

2022 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2022



Unique Origin
Unique Future

School of Civil, Architectural Engineering and Landscape Architecture SKKU



Index

1. 팀원 소개
2. 지진파 및 재료 분석
3. 설계 방향
4. 구조 설계
5. 최종모델
6. 평면도
7. 예산안
8. 공정표



Team _ 부산가서 밀면먹자

담당 교수님

김진구 교수님


- 성균관대학교 건축공학과 내진설계 연구실

팀원소개

이재원	임지훈	조영준	지현규
-자료수집 -미이다스gen 모델링 -구조물 제작	-자료수집 -ppt제작 -구조물 제작	-자료수집 -ppt제작 -구조물 제작	-자료수집 -ppt제작 -구조물 제작

1. 팀원 소개

3



설계 스펙트럼 통한 지진파 분석

유효수평지반가속도 & 지반증폭계수

500년 유효수평지반가속도 = 0.3g
 2400년 유효수평지반가속도 = 0.6g
 단주기 지반응답증폭계수(Fa) = 1.5
 1초주기 지반응답증폭계수(Fv) = 1.5

설계스펙트럼 가속도 & 주기 계산

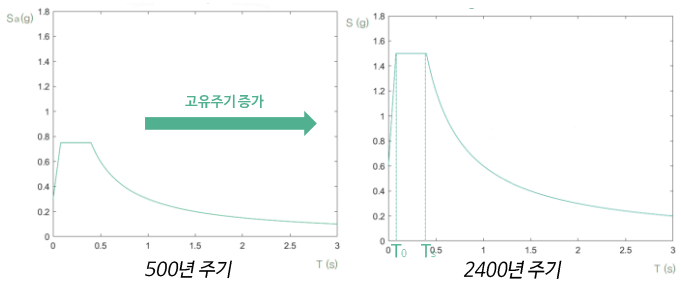
단주기 설계스펙트럼 가속도(SDS)
 $= S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$
 500년 -> 0.3g 2400년 -> 1.5g

1초주기 설계스펙트럼 가속도(SD1)
 $= S \times F_v \times 2/3$
 500년 -> 0.3g 2400년 -> 0.6g

$T_0 = 0.2 \times S_{D1} / S_{DS}$
 500년 & 2400년 -> 0.08 sec

$T_s = S_{D1} / S_{DS}$
 500년 & 2400년 -> 0.4 sec

설계스펙트럼 그래프



모델 목표 성능 및 설계 방향 설정

- *0.08~0.4sec에서 설계스펙트럼 가속도 최대
- *500년과 2400년 재현 주기를 견디면서 가속도 0.7g에서 파괴유도

➡ 0.7g 아래에선 모델 주기 0.08~0.4 위험 구간 피해 설계
 0.7g 에서 전단 파괴가 일어날 수 있도록 설계

2. 지진파 및 재료 분석

4



MDF STRIP 탄성계수 E 측정

* 캔틸레버 보의 처짐 공식 $E = \frac{PL^3}{3\delta l}$



하중 [N]	평균 5회 변위 [mm]	평균 탄성계수 [Mpa]
1.96	34	1714

재료 물성치 분석 및 제작

메가 컬럼 제작 및 탄성계수 E 측정

MDF STRIP 부재 한 개 기둥으로 사용하기 강성 부족 강도가 약한 부분에서 파단이 일어남으로 기둥을 보완




- 크고 균일한 단면 성능 $I_x = I_y = \frac{10^4 - 2^4}{12} = 832mm^4$
- 재료를 아낄 수 있음

↓

기둥 네개를 뭉쳐 속 빈 메가 컬럼 제작


8 x 12 기둥



$$I_x = \frac{12 \times 8^3}{12} = 512mm^4$$

$$I_y = \frac{8 \times 12^3}{12} = 1152mm^4$$

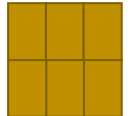
속 빈 기둥



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

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

12 x 12 기둥




$$I_x = \frac{12 \times 12^3}{12} = 1728mm^4$$

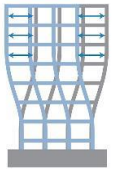
$$I_y = \frac{12 \times 12^3}{12} = 1728mm^4$$

