

2024 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2024

경기대학교 건축공학과
팀명 : 문어 지지않아

이장원

- 팀장 및 총괄
- 아이디어 제작
- 구조물 제작

김정동

- 구조해석
- 물성치 분석
- 구조물 제작

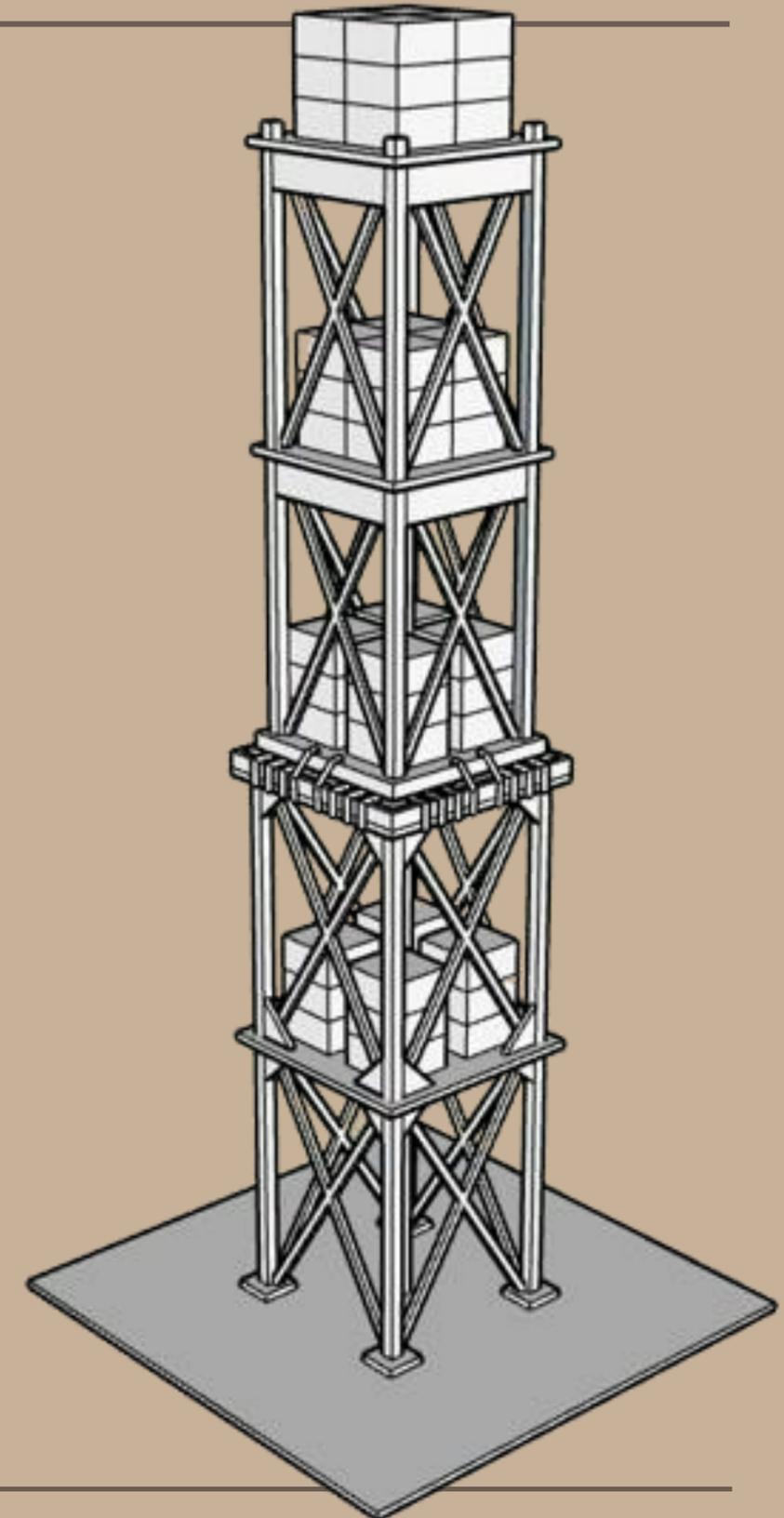
천승준

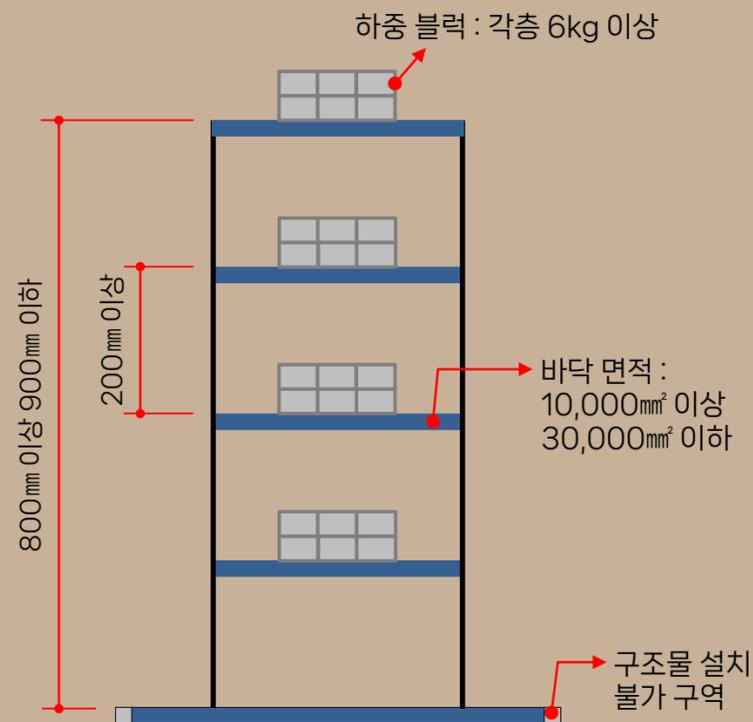
- 3D 모델링
- 지진파 분석
- 구조물 제작

김지하

- PPT 제작
- 경제성 분석
- 구조물 제작

지도교수
최병정 교수님





심사 기준

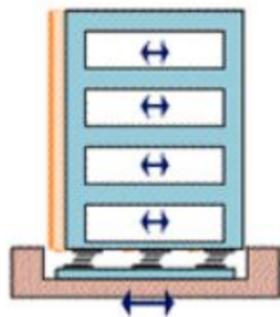
1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
4. 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
5. 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
6. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구
7. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

