
성능기반 내진설계 업무절차서

CNP Dongyang

2023년 02월 15일

차례

1 성능기반 내진설계 업무절차서 소개	1
1.1 필요성	1
1.2 절차	2
1.3 소프트웨어	3
1.4 적용기준	3
2 레퍼런스 모델 생성	4
2.1 단위 설정	5
2.2 재료 설정	6
2.3 지하외벽 생성	9
2.4 지점 및 다이어프램 설정	16
2.5 유효강성 설정	16
2.6 질량 및 우발편심 설정	20
2.7 지진파산정 모델	23
2.8 하중변환 모델	23
2.9 주기 확인(탄성설계 모델)	23
3 Data Conversion Sheets 작성	24
3.1 이름 표기법	26
3.2 ETC	28
3.3 Materials	31
3.4 Nodes / Elements	31
3.5 Nodal Loads	31
3.6 Story Mass	33
3.7 Story Data	33
3.8 C.Beam Properties	33
4 모델링	36
4.1 탄성설계 모델 Import	36
4.2 Frame 생성	48
4.3 Constraints, Supports 생성	48
4.4 Sections 생성	48
4.5 Drifts 생성	48
4.6 Imbedded Beams 생성	48

4.7 Properties Import	49
4.8 Properties 지정	49
4.9 지진파 Import	49
5 비선형정적해석	50
6 비선형동적해석	51
7 해석결과 후처리	52
7.1 비선형해석 결과 출력	52
7.2 결과 후처리 및 확인	52
7.3 재해석 및 보강 설계	52
7.4 보고서 작성	52

제 1 장

성능기반 내진설계 업무절차서 소개

본 업무절차서는 CNP 동양에서의 성능기반 내진설계 수행 절차를 기술한 문서입니다.

1.1 필요성

성능기반 내진설계 업무절차서는 성능기반 내진설계를 더 정확하고, 빠르고, 편리하게 진행하기 위해 작성되었습니다.

1.1.1 모델링 시간 단축

1. 성능기반 내진설계의 절차는 매우 길고 복잡합니다. 따라서 숙련되지 않은 엔지니어들은 성능기반 내진설계 과정에서 필요한 정보나 절차를 빠뜨리거나 잘못 입력할 수 있습니다. 성능기반 내진설계 업무절차서를 참고함으로써 엔지니어는 실수를 줄이고, 실수로 인한 반복 작업을 줄일 수 있습니다.
2. 성능기반 내진설계에 사용되는 소프트웨어인 Perform-3D는 숙련되지 않은 사용자가 사용하기에 불편한 점이 많은 소프트웨어입니다. 사용자가 인식하지 못하는 오류들이 발생할 수 있으며, 오류나 예외의 처리가 미흡합니다. 또한 소프트웨어 매뉴얼에도 오류의 처리에 대한 정보가 많지 않습니다. 성능기반 내진설계 업무절차서는 오류를 최대한 방지할 수 있는 모델링 방법을 제시하고 있으며, 오류의 발생이 불가피할 경우, 이를 처리할 수 있는 방법들을 기술하였습니다. 사용자는 이를 통해 프로그램 상의 오류를 발견하고 처리하는 불필요한 시간을 줄일 수 있습니다.
3. 성능기반 내진설계 시간을 증가시키는 가장 큰 요인은 해석 시간입니다. 모델링 방법에 따라 모델링 시간뿐만 아니라 해석 시간도 크게 증가할 수 있기 때문에, 본 업무절차서에서는 해석 시간을 최대한 절감할 수 있도록 모델링하는 방법을 기술하였습니다.

1.1.2 학습의 용이함

성능기반 내진설계의 절차가 매우 길고 복잡한 만큼, 이를 학습하고 교육하는 것도 복잡하고 시간이 많이 소요됩니다. 또한 Perform-3D는 Midas Gen, Etabs와 같은 프로그램과는 달리 튜토리얼이나 교육자료뿐만 아니라 유튜브 동영상마저 부족하기 때문에, 스스로 학습이 쉽지 않습니다. 성능기반 내진설계 업무절차서는 성능기반 내진설계에 익숙하지 않은 엔지니어들이 학습할 수 있는 자료를 제공할 뿐만 아니라, 선임 엔지니어들이 교육에 쏟아야하는 시간을 절감할 수 있습니다.

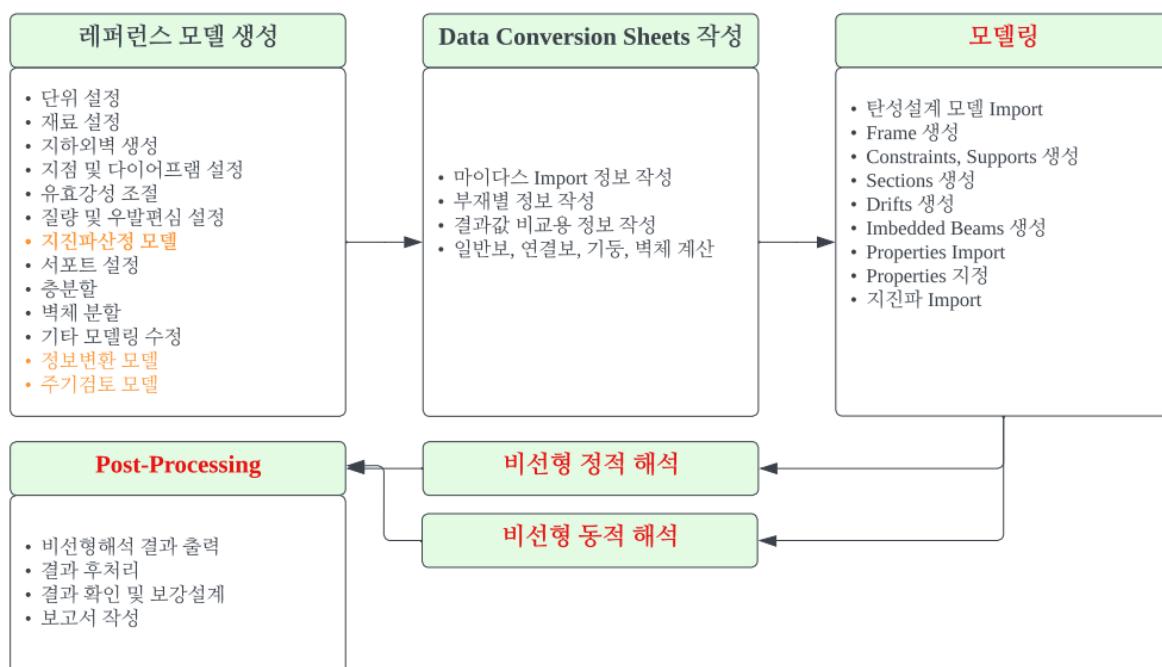
1.1.3 지식과 노하우의 공유와 축적

본 업무절차서는 CNP 동양의 모든 엔지니어들이 성능기반 내진설계에 대한 지식과 노하우를 공유하고 축적하는 플랫폼으로 활용될 수 있습니다. 성능기반 내진설계에 대해 본 업무절차서와 다른 생각을 갖고 계시거나, 도움이 될 만한 팁, 정보를 공유하고 싶으신 분, 개선할 점이나 오류 등의 의견을 주시고 싶으신 분들이 직접 참여하여 업무절차서를 더 발전시킬 수 있습니다.

1.1.4 엔지니어의 건강 증진

성능기반 내진설계에서는 사용자가 수동으로 수행해야 할 작업이 매우 많습니다. 수동 작업을 하면 의자에 앉아 작업하는 시간이 늘어나기 때문에, 허리, 시력 등의 육체적 건강에 문제가 생길 수 있습니다. 또한 같은 작업을 계속 반복해야하기 때문에 정신적으로도 피폐해집니다. 성능기반 내진설계 업무절차서는 프로세스를 간소화하고 모델링 시간을 단축시킴으로써, 엔지니어의 건강에 문제가 될 수 있는 요인들을 줄일 수 있습니다.

1.2 절차



1.3 소프트웨어

본 성능기반 내진설계 업무절차서에서는 다음의 소프트웨어들을 사용합니다.

1.3.1 엑셀

엑셀은 대부분의 엔지니어들에게 익숙한 소프트웨어입니다. 특히 많은 데이터를 입력하거나 데이터의 결과값을 확인해야하는 경우, 엑셀은 유용하게 쓰일 수 있습니다. 따라서 본 업무절차서에서는 **Data Conversion Sheets**라고 하는 엑셀 파일로 모델링 정보를 입력하고 출력할 것입니다.

사용자는 Data Conversion Sheets에 대상 건물에 대한 모든 정보를 입력합니다. Data Conversion Sheets는 입력된 정보를 이용하여 모델링에 필요한 파라미터, 부재력 등을 계산합니다. 또한 해석결과도 Data Conversion Sheets에서 부분적으로 확인이 가능합니다.

1.3.2 PBD_p3d (In-house 프로그램)

엑셀은 매우 훌륭한 프로그램이지만, 비선형 동적해석(시간이력해석)에서 생성되는 데이터의 양은 엑셀로 처리하기에 벅찹니다. PBD_p3d는 방대한 양의 데이터를 처리하는 역할을 하며, 엔

1.3.3 key_macro

key_macro(매크로)는 엑셀과 PBD_p3d

매크로는 엑셀과, PBD_p3d가 처리할 수 없기 때문에 엔지니어가 직접 처리해야하는 작업들을 대신하는 역할을 합니다. PBD_p3d와는 달리 컴퓨터가 작업하는 모습을 화면으로 볼 수 있기 때문에, 그 기능을 직접 확인하실 수 있습니다. 매크로 역시 단점은 있습니다. 분명 사람의 눈과 손보다는 빠르고 정확하게 작동하지만, 방대한 양의 부재를 처리함에 있어서는 빠르다고 말할 수 없습니다. 매크로 실행 중에는 다른 작업을 못하기 때문에, 실행이 끝나기 전까지 PC 사용이 불가능하며, 가끔씩 오류가 생기기도 합니다. 이런 단점들에도 불구하고 단점보다 장점이 더 많은 소프트웨어입니다.

1.3.4 Perform-3D Compound

1.4 적용기준

- KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준(2022), 국토교통부
- 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침 (2021), 대한건축학회
- 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계를 위한 비선형해석모델 (2021), 대한건축학회
- 철근콘크리트 건축물 성능기반 내진설계 지침 및 모델링 가이드 (2019), 한국지진공학회

제 2 장

레퍼런스 모델 생성

해외 프로젝트를 제외하면 대부분의 프로젝트에서는 탄성설계를 Midas Gen으로 진행합니다. 반면, 저희가 성능설계 모델링에 사용할 프로그램은 Perform-3D입니다. 따라서 Midas Gen에서 Perform-3D로 모델링 정보를 변환하는 과정이 필요한데, 두 프로그램은 엄연히 다른 프로그램이기 때문에 모든 정보를 변환할 수 없습니다. 다만 탄성설계 모델을 최대한 다듬고 수정하여 변환한다면, 최대한 많은 정보들을 변환할 수 있습니다. 또한 모델 정보를 다른 프로그램으로 옮기는 과정이 올바르게 진행되었는지 검증하는 과정도 필요합니다.

이와 같이 최종모델(성능기반 내진설계 모델)을 생성하는 과정에서 만들어지는 모든 중간단계의 모델을 통틀어 레퍼런스 모델이라고 지칭하였습니다.

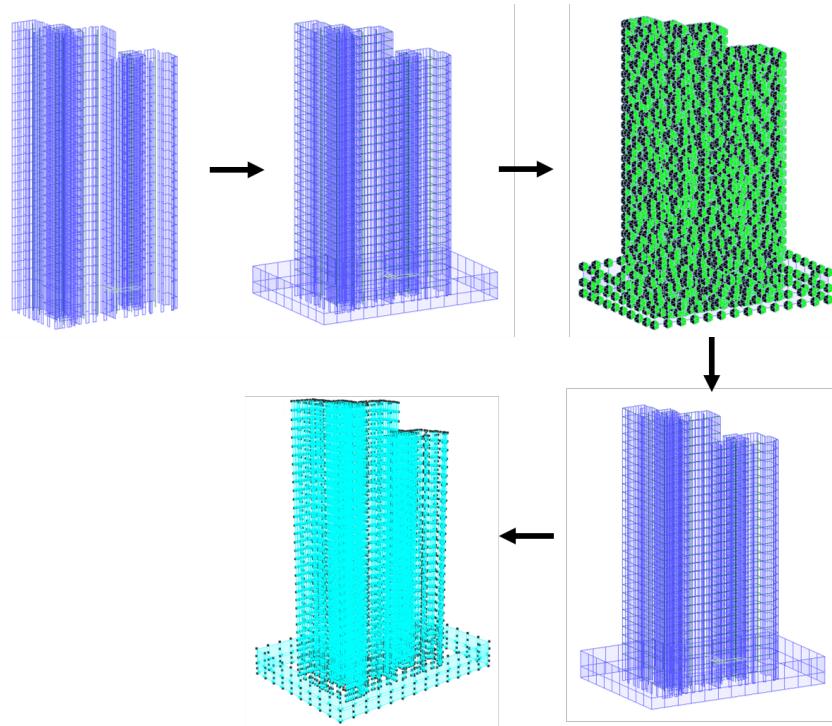


그림 1: 탄성설계 모델 - 지진파산정 모델 - 정보변환 모델 - 주기검토 모델 - 성능설계 모델

탄성설계 모델

탄성설계 모델은 탄성설계 과정에서 사용된 최종 Midas Gen 모델입니다.

지진파산정 모델

지진파 산정 모델은 지진파 산정 의뢰를 위해 제출해야하는 Midas Gen 모델입니다. 탄성설계 모델을 성능설계 모델로 변환하는 과정 중에 가장 먼저 생성되는 모델입니다.

정보변환 모델

정보변환 모델은 하중을 제외한 모든 정보를 Perform-3D로 변환하기 위한 Midas Gen 모델입니다. 하중변환 모델과 정보변환 모델은 Perform-3D로 Import하기 위한 최종 정보가 포함된 모델이기 때문에, 이 두 모델이 정확하지 않으면 성능설계 모델도 부정확하게 모델링될 수 있습니다.

지진파산정 모델에서 몇가지 설정만 변경하여 정보변환 모델을 생성할 수 있습니다.

주기검토 모델

주기검토 모델은 탄성설계 모델의 정보가 성능설계 모델에 정확하게 반영되었는지 비교 검증하기 위한 모델입니다. 주기 외에도 모드형상, 질량참여율, 밑면전단력 등을 비교합니다.

성능설계 모델

성능설계 모델은 성능기반 내진설계에 필요한 Perform-3D 모델입니다. 하중변환 모델과 정보변환 모델을 기반으로 생성되며, 자세한 내용은 [모델링](#) 장에서 다뤄집니다.

