오합지졸 五合地捽

다섯 오 합할 합 땅 지 잡을 졸

'다섯 명이 모여 땅을 잡는다' 라는 의미로
충남대학교에는 내진설계동아리는 없지만
강구조 내진설계 연구담당 교수님의 지도하에 4명의 학부생이
지진에 안정적인 구조물을 건축하기 위해 만들어진 모임입니다.

충남대학교

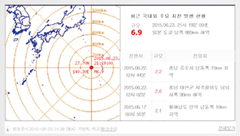
[redacted]

이 강 민 교수 — 지도교수, 충남대학교 건축공학과
김 대 준 — 적산 및 경제성 검토, 시공성 검토
김 형 래 — 내진 및 면진 시스템 설정, 모델 구조설계 및 검토
조 병 현 — PPT 및 패널 제작, 구조물 제작
하 헌 준 — 3D 모델링, 구조해석

PROLOGUE

초고층 건물은 도시적 맥락에서 갖게 되는 도시공간과 경관의 이미지,
이에 따른 시각적 독자성, 도시 하부구조와 관련된 교통과 보행자 공간 및 가로변에서 전개되는
도시 활동의 다양성 등을 나타내는 또 하나의 수직도시이다.
국제적인 추세로 50층 이상의 초고층 건축물이 개별 및 단지개념으로 날로 증가하고 있으며,
미래 지향의 랜드마크 의미도 점차 강조되고 있는 초고층 건축물은
도시 속의 도시 개념으로 현대 도시기능과 제도가 강조되는 대형 프로젝트이다.

➡ 부산 해운대 관광자원으로, 랜드마크적 의미의 초고층 건물 도입



지진은 보통 지각판의 경계에서 자주 발생하는데
한국은 지각판의 경계보다 안쪽에 위치하고 있다.
국내에서 직접적으로 발생하는 지진은 규모가 작고 단주기성이 대부분이지만,
일본이나 중국 등의 인근 국가에서 발생하는 강진 또는 그 여진이
원거리로 전달되면서 장주기화 되어 국내에 도달할 가능성이 있다.

CASE 1. 2005년 3월 20일 부산 전역과 경남 일부 지역 사람들은 난데없는 지진소동을 겪었다.
일본 후쿠오카 현 서쪽 해역에서 발생한 지진의 지진파가 국내로 전달되면서
부산 지역의 고층 건물들이 심하게 흔들린 것이다
CASE 2. 최근 2015년 5월 30일 20시 24분 일본 남쪽 태평양에서
리히터 규모 8.5의 강진이 발생하였다.
도쿄 23구에 진도 4의 강한 지진이 감지되었고
제주, 광주, 전남, 부산, 울산, 경남, 경북 남동부에서도 지진이 감지되었다.

➡ 주변국 강진의 여파로 한국 또한 지진 대비 필요

"초고층 건축에서의 내진 설계 요구"

STRUCTURAL DESIGN

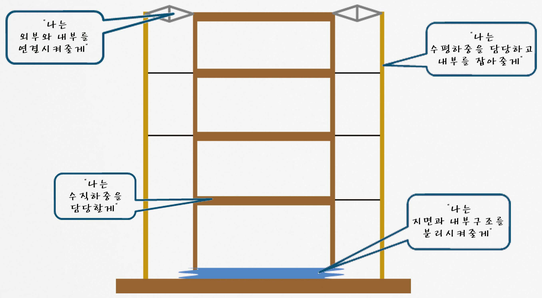
디자인 개요

탁월 주기를 피하기 위한 설계 필요 → 장주기화 될수록 강성저하 **단주기**를 목표로 설계

탁월주기에 저항 가능한 장치 필요 → **면진 시스템**으로 지진의 탁월주기에 저항

수직하중과 수평하중을 분담 할 수 있는 구조 필요 → 내부와 외부의 **분리형 구조**로 각각 힘을 분담

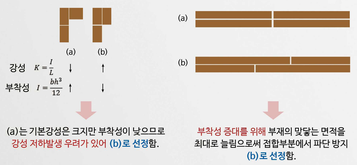
외부구조물이 내부구조물의 거동을 제어하는 장치 필요 → 외부구조물과 내부구조물 사이에 **댐퍼** 설치



