

고체역학 기반 해석 프로세스

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



한양대학교
HANYANG UNIVERSITY



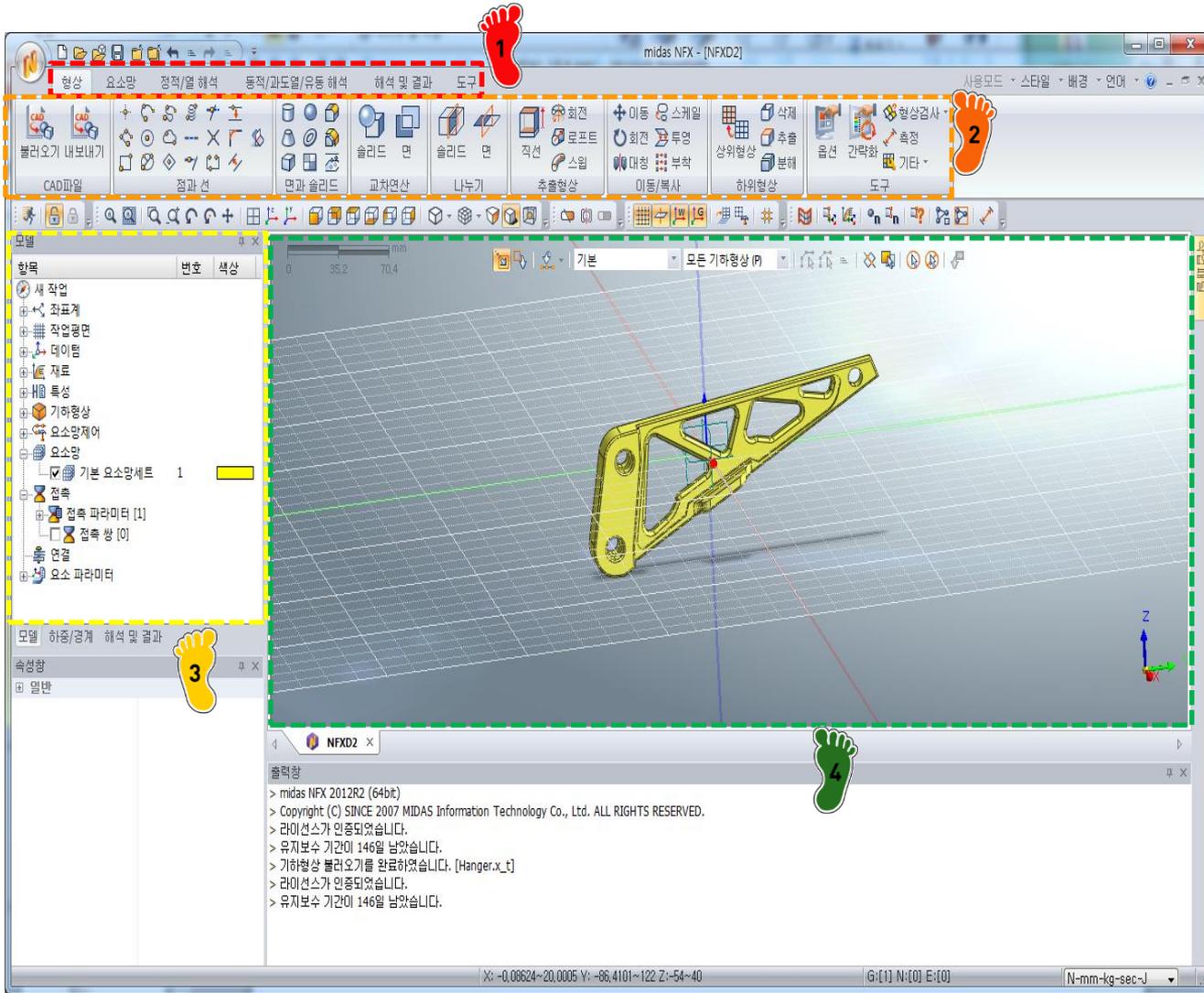
CDL

Computational
Design
Lab

목차

- 메뉴 소개
- 조작법
- 해석 프로세스 (빔 요소)
 - 기하형상 생성
 - 재료 물성 및 특성 입력
 - 요소망 생성
 - 구속조건 설정
 - 하중조건 설정
 - 해석케이스 정의 및 해석 실행
 - 후처리

