

Team Structurist

학교명 세종대학교
학 과 건축공학과
팀 이름 Structurist



팀 소개 세종대학교 건축공학과 구조동아리로써 사전적 의미는 구조주의자, 구조주의적이다. 항상 구조적으로 사고하며, 행동하는 것을 목표로 삼고 있다.

지도교수 이동규 교수님

▪ 최성화
팀장 & 구조해석

▪ 최영상
3D 모델링

▪ 문기정
모델제작 시험

▪ 정주영
구조설계

2015 SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST

초고층 건물은 **지진**에
과연 안전한가?!

대한민국의 랜드마크를 지켜라

Contents

01 Introduction

대회 개요

내진 설계 개념

02 Design & Analysis

구조물 개요

다양한 모델 실험 및 해석

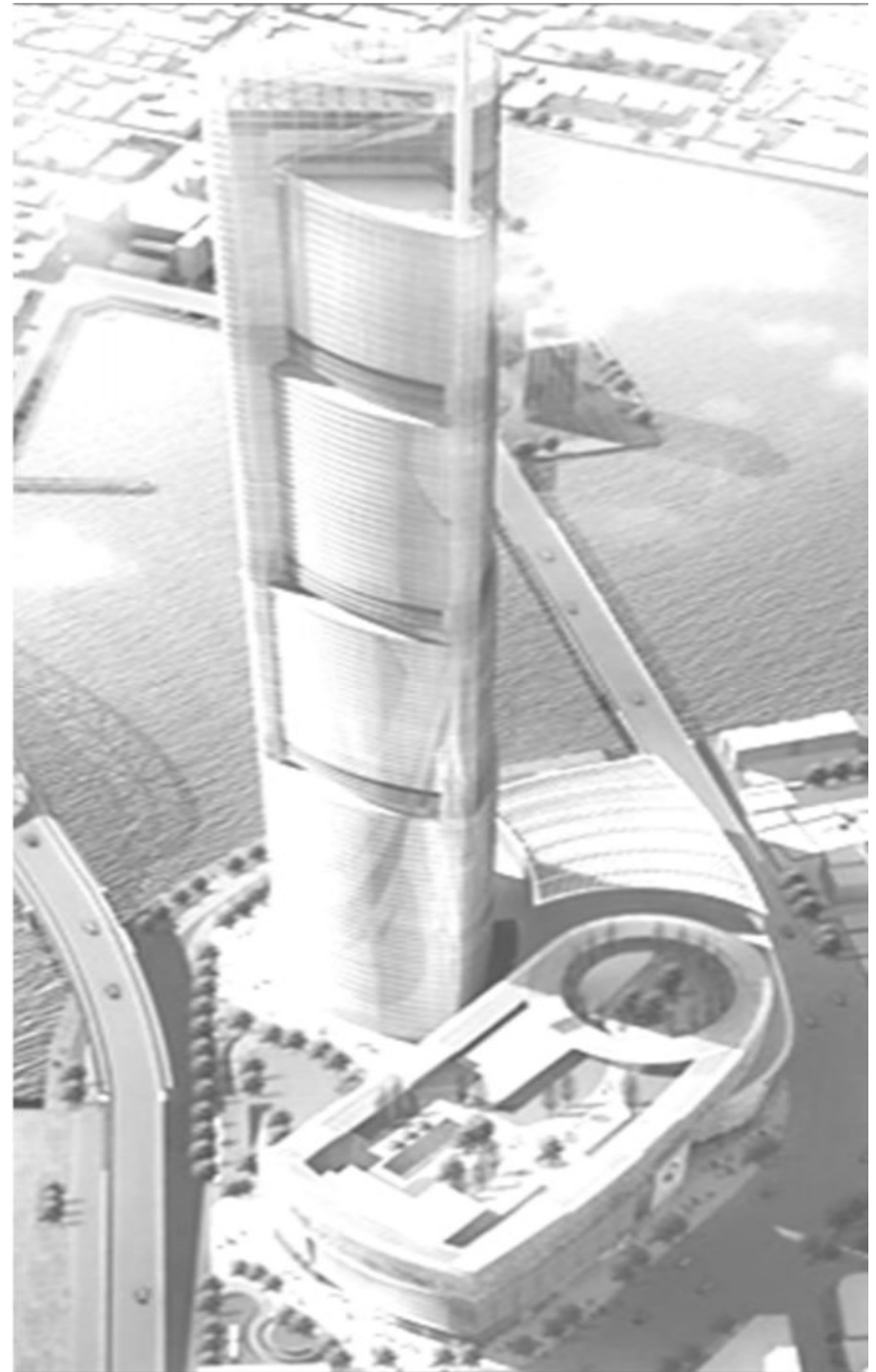
최종 구조물 3D 모델링 & 분석

03 Conclusion

작품 제작규정 검토

경제성 분석

시공성 분석



Introduction - 대회 개요

한국의 랜드마크로서 부산 해운대에 초고층 빌딩이
밀집

연약지반에 국내 최고층 건물이 신축 될 것

국내 내진설계 기준보다 더 큰 지진이 발생한다면?

