

지은아화이팅조

2019 구조물 내진설계

경진대회

팀장

양기훈

구조해석, 적산,
FEEDBACK

김동환

경제성 및 시공성 검토,
대회 규정 분석, 지진파분석

김보현

설계 및 디자인, PPT, 모델링 및 검토

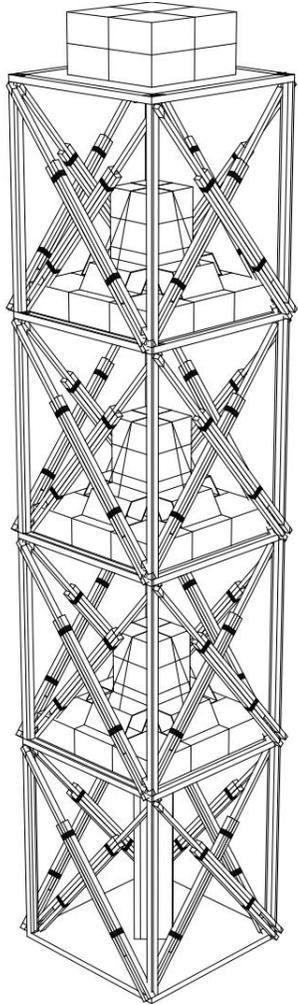
김세진

물성치 파악, PPT, 설계 및 디자인, 도면제작

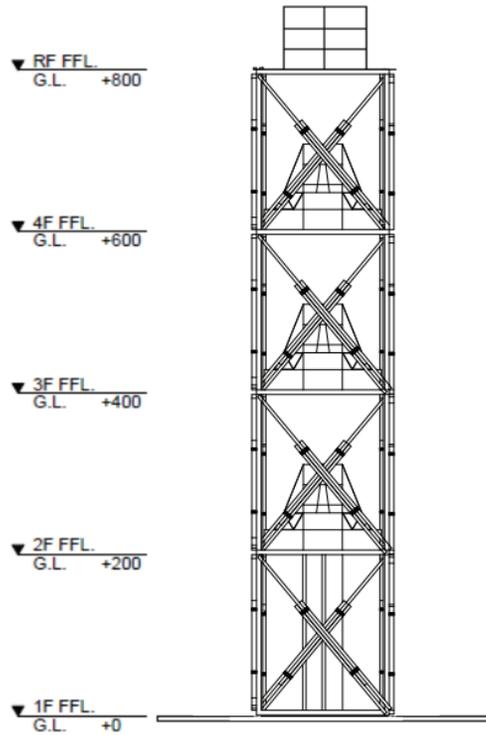
박효선

지도교수님

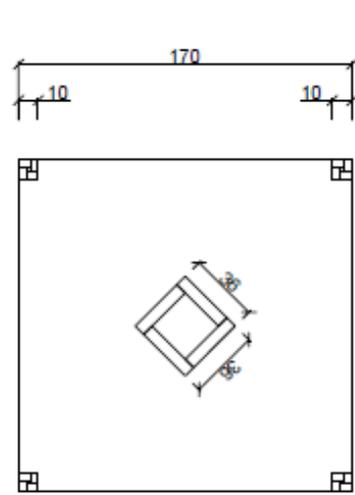
01 전경 및 도면



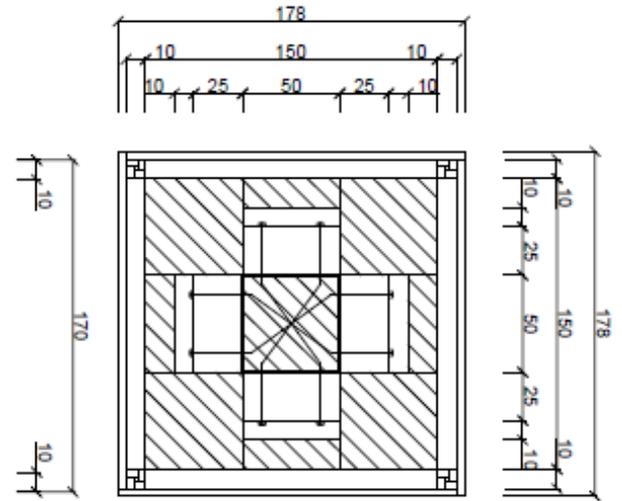
건물 전경



입면도



1층 평면도



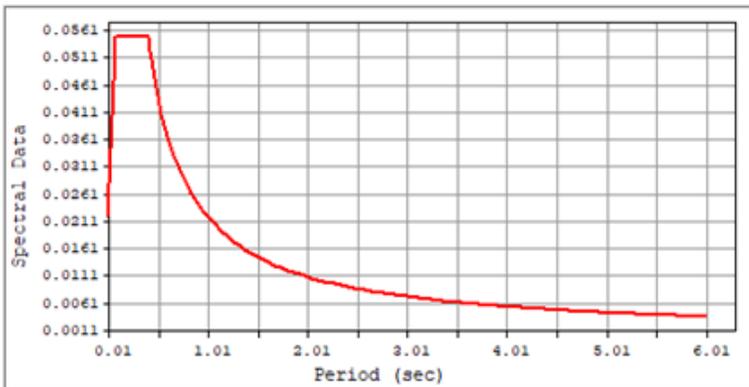
2,3,4층 평면도

02 대회규정 분석

규정 분석

- 구조물의 내진설계 **목표와 성능수준의 이해**
 - 구조물의 지진 시 **거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력**
 - 설계 지진 초과 시 **구조물의 파괴를 유도**하는 정밀한 설계
