

# 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 설계 방향

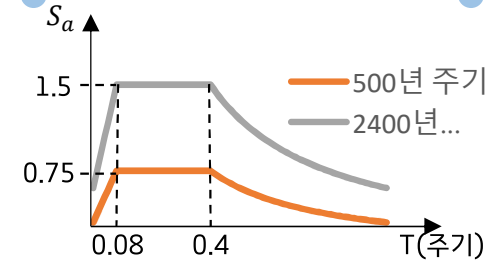
### 설계스펙트럼가속도

- 지반응답증폭계수( $F_a, F_v$ )  
= 1.5
- 단주기 설계스펙트럼가속도( $S_{DS}$ )  
=  $S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3} = 2.5S$
- 1초 주기 설계스펙트럼가속도( $S_{D1}$ )  
=  $S \times F_v \times \frac{2}{3} = S$

### 구조물의 고유주기

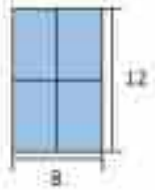
- $T_0 = \frac{0.2 \times S_{D1}}{S_{DS}} = 0.08\text{sec}$
- $T_s = \frac{S_{D1}}{S_{Ds}} = 0.4\text{sec}$
- 2400년 주기  
 $S = 0.6\text{g}$  일 때,  $S_{DS} = 1.5\text{g}$
- 500년 주기  
 $S = 0.3\text{g}$  일 때,  $S_{DS} = 0.75\text{g}$

### 설계응답가속도스펙트럼



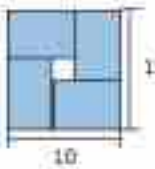
0.08~0.4sec에서 설계스펙트럼 가속도 최대 목표 가속도 0.7g에서 구조물이 붕괴되도록 설계

### MDF Strip 기둥 단면



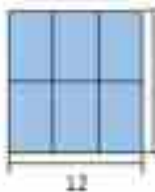
$$I_x = \frac{8 \times 12^3}{12} = 1152\text{mm}^4$$

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



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

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



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

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

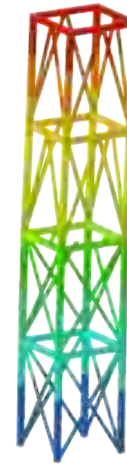
\* 단면2차 모멘트  $I = \frac{bh^3}{12}$

### MDF Strip 탄성계수

8x12	하중(P)	변위( $\delta$ )
	10N	14mm
탄성계수(E)		
		698MPa
10x10	하중(P)	변위( $\delta$ )
	10N	11mm
탄성계수(E)		
		592MPa
12x12	하중(P)	변위( $\delta$ )
	10N	9mm
탄성계수(E)		
		723MPa

