

국립부경대학교 토목공학과

2025 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2025

대만까지 가버리조

이준화 교수님
자문위원

권기현(팀장)

구조 해석
구조물 제작
지진파 분석

정혜찬(팀원)

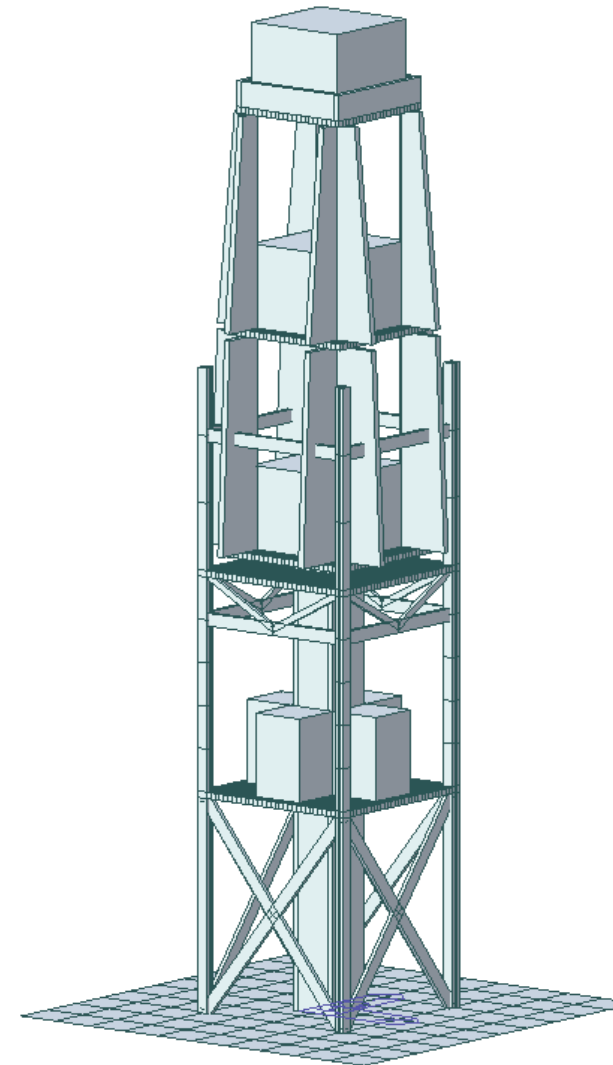
모델링
구조물 제작
경제성 분석

하정민(팀원)

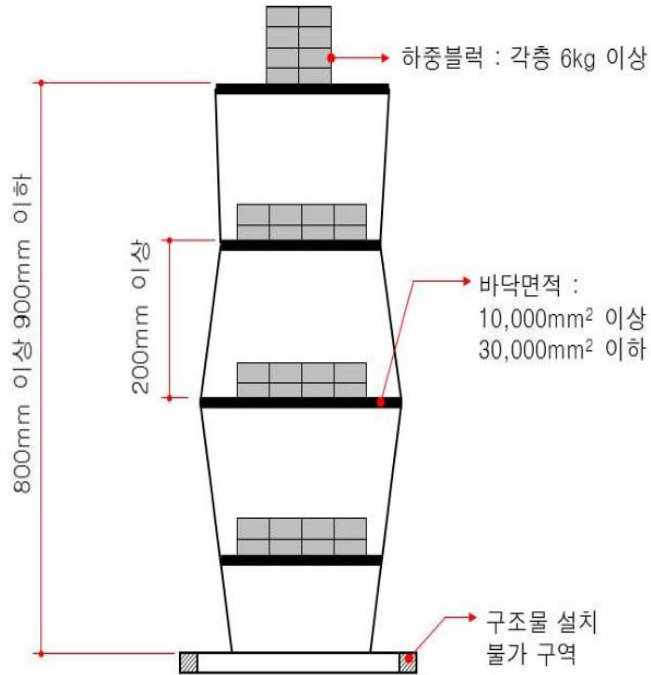
시공성 분석
구조물 제작
설계제안서 작성

황수민(팀원)

