



울산대학교 | 건축공학부 건축공학전공
UNIVERSITY OF ULSAN | SCHOOL OF ARCHITECTURAL ENGINEERING

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2022

2022

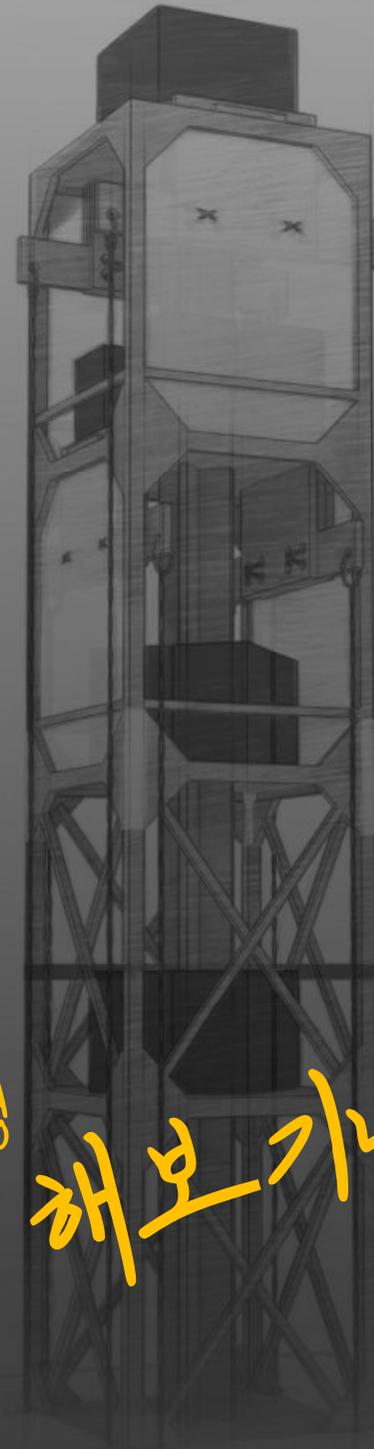
구조물

내진설계

경진대회

울산대학교 건축공학과
팀명 : 인성 문제 있어? 설계 제안서

SEO SEUNG HYEON | KANG SIEUN | NO UN JUN | HAN CHAE HYUN



-아산 정주영
"너, 해보거나 했어?"

INDEX

01

대회 규정 분석

지진파 분석

02

재료 물성치 분석

설계 방향

03

MIDAS 모델링 및 해석

실제 모델 실험

04

최종 모델

도면

예산안 및 공정표

TEAM 소개

TEAM 명 : 인성 문제 있어?

자문위원

울산대학교 건축공학과

김대경 교수님

팀원 소개

서승현 (팀장)