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

### MIDAS 주기 분석



Mode 1



Mode 2

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

- 주차모드의 주기 : Mode 1 & Mode 2
- Mode 1,2의 주기 : 0.0055sec

\* 주차모드 : 질량 참여율이 가장 큰 모드

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

지반응답스펙트럼가속도 위험주기인  
0.08~0.4sec를 피함

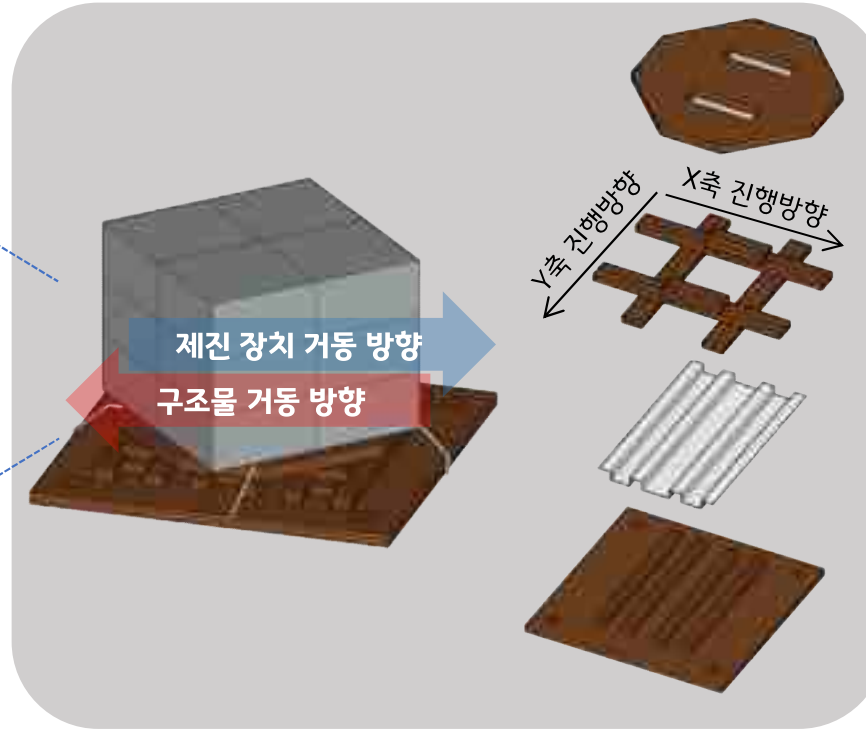
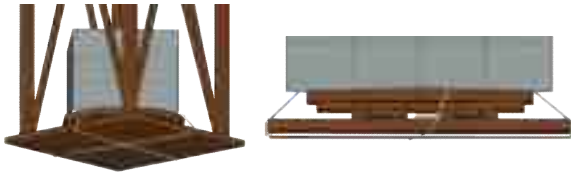
# 제진장치 분석 및 실험

