



'인제나', '한결같이', '늘'

어제나 그 자리에 한결같은 모습으로 서있는 뿌리깊은 나무처럼
 단단한 건물마두가 되[2]실은 마음에서 힘이됨을 지어[3]스니다.

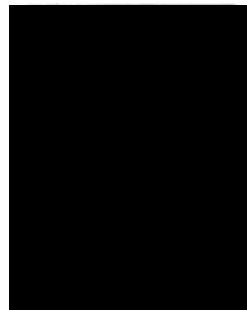
팀원 및 역할

대학명	금오공과대학교
지도교수	곽윤근 교수님
팀명	뿌리깊은 나무
팀소개	한결같은 모습으로 변함없이 그 자리에 서있는 뿌리깊은 나무처럼

GROUP



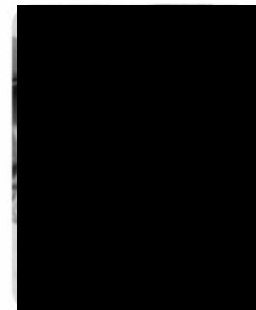
팀장 : 최영호
 계획 및 모델링



팀원 : 김규동
 PPT 작성 및 도면작성



팀원 : 김진환
 구조해석 및 검토



팀원 : 신우철
 구조해석 및 적산

내진 설계 경진 대회

- 구조 설계 제안서

2015 Seismic Structural Design Contest

Structural Design Contest

INDEX

Introduction
Design Idea
Analysis
Feed Back
Conclusion

“초고층 건물은 지진에 과연 안전한가?”

Subtitle : 대한민국의 랜드마크를 지켜라

CONTENTS

- 도입 Introduction
- 설계의 발상 Design Idea
- 분석 Analysis
- 보완 Feed Back
- 결론 Conclusion



본 모형 조감도

No. SSD2015-05

01 도입 Introduction

- 대회 프롤로그
- 지진에 대한 고찰
- 설계 방향

2015 Seismic Structural Design Contest

1-1 대회 프롤로그

1) 대회주제

“초고층 건물은 과연 지진에 안전한가?!”

고유진동주기가 장주기인 지진의 발생가능성이 존재하게 되어 초고층 건축물의 지진에 대한 영향을 검토 후 설계

2) 작품제작규정

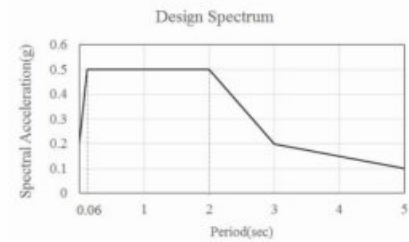
대지위치	서울 한강일대, 부산 해운대, 인천 송도	제작시간	5 시간 이하
층 면적	10,000㎡ 이상, 30,000㎡	지진파형	금년 대회의 경우 주어지지 않음
하 중	총 하중 : 24kg	특이사항	기초판은 1층은 바닥면이 되며, 최상층은 천정이 됨
높 이	층 높이 : 200mm 이상 총 높이 : 800mm 이상 900mm 이하		옥상에 하중블록 설치

1-2 지진에 대한 고찰

1) 대회 지진파 분석

- 금년도 대회에는 지진파형 대신 응답스펙트럼 가속도를 제시함
- 장주기 형태의 지진에서 나타나는 응답스펙트럼
- 설계 시 장주기에 대한 고려 필요

“ 대략 0.06초 ~ 2초에서 응답스펙트럼 가속도가 최대 ”

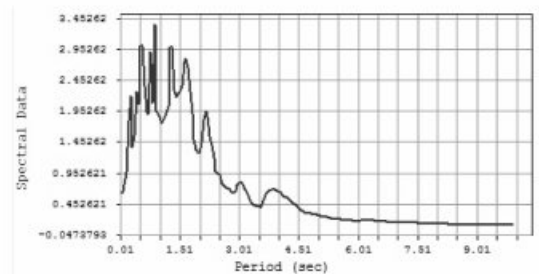


(a) 금년 대회 설계 응답스펙트럼

2) 고베(효고현) 지진 응답스펙트럼

- 장주기를 가진 지진 응답스펙트럼
- 금년 대회와 유사한 응답스펙트럼을 가짐
- 고유주기가 장주기 건물과 장주기 지진이 만날 경우 매우 위험

“ 지진(장주기)과 초고층 건물(장주기)이 만나면 매우 위험 ”

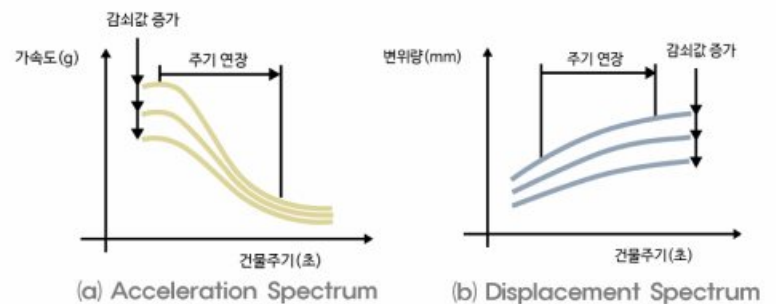


(a) 고베 효고현 지진 응답스펙트럼

3) 지진과 건물고유주기

- 주기가 길어질수록 가속도 감소
- 주기가 길어질수록 변위 증가

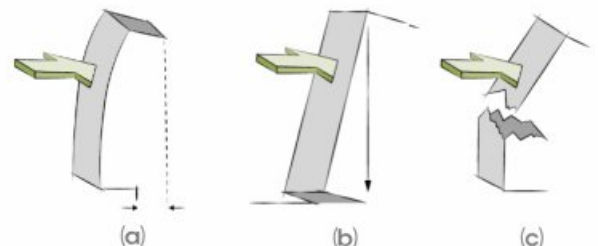
“ 고층 건물 일수록 고유주기가 길어지며 지진에 대한 변위량 증가 ”



