

Intro

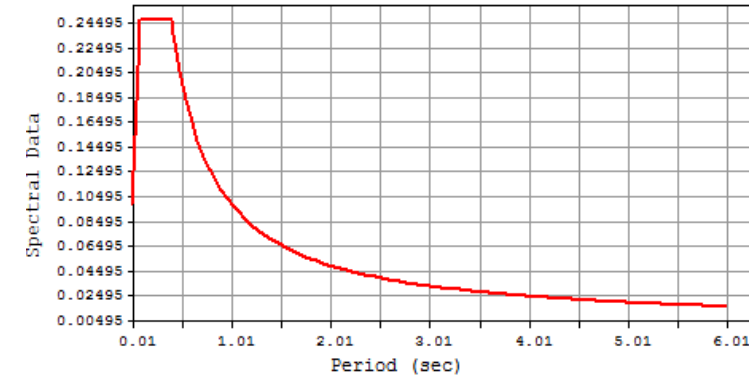
설계 목표 : 구조물 성능 기반 내진설계

설계지진 재현주기(년)	내진 성능 수준			
	기능 수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
500년	내진특등급	내진특등급	내진특등급	
2400년				내진특등급

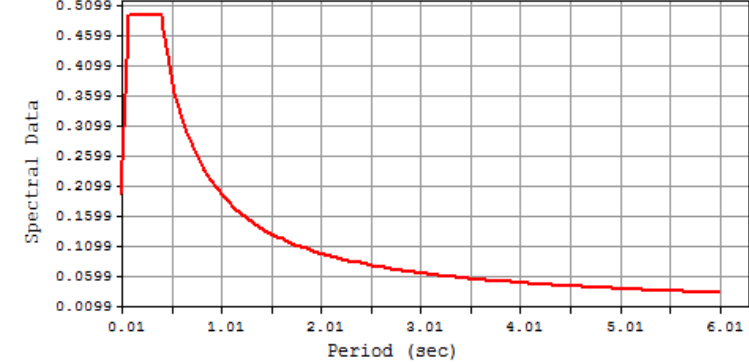
지진 구역 : 1
 지진 구역 계수 (z) : 0.11g
 지반 종류 : S₂(알고 단단한 지반)
 위험도 계수 : 1 (500년주기)
 2 (2400년 주기)

$$S_{DS} = 0.22 \times 2.5 \times 1 \times \frac{2}{3} = 0.367g$$

$$S_1 = 0.22 \times 1 \times \frac{2}{3} = 0.147g$$



- 재현주기 500년

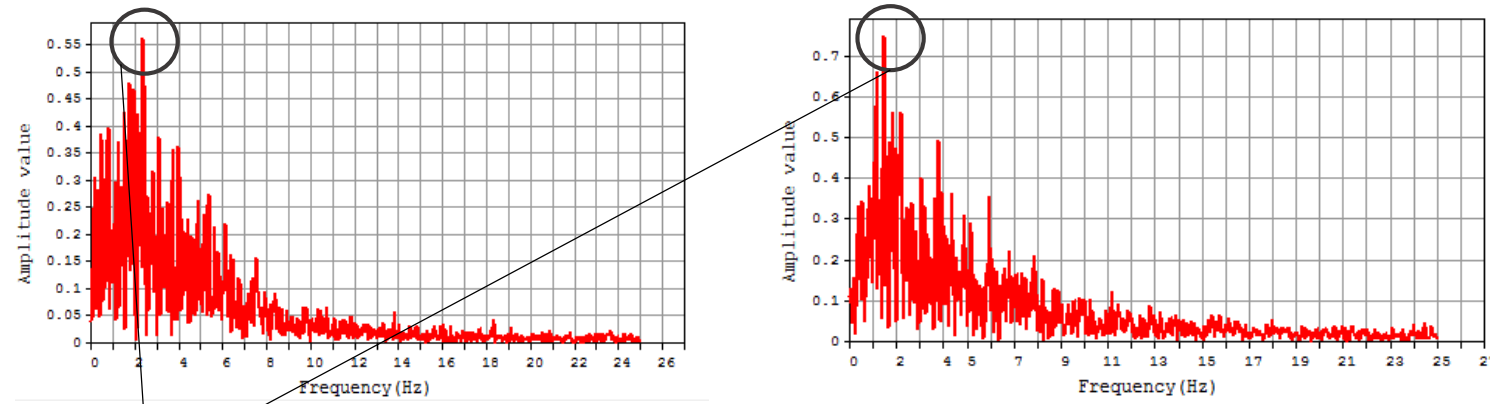


- 재현주기 2400년

$$T_0 = 0.08sec \quad T_s = 0.40sec$$

Analysis

● 지진파 해석



임의적으로 최대 지반 가속도(P.G.A) 0.7g로 증폭시킨 El-Centro 지진파 입력

● MIDAS

가새 선정

종류	편심 가새	이중 편심 가새
형태		
변위	368.1 mm	201.5 mm

→ 상대적으로 변위가 작은 이중 편심 가새 선택

모드 현상

모드	1차모드	2차모드	3차모드	4차모드	5차모드
MIDAS					
DxDy (mm)	0.471	0.465	0.465	0.046	0.046
PERIOD (sec)	0.585	0.583	0.583	0.379	0.379

