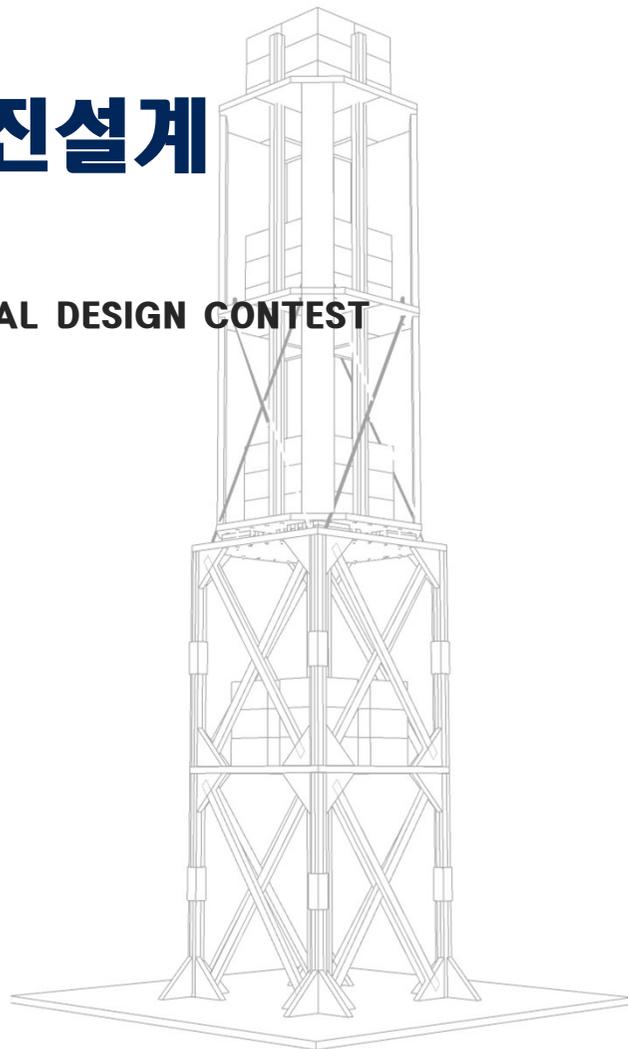


# 2024 구조물 내진설계 경진대회

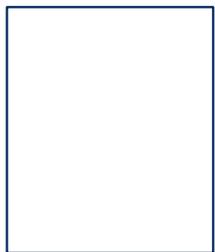
SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST  
2024

TEAM: ENTITY

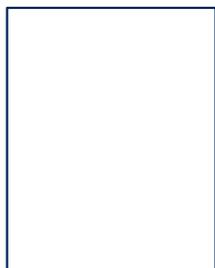


## CONTENTS

01. 분석 및 설계 개요
02. 구조해석 및 분석
03. 구조물 실험
04. 최종 모델 분석
05. 도면 및 공정표



동익대학교 건축공학과  
이형래 교수님



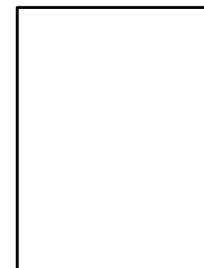
강현성(4학년)  
총괄  
구조물 제작  
MIDAS 해석



정찬영(4학년)  
아이디어 제시  
구조물 제작  
물성치 분석



김유태(4학년)  
스케치업  
구조물 제작  
지진파 분석



정민주(4학년)  
PPT 제작  
구조물 제작  
시공성 분석

# 분석 및 설계 개요

## 유효수평지반가속도

유효수평지반가속도

500년 : 0.3g

유효수평지반가속도

2400년 : 0.6g

## 설계 스펙트럼 가속도

단주기 설계 스펙트럼 가속도 (S<sub>ds</sub>)

$S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$

500년 → 0.75g

2400년 → 1.5g

## 지반응답증폭계수

단주기 지반응답증폭계수

(F<sub>a</sub>) : 1.5

1초 주기 지반응답증폭계수

(F<sub>v</sub>) : 1.5

1초 주기 설계 스펙트럼 가속도 (S<sub>d1</sub>)