4) 장주기 건물 특징

- 주기가 길어질수록 변위 증가
- 전도모멘트 크게 발생, 접합부 및 부재에 과도한 에너지 발생
- 변위가 크게 발생하며, P- Δ 효과로 붕괴가능성이 높음

“ 변위 제어에 대한 대책 필요 ”



1-4 설계방향



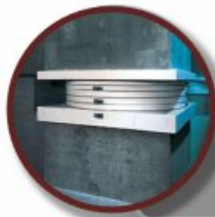
내진 구조 Aseismicity

건물 강성을 늘림 > 가장 효율적



제진 구조 Seismic control

댐퍼로 에너지소산 > 적은효율성



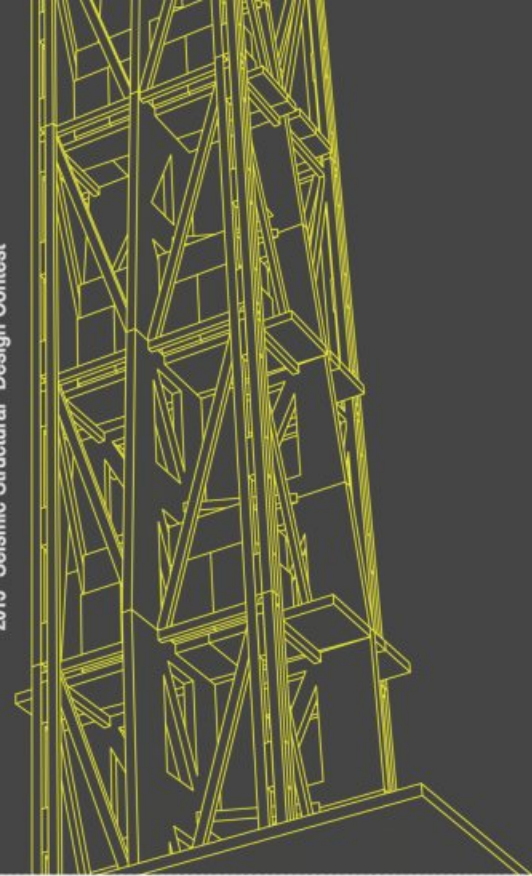
면진 구조 Seismic Isolation

건물주기 늘릴것 > 사용재료 한계

02 설계의 발상 Design Idea

- 평면 및 입면 형상
- 하중
- 구조 설계안 1~3

2015 Seismic Structural Design Contest

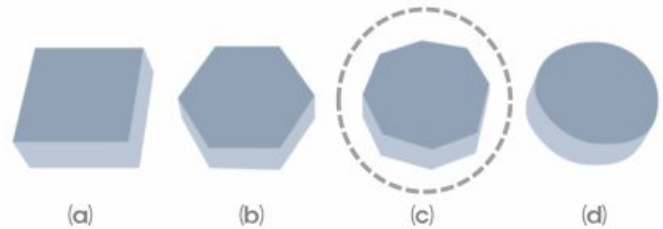


2-1 평면 및 입면 형상

1) 평면형상

- 지진하중은 모든 방향에서 작용함
- 모든 축에서 단면2차 모멘트가 일정할수록 비틀림 감소
- 원형 평면일 경우 접합부 및 부재가공이 어려움

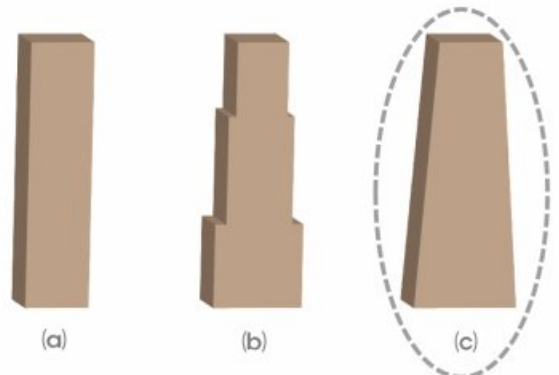
“ 원형에 가장 가까운 팔각형 평면 ”



2) 입면형상

- (a) 수직하중을 저항하는데 유리
- (b) 경제적인 설계가 가능하나 SET-BACK 지점에 응력집중 현상
- (c) 수직하중과 수평하중에 동시에 저항

“ 기둥을 경사지게 하여 구조안전성 확보 ”



2-2 하중

하중블럭 적재방법

장변길이(mm) 단변길이(mm) 소요높이(mm) 소요면적(ml)

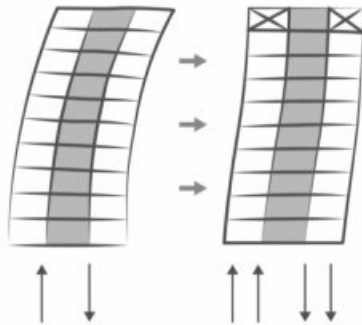
Case	장변길이(mm)	단변길이(mm)	소요높이(mm)	소요면적(ml)
Case A	50	50	312	2500
Case B	104	100	76	10400
Case C	64	53	104	8582
Case D	100	100	78	10000
Case E	150	150	52	22500

“가장 합리적인 적재방법 : B안”

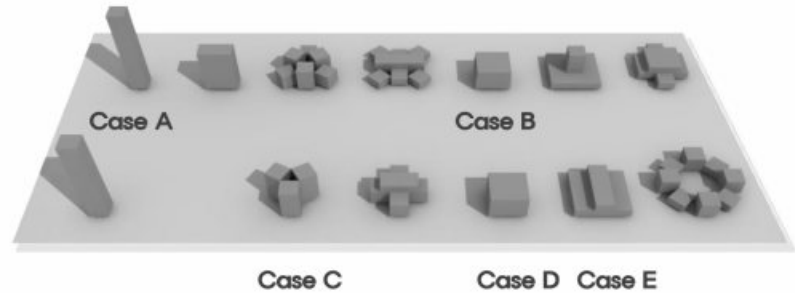
2-3 구조 설계안 1

시스템 및 개념

- 초고층 구조에서 사용하는 대표적인 횡력저항 시스템
- 외부기둥에 묶인 아웃리거가 코어의 회전에 저항
- 전기실, 기계실, 피난층 확보를 위한 필수요소



