

2025 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2025

팀명 : 조사병단

지도 교수 : 노영숙 교수님

서울과학기술대학교 건축학부 건축공학전공



조사병단

조사병단이 '거인으로부터 인간을 지키는 방패'였다면
우리 팀은 '지진으로부터 구조물을 지키는 기술의 방패'다

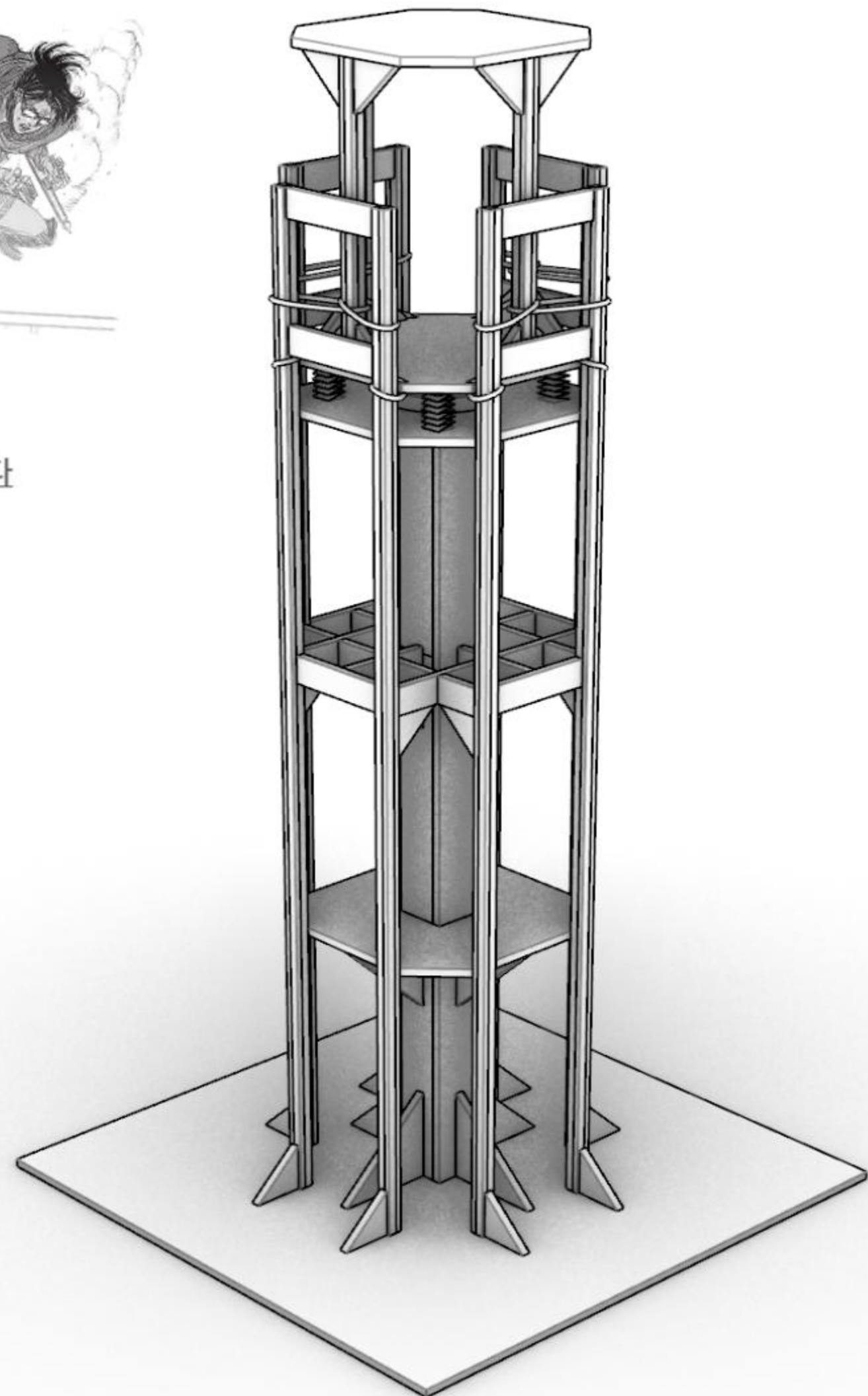
팀원

이지현 팀장 김혜승 팀원

박재현 팀원 박한나 팀원

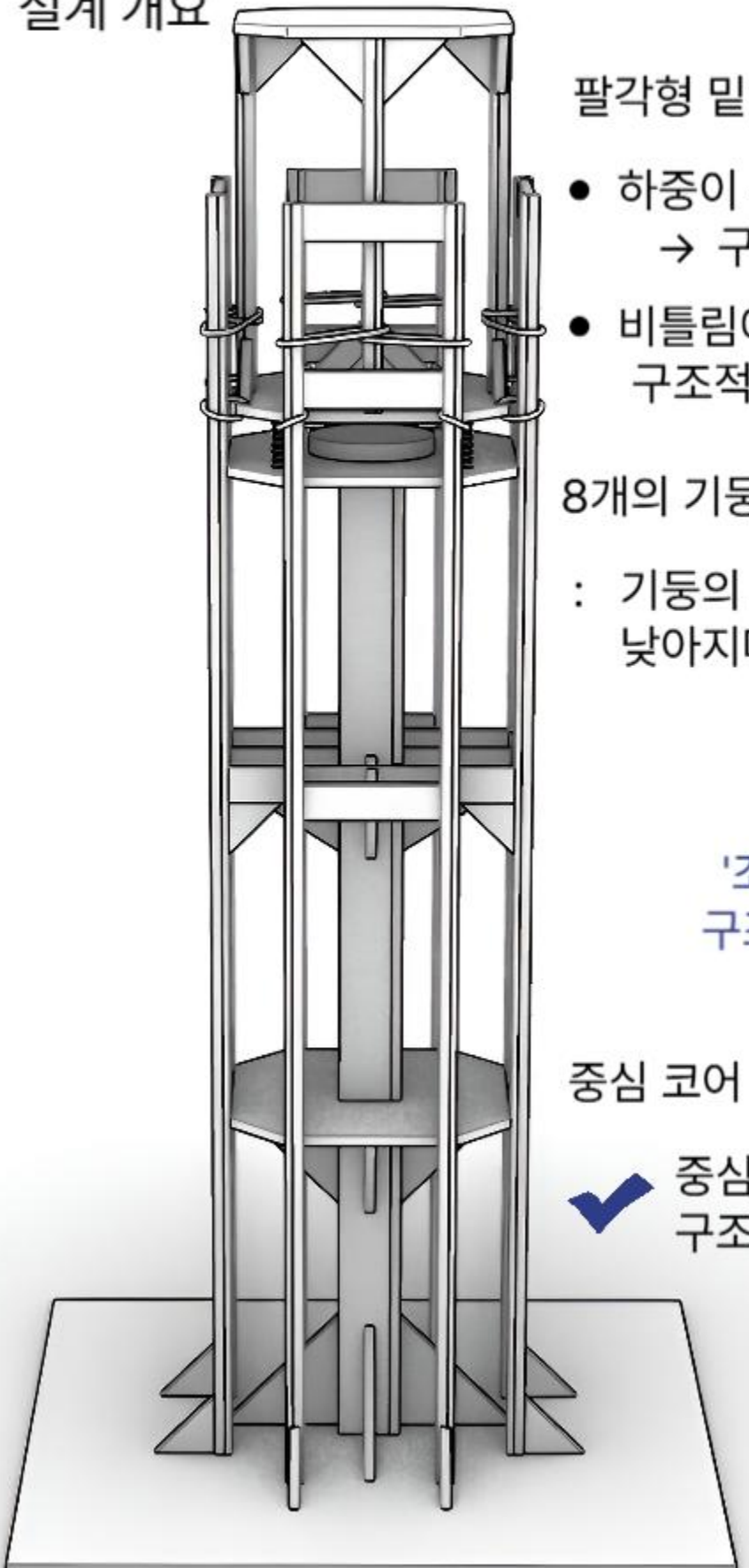
목차

- 01 설계개요 및 설계방향
- 02 실험
- 03 주요 기술 & 최종 설계안
- 04 도면 및 공정표 & 원가 관리



01 설계 개요 및 설계 방향

● 설계 개요



팔각형 밀면

- 하중이 특정 부분에 집중되지 않고 고르게 분산
→ 구조 전체의 안정성 향상
- 비틀림에 대한 저항력이 높아져
구조적 효율성을 높일 수 있음

8개의 기둥

: 기둥의 개수를 늘려 개별기둥의 부하요청이 낮아지며 건물의 지지력이 강화됨



'조형미가 돋보이는 외관으로
구조물의 미적효과를 극대화함'

중심 코어 + 아웃리거

✓ 중심 코어와 아웃리거의 정밀한 시공으로
구조물내진설계의 완성도에 도전

● 설계 방향



<내진 구조>

지진력을 구조물의 내력으로 감당



<제진 구조>

제진장치를 이용 지진에너지를 소산



<면진 구조>

구조물에 지진력의 전달을 감소



'내진, 제진, 면진 기술을 모두 사용해 구조물
의 내진성능을 향상시킨다!'

● 지진파 분석

재현주기 [년]	500	2400	
유효수평지반가속도 (S)	0.3g	0.6g	
위험도계수 (I)	1	2	
지진구역계수 (Z)	0.3g	0.6g	
지반응답증폭계수 (F)	단주기	1.5	
	1초 주기		
설계 스펙트럼 가속도 (Sd)	단주기 설계 스펙트럼 가속도	0.75g	1.5g
	1초 주기 설계 스펙트럼 가속도	0.3g	0.6g




