



2025 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURE
DESIGN CONTENT 2025

구조물 붕괴방지를 위한 내진설계

서울과학기술대학교
건축학부 건축공학전공

지도교수 : 노영숙
팀명 : 김지진선

주관 :  **지진방재연구센터**
SEISMIC RESEARCH AND TEST CENTER

주최 :  **부산대학교**
PUSAN NATIONAL UNIVERSITY

 **국토교통연구인프라운영원**

 **서울과학기술대학교**
SEOULTECH SEOUL NATIONAL UNIVERSITY OF SCIENCE & TECHNOLOGY

INDEX

00 INTRO

- 팀 소개

01 CONCEPT

- 대회 규정 분석
- 내진 설계 방향
- 지진파 분석
- 재료 물성치 분석

02 PROCESS

- MIDAS GEN 분석
- 실험 결과 및 분석
- 구조 설계 분석

03 CONCLUSION

- 최종 모형 제작 과정
- 입면도 & 평면도
- 예산안 및 공정표

[팀소개]

자문위원

서울과학기술대학교 건축학부 건축공학전공

노영숙 교수님

팀장 전승민

총괄 팀장
구조 해석
물성치 작성
구조물 제작

팀원 이지희

지진파 분석
PPT 제작
모델링
구조물 제작

팀원 한희승

MIDAS 분석
도면 제작
PPT 제작
구조물 제작

팀원 김진선

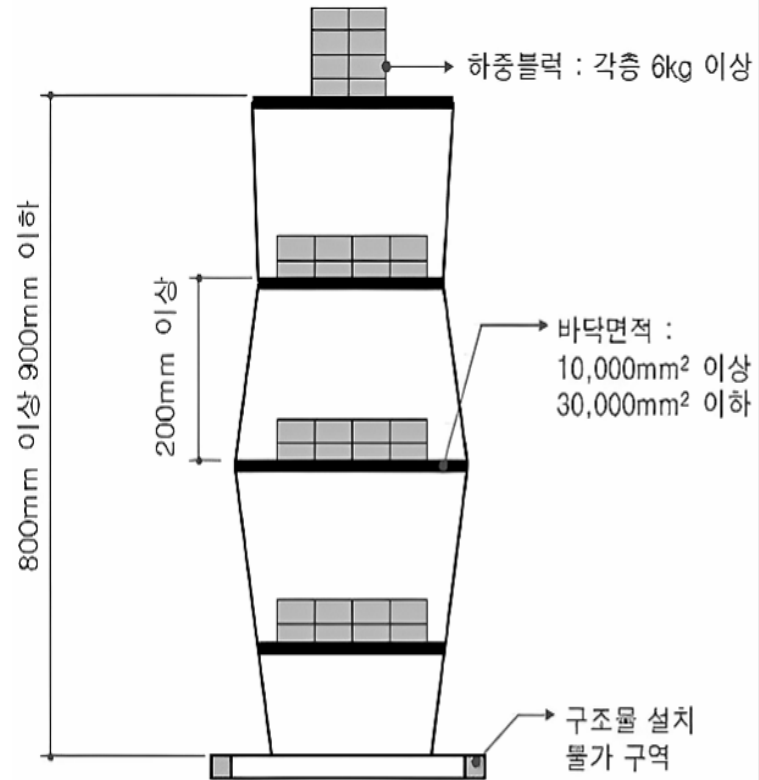
공정표 제작
설계 제안서 작성
경제성 분석
구조물 제작

구조물 제작 및 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

작품 제작 재료

재료명	단위	규격	단위수량 [개]	단가 [백만원]
MDF Base (기초판)	개	400mm×400mm×6mm	1	-
MDF Strip	개	600mm×4mm×6mm	1	10
MDF Plate	개	200mm×200mm×6mm	1	100
스트링 고무줄 (Φ2~3mm)	식	600mm	1	40
A4지	장	A4	1	10
접착제	개	20g	1	200



