



창원대학교
CHANGWON NATIONAL UNIVERSITY

창원대학교 건축공학과

2022 구조물 내진설계 경진대회

Seismic Structure Design Contest 2022

“다층 구조물 한계상태를 고려한 상세 내진설계 ”

설계요약서

팀 소개



팀원 및 역할 소개

지도교수

창원대학교 건축공학과
 김성용 교수님

팀장 이동인(4)

- 총괄 및 결과분석
- 지진파 분석 및 생성
- Feedback 진행

팀원 채홍윤(4)

- 3차원 모델링
- 설계 도면 작성

팀원 홍예원(2)

- PPT 작성
- 경제성 검토

팀원 안진현(4)

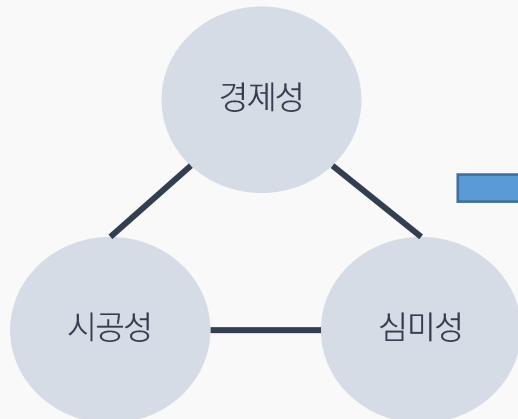
- 구조 해석 모델링
- 실험 계획 및 분석

대회 규정 분석

대회 주제 “다층 구조물 한계상태를 고려한 상세 내진설계”

심사기준

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 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진 설계
5. 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
6. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
7. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술



기술훈 창의성과 합리적인 가격,
구조물 외관의 아름다움을 고려

설계스펙트럼

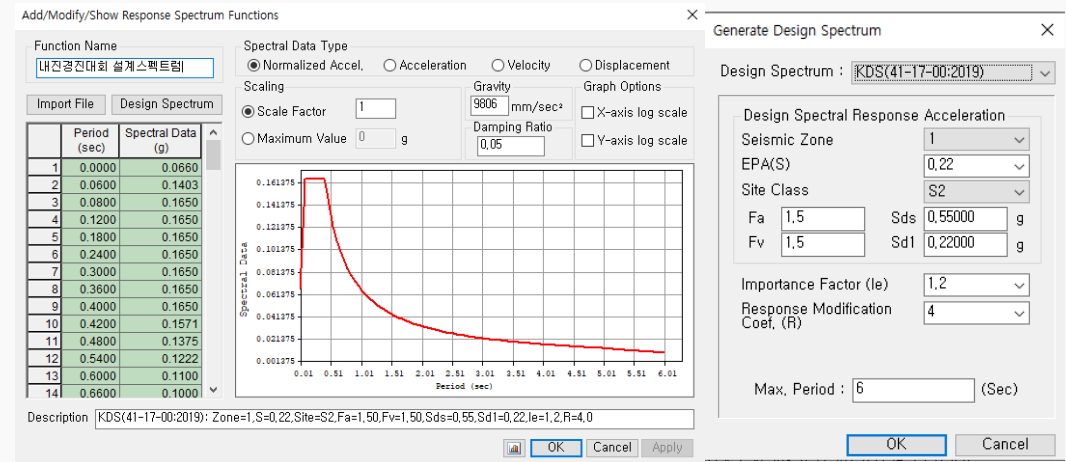
$$S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times \frac{2}{3}$$

$$S_{D1} = S \times F_v \times \frac{2}{3}$$

유효수평지반가속도 (S)

