

2024 구조물 내진설계 경진대회

Seismic-Structural Design Contest 2024

➤ 소속 대학



➤ 지도교수

고려대학교 건축사회환경공학부
정동혁 교수님 자문 및 지도교수

➤ 팀원 소개

김석우

- ✓ 팀장
- ✓ Rhinoceros 모델링
- ✓ 구조물 제작

이종혁

- ✓ CAD 도면작업
- ✓ Abaqus 해석
- ✓ Sketchup 모델링
- ✓ 구조물 제작

김민지

- ✓ MIDAS 구조해석
- ✓ 구조물 제작

김수현

- ✓ 제안서 작성
- ✓ 구조물 제작

INDEX

01 설계 개요

02 설계 상세

03 구조물 실험

04 등가 정적 해석법

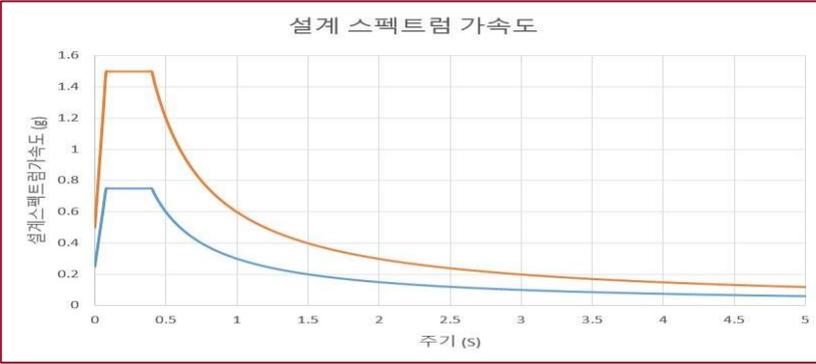
05 공정표 및 원가관리



지진파 분석

$S_{DS} = S * 2.5 * Fa * \frac{2}{3}$ $\wedge S_{D1} = S * Fv * \frac{2}{3}$	500년	2400년
단주기 설계스펙트럼 가속도 (S_{DS})	0.75g	1.5g
1초주기 설계 스펙트럼 가속도 (S_{D1})	0.3g	0,6g

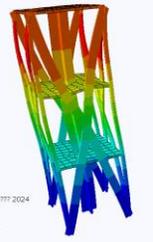
구조물의 고유주기 (500년&2400년)	
$T_0 = 0.2S_{D1}/S_{Ds}$	0.08sec
$T_s = S_{D1}/S_{Ds}$	0.4sec



고유치 해석

0.08 ~ 0.4sec 에서 설계 스펙트럼 가속도 최대

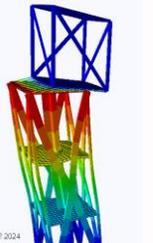
구조물의 고유주기가 0.08 ~ 0.4sec 을 벗어나도록 설계



코어와 메가 브레이스 구조 (내진성능 확보)

