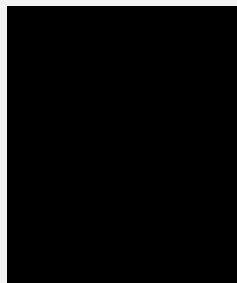


# 2022 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2022



서울과학기술대학교 건축공학과  
노영숙 교수님

## CONTENTS

- 설계 개요 & 방향
- 구조물 분석
- 구조물 실험
- 예산안

## 서울과학기술대학교 건축공학과 "해조"TEAM



김윤형

- 자료 수집
- 도면 작성
- 구조물 제작



박형진

- 물성치 분석
- 구조해석
- 구조물제작



문승현

- 3D 모델링
- 아이디어 구상
- 구조물 제작



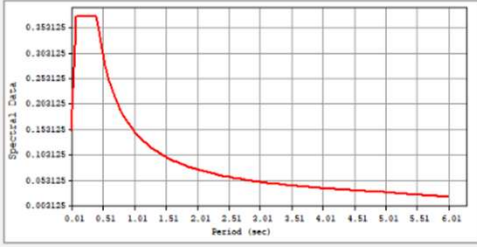
박하람

- PPT 작성
- 지진파 분석
- 구조물 제작

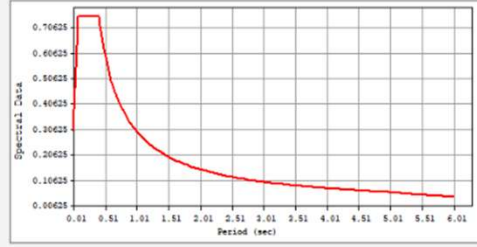
# 설계 개요 & 방향

0.08 sec ~ 0.4 sec 에서 설계 응답 스펙트럼 가속도 최대 지진 가속도 0.7g 에서 구조물의 파괴유도

500년 재현주기



2400년 재현주기

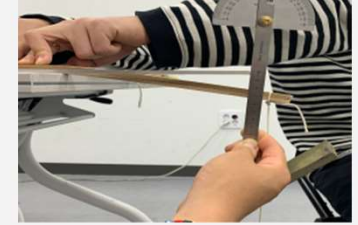


• 단일 부재 6mm x 4mm



평균 탄성계수 = 1875.952195

• 기둥 부재 10mm x 10mm



평균 탄성계수 = 364.0767386

✓ 10 x 10 기둥



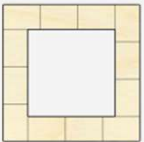
$$I_x = \frac{10^4 - 2^4}{12} = 832\text{mm}^4$$

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

## 기둥 선정

취약부분에 의해 구조물 전체 구조성능 결정 균등한 단면을 사용한 10 x 10 기둥 선정

✓ 22 x 22 코어

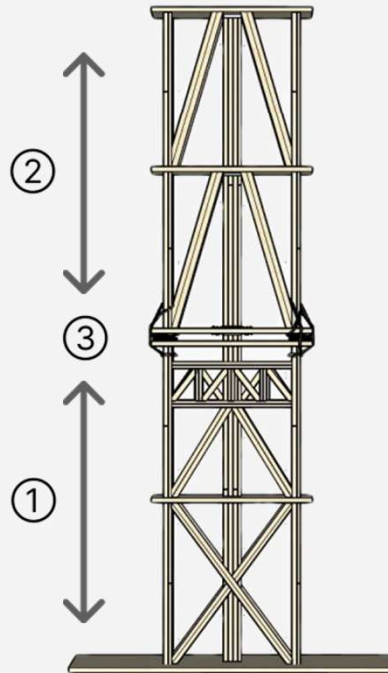


$$I_x = \frac{22^4 - 14^4}{12} = 16320\text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{22^4 - 14^4}{12} = 16320\text{mm}^4$$

## 코어 선정

내진성능과 경제성을 모두 갖춘 속빈 코어 설정 28 x 28 코어 선정 시 하중블럭 배치 불가능 위의 한계를 고려하였을 때, 최대 단면적인 22 x 22 코어 선정



