

Body Torsional Stiffness 해석

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



한양대학교
HANYANG UNIVERSITY

CDL Computational
Design
Lab

목차

- 예제 문제
 - Side frame effective shear stiffness analysis
 - Body torsional stiffness analysis
- 해석 프로세스
 - 기하형상 생성
 - 재료 물성 및 특성 입력
 - 요소망 생성
 - 구속조건 설정
 - 하중조건 설정
 - 해석케이스 정의 및 해석 실행
 - 후처리

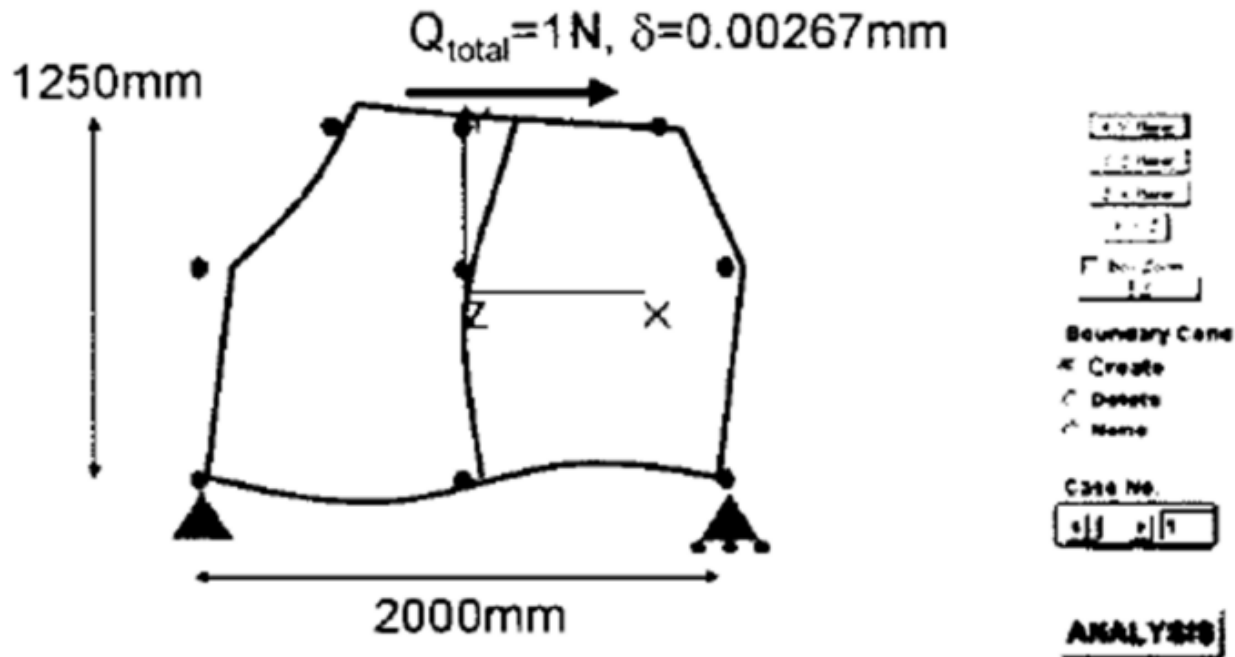
EFFECTIVE SHEAR RIGIDITY

사이드 프레임

예제: TORSIONAL STIFFNESS (3)

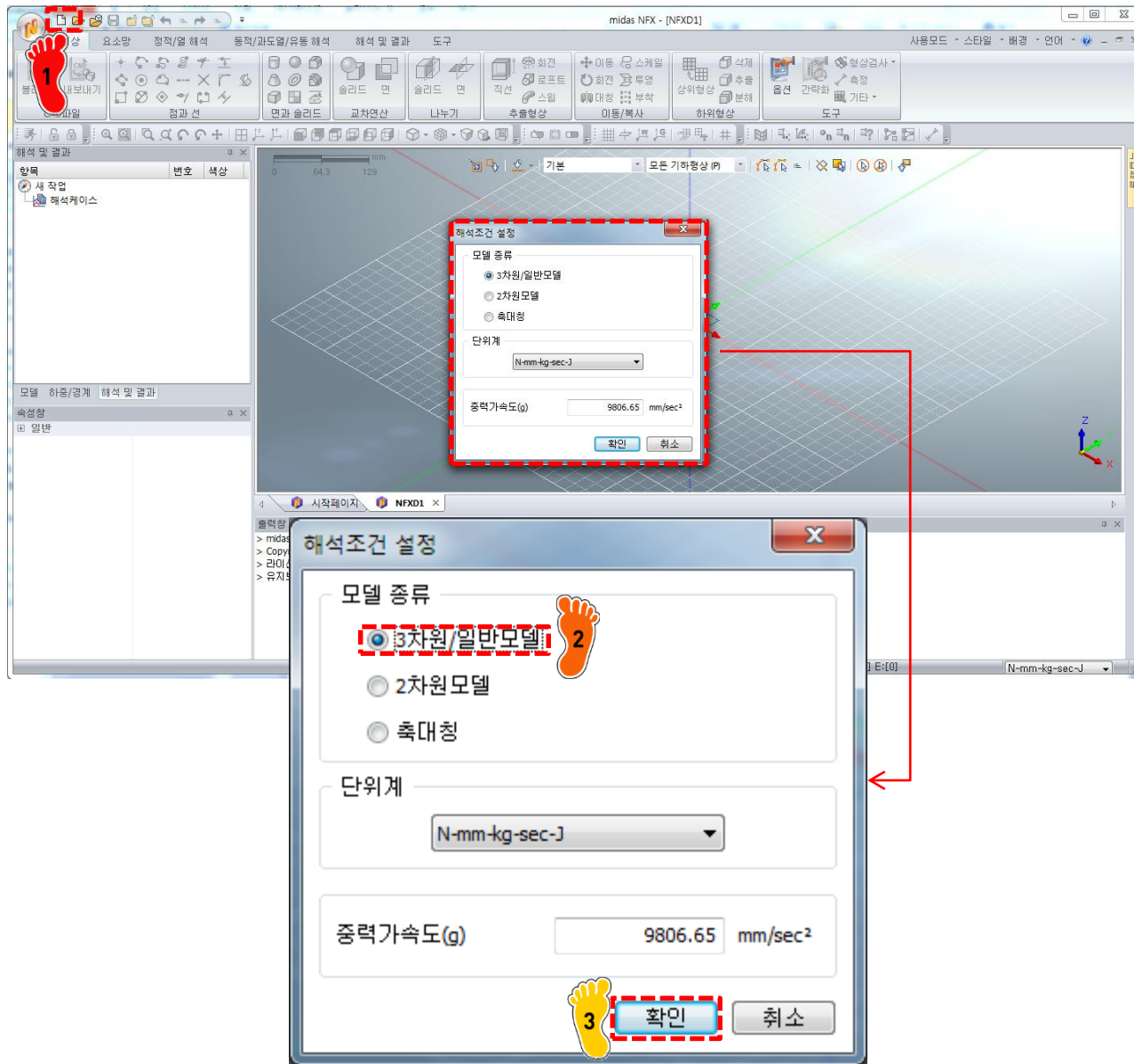
Side Frame Model 의 강성 계산

- FEA under shear loading



$$(Gt)_{Eff} = \left(\frac{Q}{\delta} \right) \frac{H}{L} = \left(\frac{1N}{0.00267mm} \right) \frac{1250mm}{2000mm} = 234N/mm$$

기하형상 생성 (1)

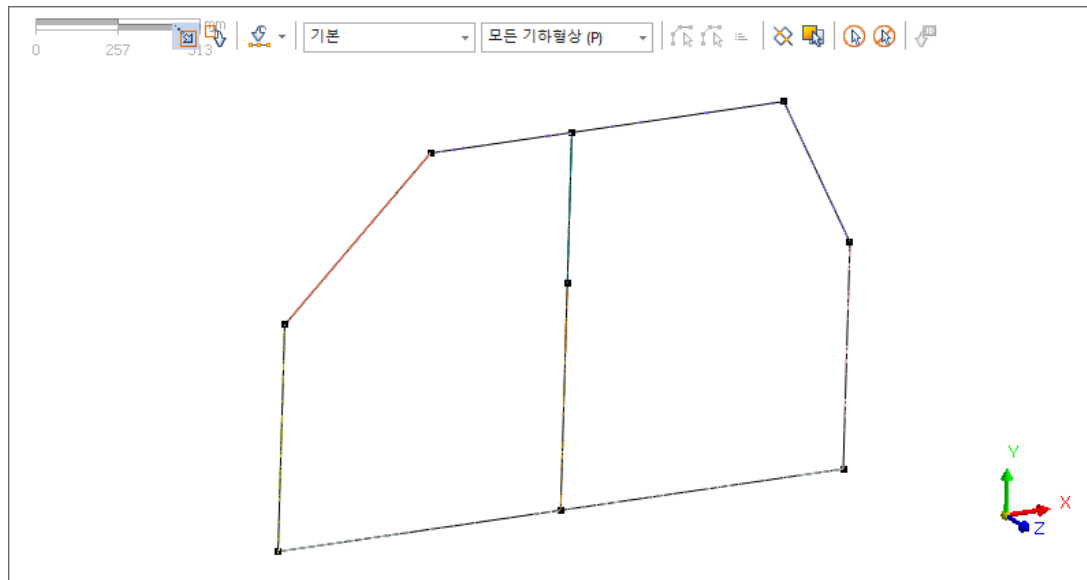
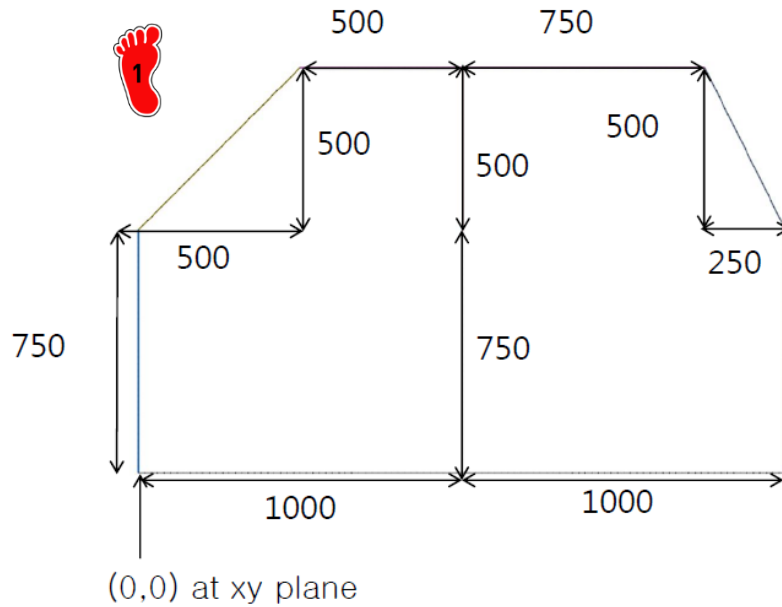


