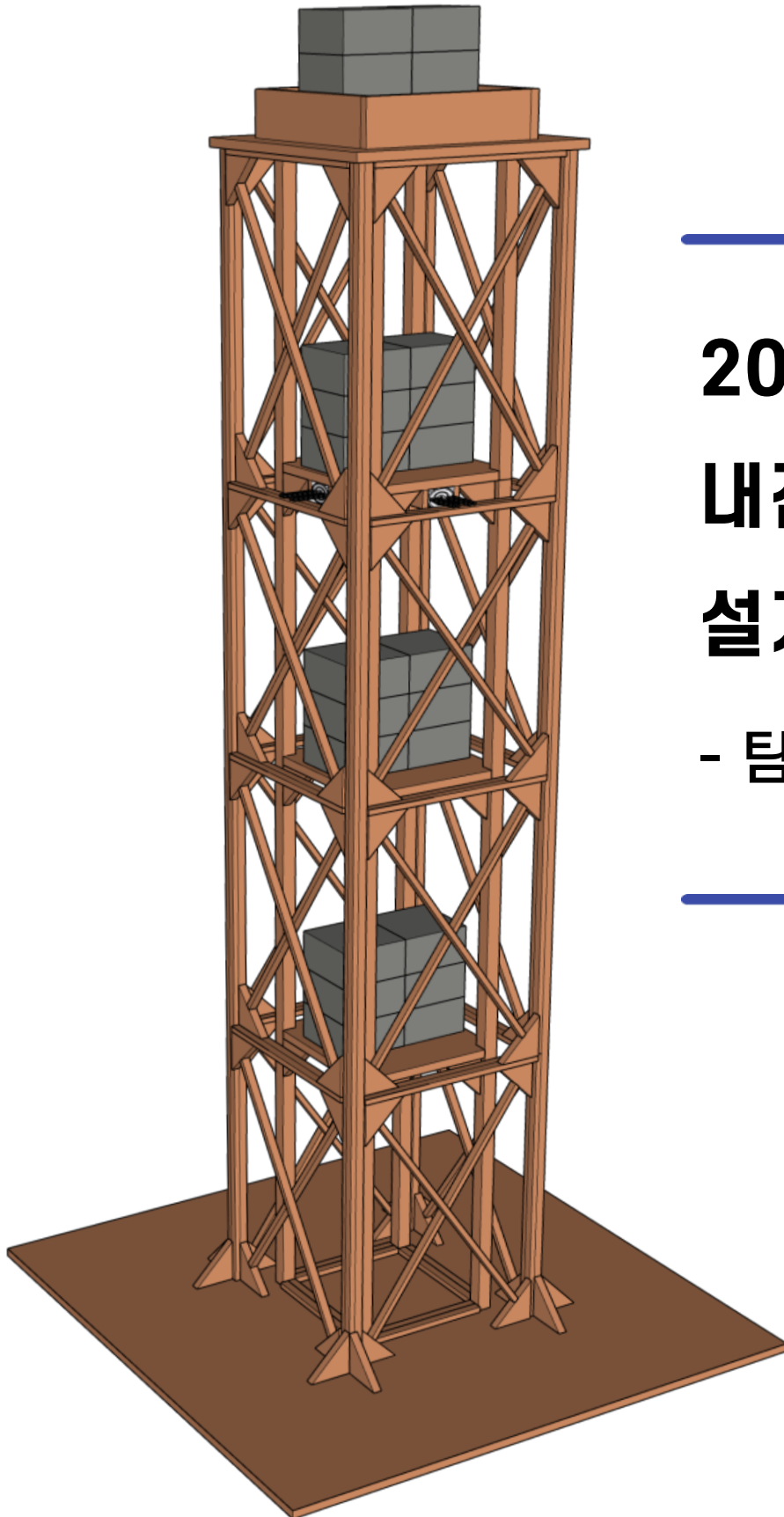




2024 구조물 내진설계 경진대회 설계제안서

- 팀명 : 우응빈

팀 소개

▶ 지도 교수

단국대학교 건축공학과
이상현 교수님

▶ 팀원

오형빈 [팀장]

- 마이다스 모델링
- 구조물 제작
- 경제성 분석

김형진 [팀원]

- 구조 해석
- 도면 작성 (CAD)
- 아이디어 구체화

신동민 [팀원]

- 물성치 분석
- 지진파 분석
- 구조물 제작

정민혁 [팀원]