 - **시공성과 경제성**을 고려하고 **구조물의 아름다움**을 추구하는 설계
- 시공성과 경제성, 구조물의 아름다움을 함께 고려. 구조물의 거동을 예측하고, 07에서의 구조물의 파괴 유도

응답스펙트럼 분석



목표지진하중

- 지반종류 : S1 암반 지반
- 지진구역 : I
- 지진구역 계수(Z) : 0.11g

고유 주기 0.08s~0.1s에서 응답 스펙트럼 가속도 최대
건물의 고유 주기를 0.08s~0.1s 피하게 설계!

물성치 분석

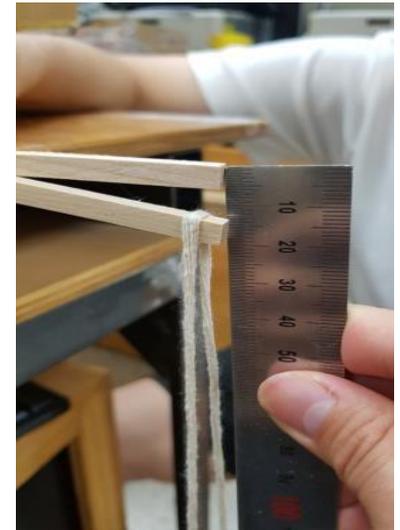
$$\delta = \frac{PL}{3EI} \text{ 를 이용하여 탄성계수 측정}$$

$$p = 4.9\text{N}, L = 100\text{mm}$$

$$I = 4 \times 6^3 / 12 = 72\text{mm}^4 \text{ 인 부재 사용하여 측정}$$

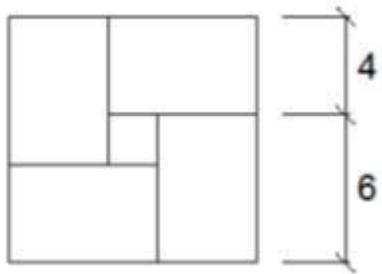
$$E = \frac{4.9 (N) \times 10^6 (\text{mm}^3)}{3 \times \delta (\text{mm}) \times 72 (\text{mm}^4)}$$