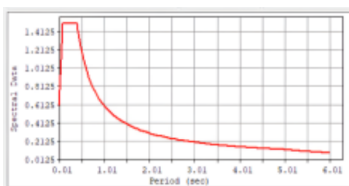
지진파 분석

재현주기 [년]	유효수평지반가속도 [S]	성능수준	위험도계수 [I]	지진구역계수 [Z]	단주기 / 1초 주기 지반응답증폭계수 [F _a , F _v]
500	0.3g	기능수행	1	0.3g	1.5
2400	0.6g	붕괴방지	2	0.3g	
단주기 설계 스펙트럼 가속도[S _{DS}]				1초 주기 설계 스펙트럼 가속도[S _{D1}]	
500	0.75g			0.3g	
2400	1.5g			0.6g	

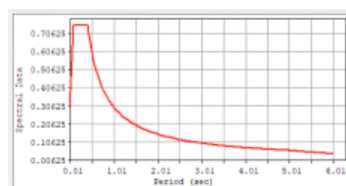
$$S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$$

$$S_{D1} = S \times F_v \times 2/3$$

설계응답스펙트럼



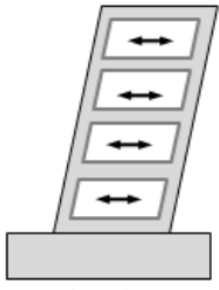
500년 주기



2400년 주기

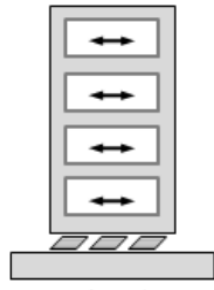
- 0.08sec ~ 0.4sec 에 설계 응답 스펙트럼 가속도 최대치
- 지진 가속도 0.7g 에서 파괴 유도

지진의 고유주기	$T_0 = 0.2 S_{D1} / S_{DS}$ 500년, 2400년 → 0.08 sec	$T_S = S_{D1} / S_{DS}$ 500년, 2400년 → 0.4 sec	$T_L = 5$
----------	---	--	-----------



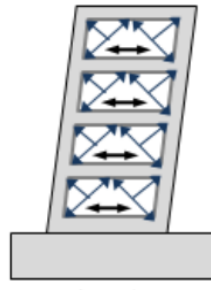
<내진구조>

적절한 부재와 배치에 의해 강도와 점성으로 지진에 저항



<면진구조>

지반과 건물 사이에 면진장치를 설치하여 지진에너지를 분산



<제진구조>

건물에 설치된 장치가 지진과 바람에 의한 건물의 진동을 제어



내진 설계

메가 코어 기둥,
메가 기둥,
역V가새,
버팀대 사용
→ 강성 증가

면진 설계

종이 볼베어링,
에너지 소산 고무줄 설치
→ 마찰력·장력을 이용한
면진시스템 구축

제진 설계

벨트 트러스,
아웃리거
→ 진동을 감쇠시켜
구조물 흔들림 억제

내진+면진+제진 적용

재료 물성치 분석

1. 탄성계수 실험

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

실험 사진 및 방법

단면별 실험 3회 실시하여
평균값으로 산정

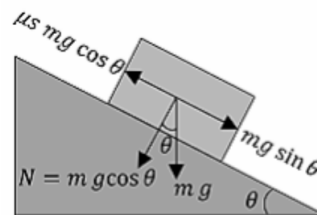


	단면도	단면2차모멘트 $I (mm^4)$	탄성계수 $E (N/mm^2)$
8×12		$I_x = 1152$ $I_y = 512$	796
10×10		$I_x = 833$ $I_y = 833$	1014.83

