



# 2018 구조물 내진설계 대회

“목표 성능수준을 고려한 구조물의 내진설계”

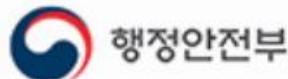
Soulmotor

설계제안서

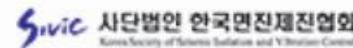
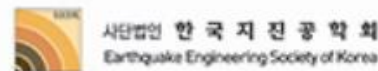
주최



후원



협찬





# TEAM INTRODUCTION

---

## SOULMOTOR

교수

김진석

정재안

김석용

최호성

자문위원

총괄

ppt및 설계

구조해석

도면작성

# 대회 주제 및 규정분석

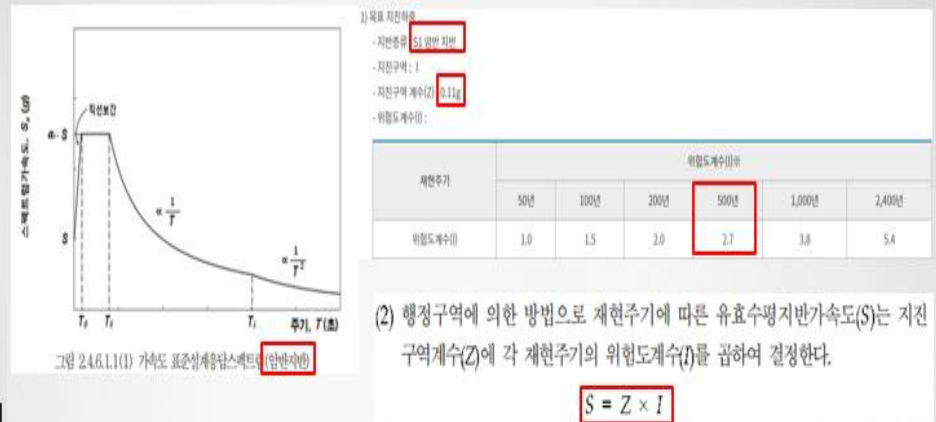
## 대회주제

### 목표 성능수준을 고려한 구조물의 내진설계

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

- 각 층의 바닥 면적은 10,000mm<sup>2</sup> 이상, 30,000mm<sup>2</sup> 이하이어야 한다
- 각 층의 높이는 200mm 이상으로, 총 높이 800mm 이상 900mm 이하
- 기초판의 크기는 400mm x 400mm x 6mm 이며, 구조물과 기초를 연결하기 위한 용도로 사용
- 구조물과 기초를 연결하기 위한 용도로 기초판을 천공할 수 있다.

## 지진발생 빈도와 0.7g지반가속도를 고려한 우수성능 구조물 설계



〈 표2. 수평설계지반운동의 가속도 표준설계응답스펙트럼 전이주기 〉

구분	C <sub>s</sub> (단주기스펙트럼 증폭계수)	전이주기(sec)		
		T <sub>0</sub>	T <sub>S</sub>	T <sub>L</sub>
수평	2.5	0.06	0.3	3

② 감쇠비(c %단위)에 따른 스펙트럼 형상은 다음에 제시한 감쇠보정계수 C<sub>D</sub>를 표준설계응답스펙트럼에 곱해서 구할 수 있다. 단, 감쇠비가 0.5%보다 작은 경우에는 적용하지 않으며 해당 구조물의 경우 시간이력해석을 권장한다.

ⓐ T=0초, 모든 감쇠비에 대해서 C<sub>D</sub>=1.0

ⓑ 0 ≤ T ≤ T<sub>S</sub>, T=0초에서 C<sub>D</sub>=1.0, T=T<sub>S</sub>에서 C<sub>D</sub>= $\left(\frac{6.42}{1.42+\zeta}\right)^{0.48}$  이며

그 사이는 직선보간

ⓒ T<sub>0</sub> ≤ T, C<sub>D</sub>= $\left(\frac{6.42}{1.42+\zeta}\right)^{0.48}$  |

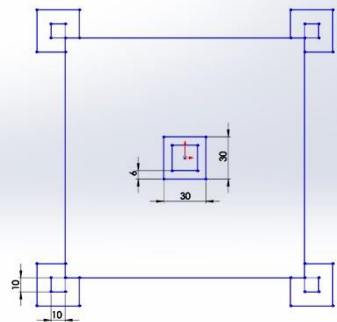
**S = 0.11g X 2.7 = 0.297g**

(내진설계 공통기준사항)

