

2015 Seismic Structural Design Contest

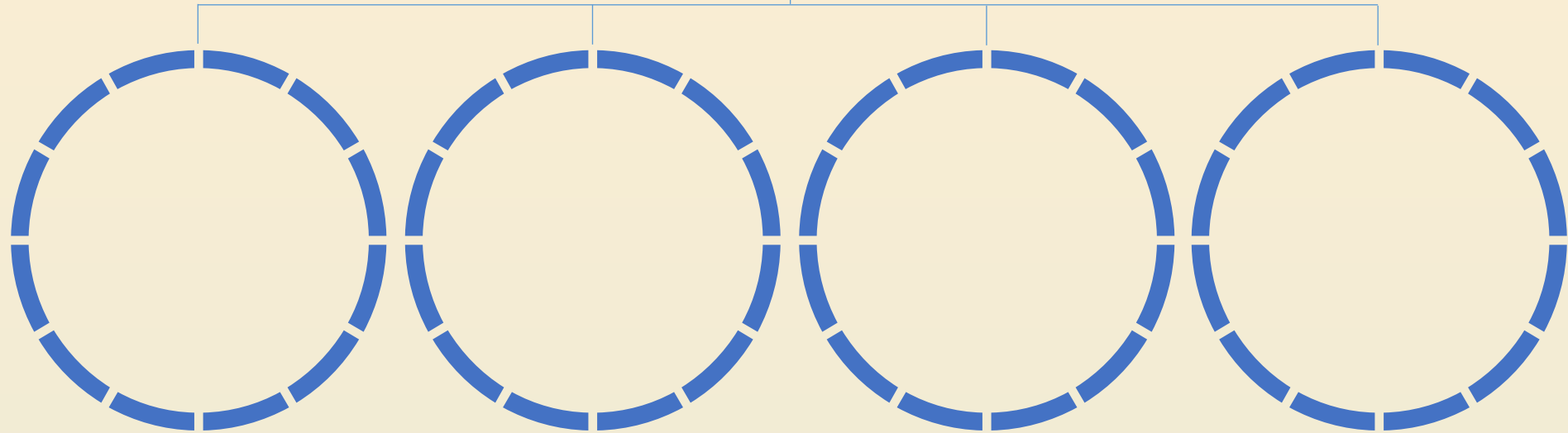
김흥진 교수님

Amazing

Structural

System

for
Architecture



최윤태

아이디어 및 피드백,
자료조사, 데이터 정리

강민수

PPT구성 및 발표
모형제작

이장후

Midas ,CAD
모형 모델링 및 해석

송원섭

모형 제작 및 실험
자료조사

경북대학교

건축공학과

목차



대외 규정
검토



재료 물성치
측정



모형 제작
및
분석

대회 규정 검토 - 주제

주제 : 초고층 건물은 지진에 과연 안전한가?!

부제 : 대한민국의 랜드마크를 지어라

연약지반에 신축될 국내 최고층 건물에 **장주기지진파**가 도달할 것을 대비하여
안전하고 멋진 **랜드마크**를 설계하고 시공하라.