물성치 분석
구조물 제작
대회규정 분석



대회 규정

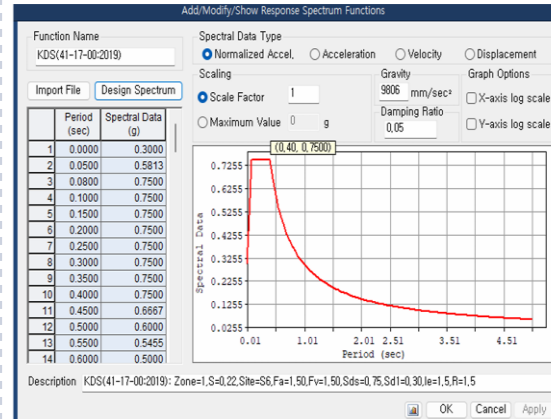


심사기준

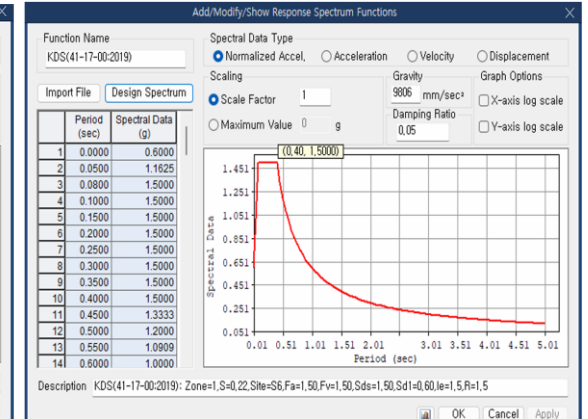
- 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
- 설계지진 초과 시 구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
- 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

지진파 분석

[500년 응답 스펙트럼]



[2,400년 응답 스펙트럼]



성능목표			설계스펙트럼	
재현주기 (년)	구조물의 성능수준	유효수평 지반가속도(S)	단주기 (Sds)	1초 주기 (Sd1)
500	기능수행	0.3g	0.75g	0.3g
2,400	붕괴방지	0.6g	1.5g	0.6g

지반응답증폭계수		구조물 고유주기		
단주기(Fa)	1.5	T0=0.2Sd1/Sd2	Ts=Sd1/Sd2	T_L
1초 주기(Fv)	1.5	0.08sec	0.4sec	5sec

- 최대 가속도 : 0.08~0.4s 주기 구간에서 발생
- 공진 회피 : 구조물 고유주기와 겹치지 않도록 설계
- 내진 성능 목표 : 0.7g 지진에도 붕괴하지 않도록 설계

[기둥 물성치 분석]



P(N)	4.20
길이(mm)	200
단면 2차 모멘트(mm ²)	832
변위(mm)	7437
탄성계수(MPa)	1810

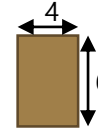
[고무줄 물성치 분석]



P(N)	4.20
단면적(mm ²)	3.14
변위(mm)	15
탄성계수(MPa)	53.5

[MDF 단면 조합별 단면2차모멘트 분석]

