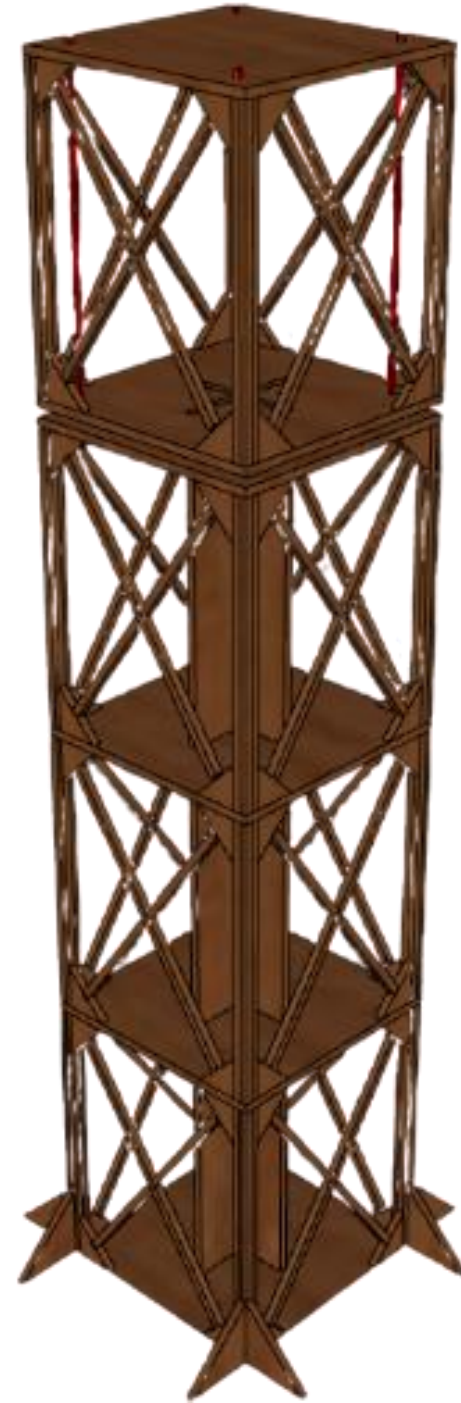


2025 구조물 내진설계 경진대회

한국해양대학교 해양공간건축학부
“DAOS”

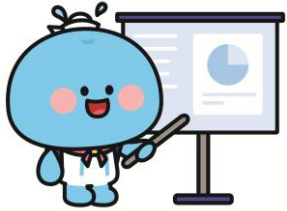
“ 구조물 붕괴방지를 위한 내진 설계 ”



CONTENTS

01. Intro

- 팀 소개
- 대회 규정 분석
- 내진 설계
- 지진파 분석
- 재료 물성치 분석



02. Main

- 구조물 설계 분석
- 실험 및 분석
- 최종 설계안
- 평면도 & 입면도

03. Conclusion

- 시공성 분석
- 경제성 분석

팀 소개



Department of Architecture and Ocean Space 의 축약어로 건축과 해양공간 설계의 융합적 연구를 통해 혁신적인 구조 설계 방안을 모색하는 팀으로 창의적인 아이디어를 바탕으로, 안전하고 경제적인 설계 솔루션을 구현하고자 합니다. 이번 대회를 통해 내진 기술 적용 경험을 쌓고, 차별화된 구조 시스템을 제시하는 것을 목표로 합니다.

자문 위원

송화철

- 자문 및 지도교수

팀 원

박준민(팀장)

