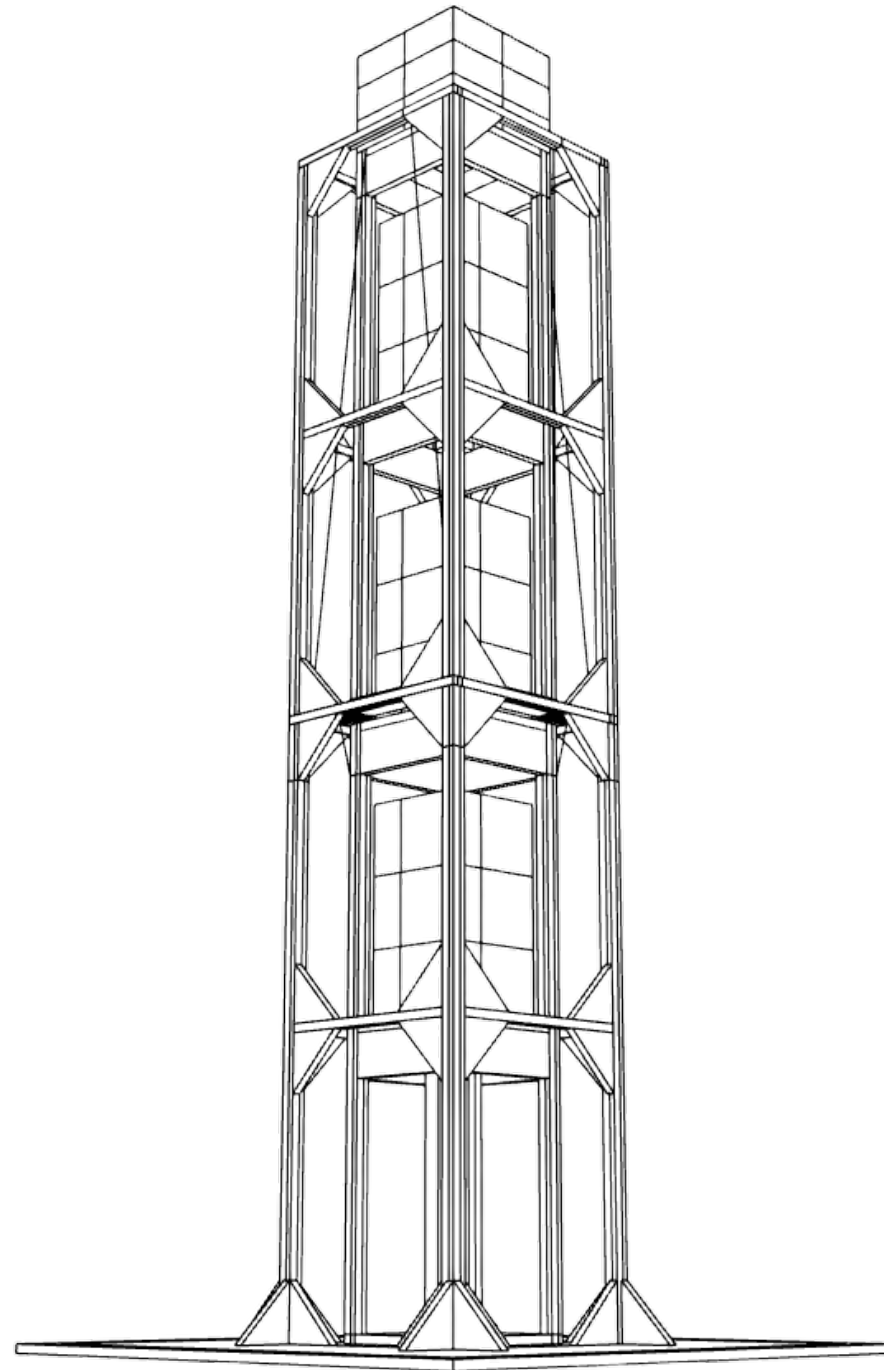


2025 구조물 내진설계 경진대회 설계제안서

Seismic Structural Design Contest 2025

가천대학교 팀 무너지거든



목차

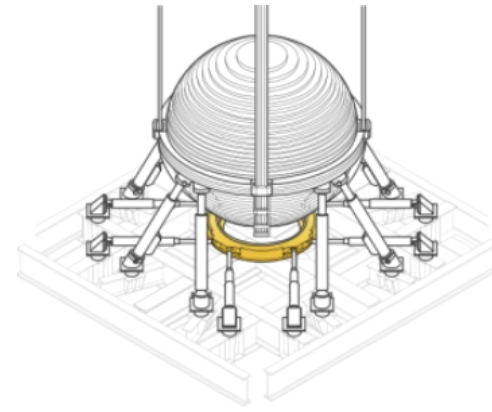
- 01 내진 설계 컨셉
- 02 설계 적용 방식
- 03 보완 설계와 해석
- 04 실험 과정
- 05 입면도 및 평면도
경제성 및 시공성

