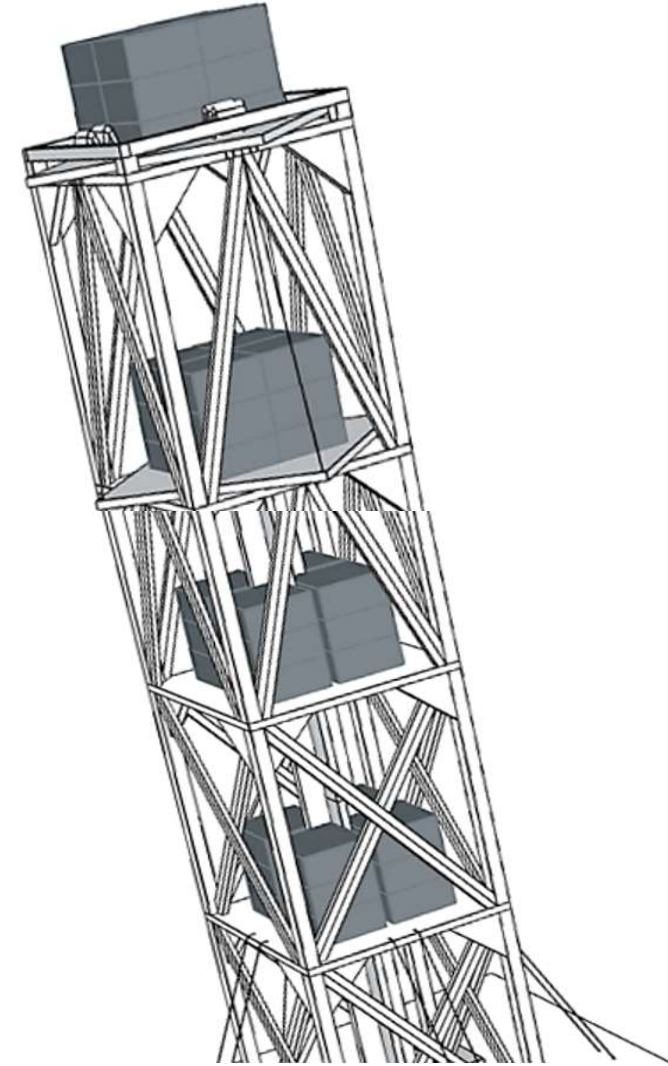


2023 구조물 내진설계 경진대회

건더볼테야?

Contents

- 설계개요
- 세부설계
- 공정표 및 예산안



구조계획

유효수평지반가속도 (S)
 - 500년 재현주기 : 0.3 g
 - 2400년 재현주기 : 0.6 g
 $F_a, F_v = 1.5$



500년 재현주기 대상 구조물의 **기능수행**
 2400년 재현주기 대상 **붕괴 방지** 목표
 최소 내진성능목표 **특등급 만족**

유효수평지반가속도 (S)
 건물의 중요도계수(I)
 지반응답증폭계수 (F_a)
 $g = \frac{2}{3} \times S \times I \times F_a$
 최대지반가속도(g) = **0.9 g**



0.528g < **0.9g** < 1.054g
 제시된 지진파는 수정 메르칼리
 진도 **I등급 대응 내진능력** 요구

내진 구조

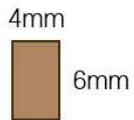


제진 구조

보강 전 / 보강 후에 따른 내진설계 강화 필요

보의 처짐 공식 $\delta = \frac{PL^3}{3EI}$ & 단면 2차 모멘트(I) 통한 탄성계수(E) 계산

MDF Strip



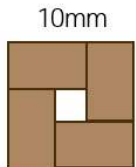
$$I_x = \frac{bh^3}{12} = 72 \text{ mm}^4, I_y = \frac{bh^3}{12} = 32 \text{ mm}^4$$

$$E = 1462.4 \text{ MPa}$$

정방형의 단면 적용

→ 지진의 횡하중으로 인해 발생하는 비틀림 거동 방지

Mega Column



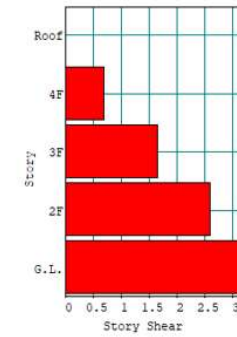
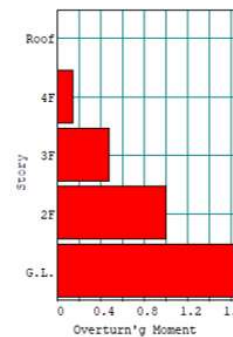
$$I = \frac{bh^3}{12} = 832 \text{ mm}^4$$