1. 연약지반에서 장주기 성분의 진동을 전달

2. 초고층 건물은 높은 세장비로 인해
고유주기가 큰 장주기를 갖음



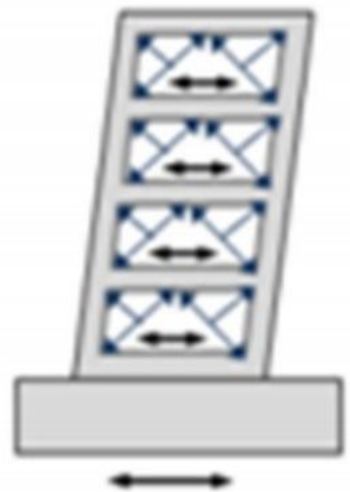


건물에서 공진현상이 일어나 더 큰
진폭의 지진력을 전달 받을 것

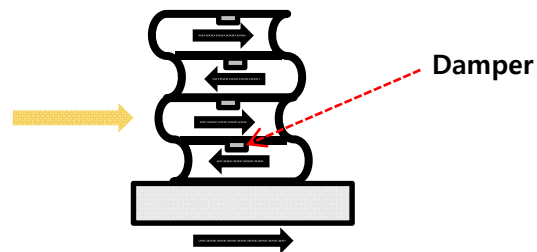
■ Key point



Introduction - 내진설계 개념

내진 Earthquake Resistant	면진 Seismic Isolation	제진 Seismic Control
<ul style="list-style-type: none"> • 면진과 제진의 개념을 포함 • 구조물의 강성을 증가시켜 지진력에 저항하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 건물과 지반 사이의 전단변형 장치를 설치하여 지반과 건물을 분리하는 방법 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조물의 내부나 외부에서 구조물의 진동에 대응한 제어력을 가하여 구조물의 진동을 저감시키거나, 구조물의 강성이나 감쇠 등을 변화시켜 구조물을 제어하는 것
		