→ 지진파의 X축과 Y축, 다양한 방향에 효과적으로 저항하기 위해
균일한 단면 성능을 가진 **10×10 단면** 을 사용한 기둥 선정

2. 마찰력 실험 - 종이 유무

판 종류	MDF - MDF	MDF - A4
임계각 (°c)	20	20
정지 마찰 계수	0.36	0.31
실험		

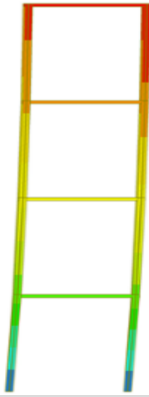
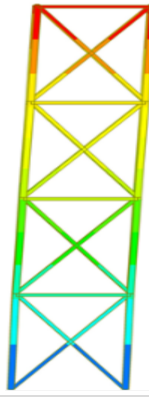
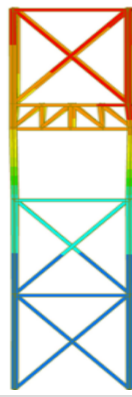
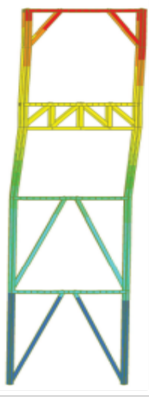


$$\begin{aligned} \mu_s mg \cos \theta &= mg \sin \theta \\ \mu_s &= \tan \theta \\ (\mu_s &= \text{정지마찰계수}) \end{aligned}$$

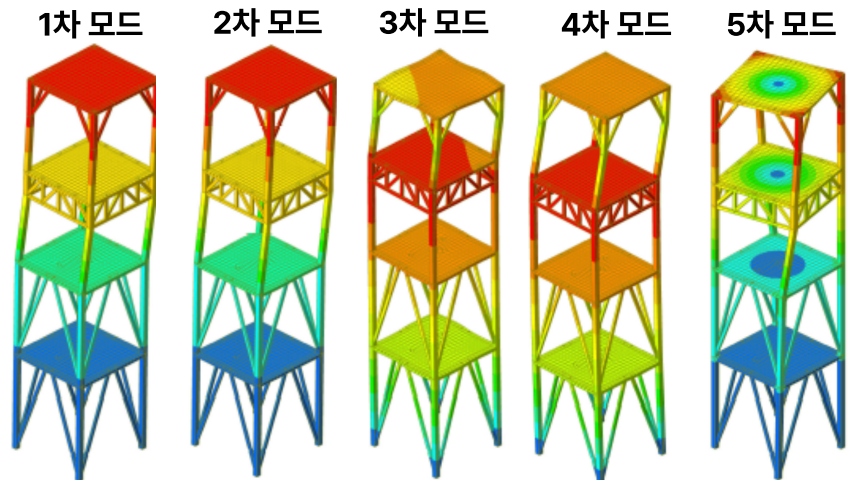
위 실험에서 MDF-A4 사이의
정지마찰계수 값이 가장 작음을 측정

→ 슬라브-보 사이의
마찰력을 통한 에너지 소산과
효율적인 면진을 위해

MDF-A4 선택

형태	일반구조	X가새	X가새 + 벨트트러스	버팀대+역V가새+벨트트러스
MODELING				
최대 변위	43 mm	11 mm	2 mm	1.6 mm
구조 분석	기본 구조 보다 X 가새가 더 안정적임을 확인		X 가새+벨트트러스 결합과 X가새+역V가새+벨트트러스 결합보다 버팀대+역V가새+벨트트러스 결합이 더 안정적임을 확인	