1 새로 만들기 클릭

2 3차원/일반모델 선택

3 확인

기하형상 생성 (2)



1 주어진 기하형상 생성

점 좌표

(0,0,0)
 (0,750,0)
 (500,1250,0)
 (1000,0,0)
 (1000,750,0)
 (1000,1250,0)
 (1750,1250,0)
 (2000,0,0)
 (2000,750,0)

재료 물성 및 특성 입력 (1)

재료

번호

1

이름

등방성-1

색상

All

17-4PH, H1100
AISI 1020
AISI 1060
AISI 304 SS Annealed
AISI_310_SS
AISI_410_SS
AISI_Steel_1005
AISI_Steel_1008-HR
AISI 4340 Annealed
AISI_Steel_Maraging
Alloy Steel
Cast Alloy Steel
Cast Carbon Steel
Cast Stainless Steel
Chrome Stainless Steel
FC250
Galvanized Steel
H-1(CR60)
HL-4000
Hp-1
Hp-4
Inconel_718_Aged
Plain Carbon Steel
S/Steel_PH15-5
S45C
SAPH-400
SE508
SGACC
SGACEN
SGARC340-E
SGCC
SGCD1
SHP
SM45C
SM490A(KS)
SPCC
SPDE
SPRC340
SR-0300
Steel
Steel_Rolled
SUP12
SUS304
SUS316
SUS316L
Wrought Stainless Steel
Ductile Iron
Gray Cast Iron
Iron_40
Iron_60
Iron_Cast_G25

선택

구조

탄성계수

248000

N/mm²

프와송비

0.28

질량밀도

0

kg/mm³

열응력

열팽창계수

0

기준온도

0

[T]

열전도

전도율

0

W/(mm·[T])

비열

0

J/(kg·[T])

발열계수

1

전위

전도율

0

A/mm·V

에너지 환산 계수

1

안전률계산방법

파손이론

Von Mises 응력(Ductile)

인장

0

N/mm²

압축

0

N/mm²

감쇠 지수

질량 비례 감쇠 계수

0

1/sec

강성 비례 감쇠 계수

0

sec

구조 감쇠 계수

0

크리프

블러오기...

편집...

확인

취소

적용

탄성계수 248 GPa
프와송비 0.28

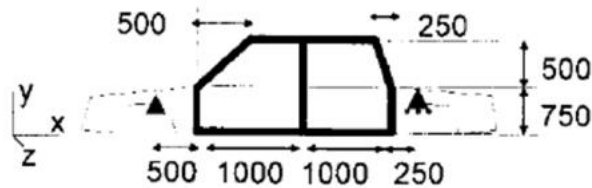
재료 생성

Copyright © Computational Design Lab. All rights reserved.

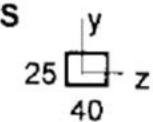
7

재료 물성 및 특성 입력 (2)

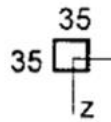
Sideframe
Dimensions
(all in mm)



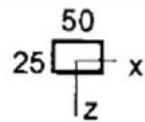
SECTIONS
(t=1mm)



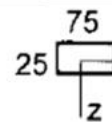
Roof Rail



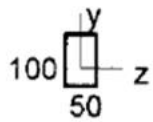
A Pillar



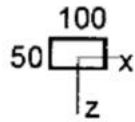
B Pillar
above Belt



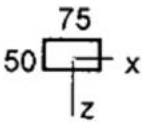
C Pillar
above Belt



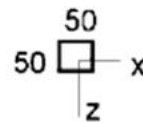
Rocker



Hinge
Pillar



B Pillar
Below Belt



C Pillar
Below Belt

특성 추가/수정

번호	이름	종류	하위종류
1	Roof Rail	1D	바
2	A Pillar	1D	바
3	B Pillar above Belt	1D	바
4	C Pillar above Belt	1D	바
5	Rocker	1D	바
6	Hinge Pillar	1D	바
7	B Pillar Below Belt	1D	바
8	C Pillar Below Belt	1D	바

생성 ▼

수정...

복사

삭제

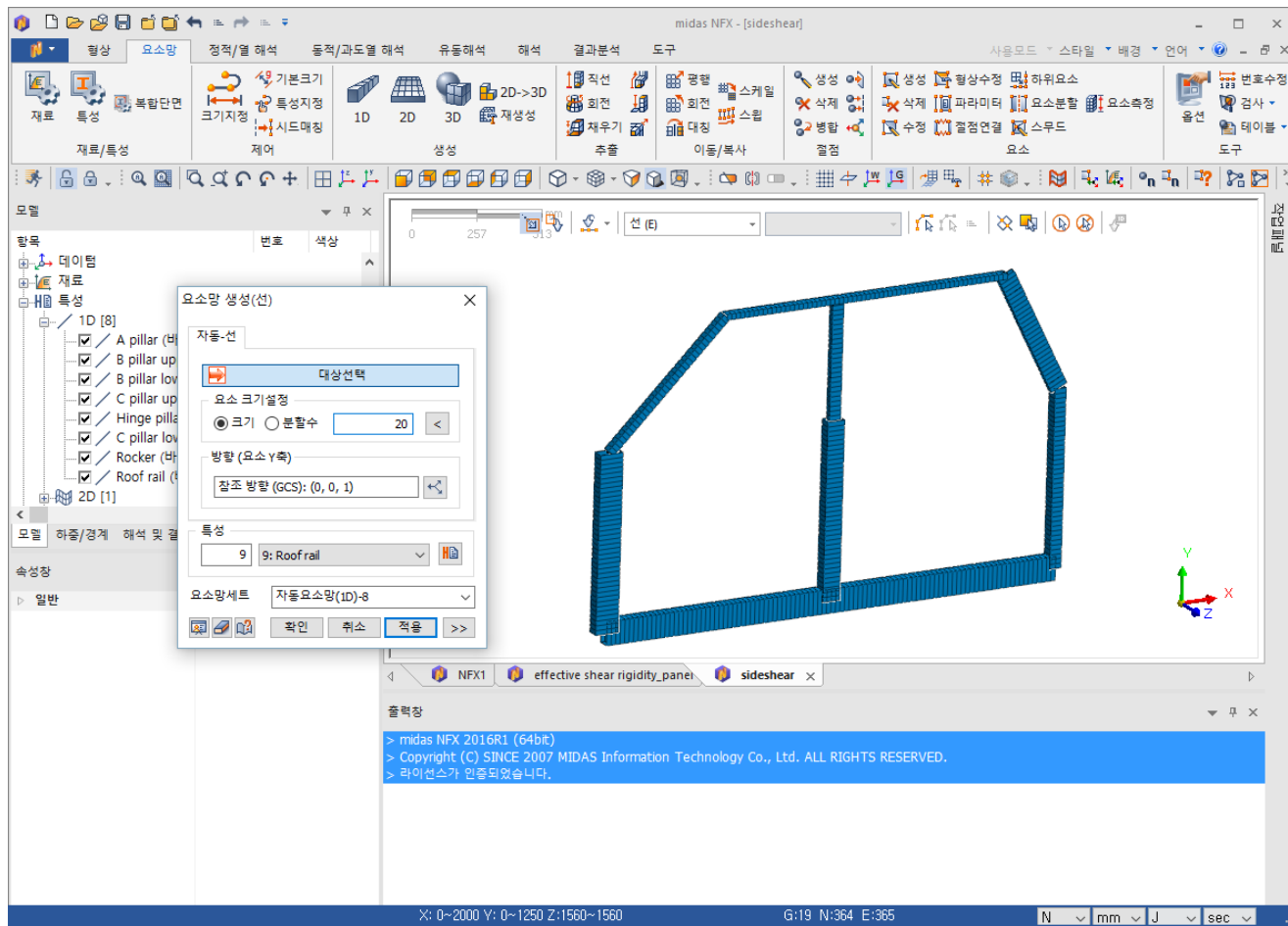
불러오기...

