

Team Introduction

충남대학교 건축 구조 동아리

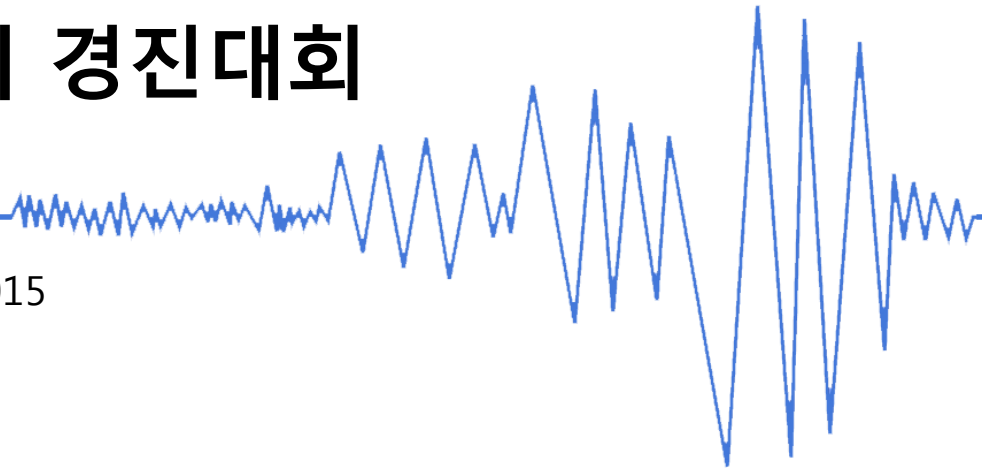
S.M (Structure Master)

S.M은 충남대학교 건축 구조에 관심이 많은 학생들로
 모인 동아리로서 이번 내진설계 경진대회를 통하여
 지금까지 배워온 건축구조 지식을 실전에 활용 할 수
 있는 좋은 기회로서 이번 대회에 참가하게 되었습니다.

	김정호 (3학년) 토목공학과 <i>Leader and Modeling</i>	문영준 (3학년) 건축공학과 <i>Design Spectrum Analysis</i>
지도교수 충남대학교 건축공학과 윤현도	장지원 (3학년) 건축학과 <i>Structure Analysis</i>	정권영 (3학년) 건축공학과 <i>Economic Analysis</i>

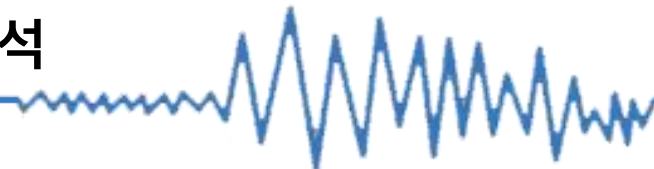
2015 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2015



The contest is based on the IDEERS Challenge developed by the University of Bristol

Part1 Midas Gen 을 이용한 응답 스펙트럼 분석



지반종류 : SA ~ SE (5종류)로 분류

지반종류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반특성		
		전단파속도 (m/s)	표준관입시험 (N)	비배수전단강도
SA	경암 지반	1500 초과	-	-
SB	보통암 지반	760에서 1500		
SC	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760	> 50	> 100
SD	단단한 토사 지반	180에서 360	15에서 50	50에서 100
SE	연약한 토사 지반	180 미만	< 15	< 50

◎ 내진등급 (특, I, II)에 따라 중요도계수 구분 적용

중요도	내진등급	용도 및 규모	중요도계수
(특)	특	연면적이 1,000 m ² 이상의 위험물 저장 및 처리시설 연면적이 1,000 m ² 이상인 국가 또는 지방자치단체의 청사, 외국공관, 소방서, 발전소, 방송국, 전신전화국 종합병원, 수술시설이나 응급시설이 있는 병원	1.5
(1)	I	연면적이 1,000 m ² 미만인 위험물 저장 및 처리시설 연면적이 1,000 m ² 미만인 국가 또는 지방자치단체의 청사, 외국공관, 소방서, 발전소, 방송국, 전신전화국 연면적이 5,000 m ² 이상인 공연장, 집회장, 관람장, 전시장, 운동시설, 판매시설, 운수시설(화물터미널과 집배송시설은 제외함) 아동관련시설, 노인복지시설, 사회복지시설, 근로복지시설 5층 이상인 숙박시설, 오피스텔, 기숙사, 아파트 학교 수술시설이나 응급시설이 없는 병원, 기타 연면적 1,000 m ² 이상인 의료시설로서 중요도 (특)에 해당하지 않는 건축물	1.2
(2)	II	중요도 (특), (1), (3)에 해당하지 않는 건축물	1.0
(3)		농업시설물, 소규모 창고 가설구조물	

Desing Spectrum

참고문헌 KBC 2009 규정

$$S_{DS} (\text{단주기 Desing Spectrum Accelration}) = S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3}$$

$$S_{D1} (\text{주기 = 1초의 Desing Spectrum Accelration}) = S \times F_v \times \frac{2}{3}$$

대회규정 Desing Spectrum 에 의거하여

$$S_{DS} = 0.5 = S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3} \quad (\text{부산 지역의 지역계수 } S = 0.22)$$

$$\therefore \text{단주기 지반 증폭계수 } F_a = 1.3636$$

$$S_{D1} = 0.5 = S \times F_v \times \frac{2}{3} \quad (\text{부산 지역의 지역계수 } S = 0.22)$$

