



AJOU UNIVERSITY

2025 구조물 내진설계 경진대회

주제 : 내진설계를 통한 구조물의 지진피해 저감

"Aiou 내진조아"

'고층 건물 면진 시스템' 에서 착안한 구조물 내진 설계

지도 교수: 김주형 교수님(아주대학교 건축공학과)

팀장 백지민

- 대회규정분석
- 구조물제작
- 경제성분석
- 설계제안서제작

팀원 손진우

- 구조해석
- 구조물제작
- 시공성분석
- 마이다스

팀원 김도훈

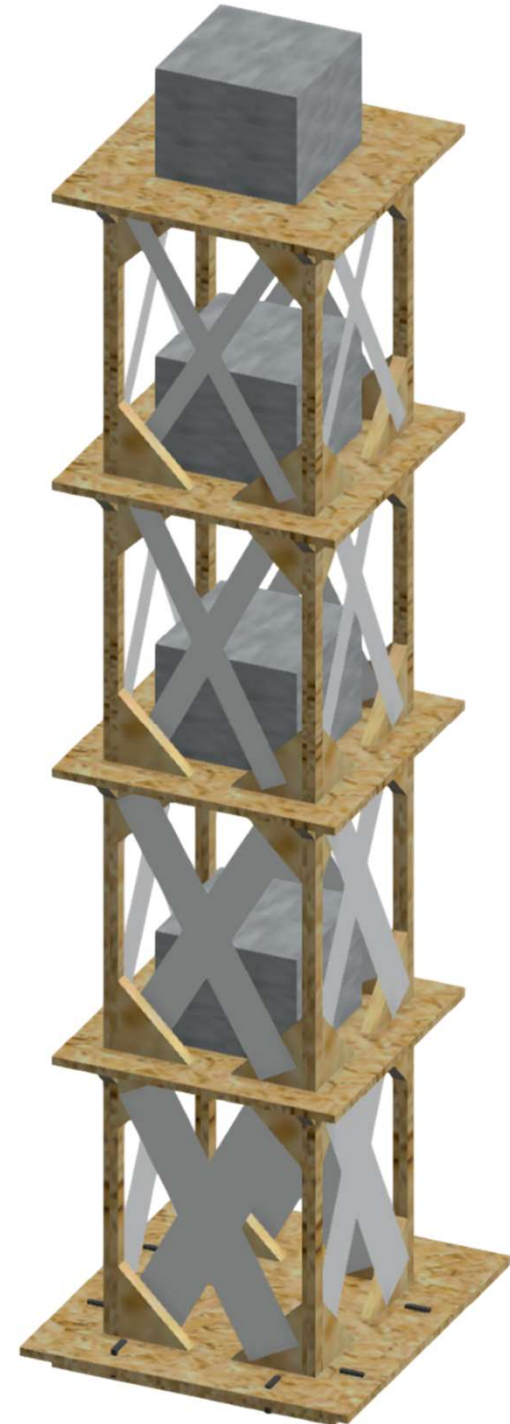
- 구조물제작
- 경제성분석
- 시공성분석
- 물성치분석

팀원 정준희

- 구조해석
- 구조물제작
- 시공성분석
- 모델링

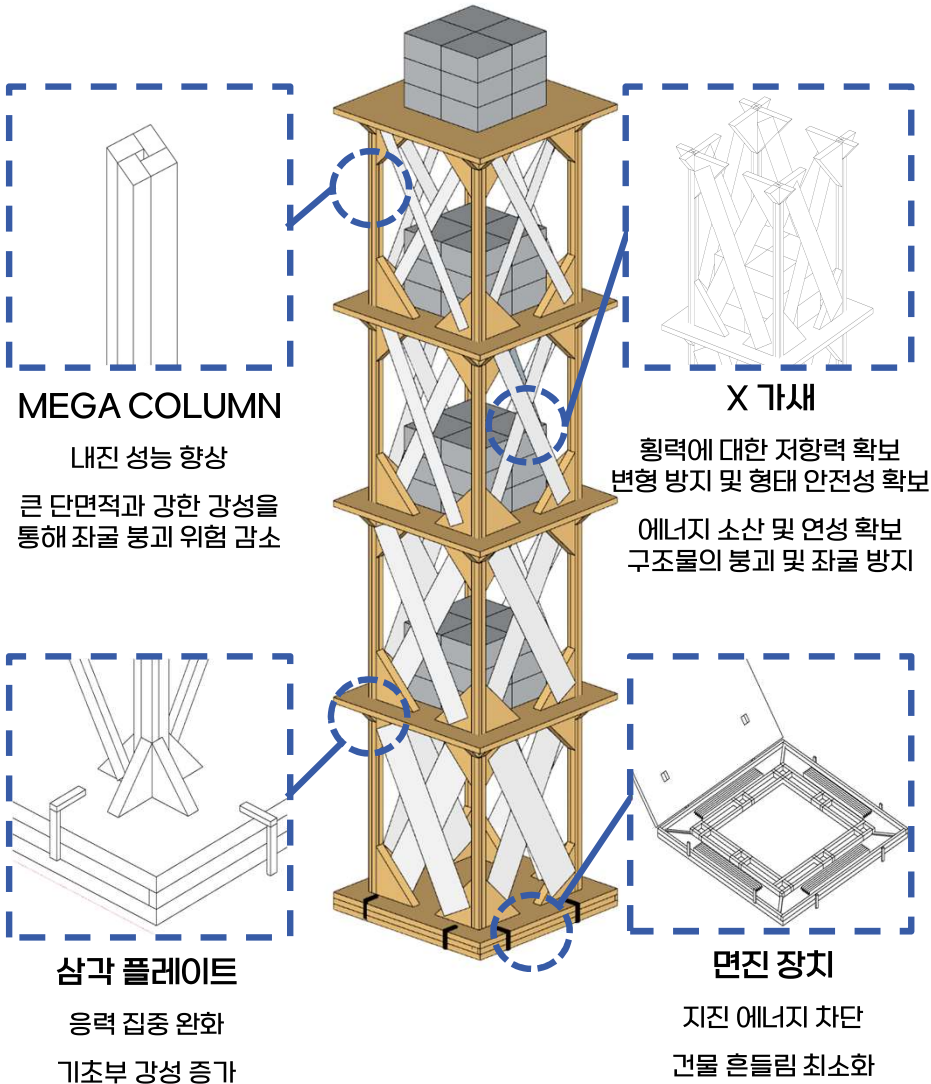