2.1 단위 설정

모든 모델링에서 가장 먼저 해야할 것은 단위를 설정하는 것입니다. 성능기반 내진설계에서도 마찬가지입니다. 특히 본 매뉴얼에서 소개할 성능기반 내진설계는 여러가지 소프트웨어를 활용하기 때문에, 각각의 소프트웨어마다 단위를 알맞게 변환, 통일하는 것이 매우 중요합니다. 저희는 단위 변환으로 인한 사용자들의 실수와 혼란을 방지하고, 단위 변환에 필요한 프로세스를 줄이기 위해 단위를 통일하여 사용할 것입니다. 저희가 앞으로 사용할 단위는 **kN, mm**입니다.

What to do

- 첫번째로, 지진파산정 모델을 생성하기 위해 최종 탄성설계 모델을 복사(또는 Save as)하여 새로운 모델을 생성합니다. 생성 후 파일을 실행합니다.
- 새로 생성한 탄성설계 모델의 단위를 kN, mm 로 설정합니다.

2.2 재료 설정

재료 강도는 Midas Gen에서 Perform-3D로 Import되는 정보가 아니지만, 지진파 산정이나 성능설계 모델과의 비교 검증을 위해 설정해야 합니다.

2.2.1 기대강도

성능기반 내진설계에 사용되는 모델의 재료에는 기대강도를 적용합니다.¹

재료 특성	설계기준압축강도	기대강도 계수
콘크리트 압축강도 (f_{ck})	21MPa 이하	1.2
	21MPa 초과 ~ 40MPa 이하	1.1
	40MPa 초과	1.0

그림 2: 콘크리트의 기대강도계수

콘크리트의 기대강도는 콘크리트 강도에 위의 표의 기대강도계수를 곱하여 산정합니다.² 그러나 Midas Gen은 기대강도 대신, 기대강도가 반영된 탄성계수를 입력받습니다. 따라서 아래와 같이 기대강도를 반영한 탄성계수를 산정하여 입력합니다.³

$$\begin{aligned} E_c &= 8500 \sqrt[3]{\text{기대강도}} \\ &= 8500 \sqrt[3]{\text{기대강도계수} \times f_{cm}} \end{aligned}$$

참고: 기대강도가 반영된 탄성계수는 Data Conversion Sheets의 Materials 시트에서도 확인할 수 있습니다.

2.2.2 포아송비

포아송비(ν)의 경우, 전단탄성계수(G)를 구하는 식

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad (2.1)$$

를 이용하여 산정할 수 있습니다.

콘크리트의 전단탄성계수는 근사적으로

$$G_c = 0.4E_c \quad (2.2)$$

¹ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021) 4.4

² 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021) [표 4-1] [표 4-2]

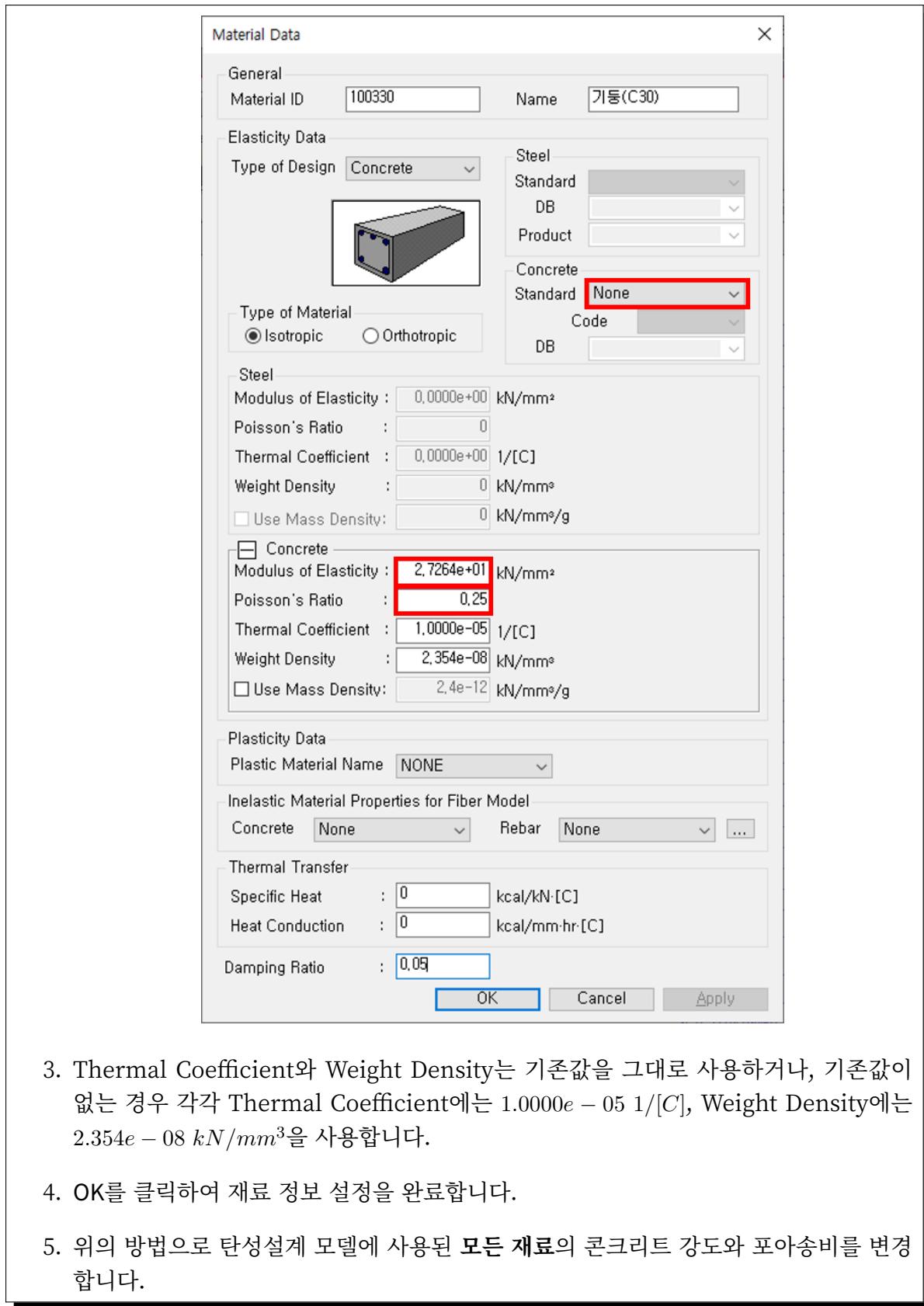
³ 국토교통부, KDS 14 20 10 콘크리트구조 해석과 설계 원칙(2021), 4.3.3

를 사용하므로⁴, 성능기반 내진설계에서는 두 식에 의해 산정되는 포아송비 0.25를 사용합니다.

What to do

1. Properties - Material Properties을 클릭합니다. 생성된 창에서 변경할 재료를 선택합니다.
2. 콘크리트 정보를 직접 입력하기 위해, Standard를 None으로 설정합니다. Modulus of Elasticity에 기대강도를 반영한 탄성계수를 입력합니다. 아래의 그림에서는 C30 콘크리트를 사용하므로, $E_c = 8500 \sqrt[3]{1.1 \times 30}$ 를 계산하여 입력합니다. Poisson's Ratio에는 0.25를 입력합니다.

⁴ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계를 위한 비선형해석모델(2021) [해그림 7-6]



3. Thermal Coefficient와 Weight Density는 기준값을 그대로 사용하거나, 기준값이 없는 경우 각각 Thermal Coefficient에는 $1.0000e - 05 \text{ 1/[C]}$, Weight Density에는 $2.354e - 08 \text{ kN/mm}^3$ 을 사용합니다.
4. OK를 클릭하여 재료 정보 설정을 완료합니다.
5. 위의 방법으로 탄성설계 모델에 사용된 모든 재료의 콘크리트 강도와 포아송비를 변경합니다.

2.3 지하외벽 생성

비선형 해석에서는 지반-건축물 상호작용을 고려하기 위하여 지하층 구조물을 반드시 고려해야 합니다.¹ 탄성설계 모델에 지하층 구조물이 반영되어 있는 경우, 지하층 구조물을 그대로 사용하여도 되지만, 지하층 구조물에 대한 정보가 부족하거나 지하층 구조물의 모델링이 까다로운 경우, 설계자와의 협의를 통해 간략화된 모델을 적용할 수 있습니다.

본 업무절차서에서는 지하층 구조물을 간략화하여 모델링하는 경우에 대해 기술하였습니다.

2.3.1 지하층 구조물을 간략화하여 모델링하는 경우

본 업무절차서에서는 지하층의 구조물을 간략화하기 위하여 아래와 같이 모델링합니다.

1. 주건물의 외벽으로부터 10m 주위에 지하외벽을 생성합니다. 다만, 주건물이 지하외벽과 접해있는 경우, 접한 부분은 그대로 모델링합니다.
2. 지하외벽의 두께에 대한 정보가 없는 경우, 지하외벽의 두께는 450mm로 모델링합니다.
3. 지하외벽의 강도에 대한 정보가 없는 경우, 지하외벽의 강도는 기초의 강도와 동일하게 모델링합니다.

아래에서는 지하외벽을 모델링하는 방법을 예시와 함께 설명합니다.

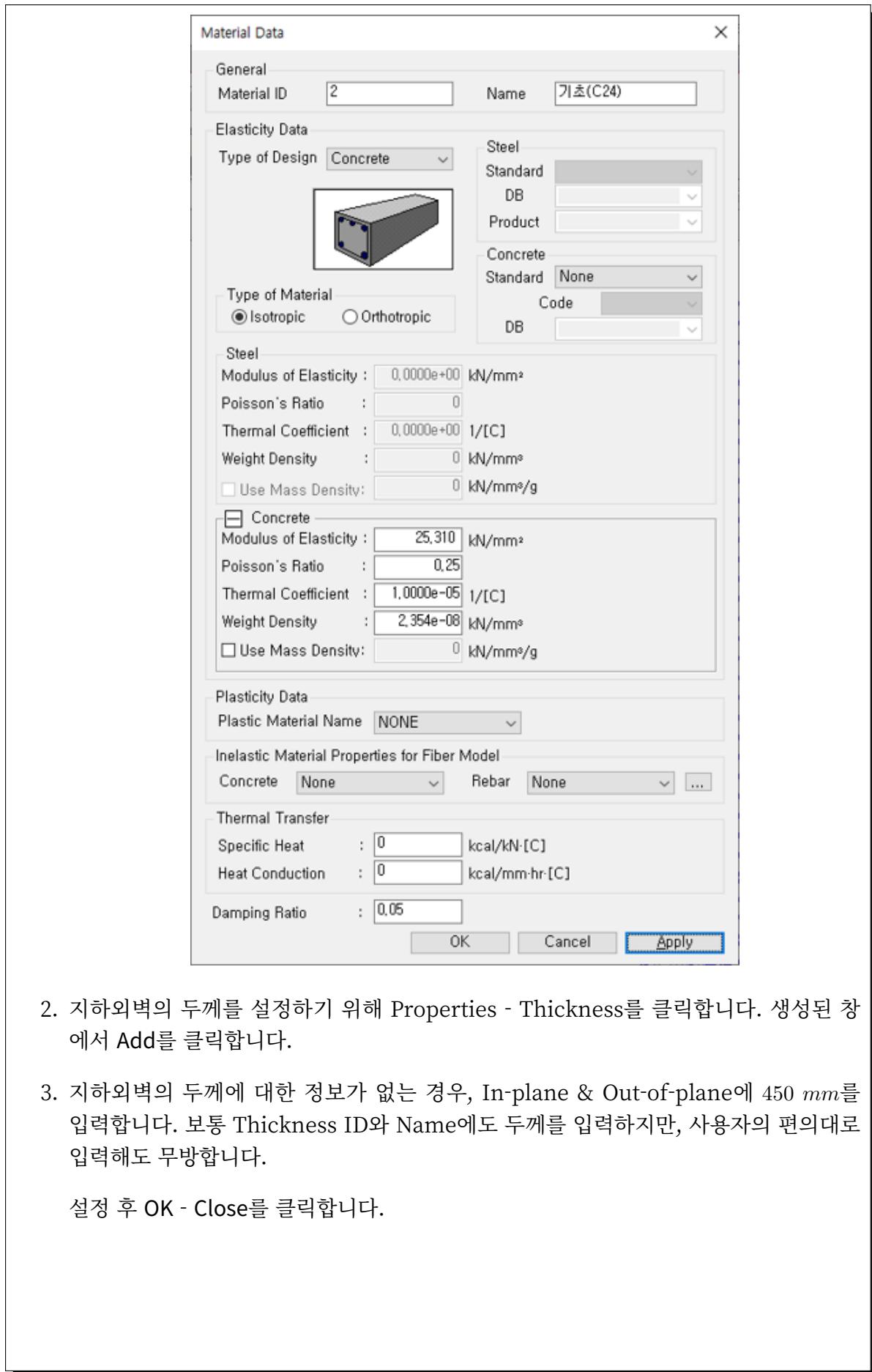
What to do

먼저, 지하외벽의 재료와 두께 정보를 생성합니다.

1. 재료 정보를 생성하는 방법은 재료 설정장을 참조합니다.

지하외벽(지하외벽이 없는 경우 기초)의 강도가 C24인 모델의 지하외벽을 생성하는 경우, 아래와 같이 재료 정보를 생성합니다.

