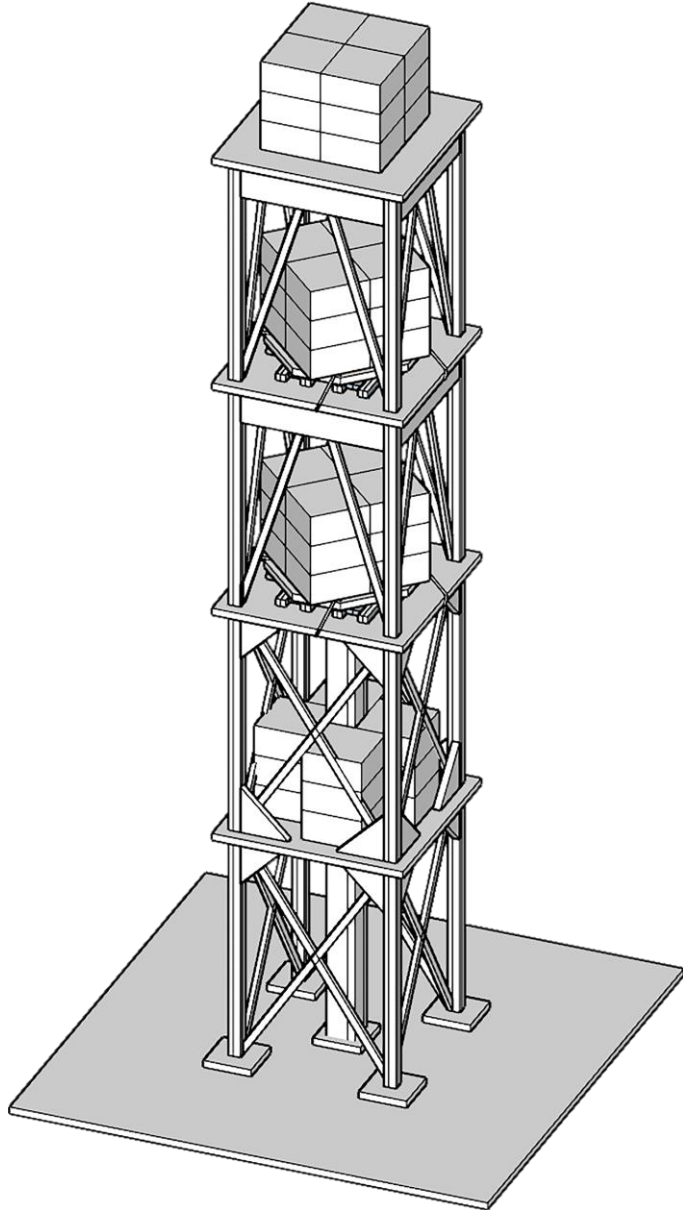


경기대학교 건축공학과

Kyonggi University Architectural Engineering

바른(BARUN)이들

지도교수
최병정 교수님



안상훈

- 팀장 및 총괄
- 아이디어 구체화
- 도면 작성

백용진

- PPT 제작
- 아이디어 도출
- 시공성, 경제성 분석

이재웅

- 대회규정 분석
- 물성치 분석

신동민

- 구조 해석
- 3D 모델링

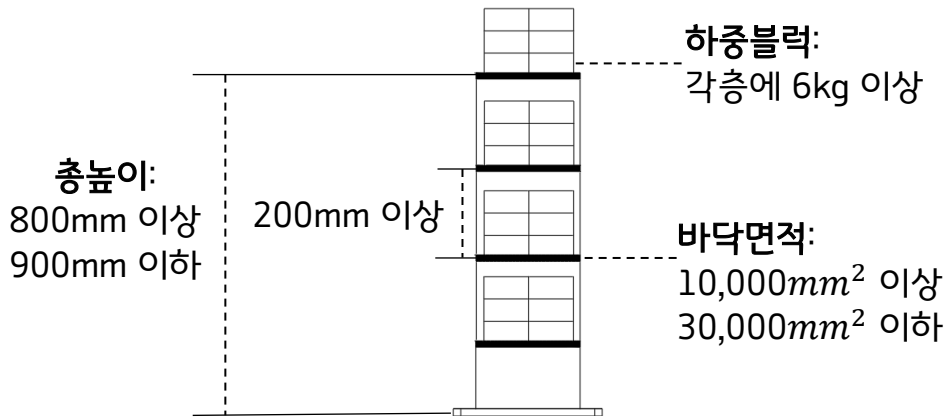
2023 구조물 내진설계 경진대회
SEISMIX STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2023

