



서울시립대학교 토목공학과

Seismic structural design contest 2022

2022 구조물 내진설계 경진대회

다층 구조물 한계상태를 고려한 상세 내진설계

지도교수님

Team 지원없는 지원팀

서울시립대학교 토목공학과 김선중 교수님

지원선배 다음엔 꼭 함께해요...

박소연(3)

팀장 및 총괄
SAP2000 구조해석
구조물 제작

안지현(3)

설계제안서 작성
구조물 제작

이준민(3)

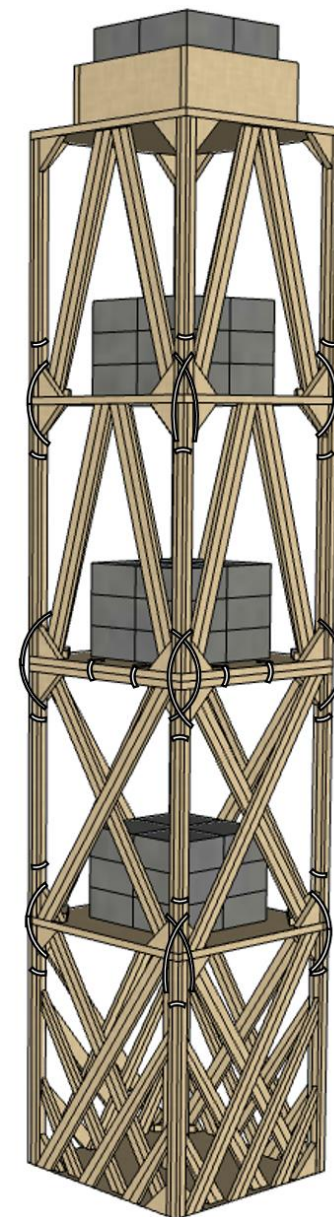
물성치 분석
공정표 및 내역서 작성
구조물 제작

평가현(3)

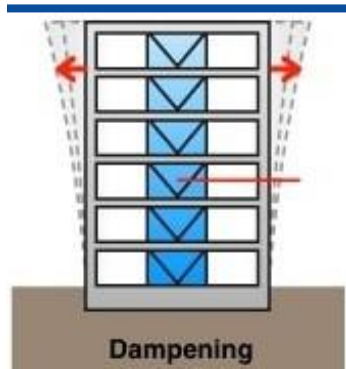
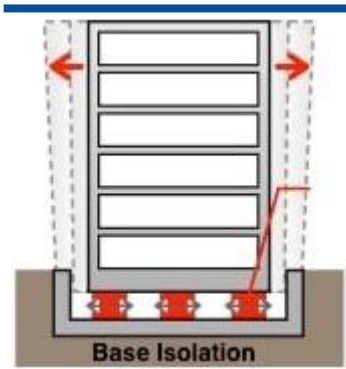
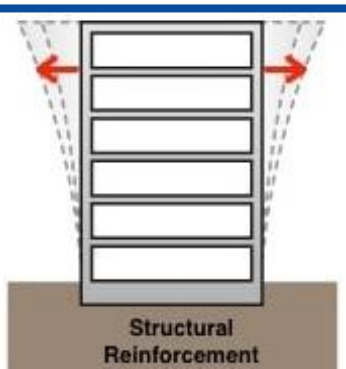
3D 모델링
도면 작성
구조물 제작

