

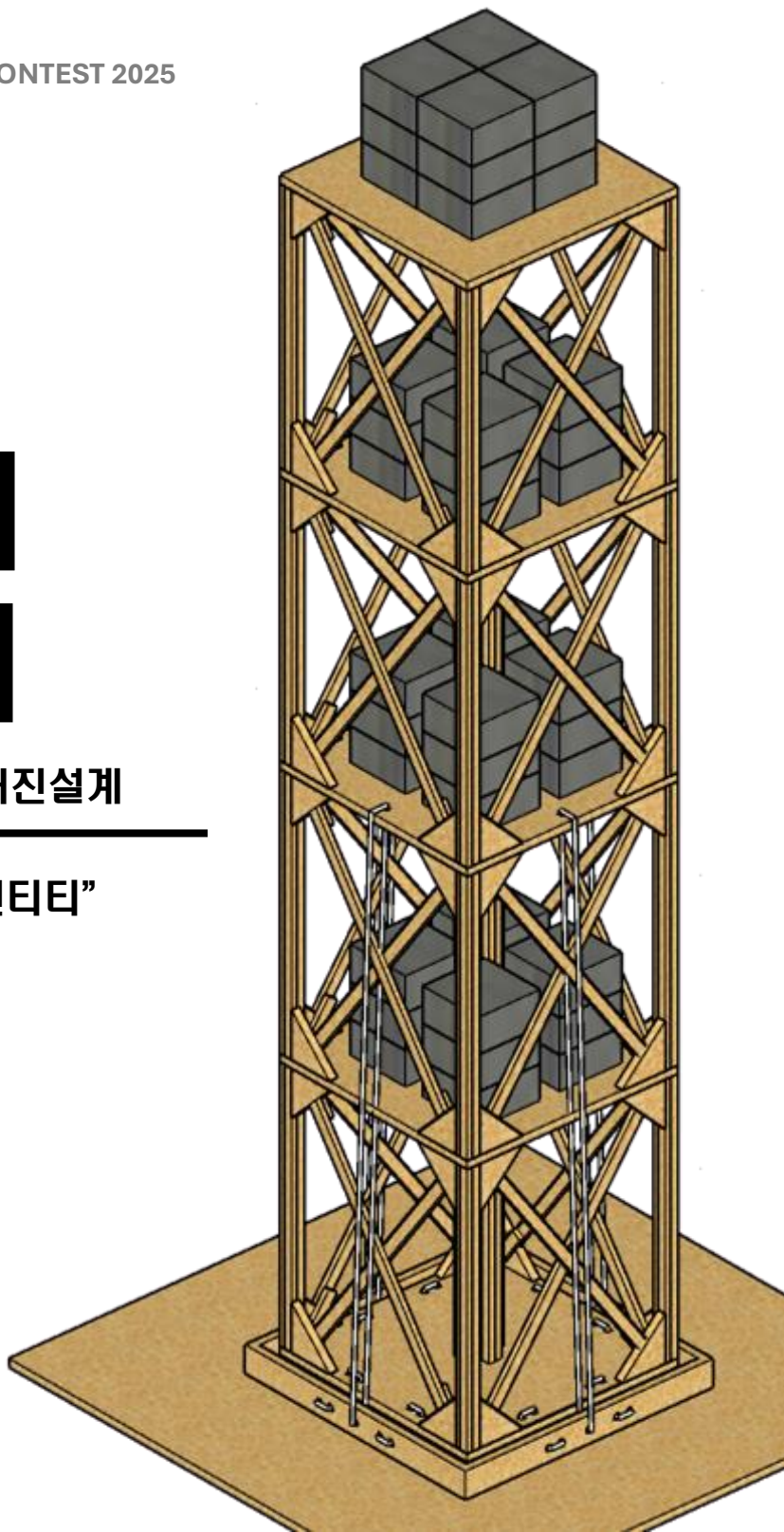
SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2025

2025 구조물 내진설계 경진대회

: 구조물 붕괴방지를 위한 내진설계

동익대학교 건축공학과 “엔티티”