목표 설정

붕괴 메커니즘 고려하여
지진 가속도 0.7g에 구조물 붕괴 유도

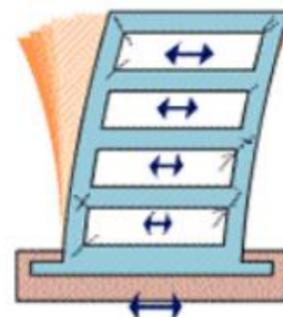
경제성, 시공성, 창의성 모두 확보

면진 설계



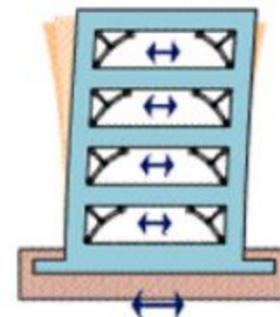
지반과 건물 사이에
장치를 설치하여 지반과
건물을 분리시키는 방법

내진 설계



적절한 부재와 배치에
의해 강도와 점성으로
지진에 견디는 방법

제진 설계

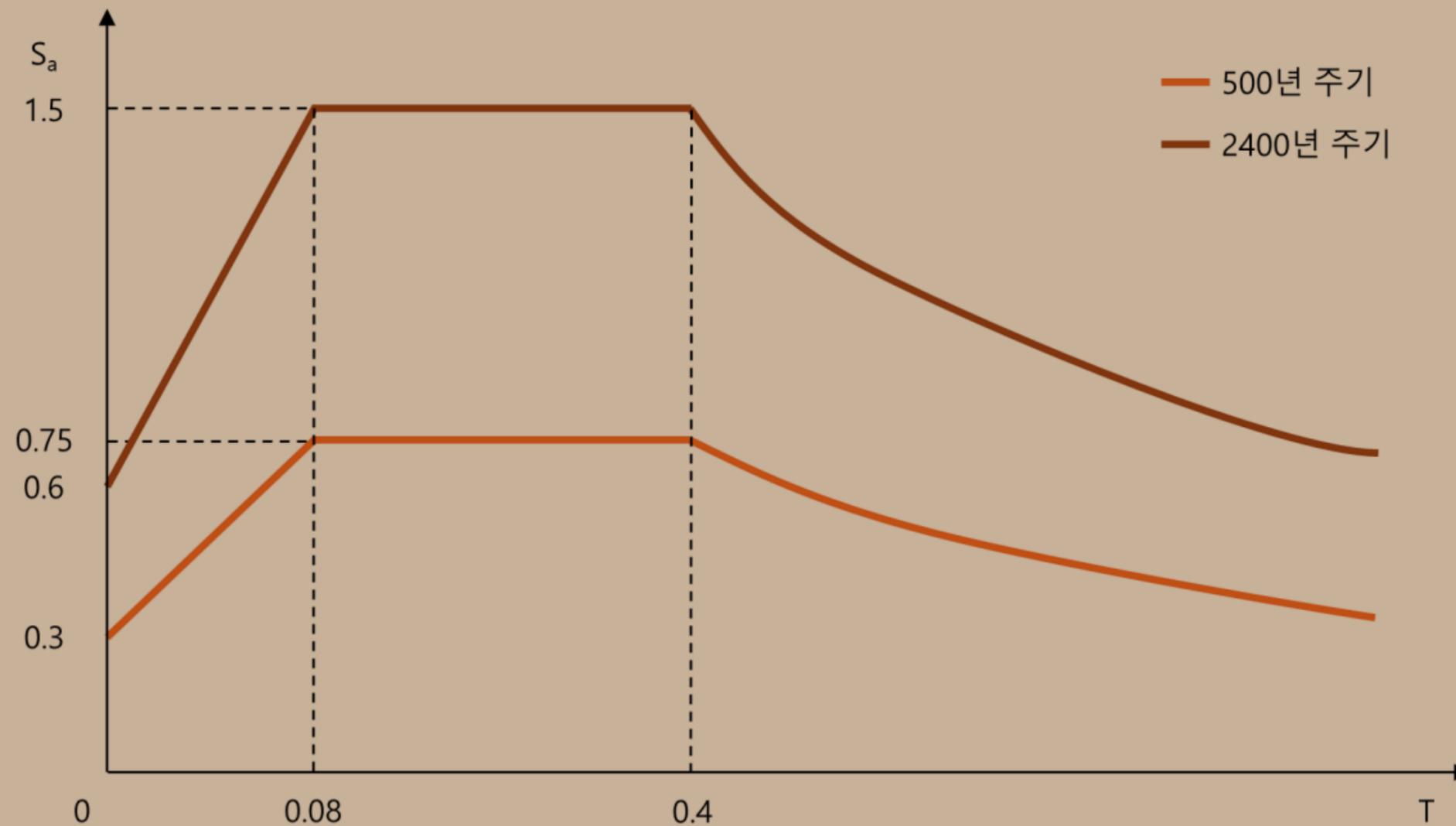


건물에 부여되는
지진에너지를 제진
장치로 상쇄하는 방법

내진 & 제진 설계 사용

내진 : X가새, 코어 기둥, 거셋플레이트, 기초 보강
제진 : 스트링 고무줄을 이용한 제진 장치

지반 응답 스펙트럼



0.08 ~ 0.4 sec에서 설계 스펙트럼 가속도 최대

유효수평지반가속도 & 지반증폭계수

- 500년 유효수평지반가속도 = 0.3g
- 2400년 유효수평지반가속도 = 0.6g
- 단주기 지반응답증폭계수(F_a) = 1.5
- 1초 주기 지반응답증폭계수(F_v) = 1.5

설계 스펙트럼 가속도

- 단주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{DS})
 $= S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$
 500년 \rightarrow 0.75g / 2400년 \rightarrow 1.5g