$$E = 1214.9 \text{ MPa}$$

※ 각 변수는 5회 실험의 평균값 적용

※ 중력가속도 = 9.8 m/s² 적용

구조해석 및 분석

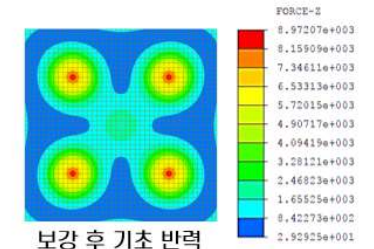
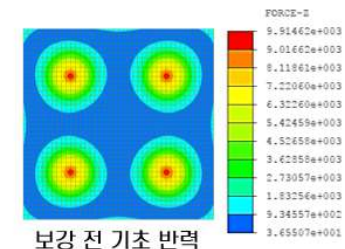
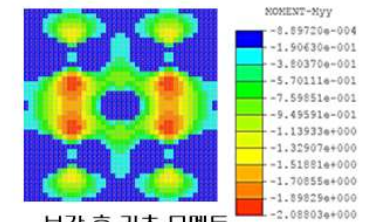
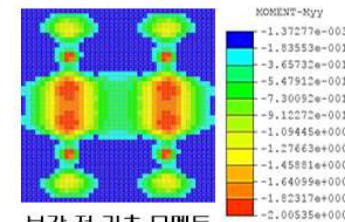


최하층 방향으로 전도모멘트 및
 밀면 전단력 누적되는 특성



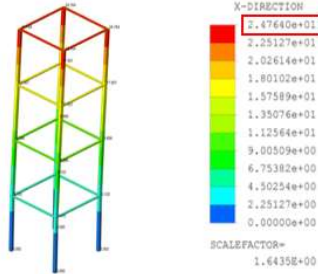
최하층 갈수록
강성 극대화 목표
 +
 지붕층 갈수록
보강량 감소

기초 보강 전 후
 기초 모멘트 분석



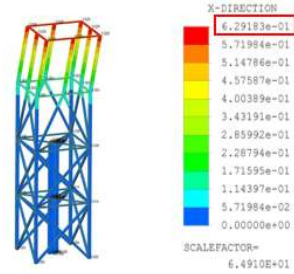
구조해석 및 분석

보강 전 고유치 해석



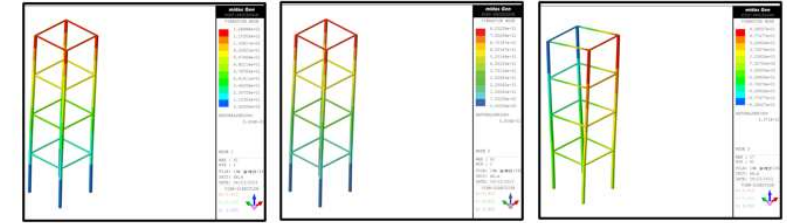
Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
26	7.2807	-41.1370	-5.2508 1/3		7.1988	-40.9903	1.9142	-0.1988 1/3	
27	7.8893	-34.8829	-3.1718 1/3		7.7302	-34.2989	1.9180	-0.1683 1/3	
28	6.9544	-29.4946	-1.1452 1/3		6.7968	-28.8101	1.8229	-0.1419 1/3	
25	3.1963	-18.8234	-1.1702 1/3		3.1045	-18.0239	1.9281	-1.1702 1/3	
40	7.2807	-41.1370	-5.2508 1/3		7.1988	-40.9903	1.9142	-0.1988 1/3	
39	7.8893	-34.8829	-3.1718 1/3		7.7302	-34.2989	1.9180	-0.1683 1/3	
38	6.9544	-29.4946	-1.1452 1/3		6.7968	-28.8101	1.8229	-0.1419 1/3	

보강 후 고유치 해석



Maximum Drift of All Vertical Elements					Drift at the Center of Mass				
Node	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Story Drift Ratio	Remark	Story Drift (mm)	Modified Drift (mm)	Drift Factor (Maximum/Current)	Story Drift Ratio	Remark
26	0.6259	1.9923	0.0068 OK		0.6015	1.9479	1.0322	0.0066 OK	
27	0.8294	0.8587	0.0053 OK		0.8276	0.8552	1.0330	0.0053 OK	
28	0.8225	0.8449	0.0052 OK		0.8219	0.8439	1.0346	0.0052 OK	
25	0.9150	0.9330	0.0051 OK		0.9143	0.9326	1.0334	0.0051 OK	
40	0.8298	1.3863	0.0068 OK		0.6015	1.9479	1.0322	0.0066 OK	
39	0.8294	0.8587	0.0053 OK		0.8276	0.8552	1.0330	0.0053 OK	
38	0.8225	0.8449	0.0052 OK		0.8219	0.8439	1.0346	0.0052 OK	