- 대회규정 분석
- 3D 모델링
- 시공성 분석
- 구조물 제작
- 실험

권윤수

- 아이디어 제시
- 구조 해석
- 구조물 제작
- 실험

강찬희

- 아이디어 제시
- 경제성 분석
- 구조물 제작
- 실험

서정민

- 설계제안서 제작
- 지진파 및 물성치 분석
- 구조물 제작
- 실험

대회 규정 분석

구조물 제작 및 심사기준

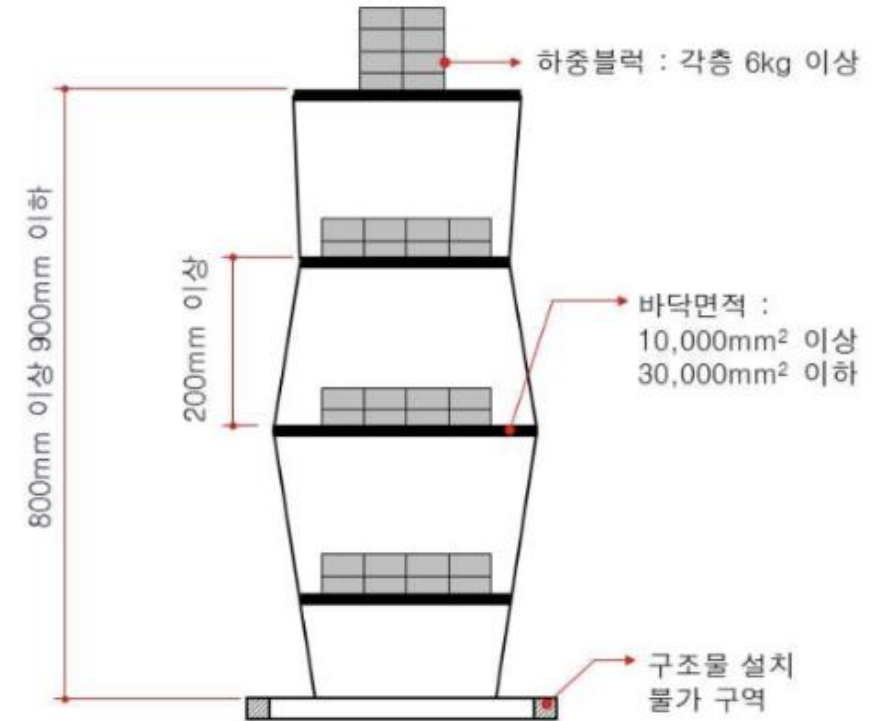
1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
4. 2,400년 빈도 지진발생 시 **붕괴방지 수준 내진설계**
5. 설계지진 초과 시 **구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계**
6. **시공성과 경제성**을 고려하고 구조물의 심미성과 **창의성**을 추구하는 설계
7. 구조해석 능력 외 도면화 수량산출 및 내역작성 기술

구조물의 붕괴 메커니즘과 시공성, 경제성 또한 창의성까지 고려한 구조물 붕괴방지를 위한 내진설계

평가 기준

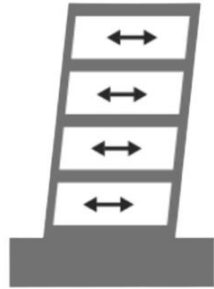
구성	평가내용	배점(100)	
1단계	제안형식의 기능성, 독창성, 디자인우수성	10	
	내진구조에 대한 이해 및 설계 능력	7	
	붕괴 메커니즘에 대한 이해 및 설계	3	
2단계	설계안 설명(발표 및 토론)		10
	모형제작 및 Shaking Table실험	시공성 : 10	70
		경제성 : 10	
		구조성 : 10	

구조물 제작 규정



내진 설계

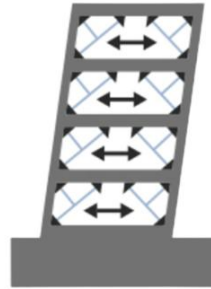
내진 설계



MEGA 기둥
중양 코어 기둥
헌치

구조물 자체의 강성과 강도를 높여 지진 하중에 직접 저항하도록 설계하는 구조

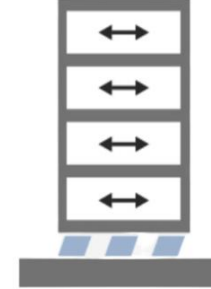
제진 설계



X자 가새

진동 제어 장치를 이용해 지진이나 바람으로 발생하는 진동 에너지를 흡수·감쇠시키는 구조

면진 설계



면진 판

지반과 구조물 사이에 면진 장치를 설치하여 지진 에너지가 직접 전달되지 않도록 차단하는 구조

지진파 분석

재현주기(년)	유효수평지반가속도(S)	위험도계수(I)	지진구역계수(Z)	구조물의 성능 기준
500	0.3g	1.0	0.3g	기능수행
2400	0.6g	2.0	0.6g	붕괴방지

