

Seismic Structure Design Contest
2022 내진설계 경진대회



요지부동 搖之不動

경 상 국 립 대 건 축 공 학 과
Architectural Engineering

담당교수님
유석형 교수님

고관욱(4)

김선형(2)

최창림(3)

김혜련(2)

요지부동 搖之不動

흔들리지 않는 자세로 내진설계의 기본 개념에 바탕을 둔 정밀한 설계와 창의적인 아이디어를 융합하여 가장 안전한 구조시스템 및 장치를 개발하는 팀입니다.

설계 목표 및 모델링

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

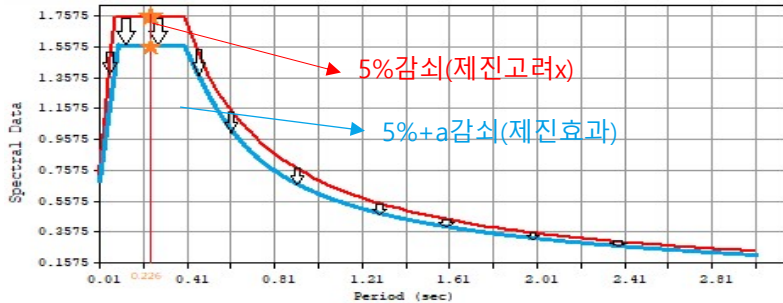


500년 재현주기 지진에 대해 **기능수행**
2400년 재현주기 지진에 대해 **붕괴방지**



지진가속도 0.7g에 붕괴가 되는 정밀한 설계

탁월주기(0.08~0.4sec)에 구조물의 고유주기 맞추어 최대가속도에 견딜수 있는 구조물 설계



제진효과에 따른 응답가속도 감소된 응답스펙트럼(0.7g기준)

제진장치로 인한 응답가속도 감소
-> 관성력 감소 -> 구조물에 받는 힘 감소

도르래 & 댐퍼
마찰력 이용하여 에너지 소산

마찰슬래브
마찰력 이용하여 에너지 소산

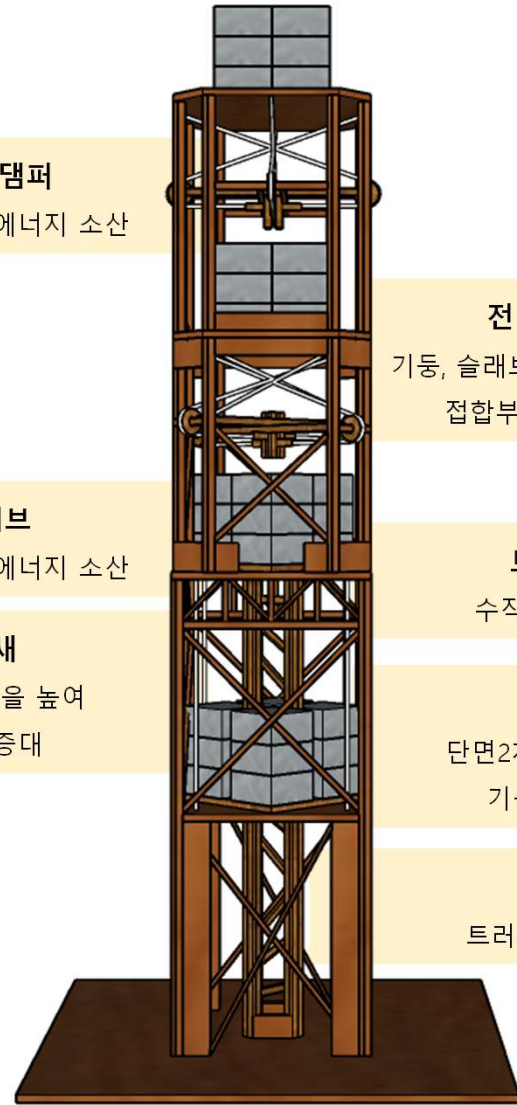
X자 가새
구조물의 강성을 높여
힘저항을 증대

전단 보강 깊은 보
기둥, 슬래브와의 접합면적 확대하여
접합부의 전단 파괴 최소화

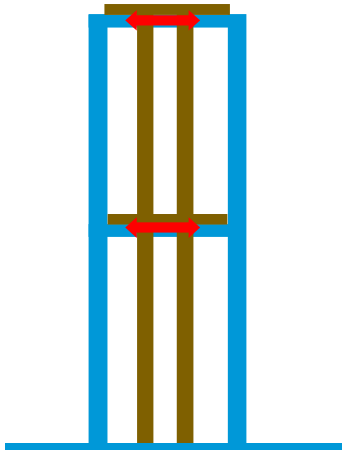
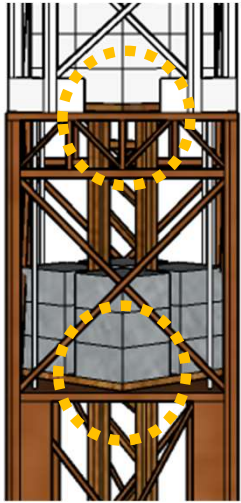
트러스 전이보
수직적 불연속에 대비

