

2024 구조물 내진설계 경진대회

"내진설계를 통한 구조물의 지진피해 저감"

강원대학교 *"TRUSST"*

INDEX

① INTRO

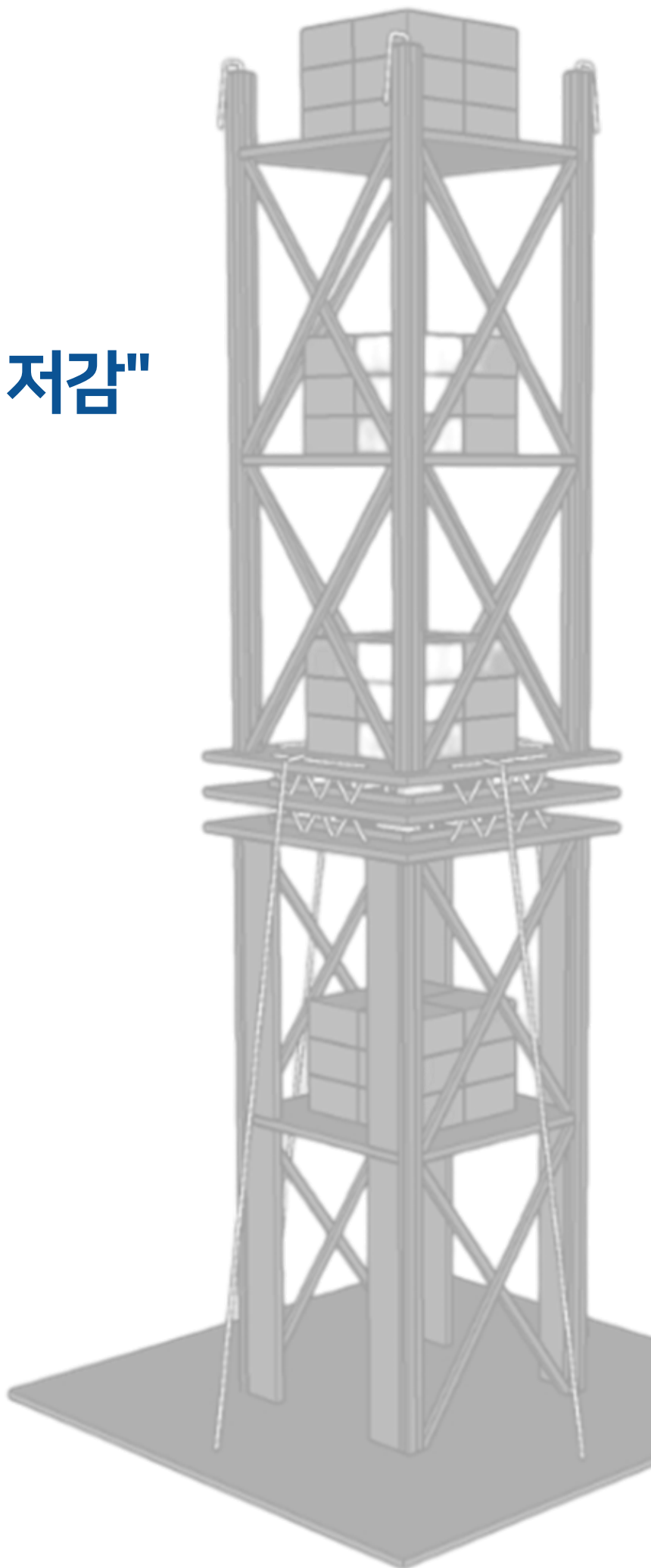
팀원 소개
규정분석
설계방향
부재단면선정
물성치분석

② PROCESS

구조설계
모델링 시뮬레이션
보완&수정사항
3D 구조설계
설계 스펙트럼
마이다스 검토내용

③ CONCLUSION

평면도 및 입면도
내역서
공정표



01. INTRO

팀원 소개

강원대학교 건축공학전공

"TRUSST"