- 구조해석
- 물성치 분석
- 미이다스 모델링
- 구조물 제작

강시은

- 구조해석
- 지진파 분석
- PPT 제작
- 구조물 제작

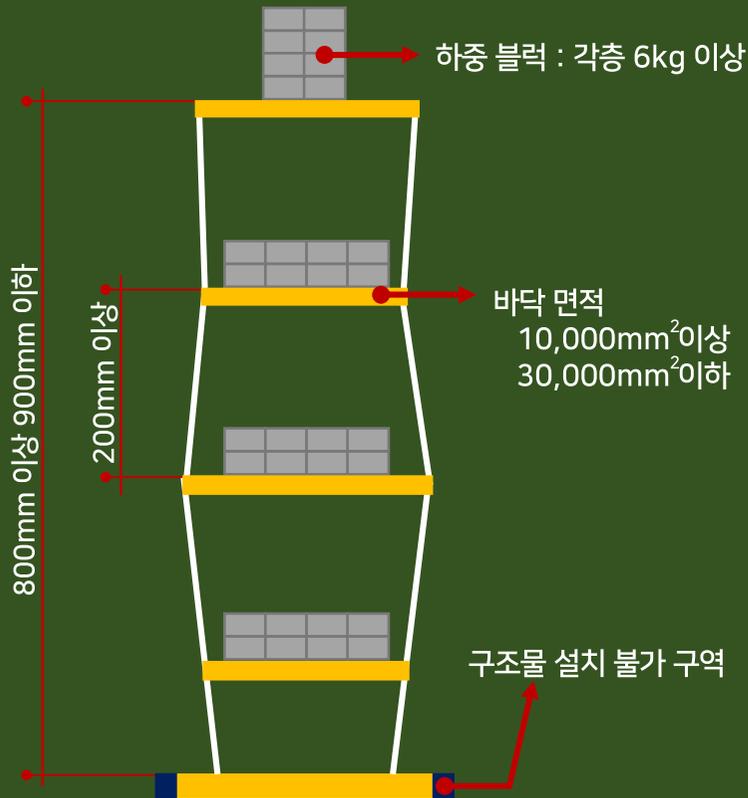
노언준

- 구조해석
- 물성치 분석
- 미이다스 모델링
- 구조물 제작

한채현

- 구조해석
- 모델링 및 도면 작성
- 경제성 분석
- 구조물 제작

대회 규정 및 구조물 심사 기준



재현 주기 (년)	구조물의 성능 수준
500	기능 수행
2,400	붕괴 방지

구조물의 파괴는 0.7g에 정규 분포하여 발생할 것

지진파 분석

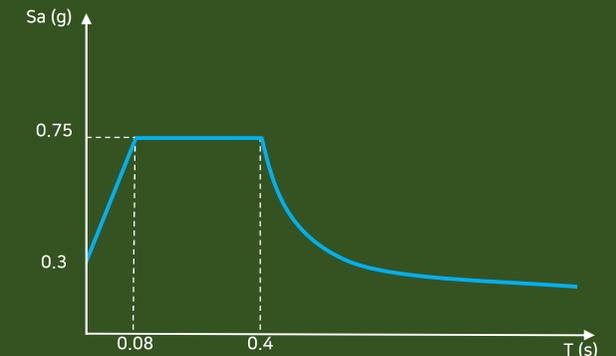
설계 스펙트럼 가속도

- 단주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{Ds})
 $= S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$
 500년 → 0.75g / 2400년 → 1.5g
- 1초 주기 설계 스펙트럼 가속도(S_{D1})
 $= S \times F_v \times 2/3$
 500년 → 0.3g / 2400년 → 0.6g

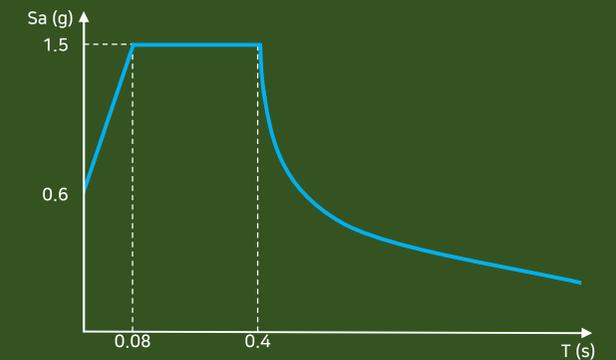
구조물의 고유 주기

- $T_0 = 0.2 S_{D1} / S_{Ds}$
 500년 & 2400년 → 0.08 sec
- $T_s = S_{D1} / S_{Ds}$
 500년 & 2400년 → 0.4 sec
- $T_L = 5$ 초

