



북부경대학교

2023 구조물 내진설계 경진대회 구조물의 붕괴 매커니즘을 고려한 내진설계

INDEX

- 01 설계 방향
- 02 설계 상세
- 03 구조물 실험
- 04 실험 해석
- 05 도면 및 공정표



부경대학교 건축공학과 와르르맨션

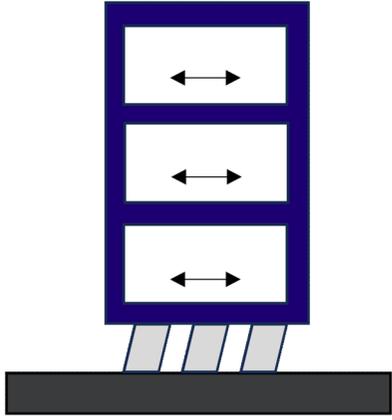
박민재 교수님
자문위원

이승수
총괄
구조
해석

박정철
아이디어
구상
물량 산출

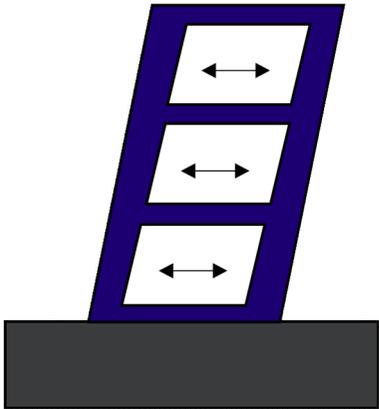
정지호
지진파
분석
공정표
작성

김혁
도면
작성
물량
산출



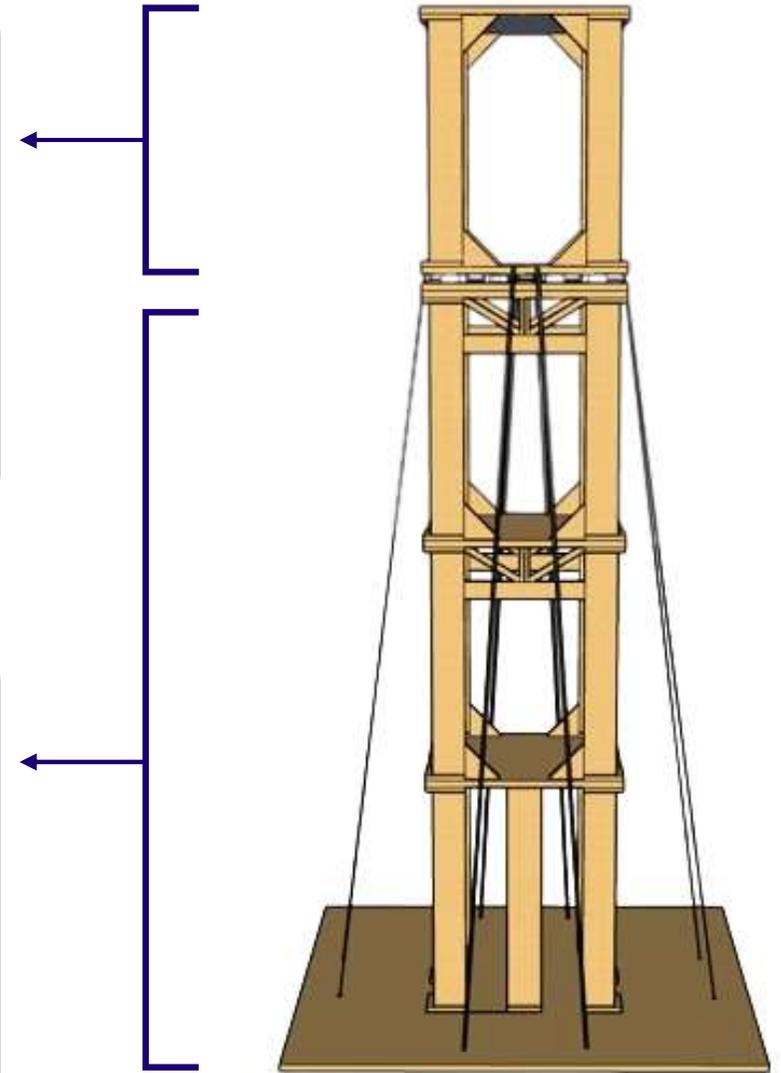
면진

- 면진 시스템을 통해 지반에서 전달되는 지진 에너지를 차단
- '제한된 재료'와 '구조물 면적-높이 규정'으로 인해 최하층 면진 시스템은 낮은 지반 가속도에서 전도될 가능성이 높음
→ 중간층 면진 시스템 적용
- 중간층 면진 시스템이 적용된 구조물은 TMD와 유사하게 행동하여 제진의 효과도 기대할 수 있음