닫기



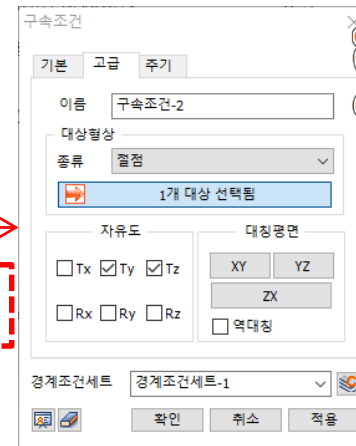
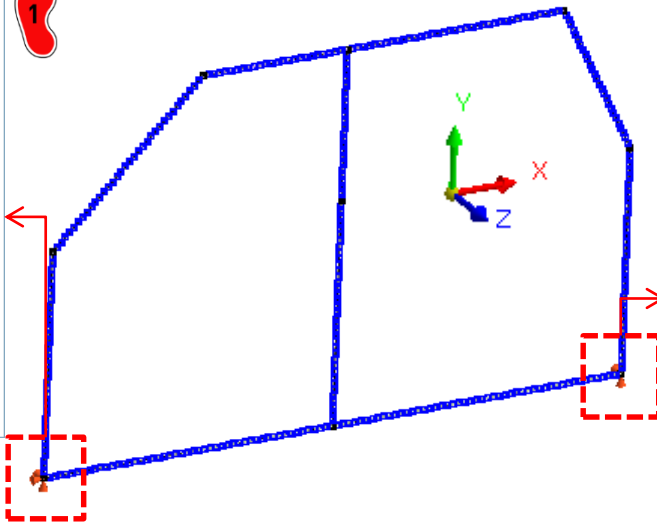
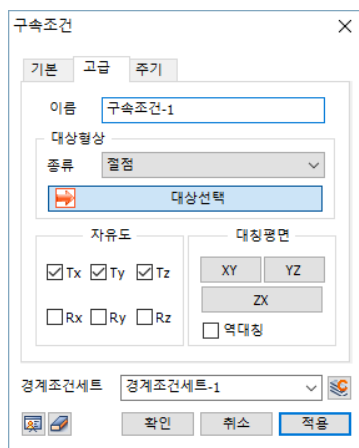
두께 1 mm 인 8가지 1차원
특성 생성

요소망 생성



1 각 단면 정보에 맞게 요소망 생성 (요소크기 20 mm)

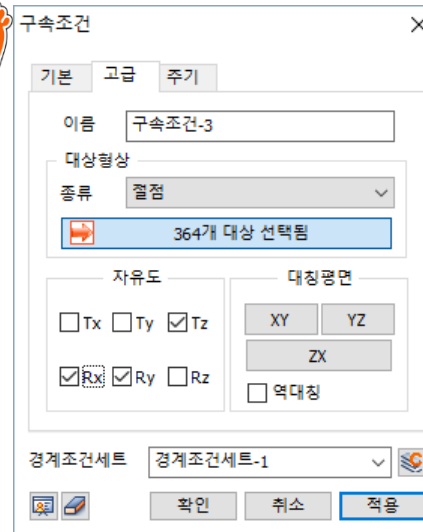
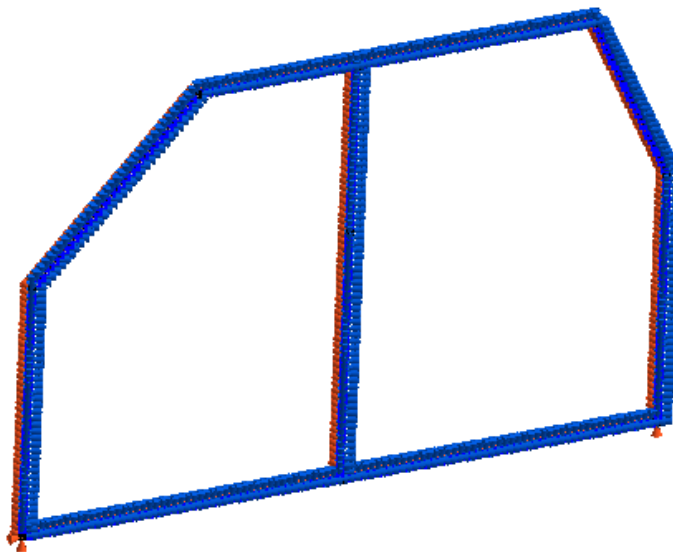
구속조건 및 하중조건 설정 (1)



앞쪽은 핀 구속, 뒤쪽은 x 방향을 제외하고 핀구속



나머지는 평면 거동을 위해 z방향 병진운동, x,y 방향 회전운동 구속



구속조건 및 하중조건 설정 (2)



