

“ 목표 성능 수준을 고려한 구조물의 내진 설계 ”

2019 구조물 내진설계 경진대회

Seismic Structure Design Contest 2019

조선대학교 건축공학과 Must It



Contents

Must It



- 팀원 소개



- 대회 규정



- 구조 분석
- 실험 분석

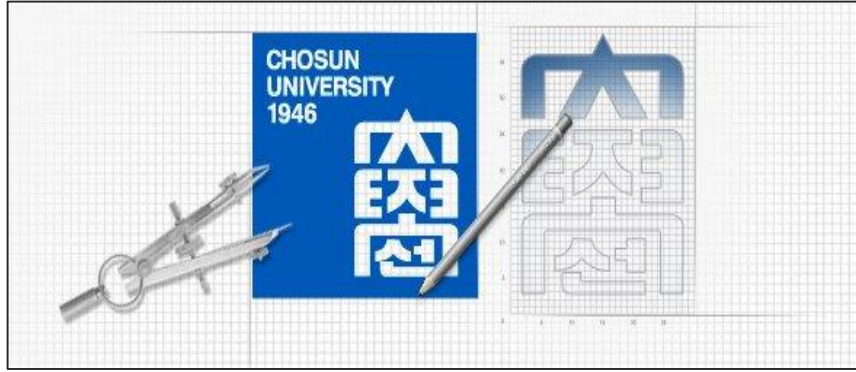


- 최종 모형
- 공종별 내역서



01

팀원 소개



Must It

팀원 한명 한명 모두 하고자 하는 것과 생각들이 다르지만
“틀림없이 이것이다” 라고 하나의 생각으로 도출되어
성공을 기원하는 마음에서 작명

지도 교수 : 최재혁 교수님

조선대학교 건축학부
건축공학전공

김민승(3) : 팀장

- 설계 리드
- 공정 계획

고영일(3)

- 구조 해석
- 구조 시스템

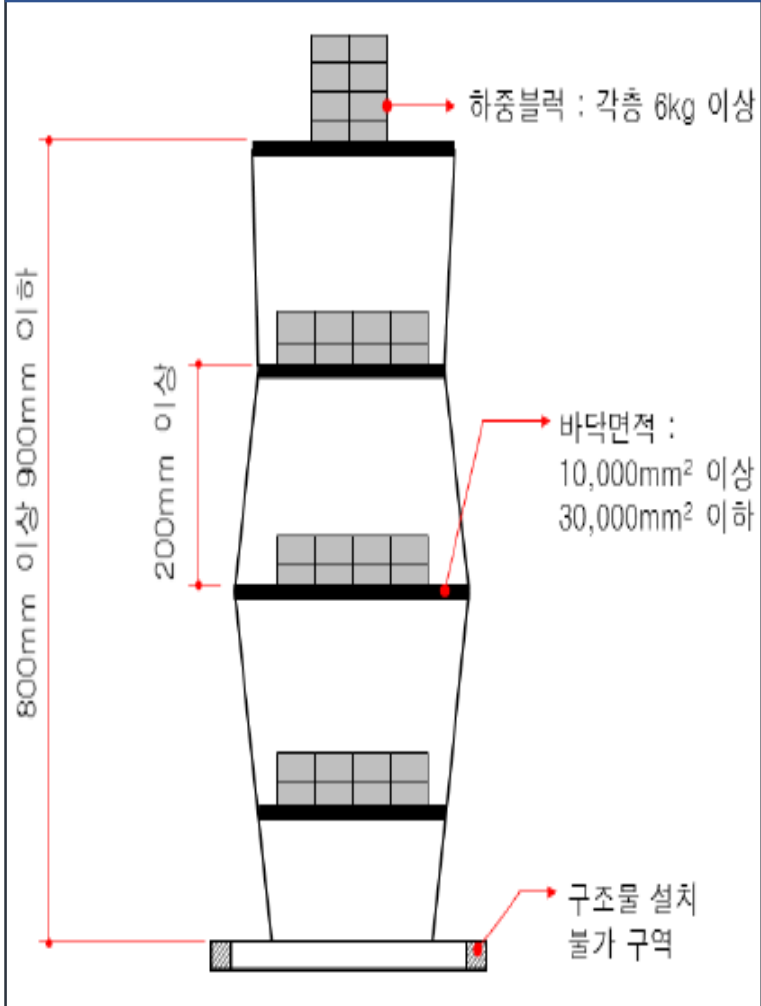
홍진영(3)

