

2023 구조물 내진설계 경진대회



이화여자대학교 건축도시시스템공학전공

팀명

이구동성
(梨構同聲)

지도교수
김철구

이채은

김민지

김혜주

김연주

구조 해석
지진파 분석

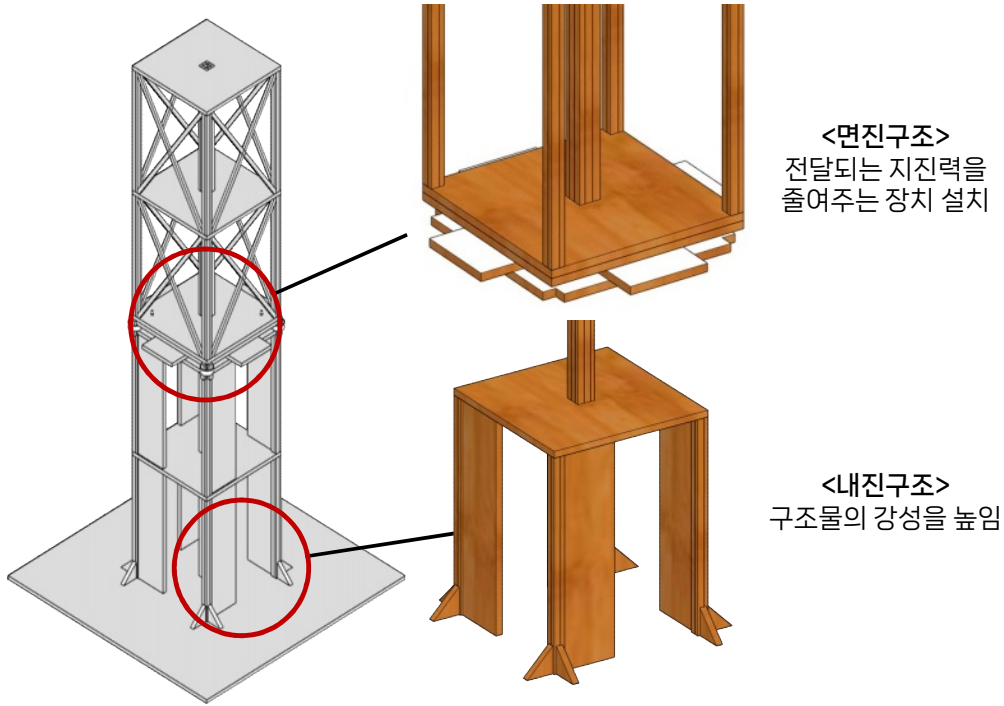
도면 작성
물성치 분석

제안서 작성
경제성 분석

3D 모델링
시공성 분석

설계 개요

설계 방향



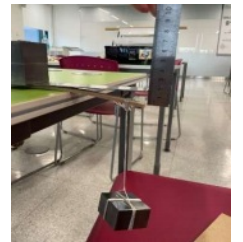
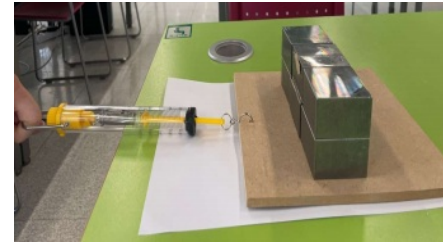
→ 시공성과 경제성을 고려하여
주요 시스템을 면진 구조로 설계하고
내진 구조로 보강하는 방안 채택

물성치 분석

▶ 단면2차모멘트

	MDF Strip	1-4층 기둥	코어 기둥
단면			
A	24mm ²	96mm ²	192mm ²
I_x	32mm ⁴	832mm ⁴	5,120mm ⁴
I_y	72mm ⁴	832mm ⁴	5,120mm ⁴

▶ 마찰계수 및 탄성계수



	MDF - MDF	MDF - 종이	종이 - 종이	MDF
마찰력	11.5 N	7.5 N	6.0 N	E
운동마찰계수	0.391	0.255	0.204	1562.5MPa

설계 과정

▶A안 : 롤러를 활용한 면진 장치 구현



응답변위를 증가시키는 대신 응답가속도를 감소시키고자, 롤러를 이용한 면진 장치 구현

→ 롤러가 구조물의 자중과 하중 블록의 무게로 인해 작동하지 않음

▶B안 : TMD를 응용한 제진 장치 구현



관성력으로 지진과 반대 방향으로 구조물이 거동하도록, TMD를 응용한 제진 장치 구현

→ 예상과 달리 관성력의 효과를 볼 수 없었으며 하중 블록의 배치가 어려움

▶C안 : 마찰 플레이트를 활용한 제진 장치 구현



계면마찰로 지진에너지를 감소시키도록 마찰 플레이트를 이용한 제진 장치 구현

→ 마찰 면적이 작아, 마찰 플레이트가 움직이지 않음

▶D안 : 마찰 플레이트를 활용한 면진 장치 구현



관성력으로 저층부 및 지반과 분리되도록 마찰 플레이트를 이용한 면진 장치 구현

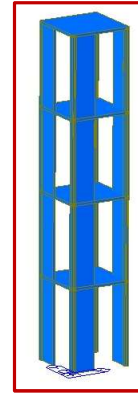
→ 마찰 면적을 증가시켜 마찰 플레이트가 효과적으로 작동
D안을 최종 설계안의 주요 시스템으로 채택