팀 소개

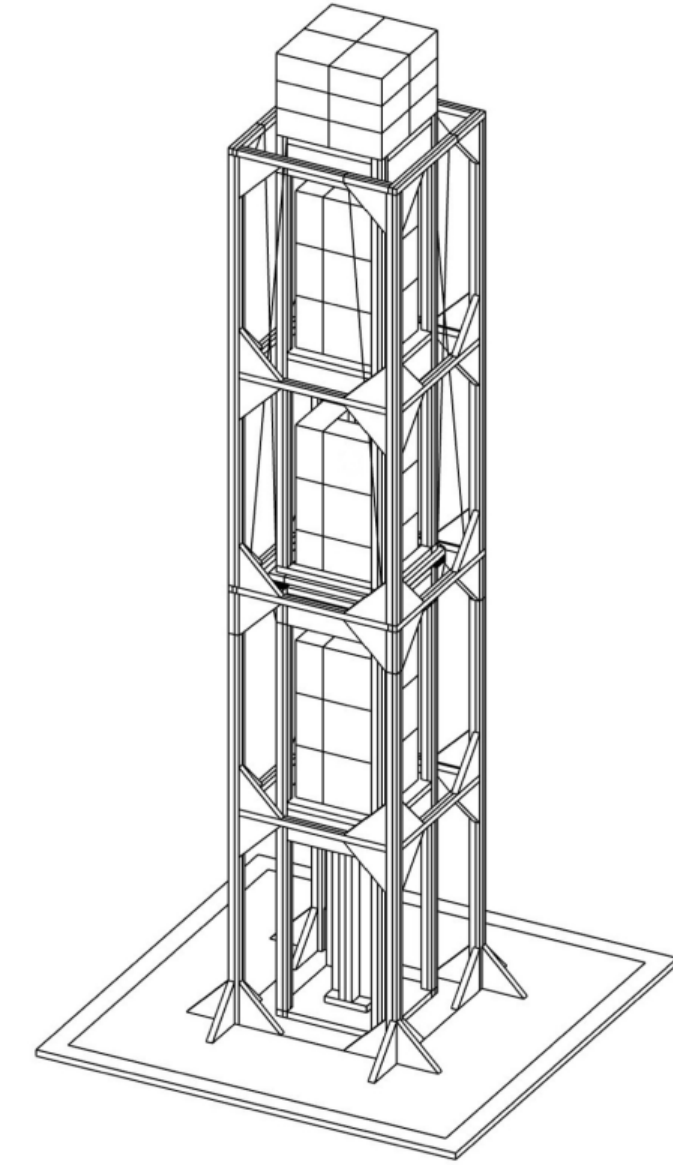
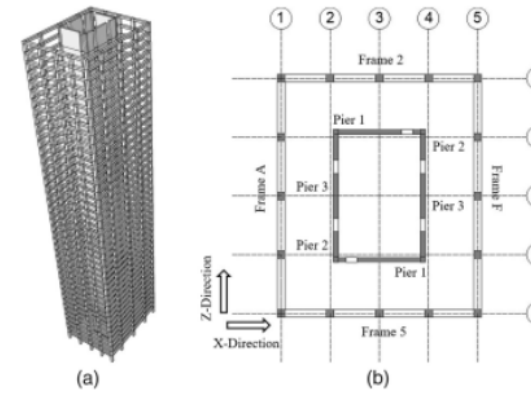