- 디자인
- 모형 모델링

고경환(3)

- 도면 제작
- PPT 제작

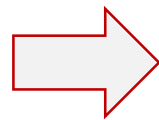
제작 규정 분석



구조물 제작 및 심사 기준

1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
4. 2,400년 빈도 지진발생시 붕괴방지 수준 내진설계
5. 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
6. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계
7. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

- 파괴 유도 : 지진파 분석을 통한 요구 구조성능 0.7g
- 제작 비용 : 1200백만원 ~ 2400백만원
- 제작 시간 : 5시간이내



경제적이며 시공성을 겸비한 합리적인 구조 설계와 0.7g에서의 구조물 파괴를 위한 정밀한 설계 요구

탄성계수 및 휨강도 측정

탄성계수 측정실험

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

E= 탄성계수
P= 하중
L= 길이
δ= 변위
I= 단면2차모멘트

| 무게 (kg) | 하중 (N) | 길이 (mm) | 변위 (mm) | 단면2차 모멘트 (mm ⁴) | 탄성 계수(E) |
|---------|--------|---------|---------|-----------------------------|----------|
| 0.4 | 3.92 | 80 | 5.7 | 72 | 1632 |
| 0.45 | 4.41 | 80 | 6.4 | 72 | 1643 |
| 0.5 | 4.9 | 80 | 7 | 72 | 1659 |
| 0.55 | 5.39 | 80 | 7.6 | 72 | 1677 |
| 0.6 | 5.88 | 80 | 8.3 | 72 | 1688 |

-- 평균 탄성계수 : 약1,660Mpa



부재 휨강도 측정실험

$$M_{max} = \frac{PL}{4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{3}{2} * \frac{M_{max}}{bh^2}$$

M_{max} = 최대휨모멘트
P= 하중(5kg*9.8)
L= 길이(200mm)
b= 단면의 폭(4mm)
h= 단면의 높이(6mm)

| 무게(kg) | Pmax(N) | 길이(mm) | B(mm) | H(mm) | $M_{max}(kn*mm)$ | 휨강도(Mpa) |
|--------|---------|--------|-------|-------|------------------|----------|
| 4.89 | 47.92 | 200 | 4 | 6 | 2396 | 24.96 |
| 4.96 | 48.56 | 200 | 4 | 6 | 2428 | 25.29 |
| 5.03 | 49.3 | 200 | 4 | 6 | 2465 | 25.68 |
| 5.05 | 49.48 | 200 | 4 | 6 | 2474 | 25.77 |
| 5.11 | 49.74 | 200 | 4 | 6 | 2487 | 25.91 |