작업 메뉴



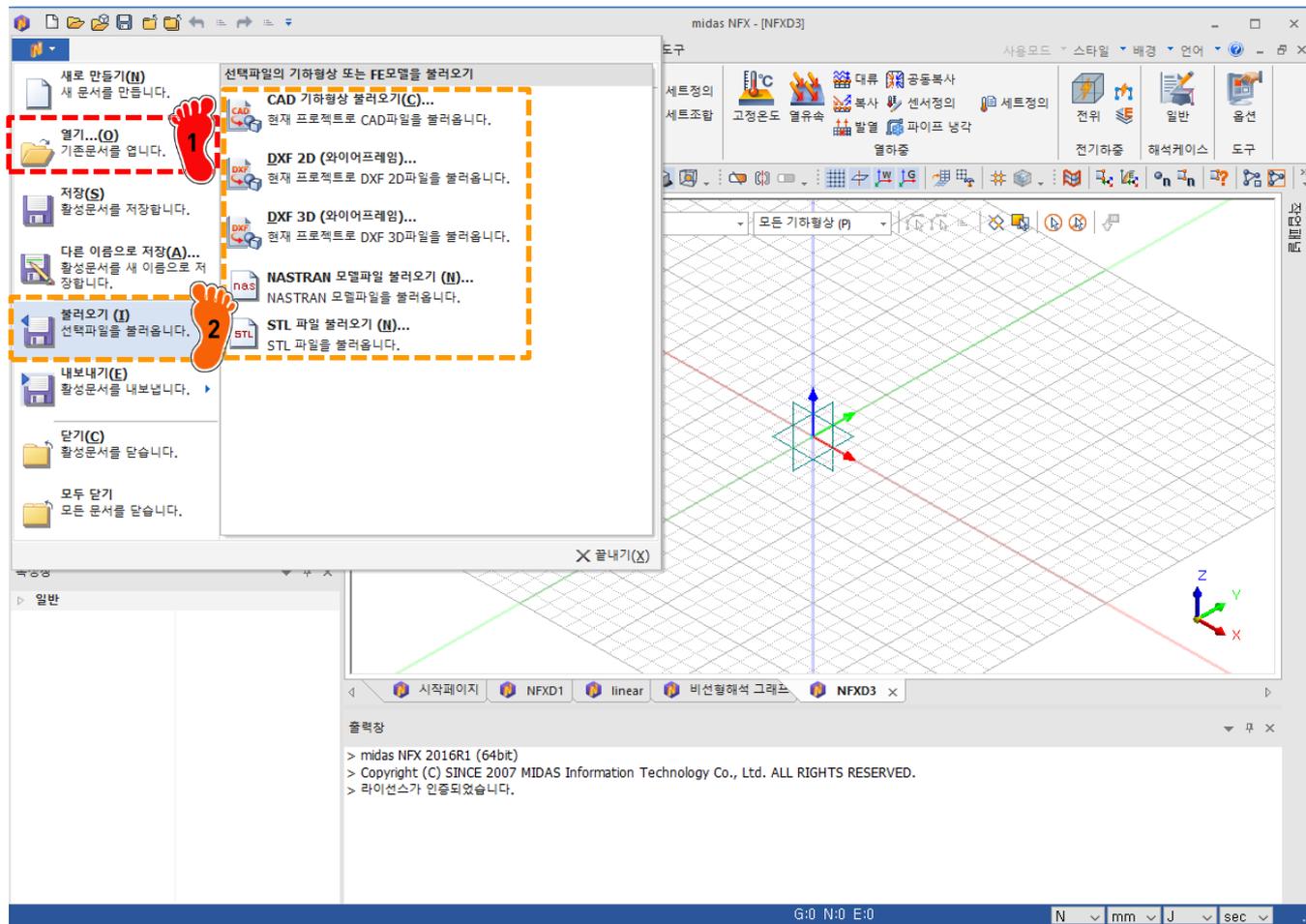
1 주 메뉴
 ↳ 해석을 하기 위한 모든 메뉴

2 주 메뉴의 세부 메뉴

3 작업 트리
 ↳ 해석 모델의 정보

4 작업 창
 ↳ 해석 모델을 보여주는 GUI 창

불러오기

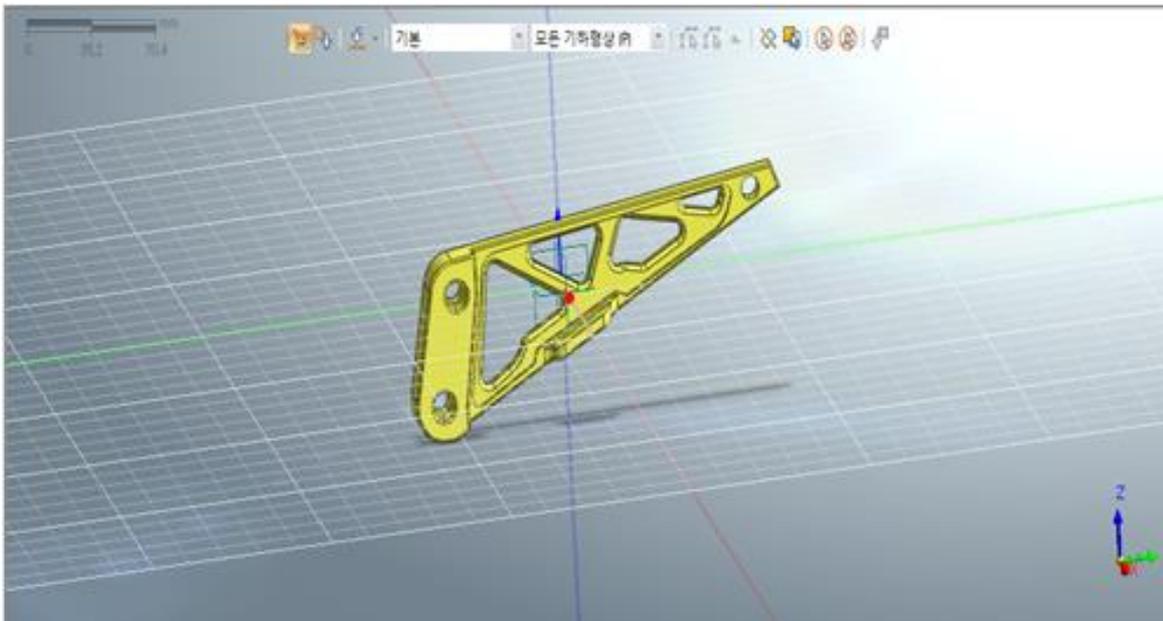


NFX 파일의 경우 '열기' 기능 이용



CAD 파일 및 외부 유한요소 모델(NASTRAN)의 경우 불러오기 기능 이용

작업 창 마우스 조작법



마우스의 휠을 가지고 조작

- 1 확대/축소: 마우스 휠 드래그
- 2 회전: 마우스 휠 클릭, 이동
- 3 이동: Ctrl + 마우스 휠 클릭



- 1 확대/축소 
- 2 회전 
- 3 이동 

모델링 / 해석 순서

1. 형상 생성



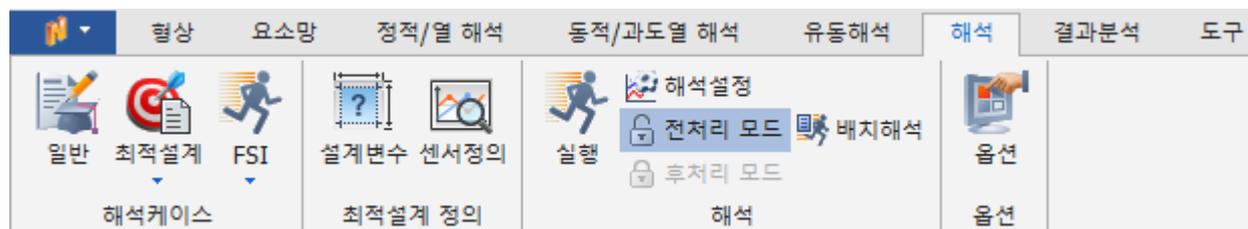
2. 재료/특성 입력 및 요소 생성



3. 하중/경계 조건 입력



3. 해석 정의 및 실행



빔 해석 예제

외팔보 예제



빔 단면 정보
: W360 X 101

단면템플릿

DIM1	357 mm
DIM2	255 mm
DIM3	255 mm
DIM4	10.5 mm
DIM5	18.3 mm
DIM6	18.3 mm

절점에서 전단중심의 거리

DY	0 mm
DZ	0 mm

< 전단중심 >

확인 취소

기하형상

- L = 5000 mm
- 재료 : alloy steel
- E = 210 GPa
- ν = 0.28
- 굽힘 하중: 200 kN

이론 해

$$\sigma = \frac{My}{I} = 601.607 \text{ MPa}$$

$$y_{\max} = \frac{PL^3}{3EI} + \frac{PL}{GA_s} = -137.267 \text{ mm}$$

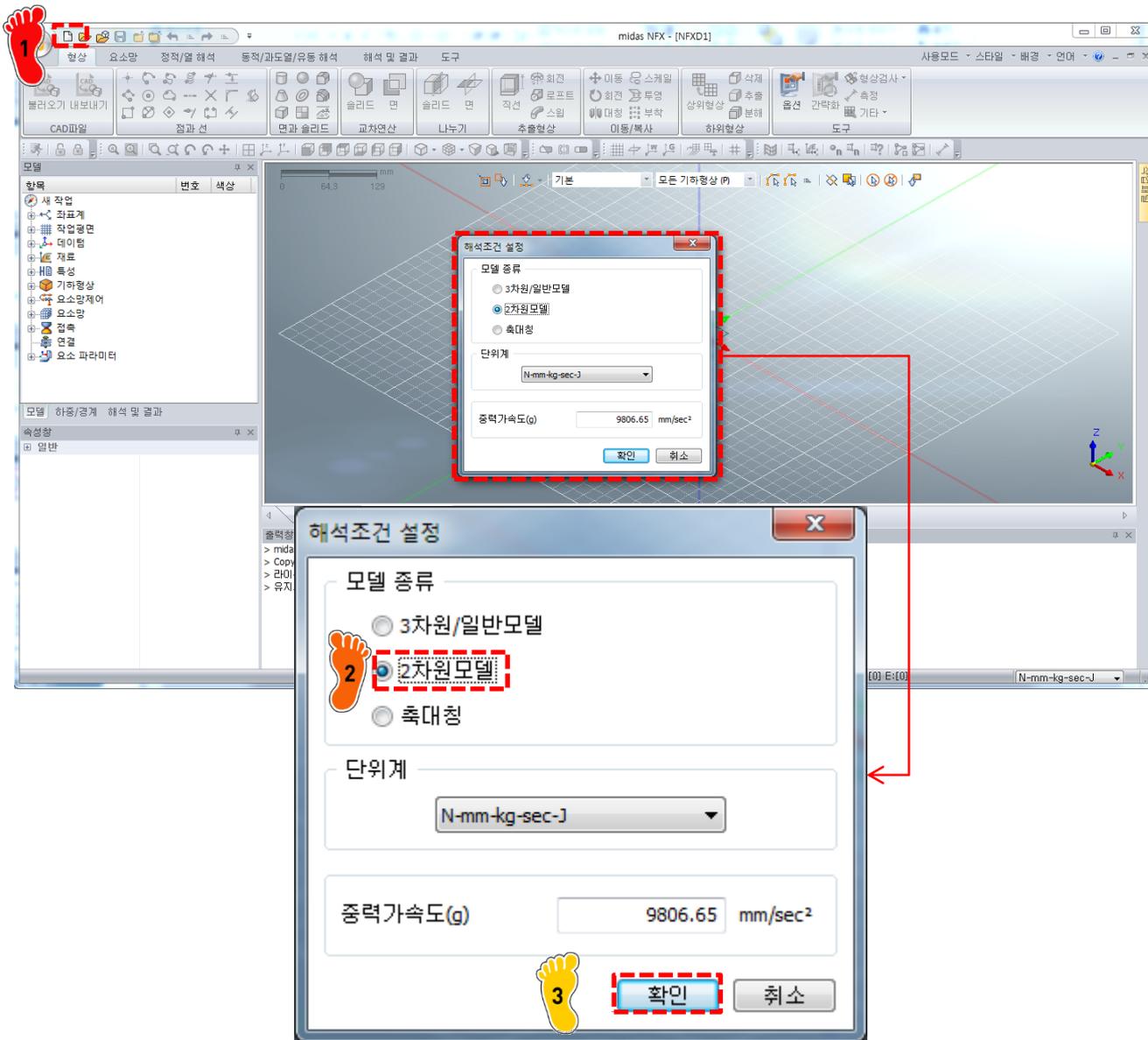
$A_s = kA$: 유효전단면적

해석 프로세스

1. 기하형상 생성

2. 재료 물성 및 특성 입력
3. 요소망 생성
4. 구속조건 설정
5. 하중조건 설정
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
7. 후처리

