

부산대학교 건축공학과 Team 건공부대



“구조물의 최적 내진설계”



건축공학과 3학년
김재희

- 구조해석 및 계획

건축공학과 3학년
석지홍

- 모델링 및 지진파 분석

건축공학과 4학년
박시연

- 구조해석 및 PPT 제작

건축공학과 3학년
이우인

- 적산 및 PPT 작성



Purpose & Concept

구조성능

지진파 분석

지반 종류 : s₂ 얇고 단단한 지반

지진 구역 : I

지진구역계수(Z) : 0.11g

위험도 계수 : 500년 주기 1.0, 2400년 주기 2.0

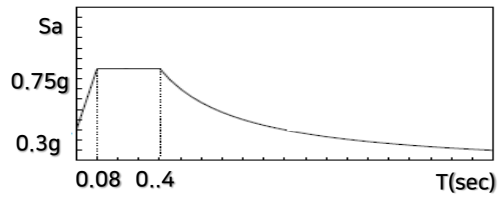
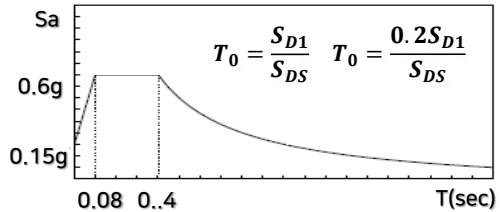
성능 목표

500년 재현주기 지진 : 기능수행

2400년 재현주기 지진 : 붕괴방지

응답 스펙트럼 : KDS 41 17 00: 2019

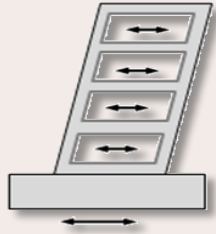
1초 주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{D1}) = $S \times F_v \times \frac{2}{3}$
단주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{DS}) = $S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3}$



