midas Gen Tutorial

Intergrated Solution System for Building and General Structures

[KBC2016]에 의한 Steel 건축물 구조해석 및 설계

Table of Contents

1. 개요 4

1-1 모델 개요 5
1-2 구조 개요 6
1-3 구조 평면 및 단면 7
1-4 적용기준 9
1-5 사용재료 9
1-6 특기사항 9
1-7 적용하중 10

2. 구조 모델링 12

2-1 초기 작업환경 및 단위계의 설정 14
2-2 부재재질과 단면데이터의 입력 14
2-3 2층 바닥 요소 입력 16
2-4 Beam End Release 조건 입력 20
2-5 기둥의 단면데이터 입력 21
2-6 기둥입력 24
2-7 대각부재 입력 27
2-8 Building Generation 29
2-9 층 데이터 입력 31
2-10 경계조건 입력 32

3. 하중입력 33

3-1 하중조건 설정 34
3-2 자중 입력 35
3-3 바닥하중 입력 36
3-4 Building Control Data 44
3-5 고유치 해석조건 입력 46
3-6 풍하중 입력 48
3-7 내진설계범주 판정 및 1차 해석법 결정53

4. 구조해석 수행.....56

5. 해석결과 확인 58

5-1 반력 확인 59

5-2 비정형 평가 61

5-3 응답스펙트럼 해석결과 검토 70

5-4 사용성 평가 80

6. 부재설계 82

6-1 하중조합조건 생성 84

6-2 설계변수 입력 86

6-3 Steel Code Check 90

6-4 설계 결과를 반영한 재해석/설계 94

7. 설계결과 물량 BOM 확인.....97

1. 개요

Steel 건축물 구조해석 및 설계

1. 개요

1-1 모델 개요

Application 예제는 실무에서 일반적으로 사용하는 구조해석 및 설계 절차를 실례를 통하여 설명한 midas Gen의 사용법 안내입니다.

구조해석에 익숙하지 않거나 midas Gen을 처음 접하는 사용자들은 이 Application 예제를 통해 midas Gen의 다양하고 강력한 기능들을 효과적으로 활용하여, 정확하고 효율적인 구조해석과 경제적이고 안전한 구조설계를 수행하는 방법을 습득할 수 있습니다.

Application 예제를 통해 midas Gen의 실무적용법을 익히기 전에, Getting Started와 Analysis & Design Manual에서 구조해석과 설계의 기본이론을 습득하고, 따라하기 예제를 통해 midas Gen의 기본 기능을 익히는 것이 바람직합니다.

본 예제에서 midas Gen을 이용하여 철골조 건물을 해석하고 설계하는 절차는 다음과 같습니다.

1. 작업 기본환경 설정
2. 부재재질과 단면데이터의 입력
3. 절점과 요소의 입력
4. 경계조건의 입력
5. 하중의 입력
6. 구조해석의 수행
7. 해석결과의 검토, 비정형 평가 및 사용성 평가
8. 철근콘크리트부재 설계

1. 개요

1-2 구조 개요

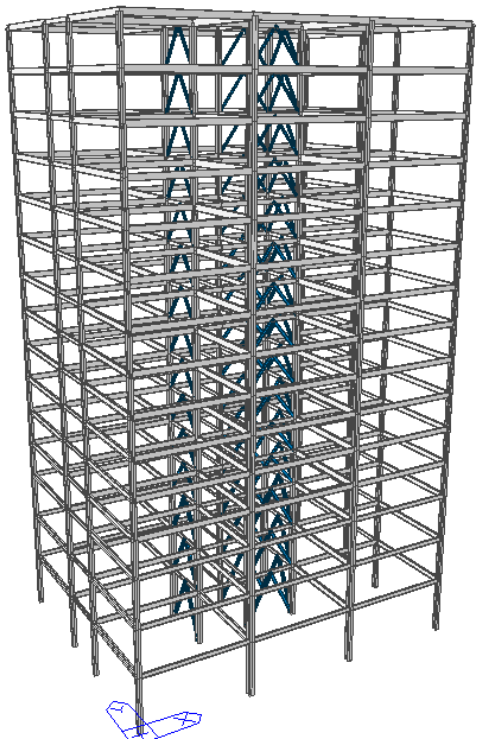


그림 1.1 예제 구조물

건물위치	서울시
구조형식	Dual Systems with Intermediate Moment Frames and Special Steel Concentrically Braced Frames
건물용도	업무용
건물규모	지상 15층
구조시스템	지진하중의 25% 이상을 부담하는 중간모멘트 골조와 철골 특수 중심 가새로 이루어진 이중골조시스템

1. 개요

1-3 구조 평면 및 단면

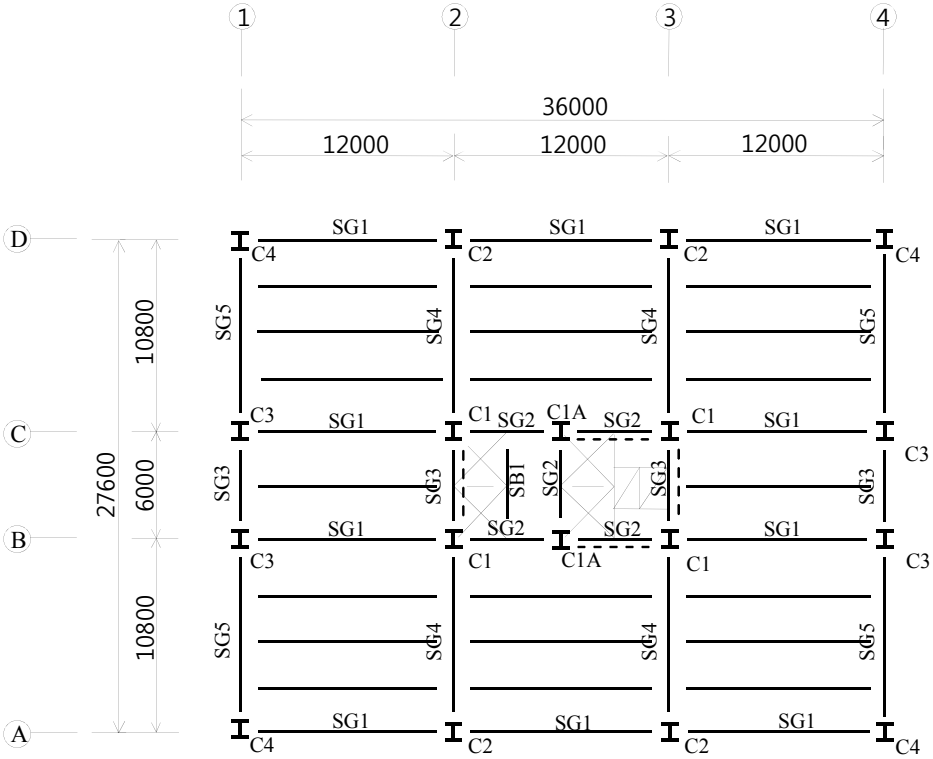


그림 1.2 구조 평면

저층부 (2~4F)			고층부 (5~Roof)		
부재명	단면번호	단면치수	부재명	단면번호	단면치수
SG1	401	H 600×200×11/17	SG1	501	H 600×200×11/17
SG2	402	H 450×200×9/14	SG2	502	H 500×200×10/16
SG3	403	H 450×200×9/14	SG3	503	H 400×200×8/13
SG4	404	H 800×300×14/26	SG4	504	H 700×300×13/24
SG5	405	H 588×300×12/20	SG5	505	H 582×300×12/17
SB1	406	H 300×150×6.5/9	SB1	506	H 346×174×6/9

1. 개요

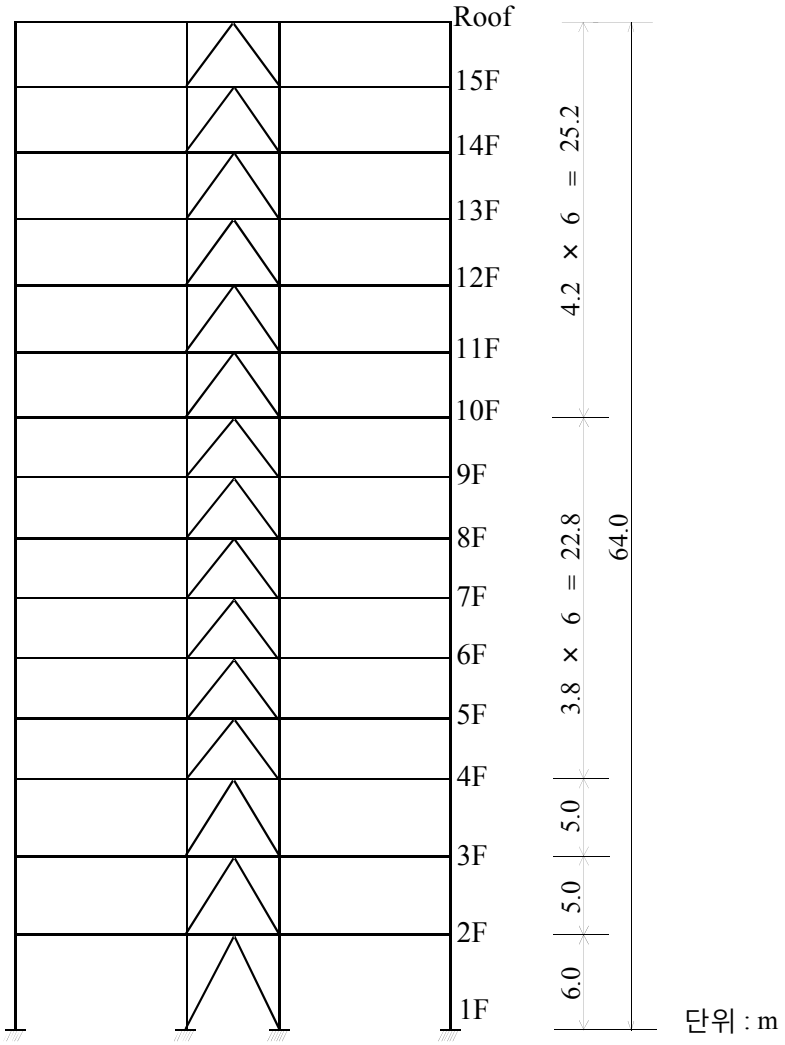

Roof
15F
14F
13F
12F
11F
10F
9F
8F
7F
6F
5F
4F
3F
2F
1F
4.2 × 6 = 25.2
3.8 × 6 = 22.8
64.0
5.0
5.0
6.0
단위 : m

그림 1.3 단면도

1. 개요

1-4 적용기준

건축구조기준(KBC 2016, 국토교통부)

1-5 사용재료

강 재 : Steel SS275(Beam, Brace), Steel SM355(Column)

1-6 특기사항

건물의 슬래브는 하중으로 고려하고 구조 모델에서는 제외합니다. 슬래브의 강막효과 (rigid diaphragm effect)는 Story 기능을 이용하여 기구학적 구속조건으로 고려합니다.

바닥판을 지지하는 작은보는 중력방향의 하중만을 전달하고, 구조물의 횡적거동에는 영향을 미치지 않으므로 해석모델에서는 제외하고, 작은보의 자중과 중력하중 전달은 바닥하중 입력시 고려합니다.

지하구조물은 횡력에 영향을 받지 않고, 지진시 지반과 함께 거동하는 것으로 가정하여 해석 모델에서는 제외합니다.

부재설계시 영향면적에 따른 적재하중의 감소는 본 예제에서는 고려하지 않습니다.

1. 개요

1-7 적용하중

• **중력방향 하중**

(단위: kN/m²)

	판매시설	업무시설	지붕
층	2 ~ 3F	4 ~ 15F	Roof
고정하중	3.7	4.3	5.2
활하중	4.0	2.5	2.0

모델에 적용되는 하중은 실의 용도와 마감의 종류에 따라 상세히 구분되어야 하지만, 본 예제에서는 해석의 편의를 위해 위의 표와 같이 몇 가지 대표적인 하중만을 적용합니다.

적재하중은 등분포 적재하중이 작용할 때 구조부재에 더 큰 응력이 발생하는 것으로 가정하고, 집중 적재하중은 생략합니다.

• **풍하중**

건축물에 작용하는 풍하중은 “건축구조기준(KBC 2016, 국토교통부)” 를 적용하며, midas Gen의 풍하중 자동연산기능을 이용하여 입력합니다.

설계 기본 풍속	26 m/ sec (서울지역)
노풍도	B
중요도 계수	1.0
가스트 영향계수	GDx: 2.2, GDy: 2.2 (강체건축물)

지형에 의한 풍속할증은 불필요한 것으로 가정합니다.

1. 개요

• **지진하중(응답스펙트럼 해석)**

지진하중은 “건축구조기준(KBC 2016, 국토교통부)” 를 적용하며, midas Gen의 응답스펙트럼 하중조건 생성기능을 이용하여 입력합니다.

지역계수	A = 0.22 (지진구역 Ⅰ)
지반종류	S_C
내진등급	Ⅰ
중요도계수	I_E = 1.2 (내진등급 Ⅰ, 도시계획구역)
내진설계범주	D
건물의 높이	H_n = 64 m
건물의 폭	B_x = 36m, B_y = 27.6m
반응수정계수	R = 6

횡력의 25% 이상을 부담하는 중간 모멘트 골조와 철골 특수 중심 가새 골조로 이루어진 이중 골조 시스템

• **단위 하중조합**

구조물에 적용되는 하중조건은 다음과 같습니다.

하중조건번호		하중조건이름	적용하중
정적하중조건	1	DL	고정하중
	2	LL	활하중
	3	WX	풍하중 (전체좌표계 X 방향)
	4	WY	풍하중 (전체좌표계 Y 방향)
동적하중조건		RX	응답스펙트럼 지진하중 (전체좌표계 X 방향)
		RY	응답스펙트럼 지진하중 (전체좌표계 Y 방향)

2. 구조 모델링

Steel 건축물 구조해석 및 설계

2. 구조 모델링

이 장에서는 예제모델의 기하형상과 모델을 구성하는 요소들의 재질 및 단면성질 그리고 경계조건을 입력합니다.

midas Gen에서는 단위계, 사용자 좌표계, Snap 상황 또는 Activate 등을 사용자가 원하는 대로 설정하여 사용할 수 있습니다. 또한 모델데이터의 관리 및 수정을 손쉽게 할 수 있는 신개념의 모델링 기능인 Works Tree를 이용하여 모델링의 진행상황을 매 순간마다 일목요연하게 파악할 수 있습니다.

효율적인 구조해석작업을 수행하기 위해서는 사용자가 이러한 기능들을 이용하여 효과적인 작업환경을 구축하는 것이 가장 중요합니다.

2. 구조 모델링

2-1 초기 작업환경 및 단위계의 설정

1. New 클릭
2. Save를 클릭하고, 파일 이름에 'Steel(KBC2016)'입력
3. 저장(S) 버튼 클릭
4. Status Bar의 단위변환창에서 'kN'과 'm'선택 Point Grid, Point Grid Snap, Line Grid Snap 클릭 (Toggle off)

사용자의 초기 환경설정에 따라 Icon Menu의 Toggle on 상황은 달라질 수 있습니다. 불필요한 Icon은 Toggle off하여 혼란을 방지하는 것이 바람직합니다.

2-2 부재재질과 단면데이터의 입력

요소를 생성하기 전에, 사용재질 및 저층부 보와 거더의 단면데이터를 입력합니다. 재질번호는 동일한 재료를 사용하더라도 부재의 종류(Girder, Column, Brace 등)별로 가급적 다양하게 부여하는 것이 바람직합니다

재질번호	이름	종류	재료강도
1	Girder_SS275	Steel	SS275
2	Column_SM355	Steel	SM355
3	Brace_SS275	Steel	SS275

표 2.1 사용 재질

1. Main Menu에서 Properties > Material > Material Properties 클릭
2. Add... 버튼 클릭
3. Type of Design 선택란에서 'Steel' 선택
4. Standard 선택란 'KS18(S)' 확인
5. DB 선택란에서 'SS275' 선택
6. Name 입력란에 'Girder_SS275' 입력 후, Apply 버튼 클릭
7. 동일한 방법으로 'Column_SM355'를 입력하고 Apply 버튼 클릭
8. 동일한 방법으로 'Brace_SS275'를 입력하고 OK 버튼 클릭

Standard 선택란에서 KS18(S)를 확인합니다.

2. 구조 모델링

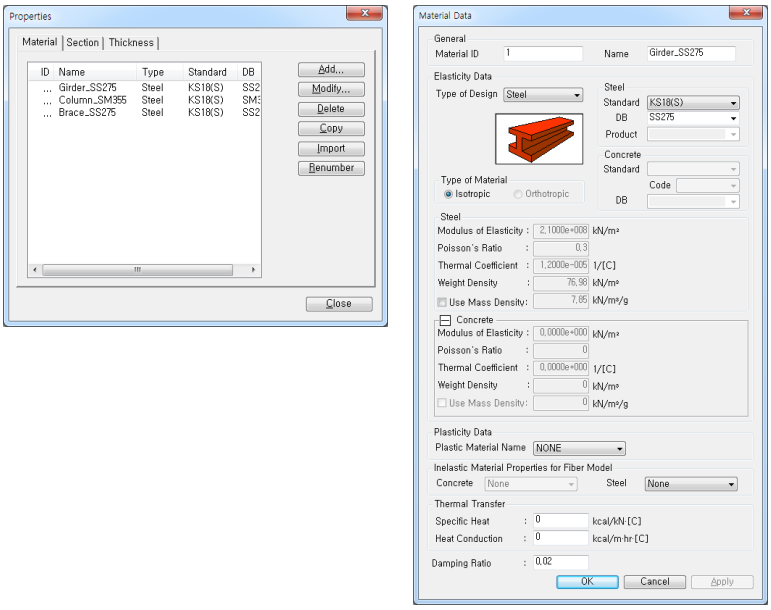


그림 2.1 재질의 입력

단면데이터는 작용하는 중력방향 하중에 의한 부재별 응력과 처짐을 약산하여 이를 만족하는 가정단면을 선정하여 입력합니다.

그림 1.2 저층부 구조평면의 단면데이터는 이러한 방법으로 선정된 것입니다.

그림 1.2 저층부 단면데이터를 참조하여 단면데이터를 입력합니다.

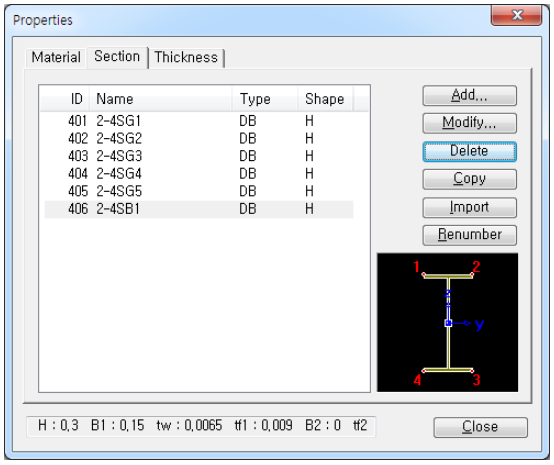


그림 2.2 저층부 거더의 단면데이터 입력

2. 구조 모델링

2-3 2층 바닥 요소 입력

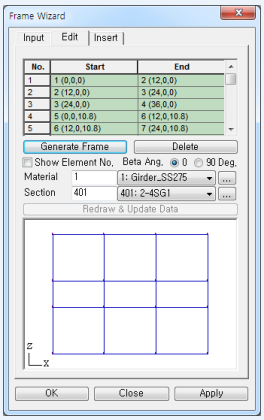
Frame, Arch, Truss 등 정형화된 구조형식을 간편하게 입력할 수 있는 Structure Wizard를 이용하여 2층 바닥의 요소를 입력합니다.

1. Hidden, Display Node Numbers, Display Element Numbers 클릭 (Toggle on)
2. Main Menu에서 Structure > Wizard > Base Structure > Frame 선택
3. X Coord.의 Distance 에 '12', Repeat 에 '3' 입력
   Add X-Coord. 버튼 클릭
4. Z Coord.의 Distance 에 '10.8' , Repeat 에 '1' 입력 후
   Add Z-Coord. 버튼 클릭
5. Z Coord.의 Distance 에 '6', Repeat 에 '1' 입력 후
   Add Z-Coord. 버튼 클릭
6. Z Coord.의 Distance에 '10.8', Repeat에 '1' 입력 후
   Add Z-Coord. 버튼 클릭
7. [Edit] 탭에서 Generate Frame 버튼 클릭
8. Beta Angle 선택란에서 '90 Deg.' 선택
9. Material 입력란에 '1', Section 에 '401' 선택
10. [Insert] 탭에서 Insert Point 에 '0, 0, 6' 입력
11. Rotations의 Alpha에 '-90' 입력
12. Apply 버튼 클릭
13. Zoom Fit 클릭
14. Frame의 배치를 확인한 후 Close 버튼 클릭

Structure Wizard에서는 Undo/Redo 기능을 이용할 수 없습니다.

Frame Wizard에 사용되는 Beta Angle은 X-Z평면을 기준으로 적용됩니다.

Frame Wizard에서는 재질 번호와 단면번호를 일괄적으로 부여하여 요소를 생성한 후 전체모델에서 요소별로 속성을 변경합니다.



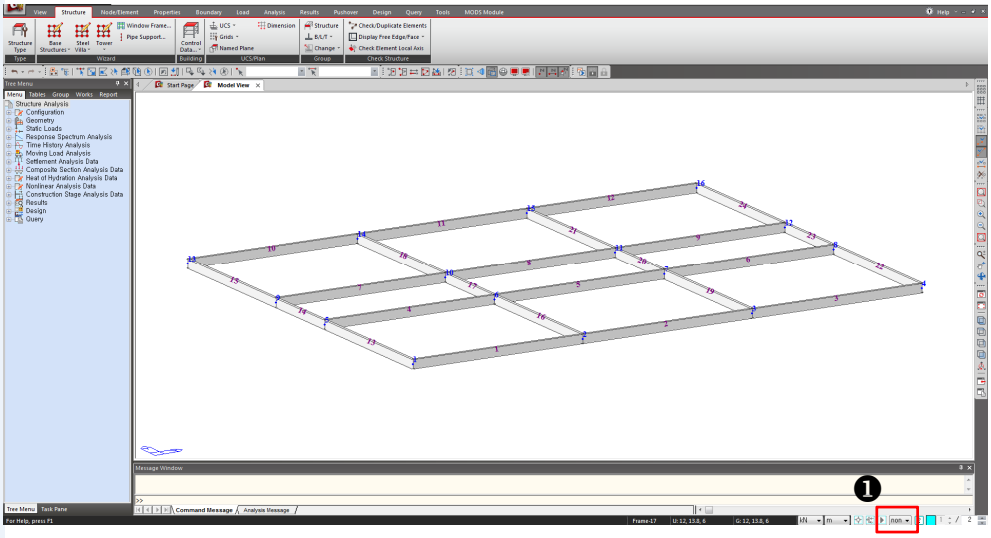


그림 2.3 Frame Wizard를 이용한 2층 바닥요소의 생성

2. 구조 모델링

Frame Wizard로 생성한 요소등 구조평면과 상이한 부분을 수정합니다.

1. Top View 클릭
2. Filter 선택란(그림 2.3의 ❶)에서 'y'를 선택
3. Select Window를 이용하여, Beta Angle이 '180°'인 1~4열의 모든 요소를 선택
4. Main Menu에서 Node/Element > Elements > Change Element Parameters 클릭
5. Parameter Type 선택란에서 'Element Local Axis'선택
6. Beta Angle 입력란에 '0' 입력
7. Apply 버튼 클릭
8. Filter 선택란(그림 2.3의 ❶)에서 'none'를 선택

1. 기능목록표에서 Create Element 선택
2. Section Name에서 '402:2-4SG2' 선택
3. Nodal Connectivity 입력란에 마우스 한번 클릭
4. Element Snap 기능을 이용하여 요소 5와 8의 중앙부를 클릭하여 요소 25 생성
5. Section Name에서 '406:2-4:SB1' 선택
6. Mouse Editor 기능을 이용하여 다시 요소 5와 8의 중앙부를 클릭하여 요소 28 생성

그림 2.4의 ❶에서 Start Node Number 우측의 ... 을 클릭하면 Largest Used Number +1 Option이 기본값으로 설정되어 있으므로, 가장 마지막에 입력된 절점번호에 +1를 하여 새로 생성된 절점번호를 부여합니다.
예를 들어, 요소번호 33을 구성하는 절점번호는 21, 22가 됩니다.
그러나 Small Unused Number를 선택하고 요소 33을 생성하였다면 절점번호는 1, 21이 됩니다.
본 예제에서는 기본값인 Largest Used Number +1에 의해 절점번호를 부여합니다.

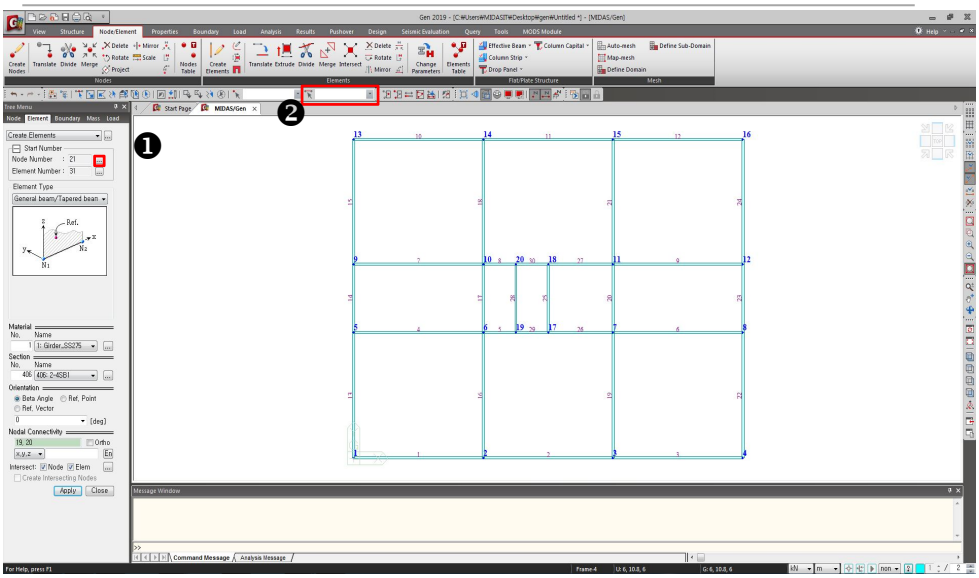


그림 2.4 2층 바닥 요소 수정

2. 구조 모델링

모델 데이터의 속성을 수정하거나 할당된 속성을 변경하려는 경우는 Works Tree의 Context Menu와 Drag & Drop 방식의 모델 데이터 수정기능을 이용하면 대단히 편리합니다. 여기에서는 보와 거더의 단면번호를 변경하는 절차를 간단히 설명합니다.

1. Display를 클릭하여 Node탭의 Node Number에 '✓'표시 해제
2. Property 탭에서 Property Name에 '✓'표시 후, OK 버튼 클릭
3. Tree Menu의 Works 탭 선택
4. Select 기능을 이용하여, B열과 C열 Core 부분의 거더 중 단면번호 401로 입력된 SG2요소 (5, 8, 26, 27, 29, 30) 선택
5. Work Tree > Properties > Section에서 '2-4SG2'를 지정한 상태로 마우스를 Modeling View Window 까지 Drag & Drop
6. 보 단면번호가 수정되는 것을 확인
7. 동일한 요령으로, Frame Wizard 요소 생성시 단면번호 401로 입력된 SG3, SG4, SG5 요소들의 단면번호를 모두 수정 (그림 1.2 구조평면도 참조)

요소의 선택은 Select by Window나 Select Single 등 Graphic Selection 기능을 이용하거나, 요소 선택창 (그림2.4 ❷)에 대상 요소의 번호를 직접 입력하여 선택할 수 있습니다.

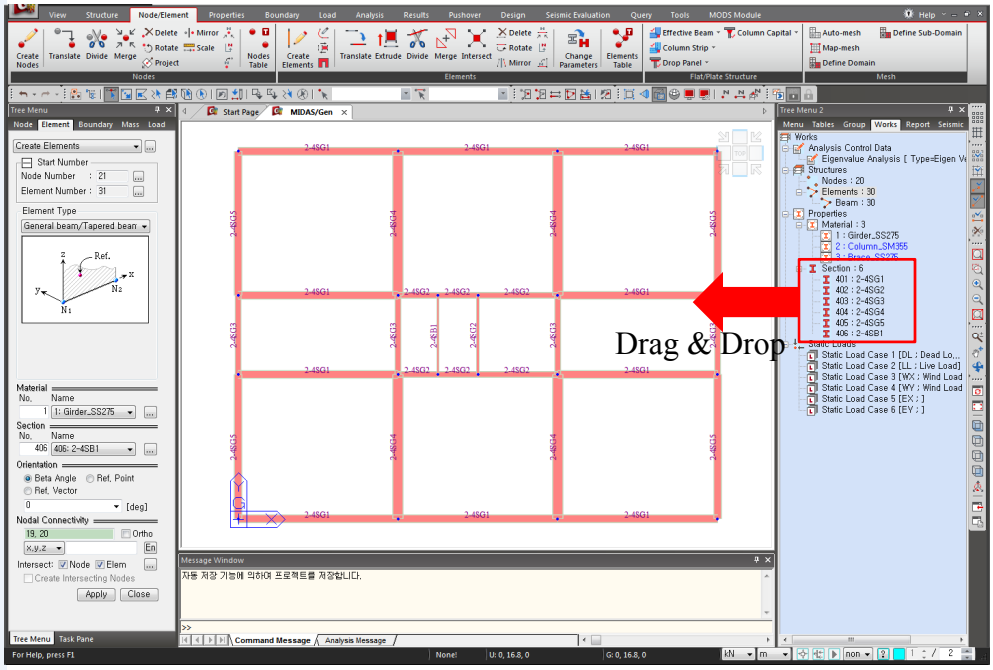


그림 2.5 Drag & Drop 방식의 단면번호의 변경

2. 구조 모델링

일반적인 건물의 경우, 기준층 바닥을 먼저 생성하고 이를 복제하여 전체 건물을 완성하는 방법으로 모델링이 이루어집니다.

이 때 기준층 바닥 요소에 부여된 단면번호에 증분을 부여하여 층별로 다양하게 변화되는 단면번호를 반영하므로, 기준층 요소들의 단면번호를 정확히 입력하는 것이 대단히 중요합니다.

입력된 요소들의 단면번호는 Display에서 Property Number 또는 Property Name을 화면에 표시하여 확인할 수도 있지만, 모델이 복잡한 경우에는 Select Elements by Identifying 기능을 이용하면 요소에 부여된 속성들을 효과적으로 확인할 수 있습니다.

특정 절점이나 요소의 기본적인 속성을 확인 할 때는 Fast Query(그림 2.6 ❶) 기능을 이용하면 평면별로 부재선택을 편리하게 할 수 있습니다.

1. Select Elements by Identifying 버튼 클릭
2. Select Type (그림 2.6❷)에서 'Section' 선택
3. Section List에서 '401: 2-4SG1' 선택
4. Add 버튼 클릭
5. Modeling View Window에서 선택된 요소들을 그림 1.2와 비교하여 단면번호의 입력이 적절한지 확인
6. Section List에서 '402:2-4SG2' 선택
7. Replace 버튼 클릭
8. 이상과 같은 방법으로 요소에 부여된 단면번호 확인
9. Select Identity 대화상자의 Close 버튼 클릭

Work Tree를 이용하면 부재이름을 더블클릭하여 신속하게 확인할 수 있습니다.

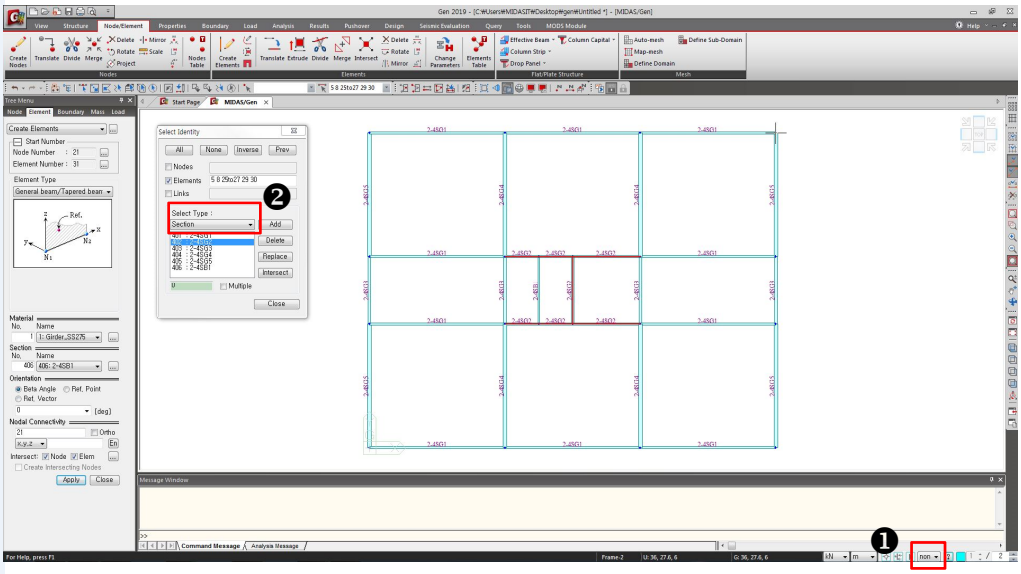


그림 2.6 단면번호의 확인

2. 구조 모델링

2-4 Beam End Release 조건 입력

모델에 포함된 작은보들은 양단부가 거더에 단순지지되므로 Beam End Release 조건을 부여합니다.