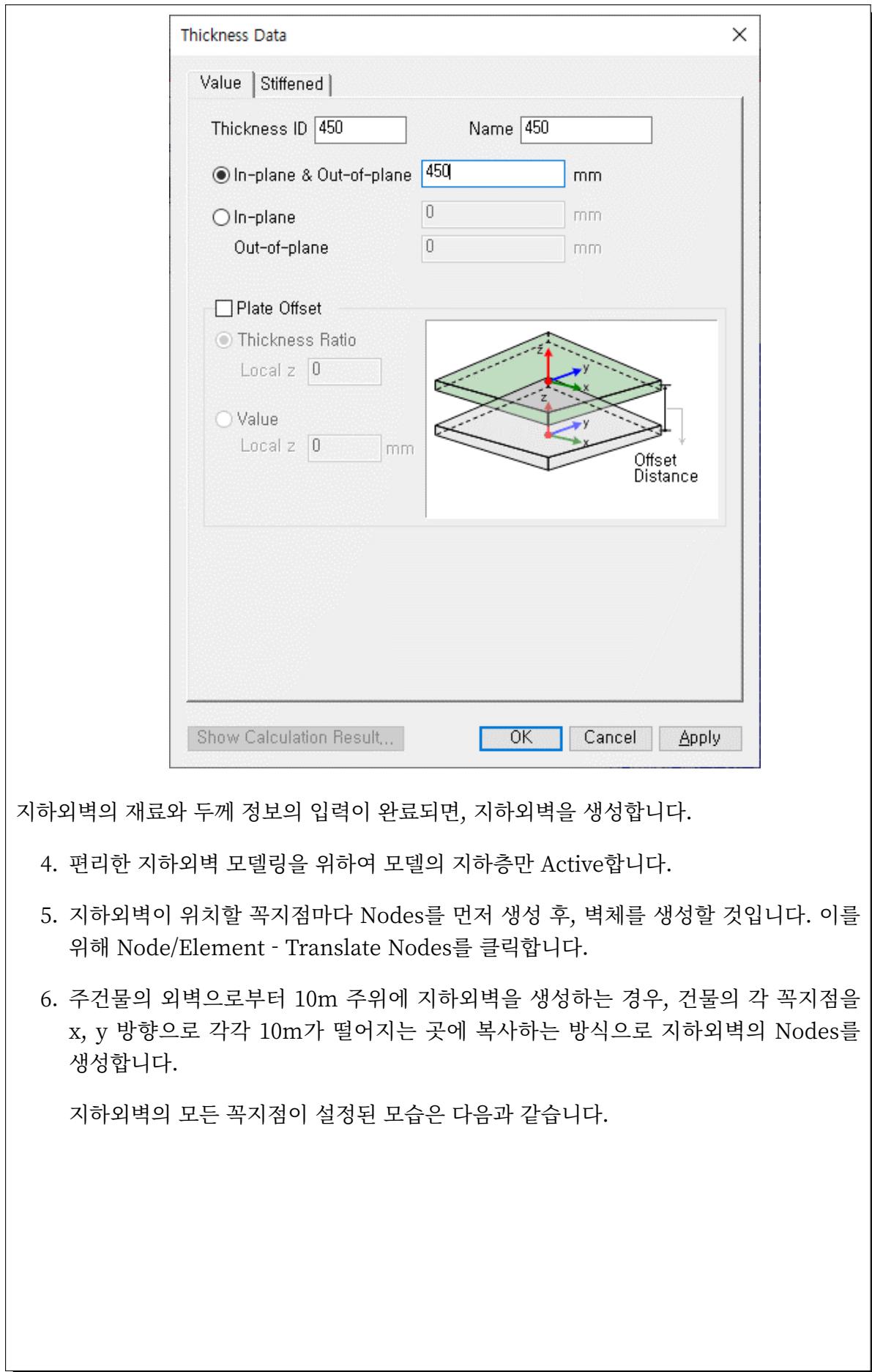
¹ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021), 4.6



2. 지하외벽의 두께를 설정하기 위해 Properties - Thickness를 클릭합니다. 생성된 창에서 Add를 클릭합니다.

3. 지하외벽의 두께에 대한 정보가 없는 경우, In-plane & Out-of-plane에 450 mm를 입력합니다. 보통 Thickness ID와 Name에도 두께를 입력하지만, 사용자의 편의대로 입력해도 무방합니다.

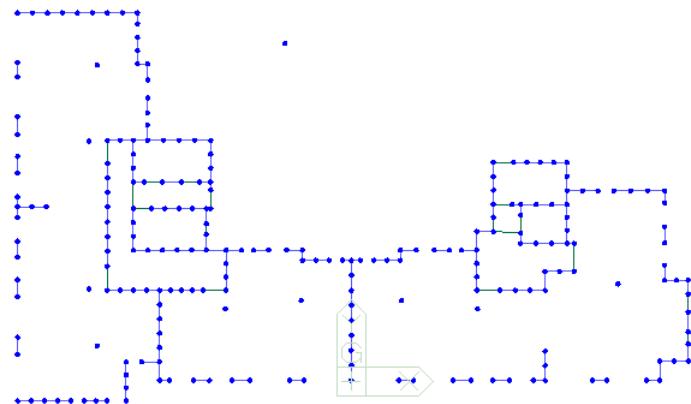
설정 후 OK - Close를 클릭합니다.



지하외벽의 재료와 두께 정보의 입력이 완료되면, 지하외벽을 생성합니다.

4. 편리한 지하외벽 모델링을 위하여 모델의 지하층만 Active합니다.
5. 지하외벽이 위치할 꼭지점마다 Nodes를 먼저 생성 후, 벽체를 생성할 것입니다. 이를 위해 Node/Element - Translate Nodes를 클릭합니다.
6. 주건물의 외벽으로부터 10m 주위에 지하외벽을 생성하는 경우, 건물의 각 꼭지점을 x, y 방향으로 각각 10m가 떨어지는 곳에 복사하는 방식으로 지하외벽의 Nodes를 생성합니다.

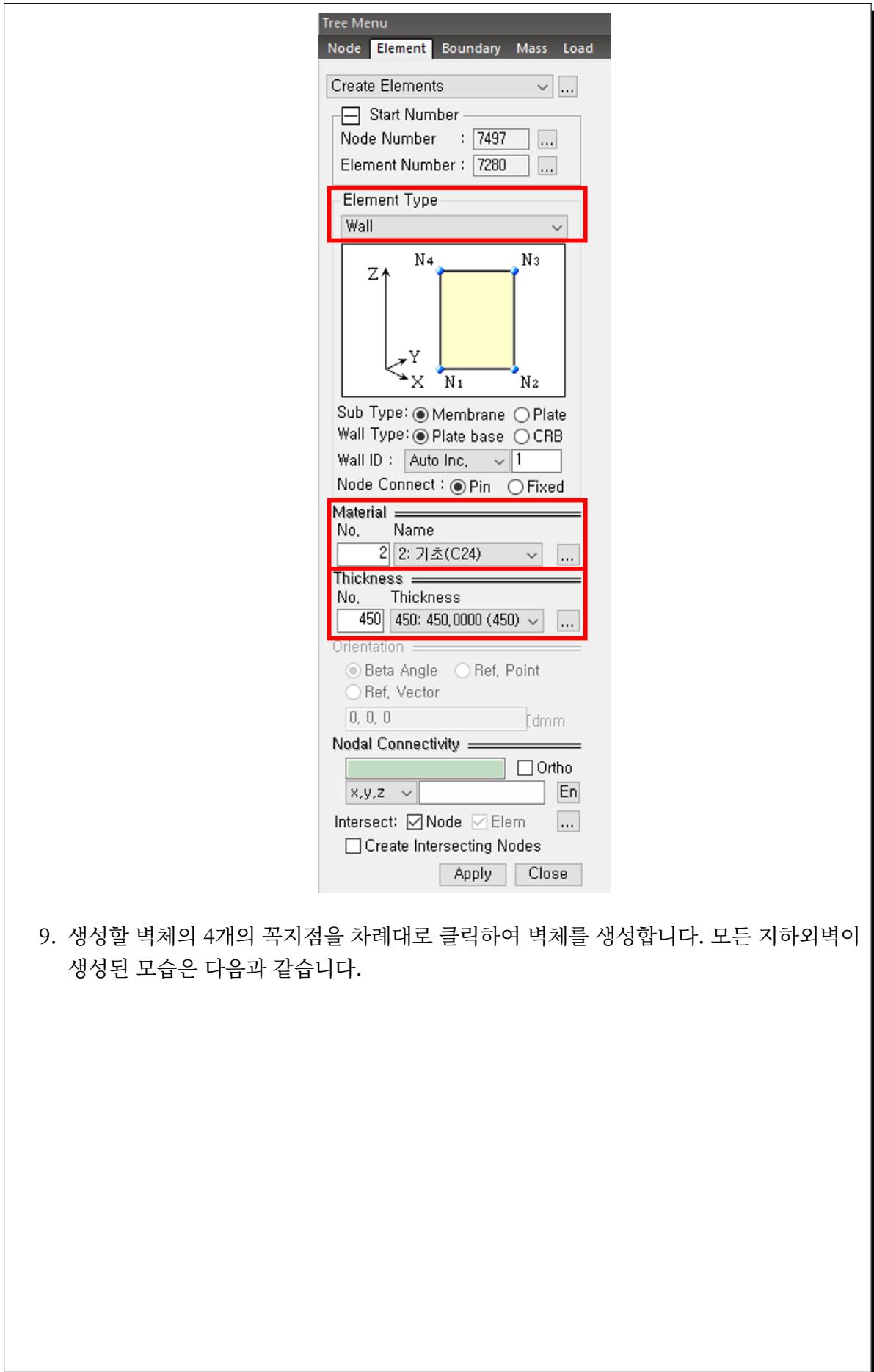
지하외벽의 모든 꼭지점이 설정된 모습은 다음과 같습니다.



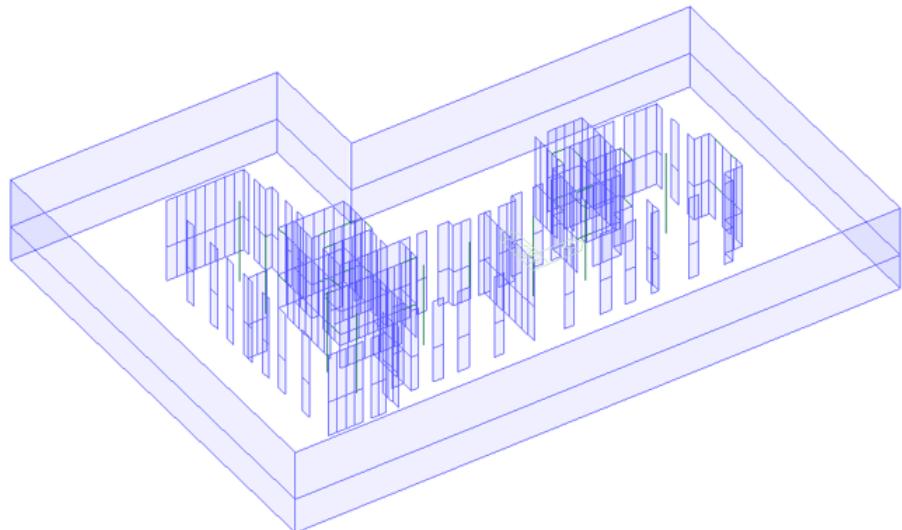
7. 생성된 꼭지점을 연결하여 벽체를 생성합니다.

Node/Element - Create Elements를 클릭합니다.

8. Element Type에서 Wall을 선택한 후, 앞서 만든 지하외벽의 강도와 두께를 각각 Material과 Thickness에서 선택합니다.

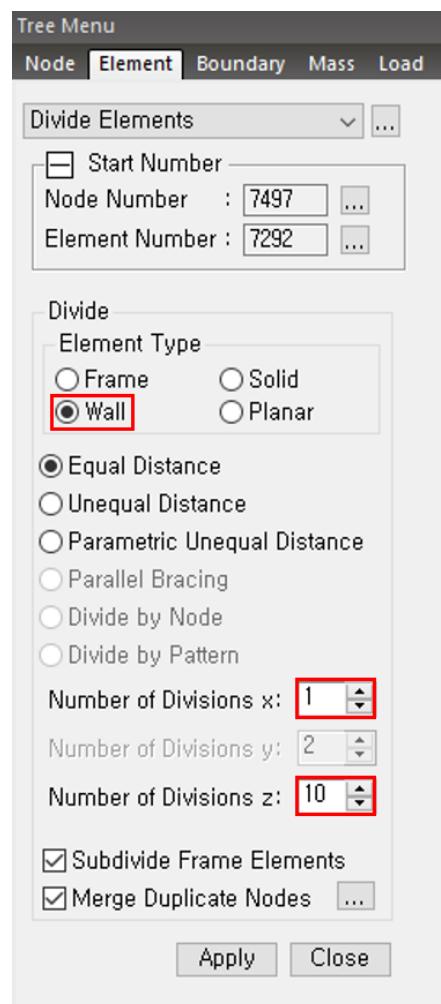


9. 생성할 벽체의 4개의 꼭지점을 차례대로 클릭하여 벽체를 생성합니다. 모든 지하외벽이 생성된 모습은 다음과 같습니다.

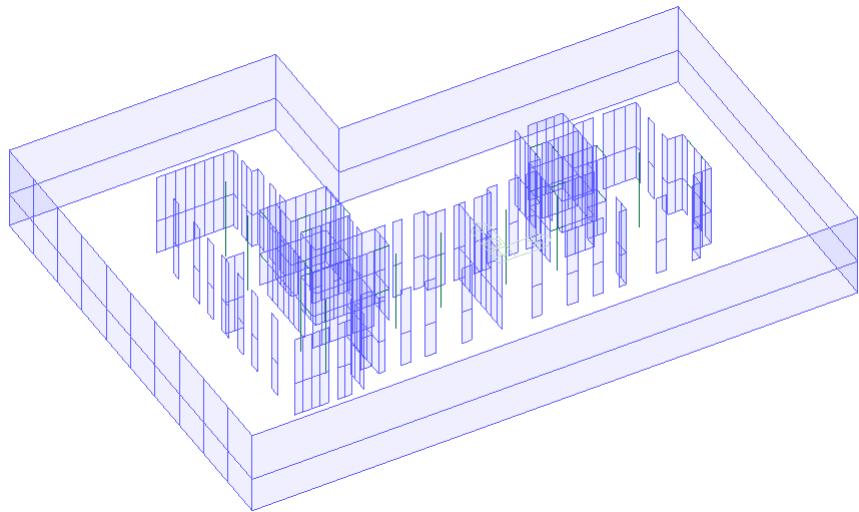


정확한 해석을 위해, 생성된 지하외벽을 적정한 간격으로 분할합니다.

10. Node/Element - Divide Elements를 클릭합니다.
11. Element Type에서 Wall을 선택한 후, Number of Divisions x(수직분할, 층분할)는 1, Number of Divisions z(수평분할)에는 아래와 같이 적정한 값을 입력합니다.



12. 벽체를 선택한 후 Apply를 클릭하면, 아래와 같이 선택한 벽체가 분할됩니다.



13. 위의 방법으로 생성한 모든 지하외벽을 적정한 간격으로 분할합니다.

2.4 지점 및 다이어프램 설정

2.4.1 지점 설정

성능기반 내진설계에서는 원칙적으로 기초면 하부가 고정된 모델을 사용하여야 합니다.¹ 그러나 경우에 따라 지하구조 측면의 구속효과를 고려하거나 지표면에서 고정조건을 사용하는 경우도 있으므로, 설계자와의 협의 이 후에 결정합니다.

What to do

- 기초면 하부를 고정단으로 설정하기 위하여 Midas Gen에서 Boundary - Define Supports를 클릭합니다.

2.4.2 다이어프램 설정

2.5 유효강성 설정

성능기반 내진설계에서의 유효강성은 아래의 표¹에 따릅니다.

참고: 재료강도와 마찬가지로 유효강성도 Midas Gen에서 Perform-3D로 Import되는 정보가 아니지만, 이 후 생성할 레퍼런스 모델, 성능설계 모델과의 비교 검증을 위해 사용됩니다.

