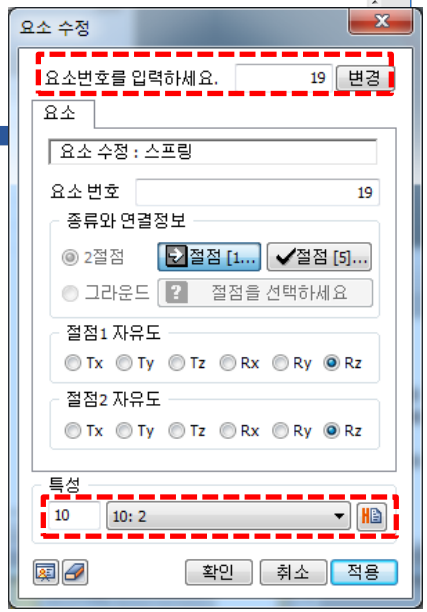
에너지 밀도는 숙제문제에서 단면 변환할 때 이용

스프링 강성 변경









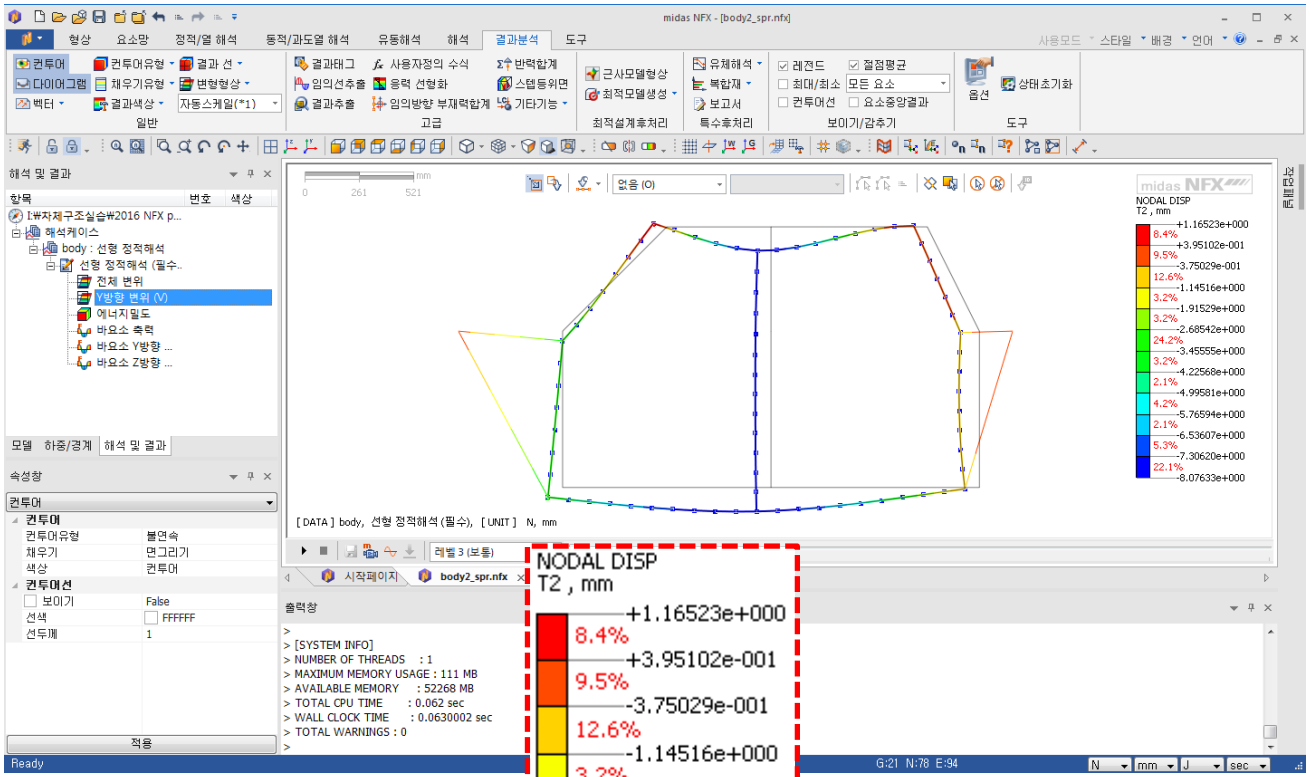
전처리 모드로 변경 후 특성 항목에서 스프링 강성 (Rz) 변경

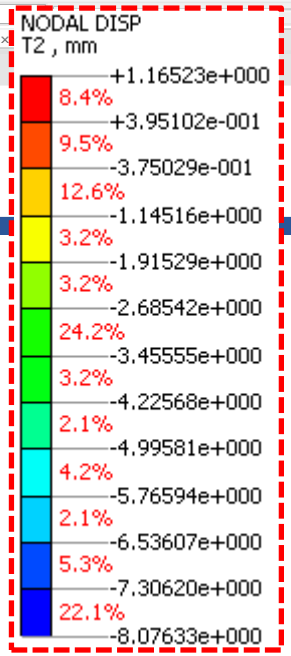
A pillar-Roof: 0.38e7
A pillar-Hinge: 2.8e7
Hinge-Rocker: 3.5e7