(a) 힘의 흐름

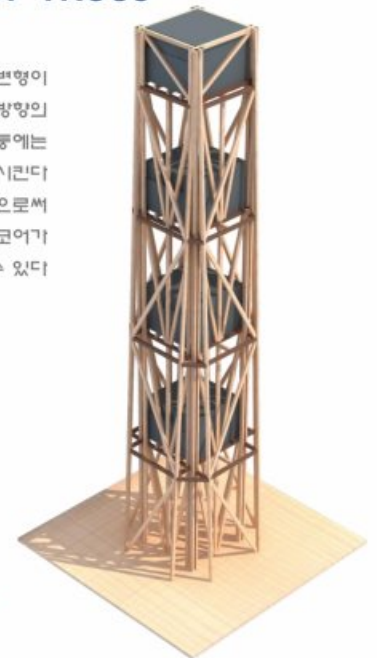


〈선정조건〉

- ✓ 평면 형상 : 정방형 or 방사형
 - ✓ 높이 : 80mm 이하
 - ✓ 소요면적 : 10000mm 이상 12000mm 이하
- ∴ B안과 D안 중 가장 낮은 높이

OUTRIGGER & BELT TRUSS

지진 하중에 의해 코어의 회전변형이 발생하게 되면 횡방향 기둥은 인장력, 반대방향 기둥에는 압축력을 발생시킨다
골극 모멘트를 기둥의 축력으로 비결하므로써 전도 모멘트를 기둥간 코어가 분담하여 횡변위를 줄일 수 있다



“초고층 건물의 불가피한 선택”

CORE & FIN – WALL SYSTEM



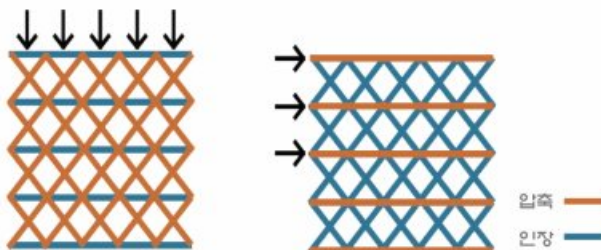
Fin-Wall 이란 날개벽을 의미하며, 일반적으로 고층 주상복합건물 등에서 코어벽 체와 조합되어 횡력 저항 시스템으로 많이 활용되고 있다. 코어 벽체가 단독으로 횡력에 저항할 때보다 날개벽(Fin-Wall)이 함께 저항할 경우 횡강성이나 경제적인 면에서 효율적이다.

“효율적인 조합 시스템”

2-5 구조 설계안 3

1) 시스템 및 개념

- 초고층 건물에서 사용하는 가장 효율적인 횡력저항 시스템
- 다이아몬드처럼 생긴 가새가 수평력과 수직력에 동시에 저항
- 가새의 각도에 따라 효율성과 경제성이 결정

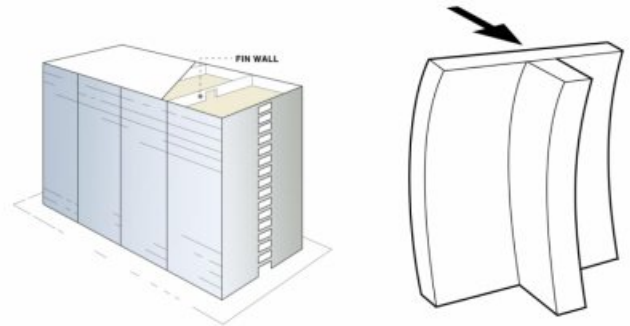


(a) 힘의 흐름

2-4 구조 설계안 2

시스템 및 개념

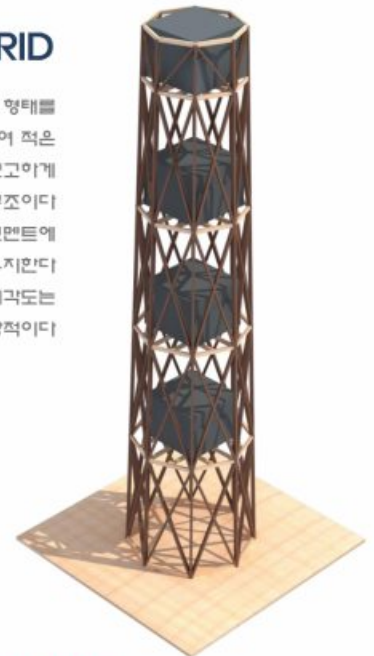
- 고층 주상복합건물에서 많이 사용되는 시스템
- 지진하중에 대한 과도한 횡변위 제어
- 코어에 Fin-Wall을 조합하여 사용 시 효율적인 시스템



(a) Fin-Wall 개념도

DIAGRID

즉부인은 Diagrid 구조 시스템의 형태를 연상시키는 예로 전체 크기에 비하여 적은 양의 대나무를 서로 엮어 견고하게 반복적으로 엮은 구조이다. 지진하중이 작용 시 전도모멘트에 견고하게 저항하며 그 형태를 유지한다. 다이아그리드의 설치각도는 약 60~70도가 이상적이다.