설계 과정

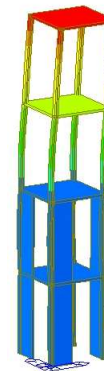
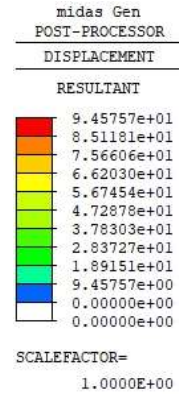
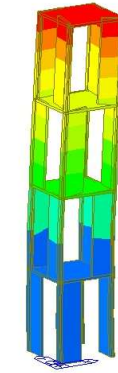
주요 시스템 (D안) 피드백 및 보완 사항

실험 결과 피드백			
면진장치의 거동이 보다 원활하지 않음	중간층 면진장치로 인해 3, 4층이 전도 되어 파괴됨	3,4층의 기둥-슬라브 접합부에서 파괴 발생	마찰 플레이트가 움직이면서, 기둥을 손상시킴
1차 보완	2차 보완	3차 보완	4차 보완
→ 마찰계수가 작은 종이-종이 조합을 활용하여 마감	→ Z축 Rocking을 방지하기 위하여 면줄 사용	→ 마찰 플레이트의 기둥을 4층 천장에 연결하여 코어 기둥 역할을 하게 함	→ 기둥을 종이로 보강하여 충격 흡수
			

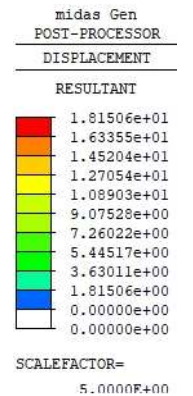
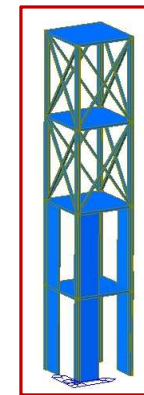
전단벽 및 가새 배치