기하형상 생성 (1)

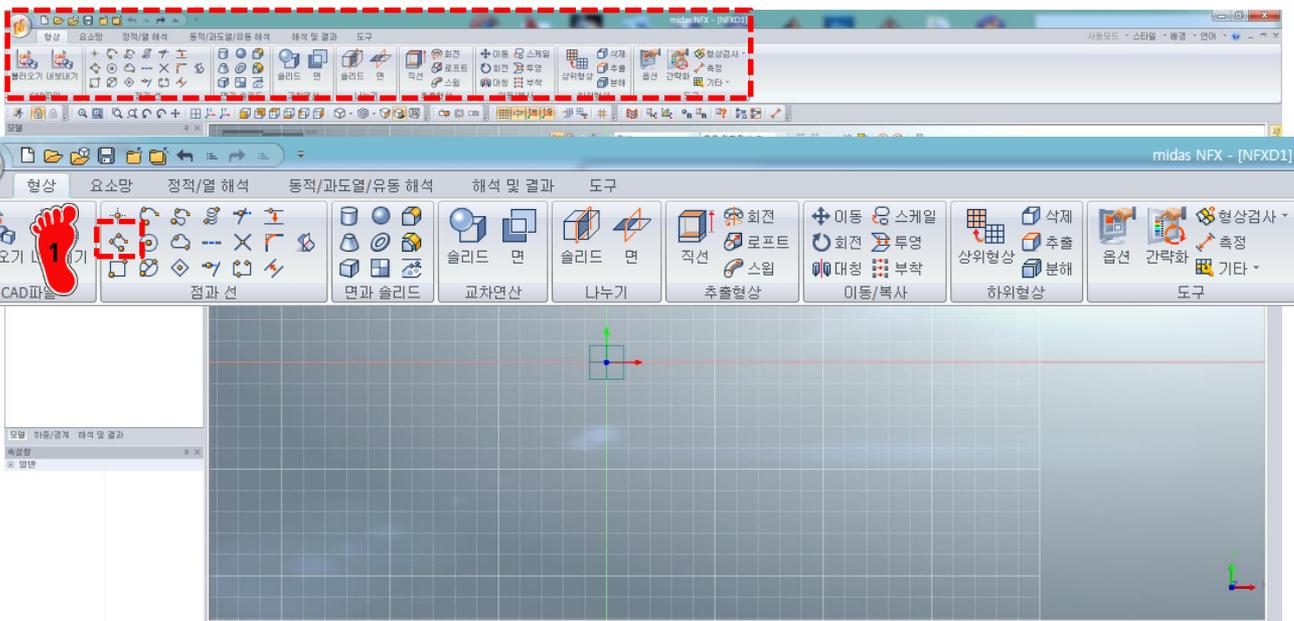


1 새로 만들기 클릭

2 2차원 모델 선택

3 확인

기하형상 생성 (2)



연결선 클릭



시작점 위치 (0,0) 입력



적용



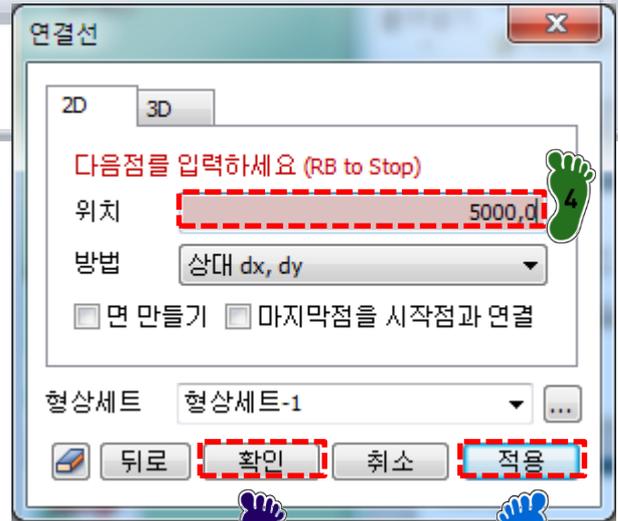
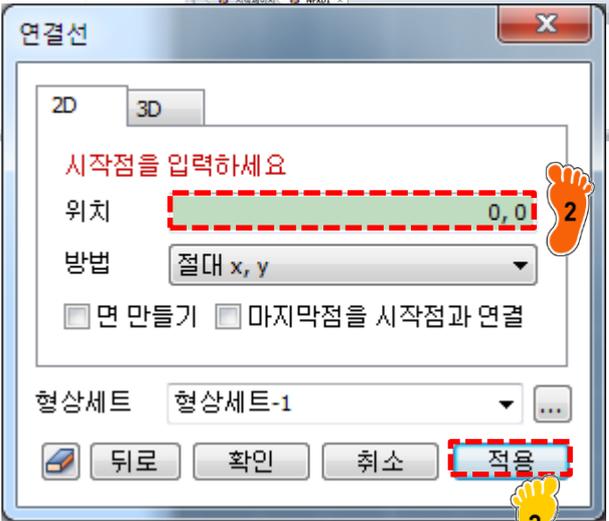
다음점 위치 (5000,0) 입력



적용



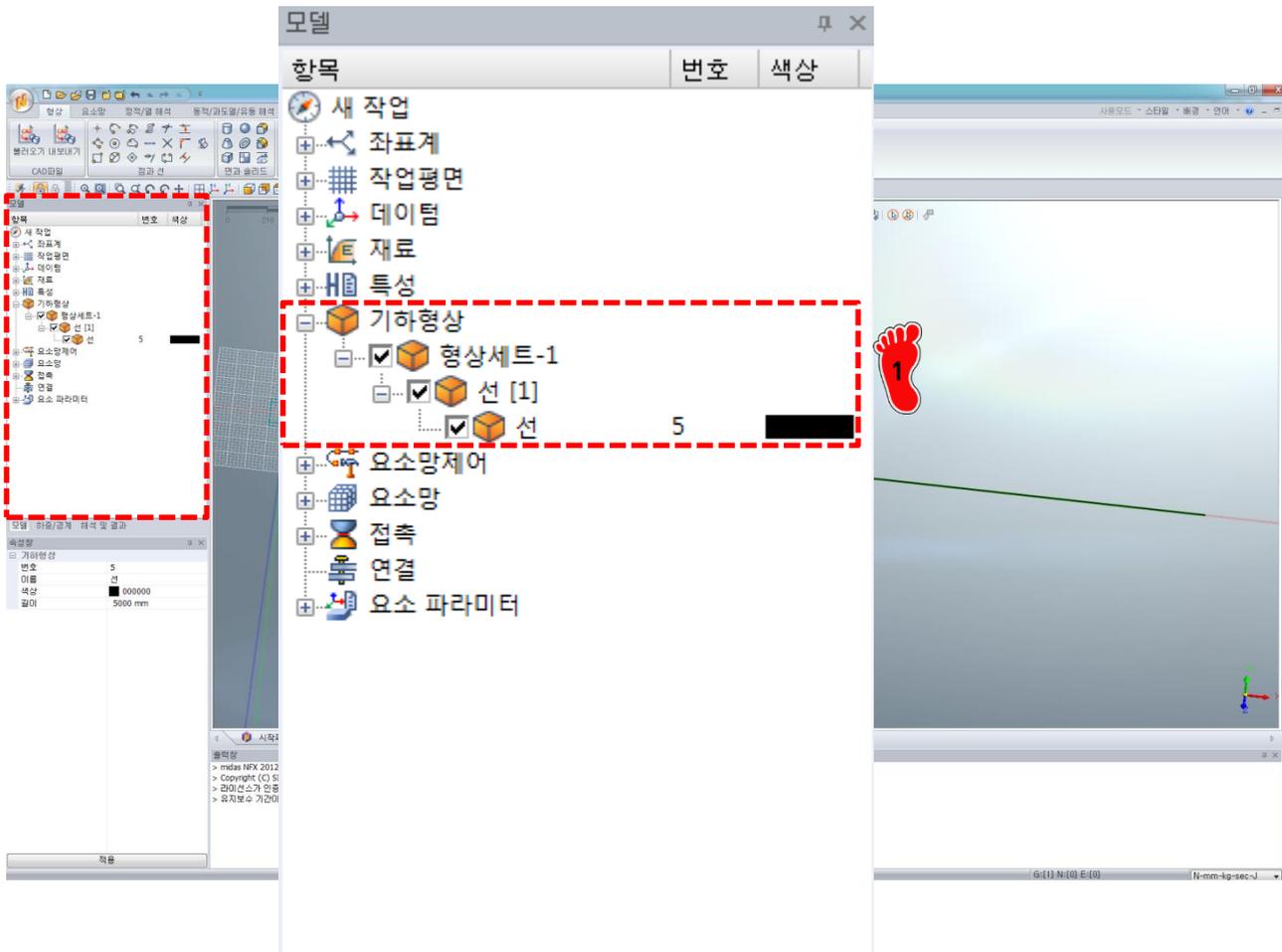
확인



기하형상 생성 (3)



