

TNT-CHU 설계제안서

TNT-CHU는 경기대학교의 강구조학회 TNT 팀의 파일럿 팀으로써,
 젊은 패기로 TNT와 같은 폭발적인 열정으로 이루어진 학생으로 학생들로 이루어진 팀입니다.
 TMD(Truss Mass Damper)의 추 모양을 비유하여 팀 명을 정하였습니다.

지도교수 : 최병정 교수님

팀장

팀원

팀원

팀원

김영성(2학년)
 총괄
 구조 계산

강창운(2학년)
 물성치 실험
 적산

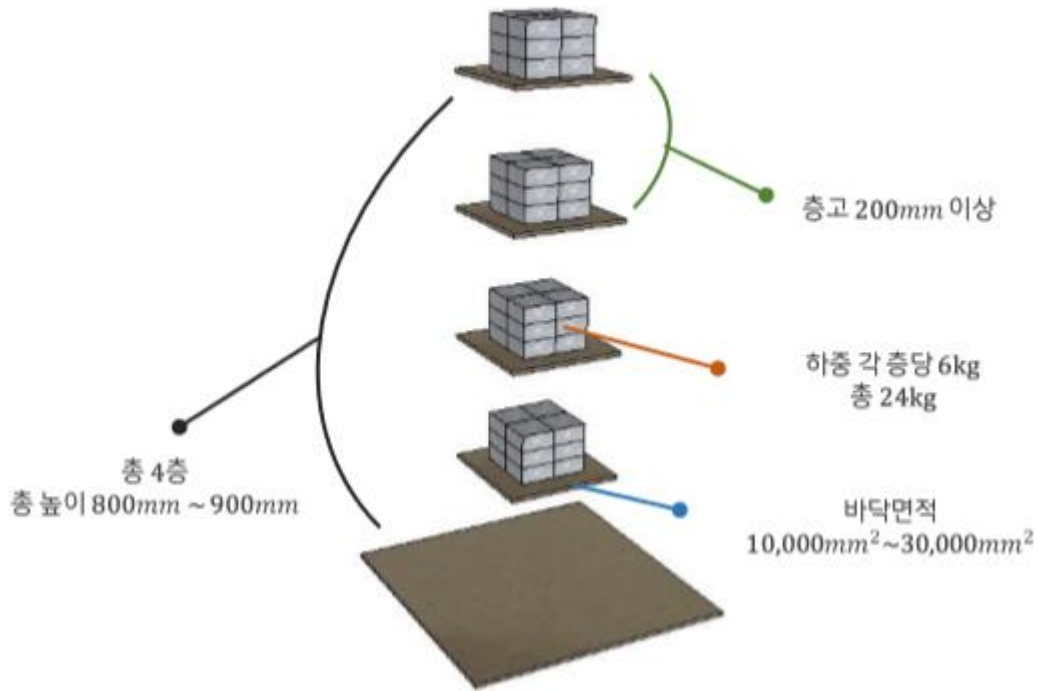
김수민(2학년)
 CAD 작업
 PPT 작성

황선웅(4학년)
 구조 해석
 구조 계산

규정 분석

구조물 제작 및 심사 기준

1) 작품 제작 규정



2,400 백만원 이하의 설계 (경제성)
총 5시간 미만의 제작시간 (시공성)

