

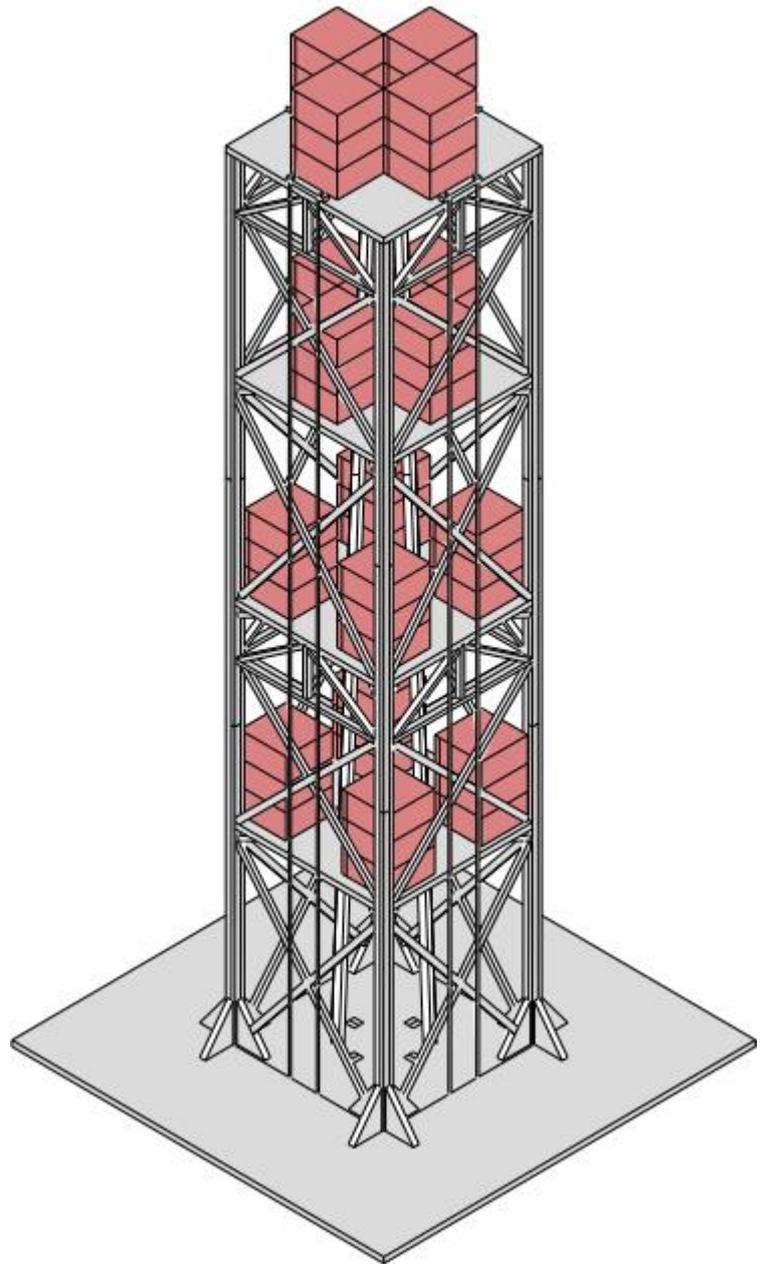
# 2023년 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2023