두 주기 모두 0.08sec ~ 0.4sec 에서 최대가속도
지진가속도 0.7g에서 파괴되도록 설계



지진가속도가 0.7g쯤에서
파괴될 수 있을 때까지 실험
→ 총 3차례 실험 및 수정

02 실험

정지마찰계수 측정실험

	MDF - MDF	MDF - A4	A4 - A4
실험사진			
임계각	43도	33도	22도
정지마찰계수	0.93	0.65	0.4

A4-A4 접합면 선정



4층 아랫면에 A4종이를 붙이고 종이도넛 위에 올려 마찰력 감소

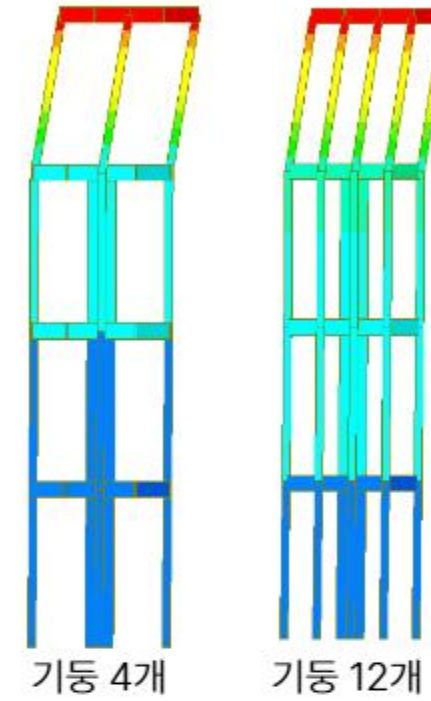
물성치 분석

	8mm×12mm	10mm×10mm
단면도		
단면2차모멘트 (mm ⁴)	1152	832
하중 (N)	4.9	
길이 (mm)	150	
치점량 (mm)	4	5
탄성계수 (MPa)	1196	1325

양방향 강성이 동일한 10mm X 10mm 기둥 선정

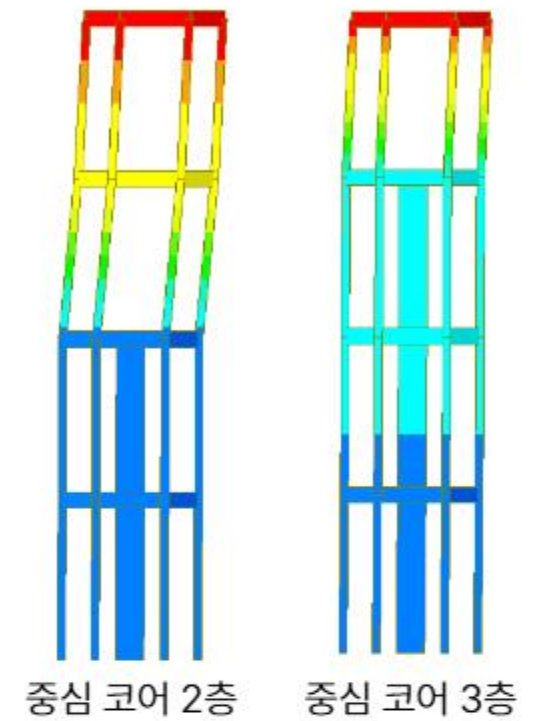
MIDAS 분석

1. 기둥 개수에 따른 건물의 수평변위량



- midas 실험 결과 : 기둥 4개 ->12개 >> 건물의 수평 변위량이 줄어듦
- 최종 실험 결과 : 8개의 기둥을 배치했을 때 가장 효과가 뛰어나다는 것을 확인

2. 중심 코어 적용 높이 결정



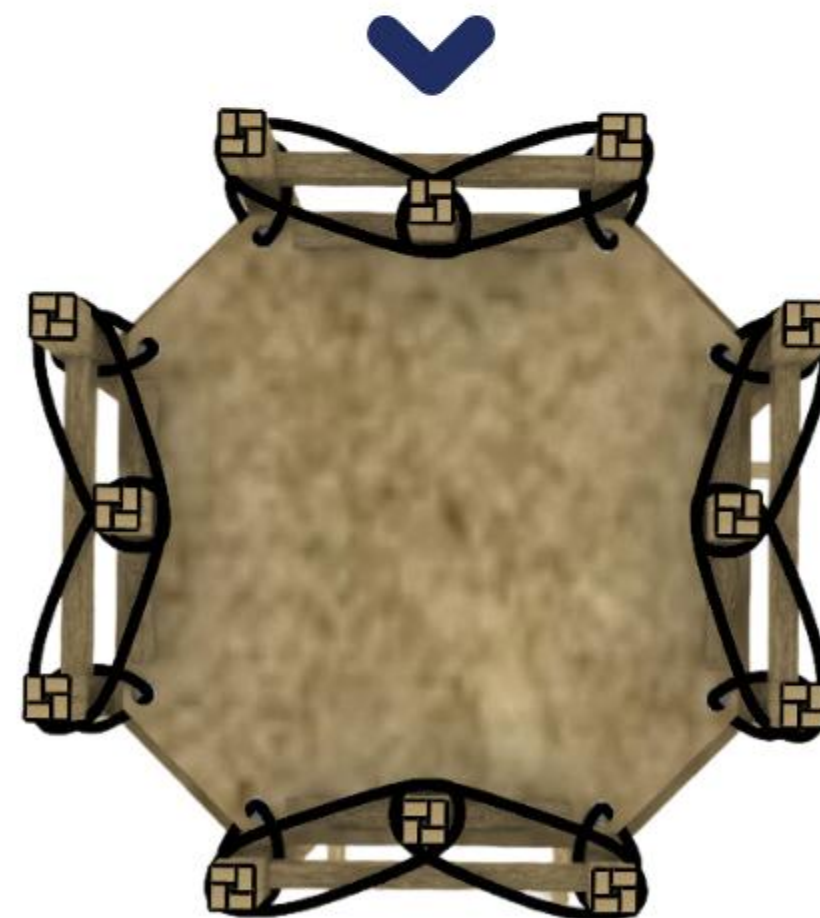
- midas 실험 결과 : 중심코어의 높이가 높을 때 건물의 흔들림이 적다는 것을 확인