- 아이디어 도출
- PPT 제작
- 시공성 분석

INDEX

01. 서론

INTRO

- 설계 개요
- 지진파 분석
- 재료 물성치 분석
- 가새 골조 분석

02. 본론

MAIN

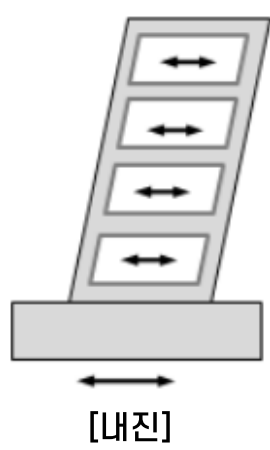
- 구조 설계
- 마찰 댐퍼 분석
- 최종 구조물
- 실험 및 분석

03. 결론

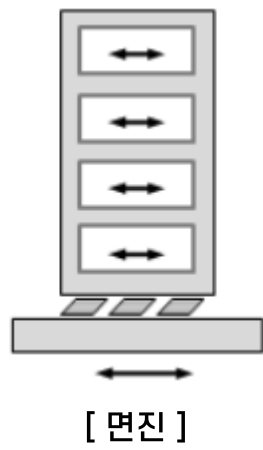
CONCLUSION

- 최종 설계도면
- 시공성 분석
- 경제성 분석

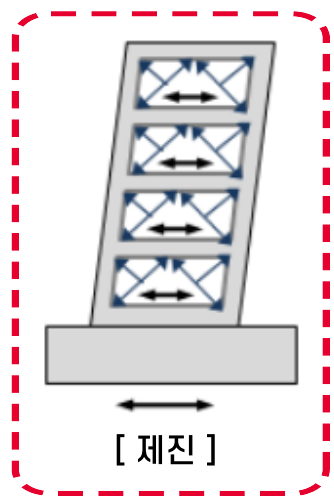
설계 개요



건물의 강성을 높여
지진 에너지에 버티도록 함



지반과 건물 사이에 장치를
설치해 지진 에너지 분산



감쇠장치를 활용하여
지진 에너지 감소

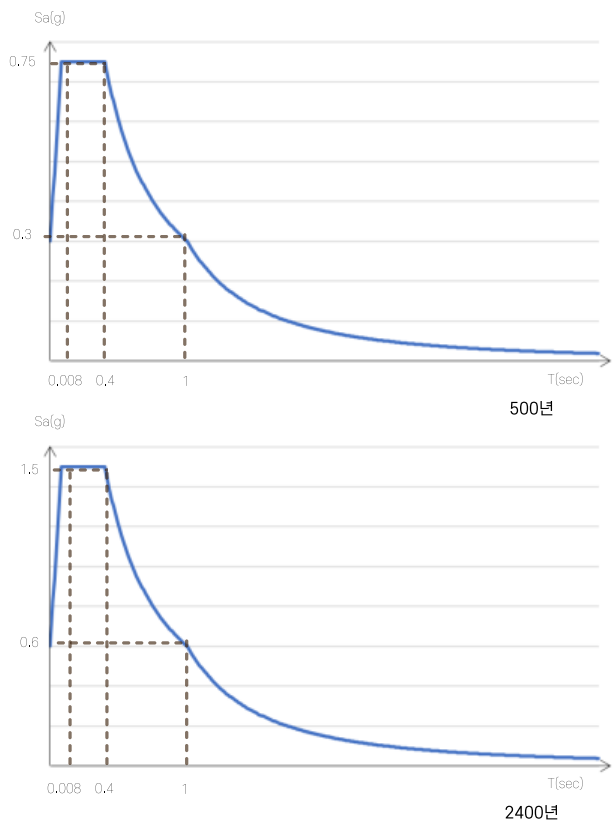
- ▶ 2중 구조의 내외부 변위차이를 활용한 감쇠장치[마찰 댐퍼]의 설치
- ▶ 지진 에너지 감쇠를 유도하여 건물의 붕괴에 대한 안정성 확보

지진파 분석

재현주기	유효수평지반가속도	지반증폭계수	
500년	0.3 g	단주기 지반증폭계수 [F _a]	1.5
2400년	0.6g	1초 주기 지반증폭계수 [F _y]	1.5

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

구조물의 고유주기 [T]		
재현주기	500년	2400년
$T_0 = 0.2 S_{D1} / S_{DS}$	0.08 sec	0.08 sec
$T_s = S_{D1} / S_{DS}$	0.4 sec	0.4 sec



0.08 ~ 0.4 (sec)에서 설계 스펙트럼 가속도 최대
✓ 0.7g에서 파괴 유도

재료 물성치 분석

기둥의 탄성계수 $\delta = \frac{F \cdot L^3}{3EI}$



$I_{x,y} = 832 \text{ mm}^4$

$\delta = 6 \text{ cm}$ [79cm→73cm],
 $L = 56 \text{ cm}$
 $F = 0.97 \text{ N}$ (98.73g)