금오공과대학교 건축학부

지도 교수 : 황성훈 교수님

팀 명 : 박치기 공룡



# 팀 소개

금오공과대학교 건축학부

황성훈 교수님

자문위원 및 지도교수

## 박성용(3)

팀장

아이디어 구상

구조물 제작

## 김현동(3)

시공성 분석

대회규정 분석

구조물 제작

## 정봉왕(3)

3D 모델링

아이디어 구상

구조물제작

## 박민영(3)

경제성 분석

물성치 분석

도면제작

구조물제작

# 목차

## 01.서론

- 대회규정 분석
- 지진파 분석
- 물성치 분석

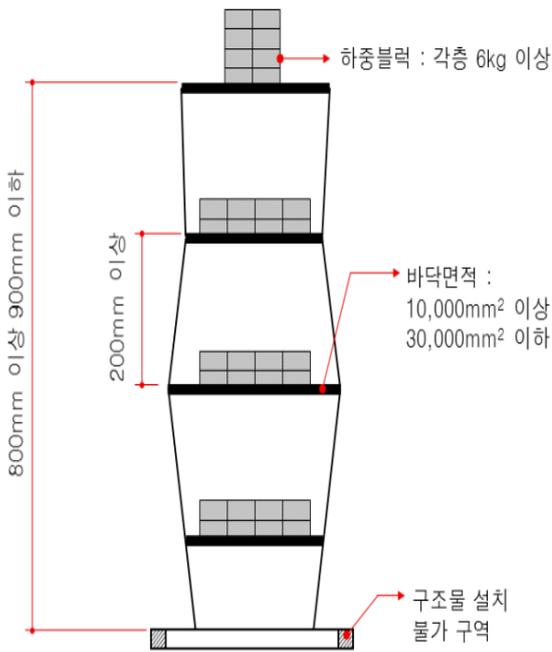
## 02. 본론

- 설계방향
- 구조설계 및 분석
- 실제 모형 시험
- 최종 모형
- 도면

## 03. 결론

- 경제성 분석
- 공정표

# 대회규정 분석



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

설계지진 초과 시 구조물의 붕괴 메커니즘을 고려한 파괴를 유도하는 정밀한 설계

4. 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계

5. 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 심미성과 창의성을 추구

6. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

재료명	단위	규격	단위수량 [개]	단가[100만원]	비고
MDF BASE (기초판)	개	400mmX400mmX6mm	1	-	기본제공
MDF Strip	개	600mmX4mmX6mm	1	10	
MDF Plate	개	200mmX200mmX6mm	1	100	
면줄	식	600mm	1	10	
A4지	장	A4	1	10	
접착제	개	20g	1	200	록타이트401

## 지진파 분석

### 내진 설계 목표 및 성능 수준 분석

지반증폭계수		유효수평지반가속도 (S)		성능목표	
구분	지진증폭계수	재현주기 (년)	S	재현주기 (년)	구조물의 성능 수준
단주기 (Fa)	1.5	500	0.3 g	500	기능수행
1초 주기 (Fv)	1.5	2400	0.6 g	2400	붕괴방지

#### 1초 주기 설계 스펙트럼 가속도 ( $S_{D1}$ ) 구조물의 고유 주기 T(Sec)

$$S_{D1} = S \times Fv \times \frac{2}{3}$$

-> 500년 : 0.3g, 2400년 : 0.6g

$$T_0 = 0.2 \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

-> 500년, 2400년 : 0.08 Sec

#### 단주기 설계 스펙트럼 가속도 ( $S_{DS}$ )

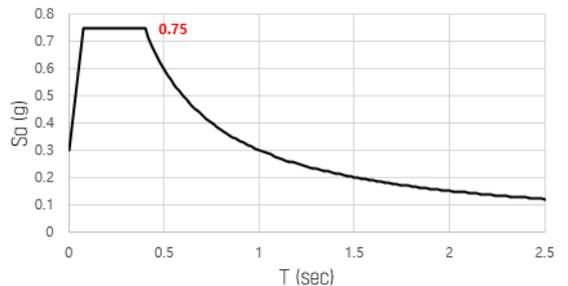
$$S_{DS} = S \times 2.5 \times Fa \times \frac{2}{3}$$

-> 500년 : 0.75g, 2400년 : 1.5g

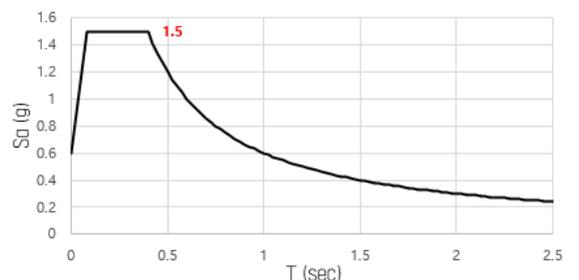
$$T_0 = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