지도교수 : 이 형 래 교수



INDEX

01 INTRO

- 팀 소개
- 대회 규정 분석
- 내진설계 적용
- 지진파 분석
- 재료 물성치 분석

02 MAIN

- 구조설계안 제시
- MIDAS 해석
- 구조물 제작 및 피드백
- 파단 원인 및 거동 분석

03 CONCLUSION

- 최종 구조물 제시
- 평면도 및 입면도
- 공정표 및 내역서
- 시공성 분석 및 경제성 측정

TEAM 엔티티(ENTITY)

Explore serendipity in structure analysis

구조역학에서 뜻밖의 재미를 탐구하다.



ENTITY
건축구조동아리

MEMBERS

이형래 교수님 자문위원

팀장 엄 용 민

- 총괄
- 3D 모델링
- MIDAS 구조해석

팀원 이 주 영

- 구조물 제작
- 물성치 분석
- 시공성 및 경제성 검토

팀원 전 영 찬

- 구조물 제작
- CAD 도면 작성
- MIDAS 구조해석

팀원 김 민 철

- 물성치 분석
- CAD 도면 작성
- 설계제안서 작성

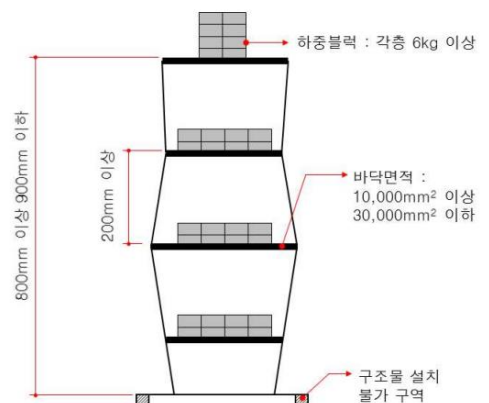
대회 규정

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

※ 프로젝트 최종 목표

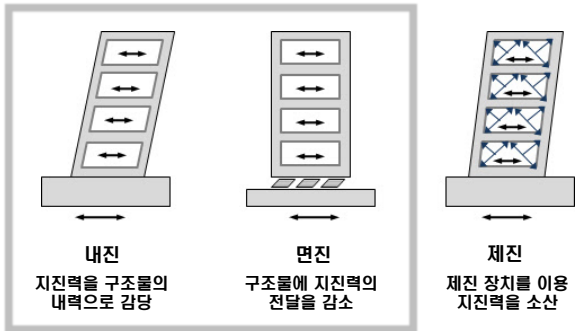
붕괴 메커니즘을 이해하고
시공성과 경제성, 창의성을 고려하여
지진가속도 0.7g에서 구조물 붕괴 유도

구성	평가내용	배점 (100)	
1단계	제안형식의 기능성, 독창성, 디자인 우수성	10	
	내진구조에 대한 이해 및 설계 능력	7	
	붕괴 메커니즘에 대한 이해 및 설계	3	
2단계	설계안 설명 (발표 및 토론)	10	
	모형제작 및 Shaking Table 실험	시공성 : 10	70
		경제성 : 10	
구조성 : 50			



내진전락 & 지진파 분석

지진 격리 방식



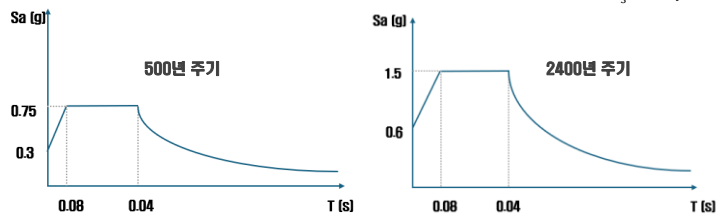
내진과 면진시스템을 적용시켜 구조물 붕괴에 대한 **안정성 확보**

지진파 분석

재현주기	유효수평지반가속도 S	구조물 성능	지반증폭계수	
500년	0.3g	기능수행	F_a	1.5
2400년	0.6g	붕괴방지	F_y	1.5

재현주기	단주기 설계스펙트럼 가속도 S_{DS}	1초주기 설계스펙트럼 가속도 S_{D1}
500년	0.75g	0.3g
2400년	1.5g	0.6g

