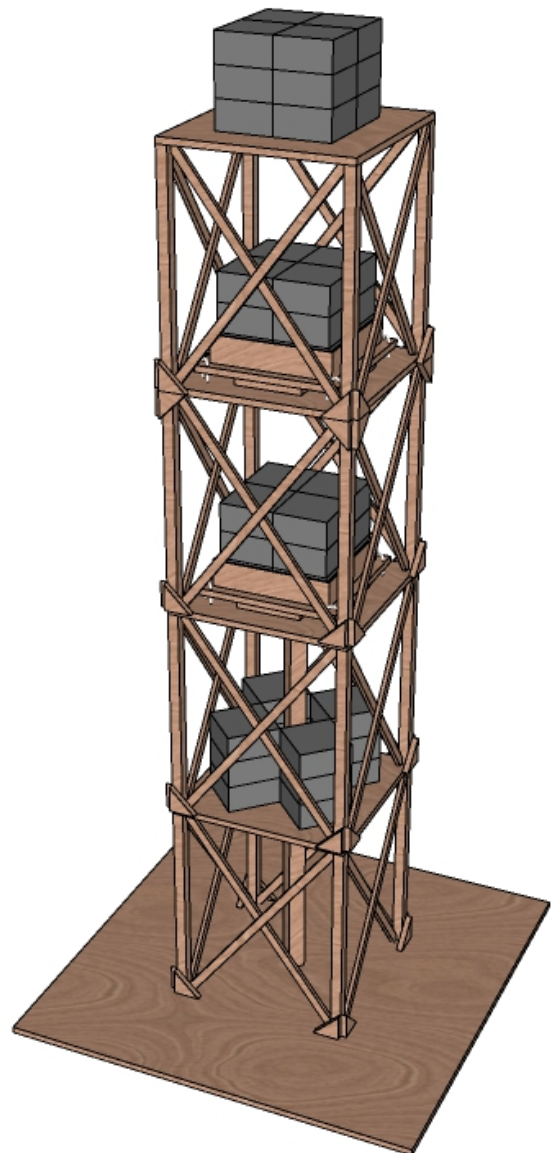


2024 구조물 내진설계 경진대회

지도 교수 : 홍 기 증 교수님

팀 명 : 흔 드 림 즈

대 학 : 국 민 대 학 교



목차

01

설계 기준 및 내진 전략

- 구조물 규정 및 심사기준
- 내진 설계 개념 및 전략

02

지진파 및 물성치 분석

- 지진파 분석
- 기동 단면 구성 및 물성치 분석

03

구조물 실험 및 해석

- 구조물 실험
- 구조물 해석

04

구조 설계 및 분석

- 구조물 제작
- 상세설계

05

최종 모델 도면

06

공정 / 원가 관리

팀원 구성 및 역할

홍기증 교수님

김지환 팀장

- 도면 제작
- 3D 모델링
- 구조물 제작

백승민

- 물성치 및 지진파 분석
- 경제성 파악
- 구조물 제작

윤하연

- 아이디어 구상
- 제안서 작성
- 구조물 제작

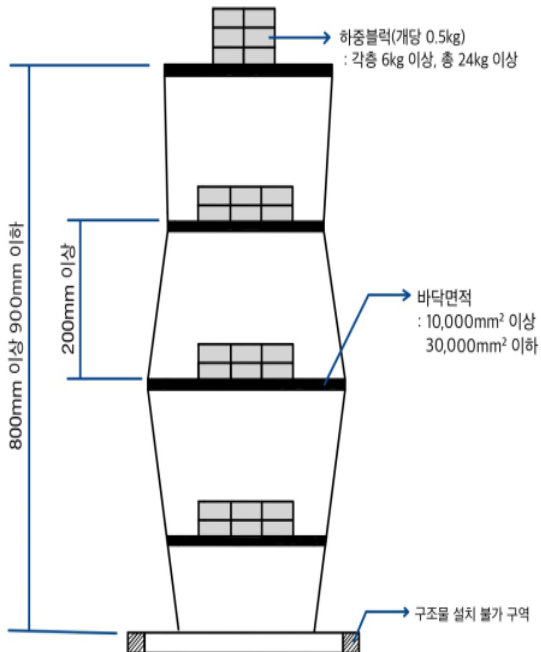
장주희

- 대회 규정 분석
- 구조물 해석
- 구조물 제작

01 설계 기준 및 내진 전략

01 구조물 규정 및 심사기준

☑ 구조물 규정

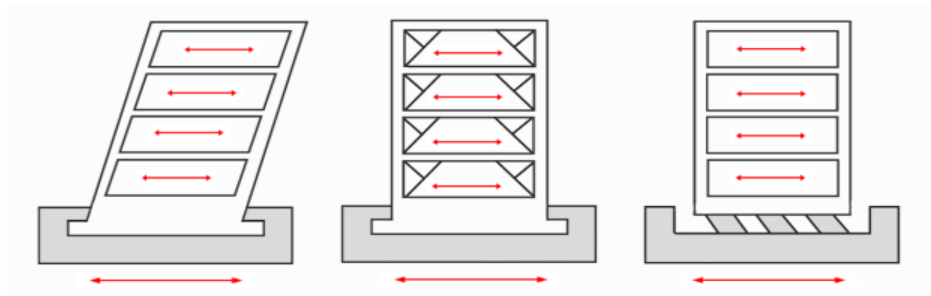


☑ 세부 규정

재료명	단위	규격	단가(백만원)
MDF Base	개	400*400*6 (mm³)	-
MDF Strip	개	600*4*6 (mm³)	10
MDF Plate	개	200*200*6 (mm³)	100
스트링 고무줄	식	600 (mm)	40
A4지	장	A4	10
접착제	개	20 (g)	200

- 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