+ (2400년주기) S = 0.11g X 5.4 = 0.594g



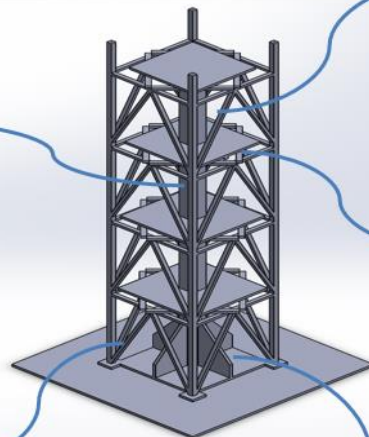
## 구조물 설계 방향



**코어관통 연결부재**  
-플레이트 위 하중을 코어로 전달

**중심 코어구조**

- 대부분의 하중을 지지

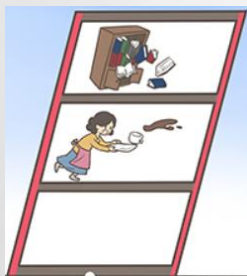


**마찰 댐퍼**

-외부구조와 플레이트 사이 마찰에너지 소산

**외부 k가새**  
-구조 효율성을 고려한 가새

**저층 코어 보강 날개**  
-저층 흔들림 방지  
-바닥면으로 하중분산



**내진**

구조물의 부재력 이용

→ 블록하중과 직결된 내부구조의 견고한 코어강성을 이용한 지진에너지 흡수

**제진**

지진력 상쇄, 분산

→ 외부구조와 내부구조의 분리로 인한 움직임과 마찰댐퍼를 이용한 지진에너지 소산






# 부재별 단면 선택 및 MDF 물성치


## 기둥의 단면 선택

1




$I_x = 832mm^4$

2



$I_x = 832mm^4$

3

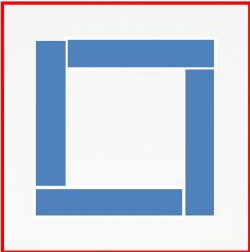


$I_x = 1152mm^4$   
 $I_y = 512mm^4$

↓

X축과 Y축 방향 모두 같은 힘으로 저항할 수 있는 1번과 2번 중 전단 파괴면을 고려한 2번 중공형 단면 선택

## 코어의 단면 선택




$I_x = 58,752mm^4$

↓

기둥과 동일한 중공형 단면 형상 선택

## Plate 형상 선택


1



정팔각형

경제성: 2위  
시공성: 2위  
구조성: 1위


2



원

경제성: 3위  
시공성: 3위  
구조성: 2위

3



정사각형

경제성: 1위  
시공성: 1위  
구조성: 3위

↓

원형에 가까울 수록 구조적으로 이상적이지만 현실적으로 시공성이 높은 정사각형 단면 선택

## 재료 물성치 조사 (MDF 탄성계수 실험)

Cantilever 보의 처짐 실험을 통한 탄성계수 도출

$$E = \frac{PL^3 \times 9.81 \text{ m/s}^2}{3\delta I}$$

$$I = \frac{bh^3}{12} = 32mm^4$$

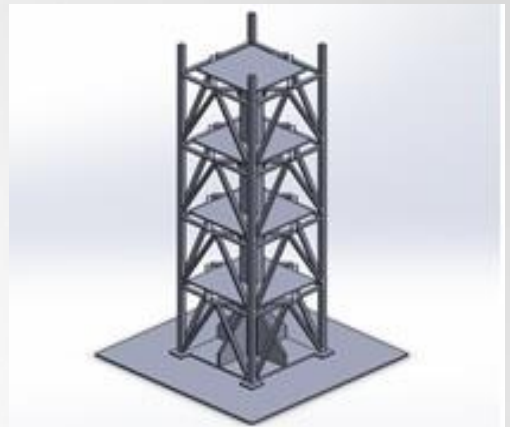
실험횟수	P하중(kg)	$\delta$ (mm)	E(Mpa)
1	0.3	16	1,914
2	0.3	15	2,041
3	0.3	16	1,914
4	0.3	14.5	2,126
5	0.3	15	2,041
AVE	0.3	15.3	2,007