0.08 ~ 0.4sec에서
설계 스펙트럼 가속도 **최대**

설계 Concept

내진 구조



1, 2층에 전도 방지 줄과
추가적인 중심 기둥 설치를 통한
내진 구조

면진 구조



2,3층에 롤러를 이용한 **면진 구조**

1,2층의 강성을 키우고
면진층 하부의 변위를 줄여
면진 효과 발생으로
건물 상단부의 **전도현상**을 방지

면진층 위치 선정 근거

기초 면진



건물의 하부에 면진 시스템을 설치하여
건물과 지반을 분리시키는 구조

- 면진 장치가 지지해야 하는 하중이 매우 큼
- **최상층에서 지진응답이 크게 나타날 수 있음**

중간층 면진



건물의 중간에 면진 시스템을 설치하여
부분적으로 하중을 분리시키는 구조

최상층 지진응답이 작아서 고층 건물의 설계에서 유리

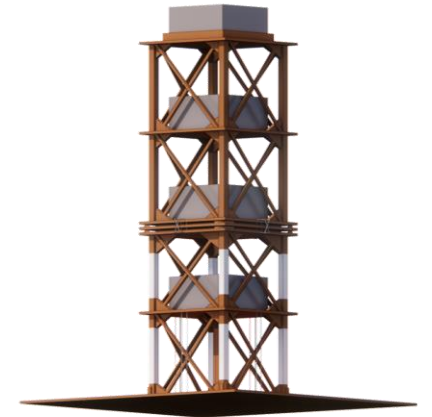
- 대회 규정을 고려했을 때 바닥면적에 비해 구조물의 높이가 높음

최상층 지진응답을 줄이기 위해 **중간층 면진**으로 설계

붕괴 목표

1,2층과 3,4층의 기둥을 일체화 시킨 뒤
2,3층 사이에 면진층을 두어 0.7g의 가속도에 도달할 시
면진층에서 이탈 유도

설계 구조물의 파괴 시 목표 가속도 : **0.7g**



Structure Design Process

1차 구조물 설계



- 줄을 꼬아 4방향으로 배치하여 면진층을 구성
- 바닥판에 일정한 간격으로 줄을 배치하여 면진층 효과 기대

1차 구조물 실험 결과



기둥 하부와 기초판 간의 **일체력 부족**으로 전도 현상이 발생해 구조물이 파괴됨

2차 구조물 설계



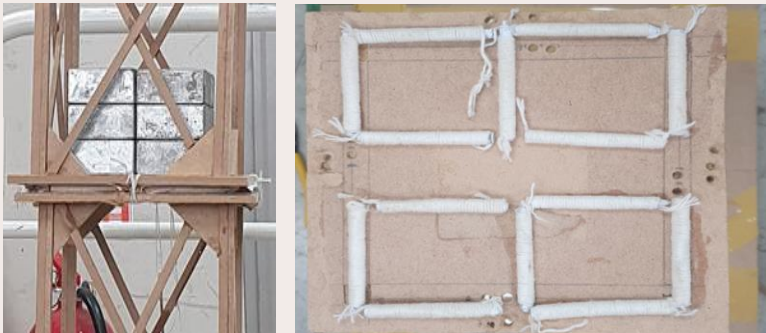
- 1차와 동일한 방법으로 면진층 구성
- 기초판 천공 후 기둥을 접합하여 일체력을 향상
- 기둥과 기초판 사이에도 거셋 플레이트를 설치

2차 구조물 실험 결과



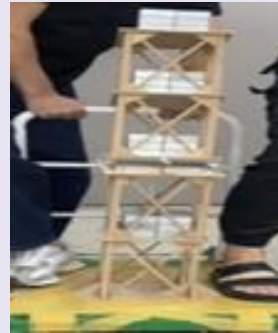
면진층의 전도가 발생하여 2층과 3층 사이에서 파단이 일어나게 됨

3차 구조물 설계



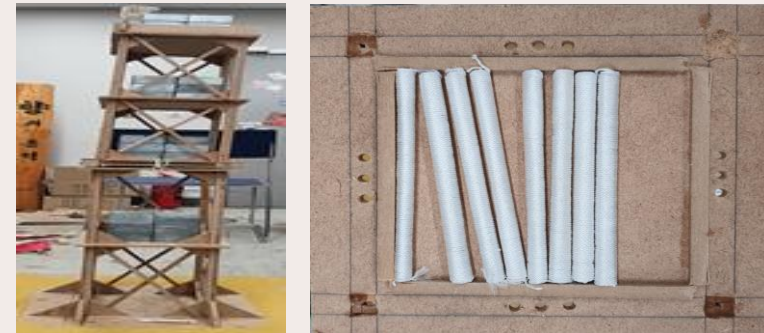
- 면진층 상부의 전도를 구속하기 위해 2층 천장과 3층 바닥판을 면실로 고정
- 마찰면을 줄이기 위해 A4용지를 말고 면실을 감아 원형으로 제작

3차 구조물 실험 결과



전도 방지 면줄이 면진 효과를 일으키기 위한 변위까지 구속하여 **면실이 끊어짐**

4차 구조물 설계



- 2층 천장과 3층 바닥판을 **고정하는 면실의 길이를 조절하여** 전도를 방지함과 동시에 면진 효과를 위한 변위가 가능하도록 함

4차 구조물 실험 결과



1,2층 구조의 변위로 인한 **구조물 상부의 변위가 크게 발생하는 문제점 발견**

Seismic Structural System Details

구조물 실험을 통해 문제점 파악 ▶ 이를 보완하여 최종 구조물 제작

기둥

- 부재 단면에 따른 강성 비교 결과

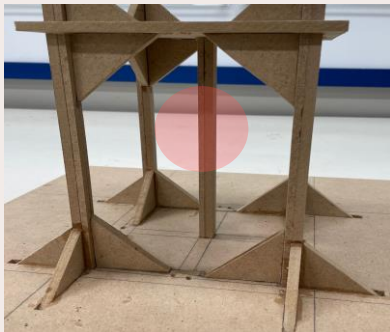
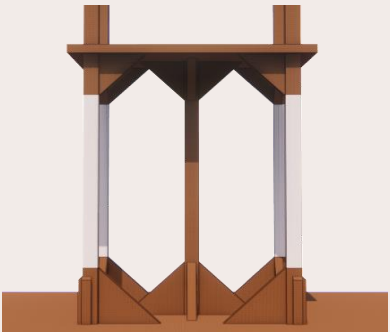


4개

$$I_x = \frac{10^4}{12} - \frac{2^4}{12} = 832 \text{ mm}^4$$

$$I_y = \frac{10^4}{12} - \frac{2^4}{12} = 832 \text{ mm}^4$$

- 스트립 4개를 붙여 1개의 기둥으로 사용
- 균등한 단면을 사용하여 더 큰 단면 성능을 확보
- 1층 추가 기둥 설치
 - 하부 구조물에 가해지는 하중 분담 역할
 - 추가적인 강성 확보를 통해 전반적인 변위 감소