설계 컨셉

타이베이 101



이중구조



구조적 특징

진자형 TMD 시스템

외부/내부 구조 분리로 역할 분담

선택 이유

- 보통 건물의 상부로 갈수록 진동 증가
→ 상단에 진자구조로 진동 에너지 흡수
- 구조적으로 움직이는 덩어리가
시각적으로 드러나 인상적

- 구조적 부담 분산이 주된 목적
- 면진·제진 요소 분리 적용 가능
→ 다양한 대책 구상에 유리
- 두 구조 간섭 활용 파괴 유도 설계 가능

설계 반영 방식

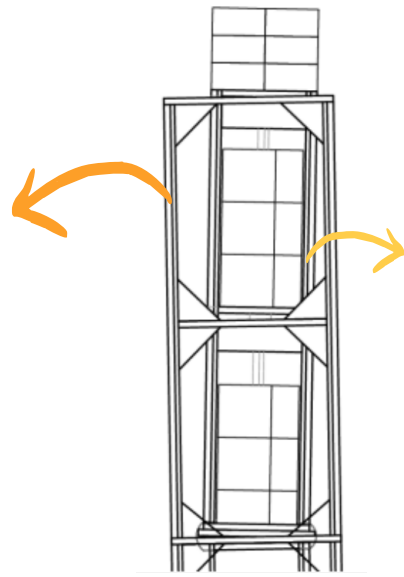
- 진자형 구조에서 착안하여 상부 내부를
상대운동 가능하게 설계
→ 면진층·제진재 적용으로 진동 제어 기능 확보