$S \times F_v \times 2/3$

500년 → 0.3g

2400년 → 0.6g

## 지진의 고유주기

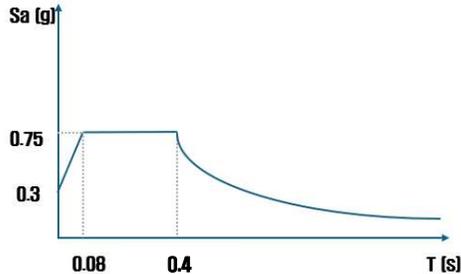
$$T_0 = 0.2 S_{d1} / S_{ds}$$

500년 & 2400년 ⇒ 0.08

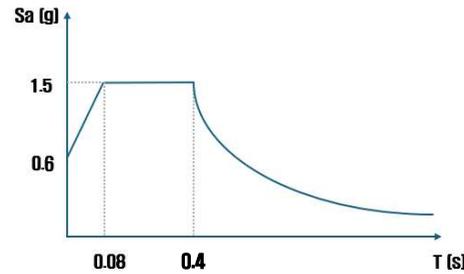
T<sub>L</sub> = 5초

$$T_S = S_{d1} / S_{ds}$$

500년 & 2400년 ⇒ 0.4



500년 주기

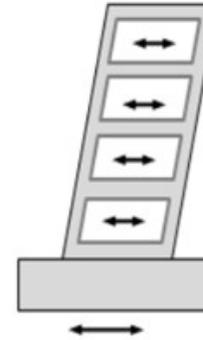


2400년 주기

500년 & 2400년 주기 모두 0.08 ~ 0.4sec에서

설계 응답 스펙트럼 가속도 최대

지진 가속도 0.7g 에서 파괴 유도 설계

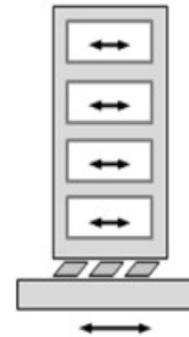


## 내진구조

구조물의 강성/강도 부여를 통하여 자체의 내력으로 지진에 저항

두꺼운 기둥과 1·2층 코어기둥을 이용해 내진성능 확보

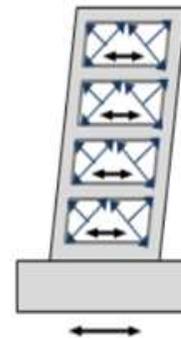
종이와 가새를 이용하여 기둥 보강



## 면진구조

면진장치를 이용하여 진동의 주기를 길게 변화시켜 건물이 받는 에너지를 감소

2층과 3층 사이에 고무줄과 종이 뎀퍼를 이용한 면진구조 제작



## 제진구조

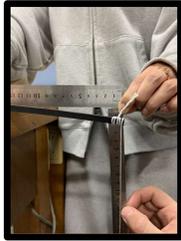
제진 장치를 이용하여 지진에너지를 상쇄시켜 지진에 저항

하부층과 상부층을 고무줄을 이용하여 제진 장치 제작

# 구조해석 및 분석

MDF STRIP 물성치 분석

켄틸레버 보의 처짐식 활용  $E = \frac{PL^3}{3\delta l}$



하중 (N)	1.37
길이 (mm)	150
단면 2차 모멘트(mm <sup>4</sup> )	72
처짐(mm)	10.17
탄성계수 (MPa)	2100

고무줄 물성치 분석

육의 법칙 사용  $E = \frac{PL}{A\Delta l}$



하중 (N)	2.94
길이 (mm)	160
단면적(mm <sup>2</sup> )	3.14
처짐(mm)	40
탄성계수 (MPa)	3.74

평균 탄성계수 산정

하중(N)	처짐(mm)	탄성계수(MPa)
2.54	18.59	2134
3.91	28.9	2111
5.28	39.4	2091
6.65	48.6	2134