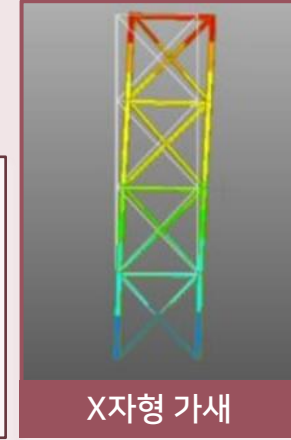
- A4용지로 기둥에 구속 효과를 발생시켜 내진성능 향상



가새

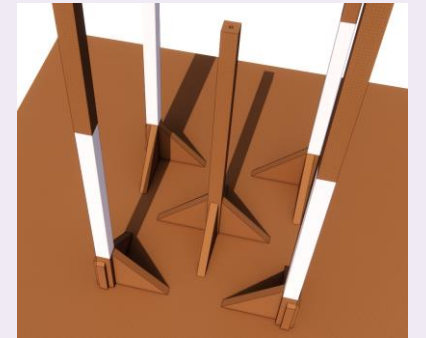
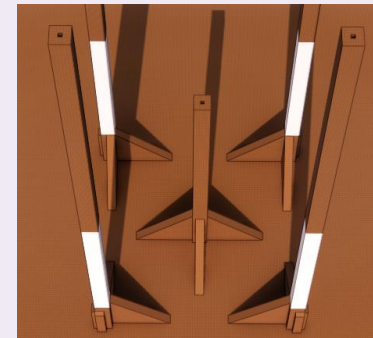
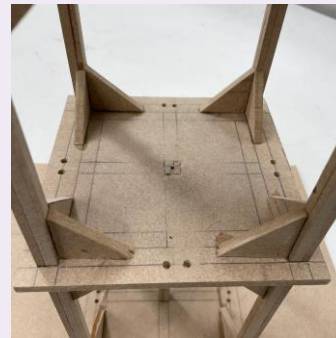
횡력에 잘 저항하여 변위가 가장 적게 생긴 X자형 가새 선정