- 1초 주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{D1})
 $= S \times F_v \times 2/3$
 500년 \rightarrow 0.3g / 2400년 \rightarrow 0.6g

구조물의 고유주기

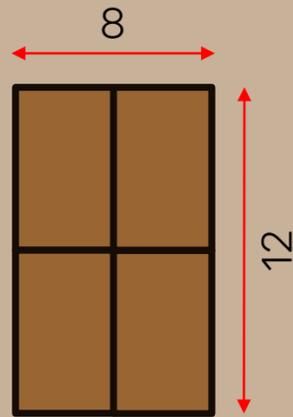
- $T_0 = 0.2 \times S_{D1}/S_{DS}$
 500년 & 2400년 \rightarrow 0.08초
- $T_S = S_{D1}/S_{DS}$
 500년 & 2400년 \rightarrow 0.4초

기둥 물성치 실험



칸틸래버 보의 처짐식 이용

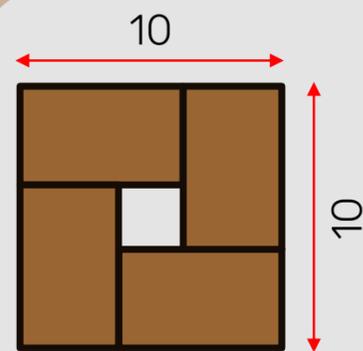
$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$



단면 형상 ①

$$I_x = 1,152mm^4$$

$$I_y = 512mm^4$$



단면 형상 ②

$$I_x = 832mm^4$$

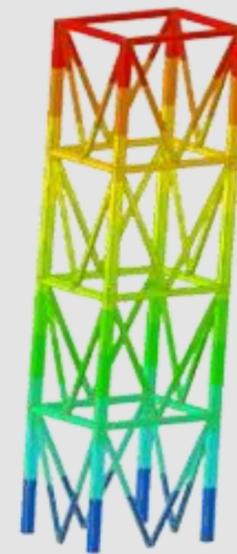
$$I_y = 832mm^4$$

단면이 정사각형으로 양방향의 동등한 단면성능을 확보할 수 있는 **단면 형상 ②**로 선택

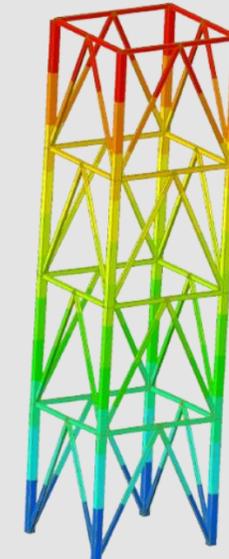
P(N)	10
길이(mm)	200
단면 2차 모멘트(mm^4)	832
평균 변위(mm)	26
탄성계수(MPA)	1233