평균 탄성계수: 2100MPa

평균 탄성계수 산정

하중(N)	처짐(mm)	탄성계수(MPa)
2.94	40	3.74
4.9	66.72	3.74
7.84	110.91	3.6

평균 탄성계수: 3.7MPa

기둥의 단면 강성

$$I_x: \frac{10 \times 10^3}{12} = 832mm^4$$

$$I_y: \frac{10 \times 10^3}{12} = 832mm^4$$

코어의 단면 강성

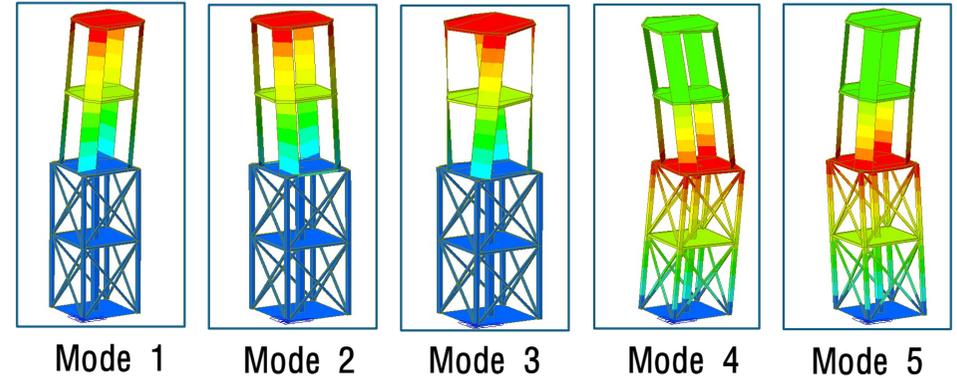
$$I_x: \frac{16 \times 16^3}{12} = 5120mm^4$$

$$I_y: \frac{16 \times 16^3}{12} = 5120mm^4$$

강축과 약축의 구분이 없는 기둥과 코어 형태로 산정

	가새 미적용	^ 가새	X가새
모델링			
변위	14.6mm	3.8mm	2.7mm

변위가 가장 작게 나타난 X자 가새를 1층과 2층에 적용



Mode NO	Frequency		Period
	Rad/sec	Cycle/sec	sec
1	99.756	15.8768	0.0630
2	100.679	16.023	0.0624
3	155.64	24.71	0.0404
4	194.2703	30.9119	0.0303
5	221.47	35.93	0.0286

지반응답스펙트럼가속도  
위험주기인

0.08 ~ 0.4 sec를 피함

진동대 움직임을 고려

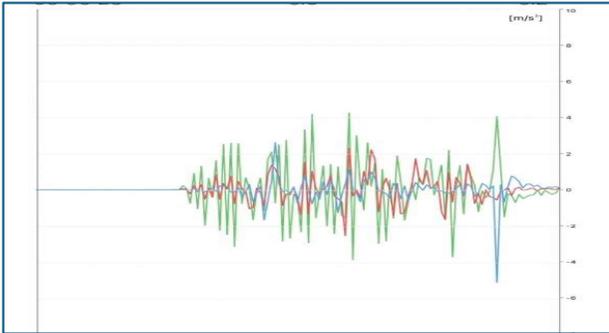
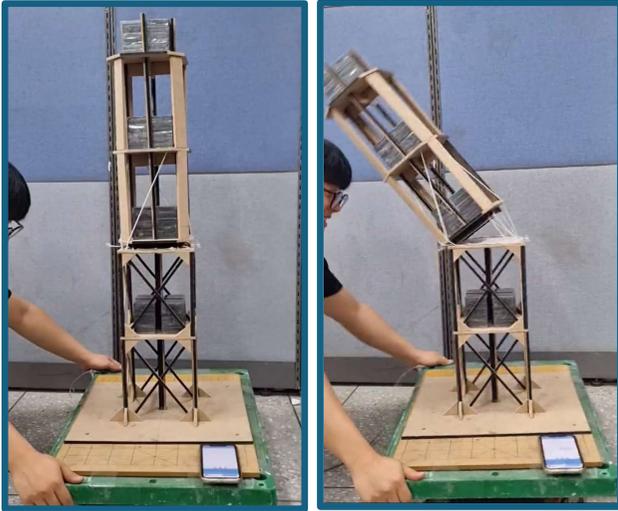
Mode 3와 Mode 5을 선정

