

# “ 목표 성능 수준을 고려한 구조물의 내진 설계 ”

## 2018 구조물 내진설계 경진대회

Seismic Structural Design Contest 2018

### 강원대학교 건축공학과 Octagon



TEAM Octagon

Octagon은 양손을 꼭지점에 빚어 4명의 팀원이 양손을 이용하여 "균형 있는 내진 구조물을 만들어 내자!" 라는 의미입니다.

김 태완 교수님

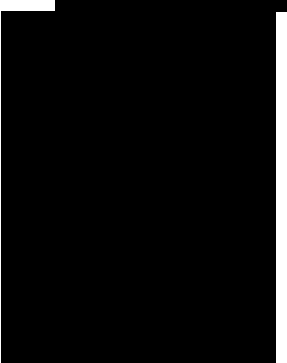
자문위원



김 윤성 (4)  
팀장  
총괄  
3D 모델링



김 호재 (4)  
MIDAS 구조해석  
안전성 검토  
부재 상세 설계



주 장혁 (4)  
자료조사  
개선택 제안  
규정 분석



이 초이 (4)  
CAD 도면 제작  
이론정리  
경제성, 시공성 검토

### 규정 분석

#### · 대회 규정 (2018 구조물 내진설계 경진대회)

- 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- 2400년 빈도 지진발생 시 붕괴 방지 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

#### · 국민안전처 기준 (내진설계기준 공통사항)

- 기능수행  
'기능수행' 수준은 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 발생한 손상이 경미하여 그 구조물이나 시설물의 기능이 유지될 수 있는 성능 수준을 말한다.
- 붕괴방지  
'붕괴방지' 수준은 설계지진하중 작용 시 구조물이나 시설물에 매우 큰 손상이 발생할 수는 있지만 구조물이나 시설물의 붕괴로 인한 대규모 피해를 방지하고, 인명 피해를 최소화하는 성능수준을 말한다.

### 휨 강도 측정

#### · 단순보를 통한 휨 강도 측정



$$M_{max} = \frac{PL}{4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{3}{2} \times \frac{M}{bh^2}$$

KS F 3200에서 제시한 휨 강도 측정 방식에 따라 실험을 5회 진행한 결과 아래 표와 같다.

#### 휨 강도 측정

무게 (g)	Pmax (N)	길이 (mm)	b (mm)	h (mm)	Mmax (kN·m)	휨강도 (Mpa)
6,344	62,208	150	4	6	2,332.8	24.3
6,553	64,256	150	4	6	2,409.6	25.1
6,892	67,584	150	4	6	2,534.4	26.4
6,501	63,744	150	4	6	2,390.4	24.9
6,709	65,792	150	4	6	2,467.2	25.7

→ 평균 휨 강도 : 25.28MPa

### 설계 방향

- 내진 ✓  
건물의 강도와 내구력 증진시킴으로써 지진하중에 견디는 시스템.  
가새골조를 통해 건축물의 강도 및 내구력 증진!
- 제진 ✓  
지진하중에 의해 건물에 전달되는 에너지를 감쇠시켜 저장하는 시스템.  
마찰 댐퍼를 이용하여 지진하중을 열 에너지로 소산!
- 면진  
지진하중의 진동이 건물에 직접적으로 전달되는 것을 막는 시스템.  
전달되는 것을 막는 시스템.