유효수평지반가속도	500년	2400년
단주기 설계 스펙트럼 가속도(SOS)	0.75g	1.5g
1초주기 설계 스펙트럼 가속도(SO1)	0.3g	0.6g

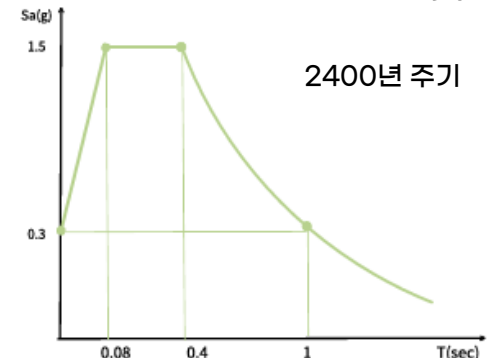
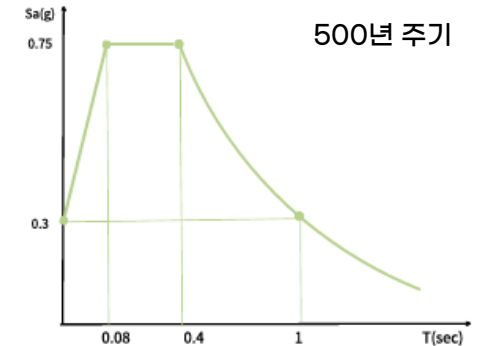
지반응답증폭계수	
단주기(Fe)	1.5
1초 주기(Fv)	1.5

* 구조물 고유 주기
500년&2400년 주기

$$T_o = 0.2 \times \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = 0.08s$$

$$T_o = \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = 0.4s$$

=> 0.08s ~ 0.4sec 에서 설계 스펙트럼 가속도 최대



재료 물성치 분석

기둥 물성치

$$E = \frac{PL}{3\delta I} \rightarrow \delta = \frac{PL^3}{3EI}$$

δ : 변위(mm)

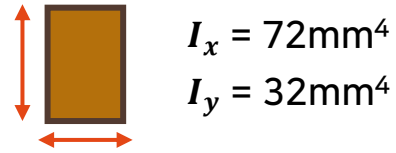
I : 단면 2차 모멘트(mm⁴)

P : 하중(N)

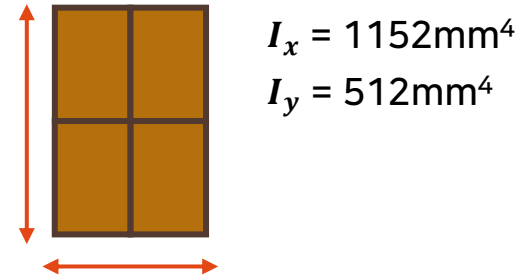
L : 길이(mm)

단면 형상

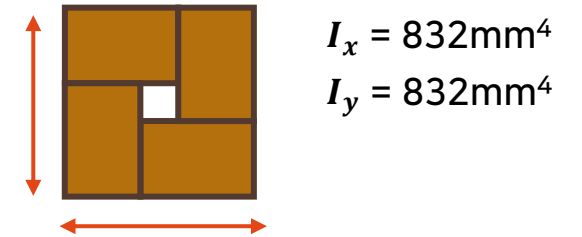
① 4X6 mm²



② 8X12 mm²



③ 10X10 mm²



⇒ 강축과 약축의 구분이 없어 동등한 단면성능을 확보할 수 있는 단면형상 ③ 방안을 선택

마찰면 마찰계수

면진판과 슬라브 사이에 MDF재질, 이물질 등으로 인해 마찰력이 증가하여 면진효과 저하 ⇒ 면진판 사이의 마찰력 감소가 필요

$$F_k = \mu_k N \rightarrow \mu_k = \frac{F}{N} = \frac{F}{mg}$$

μ_k : 마찰 계수

F : 마찰력

m : 질량

g : 중력가속도(약 9.8m/s²)