내진

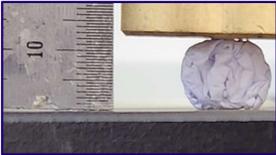
- 강성 증대를 통해 구조물이 지진에 견디도록 함
- 전단력이 크게 작용하는 하부 구조는 내진 설계를 통해 지진에 저항
- 경제성을 고려한 효율적인 설계가 요구됨



면진 장치



- 볼 베어링 면진 테이블에서 아이디어 착안
- 종이로 제작한 구체 위에 상부 구조물이 얹어지는 형태로, 구체의 회전에 의해 상부는 하부와 개별적인 거동을 하게 됨
- 면줄을 통해 상부 구조물의 최대 변위 제어 및 복원



종이 구체는
1.25kg까지
형태를 유지



후크의 법칙을
이용해 면줄의
탄성계수 E 도출
 $E = \frac{\sigma}{\epsilon}$

무게 (N)	초기길이 (mm)	변형길이 (mm)	단면적 (mm ²)
4.9	200	3	1.77

$$E = 184.86 \text{ Mpa}$$

전단벽



- 전단력이 가장 크게 작용하고, 전체 고정하중을 지지하는 1층에 전단벽을 설치하여 지진에 저항
- 바닥판을 제단하고 남은 플레이트를 사용하여 경제성 확보

플레이트 기둥 & 벨트 트러스

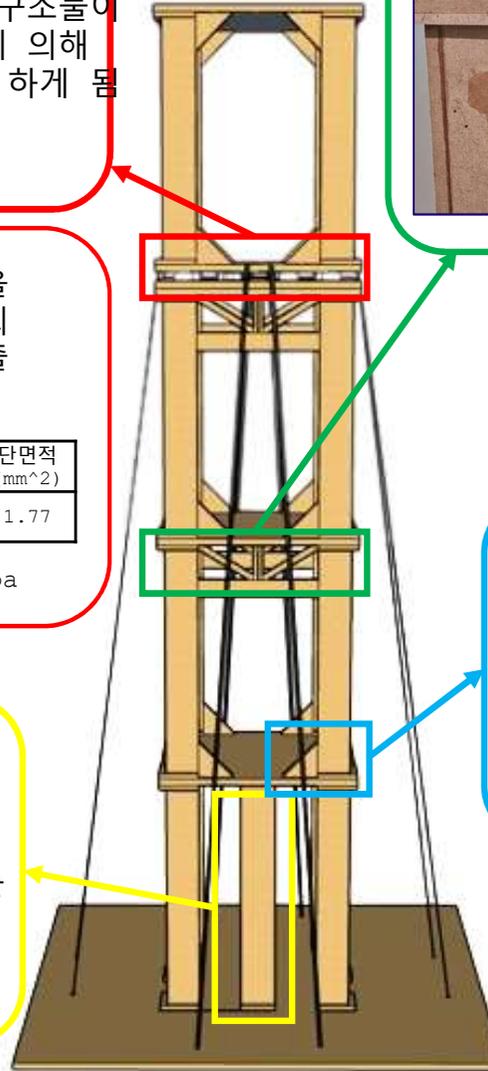


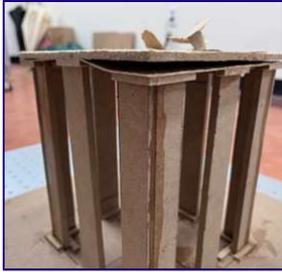
- 플레이트로 기둥을 제작하여 단가 대비 큰 강성을 가짐
- 200mm의 일정한 높이로 절단이 가능하여 시공오차가 줄어들
- 2층과 3층은 벨트 트러스를 통해 기둥들을 일체화하여 지진에 저항