지반 응답 스펙트럼



500년 주기



2400년 주기

0.08 ~ 0.4 sec에서 설계 스펙트럼 가속도 최대

Mega Column

단면의 강성



CASE 1

$$I_x = 864\text{mm}^2$$

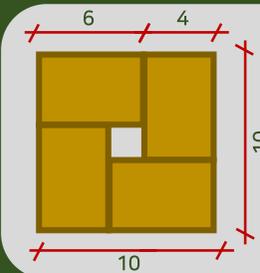
$$I_y = 216\text{mm}^2$$



CASE 2

$$I_x = 1,152\text{mm}^2$$

$$I_y = 512\text{mm}^2$$



CASE 3

$$I_x = 832\text{mm}^2$$

$$I_y = 832\text{mm}^2$$

취약부분에 의해 구조 성능이 결정되므로
x-y 양방향에서 동등한 단면성능을
확보하기 위해 기둥단면을
CASE 3로 선택함

기둥 물성치 실험



캔틸레버 보의 처짐식 이용 $E = \frac{PL^3}{3\delta I}$

P (N)	2.25
길이 (mm)	300
단면 2차 모멘트 (mm ²)	832
처짐 (mm)	28
탄성계수 (MPa)	869

실 물성치 실험



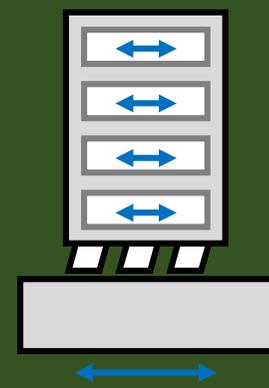
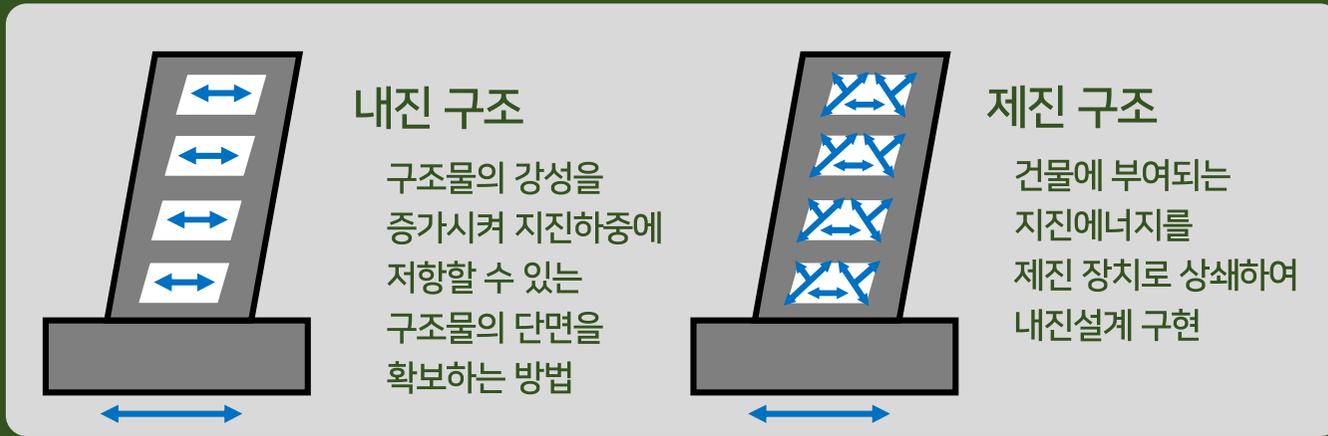
▶ 실 3줄 사용 하였을 때

흑의 법칙 이용

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{PL}{A\Delta l}$$

	실 2줄 사용	실 3줄 사용
P (N)	14.7	14.7
단면적 (mm ²) $A = \frac{\pi D^2}{4}$	1.77	3.14
변한 길이 (mm)	12	6
탄성계수 (MPa)	164.7	185.7

내진설계 개념



면진 구조

구조물과 지반 사이에 면진 받침 등 전단 변형 장치를 설치하여 지반과 건물을 분리시키는 방법

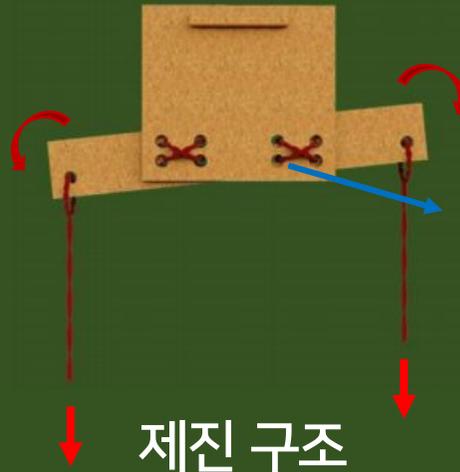
지반진동이 구조물에 전달되지 않도록 함.



내진 구조

A4용지 전단벽의 역할
: 벽면에 평행한 횡력을 지지하는 전단벽으로 작용

+



제진 구조

마찰 댐퍼의 역할
: 지진 에너지를 마찰 에너지로 전환하여 진동을 감쇠
실의 인장력을 통한 구조물 지지

면내마찰력 이용



경제성, 안정성, 시공성 모두 확보

Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
1	16.6063	2.643	0.3784	3.75E-27
2	16.6527	2.6504	0.3773	3.75E-27
3	18.4749	2.9404	0.3401	3.75E-27
4	63.2239	10.0624	0.0994	3.75E-27
5	71.0463	11.3074	0.0884	3.75E-27
6	71.3767	11.36	0.088	3.75E-27
7	159.0062	25.3066	0.0395	3.75E-27
8	165.3657	26.3188	0.038	3.75E-27
9	165.6432	26.3629	0.0379	3.75E-27
10	413.8173	65.8611	0.0152	3.75E-27
11	453.6344	72.1982	0.0139	3.75E-27
12	454.2638	72.2983	0.0138	3.75E-27