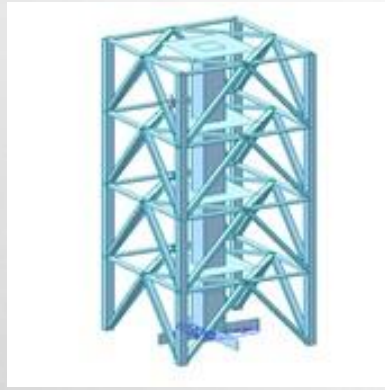
## 가새 모양 설정

종류	기본구조	<b>K가새</b>	X가새
수평 처짐형상			
처짐	7.85mm	4.79mm	4.66mm



- 기본구조의 비해 약 60%의 변위
- X가새와의 변위 차이대비 경제성 우수
- 기둥 하중의 일부를 부담

## 붕괴 메커니즘



MODE	1st MODE	2nd MODE	3rd MODE	4th MODE	5th MODE	6th MODE
형상						
natural period	EIGENVALUE ANALYSIS					
	Mode No	Frequency		Period	Tolerance	
		(rad/sec)	(cycle/sec)	(sec)		
	1	1.044744	0.166276	6.014090	0.0000e+000	
	2	1.044744	0.166276	6.014089	0.0000e+000	
	3	5.875283	0.935080	1.069427	0.0000e+000	
	4	12.895447	2.052374	0.487241	0.0000e+000	
5	12.895447	2.052374	0.487241	0.0000e+000		
6	21.590109	3.436173	0.291021	0.0000e+000		