500년 재현 주기	2400년 재현 주기
	
최대변위: 7 mm	최대변위: 15 mm



최종 목표

0.7g에서 4층 기둥 파단

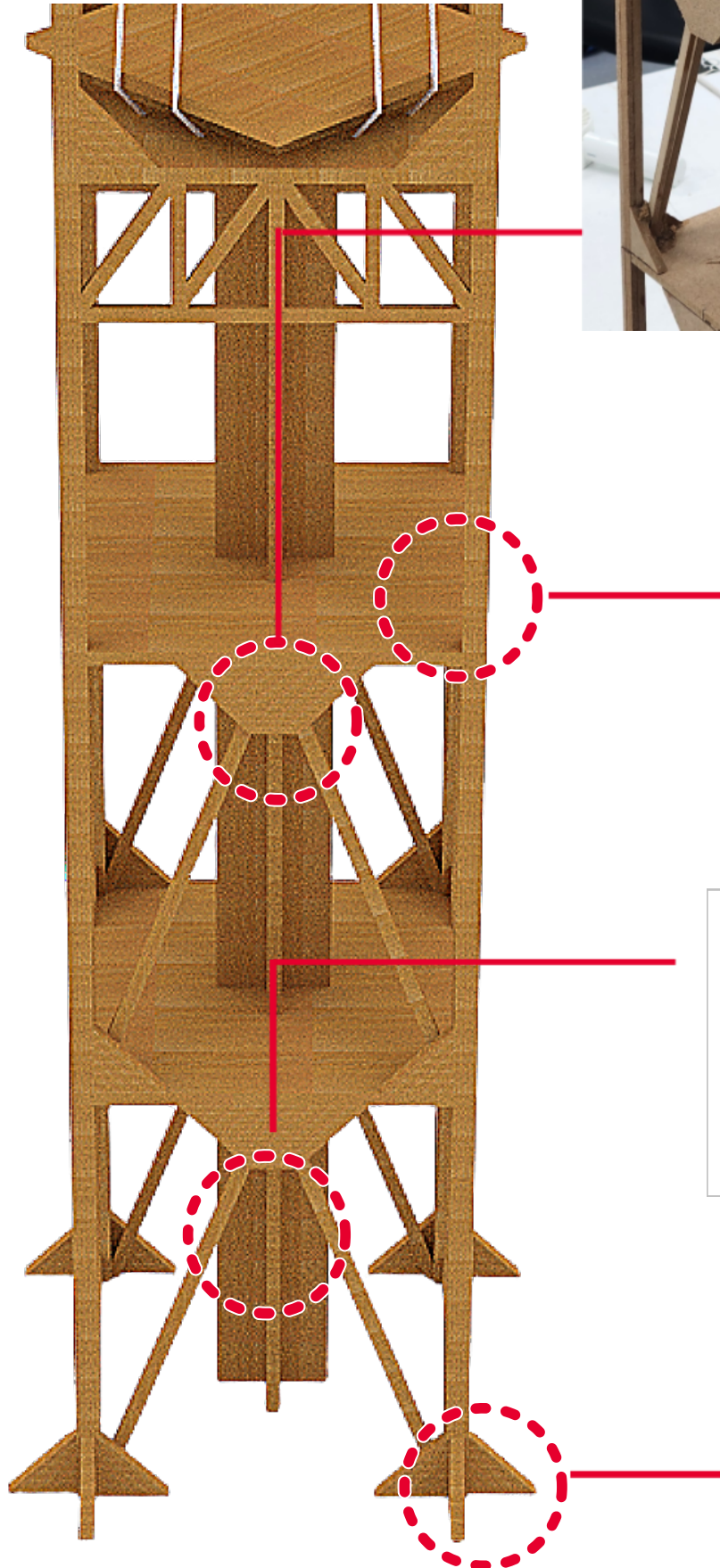
고유 주기

Mode No	Frequency		Period (sec)
	(rad/sec)	(cycle/sec)	
1	21.8807	3.4824	0.2872
2	21.8813	3.4825	0.2871
3	68.5435	10.9090	0.0917
4	68.7050	10.9347	0.0915
5	68.8990	10.9656	0.0912

질량 참여율

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
7	2.0881	99.9389	0.2252	99.9391	0.0006	66.5601
8	0.0353	99.9741	0.0256	99.9647	0.0007	66.5608
9	0.0256	99.9997	0.0352	99.9999	0.0000	66.5608
10	0.0003	100.0000	0.0001	100.0000	31.1725	97.7333