3. 고유주기

Node	Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS					
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
	1	7.3780	1.1743	0.8516	1.4610e-28
	2	8.8634	1.4107	0.7089	1.4610e-28
	3	8.8634	1.4107	0.7089	1.4610e-28
	4	13.5520	2.1569	0.4636	1.4610e-28
	5	29.5847	4.7085	0.2124	1.4610e-28
	6	31.8397	5.0674	0.1973	1.4610e-28
	7	31.8397	5.0674	0.1973	1.4610e-28
	8	42.0218	6.6880	0.1495	1.4610e-28
	9	86.9158	13.8331	0.0723	1.4610e-28
	10	86.9158	13.8331	0.0723	1.4610e-28
	11	122.7665	19.5389	0.0512	1.4610e-28
	12	122.7665	19.5389	0.0512	1.4610e-28

mode1에서의 고유주기가 0.85로 산정

→ 설계스펙트럼가속도가 최대가 되는 0.08~0.4sec을 피해 성공적으로 설계

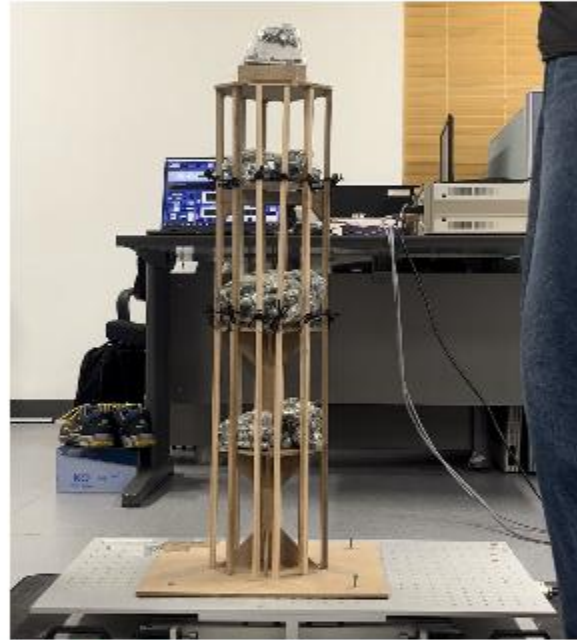


외각 기둥 모두 10mm X 10mm 기둥 이용

02 실험

1차

- 팔각 바닥면
- 외각기둥 12개 >> 다점 지지 구조
- 2층까지 중심코어 기둥
- 종이도넛 면진 장치 (3층)
- 종이면 고무줄 면진 장치 (4층)
- 거셋 플레이트
- 연결부에 톱밥 이용하여 접합



붕괴 가속도 : 0.43g

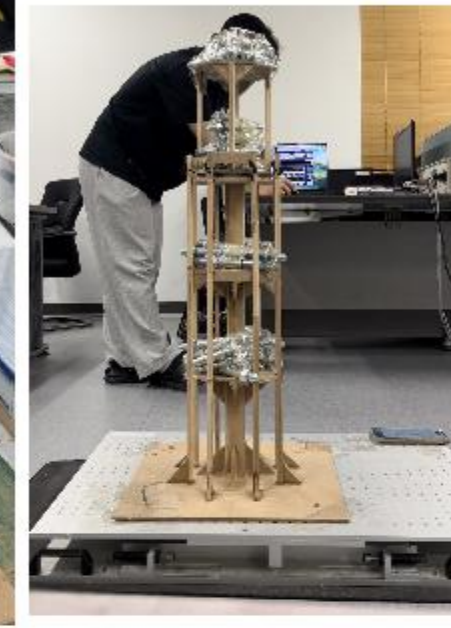
붕괴 원인 분석 & 보완 방안

- 뽕힘 파괴 발생
>> 바닥면 기둥에 거셋플레이트를 추가하여 기초 바닥면과의 분리 방지
- 종이면 고무줄 면진 장치의 효과 미미
>> 아웃리거 구조로 대체
- 기둥 과다 사용
>> 모서리 끝에 기둥 8개로 감소
- 감소한 외가기둥 보완
>> 중심코어를 3층까지 확대
- 상층부 하중분산 필요
>> 꼭대기층 분리하여 종이도넛 면진 장치 적용



2차

- 외각기둥 8개 >> 다점 지지 구조
- 3층까지 중심코어 기둥
- 종이도넛 면진 장치 (4층)
>> 상층부 구조물 분리형태
- 거셋 플레이트 추가
- 아웃리거
- 기둥 교차 결합



