

서울과학기술대학교 건축공학과

# 2021 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2021

## TEAM. 최초로

김민영

3D 모델링  
도면제작

김응현

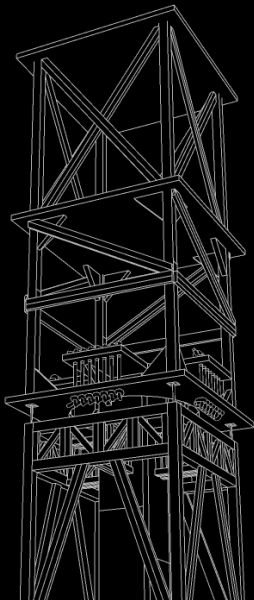
대회규정분석  
자료수집

박창선

시공성 분석  
경제성 분석

최초록

구조 해석  
물성치 분석



## CONTENTS

개요

설계 컨셉

분석

모델

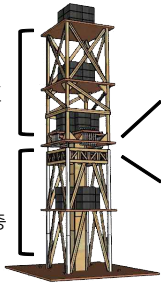
내역서

# 설계 개요

상층부에는 하층부에 비해 큰 변위가 예상  
**상층부 변위 최소화**가 중요

중간층을 격리시켜  
 상하부의 반대되는 거동을 통해  
**변위를 서로 상쇄**시킴을 목표

상부층  
 하중으로  
**제진**효과



하이브리드  
 중간층  
 지진격리  
 시스템으로  
**연진**효과

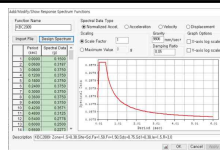
강성을  
 강조한  
**내진** 하부층

## 지진파 분석

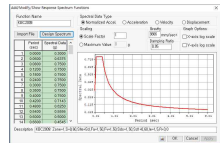
지진구역	I
지진구역 계수 (Z)	0.11g
지반종류	S2
위험도 계수	
500년	2.7
2400년	5.4

유효지반 가속도 (S) =  
 지진구역 계수 (Z) \* 위험도 계수 (I)

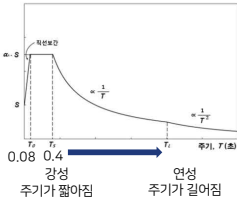
- $S = 0.11 * 2.7 = 0.297g$  (500년)
- $S = 0.11 * 5.4 = 0.594g$  (2400년)
- $F_a = 1.5, F_v = 1.5$