고유주기 : 0.3784 (sec)

Mode 3 주기 : 0.3401 (sec) Mode 7 주기 : 0.0395 (sec)

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT						
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	24.0113	24.0113	27.3793	27.3793	0.08	0.08
2	27.3837	51.395	24.0122	51.3916	0.0001	0.0801
3	0.0474	51.4423	0.0472	51.4388	47.0013	47.0814
4	0.0023	51.4446	0.0023	51.4411	6.8301	53.9115
5	17.9614	69.406	18.7329	70.174	0.0007	53.9122
6	18.76	88.166	17.9912	88.1652	0	53.9122
7	0	88.166	0	88.1652	43.2801	97.1923

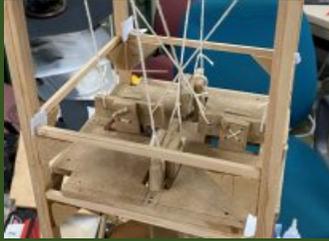


대회의 진동대 움직임
고려하였을 때 가장 적합한
Mode 3 과 Mode 7을 선정하였다.
Mode 3 대비 Mode 7의
파단 가능성이 더 커서
2,3층 기둥의 취약점을
A4용지로 감싸서 보강하였다.



▶ 기둥 보강

1차 실험



▲ 회전 마찰 댐퍼
회전 마찰 댐퍼를
3층에 4개 설치하고
나머지 층은 가새로 보강

1차 실험 결과
회전 마찰 댐퍼 작용 X
가새 파단
바닥과 기둥 분리
0.7g에서 구조물 붕괴 X

회전 마찰 댐퍼가
기능을 수행하게끔 재설계

기둥과 바닥판 접합 강화
과설계 방지하여 2층 가새 제거



2차 실험



2차 실험 결과
회전 마찰 댐퍼 작용 X
가새 파단
외각 면줄 끊어짐
0.5g에서 구조물 붕괴

최종 실험



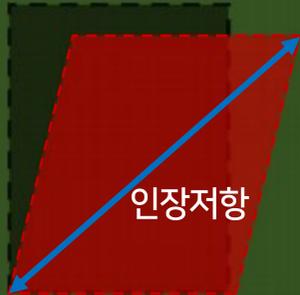
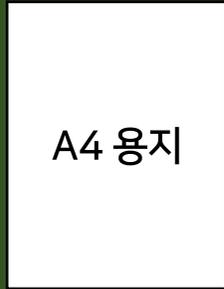
▲ 회전 마찰 댐퍼
회전 마찰 댐퍼를
3층 2개, 4층 2개
천장에 매달았음
▶ 전단벽 설치
가새 제거 후
3, 4층 A4 전단벽 설치

최종 실험 결과

회전 마찰 댐퍼 작용 0
전단벽 작용 0
가새 2개 파단 및 바닥판 분리로
0.7g에서 구조물 붕괴

가장 최적의 설계

전단벽



인장저항

거동은 기둥이 잡아 줌

; 3, 4층 2개의 벽으로 설치 ; 강판전단벽의 역할 수행

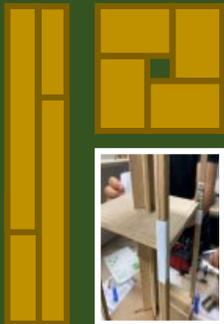
A4용지를 이용해서 벽을 만들고 기둥, 보 골조 속에 짜 넣어
면내전단력으로 지진력에 저항하도록 한 전단벽

거셋플레이트



절점 보강용 거셋플레이트 설치
; 수직부재와 수평부재가 만나는 곳에 보강
; 한 층 당 16개 씩 총 64개 설치
; 남은 플레이트 자투리 부분 활용
> 경제적