외부·내부 구조 및 역할 분리
→ 하중 지지 + 진동 저감 동시 구현

타이베이 101의 진자 시스템 응용
이중구조 내진 설계

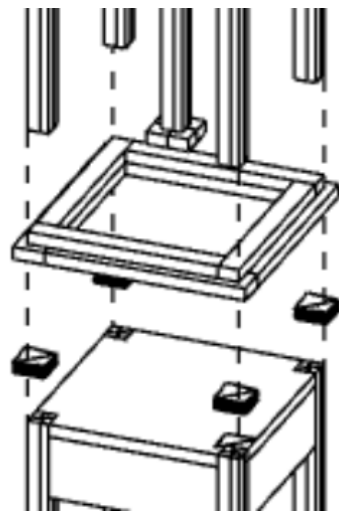
핵심 설계 전략

TMD 진자형 상부 구조물로 진동 에너지 제어

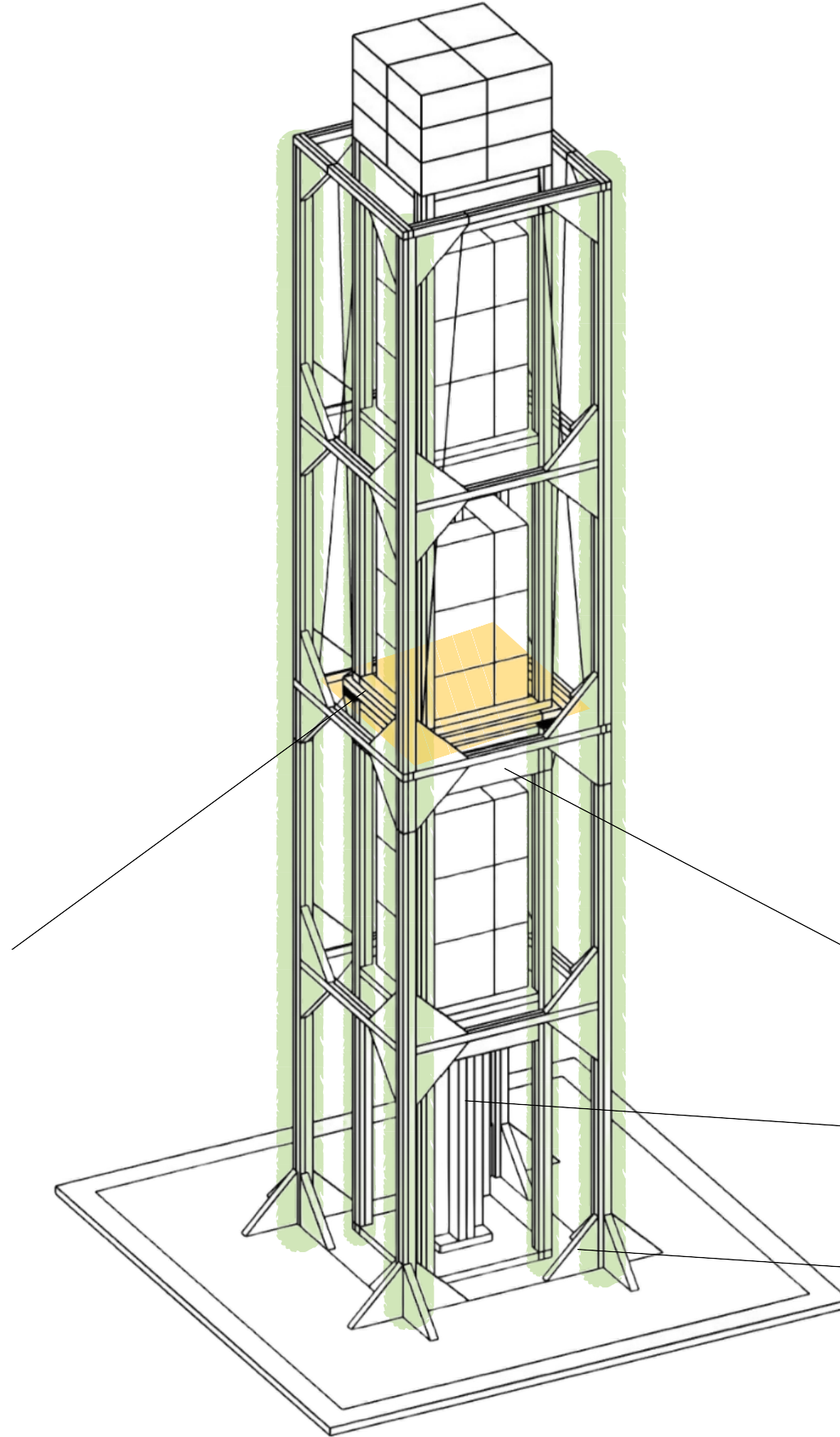


- 수직 방향으로 연결된 고무줄이 진자형 운동을 유도
- 인장 복원력에 의해 지진 후 위치 복원 가능
- 종이댐퍼와 함께 작동하여 과도한 진동 감소

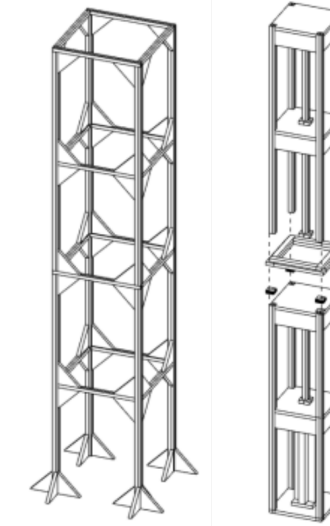
면진층 띠 형태 구조에 댐퍼와 케이블을 결합한 복합 감쇠층



- 2~3층 사이 중앙부 비워진 띠 형태 → 하중 감소 + 유연성 확보
- MDF 두 겹으로 강도 보완
- 종이댐퍼 (에너지 흡수) + 고무줄 (복원력/연결)로 복합 면진 작용



이중구조 역할 분담형 구조로 충격 분산 및 설계 유연성 확보



- 외부는 강성 확보, 내부는 진자형 댐퍼로 동적 응답 조절
- 고무줄로 유연하게 연결해 구조 간 충돌 최소화
- 구조 분리로 파괴 유도 설계 가능 (0.7g 이상에서 간섭 발생)

튜브식 구조 외곽 프레임으로 시공성과 강성 확보

내부 코어 하중 지지 및 하중 블록 탈락 방지

삼각 플레이트 모서리 보강으로 구조 안정성 강화

접착면 처리 마찰력 향상을 위한 표면 거칠기 조정

보완 설계

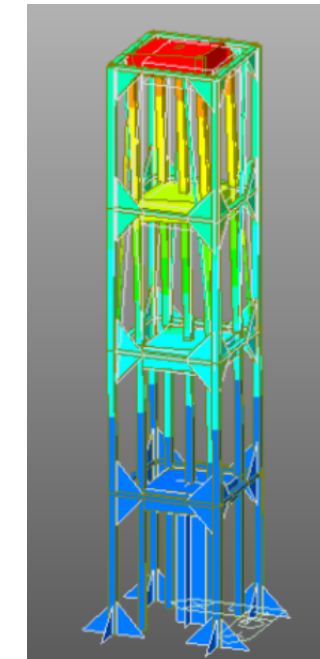
보완 설계 · 간섭 유도 시점은 외부 골조와 내부 구조의 접촉 시점에 따라 결정
 · 시공 오차, 재료 변형, 접합부 유격 등으로 단순 이론계산의 한계
 → 실험기반 정밀 조정 필요