INDEX

- 01 개요 ○
- 02 해석 ○
- 03 설계 ○
- 04 결론 ○

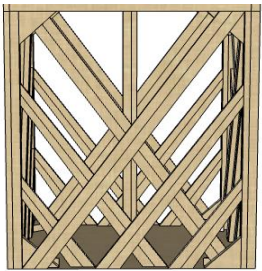


내진 설계 아이디어



내진

- 부재 단면 및 중량의 증대
- 기둥, 코어 및 보강가새



면진

- 구조물의 고유주기 늘림
- 면줄 활용 면진 장치



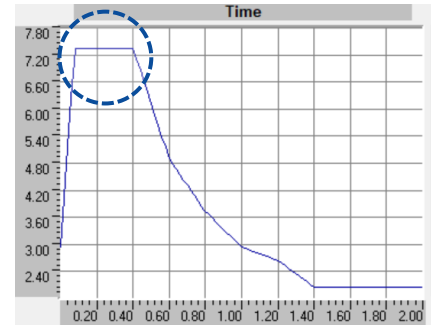
제진

- 지진에너지 소산
- TMD, 마찰 댐퍼

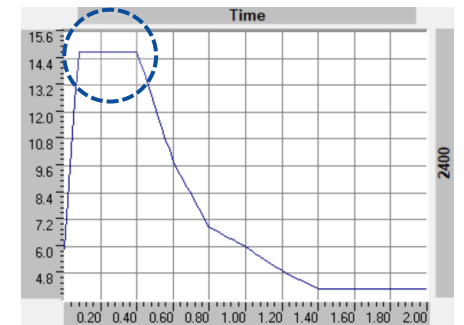


지진파 분석

500년 재현주기



2400년 재현주기



지진파

0.08s~0.4s 설계스펙트럼 가속도 최대
가속도 0.7g에서 구조물 파괴 목표

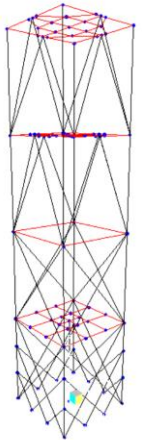
물성치 분석 - 마찰계수

A4 - A4	A4-Plate	Plate-Plate
0.415	0.481	0.594

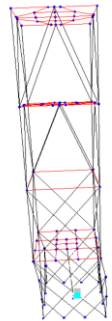
A4-A4의 마찰계수 가장 작음

SAP 2000 변위 및 주기 해석

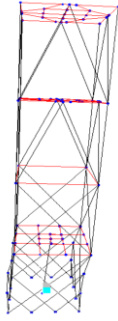
주기



최종 설계안



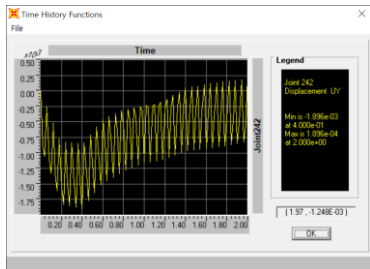
Mode 1
0.0605s



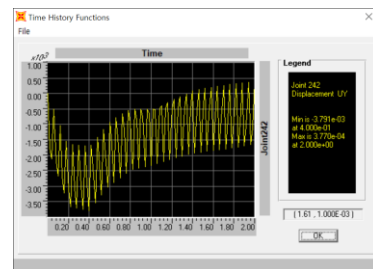
Mode 2
0.0605s

설계스펙트럼 가속도가 최대인
0.08s~0.4s에 들어가지 않음

변위



500년 재현주기
1.896mm

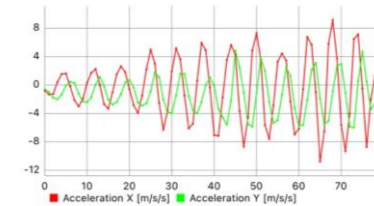


2400년 재현주기
3.791mm

진동대 실험

방법

1. 밀차 위에 구조물과 휴대폰 고정
2. 가속도를 측정하며 밀차 진동
3. 구조물의 거동 확인
4. 목표가속도(0.7g)에 구조물 붕괴 확인



Sensor Logger



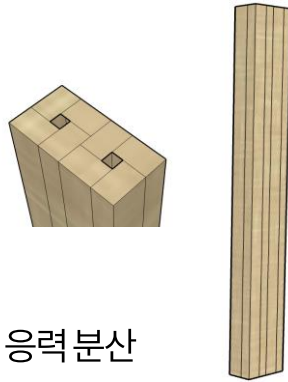
결과	보완
기둥 접합부 약화로 플레이트 탈락	삼각플레이트, 면줄, 톱밥 활용
하중블럭의 큰 충격으로 가림막 파단	5층 하중블럭 밑에 종이 없애 마찰력 증가
면진 면줄을 꽉 묶어 면진 약화	면진 면줄 묶는 방식 변경
플레이트 사이 마찰력으로 면진 약화	면진 장치의 플레이트 사이에 종이 부착

기둥 및 코어

형태 - 스트립 4개를 붙여 부재 단면 확장

효과

- 넓은 단면으로 강성 증가
- 1층의 강성 증가, 전단력 분산
- 플레이트의 하중 부담 감소
- 안쪽으로 배치하여 플레이트 전체적으로 응력 분산