내부구조물 설계

단면 기둥 설정

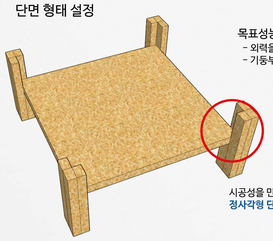
목표성능
- 수직하중을 지지하기 위해 충분한 강성 확보 (단면 2차모멘트)
- Strip의 접합부분에서 파단을 방지하기 위해 적절한 접합 적용



(a)는 기본강성은 크지만 부착성이 낮으므로 강성 저하발생 우려가 있어 (b)로 선정함.

부착성 증대를 위해 부재의 맞닿는 면적을 최대로 늘림으로써 접합부분에서 파단 방지 (b)로 선정함.

단면 형태 설정

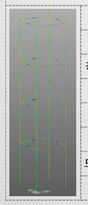
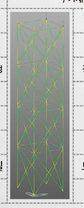
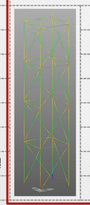


목표성능
- 외력을 골고루 받을 수 있는 정형 형태
- 기둥부재와 plate의 시공성을 향상시켜야함.

시공성을 만족시키고 정형형태를 만족시킬 수 있는 정사각형 단면 설정

내부구조 가새 설정

MIDAS GEN 이용 구조 해석

무가새		/ 가새		X가새	
	주기		주기		주기
	0.1811		0.0289		0.0247
	경제성,시공성		경제성,시공성		경제성,시공성
	상		중		하
	강성		강성		강성
	하		중		상
	모멘트균일		모멘트균일		모멘트균일
	하		중		상

무가새와 두 종류의 가새를 주기, 경제성, 시공성, 강성, 모멘트균일성이라는 5가지 항목으로 비교검토하여 가새 설정

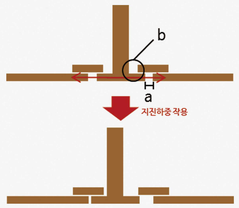
경제성과 시공성은 가장 낮지만
구조체의 고유주기가 목표주기에 만족하고
모멘트 분포가 가장 균일하며
수직하중과 수평하중에 저항할 정도의 강성을 가지므로
X가새를 선정함.

면진 장치

면진의 정의
- 고유주기를 인위적으로 조정하여 공진을 피하게 하여 지진이 구조물에 상대적으로 약하게 전달되어 지진에 견디기보다는 지진을 피하고자 하는 개념
- 상당히 경제적이며 내진여유도를 가짐

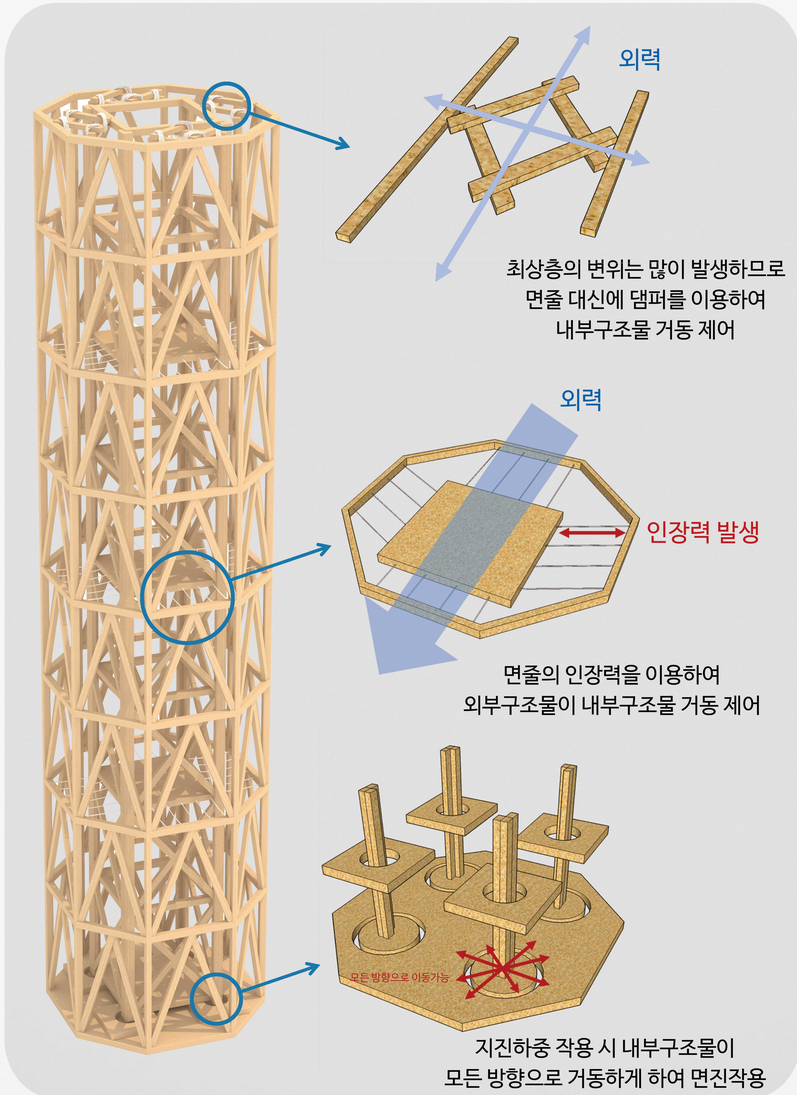
면진장치 목표
- 내부구조물과 바닥 간의 횡분리, 종변위 발생 방지
- 지진 진동 감쇠