-> 500년, 2400년 : 0.4 Sec

500년 재현주기 설계응답 스펙트럼



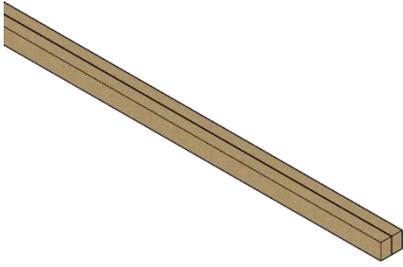
2400년 재현주기 설계응답 스펙트럼



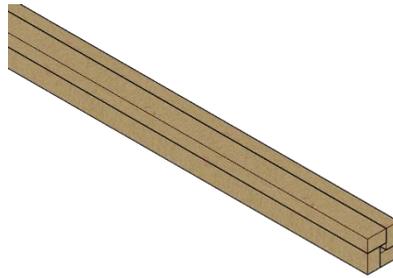
주기 0.08~0.4 sec에서 설계 스펙트럼 가속도 최대  
지반가속도 0.7g에서 구조물 파괴 유도

# 물성치 분석

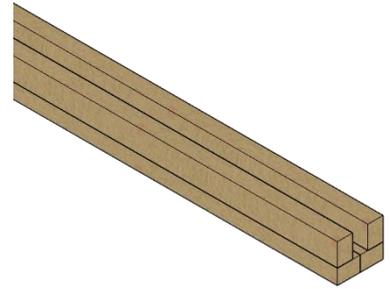
1. 8 X 6 기둥



2. 10 X 10 기둥



3. 12 X 10 기둥

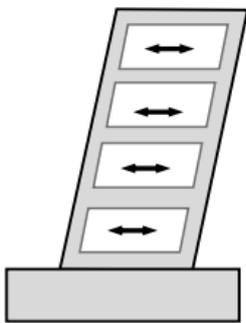


부재치수 (mm <sup>2</sup> )	하중 P (N)	길이 L (mm)	2차 단면 모멘트 I (mm <sup>4</sup> )	처짐 δ (mm)	탄성계수 E (MPa)	휨 강성도 EI (N × mm <sup>2</sup> )
8 X 6	9.8	15	256	22	580	148,480
10 X 10	14.7	15	832	7	841.3	699,962
12 X 10	9.8	15	928	6	586.7	544,457

