



# 국립부경대학교

## 2023 구조물 내진설계 경진대회

구조물의 붕괴 매커니즘을 고려한 내진설계



부경대학교 건축공학과 와르르맨션

## INDEX

- 01 팀 소개
- 02 대회 규정 분석
- 03 설계 및 디자인 개요
- 04 최종 구조물
- 05 도면, 물량, 공정표

# 01 팀 소개

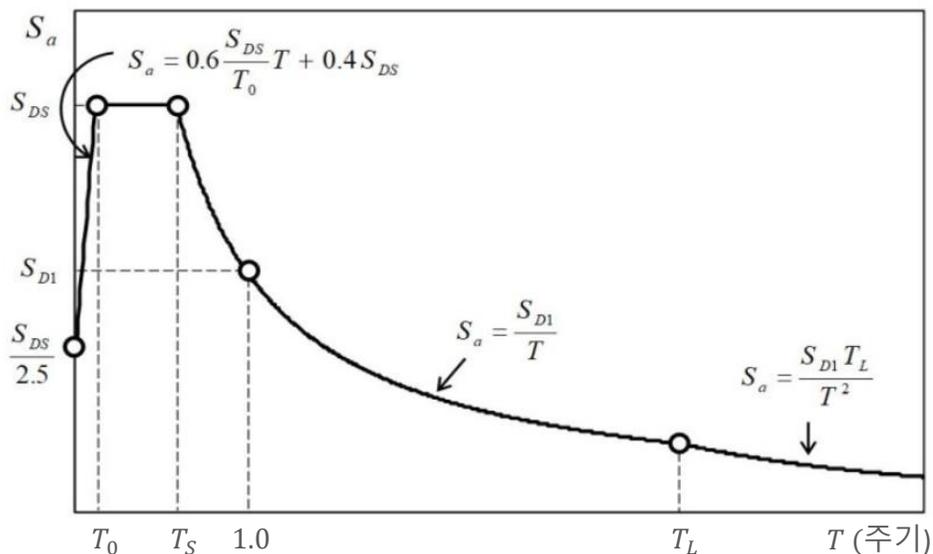
박민재 교수님  
자문위원

이승수  
총괄 및 구조 해석

박정철  
아이디어 구상  
및 물량산출

정지호  
지진파 분석 및  
공정표 작성

김혁  
도면 작성 및  
물량산출



0.08 ~ 0.4초 주기에서  
스펙트럼가속도  $S_a$ 가 최대

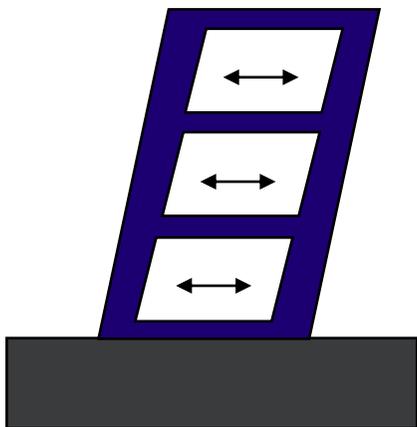


구조물이 0.4초 이상의 고유주기를 갖도록 설계

0.7g에서 구조물 붕괴를 목표

재현주기 (년)	유효수평지반 가속도(S)	단주기 지반응답 증폭계수( $F_a$ )	1초 주기 지반 응답증폭계수( $F_v$ )	단주기의 설계 스펙트럼가속도( $S_{DS}$ )	주기 1초의 설계 스펙트럼가속도( $S_{D1}$ )	$T_0$ (초)	$T_S$ (초)
500	0.3g	1.5	1.5	0.75g	0.3g	0.08	0.4
2400	0.6g	1.5	1.5	1.5g	0.6g	0.08	0.4

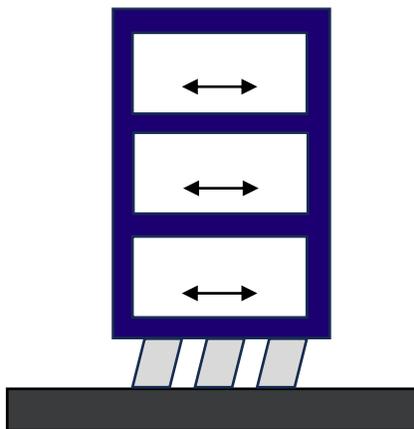
$$* T_0 = 0.2S_{D1}/S_{DS}, T_S = S_{D1}/S_{DS}$$