제진 구조 : 각 층에 댐퍼를 설치 시 층간 분리 우려




내진구조, 면진구조 채택

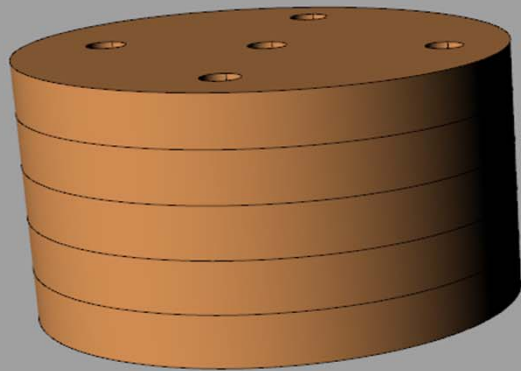
Design & Analysis - 구조물 개요

Damper

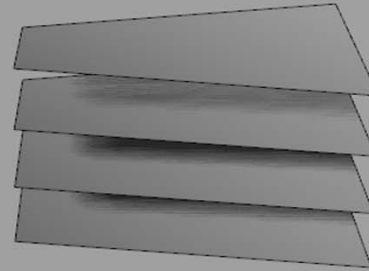
Concept



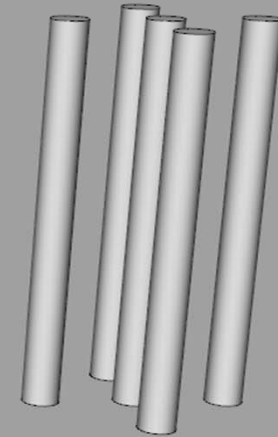
한발한발 계단을 올라가다 보면 목표에 도달하듯이, 차근차근 쌓아 면진에 도달한다.



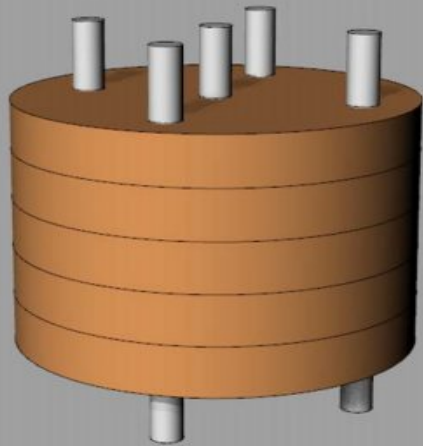
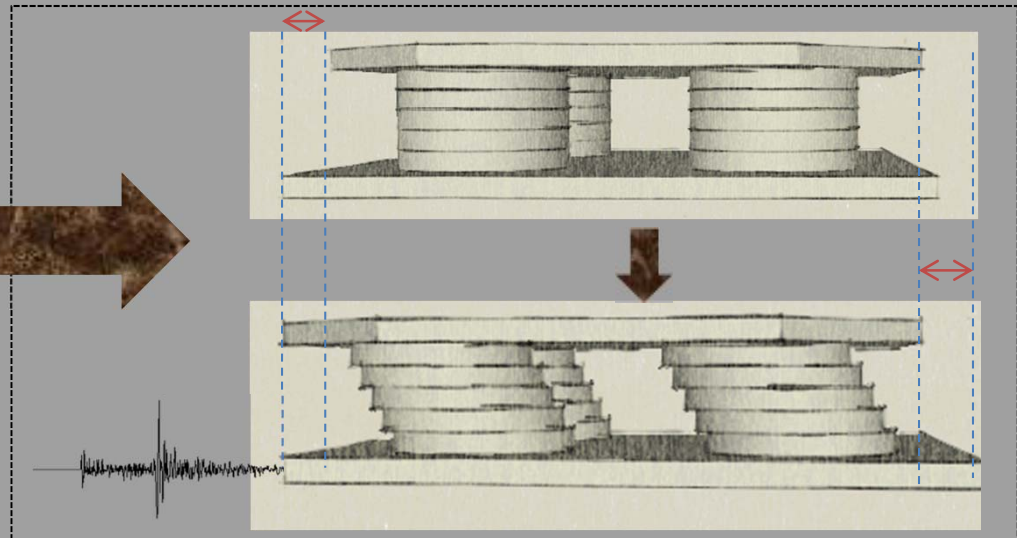
① 지름 5cm MDF 원판 5개 한 세트로 총 4세트 필요



② MDF 원판 사이에 마찰력을 상쇄 시켜줄 A4용지 삽입



③ 면줄을 이용하여 원의 중심과 테두리를 관통하면서 연결

Design & Analysis - 구조물 개요

1. Building Structure Summary

1) Project	대한민국의 랜드마크를 지켜라.
2) Address	부산
3) Building Type	초고층 건물
4) Floor/Height	1F Podium + Tower / GL + 850mm
5) Structure Form	MDF Plate + Strip

5. LRFD Load Combination

1) 1.4D
2) 1.2D + 1.0E

2. Design Code, Specification and Requirements

1) Korea Building Code, KBC 2009
2) American Society of Civil Engineers, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE 7-05
3) International Building Code, IBC 2006