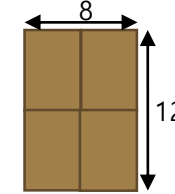
1) 4x6 기둥



$$I_x = \frac{4 \times 6^3}{12} = 72mm^4$$

$$I_y = \frac{6 \times 4^3}{12} = 32mm^4$$

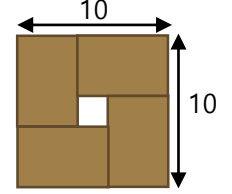
2) 8x12 기둥



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

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

3) 10x10 기둥



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

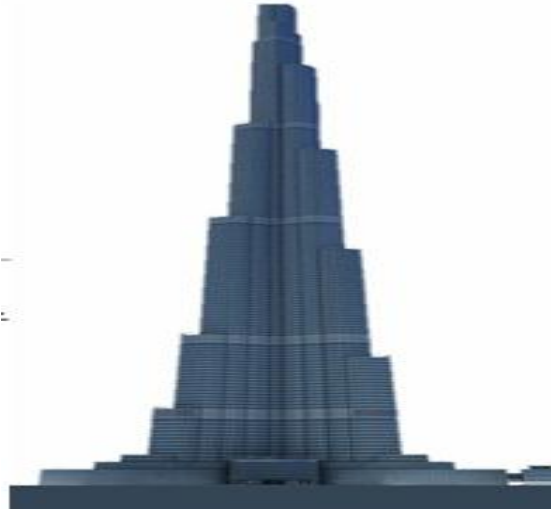
$$I_y = \frac{10^4 - 2^4}{12} = 832mm^4$$

→ x-y 2축 방향 지진에 대비하여 양방향으로 같은 성능을 가지는 형태로 선택

[종이 전단벽 사용]



· 얇은 종이 재질이지만 x자 또는 십자 형태의 기둥과 결합하여 전단력에 대한 저항 능력 강화

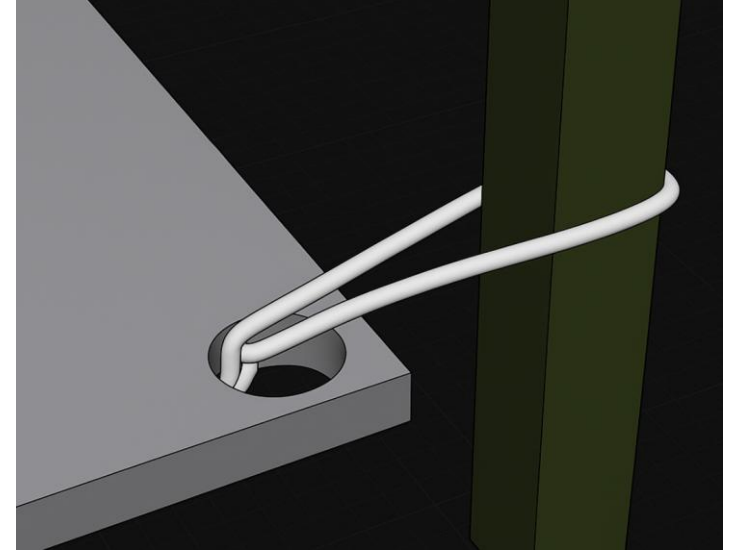
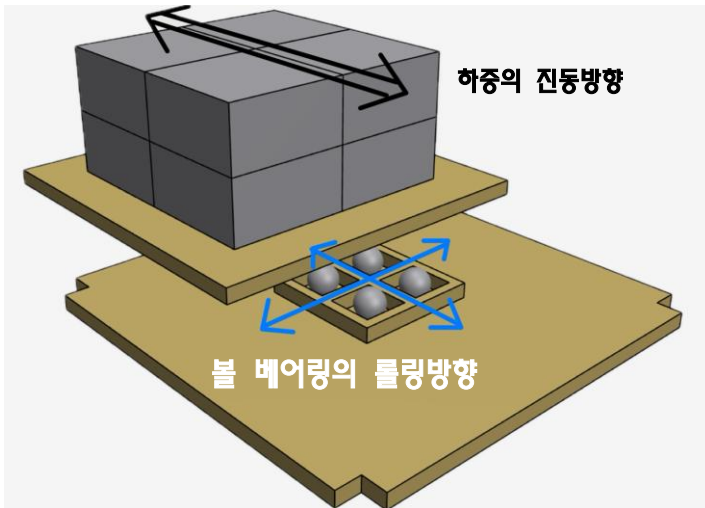