설계 기준 · 구조물 면적 범위: 10,000mm² ~ 30,000mm²
 · 외부 길이 고정(160mm), 내부 길이만 조정
 · 실험 대상: 내부 길이 110mm/100mm/90mm
 (90mm는 기준 초과지만 허용 오차 검토 목적으로 포함)

실험 결과	실험	내부 길이	간섭 시점	해석
	1차	110mm	조기 간섭	구조물 충돌이 너무 이른 시점 발생
	2차	90mm	지연 간섭	의도한 파괴 유도 실패
	3차	100mm	적절 간섭	목표 지점에서 이상적인 충돌 발생

결론 요약 · 실제 간섭 유도 시점 고려 → 내부 구조 길이 100mm 최종 적용
 · 실험 통해 시공 오차·구조 응답 특성 반영한 설계 조정 완료

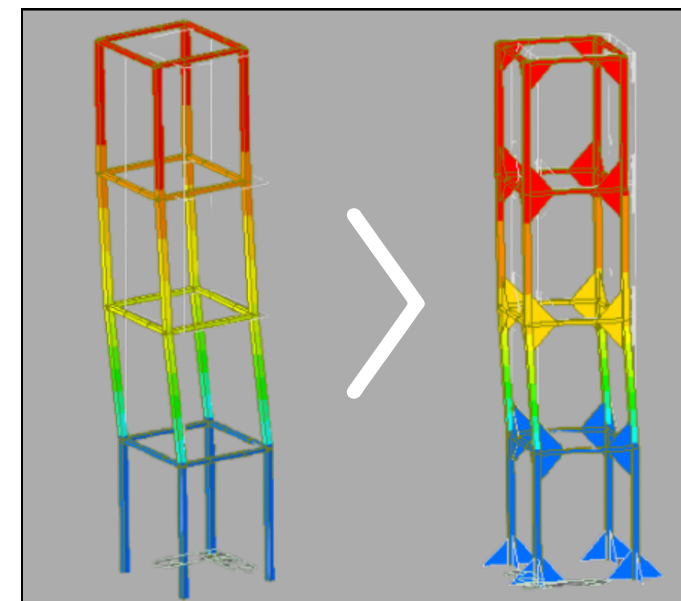
내부 골조의 TMD화



Mode No	Frequency		Period (sec)
	(rad/sec)	(cycle/sec)	
1	20.2567	3.2240	0.3102
2	20.3513	3.2390	0.3087
3	25.7006	4.0904	0.2445
4	58.7195	9.3455	0.1070
5	58.9705	9.3854	0.1065
6	69.3513	11.0376	0.0906
7	91.3586	14.5402	0.0688
8	91.4686	14.5577	0.0687
9	102.4108	16.2992	0.0614
10	158.5675	25.2368	0.0396
11	158.9472	25.2972	0.0395
12	169.8692	27.0355	0.0370