$N = mg$: 수직항력

	MDF-MDF	MDF-A4	A4-A4	MDF-고무줄	A4-고무줄
하중(N)	18.6N	15.6N	15.3N	14.7N	12.4N
질량(m)	6kg	6kg	6kg	6kg	6kg
운동 마찰 계수	0.316	0.265	0.26	0.25	0.21

⇒ 마찰력 감소를 위해 면진판에 A4를 덧붙이고, 고무줄 활용

구조물 설계 분석

1차 설계안

▶ X자 가새

변위가 가장작은 X자 가새 선정
수평 전단력 부담
1~4층 각 4곳에 설치



▶ 중심 메가 칼럼

강성 강화
3층까지 연결해
4~5층의 거대한 하중 부담



▶ 탄성활용 면진시스템

마찰력 감소를 위해 3층과 4층 사이에 종이를 감싼 면진판 설치
면진 고무줄의 탄성을 활용한 4층 구조물의 면진
면진층에서 상하부 거동시 충격 흡수를 위한 종이 댐퍼를 설치

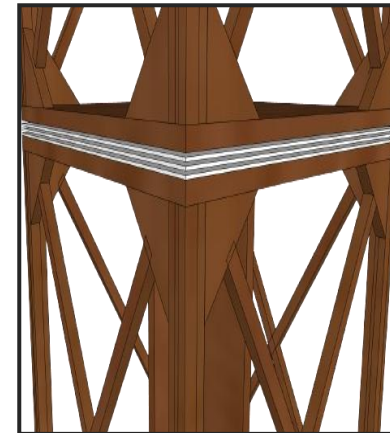


▶ 삼각 플레이트

접합부 강성 강화
횡력 저항성 증대
남은 플레이트 자투리 부분 활용

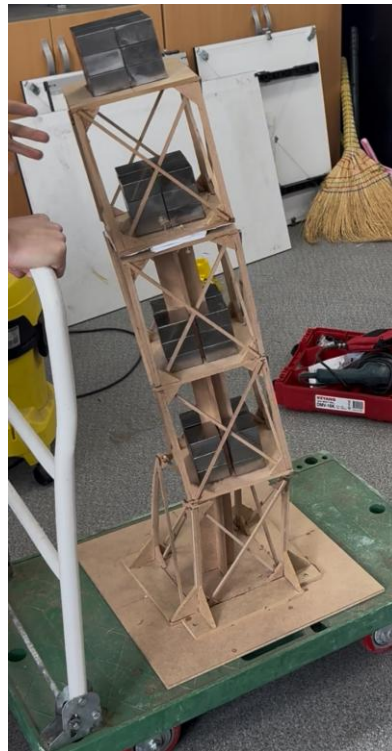
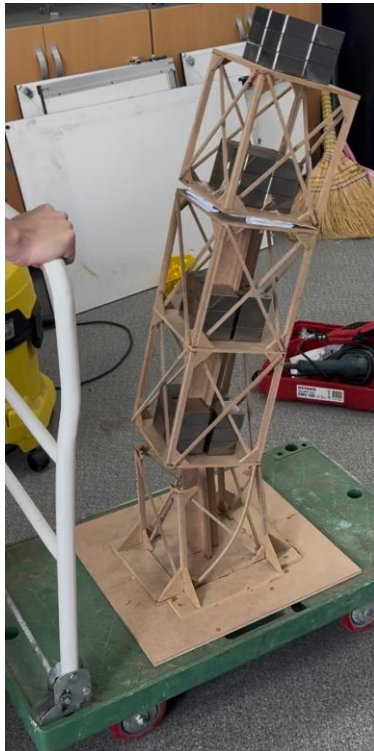
▶ 바닥판 기둥 보강 플레이트