/ 금번 대회의 목표 구조물은 **세장비**가 큰 **장주기형** 초고층 건물

/ 초고층 건물은 일반적으로 지진보다 바람에 취약, 풍아중에 의한 설계가 지배적, 내진설계는 크게 염두에 두지 않음

/ **장주기성 지진파에 취약**

/ 일본, 중국의 강진 또는 그 여진이 국내 강가 해안가 등과 같은 연약지반에 도달할 가능성 有

대회 규정 검토 - 모형

작품은 **4층** 이상으로 제작

각층의 바닥 면적은 **10000 mm² ~ 30000 mm²**

바닥면적은 **최 외각 기둥부재**를 이은 면적

각 층 **200mm** 이상, 층 높이 **800mm ~ 900mm**

24Kg이상의 하중 적재, 각 층 **6Kg** 이상

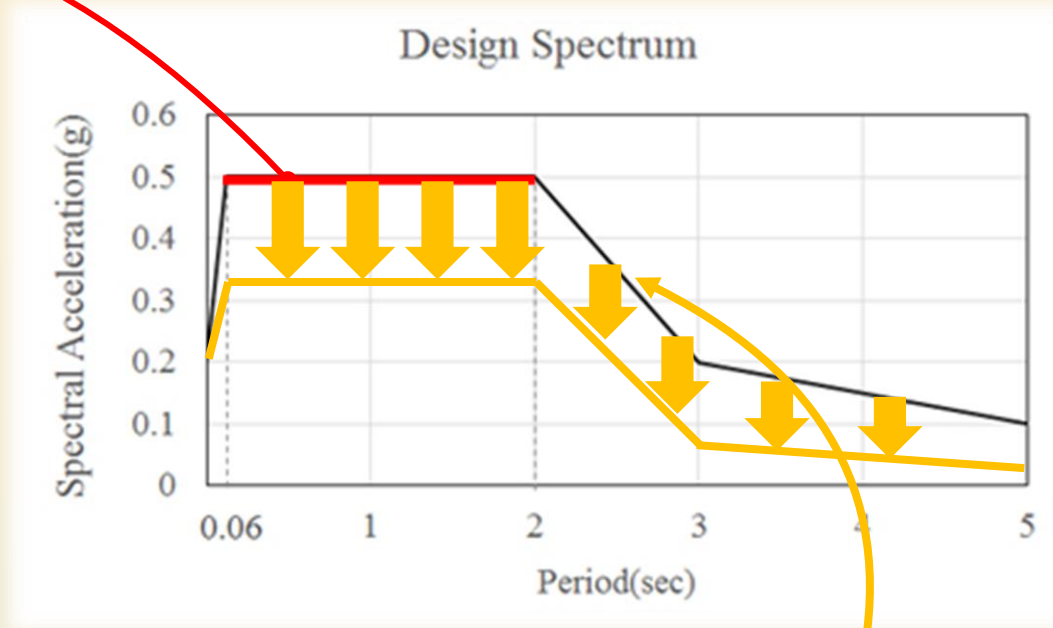
기준금액 **2400 백만원**, 작품 제작시간 **5시간** 미만

800~900mm



대회 규정 검토 - 응답스펙트럼

< 설계 스펙트럼 >



위험주기
0.06 ~ 2 sec

제작하는 구조물이
위험주기를 벗어나기
힘들다고 판단
(주어진 재료의 한계)

면진장치 / 제진장치
이용한
지진력의 감소 필요

재료 물성치 측정 – MDF strip 탄성계수

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

P = 하중($kg \times 9.81$),
 δ = 처짐길이(mm),

L = 켈틸레버 길이(mm),
 I = 단면2차 모멘트(mm^3)



재료 물성치 측정 – MDF strip 탄성계수

< 약축 >

하중 P (kg × 9.81)	길이 L(mm)	처짐 δ(mm)	I(mm ³)	E(MPa)
0.1540	200	7	32	1833.54
0.3080	200	13	32	1974.58
0.4621	200	19	32	2026.54
0.6161	200	25	32	2053.56
0.7701	200	31	32	2070.12
0.9241	200	36	32	2139.13
1.0781	200	43	32	2089.38

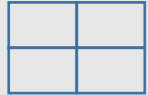
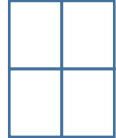
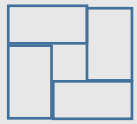
< 강축 >

하중 P (kg × 9.81)	길이 L(mm)	처짐 δ(mm)	I(mm ³)	E(MPa)
0.8584	200	7	72	2649.31
1.0153	200	13	72	2507.00
1.8394	200	19	72	2620.19
2.3299	200	25	72	2696.61
2.8204	200	31	72	2984.52
				약축 평균: 2026.69
				강축 평균: 2691.53