1. Select Single을 클릭하고 406:2~4SB1(요소 28) 선택
2. Main Menu에서 Boundary > Release/Offset > Beam End Release 선택
3. Pinned-Pinned 버튼 클릭
4. Apply 버튼 클릭

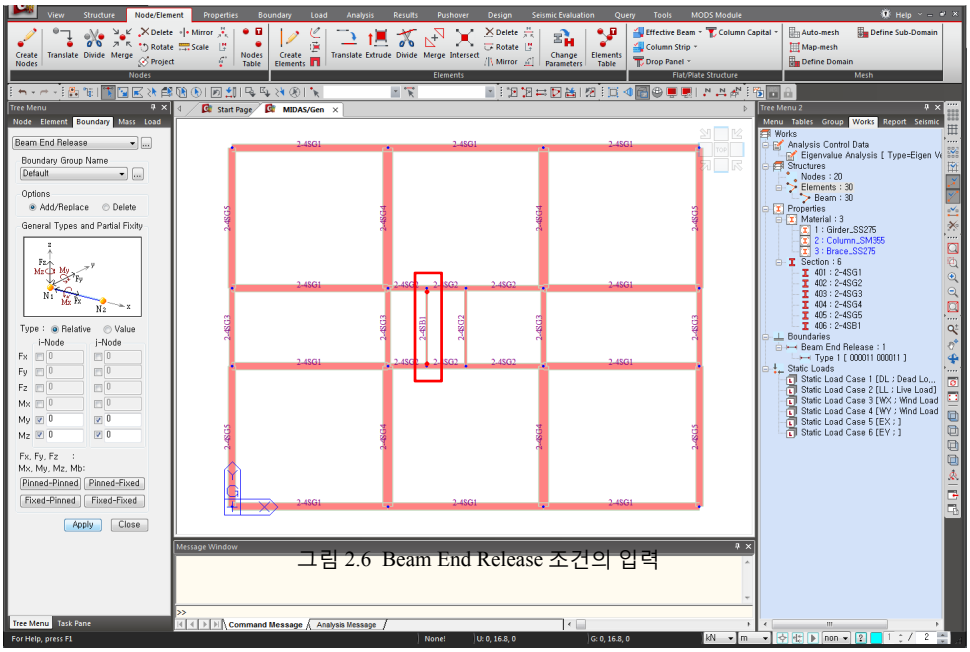


그림 2.6 Beam End Release 조건의 입력

2. 구조 모델링

2-5 기둥의 단면데이터 입력

2층 바닥의 보와 거더가 입력되었으므로, 기둥요소를 생성하기 위해 기둥요소의 단면데이터를 입력합니다.

철골구조물의 기둥부재는 절 별로 설치되므로, 이를 고려하여 단면번호를 부여합니다.

C1~C4와 C1A를 철골단면으로 입력합니다.

		C1		C1A	
절	층	단면번호	Steel	단면번호	Steel
6	14~15	106	H 500×500×30/32	156	H 400×400×13/21
5	11~13	105	H 500×500×30/32	155	H 400×400×13/21
4	8~10	104	H 550×550×32/34	154	H 400×400×13/21
3	5~7	103	H 550×550×34/38	153	H 400×400×13/21
2	3~4	102	H 550×550×38/42	152	H 400×400×13/21
1	1~2	101	H 650×650×40/44	151	H 450×450×20/28

		C2		C3		C4	
절	층	단면번호	Steel	단면번호	Steel	단면번호	Steel
6	14~15	206	H 500×500×30/32	256	H 400×400×13/21	306	H 400×408×21/21
5	11~13	205	H 500×500×30/32	255	H 400×400×13/21	305	H 400×408×21/21
4	8~10	204	H 550×550×32/34	254	H 400×400×13/21	304	H 400×408×21/21
3	5~7	203	H 550×550×34/38	253	H 600×600×13/21	303	H 450×450×28/32
2	3~4	202	H 550×550×38/42	252	H 700×700×20/28	302	H 450×450×28/32
1	1~2	201	H 600×600×40/44	251	H 700×700×20/38	301	H 450×450×28/32

표 2.2 기둥 단면데이터

2. 구조 모델링

자주 사용되는 단면데이터를 미리 fn,MGB 파일로 저장해두면, 필요시에 Import 기능을 이용하여 필요한 단면데이터를 쉽게 불러올 수 있습니다.

C1의 단면은 Section 기능을 이용하여 입력하고 나머지 기둥부재들은 이미 만들어져 있는 Section Data를 Import하는 방법으로 단면을 입력하겠습니다.

먼저 1층 C1의 단면데이터를 입력합니다.

---

1. Main Menu에서 Properties > Material > Material Properties > Section탭 클릭
2. [Add...] 버튼 클릭
3. User 선택
4. Section ID에 '101'을 입력하고 Name에 '1-2C1'입력
5. 'H-Section' 선택
6. 'H: 0.65, B1: 0.65, tw: 0.04, tf1: 0.044'입력
7. Section Data 대화상자의 [OK] 버튼 클릭

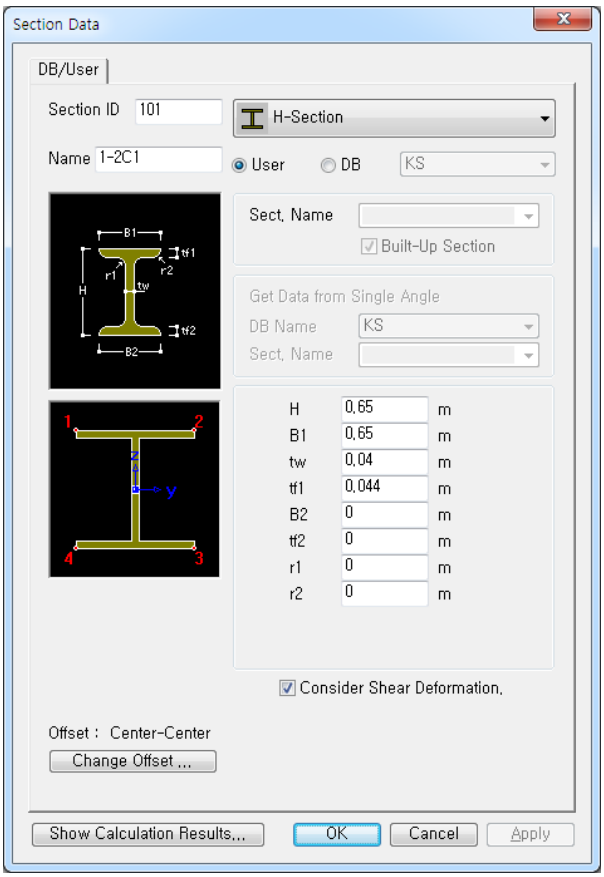


그림 2.7 Steel의 단면의 입력

2. 구조 모델링

단면데이터의 Import 기능을 이용하여 401:2-4SG1부터 406:2-4SB1을 제외한 모델의 모든 단면데이터를 입력합니다.

1. 그림 2.8 ❶의 [Import] 버튼 클릭
2. 'H-Section(Import용).mgb'를 선택하고 그림 2.8 ❷의 [열기(O)] 버튼 클릭
3. 그림 2.8 ❸의 [OK] 버튼 클릭
4. Import 된 단면데이터 확인
5. Properties 대화상자의 [Close] 버튼 클릭

All 버튼을 클릭하여 저층부 단면데이터를 중복 입력하면, 나중에 입력된 단면데이터로 Update됩니다.

단면데이터를 선택할 때, Shift 키를 누른 상태로 선택할 데이터를 클릭한 후 스크롤 바를 사용하여 마지막 데이터를 클릭하면 그 사이의 모든 단면데이터가 선택됩니다.

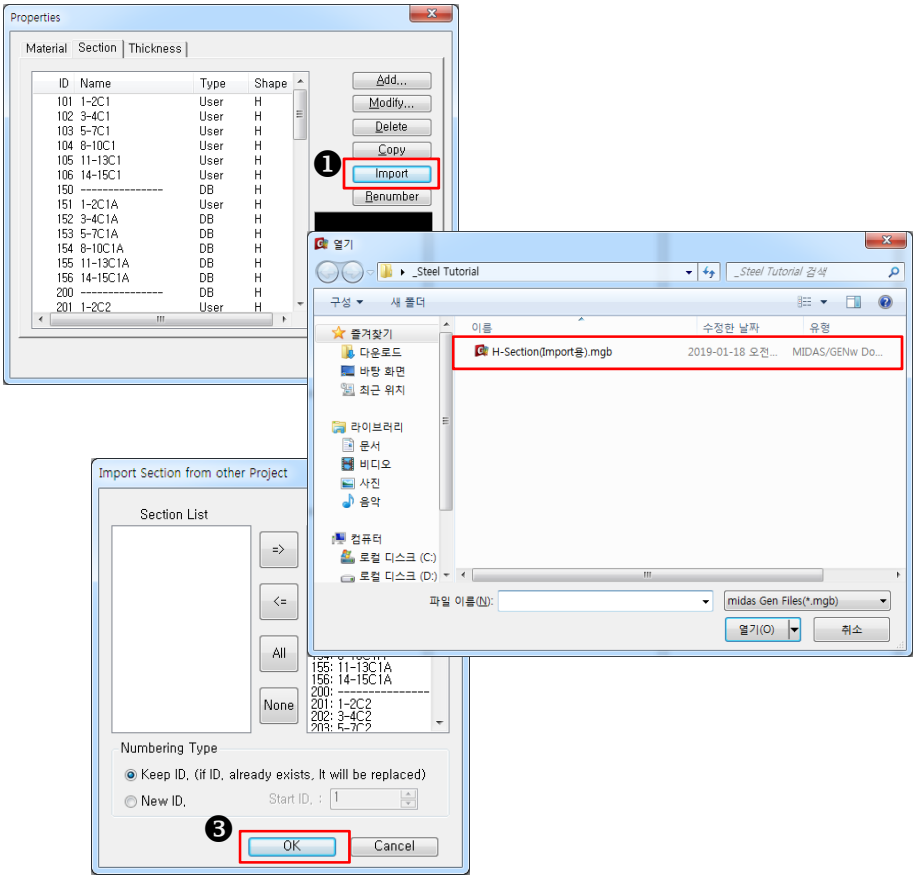


그림 2.8 Import기능을 이용한 단면데이터 입력

2. 구조 모델링

2-6 기둥입력

절점을 선요소로 확장 변환하는 Extrude 기능을 이용하여 1층의 기둥을 생성합니다.

1. Display Node Number 클릭 (Toggle on)
2. Display를 클릭하여 Property탭에서 Property Name의 '✓'표시 해제 후 OK 버튼 클릭
3. Iso View 클릭
4. Rotate Dynamic을 이용하여 그림 2.9과 같이 모델의 확인이 용이하도록 View Point를 변경하고 Zoom Fit 클릭
5. Select All 클릭
6. Unselect Window로 절점 19, 20를 지정하여 대상에서 제외
7. Main Menu에서 Node/Element > Elements > Extrude Elements 선택
8. Extrude Type에서 'Node → Line Element' 확인
9. Reverse I-J 선택란에 '✓' 표시
10. Element Type에 'Beam' 확인
11. Material에서 '2 : Column_SM355' 선택
12. Section에서 '101 : 1-2C1' 선택
13. Generation Type에서 'Translate' 확인
14. Translate에서 'Equal Distance' 확인
15. dx, dy, dz 입력란에 '0, 0, -6' 입력
16. Apply 버튼 클릭
17. Display를 클릭한 후 Element 탭에서 Local Direction을 선택한 후 Apply 버튼 클릭
18. 변경된 Local Direction 확인
19. Local Direction 선택 해제(Check off) 한 후, OK 버튼 클릭

절점 19와 20 하부에는 기둥이 없으므로 Extrude 대상에서 제외합니다.

Reverse I-J 선택란은 Extrude 수행시 Translate 방향과 반대로 요소의 성생방향을 결정합니다. 요소의 생성방향과 요소 좌표계는 부재력 확인시 혼돈을 방지하기 위해 가급적 일치시킵니다.

2. 구조 모델링

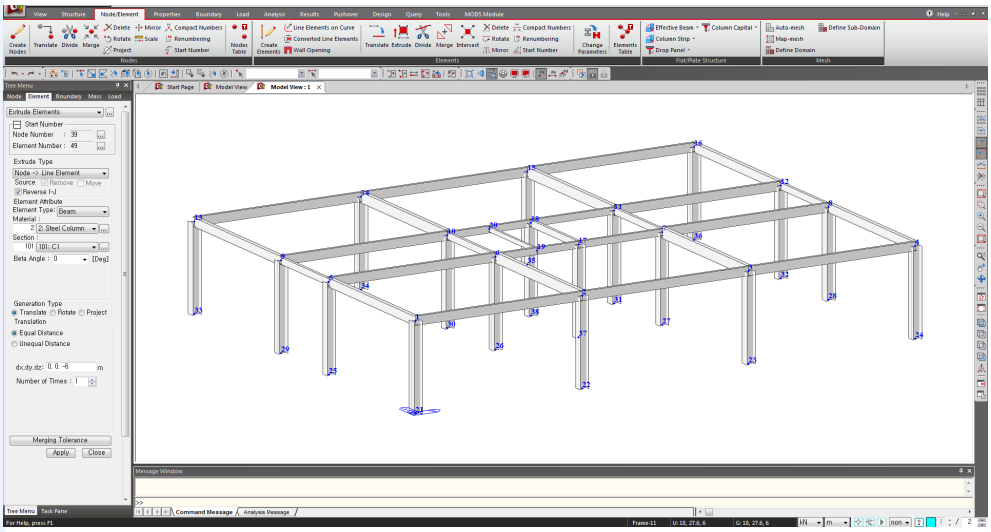


그림 2.9 1층 기둥의 생성

Extrude Elements 수행시 '0'으로 일괄 입력된 기둥의 Beta Angle을 수정합니다.

---

1. Select Recent Entities 클릭
2. 기능명령표에서 Change Element Parameters 클릭
3. Parameter Type에서 'Element Local Axis' 선택
4. Assign에서 Beta Angle에 '90' 입력 후, Apply 버튼 클릭
5. Close 버튼 클릭

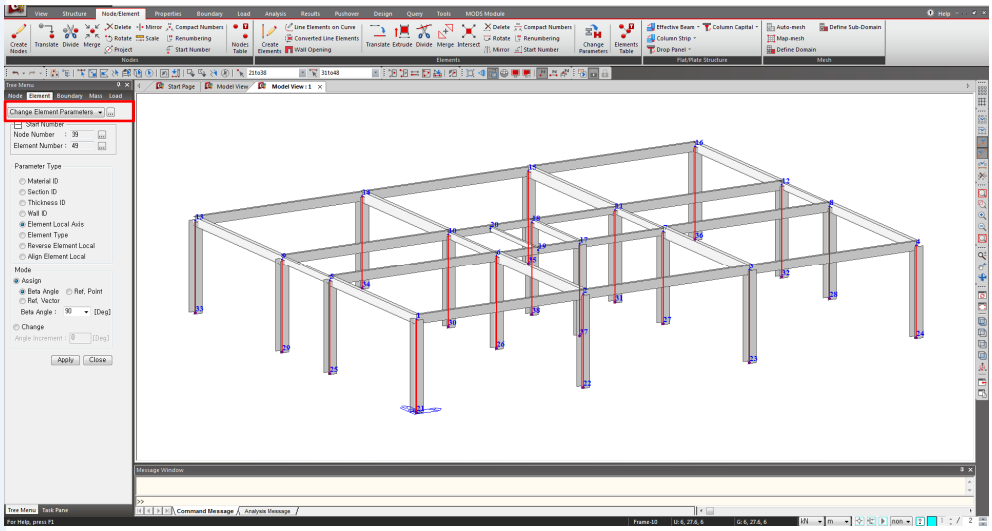


그림 2.10 기둥 Beta Angle 수정

2. 구조 모델링

101:1-2C1으로 입력된 기둥의 단면번호를 구조평면에 맞게 수정합니다.

1. Top View 버튼 클릭
2. Tree Menu의 Works 탭 선택
3. Properties > Sections에서 '101 : 1-2C1'을 선택한 후 마우스 우측버튼 클릭
4. Context Menu에서 'Select' 선택 후, Activate 클릭
5. Display의 Property탭에서 Property Name에 '✓'표시(Check on)
6. OK 버튼 클릭
7. Display Node Number 클릭(Toggle off)
8. 그림 1.2를 참조하여 코어 부분의 'C1A' 선택 (요소 47, 48)
9. Tree Menu의 Works 에서 Properties > Section에서 '151 : 1-2C1A' 항목을 지정한 상태로 마우스를 Modeling View Window까지 Drag & Drop
10. 요소의 단면번호가 수정되는 것을 확인
11. 동일한 요령으로 구조평명도를 참고하여 각 위치 해당 기둥으로 모두 수정
12. Activate All 버튼 클릭

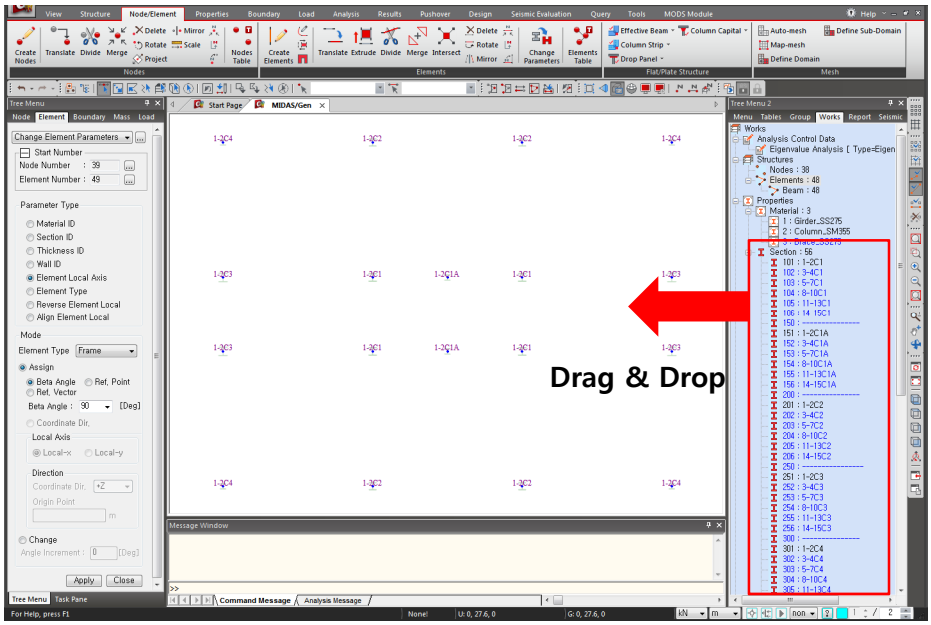


그림 2.11 Drag & Drop 방식의 기둥 단면번호의 수정

Display를 이용하여 수정한 기둥의 Beta Angle, 재질, 단면번호 등을 확인합니다.

1. Select Elements by Identifying 클릭
2. Select Type에서 'Section' 선택
3. 거더 부재의 입력방법과 동일한 방법으로 기둥부재의 단면번호 확인
4. Select Elements by Identifying 대화상자의 Close 버튼 클릭

Hidden 을 Toggle off하면 선택된 요소의 구분이 뚜렷하므로 단면번호의 확인이 쉬워집니다.

2. 구조 모델링

2-7 대각부재 입력

표 2.3의 대각부재 단면목록표는 Brace로 사용될 단면(1001~2003)을 나타내는 것으로, 단면 데이터의 Import 기능에 의해 이미 단면이 정의되었습니다.

층	X방향		Y방향	
	단면번호	단면 Size	단면번호	단면 Size
11~15	1003	H-200×200×8/12	2003	H-200×200×8/12
4~10	1002	H-294×200×8/12	2002	H-294×200×8/12
1~3	1001	H-294×302×12/12	2001	H-294×302×12/12

표 2.3 대각부재 단면목록표

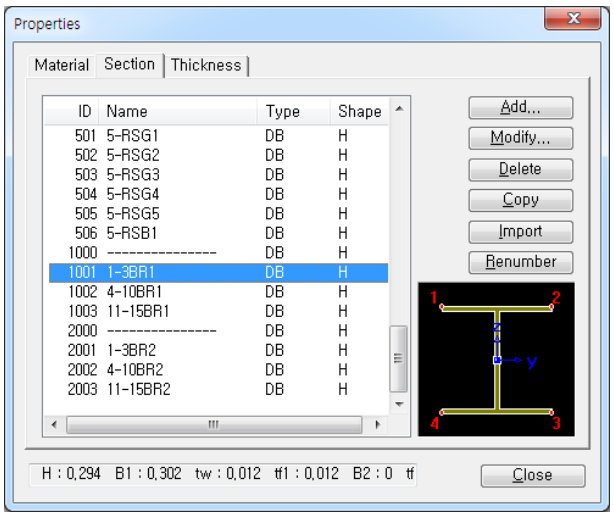


그림 2.12 Brace 단면데이터 입력

2. 구조 모델링

전체좌표계 X, Y축 양방향으로 작용하는 횡력에 저항하기 위해 Brace를 입력합니다.

1. Display를 클릭하여 Property 탭에서 Property Name 선택 해제(check off)
2. Node Number, Element Number 클릭 (Toggle on)
3. Zoom Window를 이용하여 코어부분을 확대(그림 2.13 참조)
4. Main Menu에서 Node/Element > Elements > Create Elements 선택
5. Element Type에서 'Truss'선택
6. Material Name란에서 '3 : Brace-SS275'선택
7. Section Name란에서 '1001 : 1-3BR1'선택
8. Mouse Editor 기능을 이용하여 X 방향 Brace 입력
9. Section No. 입력란에 '2001'입력, 자동 선택된 1-3BR2 단면 확인
10. 단계 8과 같은 요령으로 Y 방향 Brace 입력(그림 2.13 참조)

사용되는 단면의 종류가 많은 경우에는 Section Name 에서 단면을 선택하는 것보다 Section No.에 단면번호를 직접 입력하는 것이 더 편리합니다.

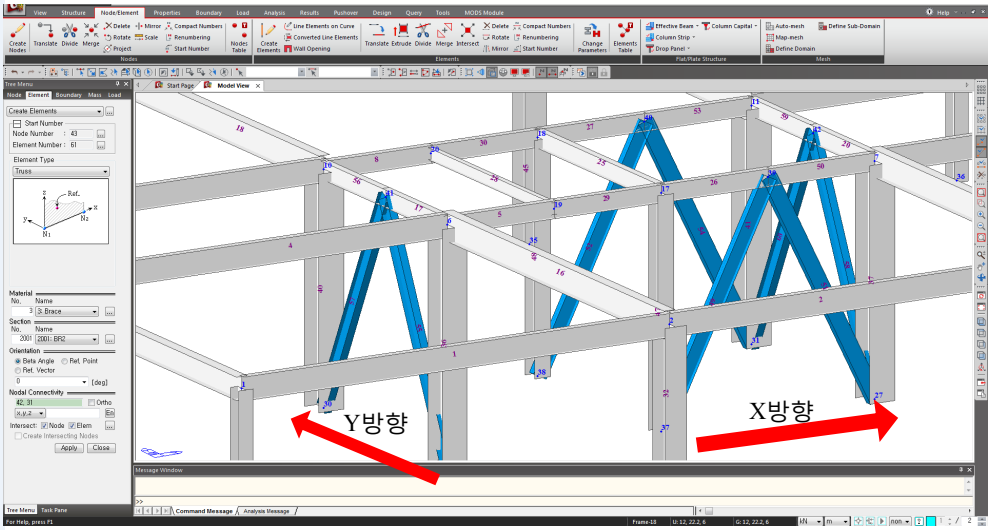


그림 2.13 Brace 입력

2. 구조 모델링

2-8 Building Generation

건축물에 적용되는 층(Story)의 개념을 이용하여 입력된 요소들을 쉽게 복제할 수 있는 Building Generation기능으로, 구조물의 상층부를 모델링합니다.

Building Generation기능을 이용하면 요소의 복제시 발생되는 층고의 변화와 요소 종류별 단면번호의 증가를 모두 고려하여 한꺼번에 복제함으로써, 건축 구조물을 간단하게 모델링 할 수 있습니다.

모델의 층고는 그림 1.3 단면도 참고

1. Auto Fitting 클릭 (Toggle on)
2. Display Node Numbers, Display Element Numbers 클릭 (Toggle off)
3. Select All 클릭
4. Main Menu에서 Structure > Building > Control Data > Building Generation 선택
5. Building Generation에서 Number of Copies에 '2' 입력
6. Distance(Global Z) 입력란에 '5'입력
7. Operations의 Add 버튼 클릭
8. Number of Copies에 '6'을 입력하고 Distance(Global Z)에 '3.8' 입력
9. Add 버튼 클릭
10. Number of Copies에 '6'입력
11. Distance(Global Z)입력란에 '4.2'입력 후 Add 버튼 클릭
12. List 하부의 Building Generation Table 버튼 클릭

Building Generation Table에서 첫번째 열의 숫자는 복제 차수를 의미합니다. 예를 들어 두번째 복제를 수행할 때 즉, 2층의 요소를 3층으로 복제할 때 기둥의 단면 번호에 '1'의 증분을 부여한다는 의미입니다.

Building Generation Table

	Distance (m)	Material	Column	Beam	Brace	Wall
1	5.0000	0	0	0	0	0
2	5.0000	0	1	0	0	0
3	3.8000	0	0	100	1	0
4	3.8000	0	1	0	0	0
5	3.8000	0	0	0	0	0
6	3.8000	0	0	0	0	0
7	3.8000	0	1	0	0	0
8	3.8000	0	0	0	0	0
9	4.2000	0	0	0	0	0
10	4.2000	0	1	0	1	0
11	4.2000	0	0	0	0	0
12	4.2000	0	0	0	0	0
13	4.2000	0	1	0	0	0
14	4.2000	0	0	0	0	0
15						

OK Cancel

그림 2.14 Building Generation Table

2. 구조 모델링

- Copy Attribute 기능은 절점이나 요소를 복제하면서 대상에 부여되어 있는 경계조건, 정적하중, 질량 그리고 설계변수 등의 속성을 동일하게 적용하는 기능입니다. 이 기능을 이용하면 후속 작업을 줄일 수 있으므로 대단히 효과적입니다.
- 그림에서 Wire Frame 으로 표현된 요소는 Section이 정의되지 않은 요소들입니다.

1. 그림 2.14과 같이 단면번호의 증분을 입력
2. OK 버튼 클릭
3. Copy Element Attribute에 '✓'표시 확인하고 우측의 ... 버튼 클릭
4. Boundaries의 Beam and Release에 '✓'표시 확인
5. OK 버튼 클릭
6. Building Generation Dialog Bar의 Apply 버튼 클릭
7. Select Plane 클릭
8. XY Plane을 선택하고 지붕층 임의의 절점을 지정하여 Z Position에 '64'을 자동입력
9. Apply 버튼 클릭 후 Close 버튼 클릭
10. Activate 클릭
11. Display의 Boundary 탭에서 Beam End release Symbol에 '✓'표시
12. Apply 버튼을 클릭하고 Release 조건이 복제되었는지 확인
13. Beam End Release에 '✓'표시 해제하고, OK 버튼 클릭

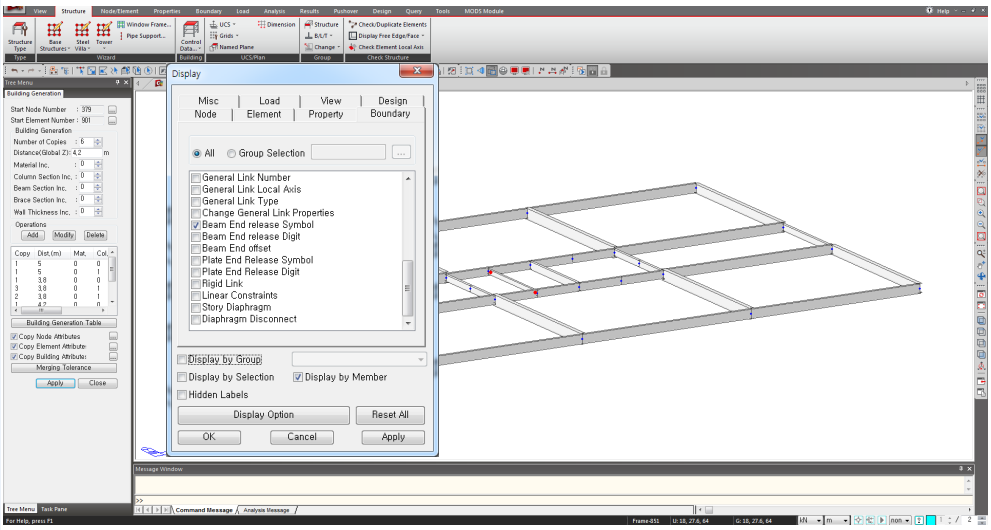


그림 2.15 Building Generation 후 지지조건 복사여부 확인

2. 구조 모델링

2-9 층 데이터 입력

여기에서는 층 관련 부가기능을 이용하여 모델링을 쉽게 할 수 있도록 층 데이터를 입력합니다.

층 데이터는 벽요소를 사용하거나, 하중기준에 의한 풍하중 및 지진하중의 자동연산 입력기능을 이용하고자 할 때 반드시 입력되어야 합니다.

---

1. Main Menu에서 Structure > Building > Control Data > Story 선택
2. Auto Generate Story Data... 버튼 클릭
3. OK 버튼 클릭
4. Cancel 버튼 클릭

- midas Gen은 Story Data를 자동 생성할 때, 입력되어 있는 모든 절점의 Z좌표를 층의 위치로 인식합니다. 따라서 Story Level이 아닌 위치에 절점이 생성된 경우에는 해당층을 Unselect List로 이동시켜 Story Data에서 제외되도록 합니다.

- Wind와 Seismic탭에서는 풍하중과 지진하중을 자동연산하는데 적용될 풍압면의 폭과 층의 중심, 우발편심거리 등이 층별로 정리되어 있으며, 수정도 가능합니다.

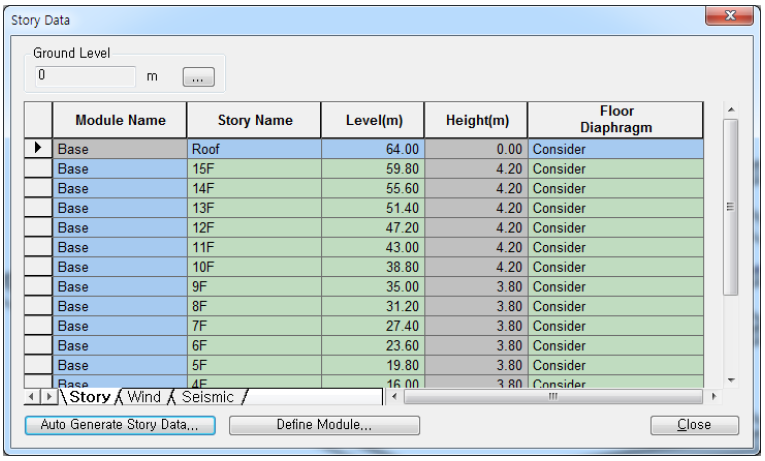


그림 2.16 층 데이터

2. 구조 모델링

2-10 경계조건 입력

모델의 기하형상 입력이 완성되었으므로, 경계조건을 입력합니다.

본 예제에서는 지하층 기둥을 고려하여 1층 기둥의 지지조건을 고정으로 가정합니다.

---

1. Active All 클릭
2. Display를 클릭하고 Reset All 클릭
3. OK 버튼 클릭
4. Select Plane 클릭
5. XY Plane을 선택하고 1층 바닥의 임의의 절점을 지정하여 Z Position에 '0'을 자동입력
6. Close 버튼 클릭
7. Main Menu에서 Boundary > Supports > Define Supports 실행
8. D-All에 '✓'표시
9. Apply 버튼 클릭

지점에 모멘트가 전달되는 Fixed조건으로 하고자 하는 경우에는 R-All 까지 체크 해야 하며, 본 따라하기에서는 Hinge조건으로 설정합니다.

