

2021 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2021

“목표 성능수준을 고려한 구조물의 내진설계”

강원대학교 건축공학과

優BalaNcE

주최: 부산대학교 국토교통연구원프라임영원 주관: 지원원 재원구현터

후원: 행정안전부 국토교통부 KAMA 국토교통과학기술진흥원

신신투자증권

신신투자증권

신신투자증권

신신투자증권

신신투자증권

신신투자증권

Copyright KOCED. All Rights Reserved.

협찬: MTS DRB 유니시스HKRI(주)

팀 소개

優BalaNcE

優, 쓰러질 언

BalaNcE, 균형

“ 쓰러지는 것의 균형을 잡다 ”

김태완 교수님
강원대학교 건축공학과
자문위원

이수정 (4)
팀장
총괄
MIDAS 구조해석

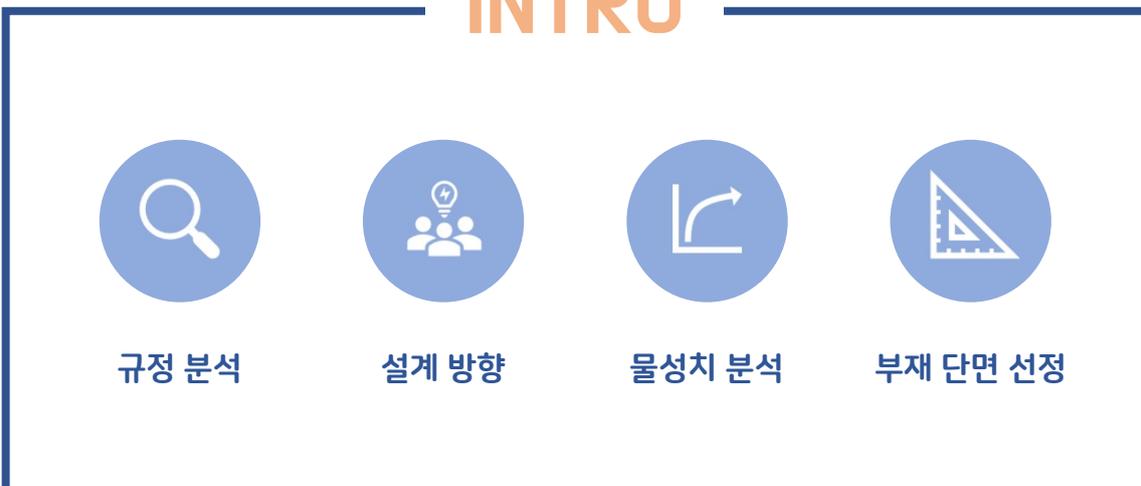
김세희 (4)
부재상세 설계
안정성 검토
CAD 도면제작

문관오 (3)
3D 모델링
PPT 제작
이론정리

정희수 (3)
규정분석
개선책 제안
경제성/시공성 검토

INTRO	PROCESS	CONCLUSION
<ul style="list-style-type: none">▪ 규정 분석▪ 설계 방향▪ 물성치 분석▪ 부재 단면 선정	<ul style="list-style-type: none">▪ 구조 설계 및 분석▪ 설계 스펙트럼▪ 안전성 검토	<ul style="list-style-type: none">▪ 3D모델링▪ 평면도 및 입면도▪ 내역서▪ 공정표

INTRO



<구조물 제작 및 심사기준>

- ① 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- ② 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- ③ 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- ④ 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
- ⑤ 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- ⑥ 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구하는 설계
- ⑦ 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

<내진설계기준 공통사항>

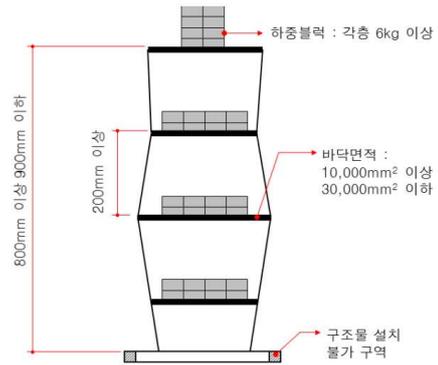
i) 기능수행

- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 경미하여 그 구조물이나 시설물의 기능이 유지될 수 있는 성능 수준

ii) 붕괴방지수준

- 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 매우 큰 손상이 발생할 수는 있지만 구조물이나 시설물의 붕괴로 인한 대규모 피해를 방지하고, 인명 피해를 최소화하는 성능 수준