MDF strip 탄성계수 : **2303.71Mpa**

재료 물성치 측정 - 기둥 단면 형상에 따른 휨



기둥단면	하중(g)	가로축 처짐량(cm)	세로축 처짐량(cm)
	492.6	6.9	15.6
	492.6	15.6	6.9
	492.6	11.4	11.4

모든 방향의 지진에 효율적으로 대응하며
시공성을 고려해야 하므로

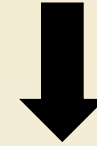
3번째 단면을 선택

재료 물성치 측정 - 실의 인장력 실험



하중을 추가시키며 실의 인장력을 측정
총 5번 1kg씩 추가 시키며 실험

평균 12kg을 버티고 끊어짐

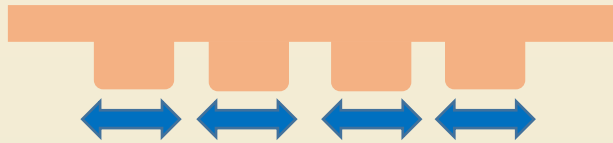


총 24kg 을 인장력 만으로 버텨야 함
안 면에 최소 **2줄** 이상의 실이 필요

모형 제작 및 분석 - 1차



1층 바닥 마찰 면진 장치 부착
- 지진력 축소 기대



모든 방향의 지진력을 효과적으로 받기 위해 바닥면 8각형으로 선정

각층 X brace 설치 - 힘의 효율적 전달



<CONCLUSION>

- 1초 미만의 단주기 지진에는 효과적
- 장주기 지진에는 전도 발생
- 강한 지진에서 마찰 면진 장치의 파괴
- 전도 직전 1층 기둥부재와 Brace의 파단 발생



<FEEDBACK>

- 마찰 면진 장치 파단이 전도로 이어짐
- 제작시간 축소 필요 (너무 많은 부재)
- 실의 인장력을 이용한 전도 방지 필요
- 좀더 꼼꼼한 제작 필요

모형 제작 및 분석 - 2차

층마다 세로로 실을 이용해
결속하여 상층부 전도 방지

입면을 사다리꼴로 만들어
구조물의 안정성을 높임

각 방향 2줄씩 실의 인장력
이용하여 전도 방지

제작 용이성을 높이기 위해
사각형 단면 선택



<CONCLUSION>

- 장주기의 센 지진에 실-기초판 부분 파괴
- 1층 기둥 파괴되며 전도
- Brace의 파괴

<FEEDBACK>

- 면진 or 제진장치의 필요
- 각층 기둥, Brace 사이즈 증가 필요
- 실과 기초판 박리 방지 필요
- 제작 시간 축소 필요 (숙달 필요)

모형 제작 및 분석 - 응용 가능한 내진공법

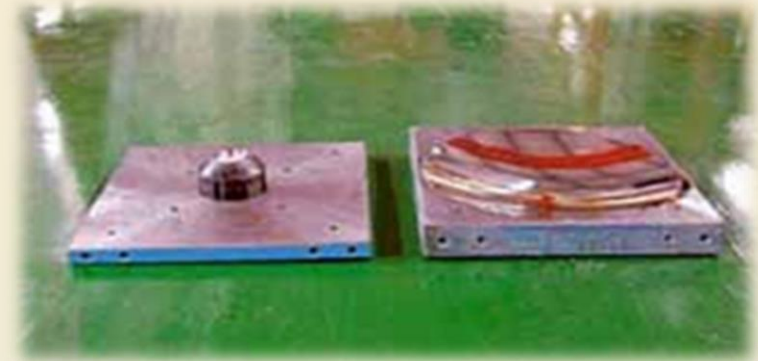
동조질량감쇠기 (Tuned Mass Damper)