규정 분석 및 지진파 분석

심사기준 분석

1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
4. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술
5. 설계지진 초과 시 구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계

대회기준 분석



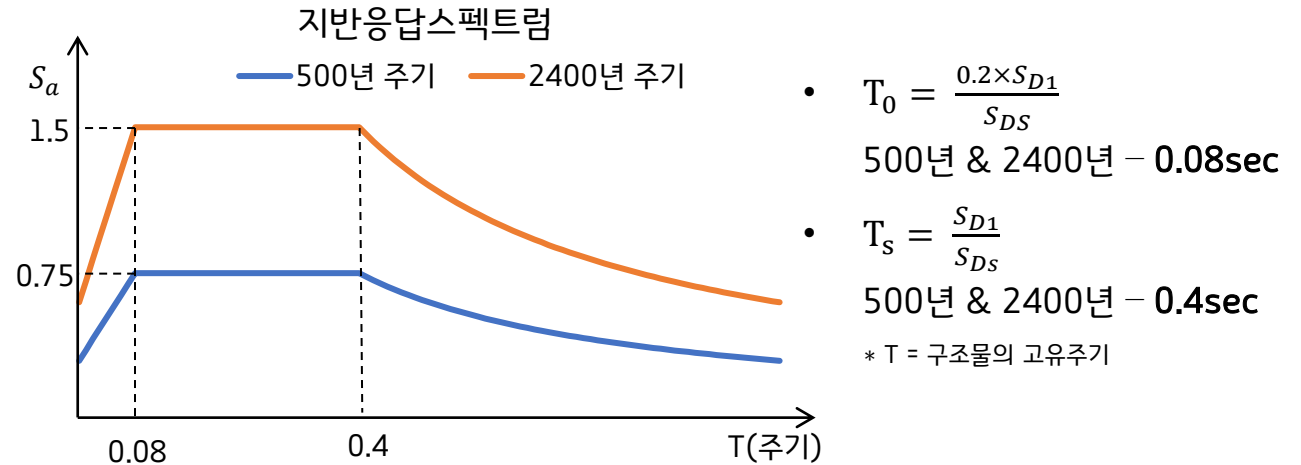
지진 가속도 0.7g에서 붕괴

물성치 및 가새 분석

설계스펙트럼가속도

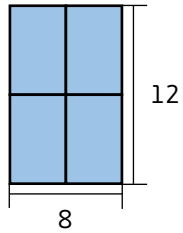
- 단주기 설계스펙트럼가속도(S_{DS}) = $S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3}$ * F_a (단주기 지반응답증폭계수) = 1.5
500년 - 0.75g / 2400년 - 1.5g
- 1초 주기 설계스펙트럼가속도(S_{D1}) = $S \times F_v \times \frac{2}{3}$ * F_v (1초 주기 지반응답증폭계수) = 1.5
500년 - 0.3g / 2400년 - 0.6g

구조물의 고유주기



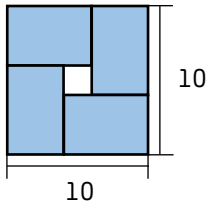
0.08~0.4sec에서 설계스펙트럼 가속도 최대

MDF Strip 기둥 단면



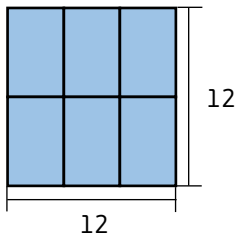
$$I_x = \frac{8 \times 12^3}{12} = 1152 \text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{12 \times 8^3}{12} = 512 \text{mm}^4$$



$$I_x = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{mm}^4$$



$$I_x = \frac{12 \times 12^3}{12} = 1728 \text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{12 \times 12^3}{12} = 1728 \text{mm}^4$$