"Trust + Truss"
신뢰를 주는 설계

김태완 교수님

강원대학교 건축공학전공
자문위원



정성현 [팀장]
(4)
이론 정리
규정 분석
경제성 검토



전민재
(3)
3D 모델링
개선책 제안
시공성 검토



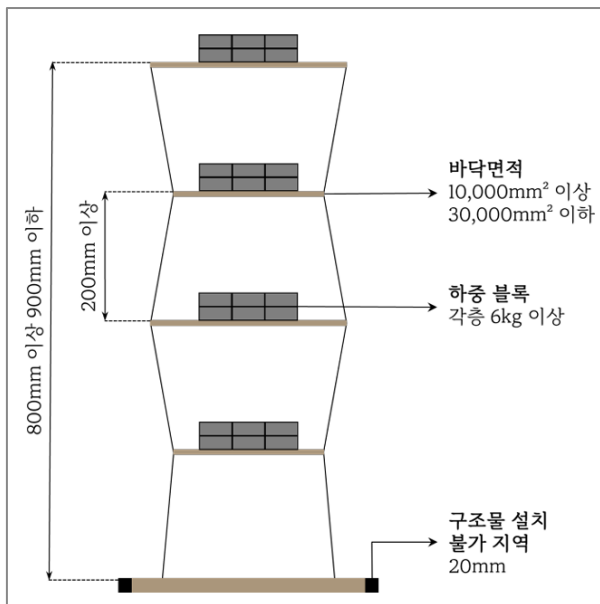
이은혜
(4)
CAD 도면제작
PPT 제작
부재상세 설계



홍수영
(4)
MIDAS 구조해석
안정성 검토
지진파 분석

01. INTRO

규정분석



1. 시공성

- 시공속도 50% + 시공방법 및 적절성 50%

등수	1	2-5	6-10	11-15	16-20	21-24
시공성A	5	4	3	2	1	0

>> 작업의 배분화 및 숙련도 향상 필요

2. 경제성

- 각 팀의 시공비용에 따른 절대평가 수행

제작비용(백만원)	점수	비고
1,200	10	-
(차등적용)	(차등적용)	-
2,400	5	-
2,400 초과	(제작비용 - 2,400)/10 x-5	(감점)

>> 재료의 낭비 최소화 필요

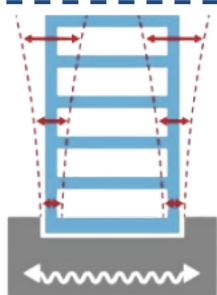
3. 구조성

- 지진력에 대한 구조 거동성 평가40%+실험결과에 의한 절대 평가 60%

파괴 가속도	0.2 <	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2
구조성 B	9	14	19	25	28	30	28	25	19	14	9

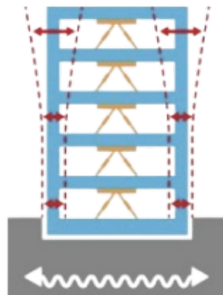
01. INTRO

설계 방향



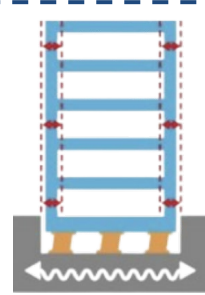
내진 구조

건물의 강성과 강도를 높여 지진하중에 저항하는 설계
(거сет 플레이트, 가새)



제진 구조

건물에 부여되는 지진에너지를 제진장치로 상쇄하는 내진설계



면진구조

면진장치를 통해 건물의 주기를 변화, 지진에너지를 분산하는 내진설계

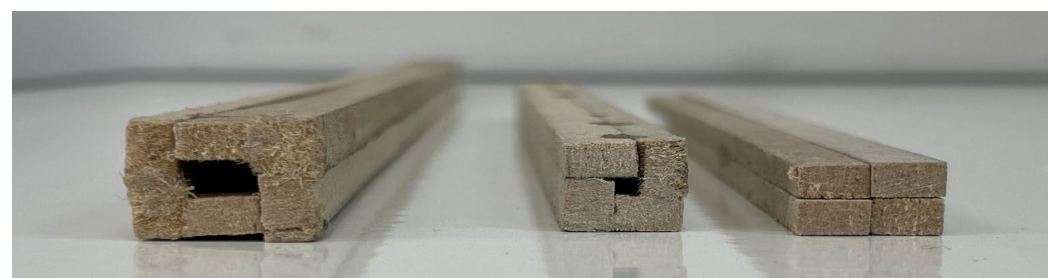
내진구조와 면진구조를 통한

구조물의 강성 증가 + 구조물의 지진 에너지 분산

>> 0.7g에서 파단 유도하는 효율적인 내진설계 유도

01. INTRO

부재 단면 선정



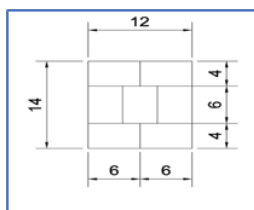
※ 단면 2차 모멘트 비교를 통한 강성비교

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

I = 단면 2차 모멘트

b = 폭

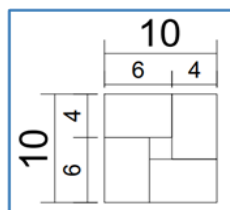
h = 높이



$$I_x = \frac{12 \times 14^3}{12} - \frac{4 \times 6^3}{12} = 2672 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{14 \times 12^3}{12} - \frac{6 \times 4^3}{12} = 1984 \text{ mm}^4$$

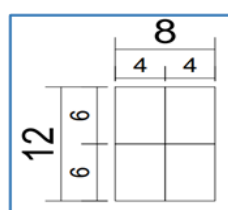
CASE 1



$$I_x = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{ mm}^4$$

CASE 2



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

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

CASE 3

면줄 시공성
+
단면 성능을 확보

CASE 1 선택

전단벽과 X가새 사용으로
X, Y축 힘을 균등하게 분포

CASE 3 선택

01. INTRO

물성치 분석 : 탄성계수



무게 (g)	하중 (N)	길이 (mm)	변위 (mm)	단면2차모멘트 (mm ⁴)	탄성계수 (MPa)
50	0.49	150	9.67	72	2375.258532
100	0.98	150	20.2	72	2274.133663
149	1.4602	150	27.8	72	2462.117806
199	1.9502	150	39.1	72	2337.995524
245	2.401	150	48.4	72	2325.348657
297	2.9106	150	59.7	72	2285.332915
310	3.038	150	56.8	72	2507.152289
350	3.43	150	62.1	72	2589.070048

