



2024 구조물 내진설계 경진대회

Seismic Structural Design Contest 2024



동아대학교 건축공학과

DONG-A UNIVERSITY Architectural Engineering

TEAM : 단디짓자

지도교수 : 동아대학교 건축공학과
김동건 교수님

INDEX

01 규정 및 설계 방향

02 설계 상세

03 구조물 실험 및 개선사항

04 실험 구조 해석

05 도면 및 공정표

조승연

- 팀장 및 총괄
- 구조설계
- 구조해석
- 구조물 제작

최근영

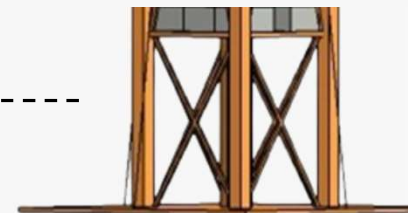
- 물성치 해석
- 구조해석
- 3D 모델링
- 구조물 제작

이헌진

- 지진파 분석
- 설계제안서 제작
- 경제성 분석
- 구조물 제작

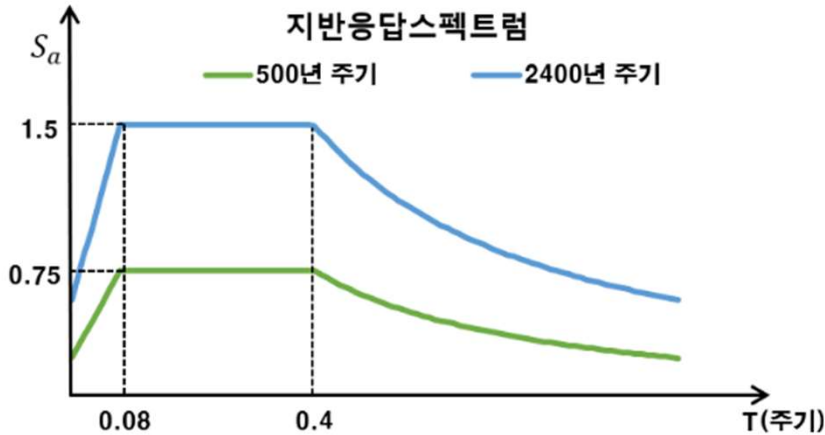
노은택

- 대회 규정 분석
- 경제성 분석
- 시공성 분석
- 구조물 제작



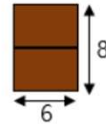


01 규정 및 설계 방향

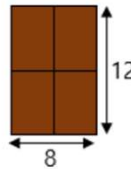


※ 0.08~0.4sec에서
설계스펙트럼 가속도 최대
-> 지진 가속도 0.7g에서
파괴유도 설계

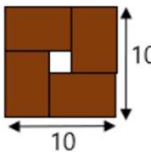
- $T_0 = \frac{0.2 \times S_{D1}}{S_{DS}}$
500년 & 2400년 - 0.08sec
- $T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$
500년 & 2400년 - 0.4sec
- T = 구조물의 고유주기



- CASE 1
 $I_x = 256\text{mm}^4$
 $I_y = 144\text{mm}^4$
탄성계수 $E = 1078.1\text{Mpa}$



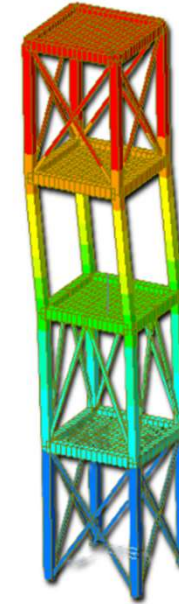
- CASE 2
 $I_x = 1,152\text{mm}^4$
 $I_y = 512\text{mm}^4$
탄성계수 $E = 453.7\text{Mpa}$



- CASE 3
 $I_x = 832\text{mm}^4$
 $I_y = 832\text{mm}^4$
탄성계수 $E = 1121.8\text{Mpa}$
단면2차 모멘트 $I = \frac{bh^3}{12}$

- CASE 1,2에 비해 강축과 약축의 구분 X
- CASE 1,2에 비해 단가 대비 단면 2차 모멘트가 매우 큼
- 건물 전체의 강성 향상을 위해 CASE 3 선택

