



TNT - 설계제안서



TNT

TNT는 경기대학교의 강구조학회 TNT팀으로서,
젊은 패기로 TNT와 같은 폭발적인 열정으로 이루어진 학생들로 이루어진 팀입니다.
지진 안전 학회로 강구조 내진에 관하여 연구하는 팀입니다.

지도교수 : 최병정 교수님

팀장

팀원

팀원

팀원



하치웅

3D Modeling
디자인 설계

김세원

물성치 실험
적산

최유리

구조 해석
구조 계산

박세영

구조 해석
PPT 작성

대회 주제: 목표 성능 수준을 고려한 구조물의 내진설계

→ 구조물의 내진 설계 목표와 성능수준을 이해하고 재현주기에 따른 설계를 필요로 함

- ✓ 재현주기 500년 : 기능수행,즉시복구,
장기복구/인명보호
- ✓ 재현주기 2400년 : 붕괴방지
- ✓ 파괴가속도 : 0.7g 에서 파괴

내진설계 목표
 목표 지진 하중
 -지반종류: S1 암반지반
 -지진구역: I
 -지진구역계수(z): 0.11g
 -위험도계수(I): 2.7(500년 주기)
 5.4(2400년 주기)

Generate Design Spectrum

Design Spectrum : KBC(2009)

Design Spectral Response Acceleration

Seismic Zone : 1
 Zone Factor (S) : 0.11
 Site Class : Sa

Fa : 0.80000 Sds : 0.14667 g
 Fv : 0.80000 Sd1 : 0.05867 g

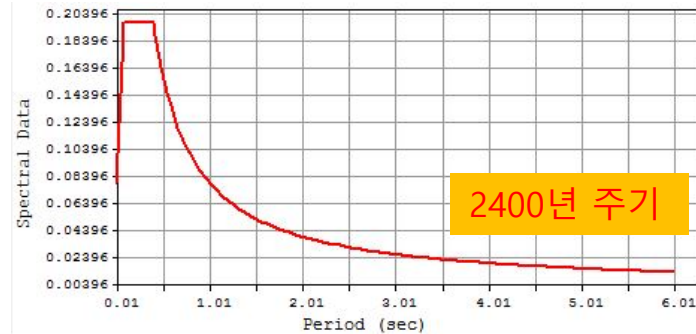
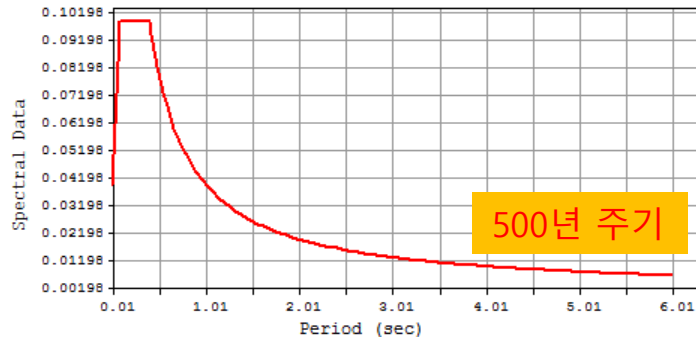
Importance Factor (Ie) : 2.7
 Response Modification Coef. (R) : 4

Max. Period : 6 (Sec)

OK Cancel

지진구역 I
 지진구역계수 (Z)
 S1 암반지반

위험도계수(I)