- X-Y 축 양 방향에서 동등한 단면성능을 확보가능한 2번 정사각형 기둥으로 선정

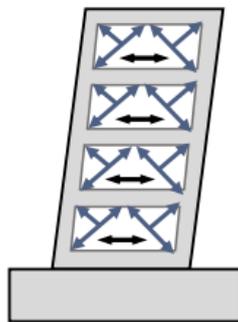
## 설계방향

### 내진설계 개념



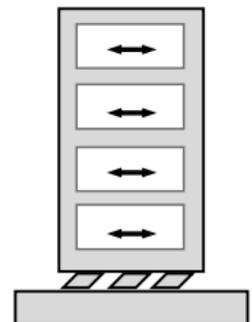
내진

건물의 강도, 강성을 높여 구조물 자체의 내력으로 지진에 저항



제진

다양한 종류의 제진 장치를 이용해 지진 에너지를 낮추는 방법



면진

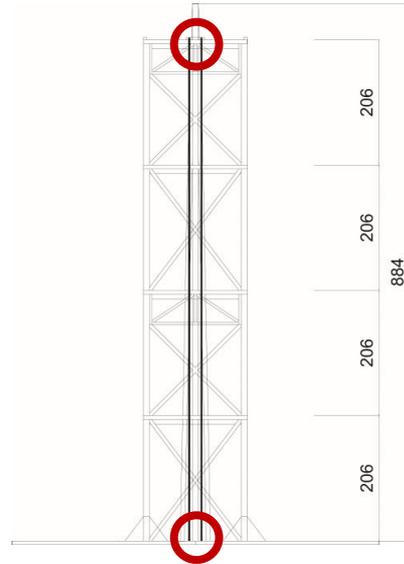
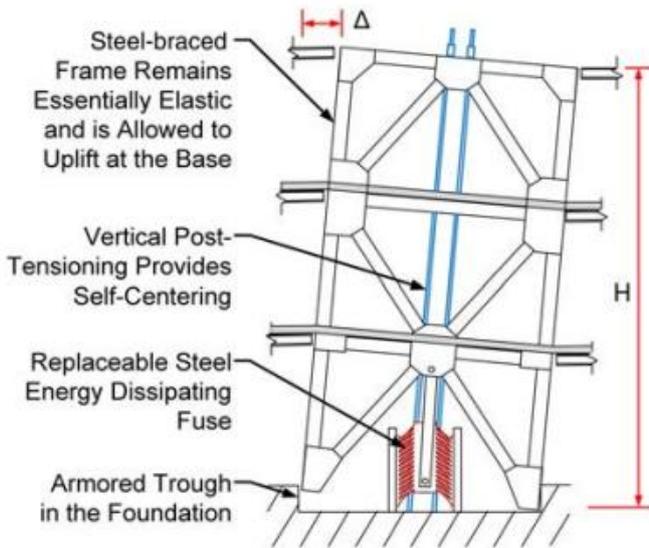
면진 장치를 이용하여 건물의 주기를 길게 변화시켜 지진력의 전달을 저감

### [결론]

내진구조를 이용하여 건물의 강도, 강성을 높여 구조물 자체의 내력으로 지진에 저항

# 구조설계 및 분석

## 기술 컨셉 : SELF-CENTERING STEEL-BRACED FRAMES



Self-Centering Steel Braced Frames : 성능기반 지진 엔지니어링을 기반으로 하여 건물의 폐쇄를 피하고 전복에 대한 저항과 자체 중심력을 제공하고 예상되는 흔들림에서 탄성을 유지할 수 있는 충분한 변형 능력을 허용하면서 뒤집힘에 저항하는 시스템이다.

Self-Centering 을 이용하여 건물이 전복되거나 예상되는 흔들림에서 탄성을 유지하여 구조물의 손상을 최소화 하고 더 높은 성능을 달성 할 수 있다.

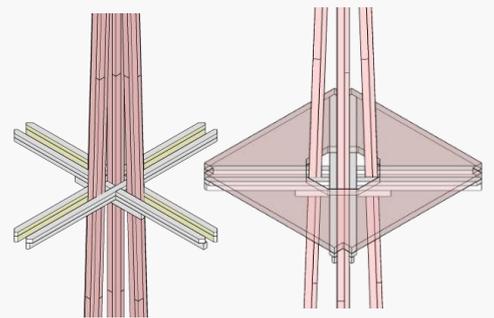
# 구조설계 및 분석

## 보

X 자 모양으로 만들어 4개의 기둥과 코어 사이에 접합, 기둥에 가해지는 힘을 코어로 전달하여 코어가 힘을 받게 함.

1, 2층의 보는 코어와 접촉하는 부분을 접합하지 않고, 종이 댐퍼를 통해 받는 힘을 감소시킴.

3, 4층은 보와 코어를 접합 시켜 강성 유지.



## 가새

전 층에 가새를 부착하여 수평 방향으로 가해지는 힘을 지반으로 전달. 변위량이 가장 적은 x자형 가새를 사용하여 강성을 키우고 지진에 효과적으로 버팀.