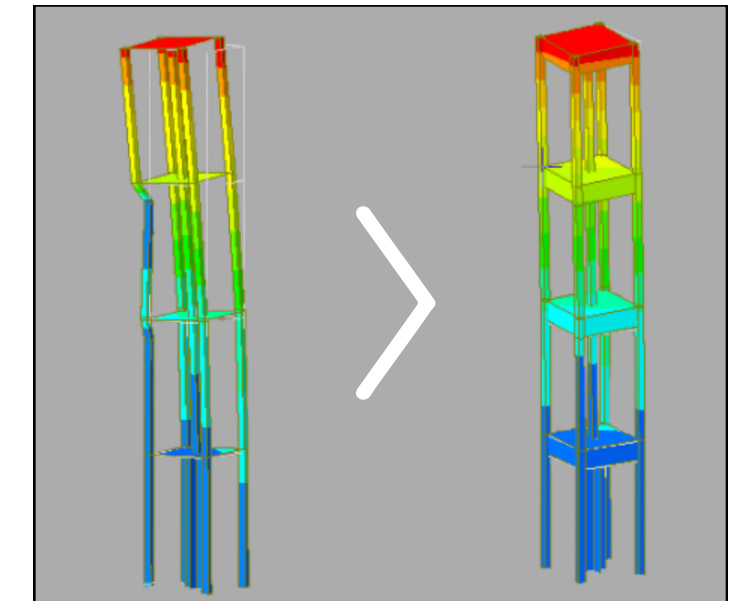
마이다스 해석 결과, 시각적으로도 내부 흔들림·외부 안정성 확인됨

삼각 플레이트 / 튜브식 구조 변위량



삼각 플레이트 X

삼각 플레이트 O



튜브형 X

튜브형 O

외부는 삼각 플레이트로 횡강성 확보, 내부는 튜브형 면 구조로 거동 제어

실험 및 분석

1차 실험 및 분석



0.34g 파단

과정 외부 골조와 내부 골조의 충돌

원인 · 고무줄 장력이 약해 면진 작용 미흡

· 4층·면진층 종이 댐퍼가 하중에 눌려 작동 불량

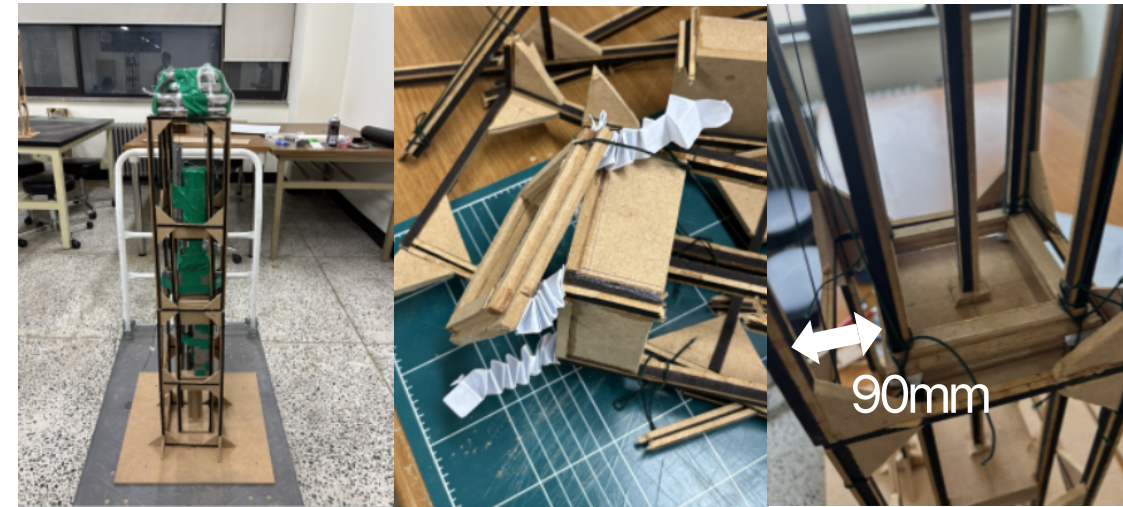
수정 · 고무줄을 더 팽팽히 당겨 장력 보강

· 면진층 종이 스프링 보강

· 1층 코어 면적을 증가시켜 안정성 확보

· 간섭 조기 발생에 따라 내부 면적 축소

2차 실험 및 분석



0.98g 파단

과정 베이스판에 고정된 1층 외부 골조가 떨어지면서 건물 균형이 무너짐

확인 고무줄 장력 + 종이 스프링 탄성력을 통해 면진 성능 확인

수정 · 하중 이탈 방지를 위해 상부에도 메가코어 설치

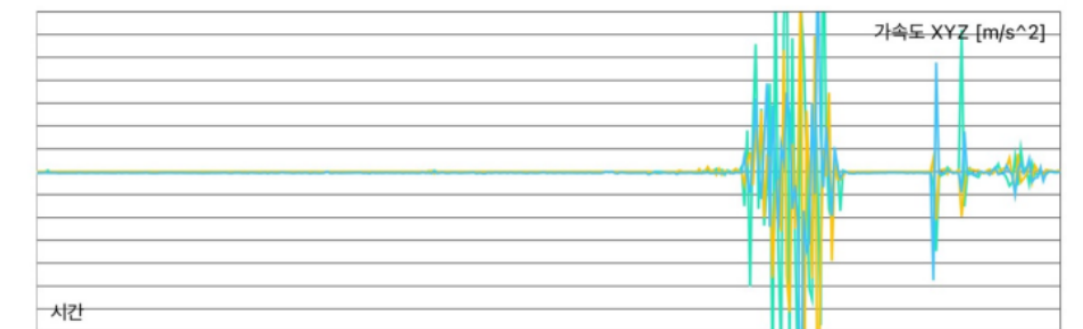