상단 루프 영역에 1N의 하중 적용

집중하중

집중하중 모멘트하중

이름 집중하중-1

대상형상

종류 선

2개 대상 선택됨

하중종류

☒ 총합력 ☐ 개별하중

참조방향

종류 좌표계

참조좌표계 전체 직교좌표계

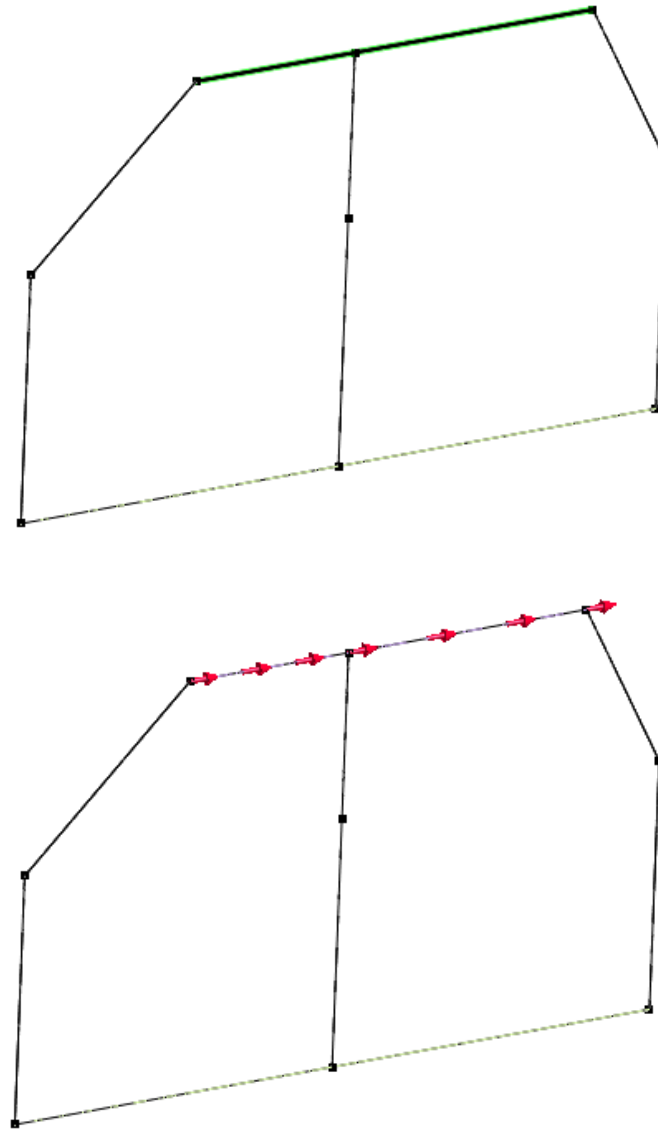
하중성분

기준함수 없음

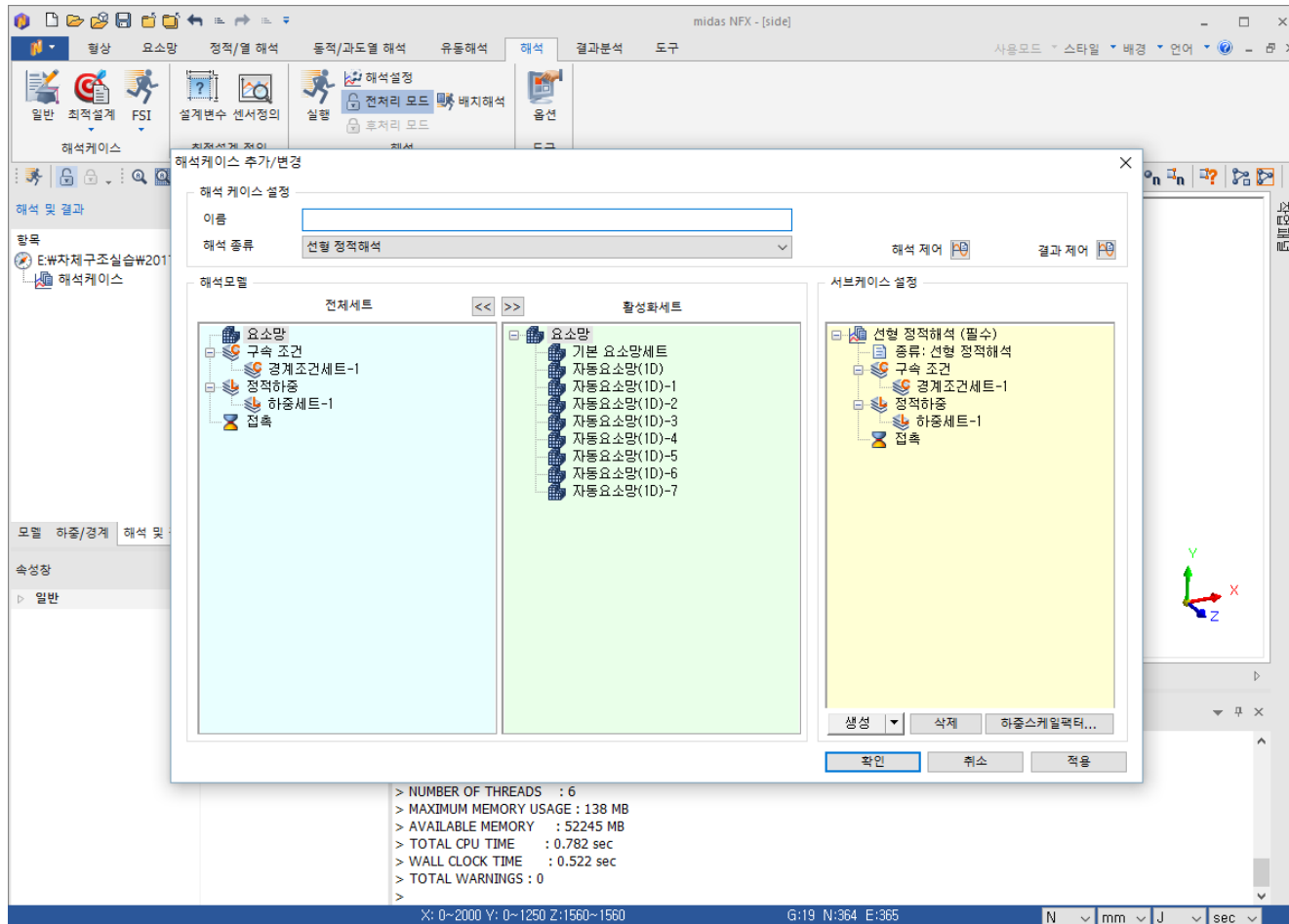
X	1	N
Y	0	N
Z	0	N

하중세트 하중세트-1

확인 취소 적용

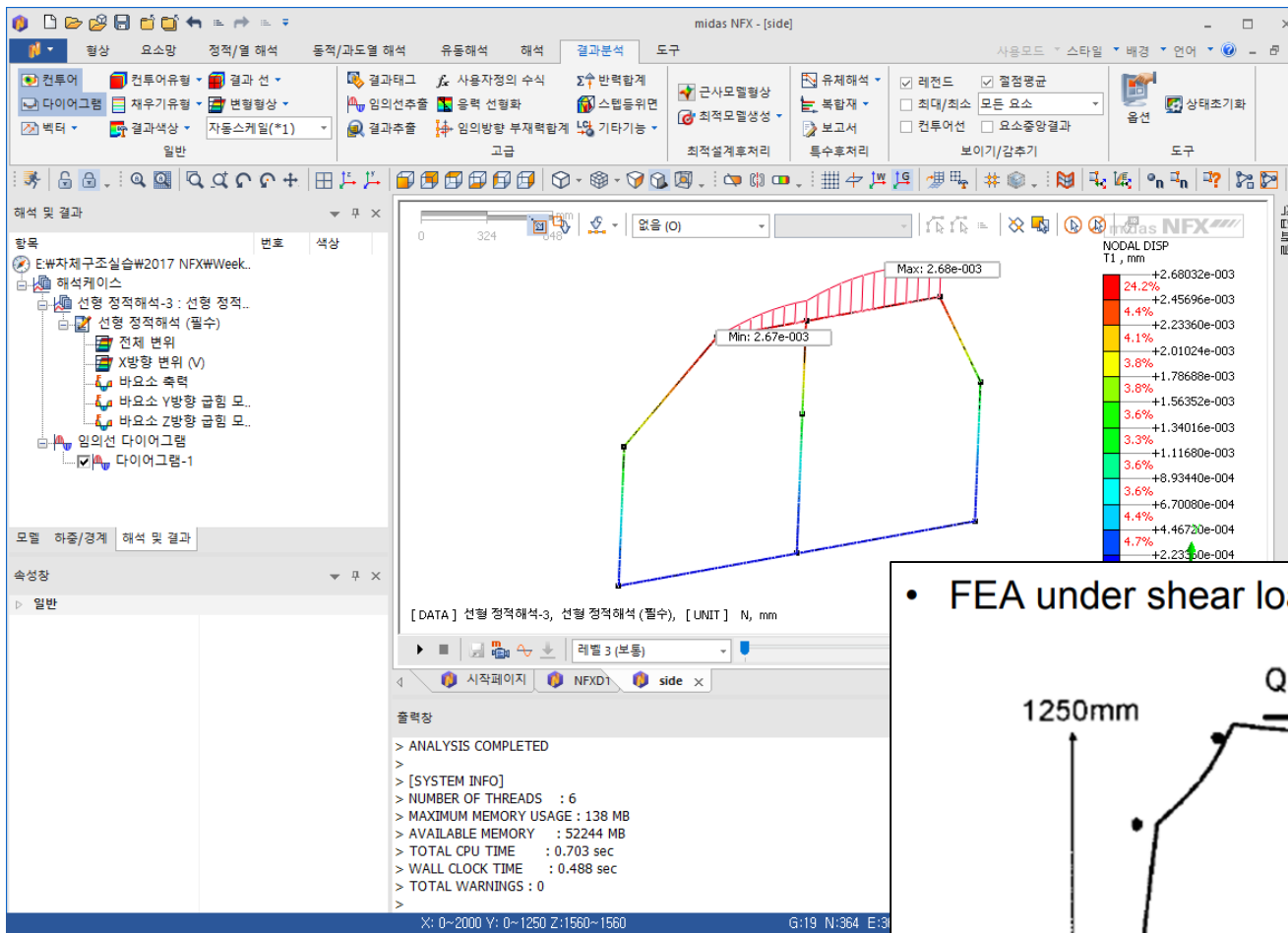


해석 케이스 정의 및 해석 실행



1 선형 정적해석으로 해석 수행

후처리



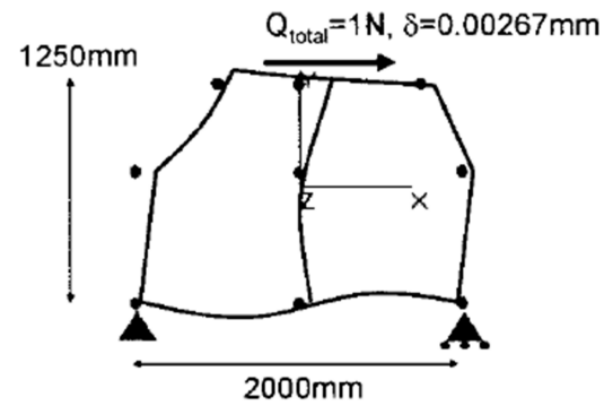
1 해석 결과에 X 방향 변위 추가

$$(Gt)_{Eff} = \left(\frac{Q}{\delta}\right) \frac{H}{L}$$

$$= \frac{1}{0.00267} \frac{1250}{2000}$$

$$= 234 \text{ N/mm}$$

FEA under shear loading



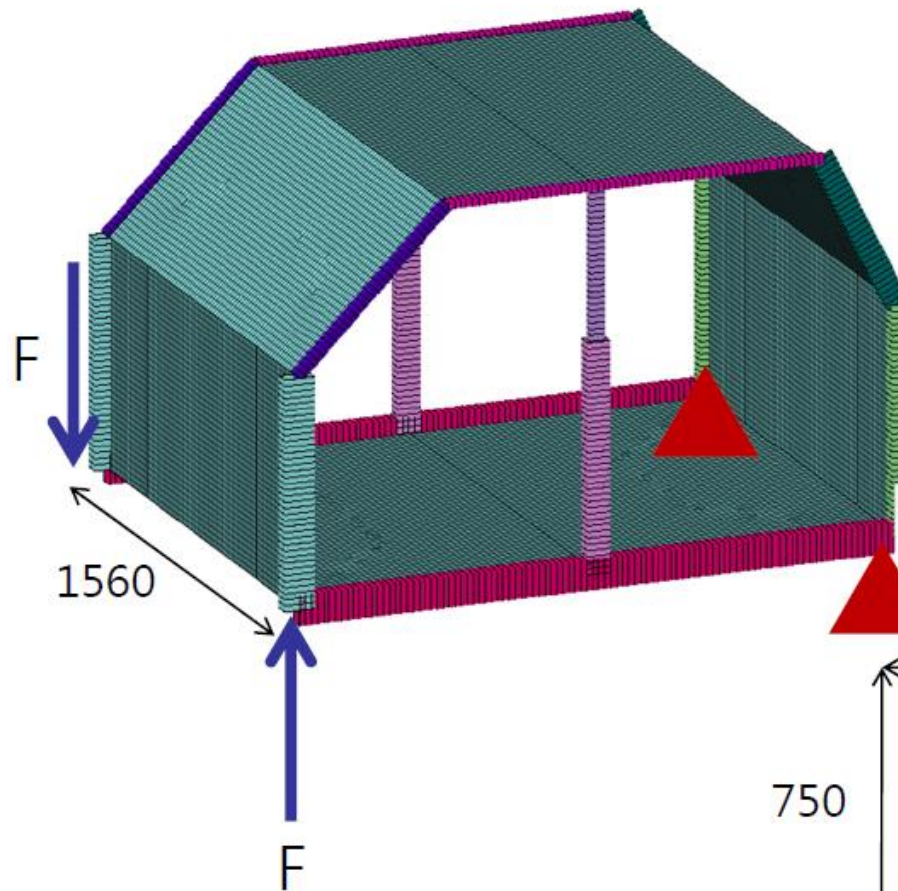
$$(Gt)_{Eff} = \left(\frac{Q}{\delta}\right) \frac{H}{L} = \left(\frac{1\text{N}}{0.00267\text{mm}}\right) \frac{1250\text{mm}}{2000\text{mm}} = 234 \text{ N/mm}$$

TORSIONAL STIFFNESS

셸 + 빔 요소

예제: TORSIONAL STIFFNESS (1)

다음 주어진 기하형상의 비틀림 강성을 구하시오. (프레임은 앞 예제의 모델 이용)

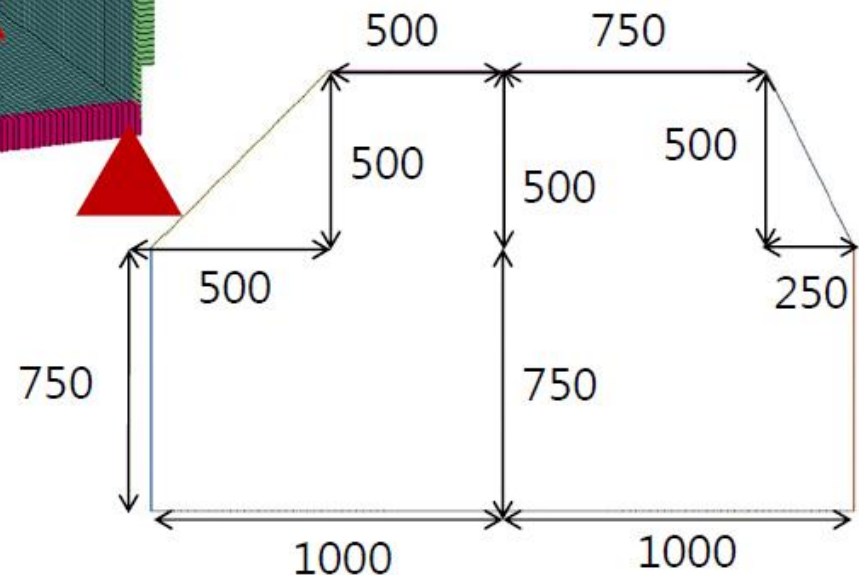


Material

- $E = 204.8 \text{ GPa}$
- $\nu = 0.28$
- $G = 80 \text{ GPa}$

Force

- $T = 7730000 \text{ Nmm}$
- $F = 7730000/1560$
 $= 4955.13 \text{ N}$



예제: TORSIONAL STIFFNESS (2)