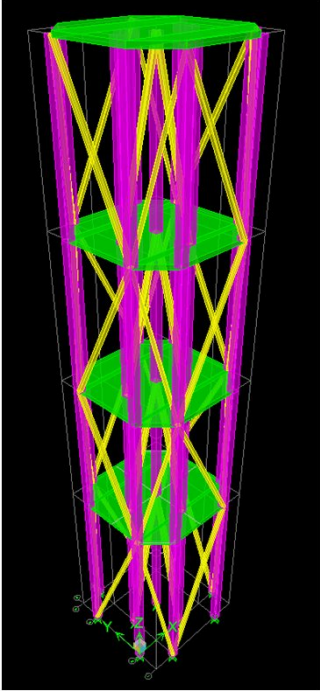
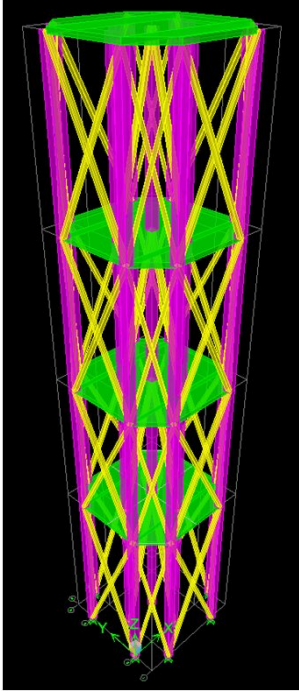
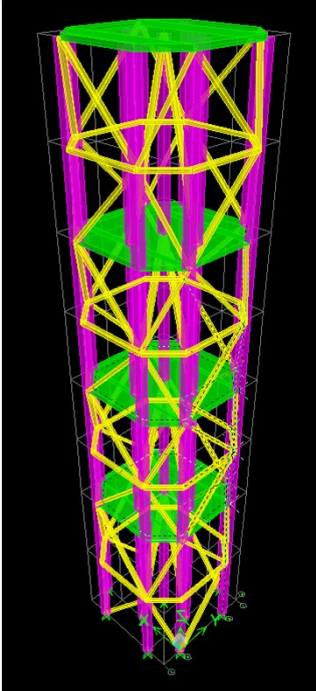
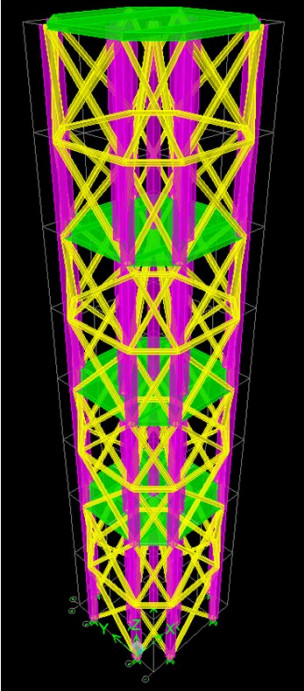
3. Structural Material Property

MDF	<p>: MDF that meet conditions of the Wood Handbook : Wood as an Engineering Material, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 1999</p> <ul style="list-style-type: none"> - Density = $0.75g/cm^2$ - Elastic Modulus = 4.0Gpa - Shear Modulus = 2.5Gpa - Thermal expansion = 12.0um/m-k
-----	---