사다리꼴 기둥 배치

- 위로 갈수록 좁아지는 저중심의 안정되는 구조
- 하부로 자연스럽게 하중이 전달되어 응력 집중을 완화
- 가새를 통해 수평하중 저항성과 외곽기둥 간 연계를 확보

볼베어링 면진판 배치

- 볼베어링이 롤링하며 상하부 구조의 수평 움직임을 분리
- 상부 구조물이 진동에 따라 자연스럽게 움직이며 충격을 흡수
- 지진 시 전달되는 수평 가속도를 줄여 구조물 손상 위험 완화

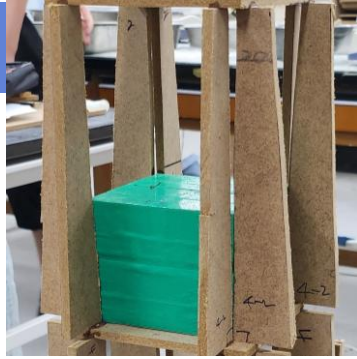


탄성 복원 요소 배치

- 고무줄이 상부 구조의 과도한 이동을 제한하여 범위 내 거동 유도
- 외곽기둥과의 연결을 통해 진동 후 중심 위치로의 복귀를 유도
- 볼베어링의 롤링 운동을 보조하면서, 이동 범위를 제어해 안정적 면직 작용을 유도