- 설계지진 초과 시 구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
- 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

02 내진 설계 개념 및 전략



내진

구조물의 강성을 증진시켜
지진력에 저항하는 설계

제진

구조물에 부여되는 지진에너지
를 제진장치로 상쇄시키는 설계

면진

면진장치를 이용하여 지반과 건물을 분
리시켜 지진에너지를 분산시키는 설계

구조물 보강재를 이용하여 강성을 증진시키기 위한 **내진설계**



면진 장치인 롤러를 이용하여 지반과 구조물을 분리시켜 지진에너지 분산시키려는 **면진설계**

02 지진파 및 물성치 분석

☑ 지진파 분석

재현주기(년)	유효수평지반가속도(S)
500	0.3g
2,400	0.6g

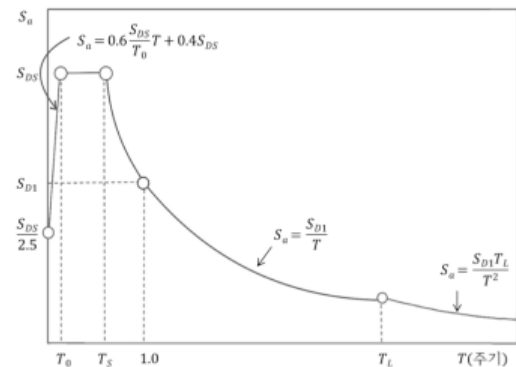
구조물의 고유주기	500년	2,400년
$T_0=0.2S_{D1}/S_{Ds}$	0.08 sec	0.08 sec
$T_s=S_{D1}/S_{Ds}$	0.4 sec	0.4 sec

지반응답증폭계수	
단주기 (F_a)	1.5
1초 주기 (F_v)	1.5

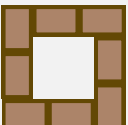
	500년	2,400년
단주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{Ds})	0.75g	1.5g
1초주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{D1})	0.3g	0.6g

* $S_{Ds}=S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$ / $S_{D1}=S \times F_v \times 2/3$