2. 지진파 및 재료 분석

5



내진 구조

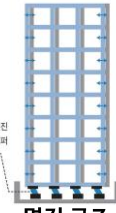


구조물의 강성을 증가시켜 지진력에 저항하는 방법
저층부의 변위를 감소시키기 위해 사용

↓

저층부와 고층부를 아우르는 코어 설치
특히 저층부의 변위를 감소시키기 위해
저층부의 코어는 더욱 보강

면진 구조



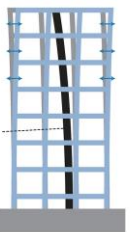
건물과 기초 사이에 면진 장치를 설치하여 건물에 전해지는 에너지 감소
고유주기를 늘려 최대 가속도를 피한다.

↓

세장비가 큰 건물은 고층부의 변위가 커질 수
있어 면진 장치를 잘 사용하지 않고,
주어진 재료의 한계로 면진 장치 접합부를
강하게 설계하는데 어려움이 있음

설계 방향

제진 구조



건물에 설치된 제진 장치가 지진력 일부를
흡수하여 진동을 저감
댐퍼를 통한 에너지 소산

↓

Tuned Mass Damper 같은 제진구조는
지진의 고유진동수와 주기가 일치해야하는데
정확한 주기를 파악하는데 어려움이 있음

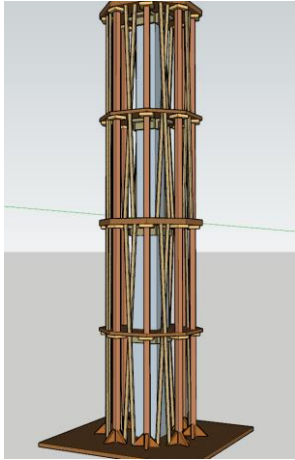
3. 설계 방향

6



설계 방향

단순 모델 → 실제 건축물



건물의 세장비 : 세로 길이/가로 길이 = $848/181 = 4.69$

- 실제 고층 건물처럼 구조 설계
- 건물의 사용자를 가정
- 사용자의 동선, 출입구 등을 고려하여 설계
- 계단실, 엘리베이터의 공간을 고려하여 설계

구조성, 경제성, 시공성 + 사용성

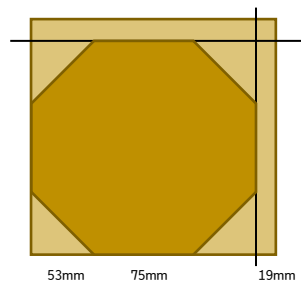
3. 설계 방향

7



Plate 설계

단면결정



- 취약한 부위가 없도록 대칭적인 구조 → 모델 시공이 가능한 정팔각형 모양
- 지진 하중이 왔을 때 비틀림에 강한 구조 → 원에 가까울수록 비틀림(Torsion)에 강하다.

한 변이 75mm인 정팔각형 단면 제작



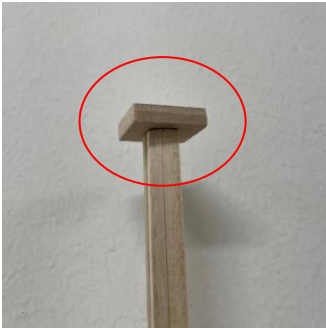
- 정팔각형 단면으로 시공했을 때 정사각형 단면의 경우 보다 기둥의 하중이 분산 되는 효과
- 정팔각형 시공 시 발생하는 삼각형을 거셋 플레이트에 사용해 경제성 확보

4. 구조 설계

8



드롭 패널



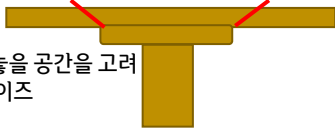
구조물에서 하중이 분산될 때 슬라브 - 보 - 기둥을 통해 기초로 분산시킴

보 구조물 필요 → 정팔각형 단면일 때 보 부재 사용 어려움 → 드롭 패널을 통해 보의 역할 대체

1. 보를 Strip으로 제작할 시 강성이 부족하고 플레이트로 제작하기엔 경제성이 떨어짐
2. Flate plate system을 활용하여 **층고를 낮춤**
→ 실제 건물에서의 경제성 확보