MIDAS 가새 분석

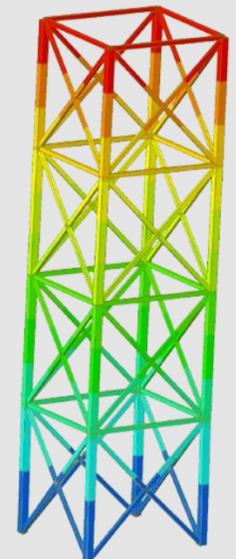
변위량



V자형



역V자형



X자형

변위량이 가장 적은 **X자형 가새**를 선정
구조물의 강성을 증대

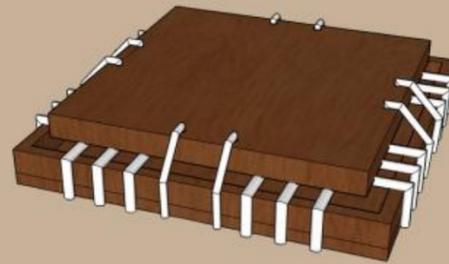
X자 가새



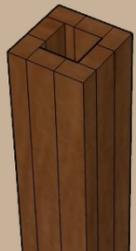
- 변위가 가장 작은 x자 가새 사용
- 1~4층 각 4 곳 16곳에 설치
- 구조물의 강성 증대

탄성 댐퍼 제진 장치

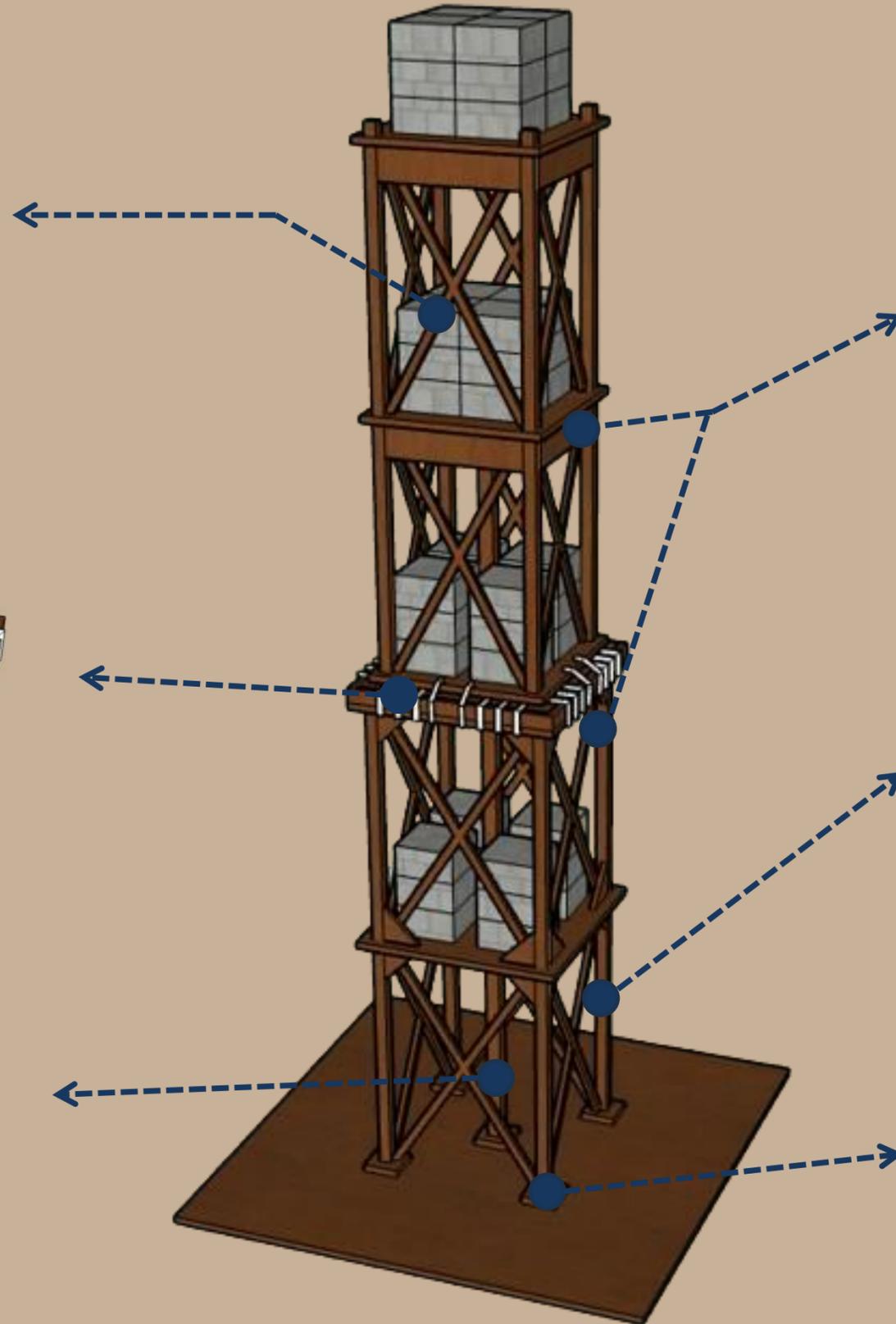
- 3층에 제진 장치 적용
- 스트링 고무줄을 활용



메가 코어



- 단면을 균일하게 정사각형으로 설계
- 엇갈리게 배치하여 접합 면적을 넓힘
- 옥상층을 제외한 모든 바닥층 일체화



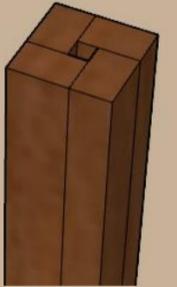
거셋플레이트 & 벨트플레이트

- 남은 플레이트 자투리 부분 활용
- 횡력 저항 성능 향상
- 구조물의 강성 증가

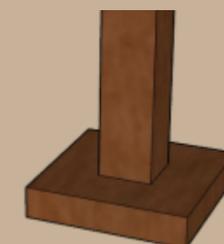


메가 기둥

- 단면을 균일하게 정사각형으로 설계
- 구조물의 무게를 수직으로 지탱



기둥 보강 플레이트



- 남은 플레이트 자투리 부분 활용
- 바닥판과 구조물 사이의 이탈 방지

탄성 댐퍼 제진 장치

지진 에너지를 탄성 에너지로 전환하여 진동을 감소

DAMPER (댐퍼)