→ 0.08 ~ 0.4 sec에서 설계 스펙트럼 가속도 최대



☑ 기둥 단면 구성 및 물성치 분석

단면형상	단면2차 모멘트 (mm ⁴)	하중 (N)	처짐 (mm)	보의 길이 (mm)	탄성계수 (N/mm ²)
 10×10 (mm ²)	$I_x=I_y$ 832	3.92	41	300	1,367.87
 16×16 (mm ²)	$I_x=I_y$ 5,120	3.92	20	400	816.67
 4×6 (mm ²)	$I_x=72$	0.98	30	200	1,209.88
 6×4 (mm ²)	$I_y=32$	0.98	98	200	833.33
 X자 가새	$I_x=144$ $I_y=256$	4.9	10	100	$I_x=1,134.26$ $I_y=638.02$

물성치 분석



캔틸레버 보 처짐 공식 이용

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

03 구조물 실험 및 해석

01 구조물 실험

☑ 1차 실험



- 스트링 고무줄로 면진층을 구조물과 완전히 분리시켜 제작

[결과]

- 0.3G에서 파괴
- 하중블록이 추락하면서 구조물 붕괴

[보완점]

- 시공하는 데에 있어 어려움이 있음
- 전반적인 면진 설계 방향 수정 필요

☑ 2차 실험



- 플레이트 3개 사이의 마찰을 이용하여 X축, Y축 거동 가능한 면진장치 제작

[결과]

- 0.4G에서 파괴
- 면진장치가 전도되어 구조물 붕괴

[보완점]

- 면진장치가 유연하게 미끄러지지 않아 면진 효과 없음
- 면진장치가 유연하게 움직일 수 있는 방법 필요

☑ 3차 실험



- 롤러와 플레이트 3개 이용하여 X축, Y축 거동 가능한 면진장치 제작

[결과]

- 0.6G에서 파괴
- 원활한 면진장치 거동
- 면진장치가 전도되어 구조물 붕괴

[보완점]

- 면진장치 제작에 자재가 많이 필요하여 비경제적
- 자재를 절감하는 방법 필요

☑ 4차 실험



- 롤러와 플레이트 2개 이용하여 X축, Y축 거동 가능한 면진장치 제작
- 3,4층에 'ㅅ'자 가새 이용

[결과]

- 0.5G에서 파괴
- 원활한 면진장치 거동
- 2층 슬래브의 기둥이 전단에 의해 파괴되어 구조물 붕괴

[보완점]

- 전반적으로 구조물의 강성이 약해 구조물 붕괴
- 구조물의 강성을 증가시키는 방법 필요

03 구조물 실험 및 해석

✓ 최종 실험



- 롤러와 플레이트 2개를 이용하여 X축, Y축 거동이 가능하도록 면진장치 제작
- 접합 부분에 삼각 플레이트 결합
- 3,4층의 가새를 X자 가새로 재변경

[결과]

- 0.7G에서 파괴
- 4층의 면진장치가 전도되어 구조물 붕괴

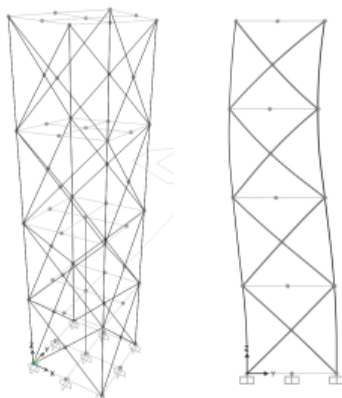
[최종 효과]

- 효과적인 면진장치 거동
- X자 가새로 구조물의 3,4층 강성 증가
- 슬래브 제작 후 남은 플레이트 활용한 삼각플레이트 제작을 통해 경제성 확보 및 강성 증가