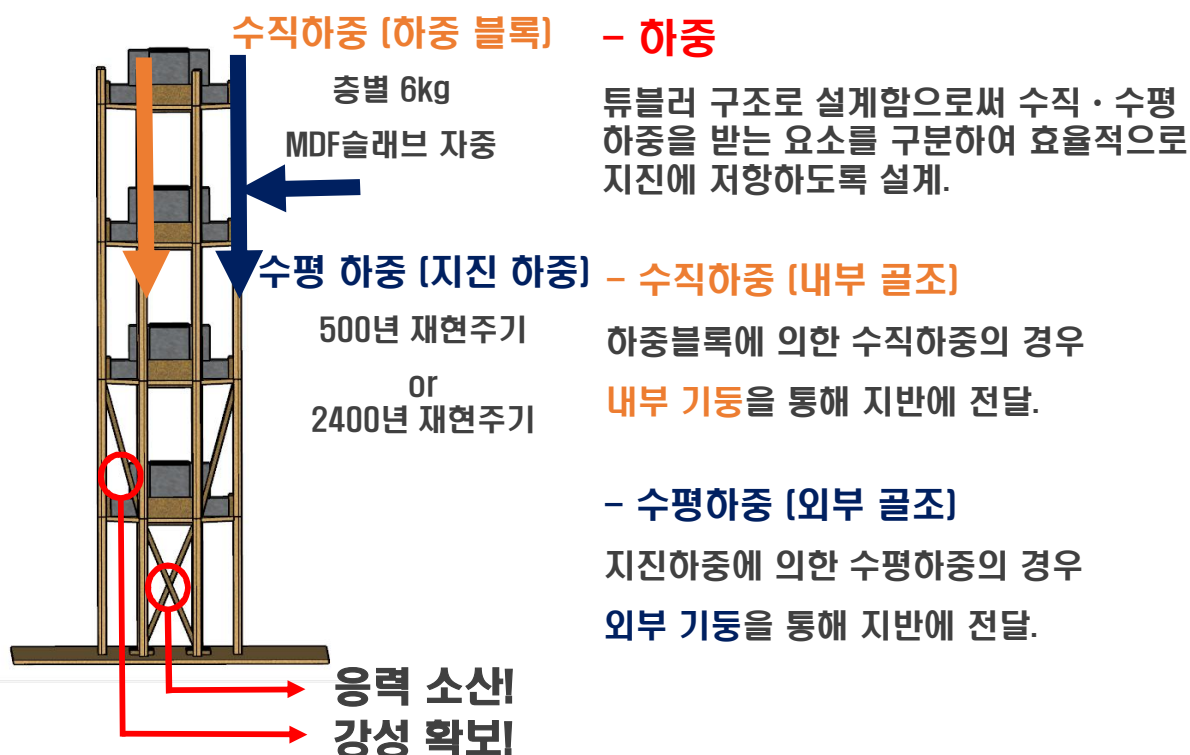
#### · 구조물의 형태 선정

	원형	사각형	팔각형
구조성	3	1	2
시공성	3	1	2
경제성	1	3	2

→ 전체적으로 평균인 팔각형 구조 채택

### 구조설계 및 분석

#### · 구조물 설계 (하중 전달)



### 설계 스펙트럼

#### · 설계스펙트럼 분석

$$\text{유효수평지반가속도 } [S] = S \times I$$

지진구역	지진 구역 계수(Z)	지반종류 : S1 (암반지반)
I	0.11g	- 지진구역 : I
II	0.07g	- 지진구역 계수 [Z] = 0.11g
		- 위험도계수 (I) = 500년, 2400년 재현주기

재현주기	위험도계수(I)					
	50년	100년	200년	500년	1,000년	2,400년
위험도계수(I)	1.0	1.5	2.0	2.7	3.8	5.4

설계지진 재현주기 (년)	내진성능수준			
	기능수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
500	내진특등급	내진특등급	내진특등급	내진특등급
2400				내진특등급

