

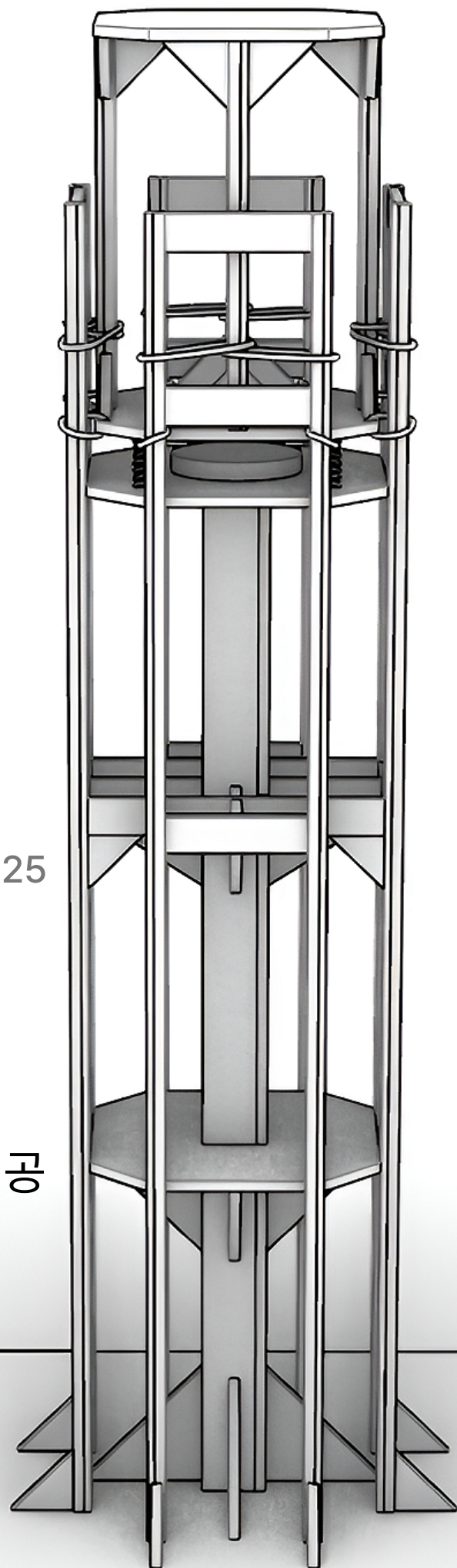
2025 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2025

팀명 : 조사병단

지도 교수 : 노영숙 교수님

서울과학기술대학교 건축학부 건축공학전공



목차

01 INTRO

팀 소개
대회 규정 분석
재료 물성치 분석

02 MAIN

지진파 분석
파단 실험 & 분석
MIDAS 분석
기술 분석
최종 설계안
평면도 & 입면도

03 CONCLUSION

시공성 분석
경제성 분석

INTRO MAIN CONCLUSION

팀 소개

조사병단

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

이지현 팀장

- 구조 해석
- 구조물 제작
- 아이디어 제시
- MIDAS 모델링
- 지진파 분석

김혜승 팀원

- 구조해석
- 구조물 제작
- 도면 작성
- 모델링
- 설계 제안서 작성

박재현 팀원

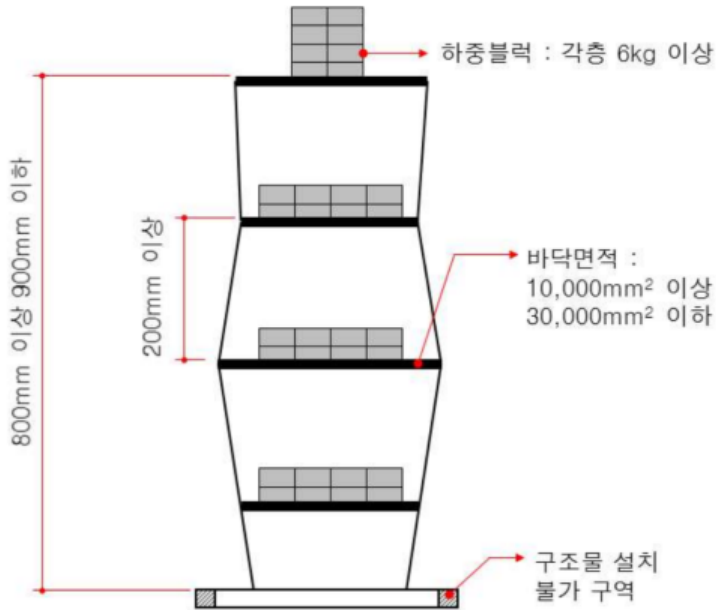
- 구조 해석
- 구조물 제작
- 물성치 분석
- 시공성 분석
- 대회 규정 분석