$$\therefore \text{주기 = 1초의 지반증폭계수 } F_v = 3.40909$$

부산지역의 지반종류 = 단단한 토사지반 = Sd등급

중요도계수 $I_E = MDF$ 모형물에 의거하였으므로 1.0

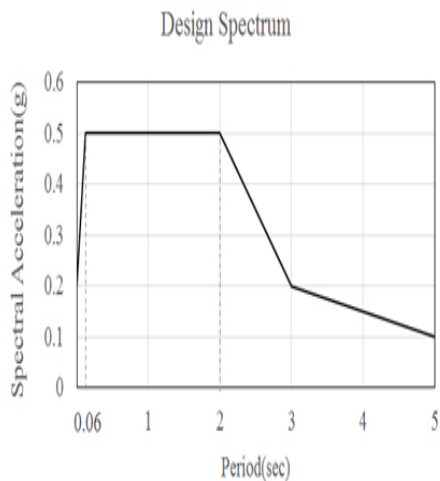
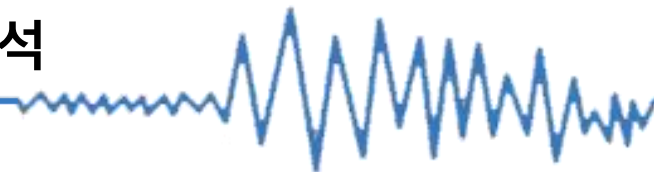
반응수정계수 $R = 1$ (MDF 모형물에 의거)

$$\text{밀면 전단력 } V = C_s W \text{ 이므로 } (C_s = \text{지진 응답계수} = \frac{S_{DS}}{\left[\frac{R}{I_E} \right]^T})$$

밀면 전단력이 W (유효건물중량)과 S_{DS} 의 관계에서 변화를 주기 위하여

위와 같이 $R, I_E = 1$ 로 지정

Part1 Midas Gen 을 이용한 응답 스펙트럼 분석



Generate Design Spectrum

Design Spectrum : KBC(2009)

Design Spectral Response Acceleration

Seismic Zone : 1

Zone Factor (S) : 0.22

Site Class : Sd

Fa : 1.36363 Sds : 0.50000 g

Fv : 3.40909 Sd1 : 0.50000 g

Importance Factor (Ie) : 1.0

Response Modification Coef. (R) : 1

Max. Period : 6 (Sec)

OK Cancel

KBC 2009 참고

Midas Gen를 이용하여 진동대 설계 스펙트럼과 유사한

동적 지진하중의 응답 스펙트럼 생성

진동대 규정 Design Spectrum은 $T=2$ 에서 S_a 가 선형적으로 감소하는 형태

Midas Gen에서는 S_{D1} 즉 $T=1$ 이후에서 비선형 Design Spectrum을 형성

∴ Design Spectrum이 같은 구간 $\rightarrow 0 \leq T \leq T=1$ 사이에서 건축물 고유주기 설계

∴ Spectrum Acceleration이 위험한 $T_0 \leq T \leq T=1$ 를 피하여 극단주기 $T < T_0$ 가 되게 설계

$T=0.06$ 일때 $S_{D0} = 0.5$, $T=1$ 일때 $S_{D1} = 0.5$

$$T(\text{고유주기}) < T_0 = 0.06 \text{ 일때 } \text{Spectrum Acceleration} = S_a = 0.6 \frac{S_{D0}}{T_0} T + 0.4 S_{D0}$$

$$T_0 \leq T \leq T_s = 1$$

$$T > T_s = 1 \text{ 일 때}$$

$$\text{Design Acceleration } (S_a) = \frac{S_{D1}}{T} = \frac{0.5}{T}$$

S_{D1} 는 $T=1$ 에서의 Design Acceleration = 0.5이기 때문임

Function Name : KBC2009

Spectral Data Type : Normalized Accel. Acceleration Velocity Displacement

Scaling : Scale Factor : 1 Maximum Value : 0 g

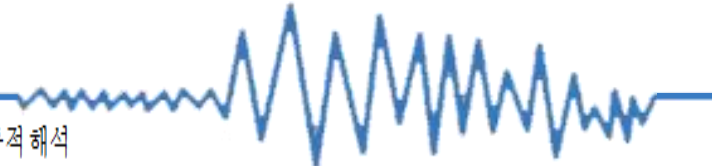
Gravity : 980.6 cm/sec² Damping Ratio : 0.05

Graph Options : X-axis log scale Y-axis log scale

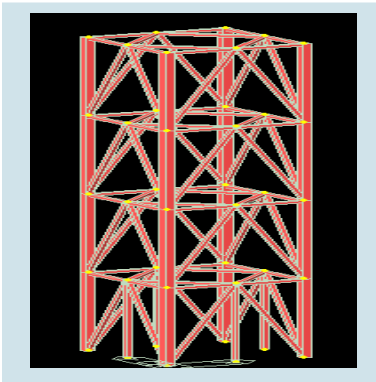
Period (sec)	Spectral Data (g)
11	0.5400
12	0.6000
13	0.6600
14	0.7200
15	0.7800
16	0.8400
17	0.9000
18	0.9600
19	1.0000
20	1.0200
21	1.0800
22	1.1400
23	1.2000
24	1.2600

↑ ↑
 T_0 $T=1$

Part2 Midas Gen을 이용한 고유주기 산정



Example = 3 Model



No	Active	Type	Description
1	Activ	Add	RX(RS)+RX(ES)
2	Activ	Add	RX(RS)-RX(ES)
3	Activ	Add	RY(RS)+RY(ES)
4	Activ	Add	RY(RS)-RY(ES)
5	Activ	Add	1.4D
6	Activ	Add	1.2D + 1.0EX
7	Activ	Add	1.2D + 1.0EY
8	Activ	Add	1.2D - 1.0EX
9	Activ	Add	1.2D - 1.0EY
10	Activ	Add	1.2D + 1.0(1.0)(RX(RS)+RX(ES))
11	Activ	Add	1.2D + 1.0(1.0)(RX(RS)-RX(ES))
12	Activ	Add	1.2D + 1.0(1.0)(RY(RS)+RY(ES))
13	Activ	Add	1.2D + 1.0(1.0)(RY(RS)-RY(ES))
14	Activ	Add	1.2D - 1.0(1.0)(RX(RS)+RX(ES))
15	Activ	Add	1.2D - 1.0(1.0)(RX(RS)-RX(ES))
16	Activ	Add	1.2D - 1.0(1.0)(RY(RS)+RY(ES))
17	Activ	Add	1.2D - 1.0(1.0)(RY(RS)-RY(ES))

