

초고층 빌딩 내진 설계 제안서

팀원: 김태현(팀장), 지현민, 이건희, 하현주

Prologue

일본이나 중국 등 인근 국가에서 발생하는 강진 또는 그 여진이 원거리로 전달되면서 장주기화 되어 국내에 전달될 가능성이 있습니다.

국내 초고층 빌딩이 밀집되어 있는 강가나 해안가, 매립지 등에서 인근 국가에서 발생한 지진파가 증폭되고 장주기화 될 가능성이 높아집니다.

위의 사항을 고려하여 부산 해운대(연약지반)에 신축될 국내 초고층 빌딩(세장비가 큰 장주기형 건물)을 내진설계 하시오.

Design 개요



$$\text{세장비} = \frac{\text{건축물의 높이}}{\text{건축물의 폭}}$$

목표

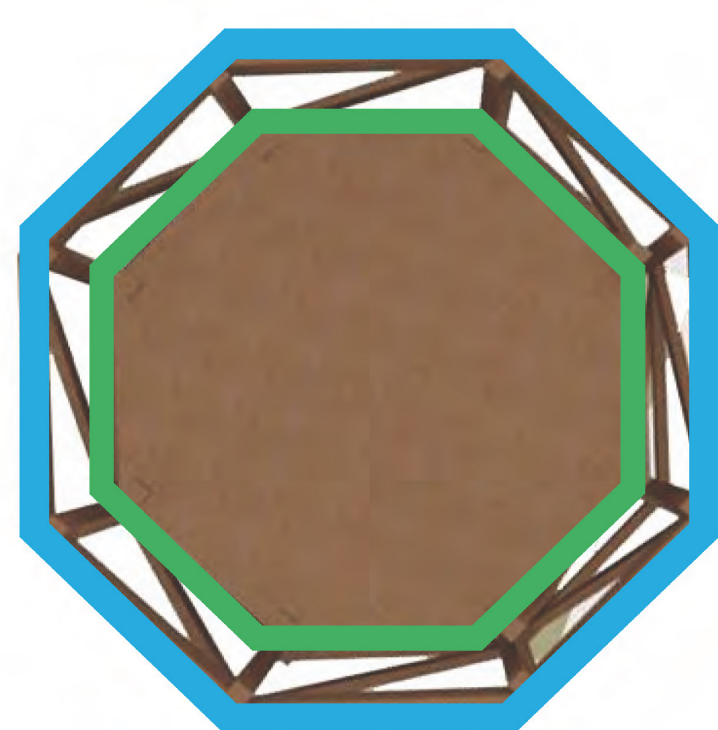
- 공명현상을 피하기 위한 강성 증대
- 건축물의 단주기화를 위한 브레이스 설계

Design

구조물 단면

내부 팔각 단면

- 하중 블록은 중앙에 위치하도록 설계
- x축 또는 y축에 편심 하중이 작용하지 않도록 정사각형 배치



외부 팔각 단면

- 사각단면(최대 170mm)보다 작은 세장비를 갖는 팔각단면(최대 185mm)
- (각각)x축, y축, 대각축에서 동일한 단면 2차 모멘트를 갖는 안정적인 구조
- 바닥면적 $2(1+\sqrt{2}) \times [77]^2 = 28627.74$

구조물 브레이스 설계

외부 구조물 브레이스 설계 마이더스 분석

횡하중을 최상층 기둥에 5kgf 씩 총 40kgf를 주었다.

형태	브레이스 없음	나선형 구조	다이아 그리드 구조
변위 분석			
최대 변위	과다변위 발생으로 붕괴	6.7mm	5.1mm
결론	브레이스 구조형태는 다이아그리드 구조가 가장 효율적이다.		