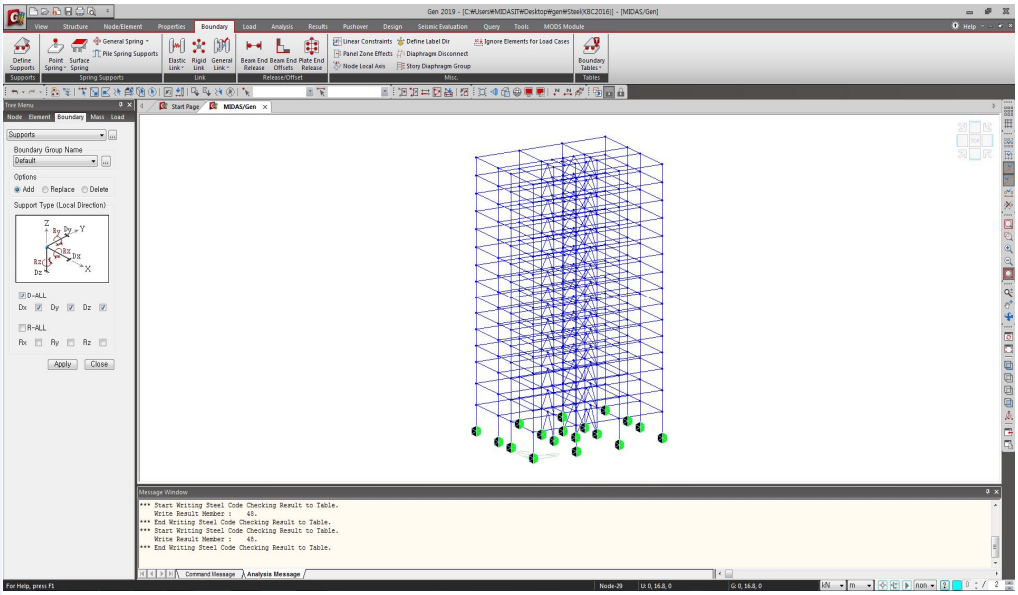


그림 2.17 구조물의 지지조건 입력

3. 하중 입력

Steel 건축물 구조해석 및 설계

3. 하중 입력

3-1 하중조건 설정

구조물에 작용하는 중력방향 및 횡방향 하중을 입력합니다. 작용하중을 입력하기 위해서 먼저 하중조건을 설정합니다.

1. Load Menu에서 Static Load Cases 선택
2. Static Load Cases 대화상자에서 그림 3.1과 같이 하중조건을 입력
3. [Close] 버튼 클릭

- 풍하중이나 지진하중과 같이 작용방향이 구분되어야 하는 하중은 하중조합 조건을 자동생성할 때 부여되는 Description에 사용자가 입력한 단위하중 조건의 이름이 그대로 적용됩니다.
- 지진하중은 응답스펙트럼 해석을 통해 고려되므로 정적 하중조건을 설정할 필요는 없습니다.

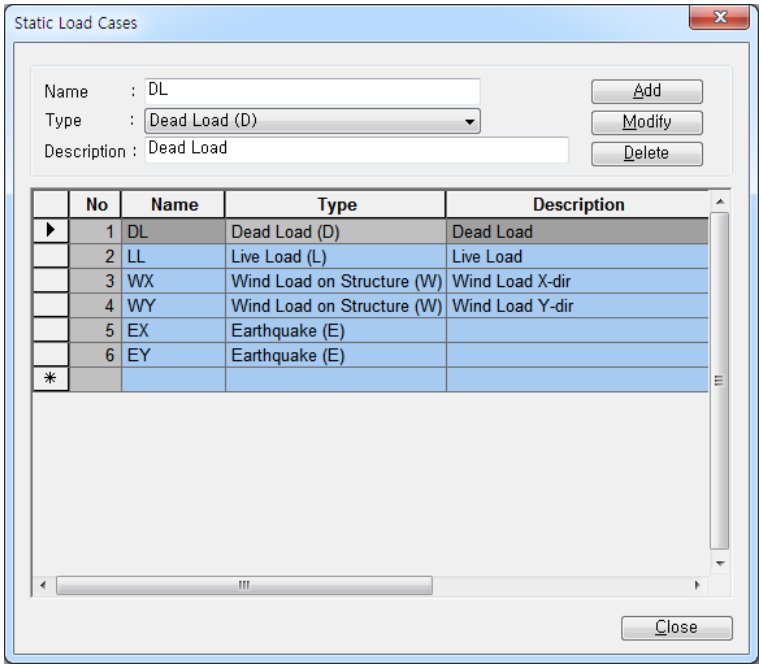


그림 3.1 구조물의 하중조건 설정

3. 하중 입력

3-2 자중 입력

모델에 포함된 부재의 자중을 중력방향으로 고려합니다.

1. Load Menu에서 Self Weight 확인
2. Load Case Name 선택란에 'DL' 선택
3. Self Weight Factor 'Z' 입력란에 '-1' 입력
4. Operation에서 Add 버튼 클릭

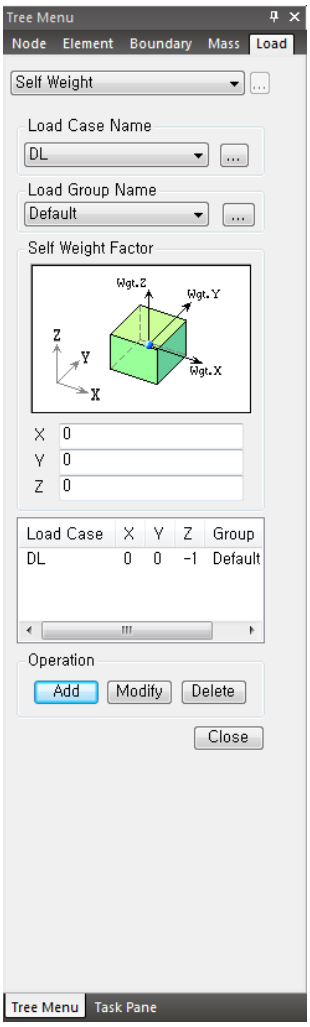


그림 3.2 구조물의 자중 자동계산 설정

3. 하중 입력

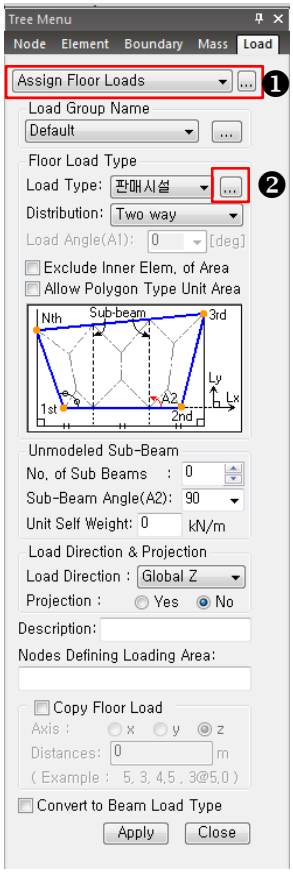
3-3 바닥하중 입력

구조물에 작용하는 중력방향 하중을 입력합니다. 본 예제에서는 외벽 마감재나 설비 시설(기계실, Cooling Tower 등)의 하중은 해석의 편의를 위해 생략합니다.

중력방향 하중을 Floor Load 기능을 이용하여 입력하기 위해서는 '따라하기 1' 에서 설명한 바와 같이 Floor Load Type을 먼저 정의합니다.

Floor Load는 보요소에 의해 형성된 삼각형 또는 사각형의 폐구간에 적용할 수 있습니다. 폐구간 내의 절점은 동일한 평면에 위치하여야 하지만 그 평면이 X-Y평면과 평행할 필요는 없습니다.
Floor Load 기능을 이용하면 경사지붕이나 외벽면의 풍하중 또는 적설하중도 간단하고 정확하게 입력할 수 있습니다.

1. 기능목록표에서 Assign Floor Loads 선택
2. Load Type 선택란 우측의 [...] 버튼 클릭
3. "모델개요"의 "적용하중"을 참고하여, 필요한 Floor Load Type을 모두 정의 (그림 3.3 참조)
4. [Close] 버튼 클릭



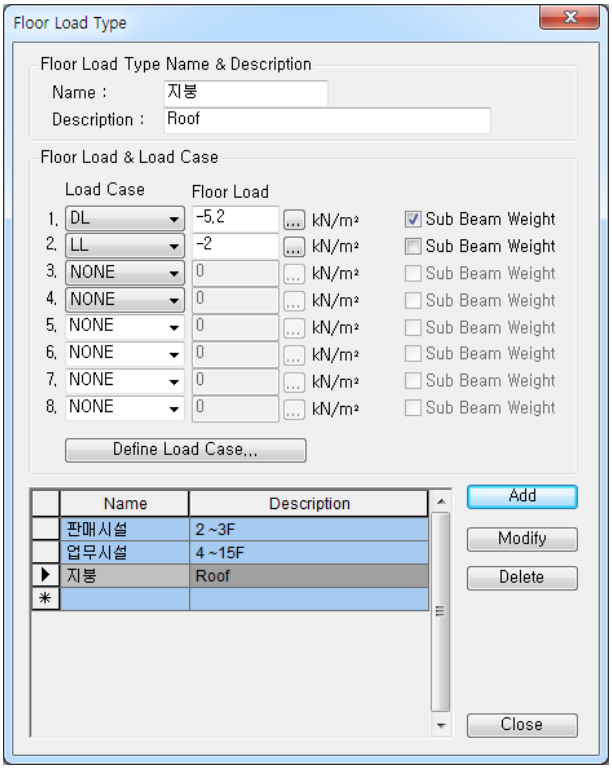


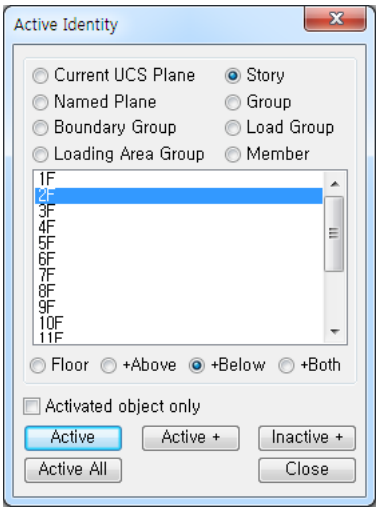
그림 3.3 바닥하중 형태 입력

3. 하중 입력

입력한 Load Type 의 하중이 적용될 영역을 지정하여 바닥하중을 입력합니다.
Copy Floor Load 기능을 이용하여 동일한 하중이 적용되는 여러 개의 층에 바닥하중을 동시에 입력할 수 있습니다.

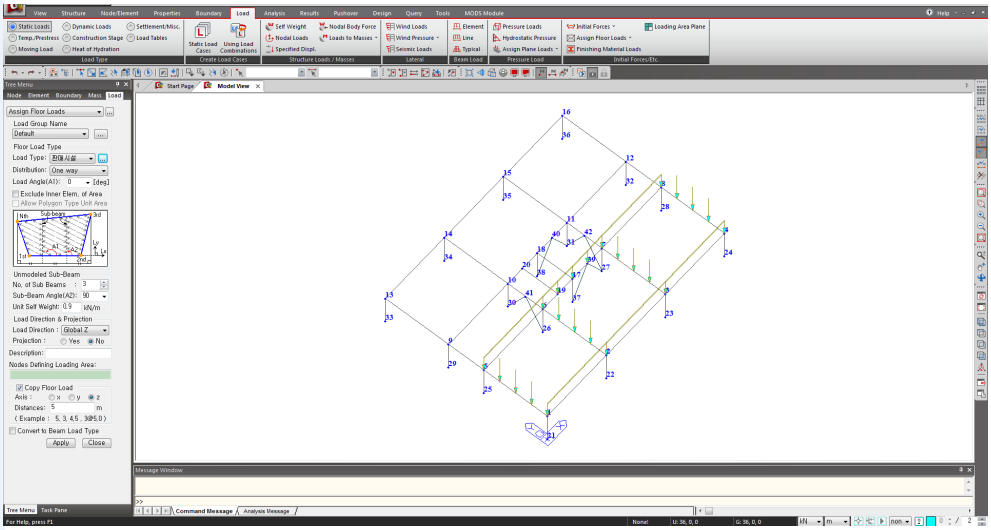
---

1. Display를 클릭하고 Load 탭에서 Floor Load 을 선택하여 '✓'표시한 후 OK 버튼 클릭
2. Activate by Identifying 클릭
3. 'Story'를 선택하고 List에서 '2F', '+ Below' 선택
4. Active 버튼을 클릭하고 Close 버튼 클릭
5. Angle View를 클릭하고 Horizontal에 '50', Vertical에 '60'입력 후 OK 버튼 클릭하고 Zoom Fit 클릭
6. Node Number 클릭 (Toggle on)
7. Hidden 버튼 클릭 (Toggle off)
8. Load Type 선택란에서 '판매시설'선택
9. Distribution Type에 'One Way'선택
10. No. of Sub Beams에 '3'입력
11. Unit Self Weight에 '0.9'입력
12. Copy Floor Load에 '✓'표시
13. Axis에서 'z'를 확인하고, Distances에 '5'입력
14. Mouse Editor기능을 이용하여 4×A열의 절점 '4'와 '8, 5, 1, 4'를 순서대로 지정
15. 1×D열의 절점 '13'과 '9, 12, 16, 13'을 순서대로 지정



- Angle View의 각도는 Floor Load 의 확인이 용이한 View Point를 설정한 것입니다.
- 가상보의 자중이 입력되면 Display 에서 Floor Load 의 Load Value에 자중이 포함되어 화면에 출력됩니다.
- Floor Load 입력내용에 오류가 있으면 재하영역 지정 후에도 화면에 Floor Load Label이 표시 되지 않습니다.
  Floor Load 입력시 범하기 쉬운 오류는 다음과 같습니다.
  - 요소의 중복 입력
  - 요소종류 입력오류 (트러스 요소 사용)
  - 요소 분할 오류 (벽요소와 조합시)
  - 재하구간이 평면이 아닌 경우
  - 가상보에 의해 분할된 구간이 오각형 이상의 다각형인 경우

3. 하중 입력



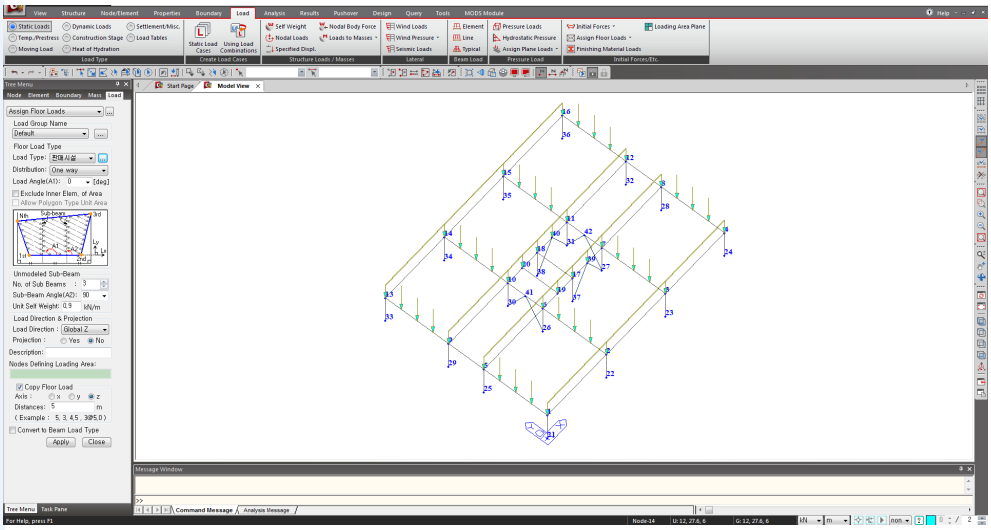


그림 3.4 Floor Load 입력

3. 하중 입력

- 재하영역의 평면형상에 따라 A1을 '0' 혹은 '90'으로 변경하면서 재하영역을 지정하면 좀 더 간단하게 하중을 입력할 수 있습니다.
- 계단실의 하중은 해석의 편의를 위해 생략합니다.
- midas Gen에서는 이미 생성된 요소의 방향을 기준으로 하중의 재하방향이 결정되기 때문에 임의의 방향에 의한 하중 입력이 용이합니다.

1. Load Angle(A_1)에 '90'입력
2. Sub-Beam Angle(A_2)에 '0'입력
3. Display를 클릭하고 Load 탭에서 Floor Load Name을 선택하여 '✓'표시한 후 OK 버튼 클릭
4. No. of Sub Beams에 '1' 입력
5. 1×C열의 절점 '9'과 '10, 6, 5, 9'를 순서대로 지정
6. 3×C열의 절점 '11'와 '12, 8, 7, 11'을 순서대로 지정
7. No. of Sub Beams에 '0' 입력
8. Core 부분의 절점 '18'와 '17, 19, 20, 18'을 순서대로 지정
9. 하중이 입력되지 않은 부분이 있는지 확인(그림 3.5 참조)
10. Active All 클릭

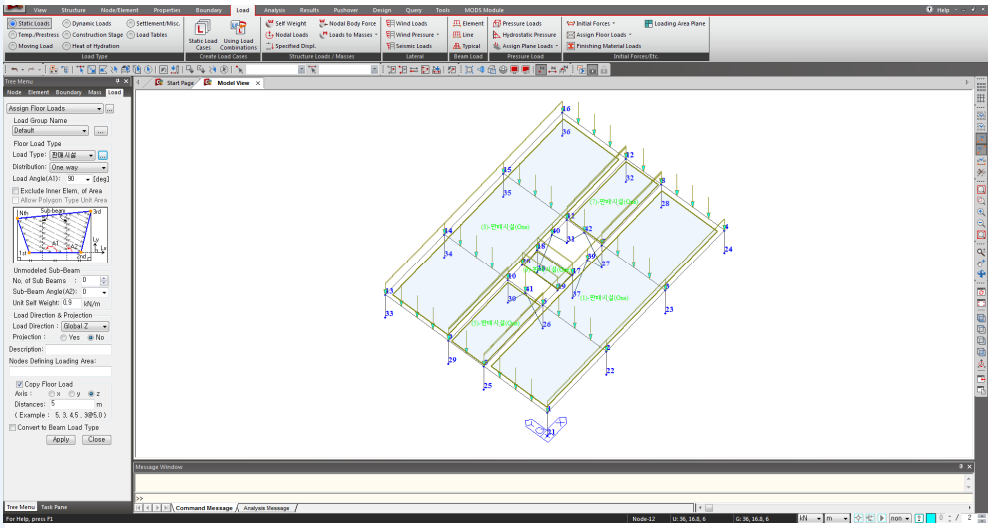


그림 3.5 Floor Load Name에 의한 바닥하중 입력 확인

3. 하중 입력

고층부 업무시설과 지붕층의 바닥하중을 입력합니다.
하중의 입력방법은 저층부 판매시설과 동일합니다.

---

1. Activate by Identifying 클릭
2. Story에서 '4F', '+Below' 선택
3. Active 와 Close 버튼 클릭
4. Display를 클릭하고 Load 탭에서 'Floor Load Name'해제
5. OK 버튼 클릭
6. Load Type에서 '업무시설' 선택
7. Distribution Type에 'One way' 선택
8. Load Angle(A1)에 '90' 확인
9. No. of Sub Beams에 '3' 입력
10. Sub-Beam Angle(A2)에 '0' 확인
11. Unit Self Weight에 '0.9' 확인
12. Copy Floor Load에 '✓'표시 후 Axis에 'z'확인
13. Distances 입력란에 '6@3.8, 5@4.2' 입력
14. Mouse Editor 기능을 이용하여 1×B열의 절점 '71'와 '74, 70, 67, 71'를 순서대로 지정
15. 동일한 요령으로 고층부 업무시설의 바닥하중을 입력(그림 3.6 참조)

Story Name 은 수직부재를 기준으로 부여됩니다. 즉 '4F'이면 4층의 기둥과 5층바닥을 의미합니다.

Label에서 Floor Load는 하중이 재하된 요소에 표시되고, Floor Load Name은 하중입력시 지정한 절점에 표시됩니다.
따라서, 한 개의 층만 Active 하였더라도 Floor Load Name은 기둥요소의 시작점 즉, 하부층에 입력된 하중도 Display됩니다.

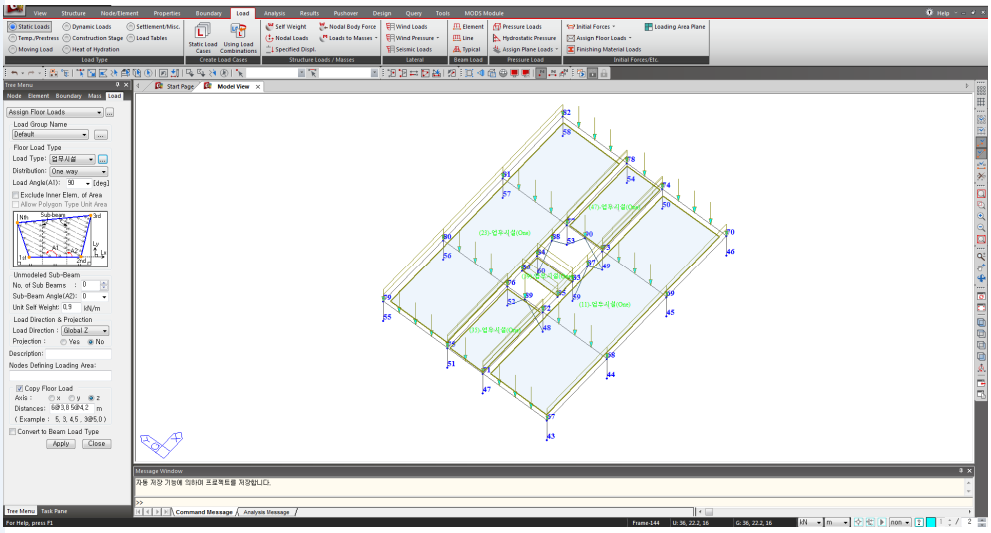


그림 3.6 고층부 업무시설 하중 확인

3. 하중 입력

최상층의 하중을 입력합니다.

---

1. Active Identity 대화상자의 Story에서 'Roof', '+Below' 선택
2. Active 버튼과 Close 버튼 클릭
3. Display를 클릭하고 Load 탭에서 'Floor Load Area' 선택
4. Load Type에서 '지붕' 선택
5. No. of Sub Beams에 '3' 입력
6. Copy Floor Load에 '✓'표시 해제
7. 저층부 및 고층부와 동일한 요령으로 지붕층 바닥하중을 입력
8. 절점 '359'와 '362, 358, 355, 359'를 순서대로 지정
9. 절점 '367'과 '370, 366, 363, 367'을 순서대로 지정
10. No. of Sub Beams에 '1' 입력
11. 절점 '363'과 '364, 360, 359, 363'을 순서대로 지정
12. 절점 '365'와 '366, 362, 361, 365'를 순서대로 지정
13. 절점 '372'와 '365, 361, 371, 372'를 순서대로 지정
14. No. of Sub Beams에 '0' 입력
15. 절점 '372'와 '371, 373, 374, 372'를 순서대로 지정
16. 절점 '374'와 '373, 360, 364, 374'를 순서대로 지정
17. Node Number 클릭 (Toggle off)
18. Active All, Front View 클릭
19. 기능목록표 우측의 ... 버튼 클릭
20. Floor Load Table에서 입력된 내용을 확인
21. Floor Load Table의 닫기 버튼 (그림 3.8 ❶ 클릭)
22. Tree Menu의 Works 탭에서 지금까지 입력된 바닥하중의 확인(그림 3.9 참조)
23. Iso View 클릭
24. Display를 클릭하고 Load탭에서 'Floor Load', 'Floor Load Area' 선택 해제 하고 OK 버튼 클릭

- 코어부분과 캔틸레버 부분의 가상보 개수와 하중 배치 방향에 주의합니다.

- Floor Load 는 입력된 형식 그대로 Floor Load Table로 저장되었다가 Perform Analysis를 클릭하면 Beam Load로 계산되어 각각의 요소에 적용됩니다. 그러므로, 최초 가정한 하중이 변경되면 Floor Load Type에서 하중값을 수정함으로써 모델에 쉽게 반영할 수 있습니다.

3. 하중 입력

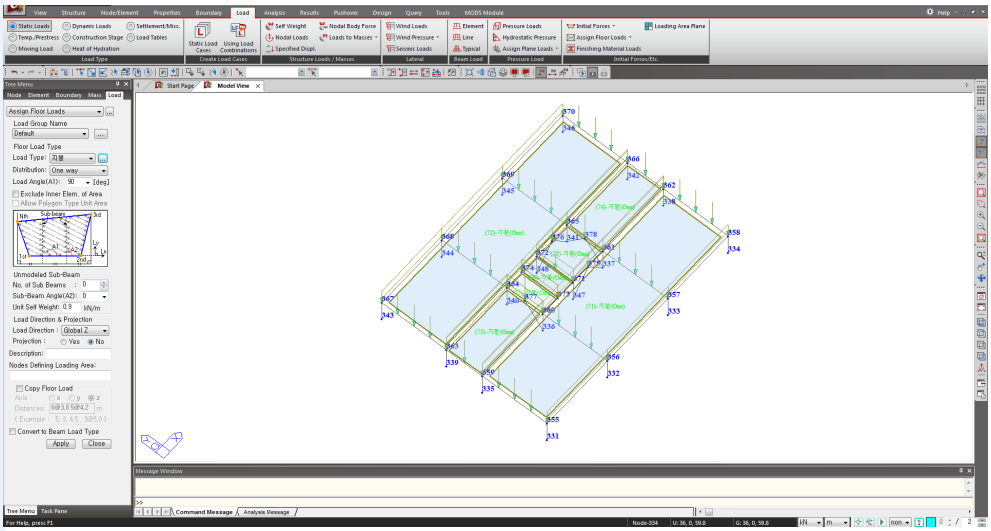


그림 3.7 지붕층 바닥하중 입력

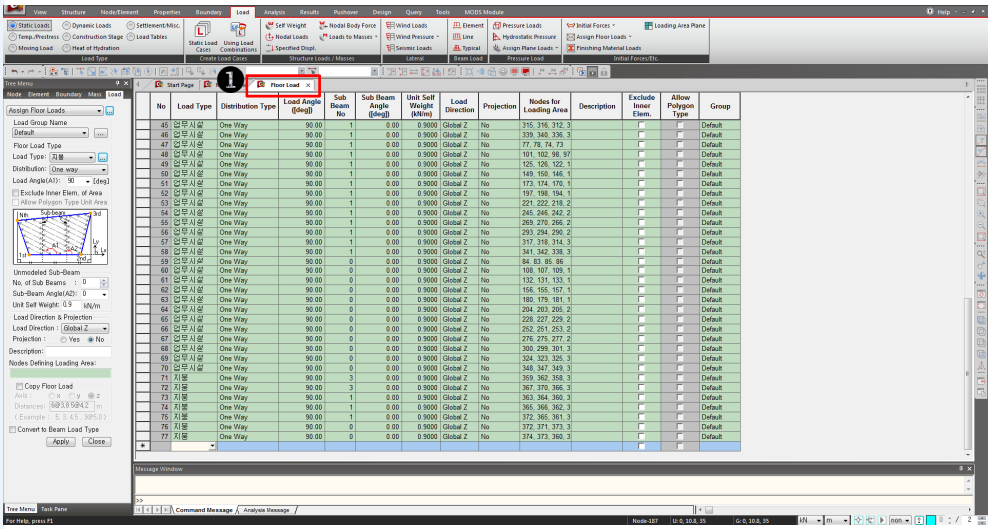


그림 3.8 Floor Load Table

3. 하중 입력

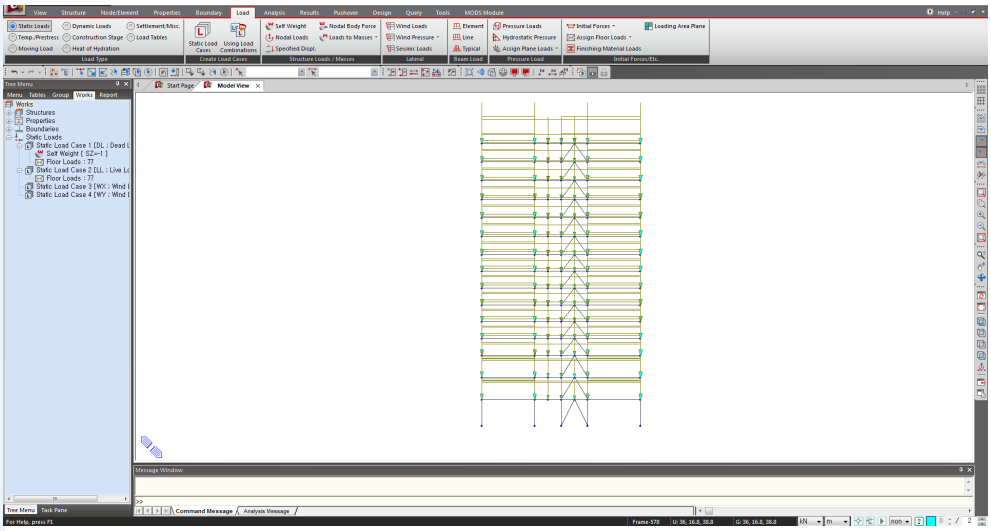


그림 3.9 Works Tree에 의한 입력하중의 확인

3. 하중 입력

3-4 Building Control Data

건축구조기준(KBC 2016)에 따른 내진설계를 위해서 반드시 체크해야 하는 항목 중 전도모멘트(Overturning Moment), 안정계수(Stability Coefficient), 강성 비정형 평가(Stiffness Irregularity Check)는 Story Shear를 사용합니다. 그러므로 Building Control Data의 Story Shear Force Ratio 옵션이 체크되어 있는지 확인합니다.

---

1. Main Menu에서 Structure > Building > Control Data 클릭
2. Story Shear Force Ratio에 '✓' 표시 확인
3. [OK] 버튼 클릭

---

midas Gen 에서 'Story Shear Force Ratio'옵션은 기본값으로 체크되어 고려하고 있습니다.

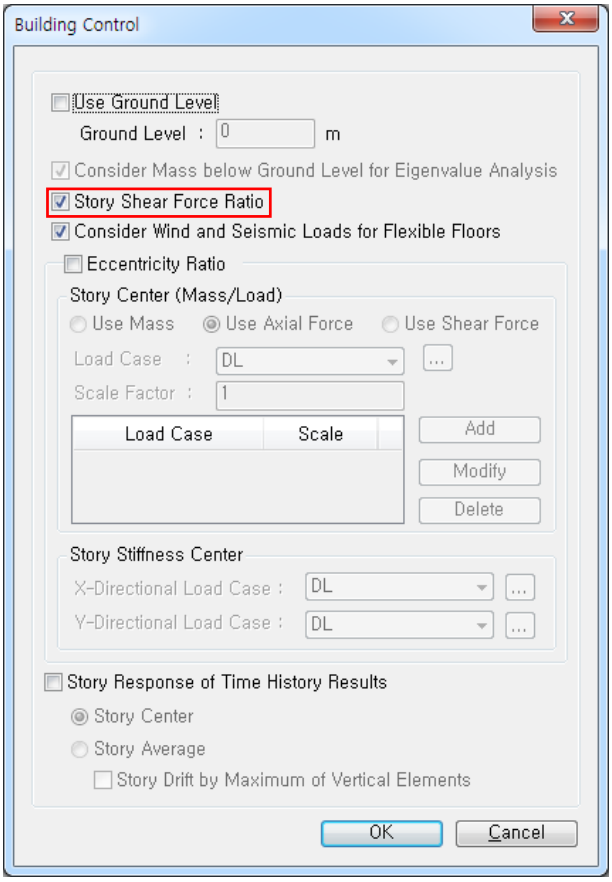


그림 3.10 Story Shear Force Ratio 옵션 체크

3. 하중 입력

3-5 고유치 해석조건 입력

지진하중과 풍하중에 대한 구조물의 반응을 알기 위해서는 구조물이 가지고 있는 고유의 동적특성(주기, 모드형상)에 대해서 알아야 합니다.
구조물 고유의 동적 특성을 알기 위해서 상시에 작용하는 질량 데이터와 고유치해석 조건을 입력 합니다.
본 예제에서는 구조물에 입력한 하중데이터를 질량데이터로 자동치환합니다.

1. Main Menu에서 Structure > Type > Structure Type 선택
2. Convert Self-weight into Masses에서 'Convert to X, Y' 선택
3. OK 버튼 클릭
4. Main Menu에서 Load > Structure Loads/Masses > Loads to Masses 선택
5. Mass Direction 에서 'X, Y' 확인
6. Load Type for Converting에서 모든 하중에 '✓' 표시 확인
7. Load Case 선택란에서 'DL'선택
8. Scale .Factor '1' 확인 후 Add 버튼 클릭
9. OK 버튼 클릭
10. Main Menu에서 Query > Weight/Mass/Load Table > Story Mass Table 선택
11. Story Mass Table 확인 후 테이블창 닫기

질량데이터는 절점이나 Diaphragm중심에 질량값을 직접 입력할 수도 있습니다.

건물의 횡방향 동적 특성에 큰 영향을 미치지 않는 수직방향의 질량성분은 해석소요시간을 고려하여 무시할 수 있습니다.

질량성분은 필요에 따라 Z방향을 추가 할 수 있으며, 그 경우에는 자중 또한 Z방향이 고려되도록 합니다.

Story Mass Table은 자중과 정적하중으로부터 치환된 질량과 사용자가 입력한 질량을 각 층별로 정리한 것입니다.
Rotational Mass는 각 절점에 입력된 Translational Mass를 근거로 질량중심점의 위치에서 계산한 값입니다.