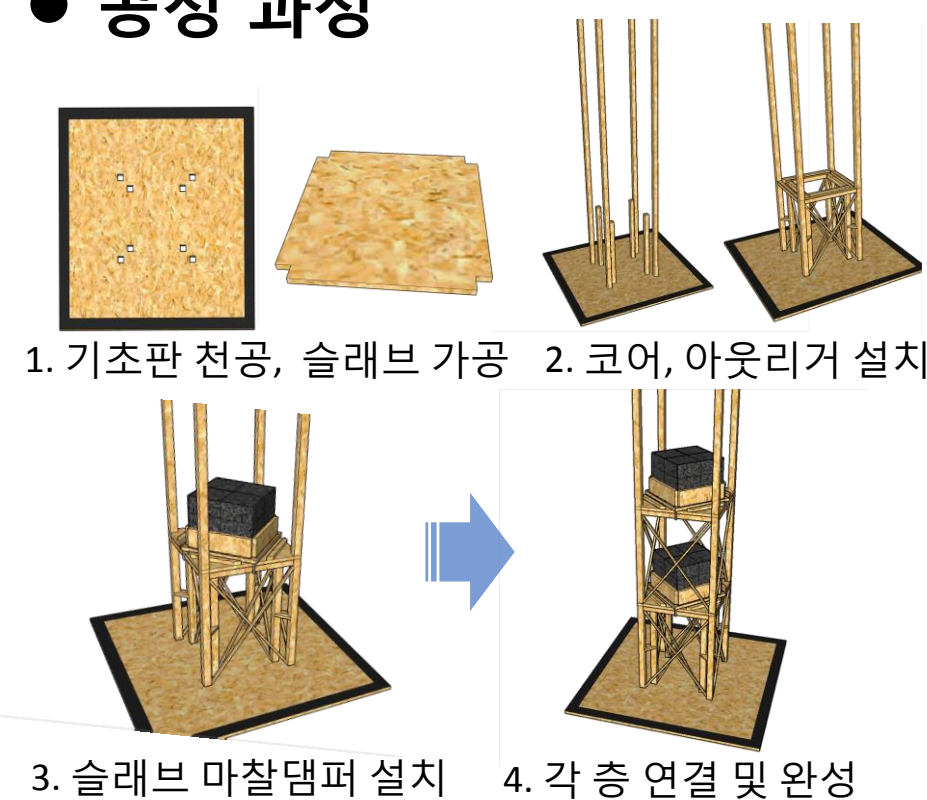
구조물의 1~5차 모드 고유주기 (0.379sec ~ 0.585) 예상

● 내역서

재료명	부재명	부재 규격	재료개수	재료 단가 (백만원)	금액(백만원)
MDF Strip	외부 기둥	824mm X 12mm X 12mm	36개		360
	내부 기둥	206mm X 10mm X 10mm	8개		80
	외부 보	136mm X 10mm X 10mm	16개		160
	내부 보	80mm X 10mm X 10mm	1개	10	10
	가새(1, 2층)	230mm X 4mm X 6mm	8개		80
	가새(3, 4층)	102mm X 4mm X 6mm	2개		20
	가새 보	136mm X 6mm X 8mm	8개		80
MDF Plate	내부 가새	212mm X 4mm X 6mm	4개		40
	슬래브	160mm X 160mm X 6mm	4개		400
면줄	실	600mm	16개	10	160
A4지				10	
접착제			2개	200	400

= 총액 : 1990 백만원

● 공정 과정



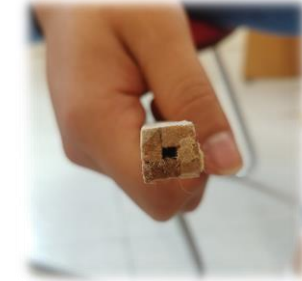
= 소요시간 2시간 50분

Concept

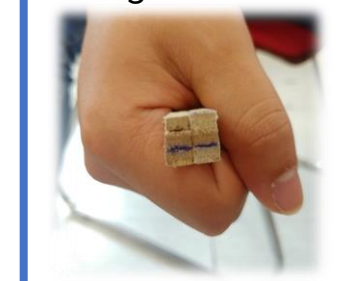
● Mega Column

- 면적을 크게 하여 강성 증가
 $k(\text{강성}) = E(\text{중 탄성계수}) * I(\text{단면 2차 모멘트})$
- X, Y축 모두 동일한 단면 2차 모멘트
 → Strip 6개를 붙여 정사각형 단면으로 설계

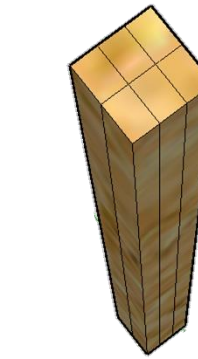
<보편적 기둥 단면> <Mega column>



(10 X 10)