## 하중 블록

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

## 실

- X축, Y축 각각 하나의 실로 연결
- 유동성과 장력으로 최대 변위를 제어
- 제진 장치 낙하 방지
- 구조물로 전달



## 하중 블록판

- 천공된 구멍 X축 거동
- 팔각형모양 시공

## 격자형 제진장치

- 레일을 따라 Y축 거동
- 하중블록판을 X축 거동
- 바닥판 슬라브의 마찰 없음

## A4

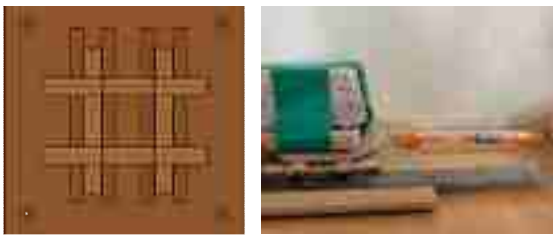
- 마찰 감소 유도
- 레일장치 미작동 방지

## 바닥판 기초레일

- Y축 거동 유도
- 파단 방지

→ X축과 Y축의 방향으로 거동하며 모든 방향 제진 효과

## 2레일 제진장치



• 부재 개수: 16개 • 거동 마찰: 5N

## 3레일 제진장치



• 부재 개수: 24개 • 거동 마찰: 8N

## 4레일 제진장치

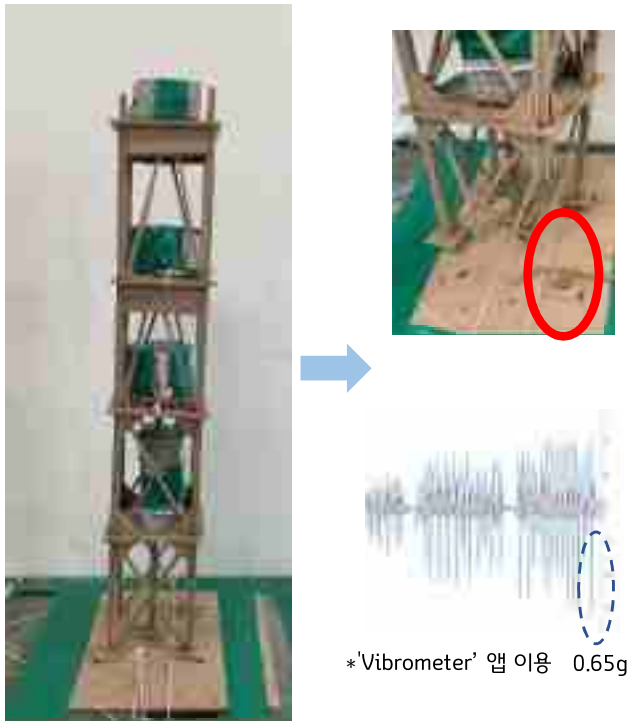


• 부재 개수: 32개 • 거동 마찰: 12N

→ 원활한 거동으로 제진효과를 극대화 할 수 있는 2레일 제진장치 선택

# 구조물 실험

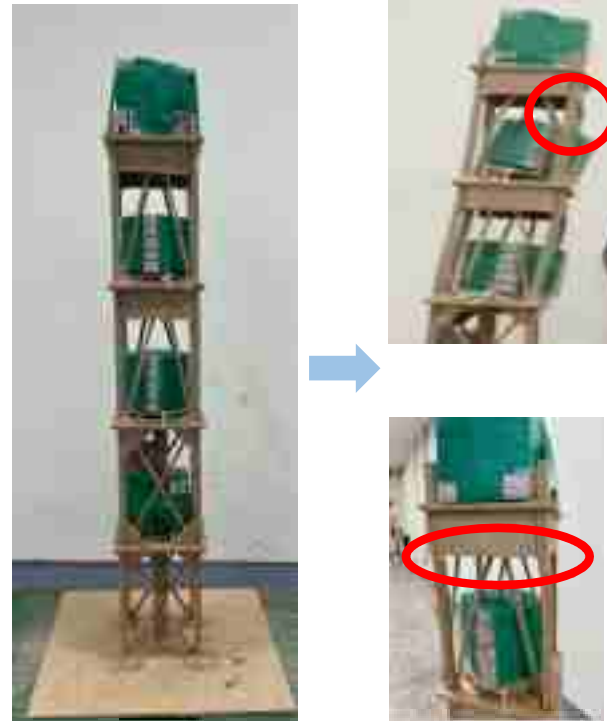
## 1차 실험



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

남은 플레이트를 활용하여 1층 기둥 보강  