드롭 패널을 사용해서 punching shear를 방지

하중 블록 놓을 공간을 고려
25×25 사이즈



틈밥을 이용해 접착성을 높인 모습

보 → 드롭 패널

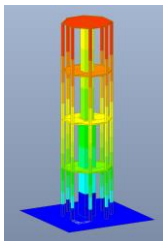
4. 구조 설계

9

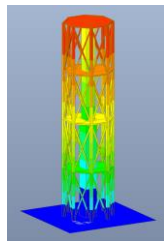


가새

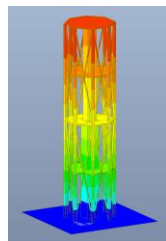
z방향 지진파



가새 미설치



X자 가새

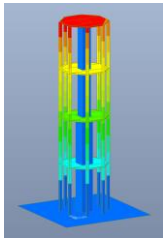


다이아그리드

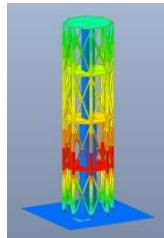
마이다스 GEN으로 모델링한 결과

z방향 지진파는 차이가 미미

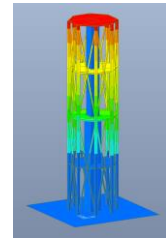
xy방향 지진파



가새 미설치



X자 가새



다이아그리드

xy방향 지진파에서 다이아그리드가 다른 가새에 비해 저층부의 변위가 적고, 0.6g까지 버텨야 하기 때문에 다이아그리드 채택

4. 구조 설계

10



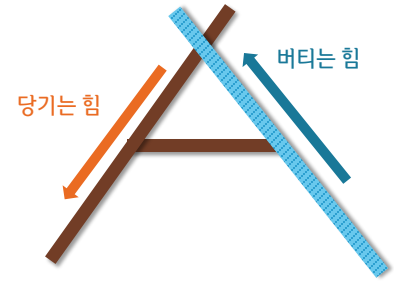
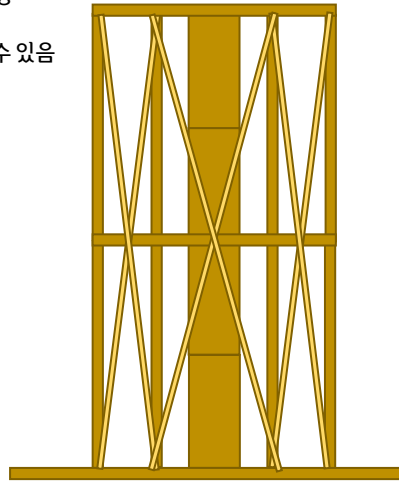
다이아그리드

2층에 아우르는 가새 모형을 사용
1층 출입구로 사람이 지나다닐 수 있음

실제 사용 예시



영국 30세인트 메리 엑스



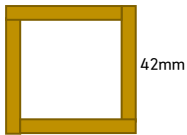
횡하중이 발생할 때 가새가 하나는 압축 하나는 인장을 받으면서 견딘다.

기둥과 가새의 역할을 동시에 한다.
그래서 기둥의 사이즈를 줄일 수 있었다.

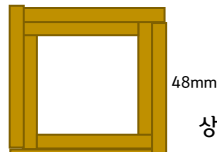
4. 구조 설계



코어(Core Wall)