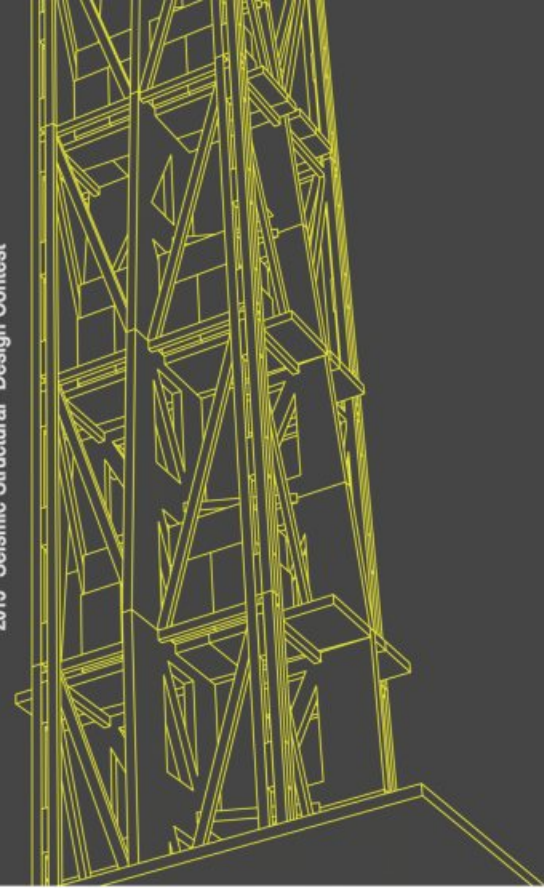


“지진하중에 가장 효율적으로 저항”

03 분석 Analysis

- 구조 해석 및 분석
- 경제성 분석
- 설계안 결정

2015 Seismic Structural Design Contest



3-1 구조해석 및 분석 (1안)

1) 재료특성

	탄성계수(Mpa)	포아송비	비중(g/cm ³)
MDF	3200	0.3	0.75

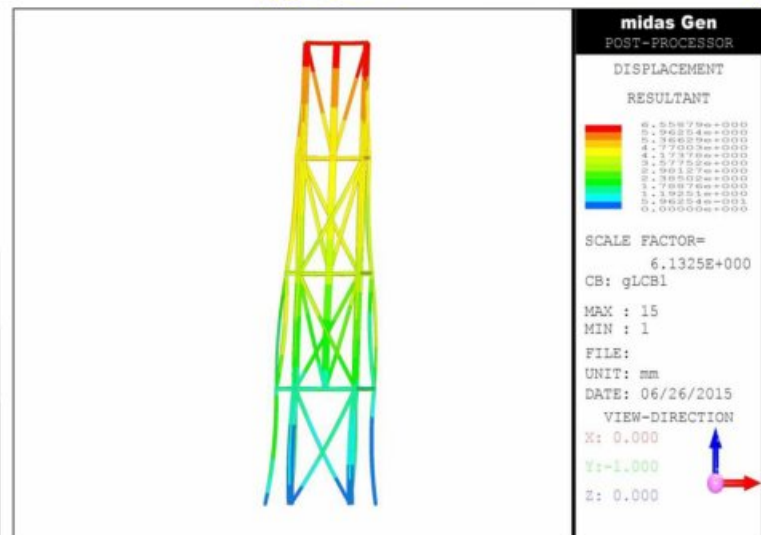
2) 부재특성

	Girder	Beam	Column(interior)	Column(exterior)	Brace
Size (mm)	4×6	4×6	8×12	4×6	4×6

3) 지진하중

	지역계수	지반종류	중요도계수	반응수정계수
지역계수	0.22	Sd(토사지반)	1.5(특)	4

※ 지진파 : 고베(효고현)지진



- KBC2009

- Load Case : 우발편심 모멘트 + 지진하중

“ 최대 변위 6.5mm ”

3-1 구조해석 및 분석 (2안)

1) 재료특성

	탄성계수(Mpa)	포아송비	비중(g/cm ³)
MDF	3200	0.3	0.75

2) 부재특성

	Girder	Beam	Column	Wall Thickness	Brace
Size(mm)	4×6	4×6	8×12	6	4×6

3) 지진하중

	지역계수	지반종류	중요도계수	반응수정계수
지역계수	0.22	Sd(토사지반)	1.5(특)	4

※ 지진파 : 고베(효고현)지진

3-1 구조해석 및 분석 (3안)

1) 재료특성

	탄성계수(Mpa)	포아송비	비중(g/cm ³)
MDF	3200	0.3	0.75

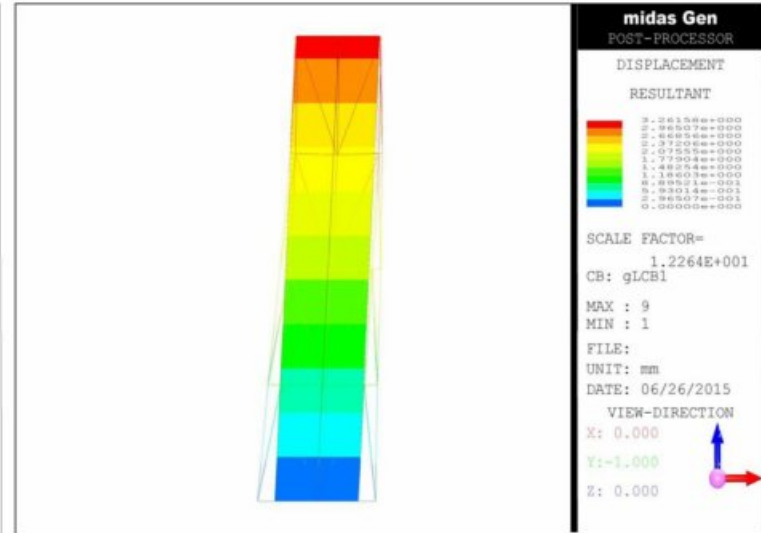
2) 부재특성

	Girder	Beam	Column	Brace
Size	4×6	4×6	4×6	4×6

3) 지진하중

	지역계수	지반종류	중요도계수	반응수정계수
지역계수	0.22	Sd(토사지반)	1.5(특)	4

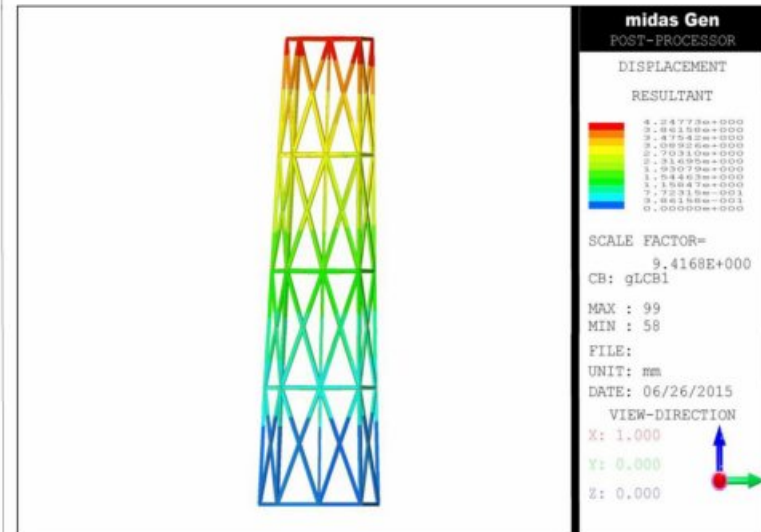
※ 지진파 : 고베(효고현)지진



- KBC2009

- Load Case : 우발편심 모멘트 + 지진하중

“ 최대 변위 3.2mm ”