- 구조물의 고유 주기: 0.44sec
- 구조물의 강성이 증가하면서 고유주기 단축
- 탁월주기에 매우 근접해 공진 가능성 존재

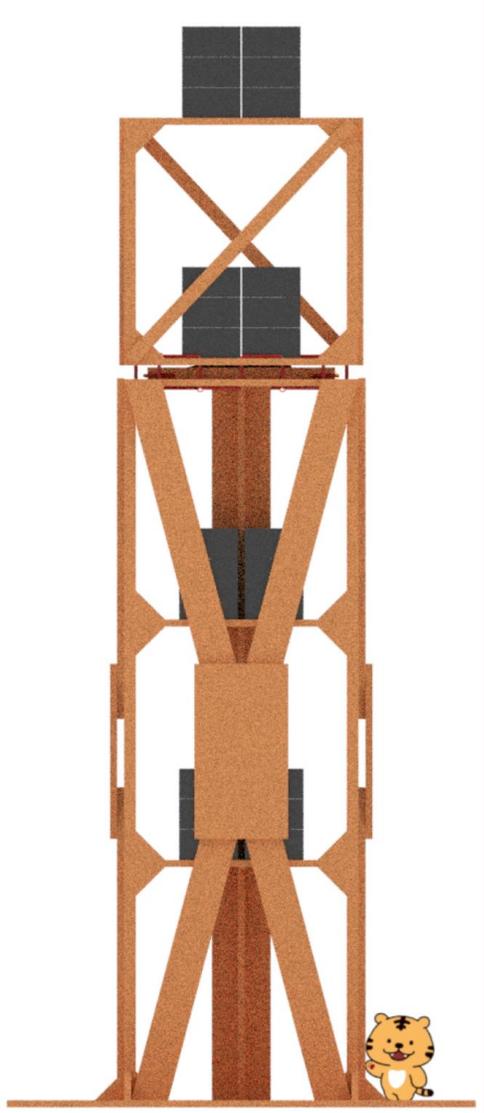
→ 3층과 4층 사이 면진구조 도입



면진장치를 포함한 구조

- 구조물의 고유 주기: 2.096sec
- 면진 고무줄의 영향으로 지배 모드에서 구조물의 고유 주기 길어짐
- 탁월주기와 멀어지며 공진 가능성 감소

→ 면진구조의 상하 변위만 제어하여 설계



MEGA-Brace

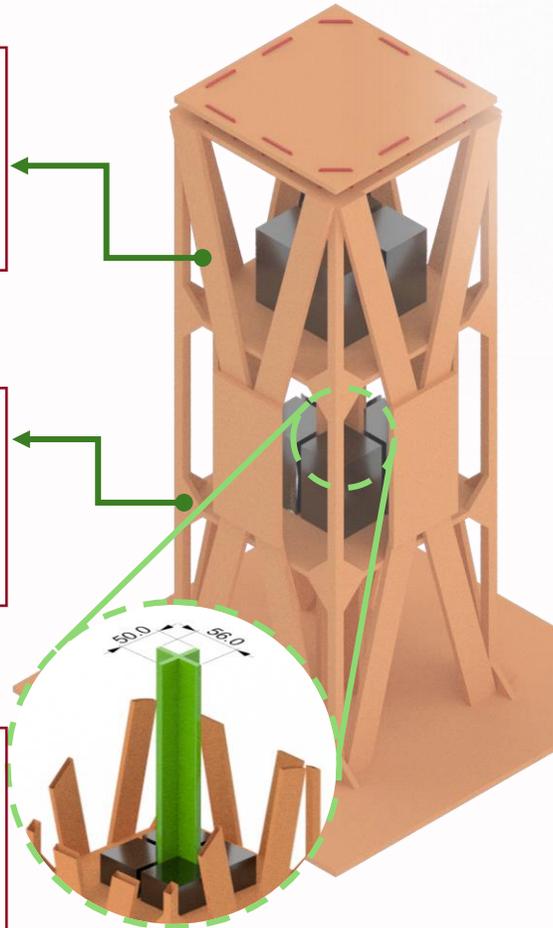
- ✓ 구조물의 강성을 향상시켜 전체적인 안정성 확보
- ✓ 횡력을 효과적으로 저감하여 건물의 좌굴 및 변형 방지
- ✓ 지진 시 발생하는 하중을 분산시켜 구조물의 피해 최소화

Gusset plate

- ✓ 각 층의 기둥과 슬라브, 1층 기둥과 기초판을 견고하게 연결
- ✓ 일체적인 거동을 통한 안정성 확보
- ✓ 구조물의 강성과 내구성 향상

CORE

- ✓ 구조물의 중심부를 견고하게 하여 강성 및 안정성 확보
- ✓ 십자 형태로 제작하여 비틀림 저항성 향상시킴
- ✓ 또한, 구조물 내부의 공간을 효율적으로 사용 가능

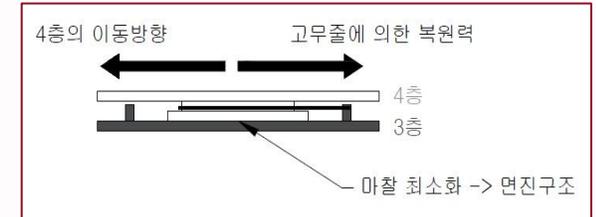


면진 받침의 구조

MPS 면진 받침과 같이, 360도 어느 방향으로의 변위도 제어할 수 있도록 원형의 기둥과 4방향으로의 고무줄 부재로 면진 받침을 구성하였다.

수평 방향 고무줄 Self Centering

그림 2와 같이 4층의 이동방향과 반대 방향으로 고무줄의 복원력이 작용하여, 지진의 진동 에너지를 흡수하며 진동 이후 구조물의 위치를 복원시킨다.