-----> $E = 1141 \text{ MPa}$

MDF plate - 종이 마찰계수 $f_s = \tan(\theta)$

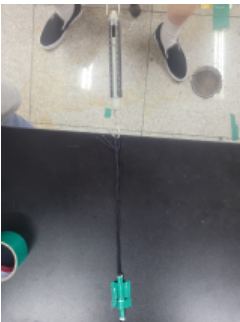


	1차	2차	3차
각도 (θ)	33	32	34

평균값인 $\theta = 33$ 으로 산정

$f_s = \tan(\theta), \theta = 33$
 $f_s = 0.649$

고무줄 - 종이 운동 마찰계수 $F_k = \mu_k N$

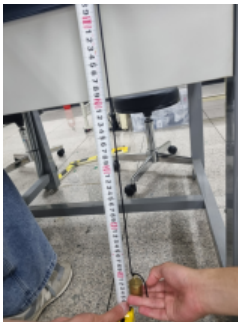


	1차	2차	3차
F_k	1.8 N	1.5 N	1.7 N

평균값인 약 1.6N으로 산정

$F_k = 1.6 \text{ N}, N = 5 \text{ N}$
 $\mu_k = 0.32$

스트링의 탄성계수 $E = \frac{P \cdot L}{A \cdot \Delta L}$



$A = \pi(1.25)^2 \text{ mm}^2$

$P = 0.97 \text{ N}$ (98.73g)
 $L = 50 \text{ cm}, \Delta L = (66-50) \text{ cm}$

$E = 0.617 \text{ MPa}$

가새 골조 분석

< MIDAS 가새 분석 >

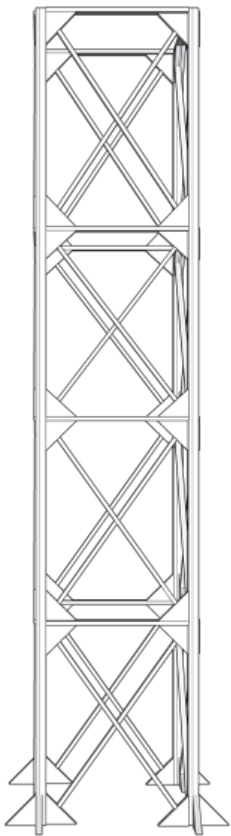
삼각 가새	역삼각 가새	X자 가새
변위: 3.87 mm	변위: 5.59 mm	변위: 3.27 mm

내부골조 : 제진장치 가동을 위해 충분한 변위 확보
외부골조 : 제진장치 가동을 위해 RIGID 상태 유지



내부골조 : 변위 유도를 위해 가새 설치 X
외부골조 : 구조물의 변위량이 가장 작은 X자 가새 선정

구조설계 - 외부구조물



<설계 목표>

- 높은 강성
- 작은 횡변위

<주요 부재>



1. 일체화 메가기둥
 - 스트립을 교차시켜 1F~최상층까지의 기둥을 일체화 제작하여 구조물 강성 증가
 - 스트립 가공량이 줄어드므로 시공성 확보



2. 보
 - 스트립 두 개를 접합한 보를 사용하여 구조물의 강성 증가
 - 메가기둥 제작 후 남은 스트립을 활용하여 경제성 확보



3. 가새 사용
 - 변위가 적은 X자 가새를 사용하여 횡변위 제어
 - 메가기둥 제작 후 남은 스트립을 활용하여 경제성 확보
 - 거셋플레이트를 사용하여 가새 길이 축소

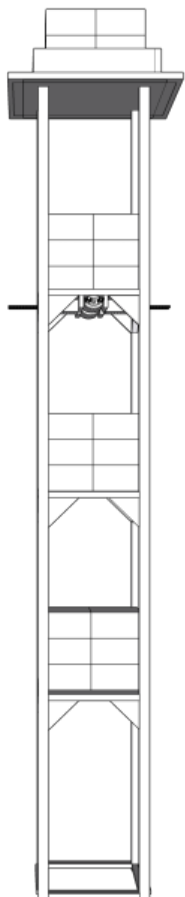


4. 거셋플레이트
 - 파단이 쉬운 접합부의 강성 증가
 - 가새 시공 용이
 - 슬래브 만들고 남은 MDF판을 활용하여 경제성 확보



5. 헌치
 - 기초판과 기둥 사이의 접합 면적을 넓혀 부착력 확보
 - 슬래브를 만들고 남은 MDF판을 활용하여 경제성 확보

구조설계 - 내부구조물



<설계 목표>

- 낮은 강성
- 큰 횡변위 (0.7g에서의 변위일 때 외부 구조물과 부딪혀 붕괴되도록 설계)
- 1차모드의 거동 유도(외부골조 종이댐퍼와의 마찰을 위한 설계)
- 중력하중(하중블록 무게)에 저항