헌치 & 이탈방지 스트립



- 기둥과 슬래브가 만나는 접합부는 상대적으로 취약하므로 헌치를 통해 에너지를 분산
- 스트립을 통해 가이드라인 형성 및 기둥의 이탈 방지



1차
실험

면진층 상부와 하부 구조물을
면줄로 연결하여 변위 제한

- 0.51g 붕괴
- 2층 바닥 슬래브의 재료 분리에 의해 전도 붕괴

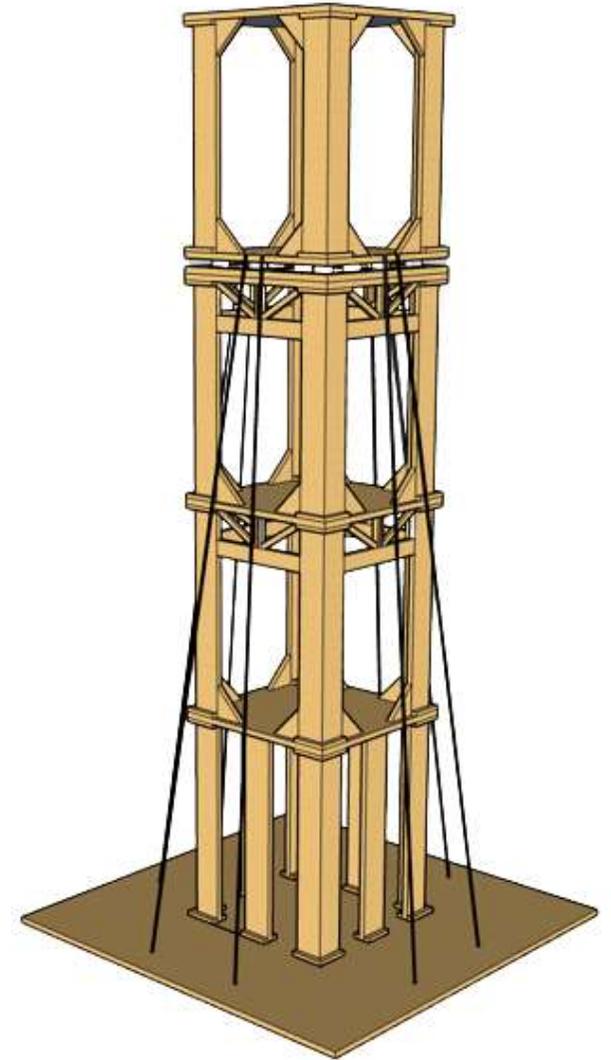
상부 구조물에서 발생한 에너지가
하부 구조물로 전달되어 인장력에
의해 재료 분리 발생

2차
실험

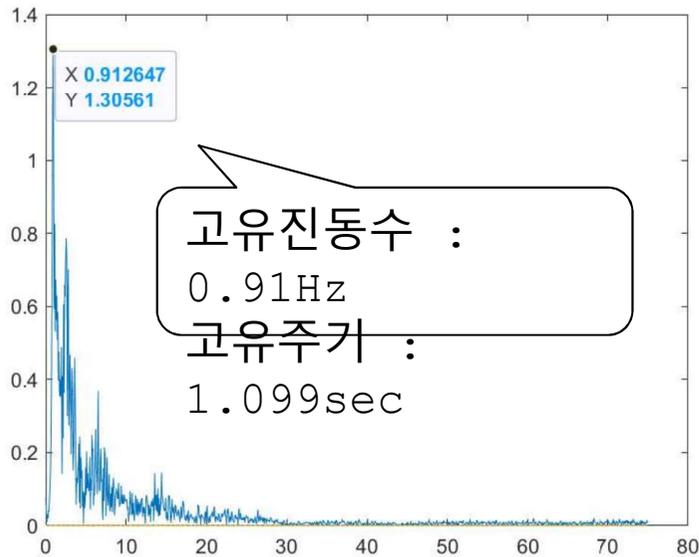
면진층 상부와 기초를
면줄로 연결하여 변위 제한

- 0.718g 붕괴
- 면줄이 끊기며 상부 구조물의 전도로 인한 붕괴

상부 구조물에서 발생한 에너지가
기초로 전달되어 1차 실험과 달리
재료 분리가 발생하지 않음



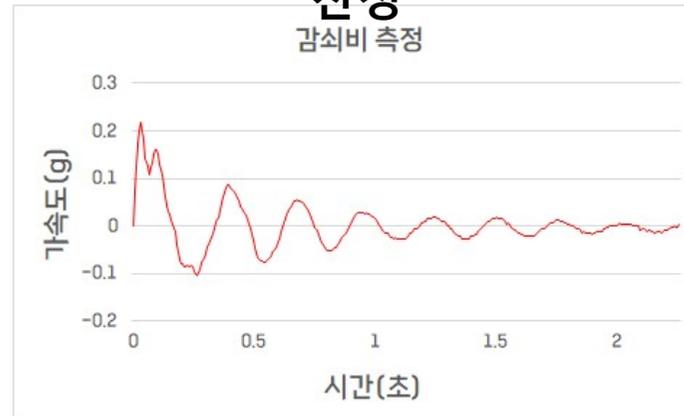
최종 모형

고유주기
산정

- 공진주파수 탐색시험을 통해 고유진동수를 측정
- 측정된 고유진동수는 0.91Hz 이므로 구조물의 고유주기는 1.099 sec
- 구조물은 최고 스펙트럼가속도 범위 (0.08~0.4sec) 를 벗어남