위의 표를 참고하여 Midas Gen에서 유효강성을 변경합니다. 다만 전단강성 GA_W 의 경우, 계산에 필요한 단면적 A_W 가 유효단면적(A_e)이 아닌 전체단면적(A_g)임에 주의해야 합니다. Midas Gen에서는 유효단면적($A_e = \frac{5}{6}A_g$; 모든 보의 단면적은 직사각형으로 가정함)을 자동으로 계산하여 사용하므로, 역수인 $\frac{6}{5}$ (≈ 1.2)를 곱하여 전체단면적을 만들어 사용합니다.

2.5.1 연결보

연결보의 유효강성은 아래의 절차에 따라 변경, 추가합니다.

What to do

- Midas Gen에서 Properties - Scale Factor - Section Stiffness Scale Factor를 클릭합니다.
- Section Stiffness Scale Factor 창에서 변경, 추가할 연결보의 Section을 선택한 후, Scale Factor를 변경하여 줍니다. 휨강성은 $0.3EI$ 이므로, I_{yy}, I_{zz} 에 각각 0.3을 입력합니다.

¹ 한국지진공학회, 철근콘크리트 건축물 성능기반 내진설계 지침 및 모델링 가이드(2019) 3.4-(1)

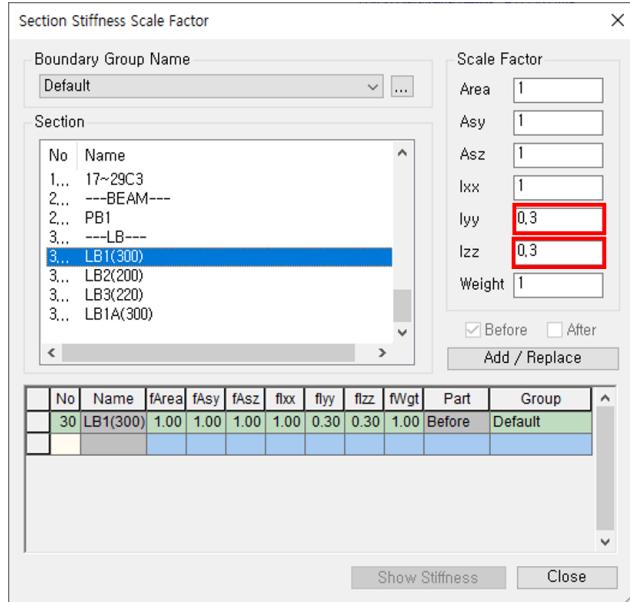
¹ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021) [표 6-1]

	휨강성	전단강성	축강성
보 ¹⁾	$0.3E_c I_g$	GA_W	-
기둥 ²⁾	$0.3E_c I_g \leq (\eta + 0.2) \left(\frac{l_s}{4h} \right) E_c I_g \leq 0.7E_c I_g$	GA_W	$E_c A_g$
벽 (균열이 없는 경우)	$0.70E_c I_g$	GA_W	$E_c A_g$
벽 (균열이 있는 경우)	$0.35E_c I_g$	$0.5GA_W$	$E_c A_g$
연결보 ³⁾	$0.3E_c I_g$	$0.04 \left(\frac{l}{h} \right) GA_W \leq GA_W$	-
다이어프램 ⁴⁾	-	$0.25GA_W$	$0.25E_c A_g$
온통기초 (면내 방향)	$0.5E_c I_g$	$1.25GA_W$	$0.5E_c A_g$
온통기초 (면외 방향)	$0.5E_c I_g$	-	-

- 1) 프리스트레스가 있는 보는 유효휨강성으로 $E_c I_g$ 를 사용하며 지진력저항시스템에 포함되지 않고 탄성으로 모델링되는 부재에 한정함
- 2) η : 기둥의 축력비로서 4.1(3)의 중력하중조합에 의한 값을 적용할 수 있음
 l_s : 기둥의 전단경간으로 층고의 1/2 적용
 h : 전단력이 작용하는 방향의 기둥 단면치수 (또는 단면 깊이)
- 3) l : 인접한 두 병렬벽체 사이에 설치된 연결보의 순경간
 h : 연결보의 단면 깊이
- 4) 유한한 강성으로 모델링하는 경우에 적용하며, 프리스트레스가 있는 다이어프램은 유효전단강성 및 유효축강성으로 각각 $0.5GA_W$ 및 $0.5E_c A_g$ 를 적용함

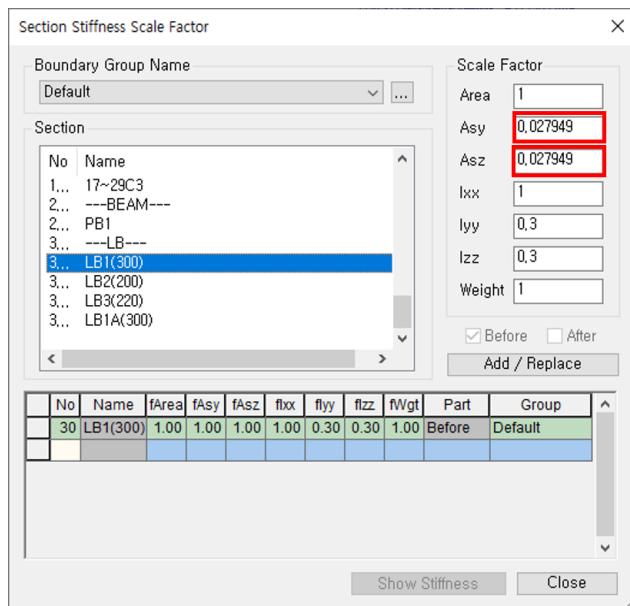
그림 3: 비선형모델의 유효강성(대한건축학회)

니다.



입력 후, Add/Replace 버튼을 누릅니다.

3. 전단강성은 $0.04(\frac{l}{h})GA$ 이므로, A_{sy} , I_{sz} 의 값을 변경해야 합니다. 연결보의 길이(l)와 깊이(h)를 확인한 후, $0.04(\frac{l}{h})$ 를 계산합니다. 위의 설명과 같이, 계산된 값에 1.2를 곱합니다.



경고: Midas Gen 모델링 과정에서 짧은 벽을 생략하는 경우, 연결보의 길이가 길게 모델링되는 경우가 있습니다. 따라서 도면을 확인하여 정확한 연결보의 길이를 이용해 계산합니다.

- 모든 연결보의 유효강성을 변경, 추가한 후, Close 버튼을 누릅니다.

2.5.2 보, 기둥

연결보와 동일한 방식으로 Section Stiffness Scale Factor에서 유효강성을 변경, 추가합니다.

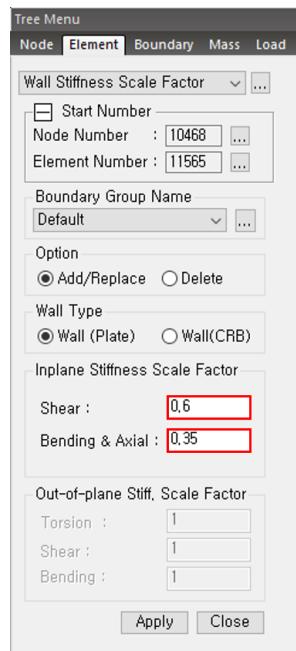
2.5.3 벽체

벽체의 유효강성은 균열이 있는 경우와 없는 경우로 나누어서 고려합니다. 본 성능기반 내진설계 업무절차서는 벽체에 균열이 있다고 가정하고 모델링할 것입니다.

벽체의 유효강성은 아래의 절차에 따라 변경, 추가합니다.

What to do

- Midas Gen에서 Properties - Scale Factor - Wall Stiffness Scale Factor를 클릭합니다.
- 벽체의 휨강성은 $0.7EI$ 이므로, Inplane Stiffness Scale Factor의 Bending & Axial에 0.7을 입력합니다.
- 전단강성은 $0.5GA$ 이지만, 연결보와 마찬가지로 전체단면적의 사용을 위해 1.2를 곱합니다. $0.5 \times 1.2 = 0.6$ 이므로, 0.6을 Inplane Stiffness Scale Factor의 Shear에 입력합니다.



- 모든 벽체를 선택한 후, Apply 버튼을 눌러 유효강성을 적용합니다. 지하외벽은 일반벽체와 다른 유효강성을 적용하므로, 지하외벽에는 적용하지 않습니다.

2.5.4 지하외벽

지하외벽의 유효강성은 아래의 표에 따라 설정해야합니다.²

요 소	사용성 수준 선형 모델			붕괴방지 수준 비선형 모델		
	축	휨	전단	축	휨	전단
벽체	구조벽체(면내) ¹⁾	$1.0E_c A_g$	$0.75E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$1.0E_c A_g$	$0.35E_c I_g$
	구조벽체(면외)	—	$0.25E_c I_g$	—	—	$0.25E_c I_g$
	지하벽체(면내)	$1.0E_c A_g$	$1.0E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$1.0E_c A_g$	$0.8E_c I_g$
	지하벽체(면외)	—	$0.25E_c I_g$	—	—	$0.25E_c I_g$
연결보 (일반 또는 대각보강근)	$1.0E_c A_g$	$0.07(l/h)E_c I_g$ $\leq 0.3E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$1.0E_c A_g$	$0.07(l/h)E_c I_g$ $\leq 0.3E_c I_g$	$0.4E_c A_g$
합성 연결보 (철골-철근콘크리트) ²⁾	$1.0(EA)_{tr}$	$0.07(l/h)(EI)_{tr}$	$1.0E_c A_{sw}$	$1.0(EA)_{tr}$	$0.07(l/h)(EI)_{tr}$	$1.0E_c A_{sw}$
비포스트텐션 전이격막 (면내) ³⁾	$0.5E_c A_g$	$0.5E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$0.25E_c A_g$	$0.25E_c I_g$	$0.1E_c A_g$
포스트텐션 전이격막 (면내) ³⁾	$0.8E_c A_g$	$0.8E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$0.5E_c A_g$	$0.5E_c I_g$	$0.2E_c A_g$
보	$1.0E_c A_g$	$0.5E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$1.0E_c A_g$	$0.3E_c I_g$	$0.4E_c A_g$
기둥	$1.0E_c A_g$	$0.7E_c I_g$	$0.4E_c A_g$	$1.0E_c A_g$	$0.7E_c I_g$	$0.4E_c A_g$
매트기초(면내)	$0.8E_c A_g$	$0.8E_c I_g$	$0.8E_c A_g$	$0.5E_c A_g$	$0.5E_c I_g$	$0.5E_c A_g$
매트기초(면외) ⁴⁾	—	$0.8E_c I_g$	—	—	$0.5E_c I_g$	—

그림 4: 비선형모델의 유효강성(한국지진공학회)

지하외벽의 유효강성은 일반 벽체와 동일한 방식으로 Wall Stiffness Scale Factor에서 변경, 추가합니다. 표에 따라 Bending & Axial(휨강성)은 0.8, Shear(전단강성)은 0.6로 설정한 후, 모든 지하외벽에 적용합니다.

2.6 질량 및 우발편심 설정

2.6.1 질량 설정

비선형 해석에서는 고정하중에 해당되는 질량만 고려됩니다.¹⁾ 그러나 탄성설계 과정에서는 엔지니어의 판단에 따라 고정하중 뿐만아니라 활하중도 고려되기도 합니다. 따라서 같은 조건에서의 성능설계 모델과의 비교 및 고정하중만 고려된 질량의 Import를 위해 Midas Gen에서 질량을 설정해주어야 합니다.

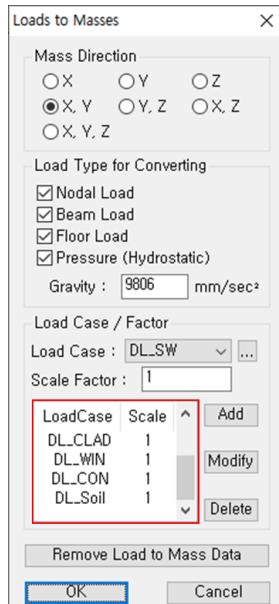
What to do

- Load - Load to Masses 를 클릭합니다.

² 한국지진공학회, 철근콘크리트 건축물 성능기반 내진설계 지침 및 모델링 가이드(2019) [표 1.3-2]

¹ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021), 4.1-(4)

2. 생성된 창의 Load Case에 고정하중만 포함되게 변경, 추가, 제거합니다. 설계자에 따라 고정하중의 이름이 바뀔 수 있지만, 대부분의 경우 DL이 포함된 하중은 모두 고정하중에 해당합니다. 지침에 따라 고정하중의 100%를 적용하여야 하므로, Scale Factor는 1로 설정합니다.

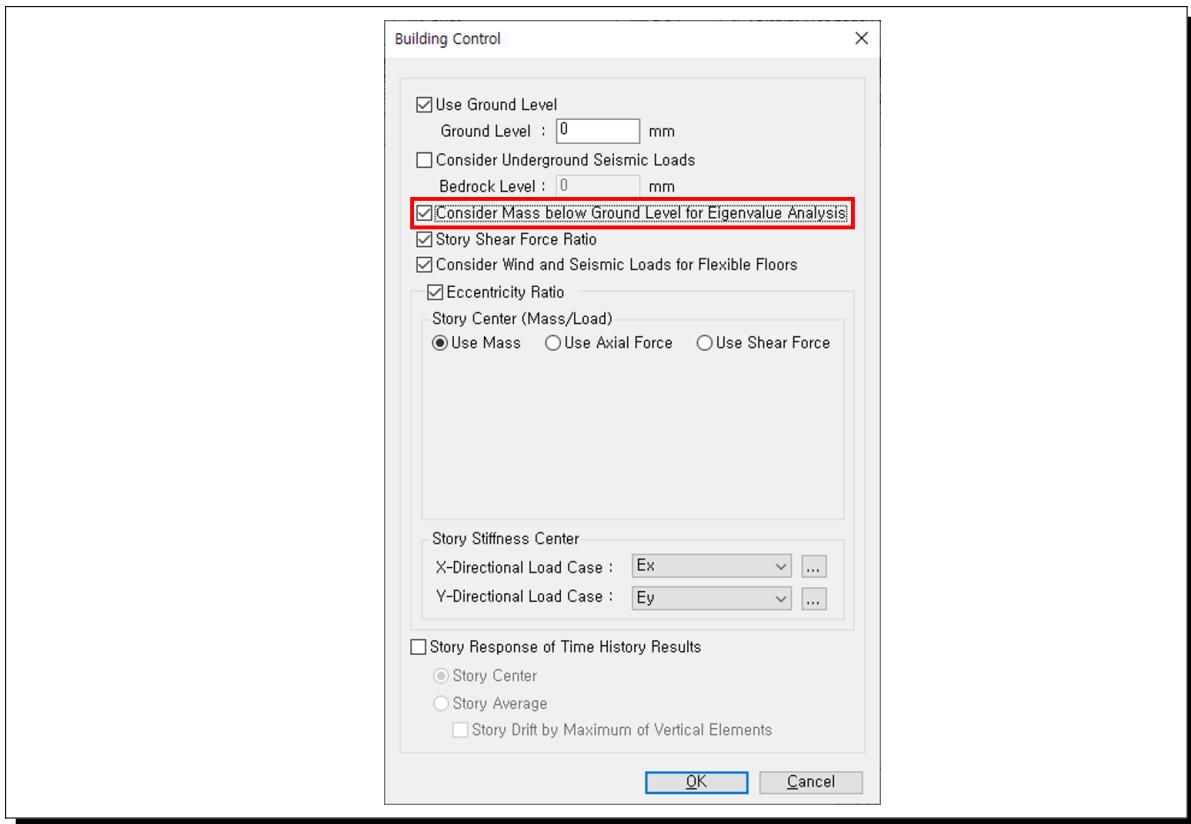


또한 비선형 해석에서는 지반-건축물 상호작용을 고려하기 위하여 지하층 구조물을 반드시 고려해야 합니다.² 따라서 지하층 구조물의 질량을 모델에 포함시키도록 설정합니다.