평균 탄성계수: 2394.6MPa

01. INTRO

물성치 분석 : 휨 강도

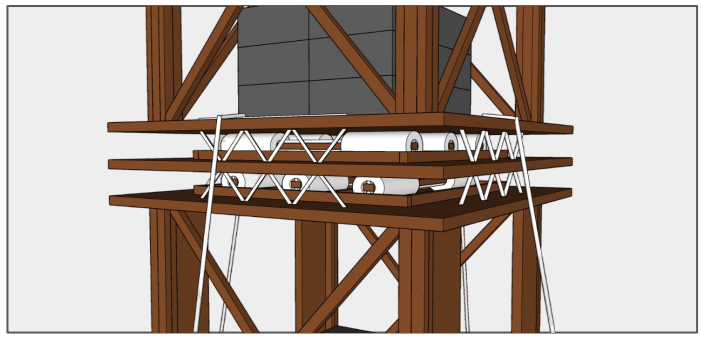


무게 (g)	Pmax (N)	길이 (mm)	b (mm)	h (mm)	Mmax (N * mm)	휨강도 (Mpa)
4803	47.0694	200	4	6	2353.47000	24.515313
4871	47.7358	200	4	6	2386.79000	24.862396
4782	46.8636	200	4	6	2343.18000	24.408125
4926	48.2748	200	4	6	2413.74000	25.143125
4684	45.9032	200	4	6	2295.16000	23.907917
4778	46.8244	200	4	6	2341.22000	24.387708

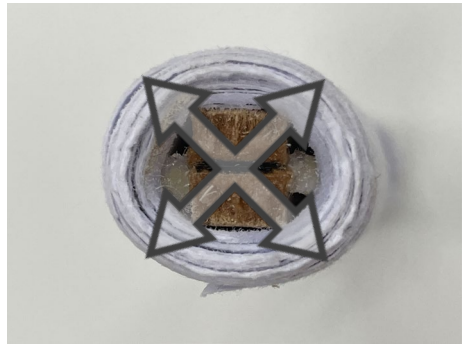
평균 휨강도 : 24.5MPa

02. PROCESS

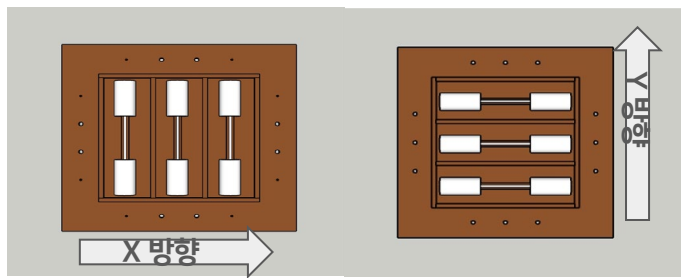
구조 설계 ①: 롤러 면진 & 면줄 트러스



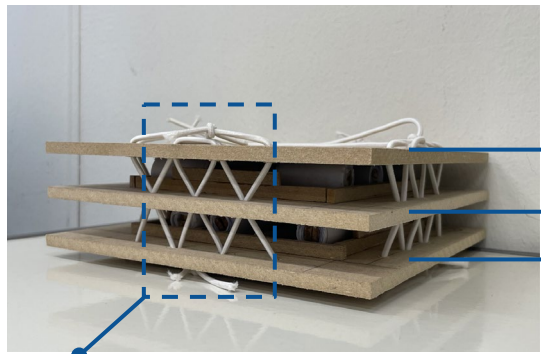
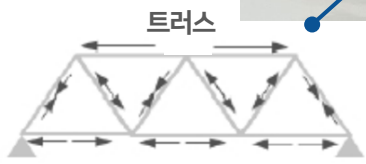
▲면진층 배치도



롤러 제작
STRIP 중심으로 종이를 말아서 롤러 형식 제작
문제점
직사각형의 STRIP의 영향으로 원형 롤러 구현 어려움
보완
장변의 양 방향으로 면줄을 추가하여 원형 구현 유도