* 단면2차 모멘트 $I = \frac{bh^3}{12}$

MDF Strip 탄성계수

8x12	하중(P)	변위(δ)
	10N	14mm
탄성계수(E)		
698MPa		

10x10	하중(P)	변위(δ)
	10N	11mm
탄성계수(E)		
592MPa		

12x12	하중(P)	변위(δ)
	10N	9mm
탄성계수(E)		
723MPa		

* $L = 150\text{mm}$ * 캔틸레버 보의 처짐 $E = \frac{PL^3}{3\delta l}$

MIDAS 가새 분석

X 가새	삼각 가새	역 삼각가새
변위 : 3.13mm	변위 : 3.34mm	변위 : 3.57mm

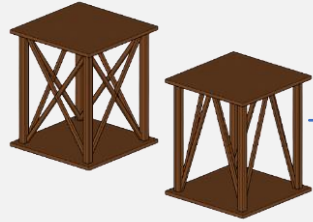
강축과 약축의 구분이 없는 외각 기둥 10 x 10으로 선정
단면 2차 모멘트와 탄성계수가 큰 코어 기둥 12 x 12으로 선정

구조물의 변위 값을 고려하여
1,2층 X가새 & 3,4층 삼각가새 선정

구조 설계

다양한 가새

- 횡변위 저항에 강한 **삼각 가새** 선정
- 수평 강성면에서 뛰어난 **x자 가새** 선정



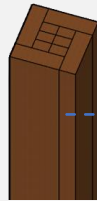
외각기둥

- 강축과 약축 동일
- 구조물의 무게를 **수직**으로 지탱
- 구조물의 하중을 **기초판**으로 전달



메가컬럼

- 플레이트를 이용하여 **좌굴방지**
- 구조물의 1,2층을 연결해 **강성증가**
- 외각기둥이 부담하는 **하중 분산** 및 저감



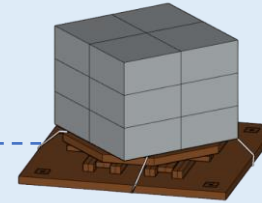
제진장치 분석

제진장치 실험

주기 분석 및 파단 실험

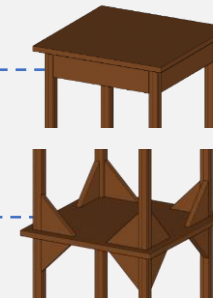
제진장치

- 3, 4층 제진장치 적용
- 추와 바닥판을 분리
- 하중 블록을 4방향으로 움직여 구조물의 **변위 감소**



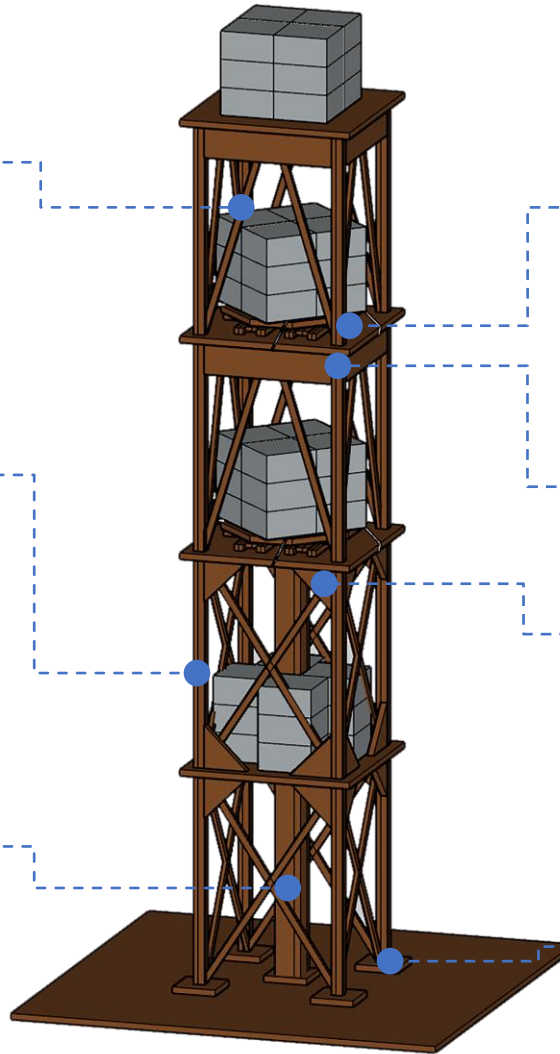
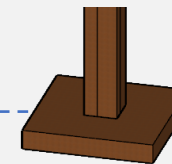
거셋 플레이트 & 벨트 플레이트