# 구조물 제작 시스템

## Plate 가공

-단면 마찰력 증가를 위한  
플레이트 단면가공

## 최저층 날개 보강재

-가장 큰 하중을 버티기 위한  
네방향 코어연결



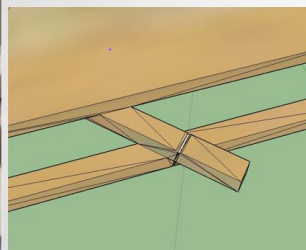
before

after

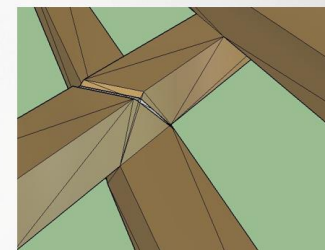


코어 관통부재  
플레이트위 하중을 하부 코어로 전달

## 마찰댐퍼로 지진에너지 소산

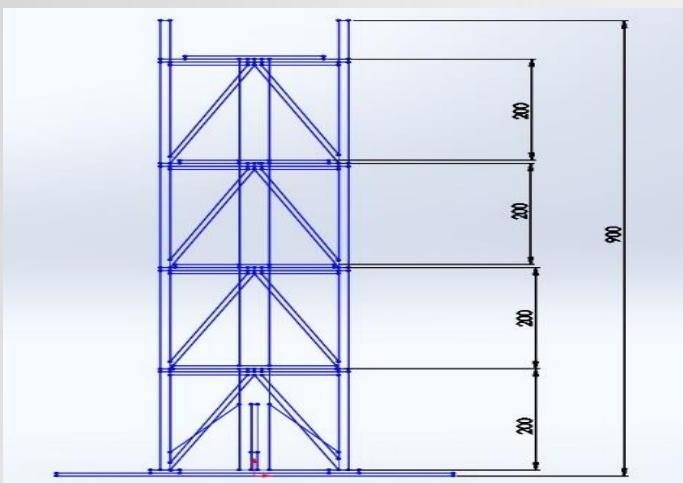


외부기둥의 움직임으로 인한 플레이트와의 마찰 발생

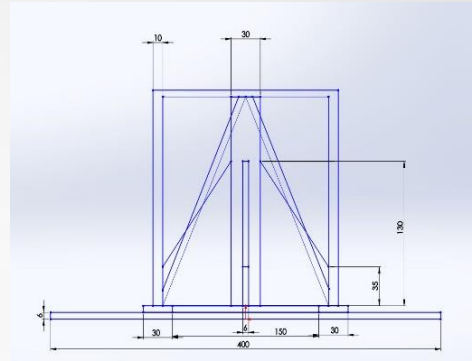


마찰댐퍼와 외부기둥 수평기둥을 실로 연결

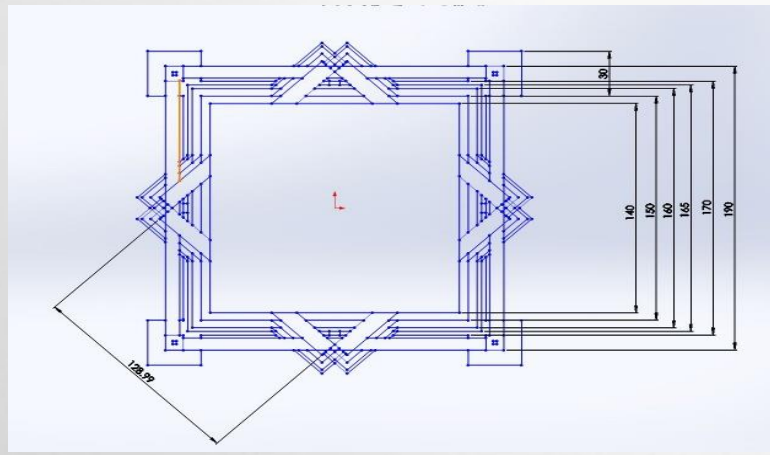
# 설계도면



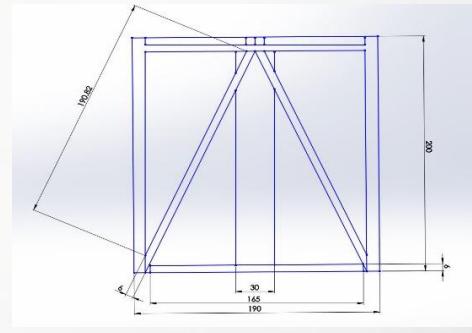
단면도



1층 단면도



평면도



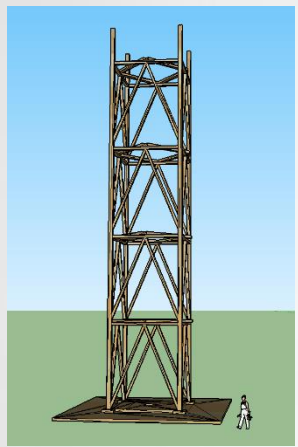
4층 단면도

단위(mm)

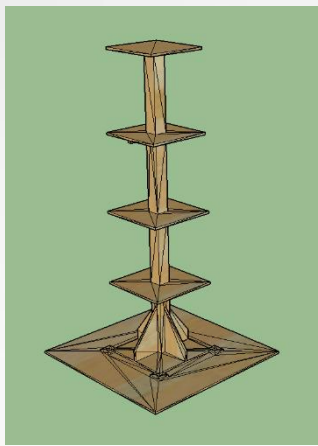




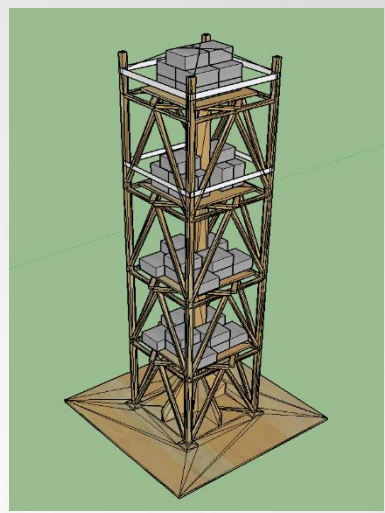
# 설계도면



외부구조



내부구조



최종 모델링



실제 하중연결 모형



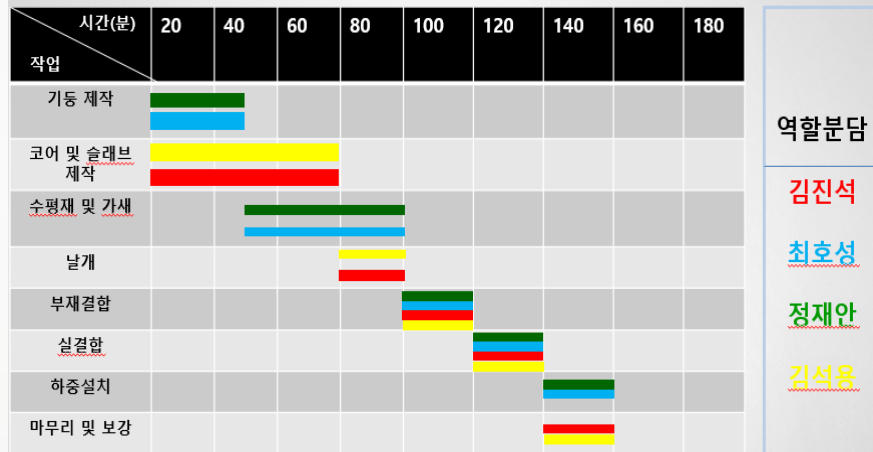
# 재료 내역서 및 공정표

## 재료 내역서

재료명	기둥	슬래브	코어	날개	가새	코어 접합부재	합계	단가(백만원)	총합(백만원)
MDF Strip	25	16	-	-	31	1	73	10	730
MDF Plate	-	4	2.5	0.5	-	-	7	100	700
면줄	-	-	-	-	-	-	8	10	80
A4지	3	-	-	-	-	-	3	10	30
접착제	-	-	-	-	-	-	2	200	400
총합							-	-	1940

제한(규정): 2400(백만원) > 총 합계: 1940(백만원)

## 공정표



예상 제작시간: 2시간 20분 소요