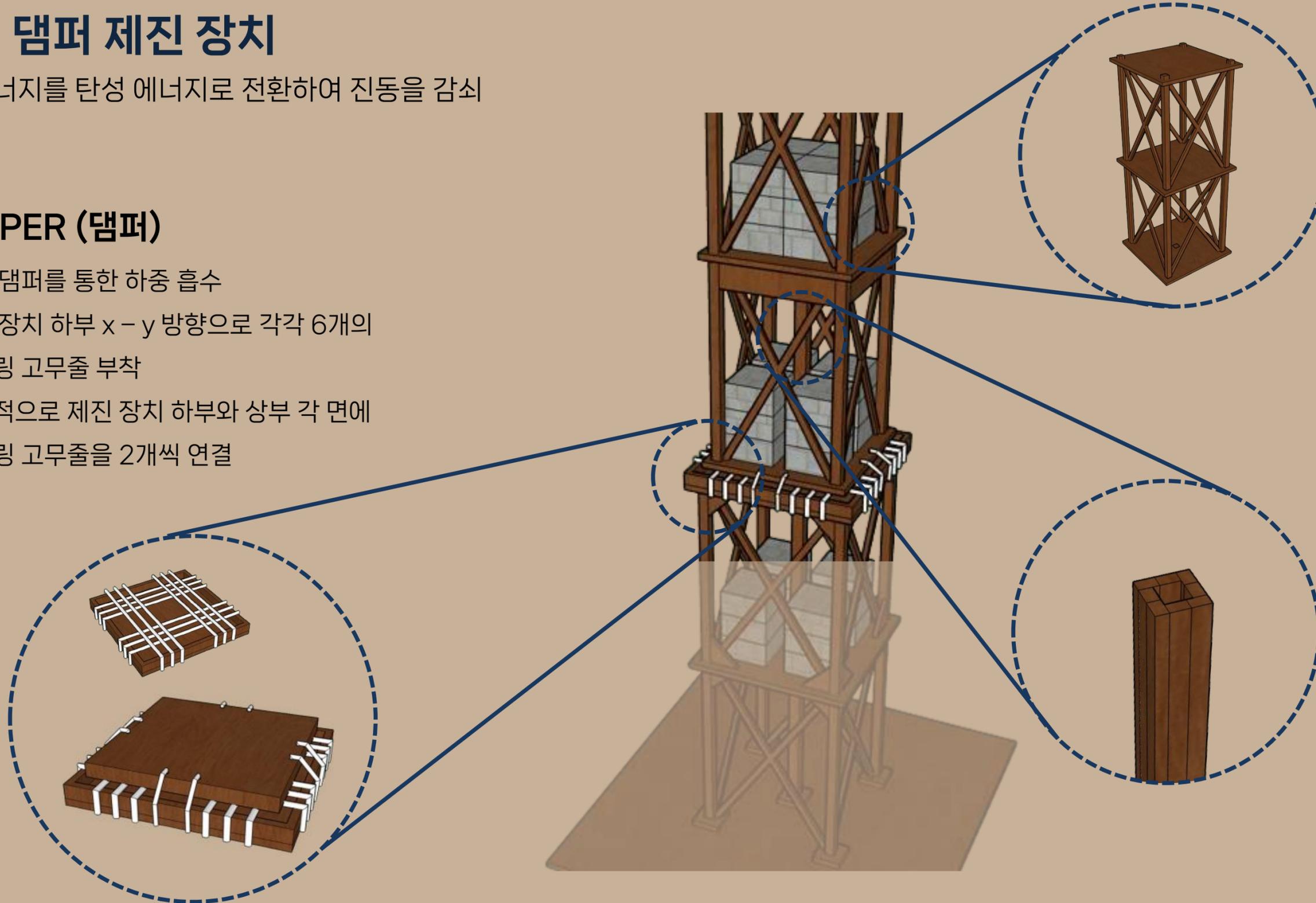
- 탄성 댐퍼를 통한 하중 흡수
- 제진 장치 하부 x-y 방향으로 각각 6개의 스트링 고무줄 부착
- 추가적으로 제진 장치 하부와 상부 각 면에 스트링 고무줄을 2개씩 연결