사다리꼴 기둥 배치

- 위로 갈수록 좁아지는 형상
- 하중 분산 경로 확보
- 응력 집중 완화



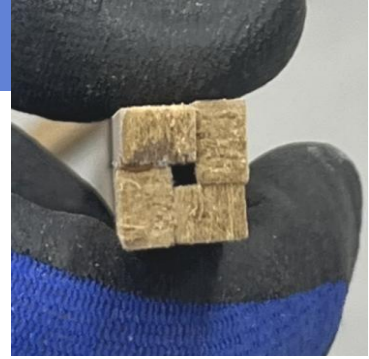
면진 장치

- 고무줄로 바닥판 고정
- 복원력 및 진동 제어
- 반복 변형에 의한 에너지 소산



외곽 기둥

- 강축과 약축 동일
- 하중을 기초판으로 전달



짜맞춤 기법

- 접착제 없이 조립
- 시공속도 향상 및 원가 절감
- 기둥의 연결부



3중 분리

- 고무줄과 외곽기둥 연결
- 지진에너지를 흡수
- 구조체의 상부와 하부를 분리



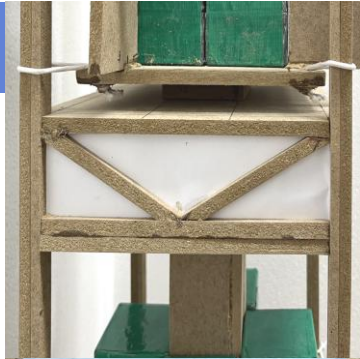
중앙 코어

- 구조물의 중심 하중 지지
- 비틀림 저항 성능 향상



종이 전단벽

- 수평 하중에 대한 전단 저항
- 강성 보강
- 무게 최소화와 시공 용이성



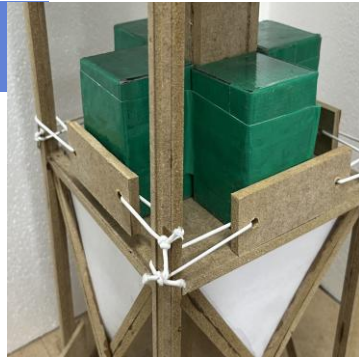
벨트 트러스

- 중간 강성 증가