Mode 5에서 2~3층 사이

취약점 우려 면진층을

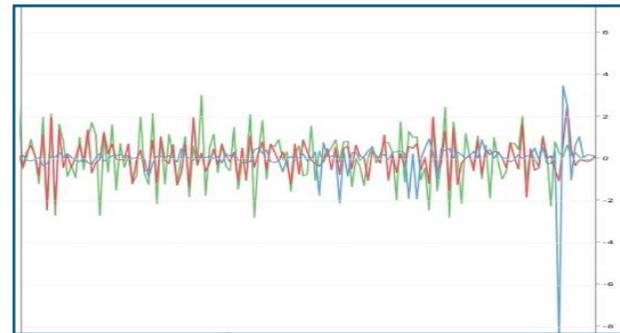
만들어 감쇠 선정

# 구조물 실험



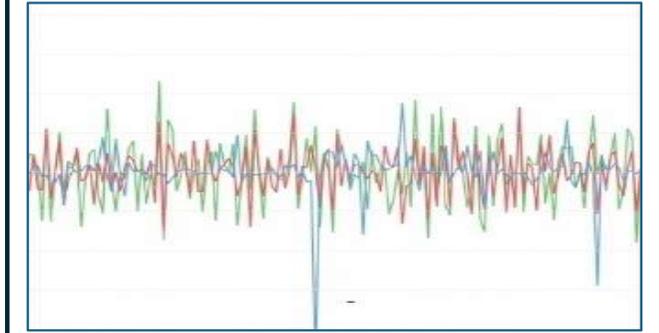
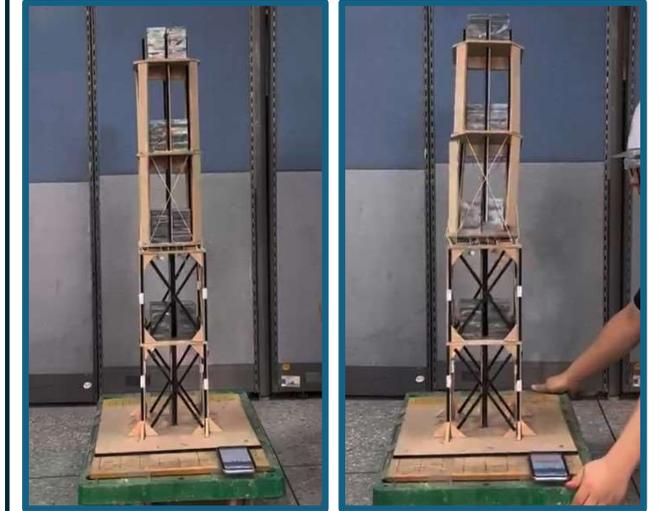
0.4g에서 면진층 전도 방지를 위한  
고무줄이 네킹상태로 들어가면서 면진층  
파단