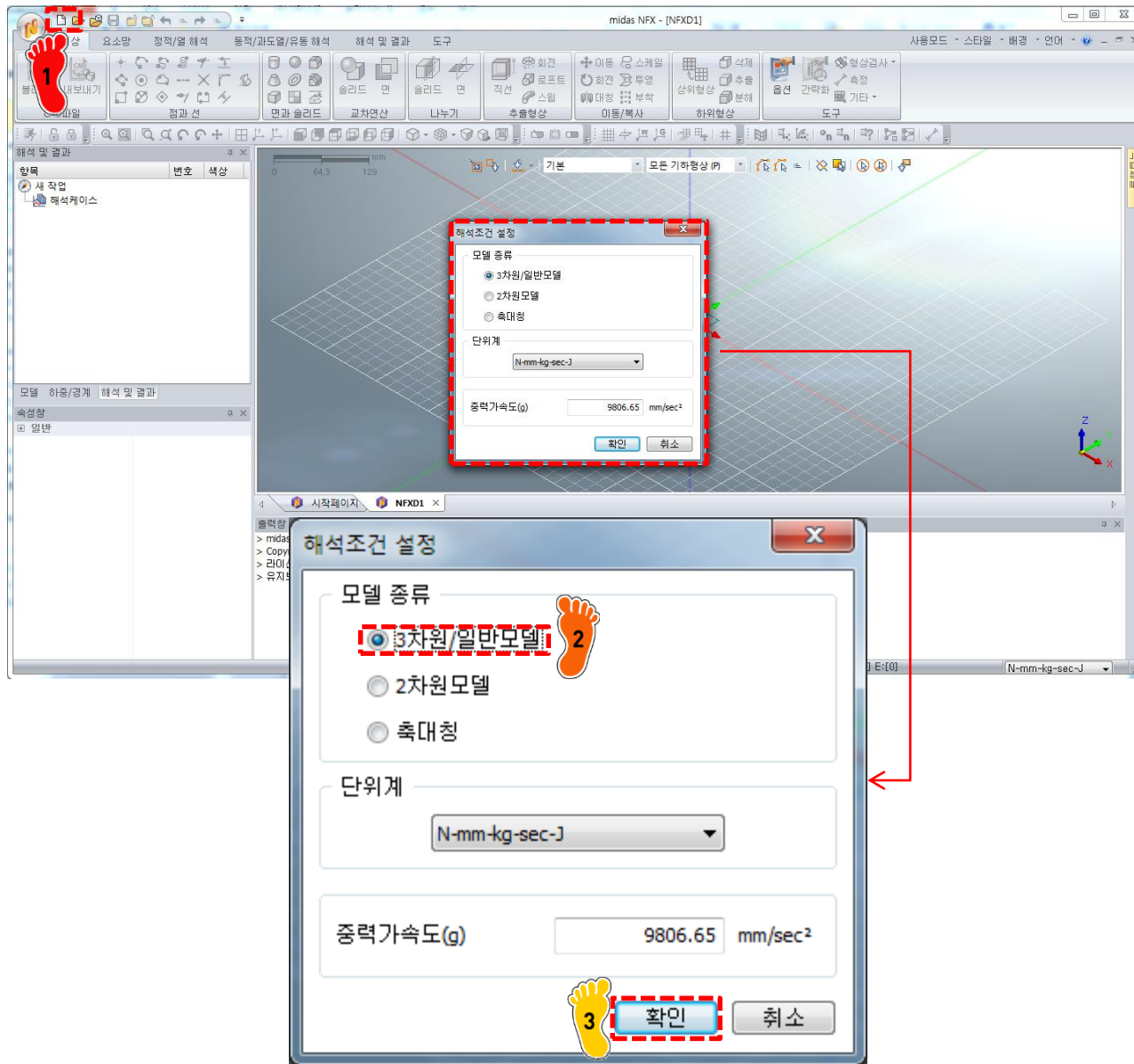
다음 주어진 기하형상의 비틀림 강성을 구하시오

$$T = 7,730,000 \text{ Nmm}, q = 2678 \text{ N} / 1250 \text{ mm} = 2.1414 \text{ N/mm}$$

Panel	Area of panel (mm ²)	Effective shear rigidity (Gt) _{EFF} (N/mm)	Area of surface / (Gt) _{EFF} (mm ³ /N)
dash	1170000	80000	14.6
windshield	1103087	80000	13.8
roof	1950000	80000	24.4
back light	872067	80000	10.9
seat back	1170000	80000	14.6
floor	3120000	80000	29.0
side frame-left	2312500	234	9882.5
side frame-right	2312500	234	9882.5

$$K = \frac{1}{\left(\frac{q}{T}\right)^2 \sum_{\text{ALL SURFACE}} \left[\frac{\text{area of surface}}{(Gt)_{\text{EFF}}} \right]} = 6.55 \times 10^8 \text{ Nmm/rad}$$

기하형상 생성 (1)

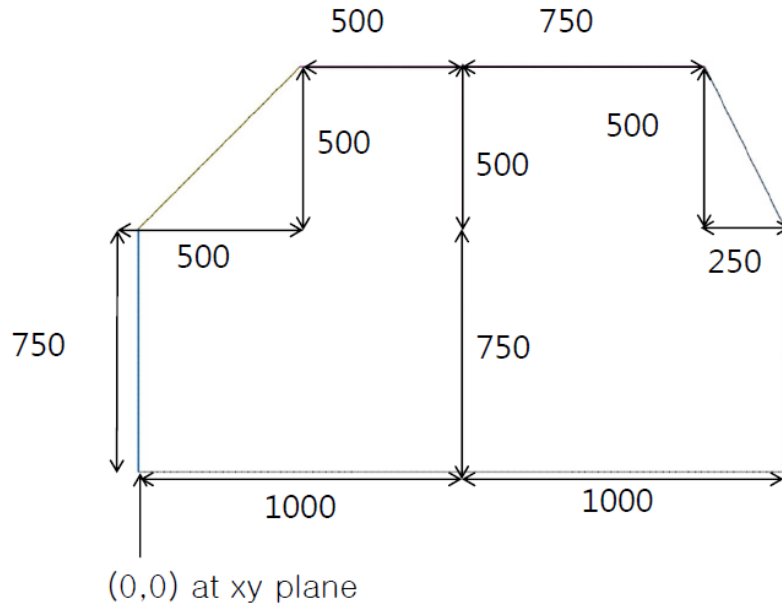


1 새로 만들기 클릭

2 3차원/일반모델 선택

3 확인

기하형상 생성 (2)



1 주어진 기하형상 생성

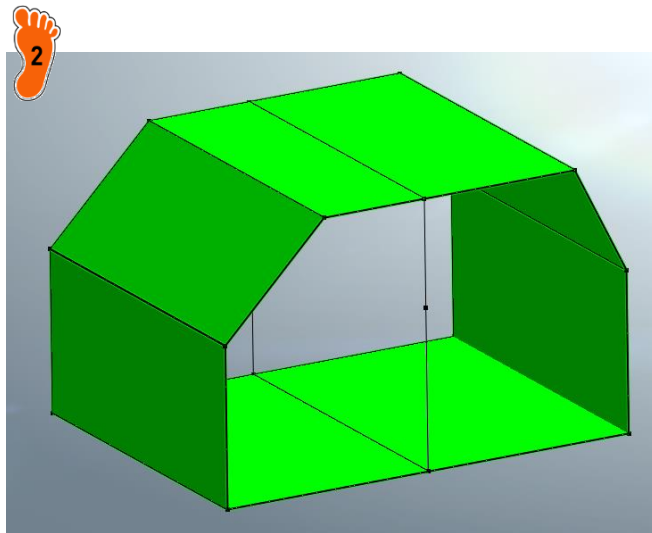
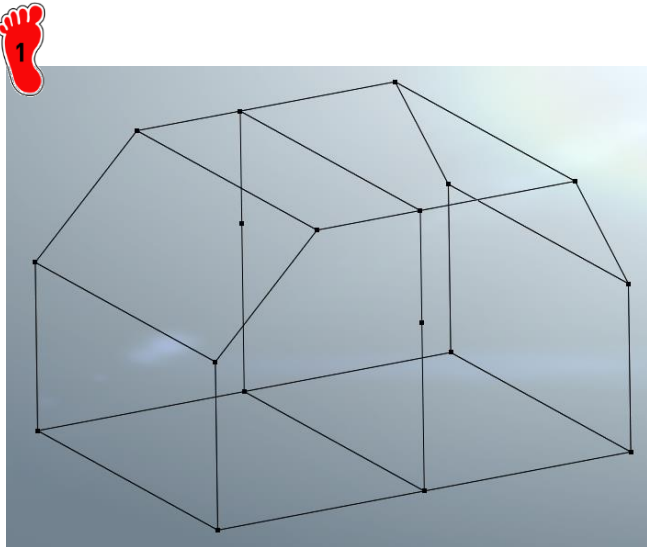
점 좌표

(0,0,0)
 (0,750,0)
 (500,1250,0)
 (1000,0,0)
 (1000,750,0)
 (1000,1250,0)
 (1750,1250,0)
 (2000,0,0)
 (2000,750,0)

반대편 sideframe을 모델링
 하기 위해,
 Z축방향으로 1560mm 평행
 이동된 점 9개 추가로 생성
 (이동 기능 사용 (복사))

2 생성한 점들을 연결하여 그림과 같이 선 생성

생성한 선을 이용하여 그림
 과 같이 면 생성



재료 물성 및 특성 입력 (1)

재료

번호 이름 색상

All

17-4PH, H1100
AISI 1020
AISI 1060
AISI 304 SS Annealed
AISI_310_SS
AISI_410_SS
AISI_Steel_1005
AISI_Steel_1008+HR
AISI 4340 Annealed
AISI_Steel_Maraging
Alloy Steel
Cast Alloy Steel
Cast Carbon Steel
Cast Stainless Steel
Chrome Stainless Steel
FC250
Galvanized Steel
H-1(CR60)
HL-4000
Hp-1
Hp-4
Inconel_718_Aged
Plain Carbon Steel
S/Steel_PH15-5
S45C
SAPH-400
SE508
SGACC
SGACEN
SGARC340-E
SGCC
SGCD1
SHP
SM45C
SM490A(KS)
SPCC
SPDE
SPRC340
SR-0300
Steel
Steel_Rolled
SUP12
SUS304
SUS316

선형 탄소성 초탄성 온도 의존

구조

탄성계수 N/mm² 열응력

프와송비 열팽창계수

질량밀도 kg/mm³ 참조온도 [T]

열전도

전도율 W/(mm·[T])

비열 J/(kg·[T])

발열계수

안전률계산방법

파손이론

인장 N/mm² 압축 N/mm²

감쇠 지수

질량 비례 감쇠 계수 1/sec

강성 비례 감쇠 계수 sec

구조 감쇠 계수

불러오기... 편집...