모드별 질량참여율을 합산했을 때 90% 이상이 나왔다는 것을 보여주면, 해석이 제대로 수행되었음을 증명
 → 주요 진동 특성을 충분히 반영했다고 판단



역 V가새

편심을 주어 휨과 전단 유발,
강성 저하와 동시에 연성 증가

메가 기둥

스트립 4개로 1개의 기둥

이음시공으로 접합하여 접합 면적 증가

높은 강성, 강도로 메가 코어와 함께
구조물에 작용하는 거대한 하중을 지지

메가 코어

상부 하중 지지 및 전단력 저항

플레이트를 이용하여 강성 확보

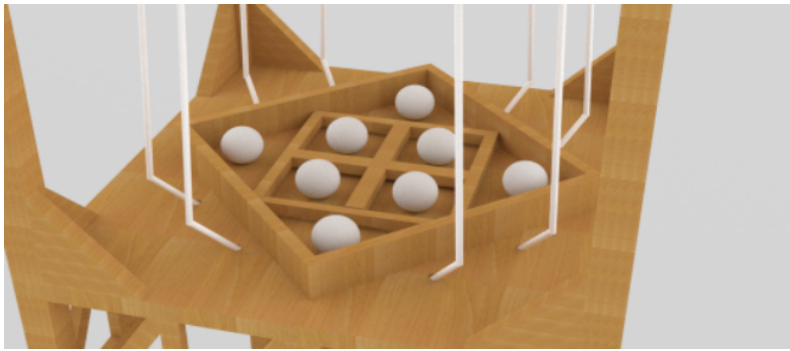
무접착 시공 방식으로 접착제 절약

삼각헌치

구조물 및 기둥 지지

기둥 연결부 응력 집중 완화

구조물 강성 확보 및 변형 억제



볼베어링 면진시스템

3층 면진판 하부에
종이로 제작한 구슬을 넣어
볼베어링 면진시스템 적용

면진판 하부에 A4용지 부착
: 낮은 마찰력으로 에너지 소산 및
수월한 면진 장치 작용

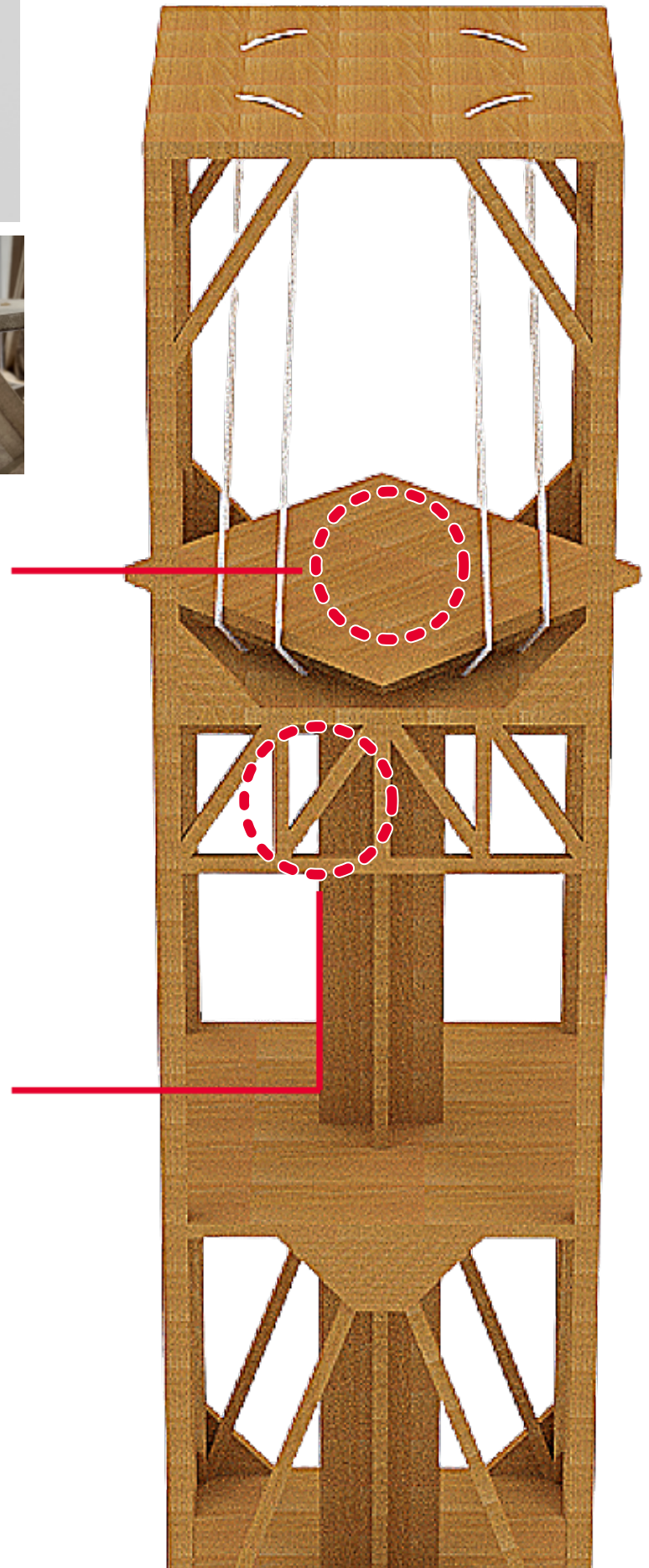
고무줄의 인장력을 이용한 면진 장치
면진판의 이탈 및 충돌 방지

벨트트러스 & 아웃리거