→ 위험도 계수 (I)의 경우 본 대회에서 임의로 선정한 것을 사용  
→ 내진성능수준에 부합하도록 내진특등급으로 설계

#### · 500년 재현주기

$$\text{유효수평지반가속도 } [S_{500}] = 0.297$$



500년 재현주기의 지진하중 가속도는 **0.3(g)**

#### · 2400년 재현주기

$$\text{유효수평지반가속도 } [S_{2400}] = 0.594$$

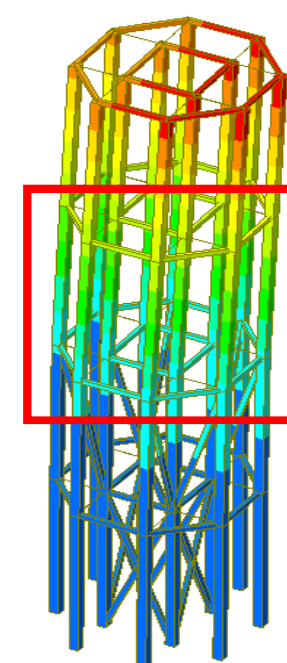


2400년 재현주기의 지진하중 가속도는 **0.7(g)**

구조물의 고유주기 **0.7261(sec)**

### 안전성 검토

#### · 건축물 거동 확인

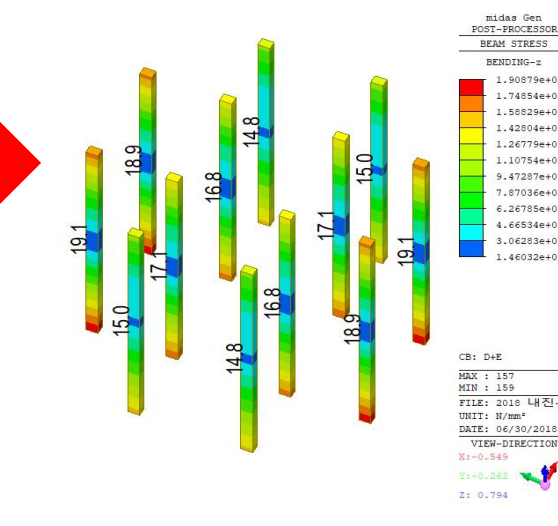


구조물의 층간 변위는 2층과 3층 사이에서 많이 발생하는 것 확인!

#### · 허용기준 만족여부 확인

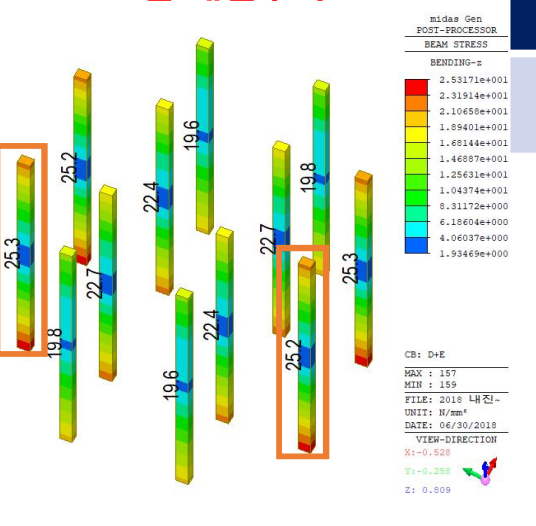
허용기준  
부재 : MDF의 휨 강도 실험을 통한 **휨 응력 : 25.28MPa**