확인 취소 적용

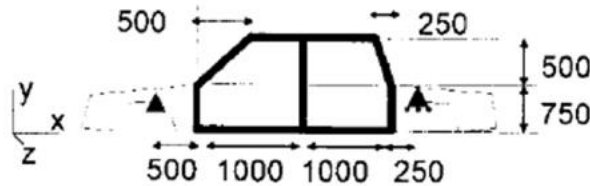


탄성계수 204.8 GPa
프와송비 0.28

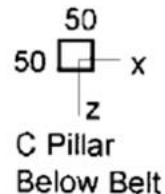
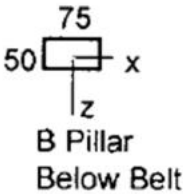
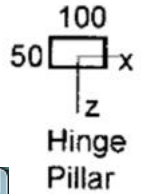
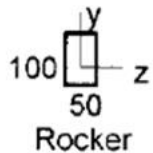
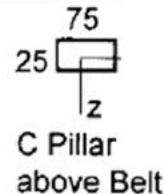
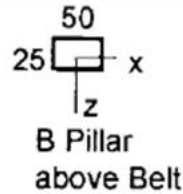
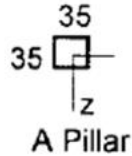
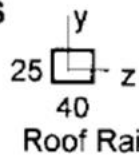
재료 생성

재료 물성 및 특성 입력 (2)

Sideframe
Dimensions
(all in mm)



SECTIONS
(t=1mm)



1 두께 1 mm 인 2차원 특성과 두께 1 mm 인 8가지 1차원 특성 생성

총 9가지 특성 생성

2차원 특성 생성/변경

번호 1 이름 2차원 특성 색상

재료 2: 재료

재료좌표계 좌표계 전체직교좌표계

두께 균일두께 ☒ 기준합수 없음

T / T1 1 mm T2 1 mm

T3 1 mm T4 1 mm

비구조질량 0 kg/mm²

☐ 면내회전자유도 포함

옵션...

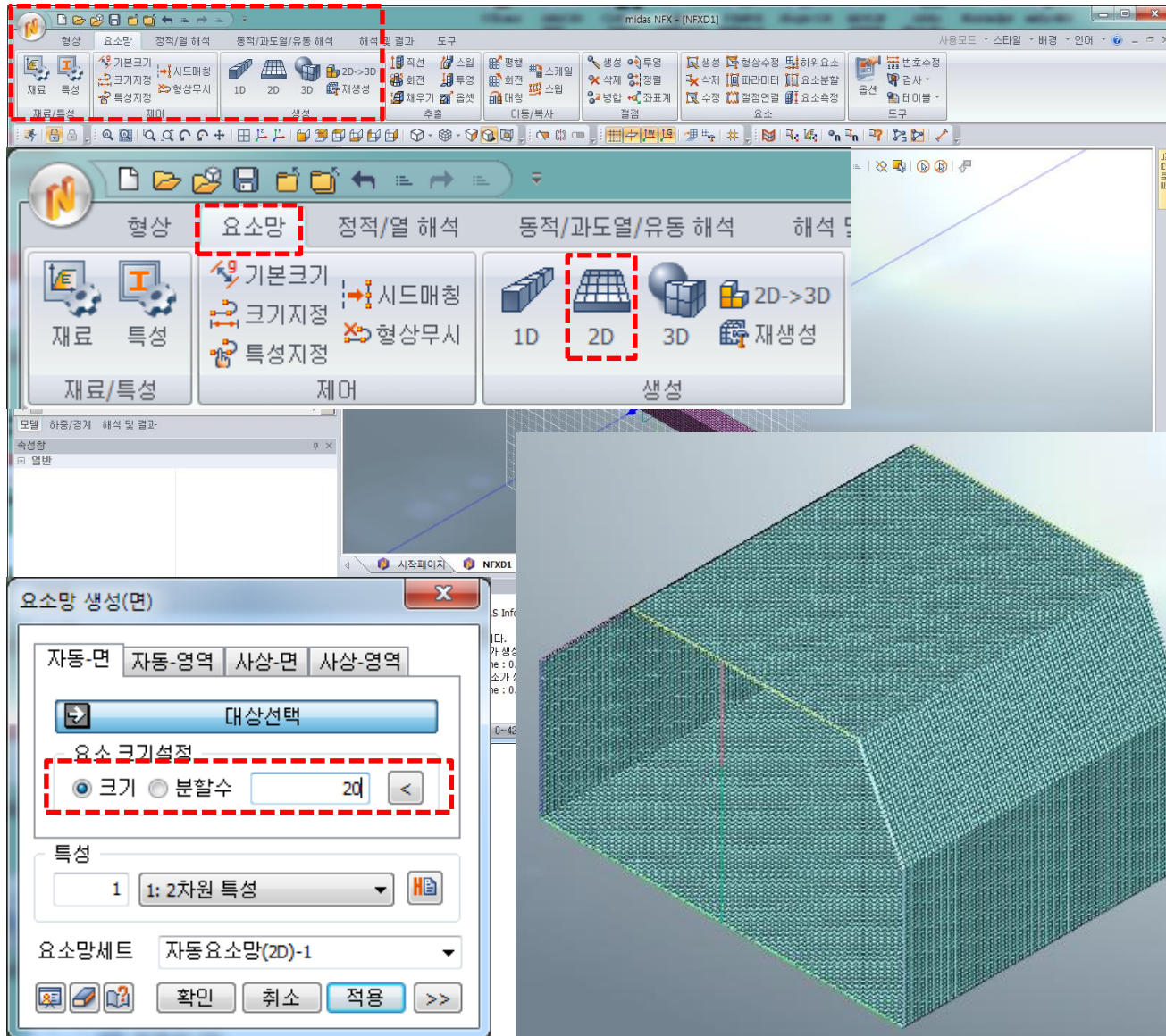
확인 취소 적용

특성 추가/수정

번호	이름	종류	하위종류	생성
1	2차원 특성	2D	판	생성
2	Roof rail	1D	바	수정...
3	A pillar	1D	바	복사
4	B pillar up	1D	바	삭제
5	C pillar up	1D	바	
6	Hinge pillar	1D	바	
7	B pillar down	1D	바	
8	C pillar down	1D	바	
9	Rocker	1D	바	

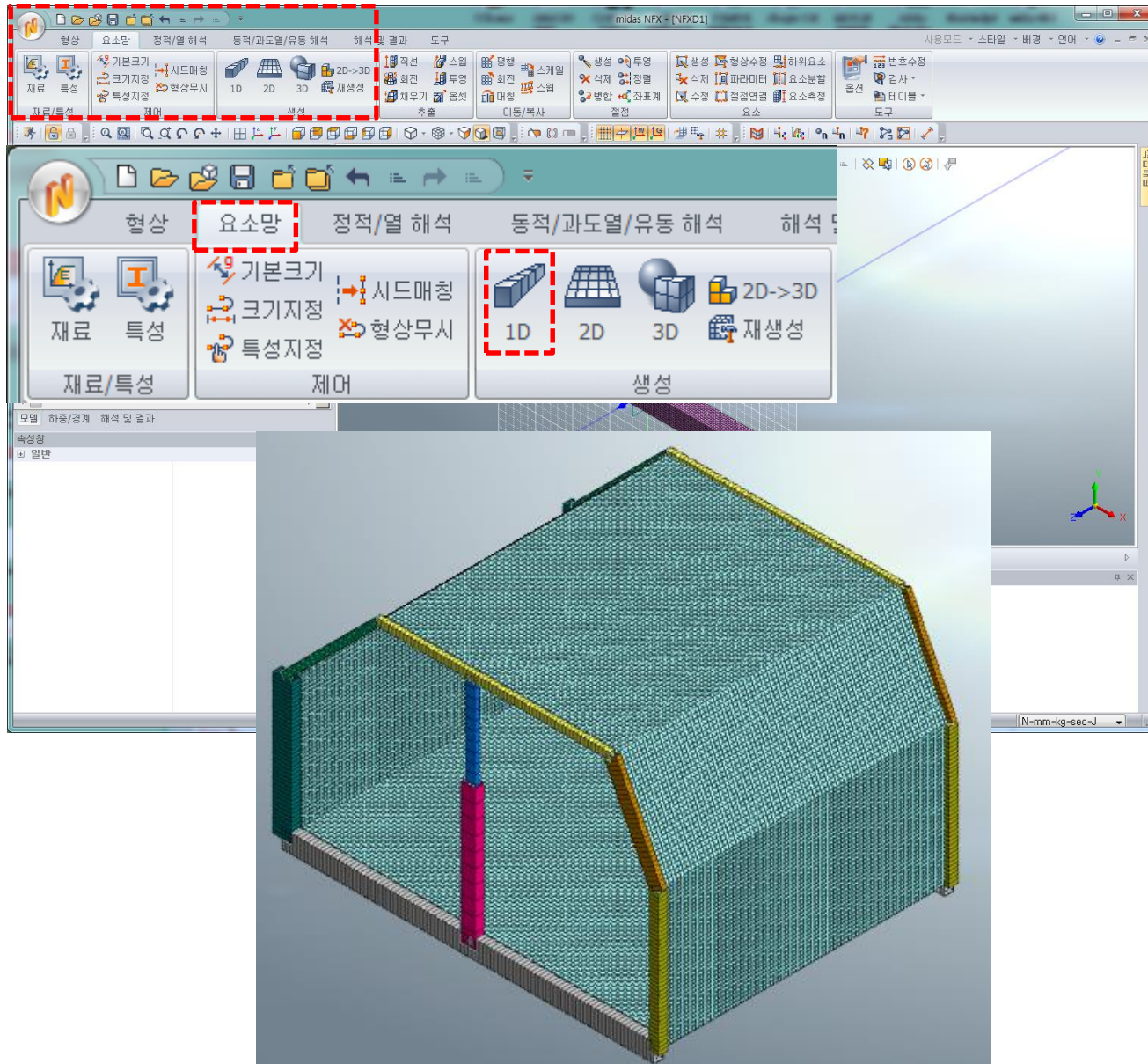
닫기

요소망 생성 (1)