모델 트리창에서 기하형상 생성된 것을 확인



해석 프로세스

1. 기하형상 생성
- 2. 재료 물성 및 특성 입력**
3. 요소망 생성
4. 구속조건 설정
5. 하중조건 설정
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
7. 후처리

재료 물성 및 특성 입력 (1)

1 주 메뉴 창에서 정적/열 해석 탭 메뉴 클릭

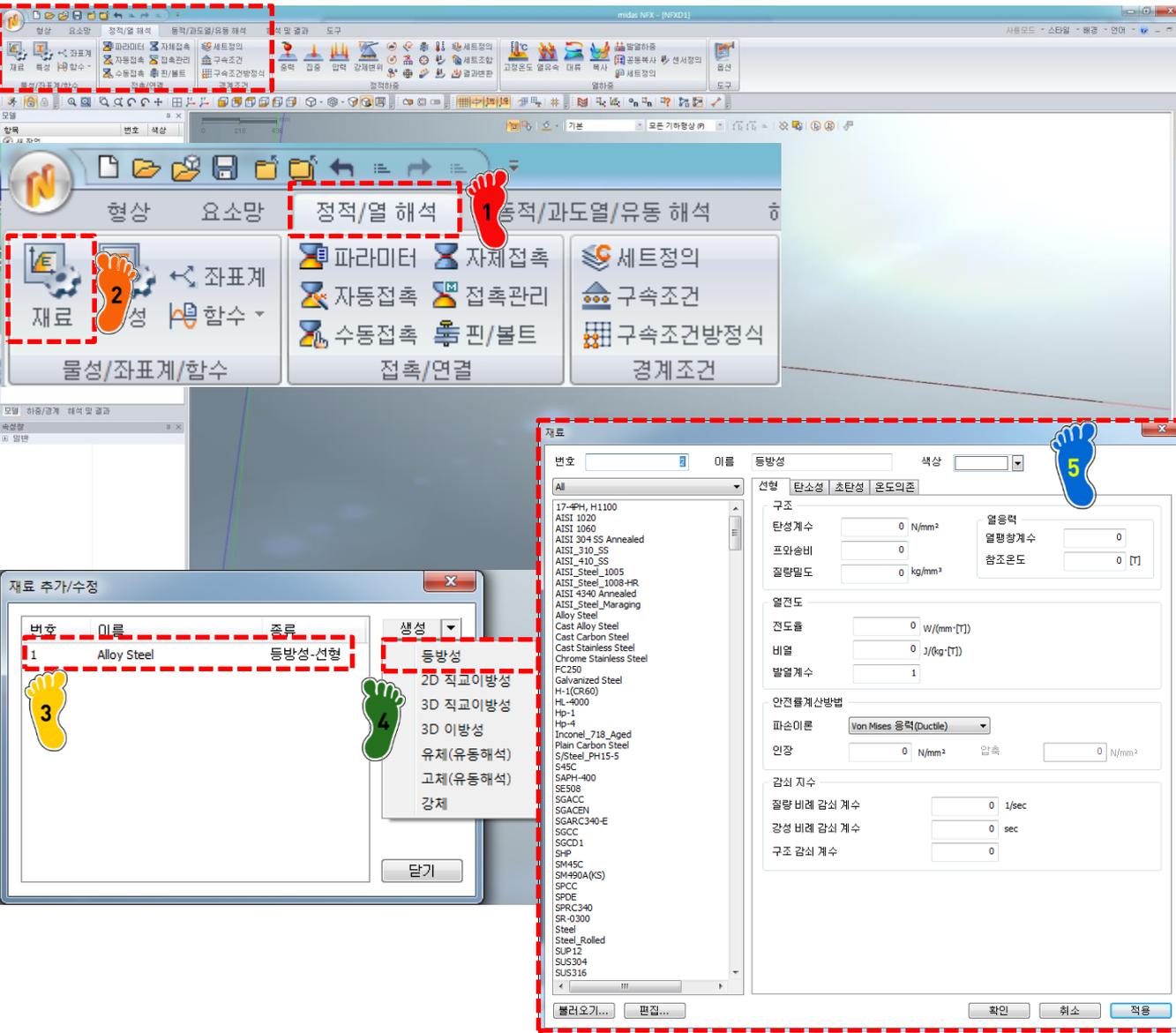
2 재료 클릭

3 재료 추가/수정 창에서 Alloy Steel 재료가 입력된 것을 확인

4 추가적으로 사용자가 새로운 재료를 정의할 때는 '생성' → '등방성' 클릭

5 이름과 탄성계수 및 푸아송 비 등을 입력한 후 사용가능

현재 예제는 Alloy Steel 과 동일한 물성치를 가지므로 Alloy Steel을 재료로 사용



재료 물성 및 특성 입력 (2)

1 특성 클릭 후 '생성'의 '1D' 클릭

2 바 탭메뉴 클릭

3 단면형상 왼쪽 체크박스를 체크한 뒤 단면형상 클릭

4 'I' 단면으로 변경 후 앞서 주어진 단면 형상 치수들 입력 후 확인 클릭

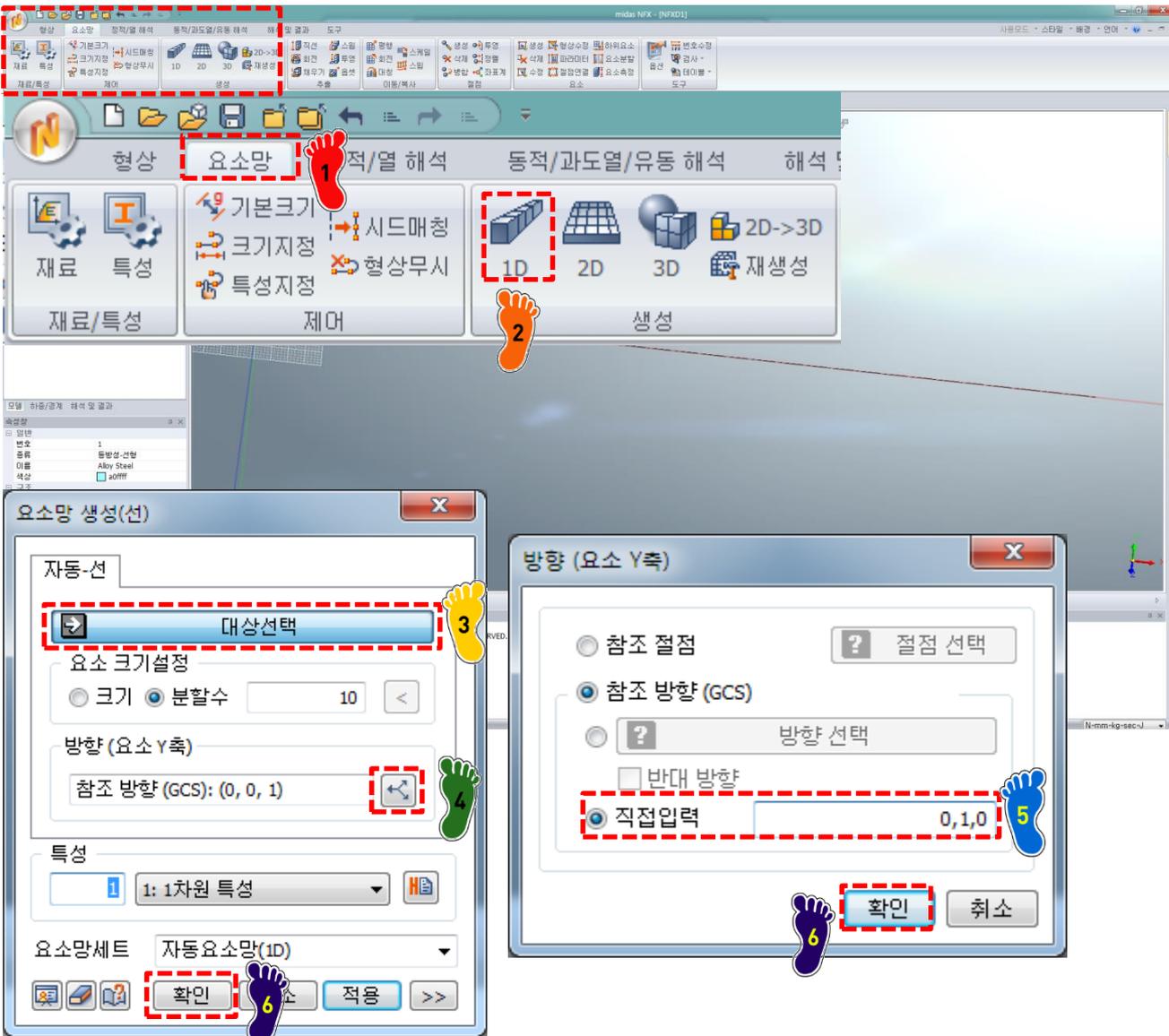
The screenshot shows the following steps in the software interface:

- Step 1:** The '특성' (Property) icon in the main menu is highlighted with a red dashed box and a red foot icon.
- Step 2:** The '1D' option in the '생성' (Create) dropdown menu of the '특성 추가/수정' dialog is highlighted with a red dashed box and an orange foot icon.
- Step 3:** The '단면형상' (Section Shape) checkbox is checked in the '1차원 특성 생성/변경' dialog, and the '단면형상' button is highlighted with a red dashed box and a yellow foot icon.
- Step 4:** The 'I' section template is selected in the '단면템플릿' dialog, and the dimension input fields (DIM1 to DIM6) are highlighted with a red dashed box and a green foot icon.

해석 프로세스

1. 기하형상 생성
2. 재료 물성 및 특성 입력
- 3. 요소망 생성**
4. 구속조건 설정
5. 하중조건 설정
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
7. 후처리

요소망 생성 (1)



1 주 메뉴 창에서 요소망 탭에 뉴 클릭

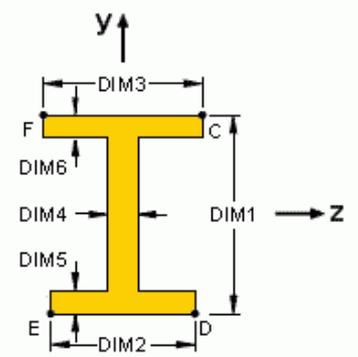
2 1D 클릭

3 요소를 생성할 선 선택

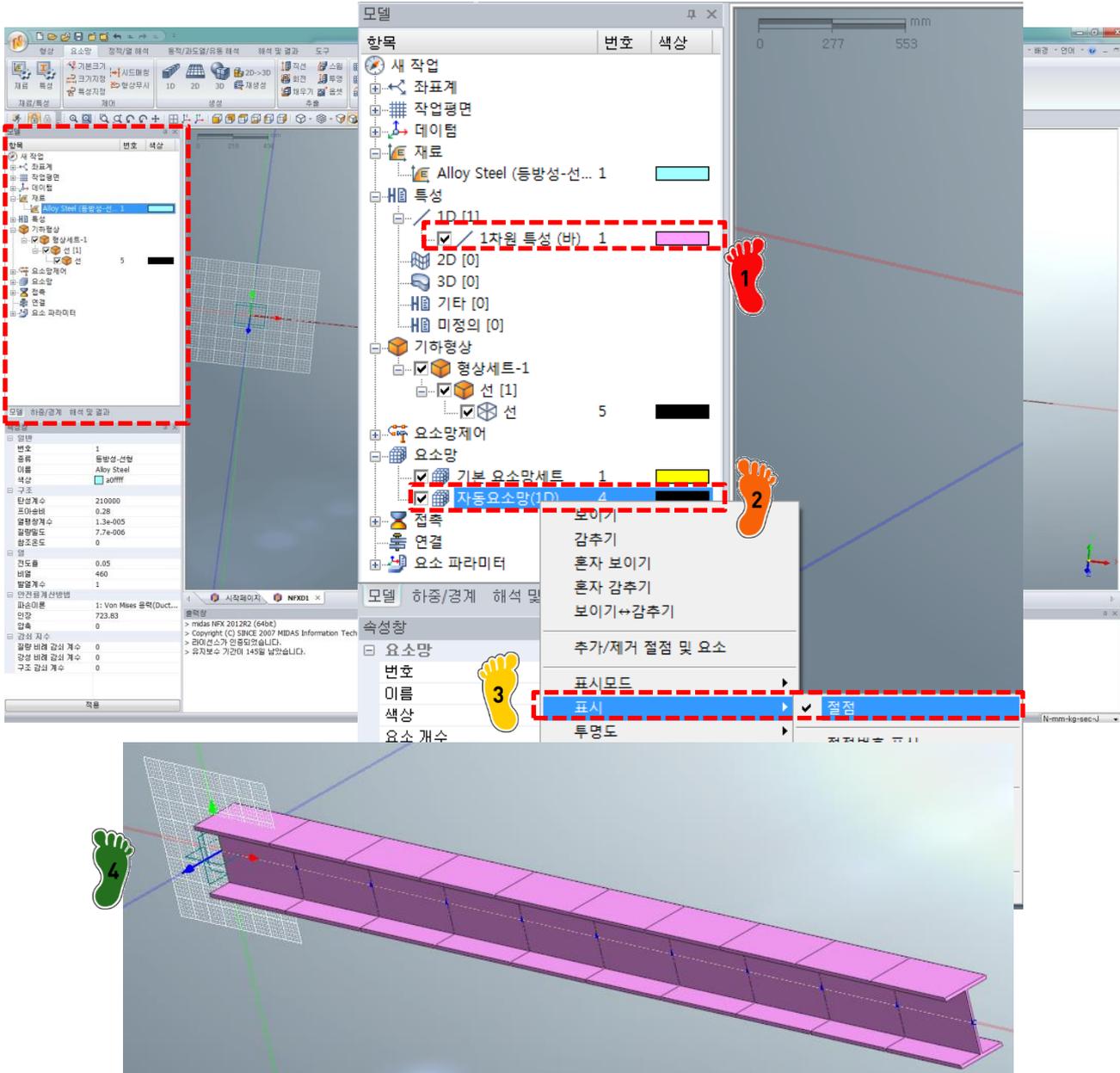
4 참조 방향 박스 옆의 아이콘 선택

5 직접 입력칸에 (0,1,0) 입력

6 확인



요소망 생성 (2)