- 에너지 소산 효율 증가
- 하부로 균열 분산



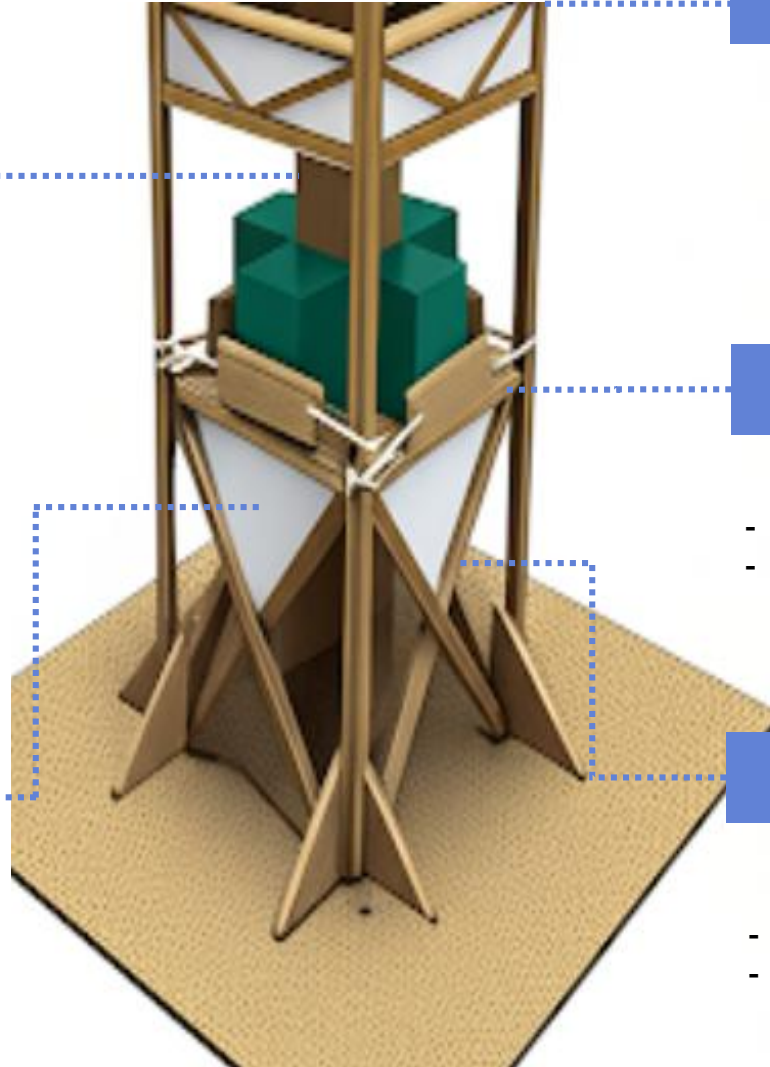
하중 낙하방지 장치

- 수평 하중에 대한 전단 저항
- 구조체 변형 억제



x자 가새

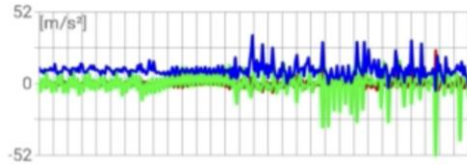
- 수평 하중에 대한 전단 저항
- 구조의 연성 향상에 기여



1차 모델 제작 후 실험



0.4127g에서 파괴



Accelerometer

X: +1.17559 m/s^2
Y: -4.12773 m/s^2
Z: +13.73835 m/s^2

- 면진층 상부 강성 부족 → 진동 시 하중이 3-4층에 집중
- 집중 하중으로 기둥·보 손상·국부 파괴 위험



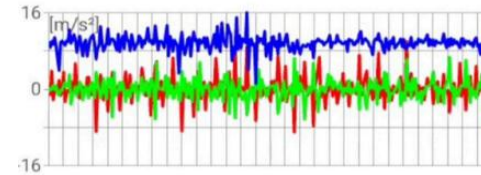
3-4층에 사다리꼴 기둥 각 1개 추가

- 상부 강성 보강 → 하중 분산·연속 경로 확보
- 국부 파괴 억제 및 전체 내진 성능 향상