- 평균 최대응력 : 25.52Mpa



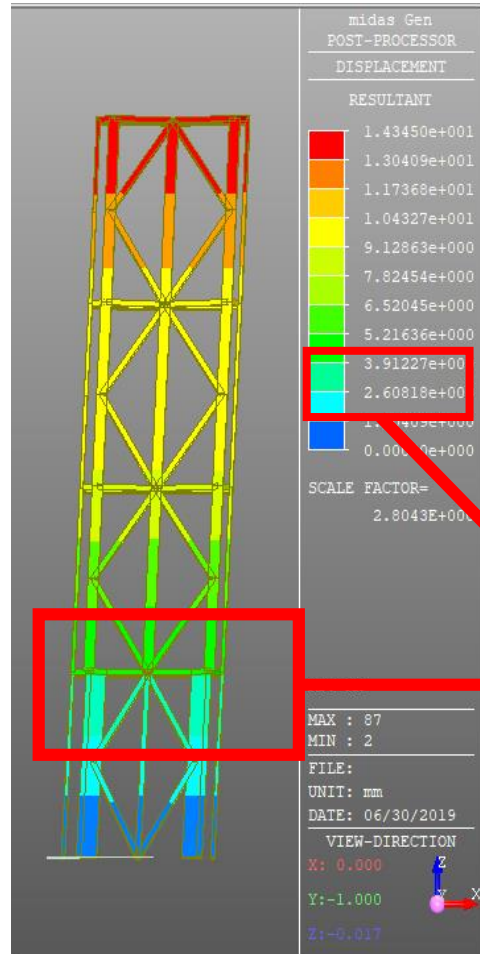
03

구조 분석

구조물 거동확인 및 안전성 검토

03

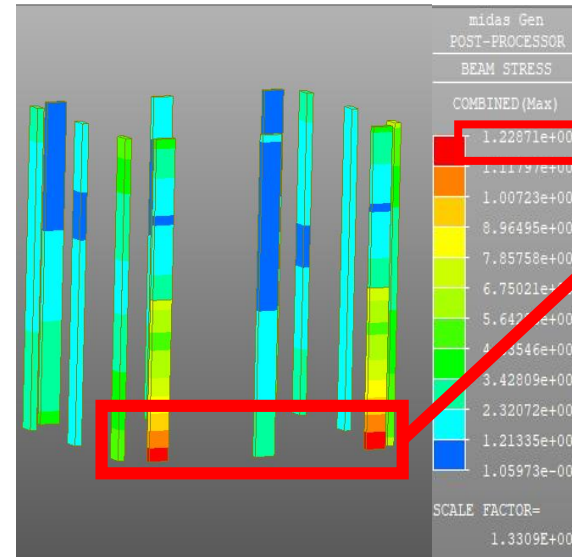
구조 분석



< 건축물 거동 확인 >

- 1층~2층 사이 변위량
1.3mm로 최대변위 확인

1~2층 사이의 변위량이 가장 크기 때문에 최종 모형에서는 2층에 가새가 없는 면에 수평력 저항재(실)을 X자 형태로 보강한다.