- **횡력 저항** 성능 향상
- 구조물의 **강성 증가**
- 자투리 부재를 사용한 **경제성 향상**



기둥 보강 플레이트

- 바닥판과 구조물 사이의 **뽐힘 방지**
- 바닥판 자투리를 사용하여 **경제성 향상**



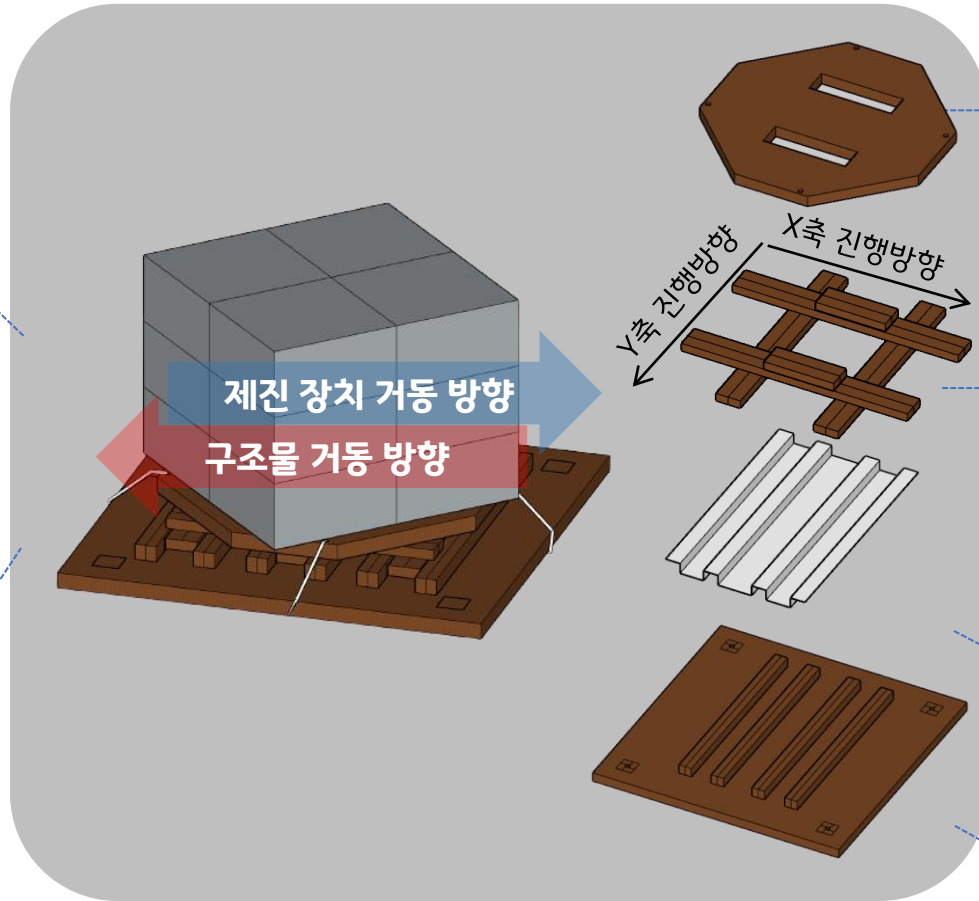
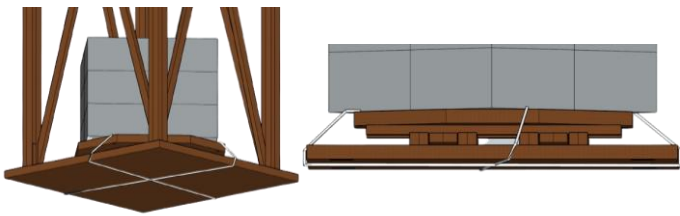
격자형 레일 제진장치