- KBC2009

- Load Case : 우발편심 모멘트 + 지진하중

“ 최대 변위 4.2mm ”

3-2 경제성 분석

1) 1안 부재가격

	Strip	Plate
Column	20728 mm	
Beam	1915 mm	
Girder	4806 mm	
Brace	5404 mm	
	32853 mm	

- ✓ $32853 \div 600 = 54.755 \text{ EA}$
- ✓ $55 \times 10(\text{백만원}) = 5\text{억 } 5\text{천만원}$

2) 2안 부재가격

	Strip	Plate
Column	9600 mm	
Beam	2160 mm	
Girder	2384 mm	
Brace	6128 mm	
	20272 mm	9EA

- ✓ $20272 \div 600 = 33.7\text{EA}$
- ✓ $34 \times 10(\text{백만원}) = 3\text{억 } 4\text{천만원}$
- ✓ $3\text{억 } 4\text{천} + 9\text{억 (Plate)} = 12\text{억 } 4\text{천만원}$

3) 3안 부재가격

	Strip	Plate
Column	7008 mm	
Beam	4088 mm	
Girder	3168 mm	
Brace	14216 mm	
	28480 mm	

- ✓ $28480 \div 600 = 47.4$
- ✓ $48 \times 10(\text{백만원}) = 4\text{억 } 8\text{천만원}$

3-3 설계안 결정

1) 선정

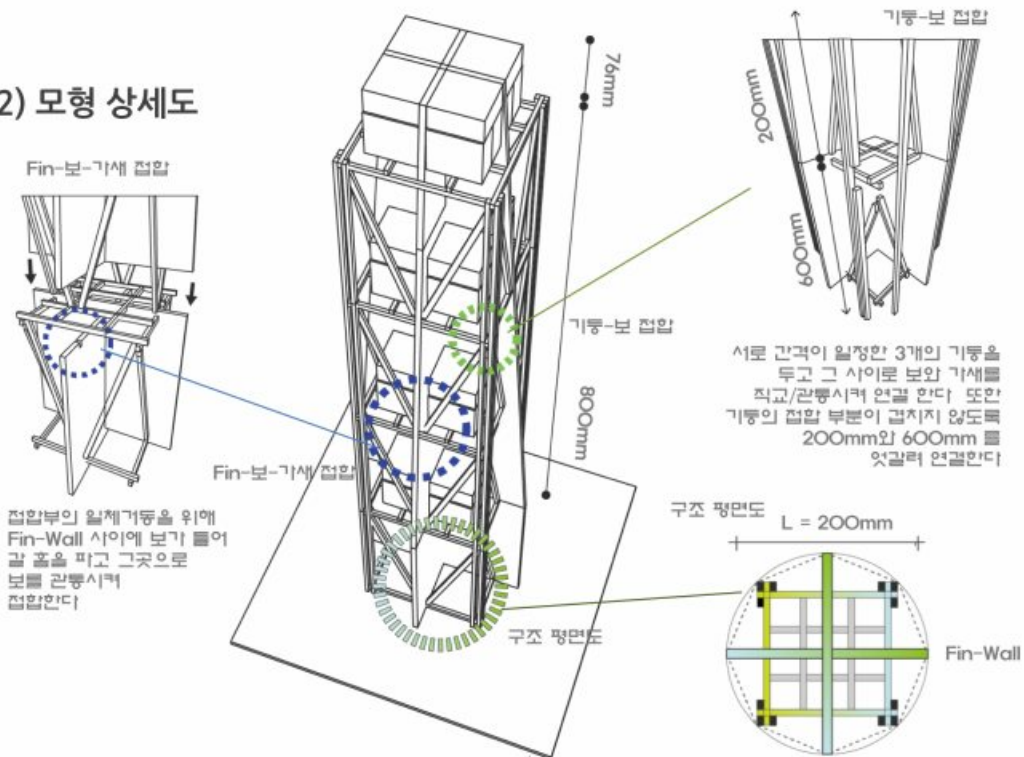
	구조성	경제성
1안	변위 6.5mm	5억 5천만원
2안	변위 3.2mm	12억 4천만원
3안	변위 4.2mm	4억 8천만원

<설계안 결정요소>

- ✓ 구조성능이 가장 좋을 것 : 2안
- ✓ 경제성이 가장 좋을 것 : 3안
- ✓ 기존에 시도되지 않은 시스템일 것 : 2안

“ 설계안 2안 선정 ”