<주요 부재>



1. 일체화 메가기둥
 - 스트립을 교차시켜 1F~최상층까지의 기둥을 일체화 제작하여 중력하중에 대해 저항
 - 기둥의 일체화 제작을 통해 구조물의 1차모드 거동을 유도
 - 스트립 가공량이 줄어드므로 시공성 확보

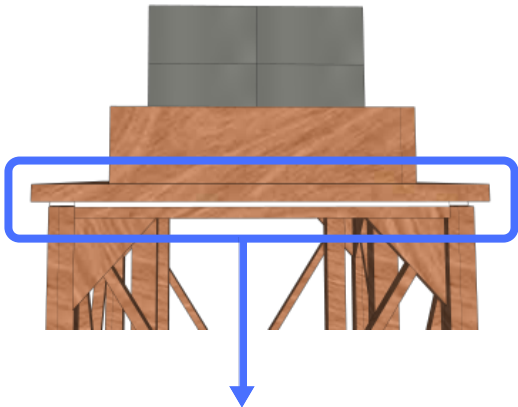


2. 상부 거셋플레이트
 - 하중블록무게에 의해 슬래브가 떨어지는 것을 방지
 - 슬래브 만들고 남은 MDF판을 활용하여 경제성 확보

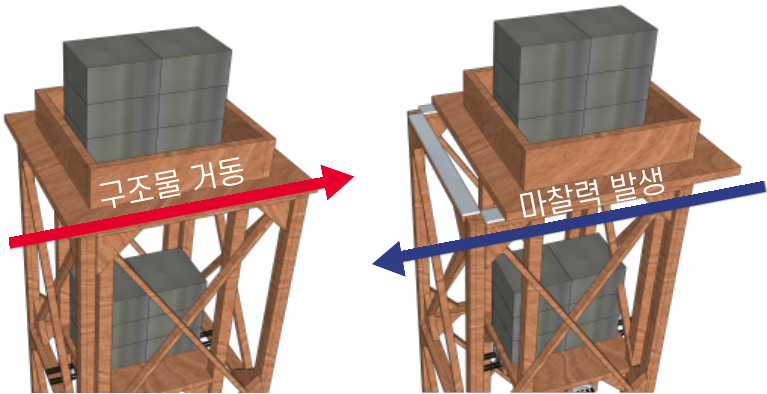


3. 지중보
 - 외부 구조물 거셋플레이트로 인한 공간부족 문제로 헌치 대신 지중보 설치
 - 메가기둥 제작 후 남은 스트립을 활용하여 경제성 확보

마찰댐퍼 분석 - I



- 외부구조 면적보다 큰 면적의 슬래브를 내부 구조 최상층에 부착
- 외부 구조물 상부에 A4용지 댐퍼 부착
- 내부/외부 구조물의 높이 차이를 두어 최상층 슬래브와 A4용지 댐퍼가 맞닿도록 설계
- 내부구조물 거동 시 최상층 슬래브와 A4용지의 마찰로 인한 제진 유도

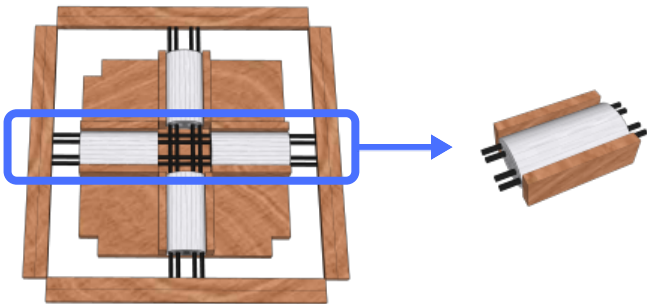


수평력에 의해 내부 구조물 거동

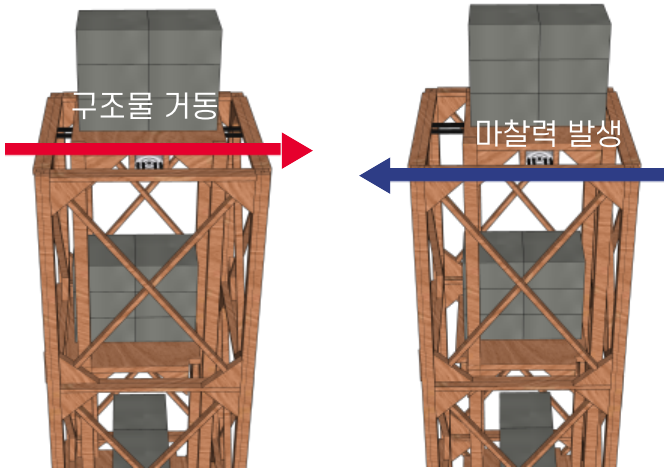
내부구조물 거동방향의 반대방향으로
A4용지-최상층 슬래브 사이의 마찰 발생