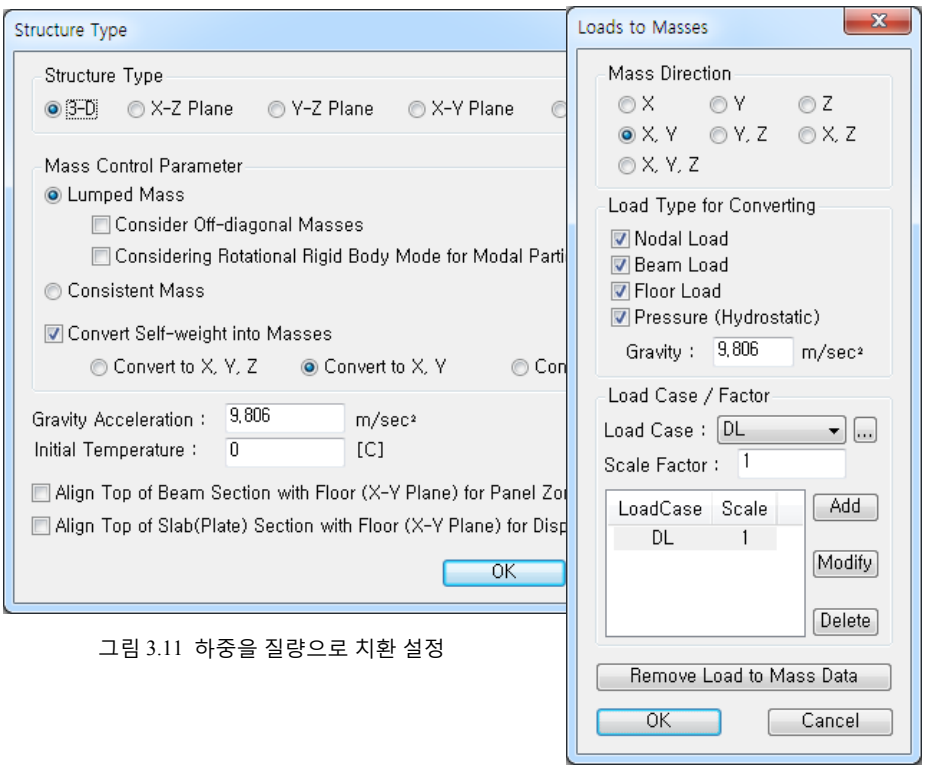


그림 3.11 하중을 질량으로 치환 설정

3. 하중 입력

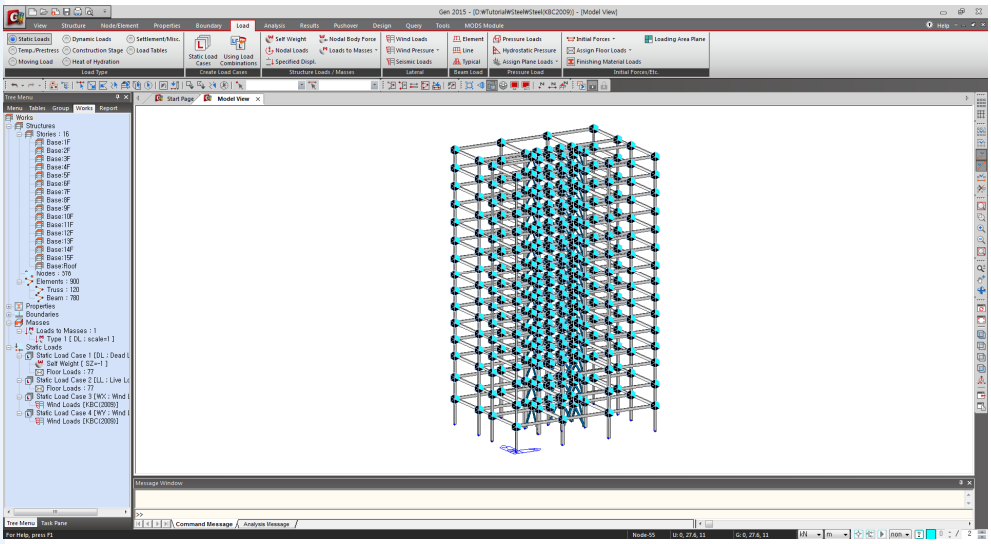


그림 3.12 질량데이터 자동생성

Start Page | MIDAS/Gen | Story Mass ❶

Story	Level (m)	Translational Mass X-DIR (kN/g)	Translational Mass Y-DIR (kN/g)	Rotational Mass (kN/g·m²)	Center of Mass X-Coord (m)	Center of Mass Y-Coord (m)
Use Ground Level : OFF						
Consider Mass under Ground Level : ON						
Roof	64.0000	591.29626381	591.29626381	124774.5712	18.0041	13.8000
15F	59.8000	486.60964061	486.60964061	107250.1164	17.9805	13.8000
14F	55.6000	486.60964061	486.60964061	107250.1164	17.9805	13.8000
13F	51.4000	486.60964061	486.60964061	107250.1164	17.9805	13.8000
12F	47.2000	486.60964061	486.60964061	107250.1164	17.9805	13.8000
11F	43.0000	487.77439321	487.77439321	107392.6110	17.9810	13.8000
10F	38.8000	487.84469865	487.84469865	107319.2418	17.9812	13.8000
9F	35.0000	486.75025147	486.75025147	107101.4328	17.9809	13.8000
8F	31.2000	488.90632578	488.90632578	107861.4178	17.9810	13.8000
7F	27.4000	491.06240008	491.06240008	108621.4027	17.9811	13.8000
6F	23.6000	491.06240008	491.06240008	108621.4027	17.9811	13.8000
5F	19.8000	492.94832373	492.94832373	109108.3622	17.9812	13.8000
4F	16.0000	501.53937545	501.53937545	111099.5600	17.9843	13.8000
3F	11.0000	451.67515752	451.67515752	99755.8971	17.9891	13.8000
2F	6.0000	458.48652956	458.48652956	100901.5582	17.9902	13.8000
1F	0.0000	0.00000000	0.00000000	0.0000	0.0000	0.0000
	Total	7375.78468176	7375.78468176			
ADDITIONAL MASSES FOR THE CALCULATION OF EQUIVALENT SEISMIC FORCE						
Story	Level (m)	Translational Mass X-DIR	Translational Mass Y-DIR			
Roof	64.0000	0.00000000	0.00000000			
15F	59.8000	0.00000000	0.00000000			
14F	55.6000	0.00000000	0.00000000			
13F	51.4000	0.00000000	0.00000000			
12F	47.2000	0.00000000	0.00000000			
11F	43.0000	0.00000000	0.00000000			
10F	38.8000	0.00000000	0.00000000			
9F	35.0000	0.00000000	0.00000000			
8F	31.2000	0.00000000	0.00000000			
7F	27.4000	0.00000000	0.00000000			
6F	23.6000	0.00000000	0.00000000			
5F	19.8000	0.00000000	0.00000000			
4F	16.0000	0.00000000	0.00000000			
3F	11.0000	0.00000000	0.00000000			
2F	6.0000	0.00000000	0.00000000			
1F	0.0000	26.87348897	26.87348897			

Note: The above additional masses represent masses in between two adjacent stories or on the nodes released from the floor rigid diaphragm by *Diaphragm Disconnect command. For static seismicanalysis=the masses between

Story Mass / X-Dir / Y-Dir / Z-Dir

그림 3.13 Story Mass Table

3. 하중 입력

다음은 고유치 해석을 위한 모드 수를 설정합니다.

1. Main Menu에서 Analysis > Analysis Control > Eigenvalue 실행
2. Number of Frequencies : 15 입력 후 [OK] 버튼 클릭

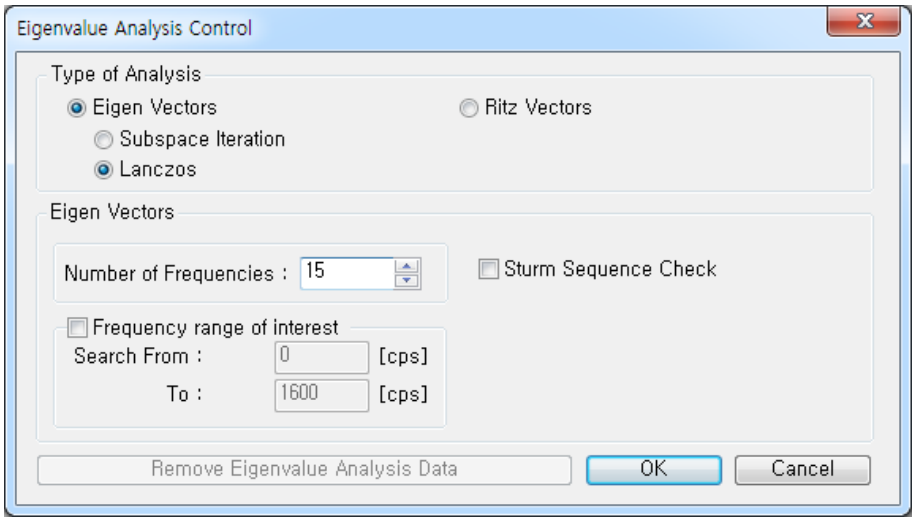


그림 3.14 고유치 해석 조건 설정

3. 하중 입력

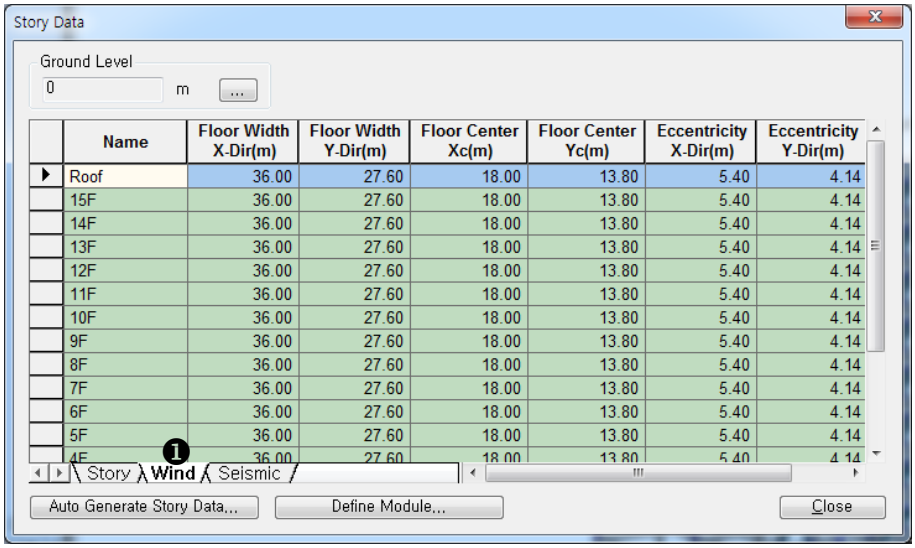
3-6 풍하중 입력

풍하중은 “건축구조설계기준(KBC 2016, 국토교통부)” 에 따라 midas Gen의 풍하중 자동연산 입력기능을 이용하여 입력합니다.

풍하중을 입력하기 전에 자동산정된 풍압면의 폭과 하중의 작용점이 적절한지 판단합니다.

---

1. Main Menu에서 Structure > Building > Control Data > Story 클릭
2. Wind 탭(그림 3.15 ❶)을 선택하여 각 방향의 풍압면적 계산에 적용될 폭과 하중의 작용점을 확인
3. OK 버튼 클릭
4. Close 버튼 클릭



Name	Floor Width X-Dir(m)	Floor Width Y-Dir(m)	Floor Center Xc(m)	Floor Center Yc(m)	Eccentricity X-Dir(m)	Eccentricity Y-Dir(m)
Roof	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
15F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
14F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
13F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
12F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
11F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
10F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
9F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
8F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
7F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
6F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
5F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14
4F	36.00	27.60	18.00	13.80	5.40	4.14

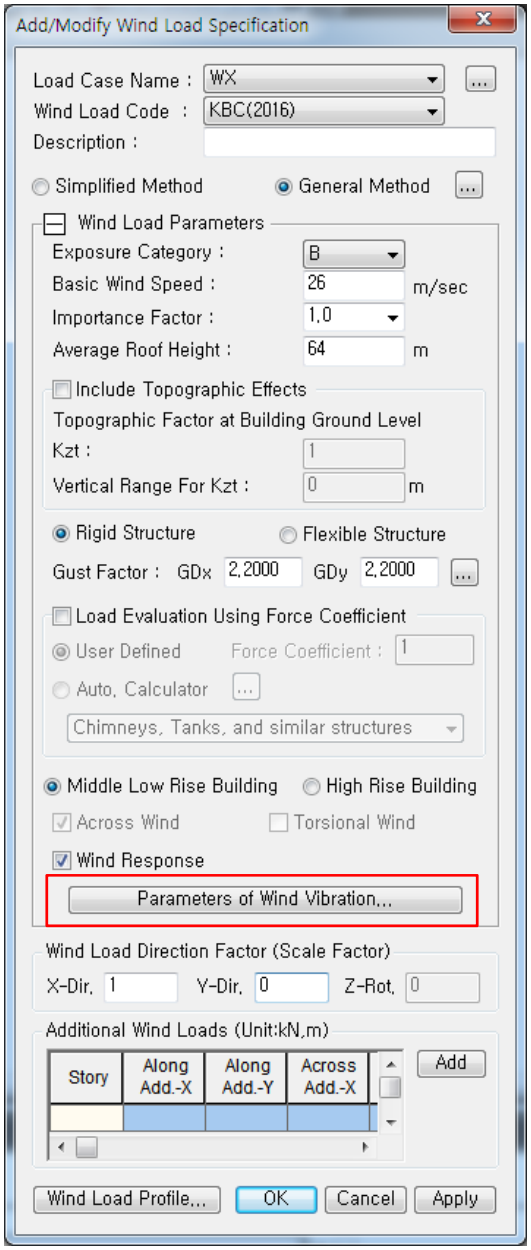
그림 3.15 풍하중 자동계산에 적용될 건물의 방향별 폭 확인

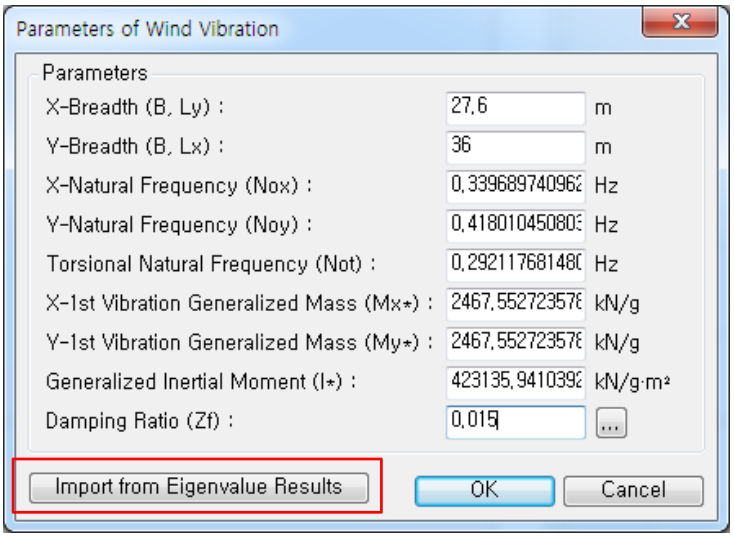
3. 하중 입력

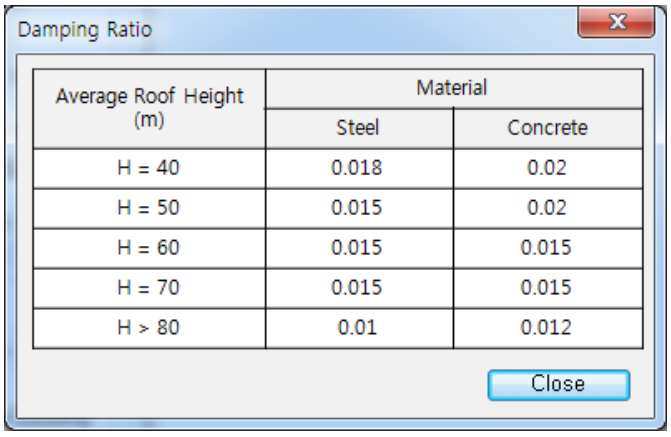
X방향 풍하중 입력 후, Y방향 풍하중을 연속으로 입력하고자 하는 경우에는 최종 X, Y방향 모두 입력 후에 [OK]를 클릭합니다.

1. 고유치해석결과를 얻기 위해 해석을 한번 수행합니다.
   Analysis >Perform Analysis 수행(F5)
2. Load > Lateral > Wind Load 실행
   [Add] 클릭
3. Load Case : WX 선택
4. Wind Load Code : KBC(2016) 선택
5. 'General Method' 선택
6. 지표면 조도구분 : B, 기본풍속 : 26, 중요도계수 : 1.0,
   지풍평균높이 : 64(m) 입력 및 확인
7. Gust Factor : 2.2 확인(값 조정 필요시 상세버튼 활용)
8. 'Middle Low Rise Building' 선택
9. Wind Response 체크
   [Parameters of Wind Vibration...] 클릭
   [Import from Eigenvalue Results] 클릭
10. 1차 고유진동수, 1차진동 일반화질량, 일반화 관성모멘트 입력확인
11. Damping Ratio 0.015 입력 후, [OK] 클릭
12. Add/Modify Wind Load Specification 대화창에서
    Wind Load Direction Factor : X-Dir : 1.0, Y-Dir : 0 입력후, [Apply] 클릭

3. 하중 입력







Average Roof Height (m)	Material	
	Steel	Concrete
H = 40	0.018	0.02
H = 50	0.015	0.02
H = 60	0.015	0.015
H = 70	0.015	0.015
H > 80	0.01	0.012

그림 3.16 풍하중 입력

3. 하중 입력

midas Gen의 풍하중 또는 등가정적 지진하중 자동연산기능에서, 적용할 하중기준과 변수를 입력하면 각 층별로 계산된 하중을 Table과 Graph의 형태로 확인할 수 있습니다.

또한, [Make Wind Load Calc. Sheet] 버튼을 클릭하여 자동계산된 내역을 Text File의 형태로 출력할 수도 있습니다

---

1. Add/Modify Wind Load Specification 대화창 하단에서 [Wind Load Profile...] 버튼 클릭
2. Along, X-Dir, Story Shear 선택, GL의 Story Shear 확인
3. [Close] 버튼 클릭
4. Add/Modify Wind Load Specification 대화상자에서 [Apply] 버튼 클릭
5. Load Case Name에서 'WY' 선택
6. Wind Load Direction Factor에서 X-Dir. 를 '0'으로 Y-Dir. 를 '1'로 수정
7. [Wind Load Profile...] 버튼 클릭
8. GL의 Story Shear를 확인하고 [Close] 버튼 클릭
9. Add/modify Wind Load Specification 대화상자에서 [OK] 버튼 클릭
10. Wind Loads 대화상자의 [Close] 버튼 클릭

- 자동연산되는 풍하중은 사용자가 입력한 Ground Level(GL)상부의 층에 적용됩니다.
  Building Control에서 GL을 별도로 입력하지 않으면 Base Level을 GL로 간주합니다.

- 모델에 포함되지 않은 옥탑이나 바람막이 벽 등에 의해 추가되는 풍하중은 Additional Wind Loads에서 직접 입력합니다.

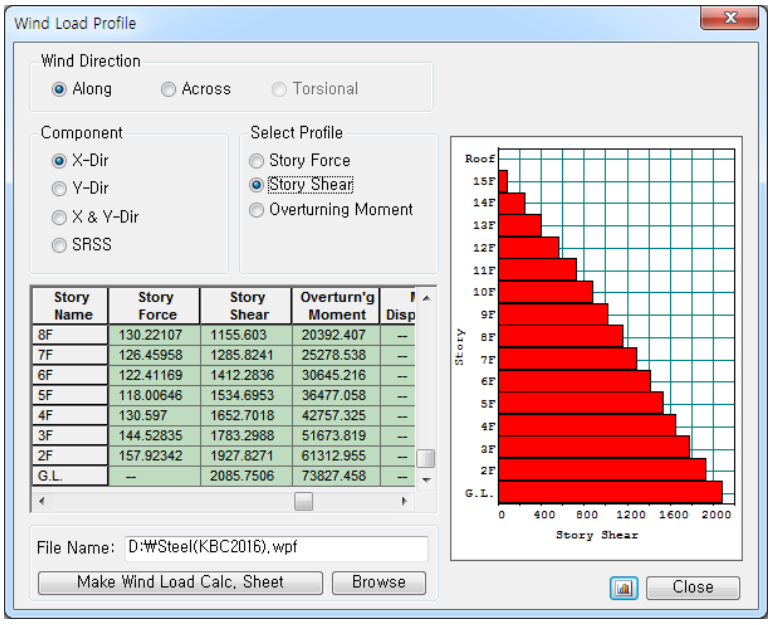
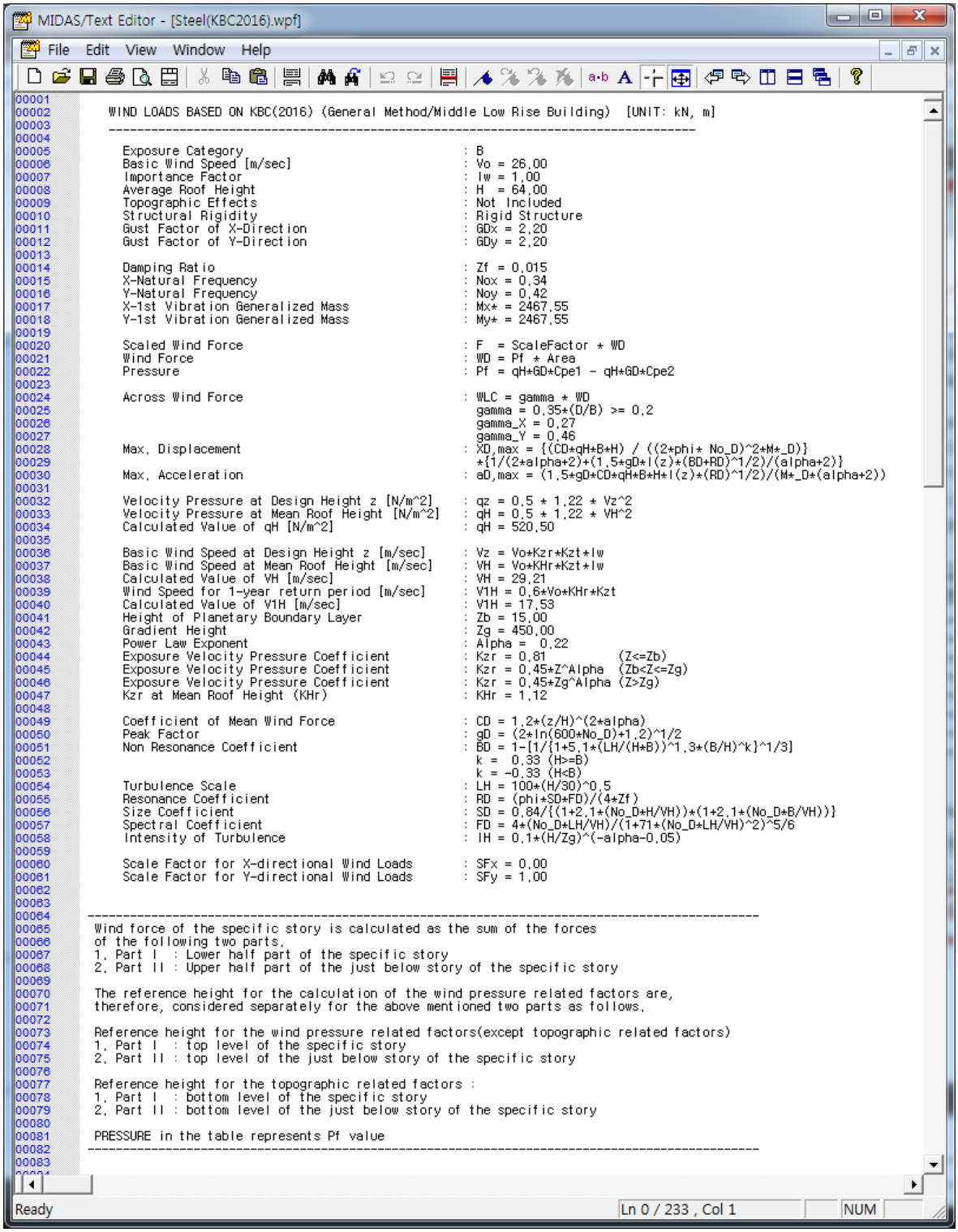


그림 3.17 Wind Load Profile

3. 하중 입력




```
WIND LOADS BASED ON KBC(2016) (General Method/Middle Low Rise Building)  [UNIT: kN, m]
-----------------------------------------------------------------------------------

  Exposure Category                                  : B
  Basic Wind Speed [m/sec]                           : Vo = 26,00
  Importance Factor                                  : Iw = 1,00
  Average Roof Height                                : H  = 64,00
  Topographic Effects                                : Not Included
  Structural Rigidity                                : Rigid Structure
  Gust Factor of X-Direction                         : GDx = 2,20
  Gust Factor of Y-Direction                         : GDy = 2,20

  Damping Ratio                                      : Zf  = 0,015
  X-Natural Frequency                                : Nox = 0,34
  Y-Natural Frequency                                : Noy = 0,42
  X-1st Vibration Generalized Mass                   : Mx* = 2467,55
  Y-1st Vibration Generalized Mass                   : My* = 2467,55

  Scaled Wind Force                                  : F  = ScaleFactor * WD
  Wind Force                                         : WD = Pf * Area
  Pressure                                           : Pf = qH*GD*Cpe1 - qH*GD*Cpe2

  Across Wind Force                                  : WLC = gamma * WD
                                                       gamma = 0,35*(D/B) >= 0,2
                                                       gamma_X = 0,27
                                                       gamma_Y = 0,46
  Max. Displacement                                  : XD,max = {(CD*qH*B*H) / ((2*phi* No_D)^2*M*_D)}
                                                       *{1/(2*alpha+2)+(1,5*gD*I(z)*(BD+RD)^1/2)/(alpha+2)}
  Max. Acceleration                                  : aD,max = (1,5*gD*CD*qH*B*H*I(z)*(RD)^1/2)/(M*_D*(alpha+2))

  Velocity Pressure at Design Height z [N/m^2]       : qz = 0,5 * 1,22 * Vz^2
  Velocity Pressure at Mean Roof Height [N/m^2]      : qH = 0,5 * 1,22 * VH^2
  Calculated Value of qH [N/m^2]                     : qH = 520,50

  Basic Wind Speed at Design Height z [m/sec]        : Vz = Vo*Kzr*Kzt*Iw
  Basic Wind Speed at Mean Roof Height [m/sec]       : VH = Vo*KHr*Kzt*Iw
  Calculated Value of VH [m/sec]                     : VH = 29,21
  Wind Speed for 1-year return period [m/sec]        : V1H = 0,6*Vo*KHr*Kzt
  Calculated Value of V1H [m/sec]                    : V1H = 17,53
  Height of Planetary Boundary Layer                 : Zb = 15,00
  Gradient Height                                    : Zg = 450,00
  Power Law Exponent                                 : Alpha =  0,22
  Exposure Velocity Pressure Coefficient             : Kzr = 0,81          (Z<=Zb)
  Exposure Velocity Pressure Coefficient             : Kzr = 0,45*Z^Alpha  (Zb<Z<=Zg)
  Exposure Velocity Pressure Coefficient             : Kzr = 0,45*Zg^Alpha (Z>Zg)
  Kzr at Mean Roof Height (KHr)                      : KHr = 1,12

  Coefficient of Mean Wind Force                     : CD = 1,2*(z/H)^(2*alpha)
  Peak Factor                                        : gD = (2*ln(600*No_D)+1,2)^1/2
  Non Resonance Coefficient                          : BD = 1-[1/{1+5,1*(LH/(H+B))^1,3*(B/H)^k}^1/3]
                                                       k =  0,33 (H>=B)
                                                       k = -0,33 (H<B)
  Turbulence Scale                                   : LH = 100*(H/30)^0,5
  Resonance Coefficient                              : RD = (phi*SD*FD)/(4*Zf)
  Size Coefficient                                   : SD = 0,84/{(1+2,1*(No_D*H/VH))*(1+2,1*(No_D*B/VH))}
  Spectral Coefficient                               : FD = 4*(No_D*LH/VH)/(1+71*(No_D*LH/VH)^2)^5/6
  Intensity of Turbulence                            : IH = 0,1*(H/Zg)^(-alpha-0,05)

  Scale Factor for X-directional Wind Loads          : SFx = 0,00
  Scale Factor for Y-directional Wind Loads          : SFy = 1,00


-------------------------------------------------------------------------------------------
Wind force of the specific story is calculated as the sum of the forces
of the following two parts.
1. Part I  : Lower half part of the specific story
2. Part II : Upper half part of the just below story of the specific story

The reference height for the calculation of the wind pressure related factors are,
therefore, considered separately for the above mentioned two parts as follows.

Reference height for the wind pressure related factors(except topographic related factors)
1. Part I  : top level of the specific story
2. Part II : top level of the just below story of the specific story

Reference height for the topographic related factors :
1. Part I  : bottom level of the specific story
2. Part II : bottom level of the just below story of the specific story

PRESSURE in the table represents Pf value
-------------------------------------------------------------------------------------------
```

그림 3.18 풍하중 계산서

3. 하중 입력

3-7 내진설계범주 판정 및 1차 해석법 결정

지진지역과 지반종류가 결정되면 단주기 지반증폭계수와 1초 주기 지반증폭계수 (F_a, F_v)가 자동 계산되고, 단주기 및 주기1초 설계스펙트럼 가속도(S_{DS}, S_{D1})도 자동으로 계산됩니다. 그리고 내진등급을 선택하면 내진설계범주가 자동 판정됩니다. (그림 3.19 참조).

---

1. Load Menu에서 Lateral Loads > Seismic Loads 선택
2. Add
3. Load Case Name : EX 선택
4. Seismic Load Code 에 KBC(2016) 확인
5. Seismic Load Parameters에서 Seismic Zone '1' 확인
6. Zone Factor에 '0.22'확인
7. Site Class선택란에서 'Sc' 선택
8. Depth to MR에 '20' 입력
9. Seis. Use Group 선택란에서 'I'확인
10. Importance(Ie) 선택란에서 '1.2' 확인
11. Seis. Design Category 에서 'Sds(C), Sd1(D) ➔ D' 확인
12. Static Seismic Loads 대화상자의 Close 버튼 클릭
13. 단계3과 같은 요령으로 EY Load 입력

Sds와 Sd1의 내진 설계 범주 중에서 불리한 값을 선택합니다.

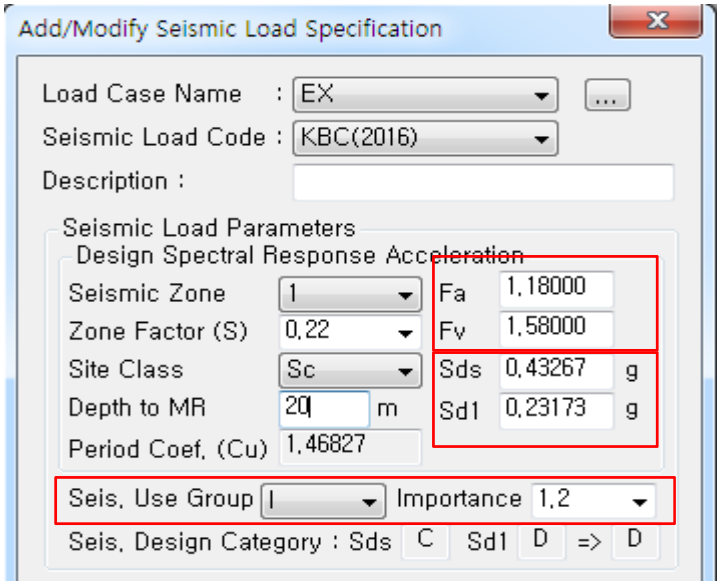


그림 3.19 내진설계 범주 결정

내진설계범주가 'D'이므로 구조물의 비정형성을 판정하여 해석법을 결정해야 합니다.
본 따라하기에서는 응답스펙트럼 해석법을 사용하겠습니다.

3. 하중 입력

내진설계범주 판단으로 인하여 동적해석 대상이므로 동적지진하중(Response Spectrum Load)을 적용하겠습니다.