2차 모델 제작 후 실험



0.6349g에서 파괴



Accelerometer

X: +8.07110 m/s^2
Y: -6.34962 m/s^2
Z: +8.91149 m/s^2

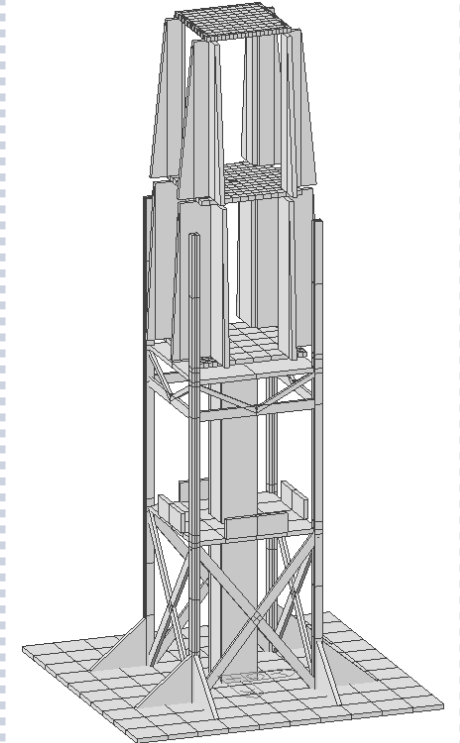
- 전달된 지진 에너지가 면진층 하부에 집중 → 횡강성 급감



종이 전단벽 · 벨트트러스 재배치

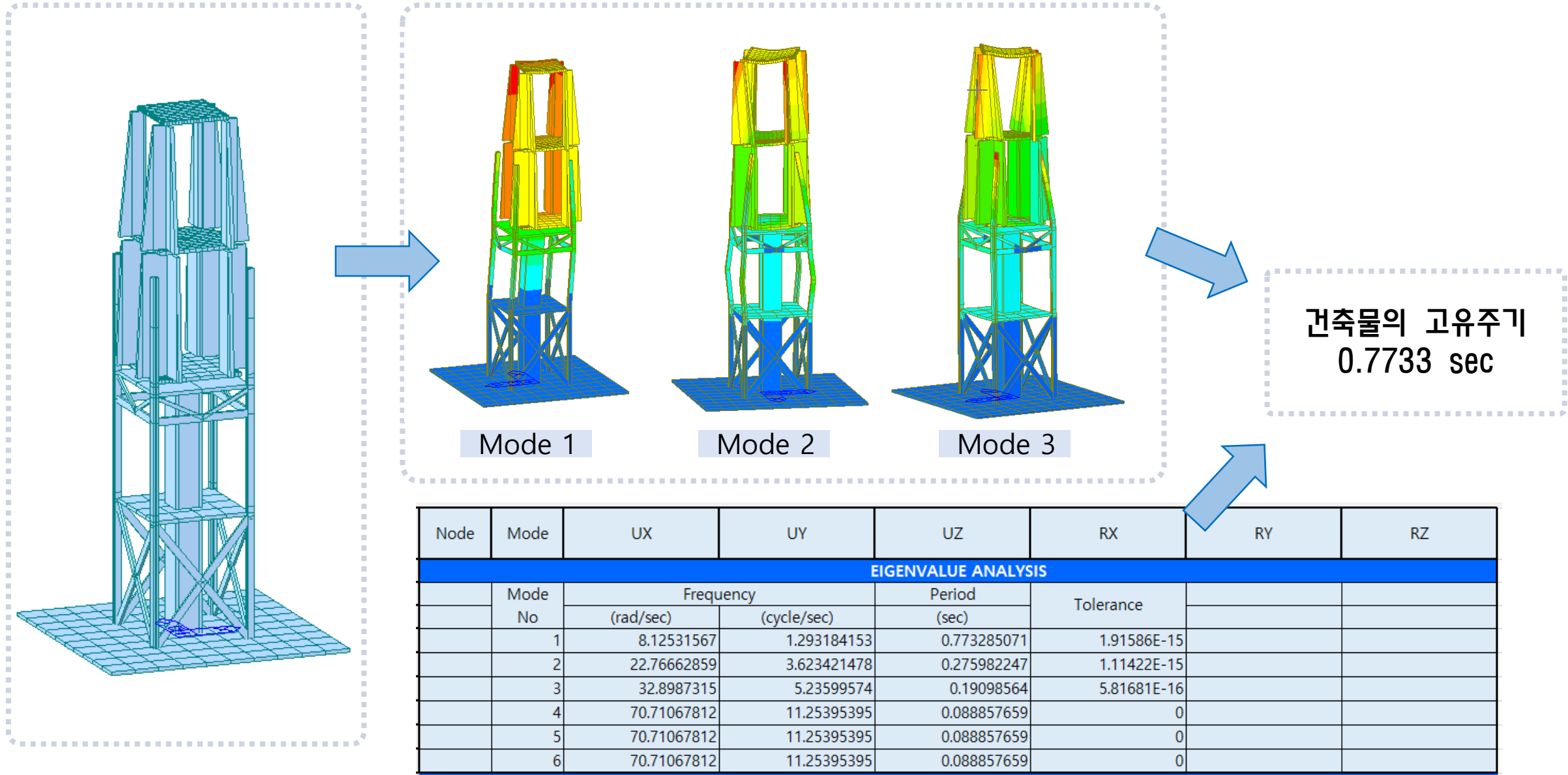
- 수평 저항력 강화
- 하부층 연성·안정성 동시 확보

최종 모형

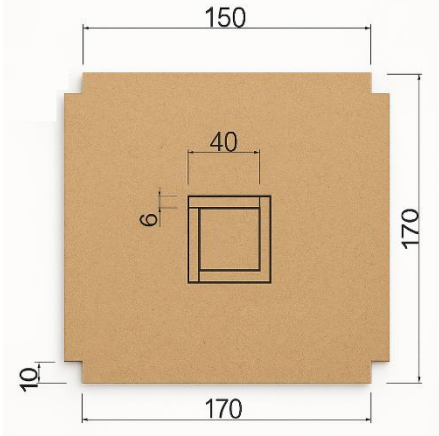


※ 하중블럭을 넣기 전 모형

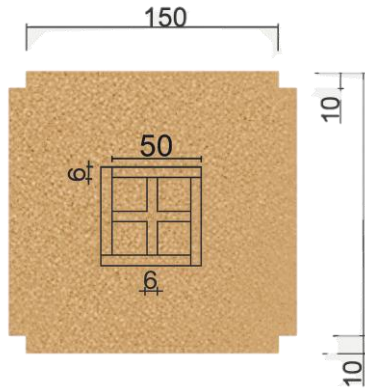
MIDAS 구조해석



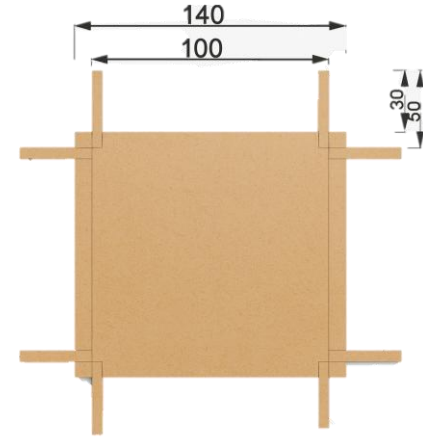
설계 도면



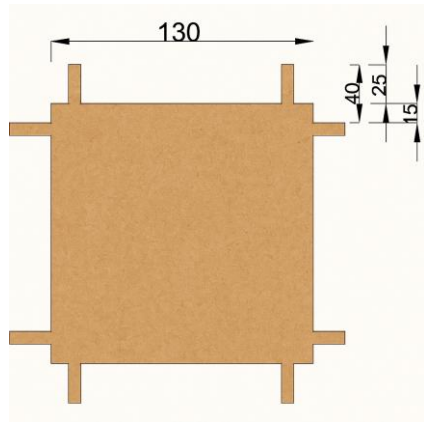
[2층 Plate]