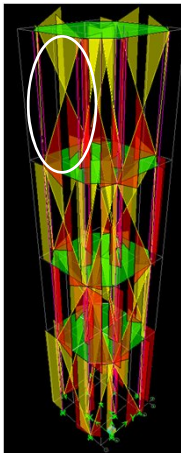
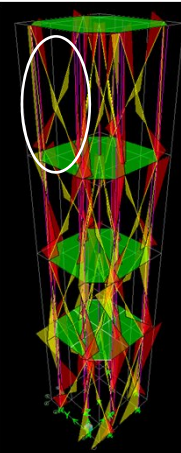
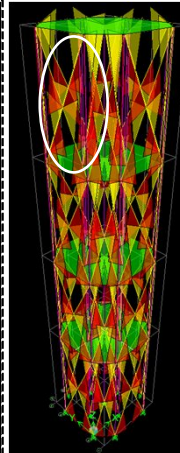
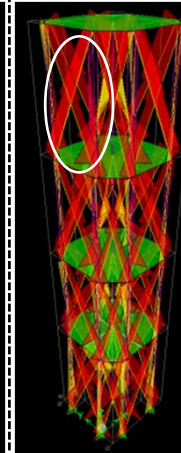
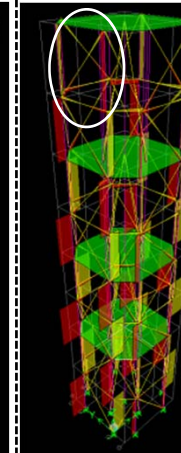
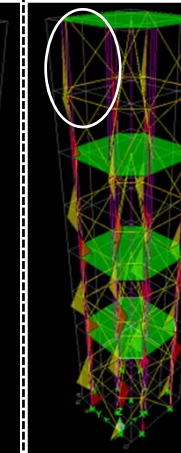
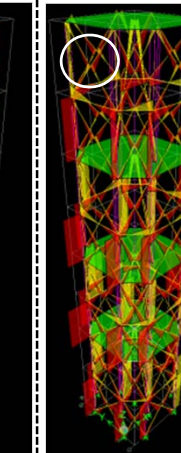
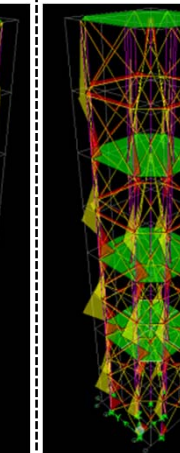
4. Seismic Load

1) Site Class = E
2) Lateral Resisting System : Special steel moment frames (R=8.0)
3) Importance Factor = 1.5 (Occupancy Categories : 4. Designated earthquake, hurricane, or other emergency shelters)
4) Values of approximate period parameters C_t and $x = C_t : 0.028, x : 0.8$ (Steel moment framing)

Design & Analysis - 다양한 모델 실험 및 해석 (ETABS 3D Model)

Case #1	Case #2	Case #3	Case #4
			
<p>Concept</p> <ul style="list-style-type: none"> - 4개의 코어 기둥 중 중앙기둥을 중심으로 나머지 4개의 기둥을 삼각형 형태로 연결 - 8개의 외각 기둥과 기둥 사이를 하나의 가새로 연결 	<p>Concept</p> <ul style="list-style-type: none"> - 코어 기둥은 Case #1과 같음 - 8개의 외각 기둥과 기둥 사이를 두 개의 가새로 연결(x자 형태) 	<p>Concept</p> <ul style="list-style-type: none"> - 코어 기둥은 Case #1과 같음 - 각층의 중앙부에 Belt Truss 설치 - 벨트 트러스와 각 층 사이를 하나의 가새로 연결 	<p>Concept</p> <ul style="list-style-type: none"> - 코어 기둥은 Case #1과 같음 - 각층의 중앙부에 Belt Truss 설치 - 벨트 트러스와 각 층 사이를 두 개의 가새로 연결(x자 형태)

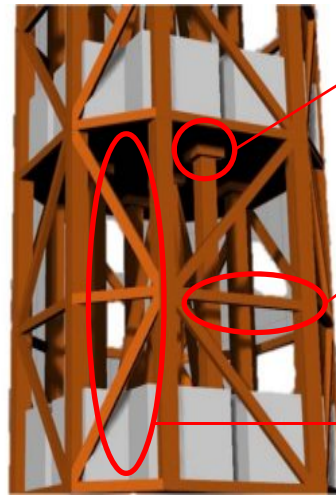
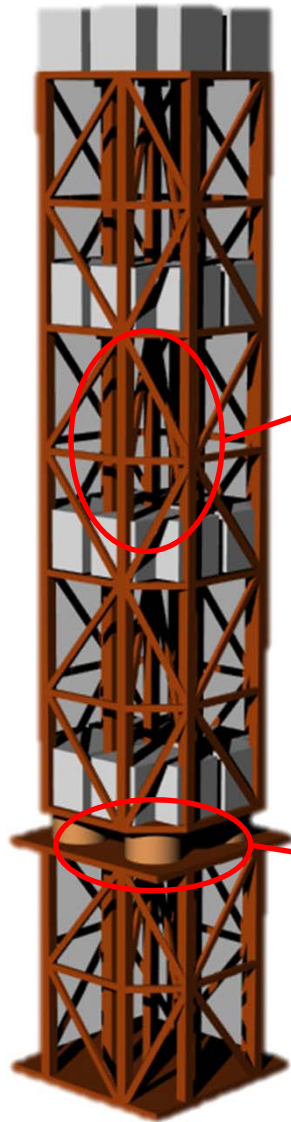
Design & Analysis - 구조물 해석 및 선정