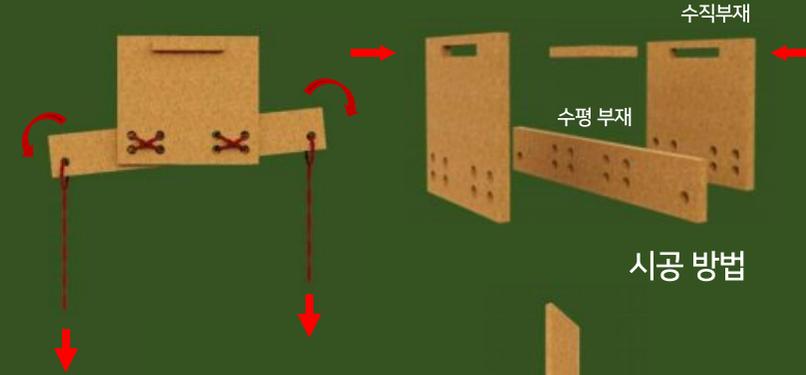
메가 컬럼



; 600mm 부재를
200mm와 400mm로 잘라서 접합
; 엇갈리게 배치하여
접합 면적을 넓힘
; 기둥의 취약점은
A4용지로 보강

회전 마찰 댐퍼

; 3, 4층 각 2개 씩 총 4개 설치



수직부재

수평 부재

시공 방법

내부 코어

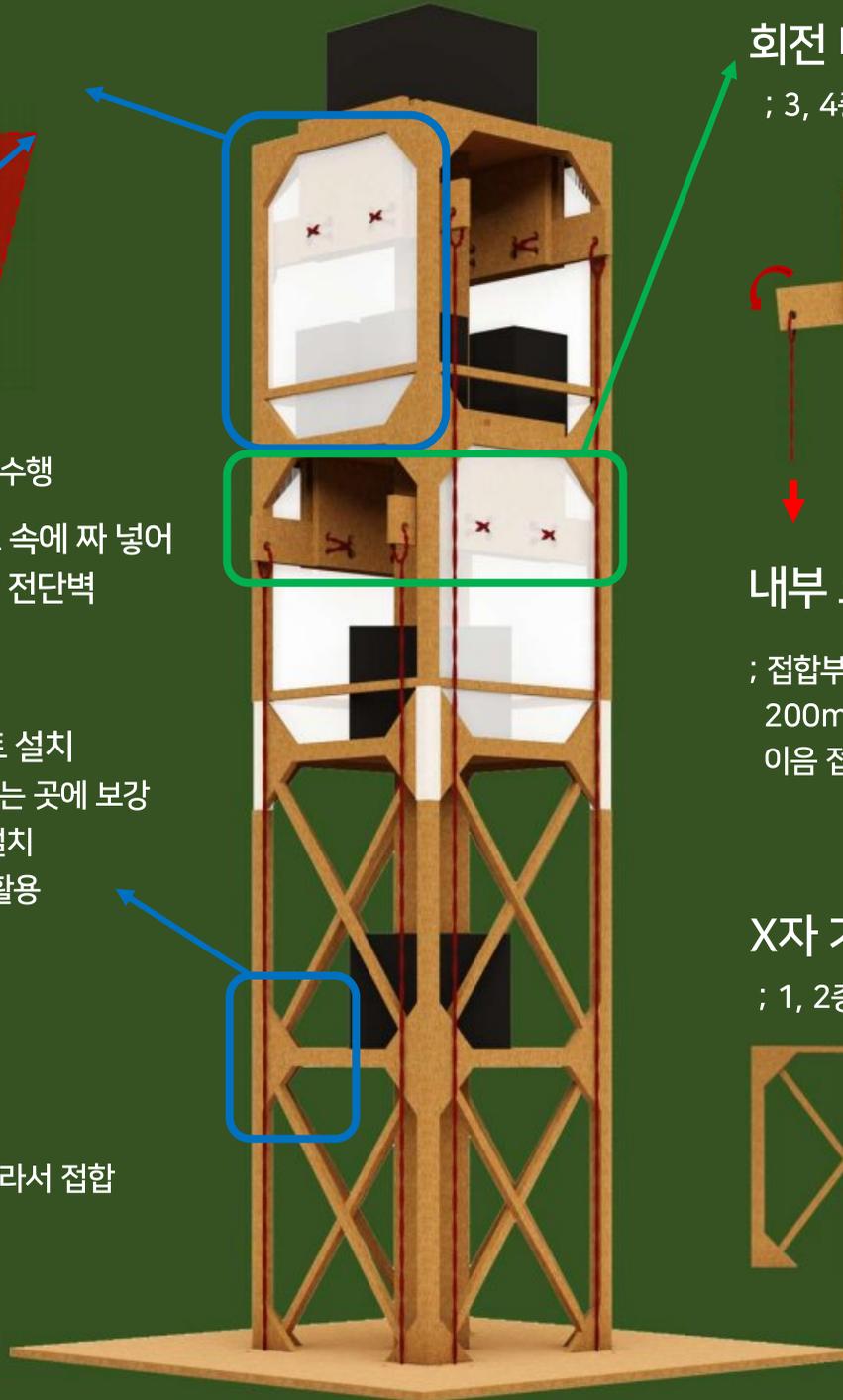
; 접합부 보강을 위해