지진하중에 대한 동적 해석

진동대 Design Spectrum에 의거하여 Midas로 Design Spectrum 형성

KBC'2009에 의거하여 계수를 결정

고유주기값 산정을 위한 구조물의 12차 Mode까지 설정

동적 해석을 통한 구조물의 고유 진동주기 산정

(질량 참여율이 80% 이상인 Mode의 주기를 고유주기로 산정)

하중조합 $U = 1.2D + 1.0RX + 1.0RX$ ($RX = X, Y$ Direction으로 동적 지진하중 가력)

Mode No	Frequency		Period (sec)
	(rad/sec)	(cycle/sec)	
1	155.7348	24.7860	0.0403
2	165.1275	26.2809	0.0381
3	165.1275	26.2809	0.0381
4	169.6742	27.0045	0.0370
5	173.5527	27.6218	0.0362
6	175.4498	27.9237	0.0358
7	175.4498	27.9237	0.0358
8	176.7702	28.1339	0.0355
9	385.6682	61.3810	0.0163
10	385.6682	61.3810	0.0163
11	491.7067	78.2576	0.0128
12	740.2004	117.8066	0.0085

Dead Load는 하중블럭과 Plate의 자중 고려 (실험에 의한 MDF Density = $7.056e-006 N/mm^3$)

Plate = $170mm \times 170mm \times 6mm$

$$6kg \times 9.81m/s^2 + 1.22N = 60.08N$$

MDF Strip Span에 분포 하중으로 환산 (MDF Strip 두께 6mm) = $10N/mm$

Mode No	MODAL PARTICIPATION MASS					
	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.1454	0.1454	0.5525	0.5525	0.0000	0.0000
3	0.5525	0.6978	0.1454	0.6978	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.6978	0.0000	0.6978	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.6978	0.0000	0.6978	0.0000	0.0000
6	1.1110	1.8088	0.2415	0.9394	0.0000	0.0000
7	0.2415	2.0504	1.1110	2.0504	0.0000	0.0000
8	0.0000	2.0504	0.0000	2.0504	0.0000	0.0000
9	43.0694	45.1198	36.8963	38.9467	0.0000	0.0000
10	36.8963	82.0161	43.0694	82.0161	0.0000	0.0000
11	0.0000	82.0161	0.0000	82.0161	0.0000	0.0000

3 Model을 예시로 질량 참여율 80% 이상의 Mode

X Direction으로 참여율 80% 이상 Mode = 10차 Mode

Y Direction으로 참여율 80% 이상 Mode = 10차 Mode

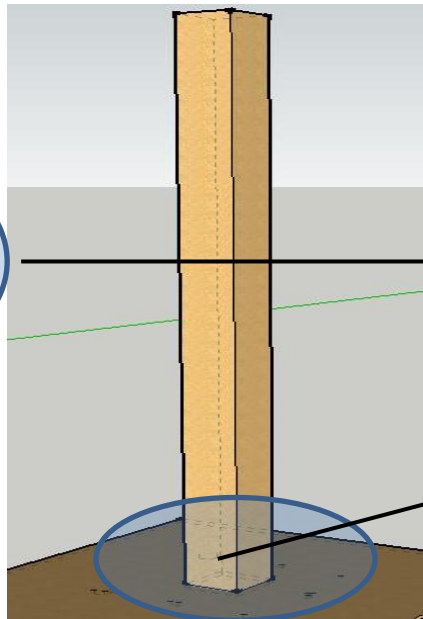
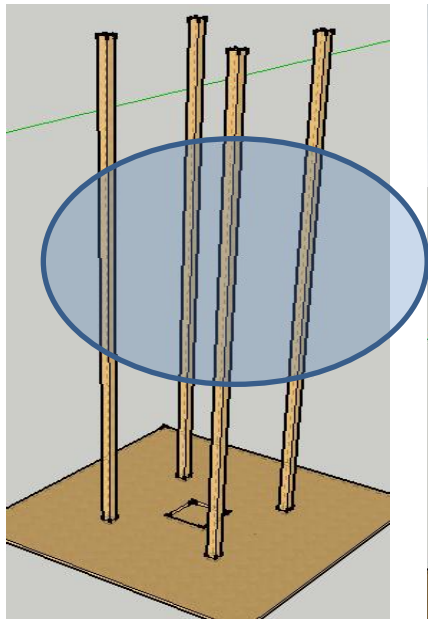
10차 Mode의 Period = 0.0163 (극단주기 주기 형성)

10차 Mode의 Period = 0.00163 (극단주기 주기 형성)

MDF물성치들 이용한 Modeling

Part3 초고층 건물의 핵심 요소 분석

초고층 건물의 *Mega Column*과 *Core Wall*



Core Wall and *Mega Column*은 초고층 건물요소중 아주 중요하다

초고층 건물들은 높이가 상당하기 때문에 건물의 높이가 커질수록

풍하중이나 지진하중 (즉, 횡하중)에 의하여 상당히 취약하다.

그런 횡하중에 의한 수평방향의 변위는 건물의 내구성에 악영향을 끼친다.

*Core Wall*은 사람으로 치면 척추에 해당된다. 즉, 초고층 건물의 중심을 잡아주는

역할을 하기 때문에 지반 깊숙히 박혀 올라가야만 건물이 쓰러지지 않도록 중심을 잡음.

하지만 *Core Wall*만으로는 건물의 높이가 너무 높아 횡하중에 취약하기 때문에

*Mega Column*과 *Core Wall*을 *Outrigger*로 연결하여 횡변위 저항하는 시스템이다.

구조모형을 제작할때 경제성을 검토하여 *Mega Column*을 8개를 사용하지 않고

*MDF Strip*을 겹쳐서 4개의 *Mega Column*으로 결정함

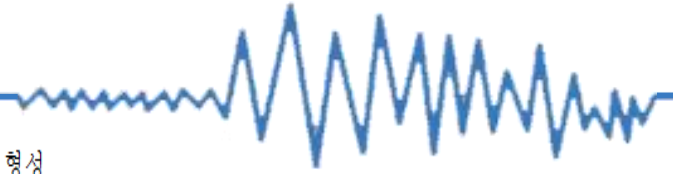
*Core Wall*은 강도와 경제성을 검토하여 *MDF Plate*를 4등분하여 각 변이 56mm인

*Core Wall*로 제작 결정.