붕괴 가속도 : 0.5g

붕괴 원인 분석 & 보완 방안

- 상층부 구조물 탈락 발생
>> 기둥 및 난간 추가 및 고무줄 연결 추가
- >> 상부 구조물에서 바닥면 플레이트와 기둥 연결부의 강성 강화를 위한 거셋 플레이트 추가
- 나머지 하층부 구조물은 유지 결정



3차

- 거셋 플레이트 추가
- 벨트
- 고무줄 연결 추가



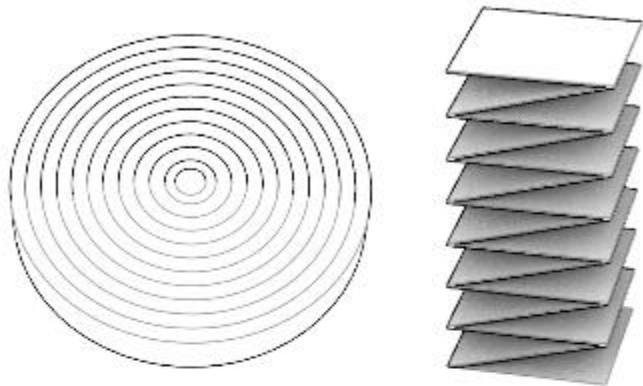
붕괴 가속도 : 0.68g

붕괴 원인 분석 & 보완 방안

- 상층부 구조물 탈락 발생
>> 추가로 연결한 고무줄을 좀 더 탄성이 강하게 작용하도록 변경
- 0.7g 붕괴 유도 가능

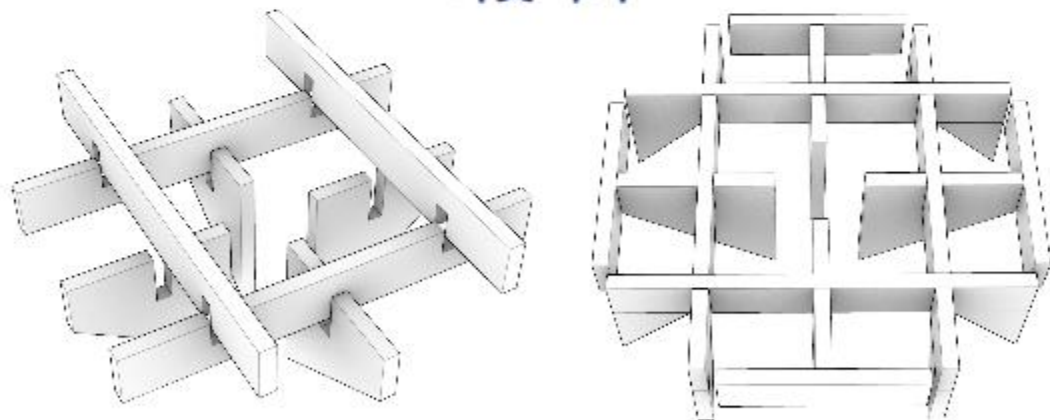
03 주요 기술 & 최종 설계안

종이 도넛 & 종이 댐퍼

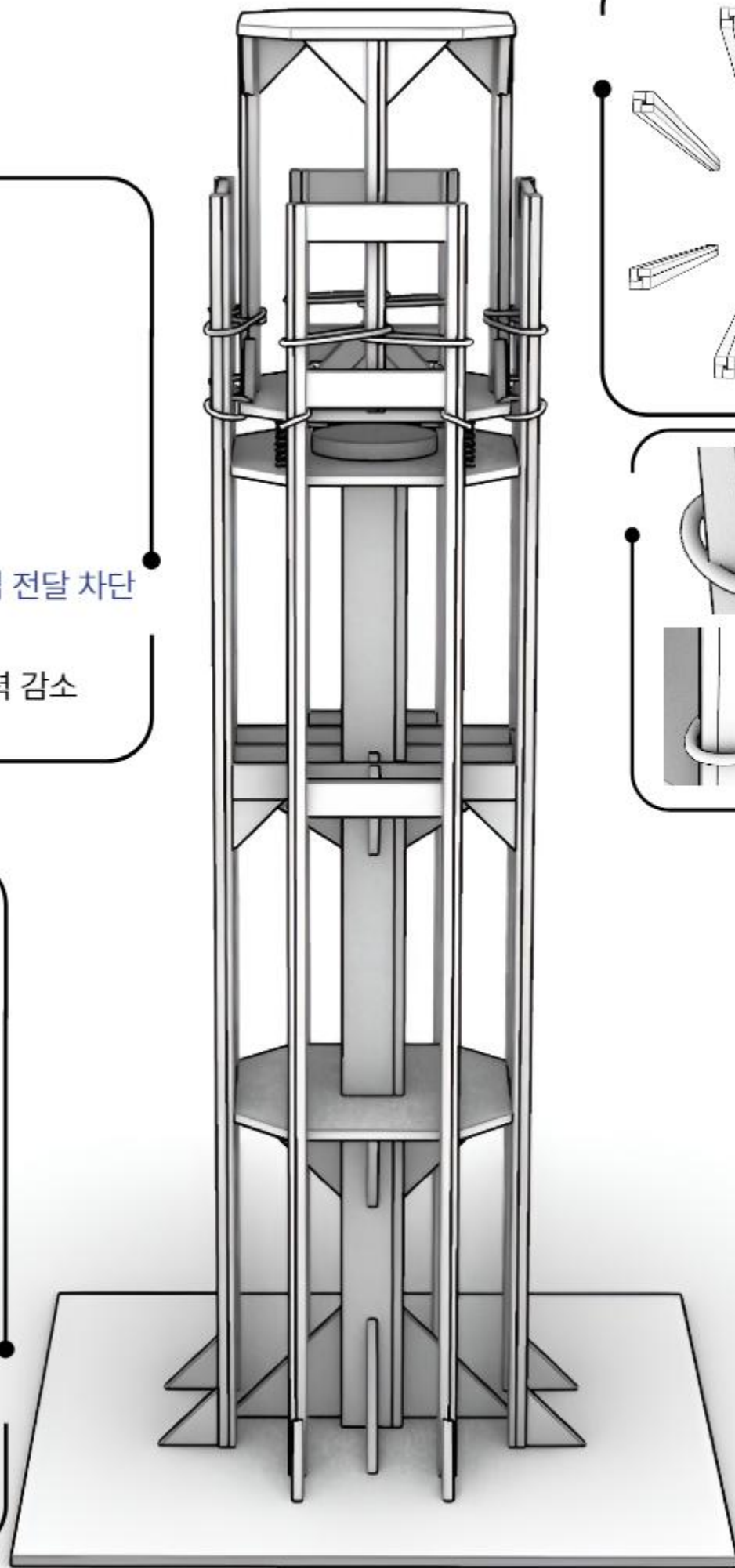