What to do

1. Structure - Contro Data… - Contro Data…를 클릭합니다.
2. 생성된 창에서 Consider Mass below Ground Level for Eigenvalue Analysis를 체크합니다.

² 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021), 4.6-(1)



2.6.2 우발편심 설정

성능기반 내진설계를 수행할 건물은 건축물 내진설계기준에 따른 우발편심이 고려되어야 합니다.³ 설계자의 판단에 따라 우발편심의 영향을 고려하지 않는 경우도 있지만, 철근콘크리트 건물은 슬래브를 일체화시켜서 타설하므로 격막이 유연하지 않고 강체로 거동하므로 우발 편심을 고려하는 편이 타당합니다.

따라서 본 절차서는 우발편심을 고려하여 성능기반 내진설계를 진행합니다.

³ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계 지침(2021), 8.2.3
국토교통부, KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준(2022), 7.2.6.4

정적 지진하중 생성

우발편심을 적용하기 위해서는 정적 지진하중을 만들어주어야 합니다.

우발편심(Accidental Eccentricity)이란, 편심을 구할 때 기준에서 명확하게 고려되지 않은 요인들의 영향을 보완하는

2.7 지진파산정 모델

앞선 절차가 모두 완료되면, 해당 파일을 이용해 지진파를 산정할 수 있습니다.

What to do

- 앞의 절차를 모두 마친 파일을 저장한 후 지진파 산정을 요청할 때 사용합니다.

2.8 하중변환 모델

앞선 절차가 모두 완료되면, 해당 파일을 이용해 지진파를 산정할 수 있습니다.

What to do

1. 하중변환 모델을 생성하기 위해 지진파산정 모델을 복사(또는 Save as)하여 새로운 모델을 생성합니다. 생성 후, 파일을 실행합니다.

2.9 주기 확인(탄성설계 모델)

앞서 기술된 단계들을 끝내고 나면, 비교 검증용 탄성설계 모델이 완성됩니다. 본 매뉴얼에서는 세 모델(탄성설계 모델, 레퍼런스 모델, 성능설계 모델)의 주기와 질량참여율을 비교할 것입니다.

제 3 장

Data Conversion Sheets 작성

Data Conversion Sheet는 성능기반 내진설계에 필요한 모든 정보를 입력할 엑셀 파일입니다. 본 업무절차서에서 소개할 성능기반 내진설계의 모든 과정은 이 엑셀 파일을 기반으로 하며, 따라서 이 파일이 제대로 작성되어야 모델링에서부터 결과 확인까지 오류없이 진행될 수 있습니다.

시트 작성에 앞서, 각 시트의 구성을 간략하게 소개합니다.

- **ETC**

철근과 콘크리트의 강도 정보를 입력할 시트.

- **Materials**

철근과 콘크리트의 재료 물성치 정보 시트. 참조용.

- **Nodes / Elements / Nodal Loads / Story Mass / Elements / Story Data**

Midas Gen에서 Import할 정보를 입력할 시트.

- **Naming**

Naming에 필요한 정보를 입력할 시트.

- **C. Beam Properties / G.Column Properties / Wall Properties**

연결보, 일반기둥, 벽체의 모든 정보를 입력할 시트.

- **Output_Naming**

앞에서 입력한 정보들을 바탕으로 이름이 출력되는 시트.

- **Output_G.Beam Properties / Output_E.Beam Properties / Output_E.Column Properties**

일반보, 탄성보, 탄성기둥의 모든 정보를 입력할 시트.

- **Output_C.Beam Properties / Output_G.Column Properties / Output_Wall Properties**

앞에서 입력한 정보들을 바탕으로 정리된 연결보, 일반기둥, 벽체의 정보가 출력되는 시트.

- Results_C.Beam / Results_G.Beam / Results_E.Beam / Results_G.Column / Results_Wall / Results_E.Column(개별 file)
해석결과를 바탕으로 연결보, 일반보, 탄성보, 일반기둥, 벽체, 탄성기둥의 강도 검토 결과가 출력되는 시트.

참고: Data Conversion Sheets의 셀은 세가지로 분류됩니다.

	사용자의 입력이 필요한 셀
	PBD_p3d에 의한 출력값이 입력되는 셀 (수정 가능)
	값 또는 계산식이 입력 되어있는 셀 (수정 불가능)

사용자는 하얀색 셀에 모델링 정보를 입력합니다. 노란색 셀에도 입력이 가능하지만, PBD_p3d에서 대부분의 내용을 출력해주기 때문에 수정이 필요한 경우에만 입력합니다.

3.1 이름 표기법

성능기반 내진설계에서는 각각의 부재에 대하여 성능 검증을 수행하기 때문에, 개별 부재마다 서로 다른 이름을 매겨 결과를 확인할 수 있도록 해야합니다. Midas Gen과 같이 Perform-3D도 부재들에 고유의 ID를 부여하지만, ID는 단순한 숫자이기 때문에 부재의 정보를 알아내는 것이 까다롭고 시간이 많이 소요됩니다. 따라서 본 매뉴얼에서는, 수많은 부재들을 쉽게 구별하기 위해 규칙을 적용하여 각각의 부재에 이름을 매길 것입니다.

부재의 Naming에 앞서, 또 하나의 중요한 정보인 층(Story)의 이름 표기법을 먼저 설명합니다.

3.1.1 층 Naming

층의 이름을 매길 때 지켜야 할 규칙은 3가지입니다.

중요:

1. 3글자 이하로 입력해야 합니다.
2. 한 글자 이상의 알파벳이 포함되어야 합니다.
3. 띄어쓰기, 밑줄(_), 한글을 사용할 수 없습니다.

B3 3F RF RF2 PIT

그림 1: 층 이름의 예시

3.1.2 부재 Naming

시트에 입력되는 모든 부재들(벽체, 기둥, 보)은 아래의 구조 형식을 이루고 있어야 합니다.



그림 2: 부재 이름의 구조

- **부재 이름**

부재 일람표, 도면 등에 표기된 부재의 이름

- **부재 번호**

건물의 평면 상에 같은 이름의 부재가 여러 개 있는 경우, 그 부재들을 구별해주기 위한 번호. 단, 동일한 부재가 없는 단일 부재이더라도 부재 번호가 존재해야 함.

- **층**

해당 부재가 위치하고 있는 층.

또한 부재 이름 구조뿐만 아니라, 아래의 규칙을 따라야 합니다.

중요:

1. 밑줄(_)은 세 구성요소(부재이름, 부재번호, 층)를 구별해주는 역할을 합니다. 이 외의 **추가적인 밑줄(_)** 사용은 제한됩니다. 밑줄(_)을 제외한 다른 특수문자로 대체하여 사용해주세요.
2. “부재 이름” 구성요소에는 **한 글자 이상의 알파벳**이 포함되어야 합니다.
3. **한글, 띄어쓰기**를 사용할 수 없습니다.

RF_5_Y PIT_11_X

그림 3: 부재 이름의 예시

What to do

- 앞서서 생성한 Midas Gen 파일들의 층이름을 위의 규칙에 맞게 변경합니다.
- 앞으로 입력해야 할 부재의 이름을 위의 구조와 규칙에 맞게 설정합니다.

3.2 ETC

ETC 시트에는 해당 건물의 재료 강도를 입력합니다.

해당 건물의 콘크리트와 철근 강도는 보통 구조계산서에서 확인 가능하며, 구조계산서가 없을 시, Midas Gen 모델이나 부재 일람표를 참조할 수 있습니다.

ETC 시트의 작성은 예시를 통해 설명합니다.

3.2.1 철근 강도

철근 강도는 철근 종류에 해당하는 강도를 하나씩 입력하는 방식으로 입력합니다.

Example

아래의 그림은 실제 구조계산서에 작성되어있는 철근 강도입니다.

1.4.2 철 근	
D10 이하	SD400
D13 이하	SD500 (주동 단위세대 슬래브 제외)
	SD400 (주동 단위세대 슬래브)
D16 이상	SD600 (전이보, 전이기둥 SD600S 내진용 철근 적용)

그림 4: 구조계산서에 기입된 철근 강도

ETC 시트의 철근 종류(Type열)에 해당하는 철근 강도를 일반용 또는 내진용열에 기입합니다.

A	B	C	D	E
TABLE: ETC				
Type	Diameter	Area	일반용	내진용
	mm	mm ²	Grade	Grade
D10	9.53	71.33	SD400	SD400S
D13	12.7	126.7	SD500	SD500S
D16	15.9	198.6	SD600	SD600S
D19	19.1	286.5	SD600	SD600S
D22	22.2	387.1	SD600	SD600S
D25	25.4	506.7	SD600	SD600S
D29	28.6	642.4	SD600	SD600S
D32	31.8	794.2	SD600	SD600S
D35	34.9	956.6	SD600	SD600S
D38	38.1	1140	SD600	SD600S
D41	41.3	1340	SD600	SD600S
D43	43.0	1452	SD600	SD600S
D51	50.8	2027	SD600	SD600S
D57	57.3	2579	SD600	SD600S

1. D10 이하의 철근 강도는 SD400이므로, D10, 일반용에 SD400을 입력합니다.

2. D13 이하의 철근 강도는 SD500이므로, D13, 일반용에 SD500을 입력합니다.
3. D16 이상의 철근 강도는 SD600이므로, D16부터 D57까지, 일반용에 SD600을 입력합니다.
4. D16 이상의 전이보, 전이기둥 철근 강도는 SD600S이므로, D16부터 D57까지, 내진용에 SD600S을 입력합니다.

경고: 사용되지 않는 부재이더라도, (확인 후 작성할 예정)

3.2.2 콘크리트 강도

콘크리트 강도는 해당 콘크리트 강도가 적용되는 층의 범위를 입력하는 방식으로 입력합니다.

Example 1

아래의 그림은 실제 구조계산서에 작성되어있는 콘크리트 강도입니다.

1.4 구조재료강도

1.4.1 콘크리트

A. 주동

구분	층	슬래브, 보	기둥	벽체	기초
106동 (25층 이하)	지하3층 수직재 ~ 최상층	24 MPa	24 MPa	24 MPa	fck = 24MPa
107동 111동 (26층 이상 30층 이하)	지상6층 수직재 ~ 최상층	24 MPa	24 MPa	24 MPa	fck = 24MPa
	지하3층 수직재 ~ 지상6층 수평재	27 MPa	27 MPa	27 MPa	
101동 105동 (31층 이상 35층 이하)	지상11층 수직재 ~ 최상층	24 MPa	24 MPa	24 MPa	fck = 24MPa
	지상6층 수직재 ~ 지상11층 수평재	27 MPa	27 MPa	27 MPa	
	지하3층 수직재 ~ 지상6층 수평재	30 MPa	30 MPa	30 MPa	
Example 1	지상16층 수직재 ~ 최상층	24 MPa	24 MPa	24 MPa	
102동~104동 108~110동 (36층 이상)	지상11층 수직재 ~ 지상16층 수평재	27 MPa	27 MPa	27 MPa	fck = 24MPa
	지상6층 수직재 ~ 지상11층 수평재	30 MPa	30 MPa	30 MPa	
Example 2	지하3층 수직재 ~ 지상6층 수평재	35 MPa	35 MPa	35 MPa	

수직재는 수직재(Vertical Member)열에, 수평재는 수평재(Horizontal Member)열에 입력합니다.

콘크리트 강도를 Concrete열에 입력하고, 해당 강도가 적용되는 층의 범위를 Story(from)부터 Story(to)열까지 입력합니다.

1. 16F 수직재는 수직재이므로, Story(from)열에는 16F를 입력합니다.
 2. 최상층은 Roof이지만 Roof에는 수직재가 없습니다. 따라서 Story(to)열에는 Roof의 아래 층인 36F를 입력합니다.
 3. 해당되는 콘크리트 강도인 C24를 Concrete열에 입력합니다.

Example 2

Example 1의 콘크리트 강도를 사용합니다.

1. 6F 수직재는 수직재입니다. 해당층의 보는 층의 바닥에 위치하므로, 6F 보는 층 범위에 해당하지 않습니다. 따라서 Story(from)열에는 그 위층 보인 7F를 입력합니다.
 2. 11F 수평재는 11F 보입니다. 따라서 Story(to)열에는 11F를 입력합니다.
 3. 해당되는 콘크리트 강도인 C24를 Concrete열에 입력합니다.

참고: 콘크리트 강도와 층의 범위의 입력은 특별한 순서에 따르지 않아도 됩니다.

What to do

위의 예시에 따라 철근과 콘크리트 강도를 입력합니다.

3.2.3 벽체 특수경계요소의 유무

Acceptable Plastic Hinge Rotation_Wall열은 벽체의 성능설계 허용기준이 저장되어있는 열입니다. 벽체의 허용기준은 특수경계요소의 유무에 따라 달라지기 때문에¹, 사용자가 **벽체의 특수경계요소의 유무를 직접 확인하고 지정해야합니다.**

What to do

벽체의 특수경계요소 유무를 확인하고, Boundary열에서 유무를 선택 또는 입력합니다.

3.3 Materials

Materials 시트는 철근과 콘크리트의 재료 물성치가 저장된 시트입니다.

이 시트의 내용들은 사용자가 입력 또는 수정하지 않아도 됩니다.

3.4 Nodes / Elements

Nodes와 Elements 시트에는 Midas Gen에서 Import할 Nodes와 Elements 정보를 입력합니다.

What to do

- Midas Gen에서 레퍼런스 모델을 열고, Nodes Table과 Elements Table의 데이터를 각각 Nodes, Elements 시트에 Ctrl+ C, Ctrl+ V합니다.

경고: 기존에 사용하던 시트에 덮어씌우는 경우, 기존 데이터가 모두 지워졌는지 다시 한 번 확인합니다.

3.5 Nodal Loads

Perform-3D에서는 하중을 점(Nodal Loads), 선(Element Loads)의 형식으로만 입력할 수 있습니다. 따라서 Midas Gen의 Floor Loads와 같이 면의 형태로 작용하는 하중은 Nodal Loads, Element Loads로 바꾸어 생성 또는 Import해야합니다.