박한나 팀원

- 구조 해석
- 구조물 제작
- 물성치 분석
- 경제성 분석
- 상세 설계

대회규정 분석

구조물 제작 & 심사기준



1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
4. 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
5. 설계지진 초과 시 구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계
6. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
7. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

재료 물성치 분석

- 물성치 분석

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

- 정지마찰계수 측정실험

$$\mu_s = \tan\theta$$

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

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

➔ 마찰력 증가로 인한 면진효과 감소를 줄이기 위해 마찰력이 비교적 적은 **A4-A4 접합면 선정**

➔ 좌우 진동을 모두 잘버틸수 있도록 양방향 강성이 동일한 **10mm X 10mm 기둥 선정**

지진파 분석

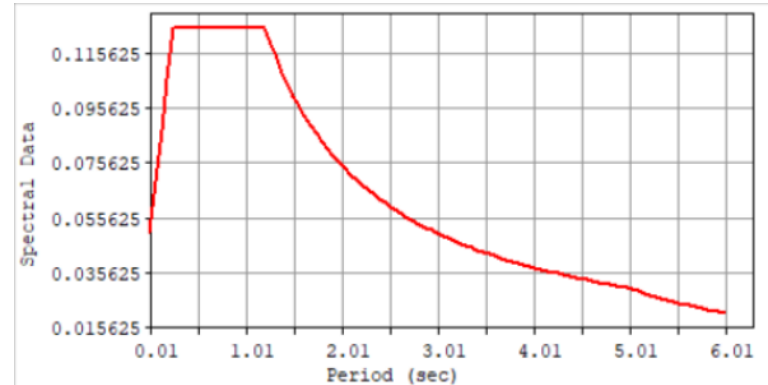
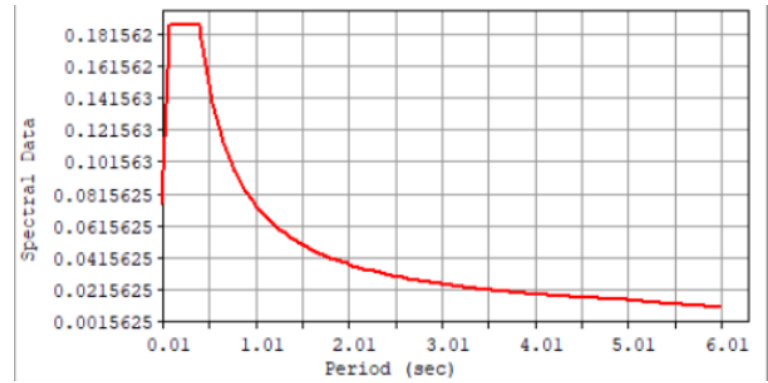
재현주기 [년]	500	2400	
유효수평지반가속도 (S)	0.3g	0.6g	
위험도계수 (I)	1	2	
지진구역계수 (Z)	0.3g	0.6g	
지반응답증폭계수 (F)	단주기	1.5	
	1초 주기		
설계 스펙트럼 가속도 (Sd)	단주기 설계 스펙트럼 가속도	0.75g	1.5g
	1초 주기 설계 스펙트럼 가속도	0.3g	0.6g

$$S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3} \quad S_{DI} = S \times F_v \times \frac{2}{3}$$

두 주기 모두 0.08sec ~ 0.4sec 에서 최대가속도

➔ 지진가속도 0.7g에서 파괴되도록 설계

설계 응답 가속도 스펙트럼



파단 실험 & 분석

1차

2차

3차

적용기술

- 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

- 팔각 바닥면
- 외각기둥 8개 >> 다점 지지 구조
- 3층까지 중심코어 기둥
- 종이도넛 면진 장치 (4층) >> 상층부 구조물 분리형태
- 거셋 플레이트
- 아웃리거
- 기둥 교차 결합
- 연결부에 톱밥 이용하여 접합