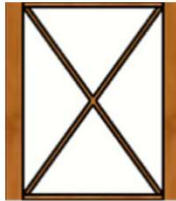
1,4층 X가새



2층 2중 편심가새

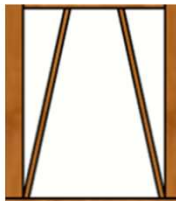
<X자형 가새>

상하부 균형있는 구조물의
강성을 확보하고 변위를
잡아주기 위해 적용



<2중 편심가새>

1층 X자형 가새의 사용으로
부족한 구조물의 강성을
확보하기 위해 2층에 적용



변위 : 3.18mm

구조물 변위 값 고려하여 1,4층 X가새, 2층 역V가새 적용

Y자 모양을 형성하는 3개의 지지대로 강화된 육각형 코어인 버트레스 코어를 사용함으로써 수직 하중 지지, 수평 하중 저항, 비틀림 저항에 따른 내진 성능 강화
4way트러스, 층간변위댐퍼, 마찰 댐퍼, 2중 편심가새, x자 가새, 인장 와이어를 이용한 제진장치를 통해 높은 강성과 안정성 증가로서 내진 성능 강화 및 0.7g에 붕괴를 유도

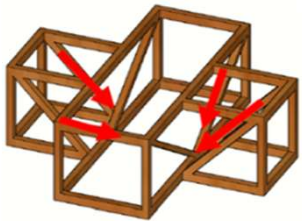


02 설계 상세

- 단순히 강하게 제작하는 것이 아닌 본 대회 규정에 최적화된 시스템
- 한정된 재료 내에서의 경제성 및 시공성 철저히 고려

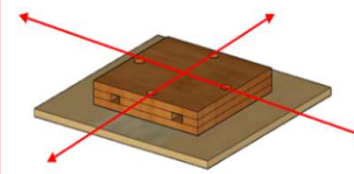
- 내진보강을 해주는 코어 중 중앙 코어형을 채택하고 부르즈 할리파의 버트레스 코어(Buttressed Core)를 이용하여 구조설계
- 제진보강장치 4WAY 트러스, 층간변위제어댐퍼, 마찰 댐퍼를 통해 지진 에너지를 소산 시키는 형태

< 4WAY 트러스 >



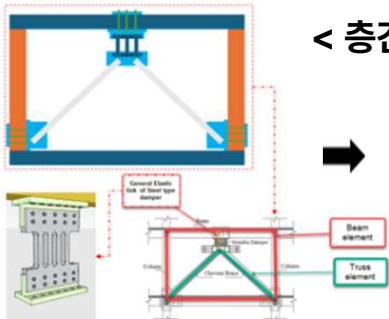
- 수직하중에 주로 저항
- 위층 하중블럭의 무게중심이 트러스의 절점에 오도록 설계
- 대각선 부재가 위층 하중블럭의 무게 중심에서 코어로 연결되어 위층의 하중을 코어로 전달

< 마찰 댐퍼 >



- 마찰 댐퍼를 사용하여 운동 에너지를 열에너지로 변환
- 강한 충격을 완화하거나 너무 큰 진동 진폭을 방지하여 에너지 소산
- 스트링 고무줄 = 인장재 역할
- 마찰 댐퍼의 상부와 기초판을 긴결시켜 인장력으로 층간변위 발생을 억제

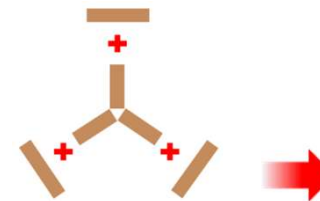
< 층간변위제어댐퍼 >



→ 면외방향 좌굴방지

- $\Delta_a : 0 \sim$ 허용 층간변위(2mm) 도달 시, 변위 제어 댐퍼 작동
- 시공성, 경제성, 목표성능설계 가능(강축, 약축, 단면설계, 개수)
- 가새가 없는 층을 가새 댐퍼로 보완하여 에너지소산 능력 향상