 톱밥 가루를 활용하여 기둥 뽑힘 방지

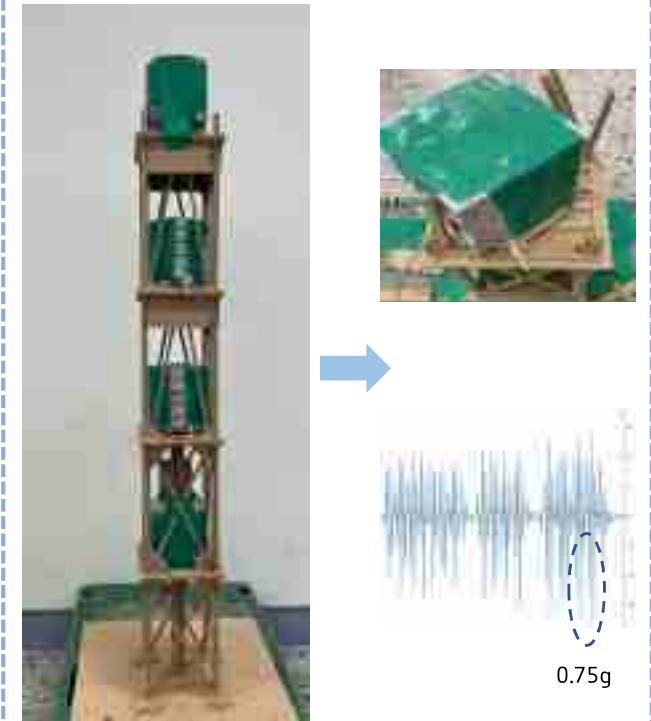
## 2차 실험



- 제진장치가 거동하며 기둥과 가새를 침
- 0.61g에서 4층의 기둥 부분 파단 발생

제진장치의 실을 팽팽하게 묶어 범위 설정  
 스트랩으로 제진층 가새 하단부 보강

## 최종 실험



- 2차 실험의 미비한 점 보완 후 최종 실험 진행
- 제진장치 안정적인 거동 확인

약 0.75g에서 제진층 기둥의 파단  
 0.7g 파단 목표에 달성

# 최종 분석

## 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



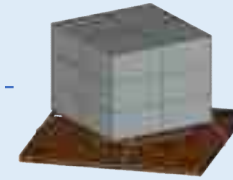
## 메가컬럼

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



## 제진장치

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



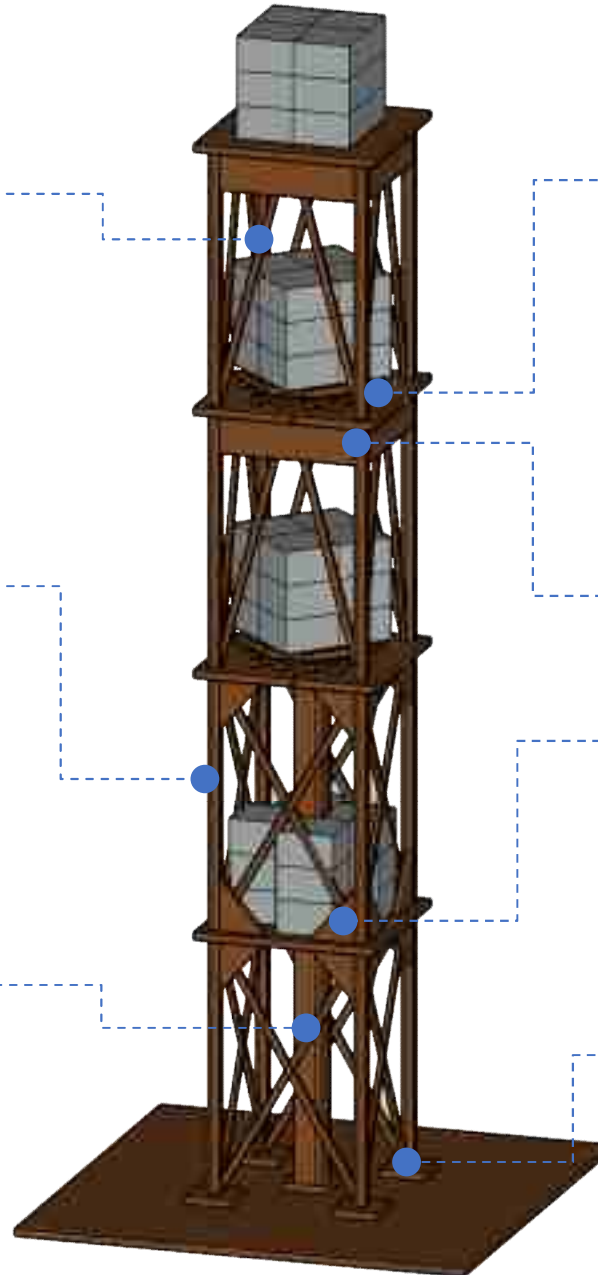
## 거셋 플레이트 & 벨트 플레이트

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



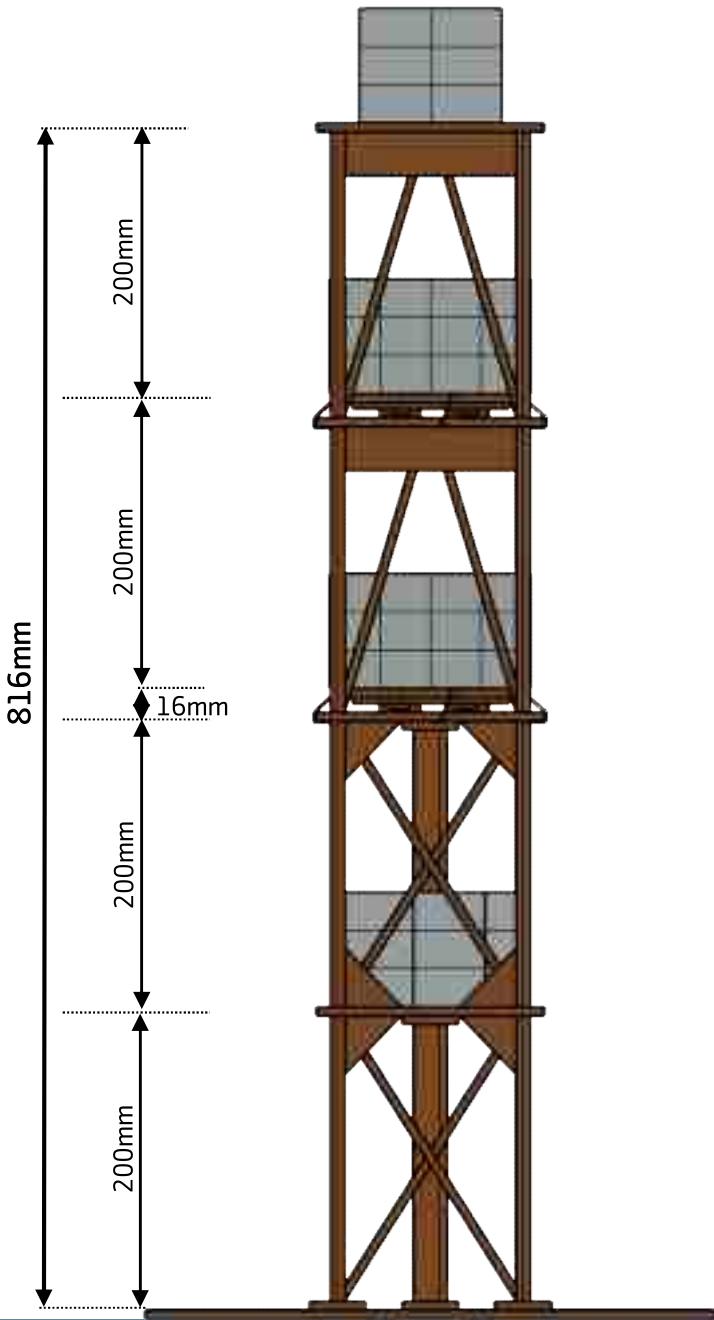