- 팔각 바닥면
- 외각기둥 8개 >> 다점 지지 구조
- 3층까지 중심코어 기둥
- 종이도넛 면진 장치 (4층)
- 거셋 플레이트 추가
- 벨트
- 아웃리거
- 기둥 교차 결합
- 연결부에 톱밥 이용하여 접합

실험 전 모형



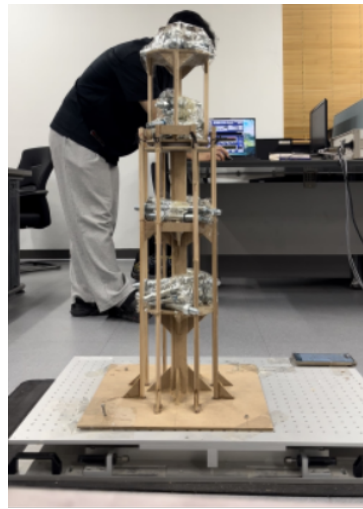
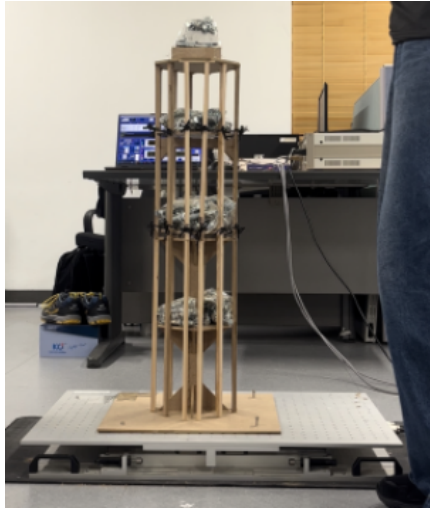
파단 실험 & 분석

1차

2차

3차

실험 모습



붕괴
가속도

0.43g

0.5g

0.68g

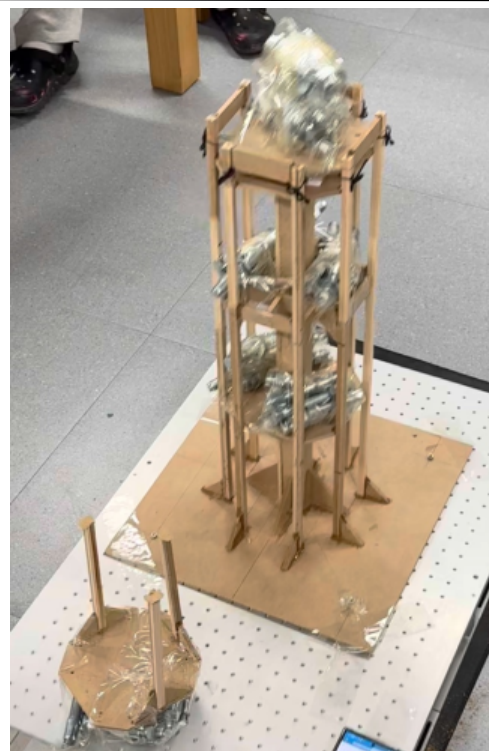
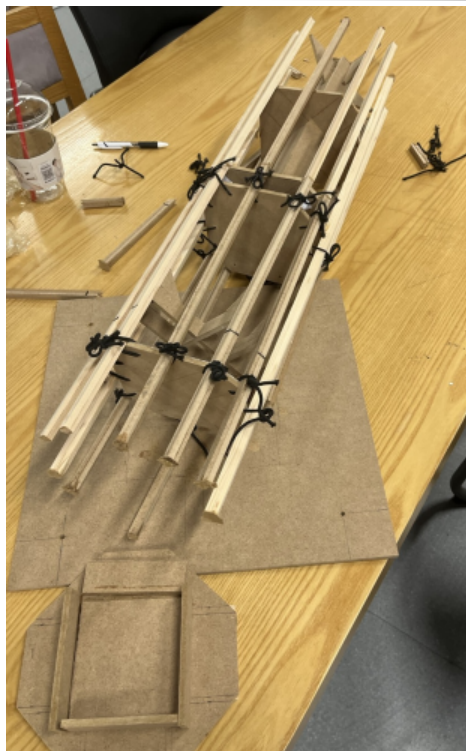
붕괴
원인 분석
&
보완 방안