---

1. Menu > Response Spectrum Analysis > RS Functions 실행
2. [Add] 클릭
3. [Design Spectrum] 클릭
4. Design Spectrum에서 'KBC2016' 선택
5. Seismic Zone에서 '1' 확인
6. Zone Factor(S)에서 '0.22' 확인
7. Site Class에서 'Sc' 선택
8. Depth to MR에 '20'입력
9. Importance Factor(Ie)에 '1.2' 확인
10. Response Modification Coef.(R)에 '6' 선택
11. [OK] 버튼 클릭
12. Add/Modify/Show Response Spectrum Functions대화상자의 [OK] 버튼 클릭
13. Response Spectrum Functions대화상자의 [Close] 버튼 클릭

지진지역과 지반종류가 결정되면 단주기 및 1초주기 설계 스펙트럼 가속도(Sds, Sd1)가 자동으로 계산됩니다.
그림 3.20 참조

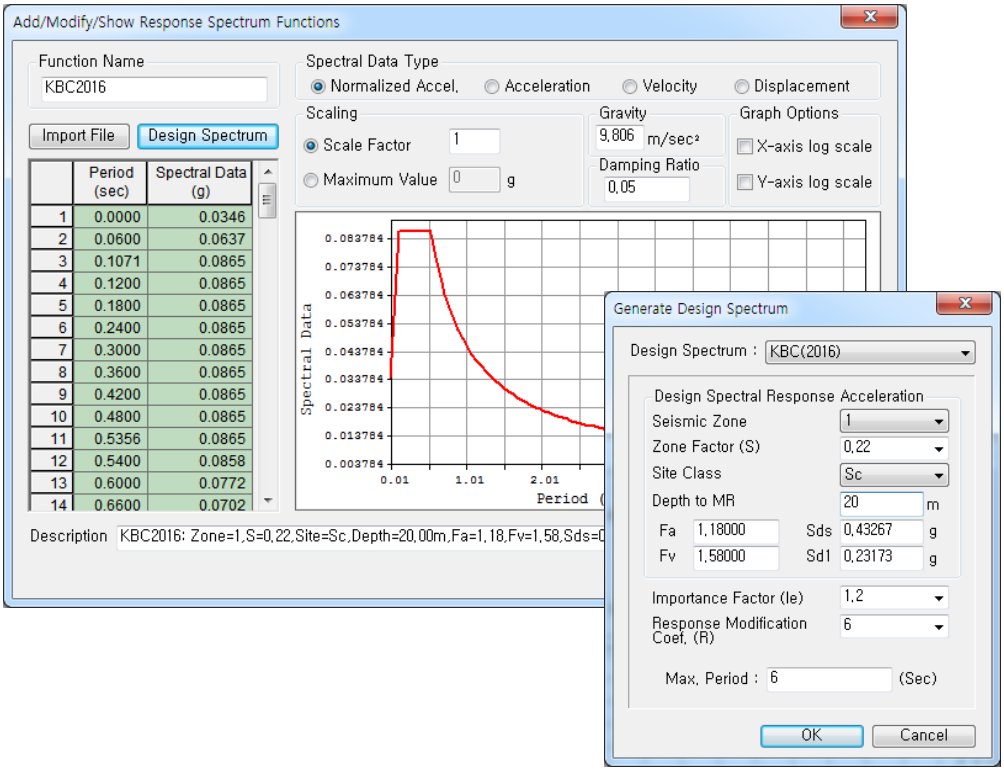


그림 3.20 Design Spectrum 자동 생성 대화상자

3. 하중 입력

생성된 설계스펙트럼 데이터를 적용하여 응답스펙트럼 하중조건을 생성합니다.
본 예제에서는 전체좌표계 X축과 Y축 방향을 고려합니다.

Direction X-Y는 X-Y평면을 의미합니다.

부재설계 및 비틀림비정형을 평가하기 위해서는 응답스펙트럼 해석시 우발편심모멘트를 고려해야 합니다.

1. Menu > Response Spectrum Analysis > RS Load Cases 실행
2. 그림 3.19에서 Load Case Name에 'RX' 입력
3. Direction 선택란에서 'X-Y' 확인
4. Excitation Angle에 '0' 확인
5. Scale Factor에 '1' 확인
6. Function Name에서 KBC2016(0.05)에 '✓'표시
7. Accidental Eccentricity에 '✓'표시
8. Operations 에서 Add 버튼 클릭
9. Load Case Name 입력란에 'RY' 입력
10. Excitation Angle 입력란에 '90' 입력
11. Operations 에서 Add 버튼 클릭

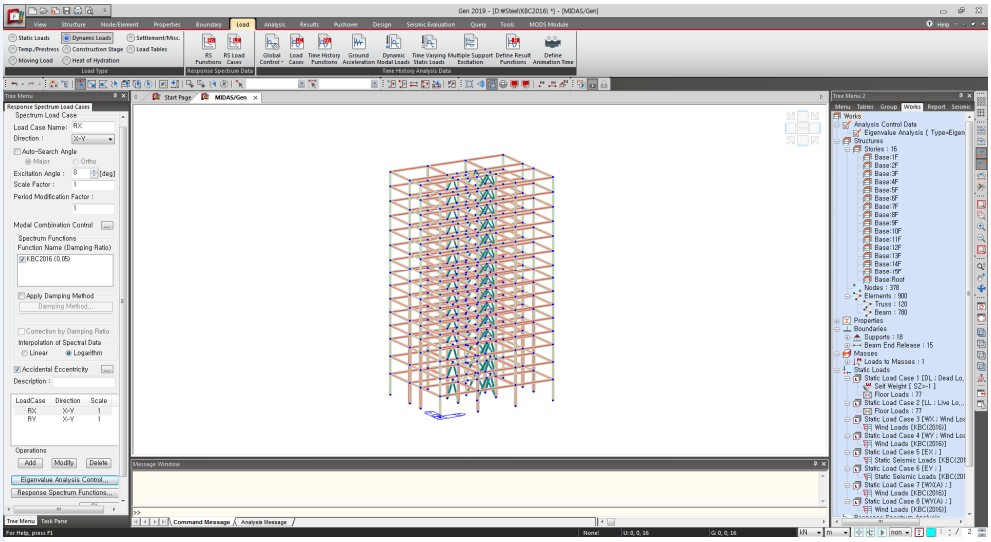


그림 3.21 응답스펙트럼 하중조건 입력

4. 구조해석 수행

Steel 건축물 구조해석 및 설계

4. 구조해석 수행

구조해석에 필요한 모델의 기하형상과 Property, 경계조건 그리고 하중까지 모두 입력 되었으므로 구조해석을 수행합니다.

1. Perform Analysis를 클릭하여 구조해석 수행
2. ‘SOLUTION TERMINATED’ Massage를 확인

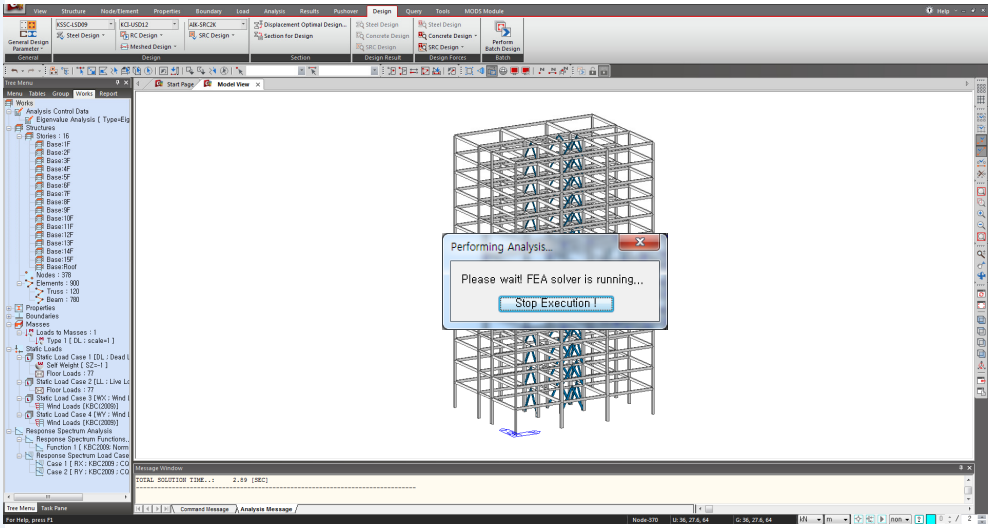


그림 4.1 구조해석 수행

5. 해석결과 확인

Steel 건축물 구조해석 및 설계

5. 해석결과 확인

5-1 반력 확인

구조해석 결과의 타당성을 검토하기 위해 먼저 반력을 확인합니다.

모델의 입력과정에서는 Display, Hidden 그리고 Table 등의 기능을 이용하여 입력내용을 확인 할 수 있었습니다.

본 장에서는 구조해석의 결과로 구해진 반력의 확인을 통해 하중이나 요소와 절점의 입력과정에서 오류가 없는지 개략적으로 검토합니다.

---

1. Activate by Identifying을 클릭
2. 'Story'를 선택하고 List에서 '2F','+Below' 선택
3. Active 버튼 클릭하고 Close 버튼 클릭
4. Main Menu에서 Results > Results > Reactions > Reaction Forces/Moments 클릭
5. Load Case/Combinations에서 'ST : DL' 선택
6. Components에서 'FZ' 선택
7. Type of Display에서 Values와 Legend에 '✓' 표시
8. Values 우측의 ...를 클릭하여 Decimal Points에 '2' 입력
9. OK 버튼 클릭
10. 2×B열 C1기둥 하부의 절점 26에서 최대반력 확인
11. Main Menu에서 Results > Tables > Result Tables > Reaction 선택
12. Loadcase/Combination의 DL(ST), LL(ST)에 '✓' 표시
13. OK 버튼 클릭
14. Reaction Table의 최하단에서 각 하중조건별 반력 확인

ST는 Static Load를 의미합니다.

5. 해석결과 확인

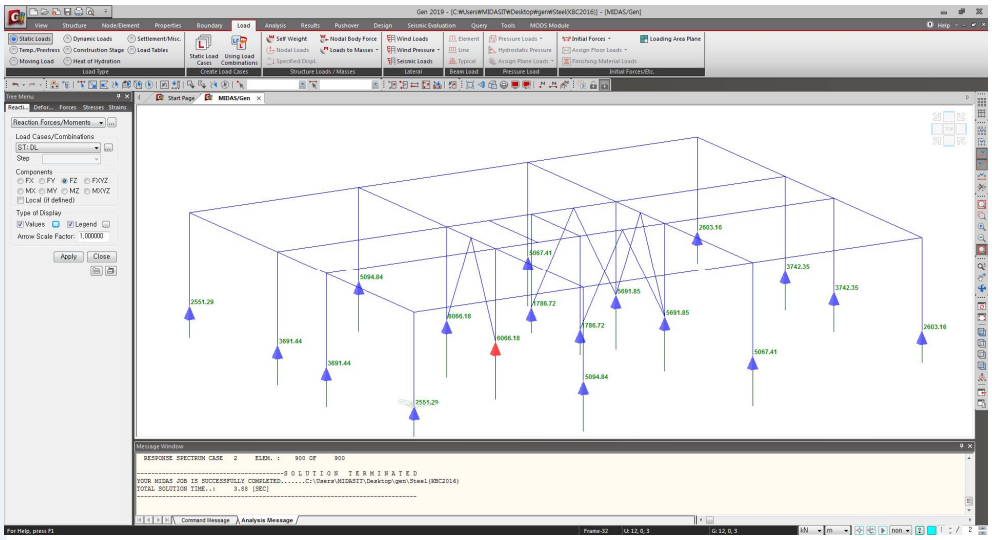


그림 5.1 중력방향 반력의 확인

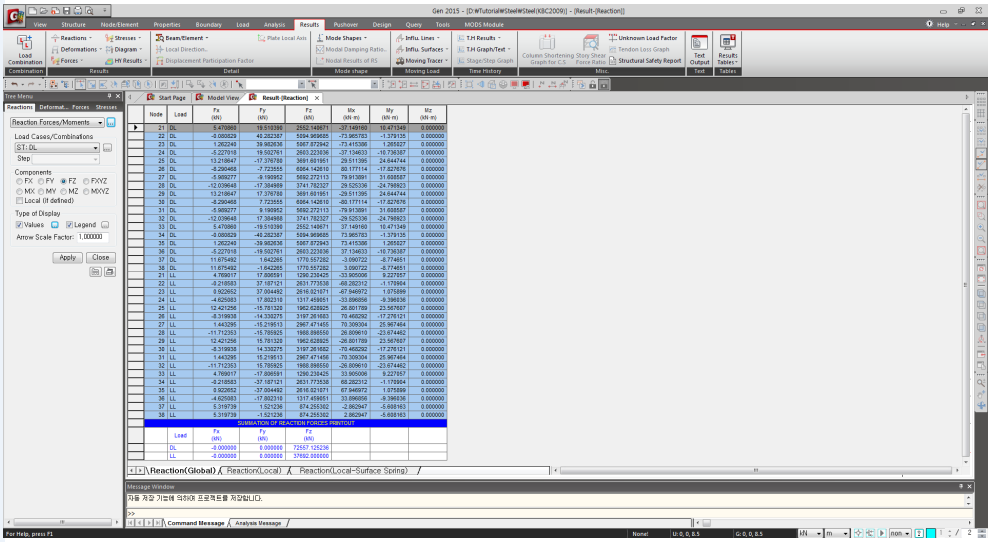


그림 5.2 Reaction Table

5. 해석결과 확인

5-2 비정형 평가

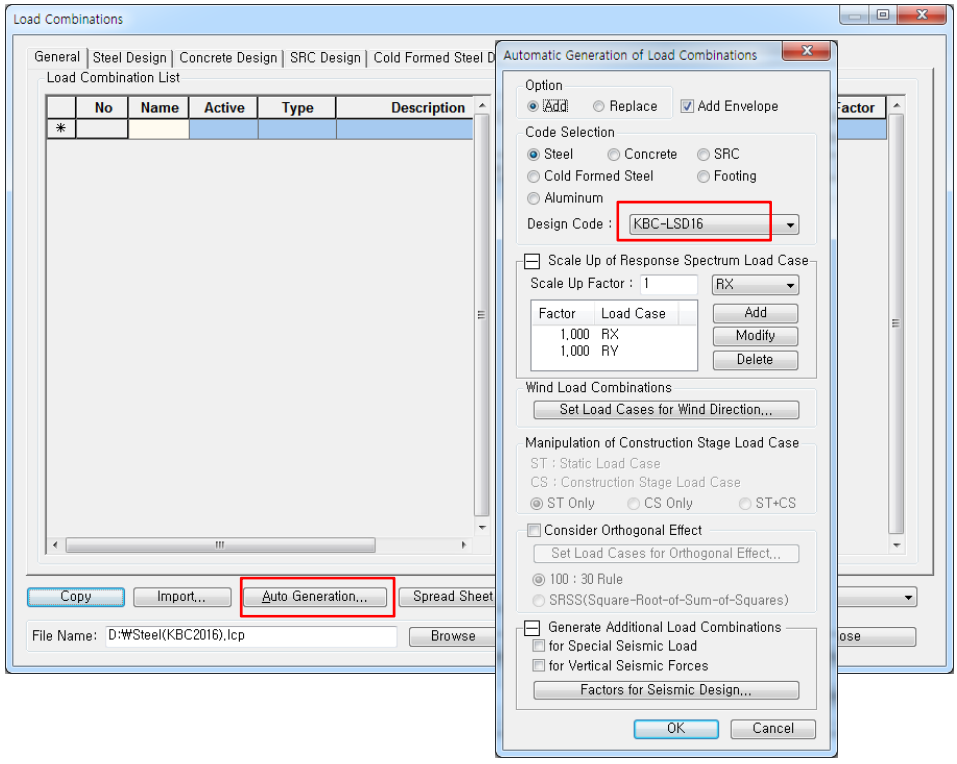
내진설계범주 'D'인 경우에는 평면비정형 1, 4, 5 항목과 수직비정형 1~5항목을 반드시 평가해야 합니다. 본 따라하기에서는 프로그램에서 평가 가능한 4가지 항목과 그 외 비정형 항목을 평가합니다.

평면비정형 1 : 비틀림 비정형 평가

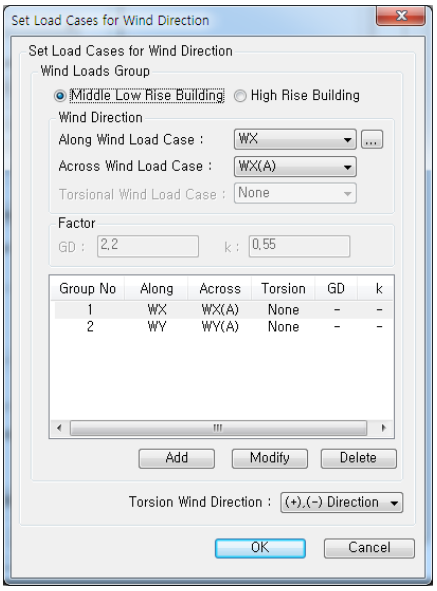
비틀림 비정형을 평가하기 위해서 우발편심모멘트를 고려한 응답스펙트럼 하중조합을 생성합니다. 우발편심모멘트는 각 방향별로 두가지를 고려해야 하므로 4가지의 하중조합을 생성합니다.

1. Main Menu에서 Results > Combination > Load Combination선택
2. General Tab 에서 [Auto Generation...] 버튼 클릭
3. Code Selection에서 'Steel'를 선택
4. Design Code 'KBC-LSD16' 선택
5. [Set Load Cases for Wind Direction...] 버튼 클릭
6. Set Load Cases for Wind Direction 대화상자에서 풍방향 하중과 풍직각방향하중 확인 후 [OK] 버튼 클릭
7. Automatic Generation of Load Combination 대화상자에서 [OK] 버튼 클릭
8. 생성된 Load Combination List의 Name에서 'gLCB1', 'gLCB2', 'gLCB3', 'gLCB4' 확인

비틀림 비정형 평가시 응답스펙트럼 해석에 의한 우발편심모멘트를 고려하기 위하여 General Tab에서 그림 5.3과 같이 4가지 하중조합을 자동 생성합니다.



5. 해석결과 확인



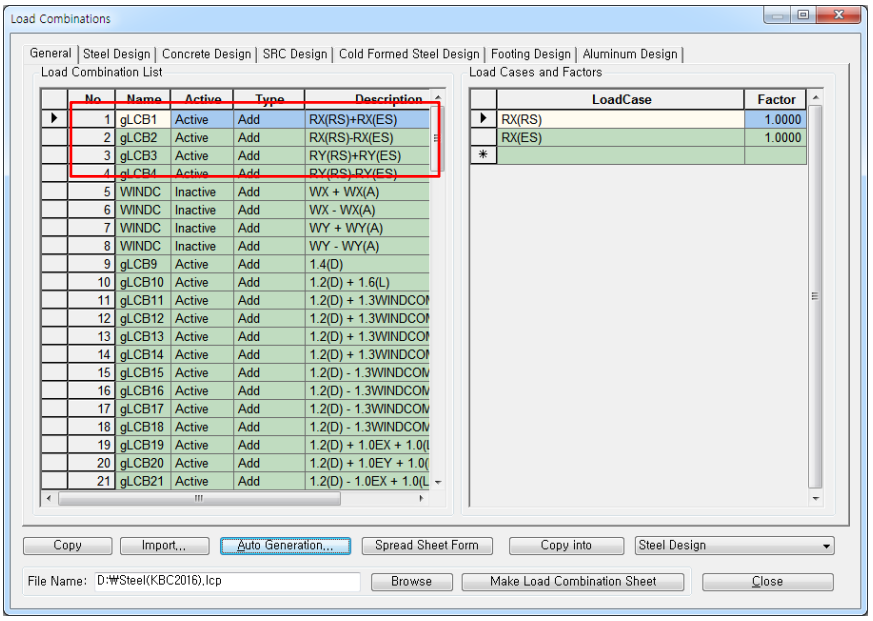


그림 5.3 비틀림 비정형을 평가하기 위한 하중조합 생성

5. 해석결과 확인

미리 생성해 두었던 우발편심모멘트를 고려한 응답스펙트럼 하중조합을 이용하여 비틀림 비정형을 평가합니다.

---

1. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Torsional Irregularity Check 선택
2. Load Case/Load Combination에서 gLCB1, gLCB2, gLCB3, gLCB4에 '✓' 표시 후 OK 버튼 클릭

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Reaction] | Result-[Torsional Irregularity Check]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Average Value of Extreme Points		Maximum Value		Remark
				Story Drift (m)	1.2*Story Drift (m)	Node	Story Drift (m)	
gLCB1	15F	59.80	4.20	0.0029	0.0035	331	0.0032	Regular
gLCB1	14F	55.60	4.20	0.0035	0.0041	307	0.0038	Regular
gLCB1	13F	51.40	4.20	0.0038	0.0045	283	0.0041	Regular
gLCB1	12F	47.20	4.20	0.0040	0.0048	259	0.0044	Regular
gLCB1	11F	43.00	4.20	0.0041	0.0050	235	0.0047	Regular
gLCB1	10F	38.80	4.20	0.0041	0.0049	211	0.0046	Regular
gLCB1	9F	35.00	3.80	0.0036	0.0043	187	0.0041	Regular
gLCB1	8F	31.20	3.80	0.0036	0.0043	163	0.0042	Regular
gLCB1	7F	27.40	3.80	0.0035	0.0042	139	0.0041	Regular
gLCB1	6F	23.60	3.80	0.0034	0.0041	115	0.0041	Regular
gLCB1	5F	19.80	3.80	0.0033	0.0040	91	0.0040	Irregular
gLCB1	4F	16.00	3.80	0.0031	0.0038	67	0.0038	Irregular
gLCB1	3F	11.00	5.00	0.0039	0.0047	43	0.0049	Irregular
gLCB1	2F	6.00	5.00	0.0035	0.0042	1	0.0045	Irregular
gLCB1	1F	0.00	6.00	0.0048	0.0057	21	0.0064	Irregular
gLCB2	15F	59.80	4.20	0.0029	0.0035	343	0.0032	Regular
gLCB2	14F	55.60	4.20	0.0035	0.0041	319	0.0038	Regular
gLCB2	13F	51.40	4.20	0.0038	0.0045	295	0.0041	Regular
gLCB2	12F	47.20	4.20	0.0040	0.0048	271	0.0044	Regular
gLCB2	11F	43.00	4.20	0.0041	0.0050	247	0.0047	Regular
gLCB2	10F	38.80	4.20	0.0041	0.0049	223	0.0046	Regular
gLCB2	9F	35.00	3.80	0.0036	0.0043	199	0.0041	Regular
gLCB2	8F	31.20	3.80	0.0036	0.0043	175	0.0042	Regular
gLCB2	7F	27.40	3.80	0.0035	0.0042	151	0.0041	Regular
gLCB2	6F	23.60	3.80	0.0034	0.0041	127	0.0041	Regular
gLCB2	5F	19.80	3.80	0.0033	0.0040	103	0.0040	Irregular
gLCB2	4F	16.00	3.80	0.0031	0.0038	79	0.0038	Irregular
gLCB2	3F	11.00	5.00	0.0039	0.0047	55	0.0049	Irregular
gLCB2	2F	6.00	5.00	0.0035	0.0042	13	0.0045	Irregular
gLCB2	1F	0.00	6.00	0.0048	0.0057	33	0.0064	Irregular
gLCB3	15F	59.80	4.20	0.0020	0.0024	334	0.0025	Irregular

Torsional Irregularity

그림 5.4 RX(RS±ES), RY(RS±ES) 방향별 비틀림 비정형 평가 결과

비틀림 비정형 평가 결과 Maximum Story Drift값이 1.2*Average Story Drift of Extreme Points보다 크기 때문에 본 예제는 비틀림 비정형 구조물에 해당합니다.

5. 해석결과 확인

수직비정형 1 : 강성 비정형 평가

1. Main Menu에서 Results > Tables > Result Tables > Story > Stiffness Irregularity Check(Soft Story) 선택
2. Loadcase/Load Combination 에서 RX(RS), RY(RS)에 '✓' 표시 후 OK 버튼 클릭
3. Select Calculation Method의 Story Drift Method에서 'Drift at the Center of Mass' 확인
4. Story Stiffness Method 에서 '1 / Story Drift Ratio' 확인 후 OK 버튼 클릭
5. 'Stiffness Irregularity(X) Tab', 'Stiffness Irregularity(Y) Tab' 확인

강성비정형 평가 결과 RY(RS)의 Story Stiffness Ratio가 1.0보다 크기 때문에 본 예제는 강성비정형에 해당되지 않습니다. 만약 Story Stiffness Ratio가 1.0보다 작더라도 Story Drift Angle Ratio가 1.3보다 작다면 강성비정형에 해당하지 않습니다.

- Story Stiffness Ratio : Max{(Story Stiffness / 0.7Ku1), (Story Stiffness /0.8Ku123)}
- Story Drift Angle Ratio : Story Drift / 상부층의 Story Drift

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Reaction] | Result-[Torsional Irregularity Check] | Result-[Stiffness Irregularity Check]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Drift (m)	Story Shear Force (kN)	Story Stiffness	Upper Story Stiffness 0.7Ku1	Upper Story Stiffness 0.8Ku123	Story Stiffness Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
RX(RS)	15F	59.80	4.20	0.0029	261.61	1434.75	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
RX(RS)	14F	55.60	4.20	0.0034	412.98	1225.46	1004.33	0.00	1.220	1.171	Regular
RX(RS)	13F	51.40	4.20	0.0037	506.79	1129.04	857.82	0.00	1.316	1.085	Regular
RX(RS)	12F	47.20	4.20	0.0039	567.42	1069.63	790.33	1010.47	1.059	1.056	Regular
RX(RS)	11F	43.00	4.20	0.0041	612.31	1032.03	748.74	913.10	1.130	1.036	Regular
RX(RS)	10F	38.80	4.20	0.0040	650.94	1051.43	722.42	861.52	1.220	0.982	Regular
RX(RS)	9F	35.00	3.80	0.0035	690.52	1079.78	736.00	840.83	1.284	0.974	Regular
RX(RS)	8F	31.20	3.80	0.0035	733.18	1080.74	755.85	843.53	1.281	0.999	Regular
RX(RS)	7F	27.40	3.80	0.0034	775.05	1126.45	756.52	856.52	1.315	0.959	Regular
RX(RS)	6F	23.60	3.80	0.0033	817.90	1145.75	788.52	876.53	1.307	0.983	Regular
RX(RS)	5F	19.80	3.80	0.0032	864.87	1186.53	802.03	894.12	1.327	0.966	Regular
RX(RS)	4F	16.00	3.80	0.0030	918.28	1269.41	830.57	922.33	1.376	0.935	Regular
RX(RS)	3F	11.00	5.00	0.0036	981.18	1374.36	888.59	960.45	1.431	0.924	Regular
RX(RS)	2F	6.00	5.00	0.0031	1038.34	1620.34	962.06	1021.42	1.586	0.848	Regular
RX(RS)	1F	0.00	6.00	0.0038	1086.05	1578.82	1134.24	1137.10	1.388	1.026	Regular

Stiffness Irregularity(X) | Stiffness Irregularity(Y)

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Reaction] | Result-[Torsional Irregularity Check] | Result-[Stiffness Irregularity Check]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Drift (m)	Story Shear Force (kN)	Story Stiffness	Upper Story Stiffness 0.7Ku1	Upper Story Stiffness 0.8Ku123	Story Stiffness Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
RY(RS)	15F	59.80	4.20	0.0020	275.74	2113.01	0.00	0.00	0.000	0.000	Regular
RY(RS)	14F	55.60	4.20	0.0025	454.57	1712.16	1479.11	0.00	1.158	1.234	Regular
RY(RS)	13F	51.40	4.20	0.0028	582.46	1524.24	1198.51	0.00	1.272	1.123	Regular
RY(RS)	12F	47.20	4.20	0.0030	672.74	1412.34	1066.97	1426.51	0.990	1.079	Regular
RY(RS)	11F	43.00	4.20	0.0031	741.01	1344.41	988.64	1239.66	1.084	1.051	Regular
RY(RS)	10F	38.80	4.20	0.0031	796.00	1365.87	941.08	1141.60	1.196	0.984	Regular
RY(RS)	9F	35.00	3.80	0.0027	843.79	1398.67	956.11	1099.36	1.272	0.977	Regular
RY(RS)	8F	31.20	3.80	0.0027	892.13	1397.81	979.07	1095.72	1.276	1.001	Regular
RY(RS)	7F	27.40	3.80	0.0026	943.36	1444.04	978.47	1109.96	1.301	0.968	Regular
RY(RS)	6F	23.60	3.80	0.0026	997.90	1454.23	1010.83	1130.81	1.286	0.993	Regular
RY(RS)	5F	19.80	3.80	0.0026	1055.33	1484.55	1017.96	1145.62	1.296	0.980	Regular
RY(RS)	4F	16.00	3.80	0.0024	1117.79	1596.17	1039.18	1168.75	1.366	0.930	Regular
RY(RS)	3F	11.00	5.00	0.0030	1188.35	1664.46	1117.32	1209.32	1.376	0.959	Regular
RY(RS)	2F	6.00	5.00	0.0028	1248.64	1782.74	1165.12	1265.38	1.409	0.934	Regular
RY(RS)	1F	0.00	6.00	0.0040	1294.32	1483.54	1247.92	1344.90	1.103	1.202	Regular

Stiffness Irregularity(X) | Stiffness Irregularity(Y)

그림 5.5 강성 비정형 평가결과 Table

5. 해석결과 확인

수직비정형 2 : 중량 비정형 평가

1. Main Menu에서 Results > Tables > Result Tables > Story > Weight Irregularity Check 선택
2. Loadcase/Load Combination 에서 RX(RS), RY(RS)에 '✓' 표시 후 OK 버튼 클릭
3. Select Calculation Method의 Story Drift Method에서 'Drift at the Center of Mass' 선택 후 OK 버튼 클릭
4. 'Weight Irregularity(X) Tab', 'Weight Irregularity(Y) Tab' 확인

중량비정형 평가 결과 Story Weight Ratio가 1.0보다 작으면 중량비정형이 아닙니다. 만약 Story Weight Ratio가 1.0보다 크더라도 Story Drift Angle Ratio가 1.3보다 작은 경우는 중량비정형에 해당하지 않습니다. 본 예제는 Story Weight Ratio가 1.0보다 작으며 Story Drift Angle Ratio가 1.3보다 작기 때문에 중량비정형이 아닙니다.

- Story Weight Ratio : Max{(Story Weight / 1.5M(U)), (Story Weight / 1.5M(L))}
- Story Drift Angle Ratio : Story Drift / 상부층의 Story Drift

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Weight Irregularity Check]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Weight (kN)	Adjacent Story Weight 1.5M(Upper) (kN)	Adjacent Story Weight 1.5M(Lower) (kN)	Story Weight Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
RX(RS)	Roof	64.00	0.00	5798.251	0.000	7157.541	0.810	0.000	Regular
RX(RS)	15F	59.80	4.20	4771.694	8697.377	7157.541	0.667	0.000	Regular
RX(RS)	14F	55.60	4.20	4771.694	7157.541	7157.541	0.667	1.171	Regular
RX(RS)	13F	51.40	4.20	4771.694	7157.541	7157.541	0.667	1.085	Regular
RX(RS)	12F	47.20	4.20	4771.694	7157.541	7174.674	0.667	1.056	Regular
RX(RS)	11F	43.00	4.20	4783.116	7157.541	7175.708	0.668	1.036	Regular
RX(RS)	10F	38.80	4.20	4783.805	7174.674	7159.609	0.668	0.982	Regular
RX(RS)	9F	35.00	3.80	4773.073	7175.708	7191.323	0.665	0.974	Regular
RX(RS)	8F	31.20	3.80	4794.215	7159.609	7223.037	0.670	0.999	Regular
RX(RS)	7F	27.40	3.80	4815.358	7191.323	7223.037	0.670	0.959	Regular
RX(RS)	6F	23.60	3.80	4815.358	7223.037	7250.777	0.667	0.983	Regular
RX(RS)	5F	19.80	3.80	4833.851	7223.037	7377.143	0.669	0.966	Regular
RX(RS)	4F	16.00	3.80	4918.095	7250.777	6643.690	0.740	0.935	Regular
RX(RS)	3F	11.00	5.00	4429.127	7377.143	6743.878	0.657	0.924	Regular
RX(RS)	2F	6.00	5.00	4495.919	6643.690	395.282	11.374	0.848	Regular
RX(RS)	1F	0.00	6.00	263.521	6743.878	0.000	0.039	1.026	Regular

Weight Irregularity(X) | Weight Irregularity(Y)

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Weight Irregularity Check]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Story Weight (kN)	Adjacent Story Weight 1.5M(Upper) (kN)	Adjacent Story Weight 1.5M(Lower) (kN)	Story Weight Ratio	Story Drift Angle Ratio	Remark
RY(RS)	Roof	64.00	0.00	5798.251	0.000	7157.541	0.810	0.000	Regular
RY(RS)	15F	59.80	4.20	4771.694	8697.377	7157.541	0.667	0.000	Regular
RY(RS)	14F	55.60	4.20	4771.694	7157.541	7157.541	0.667	1.234	Regular
RY(RS)	13F	51.40	4.20	4771.694	7157.541	7157.541	0.667	1.123	Regular
RY(RS)	12F	47.20	4.20	4771.694	7157.541	7174.674	0.667	1.079	Regular
RY(RS)	11F	43.00	4.20	4783.116	7157.541	7175.708	0.668	1.051	Regular
RY(RS)	10F	38.80	4.20	4783.805	7174.674	7159.609	0.668	0.984	Regular
RY(RS)	9F	35.00	3.80	4773.073	7175.708	7191.323	0.665	0.977	Regular
RY(RS)	8F	31.20	3.80	4794.215	7159.609	7223.037	0.670	1.001	Regular
RY(RS)	7F	27.40	3.80	4815.358	7191.323	7223.037	0.670	0.968	Regular
RY(RS)	6F	23.60	3.80	4815.358	7223.037	7250.777	0.667	0.993	Regular
RY(RS)	5F	19.80	3.80	4833.851	7223.037	7377.143	0.669	0.980	Regular
RY(RS)	4F	16.00	3.80	4918.095	7250.777	6643.690	0.740	0.930	Regular
RY(RS)	3F	11.00	5.00	4429.127	7377.143	6743.878	0.657	0.959	Regular
RY(RS)	2F	6.00	5.00	4495.919	6643.690	395.282	11.374	0.934	Regular
RY(RS)	1F	0.00	6.00	263.521	6743.878	0.000	0.039	1.202	Regular

Weight Irregularity(X) | Weight Irregularity(Y)

그림 5.6 중량비정형 평가결과 Table

5. 해석결과 확인

수직비정형 5 : 강도 비정형 평가

1. Main Menu에서 Results > Tables > Result Tables > Story > Capacity Irregularity Check(Weak Story) 선택
2. ‘Capacity Irregularity Tab’ 확인

강도비정형 평가 결과 Story Shear Strength Ratio가 0.8보다 크므로 본 예제는 강도비정형이 아닙니다.