- 4층 구조를 아래층과 분리하여 최상부의 진동에너지 직접 전달 차단
- 기둥과 고무줄로 연결하여 이동 변위제어
- 종이 스프링 추가 및 플레이트 하부에 A4용지 접착 마찰력 감소 >> 면진 효과 증대

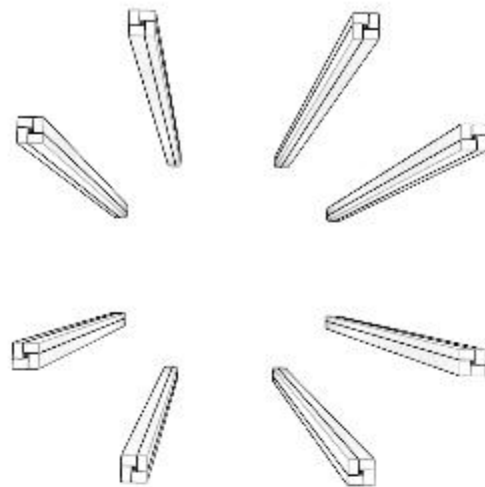
아웃리거



- 중심코어와 외각기둥을 연결 역할
- 3층에 위치하여 중심에서 코어 및 전체 구조의 비틀림과 휨 현상 감소시켜 강성 증가
- 격자형 구조를 끼워 맞추는 방식의 제작 >> 하중 분산 및 수평강성 확보

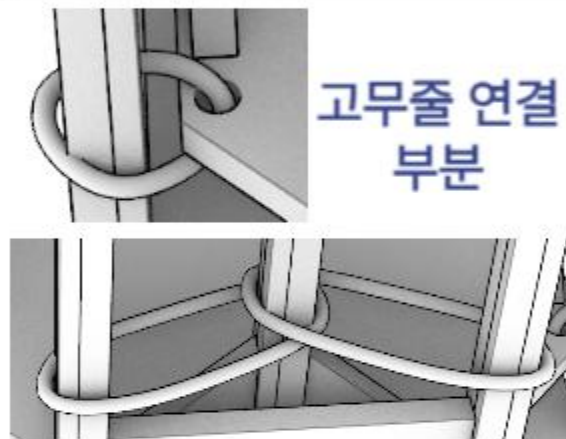


다점 지지 구조



- 바닥면을 일반적인 정사각형이 아닌 팔각구조 채택
- 모서리의 총 8개의 기둥 구성으로 응력 집중 방지 및 휨방향 강성 확보
- 전체구조의 대칭성과 균형 강화 >> 내진 효과 증대
- 하중 전달 경로의 다변화