(12 X 12)



그래픽 모형

캔틸레버 보의 변위식을 이용하여 축 강성을 비교

$$\delta = \frac{p \times L^3}{3EI}$$

$$K = EI$$

$$p = mg = 490 \quad L = 150mm$$

$$I = 6 \times 4 \times 2 = 48mm^4 \text{ (strip 2개 사용)}$$

$$\delta = 40mm$$

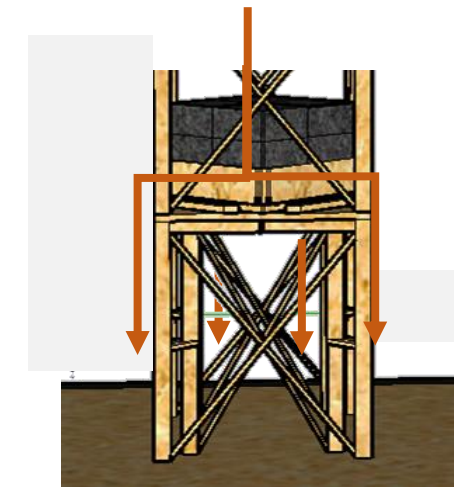
$$E = 287,109MPa$$

	10 x 10	12 x 12
축강성	27,562kN	41,644kN

10mmX10mm 기둥 대비 축강성 약 51% 증가

● Core & Outrigger

- 기둥 증가 → 기둥당 부담 하중 감소
- 코어 → 아웃리거 구조로 강성증진
 지진력 저항

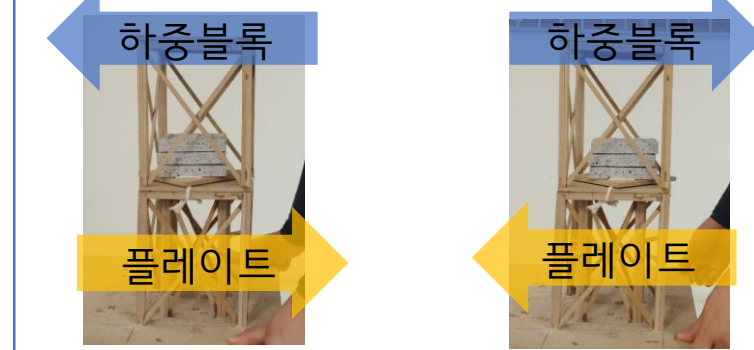


● Friction Damper

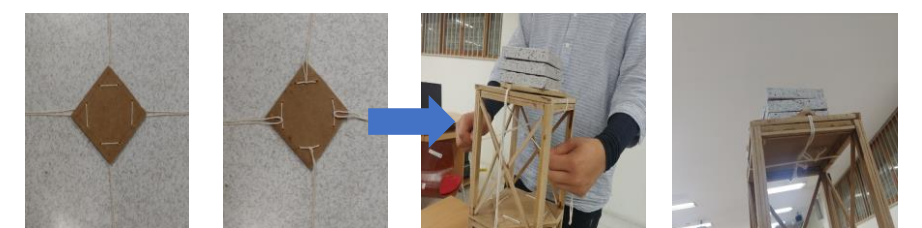
- $m \cdot \ddot{u}(t) + c \cdot \dot{u}(t) + k \cdot u(t) = -m \cdot \ddot{u}_g(t) + F_D$
- m: 질량, $\ddot{u}(t)$: 가속도, c: 감쇠 $\dot{u}(t)$: 속도, k: 강성, u(t): 변위, $\ddot{u}_g(t)$: 지반가속도, F_D : 마찰토크
- 자유 진동 운동방정식,
 마찰토크의 효과가 커질수록 지진력에 저항

- 지진력에 의한 운동에너지를 마찰에너지로 변환
- 지진력에 저항하여 건물 자체 변위를 줄여주는 제진 장치
- 슬래브와 마찰 댐퍼 플레이트의 마찰력 이용
- 묶은 실의 관성력으로 인해 하중블록이 원래 위치로 돌아옴

모든 방향 지진력에 대해 저항할 수 있음!



- 제작과정



- MDF Plate 100mm X100mm으로 제작 및 천공
- 면줄 연결
- 슬래브 밑으로 면줄 묶음

하중 블록이 튕겨 나가는 것과 변위 방지하기 위해 방지턱과 블록 펜스를 설치

- Plate 마찰실험

$$mg \cdot \sin\theta = \mu_s \cdot mg \cdot \cos\theta$$

$$\mu_s = \tan\theta$$

μ_s : 정지 마찰 계수

$$F(\text{마찰력}) = \mu_s \times mg$$

종류	기본 Plate	종이 Plate	스크래치 Plate
실험			
마찰계수 (μ_s)	0.444	0.583	1.000
마찰력(F)	4.830N	6.342N	10.878N

-일반 플레이트에 비해
 4.830N → 10.878N 약 2.25배
 6.342N → 10.878N 약 1.7배