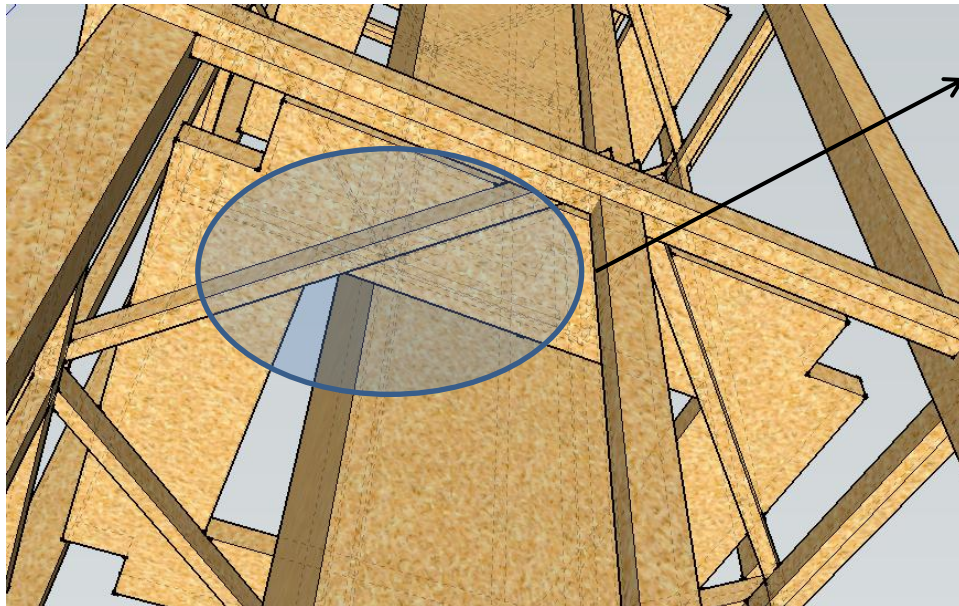
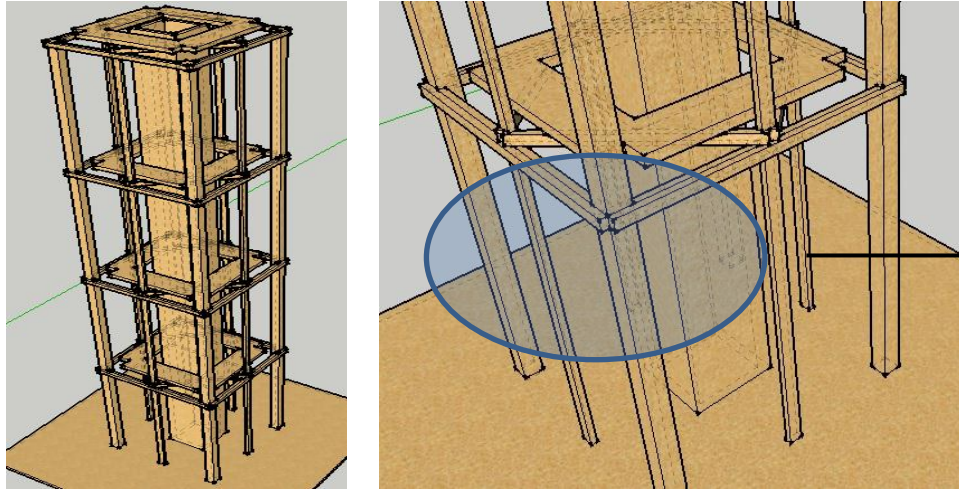
*Mega Column*과 *Core Wall*은 지반 깊숙히 시공되어야 하므로 Δ *Plate*를 천공하여

*Mega Column*과 *Core Wall*을 삽입하여 시공.

Part4 Structure Analysis



Basis Structure Model



극단주기구조물 형성

$0 < T < T_0 = 0.06$ 되게 구조물의 주기 형성

Design Spectrum Acceleration = S_a 가 $0 < T < T_0 = 0.06$ 에서 형성된 S_a 에 버티도록 설계

극단주기구조물이므로 높은 강성이 필요

초고층건물의 핵심요소인 주기둥과 *Core Wall*을 이용하여 높은 강성 확보

지진력에 의한 횡변위들에 대하여 주기둥의 확실한 변위를 잡아주기 위하여

각주기둥사이에 보조기둥과 *Brace*를 설치

*Brace*의 설치 형태에 따라서 구조물의 횡변위, 강성, 경제성이 달라짐

인공 진동대에 의하여 형성된 지진력에 저항할수 있는 구조물을 만들기 위한 *Idea*

1) 각층마다의 *Plate*와 *Beam*과의 마찰면을 이용하여 형성된 마찰력으로 지진력을 감쇠

$$\text{Story Shear Force} = V, \text{ 각층마다의 마찰력 } F = \mu mg \ (\mu = \text{마찰계수}, m = \text{질량}, g = \text{중력가속도})$$