# 구조설계 및 분석

## 기둥

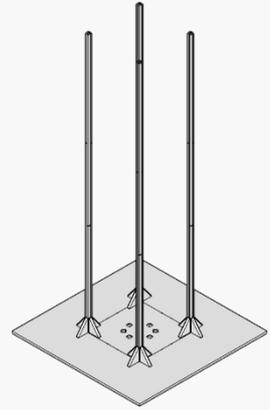
기둥(10x10mm) 4개

총 길이 : 825mm

슬래브와 가새, 벨트 트러스 등 접합부가

모이는 지점을 피해 300mm, 525mm로 나눠 접착.

기둥 뺨힘을 방지하기 위해 기초판을 굴착하여 지지.



## 코어

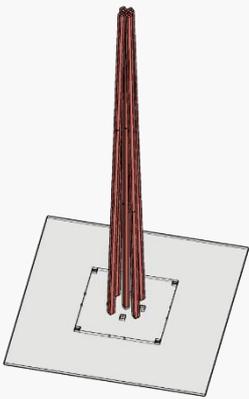
기둥(10x10mm) 5개

총 길이 : 850mm, 250mm와 600mm로 나눠 접착.

뺨힘을 방지하기 위해 기초판을 굴착하여 지지.

중심에 1개 배치하고 대각선 방향에 4개를 배치하여 횡력에 저항.

전 층에 사용하여 강성 불균형 방지.

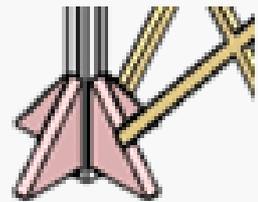


## 헌치

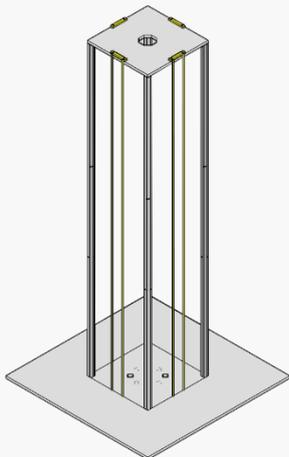
플레이트를 자르고 남은 재료를 사용하여 제작.

기둥과 코어를 보강하여 강성으로 인한 파괴와

전단, 취성 파괴방지.



## Self - Centering

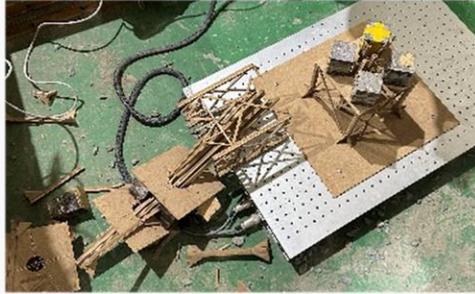


기초판과 건물 최상층의 슬래브에 천공하여 연결  
전복에 대한 저항력과 자체 중심력을 제공하고,  
예상되는 흔들림에서 탄성을 유지할 수 있는  
충분한 변형 능력을 허용하고 뒤집힘에 저항.