→ 최종 모델 선택

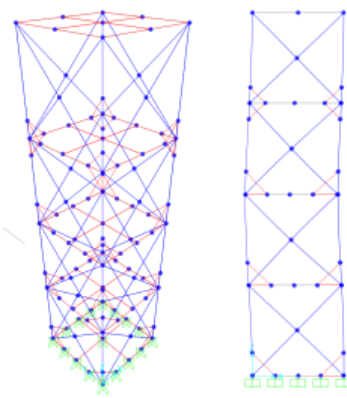
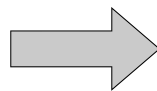
02 구조물 보강 요소

- SAP2000 모델링 및 해석



Mode 1

- x자 가새



Mode 2

- x자 가새 + 삼각 플레이트

대회의 진동대 움직임을 고려하여 Mode 2 선정
Mode 2 대비 Mode 1의 파단 가능성이 큼

→ 전 층 접합 부분에 삼각 플레이트 결합

04 구조 설계 및 분석

01 구조물 제작

✓ 삼각 플레이트

부재 간의 접합부분에
사용하여 구조물의
강성 증가

✓ 톱밥

이음부 보강재로 활용

✓ 코어 기둥

구조물의 1, 2층에
연결해 강성 증가

✓ X자 가새

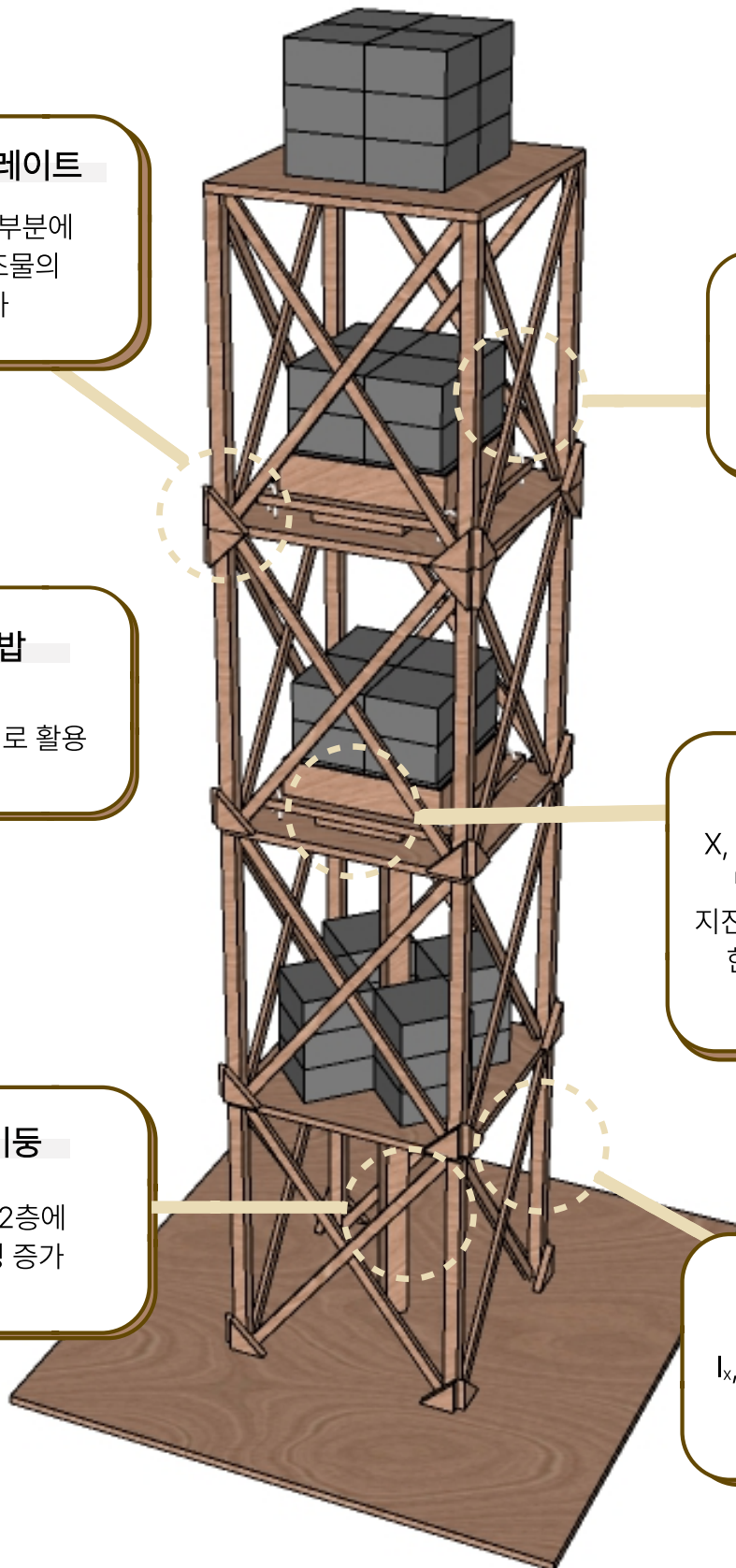
내진성능 확보,
구조물의 강성 증가

✓ 면진층 롤러

X, Y축 방향으로 움직이는
면진장치를 이용하여