2) 실험 규정

1. 목표 지진하중

- 지진구역 : I
- 지진구역 계수(Z) : 0.11g
- 지반종류 : S₂, 얇고 단단한 지반

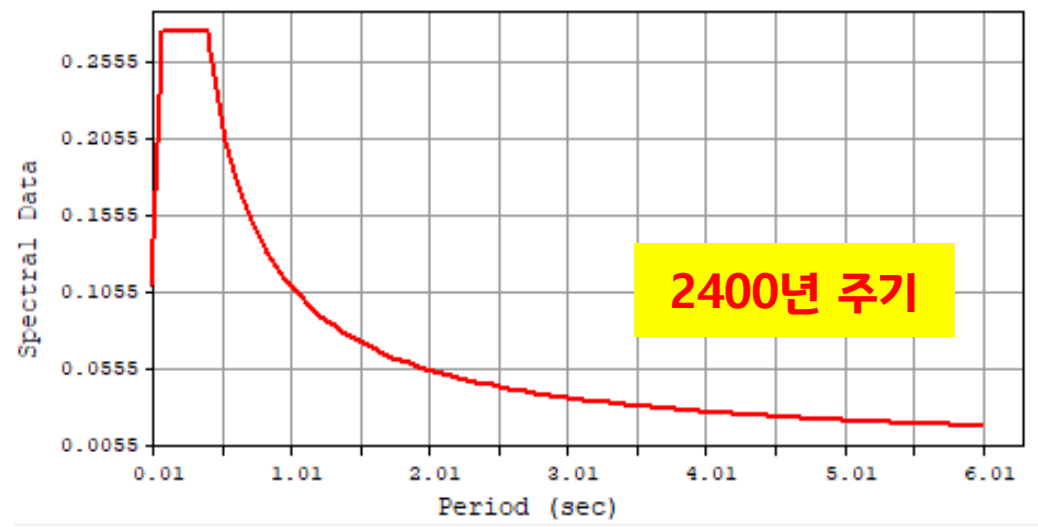
2. 요구 구조 성능

- 0.7g에서 구조물 파괴 유도

지진파 해석을 통해 0.7g에서 파괴유도를 위한 정밀설계 필요

규정 분석

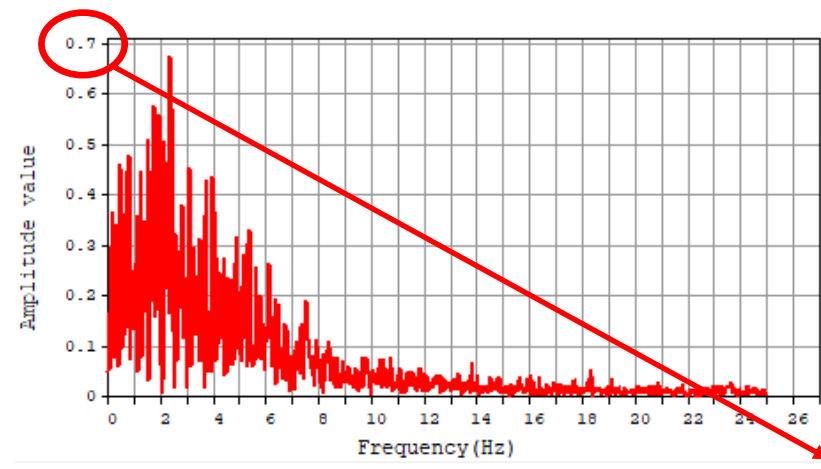
응답 스펙트럼 적용



| | | | | |
|---------------------------------------|---------|---------------------|---------|---|
| Design Spectral Response Acceleration | | | | |
| Seismic Zone | 1 | 지진구역 : I | | |
| Zone Factor (S) | 0.22 | 지진구역계수 : 2 x 0.11g | | |
| Site Class | Sb | 지반종류 : S2 | | |
| Fa | 1.00000 | Sds | 0.36667 | g |
| Fv | 1.00000 | Sd1 | 0.14667 | g |
| Importance Factor (Ie) | 1.5 | 중요도계수 : 1.5 (내진특등급) | | |
| Response Modification Coef. (R) | 4 | | | |
| Max. Period : 6 | | (Sec) | | |