보강 전 FE Model



1차모드 고유주기
2.94 Hz

2차모드 고유주기
2.94 Hz

3차모드 고유주기
4.83 Hz

X형 가새 + K형 가새 통한 내진 보강 수행

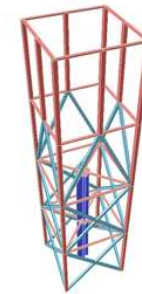
내진성능목표 특등급 기준
허용층간변위 $h_{sx} = 0.010$

$h_{max} = 0.0066 < 0.010$
보강 후 모두 기준 만족

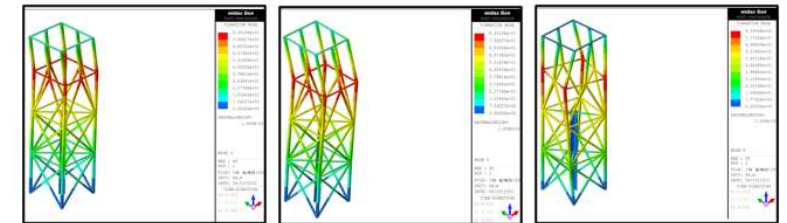
보강 전 후 층별 지진 변위 비교
구조체 강성 \propto 진동수²
 $\propto (1/\text{주기})^2$
(4.0108 / 2.9373) \approx 86.4

강성 약 86.4 % 증가

		Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance
1차 모드	보강 전	4.0108	0.3404	5.7202e-27
	보강 후	2.9373	0.2493	1.9886e-26
2차 모드	보강 전	4.0108	0.3404	5.7202e-27
	보강 후	2.9373	0.2493	1.9886e-26
3차 모드	보강 전	6.3425	0.2471	5.7202e-27
	보강 후	4.8293	0.1577	1.9886e-26



보강 후 FE Model



1차모드 고유주기
4.01 Hz

2차모드 고유주기
4.01 Hz

3차모드 고유주기
6.34 Hz

설계 PROCESS



1차 보강 모형

시스템 보강

X Shaped Brace
K Shaped Brace

강성 증가



2차 보강 모형

시스템 보강

+
제진요소

Haunch
Base Plate
TMD & VD

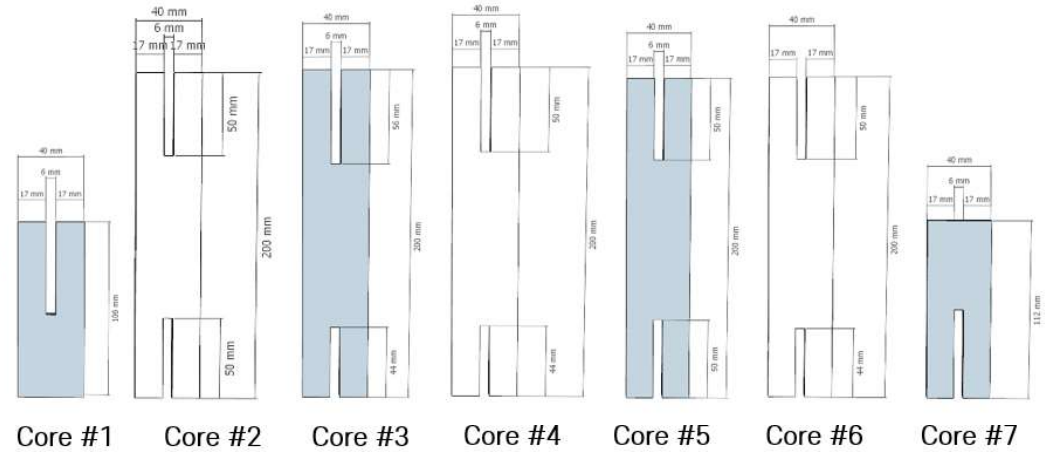
강성 증가 및
지진 에너지 소산



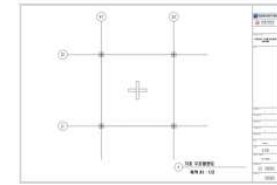
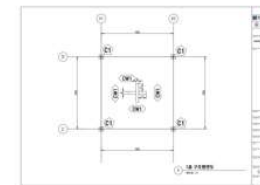
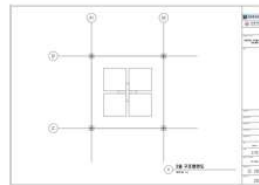
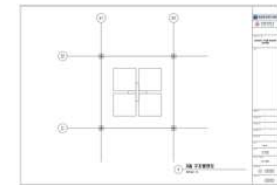
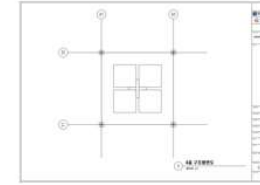
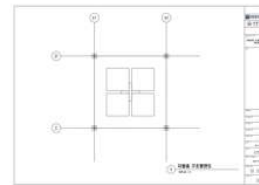
최종 완성 모형