## ✓ 대회 주제 : 다층 구조물 한계상태를 고려한 상세 내진설계



내진구조

건물 자체의 강성과 연성도를 증가시킴



제진구조

진동제어를 목적으로 특수한 장치를 설치



면진구조

건물의 고유주기를 증가시키기 위해 지반과 건물 사이를 분리

### ① 하부층 내진 시스템 + ② 상부층 제진 시스템 + ③ 트랜스퍼층 면진 시스템

면진층의 안정적인 이력 거동이 유도될 수 있도록 충분한 강성 & 강도 확보 필요

구조시스템에 효과적인 제진장치의 배치 필요

면진장치 특성변화에 따른 효율적인 동적 응답 제어 필요

# 구조물 분석

## 심주(心柱) 코어

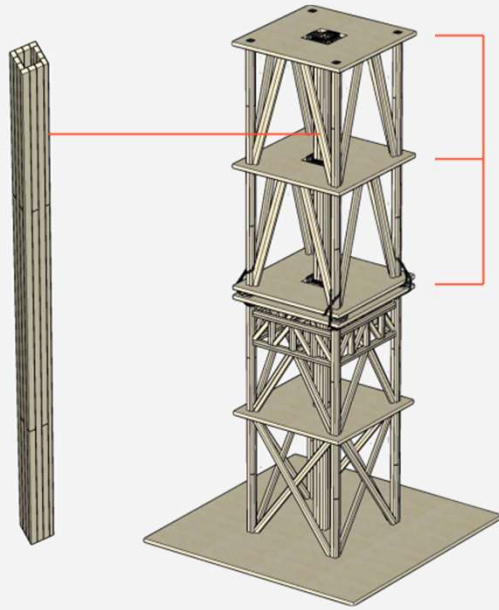
건물의 중심 뼈대 역할  
기초판 천공 후 옥상층까지 연결



상부층 심주와 본체 사이에 틈을 두어  
두 물체가 시간차를 두고 흔들리면서  
중심을 잡으며 진동을 상쇄시킴

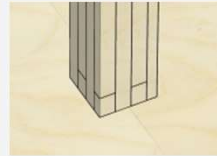
## 이음 시공

기동제작 후 남은 부재 활용 (경제성)  
기동의 강도 증가



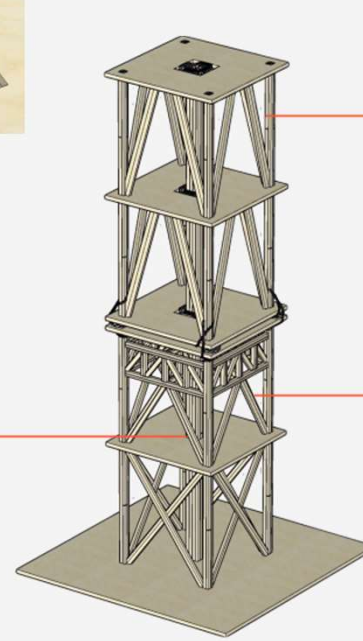
## 종이 댐퍼

3층 바닥부터 옥상층까지 설치  
지진 에너지를 흡수하여  
구조물 연성 능력 증진



## 코어 & 플레이트 고정

하부 구조 일체화 및  
강성 확보



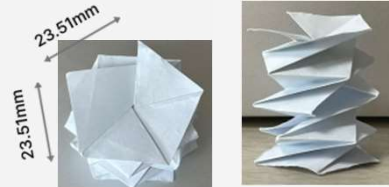
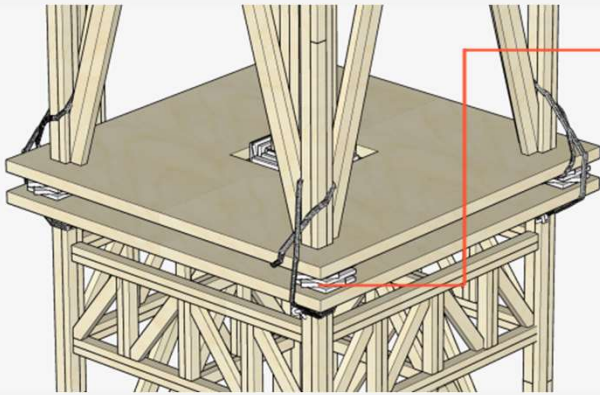
## 메가 컬럼 - 이음시공

면진층을 기준으로  
하부층과 상부층으로 나누어 설치  
이음시공을 통한 **접합면적 증가 & 강성 확보**



## 역V 가새

X형 가새를 도입하면  
내진성능은 더 향상시킬 수 있으나  
벨트트러스와 아웃리거를 고려하여  
**하중블럭 설치가 유리한 역V 가새 선정**



## 액션스프링

스프링의 윗면과 아랫면을 각층의  
플레이트에 부착하여 시공

상부구조의 하중을 지지하며 **지진에너지 흡수**  
구조물의 고유주기를 길게하여 상부구조로  
전달되는 **지진력의 크기 감소**

## 면진 스프링 형태 선정



### 사각형 단면 스프링

X축 외의 방향으로  
지진이 발생했을 시  
종이 찢어짐 현상 발생



### 액션스프링

여러 축방향에 대해  
탄성 일정하므로  
구조적으로 안정



## 면줄 보강

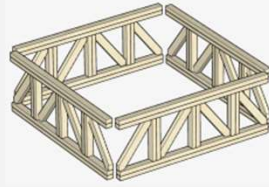
면줄 3개를 묶어 면줄의 강성을 키움  
액션스프링의 **최대변위를 제한**하며  
지진 발생시 상부구조의 급격한 **이탈 방지**