또는 요소망 탭 메뉴의 '수정' 메뉴 이용

요소 번호를 입력 혹은 스프링 요소를 직접 클릭하여 특성을 변경함으로써 스프링 강성 변경

후처리

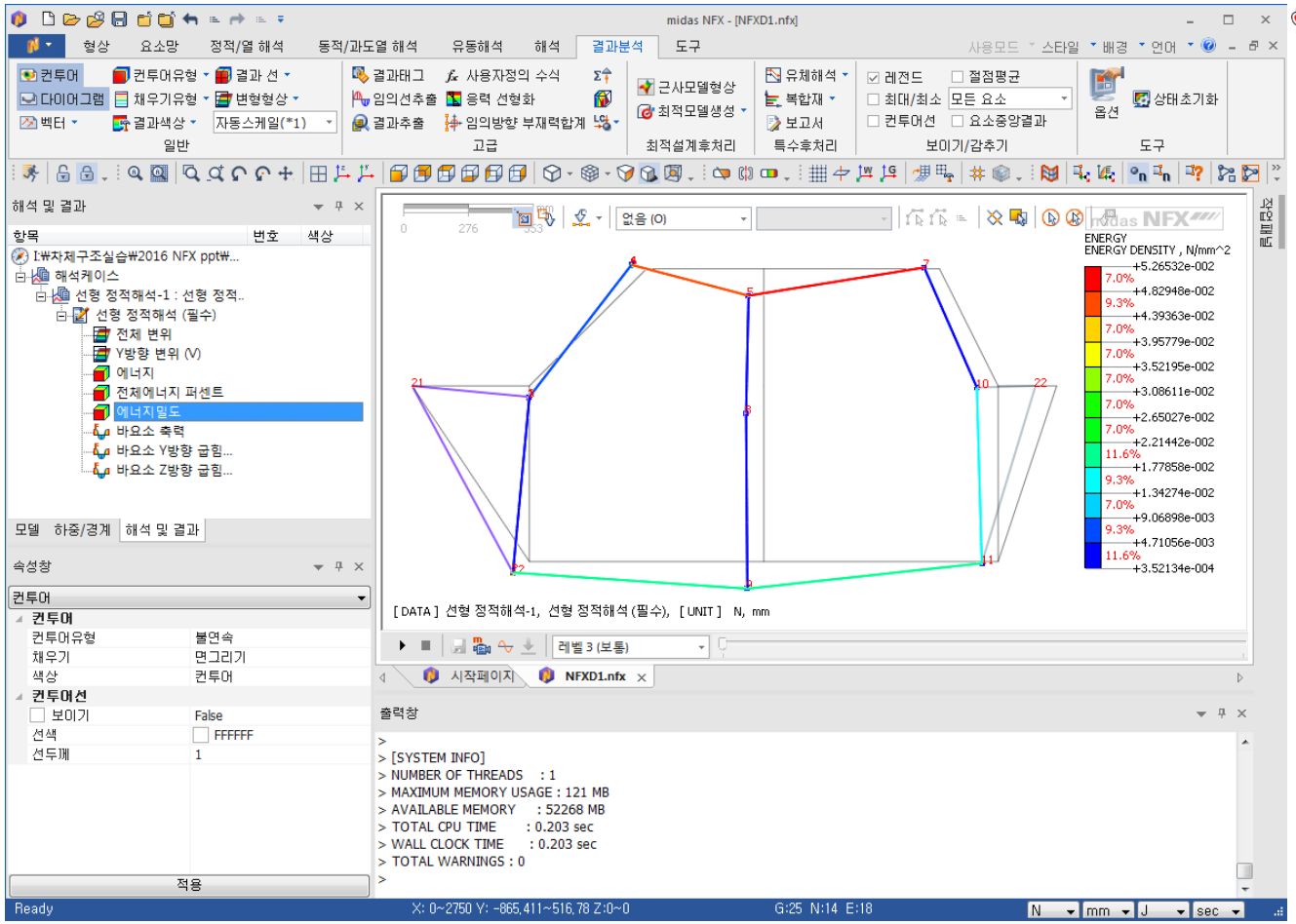




1. Y방향 변위는 -8.0763 mm 강성을 계산하면 827.11 N/mm

2. 교과서에 나와있는 867.5 N/mm 와 오차 4.66% 확인

후처리



1 에너지밀도 결과를 바탕으로 변형이 큰 파트를 파악

숙제

- The stiffness requirement is 7000N/mm for the vehicle (or 3500N/mm for each side)
  - (a) Compute the vehicle bending deflection with rigid joints (a joint stiffness of $K_j=1\times10^{10}$Nmm/rad may be considered as rigid). Does the resulting stiffness meet the requirement?

- To improve bending stiffness, any of the sections may be increased in size (w & h) by up to 200% of the initial dimensions, except the rocker which is restricted to an increase in size up to 125% due to entry constraints. Thickness on all sections can be increased to 3mm. (Do not reduce the side of any beams from the given initial size.)

숙제

- (b) Continuing with rigid joints, adjust the side frame beams to meet the stiffness requirement in the most mass efficient way. Do at least two iterations of resizing. Which beams did you adjust, why did you choose them, what are the final beam sizes, and what is the final stiffness?
- (c) After doing part (b), enter the joint stiffness values shown and determine the bending stiffness with flexible joints. What is the new bending stiffness? What is the fraction of stiffness with flexible joints to stiffness with rigid joints?