상부 구조물

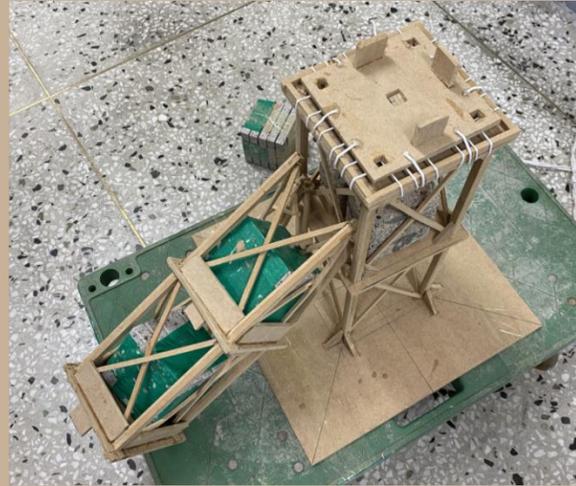
- 상부 구조물의 경간을 줄여 건물이 전도되는 것을 방지
- 독특한 디자인 구축

MEGA CORE

- 기초판부터 4층 바닥판까지 일체화
- 지진 하중에 의한 진동을 중심에서 잡아주는 역할

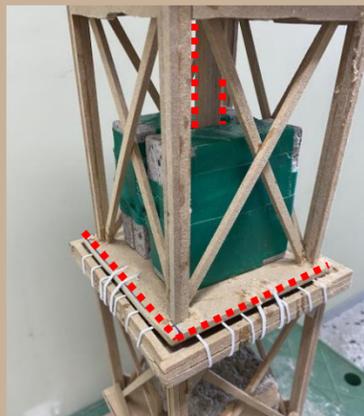


< 1차 실험 >



0.57g에서 파괴

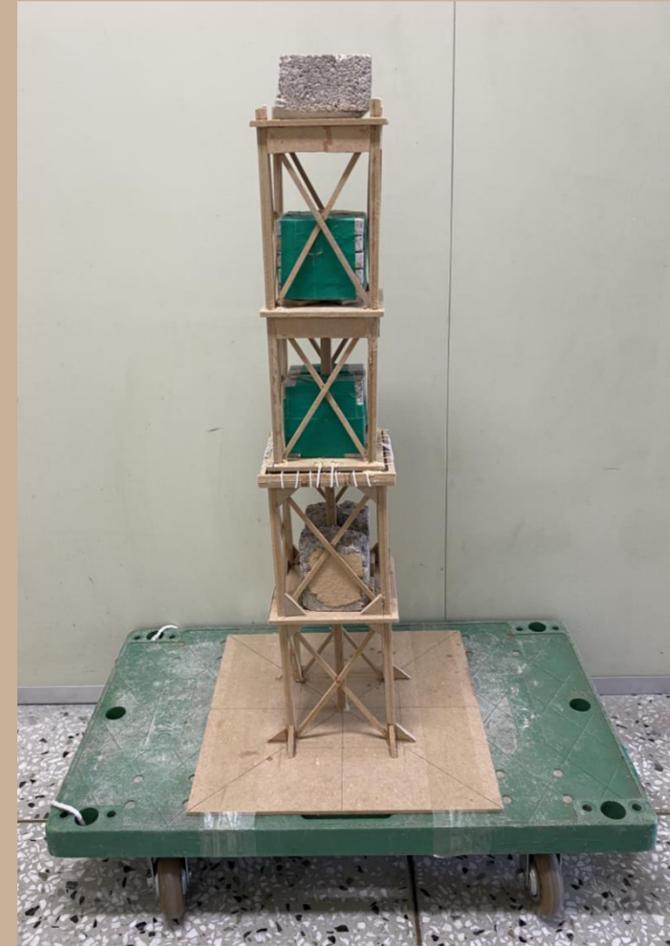
- 상층부의 큰 진동으로 인한 파괴
- 제진 장치와 상부 구조물이 분리되면서 파괴