# 구조물 분석

## 횡력 저항 구조 = 벨트트러스 + 아웃리거 시스템

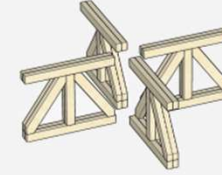


벨트트러스 & 아웃리거 제작 시 코어와 기둥 제작 후 남은 부재 활용 (경제성)



### 벨트트러스

외부기둥을 서로 연결하는 트러스형태의 수평부재



### 아웃리거

내부코어와 외부기둥을 연결하는 강성이 큰 수평부재

아웃리거 끝단에서 외부기둥을 하나로 묶어줌으로써 아웃리거와 외부기둥이 **일체로 거동**하게 하여 구조물의 **강성을 높임**

코어의 변형에 변곡점이 생기게 하여 구조물 전체의 **변형을 줄여주며** 중력하중을 받는 외부기둥들을 **수평하중 저항시스템**으로 활용

## 수평저항 시스템 중 가새골조에서 대표적 시스템인 **중심가새골조**와 **편심가새골조** 사용

### X자 가새 (중심 가새)



가새의 양단이 보와 기둥의 접점에 일치하는 가새골조

가새의 축강성 및 축강도를 활용 건물의 **횡력에 대한 저항력**을 **최소의 부재를 사용하여** 확보할 수 있음

충분한 강성의 확보 필요한 **하부층**에 설치

### 편심 가새

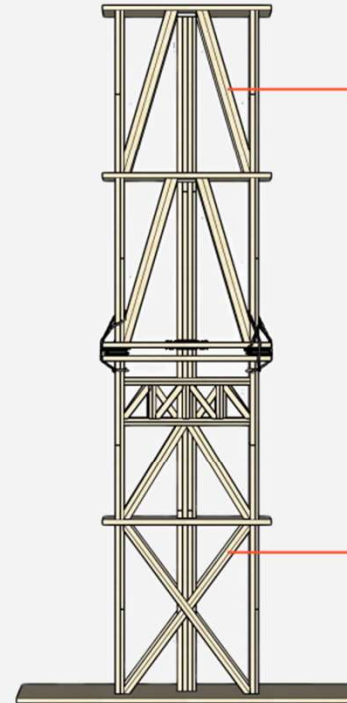


보와 기둥의 부재축 교차점과 가새부재축을 의도적으로 일치시키지 않고 어느정도의 편심길이를 주어 접합시킨 골조

편심을 이용하여 구조재의 **연성을 증가**시킴 연결부의 비탄성 전단 작용 및 휨작용으로 인해 **강진지역에서 유리**한 수평시스템

트랜스퍼층의 면진 장치가 감당해야 할 수평변위의 감소를 위해 **상부층**에 설치

## MIDAS GEN을 통한 가새 형태 선정



**상부층**

편심 가새

변위 : 38.9mm    변위 : 34.9mm

**하부층**

X자 가새

변위 : 71.4mm    변위 : 77.5mm

## 구조물 실험

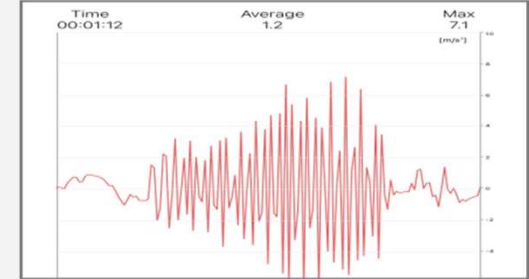


✓ 설계된 구조물의 파괴는 목표 가속도 **0.7g**에 정규분포 하여 발생할 것

### 실험 과정

- 트랜스퍼층의 면줄의 파단
- 액션스프링의 최대변위 제한 X
- 각각의 스프링이 흡수하는 하중의 양이 달라짐

→ 약 **0.72g**의 가속도에서 구조물의 파괴가 일어남



## 예산안

종류	규격	용도	수량	단가(백만원)	합계(백만원)
MDF Strip	600mm x 6mm x 4mm	코어 + 기둥	41	10	780
		가새	28		
		벨트트러스 + 아웃리거	9		
MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	바닥 슬라브	5	100	500
면줄	600mm	면진층 전도방지	6	10	60
접착제	20g	접착제	2	200	400
A4	A4	액션 스프링	1	10	30
		종이 댐퍼	2		
총계	780 + 500 + 60 + 400 + 30 = <b>1770</b> (백만원)				