지진에너지 소산

마찰댐퍼 분석 - II



- A4용지를 말아 각 겹 사이에 스트링 삽입
(* 스트링이 구조체와 동시에 거동하지 않고 A4용지와 마찰이 일어날 수 있게 느슨하게 말도록 설계)
- A4용지말이를 내부구조 슬래브 하부에 부착
- 스트링 양단을 외부골조와 연결
(* 스트링이 거동하지 않고 원활한 마찰을 유도할 수 있도록 스트링에 tension을 준 상태로 연결)
- A4용지말이 양쪽에 A4용지말이 이탈 및 변형을 방지하기 위한 보호판 설치
- 내부구조물 거동 시 스트링과 A4용지말이의 마찰로 인한 제진유도



수평력에 의해 내부 구조물 거동

내부구조물 거동방향의 반대방향으로
스트링-A4용지말이 사이의 마찰 발생

지진에너지 소산

최종 구조물

마찰댐퍼 I

- 내부 골조의 바닥판과 외부골조의 마찰이 원활하도록 A4 용지 부착
- 내부 골조와 외부골조의 충돌을 방지하기 위해 골조 사이의 간격 20mm 확보

이탈방지 벽

- 거동에 의한 하중 블록의 이탈 방지

마찰댐퍼 II

- 재료 가공 후 남은 톱밥을 말려있는 A4용지 내부에 넣어 건물 거동 시 마찰에 의한 감쇠 효과 증가
- 마찰장치를 MDF Strip으로 감싸 장치의 이탈 방지

십자형 슬래브

- 슬래브의 모서리를 1cm² 정사각형으로 모따기 하여 기둥을 통과시켜 내부 구조 일체 거동 및 기둥의 일체성을 확보

가새

- 수평력에 의해 발생하는 응력을 보, 기둥에 고르게 분산시켜 국부적인 응력 집중 현상을 방지

거셋 플레이트

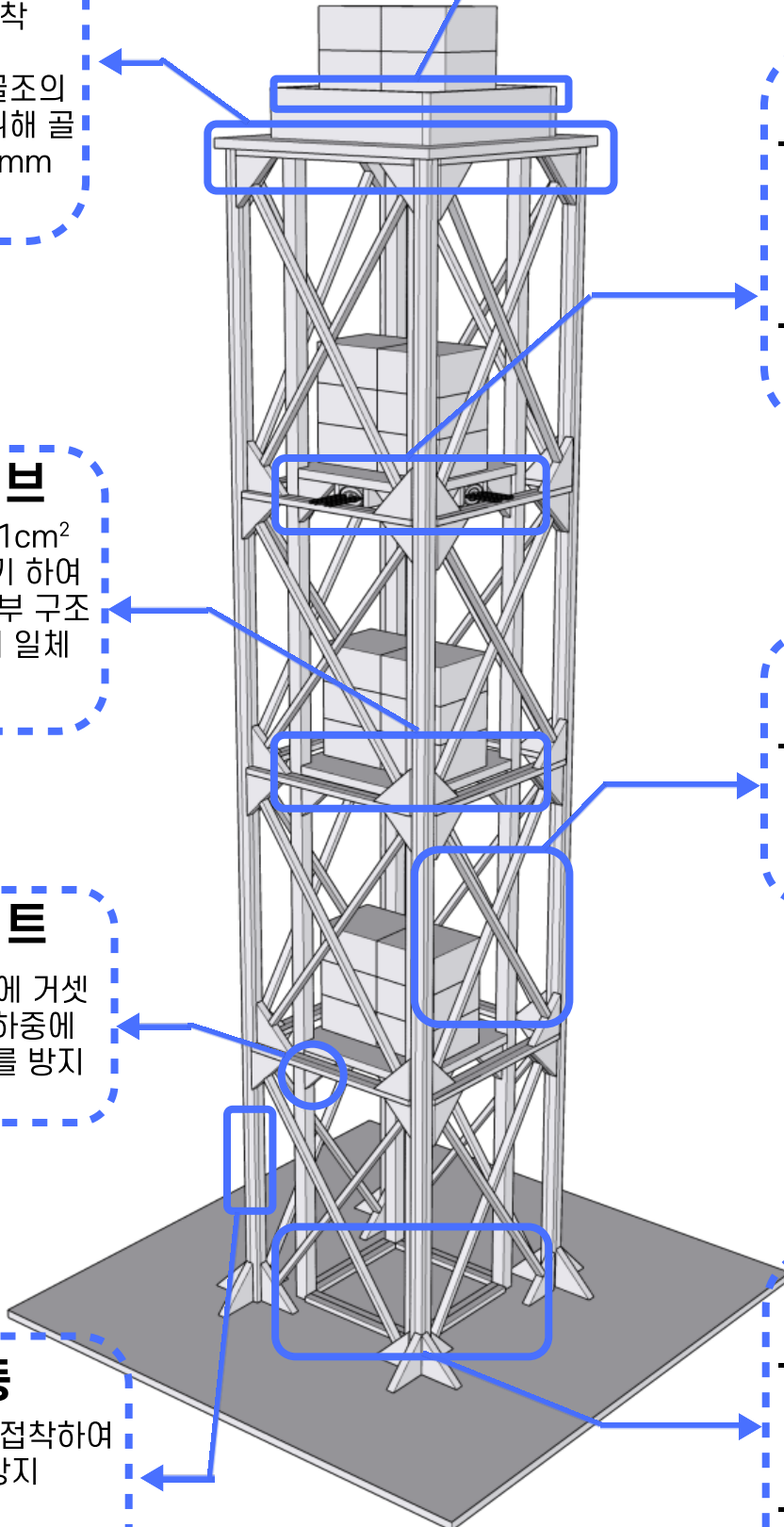
- 슬래브-기둥 접합부에 거셋 플레이트를 설치해 하중에 의한 접합부의 파괴를 방지