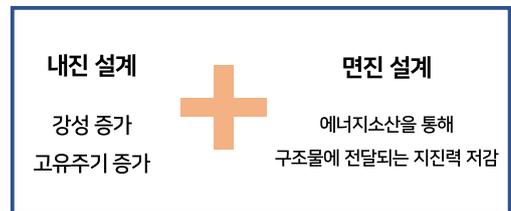
■ 구조물 제작 예 (참고용)



구조물의 강성을 증가시켜
건물이 붕괴되지 않도록 구조
부재에 성능을 부여하는 기술

건물과 지반 사이에 전단변형
장치를 설치하여 지진력을
약하게 전달하는 기술

제진장치를 통해 에너지를
소산시켜 구조물을
제어하는 기술



※ 내진과 면진 설계를 통해 강성을 확보하며
구조물의 주기를 조절해 **효율적이고 상호보완적인**

내진설계 유도!!

출처 : 기구미 - 건물의 내진, 면진, 제진 구조의 특징 / <https://www.gigumi.com/375>

- 물성치 분석

탄성계수 측정

무게 (g)	하중 (N)	길이 (mm)	단위 (mm)	단면2차모멘트 (mm ⁴)	탄성계수 (MPa)
50	0.49	150	9.67	72	2,375.3
100	0.98	150	19.2	72	2,392.6
149	1.46	150	27.8	72	2,462.1
199	1.95	150	38.7	72	2,362.2
245	2.40	150	47.8	72	2,354.5

평균 탄성계수 : 2389.3MPa



- 물성치 분석

휨 강도 측정

무게 (g)	P _{max} (N)	길이 (mm)	b (mm)	h (mm)	M _{max} (kN·m)	휨 강도 (MPa)
4,803	47.1	200	4	6	2,353.47	24.51
4,871	47.7	200	4	6	2,386.79	24.86
4,782	46.9	200	4	6	2,343.18	24.41
4,926	48.3	200	4	6	2,413.74	25.14
4,778	45.9	200	4	6	2,295.16	23.91

평균 휨 강도 : 24.57MPa

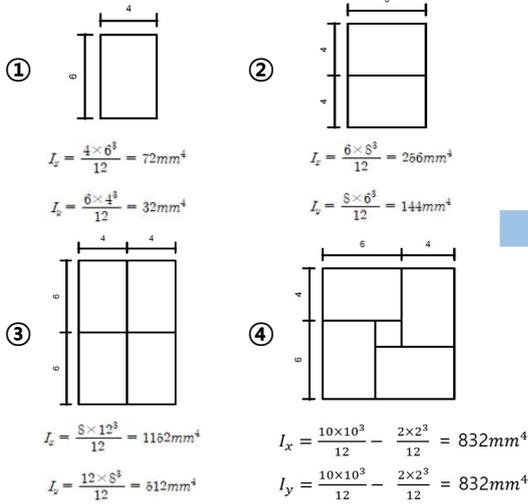


규정 분석

설계 방향

물성치 분석

부재 단면 선정



※ 단면 2차 모멘트 비교를 통한 강성비교

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

l : 단면 2차 모멘트
 b : 폭
 h : 높이

- ✓ 단면 2차 모멘트 값 중 작은 값에 의해 구조성능이 결정되므로 단면적이 동일한 조건하에 x축과 y축에서의 단면 2차 모멘트 값이 동일한 4번째 단면을 선택한다.
- ✓ 12X12 단면도 고려하였으나 경제성 및 과설계를 고려하여 10X10 단면인 4번째 단면을 선택한다.