-Story Shear Strength Ratio : Story Shear Strength / Upper Story Shear Strength

Angle은 요소의 강도를 계산하는 기준이 되는 방향이며 일반적으로 Angle 1을 하중이 작용하는 방향으로 지정하면 입력된 하중과 층 전단강도가 일치하게 되어서 그 때의 각 층별 강도를 확인할 수 있습니다.

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Capacity Irregularity Check]

Story	Level (m)	Story Height (m)	Angle1 ([deg])	Story Shear Strength1 (kN)	Upper Story Shear Strength1 (kN)	Story Shear Strength Ratio1	Remark1	Angle2 ([deg])	Story Shear Strength2 (kN)	Upper Story Shear Strength2 (kN)	Story Shear Strength Ratio2	Remark2
Angle = 0 [Deg]												
Input angle and press 'Apply' button to change angle.			0.00	Apply								
15F	59.80	4.20	0.00	79560.4269	0.0000	0.0000	Regular	90.00	43424.2669	0.0000	0.0000	Regular
14F	55.60	4.20	0.00	79560.4269	79560.4269	1.0000	Regular	90.00	43424.2669	43424.2669	1.0000	Regular
13F	51.40	4.20	0.00	79560.4269	79560.4269	1.0000	Regular	90.00	43424.2669	43424.2669	1.0000	Regular
12F	47.20	4.20	0.00	79560.4269	79560.4269	1.0000	Regular	90.00	43424.2669	43424.2669	1.0000	Regular
11F	43.00	4.20	0.00	79560.4269	79560.4269	1.0000	Regular	90.00	43424.2669	43424.2669	1.0000	Regular
10F	38.80	4.20	0.00	87794.2623	79560.4269	1.1035	Regular	90.00	48420.5023	43424.2669	1.1151	Regular
9F	35.00	3.80	0.00	88100.0439	87794.2623	1.0035	Regular	90.00	48726.2839	48420.5023	1.0063	Regular
8F	31.20	3.80	0.00	88100.0439	88100.0439	1.0000	Regular	90.00	48726.2839	48726.2839	1.0000	Regular
7F	27.40	3.80	0.00	108593.4839	88100.0439	1.2326	Regular	90.00	56394.2839	48726.2839	1.1574	Regular
6F	23.60	3.80	0.00	108593.4839	108593.4839	1.0000	Regular	90.00	56394.2839	56394.2839	1.0000	Regular
5F	19.80	3.80	0.00	108593.4839	108593.4839	1.0000	Regular	90.00	56394.2839	56394.2839	1.0000	Regular
4F	16.00	3.80	0.00	124781.4839	108593.4839	1.1491	Regular	90.00	65425.4839	56394.2839	1.1601	Regular
3F	11.00	5.00	0.00	125943.2312	124781.4839	1.0093	Regular	90.00	66587.2312	65425.4839	1.0178	Regular
2F	6.00	5.00	0.00	141421.2312	125943.2312	1.1229	Regular	90.00	75192.4312	66587.2312	1.1292	Regular
1F	0.00	6.00	0.00	140624.1395	141421.2312	0.9944	Regular	90.00	74395.3395	75192.4312	0.9894	Regular

\Capacity Irregularity /

그림 5.7 강도 비정형 평가결과 Table

5. 해석결과 확인

그 외 비정형 평가

비틀림 비정형을 평가하기 위해서 우발편심모멘트를 고려한 응답스펙트럼 하중조합을 생성합니다. 우발편심모멘트는 각 방향별로 두가지를 고려해야 하므로 4가지의 하중조합을 생성합니다.
midas Gen에서는 앞서 설명한 프로그램으로 판단 가능한 4가지 비정형평가를 자동으로 수행합니다. 그 외의 6가지 비정형평가 항목에 대해서도 평가해야 합니다.

평면비정형 2 - 요철형 평면
- 내용 : 돌출한 부분의 치수가 해당하는 방향의 평면치수의 15%를 초과하면 요철형 평면을 갖는 것으로 간주한다.
- 평가 : 본 예제는 양방향 모두 평면치수의 15%를 초과하는 요철형 평면이 없으므로 정형입니다. (Regular).

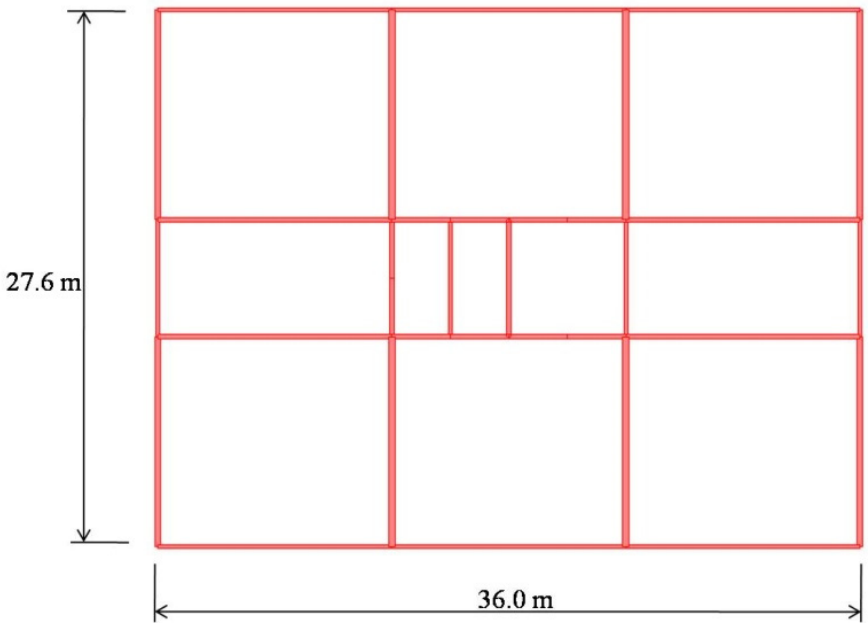


그림 5.8 요철형 평면 평가

평면비정형 3 - 격막의 불연속
- 내용 : 격막에서 잘려나간 부분이나 뚫린 부분이 전체 격막면적의 50%를 초과하거나 인접한 층간 격막 강성의 변화가 50%를 초과하는 급격한 불연속이나 강성의 변화가 있는 격막.
- 평가 : 본 예제는 격막에서 잘려나간 부분이나 뚫린 부분이 없고, 전층 격막 강성의 변화가 없기 때문에 격막의 불연속에 해당하지 않습니다 (Regular).

5. 해석결과 확인

평면비정형 4 - 면외 어긋남

- 내용 : 수직부재의 면외 어긋남 등과 같이 횡력전달 경로에 있어서의 불연속성.

-평가 : 본 예제는 면외 어긋남에 의한 횡하중 전달 경로가 모두 연속이므로 정형에 해당됩니다 (Regular).

평면비정형 5 - 비평행 시스템

- 내용 : 횡력저항 수직요소가 전체 횡력저항 시스템에 직교하는 주축에 평행하지 않거나 대칭이 아닌 경우.

-평가 : 횡력저항 수직요소가 주축에 평행하고, 평면이 대칭이므로 비평행 시스템이 아닙니다. (Regular).

수직비정형 3 - 기하학적 비정형

- 내용 : 횡력 저항시스템의 수평치수가 인접층 치수의 130%를 초과할 경우 기하학적 비정형이 존재하는 것으로 간주한다.

- 평가 : 중간 모멘트골조를 가진 이중골조 시스템으로 정형 평면이고, 수직적인 변화가 없기 때문에 기하학적 비정형이 아닙니다. (Regular).

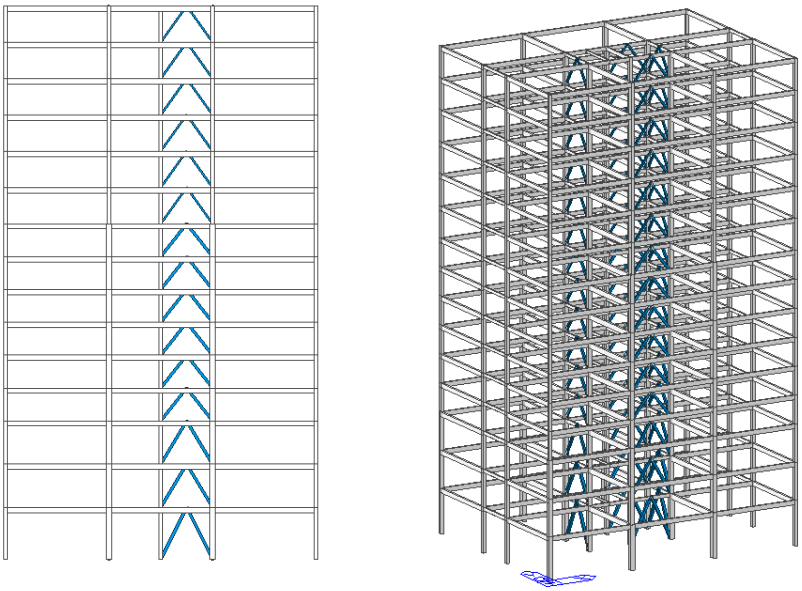


그림 5.9 기하학적 비정형 평가

수직비정형 4 – 면내 어긋남(횡력저항 수직 저항요소의 비정형)

- 내용 : 횡력 저항요소의 면내 어긋남이 그 요소의 길이보다 크거나, 인접한 하부층 저항요소에 강성감소가 일어나는 경우 수직 저항요소의 면내 불연속에 의한 비정형 있는 것으로 간주한다.

- 평가 : 코어의 Brace가 최하부층까지 연속되어 있지 있으므로 정형에 해당됩니다 (Regular).

5. 해석결과 확인

비정형 평가 결과

번호	유 형	판 정	비 고
H-1	비틀림 비정형	Irregular	등가정적 해석시 비틀림 증폭계수 적용
H -2	요철형 평면	Regular	-
H -3	격막의 불연속	Regular	-
H -4	면외 어긋남	Irregular	횡력저항 불연속 수직부재의 특별하중조합적용
H -5	비평행 시스템	Irregular	비정형 여부에 관계없이, 내진설계범주 D이기 때문에 Orthogonal Effect 고려
V-1	강성 비정형	Regular	-
V-2	중량 비정형	Regular	-
V-3	기하학적 비정형	Regular	-
V-4	면내 어긋남	Irregular	횡력저항 불연속 수직부재의 특별하중조합적용
V-5	강도 비정형	Regular	-

표 5.1 비정형 평가 결과

해석법 결정

본 구조물은 내진설계범주가 'D'이고 5층 이상의 비틀림 비정형구조물이므로 동적해석법으로 구조물을 해석해야 합니다. (KBC 2016-표 0306.4.6 참조)

5. 해석결과 확인

5-3 응답스펙트럼 해석결과 검토

본 따라하기는 동적해석이 요구되기 때문에 응답스펙트럼 해석결과에 대해 검토해 보겠습니다.

고유치 해석결과 검토

구조물의 동적특성과 모드별 유효질량을 검토하여 고유치 해석의 타당성과 응답스펙트럼해석의 적용여부를 검토합니다.

---

1. Model View를 제외한 모든 창 종료
2. Main Menu에서 Results > Mode Shape > Vibration Mode Shapes 실행
3. Vibration Mode Shapes 오른쪽에 ... 클릭
4. Record Activation Dialog에서 OK 버튼 클릭
5. 테이블에서 X, Y 방향 주기 확인

먼저 각 방향별 1차 주모드를 확인합니다.

MODAL PARTICIPATION MASSES(%) PRINTOUT에서 해당 모드의 각 방향별 참여질량을 비교 하면 Mode별 방향성분을 확인할 수 있습니다.

즉 Mode 1에서는 Z축에 대한 회전성분에서 질량이 대부분 반응을 하고 있고, Mode 2는 X방향 변위성분, 그리고 Mode 3 은 Y방향 변위성분에 대해서 질량이 반응을 하고 있는 것으로 보아 각 방향별 주 모드를 판단할 수 있습니다.

Mode 15에서 각 방향별 참여질량의 합을 보면 세 방향 모두 90%이상의 질량이 유효하므로, 본 예제의 응답스펙트럼 해석에는 구조물의 동적 특성이 거의 모두 반영되었다고 볼 수 있습니다.

Mode No	지배방향	참여질량(%)	주기(sec)
1	ROTN-Z	86.44	3.4233
2	TRAN-X	76.77	2.9439
3	TRAN-Y	79.59	2.3923.

표 5.2 방향별 질량 참여

5. 해석결과 확인

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Eigenvalue Mode]

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX	RY	RZ

EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1	1.8354	0.2921	3.4233	0.0000e+000
2	2.1343	0.3397	2.9439	0.0000e+000
3	2.6264	0.4180	2.3923	0.0000e+000
4	5.3373	0.8495	1.1772	7.9991e-129
5	6.6350	1.0560	0.9470	2.6163e-119
6	7.8635	1.2515	0.7990	1.5847e-112
7	9.9435	1.5826	0.6319	1.6605e-105
8	13.0873	2.0829	0.4801	3.0810e-093
9	14.6413	2.3302	0.4291	8.6545e-090
10	15.1848	2.4167	0.4138	2.1511e-087
11	19.6372	3.1254	0.3200	7.0321e-078
12	19.7141	3.1376	0.3187	5.8390e-077
13	22.5021	3.5813	0.2792	3.8752e-073
14	24.8672	3.9577	0.2527	8.6949e-071
15	26.2976	4.1854	0.2389	9.5571e-067

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0000	0.0000	0.0800	0.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	86.4359	86.4359
2	76.7709	76.7709	0.0000	0.0800	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	86.4359
3	0.0000	76.7709	79.5944	79.6744	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0988	86.5347
4	0.0000	76.7709	0.0153	79.6897	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	9.3141	95.8488
5	15.9798	92.7508	0.0000	79.6897	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	95.8488
6	0.0000	92.7508	14.4464	94.1361	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0104	95.8592
7	0.0000	92.7508	0.0172	94.1533	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.1137	97.9729
8	4.1063	96.8571	0.0000	94.1533	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	97.9729
9	0.0000	96.8571	0.0089	94.1622	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.8618	98.8348
10	0.0000	96.8571	3.2304	97.3926	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	98.8365
11	0.0000	96.8571	0.0001	97.3927	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5211	99.3575
12	1.5155	98.3725	0.0000	97.3927	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.3575
13	0.0000	98.3725	1.1779	98.5706	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.3576
14	0.0000	98.3725	0.0001	98.5707	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.2716	99.6292
15	0.8413	99.2139	0.0000	98.5707	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	99.6292

그림 5.10 고유치 해석결과의 확인

5. 해석결과 확인

테이블을 통해서 확인한 진동모드를 그래픽 화면으로 확인해 보겠습니다.

1. 그림 5.11의 ❶에서 Model View 클릭
2. Iso View 버튼 클릭
3. Active All, Initial View 클릭
4. Main Menu에서 Results > Mode Shape > Mode Shapes > Vibration Mode Shapes 클릭
5. Load Cases(Mode Numbers)에서 'Mode 1' 확인
6. Type of Display에서 Md. Shp. 우측의 버튼 클릭
7. Mode Shape Scale Factor에 '3.0' 입력 후 OK 버튼 클릭
8. Animate 우측의 클릭
9. Animation Mode에 'Repeat Full Cycle' 선택
10. OK
11. Contour 항목에 체크
12. Apply 버튼 클릭
13. 그림 5.11의 ❷에서 Record 클릭
14. Mode 형상을 확인
15. 그림 5.11의 ❸에서 Stop 클릭
16. 그림 5.11의 ❷에서 Close 클릭

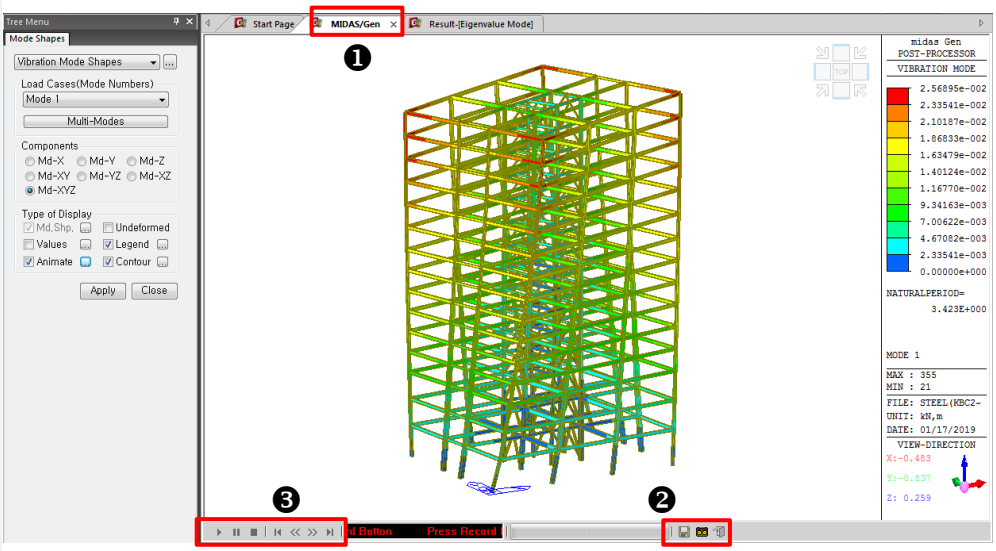


그림 5.11 진동모드형상

5. 해석결과 확인

보정계수(Cm : Modigicaiton Factor) 산정

응답스펙트럼 해석을 통해 구한 구조물의 밑면전단력을 등가정적해석의 밑면전단력과 비교하여, 그 차이를 보정하기 위한 보정계수를 산정합니다.
등가정적 해석법에서의 밑면전단력은 midas Gen의 등가정적 지진하중 자동연산기능을 이용하여 산정합니다.

---

1. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Story Shear(Response Spectrum Analysis) 선택
2. Record Activation Dialog에서 RX(RS), RY(RS)에 '✓' 표시 후 [OK] 버튼 클릭
3. RX 조건에서 밑면전단력 '1086.0kN', RY 조건에서 '1294.3kN' 확인 (그림 5.12 ❶,❷ 참조)
4. Main Menu에서 Load > Load Type > Static Load > Lateral > Static Seismic Loads 선택
5. Static Seismic Loads 대화상자의 [Add] 버튼 클릭
6. Seismic Load Code 선택란에서 'KBC(2016)' 선택
7. Seismic Zone '1', Zone Factor(S)'0.22', Site Class 'Sc' 선택, Depth to MR '20'입력
8. Seis. Use Group란에 'I', Importance(Ie)란에 '1.2' 확인
9. Approximate Period의 오른쪽 [...] 버튼 클릭
10. X-Direction Period, Y-Direction Period의 '1. T=0.085hn^(3/4)' 선택 후 클릭
11. Approximate Period 의 X-Dir.에 '1.923*1.46827' 입력
12. Y-Dir.에 '2.3923' 입력
13. Response Modification Factor(R)에 X-Direction, Y-Direction 선택란에서 '6' 선택
14. [Seismic Load Profile...] 버튼 클릭
15. Component의 'X-Dir'선택 후 Scroll Bar를 조정하여 GL의 Story Shear에서 '1187.226kN' 확인
16. 'Y-Dir' 선택하여 GL의 Story Shear에서 '1401.2092kN' 확인

- **X-Dir Scale-Up Factor : 0.85(1187.2/1086.0) = 0.93 → 1.0**
- **Y-Dir Scale-Up Factor : 0.85(1401.2/1294.3) = 0.92 → 1.0**

응답스펙트럼 해석에서 밑면 전단력은 Reaction Table에서도 확인할 수 있습니다.

양방향 조건이 동일하므로 어느 방향으로 입력하여도 무방합니다.

X방향의 1차모드는 Mode2이고 이때의 주기는 2.9439입니다.
이 주기는 Cu*Ta (1.46827*1.923=2.823)보다 크므로 2.823을 입력합니다.

Y방향 1차 모드는 Mode3이고 이때의 주기는 2.3923입니다. 이 주기는 약산식에 의한 주기 1.923보다 크고 Cu*Ta (1.46827*1.923=2.823)보다 작으므로 Y방향에는 2.3923을 입력합니다.

5. 해석결과 확인

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Eigenvalue Mode] | Result-[Story Shear(Response Spectrum Analysis)]

Story	Level (m)	Spectrum	Inertia Force X (kN)	Inertia Force Y (kN)	Shear Force: Spring Reactions X (kN)	Spring Reactions Y (kN)	Without Spring X (kN)	Without Spring Y (kN)	With Spring X (kN)	With Spring Y (kN)	Eccentricity (m)	Story Force (kN)	Eccentric Moment (kN·m)
Roof	64.0000	RX(RS)	2.6161e+002	2.6192e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.3800e+00	2.6161e+002	3.6102e+002
15F	59.8000	RX(RS)	1.5755e+002	1.8212e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	2.6161e+002	0.0000e+000	2.6161e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.5755e+002	2.1742e+002
14F	55.6000	RX(RS)	1.2961e+002	1.4825e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	4.1298e+002	0.0000e+000	4.1298e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.2961e+002	1.7886e+002
13F	51.4000	RX(RS)	1.3448e+002	1.3344e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	5.0679e+002	0.0000e+000	5.0679e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.3448e+002	1.8559e+002
12F	47.2000	RX(RS)	1.4128e+002	1.3264e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	5.6742e+002	0.0000e+000	5.6742e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.4128e+002	1.9497e+002
11F	43.0000	RX(RS)	1.4873e+002	1.3349e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	6.1231e+002	0.0000e+000	6.1231e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.4873e+002	2.0525e+002
10F	38.8000	RX(RS)	1.5109e+002	1.3389e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	6.5094e+002	0.0000e+000	6.5094e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.5109e+002	2.0850e+002
9F	35.0000	RX(RS)	1.4643e+002	1.3557e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	6.9052e+002	0.0000e+000	6.9052e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.4643e+002	2.0207e+002
8F	31.2000	RX(RS)	1.4528e+002	1.3951e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	7.3318e+002	0.0000e+000	7.3318e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.4528e+002	2.0049e+002
7F	27.4000	RX(RS)	1.5147e+002	1.4165e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	7.7505e+002	0.0000e+000	7.7505e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.5147e+002	2.0903e+002
6F	23.6000	RX(RS)	1.5795e+002	1.3855e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	8.1790e+002	0.0000e+000	8.1790e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.5795e+002	2.1796e+002
5F	19.8000	RX(RS)	1.6384e+002	1.2872e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	8.6487e+002	0.0000e+000	8.6487e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.6384e+002	2.2610e+002
4F	16.0000	RX(RS)	1.7250e+002	1.1413e-010	0.0000e+000	0.0000e+000	9.1828e+002	0.0000e+000	9.1828e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.7250e+002	2.3805e+002
3F	11.0000	RX(RS)	1.5070e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	9.8118e+002	0.0000e+000	9.8118e+002	0.0000e+000	1.3800e+00	1.5070e+002	2.0796e+002
2F	6.0000	RX(RS)	1.1582e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0383e+003	0.0000e+000	1.0383e+003	0.0000e+000	1.3800e+00	1.1582e+002	1.5983e+002
1F	0.0000	RX(RS)	1.0860e+003	1.2974e-009	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0860e+003	0.0000e+000	1.0860e+003	0.0000e+000	1.3800e+00	1.0860e+003	1.4987e+003
Roof	64.0000	RY(RS)	2.5805e-010	2.7574e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.8000e+00	2.7574e+002	4.9634e+002
15F	59.8000	RY(RS)	1.7964e-010	1.8181e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	2.7574e+002	0.0000e+000	2.7574e+002	1.8000e+00	1.8181e+002	3.2725e+002
14F	55.6000	RY(RS)	1.4750e-010	1.4655e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	4.5457e+002	0.0000e+000	4.5457e+002	1.8000e+00	1.4655e+002	2.6379e+002
13F	51.4000	RY(RS)	1.2629e-010	1.3924e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	5.8246e+002	0.0000e+000	5.8246e+002	1.8000e+00	1.3924e+002	2.5064e+002
12F	47.2000	RY(RS)	1.2195e-010	1.4324e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	6.7274e+002	0.0000e+000	6.7274e+002	1.8000e+00	1.4324e+002	2.5784e+002
11F	43.0000	RY(RS)	1.2989e-010	1.4522e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	7.4101e+002	0.0000e+000	7.4101e+002	1.8000e+00	1.4522e+002	2.6140e+002
10F	38.8000	RY(RS)	1.3862e-010	1.4904e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	7.9600e+002	0.0000e+000	7.9600e+002	1.8000e+00	1.4904e+002	2.6826e+002
9F	35.0000	RY(RS)	1.4236e-010	1.5368e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	8.4379e+002	0.0000e+000	8.4379e+002	1.8000e+00	1.5368e+002	2.7662e+002
8F	31.2000	RY(RS)	1.4174e-010	1.5644e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	8.9213e+002	0.0000e+000	8.9213e+002	1.8000e+00	1.5644e+002	2.8160e+002
7F	27.4000	RY(RS)	1.3600e-010	1.5724e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	9.4336e+002	0.0000e+000	9.4336e+002	1.8000e+00	1.5724e+002	2.8303e+002
6F	23.6000	RY(RS)	1.2559e-010	1.6034e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	9.9790e+002	0.0000e+000	9.9790e+002	1.8000e+00	1.6034e+002	2.8861e+002
5F	19.8000	RY(RS)	1.1292e-010	1.6716e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.0553e+003	0.0000e+000	1.0553e+003	1.8000e+00	1.6716e+002	3.0089e+002
4F	16.0000	RY(RS)	1.0079e-010	1.7143e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.1178e+003	0.0000e+000	1.1178e+003	1.8000e+00	1.7143e+002	3.0857e+002
3F	11.0000	RY(RS)	0.0000e+000	1.3747e+002	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.1883e+003	0.0000e+000	1.1883e+003	1.8000e+00	1.3747e+002	2.4745e+002
2F	6.0000	RY(RS)	0.0000e+000	9.7322e+001	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.2486e+003	0.0000e+000	1.2486e+003	1.8000e+00	9.7322e+001	1.7518e+002
1F	0.0000	RY(RS)	1.8804e-009	1.2943e+003	0.0000e+000	0.0000e+000	0.0000e+000	1.2943e+003	0.0000e+000	1.2943e+003	1.8000e+00	1.2943e+003	2.3298e+003

Story Shear(for R.S.) | Story Shear Force Coefficient

그림 5.12 응답스펙트럼하중에 의한 밑면전단력

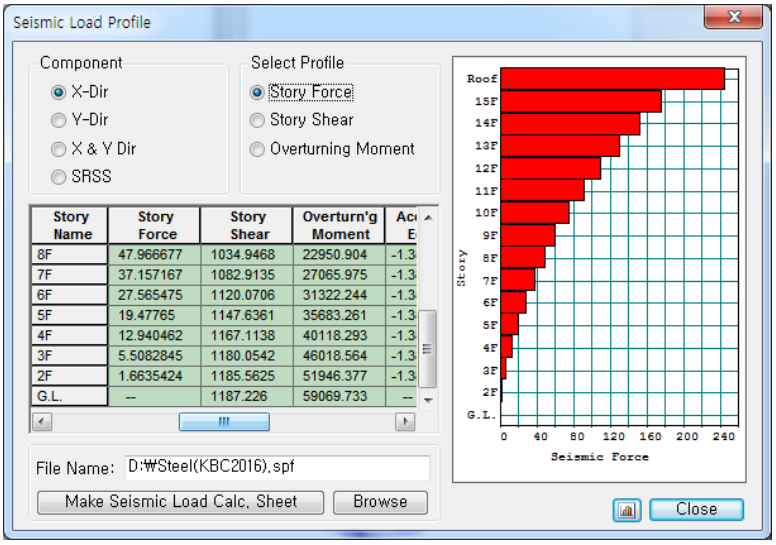


그림 5.13 밑면전단력 비교용 등가정적 지진하중

5. 해석결과 확인

전도모멘트 검토

midas Gen에서는 지진하중에 의한 각 층의 전도모멘트가 자동으로 산출됩니다. 내진설계기준에서는 전도모멘트에 저항할 수 있도록 저항모멘트를 계산 해야 합니다. 그러나 저항모멘트는 하중방향과 구조물의 형상에 따라서 변하므로 midas Gen에서는 수직부재의 축력의 합과 중심을 자동 계산해 줍니다.

---

1. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Overturning Moment 선택
2. Load Case/Load Combination에서 RX(RS), RY(RS)에 '✓' 표시 후 [OK] 버튼 클릭
3. 테이블 창에서 마우스 오른쪽 클릭하여 Context Menu의 Set Overturning Moment Parameters클릭
4. Scale Factor for Response Spectrum 입력란에 '1' 입력, Define Reduction Factor 에서 'Fixed(1.0)'선택 후 [OK] 버튼 클릭

전도모멘트 감소계수는 정적해석에서 구한 결과에 고층 구조물에서 고차 모드의 영향을 고려하는 계수로써 등가정적 지진 해석의 경우에는 층에 따라 감소계수를 다르게 적용합니다. 그러나 동적해석에 대해서는 '1'로 적용할 수 있습니다.

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Overturning Moment]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Reduction Factor (r)	Angle1 ([deg])	Overturning Moment by Vertical Member Types (kN·m)				Sum of Story Force1 * Distance (kN·m)	Overturning Moment1 (kN·m)
						Frame		Wall			
						Value	Ratio	Value	Ratio		
Angle for static load case result: 0 [Deg]											
Input angle and press 'Apply' button to change angle.					0.00	Apply					
RX(RS)	15F	59.80	4.20	1.00	0.00	1098.75	1.00	0.00	0.00	1.09875e+003	1.09875e+003
RX(RS)	14F	55.60	4.20	1.00	0.00	2827.33	1.00	0.00	0.00	2.82733e+003	2.82733e+003
RX(RS)	13F	51.40	4.20	1.00	0.00	4918.87	1.00	0.00	0.00	4.91887e+003	4.91887e+003
RX(RS)	12F	47.20	4.20	1.00	0.00	7197.18	1.00	0.00	0.00	7.19718e+003	7.19718e+003
RX(RS)	11F	43.00	4.20	1.00	0.00	9571.17	1.00	0.00	0.00	9.57117e+003	9.57117e+003
RX(RS)	10F	38.80	4.20	1.00	0.00	12001.59	1.00	0.00	0.00	1.20016e+004	1.20016e+004
RX(RS)	9F	35.00	3.80	1.00	0.00	14242.82	1.00	0.00	0.00	1.42428e+004	1.42428e+004
RX(RS)	8F	31.20	3.80	1.00	0.00	16540.02	1.00	0.00	0.00	1.65400e+004	1.65400e+004
RX(RS)	7F	27.40	3.80	1.00	0.00	18912.35	1.00	0.00	0.00	1.89123e+004	1.89123e+004
RX(RS)	6F	23.60	3.80	1.00	0.00	21375.77	1.00	0.00	0.00	2.13758e+004	2.13758e+004
RX(RS)	5F	19.80	3.80	1.00	0.00	23947.98	1.00	0.00	0.00	2.39480e+004	2.39480e+004
RX(RS)	4F	16.00	3.80	1.00	0.00	26652.19	1.00	0.00	0.00	2.66522e+004	2.66522e+004
RX(RS)	3F	11.00	5.00	1.00	0.00	30462.33	1.00	0.00	0.00	3.04623e+004	3.04623e+004
RX(RS)	2F	6.00	5.00	1.00	0.00	34587.27	1.00	0.00	0.00	3.45873e+004	3.45873e+004
RX(RS)	1F	0.00	6.00	1.00	0.00	39935.52	1.00	0.00	0.00	3.99355e+004	3.99355e+004
RY(RS)	15F	59.80	4.20	1.00	90.00	1158.12	1.00	0.00	0.00	1.15812e+003	1.15812e+003
RY(RS)	14F	55.60	4.20	1.00	90.00	3064.22	1.00	0.00	0.00	3.06422e+003	3.06422e+003
RY(RS)	13F	51.40	4.20	1.00	90.00	5489.93	1.00	0.00	0.00	5.48993e+003	5.48993e+003
RY(RS)	12F	47.20	4.20	1.00	90.00	8249.72	1.00	0.00	0.00	8.24972e+003	8.24972e+003
RY(RS)	11F	43.00	4.20	1.00	90.00	11223.47	1.00	0.00	0.00	1.12235e+004	1.12235e+004
RY(RS)	10F	38.80	4.20	1.00	90.00	14341.52	1.00	0.00	0.00	1.43415e+004	1.43415e+004
RY(RS)	9F	35.00	3.80	1.00	90.00	17254.68	1.00	0.00	0.00	1.72547e+004	1.72547e+004
RY(RS)	8F	31.20	3.80	1.00	90.00	20249.48	1.00	0.00	0.00	2.02495e+004	2.02495e+004
RY(RS)	7F	27.40	3.80	1.00	90.00	23334.28	1.00	0.00	0.00	2.33343e+004	2.33343e+004
RY(RS)	6F	23.60	3.80	1.00	90.00	26526.39	1.00	0.00	0.00	2.65264e+004	2.65264e+004
RY(RS)	5F	19.80	3.80	1.00	90.00	29845.84	1.00	0.00	0.00	2.98458e+004	2.98458e+004
RY(RS)	4F	16.00	3.80	1.00	90.00	33315.83	1.00	0.00	0.00	3.33158e+004	3.33158e+004
RY(RS)	3F	11.00	5.00	1.00	90.00	38157.31	1.00	0.00	0.00	3.81573e+004	3.81573e+004
RY(RS)	2F	6.00	5.00	1.00	90.00	43328.90	1.00	0.00	0.00	4.33289e+004	4.33289e+004
RY(RS)	1F	0.00	6.00	1.00	90.00	49935.74	1.00	0.00	0.00	4.99357e+004	4.99357e+004

Overturning Moment

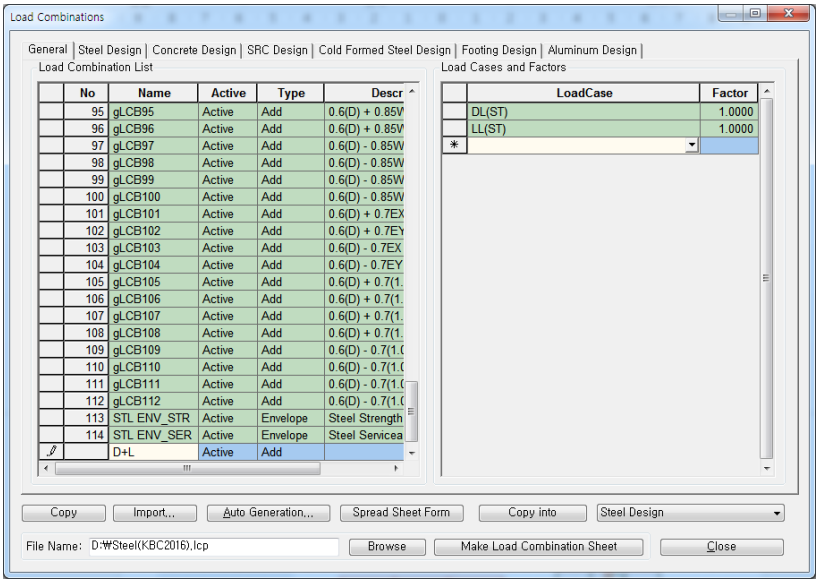
위 : 보정계수(Cm) = 1 (RX Load Case) 아래 : 1 (RY Load Case) 적용한 경우

그림 5.14 전도모멘트 평가결과 Table

5. 해석결과 확인

수직부재 축력과 그 중심 좌표를 확인하여 전도모멘트에 저항하는 저항모멘트를 계산합니다.