δ	E
13mm	1745.01
12mm	1890.43
14mm	1620.37
13mm	1745.01
13mm	1745.01
평균	1745.01



03 부재 설계

기둥 설계

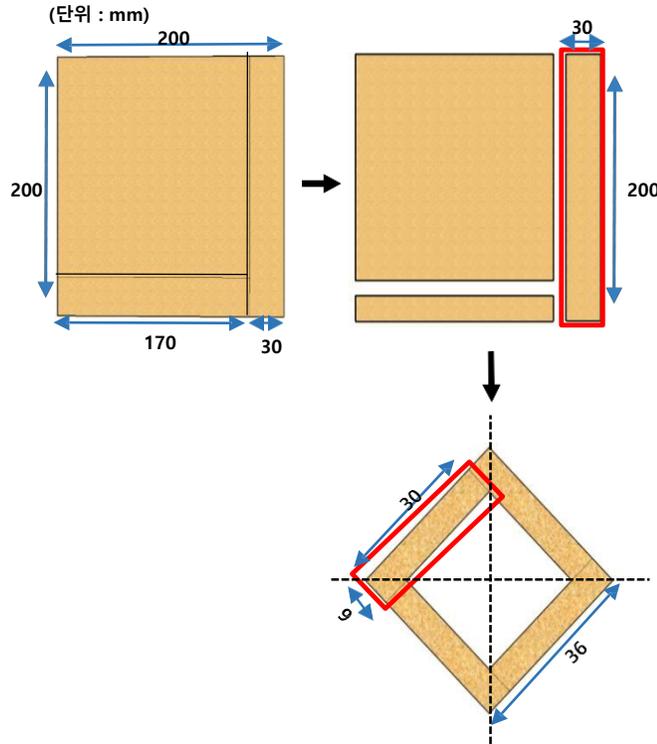


$$I_x = \frac{10^4 - 2^4}{12} (mm^4) = 832 mm^4$$

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

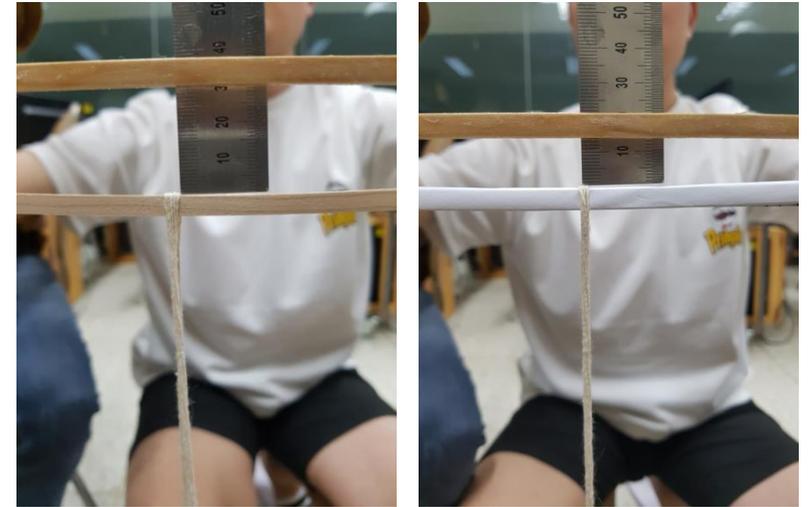
x,y축에 같은 힘으로 저항하기 위해 x축, y축에 의한 단면 2차 모멘트가 같도록 기둥 설계

내부 코어 설계



플레이트 만들고 남은 재료를 이용해 전단에 취약한 1층을 보강할 전단벽 설계

구조물 보강



기둥	종이보강
30mm	14mm
32mm	15mm
35mm	17mm
31mm	14mm
33mm	15mm
평균32.2mm	평균15mm

종이를 통한 기둥보강

1층 기둥 보강을 위해 종이를 덧대어 강성 증가



약 53.4%의 변위 감소

04 메인 아이디어

종이댐퍼

가장 경제성이 좋은 실과 종이를 이용해 0.7g에서 파괴를 유도하는 방법과 제진효과를 일으킬 수 있는 댐퍼를 생각하던 중 **종이댐퍼**를 떠올리게 됨.