< 500년 재현주기 응력 >

- 2층 하부 기둥 최대응력 :12.2Mpa

500년 주기 응력(=12.2Mpa) < 부재 강도 (=25.52Mpa)이므로 **기능수행 목표 만족!**



< 2400년 재현주기 응력 >

- 2층 하부 기둥 최대응력 :30.7Mpa

2400년 주기 응력(=30.7Mpa) > 부재 강도 (=25.52Mpa)이므로 2개 부재에서 파단 발생

및 **붕괴방지 성능만족!**

1차) 각 층 전단벽 + 접합부 목재 보강 + K형 가새

< 1차 모형 >



< 실험 결과 >

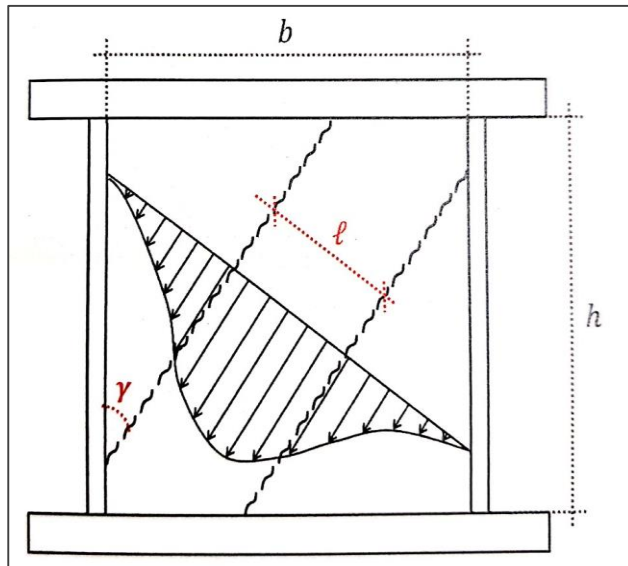


- 모형 강도 우수
- 1층 측면 기둥 & K형 가새 파괴
- 기초 고정 불안정으로 인한 불정확한 실험

1차 피드백

- 기초판과 실험판의 완전한 부착 요구
- 전단벽의 단면을 줄여 강도 저하, 제작비 감소
- 1층 전단벽을 중앙이 아닌 측면으로 배치
- 수평력 저항 부재 설치

수평력 저항 부재 (A4 용지 사용)



$$\gamma = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{h}{b} \right)$$

γ : 인장역장의 경사각

h : 패널의 높이

b : 패널의 폭

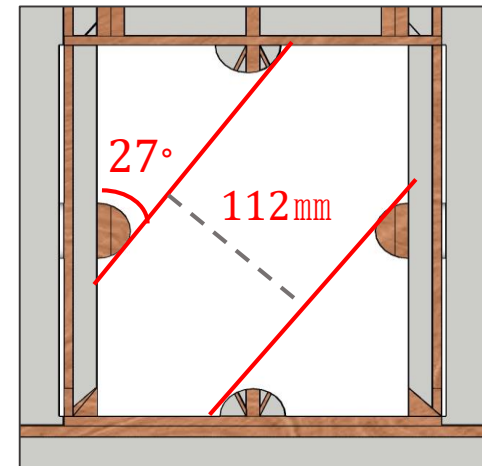
$$l = h \cos \gamma - b \sin \gamma$$

L : 인장역장의 폭

계산 결과 $\gamma = 26.75 = 27^\circ$

$$L = 111.78 = 112 \text{ mm}$$

< Sketch Up >



< 모형 적용 >

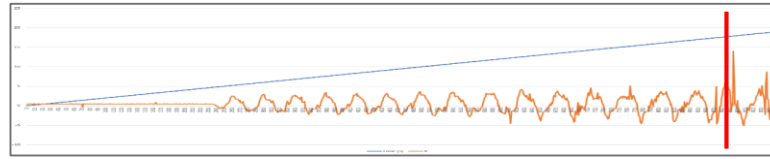


2차) 수평력 저항 부재 (종이&실) + 측면 보강 + K형 가새

< 2차 모형 >

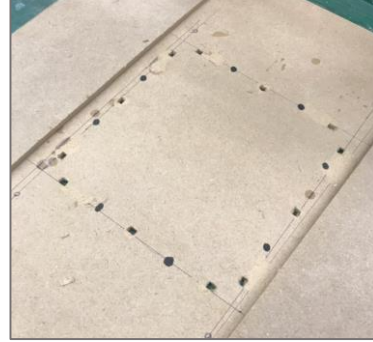


< 실험 결과 >



강도 0.49g에서
구조체 분리

- 구조체와 기초 분리
- 강성 0.49g이상 확보



2차 피드백

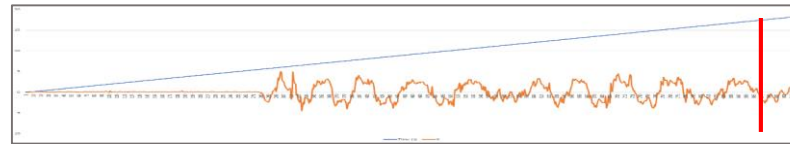
- 전단벽을 기초에 정착 요구
- 가새 모형 및 개수 변경을 통한 시공비 절감
- 종이의 인장역장을 통해 확실한 설계 요구
- 실에 미리 인장을 가하여 실이 최초 파단을 일으키도록 설계