하중 블록

- 하중 블록의 방향을 **45도** 돌려
가새와 충돌 없이 최대 범위 거동 가능
- 제진장치의 **질량 추** 역할

실

- X축, Y축 각각 하나의 실로 연결
- 실의 유동성과 장력으로 **최대 변위를 제어**
- 하중 블록판에 고정되어 제진 장치 **낙하 방지**
- **제진 효과를 구조물에 전달**



하중 블록판

- 천공된 구멍으로 **X축 거동**
- **팔각형모양 시공**으로 기동 충돌 방지
및 넓은 범위의 거동 유도

격자형 제진장치

- 레일을 따라 **Y축 거동**
- 하중블록판을 **X축 거동 유도**
- 바닥판과 하중블록판 연결 역할
- **기초레일에 의해 바닥판 슬라브의 마찰 없음**

A4

- 레일장치 간의 **마찰 감소** 유도
- 레일장치 미작동 방지

바닥판 기초레일

- 격자형 제진장치를 **Y축 거동 유도**
- 부재를 두 개씩 붙여 **파단 방지**

X축과 Y축의 방향으로 거동하며 모든 방향 제진 효과

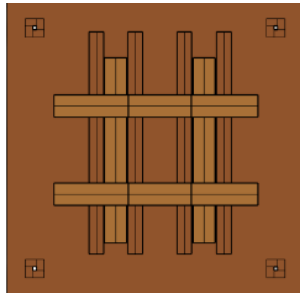
구조 설계

제진장치 분석

제진장치 실험

주기 분석 및 파단 실험

2레일 제진장치

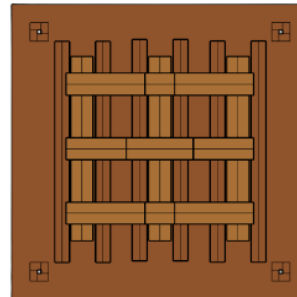


- 부재 개수: 16개



- 거동 마찰: 5N

3레일 제진장치

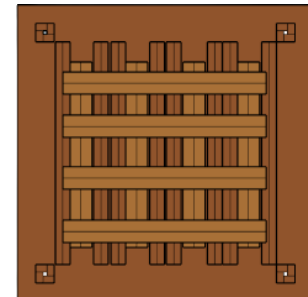


- 부재 개수: 24개



- 거동 마찰: 8N

4레일 제진장치



- 부재 개수: 32개



- 거동 마찰: 12N

거동 마찰 : 2레일 < 3레일 < 4레일

원활한 거동으로 제진효과를 극대화 할 수 있는 2레일 제진장치 선택

PROCESS

구조 설계

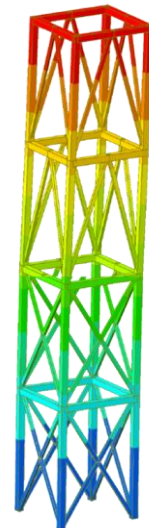
제진장치 분석

제진장치 실험

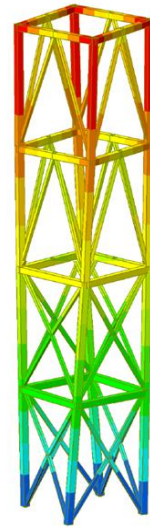
주기 분석 및 파단 실험

MIDAS 주기 분석

Mode No.	Period (sec)
Mode 1	0.0055
Mode 2	0.0055
Mode 3	0.0032
Mode 4	0.0015
Mode 5	0.0015