1 모델 트리에서 1차원 특성 옆에있는 체크박스 체크

2 자동요소망(1D) 오른쪽 클릭

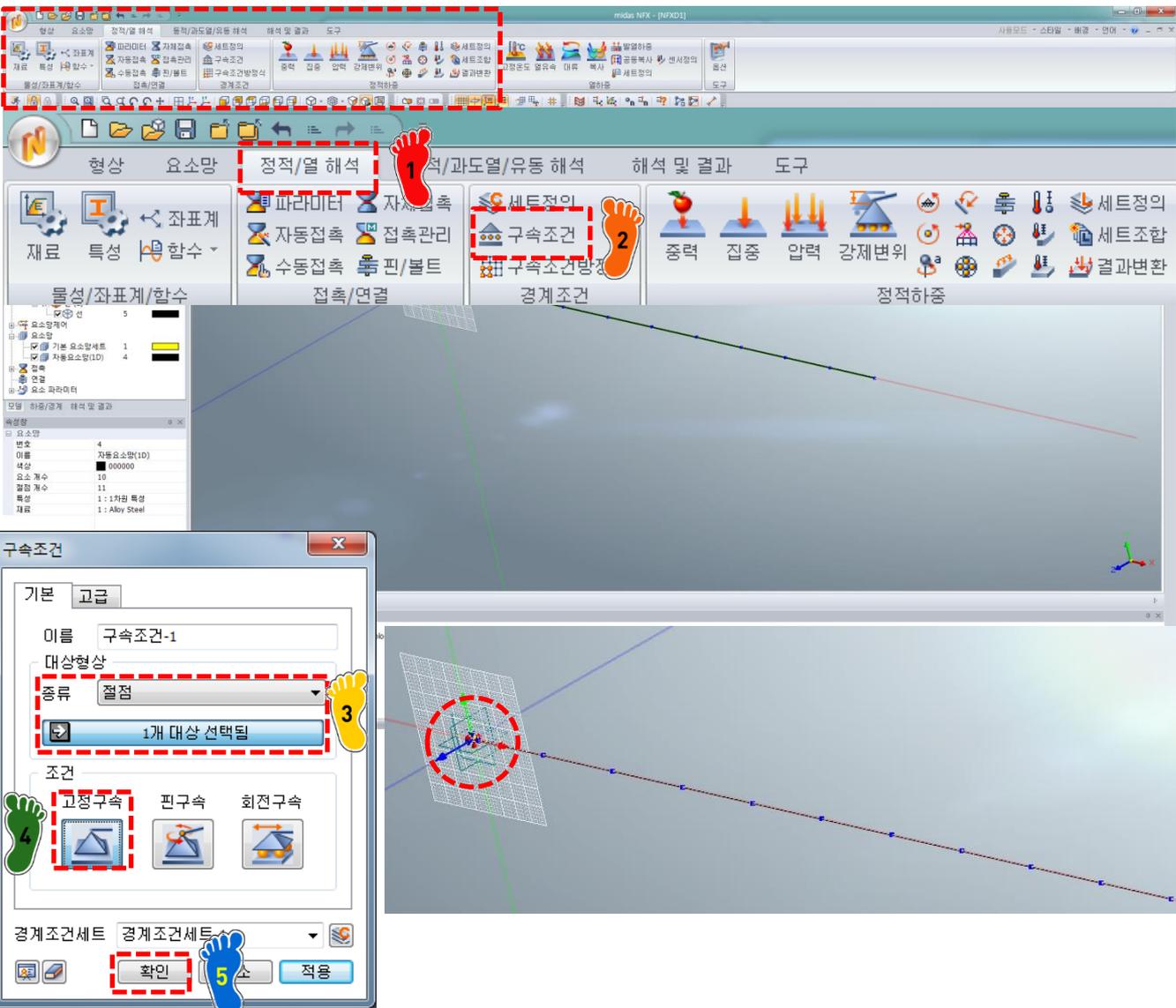
3 표시에서 절점 클릭

4 요소 개수와 형상 확인

해석 프로세스

1. 기하형상 생성
2. 재료 물성 및 특성 입력
3. 요소망 생성
- 4. 구속조건 설정**
5. 하중조건 설정
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
7. 후처리

구속조건 설정

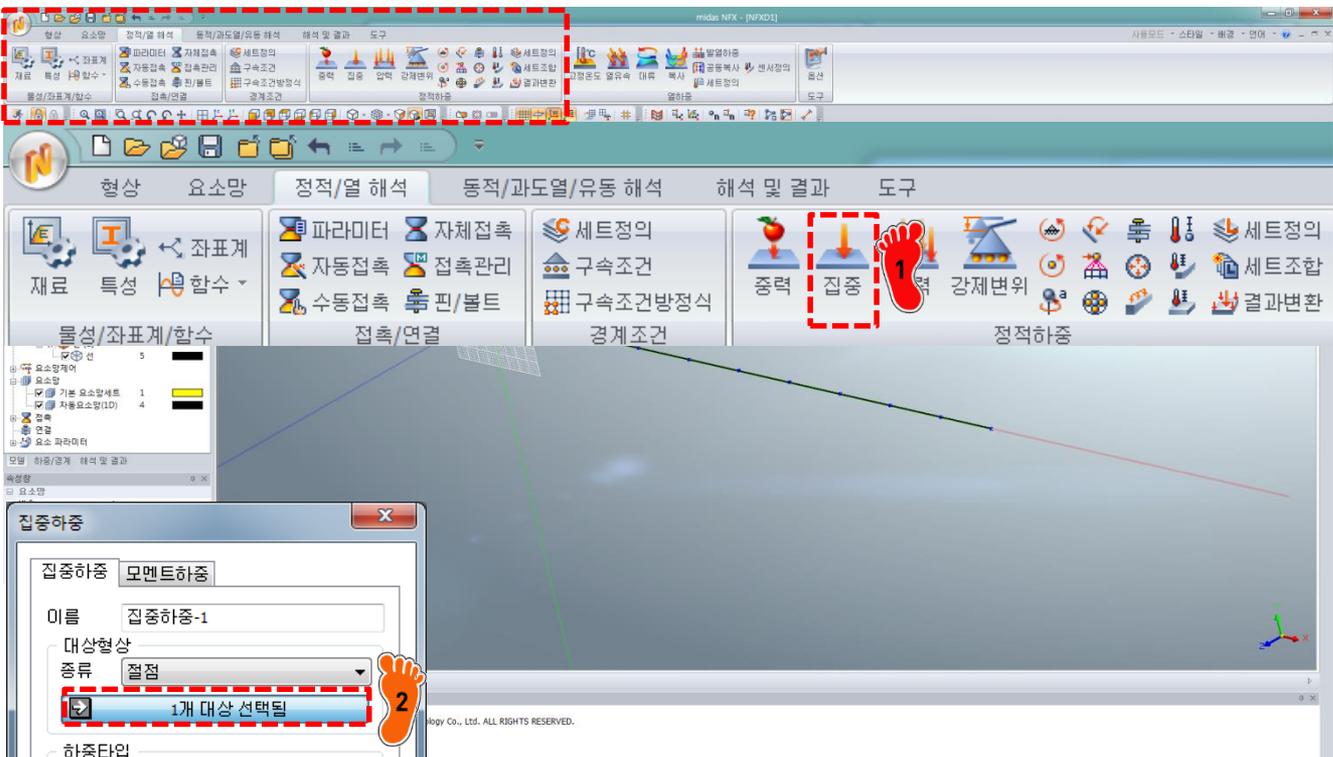


- 1 주 메뉴 창에서 정적/열 해석 탭메뉴 클릭
- 2 구속조건 클릭
- 3 원점에 있는 절점 클릭
- 4 고정구속 클릭
- 5 확인

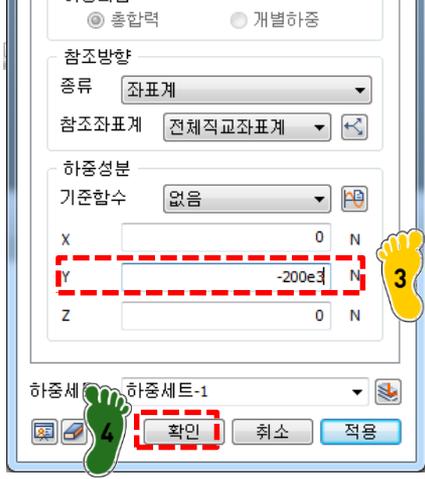
해석 프로세스

1. 기하형상 생성
2. 재료 물성 및 특성 입력
3. 요소망 생성
4. 구속조건 설정
- 5. 하중조건 설정**
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행
7. 후처리