Add/Modify/Show Time History Functions

Function Name : E1

Time Function Data Type : Normalized Accel. Acceleration Force Moment Normal

Scale Factor : Gravity : 9806 mm/sec²

Scale Factor Maximum Value 0.7 g

Graph Options : X-axis log scale Y-axis log scale F,F,T

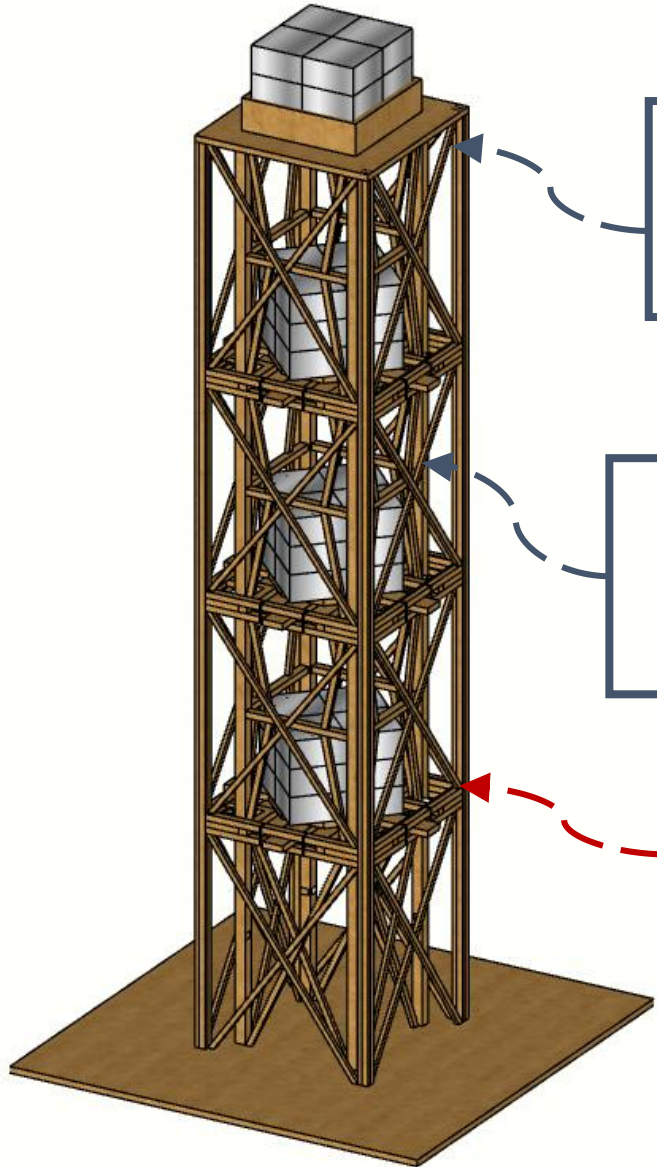
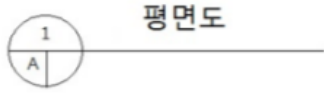
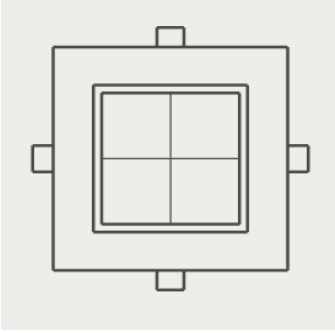
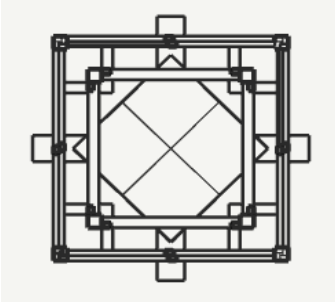
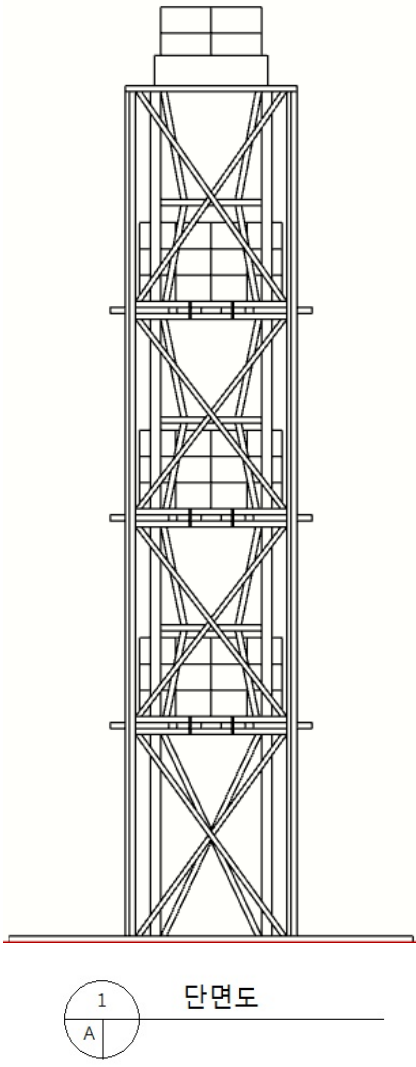
Import	Earthquake	Heel Drop
Time (sec)	Function (g)	
1	0.0200	0.0140
2	0.0400	0.0114
3	0.0600	0.0088
4	0.0800	0.0061
5	0.1000	0.0045
6	0.1200	0.0121
7	0.1400	0.0196
8	0.1600	0.0193
9	0.1800	0.0126
10	0.2000	0.0059
11	0.2200	-0.0008
12	0.2400	0.0131
13	0.2600	0.0269
14	0.2800	0.0385