각층의마다의 6kg의 하중블럭이 고정하중으로 작용하므로 $F = \mu mg$ 에서

원래 *Plate*만의 질량 m 에서 하중블럭으로 인하여 추가된 질량으로 마찰력 F 의 증가

구조물의 하중은 각부재들의 통하여 전달되므로 $4F$ 에서 $1F$ 으로 내려 갈수록 하중이 전달이 되므로

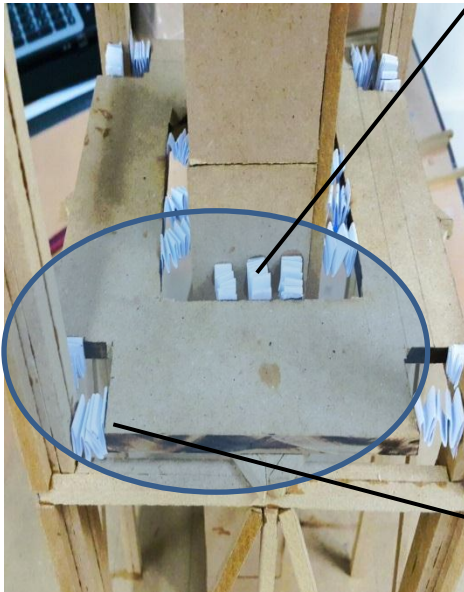
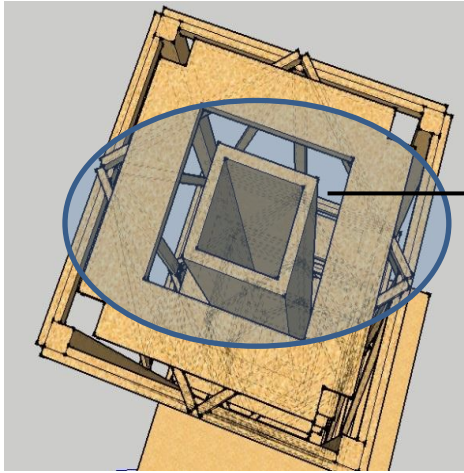
층이 낮을수록 마찰력의 증가, 마찰력에 의하여 감쇠된 각층마다에 작용하는 *Story Shear Force*

$$V = V_F - F \ (V_F = \text{각층마다 작용하는 } \text{Story Shear Force})$$

그리고 하중블럭으로 인한 Z축 처짐에 대하여 더 확실하게 버틸수 있게 각층마다 기둥을 보강

Part4 Structure Analysis

Basis Structure Model



2) 하중블럭이 작용하는 *Plate*와 외각의 주기동, 거더, 보로 일체화된 구조물의 분리

*Plate*와 *Beam*과의 접착을 사용하지 않고 *Plate*와 *Beam*과의 마찰력을 이용하게 되면

*Plate*위의 하중블럭때문에 큰 지진력이 오게되면 무거운 하중블럭때문에 횡변위가 커지게 된다.

($P = K\Delta$ 관계)

그렇게 되면 커진 횡변위로 인하여 플레이트의 중앙을 관통한 *Core Wall* 과 충돌이 발생하고 충격하중에 의하여 *Core Wall*의 횡변위가 일어나면서, *MDF*의 부재의 파괴를 발생시킬 수 있다.

∴ *Story Shear Force*로 인한 *Plate*와 *Core Wall*과의 충돌로 인하여 발생하는 충격하중을 완화시켜주기 위하여 완충 작용을 하는 *Spring*을 *Core Wall*와 *Plate* 사이에 설치, 대회 규정상 *Spring* 사용은 금지
그렇기 때문에 *Spring*과 같이 완충작용을 할 수 있는 소재 = *A4 Paper*

*A4 Paper*를 여러번 접음 → *A4 Paper*에 없었던 강성을 형성시킬 수 있음.

*A4 Paper*이므로 *Plate*와 *Core Wall*과의 충격을 완화시켜주고, *Plate*의 최대 횡변위를 조절시킬 수 있음.

*Plate*와 *Core Wall*사이의 *A4 Paper*로 인한 *Plate*의 횡변위의 적절한 조절은 *Plate*와 보조기둥과의 충돌을 발생시키지 않을 만큼을 변위를 잡아줄 수 있게 *A4 Paper*를 접어 변위를 조절

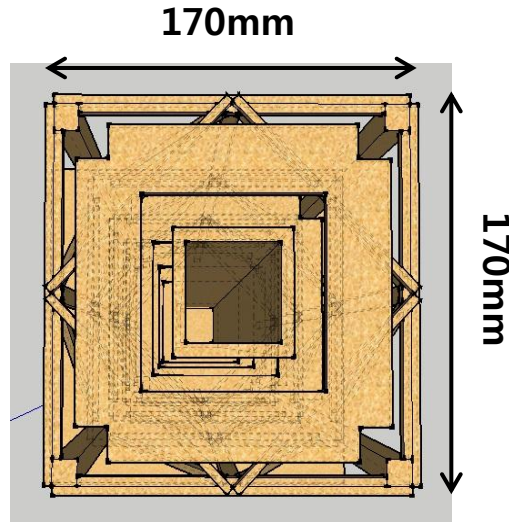
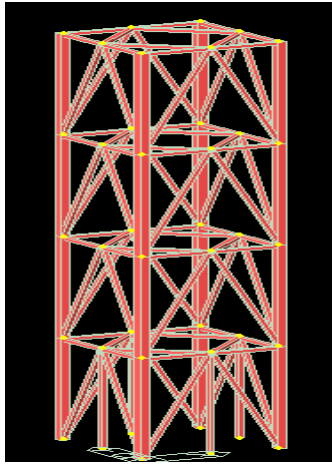
벡터 조합으로 형성된 방향으로 횡변위가 발생하기 때문에 *Plate* 중앙을 천공한 크기에 따라 *Plate*의 변위가 달라지고 *Plate*의 변위로 인하여 *X-Y*벡터의 조합으로 인한 대각 방향의 변위가 *Plate*와 주기동과의 충돌을 발생 시킴

*Plate*와 주기동과의 충돌로 인한 충격하중 발생이 일어날 가능성이 높음

∴ *Plate*와 *Core Wall*과의 충격하중을 완화시켜주는 *A4 Paper*를 주기동과 *Plate* 사이에 설치
그로 인한 *Plate*와 주기동사이의 충돌을 완화

Part5 MDF 모형 제작

Example = 3 Model



MDF Structure 모형



Making Structure

대회 모형을 제작 규정 중 바닥면적 즉, 최외각 기둥을 이은 면적 S

$10,000mm^2 \leq S \leq 30,000mm^2$ 을 만족하여야 된다.