CONTENTS

- 01 설계 개요
- 02 구조 설명
- 03 실험 및 보완
- 04 붕괴 메커니즘
- 05 공정표

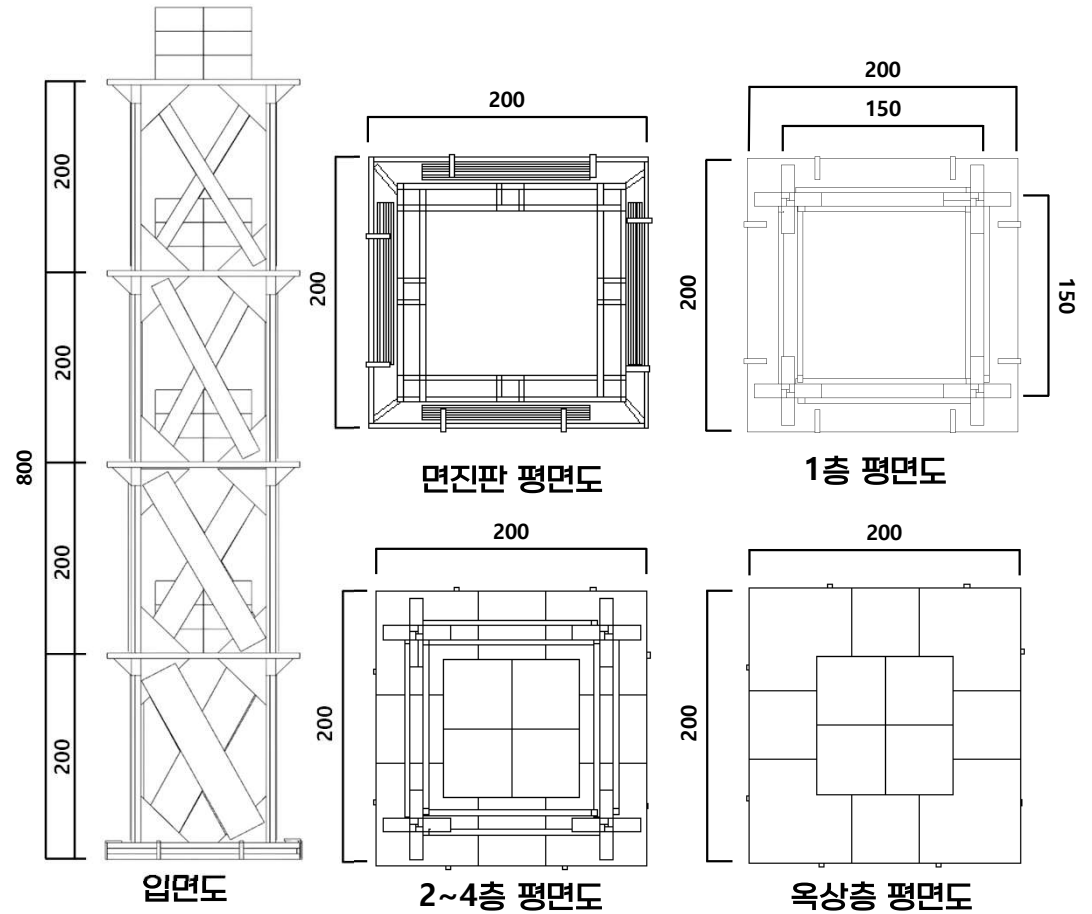


이 설계 개요

▪ 구조물의 주요 구성요소



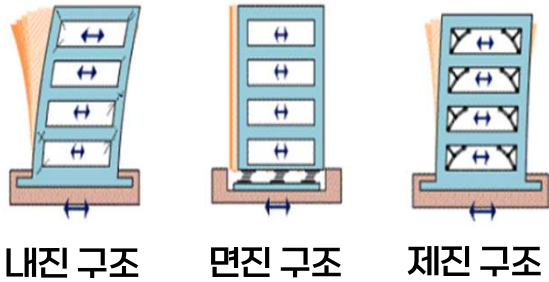
▪ 구조물 설계 도면 (입면도 & 평면도)



- Mega Column의 경우 MDF strip을 서로 엇갈리게 부착함으로써 제작시간을 단축하여 시공성을 확보
- 슬라브의 경우 MDF plate를 기둥 간격에 맞게 천공하여 불필요한 제단과정과 부재 낭비를 줄임으로써 경제성을 확보 또한 균형추를 올리는 슬라브 면적을 최대한으로 활용함으로써 구조안전성을 높임