1차 실험 후 보완

- 코어를 4층까지 일체화
- 제진 장치 상부 바닥면적 넓히기

< 2차 실험 >

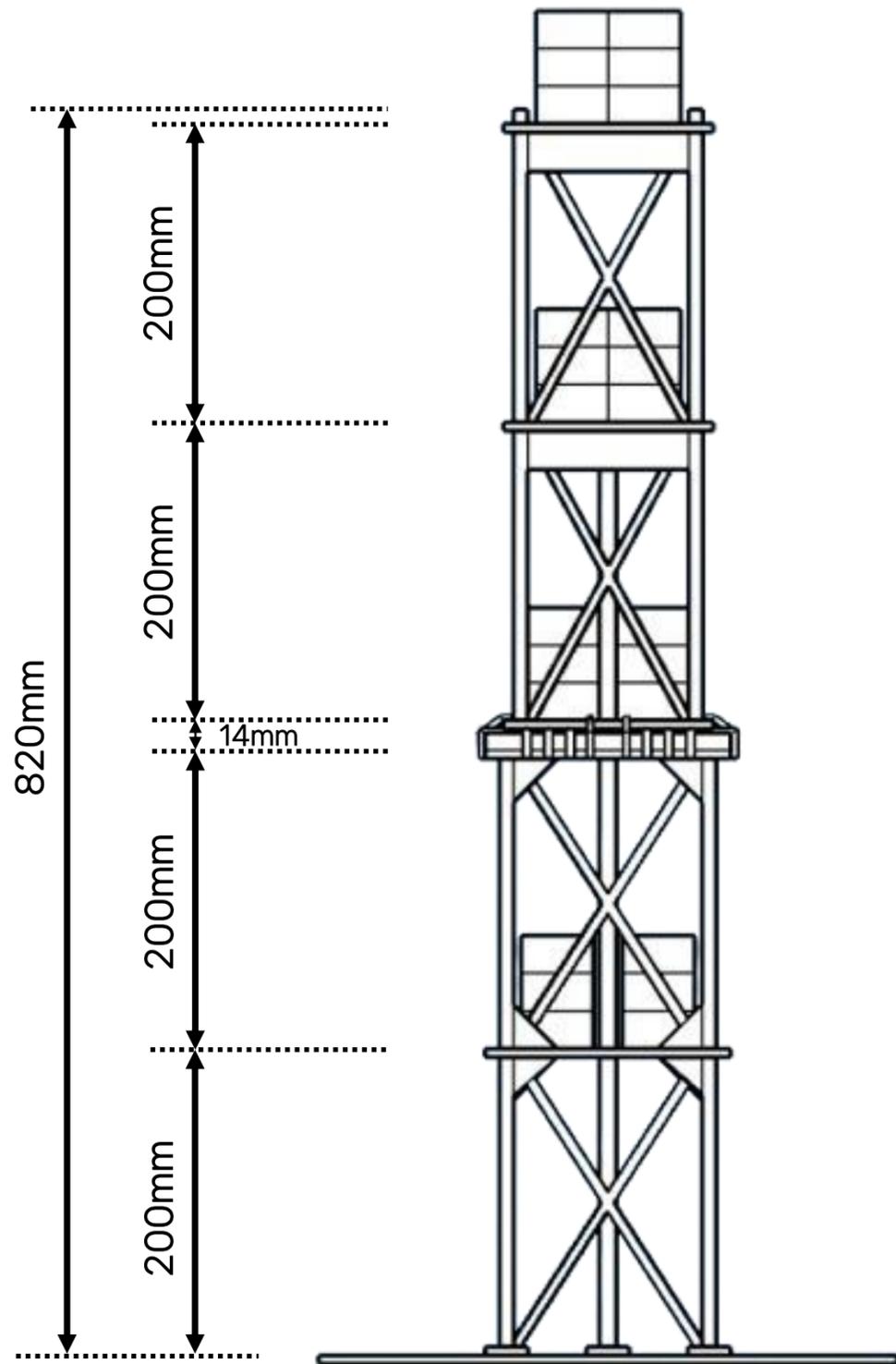


0.71g에서 파괴

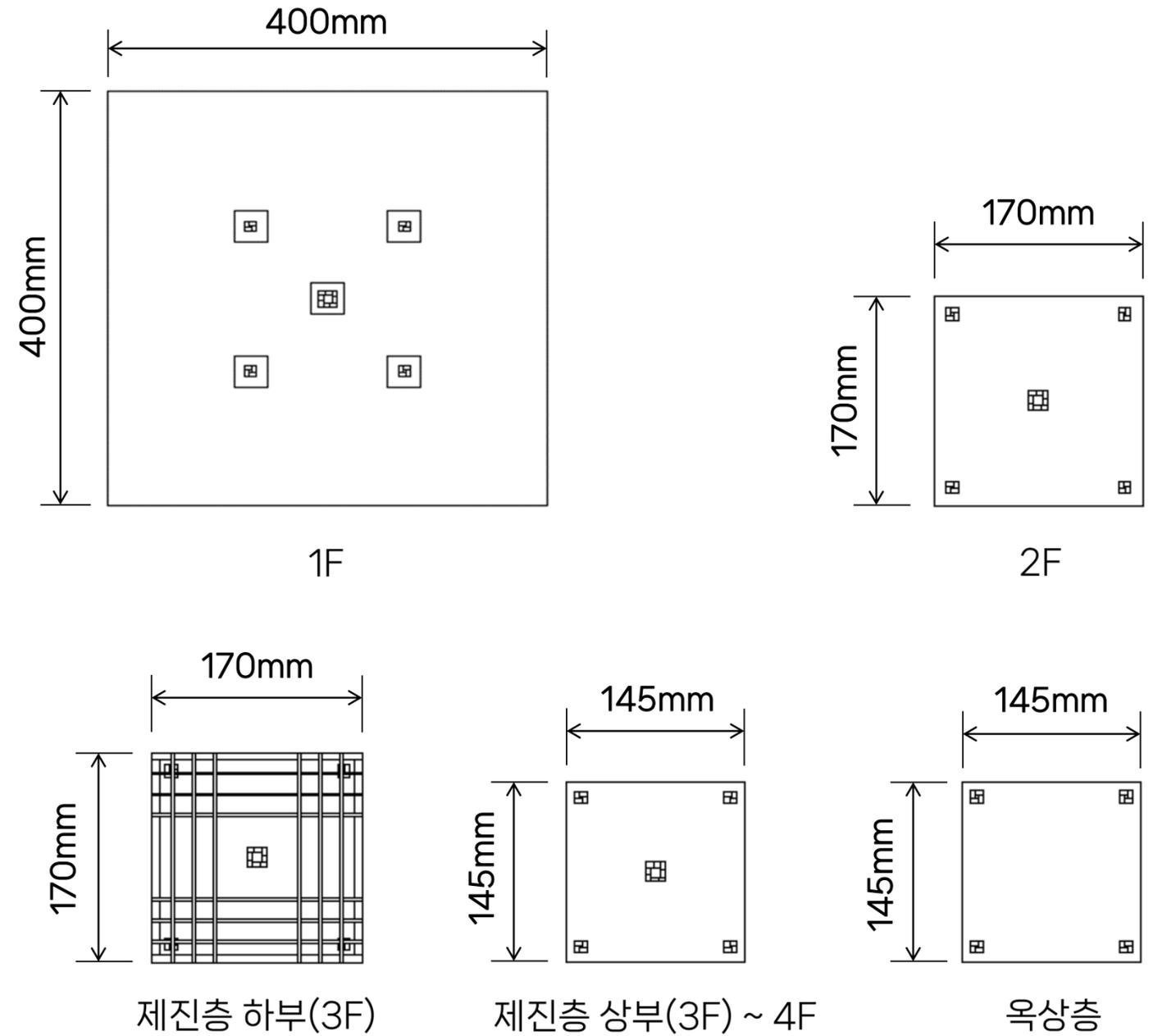
목표 가속도 도달 후 부분적인 파괴
최종 구조물로 선정



입면도

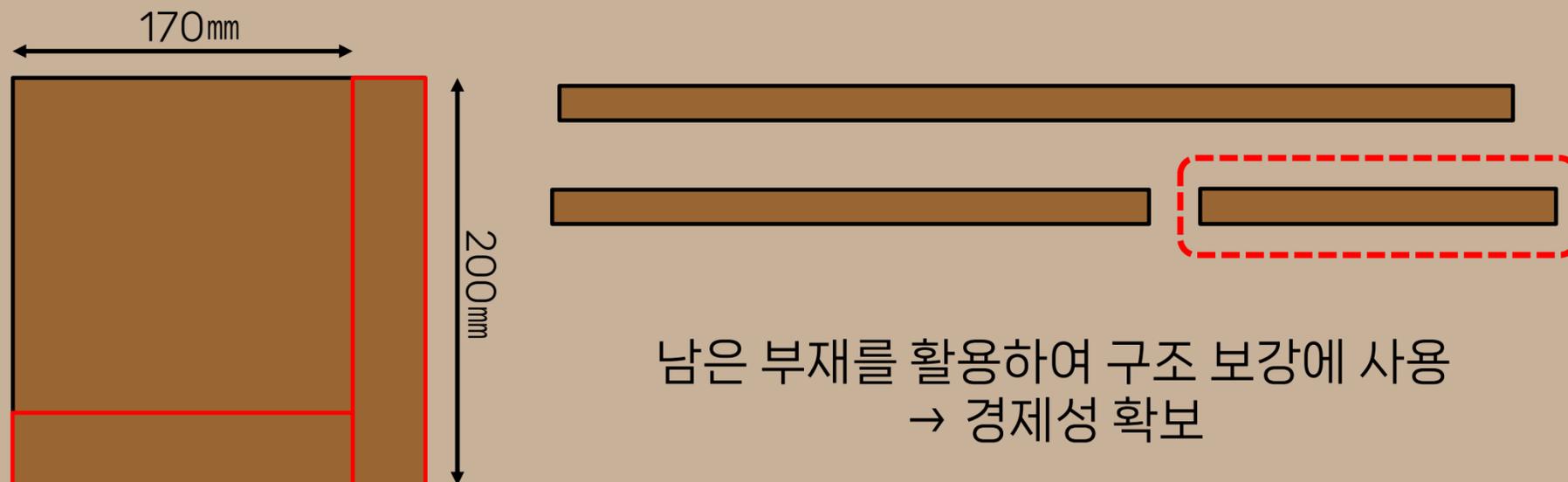


평면도



CONCLUSION – 원가 관리

재료명	규격	부재	단위수량	단가(백만원)	비용(백만원)	합계(백만원)
MDF Base	400mm x 400mm x 6mm	기초판	1	-	-	-
MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	바닥 슬래브	5	100	500	500
		보강재				
MDF Strip	600mm x 4mm x 6mm	코어	8	10	80	560
		메가칼럼	32		320	
		가새	16		160	
스트링 고무줄	600mm	제진층	4	40	160	160
접착제	20g	접착제	2	200	400	400
Total						1620



**2,400(백만원)에서
780(백만원) 절감한 경제적인 설계**

CONCLUSION - 공정표

구분		소요시간								
		1시간			2시간			3시간		
		20분	40분	60분	80분	100분	120분	140분	160분	180분
설계	기초판 작도									
	제진층 작도									
재료가공	바닥판 제작									
	코어, 기둥 제작									
	제진 장치 제작									
	가새, 고무줄 제작									
	거šet & 벨트 플레이트 제작									
시공	바닥판 설치									
	코어, 기둥 설치									
	제진 장치 설치									
	가새, 고무줄 설치									
	거šet & 벨트 플레이트 설치									
	하중 블록 설치									
마감	본드 덧칠									
	툽밥 보강									

- 이장원, 천승준
- 김정동, 김지하

시간 절약을 위해
2인 1조 작업으로
분업화 진행



**예상 소요시간
2시간 20분**