20 mm 인 크기로 평면요소
생성

요소망 생성 (2)

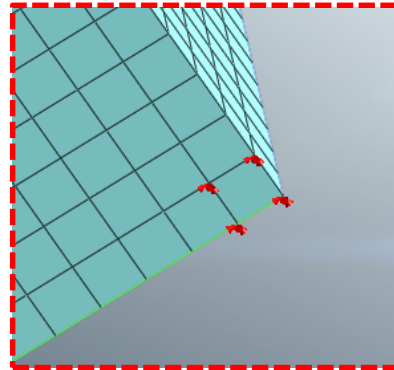
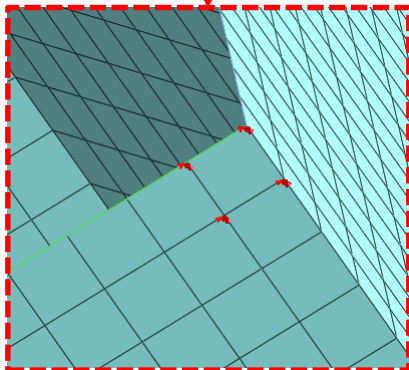
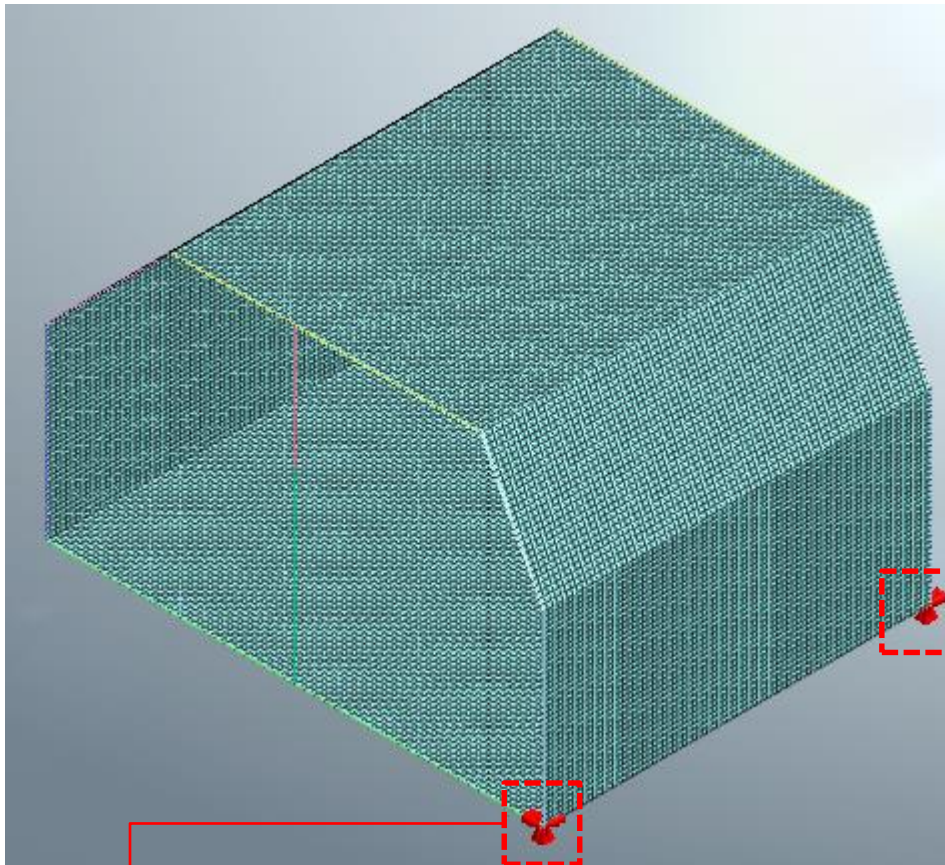


1 양 끝 형상에 1차원 빔 요소 생성 (크기: 20mm)

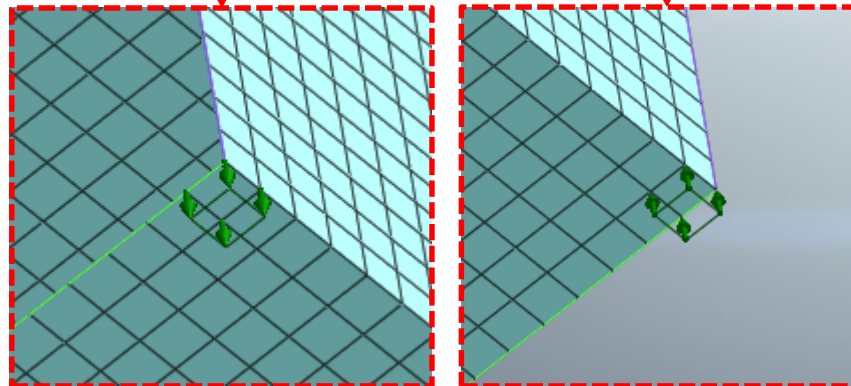
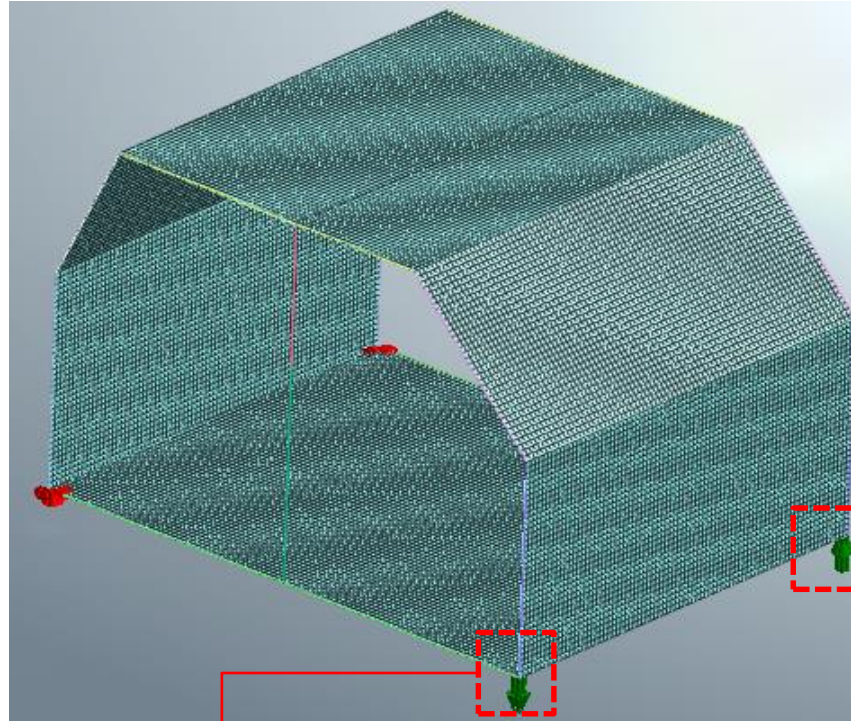
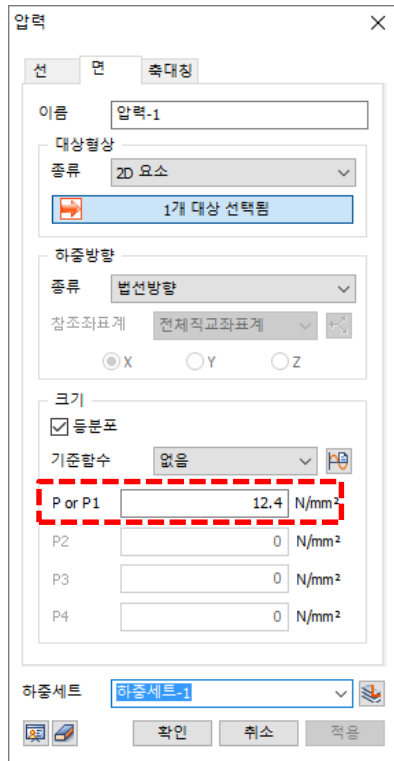
구속조건 및 하중조건 설정 (1)



뒤쪽 양 끝 요소의 절점 4개를 핀 구속조건으로 구속



구속조건 및 하중조건 설정 (2)