세부설계

Core

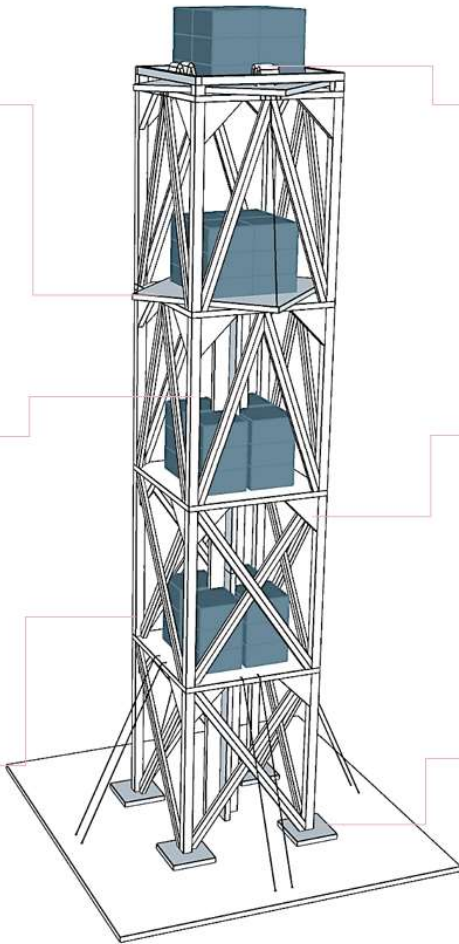


층고 규정에 부합하는 **맞춤 조립형 코어 형태** → 구조일체성 및 경제성 확보



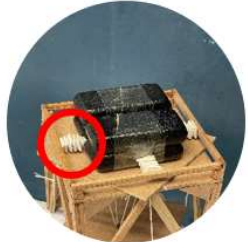
설계 PROCESS

세부설계



Tuned Mass Damper
 지붕 층 - 4층에 하중 지지 요소 배치
 VE Damper와 함께 감쇠
 공진현상 방지 효과
 TMD 이동 범위 구속

Viscos-Elastic Damper
 최상층 펜스의 측면에 설치
 점탄성댐퍼 역할 수행
 A4의 탄성력 통한 에너지 소산



K-Shaped Brace
 취약지점 가새 보강
 Howe Truss 가새 형태 결정
 상층 배치로 상부 변위 ↓

Triangle Haunch
 기둥-기초 접합부 사이 휨모멘트 분산
 메가 컬럼의 파단 방지



X-Shaped Brace
 취약지점 가새 보강
 Howe Truss 가새 형태 결정
 상층 배치로 상부 변위 ↓

Base Plate
 메가 컬럼 - 기초 접합부 일체화 목표
 구조물의 기초로부터 분리 방지
 모멘트와 전단력 분산



공정표 및 예산안

고지혜

김태희

신윤성

조혜림

시공	1시간				2시간			
	15분	30분	45분	60분	15분	30분	45분	60분
부재 치수 작도								
MDF 플레이트								
코어 절단								
기둥 제작								
X, K자 가새 제작								
상부 가새제작								
3층 면진장치 제작								
댐퍼 및 케이블 제작								
1층 부재 설치								
2층 부재 설치								
3층 부재 설치								
4층 부재 설치								
5층 부재 설치								
, 현치 제작								
구조물 보강								
구조물 연결								

재 료	용 도	부재 길이(mm)	부재 개수(개)	재료 개수(개)	단가 (만원)	합계	비고
MDF Plate	바닥판	160x160x6	4	4	100	400	
		140x140x6	2	2	100	200	
	Base Plate	50x50x6	4				
	Core	40x200x6	5				
		40x106x6	1				바닥판 여분 활용
		40x112x6	1				
	Haunch	40x40x6	32				
MDF Strip	Mega Column	6x4x20	16x4	22	10	220	
	X형 가새	6x4x239/244	8x4	16	10	160	
	K형 가새	6x4x212/218	8x4	16	10	160	
	지붕층 난간	6x4x10/154	4x4 & 4x2				여분 활용
면실	강성 보강	600	4	4	10	40	
	TMD 연결	600	4	4	10	40	
	TMD 보강	600	8	8	10	80	
A4지	마찰력 감쇠 보강	160x160	2	2	10	20	
	Viscos Damper	30x149	4				여분 활용
접착제	록타이트 401(20g)		2	-	200	400	
합 계						1720	