Case #1		Case #2		Case #3		Case #4	
							
Shear 2-axis	Moment 3-axis	Shear 2-axis	Moment 3-axis	Shear 2-axis	Moment 3-axis	Shear 3-axis	Moment 3-axis
Comment							
Case #1과 Case#2 모델에서 Bracing 부분에 전단력과 모멘트가 필요 이상으로 많이 발생함으로 볼 때 Bracing 보강을 위해 Bracing이 두꺼워져야 할 것 같으므로 경제성을 고려할 때 모델선정 대상에서 제외				Case #3은 Belt Truss가있는 Single Bracing 구조로써 전단과, 모멘트의 분배가 균형적으로 전달 됨을 확인 최종 구조물 선정		Case #4는 Bracing 중심부 접합부분에 많은 하중이 전달됨으로, Bracing접합부분의 파괴가 염려되며, 시공성과 경제성 부분을 고려해볼 때도 Case #3이 유리함. 그럼으로 모델선정 대상에서 제외	
Structural Natural Periodicity							
1차 모드 : 0.7890초 2차 모드 : 0.7889초 3차 모드 : 0.4858초		1차 모드 : 0.6536초 2차 모드 : 0.6535초 3차 모드 : 0.3693초		1차 모드 : 0.6362초 2차 모드 : 0.6361초 3차 모드 : 0.3182초		1차 모드 : 0.5551초 2차 모드 : 0.5550초 3차 모드 : 0.2417초	

본 대회에서 제시된 스펙트럼의 최대가속도 범위인 $0.06 < t < 2.00$ 초 안에 들어옴. 즉 최대 가속도를 피할 수 없음

Design & Analysis

- 최종 구조물 (Case 3) 3D 모델링 & 분석



Drop Panel Transform
 Later Force에 의한 전단력을 보강하기 위해 기둥과 슬라브의 접합 면적을 증가시켜 접합부 강성 증대 효과

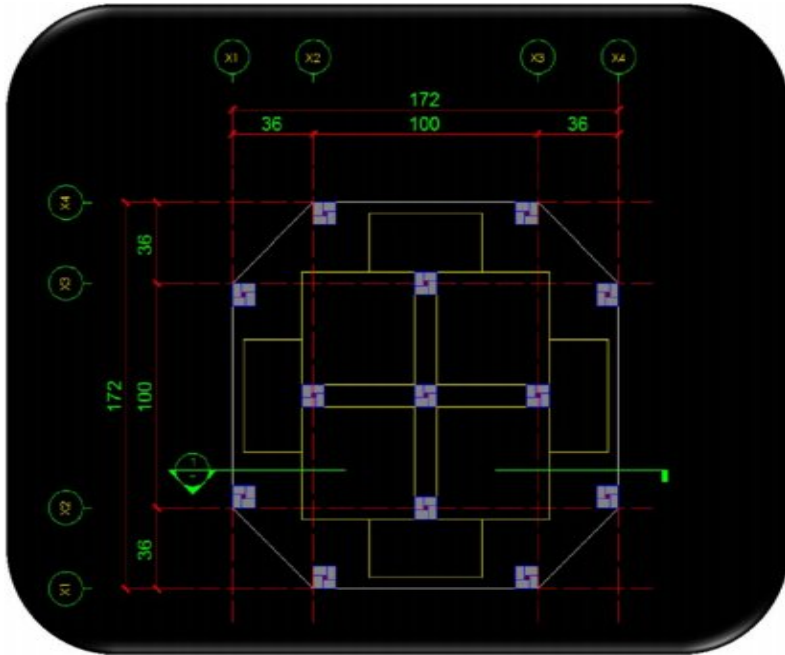
Belt Truss
 외각 기둥을 서로 연결시켜 추가적인 강성 확보 및 하중 분담 역할을 함