메가기둥
단면2차모멘트를 증대시켜
기둥의 휨저항 증대

레일기둥
트러스 제작에 유리



구조 컨셉 - 에너지 소산 방법 ① 마찰슬래브



가진 시 변위 발생



외부골조 -> 강성이 강해 변위 적음
내부골조 -> 기둥이 좁게 형성되어 있어 상대적으로 변위 큼



내부골조 변위 발생하며
외부골조 슬래브판과 내부골조
마찰슬래브판 사이에서 **마찰력** 발생

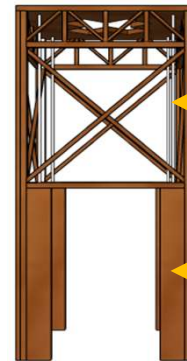
1. 가진
2. 내부 골조(갈색) 변위 발생
3. 슬래브 사이에서 마찰에너지 발생
4. 마찰에너지로 인해 내부 골조 지진에너지 감소

3층 마찰슬래브와 코어기둥 핀접합



[내부골조]

전도 방지 인장재(실)



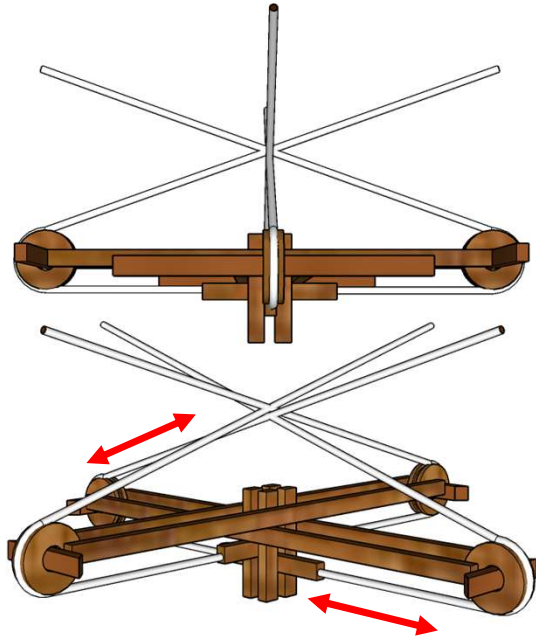
날개벽을 이용하여
접합부 파단 최소화

[외부골조]