상부와 하부를 잇는 수직 방향 고무줄 부재

면진 받침의 상부와 하부가 진동 중 분리되지 않도록 두 판을 타공하여 고무줄을 꿰는 방식으로 기둥을 만들어 분리를 제한하였다.

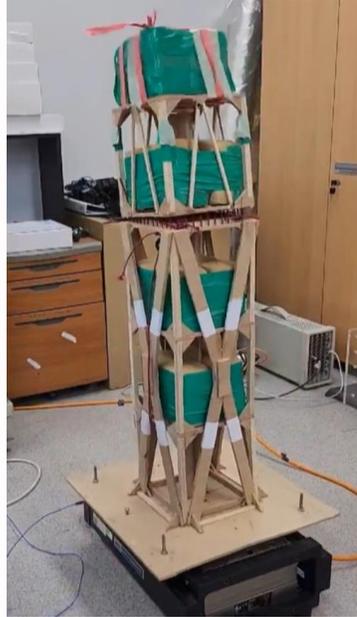


모델 1



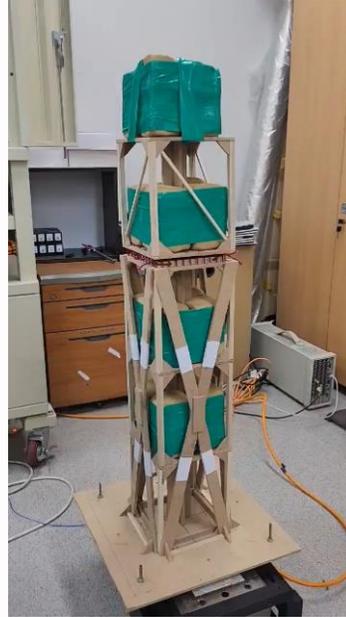
0.28g 붕괴
 기둥이 기초판에서 이탈하며
 파괴되는 형상을 보임
 구조물의 전도
 → 기초판과의 접촉면적 증대 필요