Single Bracing
 외각 기둥을 서로 연결시켜 추가적인 강성 확보 및 하중분담 역할을 함



LRB System
 MDF 패널과 면줄을 이용하여 만든 LRB System(면진) 으로 2층과 1층을 분리하여 지진에 효과적으로 대응함
 LRB System(면진)을 1층이 아닌 2층에 설치한 이유는 하중 블록이 2층부터 설치되는데 만일 1층에 면진 장치가 설치 될 경우 지진이 발생할 때 1층에서 2층 높이만큼의 추가 모멘트가 발생할 것으로 고려되어, 이 모멘트를 없애고자 하중 블록이 설치되기 시작하는 2층 바닥 바로 밑에 면진 장치를 설치함

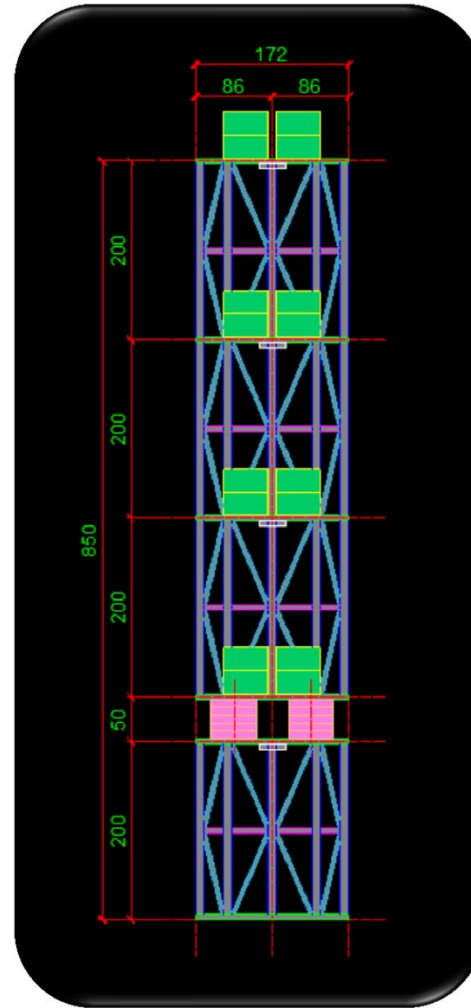
Design & Analysis - 작품 제작 검토



평면도

“평면도”

1. 외각 기둥 둘레
= 26692cm^2 로 기준 30000cm^2 미만 충족
2. 각 층에 하중블럭 12개씩(6kg) 설치하여 기준 6kg 충족



단면도

“단면도”

1. 1층 높이 25cm, 2~4층 높이 20cm로
기준 각 층 높이 20~30cm 충족
2. 총 높이 85cm로 기준 90cm 충족



Layer

Conclusion - 경제성 검토

MDF Strip	Length(mm)
Belt Truss	604
Bracing(Exterior)	9,440
Bracing(Interior)	4,080
Column	41,600
Total	55,724

MDF Plate	EA
Floor	5
LRB System	5
Drop Panel	0
Total	10

재료명	단위	규격	수량	단가 (백만원)	비고	총액 (백만원)
기초판	개	400mm×400mm×6mm	1	-	기본 제공	-
MDF Strip	개	6mm×4mm×600mm	93	10	-	930
MDF Plate	개	200mm×200mm×6mm	10	100	-	1,000
면줄	식	600mm	4	10	-	40
A4지	장	A4	-	10	-	-
접착제	개	20g	2	200	-	400