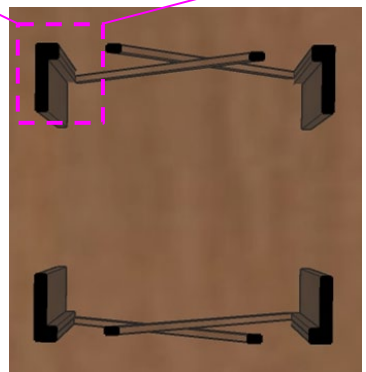
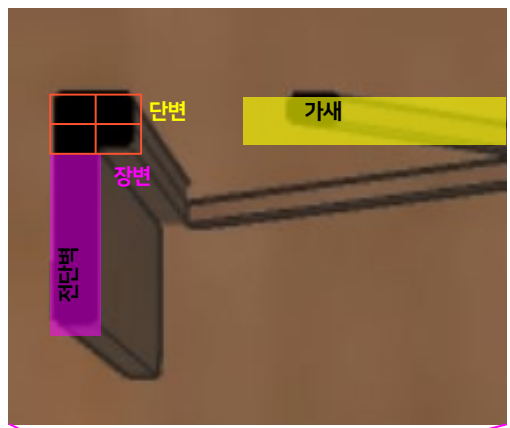
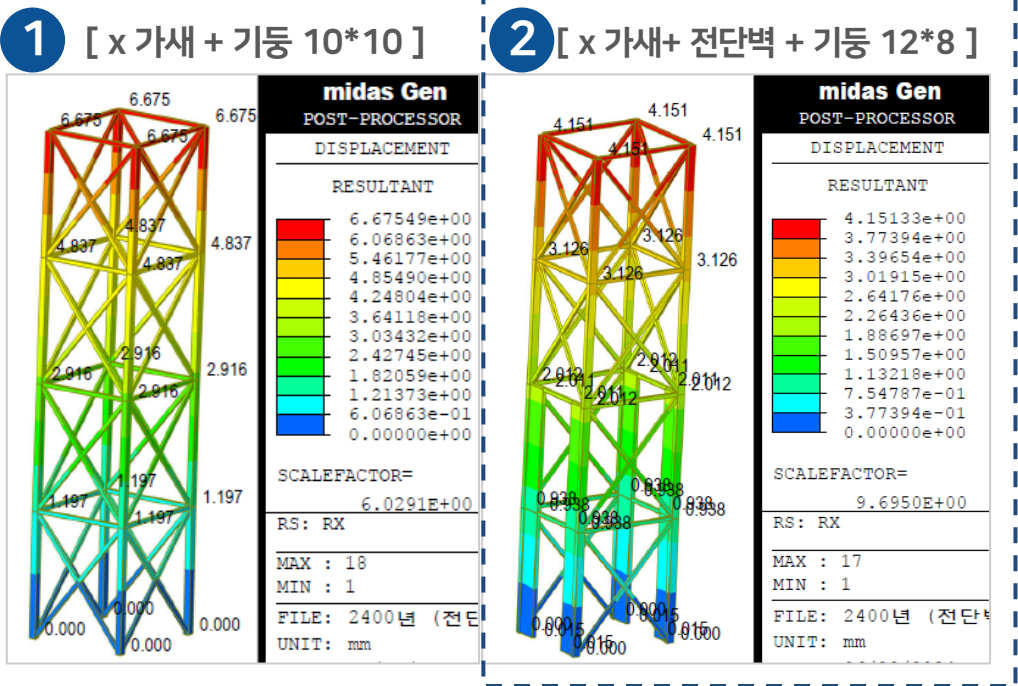
- 지진파 진행방향에 따라 X, Y축으로 이동 유도
- 각 축 방향으로 층을 나누어 이동 간섭 감소



- 면줄을 이용한 트러스 구조 구현하여 탄성과 힘의 분산으로 인한 강성 증가

02. PROCESS

구조 설계② : 직사각형 기둥+전단벽

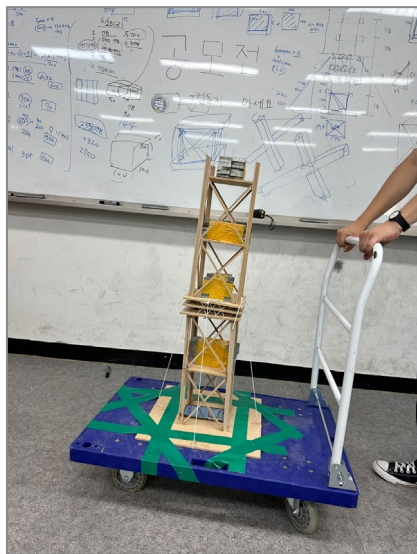


1, 2층 12*8의 직사각형 기둥 + 단변 : 전단벽 + 장변 : X 가새

>> ② 의 변위가 작은것을 확인

02. PROCESS

모델링 시뮬레이션



▲ 시뮬레이션



▲ 파단 되었을 때

- 모형 제작 및 시뮬레이션 결과, 0.5 ~0.6 g 에서 파단을 확인함.