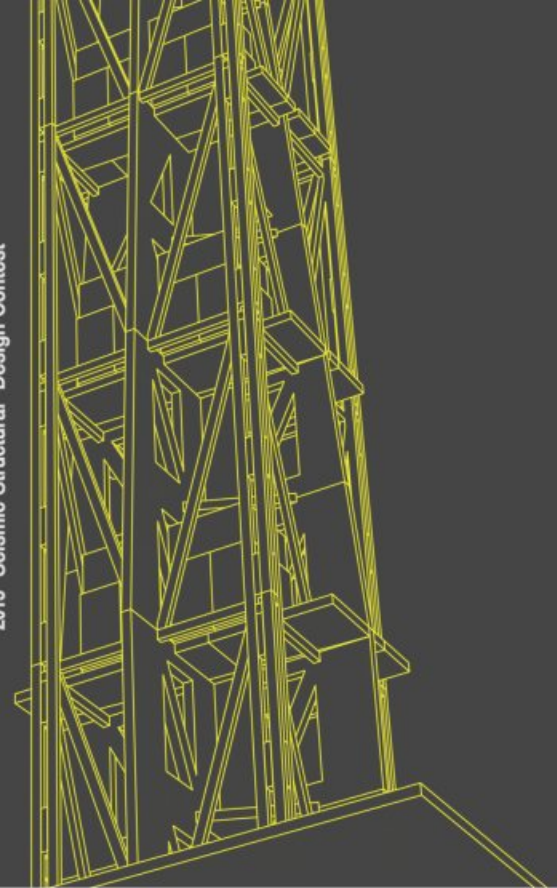
2) 모형 상세도



04 보완 Feed Back

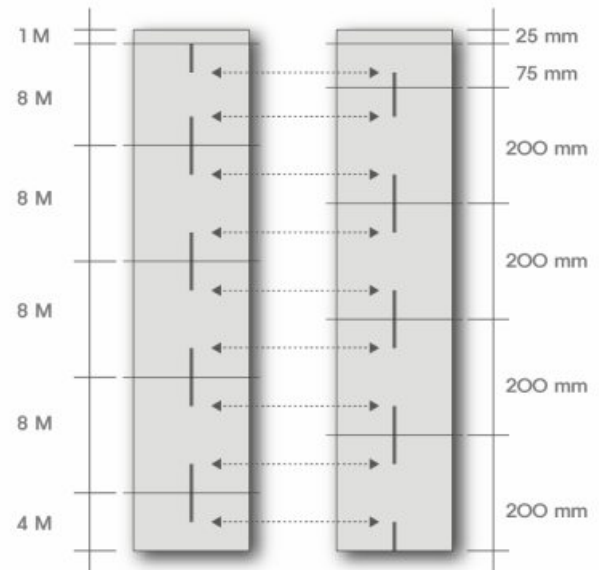
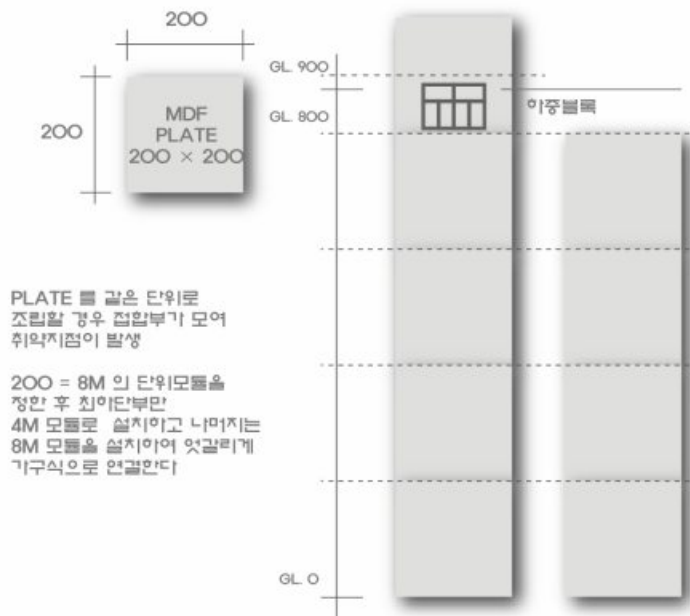
● 예상 문제점 및 보완