# 실제모형 시험



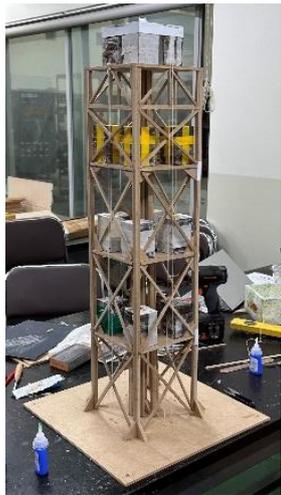
## 1차 실험



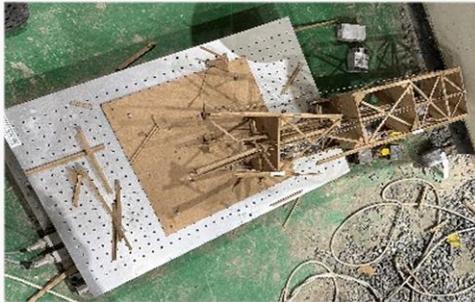
실험 결과 0.31g 에서 파괴  
2층 기둥 접합부에서 파괴

### 보완점

기둥 일체형으로 보완  
2층 벨트 트러스 4층으로 변경  
Self centering 추가  
X 가새 추가



## 2차 실험



실험 결과 0.55g 에서 파괴  
최하층 기둥 접합부와 한치 파괴

### 보완점

코어 하중전달을 위해  
기둥에 보 연결구조 추가  
벨트 트러스 2층 추가  
최하층 한치 구조 보완  
코어기둥 개수 8->4 감소



## 3차 실험



실험 결과 0.68g 에서 파괴  
3층 하중블럭 탈락, 1층 기둥에서 파괴

### 결과

목표 지진 가속도 0.68g  
도달 후 파괴 확인!