아이디어 발전과정



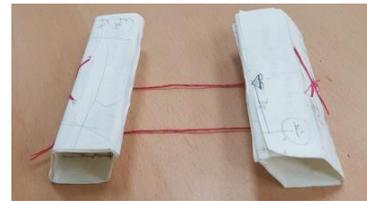
- 종이의 복원력을 이용해 제진효과 유도
- 종이의 복원력이 너무 약하고 좌굴이 일어나기 쉬움

Sol 록타이트를 통해 종이의 강성을 높이고 실을 X자로 연결해 복원력 증가



- 종이의 강성이 증가해 제진효과 증가
- 실을 통해 강성은 증가하였으나 종이의 복원력은 여전히 낮음

Sol 종이의 복원력을 증가시키며 0.7g에서 파괴 가능한 댐퍼 구현



- 종이 댐퍼를 서로 실로 연결하여 한 쪽이 수축하면 다른 한쪽이 팽창하여 복원력 증가

Sol 실을 바닥에 연결함으로써 하중블록 탈락 가능



- 실을 댐퍼 위로 설치하여 하중 블록을 잡아주어 블록의 이탈 방지
- 종이 댐퍼를 여러장의 종이와 록타이트로 보강하여 강성 증대
- 실의 개수를 조절하여 0.7g에서 파단 유도 가능
- 3개의 하중 블록만 부담하도록 설계

05 메인 아이디어

마찰력 측정



하중블록과 블록 사이에 MDF판을 넣어 원활한 거동 유도

정지마찰력

$$1.5(\text{kg}) \times 9.8(\text{m/s}^2) \times 75/170(\cos) = 6.49\text{N}$$

$$\text{운동마찰력 } 0.7 \times 6.49 = 4.54\text{N}$$

0.7g 파단유도 실험



0.7g에서 하중 블록의 힘 $0.7 \times 9.8 \times 1.5 = 10.29\text{N}$
 0.7g에서 실의 장력 $10.29 - 4.54 - 0.57 = 5.18\text{N}$

실험결과 실의 장력이 대략 1.5N

$$5.18(\text{N}) / 1.5(\text{N}) = \text{약 } 3.45 \text{ 이므로}$$

4개의 실을 사용하여 0.7g에서의 파단 유도!!

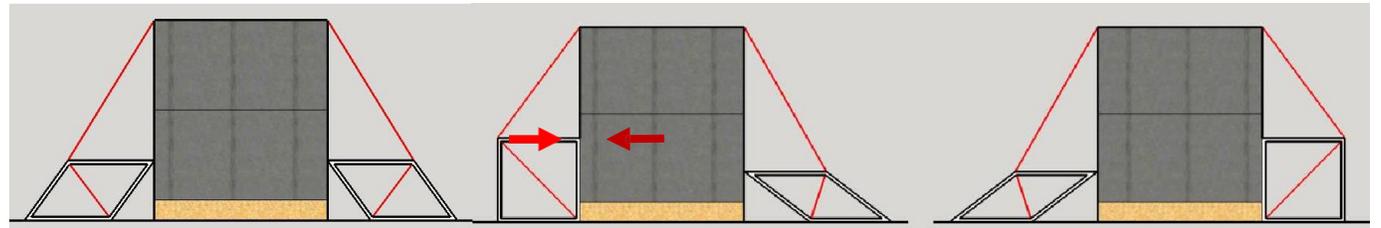
종이댐퍼 반발력 측정



$$\text{하중 } 4.9(\text{N}) \times 75/170(\cos) = 2.16\text{N} \quad \text{마찰력 } 4.9(\text{N}) \times$$