2~4층까지 전도 방지를 위한 고무줄을  
X자 형태로 보강하는 방안 검토



0.5g에서 면진층의 변화를 주기 위해  
추가한 A4 롤러가 면진 역할을 하지 못하고  
파단

면진층에 A4를 활용한 종이 댐퍼를  
적용하여 개선



0.7g 실험 중 3층 지지하는  
벽체가 탈락하면서 붕괴

0.6g 이상에 파단 => 이상적인 설계안으로  
판단

# 최종 모델 분석

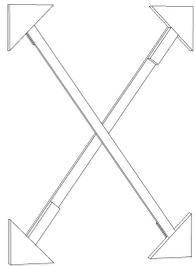
## 벽체

- 메가 칼럼보다 강성이 좋은 벽체를 사용
- 휨 보강을 하지않고 벽체를 사용함으로써 **경제력과 시공상을 확보**



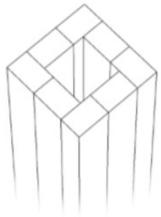
## 메가 칼럼

- **강축과 약축의 구분이 없는 10X10 기둥** 사용
- 종이로 기둥을 보강하여 강성을 증대



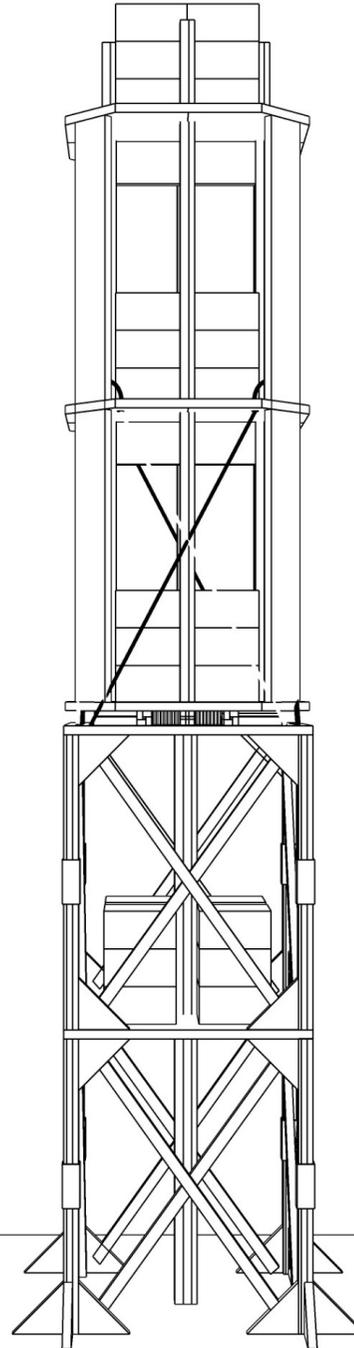
## 거셋 플레이트 & X자 가새

- 부재 상호간 힘을 전달하며 기둥의 절점 보강
- 가새 **접합 성능 확보**를 위해 **스트립을 덧대어 보강**
- **횡력에 대응하고 좌굴을 방지**
- 다른 가새에 비하여 **수평강성면에서 성능이 뛰어난 X자형 사용**



## 코어기둥

- 총 406mm로 하부(1층과 2층)의 일체화를 통해 기둥의 강성 증대
- **외각기둥이 부담하는 하중을 분산**



## 팔각형 슬래브

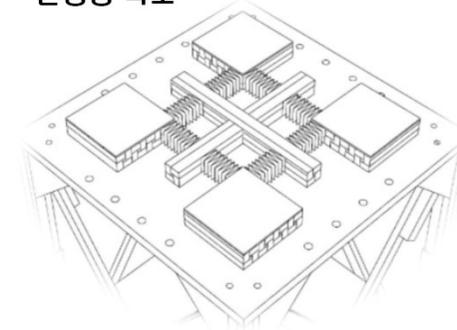
- 사각형 및 육각형의 슬래브는 하중을 **균일하게 전달**되어 건축물구조에 적합하나, **시공성을 보완하여 팔각형 슬래브 사용**