내진



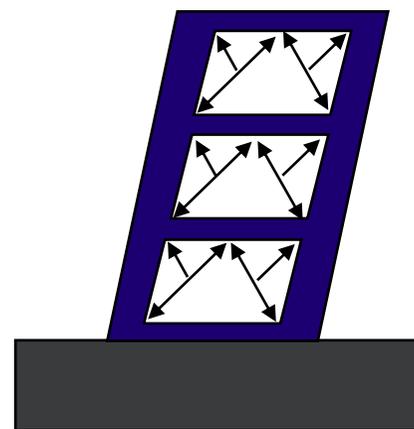
구조물의 하중을 지지하고  
지진력을 견뎌내도록  
강성 증대



면진



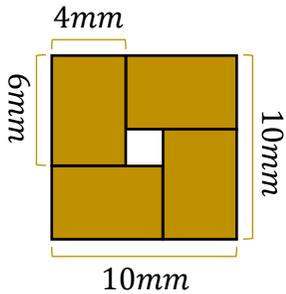
구조물의 상하부를  
분리하여 전도위험성을  
낮추고 에너지를 소산



제진

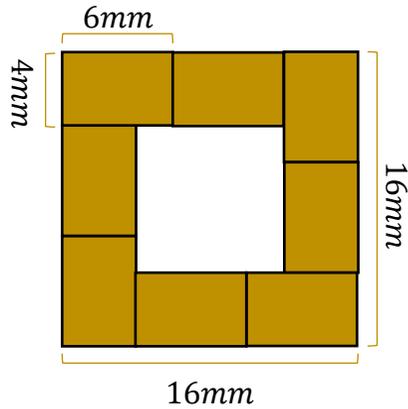


기계장치 구현에 한계가  
있다고 판단하여 제외



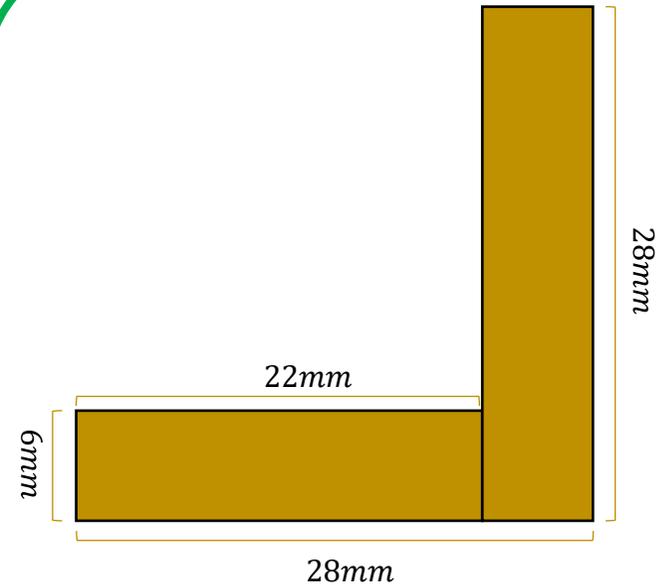
CASE 1

단가 (200mm기준) : 13.33(백만원)  
단면2차모멘트 (I) :  $832\text{mm}^4$



CASE 2

단가 (200mm기준) : 26.66(백만원)  
단면2차모멘트 (I) :  $5120\text{mm}^4$



CASE 3

단가 (200mm기준) : 25 (백만원)  
단면2차모멘트 (I) :  $20316.32\text{mm}^4$



**CASE 3 기둥 결정**

- 1) 스트립 기둥의 경우 제작 과정에서 시공 오차가 발생하기 쉬움
- 2) CASE 3는 접착 부위가 적어 접착제 절약 / 스트립 기둥에 비해 균질함
- 3) CASE 3는 단가 대비 단면 2차 모멘트가 매우 큼

# 설계 및 디자인 개요

- 면진 및 내진상세

## 면진 장치



- 볼 베어링 면진 테이블에서 아이디어 착안
- 종이로 구체를 제작하고 접착제 보강을 통해 수직 하중에 대한 지지능력 유지
- 상부 구조물이 수평 방향으로 유연하게 이동하도록 설계
- 면줄을 통해 최대 변위 제어 및 복원