최대 $30,000mm^2$ 일 경우 한변의 길이 $L \approx 173mm$ 이므로

모형 제작 시 공성과 하중 불력의 위치 확보를 위하여 $L = 170mm$ 정함

구조물의 전체 높이는 $800mm$ 이고 각 층과 층사이의 간격은 $200mm$ 로 규정

경제성을 고려하여 3-Model 을 모형 제작하기로 결정

Part6 변위 측정 APP을 이용한 구조물 실험

X방향 충격하중에 의한 변위 측정



Deformation Direction	→, ↑ (+) Maximum Value	←, ↓ (-) Maximum Value
X	8cm	-6cm
Y	0cm	0cm
Z	0cm	-1.3cm

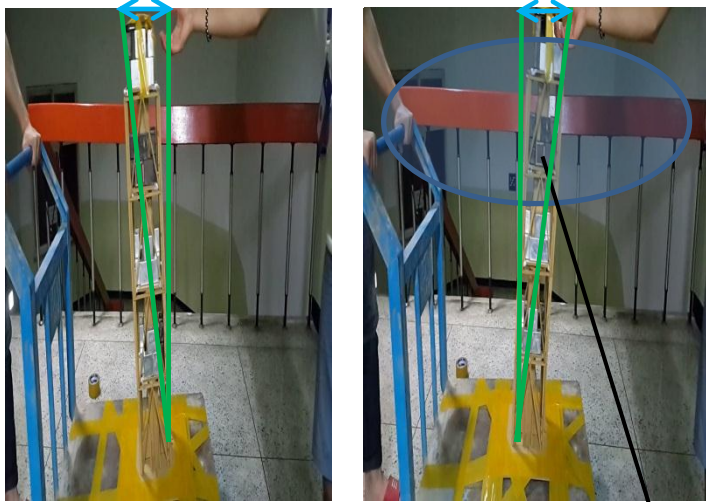
붕괴 되기 전까지 X-Y Direction으로 진동을 준 경우 측정



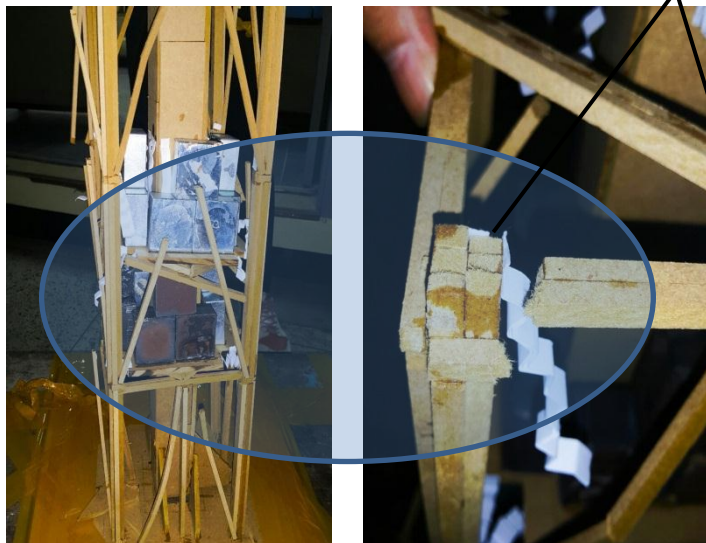
Deformation Direction	→, ↑ (+) Maximum Value	←, ↓ (-) Maximum Value
X	13.3cm	-14.2cm
Y	12cm	-14cm
Z	0cm	-2cm

Part7 구조물 실험 결과 분석

구조물 변형 모습



구조물 파괴 모습 분석



구조물 실험 결과 분석

3- Model을 선택한 이유는 실제 구조물을 만들 때 들어가는 접착제가 2개 이상 필요할 것이라고 결정하였기 때문에 보조기둥을 제외 시키므로 경제성을 확보할 수 있기 때문이다. 실험 결과 X-Y 방향으로의 변형이 많이 발생함과 동시에

Brace가 보조기둥에 연결되지 않았기 때문에 각 층마다의 하중 불력에 의하여 좌굴되는 현상이 발생함과 동시에 평면상의 지진 하중에 의하여 변위가 심하게 발생

그로 인하여 Brace들의 파괴 발생하였기 때문에 Girder와 Beam의 힘을 받아주지 못하여 Girder와 Beam이 하중 불력의 하중과 지진 하중에 의하여 아래로 처짐 현상이 발생

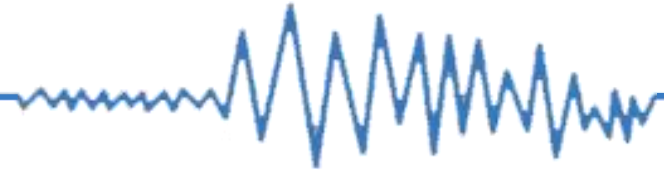
그러나 초고층 건물의 핵심 요소인 주기둥과 Core Wall은 높은 강성 확보 확인

Plate와 Beam과의 마찰력으로 인한 층 전단력 감쇠 및 A4 Paper를 이용한 층 전단력을 전달을 A4 Paper가 감쇠시켜 줌으로써 감쇠 효과를 볼 수 있었음.