- 500년 재현주기



구조물 3층의 응력 < 25.28 MPa  
구조물의 부재가 파괴되지 않으므로 500년 재현주기에 **기능수행 성능목표 만족!**

- 2400년 재현주기

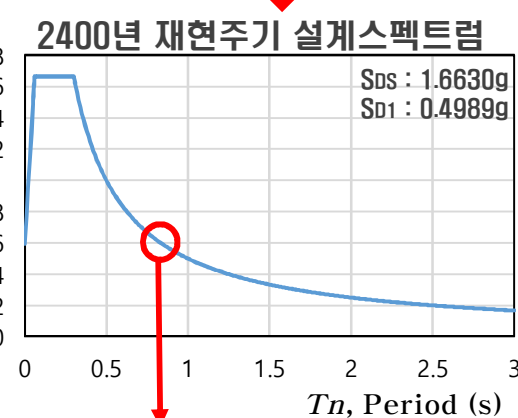


구조물 3층의 응력 > 25.28 MPa  
구조물의 2개 부재에서 파괴 2400년 재현주기에 **붕괴방지 성능목표 만족!**

#### 대회기준

지진 가속도별 최고 가점 : **0.7g**

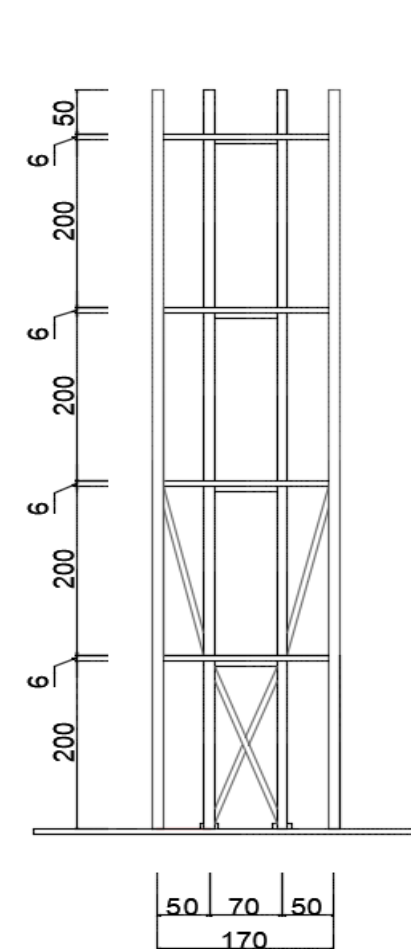
가속도	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
구조성	25	28	30	28	25