버전 Beta부터 폐지됨: 기존에는 SDS를 사용하여 Floor Loads를 Nodal Loads로 변환한 후, Nodal Loads를 Import하는 방식을 사용하였습니다.

¹ 대한건축학회, 철근콘크리트 건축구조물의 성능기반 내진설계를 위한 비선형해석모델(2021) [표 6-1]

이러한 Floor Loads 입력의 번거로움을 해결하기 위해, 본 성능기반 내진설계 업무절차서에서는 **하중 대신 반력을 입력하는 방식**을 사용합니다. 점, 선, 면의 다양한 형태로 입력된 모든 하중에 대한 반력은 수직 부재의 Nodes에서만 발생하기 때문에, 반력을 이용한다면 모든 하중을 Nodal Loads의 형태로 입력할 수 있습니다.

3.5.1 Supports 생성

What to do

1. 반력은 Supports가 설정된 Nodes에서만 생성됩니다. 따라서 모든 수직 부재에서의 반력을 구하기 위해서는, 모든 수직 부재들에 Supports를 생성해야 합니다. 우선, 모든 수직 부재를 선택하기 위해 Select Nodes by Identifying…를 클릭합니다.
2. 생성된 창에서 Select Type - Material을 선택한 후, Nodes만 선택하기 위해 Nodes만 체크합니다.
Wall, Column과 같은 수직 부재의 재료들만 선택한 후, Add - Close를 클릭합니다.
3. 선택된 수직 부재들에 Supports를 설정해주기 위해 Boundary - Define Supports를 클릭합니다.
생성된 창에서 Dz만 체크 후 Apply를 클릭하면, 선택된 모든 수직 부재들에 Supports가 생성됩니다.

3.5.2 반력 입력

1. Supports의 반력을 확인하기 위해, Results - Results Table - Reaction를 클릭합니다.

[하중의 의미](#)를 다시 한 번 확인하고, 생성된 창에서 DL과 LL에 포함되는 하중을 모두 체크한 후 OK를 클릭합니다.

3.6 Story Mass

Story Mass 시트에는 Midas Gen에서 Import할 Mass 정보를 입력합니다. 다만 우발편심을 고려하는 경우, 앞서 적용하였던 우발편심이 Midas Gen에서 제공하는 질량중심에는 반영되지 않습니다. 따라서 사용자가 직접 우발편심을 질량 중심에 적용한 후, 적용된 질량 중심을 Import 해야합니다.

3.6.1 Mass 정보 입력

What to do

1. Query - Story Mass Table을 클릭합니다.
2. 생성된 창에서 첫 번째 표(하늘색 셀)만 Ctrl+ C하여 Story Mass 시트의 해당 열에 Ctrl+ V합니다.

3.6.2 강성 중심 입력

3.7 Story Data

Story Data 시트는 Midas Gen에서 Import할 층 정보를 입력하는 시트입니다. 대부분의 정보는 자동으로 입력되지만, Divide열은 사용자가 직접 입력해야 합니다.

3.8 C.Beam Properties

C.Beam Properties 시트에는 연결보(Coupling Beam)에 대한 정보를 입력합니다. 연결보의 정보는 부재일람표와 도면 등을 참조합니다.

각 열마다 입력해야 할 정보는 다음과 같습니다.

- **Name**

연결보의 이름을 입력합니다. 이름 표기법 장을 참조하여 입력합니다.

- **Story**

ETC 시트에서 콘크리트 강도를 입력했던 방식과 동일하게 해당 연결보가 위치하는 층의 범위를 입력합니다.

경고: 해당 연결보가 불연속적으로 위치하더라도 이를 고려하지 않고 입력합니다. 불연속으로 설치된 층은 이 후의 시트에서 고려하여 입력할 것입니다.

- 불연속으로 설치된 층의 예시 : 1F, 2F, 4F, 5F (3F에는 설치되어있지 않음)
Story(from)에는 1F, Story(to)에는 5F를 입력합니다.

• Length

연결보의 길이를 입력합니다. Midas Gen에서는 부재 길이의 부정확성(중심선 사이의 거리만 측정됨), 모델링의 간소화(짧은 벽체의 부재 등)로 인해 길이가 부정확하므로, 정확한 길이의 입력을 위해 도면을 참조하여 입력합니다.

경고: 같은 이름의 연결보가 여러개 있는 경우, 연결보마다 길이가 다를 수 있습니다. 다른 길이의 연결보가 있다면, 그 중 하나의 길이만 선택하여 입력합니다. 다른 길이의 연결보는 이 후의 시트에서 고려하여 입력할 것입니다.

• Dimensions

연결보의 형상을 입력합니다. b열에는 폭, h열에는 높이를 각각 입력합니다.

• Cover

피복두께를 입력합니다. 피복두께가 모두 동일한 경우, 첫번째 행에만 피복두께 값만 입력하면 나머지 부재들의 피복두께 값도 자동으로 동일하게 설정됩니다.

• Rebar

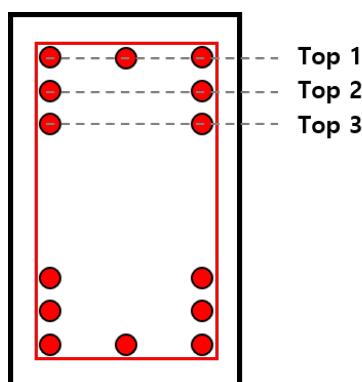
철근 정보를 입력합니다.

Type, 배근, 내진상세 여부에서 해당되는 철근의 정보를 입력 또는 선택합니다.

Main, Stirrup, X-Bracing 열에는 주근, 스터립, X-브레이싱의 철근 종류를 입력 또는 선택합니다.

• Arrangement

주근과 스터립, X-브레이싱의 개수, 간격, 각도를 입력합니다. Top 열에는 아래의 그림을 참조하여 각각의 열에 있는 철근의 개수를 입력합니다.



Stirrup 열에는 스터립의 개수와 간격을 각각 입력합니다.

X 열에는 X-브레이싱의 개수와 각도를 각각 입력합니다.

What to do

위의 정보를 참조하여 연결보의 정보를 입력합니다.

제 4 장

모델링

비선형 해석을 수행하기 위하여 Perform-3D에서 성능설계 모델을 생성합니다.

4.1 탄성설계 모델 Import

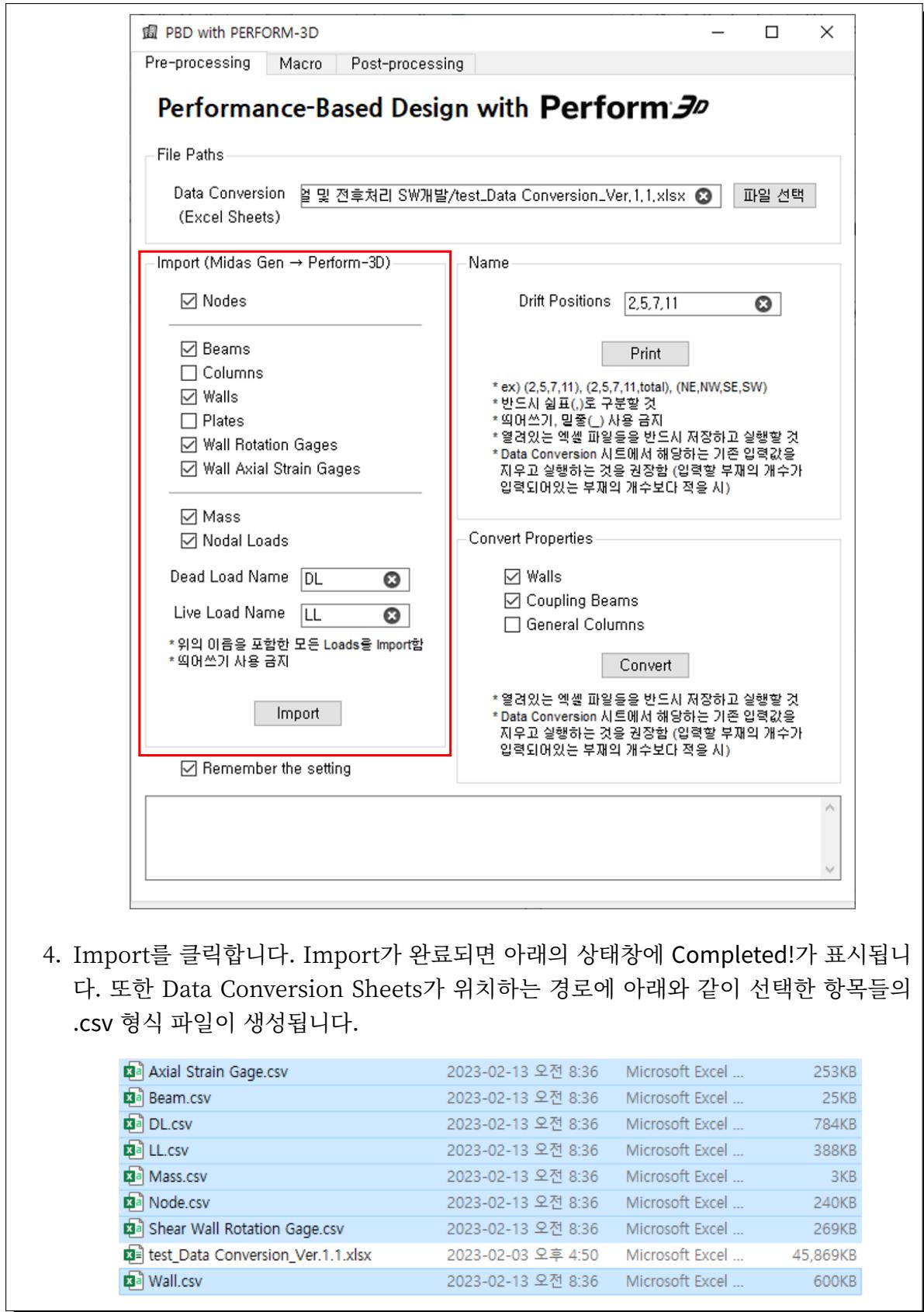
성능설계 모델은 Perform-3D로 직접 모델링할 수 있지만, 빠르고 편리한 모델링을 위하여 레퍼런스 모델과 Data Conversion Sheets의 정보를 Import하여 모델링할 수 있습니다.

4.1.1 파일 변환 (csv 파일 생성)

첫 번째 절차는 Midas Gen 모델의 정보를 Perform-3D에서 읽어들일 수 있는 방식으로 변환하는 것입니다. 변환이 가능한 정보는 Data Conversion Sheets 작성 장에서 모두 입력되었으므로, Data Conversion Sheets를 Perform-3D에서 읽을 수 있는 파일 형식인 .csv으로 변환합니다.

What to do

1. PBD_p3d를 실행합니다.
2. Data Conversion (Excel Sheets)에 Data Conversion Sheets의 경로를 입력합니다.
3. Import에서 Import를 원하는 항목들을 체크합니다. Nodal Loads를 Import하는 경우, Dead Load Name과 Live Load Name에 각각 Midas Gen에서 사용하였던 고정하중, 활하중 이름을 입력합니다.



4. Import를 클릭합니다. Import가 완료되면 아래의 상태창에 Completed!가 표시됩니다. 또한 Data Conversion Sheets가 위치하는 경로에 아래와 같이 선택한 항목들의 .CSV 형식 파일이 생성됩니다.

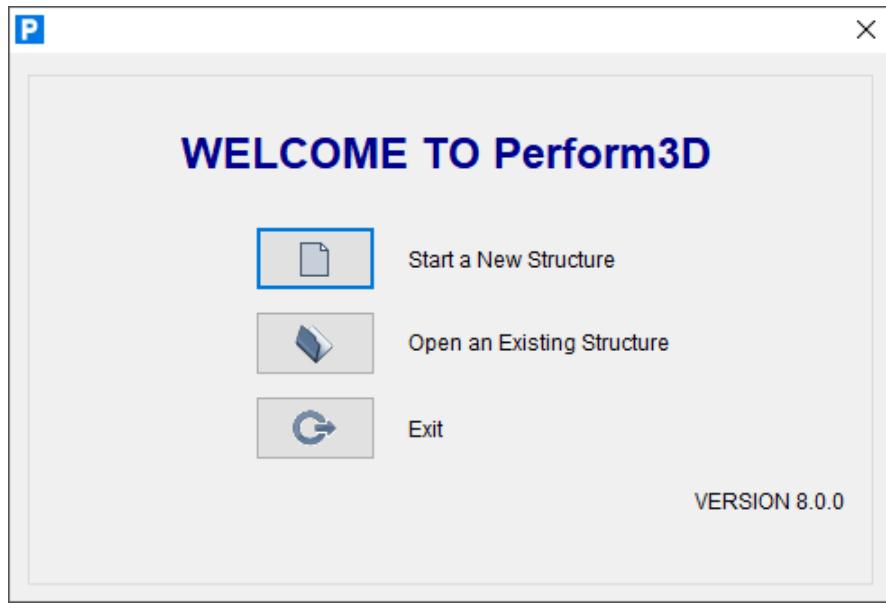
Axial Strain Gage.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	253KB
Beam.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	25KB
DL.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	784KB
LL.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	388KB
Mass.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	3KB
Node.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	240KB
Shear Wall Rotation Gage.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	269KB
test_Data Conversion_Ver.1.1.xlsx	2023-02-03 오후 4:50	Microsoft Excel ...	45,869KB
Wall.csv	2023-02-13 오전 8:36	Microsoft Excel ...	600KB

4.1.2 Perform-3D 실행

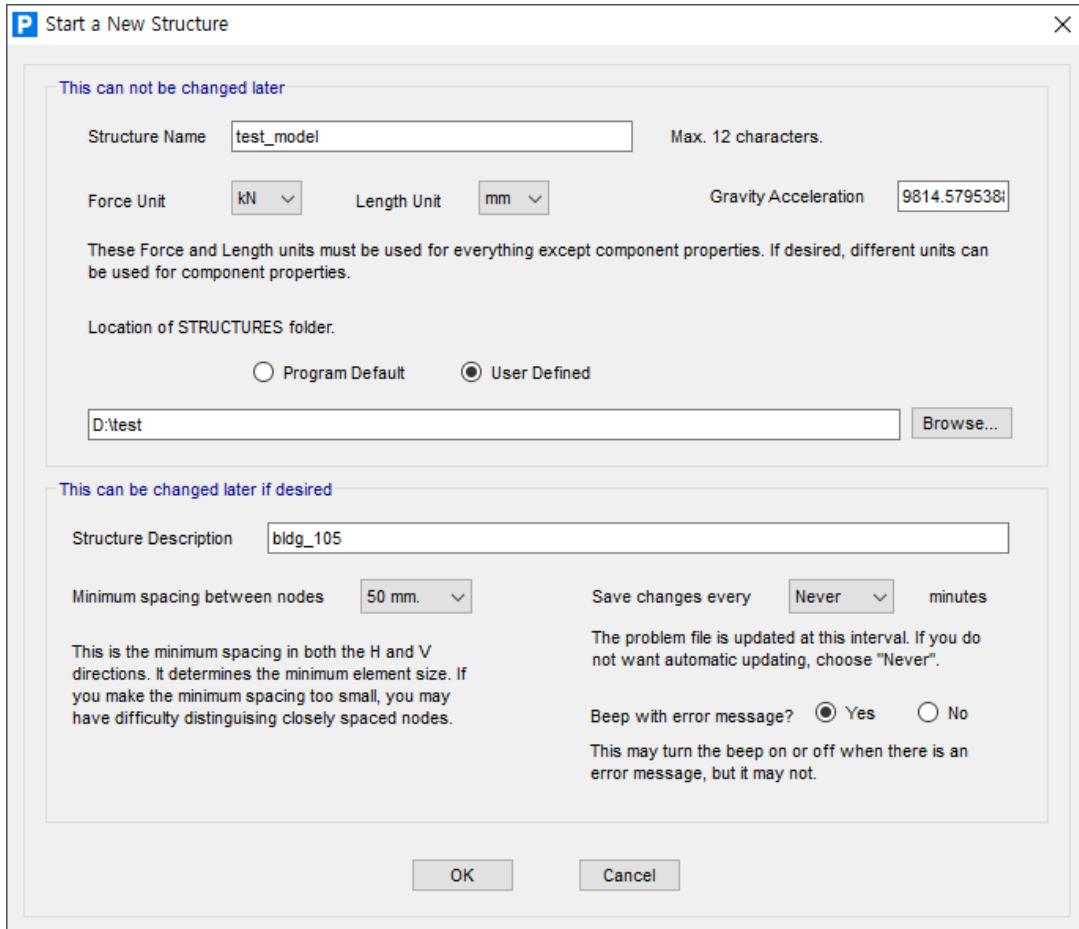
생성된 csv 파일을 Import하기 위하여 새로운 Perform-3D 파일을 생성합니다.