## 전단벽



- 전단력이 크게 작용하는 1층에 전단벽을 설치

## 벨트 트러스



- 2층과 3층에 벨트 트러스 설치하여 수평 강성 증대

# 최종 구조물

- 개선 과정 및 실험 결과  
1번 구조물

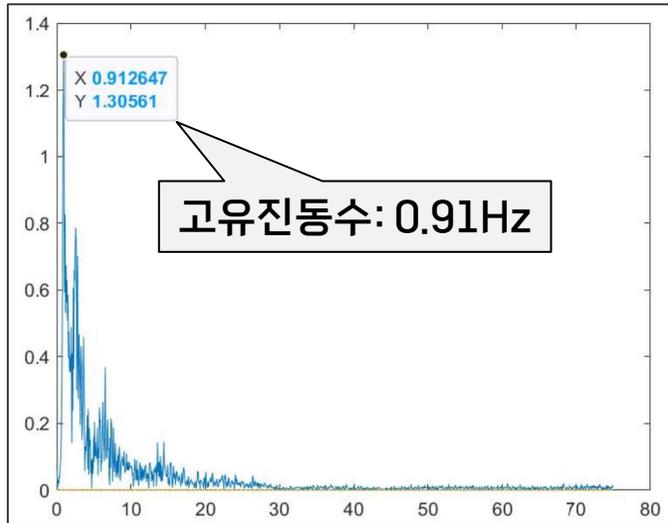


- 0.51g에서 2층 바닥판의 레이어가 분리되면서 구조물이 전도되어 붕괴
- 상부에서 발생하는 에너지가 제어 면줄을 통해 하부로 전달되어 파괴된 것
- 상부에서 발생하는 에너지를 기초로 바로 전달하는 방식으로 개선 필요

2번 구조물

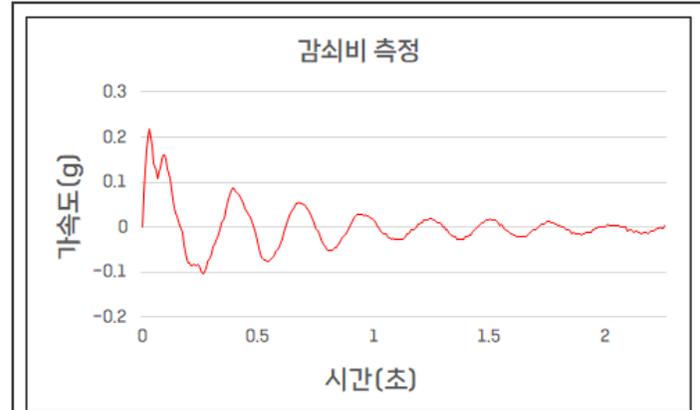


- 면진 상부-하부를 연결했던 면줄을 면진 상부-기초에 연결하여 개선
- 0.718g에서 면줄이 끊어지며 면진 상부 구조물이 전도되어 붕괴



최종 구조물

- 공진주파수 탐색시험을 통해 고유진동수를 측정
- 측정된 고유진동수는 0.91Hz 이므로 구조물의 고유주기는 1.099 sec로 최고 스펙트럼가속도 범위를 벗어남