바닥판과 구조물 사이의 이탈 방지



1차 제작 및 실험

※ 실험방법: 수레를 사용하여 가속도를 서서히 높여서 파단이 일어나는 구간 측정



0.3g 파괴

- ▶ 1층 기둥과 2층 슬라브 접착면 분리
- ▶ 1층 가새 및 기둥 파단

▶ 파단원인 분석 및 보정

고무줄을 짧게 사용하여 탄성 작용이 거의 일어나지 않음

→ 고무줄의 길이를 늘리기 위해 묶는 방식을 변경

종이 댐퍼가 면진 고무줄의 탄성 작용을 방해함

→ 종이 댐퍼를 없애고 면진 고무줄(1)의 탄성을 조절할 수 있는
또 다른 연결방식의 제어 고무줄(2)을 도입

구조물 1,2층의 분리가 일어나 접착성을 늘려야 함

→ 1층 슬라브 코어에 삼각 플레이트를 덧대어 접착면적을 늘림

최종 설계안

2차 제작 및 실험



0.7g 파괴

- ▶ 4층 가새 파손
- ▶ 4층 기둥과 5층 슬라브 접착면이 분리
- ▶ 4층 기둥에서 파단

▶ X자 가새

변위가 가장작은 X자 가새 선정
수평 전단력 부담
1~4층 각 4곳에 설치

▶ 중심 메가 칼럼

강성 강화
3층까지 연결해
4~5층의 거대한 하중 부담

▶ 바닥판 기둥 보강 플레이트

바닥판과 구조물 사이의
이탈 방지

▶ 삼각 플레이트

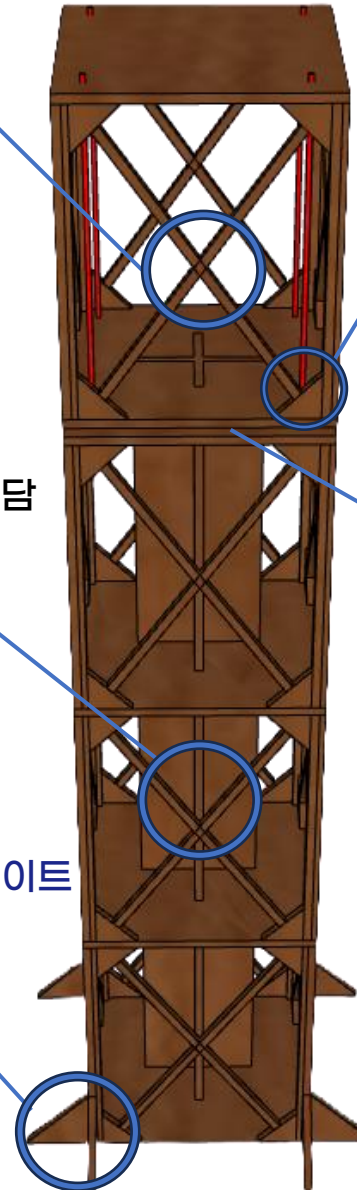
접합부 강성 강화
휨력 저항성 증대
남은 플레이트 자투리 부분 활용

▶ 탄성활용 면진시스템

마찰력 감소를 위해 3층과 4층
사이에 종이를 감싼 면진판 설치

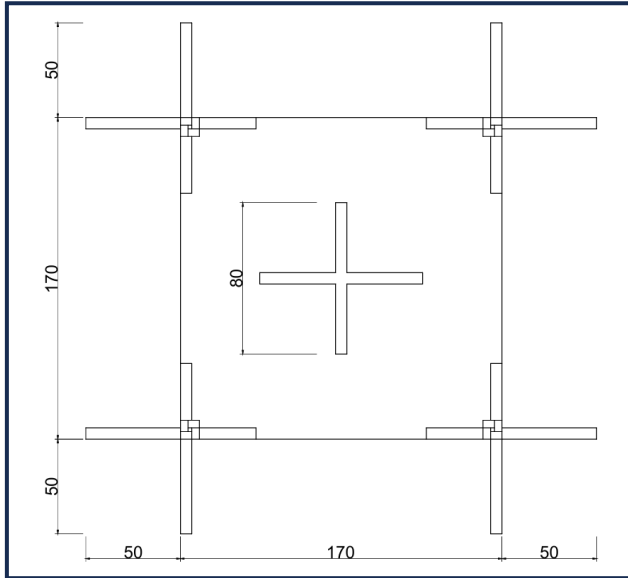
면진 고무줄의 탄성을 활용한
4층 구조물의 면진

4~5층 제어 역할 고무줄을 설치해
면진 고무줄의 탄성을 제어

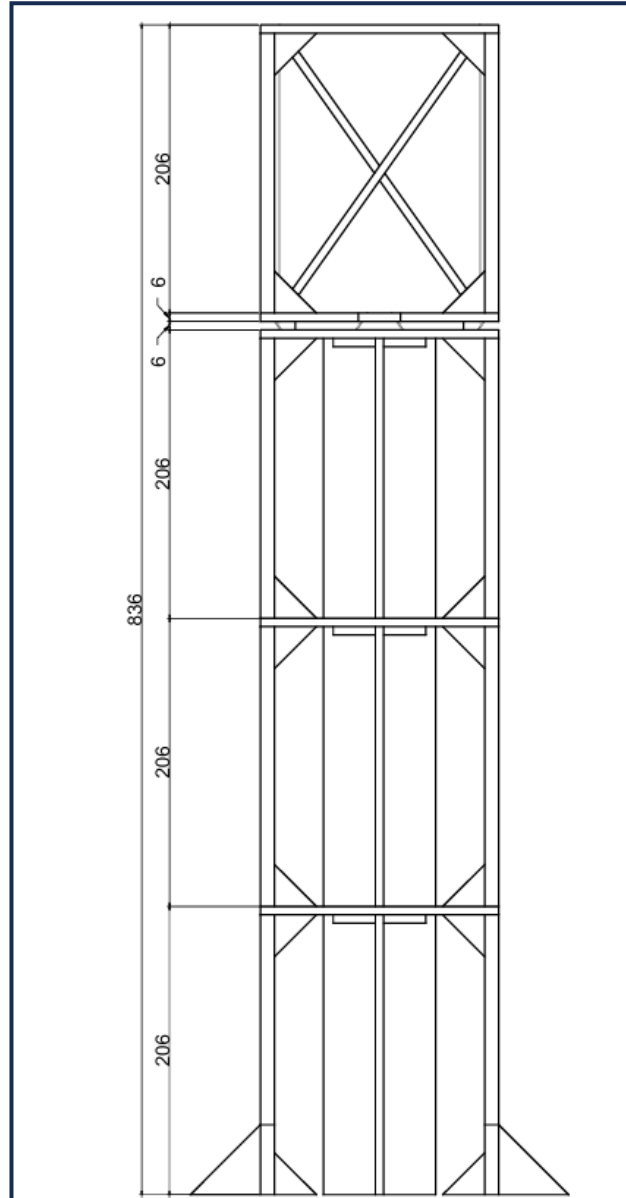
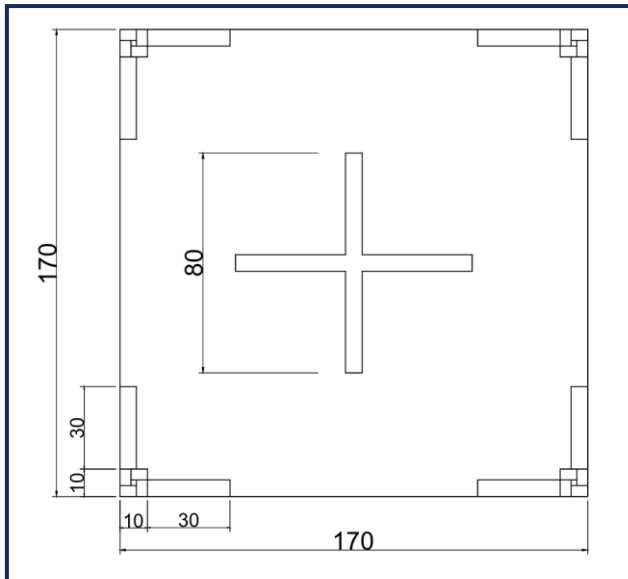