PROCESS



구조 설계 및 분석



설계 스펙트럼

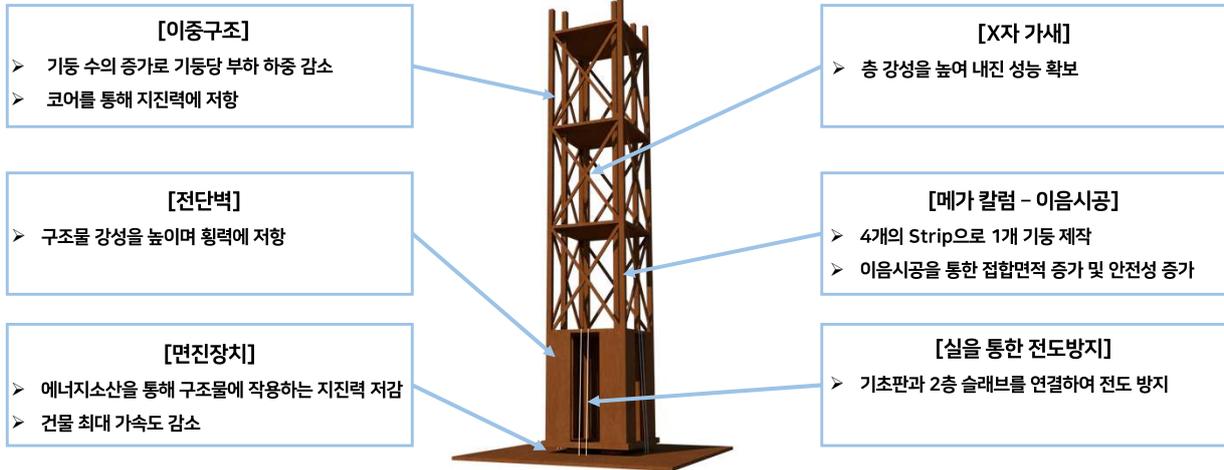


안전성 검토

구조 설계 및 분석

설계 스펙트럼

안전성 검토



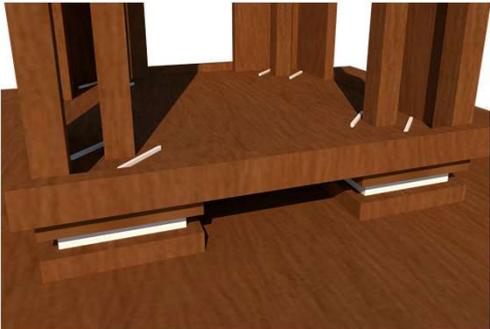
구조 설계 및 분석

설계 스펙트럼

안전성 검토

[면진장치] - 멘보샤

- 구조물에 작용하는 지진력 감소
- 건물 최대 가속도 감소



✓ 3D 모델링



✓ 예비 모형 제작



- 수평방향으로 작은 강성을 갖는 종이의 유연성
 - 횡 변형 확보
- 횡 변형 발생 시 종이 간 마찰 발생
 - 마찰을 통한 에너지 소산 능력 확보

· 설계스펙트럼 분석

내진설계목표 및 성능수준

· 내진설계 및 설계응답스펙트럼 작성에 관한 사항은 정부의 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00: 2019)을 참조하되, 본 대회에서는 진동대 실험 조건을 고려하여 아래에서 정의하는 지진하중의 크기(유효수평지반가속도)와 내진 성능목표를 적용한다.

1) 지진하중

· 유효수평지반가속도 (S)

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

· 지반증폭계수 : 설계스펙트럼 작성시 단주기 지반증폭계수(F_v)와 1초 주기 지반증폭계수(F_s)는 1.5로 가정한다.

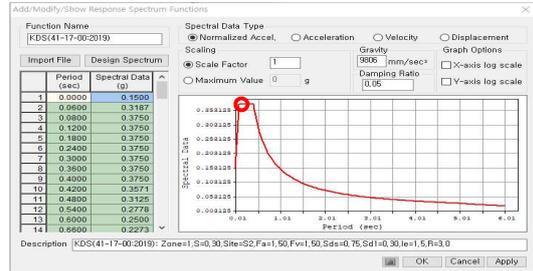
2) 성능목표

· 500년 재현주기 지진에 대해 기능수행, 즉시복구, 장기복구/인명보호 수준을 만족하여야 한다.

· 2400년 재현주기 지진에 대해 붕괴방지 수준을 만족하여야 한다.