200mm와 100mm로 자른 후
이음 접합

X자 가새

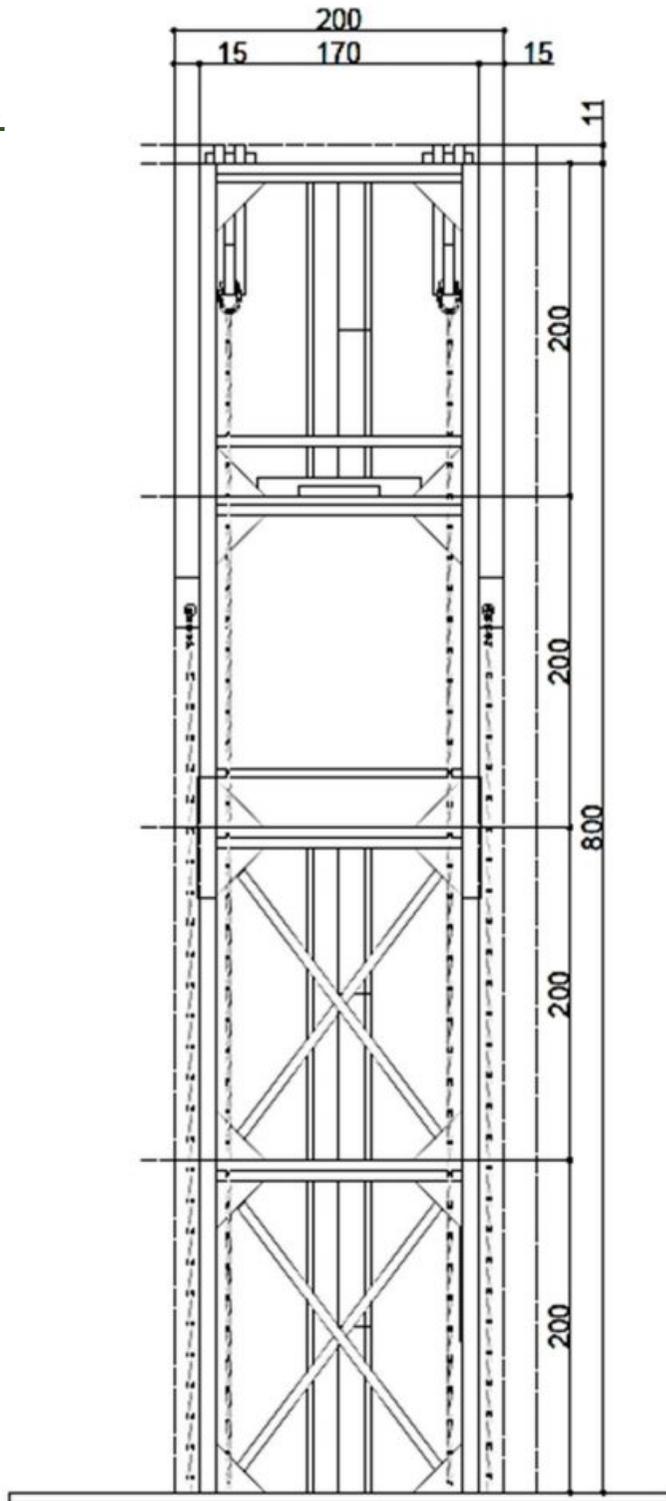
; 1, 2층 각 4 곳 총 8곳에 설치



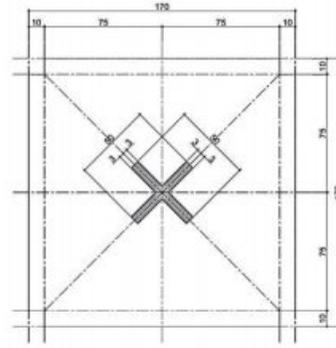
; K형이나 V형 가새에 비해
수평강성면에서 성능이 뛰어남
; 기둥의 중력하중 전달경로의
회선을 짧게 함으로써 가새의
강성에 비례하여 기둥하중의 일부를 흡수