하중조건 설정



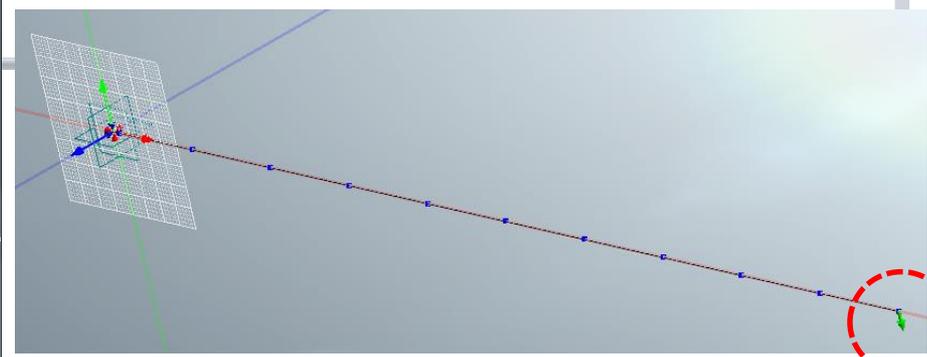
1 집중하중 메뉴 클릭



2 반대편 절점 선택

3 하중 값 -200kN 입력

4 확인



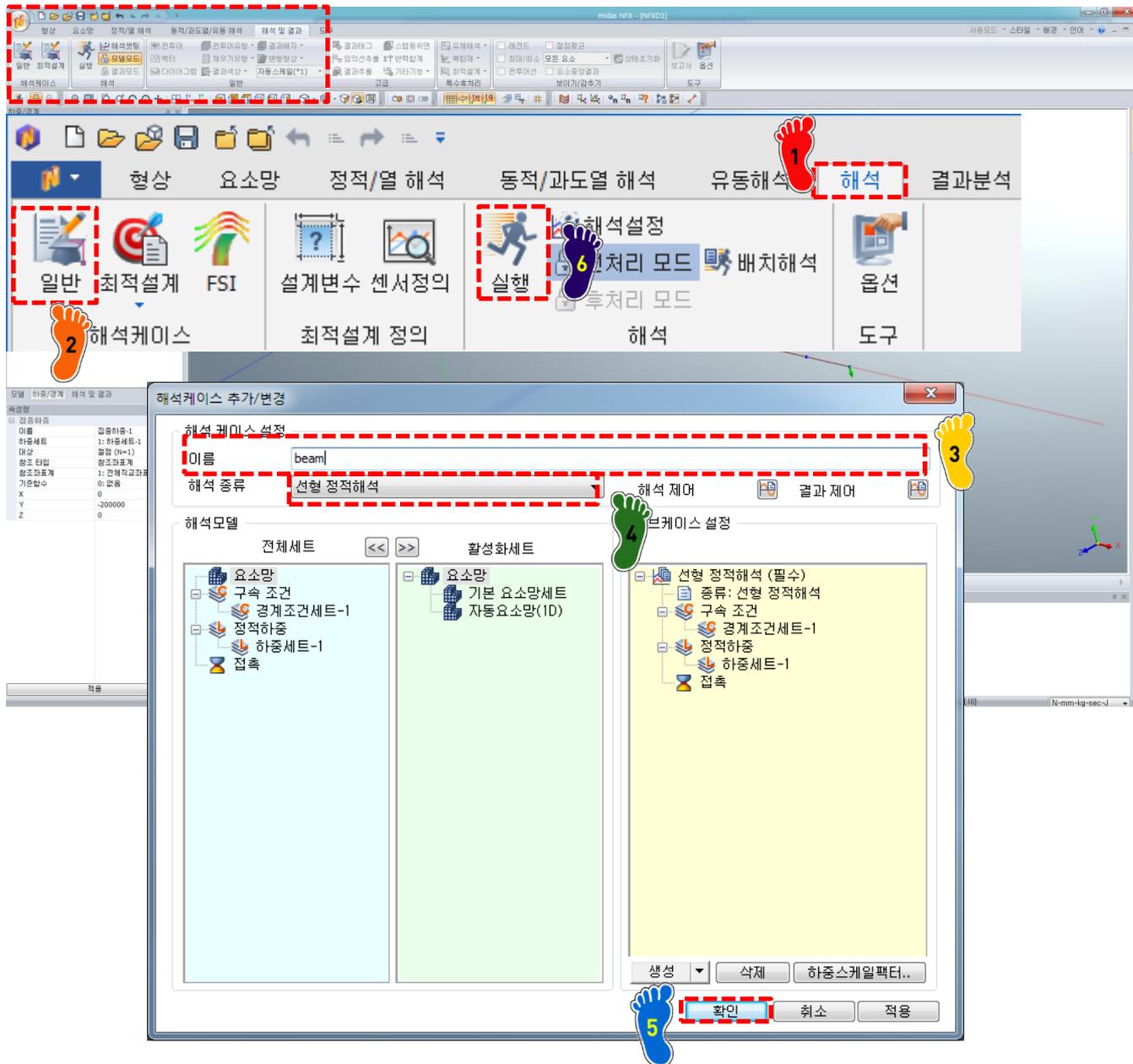
해석 프로세스

1. 기하형상 생성
2. 재료 물성 및 특성 입력
3. 요소망 생성
4. 구속조건 설정
5. 하중조건 설정

6. 해석케이스 정의 및 해석 실행

7. 후처리

해석 케이스 정의 및 해석 실행



1 주 메뉴 창에서 '해석' 탭메뉴 클릭

2 일반 클릭

3 임의의 이름 입력

4 해석 종류 '선형 정적해석' 확인

5 확인

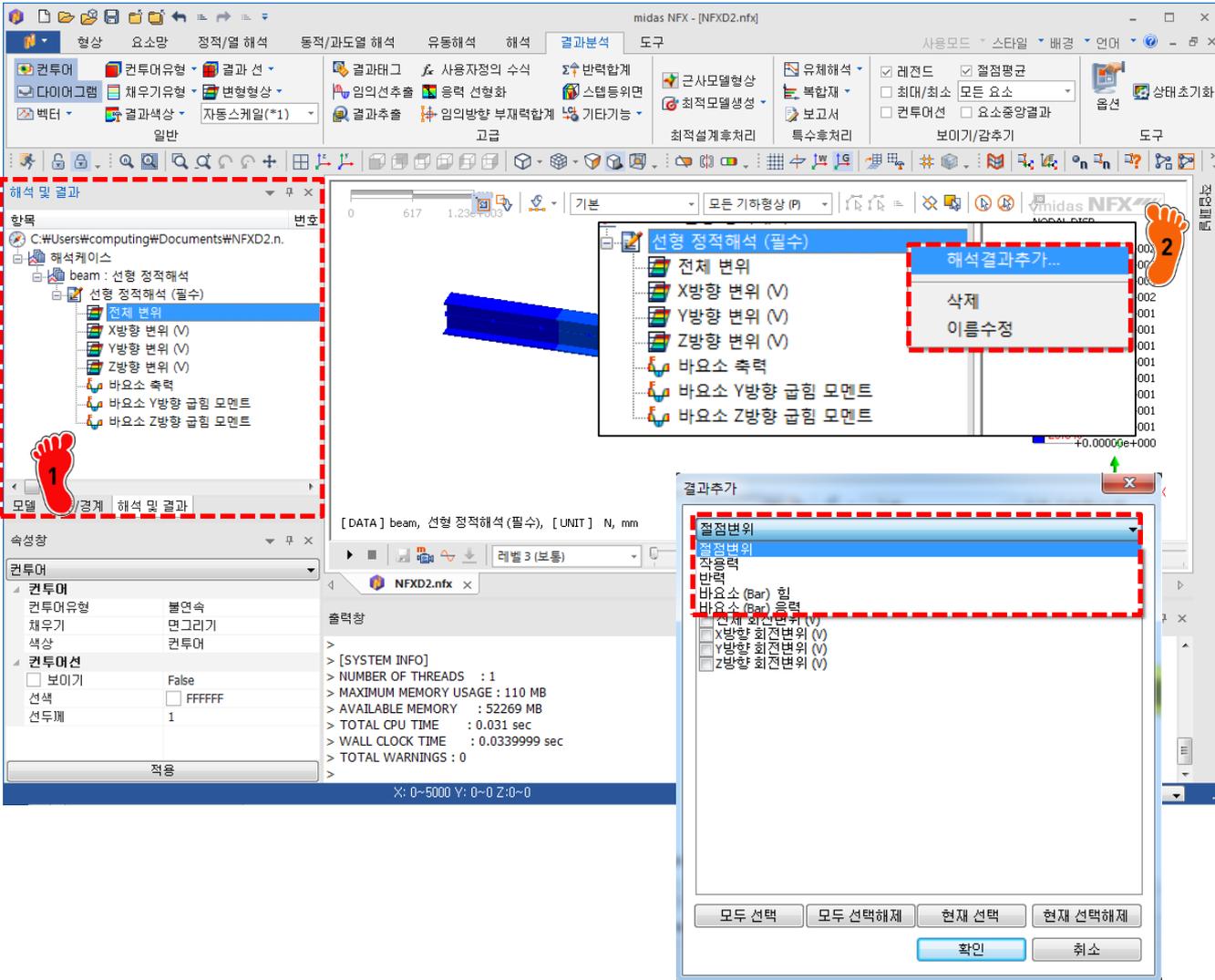
6 실행 클릭

해석 프로세스

1. 기하형상 생성
2. 재료 물성 및 특성 입력
3. 요소망 생성
4. 구속조건 설정
5. 하중조건 설정
6. 해석케이스 정의 및 해석 실행

7. 후처리

후처리 (1)



1 해석 실행이 끝난 뒤, 모델 트리 아래쪽에 자동으로 '해석 및 결과' 탭메뉴로 변함

2 '선형 정적해석 (필수)' 메뉴 아래 결과를 더블클릭 하면 작업창에 결과가 나타남

2 기본 결과 외에 다른 결과를 보고싶을 때에는 선형 정적해석(필수) 오른쪽 클릭 후 해석결과 추가클릭

3 변위, 힘, 응력 등의 결과값을 출력 가능

후처리 (2)

ANSYS Workbench interface showing a beam model with a color-coded displacement plot. A legend on the right shows nodal displacement values in mm. A file explorer window is open in the foreground, showing the project tree with 'Y방향 변위 (V)' selected. A red dashed box highlights this item in the tree, and another red dashed box highlights the corresponding value in the legend.