임의의 지진파 선정

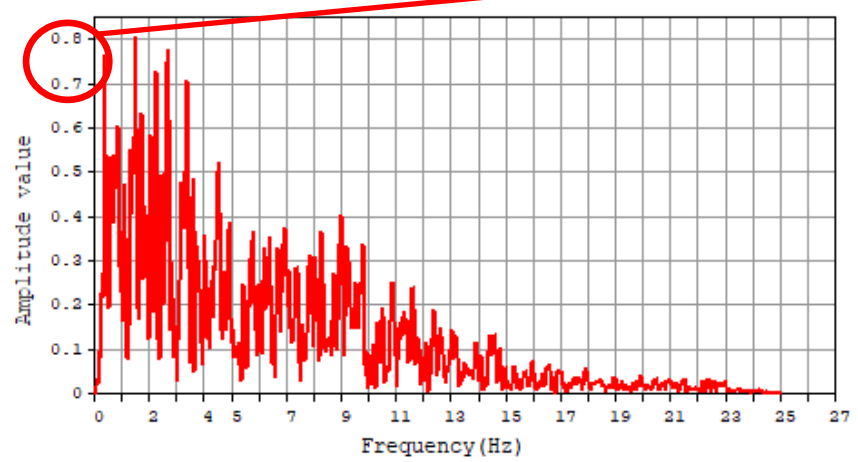
1) El Centro site(1940) 지진파



탁월주기(Frequency) : 2.06~2.24Hz

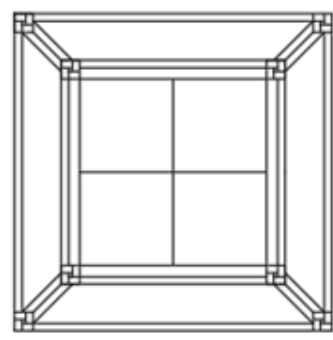
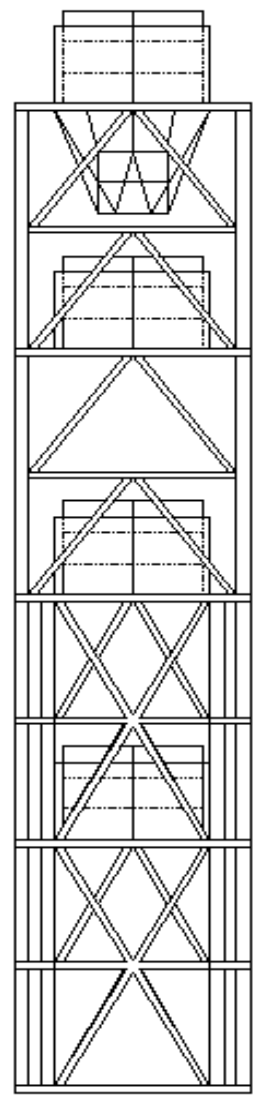
0.7g까지 증폭