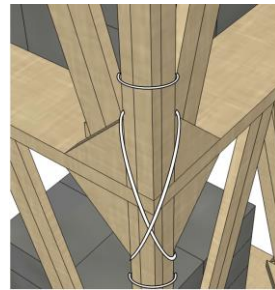
면줄 및 톱밥 보강

면줄

- 두 기둥과 플레이트를 감아 연결
- 인장재로 기둥과 플레이트 연결 보강
- 기둥과 플레이트의 파단 방지

톱밥

- 사선으로 만나는 곳의 강도 보강
- 부재 연결 부분 파단 방지



가새

형태

- 스트립 2개를 붙여 빠른 파단 방지
- 기둥 옆면에 삼각플레이트와 함께 배치

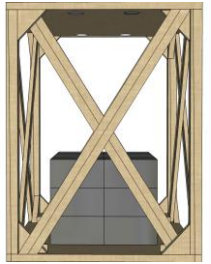
효과

X자 가새

- 축 변위가 작은 강성부재
- 기둥, 플레이트 파단 방지, 하단부의 강도 증대

역V자 가새

- 기둥 및 플레이트의 파단 방지
- 비교적 큰 변위의 연성부재 목표 가속도에서 파괴 유발



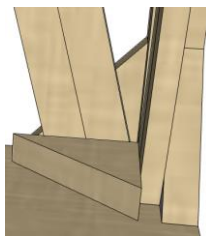
삼각 플레이트

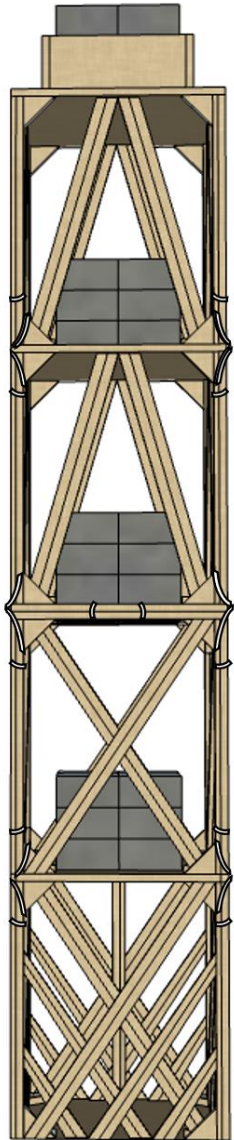
형태

- 플레이트 절단 후 남은 부분 삼각형 모양 절단
- 천장 기둥마다 2개씩, 바닥면 기둥마다 3개씩

효과

- 취성파괴 방지 및 강성 보강
- 기둥과 플레이트 사이 전단 파단 방지
- 가새와 기둥, 플레이트를 연결하여 절점 보강





제진

TMD 장치

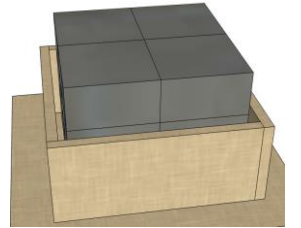
- 관성력에 의해 지진파 감쇠
- 지진 진동의 반력이 구조물에 작용

하중블럭 가림막

- 하중블럭 이탈 방지

마찰댐퍼

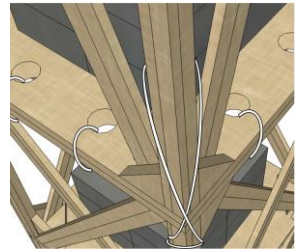
- 종이 마찰 댐퍼 + 방지턱 형식의 댐퍼
- TMD에 사용될 하중블럭과 가림막 사이 충격 흡수



면진

면진구조

- 플레이트의 모서리와 꼭짓점을 면줄로 연결
- 구조물의 고유주기를 장주기화
- 지진 주기와의 공진 방지
- 종, 횡변위+회전의 자유로운 이동으로 진동 감쇄 효과
- 하단부와 독립적 거동



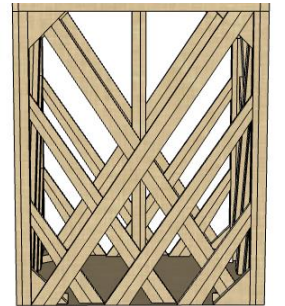
내진

보강가새

- 하단부 강성 증가
- 기둥과 바닥면을 연결하여 응력 분산
- SAP 2000 구조해석에서 가장 작은 변위

면줄, 톱밥, 삼각플레이트

- 기둥 및 플레이트 강성 보강
- 부재의 이탈 방지



내역서

재료	용도	부재길이(mm)	부재 개수(개)	재료 개수(개)	단가(백만원)	합계
MDFPlate	플레이트	171 × 171 × 6	5	5	100	500
	5층가림막	116 × 50 × 6	4	1	100	100
	삼각플레이트	29 × 30	80			
MDFStrip	기둥,가림막	6 × 4 × 200	18×4	24	10	240
	X자가새	6 × 4 × 250	16×2	16	10	160
	역V자가새	6 × 4 × 215	16×2	16	10	160
	보강가새	6 × 4 × 100	8×2	(X자가새)		
		6 × 4 × 170	8×2	(역V자가새)		
A4	마찰댐퍼	210 × 74	4	1	10	10
	면진장치	170 × 170	2	1	10	10
면줄	보강,면진장치	300	16	8	10	80
접착제		20g	3	3	200	600
합계						1,860(백만원)

총 지출 **1,860 (백만원)** 총 소요시간 **2시간 30분**

공정표

시공	0시간				1시간				2시간	
	15분	30분	45분	60분	15분	30분	45분	60분	15분	30분
기둥,가새용Strip연결	이준민									
부재치수작도	이준민	이준민								
부재절단및가림막제작	박소연	박소연	박소연							
플레이트천공		박소연								
기둥및삼각플레이트치수작도		이준민								
1층부재설치			이준민	이준민	이준민	이준민				
2층부재설치및1층과연결			이준민	이준민	이준민					
3층부재설치			이준민		박소연					
4층부재설치				박소연				박소연		
5층부재설치및4층과연결					이준민	이준민				
하중블럭연결								이준민		
면줄보강(1,2층및3,4층)								이준민		이준민
하중블록재하및가새연결									이준민	박소연
2,3층면줄보강및면진면줄									이준민	
툽밥보완										이준민

이준민 평가현 안지현 박소연 2명 3명