지진에너지에 의해 가해지는
한 평면의 X, Y방향 내
두 방향 힘 상쇄

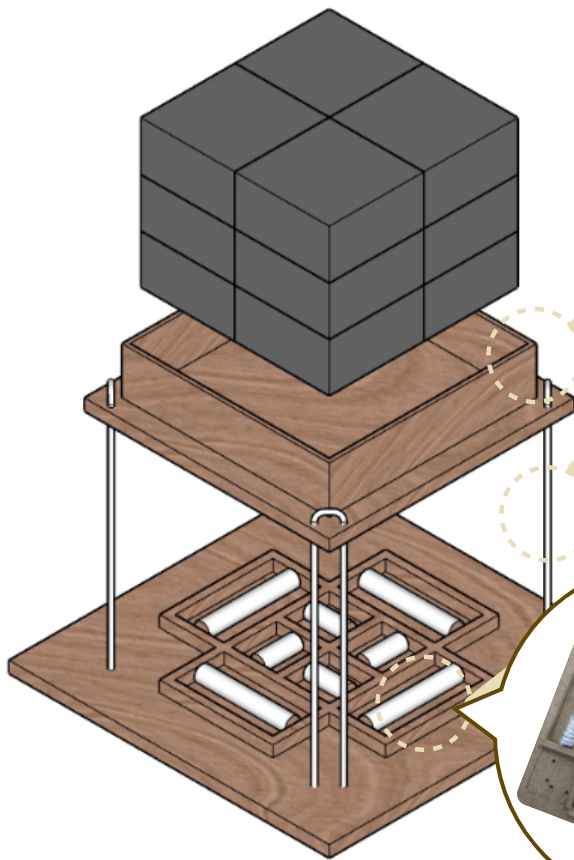
✓ 메가 칼럼

I_x , I_y 가 균일하고 강성이 큰
균등히 강한 단면



04 구조 설계 및 분석

02 상세설계



하중블럭 추락 방지를
위한 울타리 설치

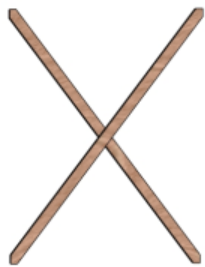
면진층과 바닥층을 스트링 고무줄로
연결하여 면진층의 전도 방지

- Strip에 스트링 고무줄을 감아 원기둥체를 제작하고 접착제 보강을 통해 수직하중에 대한 지지력 유지

- 면진층이 수직, 수평방향으로 유연하게 이동하도록 설계



→ 면진층 롤러를 이용해 면진층을 분리시켜 지진에너지 분산



X자 가새

- 횡력에 효과적으로 저항 및 변위 발생 감소로 구조물의 강성을 증가시켜 내진 성능 향상
- 가새를 'ㄱ'자로 접합하여 별도의 귀접이 보 없이 귀접이 역할 수행