Description : 1940, El Centro Site, 270 Deg

Generate Earthquake Response Spectrum... OK Cancel Apply

El Centro Site(1940) 지진파 증폭

최종 모델 설계 도면 & 주요 핵심 기술



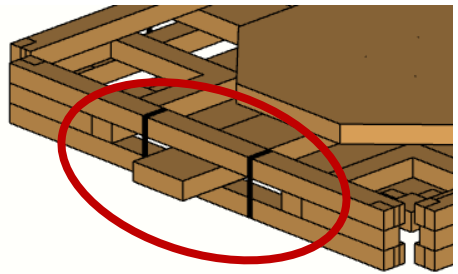
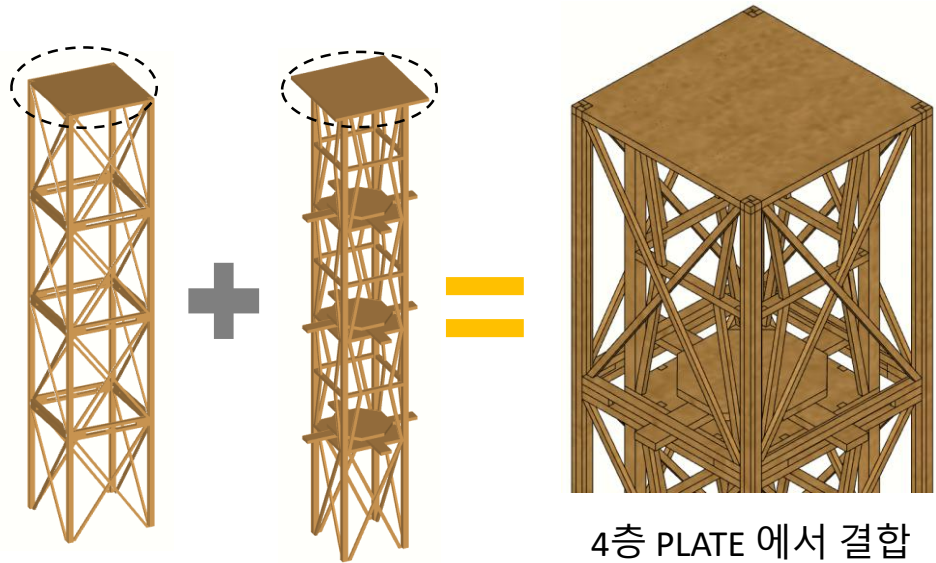
이중골조
외부골조 + 내부골조
→ 하중 및 지진에너지 분산

X가새+편심가새
시공성과 구조적 안정성을
고려한 선택

마찰 댐퍼
운동에너지 → 마찰에너지

설계 CONCEPT _ 이중 골조

- ✓ 기둥 하나 당 부담하중 저감
- ✓ 수평력인 지진에 대하여 더욱 효과적으로 저항
- ✓ 마찰댐퍼 효과 상승
- ✓ 기둥 개수는 늘어나지만
PLATE의 면적 감소로 경제성 ↑

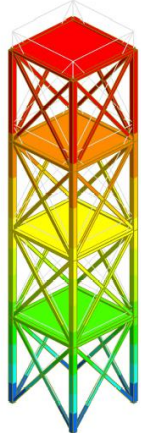
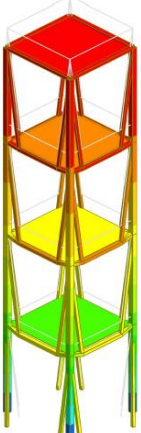
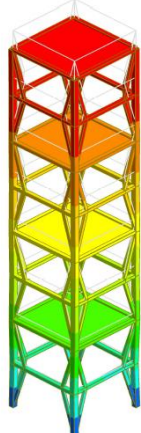