- 뽕힘 파괴 발생
>> 바닥면 기둥에 거싯플레이트를 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

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

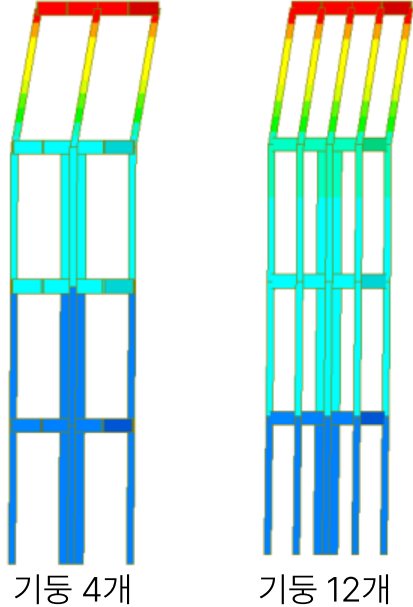
- 상층부 구조물 탈락 발생
>> 추가로 연결한 고무줄을 좀 더 탄성이 강하게 작용하도록 변경
→ 0.7g 붕괴 유도 가능

붕괴된
모습



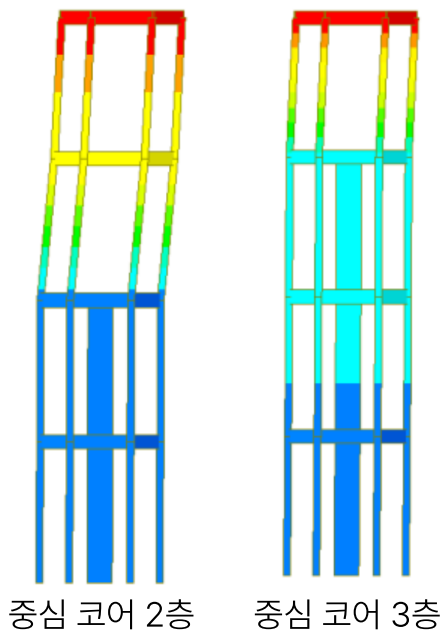
MIDAS 분석

1. 기둥 개수에 따른 건물의 수평변위량



- 실험 결과 : 기둥을 4개 보다 12개로 늘렸을 때 건물의 수평 변위량이 줄어듦
- 실제 모형 제작 후
: 진행한 진동대 실험에서 기둥의 개수와 배치의 효율이 떨어진다고 판단
>> **기둥 8개로 수정**
- 최종 midas 실험 결과
: **8개의 기둥을 배치**했을 때 가장 효과가 뛰어나다는 것을 확인

2. 중심 코어 적용 높이 결정



- 1차 실험 결과
: 중심코어의 역할이 커 중심코어를 2층 천장에서 3층 천장까지 높이고 종이도넛 면진장치를 3층에 설치하여 4층의 하중을 분리
- 최종 midas 실험 결과
: 마이다스 실험결과 **중심코어의 높이가 높을 때** 건물의 흔들림이 적다는 것을 확인

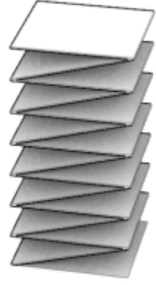
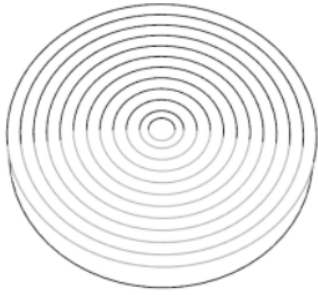
Node	Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS					
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
	1	7.3780	1.1743	0.8516	1.4610e-28
	2	8.8634	1.4107	0.7089	1.4610e-28
	3	8.8634	1.4107	0.7089	1.4610e-28
	4	13.5520	2.1569	0.4636	1.4610e-28
	5	29.5847	4.7085	0.2124	1.4610e-28
	6	31.8397	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 **0.85**로 산정