2) San Fernando(1971) 지진파

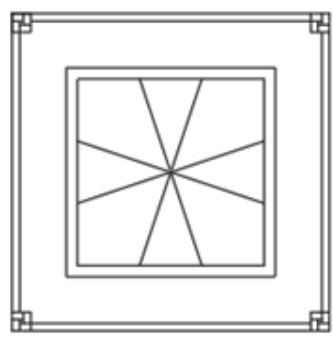


탁월주기(Frequency) : 1.06~2.72Hz

평면도 & 입면도

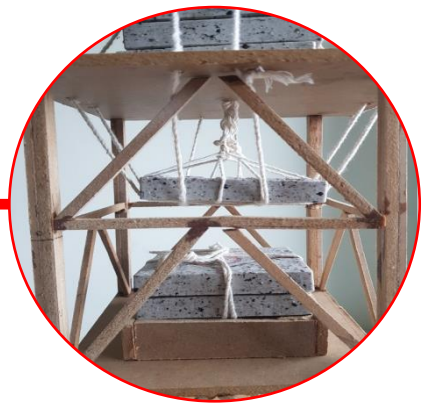
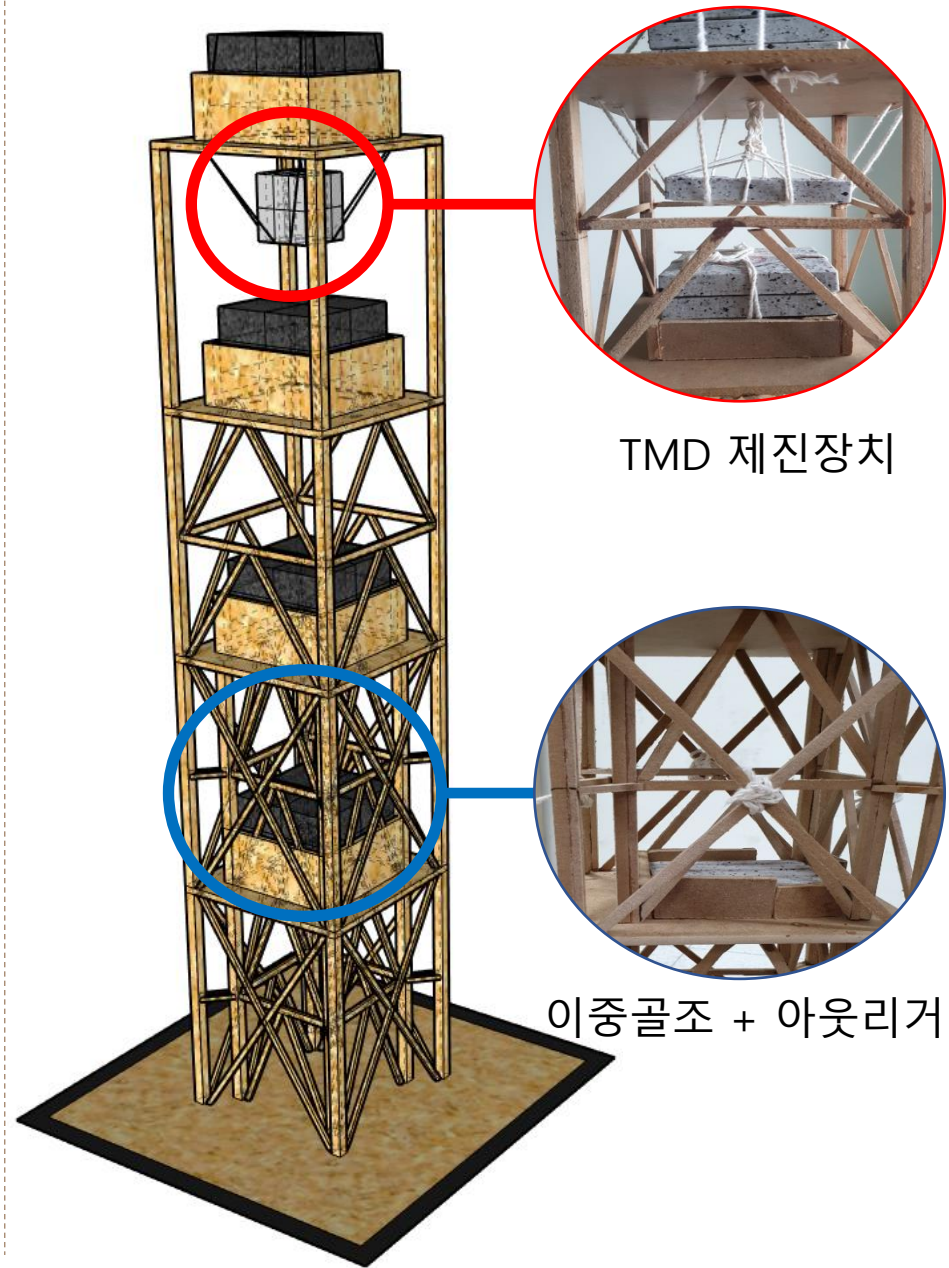


1, 2 층
평면도



4층
평면도

입면도



TMD 제진장치



이중골조 + 아웃리거

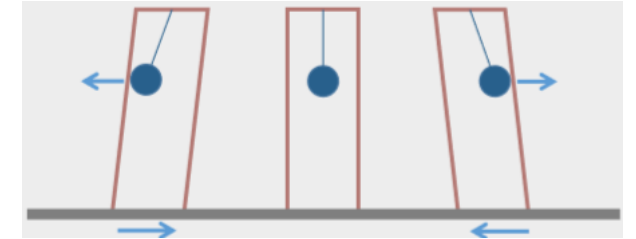
- TMD 제진장치**
- 추를 이용한 제진장치
 - 하중 블록에 의한 구조물의 변위 제어