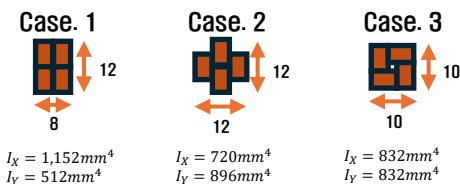
단주기 설계 스펙트럼 가속도 $\rightarrow S_{DS} = 2.5 \times \frac{2}{3} \times S \times F_y$
 1주기 설계 스펙트럼 가속도 $\rightarrow S_{D1} = \frac{2}{3} \times S \times F_y$



500년 & 2400년 주기 모두 0.08~0.4sec에서 설계 응답 스펙트럼 가속도가 **최대 & 일정**

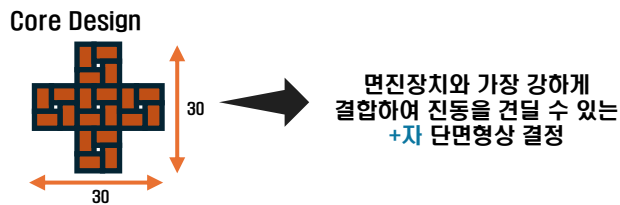
물성치 분석

기둥 단면 형상 결정



양방향에 동등한 단면성능을 가진 **10x10** 단면형상 결정

코어 단면 형상 결정



고무줄 물성치 분석

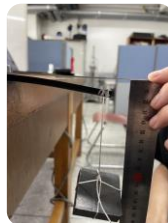
훅의 법칙을 적용 $E = \frac{PL}{\Delta L}$



하중(N)	4.8
길이(mm)	100
단면적(mm ²)	3.14
처짐(mm)	113.8
탄성계수(Mpa)	1.34

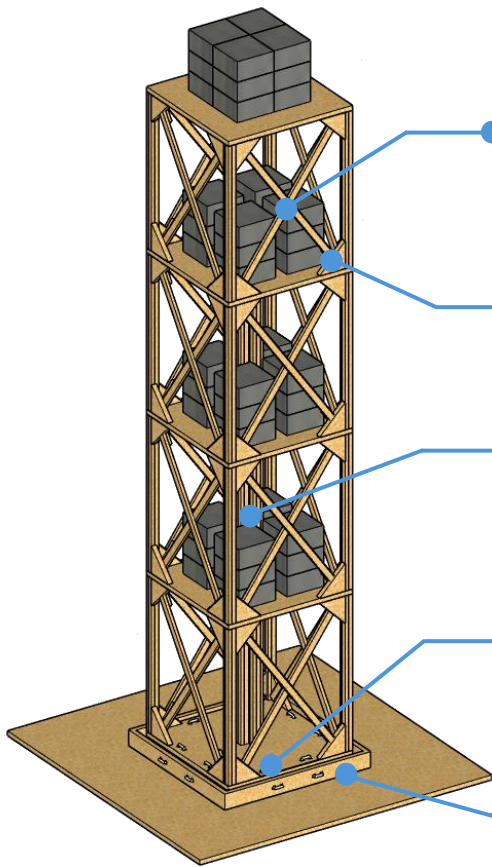
기둥 부재 물성치 분석

캔틸레버 보의 처짐식을 적용 $E = \frac{PL^3}{3\delta l}$



하중(N)	2.94
길이(mm)	100
단면2차모멘트(mm ⁴)	832
처짐(mm)	11
탄성계수(Mpa)	1228.96

1차 아이디어 제안



X-brace

수평하중에 의한 뒤틀림 및 휘어짐을 방지

Gusset plate

기둥의 강성을 보강하고 가새와의 접착력 증진

1~3F Mega-Core

일반적인 4개의 strip으로 만든 기둥 5개를 +형태로 가공하여 강한 강성 및 강도 확보
높은 강성 및 강도로 구조물에 가해지는 하중에 강하게 저항