· 접착면을 거칠게 처리해 부착력 강화

· 간섭이 부족해 파괴가 지연돼 내부 면적 조정

최종 실험



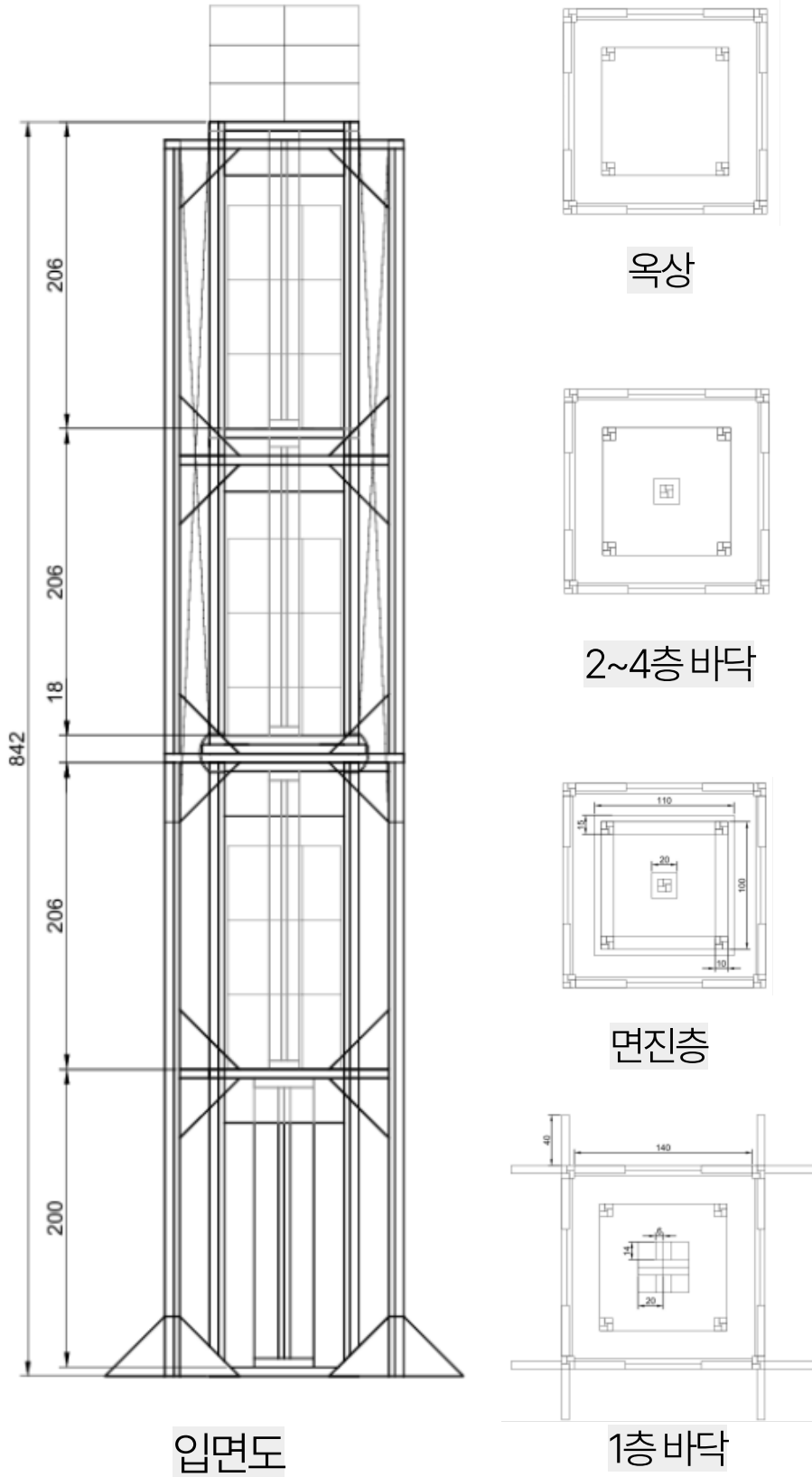
0.76g 파단



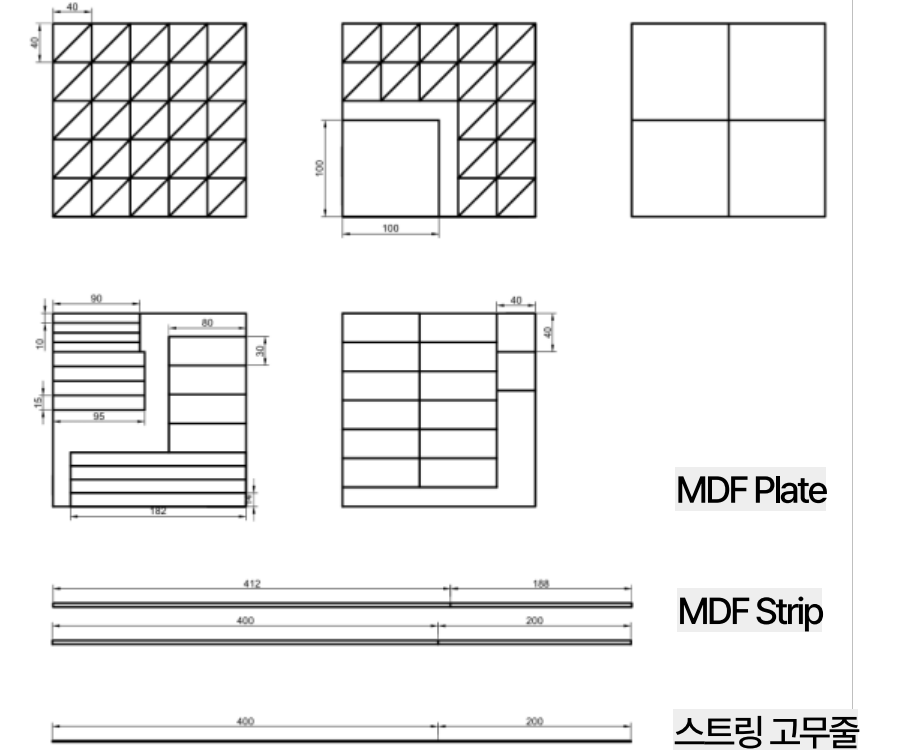
확인 예상한 시점에 간섭이 충분히 발생해, 0.7g 근처에서 파괴 유도됨

평면도 / 입면도

예산안 **18.7억원** 5.3억 절약



종류	규격	용도	수량	단가(백만원)	합계(백만원)
MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	내부골조 바닥판	5	100	500
		면진층			
		튜브판			
		삼각 플레이트			
	1층 내부코어				
MDF Strip	600mm x 4mm x 6mm	메가코어	64	10	640
		수평부재			
스트링 고무줄	600mm	면진층, 내부-외부골조 연결	8	40	320
A4	A4	종이댐퍼	1	10	10
접착제	20g	접착제	2	200	400
총계					500 + 640 + 320 + 10 + 400 = 1870 (백만원)



공정표 **3시간** 1시간 절약

구분	소요시간					
	1시간		2시간		3시간	
	30분	60분	30분	60분	30분	60분
제작	메가코어 및 수평부재	[Bar chart]				
	삼각 플레이트	[Bar chart]				
	내부 바닥판	[Bar chart]				
	튜브판	[Bar chart]				
	면진층	[Bar chart]				
시공	1층 내부코어		[Bar chart]			
	종이댐퍼		[Bar chart]			
	전체 외부골조 시공			[Bar chart]		
	1-2층 내부골조 시공			[Bar chart]		
	3-4층 내부골조 시공 (면진층 포함)				[Bar chart]	
	전체 내부골조 합체				[Bar chart]	
	면진층 고무줄 설치				[Bar chart]	
	기초권에 내부, 외부골조 합체 및 연결				[Bar chart]	
외부-내부골조 고무줄 설치					[Bar chart]	
마감						[Bar chart]
						총소요시간 3시간

- CAD로 부재를 최적으로 배치해 자재 낭비 없이 정확한 절단 유도
- 자투리 부재· 고무줄을 활용하여 자재 소모 최소화
- 외부·내부 시공 분담 + 절단-접착 연속 공정으로 시공 시간 단축·정확도 향상

→ **시공성 및 경제성 확보**