What to do

1. Perform-3D를 실행한 후, Start a New Structure를 클릭합니다.



2. Structure Name(파일명), Location of STRUCTURES folder(파일 경로), Structure Description(파일 설명) 등을 입력합니다. 파일명은 영문 또는 숫자로, 띄어쓰기 없이 입력해야 합니다.



단위는 단위 설정 장에 따라 kN, mm 로 설정합니다.

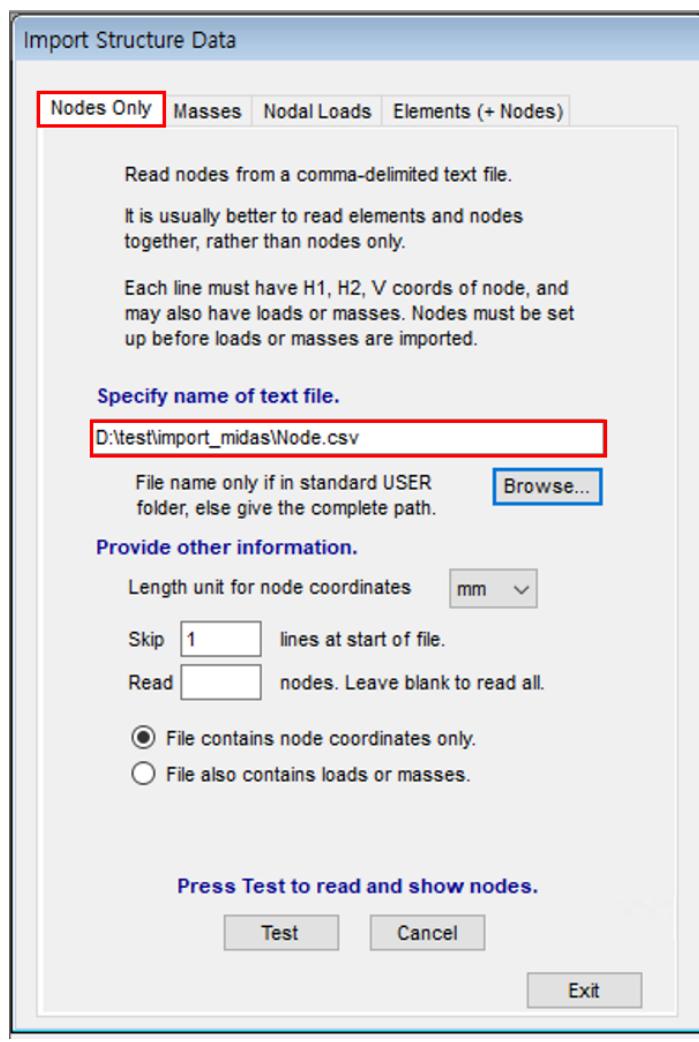
Minimum spacing between nodes는 50mm로 설정합니다.

설정이 완료되면 OK를 클릭합니다.

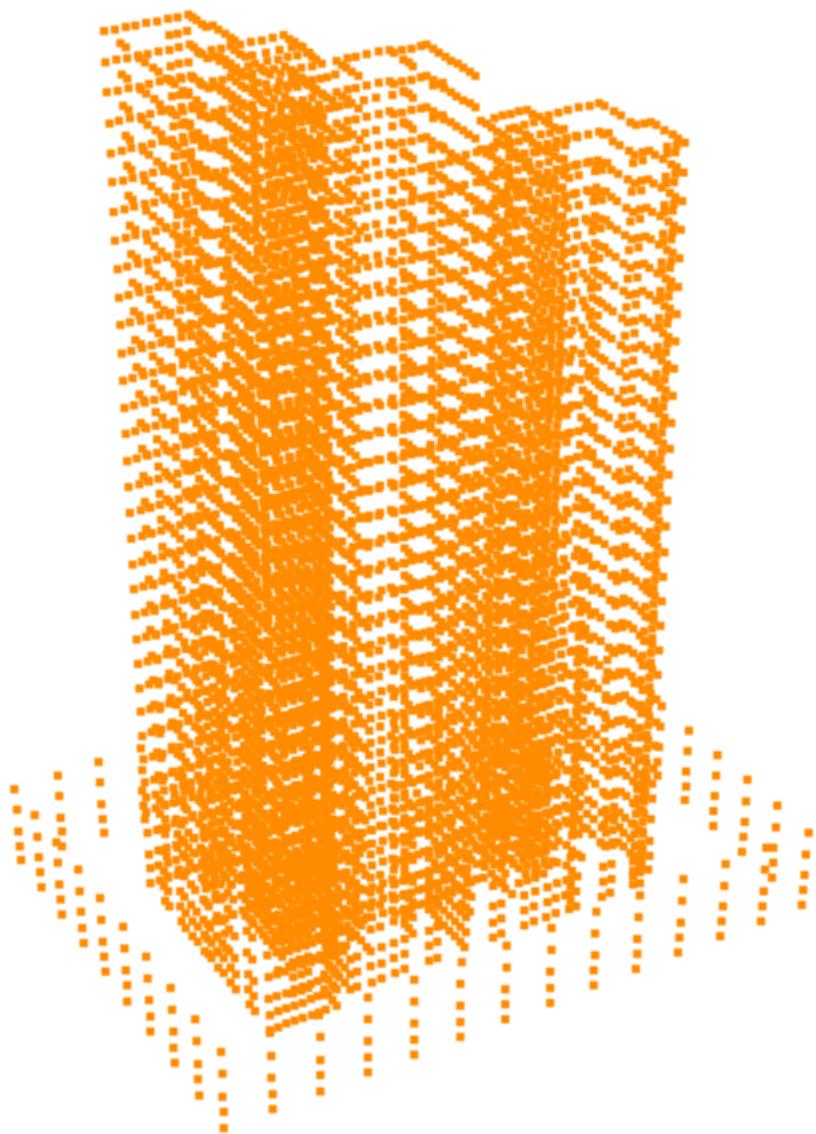
4.1.3 Import Nodes

What to do

- Nodes를 Import하기 위해 Import/Export Structure Data을 클릭하고, 생성된 창에서 Import를 클릭합니다.
- Nodes Only 탭을 클릭한 뒤, Specify name of text file에 앞서 생성한 Node.csv 파일의 경로를 입력합니다.



3. 입력 후 Test - 확인을 클릭하면 아래와 같이 Import할 Nodes가 표시됩니다.

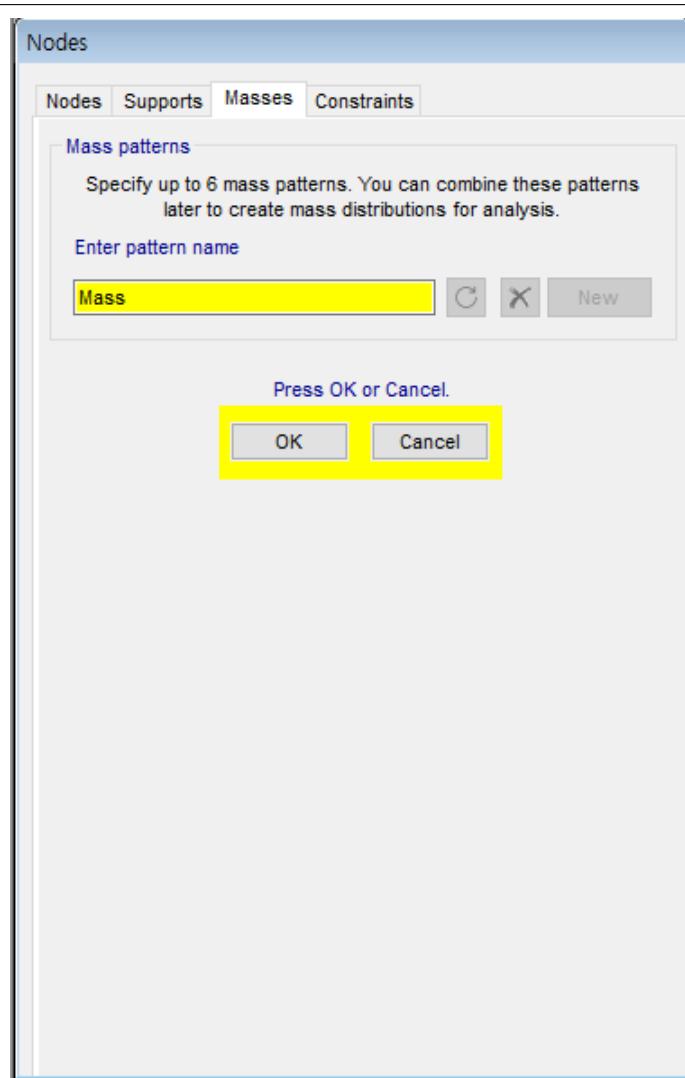


OK를 클릭하여 Import를 완료합니다.