$$55/170(\cos) = 1.59\text{N} \quad \text{반발력 } 2.16 - 1.59 = 0.57\text{N}$$

댐퍼 작동 과정



하중블록 저항
 력으로 복원

실의 인장력으로 복원

실의 인장

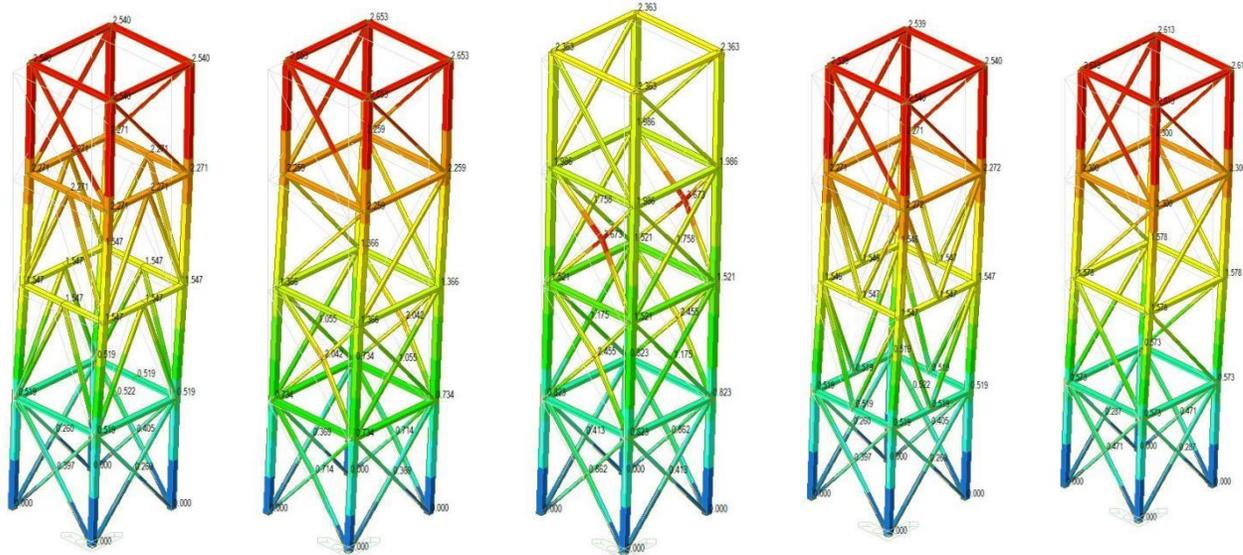
하중블록
 저항

- 하중 블록이 이동하면 해당 종이 댐퍼가 반발력으로 하중 블록을 저항
- 종이의 약한 복원력을 실의 인장력으로 보강
- 두 종이 댐퍼의 반발력으로 하중 블록의 운동에너지 소산 → 마찰댐퍼로 기능

06 가새 설정 및 거동 분석

가새 설정

토글 댐퍼는 전단력의 부담이 가장 적은 4층에 배치 후 마이다스 해석 시에는 대각 가새로 가정
1층은 X자 가새로 고정한 후에 마이다스 해석 실시

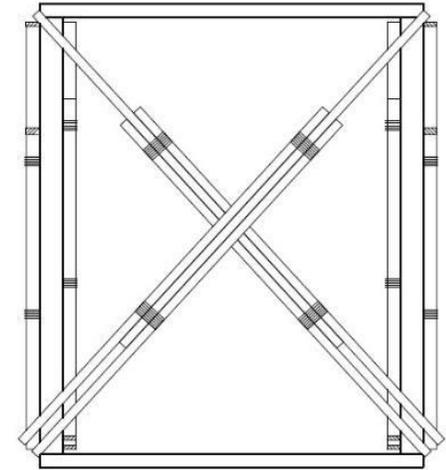


	23층 역자	3층 대각	23층 X자	23층 V자	23층 대각
최대변위	2.540mm	2.653mm	2.363mm	2.540mm	2.613mm

최상층 변위가 가장 적은 x자 가새를 2,3층에 선정

→ 제진 효과를 극대화 하기 위해 2,3층을 마찰 댐퍼로 설계

마찰 가새



부재에 사용되는 대각 가새를 실로 연결



구조물 진동 시 연결된 부재가 마찰하며 **지진 에너지를 마찰 에너지로 소산**