< 버트레스 코어 >



단면2차모멘트의 극대화,
시공성 경제성을 검토한 최적안 단면 설계



코어 결정

- 원형에 가까울수록 구조성 우수
- 시공성과 경제성을 확보



03 구조물 실험 및 개선사항



1차 실험

< 1차 모델 제작 >



< 1차 모델 파단 >



1차 모델 실험 결과 : **0.42g 파괴**

- 1,4층 x자형 가새 적용
- 2층 역 v자형 가새 적용
- 1,2층 버트레스 코어 접착
- 3층 가새 댐퍼 + 4way 트러스 적용



- 기둥 접착부가 하중을 버티지 못하고 붕괴
- 2층 역 v자형 가새가 하중을 받지 못함



따라서 기둥 접합부에 A4를 사용 / 2층을 2중 편심가새 적용

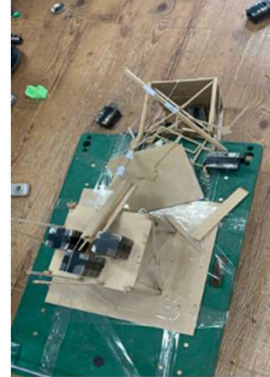


2차 실험

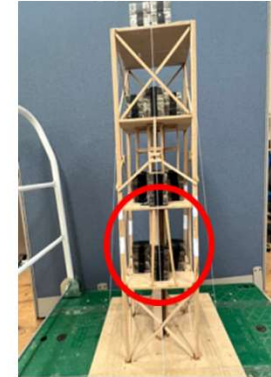
< 2차 모델 제작 >



< 2차 모델 파단 >



< 2차 내진, 제진 기술 적용 >



2차 모델 실험 결과 : **0.6g 파괴**

- 1,4층 x자형 가새 적용
- 2층 2중 편심 가새 적용
- 1,2층 버트레스 코어 일체화
- 3층 가새 댐퍼 + 4way 트러스 적용
- 기둥 접합부 A4용지 부착



- 기둥접착부 보강 완료, 1,2층을 연결하는 기둥이 하중을 버티지 못하고 붕괴
- 2층이 파단됨으로써 구조물 붕괴

최종 목표 : 기둥 1,2층 연결부에도 A4 추가 보강을 통해 0.7g에 파괴도록 유도

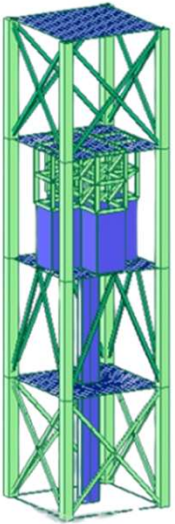
< 최종 모형 >





04 실험 구조 해석

모드 별 질량참여도 및 고유주기 해석



옥상 • 마찰댐퍼 (해석 적용 제외)

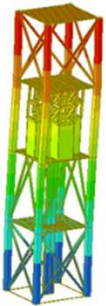
4층 • X자형 가새

3층 • 4-way 트러스
• 가새댐퍼 (해석 적용 제외)

2층 • 버트레스 코어 (Buttressed Core)
• 역V자 가새

1층 • 버트레스 코어 (Buttressed Core)
• X자형 가새

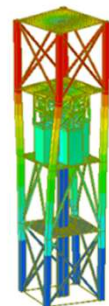
MODE 1



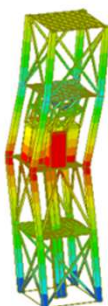
MODE 2



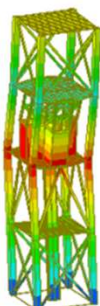
MODE 3



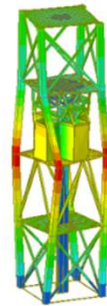
MODE 4



MODE 5



MODE 6



MIDAS GEN 해석

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		ROTN-Z	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	79.3222	79.3222	0.0002	0.0002	0.0003	0.0003
2	0.0002	79.3224	80.0416	80.0418	0	0.0003
3	0.0002	79.3226	0	80.0418	73.8188	73.8191
4	12.8254	92.1480	0	80.0418	0.0004	73.8195
5	0	92.1480	12.0334	92.0753	0	73.8195
6	0.0002	92.1482	0	92.0753	19.1627	92.9821

* KDS 41 17 00 응답스펙트럼 해석법에 따라 모드별 유효질량(Effective Model Mass)의 합이
전체 질량의 90% 이상을 확보하도록 요구

EIGENVALUE ANALYSIS

Mode No	Frequency		Period	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)		
1	15.4161	2.4535	0.0408	0
2	15.5536	2.4754	0.0404	0
3	20.3848	3.2443	0.0308	0
4	49.8754	7.9379	0.0126	8.6858e-52
5	49.9655	7.9522	0.0126	1.6367e-51
6	62.5409	9.9536	0.0100	3.2383e-45

실험 결과
설계 스펙트럼
가속도 최대구간
0.08~0.4sec를
피하는 것을
확인 가능