String Wire

면진판과 기초판을 와이어로 연결하여 수평변위 제어 및 탄성제어

Base Isolation System

내부의 종이댐퍼와 마찰댐퍼가 면진 역할을 하여 지진력에 저항하고 주변을 둘러싼 가이드박스가 가동범위를 제어

X-brace

	가새 미적용	△ 가새	X가새
오버량			
변위	14.6mm	3.8mm	2.7mm

MIDAS Gen 응답스펙트럼 해석을 통해 변위량이 가장 안정적인 X자 가새 선택

Damper Bracket

마찰댐퍼와 연결된 종이댐퍼를 기초판에 고정시켜 지진력을 전달

Friction Damper

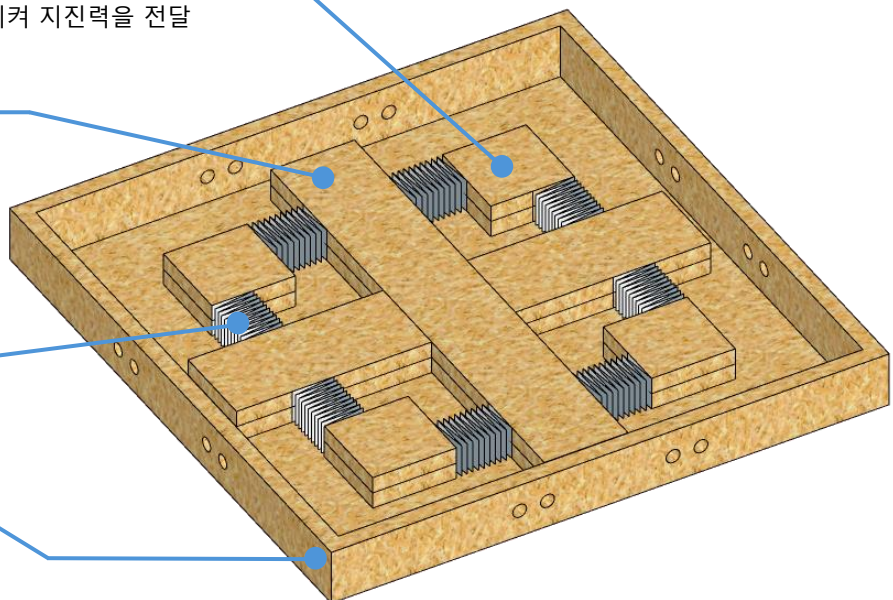
1층 바닥판과 연결하여 구조물의 변위를 종이 댐퍼로 전달

Horizontal Damper

마찰 댐퍼로부터 전달된 지진력을 감쇠

Guide Box

1층 바닥판이 면진장치 범위에서 벗어나지 않도록 제어



구조물 제작 및 피드백

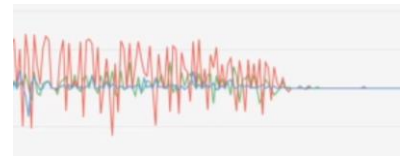
1차 실험 및 분석



▶▶
붕괴



▶▶
보완



0.5g 에서 구조물 붕괴

반복적인 진동으로 고무줄이 비탄성 구간에 도달하면서 복원력이 급격히 감소하였고 구조물 전체가 편심 이동하며 전도됨

탄성력을 2층에 분산시켜 진동 시 중심이탈 및 편심 이동을 억제하는 구조로 보완.