거대한 콘크리트 블록 등을 건축물 상부에 설치하고 진자, 유체 및 스프링에 의해 공명 주기운동과 반대로 움직인다 - 인천공항 관제탑, 포스코 사옥 등 사용중



마찰 진자 시스템 (FPS)

지진과 같은 횡력을 받을 때 상부 구조물에 연결된 블록 안 덮개 부분이 마찰력이 있는 오목한 구멍 표면을 미끄러지도록 설계한 시스템



	제작 난이도	안정성
TMD	B	A
마찰진자 시스템	C	B

TMD 감쇠기 결정

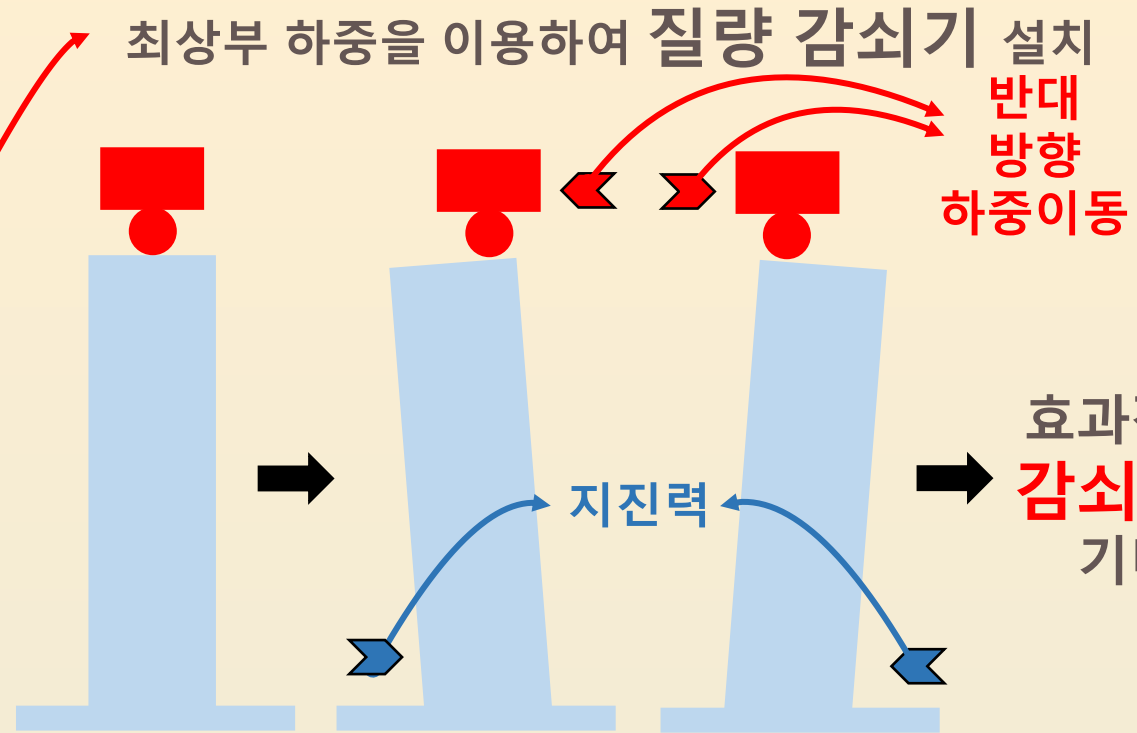
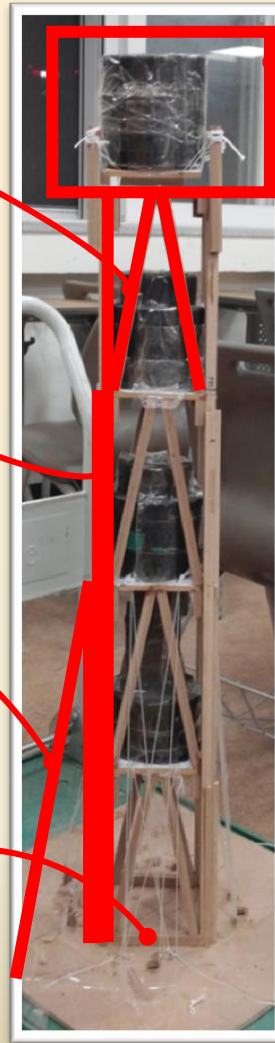
모형 제작 및 분석 - 3차 (최종)