2층 마찰슬래브와 코어기둥 강접합

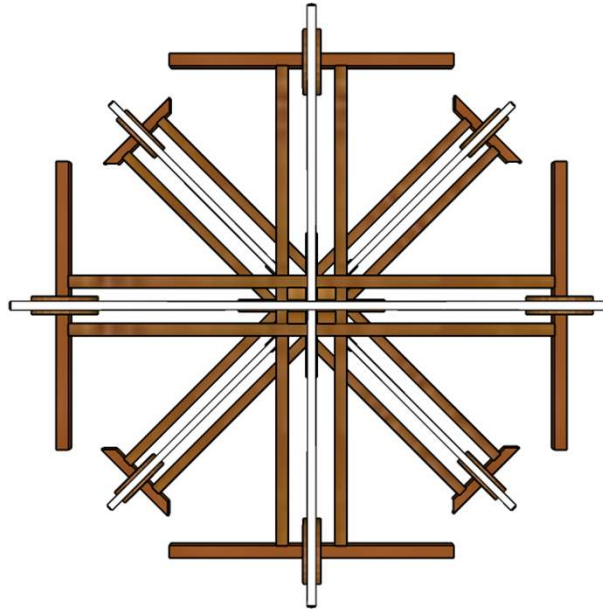
구조 컨셉 - 에너지 소산 방법 ② 도르래 + 마찰댐퍼



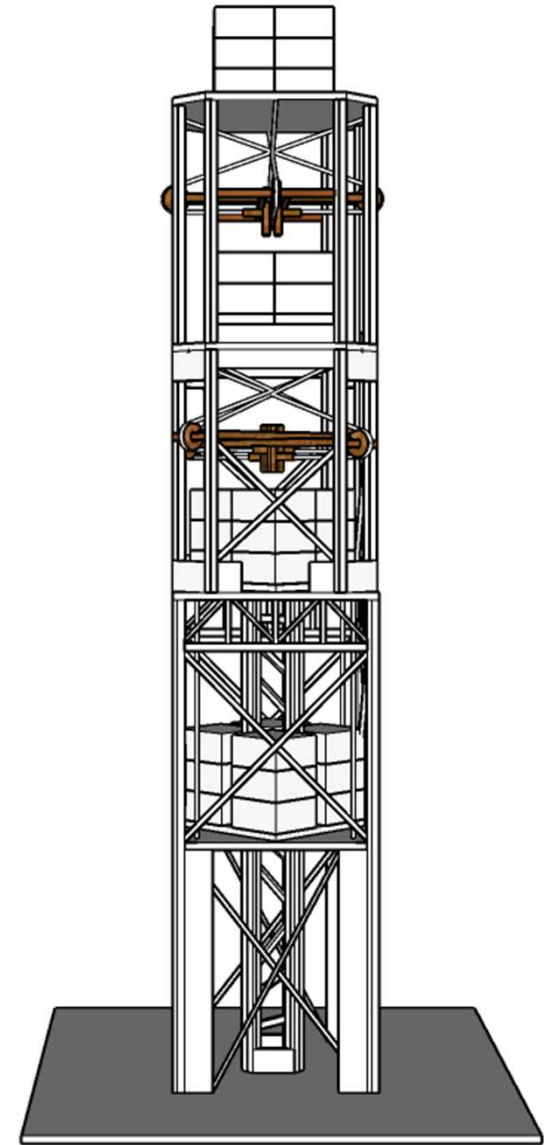
가진 시 층간변위 발생

대각선 방향으로 실이 당겨짐

도르래가 힘의 방향을 수평방향으로 바꾸며 마찰댐퍼 작동

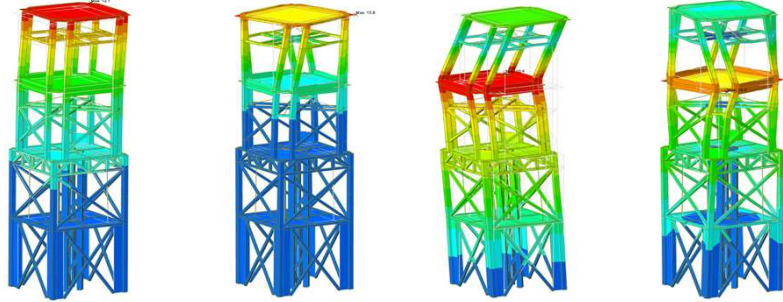


도르래를 4축으로 설치하여
각 방향에 생기는 지진 에너지를
마찰 에너지로 바꿔주어
구조물의 감쇠 유도



구조해석

[고유치해석]



1차, 2차모드 3차모드 4차, 5차모드 6차모드

주기	0.2264sec	0.1551sec	0.0836sec	0.0617sec
참여질량	1차(TRAN-X)28.8% 2차(TRAN-Y)28.7%	(ROT-N-Z)64.1%	3차(TRAN-X)16.2% 4차(TRAN-Y)16.1%	(ROT-N-Z)31.0%

1차,2차 모드에 질량참여율이 약 29%로 낮음

고차모드 지배 → m계수법에 의한 성능평가

[층간변위 검토(m계수법)]

0.3g
LS

0.6g
CP

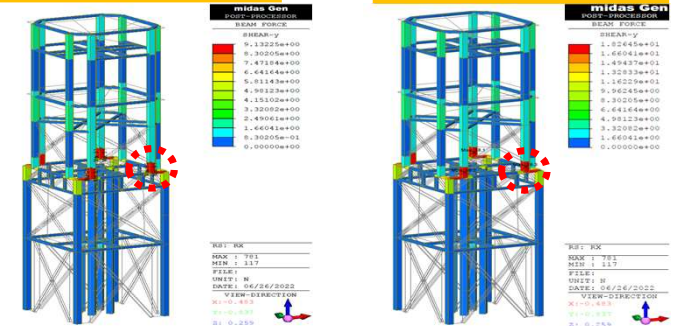
Story	Load Case	Story Height (mm)	Allowable Story Drift Ra			Maximum Drift of All Vertical Elements										Drift at the Center of Mass									
			IO	LS	CP	Node	Story Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark			Performance	Story Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark			Performance							
4F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	195	14.5855	0.0729	NG	OK	OK	LS	14.5852	0.0729	NG	OK	OK	LS	Performance LS						
3F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	187	4.5905	0.0230	OK	OK	OK	IO	4.5904	0.0230	OK	OK	OK	IO	Performance LS						
2F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	3	1.6101	0.0081	OK	OK	OK	IO	1.6100	0.0081	OK	OK	OK	IO	Performance LS						
1F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	5	0.9357	0.0047	OK	OK	OK	IO	0.9357	0.0047	OK	OK	OK	IO	Performance LS						
STRUCTURE PERFORMANCE																									
4F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	195	29.1711	0.1459	NG	NG	OK	CP	29.1704	0.1459	NG	NG	OK	CP	Performance CP						
3F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	187	9.1809	0.0459	NG	OK	OK	LS	9.1808	0.0459	NG	OK	OK	LS	Performance CP						
2F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	3	3.2202	0.0161	OK	OK	OK	IO	3.2201	0.0161	OK	OK	OK	IO	Performance CP						
1F	rx	200.00	0.03	0.075	0.15	5	1.8715	0.0094	OK	OK	OK	IO	1.8715	0.0094	OK	OK	OK	IO	Performance CP						
STRUCTURE PERFORMANCE																									