외곽 기둥을 벨트트러스로 연결해
수평 강성을 보강하고

아웃리거를 통해 코어 기둥과 연결하여
구조물의 횡력 저항 성능을 높임

면진층 하부에서 아웃리거를 통해
코어가 부담할 모멘트를 분산



실험 결과 및 분석



1차 실험 구조물 제작 → **0.64g** 파괴

- 고무줄의 약한 고정으로
면진판이 들려 면진 성능 저하,
상층부 기울어짐 향상

고무줄과 판의 거리를
줄여 장력 증가,
면진판 면적 감소

- 최상층 X가새가 면진판과의 충돌로 인한 파괴

X가새 → 버팀대
면진장치 성능 향상

- 기초판 - 메가 기둥 연결부 파단

외각 기둥에 톱밥을
활용하여 강성 증가



2차 실험 구조물 제작 → **0.81g** 파괴

- 작아진 면진판으로 인해
하중이 고르게 분배되지 않아
면진판이 들려 면진시스템이 제대로 작동 X

기존 크기로 변경

- 1층과 2층 기둥 연결부, 바닥판 일부 파괴

구조물 제작 시
1,2층 기둥 분리 X

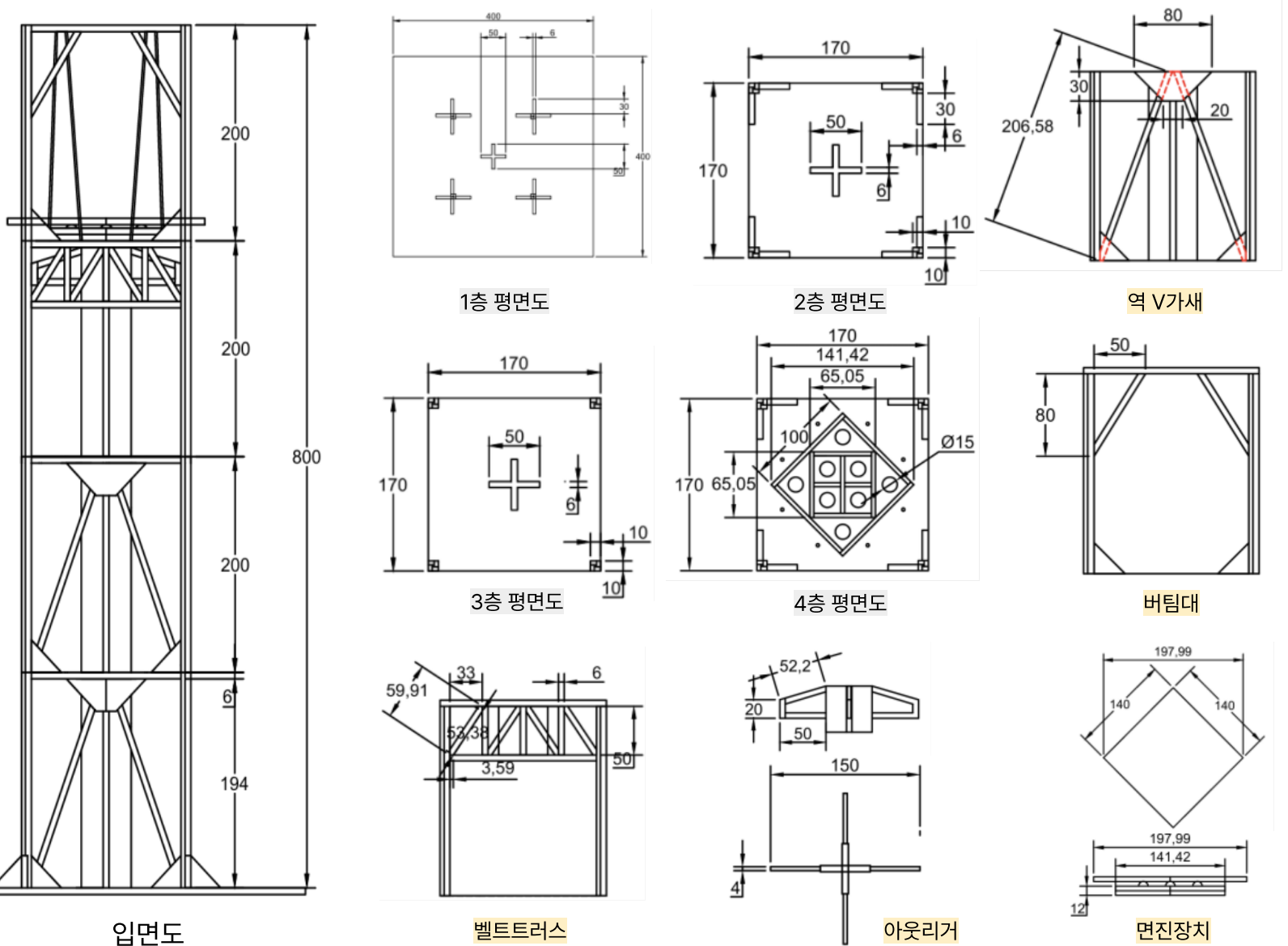
하나의 스트립으로
두 개 층 기둥 제작

최종 모형 제작 과정



안정적 거동으로 2차 실험 모형 선택

입면도 & 평면도



예산안

내역서	수량	단가(백만원)	합계(백만원)
MDF Plate	7	100	700
MDF Strip	42	10	420
스트링 고무줄	2	40	80
A4지	2	10	20
접착제	2	200	400
총액			1620

총 소요 비용 : 1,620 (단위: 백만원)

공정표

구분	구분	시간									
		1시간				2시간				2시간 30분	
		15분	30분	45분	60분	75분	90분	105분	120분	135분	150분
설계	플레이트 작도	■									
	스트립 작도	■									
제작	슬래브		■	■							
	면진층			■							
	기둥			■	■						
	코어				■	■					
	볼베어링					■					
시공	기둥, 슬래브 시공				■	■					
	가새, 거셋플레이트				■	■	■				
	면진층 설치						■	■			
	고무줄 설치								■		
마무리	하중블럭 설치									■	
	진동대 기초판 연결										■

총 소요시간 : 2시간 30분 (150분)

김진선	■
이지희	■
전승민	■
한희승	■
모두	■