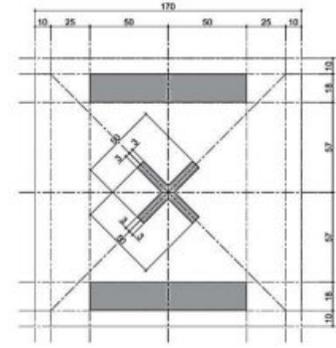
04 도면
입면도



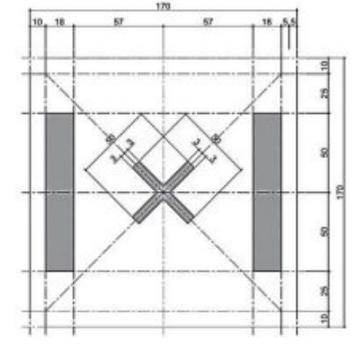
층별 평면도



2, 3층 슬래브 (2EA)



4층 슬래브 (1EA)

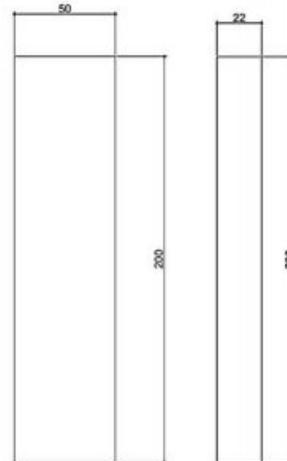


5층 슬래브 (1EA)

코어 상세도

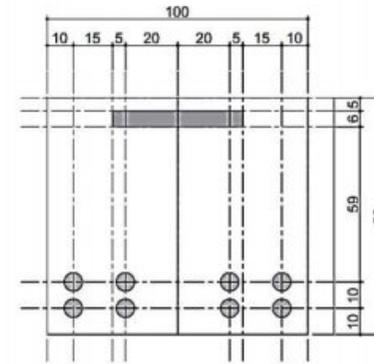


코어 (4EA)

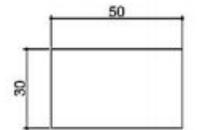


코어 (4EA) 코어 (6EA)

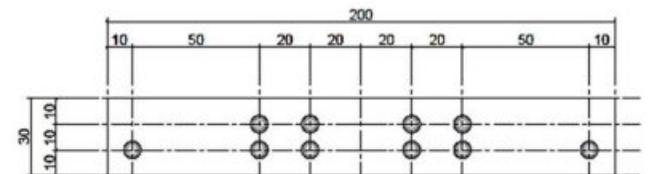
댐퍼 상세도



댐퍼 수직 (8EA)



댐퍼 고정재 (4EA)



댐퍼 수평 (4EA)

4 예산안 및 공정표

예산안

재료명	단위	규격	단가 (백만원)	수량	합계 (백만원)
MDF Strip	개	600 x 4 x 6	10	37	370
MDF Plate	개	200 x 200 x 6	100	9	900
면줄	식	600	10	22	220
A4지	장	-	10	4	40
접착제	개	20g	200	2	400
총액 (백만원)					1,930

부재 종류

부재 명	수량	부재 명	수량
거셋플레이트	64	인장 와이어	8
코어	1	보	24
마찰 댐퍼	4	바닥	4
가새	32	기둥	4
전단벽	4	합계	145

공정표

구분		소요 시간																					
		1시간						2시간						3시간									
		10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분				
재료 제작	바닥판	■																					
	코어 및 기둥	■																					
	보 및 가새					■																	
	거셋플레이트	■																					
	마찰 댐퍼	■						■															
시공	부재 연결						■	■		■		■		■									
	면줄 설치															■		■					
	하중블럭 설치															■		■					
마감	거셋플레이트											■											
	가새 및 전단벽	■																					

■ 한채현
 ■ 노연준
 ■ 강시은
 ■ 서승현
 ■ 강시은, 노연준
 ■ 강시은, 노연준, 한채현
 ■ 서승현, 한채현
 ■ 모두