→ 설계스펙트럼가속도가 최대가 되는
0.08~0.4sec을 피해 성공적으로 설계를 마칩

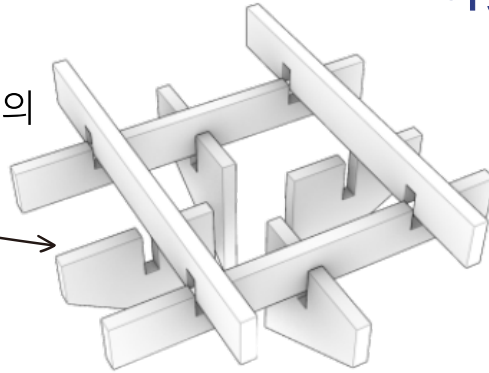
주요 기술 분석

종이 도넛 & 종이 댐퍼 (면진 장치)

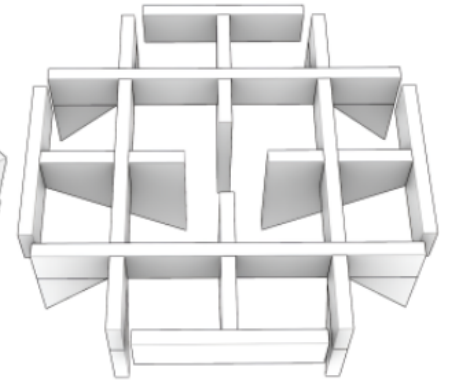


- 4층 구조를 아래층과 분리하여 최상부의 진동에너지 직접 전달 차단
- 기둥과 고무줄로 연결하여 이동 변위 제어
- 종이 스프링 추가 및 플레이트 하부에 A4용지 접착 마찰력 감소 >> 면진 효과 증대

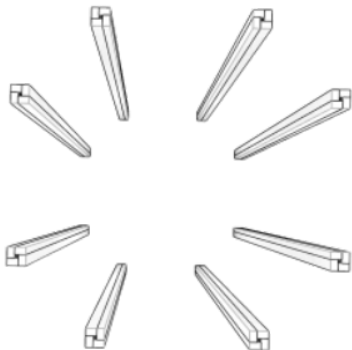
- 중심코어와 외각기둥을 연결 역할
- 3층에 위치하여 중심에서 코어 및 전체 구조의 비틀림과 휨 현상 감소시켜 강성 증가
- 격자형 구조를 끼워 맞추는 방식의 제작 >> 하중 분산 및 수평강성 확보



아웃리거 (내진 장치)



다점 지지구조 (내진 장치)



- 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
- 외각 기둥과 중심 코어 사용으로 이중지지 체계 구축 및 아웃리거 장치와의 연계 >> 하중 전달 경로의 다변화

중심코어 & 기둥 교차 결합

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



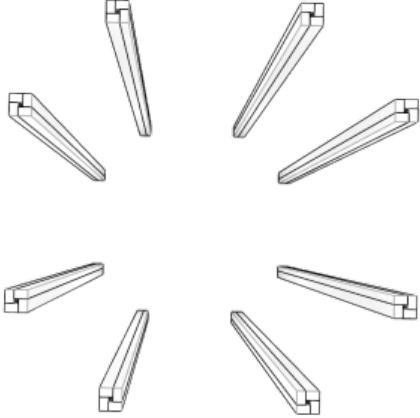
거셋 플레이트



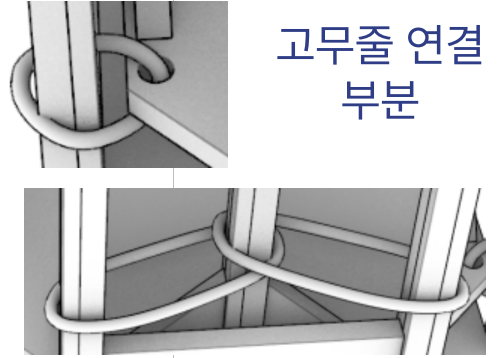
- 연결부의 응력 집중 분산 효과
- 아웃리거의 강성확보에 이용 >> 내진 효과 증대
- 팔각 바닥면 시공에서 발생하는 조각이용 >> 경제성 및 시공성 확보