# 최종 모델

## Self centering 장치

전복에 대한 저항, 자체 중심력 제공  
탄성유지 위한 충분한 변형능력 허용  
뒤집힘에 저항

## 2, 4층 벨트 트러스 설치

구조물 강성 강도 증대  
횡력 저항

1층 헌치와 가새 접합 후 강화  
최하층 파단 방지

## X 가새

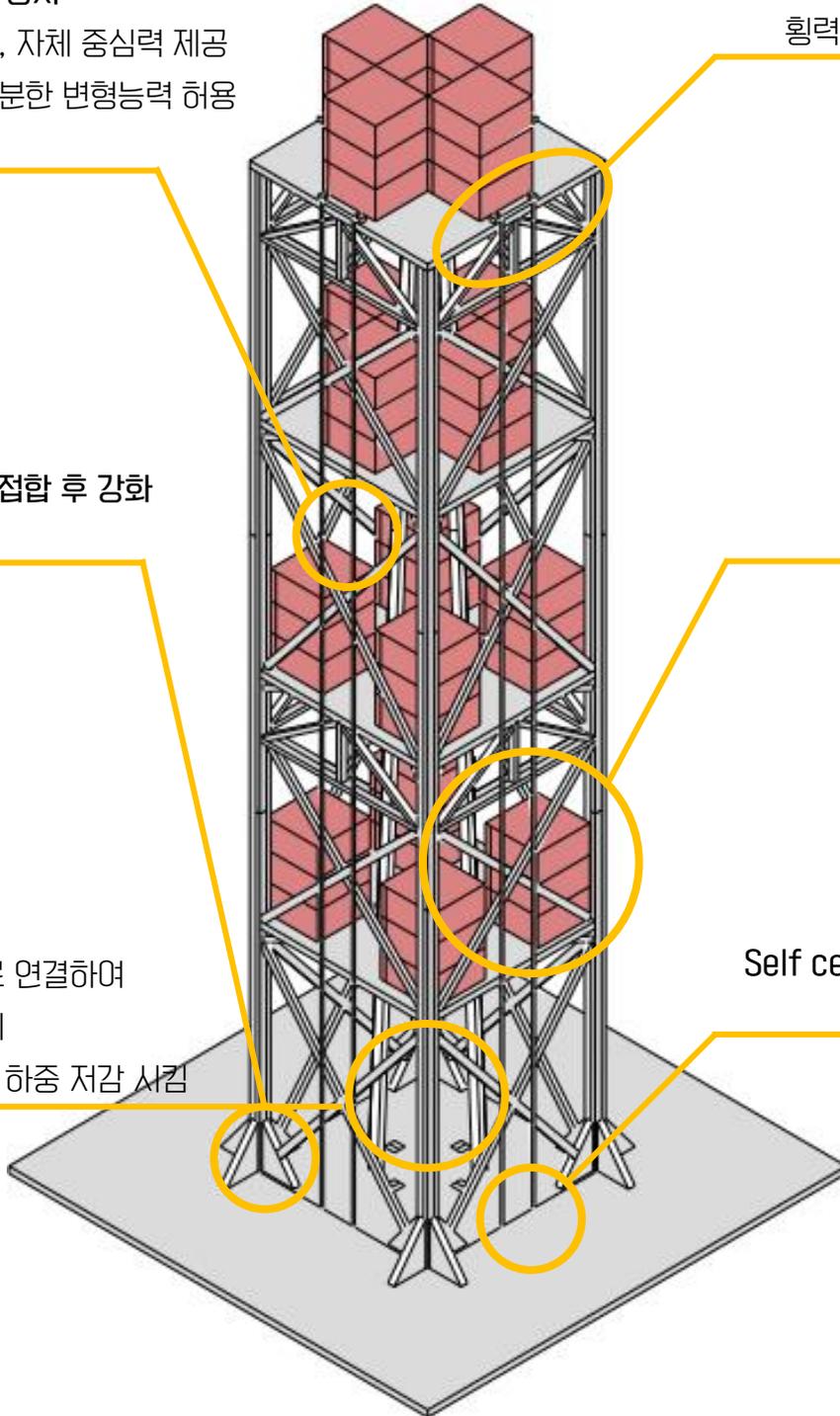
변위량이 작은 X가새  
사용 하여 강성 증대  
기동 좌굴 방지

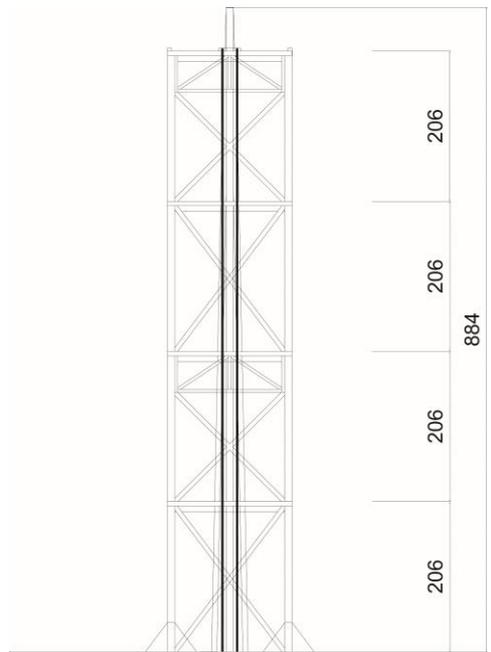
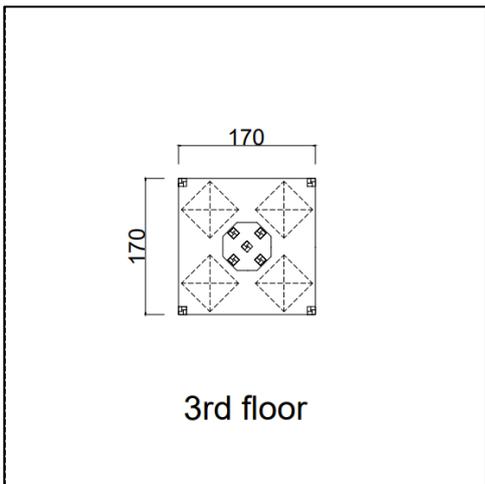
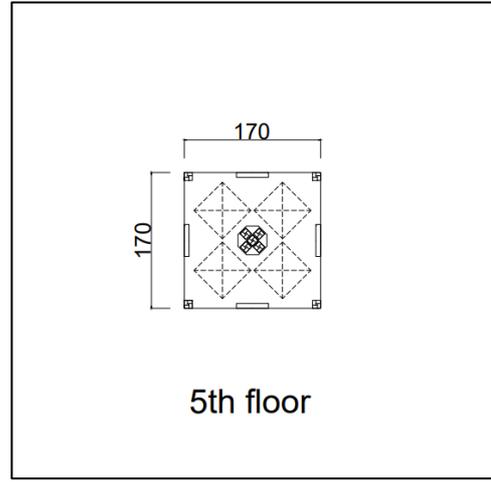
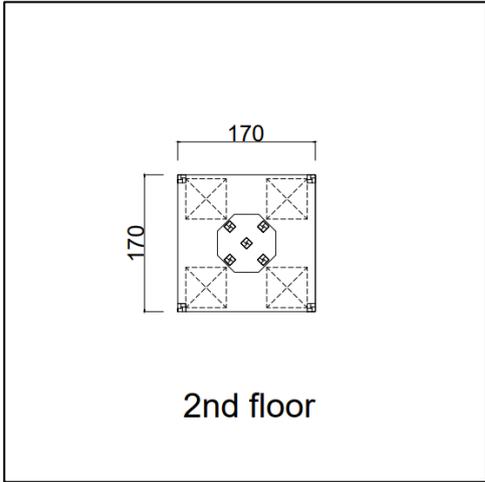
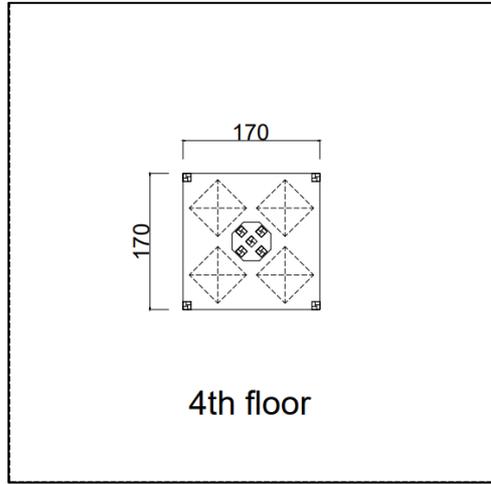
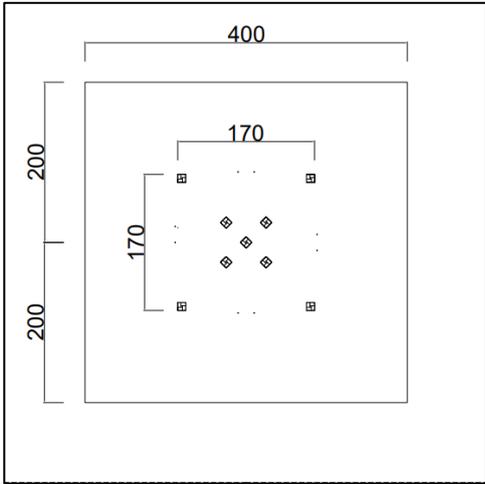
## 중앙코어 배치