2015 Seismic Structural Design Contest



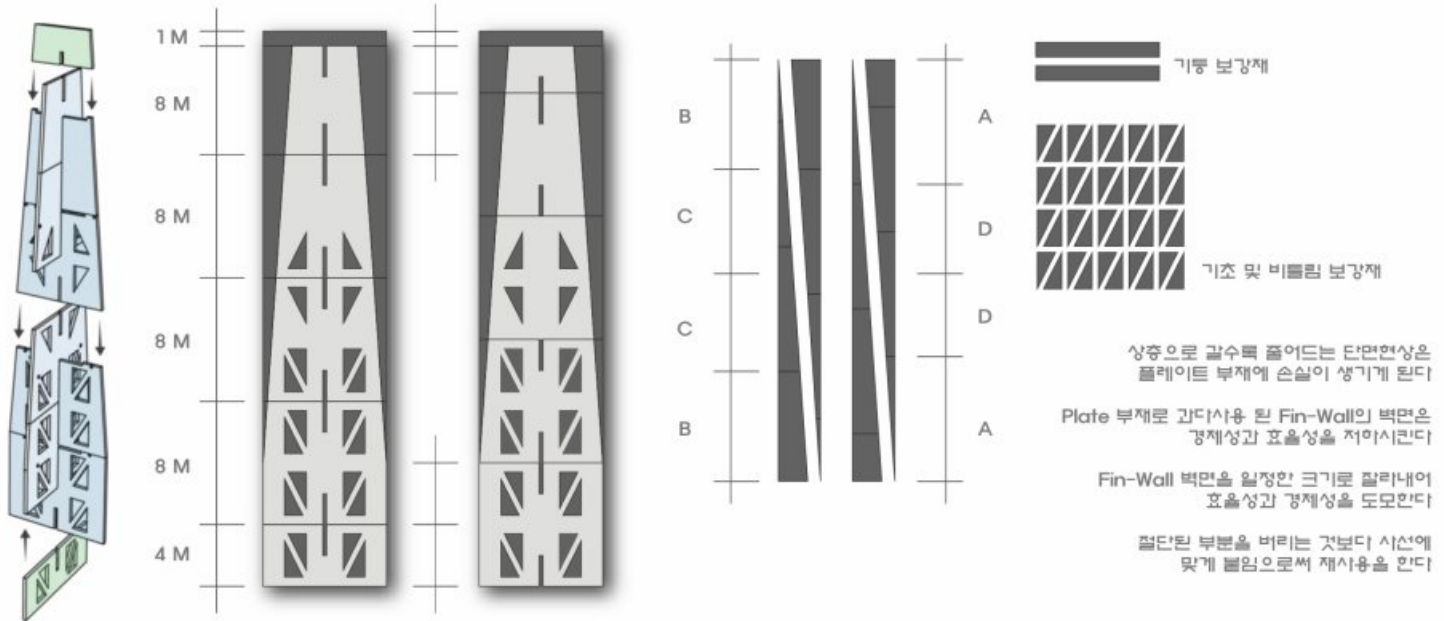
4-1 예상 문제점

1) Fin-Wall 접합부



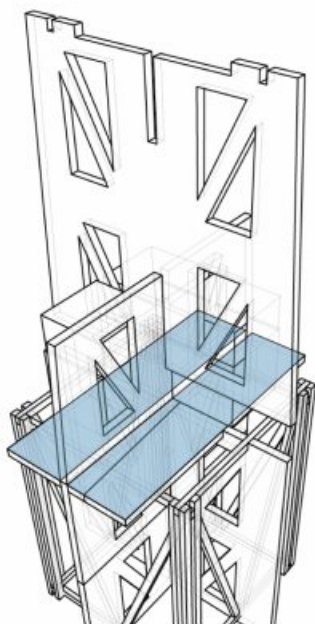
4-2 예상 문제점

2) 부재손실

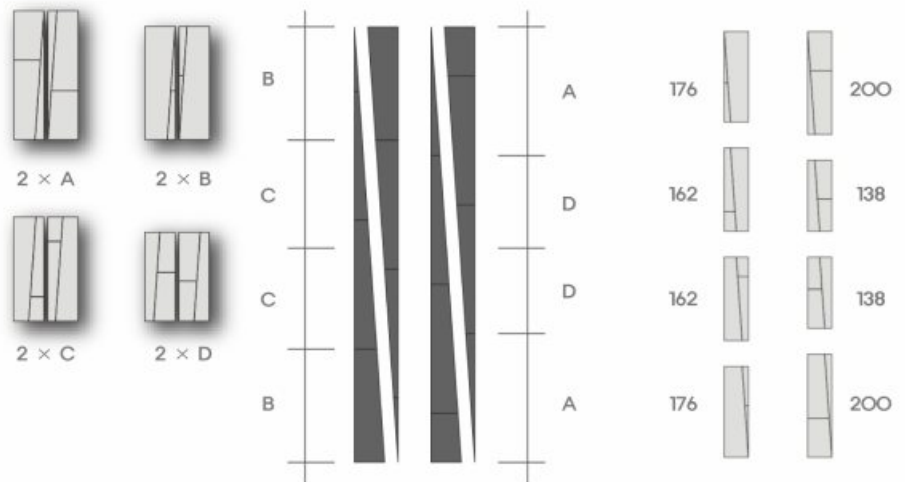


4-3 예상 문제점

3) 하중블록 하단부 보강



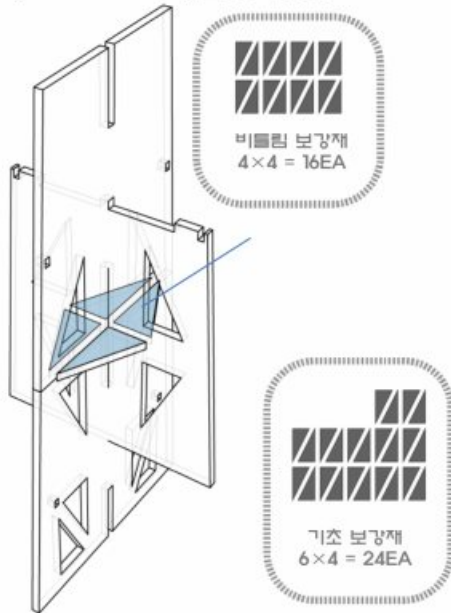
하중블록을 받치는 스페브



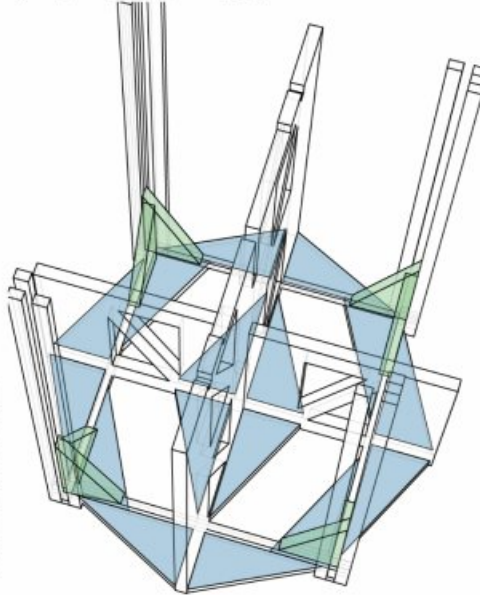
절단된 부분을 그림과 같이 조합하여 하중블록 하부를 방지하기 위해 사용한다