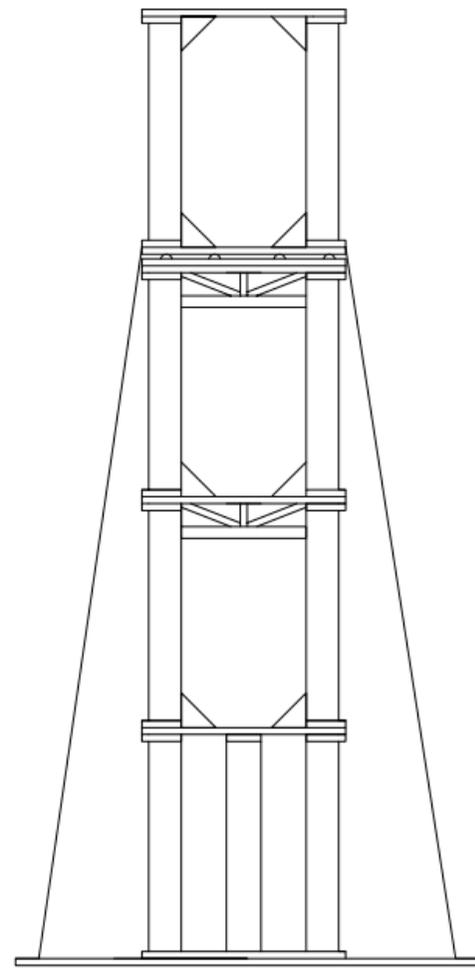
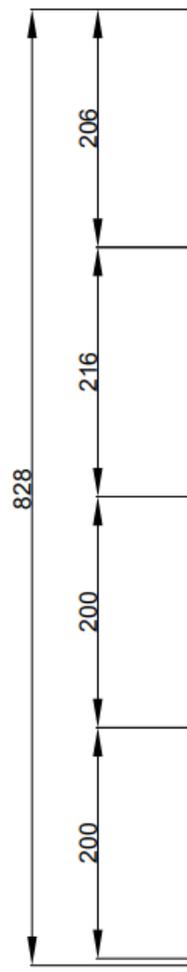
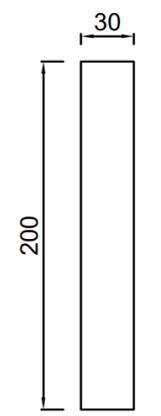
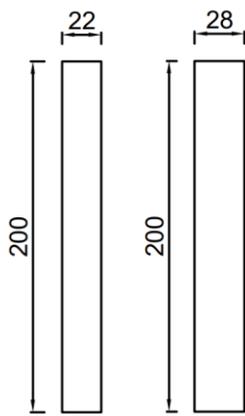
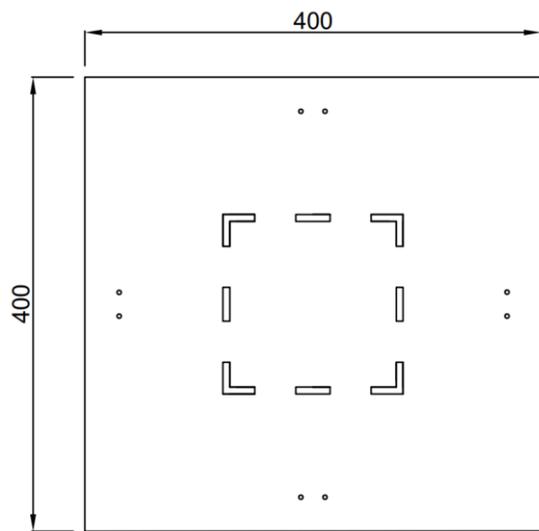
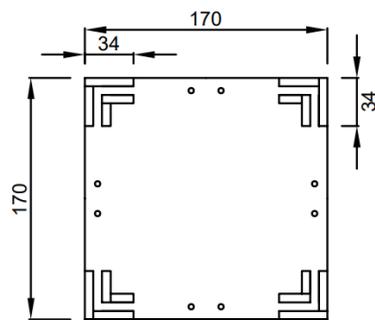
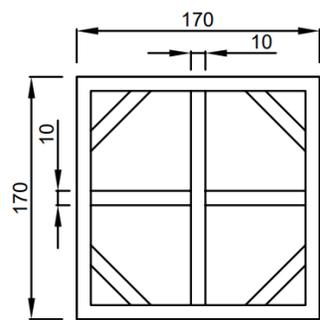
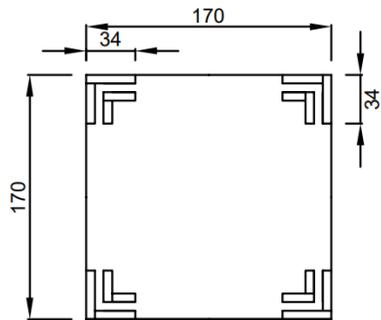
$$\zeta = \frac{1}{2\pi j} \ln\left(\frac{u_i}{u_{i+j}}\right)$$

- $\zeta$  : 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 12.52686%로 일반적인 면진 구조물의 감쇠비 범위인 10~25%에 속하는 것을 확인

# 도면, 물량, 공정표

## - 도면



기초 평면도

기둥 상세

전단벽 상세

입면도

# 도면, 물량, 공정표

## - 물량 산출 및 공정표

### 물량 산출

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	24개	240
A4지	A4	10	2장	20
접착제	20g	200	3개	600
총액				1840

### 공정표

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															
	면진시스템															
구조물시공	기둥 및 전단벽 조립															
	이탈방지 스트립설치															
	헌치설치															
	벨트트러스조립															
	면줄설치															
마감	하중블럭설치															
	진동대 기초판연결															