코어 기둥

- 구조물의 1,2층에 연결해 지진 에너지를 중심에서 잡아 주면서 구조물의 강성 증가
- 외각의 기둥이 받는 하중을 분산 시킴



삼각 플레이트

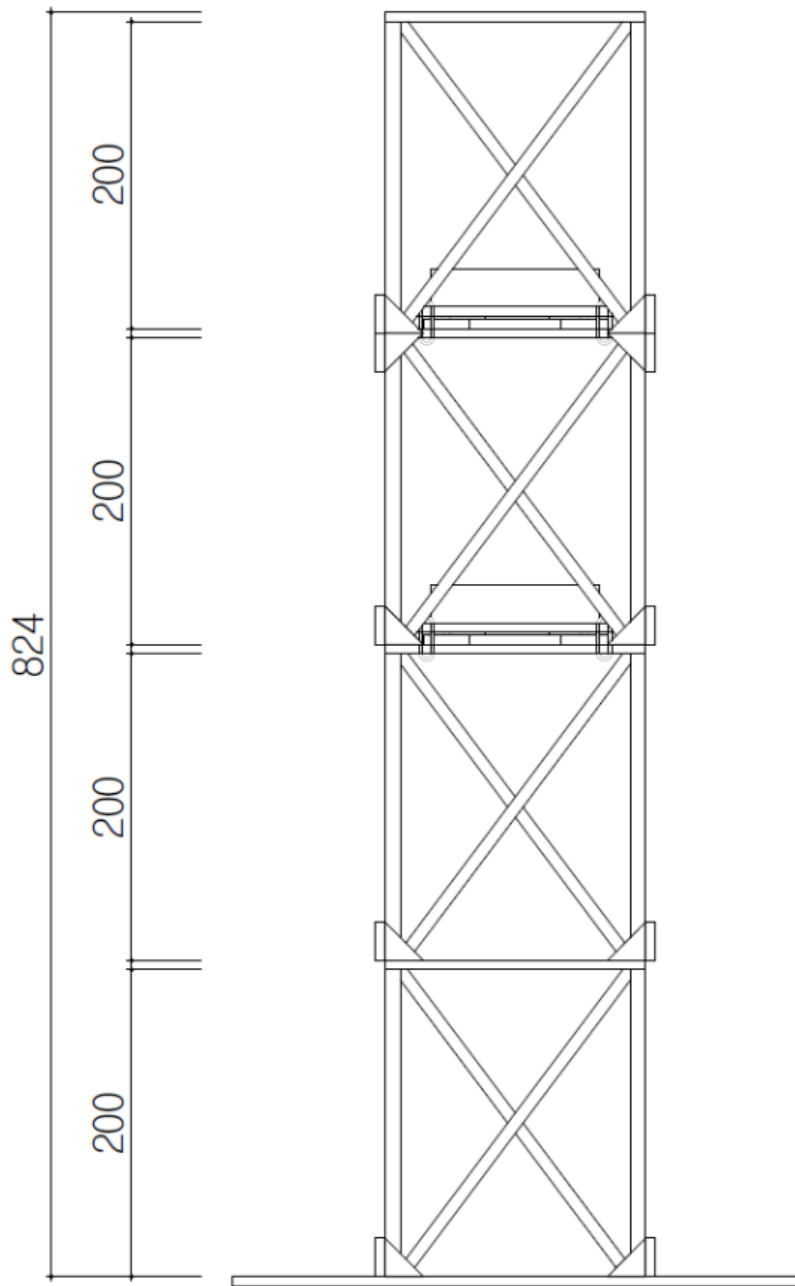
- 기둥과 보 사이에 설치하여 구조물의 강성을 증가시켜 내진 성능 향상



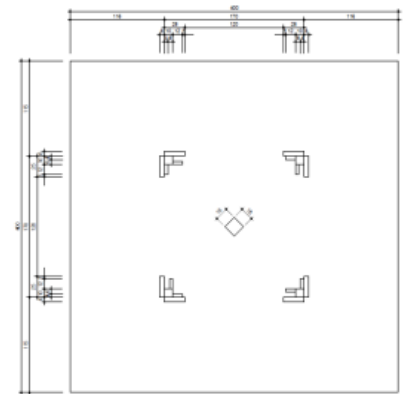
메가 칼럼

- I_x , I_y 가 균일하고 강성이 큼
- 같은 단면적에서 단면 2차 모멘트가 가장 크므로 경제성 확보 가능

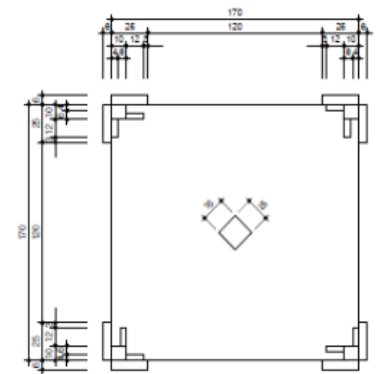
05 최종 모델 도면



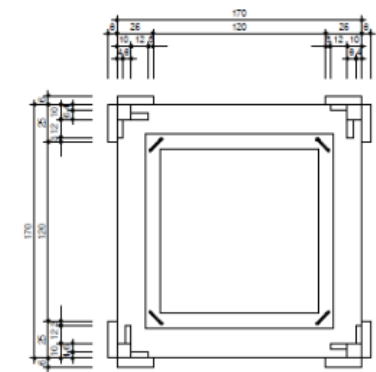
입면도



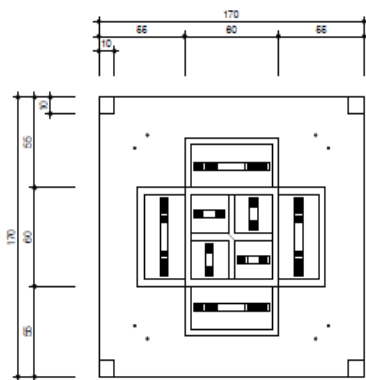
기초판 평면도



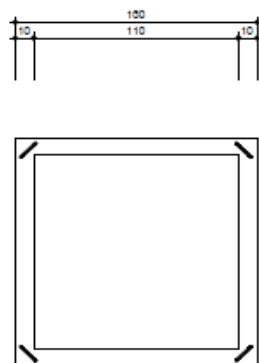
2F 평면도



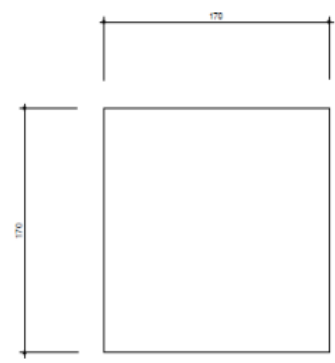
3, 4F 평면도



면진층 하단 평면도



면진층 상단 평면도



지붕 평면도

06 공정 / 원가 관리

☒ 예산안

종류	부재명	개수(개)	단가(백만원)	비용(백만원)	합계(백만원)
MDF Base	기초판	1	-	-	-
MDF Strip	기둥	24	10	240	670
	보, 가새	8		80	
	코어	32		320	
	면진장치	3		30	
MDF Plate	슬래브	6	100	600	600
스트링 고무줄	면진장치	6	40	240	240
접착제	록타이트	2	200	400	400
합계	1,910 (백만원)				

☒ 공정표

구분		소요시간														
		1시간						2시간						3시간		
		10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분
작도	부재 치수 작도															
제작	기둥 및 코어 제작															
	슬래브 제작 및 천공															
	가새 제작															
	면진층 제작															
	삼각 플레이트 제작															
	면진층 제작															
시공	기둥 및 코어 설치															
	가새 설치															
	삼각 플레이트 설치															
	면진층 설치															
마감	하중 설치 및 보강작업															