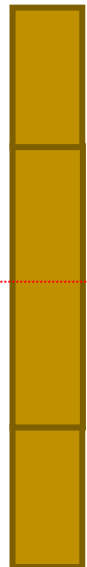


고층부



저층부

상대적으로 더 많은 자중을 견디고
전단력이 집중되는 저층부 코어는
더욱 두껍게 설계



코어의 접합부 파단을 방지하기 위해
그림과 같이 플레이트를 접합



코어 월의 내부에 계단실, 엘리베이터 등을 위치하기
위해 내부 공간을 확보하고 그것의 크기는 층과 관계
없이 일정하게 유지

4. 구조 설계



접합부



코어와 슬라브 접합

팔각 플레이트 제작
하며 나온 19mm
조각을 사용

42×19



기둥과 드롭 패널 접합

By-product인 톱밥을 활용해
경제성을 확보하며 효과적으로
부착성을 높임



기둥과 베이스 접합

팔각 플레이트 제작하며
나온 삼각형 조각을
절반으로 나누어 사용

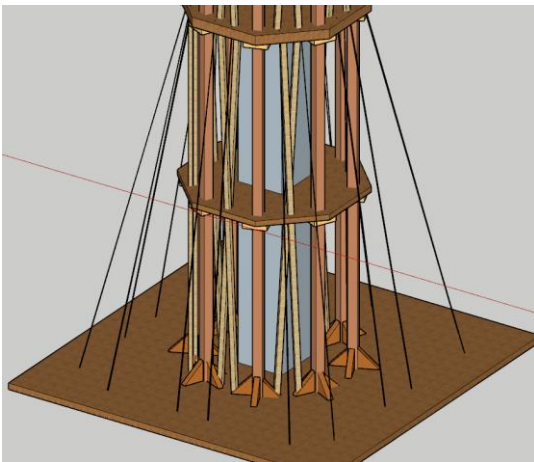
22×22

남은 부재들을 활용하여 접합부를 보강

4. 구조 설계



앵커 케이블



구조물 전도 방지를 위한 앵커 케이블역할의 면줄 사용

케이블의 장력이 횡력에 저항

2층의 플레이트와 베이스를 천공하여 연결

면줄의 강성을 높이기 위해 두 줄을 엮어서 시공

실제 사용 예시



4. 구조 설계



설계 최종 모델



팔각플레이트

- 코어가 지나갈 수 있도록 천공
- 비틀림에 저항
- 남은 플레이트를 거šet 플레이트에 사용



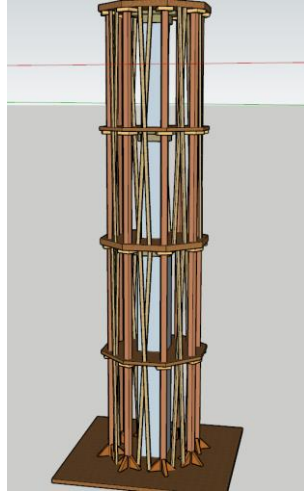
코어

- 내진 설계의 핵심
- 파단 방지로 저층부 코어는 덧대어 보강



코어 보강 플레이트

- 하단부 파괴 방지
- 전단력 보강



다이아그리드

- 2개층을 x자 가새로 잇는다
- 안정성과 미적 요소 추가



드롭패널

- Punching Shear 방지
- 층고를 낮추는 효과



기둥 보강 플레이트

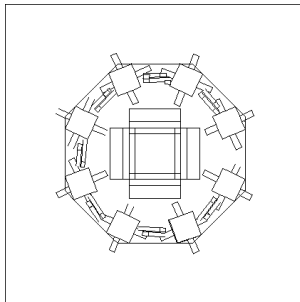
- 하단부 파괴 방지
- 전단력 보강

5. 최종 모델

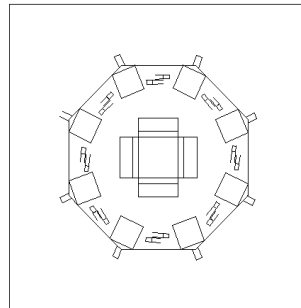


도면

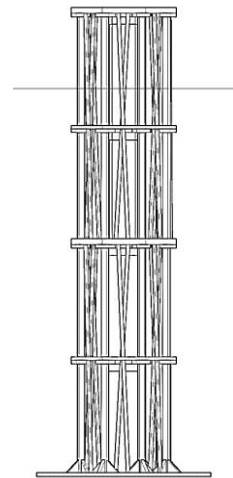
저층부



고층부



입면도



6. 도면



예산안

재료명	규격	단가[백만원]	개수	합계[백만원]
MDF PLATE	200×200×6	100	9	900
MDF STRIP	600×4×6	10	75	750
면줄	600mm	10	16	160
접착제	20g	200	2	400
A4	-	10	0	0
총액[백만원]				2210

7. 예산안

17



공정표

구분		공정표					
		소요시간					
		30분	60분	90분	120분	150분	180분
제작	기둥						
	슬라브						
	코어						
	드롬패널						
	다이아그리드						
	보강플레이트						
	면줄						
사공	거싯플레이트						
	기둥 부착						
	면줄 엮기						
	재료 연결						
	접합부 보강						

지현규	
임지훈	
조영준	
이재원	
모두	

8. 공정표

18