재현주기(년)	유효수평지반가속도 (S)
500	0.3 g
2400	0.6 g

- * S : 유효수평가속도(다음은 최대고려지진인 2400년을 기준으로 계산한 내용)
- * 지반증폭계수 : 설계스펙트럼 작성 시,
단주기 지반응답증폭계수(F_a)=1초 주기 지반응답증폭계수(F_v)=1.5



$$S_{DS} = 0.22g \times 2.5 \times 1.5 \times \frac{2}{3} = 0.55g$$

$$S_{D1} = 0.22g \times 1.5 \times \frac{2}{3} = 0.22g$$

재료 물성치 분석

탄성계수 측정

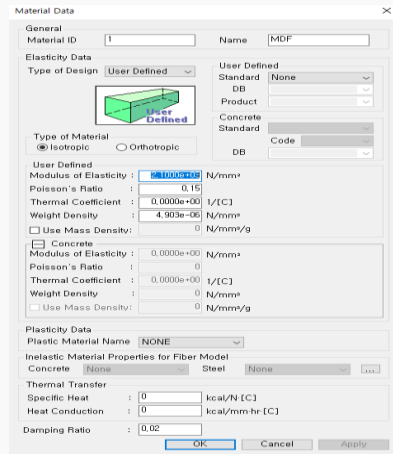
- 캔틸레버 보에서 단일하중에 의한 처짐

- $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$
- 부재 길이 : 265mm
- 단면2차 모멘트 360mm^4



탄성계수 측정 실험

처짐 (mm)	하중 (N)	탄성계수(MPa)
10	0.98	1689.79
12	1.47	2112.246
16	1.96	2112.246
19	2.45	2223.41
23	2.94	2204.08
26	3.43	2274.72
31	3.92	2180.38
34	4.41	2236.49
38	4.90	2223.41
평균		2139.64N



MDF Material 입력

→ 평균 MDF 탄성계수 : 2100MPa 으로 산정

인장강도 측정

- 면줄의 인장강도(파단강도) 측정

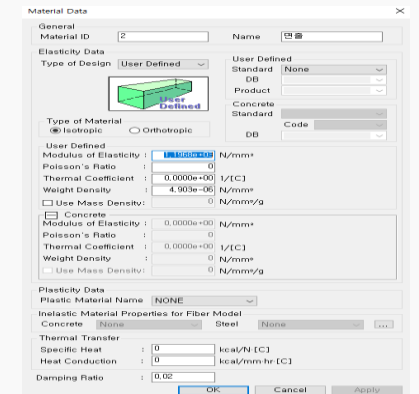
- 면줄의 변형을 통한 인장강도(파단강도) 측정
- $\delta = \frac{PL}{EA}$
- 총 4차례 진행 후 평균 강도 산출



인장강도 측정 실험

무게(kg)	하중(N)	단면적 (mm ²)	인장강도 (MPa)
2	19.61	1.76	11.14
4	39.22	3.53	11.11
6	58.83	5.30	11.10
8	78.45	7.068	11.11
평균 인장강도			11.11MPa

면줄의 탄성계수 : 1196.8MPa



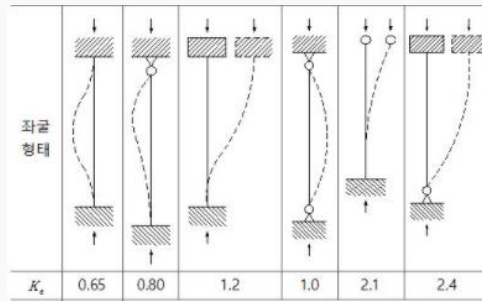
면줄 Material 입력

→ 인장강도 11MPa이므로 대략 1kg까지의 하중을 저장

구조물 설계

좌굴 하중 계산

좌굴 하중 실험



책(3kg)의 하중 + 철판(6kg) + 철판(6kg) + 철판(6kg) 재하

NG

21kg의 하중 재하시 파단

- 실험 후 유효 좌굴 길이 계수 K를 1.6로 재설정

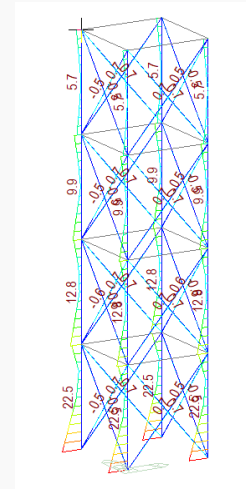
탄성계수(E)	2100(N/mm ²)
단면2차모멘트(I)	832mm ⁴
유효 좌굴 길이 계수(K)	1.6
부재 길이(L)	200mm
좌굴 하중(N)	168.02N