## 고무줄 X자 가새

- 고무줄의 탄성력을 이용하여 3·4층의 상층부가 이탈하는 것을 방지

## 면진 장치

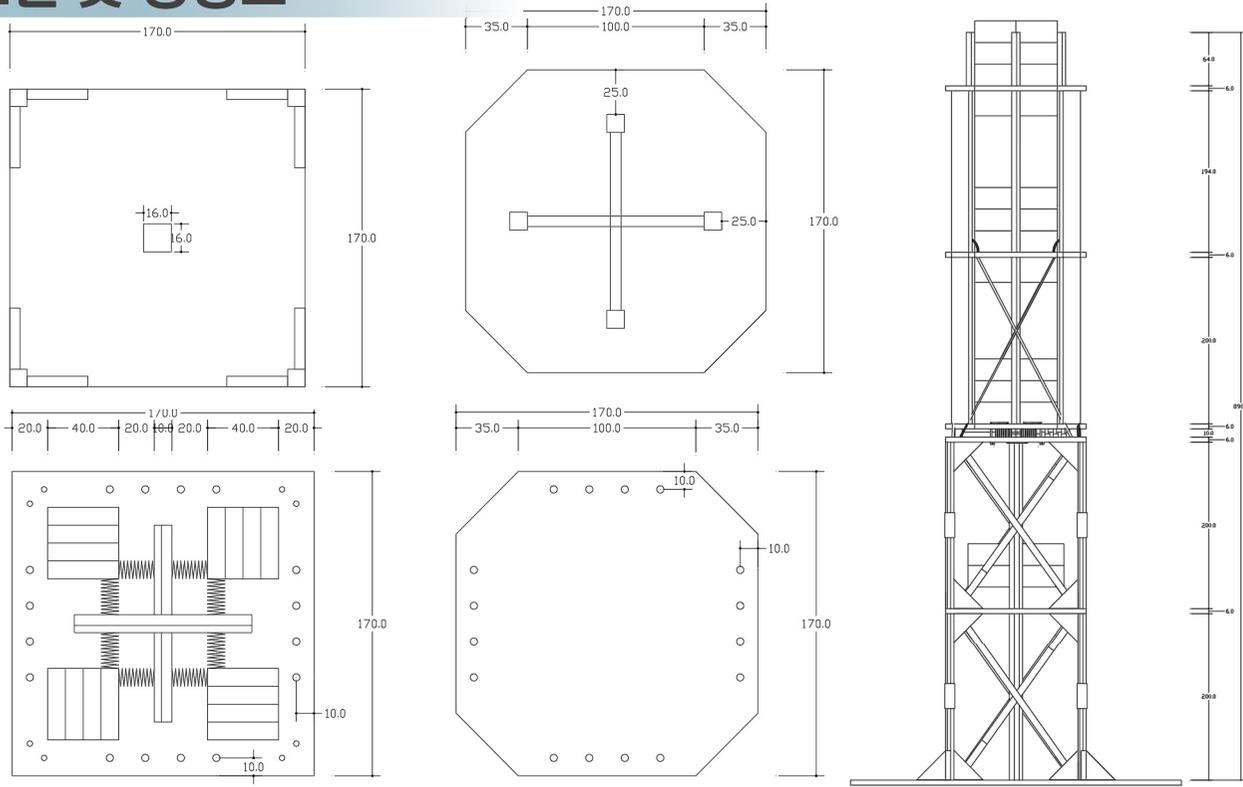
- 중앙 +를 기준으로 각각에 **종이 댐퍼를 통한 지진 에너지를 감쇠**시켜 구조물 안정성 확보



## 현치

- 1층 기둥의 **바닥부착면적을 증가**시켜 **구조물의 안정성을 확보**하는 동시에 기둥의 휨 안정화
- **접합성능 개선**을 위해 재료 가공 시 발생하는 **툽밥을 사용하여 보강**

# 도면 및 공정표



부재	용도	단가	수량	합계	비용
MDF BASE	기초판	0	1	1	0
MDF PLATE	슬래브	100	5	6	600
	거šet플레이트				
	전단벽				
	면진층		1		
MDF STRIP	기둥	10	20	44	440
	코어		8		
	가새		8		
	면진 재료		8		
A4	기둥 보강 + 면진층	10	2	2	20
고무줄	면진층	40	1	3	120
	제진 가새		2		
접착제	접합	200	2	2	400
<b>총합</b>					<b>1580</b>

작업구분	작업명	작업 소요시간	소요시간																	
			1시간						2시간						3시간					
			10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60	10	20	30	40	50	60
작도	슬래브 작도	30분	██████████																	
	기둥 치수	30분	██████████																	
	면진 층 작도	30분	██████████																	
	천공 위치 작도	30분	██████████																	
재료 가공	바닥판	1시간 30분	██████████						██████████											
	코어 및 기둥	1시간	██████████						██████████											
	가새	30분	██████████						██████████											
	가šet플레이트	30분	██████████						██████████											
	면진 댐퍼	50분	██████████						██████████											
	전단벽	1시간	██████████						██████████											
시공	코어 및 기둥	30분	██████████						██████████						██████████					
	가새 및 거šet플레이트	30분	██████████						██████████						██████████					
	면진 댐퍼 제작	1시간	██████████						██████████						██████████					
	고무줄 설치	20분	██████████						██████████						██████████					
	하중블럭 설치	10분(분할)	██████████						██████████						██████████					