최종 설계안

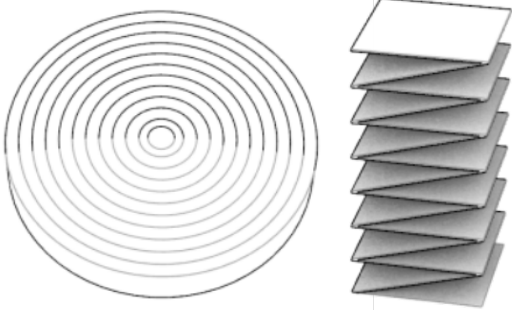
다점 지지 구조



고무줄 연결
부분



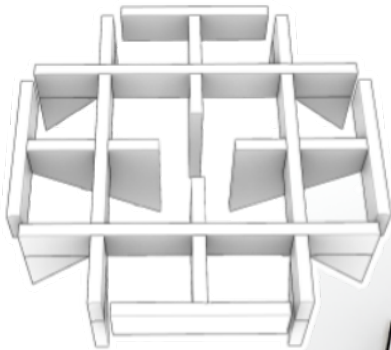
종이 도넛 & 종이 댐퍼



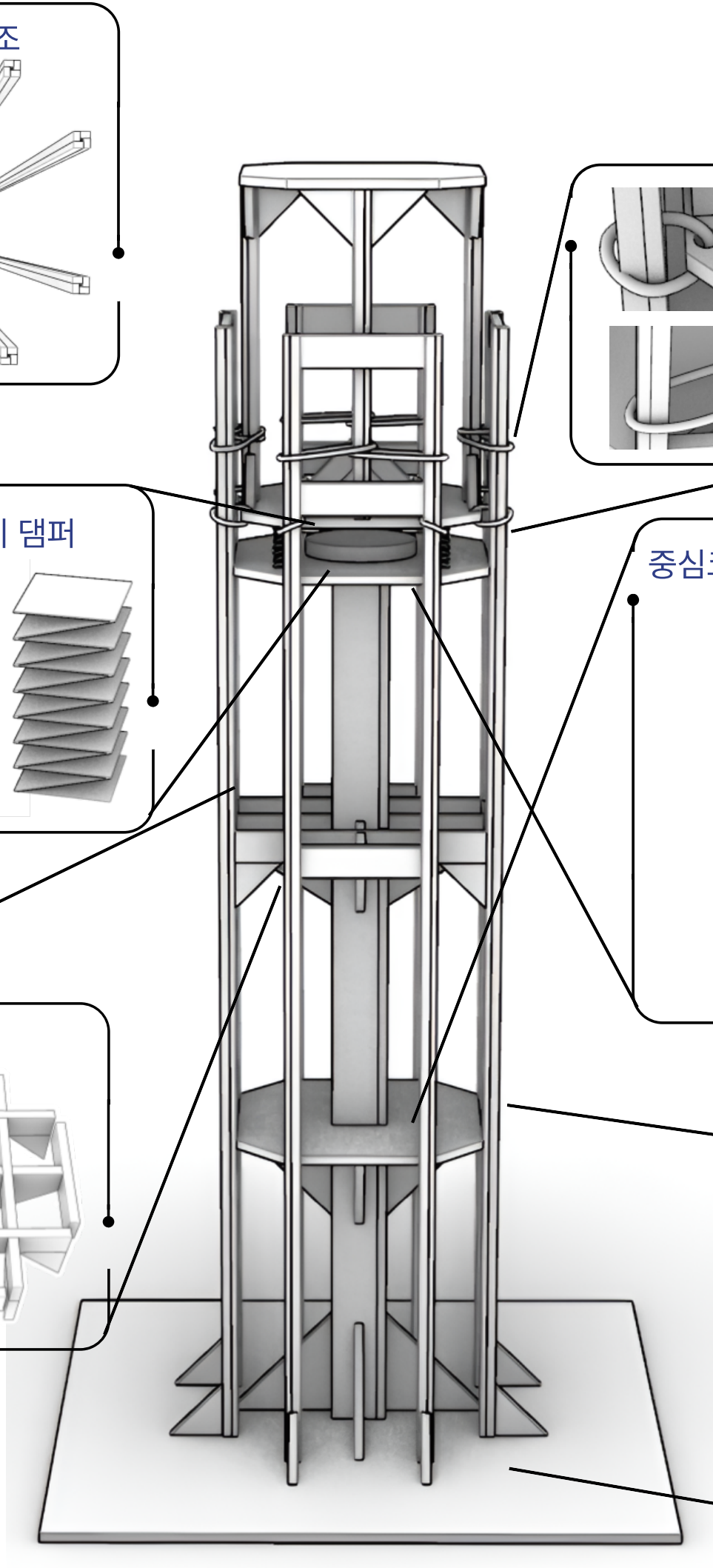
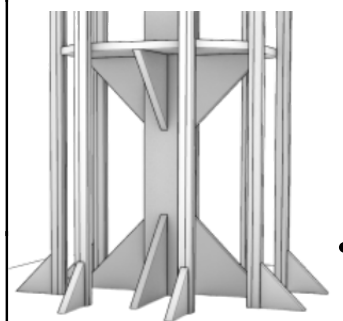
중심코어 & 기둥 교차결합