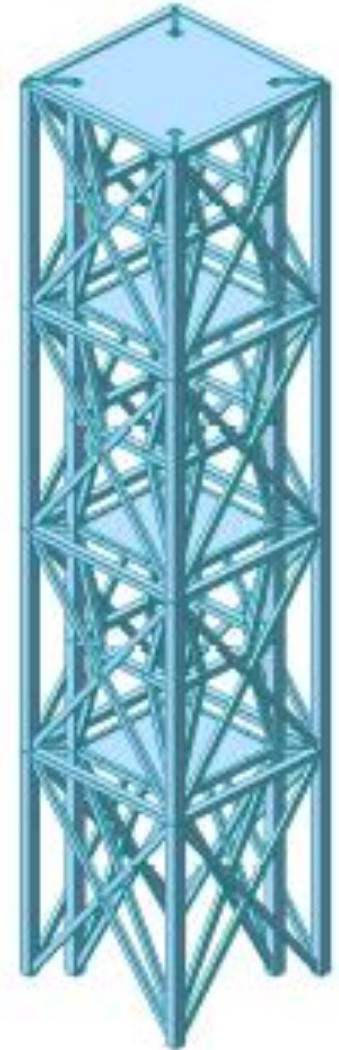
외부 골조와 마찰댐퍼의 마찰

가새 최대 변위 검토

비교적 시공성, 강성 ↑
→ 외부골조에 적용

변위가 가장 작아
→ 하중을 직접적으로 받는
내부골조에 적용

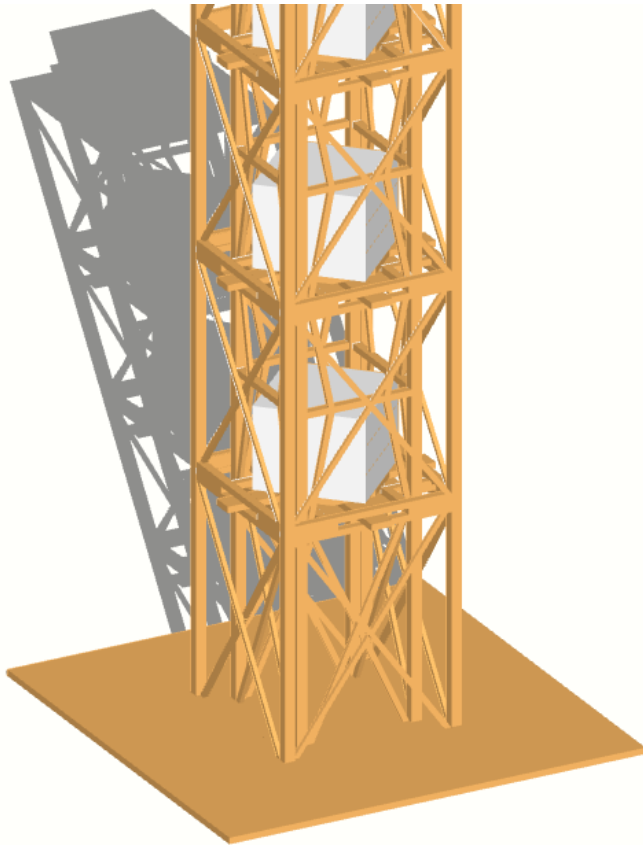
구분	X 가새	편심 가새	2중 편심 가새
Displacement contour	 <ul style="list-style-type: none"> 2.08385e-001 1.89441e-001 1.70497e-001 1.51553e-001 1.32609e-001 1.13665e-001 9.47205e-002 7.57764e-002 5.68323e-002 3.78882e-002 1.89441e-002 0.00000e+000 	 <ul style="list-style-type: none"> 2.47673e-001 2.25157e-001 2.02641e-001 1.80126e-001 1.57610e-001 1.35094e-001 1.12579e-001 9.00628e-002 6.75471e-002 4.50314e-002 2.25157e-002 0.00000e+000 	 <ul style="list-style-type: none"> 1.81797e-001 1.65270e-001 1.48743e-001 1.32216e-001 1.15689e-001 9.91619e-002 8.26349e-002 6.61079e-002 4.95809e-002 3.30540e-002 1.65270e-002 0.00000e+000
최대 변위 (DXYZ)	0.208 mm	0.248 mm	0.182 mm