설계 면진장치의 원리



면진장치 제작 시 a의 크기에 따라
b의 파단 가능성 좌우
→ 반복 실험을 통한 적절한 a값 산정

"지진하중 작용 시 바닥과 구조물의 횡분리로 면진 작용"



최상층의 변위는 많이 발생하므로
면줄 대신에 댐퍼를 이용하여
내부구조물 거동 제어

면줄의 인장력을 이용하여
외부구조물이 내부구조물 거동 제어

지진하중 작용 시 내부구조물이
모든 방향으로 거동하게 하여 면진작용

외부구조물 설계

외부구조물 목표성능
- 임의의 방향에서 골고루 힘을 받을 수 있도록 단면 형태 설계
- 내부구조물의 거동 제어
- 높은 강성 확보(단면 2차모멘트 확대)
- 강성 확보로 고유주기 저하

단면 형태 설정

가새 종류 설정

- 1차 /가새 설정

구분	결과
강성	하
주기	상
경제성	중

- 2차 ∧가새 설정

구분	결과
강성	상
주기	하
경제성	하

/가새보다 ∧가새가
경제성은 다소 부족하지만
외부 요소의 중요한 강성이 뛰어나기 때문에
∧가새 선정
(X가새보다 경제적인 ∧가새 설정)

외부구조물 최종형태

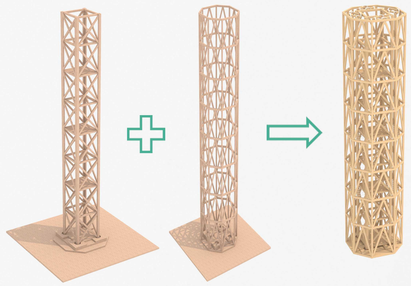
고른 힘 분포 → "팔각형 단면설정"

낮은 고유주기는 지진력에 취약 → "높은 강성확보"

높은 강성 확보를 위한 적절한 가새 설정 → "∧ 가새 설정"

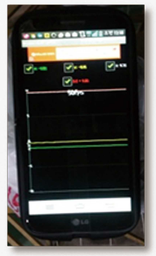
DESIGN REVIEW

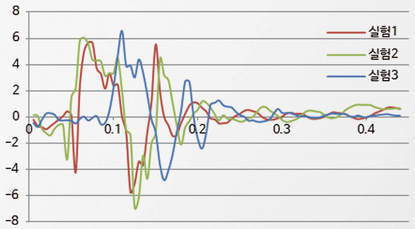
최종 구조물

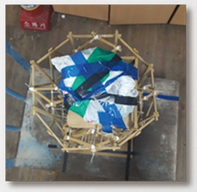


실제 모형 사진

고유주기 실험







구분	실험주기값
실험 1	0.09
실험 2	0.105
실험 3	0.085
평균	0.093