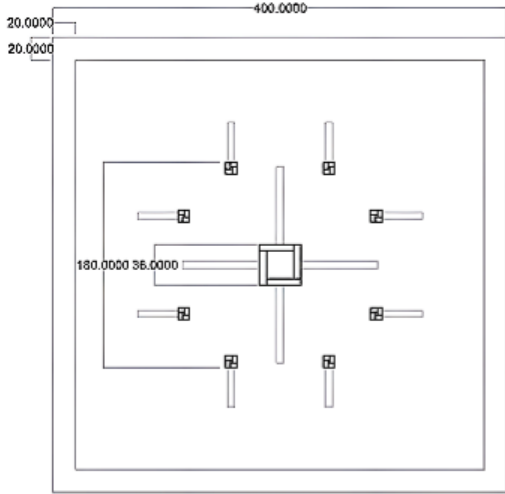
아웃리거



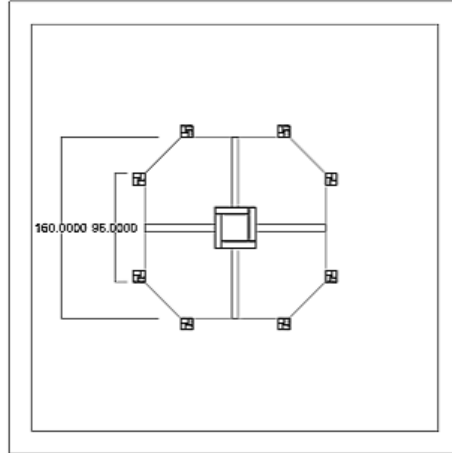
거셋 플레이트



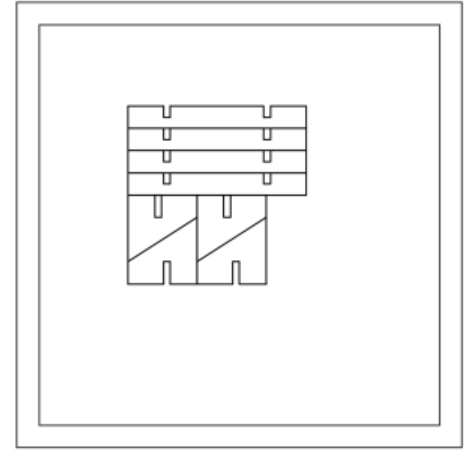
평면도 & 입면도



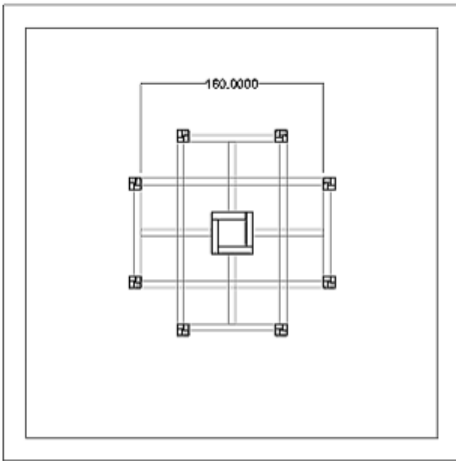
1층 평면도



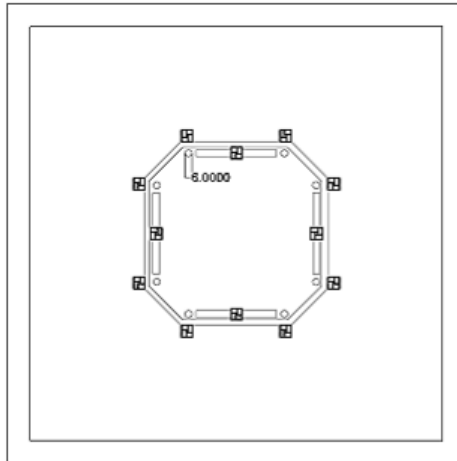
2층 평면도



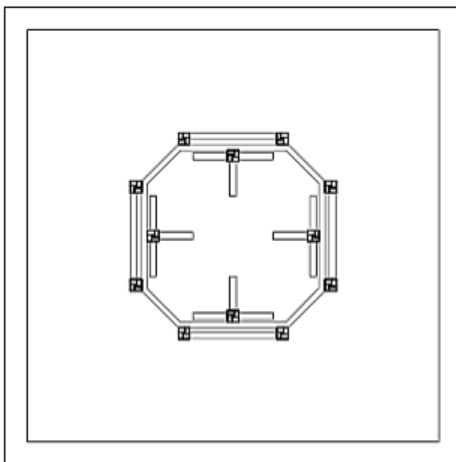
아웃리거 부재 평면도



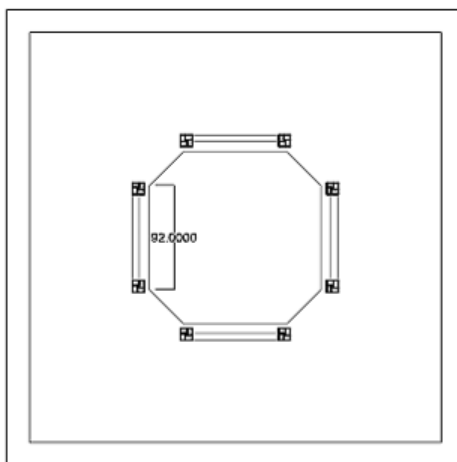
3층 평면도