분석한 결과 Brace의 추가 보강, Girder와 Beam을 지지할 수 있는 보조기둥의 필요 확인

∴ 새로운 Model을 선정해야 됨

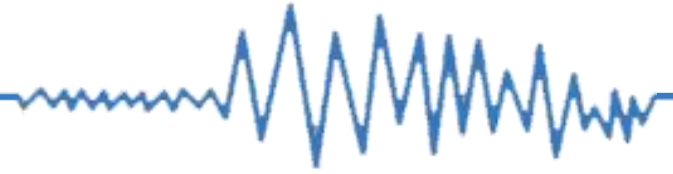
Part8 Structure Modeling



MDF물성치를 이용한 Modeling

	1 Model	2 Model	3 Model	4 Model
<p>Model</p>				
<p>Y Axis Moment Analysis (N·mm)</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR BEAM DIAGRAM MOMENT-y</p> <ul style="list-style-type: none"> 6.71030e+002 5.51435e+002 4.31839e+002 3.12244e+002 1.92648e+001 7.30530e+001 0.00000e+000 -1.66138e+002 -2.85733e+002 -4.05329e+002 -5.24924e+002 -6.44520e+002 <p>SCALE FACTOR= 2.5512E-002 CB: gLCB14 MAX : 60 MIN : 49 FILE: 내진설계? UNIT: KN·mm DATE: 06/25/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.613 Y: -0.682 Z: 0.399</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR BEAM DIAGRAM MOMENT-y</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.19746e+008 9.79738e+007 7.62018e+007 5.44299e+007 3.26579e+007 0.00000e+000 -1.08860e+007 -3.26579e+007 -5.44299e+007 -7.62018e+007 -9.79738e+007 -1.19746e+008 <p>SCALE FACTOR= 1.3921E-004 CB: gLCB14 MAX : 9 MIN : 4 FILE: 내진설계? UNIT: N·mm DATE: 06/25/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.209 Y: -0.900 Z: 0.383</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR BEAM DIAGRAM MOMENT-y</p> <ul style="list-style-type: none"> 1.85328e+006 1.85822e+006 1.17936e+006 8.42400e+005 5.05440e+005 0.00000e+000 -1.88480e+005 -3.05440e+005 -8.42401e+005 -1.17936e+006 -1.51632e+006 -1.85328e+006 <p>SCALEFACTOR= 1.4550E-003 CB: gLCB14 MAX : 5 MIN : 13 FILE: 내진설계? UNIT: N·mm DATE: 06/26/2015 VIEW-DIRECTION</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR BEAM DIAGRAM MOMENT-y</p> <ul style="list-style-type: none"> 9.46595e+007 7.78186e+007 6.09414e+007 4.40642e+007 2.71869e+007 1.03097e+007 0.00000e+000 -2.34448e+007 -4.03220e+007 -5.71992e+007 -7.40765e+007 -9.09537e+007 <p>SCALE FACTOR= 1.8131E-004 CB: gLCB14 MAX : 57 MIN : 30 FILE: 내진설계? UNIT: N·mm DATE: 06/25/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.537 Y: -0.767 Z: 0.250</p>

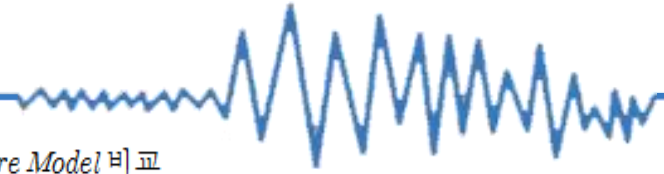
Part8 Structure Modeling



MDF물성치를 이용한 Modeling

	1 Model	2 Model	3 Model	4 Model
Stress of Brace	<p>With out Brace</p> <p>midas Gen POST-PROCESSOR TRUSS STRESS TENS./COMP. 1.17478e+003 1.06798e+003 9.61180e+004 8.54382e+004 7.47584e+004 6.40787e+004 5.33989e+004 4.27191e+004 3.20393e+004 2.13595e+004 1.06800e+004 -9.08453e+002 CB: gLCB14 MAX : 115 MIN : 108 FILE: 내진설계? UNIT: N/mm² DATE: 06/26/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.483 Y: -0.837 Z: 0.259</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR TRUSS STRESS TENS./COMP. 3.61485e-003 4.77962e-003 5.94440e-003 7.10917e-003 8.27395e-003 9.43872e-003 1.06035e-002 1.17683e-002 1.29330e-002 1.40978e-002 1.52626e-002 1.64274e-002 SCALEFACTOR= 1.4507E-003 CB: gLCB14 MAX : 79 MIN : 83 FILE: 내진설계? UNIT: N/mm² DATE: 06/26/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.483 Y: -0.837 Z: 0.259</p>	<p>midas Gen POST-PROCESSOR TRUSS STRESS TENS./COMP. 1.98927e-004 2.84537e-003 3.43322e-003 4.14227e-003 5.07907e-002 1.30392e-002 1.60876e-002 1.87361e-002 2.13845e-002 2.40330e-002 2.66814e-002 2.93299e-002 CB: gLCB14 MAX : 102 MIN : 115 FILE: 내진설계? UNIT: N/mm² DATE: 06/26/2015 VIEW-DIRECTION X: -0.483 Y: -0.837 Z: 0.259</p>	
Maximum Deformation Value	Max : 20mm	Max : 19mm	Max : 38mm (Midas로는 실제 모형과의 차이 존재)	Max : 20mm
Eigen Period Mass 참여율 80% 이상	X-Direction : 0.0289 Y-Direction : 0.0289	X-Direction : 0.02 Y-Direction : 0.0087	X-Direction : 0.0163 Y-Direction : 0.0163	X-Direction : 0.0131 Y-Direction : 0.0131

Part9 Select Structure Model



Select Model

Model 4 Select



	2 Model	3 Model	4 Model
Maximum Moment (N-mm)	X-Direction : 58 Y-Direction : 60	X-Direction : 49 Y-Direction : 5	X-Direction : 58 Y-Direction : 57
Maximum Deformation Value	Max : 19mm	Max : 38mm With out Sub Column	Max : 20mm
Eigen Period Mass 참여율 80% 이상	X-Direction : 0.02 Y-Direction : 0.0087	X-Direction : 0.00163 Y-Direction : 0.00163	X-Direction : 0.0131 Y-Direction : 0.0131
approximated Economic Analysis	1,950 (만원)	1,850 (만원)	1,950 (만원)

Structure Model 비교

- 1) Brace 유무에 따른 주기동의 강성, 변위의 영향
- 2) Maximum Moment Value
- 3) 구조물의 고유주기가 Extreme Short Period에 속하는지 유무
- 4) 경제성
 - 1- Model은 Brace 유무에서 제외
 - 2- Model은 Brace의 유무는 만족하지만 변형모드에서 취약하고 구조물의 고유주기가 X-Direction에선 극단주기 형성 실패
 - 3- Model은 Brace를 A모양으로 제작하는 대신 경제성을 고려하여 Sub Column 을 제외시켜봄
구조물의 Eigen Period = 0.0163으로 극단주기를 형성 하였지만 Maximum Moment Value 와 Maximum X-Y Direction Deformation Value가 너무 커서 인공지진대의 동적지진력에 대하여 저항하지 못하고 급속하게 구조물의 붕괴를 일으킬 것으로 예상되어 제외 시킴
 - 4- Model은 위의 3가지 Model과 비교하여 Maximum Moment Value, Maximum X-Y Direction Deformation Value가 작고 구조물의 Eigen Period가 극단주기를 형성함과 동시에 Brace의 유무 만족 경제성을 만족하여 선택하게 됨