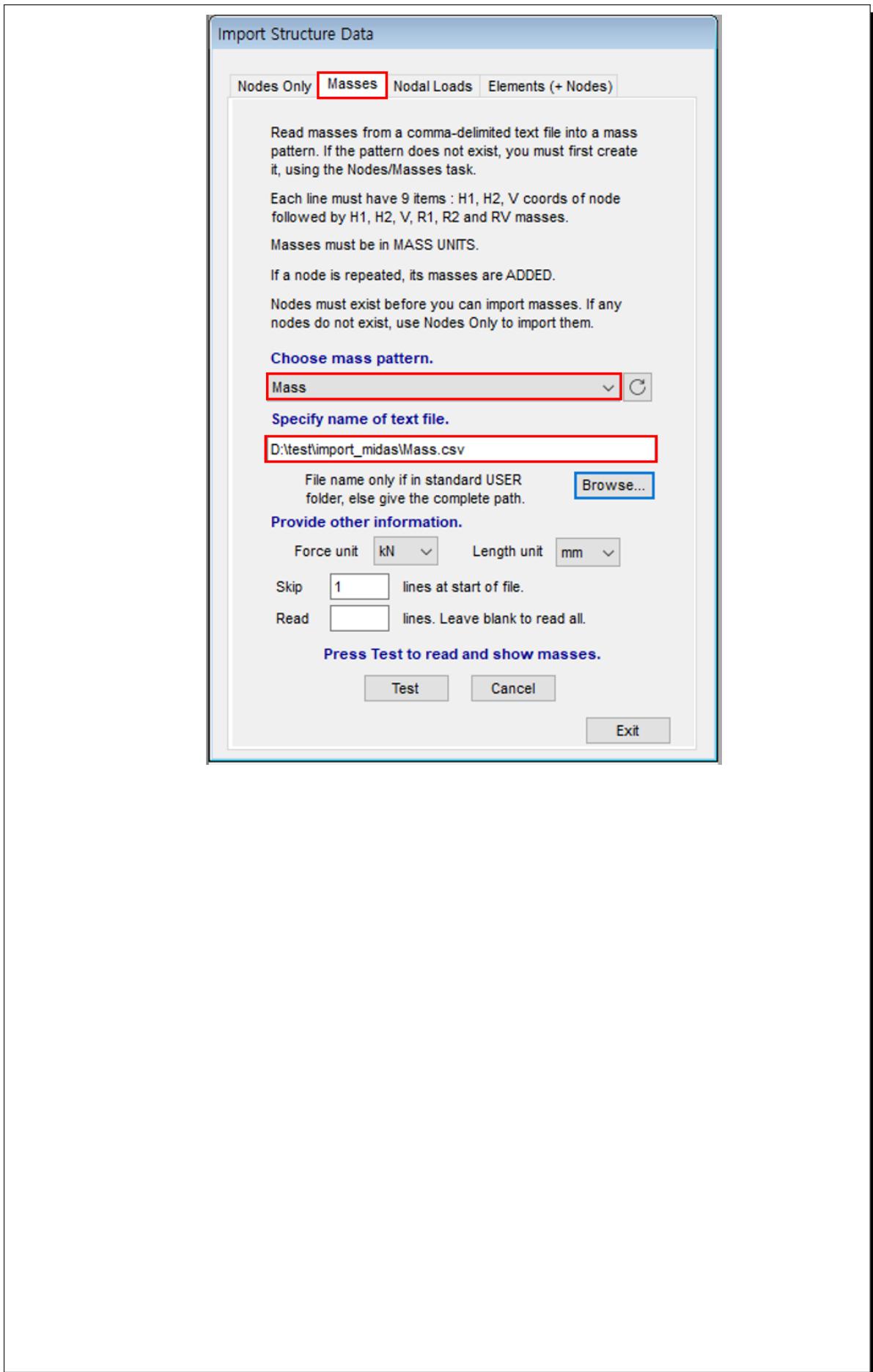
4.1.4 Import Masses

What to do

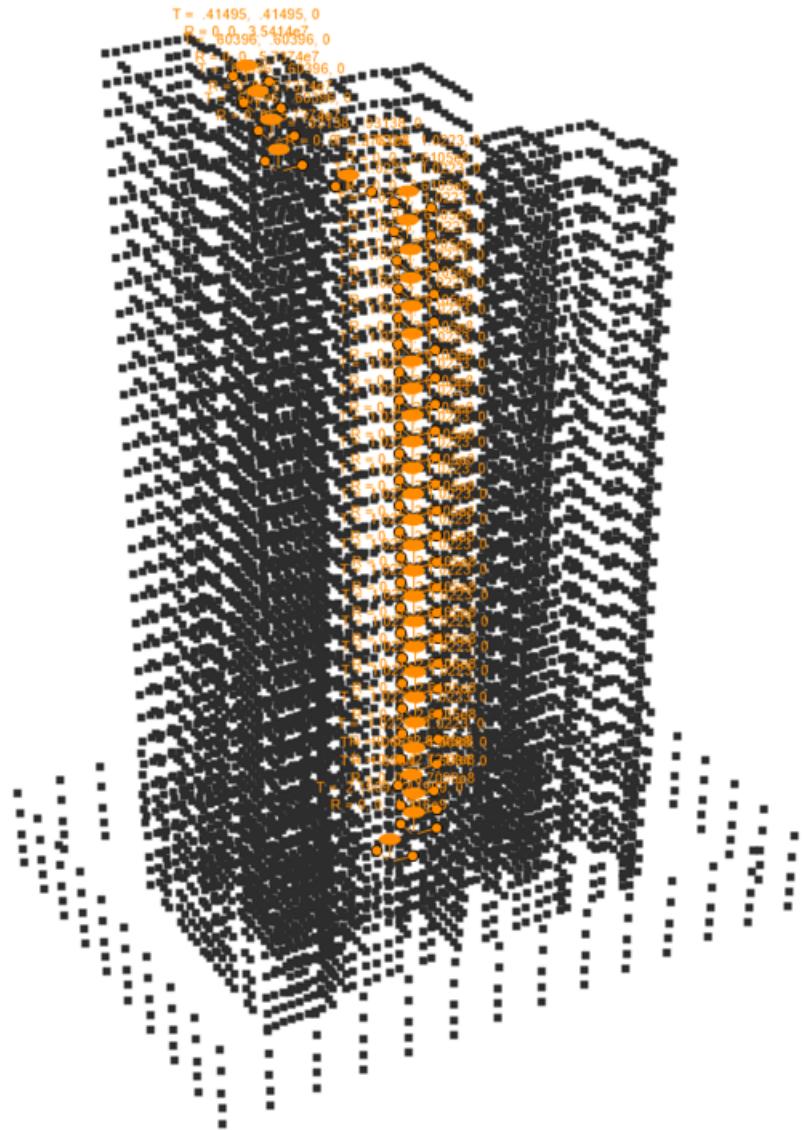
1. Nodes를 클릭하고 생성된 창에서 Masses 탭을 클릭합니다. Mass Pattern을 만들기 위해 New를 클릭합니다.
2. Enter pattern name에 Mass(또는 사용자가 원하는 이름)를 입력한 후, OK를 눌러 Mass Patter 생성을 완료합니다.



3. Masses를 Import하기 위해 Import/Export Structure Data을 클릭하고, 생성된 창에서 Import를 클릭합니다.
4. Masses 탭을 클릭한 뒤, Choose mass pattern에서 방금 생성한(또는 사용자가 원하는) Mass Pattern을 선택합니다. Specify name of text file에 앞서 생성한 Mass.csv 파일의 경로를 입력합니다.



5. 입력 후 Test - 확인을 클릭하면 아래와 같이 Import할 Nodes가 표시됩니다.

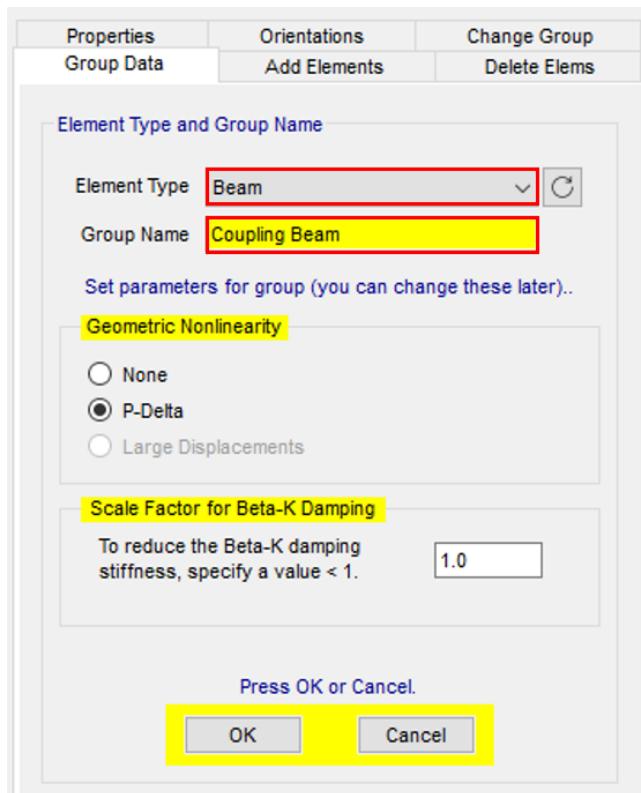


OK를 클릭하여 Import를 완료합니다.

4.1.5 Import Elements

What to do

- Elements를 클릭하고, Elements Group을 만들기 위해 생성된 창에서 New를 클릭합니다.
- 먼저 연결보를 Import하기 위해 연결보(Coupling Beam) 그룹을 생성합니다. Element Type에서 Beam을 선택한 후, Group Name에 C.Beam(또는 사용자가 원하는 이름)을 입력합니다.



OK를 눌러 연결보 그룹 생성을 완료합니다.

- 같은 방법으로 연결보 외의 Import할 Elements와 Gages 그룹도 생성합니다.

연결보

Element Type: Beam / Group Name: C.Beam

일반보

Element Type: Beam / Group Name: G.Beam

탄성보

Element Type: Beam / Group Name: E.Beam

일반기동

Element Type: Column / Group Name: G.Column

탄성기둥

Element Type: Column / Group Name: E.Column

벽체

Element Type: Shear Wall / Group Name: Wall

벽체 회전각 게이지

Element Type: Deformation Gage / Group Name: Wall Rotation /
Gage Type: Wall type, rotation or shear

벽체 축변형률 게이지

Element Type: Deformation Gage / Group Name: Wall Axial Strain
/ Gage Type: Bar type, axial strain

기둥 회전각 게이지(X)

Element Type: Deformation Gage / Group Name: Column
Rotation(X) / Gage Type: Beam type, rotation

기둥 회전각 게이지(Y)

Element Type: Deformation Gage / Group Name: Column
Rotation(Y) / Gage Type: Beam type, rotation

- Import하지 않지만, 이 후의 모델링 과정에서 사용자가 직접 생성할 Elements와 Gages의 그룹도 같은 방법으로 생성할 수 있습니다.

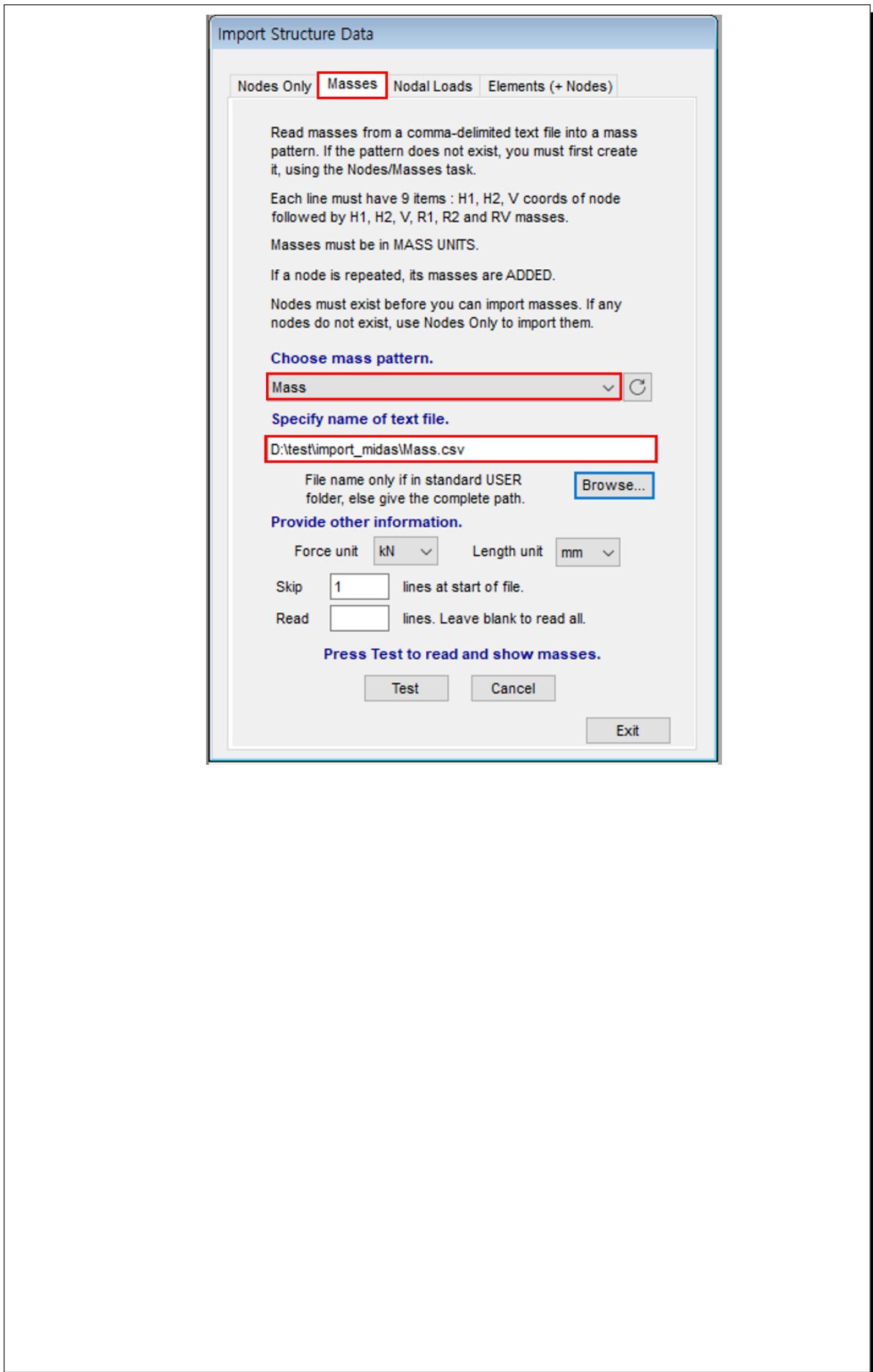
Imbedded Beam

Element Type: Beam / Group Name: Imbedded Beam

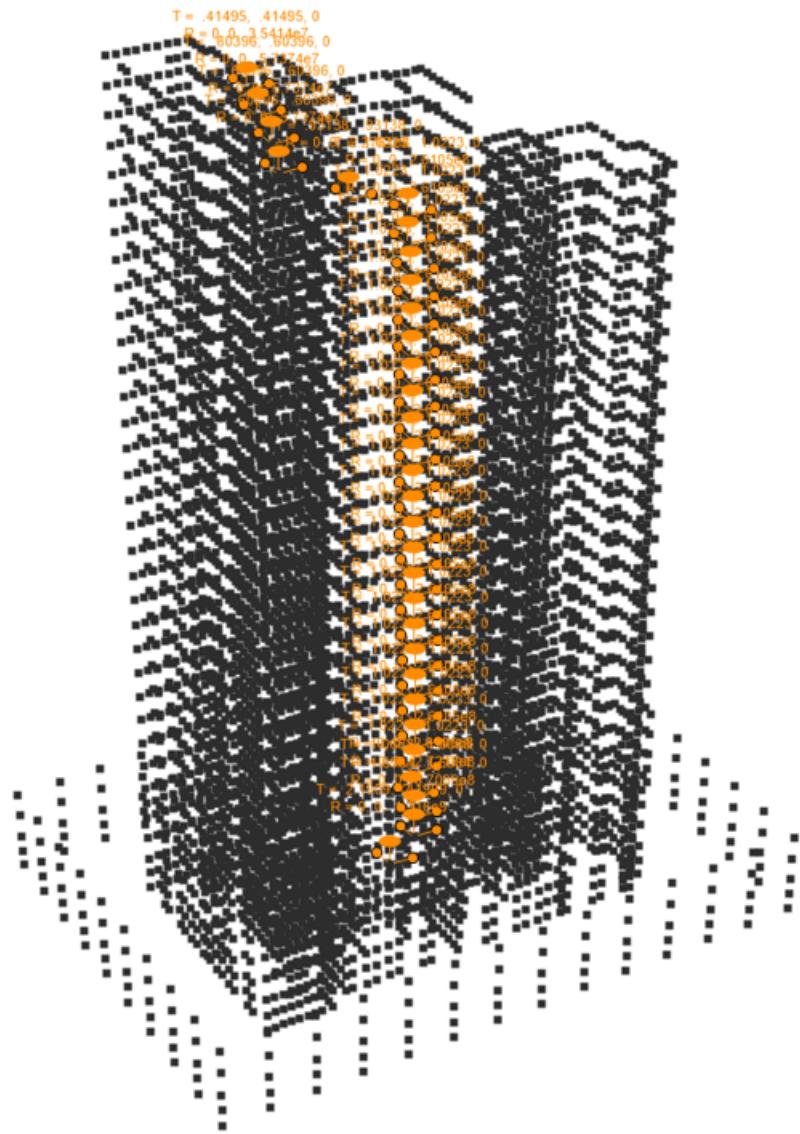
보 회전각 게이지

Element Type: Deformation Gage / Group Name: Beam Rotation
/ Gage Type: Beam type, rotation

- Masses를 Import하기 위해 Import/Export Structure Data을 클릭하고, 생성된 창에서 Import를 클릭합니다.
- Masses 탭을 클릭한 뒤, Choose mass pattern에서 방금 생성한(또는 사용자가 원하는) Mass Pattern을 선택합니다. Specify name of text file에 앞서 생성한 Mass.csv 파일의 경로를 입력합니다.



7. 입력 후 Test - 확인을 클릭하면 아래와 같이 Import할 Nodes가 표시됩니다.



OK를 클릭하여 Import를 완료합니다.

4.2 Frame 생성

4.3 Constraints, Supports 생성

4.4 Sections 생성

4.5 Drifts 생성

4.6 Imbedded Beams 생성

4.7 Properties Import

4.8 Properties 지정

4.9 지진파 Import

제 5 장

비선형정적해석

제 6 장

비선형동적해석

제 7 장

해석결과 후처리

7.1 비선형해석 결과 출력

7.2 결과 후처리 및 확인

7.3 재해석 및 보강 설계

7.4 보고서 작성