3차) 수평력 저항 부재 (종이&실) + V형 가새

< 3차 모형 >



< 실험 결과 >



강도 0.592g에서
구조체 비틀림 및 파괴

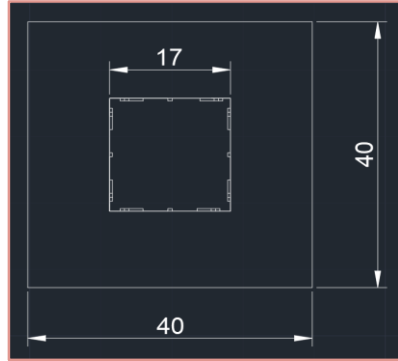
- V형 가새의 강도 미확보
- 실의 영향으로 편심 발생
- 기초판 강도 확보

3차 피드백

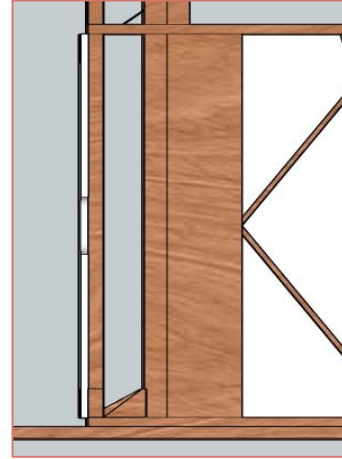
- K형 가새로 변경 결정
- 편심이 일어나지 않도록 2층에 X자 모양 실 설계
- 3층 실 제외 및 가새 보강

최종 모형

1층

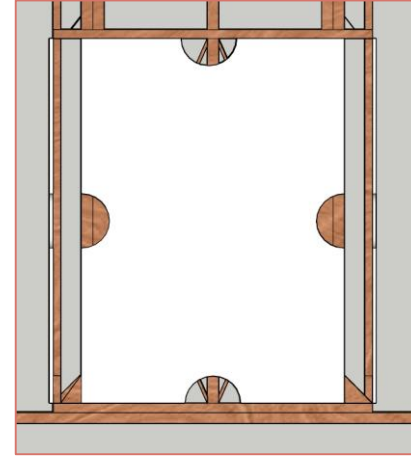


1층 단면도
< CAD >



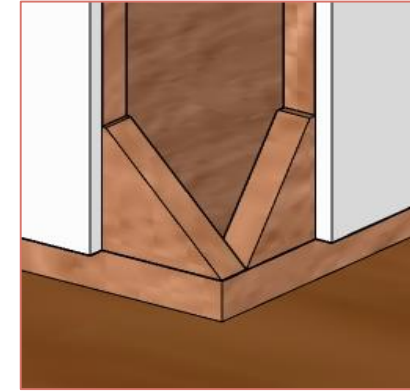
전단벽

- 측면 기둥의 압축력 보강
- 기초판과 분리 방지



저항 부재 (종이)

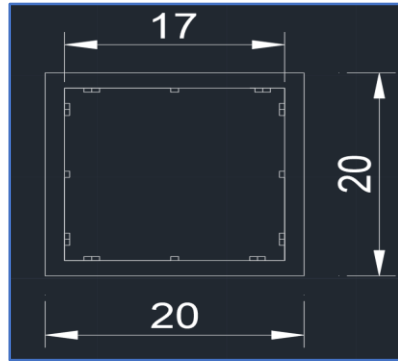
- 수평력 저항



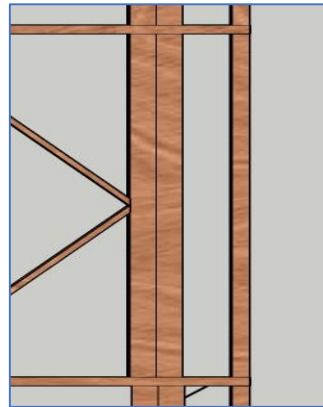
측면 보강 부재 (종이)