전단벽을 각 층 동일한 위치에 배치하는 것이 엇갈리게 배치하는 것보다 변형이 작음



고층부에 X자 가새 배치로 변형 최소화



→ 시공성 및 경제성을 고려하여 1-2층에는 동일한 방향의 전단벽, 3-4층에는 X자 가새를 배치하여 보강

최종 설계안

면진구조

와이어

실의 장력을 이용해
면진장치의 움직임으로 인한
Z축 Rocking 방지



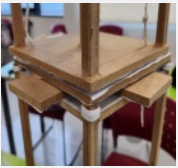
종이 보강

면진장치와의 충돌로 인한
기둥의 파단 방지



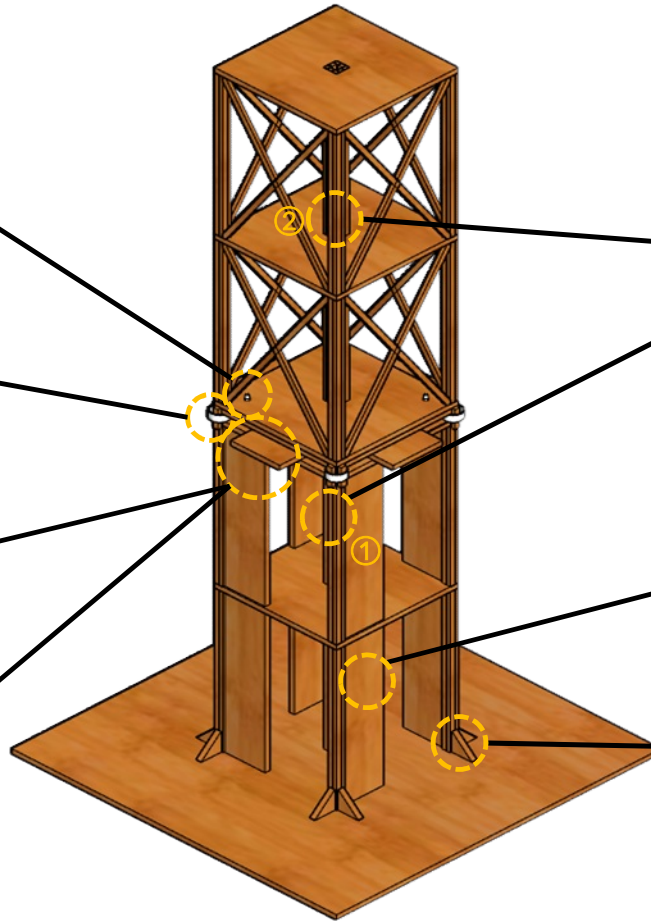
면진 장치

저층부와 고층부가 분리되어 거동,
저층부는 고층부의 매스 부담 저감



종이 마감

마찰력을 최소화하여
면진장치의 움직임 극대화



내진구조

코어 기둥

충분한 강성 확보와
구조체의 거동 일체화

기둥-슬라브 접합부
파괴를 방지하고자
슬라브에 굴착

① 1~2층 연결
② 면진장치~4층 연결



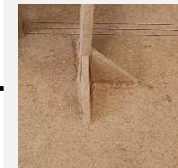
전단벽

축력이 집중되는
저층의 기둥 좌굴 방지,
효과적인 횡력 저항



헌치

접합부 강도와
구조체의 강성 증가

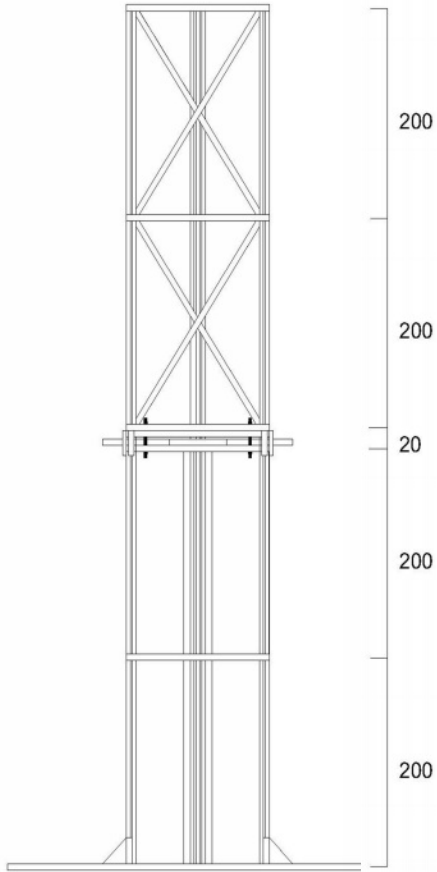


중간층 면진 시스템의 층 분리 효과와 지진에너지 소산으로 견디며 와이어의 장력으로 불안정한 z축을 잡아줌
→ 0.7g에서 와이어가 끊어져 고층부가 전도되며 붕괴

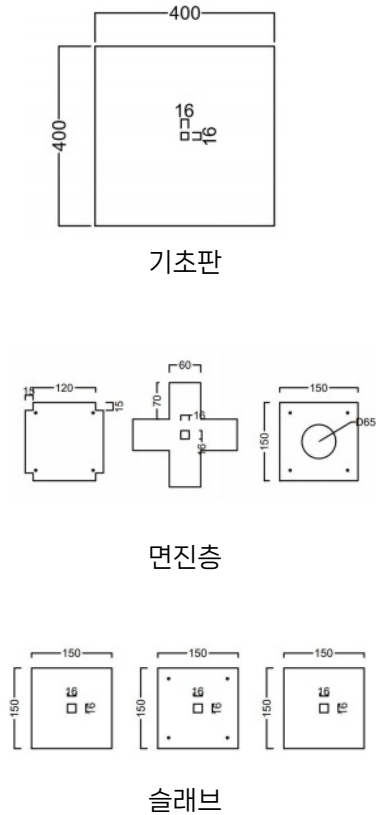
최종 설계안

도면 (단위: mm)

▶입면도



▶평면도



예산안

재료명	원규격	부재명	부재 개수	원재료 개수	단가 (만원)	비용 (만원)
MDF Plate	200mm × 200mm × 6mm	슬래브 및 천장	5	9	100	900
		면진장치	2			
		전단벽	8			
		헌치	8			
MDF Strip	600mm × 4mm × 6mm	기둥 (1, 3, 4층)	12	46	10	460
		기둥 (2층)	4			
		코어 (기초판 ~ 2층 천장)	1			
		코어 (3층 슬래브 ~ 4층 천장)	1			
		가새 (3, 4층)	16			
		보강 (2층 상부 ~ 면진층)	8			
면줄	600mm	와이어 (2~3층 연결)	4	6	10	60
종이	A4	종이 마감	5	6	10	60
		종이 rapping	4			
접착제	룩타이트 401 20g	-	-	2	200	400

총 예상 금액 1,880 만원

공정표

구분	소요시간																							
	1시간						2시간						3시간						4시간					
	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분			
슬래브	■	■	■	■																				
기둥			■	■	■																			
코어			■	■																				
전단벽				■	■																			
면진장치	■	■	■	■																				
헌치						■					■													
와이어						■					■													
종이마감					■	■																		
가새																		■						
기초판 및 슬래브 천공																								
모형 조립																								
마무리 및 하중블록 접착																					■			

총 예상 시간 3시간 30분