02 구조 설명

▶ 내진 설계 개념

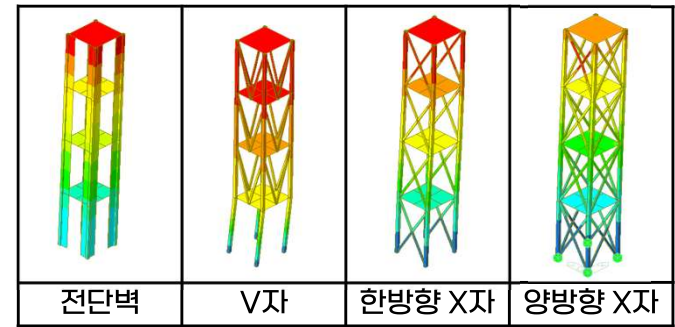


01. 내진 구조
중심 코어 및 구조 보강이 필수로 요구
-> 재료 소모가 크고 경제성이 낮음

02. 내진 구조 + 면진구조
내진 보강은 최소화하고 면진층이 추가되어
-> 에너지 분산 효과는 높지만 구조가 복잡해짐

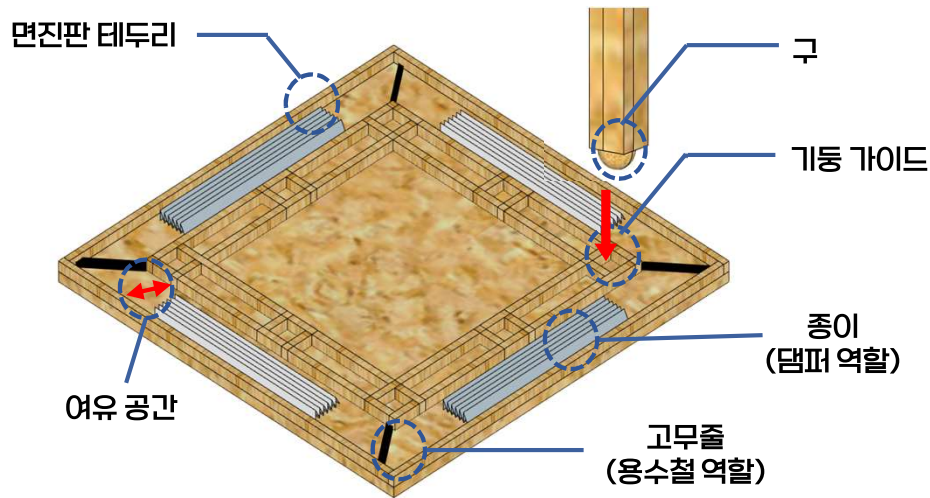
03. 면진 구조
구조물의 수평 이동을 통해 에너지 우회, 감쇠
-> 구조적 안정성, 경제성 모두 확보 가능

▶ 가새 선정 (MIDAS 분석)

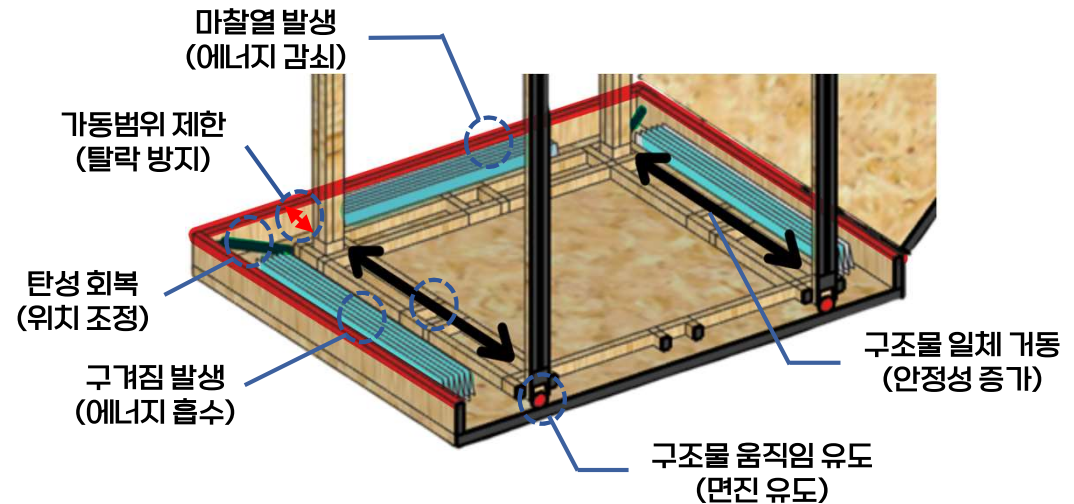


- 양방향 X자 가새 선정