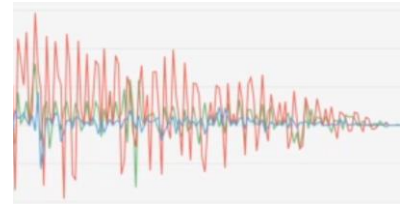
2차 실험 및 분석



▶▶
붕괴



▶▶
보완



0.6g 에서 구조물 붕괴

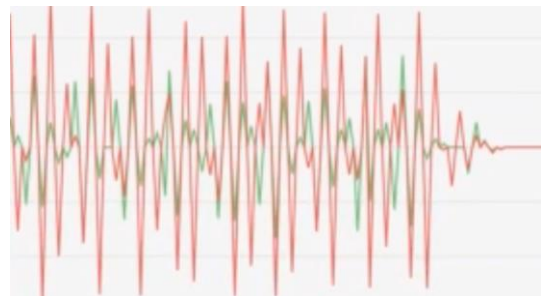
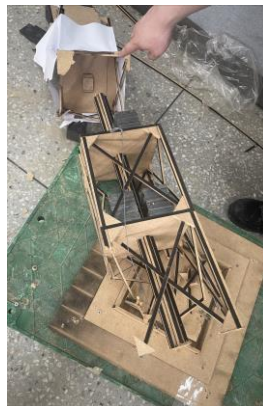
면진 시스템이 하부 전도 및 전체 붕괴를 방지하며, 에너지를 효과적으로 소산하여 반복적 진동하중 및 점증적 에너지 축적에 따라 최종적으로 상층부에서 국부적인 파괴가 발생함

종이 전단벽으로 상부 구조물을 보강하여 진동 시 발생하는 상층부의 휨 및 전단 손상을 억제하고 횡강성을 보완

최종 실험 및 분석



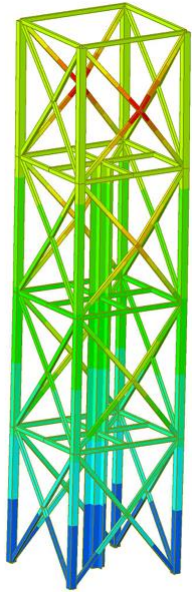
▶▶
붕괴



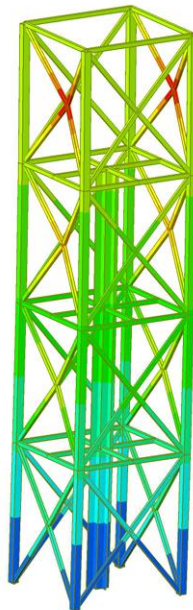
0.7g 에서 구조물 붕괴

종이 전단벽 보강을 통해, 구조물은 보다 높은 수준의 진동에 견디는 거동을 보였으며 구조물의 수직 부재인 메가코어의 연결부에서 단절이 발생하며 최종적으로 붕괴됨

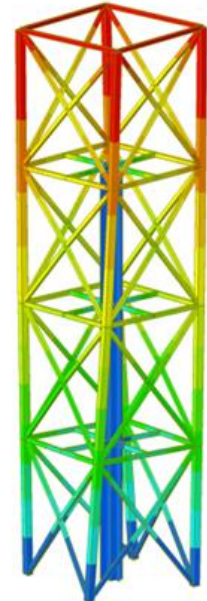
MIDAS 구조적 거동 분석



Mode 1



Mode 2



Mode 3

Mode No	Frequency		Period
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)
1	305.5732	48.6335	0.0206
2	305.5732	48.6335	0.0206
3	344.2002	54.7812	0.0183
4	428.2472	68.1577	0.0147
5	428.2472	68.1577	0.0147