4-4 예상 문제점

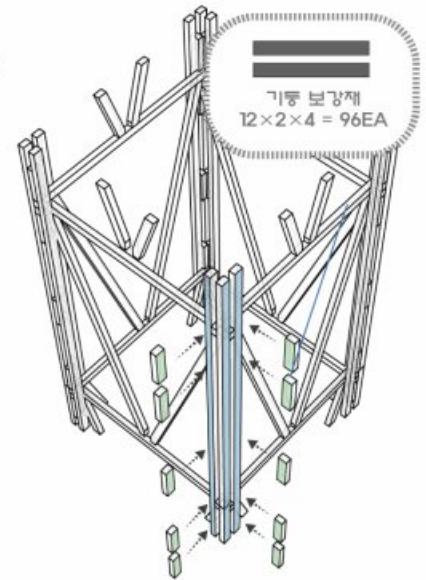
4) Fin-Wall 비틀림 발생



5) 기초부 전도 위험



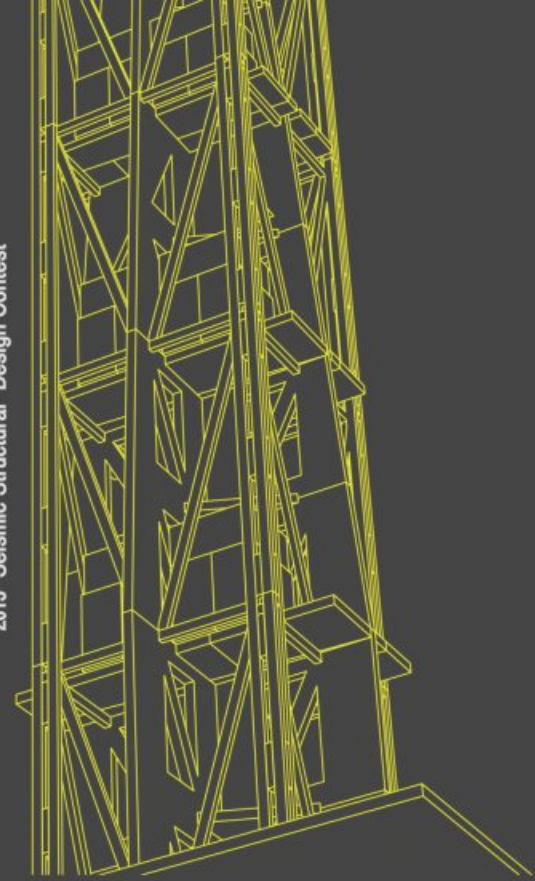
6) 기둥보강



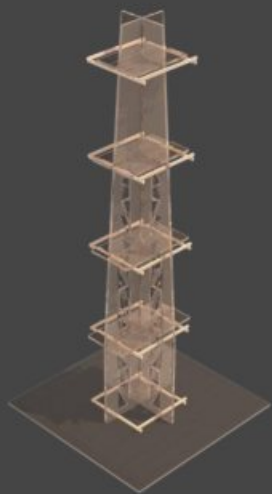
05 결론 Conclusion

- 모형 제작 순서
- 최종 결론

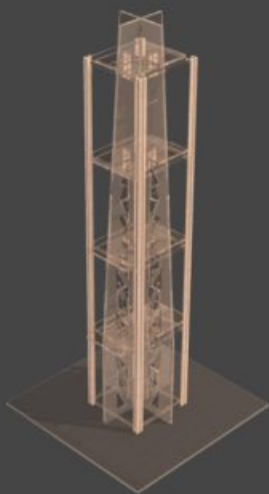
2015 Seismic Structural Design Contest



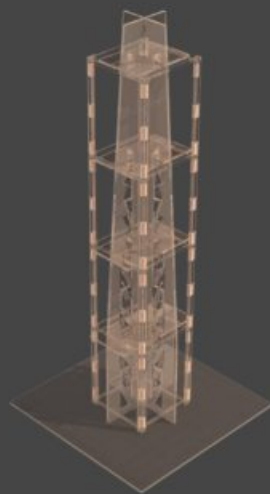
5-1 모형 제작순서



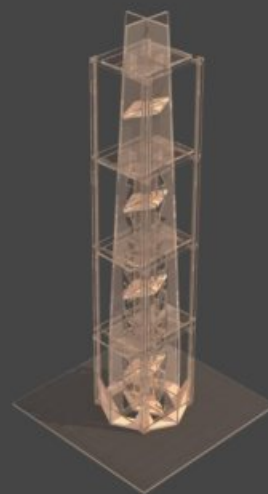
Step.1 FIN - WALL



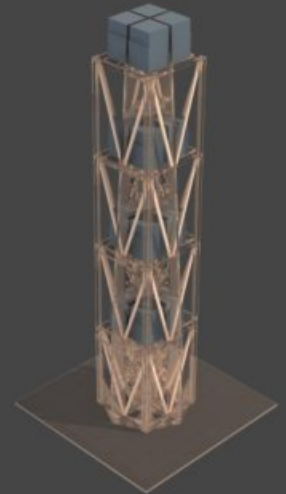
Step.2 외부 기둥



Step.3 기둥 보강



Step.4 비틀림 보강



Step.5 이중적재,가세

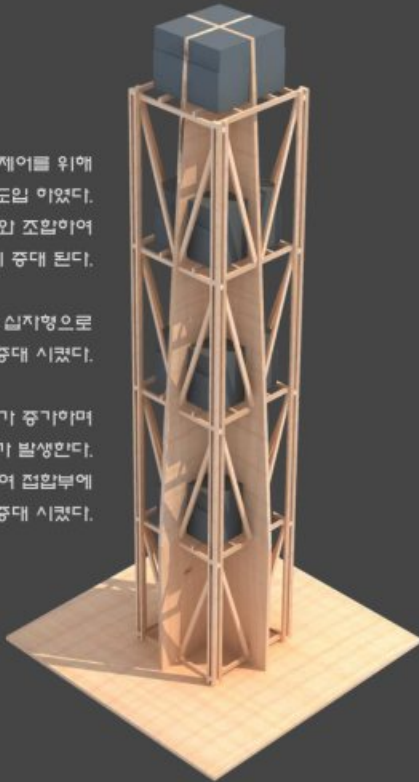
5-2 최종결론

BEFORE - Draft

지진 하중에 횡변위 제어를 위해
FIN - WALL 시스템을 도입 하였다.
FIN -WALL 시스템은 코어와 조합하여
사용시 효율성이 증대 된다.

본 구조물에서는 FIN - WALL을 십자형으로
배치하여 휨강성을 증대 시켰다.

건물의 고유주기가 길어 필수로 변위가 증가하며
접합부에 과도한 에너지가 발생한다.
가구식으로 접합하여 접합부에
강성을 증대 시켰다.



AFTER - Final Model

플레이트를 사용하여 FIN -WALL
부재를 가공할시 재료의
손실이 발생한다 남은부재를
가공하여 디옴과 같이 쓰었다.

FIN - WALL의 비틀림을 막기위해 보강
이중블록으로 인한 과도한 처짐을 보강
구조체에 과도한 전도모멘트가 발생하는것을
막기위해 기초부를 보강한다.
기둥에 상호간의 체결을 위해 보강



본 모형 조감도

THANK YOU