메가기둥

- MDF Strip을 교차 접착하여 기둥 부재의 탈락 방지
- 정사각형 단면으로 X,Y축 방향 동일한 강성 확보

지중보

- 기둥 간에 보를 설치하여 기초판과 부착하여 내부 골조의 부착면적 확보
- 지중보의 추가로 기둥 하부의 비틀림 저항 증가



실험 및 분석

<1차 실험 및 문제점>



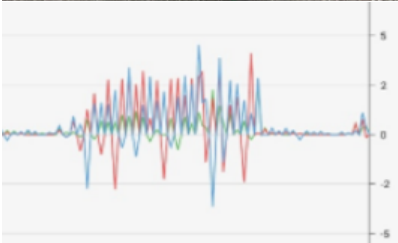
- 실에 A4용지를 촘촘하게 말아 두 재료가 일체화 거동을 하여 마찰효과가 없음



- 하중블록 무게에 의해 슬래브가 떨어지는 것을 방지하기 위해 기둥 위에 슬래브를 얹는 시공법을 채택했으나, 각 층이 각기 다른 모드의 거동을 하여 최상층 MDF판과 A4용지 사이의 마찰효과 감소 & 층마다 기둥이 분리되어 강성 부족으로 인해 2층 기둥 파단

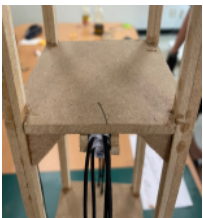


- 내부골조-외부골조 사이의 여유공간이 적어 큰 변형 작용 시 외부골조와 충돌



0.43g에서 2층 기둥 파단

<보완 및 2차실험>



- 실과 A4용지 사이의 원활한 마찰을 위해 A4용지를 느슨하게 함



- 내부골조의 1차모드 거동을 유도하기 위해 메가기둥을 일체로 제작 후 슬래브 부착

- 부착된 슬래브가 하중블록에 의해 떨어지는 것을 방지하기 위해 거셋플레이트로 보강



- 0.7g에서 내부구조가 외부구조랑 충돌할 만큼의 변위를 만들기 위해 1층 가새 제거



- 내부골조의 변형에 의한 마찰면적을 높이기 위해 내부골조-외부골조 사이의 간격을 키움

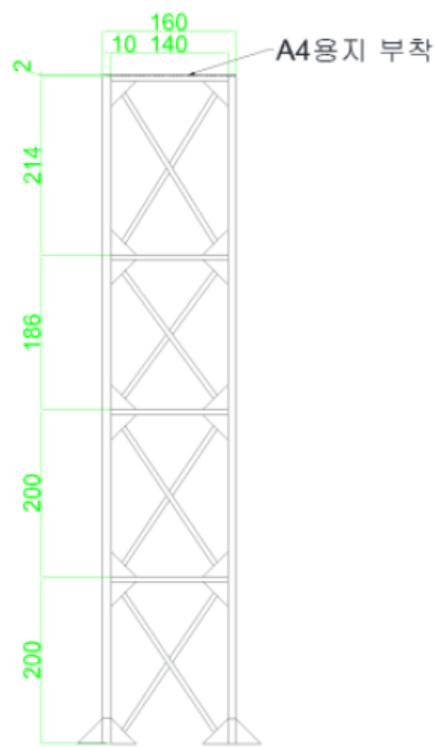


0.66g에서 내부구조와 외부구조의 충돌에 의해 구조물 붕괴

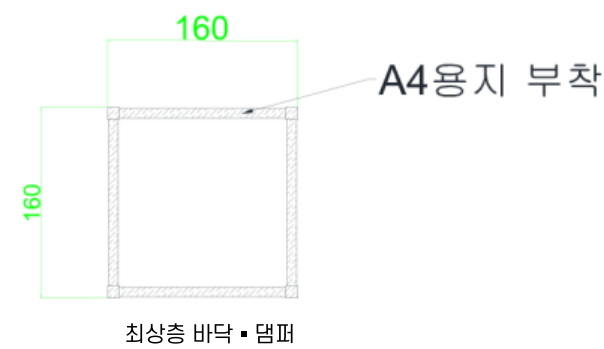
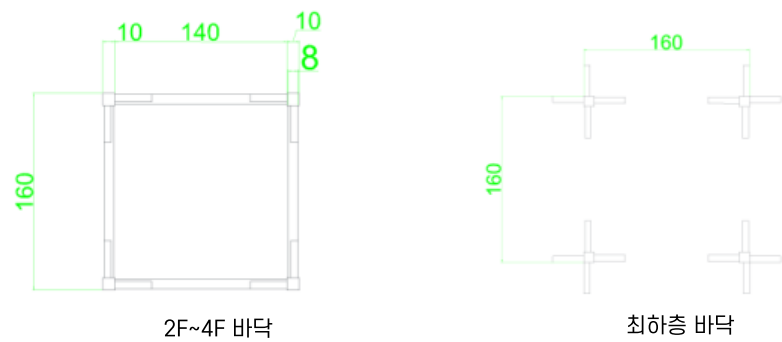
설계 도면