→ “**시공성과 강성을 고려한 최적 설계**”

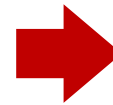
선택 가새 적용 모습

층면진 시스템 및 마찰댐퍼



- ✓ 구조물 1, 2, 3층에 위치하여 건물 지진 수평력에 저항
- ✓ 외부골조와 연결되어있는 십자 플레이트 + 기본 바닥플레이트
→ 십자 플레이트가 기본 바닥판 위에 위치하고 십자 플레이트의 끝이 외부의 보를 지나게 설계하여 **면진효과**
- ✓ 하중블록이 십자 플레이트 위에 위치하여 지진력 발생시 보와 플레이트 **마찰효과**

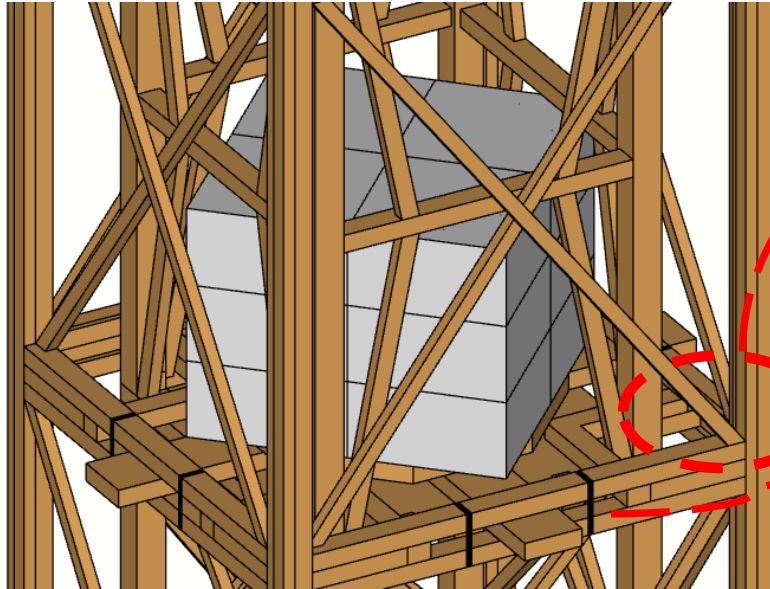
지진파에 의한
건물의 **운동에너지**



보와 십자 플레이트
+ 바닥판과 십자 플레이트의
마찰에너지

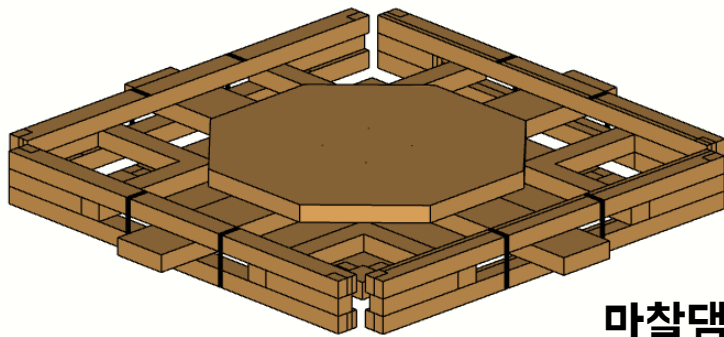
“운동에너지 소산으로 인한 흔들림 감쇠효과”