※구조물의 성능수준별 허용 층간변형각은 구조체가 MDF인 것을 감안하여 임의로 설정한 값 사용.

[목표 내진성능 평가] < 안전율 검토(응답스펙트럼 해석) >

500년 재현주기 지진

2400년 재현주기 지진



안전율 검토	0.3g (500년 재현주기 지진)	0.6g (2400년 재현주기 지진)
전단강도(실험값, v_a)	20.3Mpa	20.3Mpa
소요전단응력(v)	9.1Mpa	18.2Mpa
안전율(v_a/v)	2.23 > 1... OK	1.11 > 1... OK

500년 재현주기 지진과 2400년 재현주기 지진에 대해서 안전율 OK

내진성능평가	0.3g (500년 재현주기 지진)	0.6g (2400년 재현주기 지진)
안전율 검토	OK	OK
층간 변위 검토	LS	CP

최적 시스템 선정 및 최종 모델

종류	3층 전단 보강 플레이트		3층 슬래브 처짐 보완		1층 외각기둥 보강 (날개벽)	
	30×96	25×20	트러스	플레이트	200×30	200×25
시공성	2	1	3	2	2	2
경제성	3	1	1	3	3	2
안정성	1	3	2	1	2	2
선정	25×20 플레이트		트러스		200×25 날개벽	



MDF Strip

<p>[코어기둥, 418.1개 + 트러스 수직부재, 34.5개] x 2개</p>
<p>[코어기둥, 418.1개 + 댐퍼축/가새, 50.2개 + 트러스 수직부재, 34.2개] x 1개</p>
<p>[코어기둥, 418.1개 + 댐퍼축/가새, 50.3개] x 6개</p>
<p>[1, 2층 메가기둥, 406.1개 + 트러스 수평부재, 150.4개] x 4개</p>

13개

MDF Plate

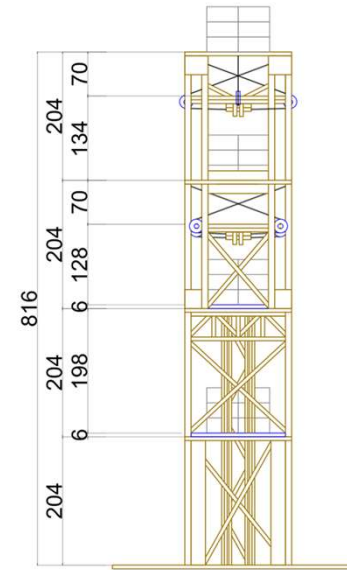
<p>[반단슬래브, 1개 + 3층 플레이트, 4개 + 4층 플레이트, 2개] x 2개</p>	<p>[반단슬래브, 1개 + 날개벽, 1개 + 3층 모서리 플레이트, 4개] x 1개</p>	<p>[날개벽, 7개] x 1개</p>
---	---	-----------------------

※ 1~3으로 표시되어 있는 숫자는 작을수록 유리함
 ※ 선정 기준: 시공성+경제성+안정성 합산 낮은 순, 동점일 시 1순위- 경제성, 2순위-시공성, 3순위-안정성

[수량 산출]

부재명	용도	단가(백만원)	사용수량 (개)	비용(백만원)
MDF Base	기초판	-	1	0
MDF Strip	기둥	10	64	640
	가새			
	트러스			
	도르래축			
MDF Plate	슬래브판	100	7	700
	전단 보강 플레이트			
	날개벽			
	코어기둥 보강재			
A4	도르래 마감	10	1	10
면줄	도르래 연결	10	8	80
	2, 3층 연결			
접착제	부재들 간의 접착	200	3	600
총합				2030

[입면도]



[평면도]