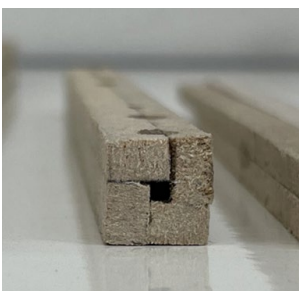
∴ 면진층과 3층 기둥 접합 문제 확인

02. PROCESS

보완 & 수정 사항 : 기둥 면줄



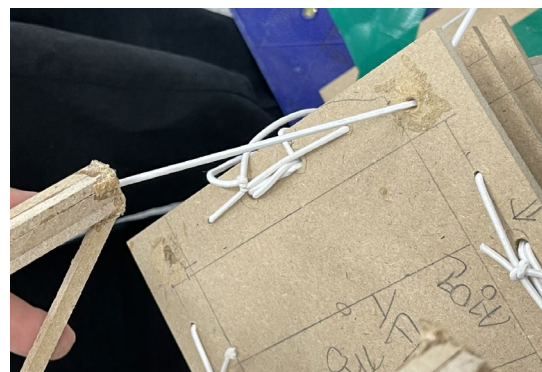
CASE 1



CASE 2



CASE 3



▲ 3층 기둥 - 면진층 면줄 연결

[프리스트레스 구조물]

	CASE1	CASE2
중앙부 면적 (mm ²)	24	4

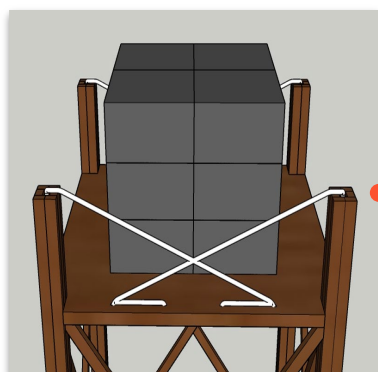
>> 면줄 삽입에 용이하도록 중앙부 면적(구멍)이 큰 **CASE 1** 선택

	CASE1	CASE3
기둥 면적 (mm ²)	168	96

>> 접착력을 증가시킬 수 있도록 기둥의 단면적이 더 넓은 **CASE 1** 선택

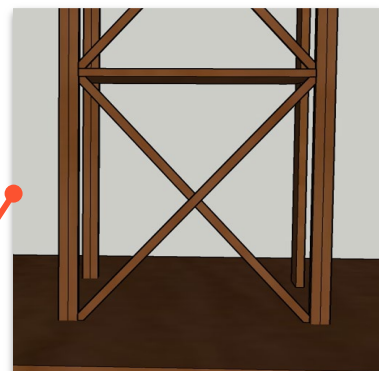
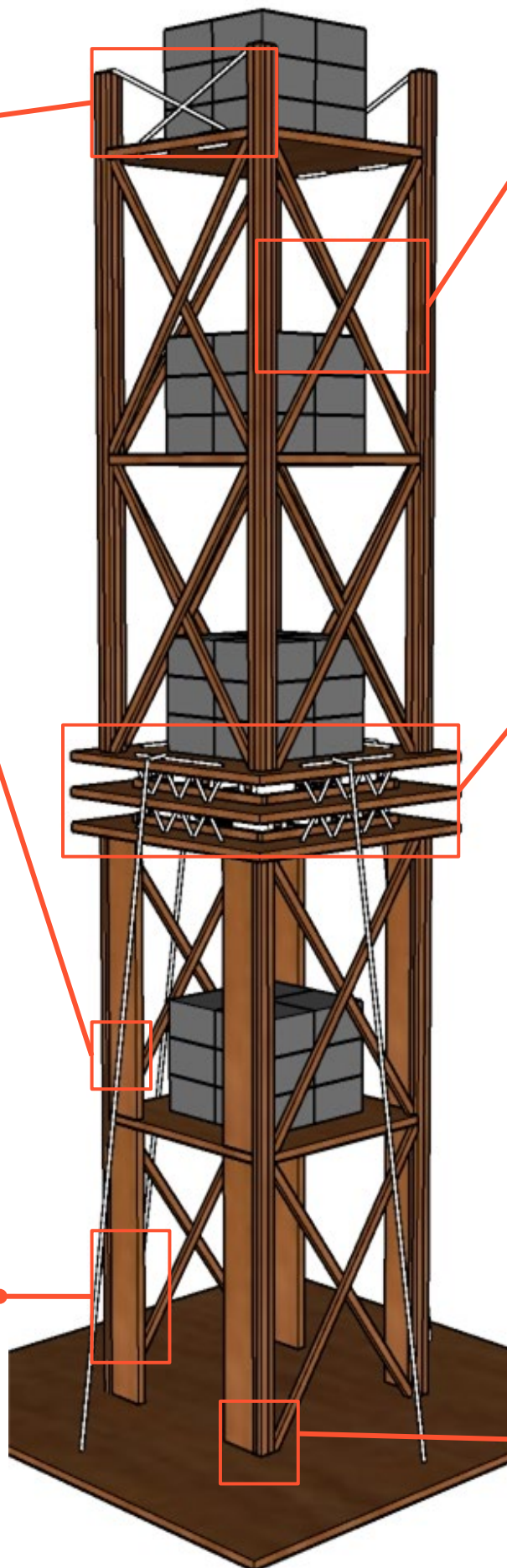
02. PROCESS