코어를 전 층으로 연결하여  
강성 불균형 방지  
기둥이 부담하는 하중 저감 시킴

## Self centering 하단부 천공

최상층과 실로 연결





# 경제성 분석

	코어	기둥	슬래브	보	가새	트러스	기타	총개수
MDF Strip(개)	6 X 5 = 30	6 X 4 = 24		2 X 3 = 6	1 x 16 = 16	1 X 8 = 8		88
MDF Plate(개)			1 X 4 = 4					4
면줄(식)							3 X 4 = 12	12
A4지(장)							1	1
접착제(개)							2	2

	단가(100만원)	총 개수	합계
MDF Strip(개)	10	88	880
MDF Plate(개)	100	4	400
면줄(식)	10	12	120
A4지(장)	10	1	10
접착제(개)	200	2	400

**Total 1810**

규정 제한 : 2,400 [백만원]    해당구조물 : 1,810 [백만원]    여유치 : 590 [백만원]

# 공정표

	소요시간																	
	0시간						1시간						2시간					
	10분	20분	30분	40분	50분	60분	70분	80분	90분	100분	110분	120분	130분	140분	150분	160분	170분	180분
슬래브 제작	■	■	■	■	■													
기둥제작	■	■	■	■	■	■												
코어제작	■	■	■	■	■	■												
보 제작							■	■	■									
가새 및 트러스 제작							■	■	■									
기둥 및 코어 설치								■	■	■	■	■						
보 설치												■	■	■				
슬래브 설치													■	■				
하중 설치														■	■	■		
트러스 및 가새 설치															■	■	■	
보강																	■	■

**총 공정시간 : 3시간 소요**