## 기둥 보강 플레이트

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



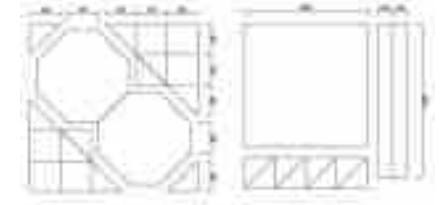
# 입면도, 내역서, 공정표

## 입면도



## 내역서

재료명	단가 (백만원)	수량 (개)	합계 (백만원)
MDF Plate	100	6	600
MDF Strip	10	52	520
면줄	10	4	40
A4	10	1	10
접착제	200	3	600
총 합계 (백만원)			1770



부재의 치수화:  
 Plate 하나로 추판을 두개 만들어 비용을 절감  
 남은 부재로 거šet 플레이트 및 기둥보강에 사용

대회 규정 240(백만원)에서  
 630(백만원) 절감한 경제적인 설계안 도출

## 공정표

구분		소요시간					
		1시간			2시간		3시간
		20분	40분	60분	80분	100분	120분
설 계	제진층 작도						
	플레이트판 작도						
재 료 가 공	바닥판, 기초판 제작						
	제진 장치 제작						
	코어, 기둥 제작						
	거šet 플레이트 제작						
시 공	바닥면 설치						
	기둥 설치						
	하중블럭 설치						
	제진 장치 설치						
마 감	가새						
	거šet 플레이트						

백용진, 안상훈 2인 1조 작업으로  
 신동민, 이재웅 효율적인 분업화 진행

2시간 10분 소요 예상  
 대회규정 240분에서  
 110분 공기 단축 가능