- 기둥을 제작하고 남은 MDF Strip을 활용
- 부재의 강성을 높여 내진 성능을 향상
 - 부착성을 고려하여 내부 가새와 외부 가새를 제작



거싯 플레이트

- 기둥과 슬라브 사이에 설치하여 구조물의 강성을 높여 내진 성능을 향상
- 슬라브를 제작하고 남은 MDF PLATE를 활용



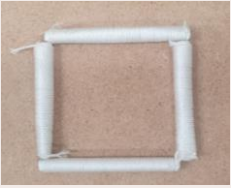
Dust Resistant System Details

면진층 컨셉 변화



- 면진층 **하부**: MDF-STRIP을 사각형으로 배치
- 면진층 **상부**: A4용지 부착

A4-MDF의 마찰 계수가 가장 작은 결과 이용



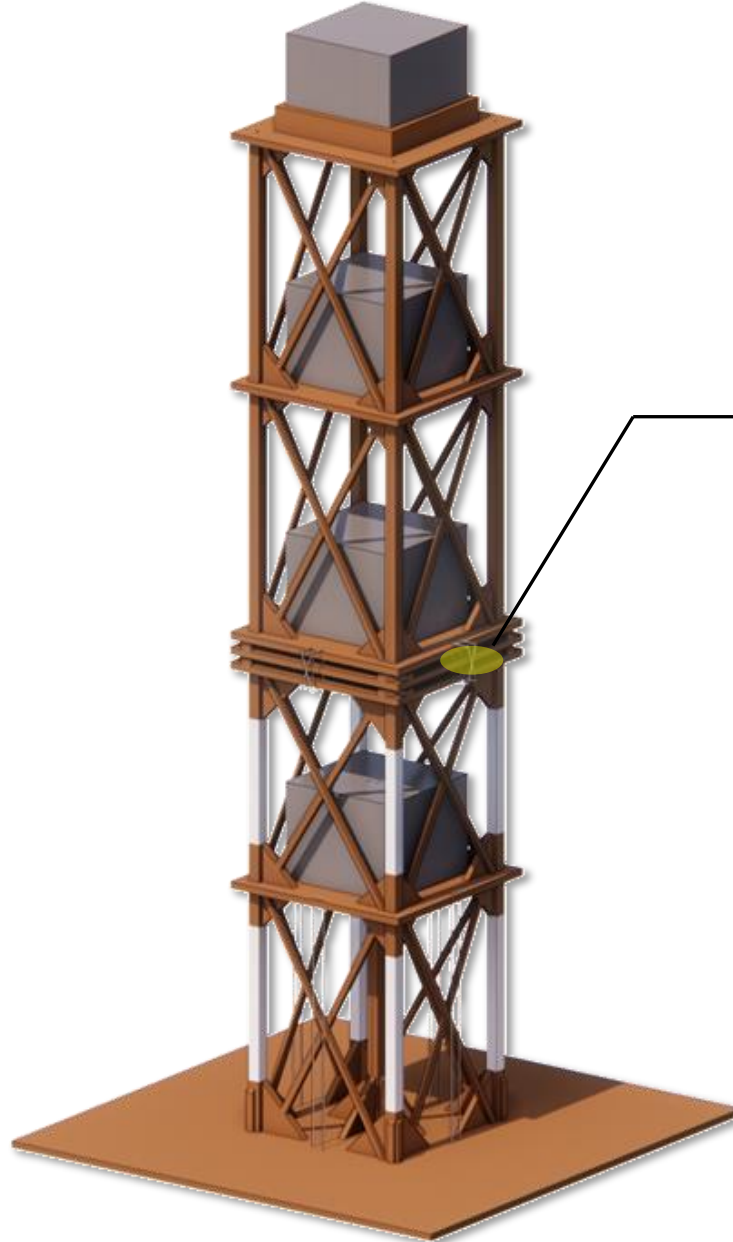
A4용지를 말아서 실로 감은 뒤 사각형 형상으로 배치

- 마찰면을 줄이기 위해 면진 장치를 원형으로 제작



롤러를 제작하여 상부 구조물과 하부 구조물이 별개의 거동을 할 수 있도록 함

- 면실로 모든 롤러를 제작하기엔 재료가 한정적임
- ▶ 이에 대한 대안으로 A4용지를 이용하여 롤러 제작

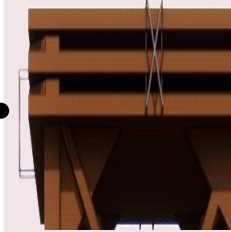


면진 구조 요소



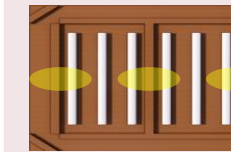
면진롤러

A4용지 1/4크기를 말아서 제작
면진층 하부 구조물과 상부 구조물의 거동 분리



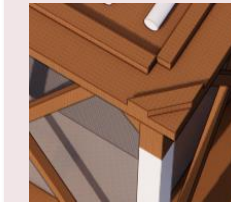
전도방지줄

- 면진층 **상부 구조물의 전도 방지**를 위해 3층 바닥과 2층 천장을 면줄로 고정
- 면진 효과를 위해 면줄을 고정할 때 STRIP을 끼워 **여유 길이 확보**



롤러 이탈방지 STRIP

롤러가 면진층 바닥에서 이탈하는 것을 방지하기 위해 STRIP 부착



전도방지 STRIP

면진층 바닥 슬라브 모서리에 STRIP을 부착하여 면진 효과 발생 시 **상하 움직임 줄여 전도를 방지**



면진층 구성

X, Y축으로 개별적으로 거동하여 면진 효과를 발생시키기 위해 X층과 Y층으로 각각 면진 롤러를 배치

Cost

예산안

재료명	부재명	규격	수량	단가(백만원)	수량 합계	합계(백만원)	비고
MDF PLATE	슬래브	160*160*6mm	4	100	7	700	슬래브 제작 후 남은 PLATE로 거šet 플레이트 제작
	면진층 슬래브	160*160*6mm	2				
	거šet 플레이트	40*40*6mm	16				
		35*35*6mm	56				
MDF STRIP	1-2층 기둥	380*10*10mm	4	10	35	350	기둥 제작 후 남은 STRIP으로 기타 부재 제작
	3-4층 기둥	410*10*10mm	4				
	면진층 롤러 이탈방지	110*6*4mm	8				
	면진층 전도 방지	50*6*4mm	8				
	가새	220*6*4mm	12				
		195*6*4mm	4				
		175*6*4mm	12				
140*6*4mm		4					
면줄	면진층 전도방지	600mm	4	10	10	100	
	구조물 전도방지	600mm	6				
A4 용지	면진 롤러	210*297mm	3	10	5	50	
	기둥 보강	210*297mm	2				
접착제	20g			200	3	600	
총액(만원)						1800(백만원)	