▶ 면진층 컨셉 - 볼펜 쇠구슬(ball tip)



<기초 면진층 적용 설계안>



<기초 면진층 적용 설계 상세도>

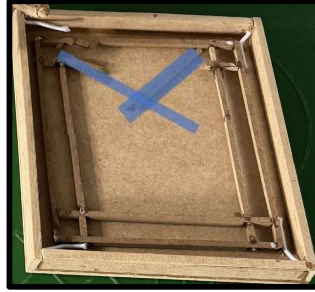
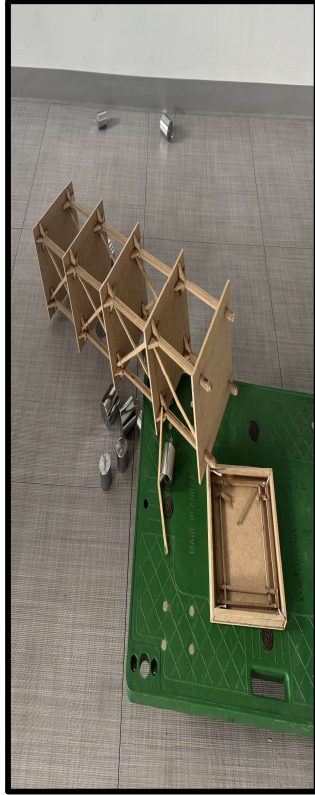
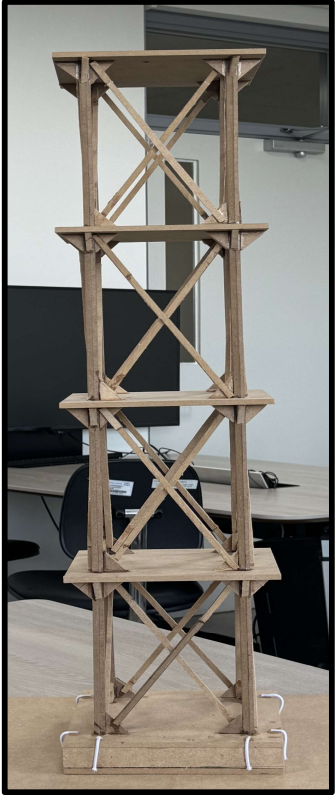
- 기동 하단 구 부착을 이용한 구조물의 수평적 이동 (면진 설계)
- 기동 가이드를 통해 모든 기동 동시 거동 (구조물 안정성)
- 종이를 이용하여 벽과의 충격, 파손 방지 (에너지 흡수)
- 면진판 테두리와 면진판 덮개의 마찰을 이용한 에너지 감쇠 (에너지 흡수)
- 고무줄을 이용하여 본 위치로 복귀 (위치 복원)