3D 구조설계



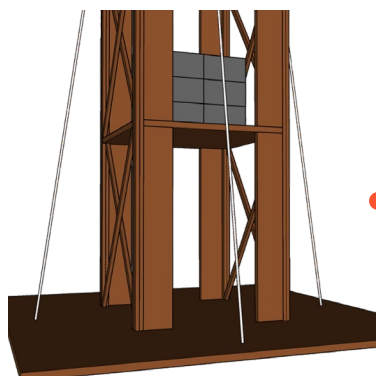
기둥 면줄

면줄을 이용한 프리스트레스 부재를 통해 면진층과 탈락 방지와 동시에 하중불력의 추락 방지



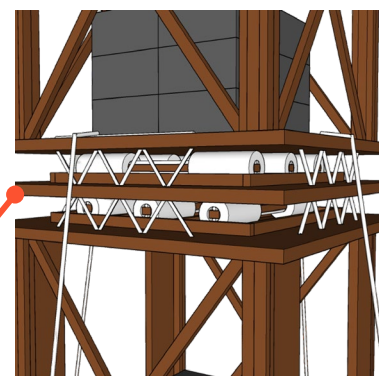
X자 가새

타형태의 가새에 비해 수평 강성 성능이 우수하여, 층 강성을 높여, 내진 성능 확보



전도 방지 면줄

기초판과의 연결을 통한 전도 방지



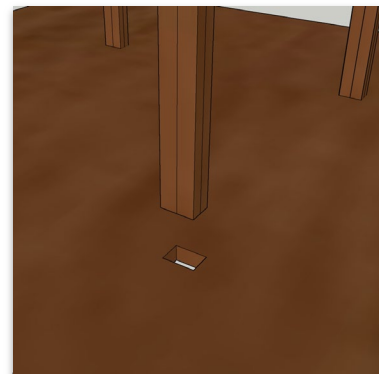
롤러 / 면진층

구조물의 최대 가속도를 감소시켜 지진에너지를 감소



전단벽

가새와 함께 구조물의 강성을 높이며, 기둥의 단변 방향인 Y방향으로 설치하여 횡력에 저항



기초판 천공

기초판 천공 후 끼움, 전도로 인한 파괴 방지
접합 면적을 넓혀 기둥과 기초 간의 부착력 증대

02. PROCESS

설계 스펙트럼

▶ 성능 목표

설계지진 재현주기 (년)	내진성능수준		
	기능수행	즉시복구	붕괴방지
500년			
2,400년			

▶ 고유 주기

구조물의 고유주기 (500년 & 2,400년)	
$T_0 = 0.25 S_{D1} / S_{DS}$	0.08 sec
$T_s = S_{D1} / S_{DS}$	0.4 sec
T_L	5 sec

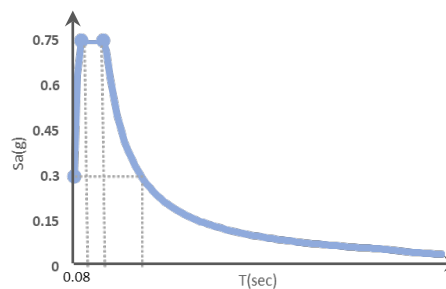
0.08~0.4sec에 설계 응답 스펙트럼 가속도 최대

▶ 지진파 분석

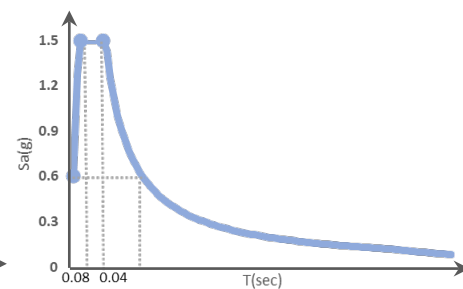
유효수평지반가속도	
재현주기	유효수평지반가속도(S)
500	0.3g
2,400	0.6g

계수	위험도(I) 지진구역(z)	500년	2,400년
		1	2
설계스펙트럼	단주기 (S_{DS})	0.75g	1.5g
	1초주기 (S_{D1})	0.3g	0.6g
	$S_{DS} = S * 2.5 * F_a * \frac{2}{3} / S_{D1} = S * F_y * \frac{2}{3}$		

▶ 설계 응답 스펙트럼



▲ 500년 설계

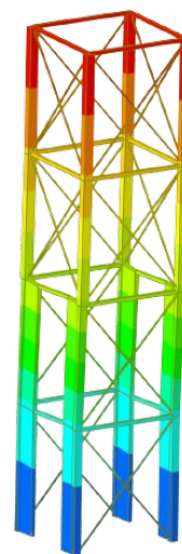


▲ 2,400년 설계

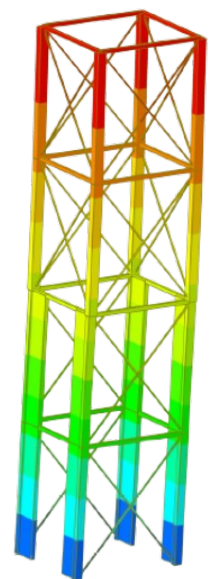
02. PROCESS

마이다스 검토 내용

MODE NO.	Period (sec)
MODE 1	0.0392
MODE 2	0.0296
MODE 3	0.0252
MODE 4	0.0242
MODE 5	0.0230