감쇠비
산정

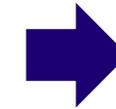
감쇠비 측정



$$\zeta = \frac{1}{2\pi j} \ln\left(\frac{u_i}{u_{i+j}}\right)$$

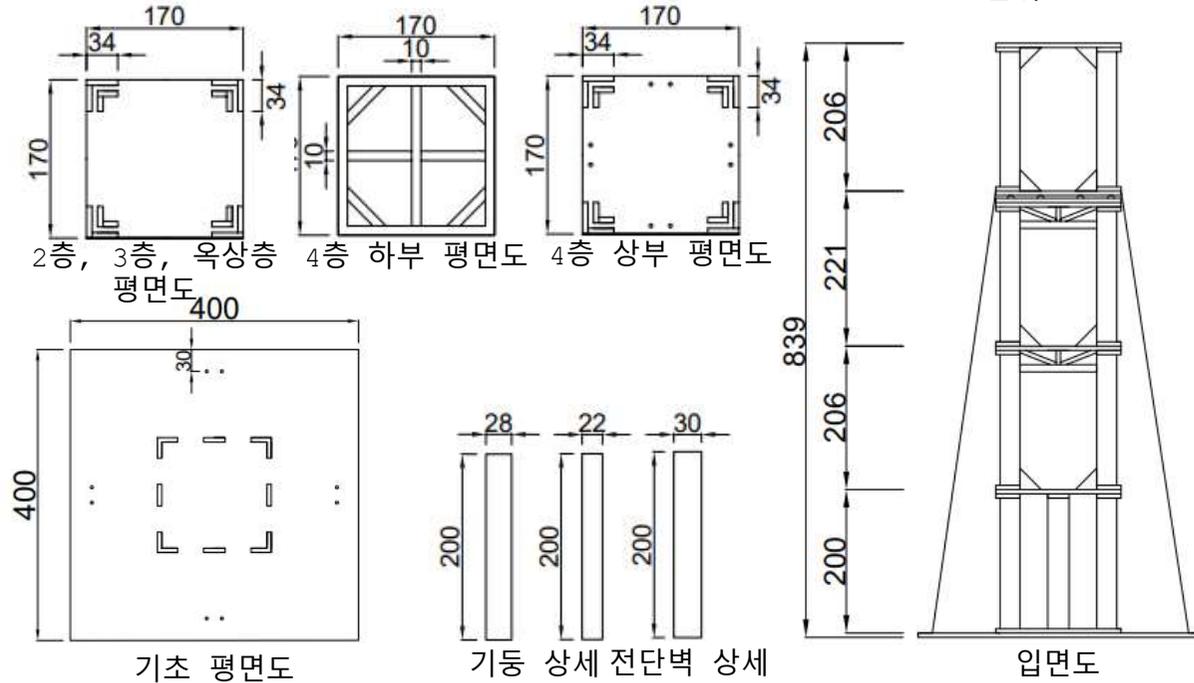
- ζ : 감쇠비
 j : 사이클 수
 u_i : 가속도의 최고점
 u_{i+j} : 사이클 이후의 가속도

- 자유진동실험을 통해 감쇠비 측정
- 5 사이클까지의 감쇠비 평균값 사용
- 측정된 감쇠비는 12.53%로 일반적인 면진 구조물의 감쇠비 범위인 10~25%에 속하는 것을 확인

적절한 면진
설계

도면 및 공정표

단위 : mm



구분	규격	단가 (백만원)	사용수량	비용 (백만원)
MDF Base	400mm×400mm×6mm	0	1개	0
MDF Strip	600mm×4mm×6mm	10	8개	80
MDF Plate	200mm×200mm×6mm	100	9개	900
면줄	600mm	10	24식	240
A4지	A4	10	2장	20
접착제	20g	200	3개	600
총액				1840

구분	소요시간															
	1시간						2시간						2시간 40분			
	10분	20분	30분	40분	50분	60분	70분	80분	90분	100분	110분	120분	130분	140분	150분	160분
재료제작	부재작도															
	기둥 및 전단벽															
	바닥판 및 기초판															
	벨트트러스 및 헌치															
	이탈방지스트립															
구조물시공	면진시스템															
	기둥 및 전단벽 조립															
	이탈방지 스트립설치															
	헌치설치															
	벨트트러스조립															
마감	면줄설치															
	하중블럭설치															
	진동대 기초판연결															