Legend: NODAL DISPLACEMENT T2, mm

14.3%	+0.000000e+000
9.5%	-1.143895e+001
9.5%	-2.287790e+001
9.5%	-3.431685e+001
4.8%	-4.575580e+001
9.5%	-5.719475e+001
9.5%	-6.863370e+001
4.8%	-8.007265e+001
9.5%	-9.151160e+001
4.8%	-1.029505e+002
9.5%	-1.143895e+002
4.8%	-1.258284e+002
4.8%	-1.372674e+002

File Explorer Tree:

- C:\Users\sean\Desktop\2012 차체구조 실습...
 - 해석케이스
 - beam : 선형 정적해석
 - 선형 정적해석 (필수)
 - Y방향 변위 (V)** (Selected)
 - 바요소 A단 축력
 - 바요소 A단 Y방향 굽힘모멘트
 - 바요소 A단 Z방향 굽힘모멘트
 - 바요소 B단 축력
 - 바요소 B단 Y방향 굽힘모멘트
 - 바요소 B단 Z방향 굽힘모멘트

1 전 페이지에서 설명한 방법대로 Y방향 변위 결과를 추가한 뒤에 더블 클릭

2 결과값은 -137.267 mm 로 오차는 0.00% 확인

후처리 (3)

midas NFX - [NFXD2.nfx]

결과분석

해석 및 결과

속성창

출력창

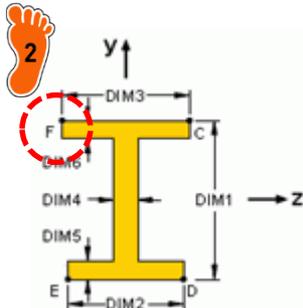
BAR STRESS
Δ POINT F, N/mm²

6.5%	+6.01607e+002
9.7%	+5.51473e+002
9.7%	+5.01339e+002
9.7%	+4.51205e+002
9.7%	+4.01072e+002
9.7%	+3.50938e+002
6.5%	+3.00804e+002
9.7%	+2.50670e+002
9.7%	+2.00536e+002
9.7%	+1.50402e+002
9.7%	+1.00268e+002
6.5%	+5.01339e+001
3.2%	+0.00000e+000

1 바요소 F지점 응력 결과 추가

2 F 지점의 의미는 단면 형상을 입력할 때 나오는 F를 의미함

3 결과값은 601.607 MPa으로 오차는 0.00% 확인



연습문제

2.21 Figure P2.21a shows a uniform beam subject to a linearly increasing distributed load. As depicted in Fig. P2.21b, deflection y (m) can be computed with

$$y = \frac{w_0}{120EI}(-x^5 + 2L^2x^3 - L^4x)$$

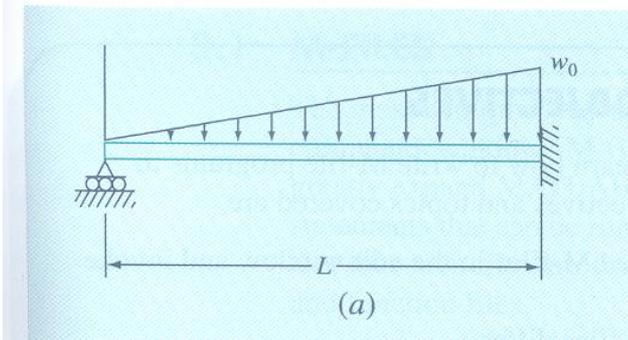
where E = the modulus of elasticity and I = the moment of inertia (m^4). Employ this equation and calculus to generate MATLAB plots of the following quantities versus distance along the beam:

- (a) displacement (y),
- (b) slope [$\theta(x) = dy/dx$],

- (c) moment [$M(x) = EId^2y/dx^2$],
- (d) shear [$V(x) = EId^3y/dx^3$], and
- (e) loading [$w(x) = -EId^4y/dx^4$].

Use the following parameters for your computation:
 $L = 600$ cm, $E = 50,000$ kN/cm², $I = 30,000$ cm⁴,
 $w_0 = 2.5$ kN/cm, and $\Delta x = 10$ cm. Employ the subplot

분포하중은 함수 기능을 이용



$$y_{\max} = y\left(\frac{L}{\sqrt{5}} = 268.328\right) = 0.515 \text{ cm}$$

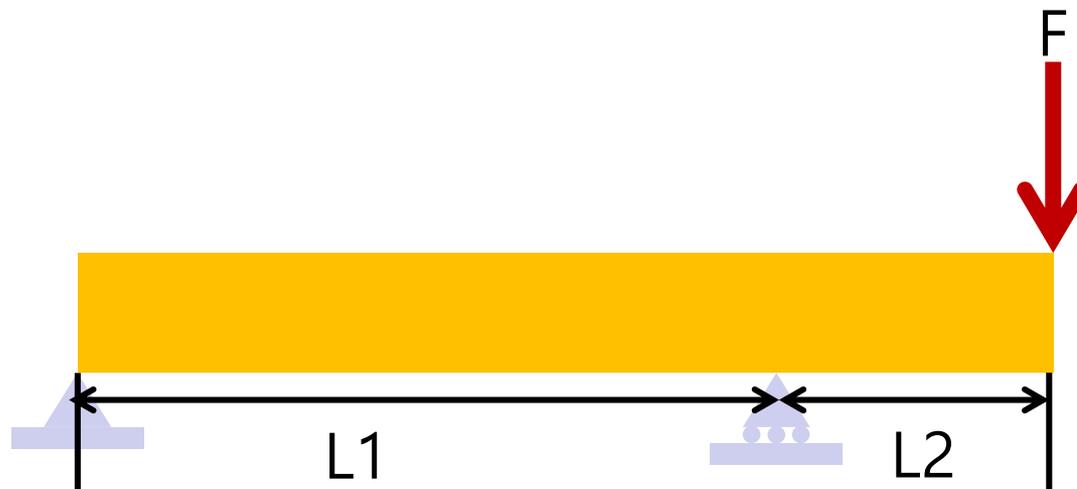
The screenshot shows the MATLAB environment. In the 'Function Browser' window, the '하중성분' (Load Component) is set to '기본함수' (Basic Function) and '일반함수' (General Function) is selected. A red dashed box highlights the '일반함수' dropdown menu, with a yellow footprint icon labeled '3' pointing to it. A red arrow points from this menu to the 'Function Editor' window. In the 'Function Editor' window, a table is shown with the following data:

x (cm)	값
0.0000	0.0000
600.0000	1.0000

A red footprint icon labeled '2' points to this table. The 'Function Editor' also shows a plot of a linear function with 'x' on the horizontal axis (ranging from 0 to 700) and '값' on the vertical axis (ranging from 0 to 1.5). The plot shows a straight line starting at (0,0) and ending at (600,1). Other settings in the 'Function Editor' include '방정식' (Equation) set to '1', '시작' (Start) set to '1', '끝' (End) set to '10', and '중분' (Subdivisions) set to '1'. The '계산' (Calculate) button is visible. At the bottom of the 'Function Editor' window, there are buttons for '확인' (OK), '취소' (Cancel), and '적용' (Apply).

숙제

이론 해와 유한요소 해를 비교하고 오차를 분석하시오



빔 단면 정보
: W360 X 101

기하형상

- $L1 = 4500$ mm

- $L2 = 1200$ mm

재료 : alloy steel

- $E = 210$ GPa

- $\nu = 0.28$

굽힘 하중: 200kN

이론 해

$\sigma = ?$

$y_{\max} = ?$