변위제한 및 외 내부 일체화

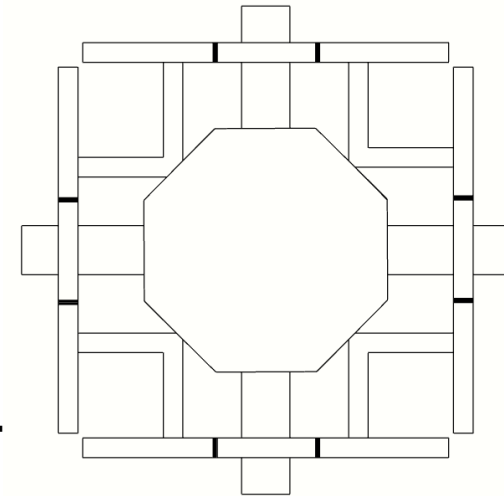


- ✓ 내부 골조와 외부 골조를 일체화시키는 **Outrigger**
- ✓ 내부에 발생하는 힘 외부로 전달

- ✓ 면줄을 활용하여 마찰댐퍼의 **변위 제한**
(하중블럭의 기둥과 보에 직접적인 접촉 제한)
- ✓ 면줄을 감고 접착제로 보강



마찰댐퍼 3D & 단면도



최종 모델 해석

재현주기	500년	2400년
BEAM STRESS		
최대응력	0.4 N/mm ²	1.1 N/mm ²
Displacement contour		
최대변위	0.10 mm	1.22 mm

2400년 빈도 지진을 적용 시켰을 때 3층과 4층 사이 외·내부 연결부위에서 **파단**을 유도하였다.

대체적으로 **저층**일수록 **변위가 줄어드는** 안정적 구조물로 판단 할 수 있다.

구분	1차 모드	2차 모드	3차 모드	4차 모드	5차 모드
Vibration Mode Shapes					
고유진동수	7.28		13.13		26.87

$T = \frac{1}{f}$
 고유진동수는 **7.28 ~ 13.13** 사이로 예상할 수 있다.

실제 거동 및 가속도 비교 실험

✓ 실험 목적

마찰 댐퍼의 유무를 통한 **응답가속도 감소효과** 입증

✓ 실험조건

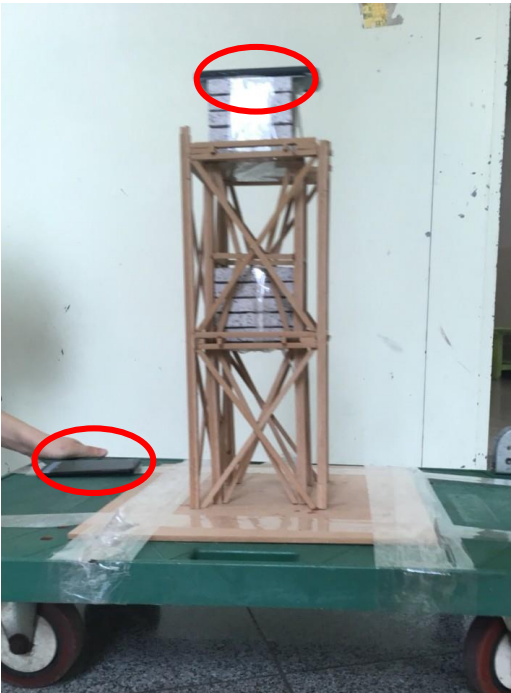
적재 하중 : 각 층마다 2kg (총 4kg)

✓ 실험 방법

1. 마찰댐퍼를 적용한 것과 적용하지 않은 것 2가지 구조물 샘플을 준비한다.
2. 구조물을 운반용 카트 위에 고정하고 가속도 센서(휴대폰 APP)를 카트와 구조체 위에 설치한다.
3. 카트를 흔들어 지진가속도가 1.0g에 도달하도록 하여 그때의 최대 응답가속도를 측정한다.

✓ 실험결과

구분	하중블록 고정(m/s ²)	마찰댐퍼 이용(m/s ²)
1차	19.5	18.4
2차	19.0	18.7
3차	19.1	18.3
평균	19.2	18.5




마찰댐퍼의 응답가속도 감소효과 확인

본 구조물(4층)에서는 더 큰 효과를 예상

예산 내역 _ 경제성 분석

구분	기본부재	품명	산출	EA	단가(백만원)	금액(백만원)
내부골조	PLATE	슬라브	12cm x 12cm x 4개	4장	100	400
		마찰댐퍼	20cm x 2cm x 6개			
		하중블록판	10cm x 10cm x 4개			
	STRIP	기둥	21.8cm x 64개	37개	10	370
		보	10cm x 12개			
		편심가새	10cm x 48개			
		X 가새	22.6cm x 8개			
외부골조	STRIP	기둥	83.8cm x 16개	42	10	420
		보	15cm x 24개			
		X 가새	25.3cm x 32개			
	면줄		6	10	60	
접합부	본드			2개	200	400
총계	1650 (백만원)					

 규정 제한 2400(백만원)에 비하여 750(백만원) 남는 경제적 설계