평면도 & 입면도

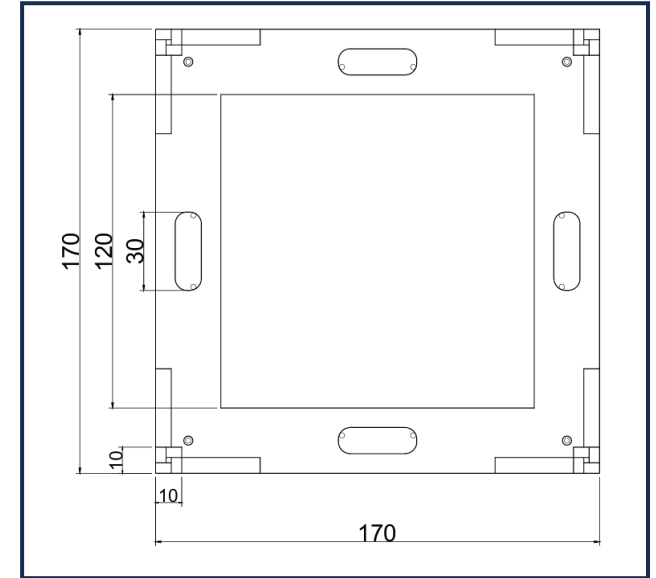
1층



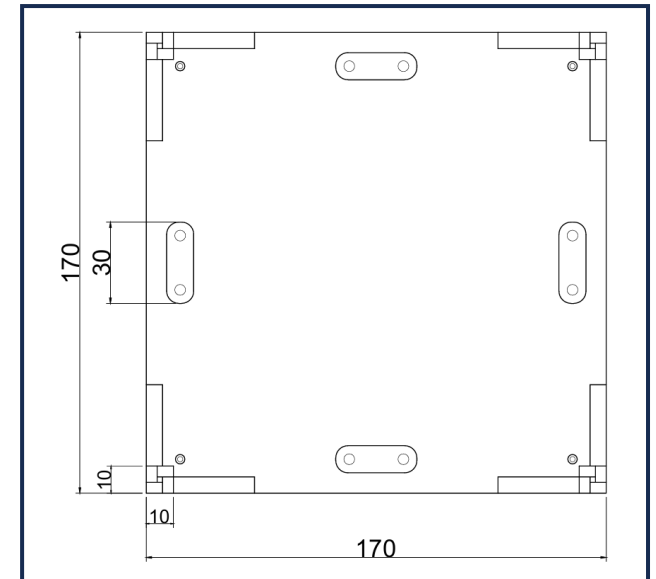
2, 3층



면진판



4층
바닥판



시공성 분석(공정표)

구분		소요시간											
		1시간				2시간				3시간			
		15분	30분	45분	60분	15분	30분	45분	60분	15분	30분	45분	60분
제작	기둥, 코어	████████████████████											
	슬래브 제작		████████████████████										
	면진층 제작 및 천공			████████████████████									
	보강재 제작			████████████████████									
시공	기둥, 코어, 슬래브 시공		████████████████████										
	가새, 현치					████████████████████							
	면진층 시공					████████████████████							
	상부층 시공						████████████████████						
	고무줄 설치							████████████████████					
마감	하중블럭 설치								████████████████████				
	진동대 기초판 연결								████████████████████				
총 공정 시간										2시간 20분			

경제성 분석(적산표)

부재명	부재 규격(가로 X 세로 X 높이)	단가(백만원)	수량	합계(백만원)
MDP Plate	400mm X 400mm X 6mm	-	1	기본제공
MDF Strip	600mm X 4mm X 6mm	10	38	380
MDF Plate	200mm X 200mm X 6mm	100	8	800
스트링 고무줄	600mm	40	1	40
A4 용지	A4	10	3	30
접착제	20g	200	3	600
총액				1850