에너지 우회, 이동 범위 제어, 구조물 동시 거동

03 실험 및 보완

◇ 1차 실험 결과

Ver.1 2면 가새+면진(감쇠장치X)



→ 0.7g 목표치까지 구조물이 견디지 못하고
0.52g 에서 붕괴

→ 가새 붕괴, 면진층의 파단으로 하부가 탈락되어 구조물 전체 붕괴

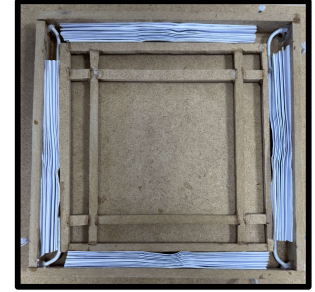
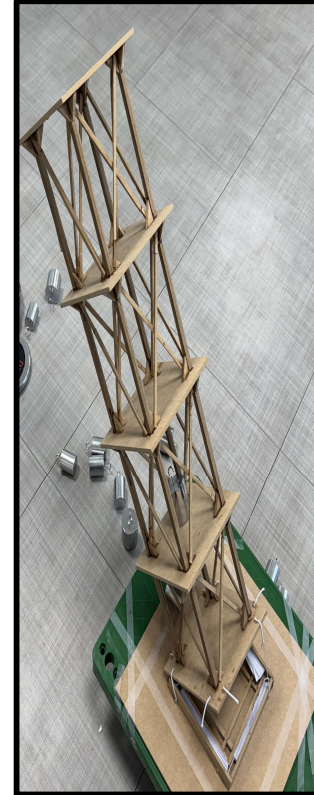


**가새 붕괴
면진판 붕괴**

→ **가새 변경** 필요
 → 0.52g 이상을 버티지 못하기 때문에 면진판에 **에너지 흡수 또는 감쇠** 필요

◇ 2차 실험 결과

Ver.2 4면 가새+면진(감쇠장치O)



→ 가새 붕괴 방지를 위해 **4면 가새**로 변경

→ 에너지 흡수를 위해 **종이 댐퍼** 설치하여 벽과의 충격, 파손 방지

→ 면진판 테두리와 면진판 덮개를 묶어 **마찰을 이용**하여 에너지 감쇠



결과

1차 실험에서의 문제점을 보완하여 2차 실험 결과, **0.83g** 면진층 파단으로 인해 하부 탈락 현상 발생

04 붕괴 메커니즘

목표 0.5g~0.6g 구조물 안정적
실험 변위 값을 통해 0.7g 구조물 붕괴 유도

종류	단면 A	탄성 계수 E (MDF)
기둥 (4ea/층)	10x10 mm ²	1,800 MPa
가새 (8ea/층)	4x6 mm ²	

붕괴 후 변위값 $\Delta \Delta = \frac{F}{k}$

- 1층 슬라브 : 30mm
- 2층 슬라브 : 75mm
- 3층 슬라브 : 116mm
- 4층 슬라브 : 150mm

바닥 면적: 200x200mm² / 기둥 길이: 194mm / 각 층고 : 200mm / 기둥간 간격 : 150mm

$$k = k_{col} + k_{brace} = 4 \cdot \left(\frac{3EI_c}{h^3} + \frac{EA_b}{l} \cos^2 \theta \right)$$