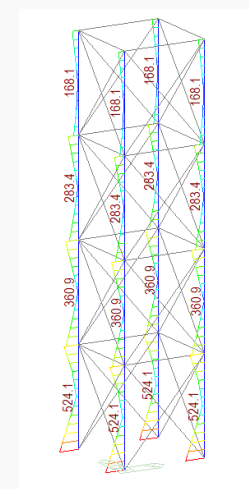
- 기둥부재의 좌굴 하중 $P_{cr} = 168\text{N}$
- 1개의 기둥부재 당 대략 17.1kg까지 저항

가새 설계

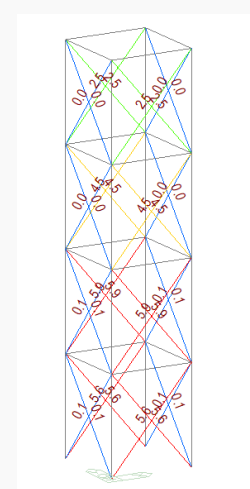
- 면줄 효과
 - 모멘트 비교



X형 가새 구조물



면줄 인장 가새 구조물



면줄 인장 가새 구조물

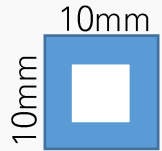
- 면줄을 Tension Only 가새로 연결하여 인장력만 받게 하여 X자형 가새에서 발생하는 모멘트 값을 0으로 하여 기둥에서 모멘트가 집중하도록 설계
- 가새에서 발생하는 인장력이 5.9N이므로 진동 시 기둥이 벌어짐 억제

구조물 설계

기둥 설계

- 기둥 부재의 단면 2차 모멘트

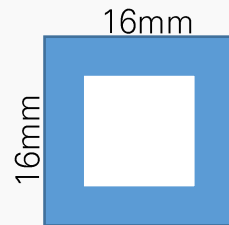
- 3,4층 기둥



$$I_x = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{mm}^4$$

$$I_y = \frac{10 \times 10^3}{12} - \frac{2 \times 2^3}{12} = 832 \text{mm}^4$$

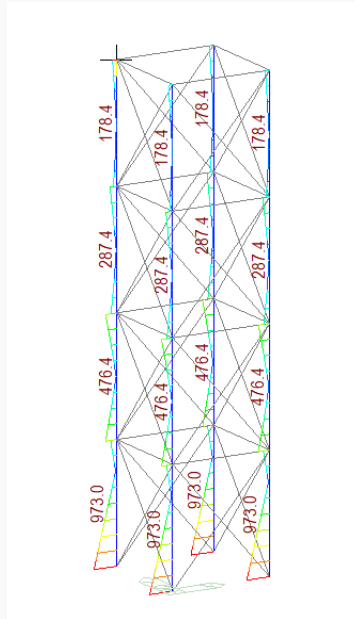
- 1,2층 메가 콜럼



$$I_x = \frac{16 \times 16^3}{12} - \frac{8 \times 8^3}{12} = 5,120 \text{mm}^4$$

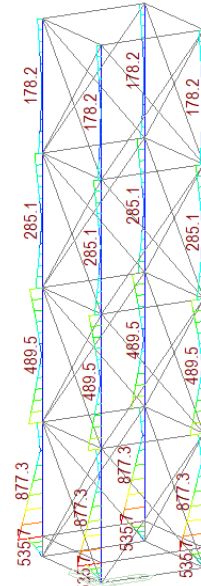
$$I_y = \frac{16 \times 16^3}{12} - \frac{8 \times 8^3}{12} = 5,120 \text{mm}^4$$

- 10*10 기둥에서 저항하는 1층 기둥의 모멘트 값은 524N 이므로 진동 시 구조물이 파괴가 일어나므로 최대 모멘트가 973N이고 강성이 큰 기둥으로 교체
- 1,2층에 16*16 기둥을 사용하여 단면 2차 모멘트가 10*10 기둥에 비해 6배 증가하여 기둥에서 발생하는 처짐을 6배 감소