고무줄 연결 부분

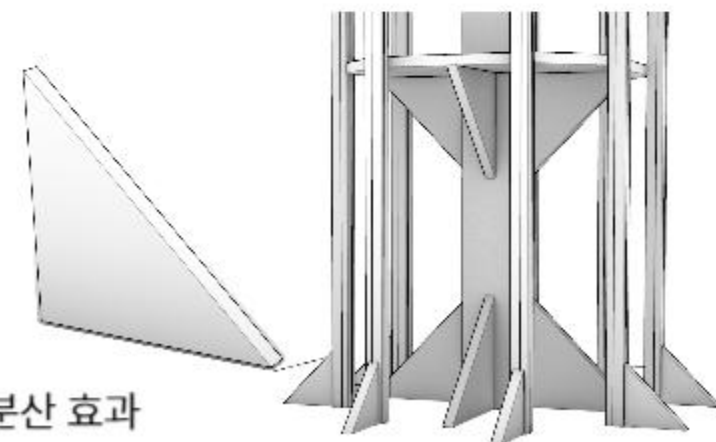


중심코어 & 기둥 교차결합

- 3층까지 이어지는 중심코어 채택
- 재료의 한계로 인해 발생하는 접합면을 어긋나도록 설계 >> 메인지지 구조물들의 균일한 강성 확보

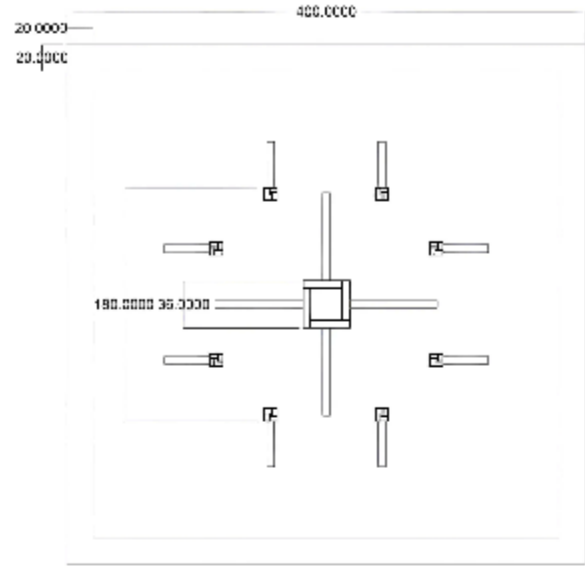


거셋 플레이트

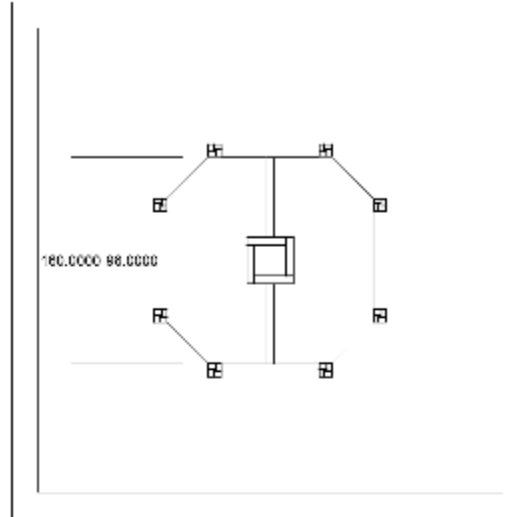


- 연결부의 응력 집중 분산 효과
- 아웃리거의 강성확보에 이용 >> 내진 효과 증대
- 팔각 바닥면 시공에서 발생하는 조각이용 >> 경제성 및 시공성 확보

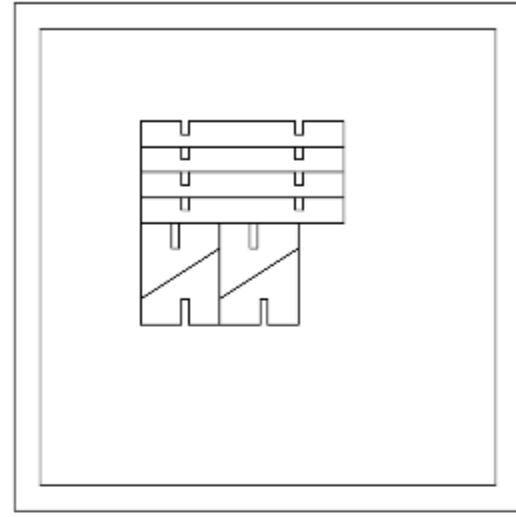
도면 (평면도&입면도)