주요 지배모드(1~3) 주기가 지반응답스펙트럼 최대가속도 구간 (0.08~0.4s)을 회피

MIDAS 거동 분석

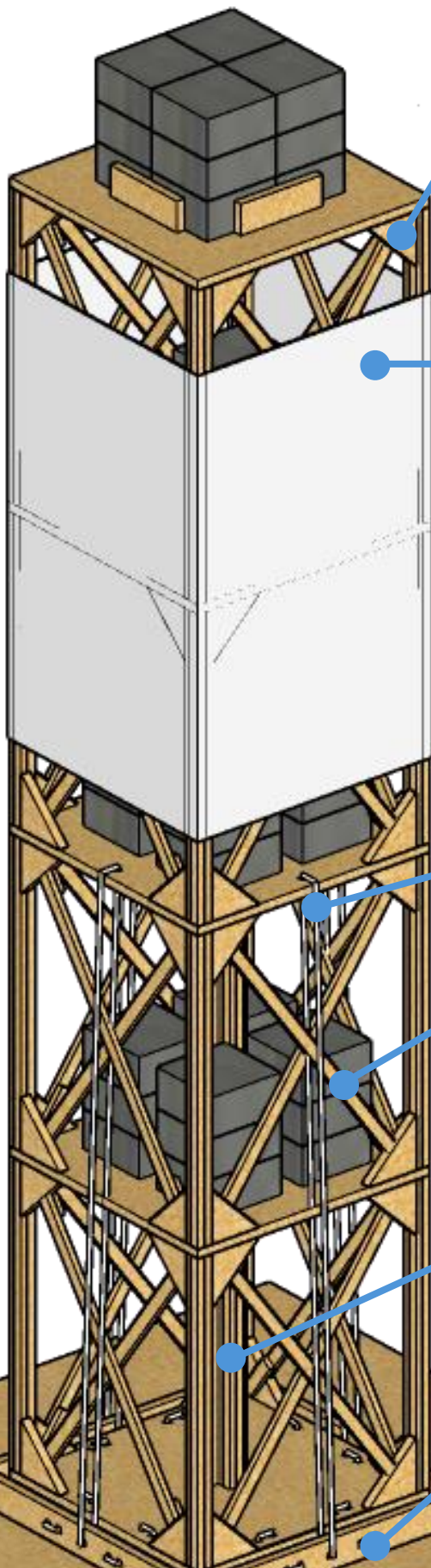
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	3.8204	3.8204	83.5036	83.5036	0	0
2	83.5036	87.324	3.8204	87.324	0	0
3	0	87.324	0	87.324	88.6338	88.6338