옆면을 Warren 트러스로 구성
기둥으로 효과적인 하중전달 가능

하부로 갈수록 기둥 사이지를
증가시켜 전도를 효과적으로 방지

각 방향 4줄씩 실의 인장력
이용하여 전도 방지력 증가

제작 난이도 줄이기 위한
사각형 단면 선택
기초판-기둥 부분 파단
방지 보 부착



최상부 하중을 이용하여 질량 감쇠기 설치

반대
방향
하중이동

효과적인
감쇠 효과
기대



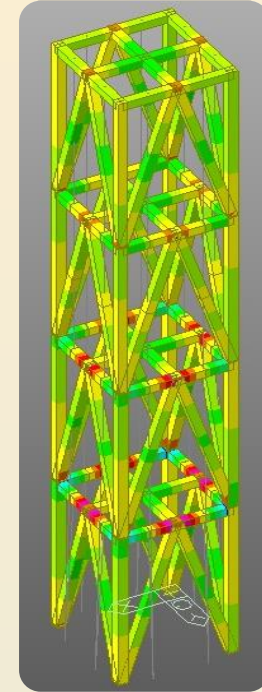
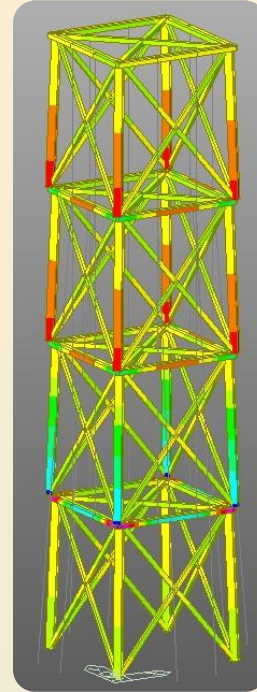
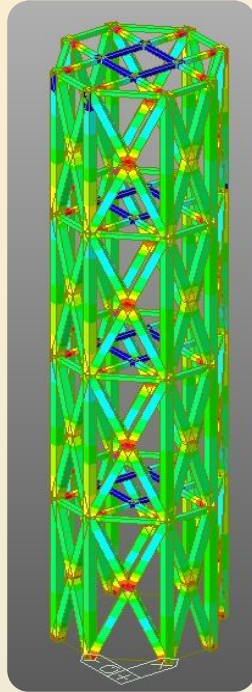
모형 제작 및 분석 – Midas 해석

1차 모형

2차 모형

3차 모형

모델링



1차 모드
주기

Period	
(sec)	
	1.6286

Period	
(sec)	
	3.8966

Period	
(sec)	
	0.6573

구조물의 **취약부위**를 알기 위함이 주 목적이므로 주기는 큰 의미가 없다고 판단

모형 제작 및 분석 - 경제성 분석

수량	1차 모형	2차모형	3차모형
MDF Base (기본제공)	1	1	1
면실 (60cm 10백만원)	-	34개 340백만원	24개 240백만원
MDF Strip (60cm 10백만원)	59개 590백만원	68개 680백만원	96개 960백만원
MDF Plate (200x200x6mm 100백만원)	5개 500백만원	4개 400백만원	4개 400백만원
A4 (1장 10백만원)	1 10백만원	-	-
접착제 (1통 200백만원)	2 400백만원	2 400백만원	2 400백만원
합계	1500백만원	1820백만원	2000백만원

모두 2400백만원 미만임을 확인

감사합니다