- 이중골조**
- 내부에 강성 증가
- Outrigger**
- 내부의 전달 받는 힘을 외부로 전달
 - 내부와 외부 골조의 일체화

구조 설계

TMD(Tuned Mass Damper) 도입

- ▶ 댐퍼를 이용한 반력으로 지진의 진동 상쇄
- ▶ 지진 발생 시, 구조물의 응답속도와 역방향의 힘이 댐퍼에 먼저 작용하여 구조물의 응답이 낮게 억제 됨



지진 발생시, 하중블럭에 의해 구조물의 변위 제어



<타이페이 101 TMD >

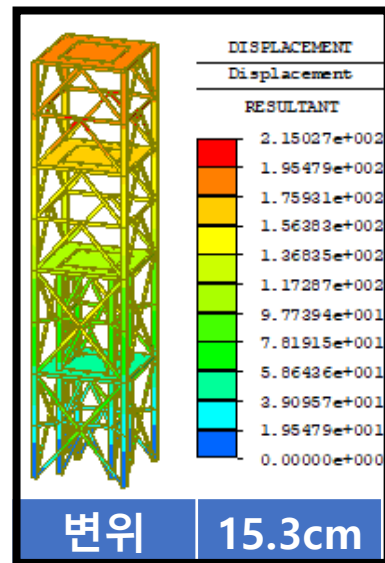


<적용한 TMD 모습>

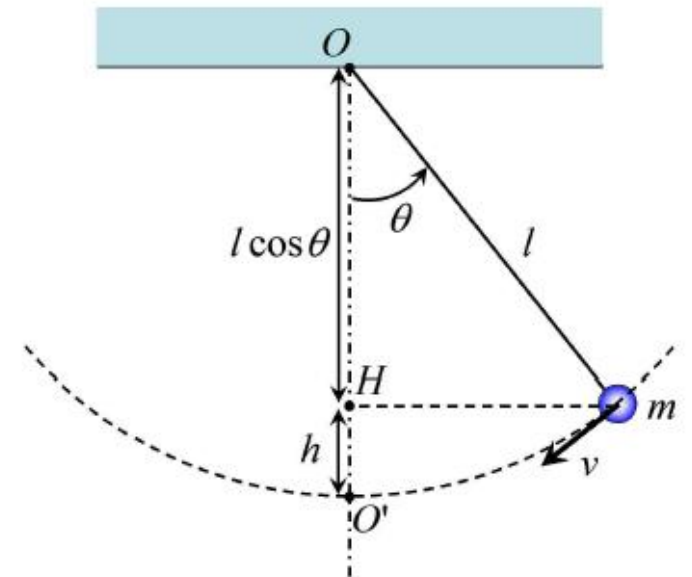
- ▶ 질량 댐퍼를 사용하여 지진을 제어하는 타이페이 101 TMD 시스템을 도입
- ▶ 추를 8개의 케이블로 연결하여 제어하였지만 구현이 힘들어 상층의 하중블록에 면줄과 연결하여 제어함

구조 설계

하중 블록 변위 제어



줄의 최대 길이 산출



에너지 보존법칙

$\theta = 0$ 일 때 운동에너지
= 최대변위의 위치에너지

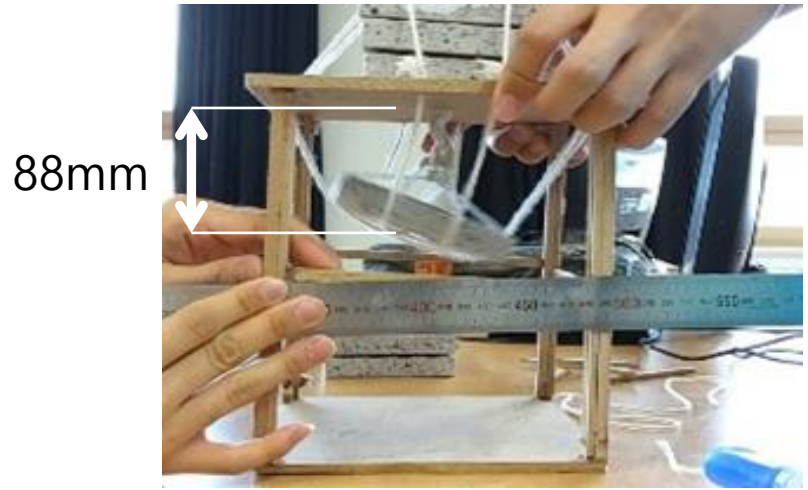
$$\sqrt{l^2 - 7.65^2} = l - \sqrt{l^2 - 7.65^2}$$