구조물이 질량중심일 가능성이 매우 높으며 질량중심과 강성중심의 비대칭으로 비틀림 및 편심 이동 보강이 필요하다고 판단



최종 모형 전단벽 및 인장 와이어 보강 필요

최종 모형 제시



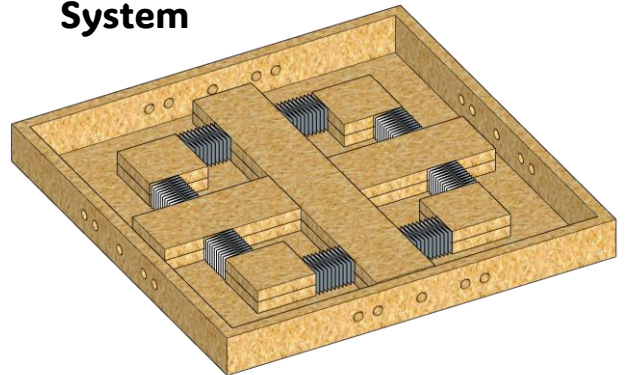
Gusset plate

강성 증대 및 접착력 증진

Shear Wall

힘 및 전단손상 억제

Base Isolation System



Tensile Wire

중심 및 편심 이동 억제

X-brace

강성 증대 및 수평 변위 제어

1~3F Mega-Core

강성 증대 및 하중 전달

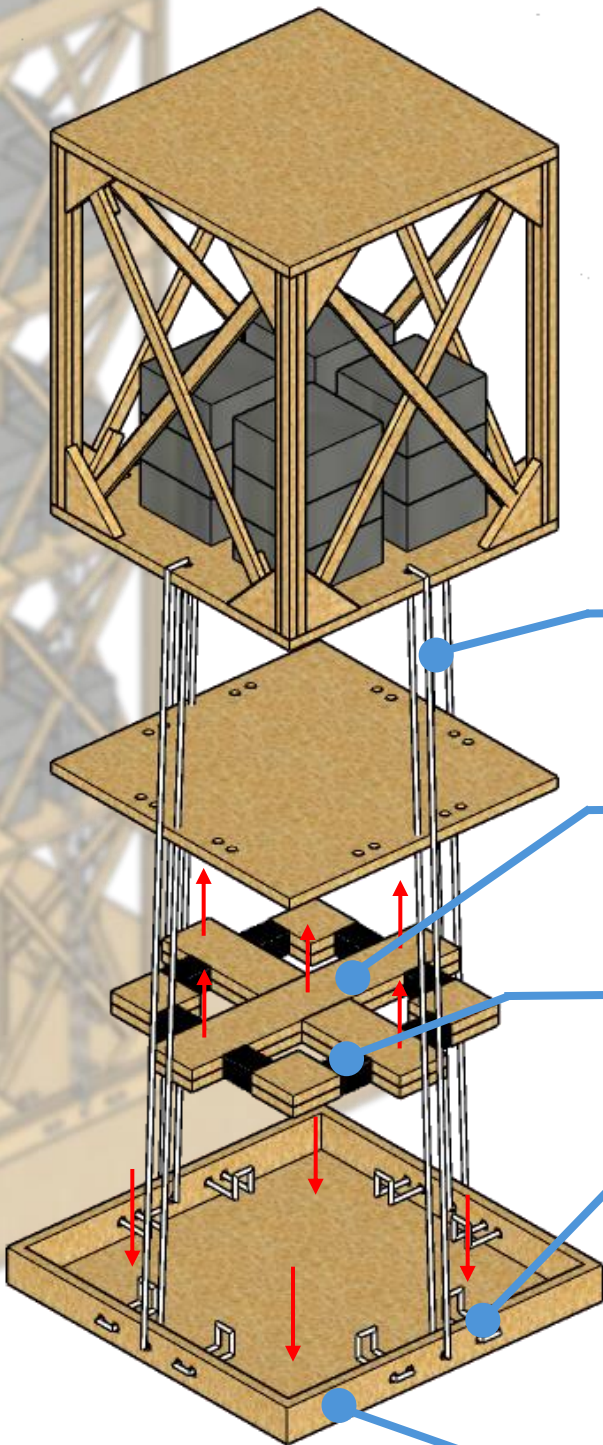
String Wire

면진 고정 및 탄성 제어



최종 모형 제시

1층 바닥 면진 장치를 활용한 Box-Damper



Tensile Wire

강한 인장저항을 가진 와이어를 활용하여 수평 변위를 제어

Friction Damper

1층 바닥판과 일체화된 댐퍼가 지진력을 받을 때 마찰력으로 저항

Horizontal Damper

마찰댐퍼의 수평하중을 분산하여 움직임을 제어

String Wire

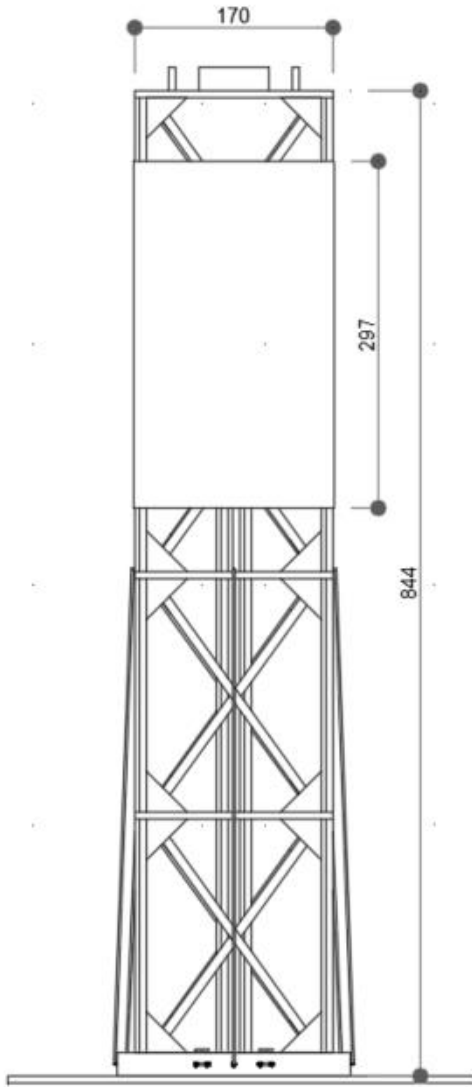
면진장치와 연결하여 강한 탄성력으로 면진장치의 탈락방지

Guide Box

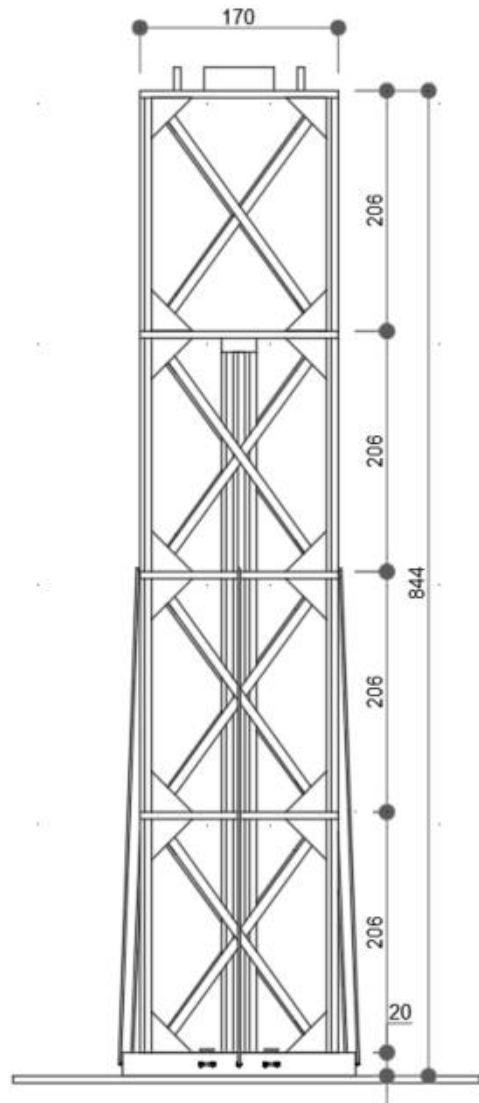