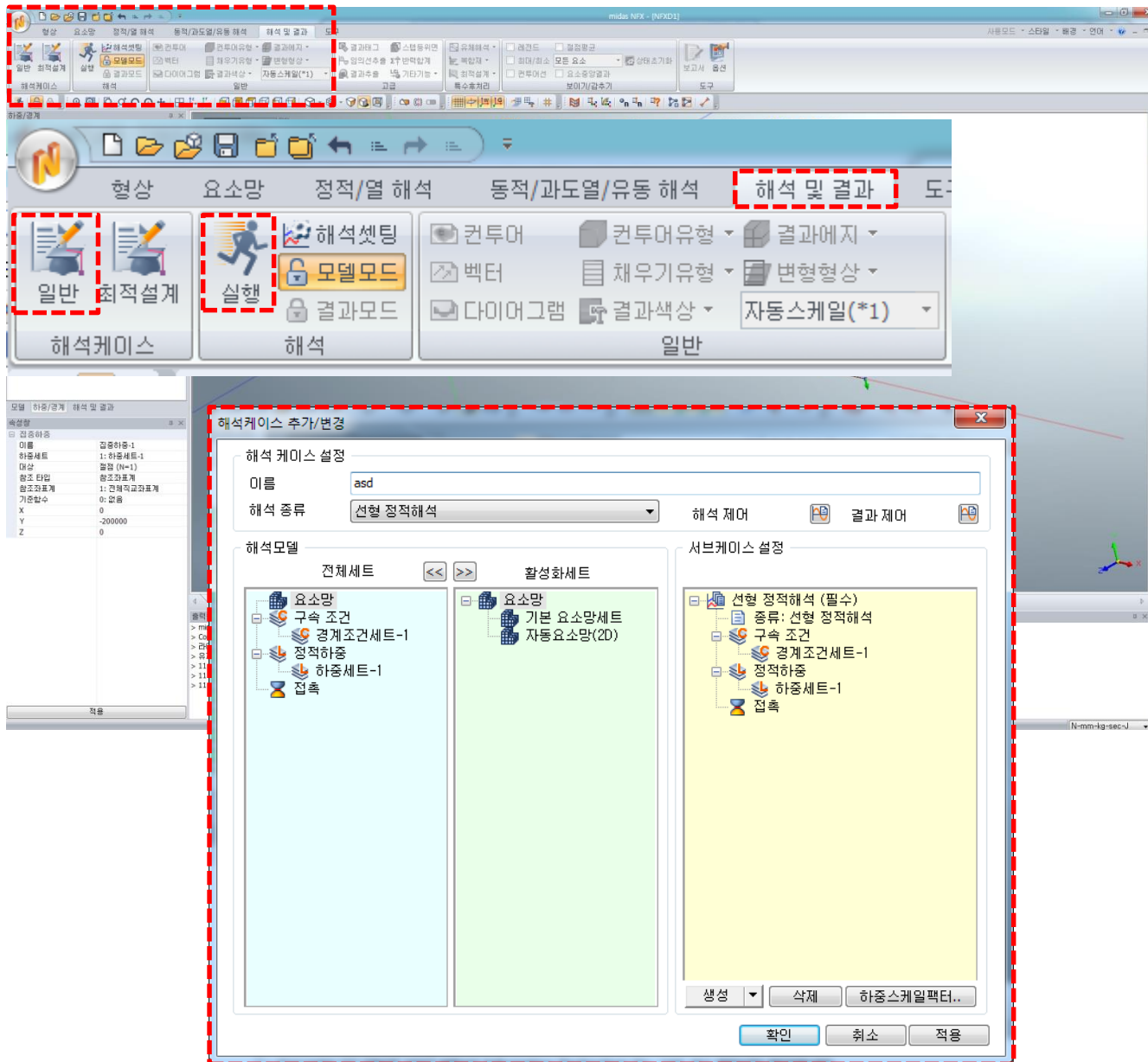


하중/면적

$$= (4955/400) = 12.4 \text{ N/mm}^2$$

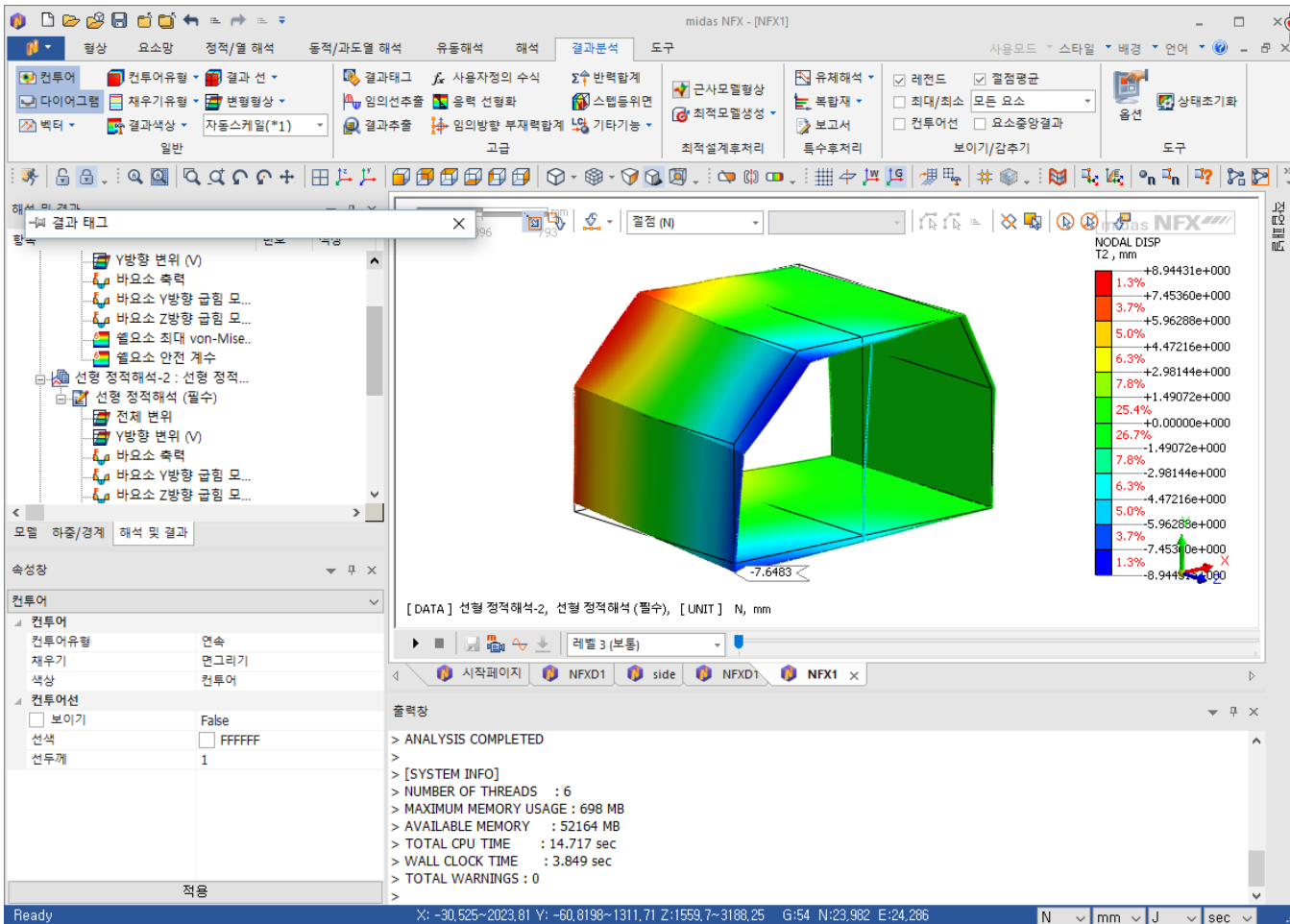
인 압력하중으로 비틀림 하중을 적용
(양쪽 부호 다르게)

해석 케이스 정의 및 해석 실행



선형 정적해석으로 해석 수행

후처리



해석 결과에 Y 방향 변위 추가

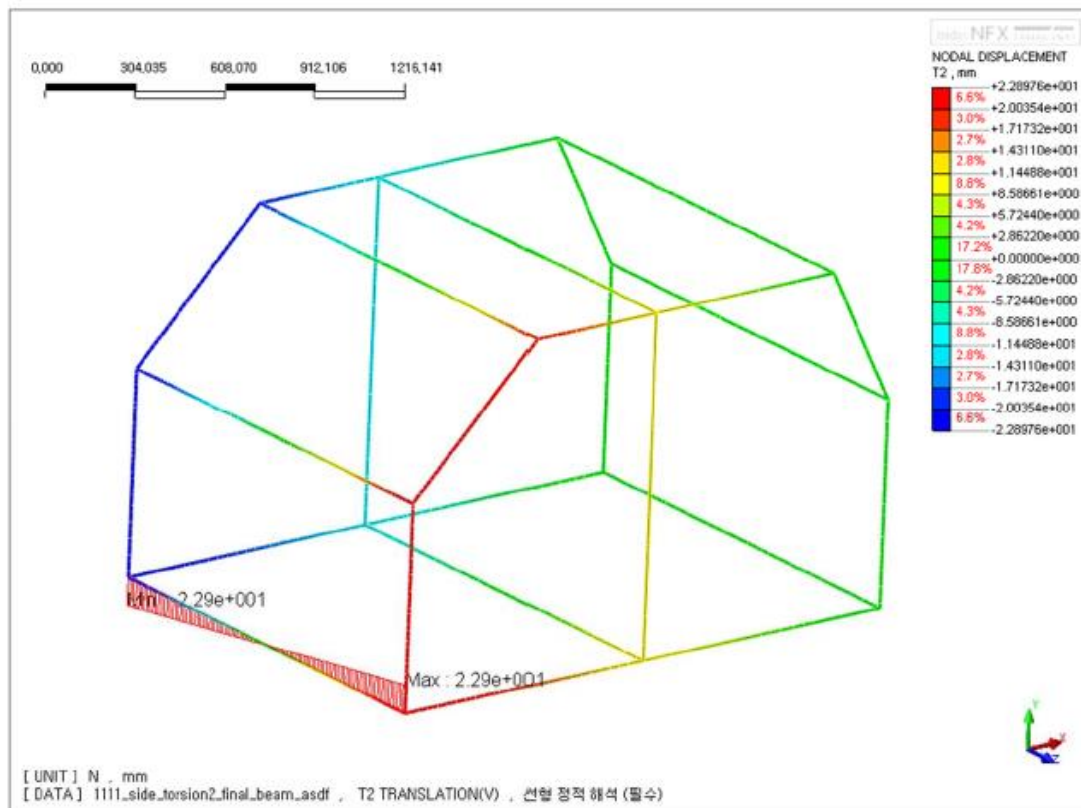
$$K = \frac{T}{\theta} = \frac{Fw}{(2\delta/w)}$$

$$= \frac{7730000}{(2 \times 7.6483 / 1560)}$$

$$= 7.88e8 \text{ Nmm/rad}$$

(이론: $6.55e8 \text{ Nmm/rad}$)

속제



1차원 Beam으로 모델링 후 비틀림 강성을 구하고 앞선 예제와 비교
(Side frame 외 보강 빔의 단면 형상은 rocker로 가정하고 해석 수행)