성능목표	
재현주기(년)	구조물의 성능 수준
500	기능수행
2400	붕괴방지

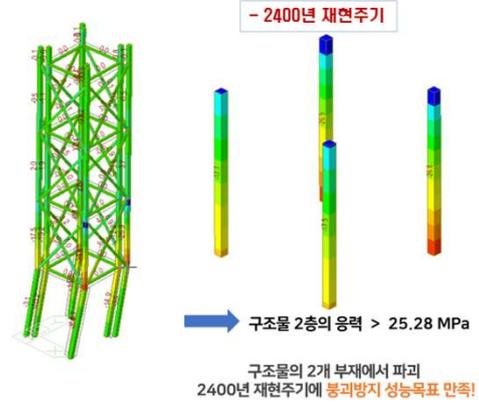
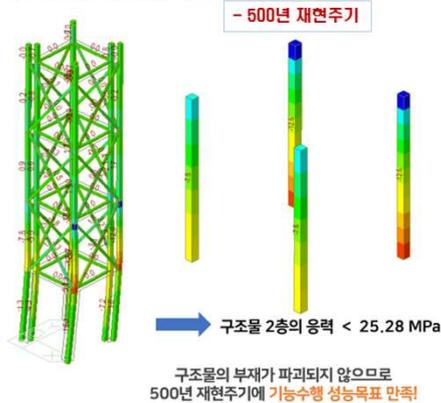
Mode	UX	UY	UZ	RX
EIGENVALUE ANALYSIS				
Mode No	Frequency		Period	Tolerance
	(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)	
1	19.3790	3.0843	0.3242	0.0000e+000
2	22.1579	3.5265	0.2836	0.0000e+000
3	22.1579	3.5265	0.2836	0.0000e+000
4	99.0175	15.7591	0.0635	0.0000e+000
5	99.0175	15.7591	0.0635	0.0000e+000
6	208.0294	33.1089	0.0302	0.0000e+000
7	284.2740	45.2436	0.0221	0.0000e+000
8	284.2740	45.2436	0.0221	0.0000e+000



· 허용기준 만족여부 확인

허용기준

부재 : MDF의 휨 강도 실험을 통한 **휨 응력 : 25.28MPa**



CONCLUSION



3D 모델링



평면도 및 단면도



내역서



공정표

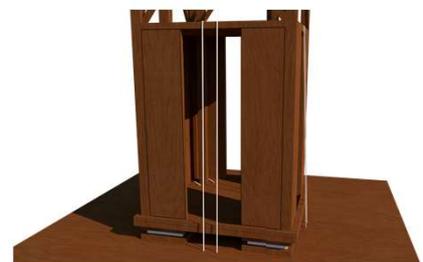
CONCLUSION

3D 모델링

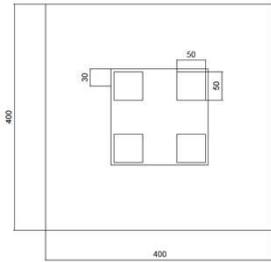
평면도 및 입면도

내역서

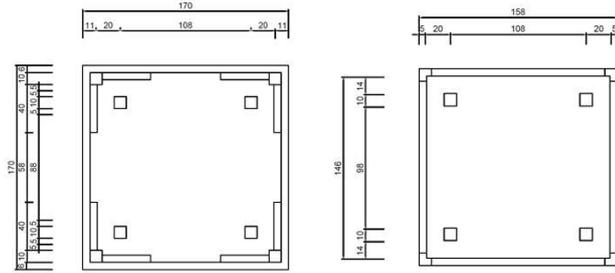
공정표



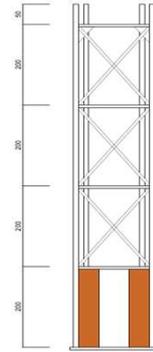
• 기초바닥&면진기초



• 평면도



• 입면도



구분	부재 길이(mm)	개수	구분	부재 길이(mm)	개수
외부 기둥	850*10*10	4	1층 바닥 슬래브	한 변의 길이 170	1
내부 기둥	850*10*10	4	2,3,4층, 옥상 슬래브	한 변의 길이 158	4
1층 전단벽	200*40*6	8	기초-2층 연결 면줄	500	8
2,3,4층 가새	245*4*6	24	면진 장치 면줄	200	4
내부 기둥 보강재	110*4*6	16	면진 장치 기초	한 변의 길이 50	8
4층 거šet 플레이트	30*30 (직각삼각형)	16	면진 장치 종이	A4	4
1층 바닥 strip	170*4*6 / 158*4*6	2 / 2			

구분	규격	단가(백만원)	수량	합계(백만원)
MDF Strip	600mm*4mm*6mm	10	61	610
MDF Plate	200mm*200mm*6mm	100	6	600
면줄	600mm	10	10	100
A4지	A4용지	10	5	50
접착제	20g	200	3	600
총 금액				1960