마찰댐퍼의 이동 범위를 제한하여 탈락 방지

최종 모델 도면

입면도

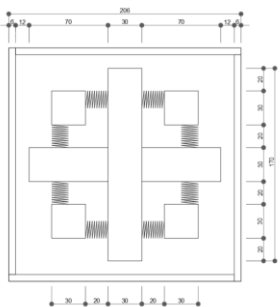


전단벽

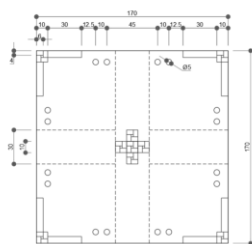


내부 상세

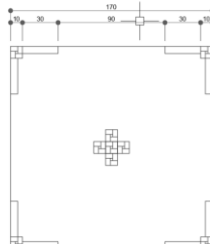
평면도



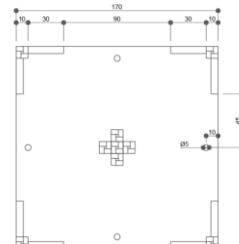
면진 장치



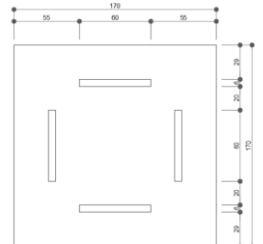
1F 평면도



2F 평면도



3F 평면도



4F 평면도

내역서

재료명	단위	규격	단가	부재명	개수	금액(백만원)
MDF Base (기초판)	개	400mmX400mmX6mm	기본 제공	기초판	1	-
MDF Plate	개	200mmX200mmX6mm	100	슬라브	4	600
				거셋플레이트	1	
				면진 장치	1	
MDF Strip	개	600mmX4mmX6mm	10	기둥	22	580
				X 가새	16	
				메가코어	20	
스트링 고무줄 (φ2~3mm)	식	600mm	40	면진 장치	2	120
				횡력 보강재	1	
A4지	장	A4	10	댐퍼	2	60
				전단벽	4	
접착제	개	20g	200	고정용	2	400
총 금액						1760

총 공사비 **1,760(백만원)** 소요

공정표



총 소요시간 **1시간 40분**