1. Main Menu에서 Results > Combination > Load Combination 클릭
2. General 탭 'STL ENV_SER' 아래 빈칸에 'D+L' 입력
3. Description란에 '1.0D + 1.0L'입력
4. Load Cases and Factors에서 DL(ST), LL(ST) 선택 후 Close 클릭
5. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Story Axial Force Sum 선택
6. Loadcase/Load Combination에서 D+L(CB)에 '✓' 표시 후 OK 버튼 클릭



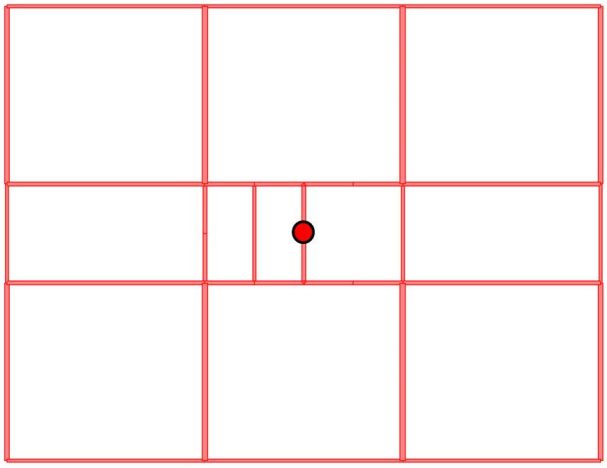
Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Overturning Moment] | Result-[Story Axial Force Sum]

Load Case	Story	Level (m)	Story Height (m)	Axial Force Sum of Vertical Elements (kN)	Center of Axial Forces	
					X Coordinate	Y Coordinate
D+L	15F	59.80	4.20	-7887.323054	17.9565	13.8000
D+L	14F	55.60	4.20	-15008.017189	17.9687	13.8000
D+L	13F	51.40	4.20	-22128.711325	17.9723	13.8000
D+L	12F	47.20	4.20	-29249.405461	17.9743	13.8000
D+L	11F	43.00	4.20	-36370.099596	17.9762	13.8000
D+L	10F	38.80	4.20	-43513.161682	17.9764	13.8000
D+L	9F	35.00	3.80	-50634.977858	17.9768	13.8000
D+L	8F	31.20	3.80	-57757.050823	17.9776	13.8000
D+L	7F	27.40	3.80	-64921.408718	17.9775	13.8000
D+L	6F	23.60	3.80	-72085.766613	17.9779	13.8000
D+L	5F	19.80	3.80	-79250.124509	17.9784	13.8000
D+L	4F	16.00	3.80	-86451.469138	17.9785	13.8000
D+L	3F	11.00	5.00	-93768.709538	17.9783	13.8000
D+L	2F	6.00	5.00	-101979.906713	17.9788	13.8000
D+L	1F	0.00	6.00	-110278.016739	17.9805	13.8000

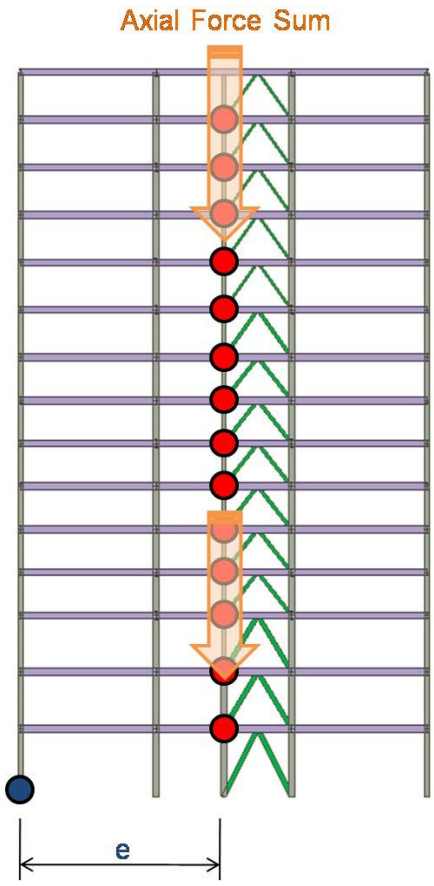
Story Axial Force Sum

그림 5.15 Story Axial Force Sum Table

5. 해석결과 확인



(a) Center of Axial Force Sum



(b) Resistance Moment

그림 5.16 저항모멘트 개념

5. 해석결과 확인

P-delta 해석 적용여부 검토

안정계수를 확인하여 P-delta 해석 적용여부를 검토합니다.

1. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Stability Coefficient 선택
2. Loadcase/Load Combination에서 'RX(RS)'에 '✓' 표시 후 [OK] 버튼 클릭
3. Stability Coefficient Parameters의 Deflection Amplification Factor(Cd)에 '5', Importance Factor(Ie)에 '1.2', Scale Factor에 '1.0' 입력
4. Vertical Load Combination 선택란에 'DL' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
5. 4번과 동일한 방법으로 'LL' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
6. Story Drift Method에서 'Drift on the Center of Mass' 선택하고 [OK] 버튼 클릭
7. Remark열에서 'OK' 확인
8. 마우스 오른쪽 클릭하여 Context Menu 에서 Activate Records 클릭 후 'RY(RS)'에 '✓' 표시 후 [OK] 버튼 클릭
9. 같은 방법으로 설정 후 Stability Coefficient(Y) Tab에서 'RY(RS) Load Case'도 확인

Stability Coefficient =(Vertical Load*Modified Drift)/(Story Shear Force*Scale Factor*Height*Cd)

Modified Drift = (Cd*Drift*Scale Factor)/(Ie)

Stability Coefficient계산시 Cd값과 Scale Factor값은 분모, 분자에서 감쇄되기 때문에 이 값들의 변경과 관계가 없습니다.
단, Modified Drift값에는 영향을 미칩니다.

5. 해석결과 확인

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Stability Coefficient]

Cd=5, Ie=1.2, Scale Factor=1
Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
RX(RS)	15F	4.20	7887.3231	261.6079	0.0122	1.0000	0.0175	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	14F	4.20	15008.0172	412.9821	0.0143	1.0000	0.0247	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	13F	4.20	22128.7113	506.7936	0.0155	1.0000	0.0322	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	12F	4.20	29249.4055	567.4185	0.0164	1.0000	0.0402	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	11F	4.20	36370.0996	612.3134	0.0170	1.0000	0.0480	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	10F	4.20	43513.1617	650.9395	0.0166	1.0000	0.0530	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	9F	3.80	50634.9779	690.5200	0.0147	1.0000	0.0566	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	8F	3.80	57757.0508	733.1752	0.0147	1.0000	0.0607	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	7F	3.80	64921.4087	775.0456	0.0141	1.0000	0.0620	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	6F	3.80	72085.7666	817.9012	0.0138	1.0000	0.0641	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	5F	3.80	79250.1245	864.8720	0.0133	1.0000	0.0644	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	4F	3.80	86451.4691	918.2772	0.0125	1.0000	0.0618	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	3F	5.00	93768.7095	981.1848	0.0152	1.0000	0.0579	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	2F	5.00	101979.9067	1038.3375	0.0129	1.0000	0.0505	0.1000	OK	1.0000
RX(RS)	1F	6.00	110278.0167	1086.0453	0.0158	1.0000	0.0536	0.1000	OK	1.0000

Stability Coefficient(X) | Stability Coefficient(Y)

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Stability Coefficient]

Cd=5, Ie=1.2, Scale Factor=1
Press right mouse button and click 'Set Stability Coefficient Parameters...' menu to change Cd/Ie/Scale Factor/Beta!

Load Case	Story	Story Height (m)	Vertical Load (kN)	Story Shear Force (kN)	Modified Story Drift (m)	Beta (β)	Stability Coefficient (θ)	Allowable Limit	Remark	P-Delta Incremental Factor (ad)
RY(RS)	15F	4.20	7887.3231	275.7425	0.0083	1.0000	0.0113	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	14F	4.20	15008.0172	454.5699	0.0102	1.0000	0.0161	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	13F	4.20	22128.7113	582.4551	0.0115	1.0000	0.0208	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	12F	4.20	29249.4055	672.7406	0.0124	1.0000	0.0257	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	11F	4.20	36370.0996	741.0106	0.0130	1.0000	0.0304	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	10F	4.20	43513.1617	796.0009	0.0128	1.0000	0.0334	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	9F	3.80	50634.9779	843.7898	0.0113	1.0000	0.0358	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	8F	3.80	57757.0508	892.1274	0.0113	1.0000	0.0386	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	7F	3.80	64921.4087	943.3601	0.0110	1.0000	0.0397	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	6F	3.80	72085.7666	997.8988	0.0109	1.0000	0.0414	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	5F	3.80	79250.1245	1055.3303	0.0107	1.0000	0.0422	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	4F	3.80	86451.4691	1117.7922	0.0099	1.0000	0.0404	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	3F	5.00	93768.7095	1188.3483	0.0125	1.0000	0.0395	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	2F	5.00	101979.9067	1248.6447	0.0117	1.0000	0.0382	0.1000	OK	1.0000
RY(RS)	1F	6.00	110278.0167	1294.3198	0.0169	1.0000	0.0479	0.1000	OK	1.0000

Stability Coefficient(X) | Stability Coefficient(Y)

위 : Stability Coefficient(X) Tab 아래 : Stability Coefficient(Y) Tab

그림 5.17 안정계수 평가결과 Table

그림 5.17 에서 P-delta 해석적용 여부를 확인한 결과가 'Redesign'이면 건물은 잠재적으로 불안정하므로 재설계해야 합니다. 만약 Remark에서 'P-delta Req.'가 출력 되면 P- delta 해석을 수행해야 하고, 'OK'이면 P- delta 해석까지 요구 되지 않는 해석모델입니다.

5. 해석결과 확인

5-4 사용성 평가

사용하중 조건에서 풍하중 작용시 최대변위와 지진하중 작용시 층간변위를 검토합니다. 중력방향 하중에 의한 보의 수직처짐 검토는 생략합니다.

---

1. 그림 5.18의 ❶에서 Model View 클릭
2. Main Menu에서 Results > Results > Deformations > Deformed Shape 클릭
3. Status Bar 우측의 단위변환창에서 ‘cm’ 선택
4. Load Cases/Combination에서 ‘ST : WX’ 선택
5. Type of Display에서 ‘Legend’ 선택
6. Apply 버튼 클릭
7. Legend에서 X-Dir 최대변위 ‘8.278’ cm 확인
8. Load Cases/ Combinations 선택란에서 ‘ST : WY’ 선택
9. Apply 버튼 클릭
10. Legend에서 Y-Dir 최대변위 ‘7.536’ cm 확인

- X-Dir 최대변위 : 8.278 cm (H/773)
- Y-Dir 최대변위 : 7.536 cm (H/849)

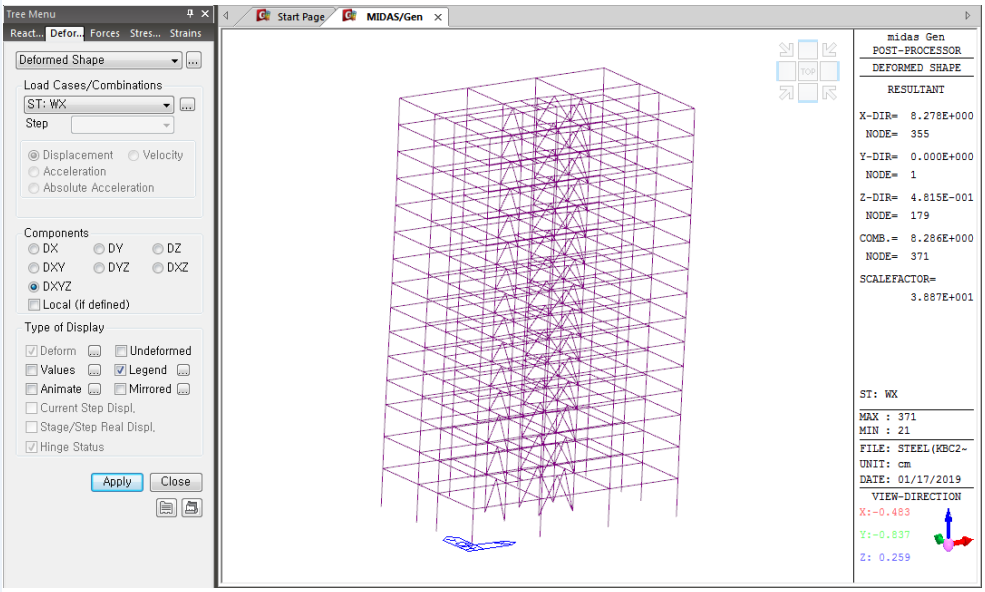


그림 5.18 풍하중 작용시 최대변위

5. 해석결과 확인

내진등급에 따른 허용층간변위 (KBC 2016)
- 특 : 0.01 hx
- I : 0.015 hx
- II : 0.02 hx

사용하중조건에서 지진하중 작용 시 층간변위를 검토합니다. 이 구조물은 비틀림 비정형구조물이므로 모서리 층간변위 중 최대로 허용층간 변위와 비교하여 안정성을 평가합니다(그림 5.19 참조). 만약, 비틀림 비정형이 아닌 경우에는 질량중심에서의 층간변위로 구조물의 안정성을 검토합니다.

- X-Dir : 층간 변위가 전층에서 만족합니다.
- Y-Dir : 층간 변위가 전층에서 만족합니다.

1. Main Menu에서 Results > Tables > Results Tables > Story > Story Drift 선택
2. Loadcase/Combination에서 gLCB1, gLCB2에 '✓' 표시 후 [OK] 버튼 클릭
3. Story Drift Parameters의 Deflection Amplification Factor(Cd)에 '5' Importance Factor(Ie)에 '1.2' 입력
4. Allowable Ratio에서 '0.015' 확인
5. Vertical Load Combination 선택란에 'DL' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
6. 5번과 동일한 방법으로 'LL' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
7. Story Drift Parameters 창의 [OK] 버튼 클릭
8. Maximum Drift of All Vertical Elements의 Remark열에서 'OK' 확인
9. Drift(Y) Tab에서 같은 방법으로 'gLCB3', 'gLCB4'의 하중조합에서도 확인

Start Page | MIDAS/Gen | Result-[Story Drift]

RMC,Not Used, Cd=5, Ie=1.2, Scale Factor=1, Allowable Ratio=0.015
Press right mouse button and click 'Set Story Drift Parameters...' menu to change RMC or Cd/Ie/Scale Factor/Allowable Ratio/Beta!

Load Case	Story	Story Height (cm)	P-Delta Incremental Factor (ad)	Allowable Story Drift Ratio	Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
					Node	Story Drift (cm)	Modified Drift (cm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (cm)	Modified Drift (cm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
gLCB1	15F	420.00	1.00	0.0150	331	0.316	1.3170	0.003	OK	0.2927	1.2197	1.0797	0.0029	OK
gLCB1	14F	420.00	1.00	0.0150	307	0.375	1.5626	0.003	OK	0.3427	1.4280	1.0942	0.0034	OK
gLCB1	13F	420.00	1.00	0.0150	283	0.411	1.7138	0.004	OK	0.3720	1.5500	1.1057	0.0037	OK
gLCB1	12F	420.00	1.00	0.0150	259	0.438	1.8290	0.004	OK	0.3927	1.6361	1.1179	0.0039	OK
gLCB1	11F	420.00	1.00	0.0150	235	0.460	1.9184	0.004	OK	0.4070	1.6957	1.1313	0.0040	OK
gLCB1	10F	420.00	1.00	0.0150	211	0.457	1.9067	0.004	OK	0.3995	1.6644	1.1455	0.0040	OK
gLCB1	9F	380.00	1.00	0.0150	187	0.407	1.6967	0.004	OK	0.3519	1.4663	1.1571	0.0039	OK
gLCB1	8F	380.00	1.00	0.0150	163	0.412	1.7170	0.004	OK	0.3516	1.4650	1.1720	0.0039	OK
gLCB1	7F	380.00	1.00	0.0150	139	0.397	1.6547	0.004	OK	0.3373	1.4056	1.1772	0.0037	OK
gLCB1	6F	380.00	1.00	0.0150	115	0.396	1.6503	0.004	OK	0.3317	1.3819	1.1942	0.0036	OK
gLCB1	5F	380.00	1.00	0.0150	91	0.389	1.6223	0.004	OK	0.3203	1.3344	1.2157	0.0035	OK
gLCB1	4F	380.00	1.00	0.0150	67	0.370	1.5424	0.004	OK	0.2994	1.2473	1.2366	0.0033	OK
gLCB1	3F	500.00	1.00	0.0150	43	0.468	1.9537	0.003	OK	0.3638	1.5159	1.2888	0.0030	OK
gLCB1	2F	500.00	1.00	0.0150	1	0.426	1.7761	0.003	OK	0.3086	1.2857	1.3814	0.0026	OK
gLCB1	1F	600.00	1.00	0.0150	21	0.581	2.4223	0.004	OK	0.3800	1.5835	1.5298	0.0026	OK
gLCB2	15F	420.00	1.00	0.0150	343	0.316	1.3170	0.003	OK	0.2927	1.2197	1.0797	0.0029	OK
gLCB2	14F	420.00	1.00	0.0150	319	0.375	1.5626	0.003	OK	0.3427	1.4280	1.0942	0.0034	OK
gLCB2	13F	420.00	1.00	0.0150	295	0.411	1.7138	0.004	OK	0.3720	1.5500	1.1057	0.0037	OK
gLCB2	12F	420.00	1.00	0.0150	271	0.438	1.8290	0.004	OK	0.3927	1.6361	1.1179	0.0039	OK
gLCB2	11F	420.00	1.00	0.0150	247	0.460	1.9184	0.004	OK	0.4070	1.6957	1.1313	0.0040	OK
gLCB2	10F	420.00	1.00	0.0150	223	0.457	1.9067	0.004	OK	0.3995	1.6644	1.1455	0.0040	OK
gLCB2	9F	380.00	1.00	0.0150	199	0.407	1.6967	0.004	OK	0.3519	1.4663	1.1571	0.0039	OK
gLCB2	8F	380.00	1.00	0.0150	175	0.412	1.7170	0.004	OK	0.3516	1.4650	1.1720	0.0039	OK
gLCB2	7F	380.00	1.00	0.0150	151	0.397	1.6547	0.004	OK	0.3373	1.4056	1.1772	0.0037	OK
gLCB2	6F	380.00	1.00	0.0150	127	0.396	1.6503	0.004	OK	0.3317	1.3819	1.1942	0.0036	OK
gLCB2	5F	380.00	1.00	0.0150	103	0.389	1.6223	0.004	OK	0.3203	1.3344	1.2157	0.0035	OK
gLCB2	4F	380.00	1.00	0.0150	79	0.370	1.5424	0.004	OK	0.2994	1.2473	1.2366	0.0033	OK
gLCB2	3F	500.00	1.00	0.0150	55	0.468	1.9537	0.003	OK	0.3638	1.5159	1.2888	0.0030	OK
gLCB2	2F	500.00	1.00	0.0150	13	0.426	1.7761	0.003	OK	0.3086	1.2857	1.3814	0.0026	OK
gLCB2	1F	600.00	1.00	0.0150	33	0.581	2.4223	0.004	OK	0.3800	1.5835	1.5298	0.0026	OK
gLCB4	2F	500.00	1.00	0.0150	1	0.4725	1.9687	0.0039	OK	0.2822	1.1760	1.6740	0.0024	OK
gLCB4	1F	600.00	1.00	0.0150	21	0.7175	2.9897	0.0050	OK	0.4050	1.6874	1.7718	0.0028	OK

Drift(X) | Drift(Y) | Drift(Combined)

그림 5.19 층간 변위 Table

6. 부재 설계

Steel 건축물 구조해석 및 설계

6. 부재 설계

midas Gen에서는 다음과 같은 설계기준을 적용하여 철골부재 자동설계를 수행할 수 있습니다.

- 한국 강구조학회 하중저항계수설계법 (KSSC-LSD16)
- 한국 강구조학회 하중저항계수설계법(KSSC-LSD09)
- 한국 강구조학회 허용응력설계법 (KSSC-ASD03)
- 대한 건축학회 강구조 한계상태 설계기준 (AIK-LSD97)
- 미국 강구조협회 강구조 허용응력 설계법 (AISC(14th)-ASD10)
- 미국 강구조협회 하중저항계수 설계법 (AISC(14th)-LRFD10)

본 예제에서는 KSSC-LSD16 Code를 적용하여 철골부재의 자동설계를 수행합니다.

6. 부재 설계

6-1 하중조합조건 생성

자동설계를 수행하기 전에 설계에 적용할 하중조합조건을 생성합니다.
본 구조의 내진설계 범주는 D이므로 지진하중의 직교효과를 100:30으로 고려합니다.
설계기준을 선택하면 기준에서 요구하는 하중조합조건을 자동 생성할 수 있습니다.

설계에 적용할 하중조합 조건을 생성할 때에는 반드시 해당설계 모듈과 관련된 탭으로 이동하여 하중조합조건을 생성해야 합니다.

1. Model View를 제외한 모든 창을 종료
2. Results Menu의 Combinations 선택 Steel Design 탭 선택
3. [Auto Generation...] 버튼 클릭
4. Design Code 선택란에 'KBC-LSD16' 확인
5. Scale Up Factor에 '1' 입력하고, 'RX' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
6. Scale Up Factor에 '1' 입력하고, 'RY' 선택 후 [Add] 버튼 클릭
7. Set Load Cases for Wind Direction..클릭, 풍하중조합조건 입력후 [OK]
8. Consider Orthogonal Effect에 '✓' 표시를 한 후에
9. [Set Load Cases for Orthogonal Effect...] 버튼 클릭
10. Set Load Cases for Orthogonal Effect 창에서 Load Case1에 'RX(RS)', Load Case2에 'RY(RS)' 선택 후 [Add] 버튼 클릭하고 [OK] 버튼 클릭
11. Automatic Generation of Load Combination 창의 [OK] 버튼 클릭
12. Load Combinations 대화상자에서 [Close] 버튼 클릭

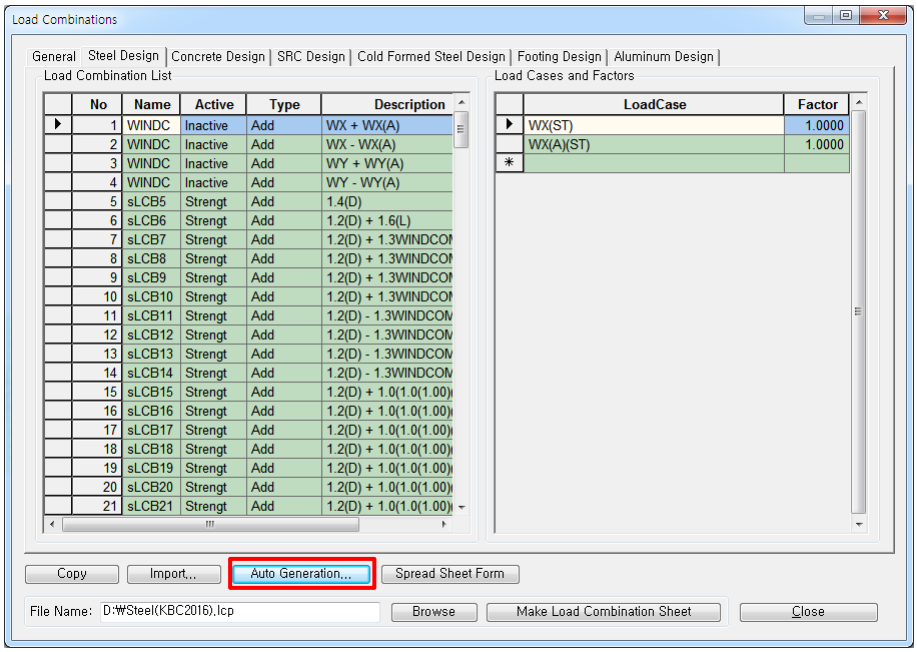


그림 6.1 하중조합 조건의 생성

6. 부재 설계

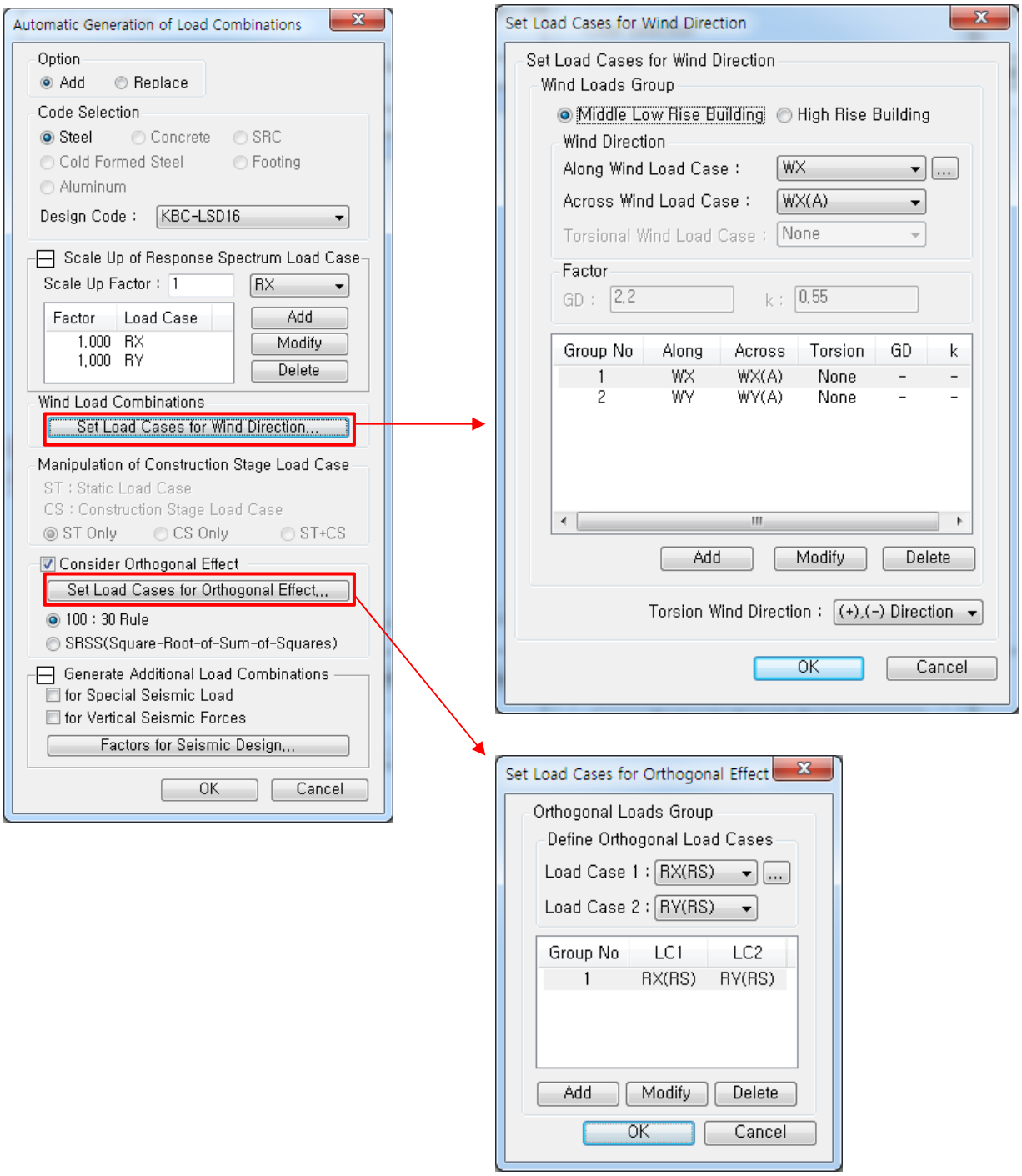


그림 6.2 설계기준 및 Scale Up Factor 입력

6. 부재 설계

6-2 설계변수 입력

설계과정에서 변경한 재질과 단면데이터는 해석모델에는 영향을 주지 않습니다.
단, Update등의 기능으로 해석모델에 반영한 경우는 구조해석 및 설계를 다시 수행하여야 합니다.

철골부재의 자동설계에 적용할 설계변수를 입력합니다. 설계변수 중 General Design Parameter는 구조재료와 무관하게 전체적으로 적용되는 변수로서, Frame의 Sidesway에 관한 정의나 적재하중 저감계수, 비지지와 횡지지길이, 유효 좌굴길이 계수 등을 입력합니다.
그리고 구조재료나 기초설계 등으로 구분되는 각 설계모듈별로, 적용되는 설계 변수를 입력합니다.

설계변수를 입력하지 않으면 midas Gen 에서 설정된 초기값이 적용됩니다.

설계기준이나 구조재료의 변경 그리고 해당 설계법에만 적용되는 변수들이 여기에 포함되며, Steel/Concrete/SRC/Footing의 설계모듈별로 별도로 입력합니다.
본 예제에서는 기본적인 변수만을 적용하여 철골부재의 자동설계를 수행합니다.

예제의 건물은 횡방향으로 지지된 Braced Frame으로 가정합니다.

1. Main Menu에서 Design > General Design Parameter > Definition of Frame 선택
2. X-Direction of Frame에 'Braced / Non-sway' 선택
3. Y-Direction of Frame에 'Braced / Non-sway' 선택
4. OK 버튼 클릭

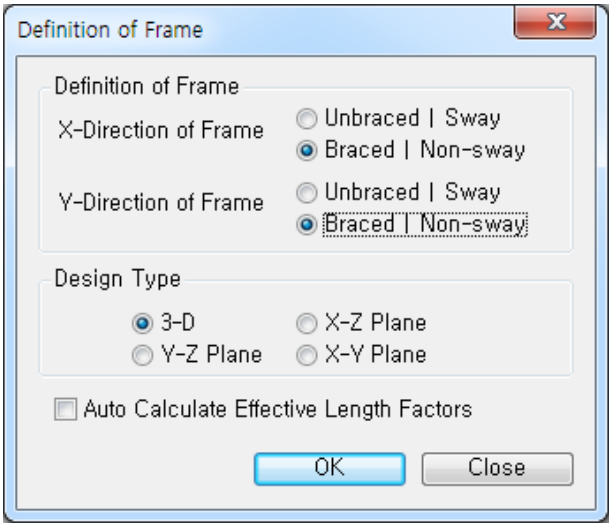


그림 6.3 Definition of Frame

6. 부재 설계

철골구조에서 보 또는 거더에 정모멘트가 발생하면 상부 플랜지에 압축응력이 발생되고, 이는 Shear Connector로 연결된 슬래브에 의해 횡방향으로 지지되므로, 휨에 의한 압축 플랜지의 횡지지 길이를 특별히 고려할 필요는 없습니다.
그러나, 거더에 부모멘트가 발생하면 하부 플랜지에 압축응력이 발생하고 이는 슬래브에 의해서 횡지지 된다고 볼 수 없으므로, 해당단면에 대하여 횡지지 길이가 입력되어야 합니다.
횡지지 길이는 휨에 의한 허용압축응력 산정시 적용됩니다.