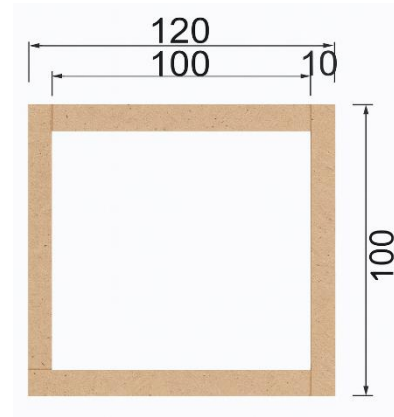
[3층 Plate]



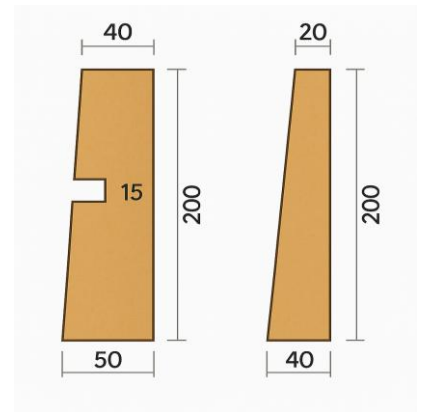
[면진층 Plate]



[4층 Plate]



[옥상층 Plate]



[3,4층 사다리꼴 기둥]

각 Plate는 지진하중 분산과 진동 대응 구조를 고려해 설계됨

각 Plate는 지진하중 분산과 진동 대응 구조를 고려해 설계됨

면진층은 볼베어링 기반 수평 진동 흡수 목적

공정표·내역서

- 효율적인 분업화 진행
- 240분 → 150분
- 약 35% 공기 단축**
- 구조 안정성&경제성 고려
- 대회 규정 2,400(백만원) → 1,770(백만원)
- 약 25% 비용 단축**

공정	소요시간	1시간						2시간						3시간			
		10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	
작도	부재 작도	■															
	기둥 제작	■															
제작	바닥 제작	■	■	■	■	■											
	코어 제작		■	■	■	■											
	보강재 제작			■	■	■	■										
	면줄 제작				■	■											
	면진장치 제작					■	■	■	■								
	기둥·코어 조립					■	■	■									
	바닥 조립							■	■	■							
시공	면진장치 조립							■	■	■	■						
	보강재 조립									■	■	■	■				
	면줄 조립										■	■	■	■			
	하중블럭 설치												■	■			
	마무리 작업															■	■
총 공정 시간		2시간 30분															

부재명	규격	수량	부재명	규격	수량
외각 기둥	600x10x10 mm	16	가새 및 벨트 트러스	600x4x6 mm	11
중앙 코어	40x40x6 mm	8	종이 전단벽 및 볼 베어링	A4	2
바닥(2,3층)	170x170x6 mm	2	거셋 플레이트	60x50x6 mm	8
바닥(4층)	140x140x6 mm	1	사다리꼴 기둥(3층)	180x200x6 mm	1
바닥(5층)	120x120x6 mm	1	사다리꼴 기둥(4층)	120x200x6 mm	1

재료명	단위	규격	사용수량(개)	단가(백만원)
MDF Base	개	400x400x6 mm	1	-
MDF Strip	개	600x4x6 mm	27	270
MDF Plate	개	200x200x6 mm	10	1000
스트링 고무줄	식	600x4x6 mm	2	80
A4지	장	A4	2	20
접착제	개	20g	2	400
총 합액(백만원)				1770