$$2\sqrt{l^2 - 7.65^2} = l$$

$$\frac{2\sqrt{l^2 - 7.65^2}}{l} = 1$$

$l = 88\text{mm}$

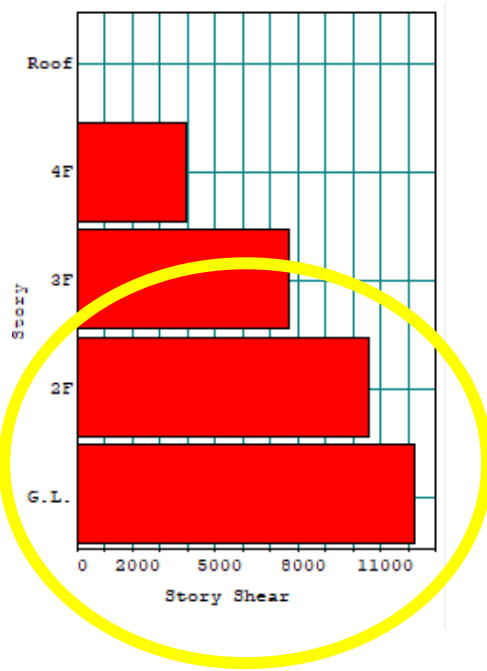
하중 블록의 Frequency 구하기



- 건물의 Frequency와 하중블록의 Frequency가 동일 시, 상쇄가 아닌 증폭 발생 → 다른 Frequency를 가져야 함.
- 평균 0.7g의 가속도로 하중 블록이 30초간 왕복한 횟수로 Frequency(Cycle/Sec)를 구함.

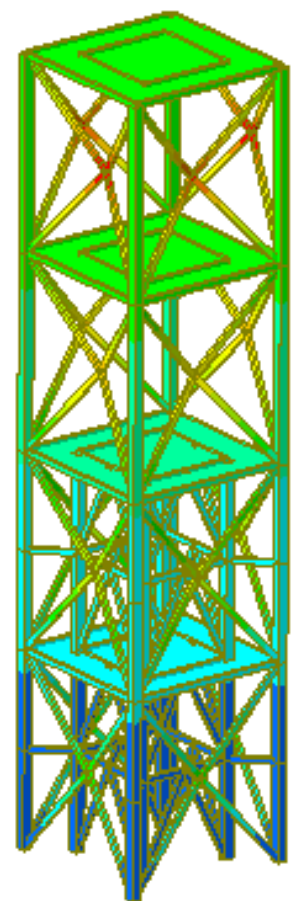
$$\frac{\text{Cycle}}{\text{Sec}} = \frac{39}{30} = 1.3\text{Hz} \rightarrow \text{Frequency (2.03~3.78) 피함}$$