1. Initial View 클릭하고 Activate All 클릭
2. Status Bar 우측의 단위 변환창에서 'm' 선택
3. Main Menu에서 Design > General Design Parameter > Unbraced Length(L, Lb) 선택
4. Work Tree > Properties > Section에서 2-4SG1, 5-RSG1 더블클릭으로 선택
   Unbraced Length(L,Lb)대화창에서 Lb에 4.0입력 후, Apply
5. Work Tree > Properties > Section에서 2-4SG2, 2-4SG3, 5-RSG2, 5-RSG3 선택
   Unbraced Length(L,Lb)대화창에서 Lb에 3.0입력 후, Apply
6. Work Tree > Properties > Section에서 2-4SG4, 2-4SG5, 5-RSG4, 5-RSG5 선택
   Unbraced Length(L,Lb)대화창에서 Lb에 3.0입력 후, Apply

비지지 길이 (Unbraced Length)를 입력하지 않으면 모델에 입력된 요소길이가 적용됩니다.

단면번호	횡지지 길이(m)
2-4SG1, 5-RSG1	4.0
2-4SG2, 2-4SG3, 5-RSG2, 5-RSG3	3.0
2-4SG4, 2-4SG5, 5-RSG4, 5-RSG5	3.0

표 6.1 거더의 횡지지 길이

6. 부재 설계

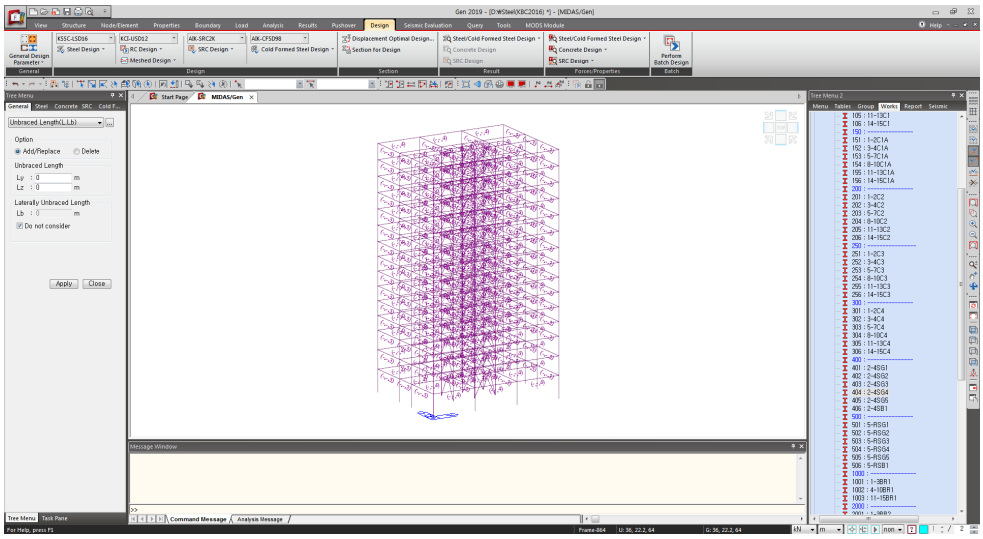


그림 6.4 횡지지 길이의 입력

본 구조물은 중간모멘트골조와 철골 특수 중심 가새 골조를 가진 이중골조 시스템입니다. 따라서 두 가지 지진력 저항시스템을 모두 지정해 주어야 합니다. 이중모멘트골조와 같이 두 가지 지진력 저항 시스템을 지정하는 방법은 먼저 Frame을 중간 모멘트 골조로 지정하고 Brace를 선택하여 특수 중심 가새 골조로 지정합니다.

---

1. Main Menu 에서 Design > Design > Steel Design > Design Code 선택
2. Design Code에서 'KSSC-LSD16' 확인
3. All Beams/Girders are Laterally Braced에 '✓' 표시
4. Check Beam/Column Deflection에 '✓' 표시
5. Apply Special Provisions for Seismic Design 에 '✓' 표시하고 Structure Type에서 'Intermediate Moment Frames' 선택
6. OK 버튼 클릭

Check Beam/Column Deflection을 체크하게 되면 자동 코드체킹 후에 테이블에서 처짐검토결과가 출력됩니다.
처짐검토를 사용자가 직접 검토하는 경우에는 이 옵션을 체크오프 하면 코드체킹 테이블에 NG여부가 출력되지 않습니다.

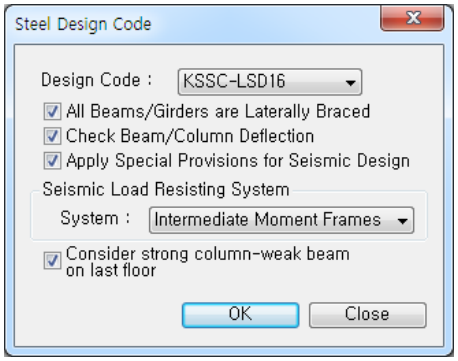


그림 6.5 설계기준 및 지진력 저항시스템 선택 (1)

6. 부재 설계

1. Work Tree > Properties > Material에서 Brace를 더블클릭으로 선택
2. Main Menu 에서 Design > Design > Steel Design > Seismic Load Resisting System by Member 실행
3. Seismic Load Resisting Systems에서 'Special Concentrically Braced Frames' 선택
4. Check for Brace Slenderness Ratio (4*SQRT[E/Fy]) 에 '✓' 표시 확인
5. Apply 버튼 클릭

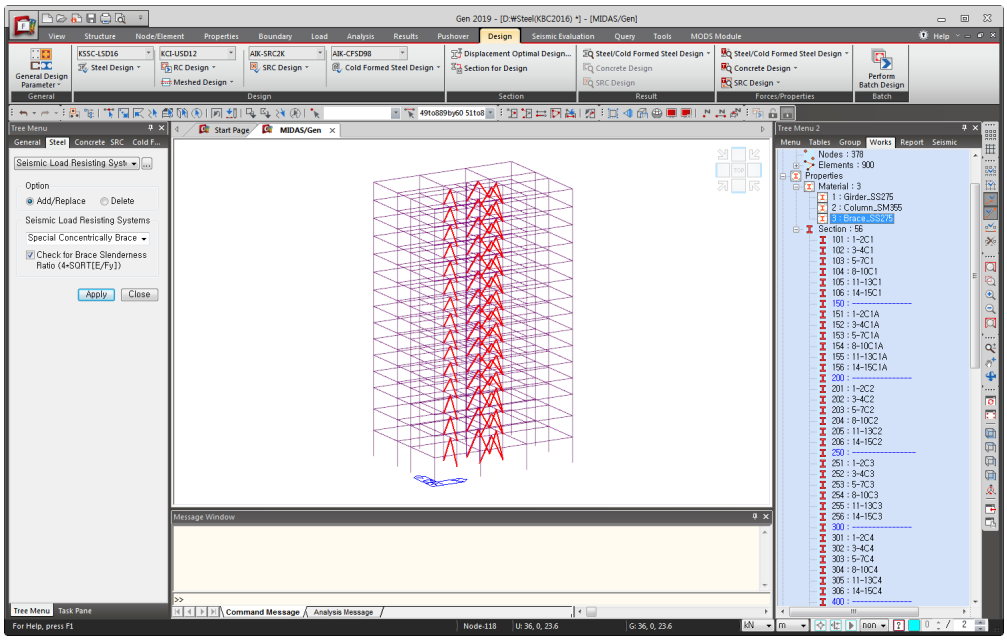


그림 6.6 설계기준 및 지진력 저항시스템 선택 (2)

6. 부재 설계

6-3 Steel Code Check

설계변수의 입력이 완료되면 철골부재 강도검증을 수행합니다. 강도검증은 모델에 포함된 전체 요소를 대상으로 수행합니다.
원하는 대상을 선택한 상태에서 강도검증을 수행하면 선택된 부재를 대상으로 철골부재 강도검증이 수행됩니다.
이 장에서는 설계결과를 검토하여 성능이 부족한 단면은 적절한 단면으로 변경하고 단면번호의 부여가 적절하지 못한 부재에 대하여 이를 수정하는 과정과 이들을 해석 모델에 반영하여 재해석 및 재설계를 수행하는 과정을 설명합니다.

---

1. Main Menu에서 Design > Design > Steel Design > Steel Code Check 선택
2. Code Checking Result Dialog의 [>>] 버튼 클릭
3. Result View Option의 'NG'선택 (그림 6.7 참조)
4. [Select All] 버튼 클릭
5. 그림 6.7의 [Graphic...] 버튼 클릭
6. 그림 6.8의 설계결과 요약계산서에서 계산내용 확인
7. [Close] 버튼 클릭
8. 그림 6.7의 ❶에서 [Change...] 버튼 클릭
9. Property No. 선택란에 Section ID 확인
10. Limit Combined Ratio from 0.8 to 1.0 확인(해당 강도비 범위의 부재 찾기)
11. Change Steel Properties Dialog의 [Search Satisfied Section] 클릭
12. 'H-304×301×11/17'을 선택하고 [Change & Close] 버튼 클릭
13. Code Checking Result Dialog에서 설계결과 OK 만족 확인

[Detail...] 버튼을 눌러서 보다 상세한 계산근거를 확인할 수 있습니다.

[Change] 버튼은 DB의 단면 중 사용자가 지정한 설계조건을 만족하면서 응력비가 지정범위 이내인 단면 List를 출력하며, 사용자가 선택한 단면으로 설계용 데이터를 변경합니다. 단, 해석모델과는 무관합니다.

6. 부재 설계

Connect Model View에 '✓' 표시한 후 임의의 단면을 선택하면 Model Window 에서도 해당 단면이 Select 됩니다.

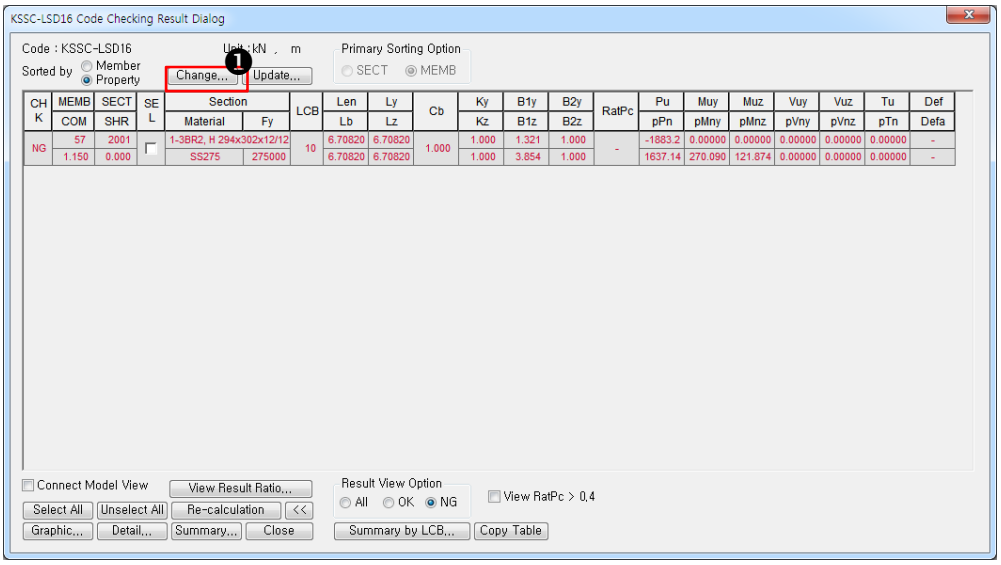


그림 6.7 자동설계 결과 대화상자

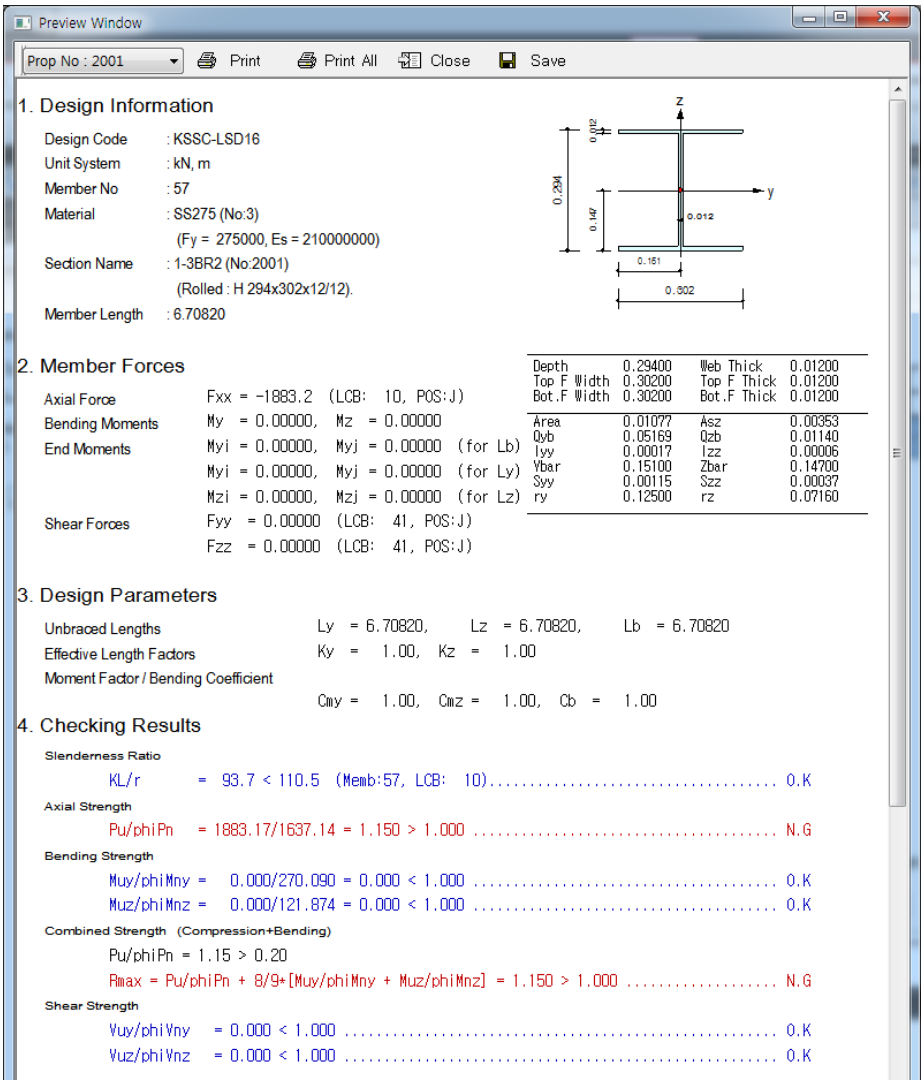


그림 6.8 설계결과 요약계산서

6. 부재 설계

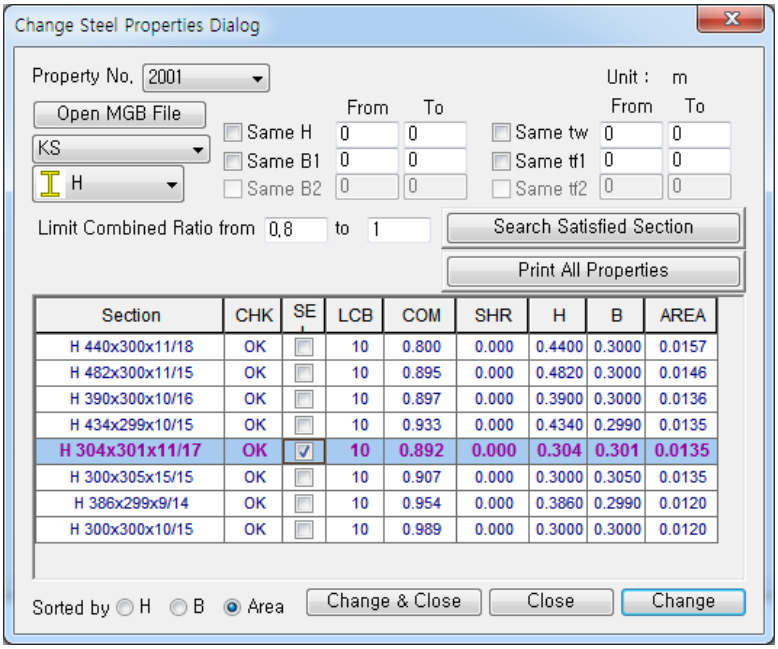


그림 6.9 Change Steel Properties 대화상자

Change & Close 버튼을 클릭하면 검색한 단면에 대하여 재설계를 수행하고 결과를 출력합니다.

6. 부재 설계

철골부재들의 설계 결과를 그래프로 확인합니다.

1. Result View Option 선택란에 All 선택
2. << 버튼 클릭, Code Checking Result Dialog를 최소화
3. 그림 6.10의 ❷에서 Model View 선택
4. View Result Ratio... 버튼 클릭
5. Result Ratio View Dialog에서 Section NO. '401' 선택
6. Ratio Limit를 From '0' To '0.9'입력
7. Select Elements 버튼 클릭, 모델뷰에서 선택된 부재 확인.
8. 그림 6.10의 ❶에서 Show Graph of Result Ratio 버튼 클릭
9. Close 버튼 클릭
10. 2-4SG1이름의 30개 보 부재의 강도비를 그래프로 확인

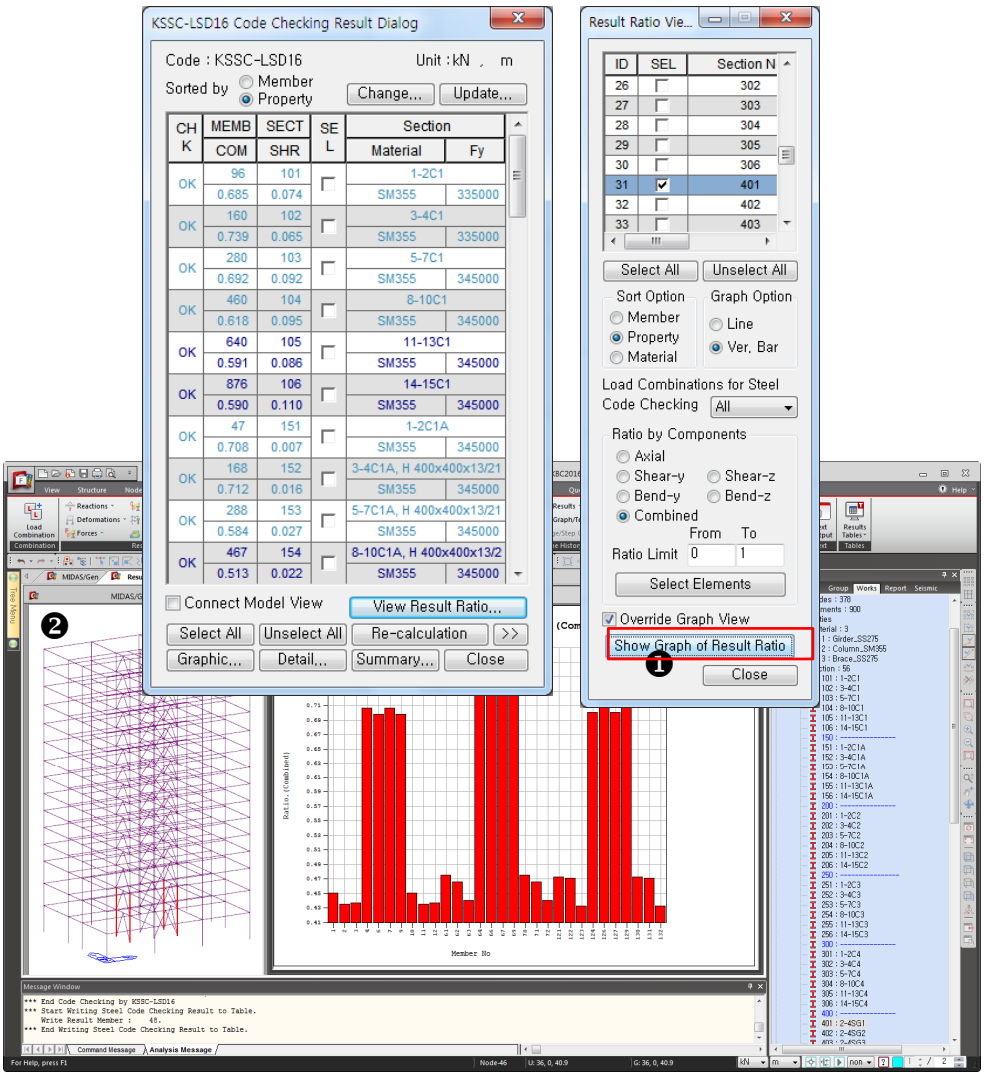


그림 6.10 단면 강도비의 그래프 확인

6. 부재 설계

6-4 설계 결과를 반영한 재해석/설계

Code Checking Result Dialog에 Change 기능을 이용하여 수정한 단면데이터를 해석 모델에 반영하고, Graph에서 검토한 단면번호를 수정하여 재해석 및 재설계를 수행합니다.

---

1. Code Checking Result Dialog에서 [Update...] 버튼 클릭
2. Update Changed Properties Dialog에서 단면번호 '2001'에 '✓' 표시
3. 그림 6.11의 ❶에서 [<-] 버튼 클릭
4. "해석/설계 결과가 삭제됩니다. 계속할까요?" 메시지 확인한 후 [예(Y)] 버튼 클릭
5. [Close] 버튼 클릭
6. Work Tree > Properties > Section 리스트중에 2001: 1-3BR2에서 마우스 우클릭
7. 활성화된 Context Menu에서 Properties클릭
8. 1-3BR2단면이 변경된 단면으로 적용됨을 확인하고, 대화창 [OK]클릭
9. Analysis 클릭

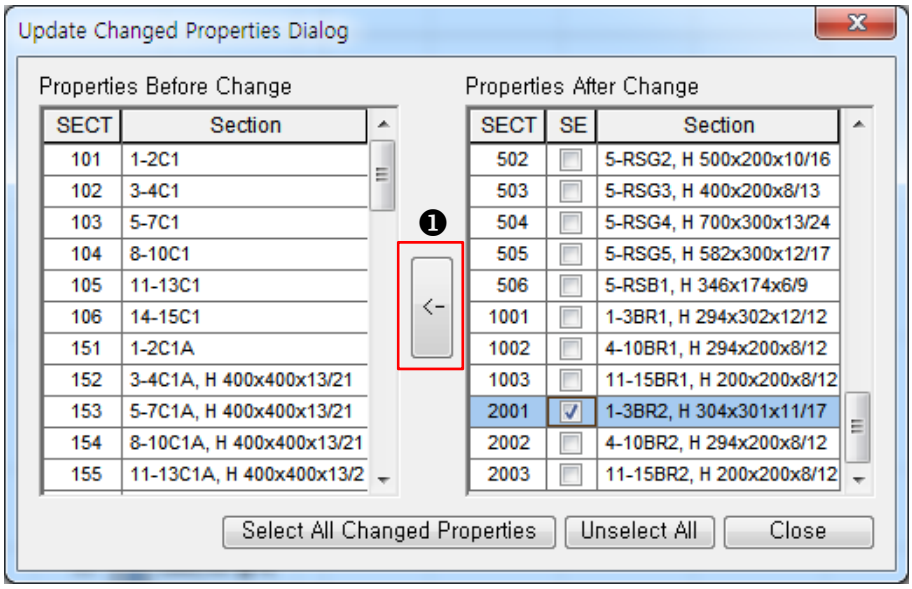


그림 6.11 Update Changed Properties Dialog

6. 부재 설계

요소의 강성이 변하면 그 부재는 물론 인접한 부재의 부재력에도 영향을 줍니다. 요소의 단면을 변화하여 재해석을 수행하였으므로 모든 부재에 대하여 재설계를 수행합니다.

1. Main Menu에서 Design > Design > Steel Design > Steel Code Check 실행
2. Code Checking Result Dialog에서 모든 부재의 강도비 만족 확인
3. 1-2C1 선택, [Graphic] 클릭, 요약계산서 확인
4. [Detail] 클릭, 상세계산서 확인

재해석시 해석결과와 설계결과는 삭제되었지만 입력된 설계변수는 그대로 저장됩니다.

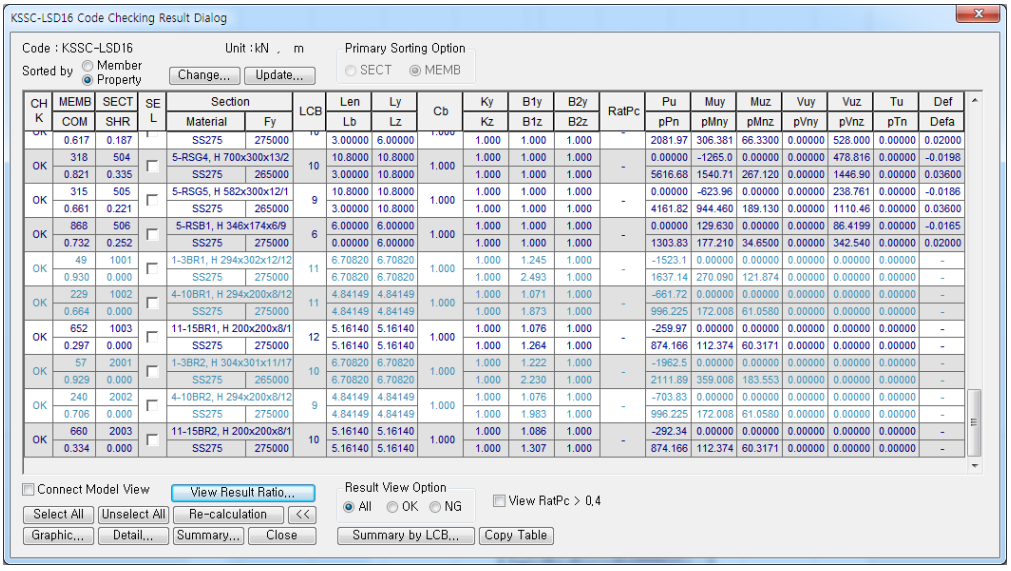


그림 6.12 재설계 결과확인

6. 부재 설계

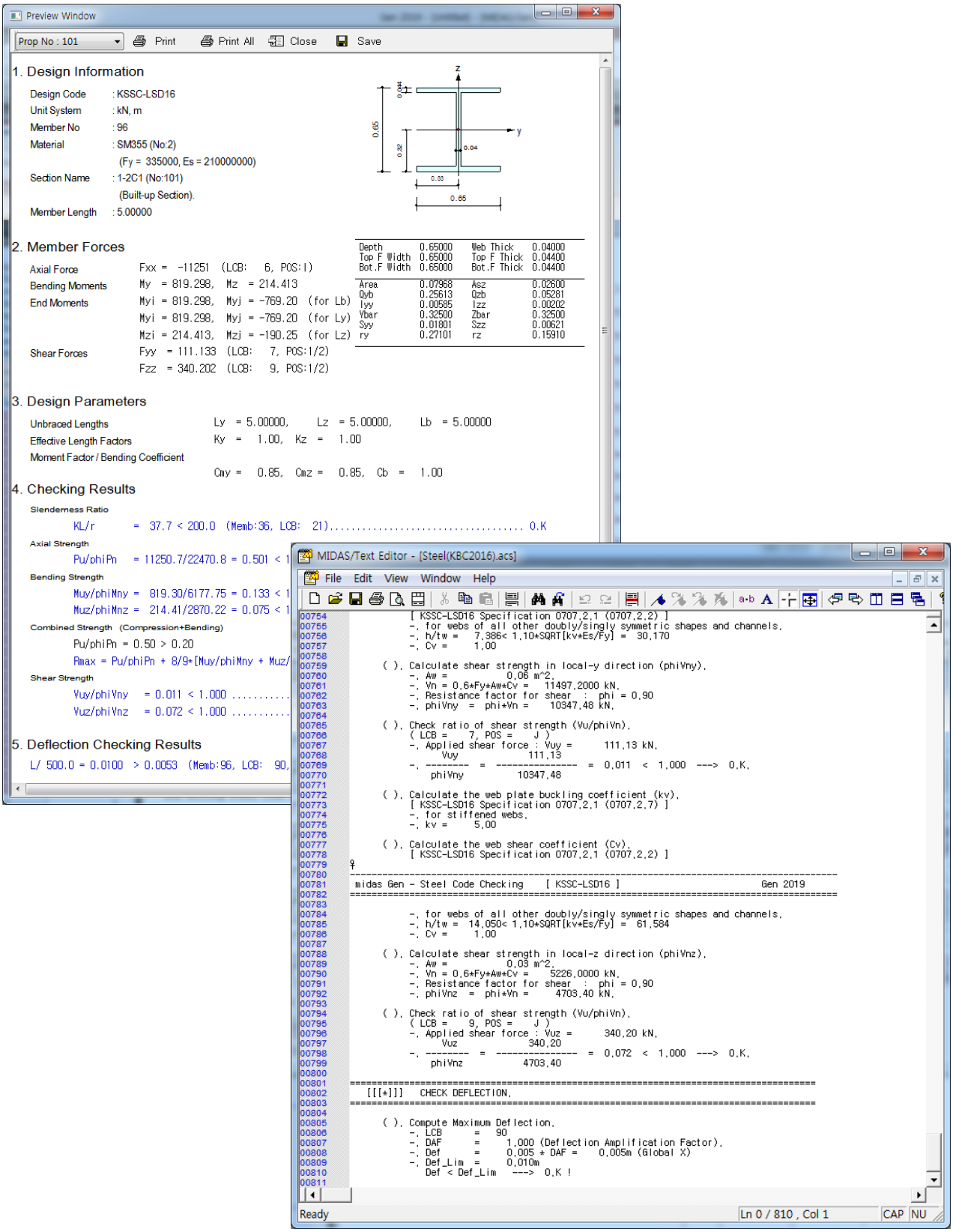
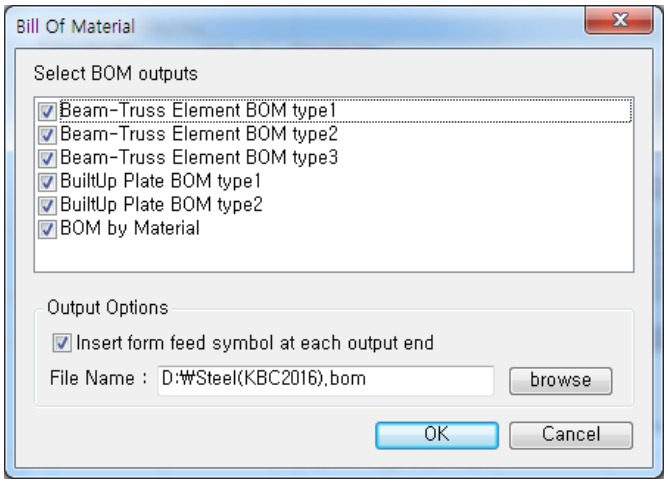


그림 6.13 최종 부재설계결과 요약/상세계산서 출력

7. 설계결과 물량 BOM 확인

해석모델의 전체 물량을 확인합니다..

1. Main Menu에서 Tools > Generator > Bill of Material 실행
2. 모든 항목에 체크 확인, OK 버튼 클릭
3. 부재별로 중량, 도장 면적 및 최종 중량 및 페인트 면적 확인



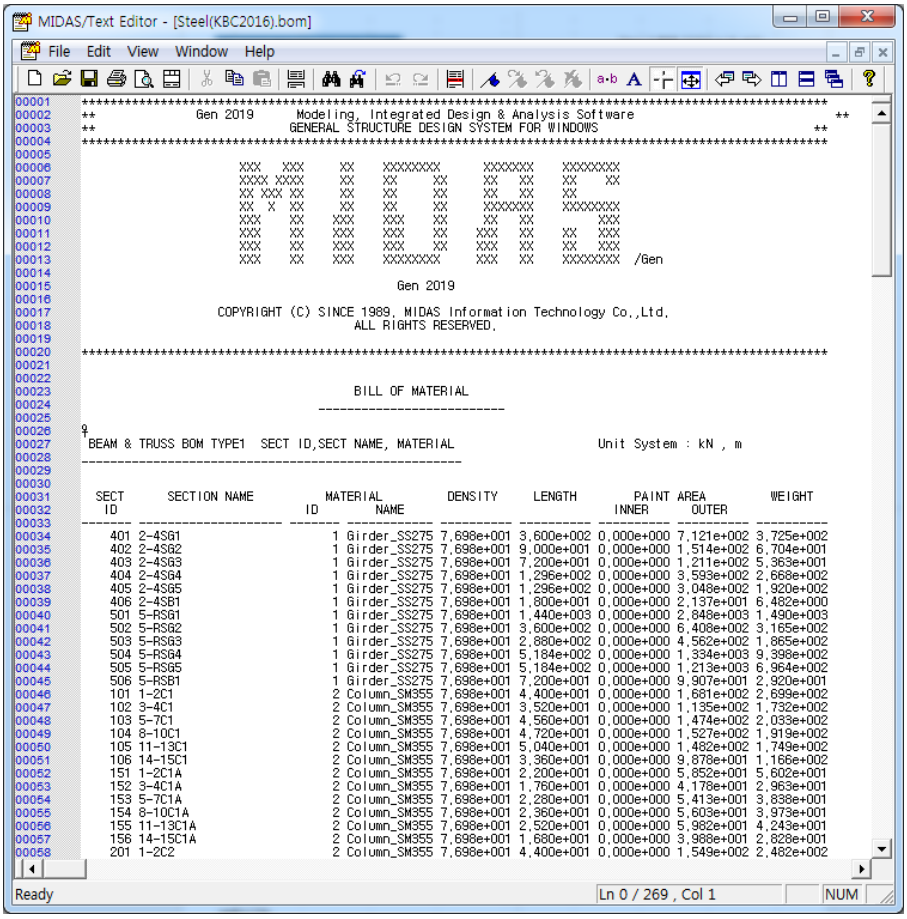


그림 6.14 설계결과 물량 BOM 확인