모델 2

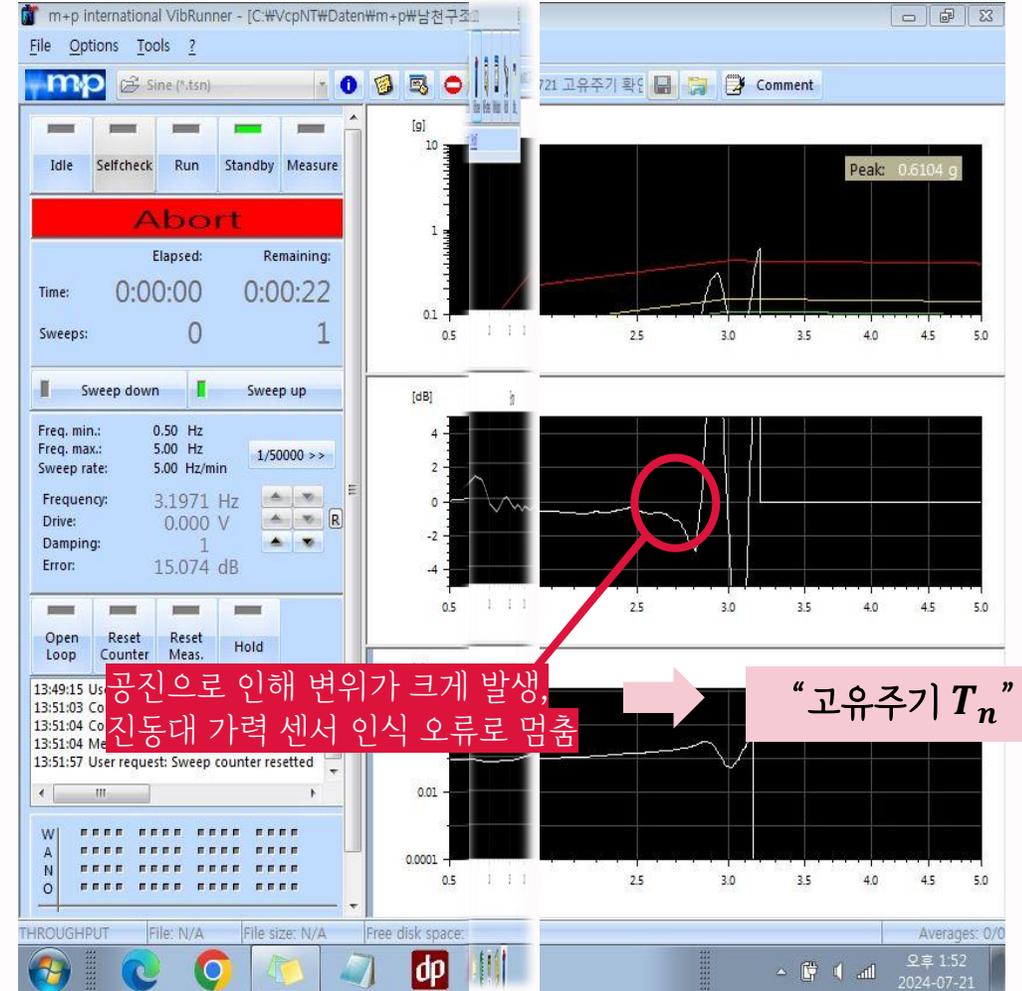


0.73g 붕괴
 4층 브레이스가 뜯기며 파괴
 되는 형상을 보임
 ‘ㅅ’자 브레이스의 형태가 하
 중제어에 효과적이지 못함
 → 브레이스 형태 변경 필요

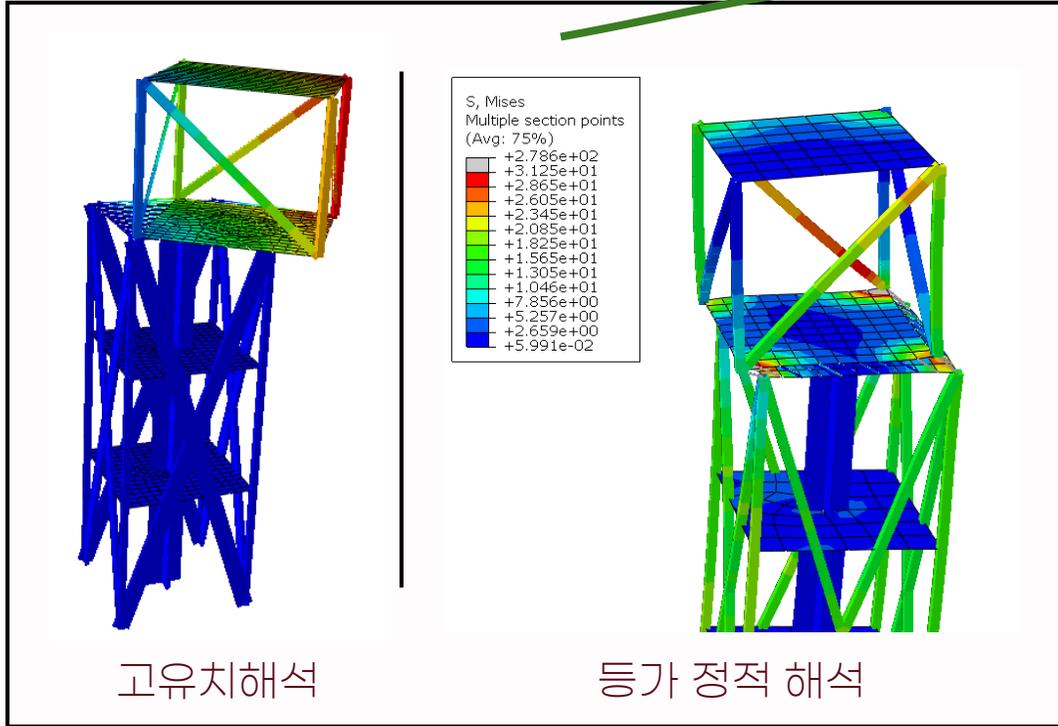
모델 3 (최종)