구조 설계



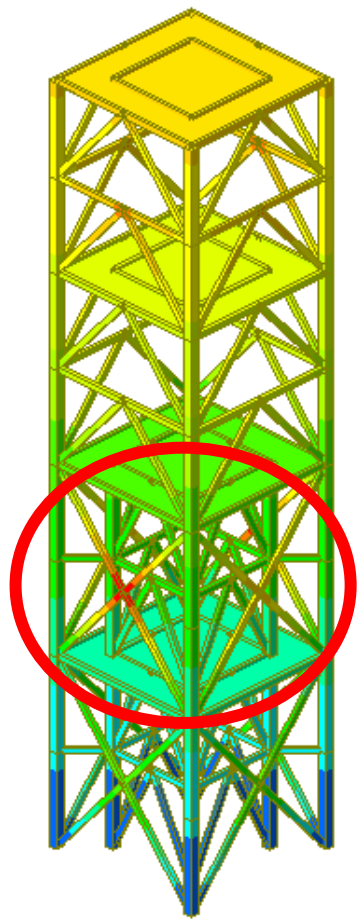
층 전단력이 가장 큰 1, 2층에 이
중골조 및 아웃리거 사용

전체 X 가새



강성인 X 가새로만 이루어져 기초에 파단날 위험이 있음

X 가새 + K 가새



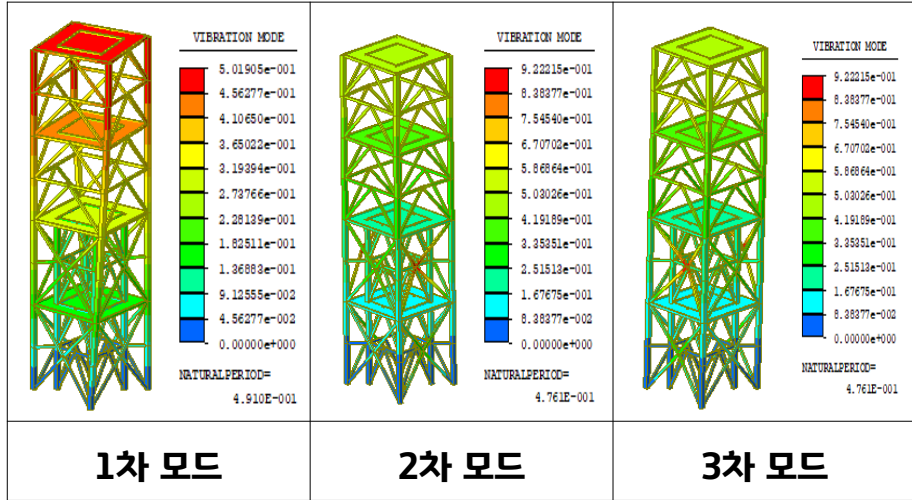
3,4층 K가새로 연성을 주어 파단 가능성 감소



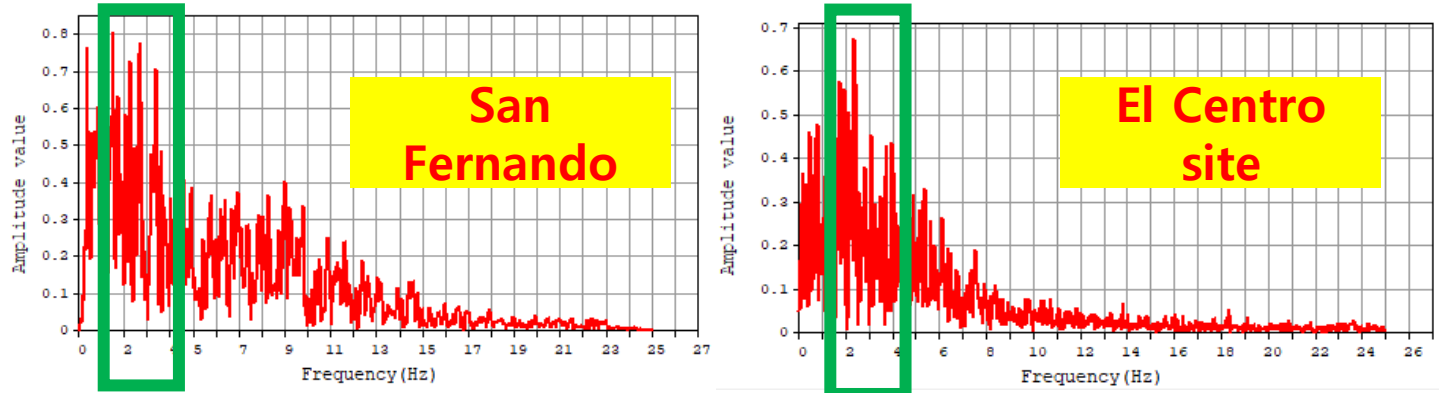
실로 보강하여 가새 파단 방지

구조 해석

Vibration Mode Shapes



건물과 지진파의 Frequency 비교



→ 탁월주기 범위 내에 존재 → 0.7g에서 파단 예상

0.7g에서 파단 확인

Eigenvalue Analysis

| Mode No | Frequency | | Period (sec) |
|---------|-----------|-------------|--------------|
| | (rad/sec) | (cycle/sec) | |
| 1 | 12.7962 | 2.0366 | 0.4910 |
| 2 | 13.1973 | 2.1004 | 0.4761 |
| 3 | 13.1973 | 2.1004 | 0.4761 |
| 4 | 14.7664 | 2.3501 | 0.4255 |
| 5 | 14.7664 | 2.3501 | 0.4255 |
| 6 | 14.7683 | 2.3505 | 0.4255 |
| 7 | 14.7683 | 2.3505 | 0.4255 |
| 8 | 14.7683 | 2.3505 | 0.4255 |
| 9 | 14.7683 | 2.3505 | 0.4255 |
| 10 | 14.8682 | 2.3663 | 0.4226 |