<외부골조>

● 입면도

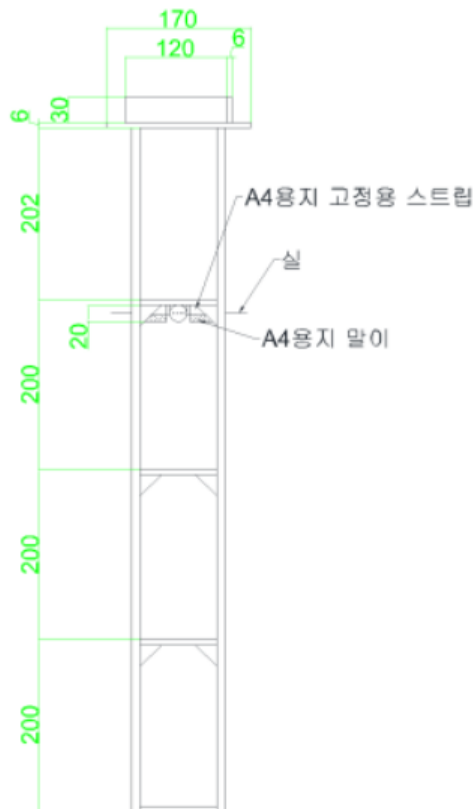


● 평면도

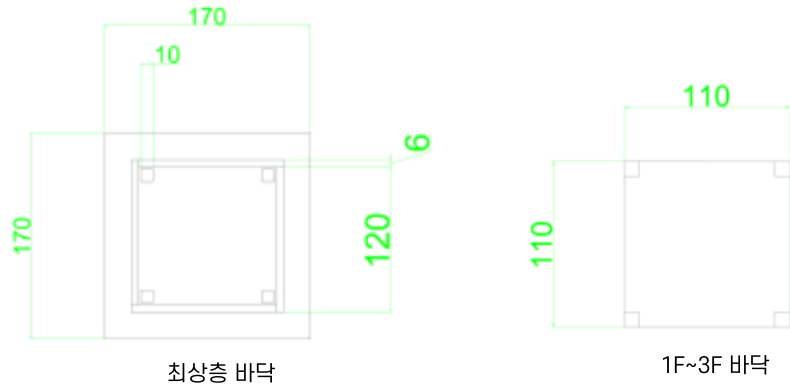


<내부골조>

● 입면도

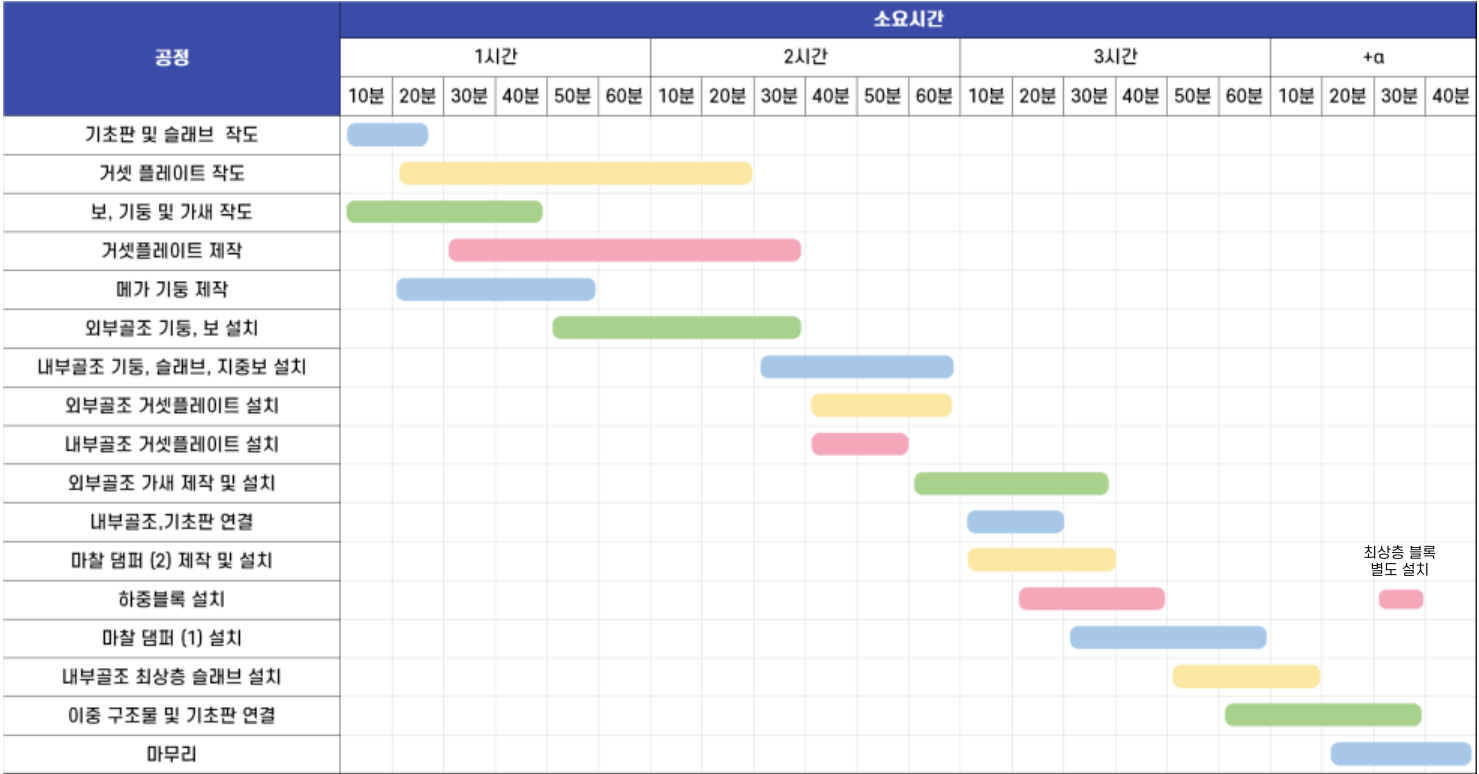


● 평면도



시공성 분석

<공정표>



경제성 분석

<수량 산출서>

부재명	규격 (가로 x 세로 x 두께)	수량	비고	부재명	규격 (가로 x 세로 x 두께)	수량	비고
최상층 슬래브	170mm×170mm×6mm	1	-	내부 슬래브	110mm×110mm×6mm	3	슬래브 가장자리 10mm 정사각형 모따기
블록 이탈 방지용 판	120mm×30mm×6mm	4	-	거šet 플레이트	25mm×25m×6mm	96	직각삼각형
메가 기둥	800mm×10mm×10mm	8	strip 8개 이용하여 제작	외부보	140mm×12mm×4mm	16	strip 2개 이용하여 제작
지중보	90mm×12mm×4mm	4	strip 2개 이용하여 제작	가새 1	200mm×6mm×4mm	24	-
가새 2	210mmx6mm×4mm	8	-	마찰 댐퍼 (2) 고정 보	41mmx12mm×4mm	8	strip 2개 이용하여 제작

<내역서>

재료명	규격	단가 (백만원)	수량	합계 (백만원)
MDF Base	400mm×400mm×6mm	-	1	-
MDF Strip	600mm×4mm×6mm	10	70	700
MDF Plate	200mm×200mm×6mm	100	4	400
스트링 고무줄(Φ2~3mm)	600mm	40	2	800
A4지	A4	10	2	20
접착제	20g	200	3	600
총 합계 (백만원)				1800