- 측면 기둥의 안정성 확보
- 기초판과 고정 역할

2~4층

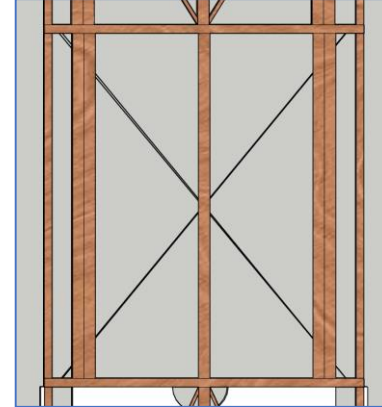


2~4층 단면도
< CAD >



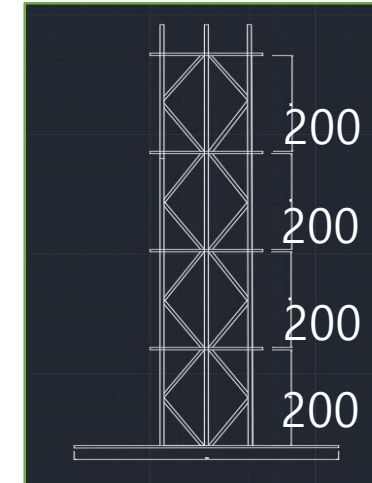
압축 기둥

- 측면 기둥의 압축력 보강
- 구조물 제작 재료비 감소

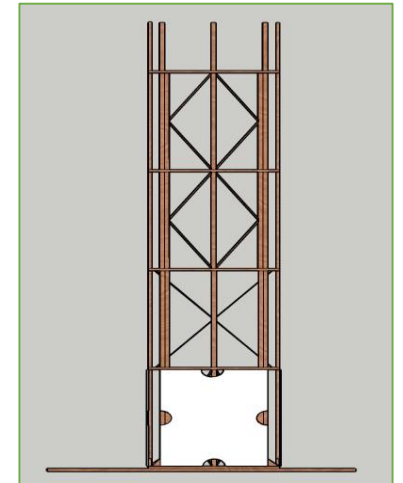


저항 부재 (실)

- 수평력 저항
- 구조물 균형 유지



< 모형 측면 >
구조물 K형 가새



- 구조물 강도 확보
- 구조물 안정성 확보

공정표

| 구분 | 소요시간 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1시간 | | | | | | 2시간 | | | | | | 3시간 | | | | | |
| | 10분 | 20분 | 30분 | 40분 | 50분 | 60분 | 10분 | 20분 | 30분 | 40분 | 50분 | 60분 | 10분 | 20분 | 30분 | 40분 | 50분 | 60분 |
| 기둥 제작 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 슬라브 제작 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 기초판 제작 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 브레이스 제작 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 벽 제작 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 벽 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 기둥 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 슬라브 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 가새 7/8 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 하중 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 남은 가새 설치 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

제작 재료 분석

| 부재명 | 부재 규격 | 부재 개수 | 부재명 | 부재 규격 | 부재 개수 |
|-------|-----------------|-------|------|-----------------|-------|
| 벽 | 20mm*200mm*4mm | 8 | 가새 | 120mm*6mm*4mm | 56 |
| 기둥 | 600mm*6mm*4mm | 12 | 기초판 | 400mm*400mm*6mm | 1 |
| | 280mm*6mm*4mm | 12 | | | |
| 슬라브 | 200mm*200mm*6mm | 4 | A4용지 | A4용지 1장 | 2 |
| 압축 가새 | 200mm*6mm*4mm | 24 | 실 | 600mm | 4 |

| 재료명 | 규격 | 단가(백만원) | 수량 | 합계(백만원) |
|-----------|-----------------|---------|----|---------|
| MDF STRIP | 600mm*6mm*4mm | 10 | 38 | 380 |
| MDF PLATE | 200mm*200mm*6mm | 100 | 5 | 500 |
| 면줄 | 600mm | 10 | 4 | 40 |
| A4용지 | A4용지 1장 | 10 | 2 | 20 |
| 접착제 | 20g | 200 | 2 | 400 |
| 총 액 (백만원) | | | | 1340 |

0

니가본내서