Part10 Economic Analysis

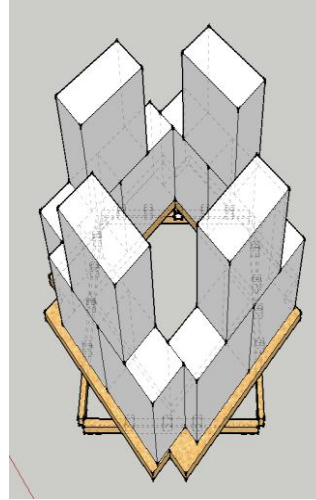
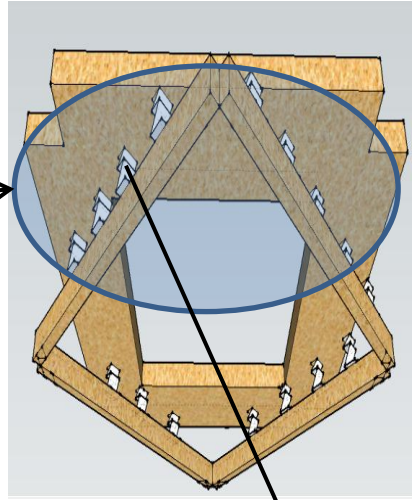
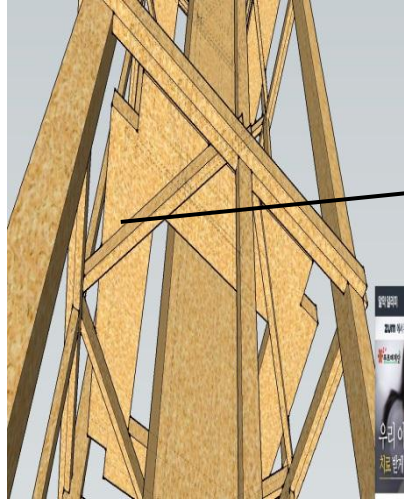
Model 4 Economic Analysis

구분		사용 길이	총 길이	소요 개수(EA)
Core Wall	기둥 (MDF Plate)	200mm x 200mm x 6mm	800mm	4
외 부 골 조	Mega Column (MDF Strip)	600mm x 6mm x 4mm	800mm	32
	Sub column (MDF Strip)	600 x 6mm x 4mm	200mm	11
	Brace (MDF Strip)	600 x 6mm x 4mm	250mm	n
Floor	MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	-	4

구분	합계	구입단가(백만)	비용(백만)	합계(백만)
MDF Strip	43+n	10	430+10n	1,950+10n
MDF Plate	8	100	800	
A4	12	10	120	
접착제	3	200	600	

Part11 FeedBack

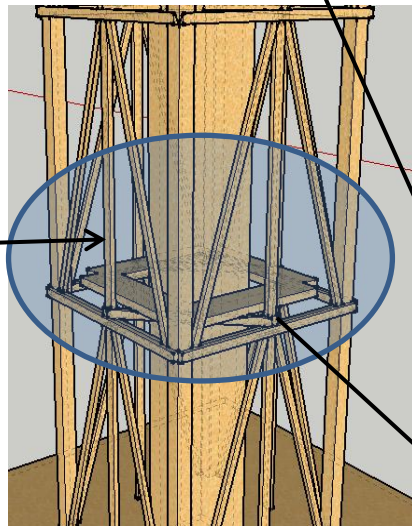
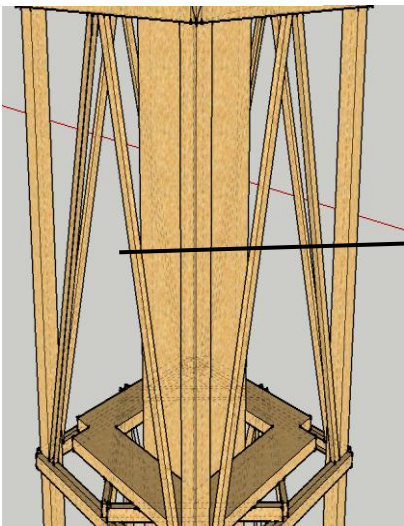
마찰면 → A4 Damper 변경



하중블럭을 놓는 위치 선정

하중블럭을 일렬로 세워 접촉하게 되면 하중블럭과 서브칼럼과의 충돌에 의하여 보조기둥의 강도 및 강성의 약화, 재료의 균열이 발생함
 그러므로 하중블럭과 보조기둥과의 충돌을 피하기 위하여 하중블럭을 2층으로 접촉하여 Plate에서 하중블럭이 차지하는 면적을 최소화함
 대신 하중블럭이 Plate와 완전 접촉되기 위하여 확실한 접촉 필요

보조기둥 추가



Plate와 Beam과의 마찰면을 이용한 층 전단력의 감쇠 효과를 확인한 결과

구조물의 전체 자중이 아랫층으로 전달 되는 것과 하중블럭의 무게가 상당하여서 1층과 2층의 Plate와 Beam과의 마찰면을 이용한 감쇠 효과가 크지 않은 것을 확인함
 즉, Plate의 움직임이 거의 없어 A4 Paper의 제진 효과도 볼 수 없었다.

∴ Plate의 움직임을 높여 제진 효과를 볼 수 있도록 Plate와 Beam사이 면에 A4 Damper를 추가하여 Plate가 독립적인 거동을 하고 A4 Damper가 층 전단력을 완하시킬 것으로 예상됨. 그리고 경계성을 이유로 제거 하였던 보조기둥을 추가하여 Brace의 접촉면적을 넓히고 Girder의 처짐을 최소화시킬 것으로 예상