($A_b = brace$ 의 단면적, $l = brace$ 길이, $\theta = 브레이스$ 각도)

기존 MDF 가새의 경우 **강성이 지나치게 높아 기초 파괴가 발생**

개선안 : MDF 가새 → **A4 가새**

A4 가새는 **인장에만 저항하고 압축 저항이 없어 강성을 효과적으로 통제 가능**

구분	변경전	변경후
1층	20mm 폭 MDF 가새	40mm 폭 A4 가새
2층	20mm 폭 MDF 가새	30mm 폭 A4 가새
3층	20mm 폭 MDF 가새	20mm 폭 A4 가새
4층	20mm 폭 MDF 가새	10mm 폭 A4 가새

최종 모델



결론

실험 결과, **0.72g** 면진층 파단으로 인해 하부 탈락 현상 발생

05 제작 과정

▶ 수량 계산 및 경제성 평가

부재 수량

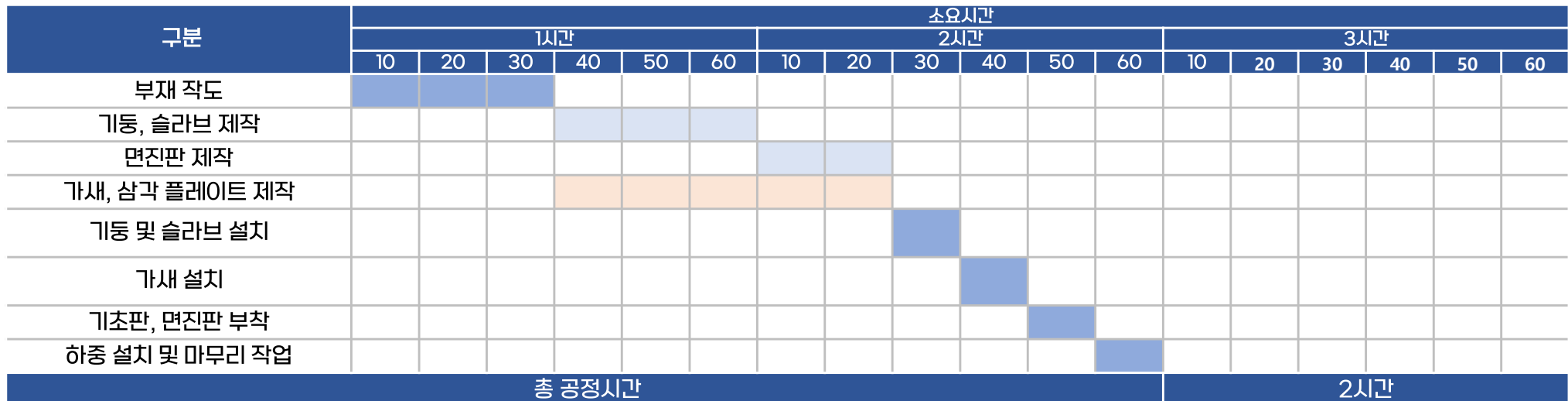
부재명	규격 (mm)	수량 (개)	부재명	규격 (mm)	수량 (개)
기둥	10x10x800	4	면진 볼	7x7x7	4
바닥면	200x200x6	4	면진판 덮개	200x200x6	1
X자 종이가새	각 층에 맞게	32	면진틀	-	1
삼각플레이트	25x25x6	32	종이 댐퍼	-	8
삼각플레이트	50x50x6	64	연결 고무줄	-	1

소요 재료

재료명	부재 규격 (mm)	단가 (백만원)	수량 (개)	합계 (백만원)
MDF base	400x400x6	기본제공	1	-
MDF plate	200x200x6	100	8	800
MDF strip	600x200x6	10	30	300
고무줄	600	40	1	40
A4 용지	-	10	7	70
접착제	20g	200	1	200
총 합액 (백만원)				1410

- [2024년] 15회 팀 평균 1796.6 백만원 → 1410 백만원으로 경제성 확보 (약 20.96% 절감)

▶ 시공성 분석 - 공정표



- [2024년] 15회 팀 평균 162.9분 → 120분으로 시공성 확보 (약 26.34% 절감)