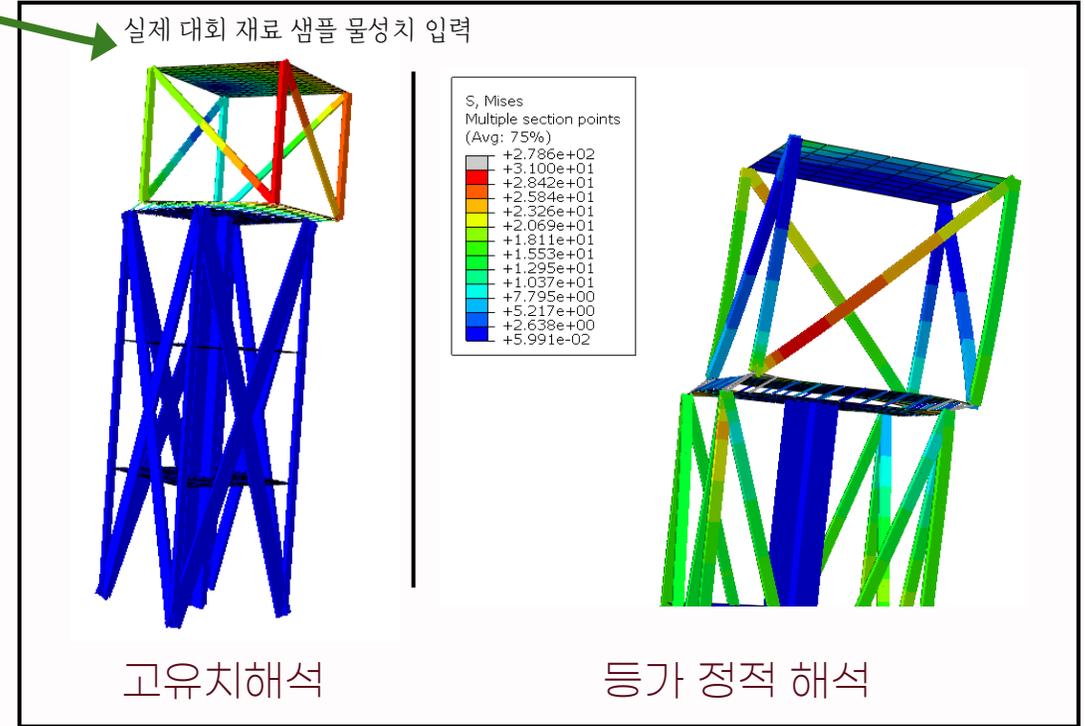
1.01g 붕괴
 3층과 4층 사이 면진구조에서 파
 괴가 일어남
 설계 시 유도한 파괴 형상과 동일
 → 해당 모델을 최종 채택



| Wood(Practice Material)



| MDF(Competition Material)



고유진동수 **2.7 Hz** | 고유주기 **0.37sec**
1.01g 에서 3층과 4층 사이 면진구조 파괴로 인한 붕괴 확인

➔ 실제 재료에서는 유연한 강성, 긴 고유주기 기대

고유진동수 **1.67 Hz** | 고유주기 **0.60sec**
0.68g 에서 4층부 가새 파괴로 인한 붕괴 확인

➔ 실제 재료 파괴강도 26.7MPa 이상의 응력 확인,
 ➔ 예상한 파괴 형상과 동일한 거동 양상 확인

시공성 분석 - 공정표

구분		소요시간										
		1시간				2시간				3시간		
		15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165
재료제작	부재 작도	■	■									
	거šet 플레이트			■								
	기둥 및 가새			■	■							
	메가 브레이싱			■	■							
	면진 장치				■							
	코어				■	■	■					
구조시공	하층부 제작					■	■	■				
	면진장치							■	■			
	상층부 제작									■	■	
마감	하중 블록 설치						■					
	기초판 부착							■				
총 공정시간									2시간 45분			

경제성 분석 - 원가 관리

부재명	부재 규격	수량	부재명	부재 규격	수량
기둥	10*10*200	16	면진 장치 벽	6*10*136	4
바닥	170*170*600	5	면진 판 1	D 68 (원)	1
고무줄	200	1	면진 판 2	D 85 (원)	1
거šet 플레이트	25*25*6 (직각삼각형)	72	4층부 가새	8*6*263	4
메가 브레이싱	25*6*641	8	코어 가로판	25*200*6	12

재료명	부재 규격	단가(백만원)	수량	합계(백만원)
MDF base	400mm*400mm* 6mm	기본제공	1	-
MDF plate	200mm*200mm* 6mm	100	10	1000
MDF strip	600mm*4mm*6m m	10	29	290
고무줄	600mm	40	2	80
A4 용지	A4	10	2	20
접착제	20g	200	2	400
총 합액(백만원)				1790