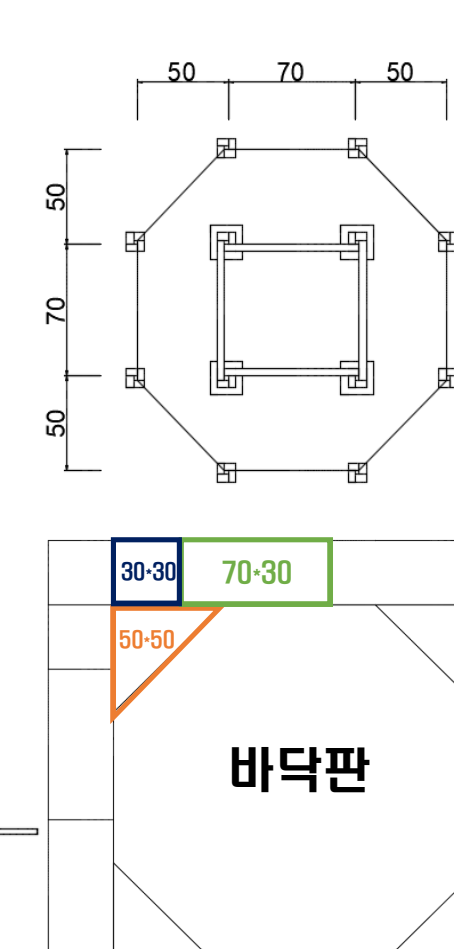
대회기준 **0.7g** 파괴에 맞는 구조물 설계

### CAD 도면

#### · 입면도

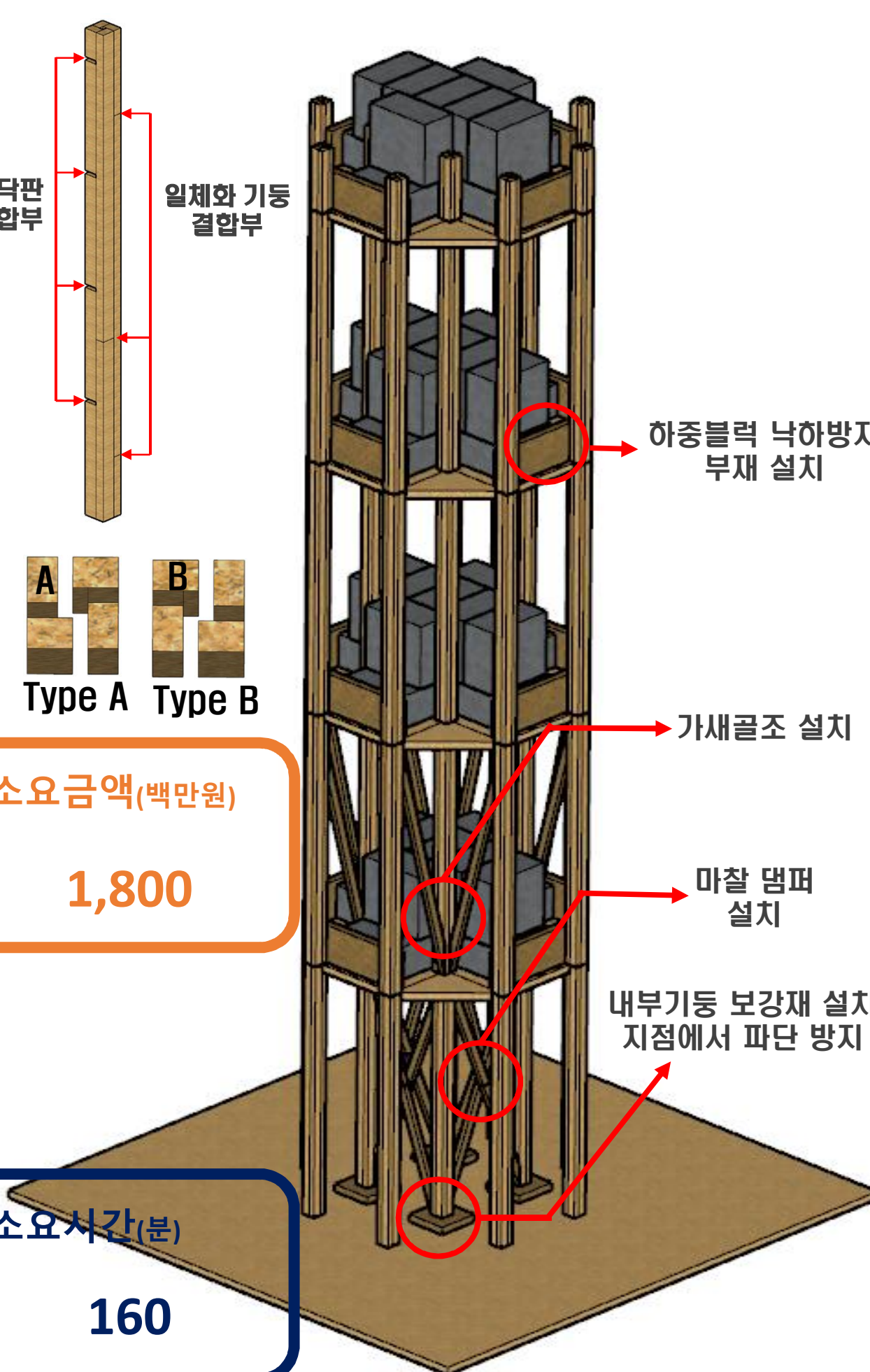


#### · 평면도



### 3D 모델링

#### · SketchUp 모델링



재료명	총수량(개)	단가(백만원)	비용(백만원)	총액(백만원)
MDF Strip	77	10	770	1,800
MDF Plate	4	100	400	
면줄	3	10	20	
A4지	0	10	-	
접착제	3	200	600	

소요금액(백만원)  
**1,800**

공정	소요시간					
	0시간	20분	40분	60분	20분	40분
Base 진공						
슬래브 및 보강재 제작						
보. 가새 제작						
슬래브 및 보강재 반공						
기둥 제작						
내부기둥 및 슬래브 설치						
외부기둥 설치						
마중블록 설치						
가새 설치						
	기본 골조 완성					
	최종 완성					

소요시간(분)  
**160**