Mode 1



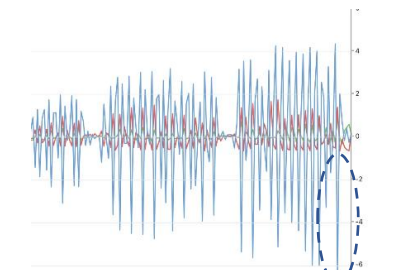
Mode 2

- Mode 1 ~ Mode 5 중 주차모드의 주기 = Mode 1 & Mode 2
- Mode 1,2의 주기 : 0.0055sec

* 주차모드 : 질량 참여율이 가장 큰 모드

지반응답스펙트럼가속도 위험주기인 0.08~0.4sec를 피함

파단 실험



*'Vibrometer' 앱 이용 0.65g

- 설계와 동일하게 제진장치 거동 확인
- 0.65g에서 1층 기둥 부분 뽑힘 및 파단 발생

0.7g에서 구조물의 파단을 유도 하기 위한
1층 기둥 보강 예정

CONCLUSION

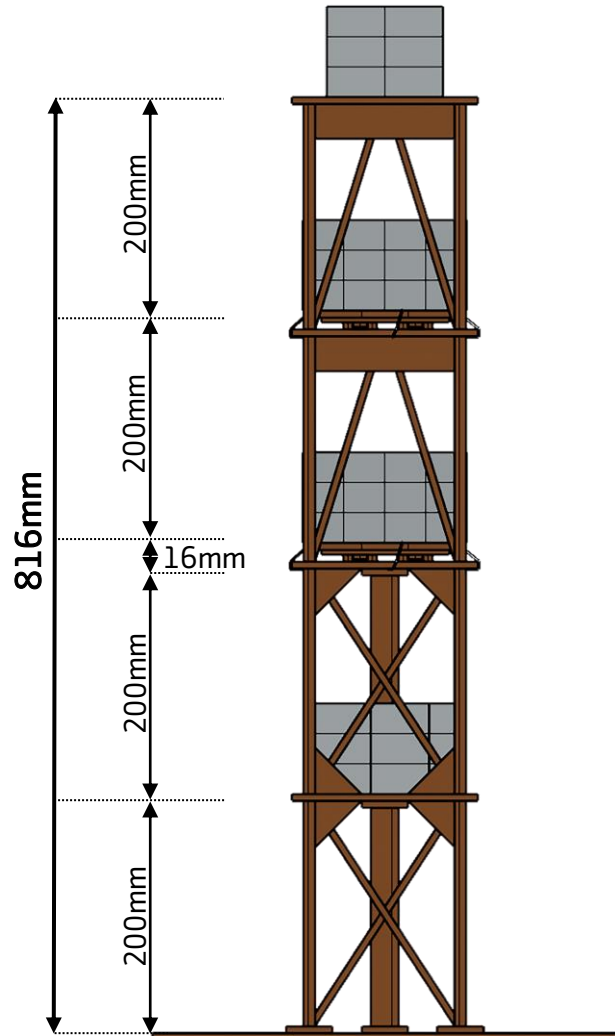
평면도 및 입면도

내역서

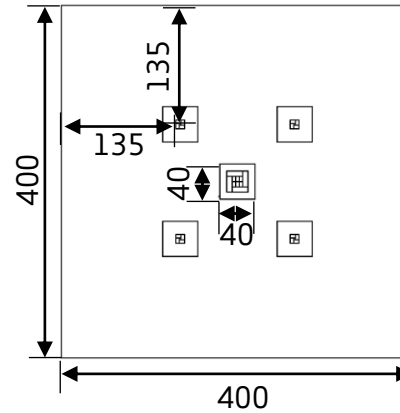
공정표

* 단위:mm

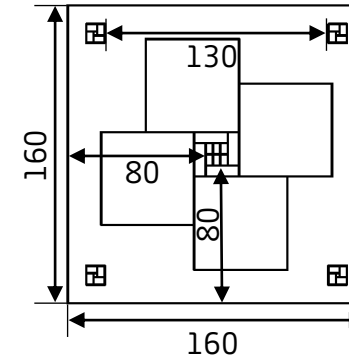
입면도



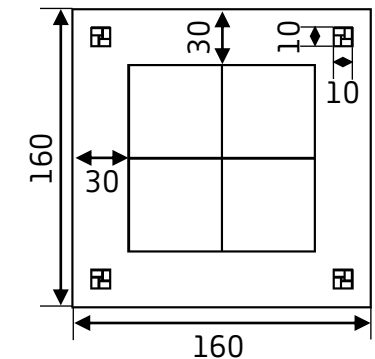
1층



2층

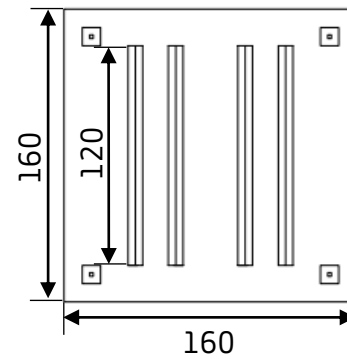


옥상층

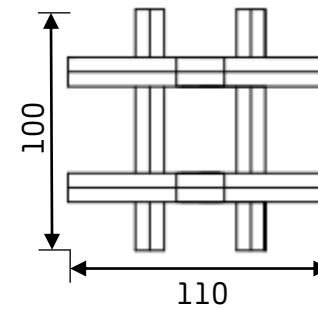


3~4층

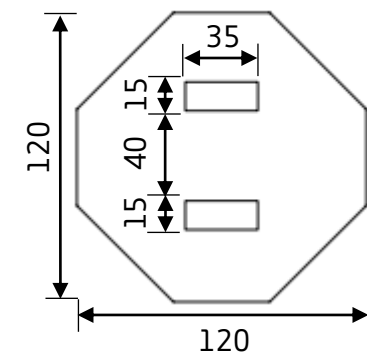
제진장치 하부



제진장치 중간부

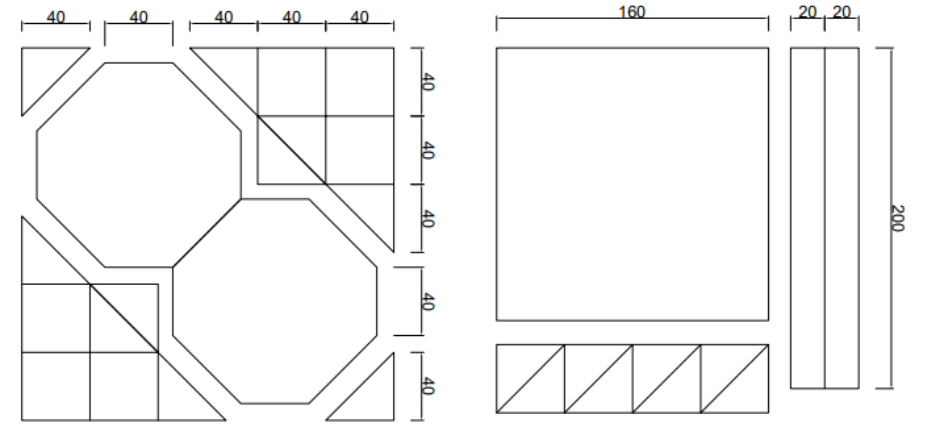


제진장치 상부



내역서

재료명	부재	규격 (mm)	단가 (백만원)	수량 (개)	합계 (백만원)