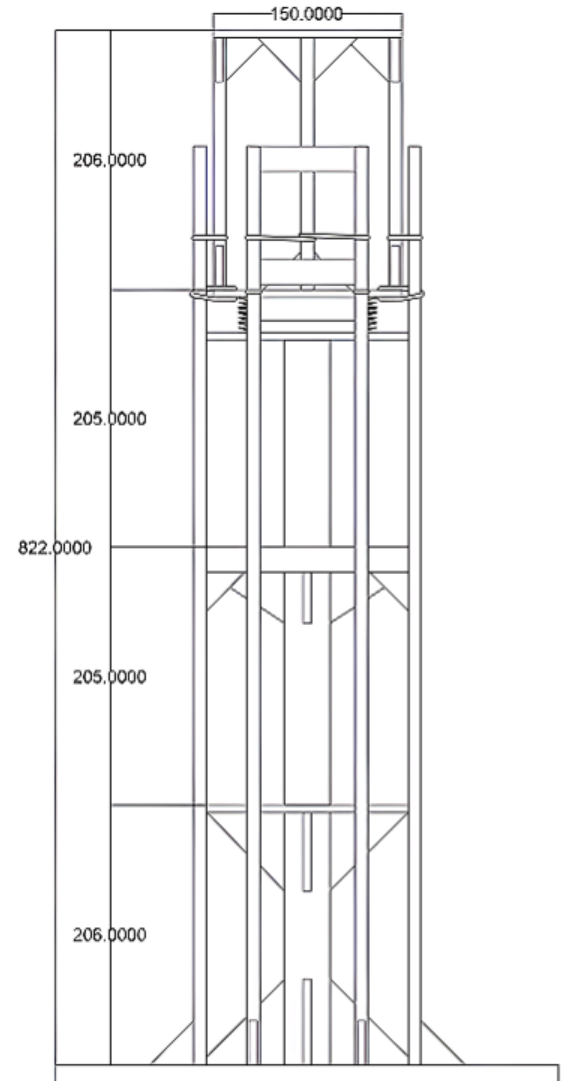
4층 평면도



지붕 평면도



지붕 평면도



입면도

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					■	■									
시공	면진장치 제작					■	■	■								
	기둥, 코어 조립							■	■							
	플레이트, 아웃리거 조립							■	■	■						
	면진장치 시공								■	■	■	■				
마감	보강재 시공									■	■	■	■			
	하중블럭 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			1960백만원	

총 소요 비용 : **1960백만원**