| 11 | 14.8682 | 2.3663 | 0.4226 |
| 12 | 23.1322 | 3.6816 | 0.2716 |
| 13 | 23.1322 | 3.6816 | 0.2716 |
| 14 | 23.7747 | 3.7839 | 0.2643 |
| 15 | 23.7747 | 3.7839 | 0.2643 |

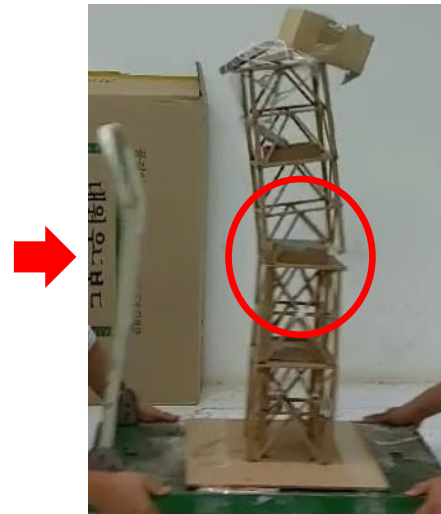
Frequency(Cycle/Sec) : 2.03~3.78

Period(Sec) : 0.26~0.49

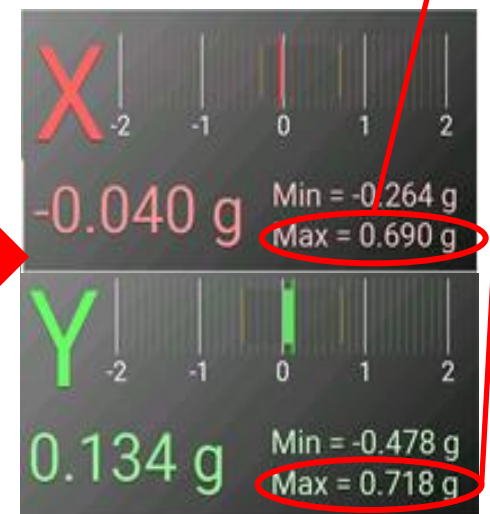
실제 실험 결과



실험 전



실험 후



지반가속도 어플 사용

예산안

| 재료명 | 단위 | 규격 | 단위수량 [개] | 단가 [백만원] | 개수 | 합계 [백만원] |
|-----------|----|---------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| MDF Base | 개 | 400mm x 400mm x 6mm | 1 | - | 기본 제공 | 0 |
| MDF Strip | 개 | 600mm x 4mm x 6mm | 1 | 10 | 55 | 550 |
| MDF Plate | 개 | 200mm x 200mm x 6mm | 1 | 100 | 4 | 400 |
| 면줄 | 식 | 600mm | 1 | 10 | 10 | 100 |
| A4지 | 장 | A4 | 1 | 10 | 0 | 0 |
| 접착제 | 개 | 20g | 1 | 200 | 2 | 400 |

총 비용 : 2,400(백만원) ➡ 1,450(백만원) ⇒ 950(백만원) 절감

경제성 확보!

공정표