MODE 1

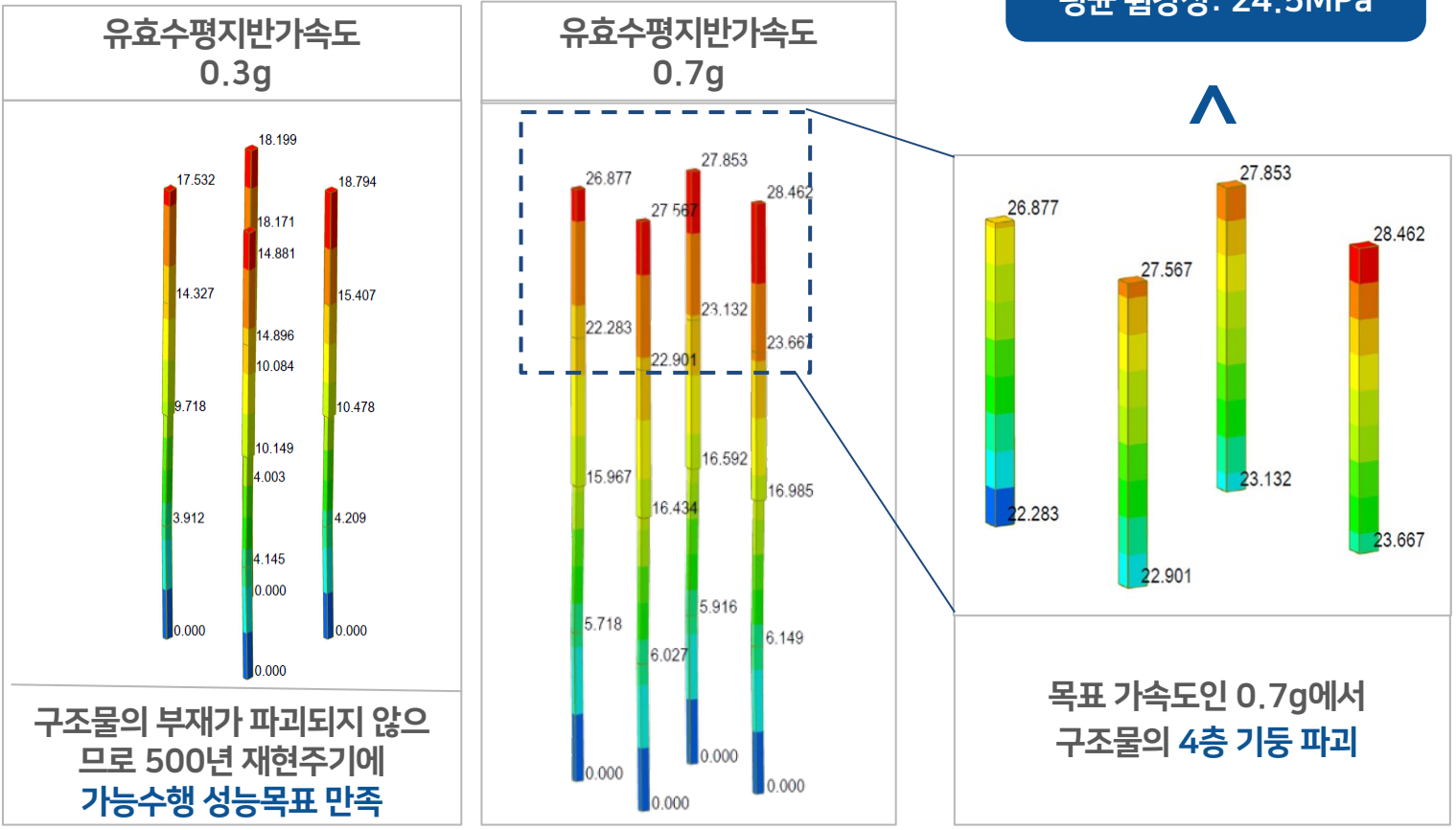


MODE 2

지반응답스펙트럼가속도 위험주기인
0.08~0.4sec를 피함을 확인

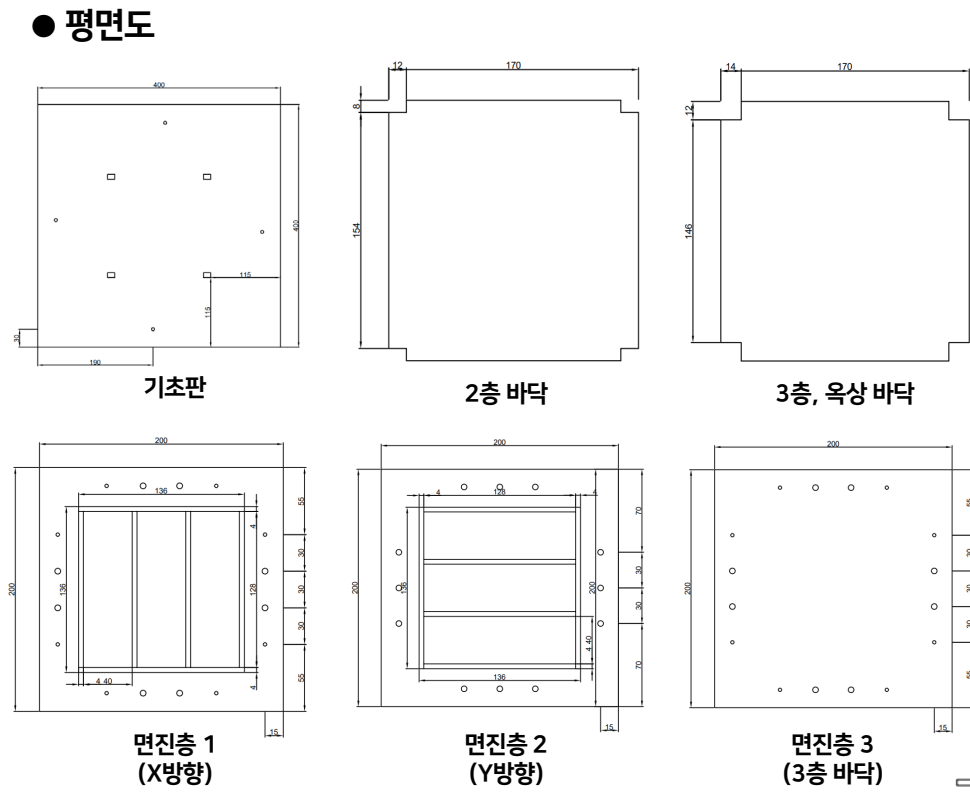
02. PROCESS

마이다스 검토 내용

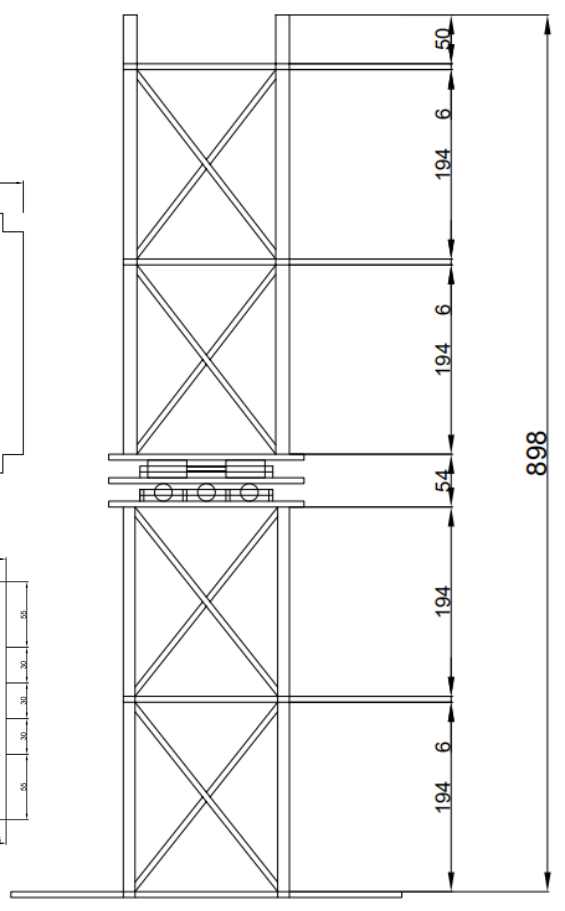


03. CONCLUSION

평면도 및 입면도 (CAD)



● 입면도



03. CONCLUSION

내역서

재료명	규격	부재명	부재 수량	재료 수량	단가(백만원)	합계(백만원)
MDF Base	400mm x 400mm x 6mm	기초판	1	1	-	-
MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	바닥 슬래브	3	7	100	700
		면진층	2			
		전단벽	16			
mdf strip	600mm x 4mm x 6mm	기둥 (8x12)	4	52	10	520
		기둥 (12x14)	4			
		면진층	12			
		X형 가새	12			
스트링 고무줄 (Φ2~3mm)	600mm	면진층	6	12	40	480
		롤러	2			
		기초판 연결	1			
		기둥층 연결	3			
A4지	A4	롤러	6	9	10	90
접착제	20g	-	-	3	200	600

총 금액: 2,390 (백만원)

03. CONCLUSION

공정표

구분	소요 시간																	
	1시간						2시간						3시간					
	10분	20분	30분	40분	50분	60분	70분	80분	90분	100분	110분	120분	130분	140분	150분	160분	170분	180분
기둥 제작																		
Plate작업 (바닥판 천공)																		
롤러 제작																		
면진층 제작																		
가새 제작																		
전단벽 제작																		
기둥 결합																		
가새/전단벽 결합																		
하중 블록 설치 및 점검																		
총 소요시간													2시간 30분 예정					

- 1팀: 전민재, 정성현
- 2팀: 이은혜, 홍수영
- 공통 작업

총 소요 시간: 150 분