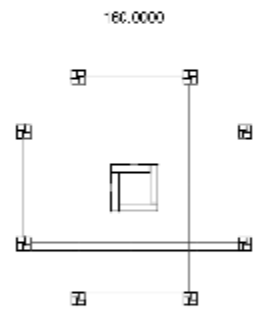
1층 평면도



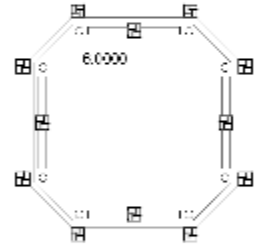
2층 평면도



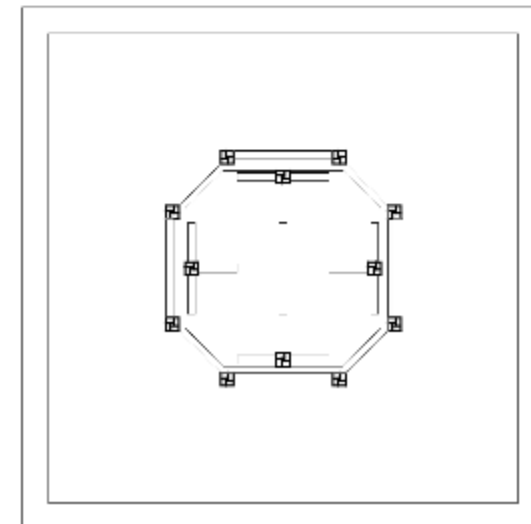
아웃리거 부재 평면도



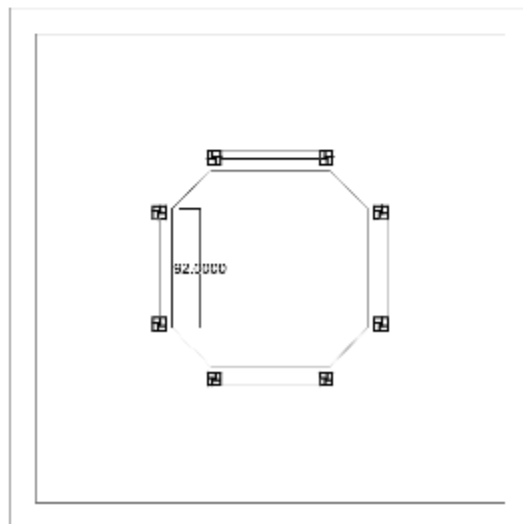
3층 평면도



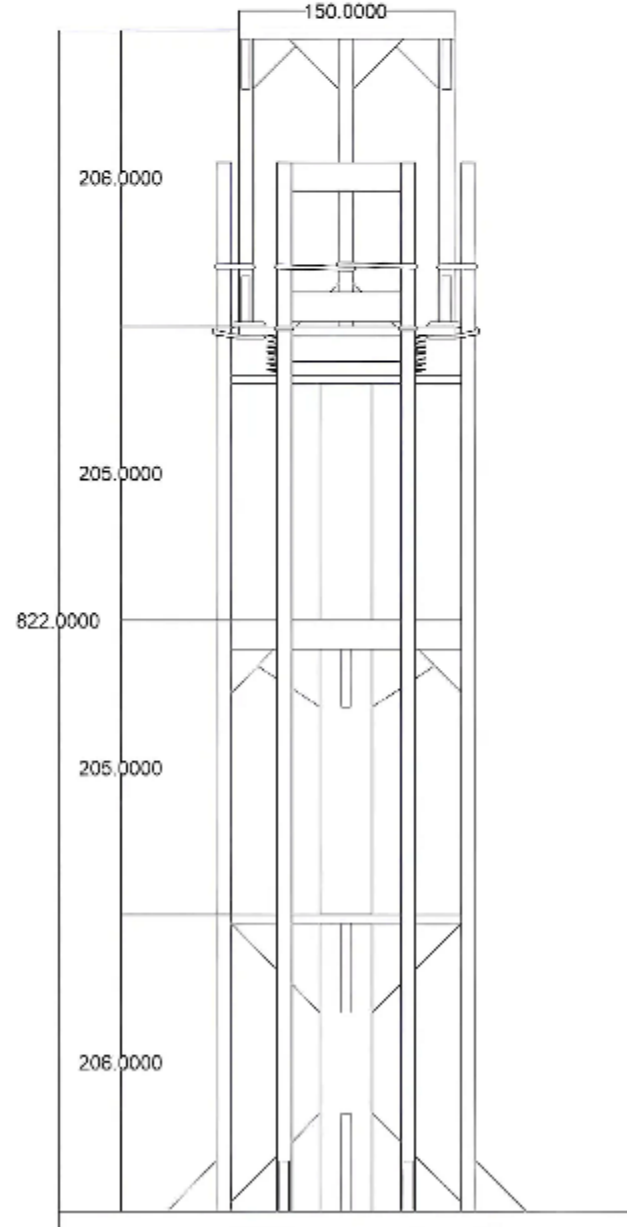
4층 평면도



지붕 평면도



지붕 평면도



입면도

04 도면 및 공정표 & 원가 관리

시공성 분석 (공정표)

		1시간						2시간									
		10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	
설계	플레이트, 보강재 작도	■	■														
	기둥, 코어 작도		■	■	■												
	아웃리거 작도			■	■	■											
제작	기둥, 코어 제작				■	■	■										
	플레이트 제작				■	■	■										
	보강재 제작				■	■	■										
	아웃리거 제작					■	■	■									
	면진장치 제작							■	■								
시공	기둥, 코어 조립							■	■	■							
	플레이트, 아웃리거 조립							■	■	■	■						
	면진장치 시공								■	■	■	■					
마감	보강재 시공										■	■	■				
	하중볼력 설치													■	■		
	마무리															■	■

총 공정 시간 : 2시간 20분

경제성 분석 (원가 관리)

재료명	재료규격	단가 (백만원)	수량	합계
MDF Plate	200mm×200mm×6mm	100	7개	700
MDF Strip	600mm×4mm×6mm	10	46개	460
A4		10	4장	40
스트링 고무줄 Φ 2~3	600mm	40	4개	160
접착제	20g	200	3개	600
총 제작 비용			1960만원	

총 소요 비용 : 1960백만원