1,2층 16*16 기둥,
3,4층 10*10 기둥
휨 모멘트

전단벽 및 접합부 설계



1,2층 16*16 기둥, 3,4층
10*10 기둥 + 전단벽
휨 모멘트



- 삼각 보강 플레이트를 기둥 옆에 부착하여 기둥의 좌굴 방지
- 삼각 보강 플레이트를 천공하여 면줄 가새를 연결하여 가새와의 일체화 증대
- 접합부에 사각 보강 플레이트를 접착하여 거셋 플레이트 효과 및 남은 부재 활용
- 16*16 기둥만 사용할 때 진동 시 발생하는 하중에 충분히 견디지 못하므로 단면 설계 후 남은 보강 플레이트를 전단벽으로 설계하여 수평 하중 보강
- 1층 기둥과 바닥판의 접착 부위 증가 및 일체화 효과

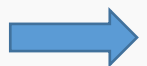
구조물 설계

붕괴 메커니즘

최종 구조물



최상층 최대 변위 5.038mm 발생	0.3264 sec	0.3259 sec	0.3259 sec	0.115 sec	0.111sec	0.111sec
-------------------------	------------	------------	------------	-----------	----------	----------



구조물의 주기가 짧아질수록 변형 형상이 3층 바닥판에서 집중되어 기둥이 파괴되거나 기둥과 바닥판이 탈락하면서 접합부의 파괴 형상 확인



내역서 및 공정표

재료명	단위	규격	단위수량(개)	단가(백만원)	합계
MDF Base(기초판)	개	400mm*400mm*6mm	1	기본제공	0
MDF Strip	개	600mm*4mm*6mm	32	10	320
MDF Plate	개	200mm*200mm*6mm	6	100	600
면줄	식	600mm	36	10	360
접착재	개	20g	2	200	400
합계					1680

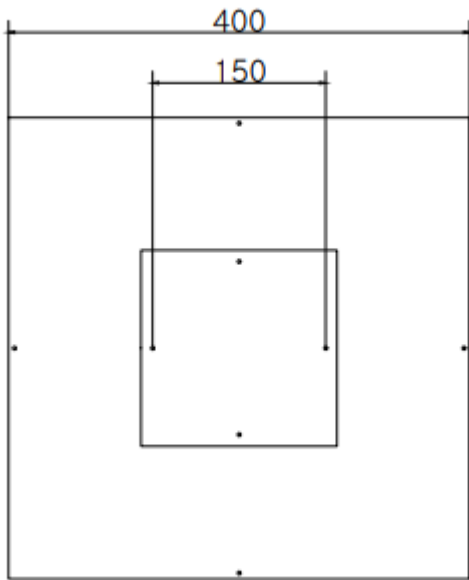
총 1,680 만원

공정	시간	0시간		1시간		2시간	
		30	60	30	60	30	60
베이스 플레이트 제작							
보강 플레이트 제작							
기둥 제작							
기둥 접합							
가새 접합							
보강 플레이트 접합							
하중 설치							

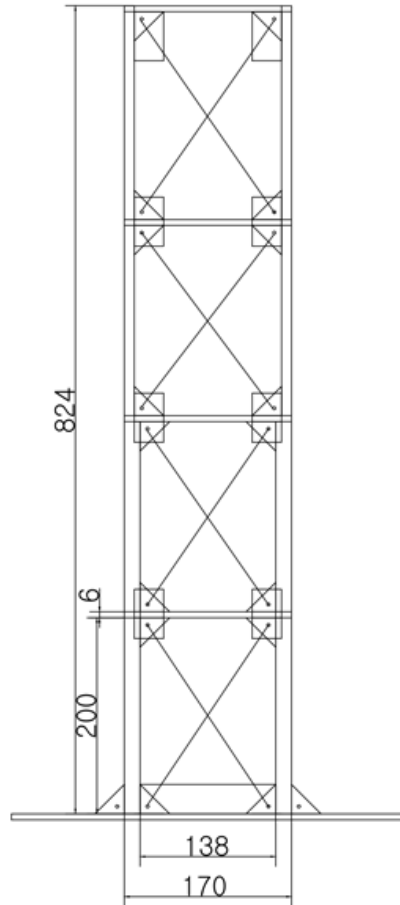
총 제작 시간 : 3시간
 여유시간 : 1시간

설계 도면

단면도



입면도



3D 모델링