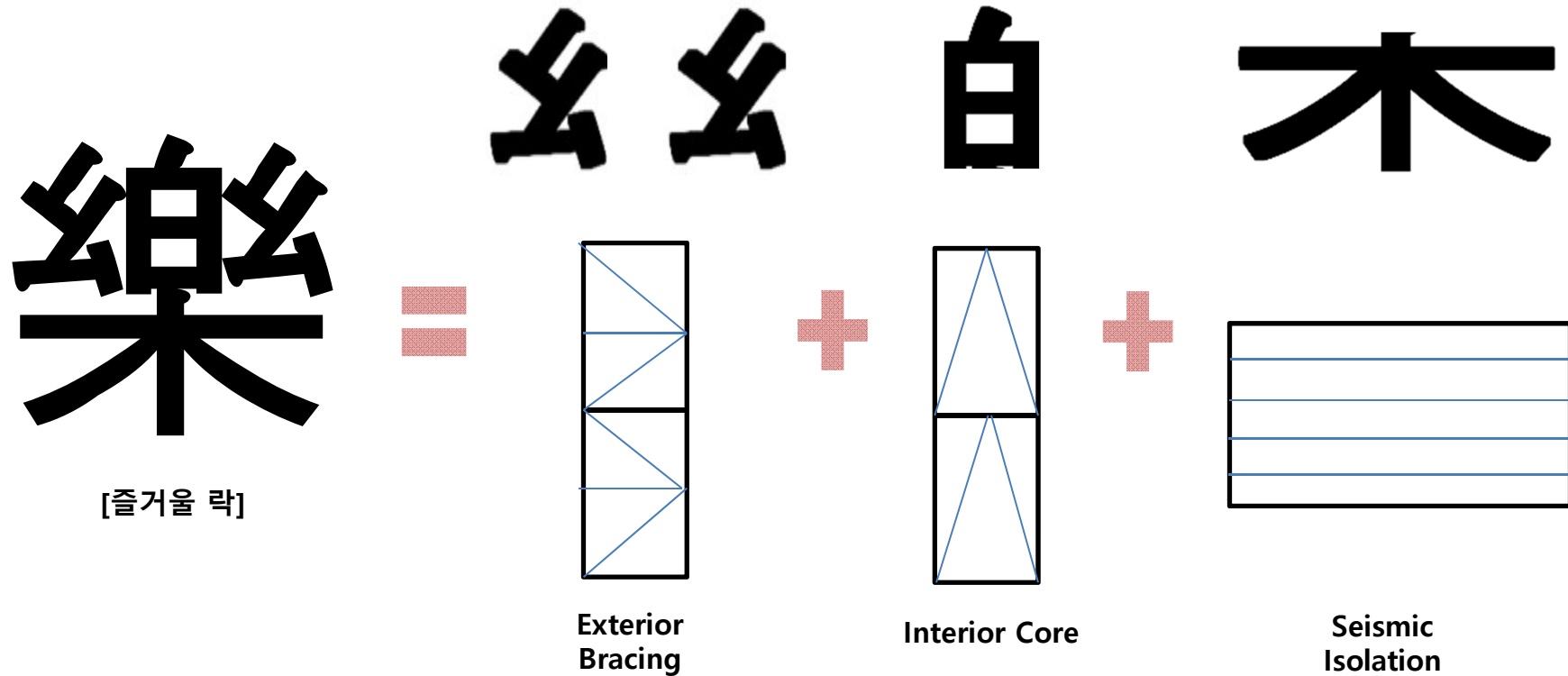
Total = 2,3700,000,000₩ (기준 2,400백 만원 충족)

- Drop Panel은 Floor 와 LRB System에
서 남은 조각들을 사용하여 만듦

Conclusion - 시공성 검토

	1시간	2시간	3시간	4시간	5시간
재료 재단	■				
1층 구조물	■				
2층 구조물	■				
3층 구조물	■				
면진 장치	■				
4층 구조물		■			
2,3층 접합		■			
2,3층과 4층 접합			■		
1층과 면진 장치 접합			■		
모든 구조물 접합			■		
마무리, 정리				■	

“If you can’t *avoid it, Enjoy it.*”



구조물이 흔들리면서 지진을 즐기듯이,
저희도 대회를 즐기겠습니다.



Thank You !!