500년 재현 주기



2400년 재현 주기



↓  
**적절한 주기를 가진  
 건축물 구현 목표**

# 설계 컨셉

## "하이브리드 중간층 지진 격리 시스템"

### 면진

텐세그리티를  
이용한  
면진효과

-면줄의 탄성이 하중을  
빠르게 전달하여 **지진에 유리**

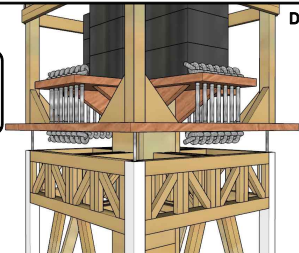
-적은 재료로도  
하중을 잘 견뎌 **경제적**

-모양과 크기가 다양한 구조물을  
만들 수 있어 **심미성 추구**

### 제진

상층부 하중  
동조질량  
감쇠기

-건물이 한쪽으로 기울 때  
하중이 반대편 방향으로  
거동하며 이 무게 때문에  
**균형을 맞춰 진동을 감쇠**



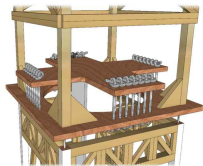
### DETAIL



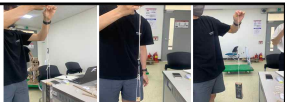
면줄을 매듭지어 연결해  
텐세그리티 구조 구현



원형 천공 플레이트를 통해  
상층부의 자유로운 거동 가능



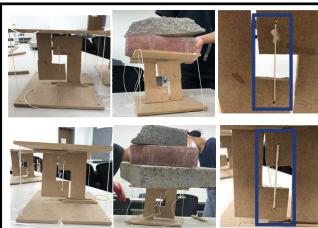
## 면줄 형태제한



	면줄 1개	면줄 3개	면줄 3개 엮은 것
평균 탄성계수 (Mpa)	196.00	65.33	36.75

탄성계수 비교와 강성을 고려하여  
면줄을 **3개 엮은 형태**를 텐세그리티의 재료형태로 결정

## 텐세그리티 실험



5.3kg에서  
파괴

면줄 1개

5.3kg      14.65kg

면줄 1개 < 면줄 3개  
엮은 것

14.65kg에서  
파괴

면줄 3개 엮은 것

**약 2.8 배의 강성 확보**

# 설계 컨셉

## 기둥 형태

	축강성 (N)
12 X 8(mm) 기둥	20,149.44
10 X 10 (mm) 속 빈 기둥	39,641.28



12\*8 기둥

$$I_x = \frac{8 \times 12^3}{12} = 1152mm^4$$

$$I_y = \frac{12 \times 8^3}{12} = 512mm^4$$



10\*10 기둥

$$I_x = \frac{10^4 - 2^4}{12} = 832mm^4$$

$$I_y = \frac{10^4 - 2^4}{12} = 832mm^4$$

균등 단면사용에  
의한  
큰 단면성능

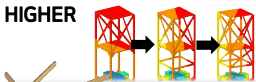


우수한  
축강성



속 빈 기둥 선택

## HIGHER



### 벨트형식의 가새

벨트 형식으로 기둥의 불안정성을  
보강하며 변위를 감소



### Haunch

플레이트 강성을 높이기위해  
십자 플레이트 하부에 설치

## LOWER



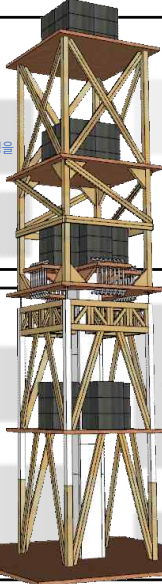
### 편심가새 (EBF)

연결부에 비탄성 전단 작용 및  
휨작용으로 높은 연성을 확보



### 3.3 X 3.3 코어

플레이트 코어를 이용하여  
강성을 높임



### X자 가새

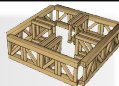
변위가 가장 큰 고층을  
X자 가새로 잡아줌



### 변위 비교



### 벨트트러스 & 아웃리거



벨트 트러스 : 아웃리거와 직접 연결되지 않는  
기둥을 횡력 저항 시스템에 포함

아웃리거와 벨트 트러스의 일체화로  
횡력 저항 성능 향상시켜 구조물량 감소

### BASE 천공

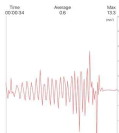
기초판 이탈 방지

변위  
감소

강성  
강조

# 분석

## 실험 분석

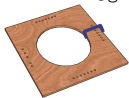


0.714g에서 붕괴



목표 범주인 0.714g 에서 붕괴되었지만  
이전에 **부재의 불안정성**이 나타남

3층의 원형 천공 PLATE 의  
파단으로 구조물 붕괴



원형 천공 PLATE 의  
가장자리 면적이 얇아  
파단되는 형상

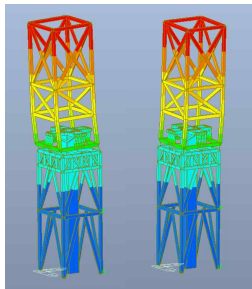
## 구조 해석

Mode No	TRAN-X		TRAN-Y	
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	71.5499	71.5499	0.0003	0.0003
2	0.0003	71.5502	71.5491	71.5494
3	0.0000	71.5502	0.0000	71.5494
4	28.0067	99.5569	0.0008	71.5502
5	0.0008	99.5577	28.0081	99.5583
6	0.0000	99.5577	0.0000	99.5583
7	0.2881	99.8457	0.0001	99.5584
8	0.0001	99.8458	0.2879	99.8463

질량참여율이 가장 높은  
MODE 1 과 MODE 2

Mode No	EIGENVALUE		ANA
	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	
1	16.4714	2.6215	0.3815
2	16.4723	2.6216	0.3814
3	19.6757	3.1312	0.3194
4	71.4799	11.3764	0.0879
5	71.4808	11.3765	0.0879
6	99.6887	15.8659	0.0630
7	110.3790	17.5674	0.0569
8	110.3802	17.5676	0.0569

고유주기 0.3815로 목표치



MODE 1

MODE 2

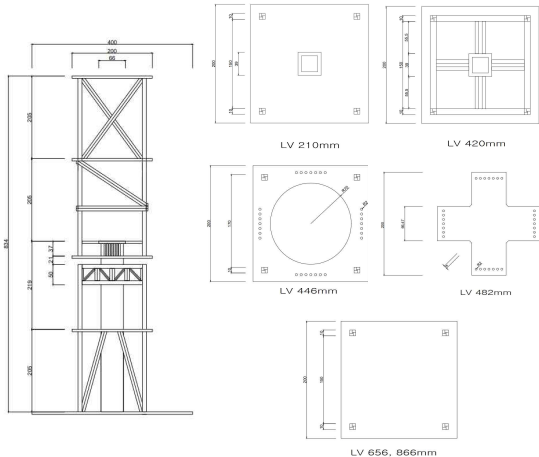
상층부와 하층부가 분리되어  
거동하는 형상



분리되는 부분의 부재의 취약

“ 원의 반지름을 줄이고 Strip을 이용하여 파단부 보강 ”

# 상세 도면



# 단가계산표

	부재명	개수	단가 (백만원)	비용 (백만원)	합계 (백만원)
Strip	기둥, 아웃리거	32	10	320	620
	가새	22		220	
	벨트, 아웃리거	8		80	
plate	슬라브	4	100	400	700
	코어	2		200	
	십자 슬라브	1		100	
면줄	면줄	10	10	100	100
본드	본드	2	200	400	400
A4	A4	1	10	10	10
총계	620+700+100+400+10=1830 (백만원)				