MDF Plate	슬래브	200*200*6	100	4	400
	제진판			1	100
	가새			1	100
MDF Strip	코어기둥	4*6*600	10	5	50
	외각기둥			24	240
	제진장치			5	50
	가새			16	160
면줄	변위제어	600	10	3	30
A4	제진장치	210*297	10	1	10
접착제	룩타이트401	20(g)	200	3	600
총 합계 (백만원)					1730



부재의 치수화:

Plate 하나로 추판을 두개 만들어 비용을 절감 하였고
Plate의 남은 부재로 거сет 플레이트 및 기둥보강에 사용하였다.

↓
**대회 규정 2400(백만원)에서
670(백만원) 절감한 경제적인 설계안 도출**

공정표

소용시간										
구분		1시간			2시간			3시간		
		20분	40분	60분	80분	100분	120분	140분	160분	180분
설계	제진층 작도									
	플레이트판 작도									
재료 가공	바닥판, 기초판 제작									
	제진 장치 제작									
	코어, 기둥 제작									
	면실, 가새 제작									
	거šet 플레이트 제작									
시공	바닥면 설치									
	기둥 설치									
	하중블럭 설치									
	제진 장치 설치									
	면줄 설치									
마감	가새									
	거šet 플레이트									
	벨트 플레이트									

백용진, 안상훈
신동민, 이재웅

2인 1조 작업으로
효율적인 분업화 진행

2시간 10분 소요 예상
4시간(240분)에서
110분 공기 단축 가능