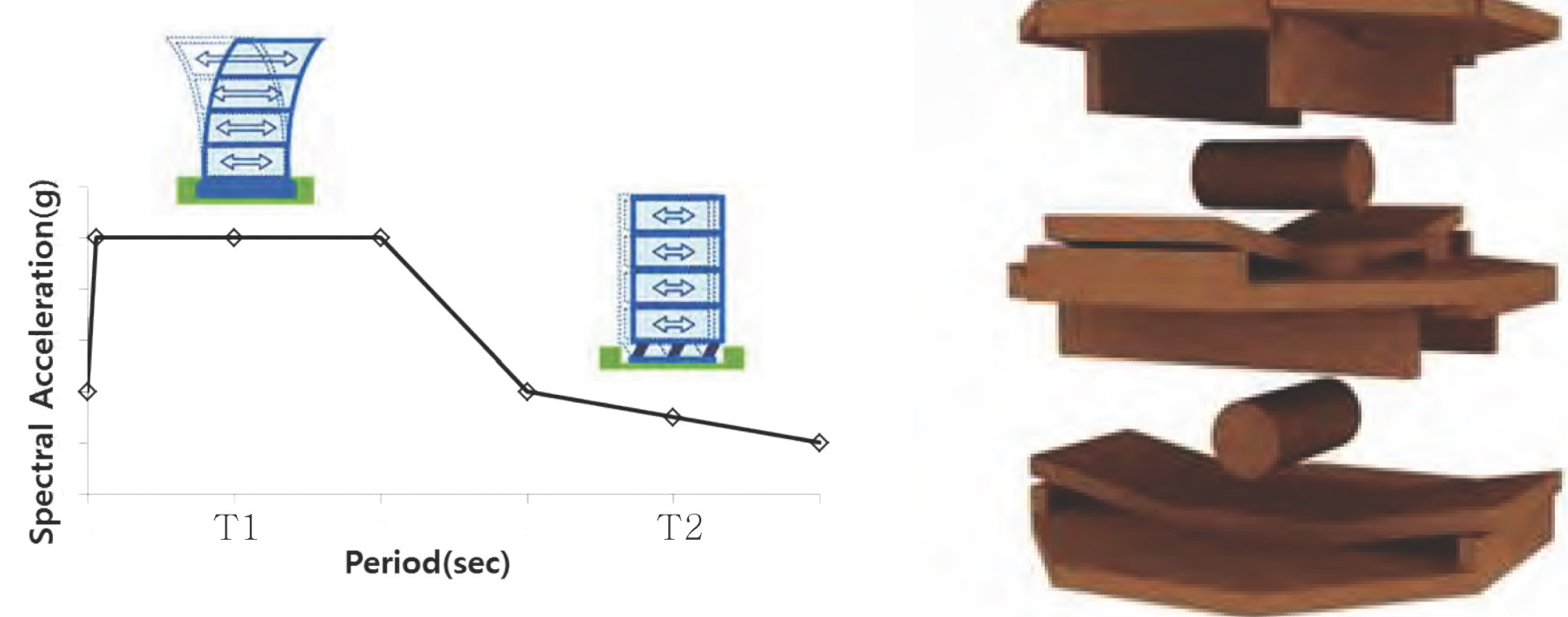
건축물 기초부 보강

$V = C_s \times W$
지진하중 계수 건물중량

$$C_s = \frac{S \times I}{R \times T}$$

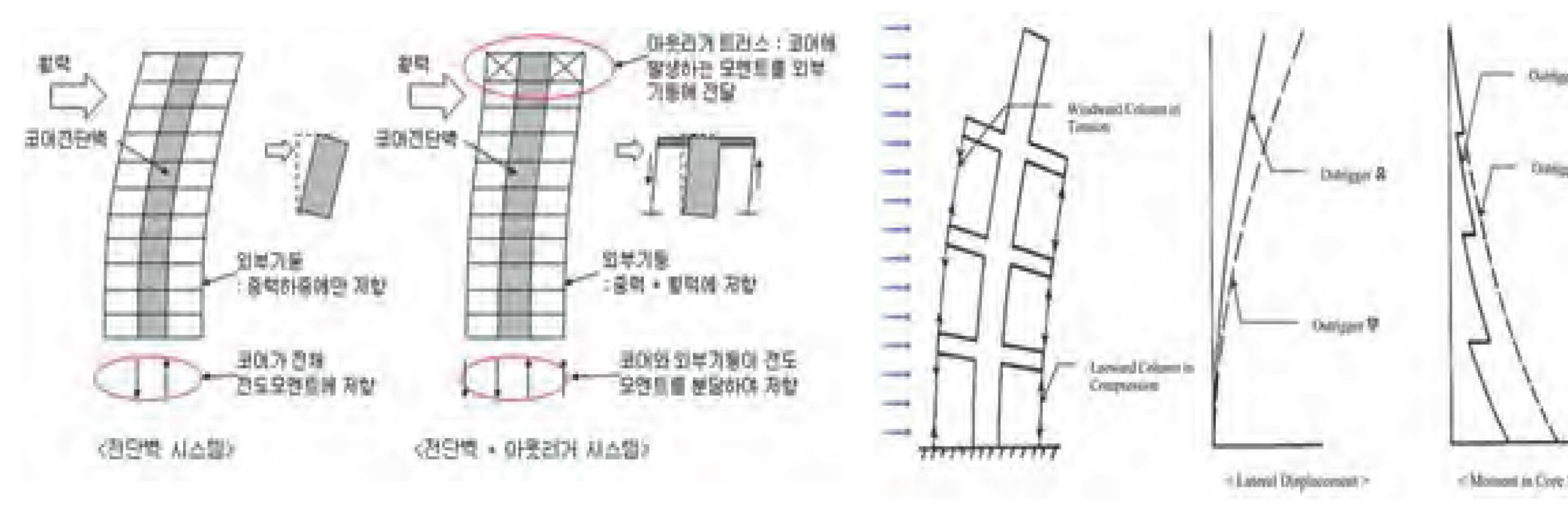
최대 지진 하중을 부담하는 최하부의 보강을 위한 벽체시공과 X 브레이스

면진시스템



- X축 Y축 방향으로 2개의 층으로 설계
- 볼의 타락과 비틀어짐을 줄이기 위한 단일롤러 설계
- 롤러의 복원력 증대를 위해 MDF Plate로 경사부재 제작
- 수직력 부담을 위해 면진장치내의 수직벽 부재를 MDF Plate로 제작

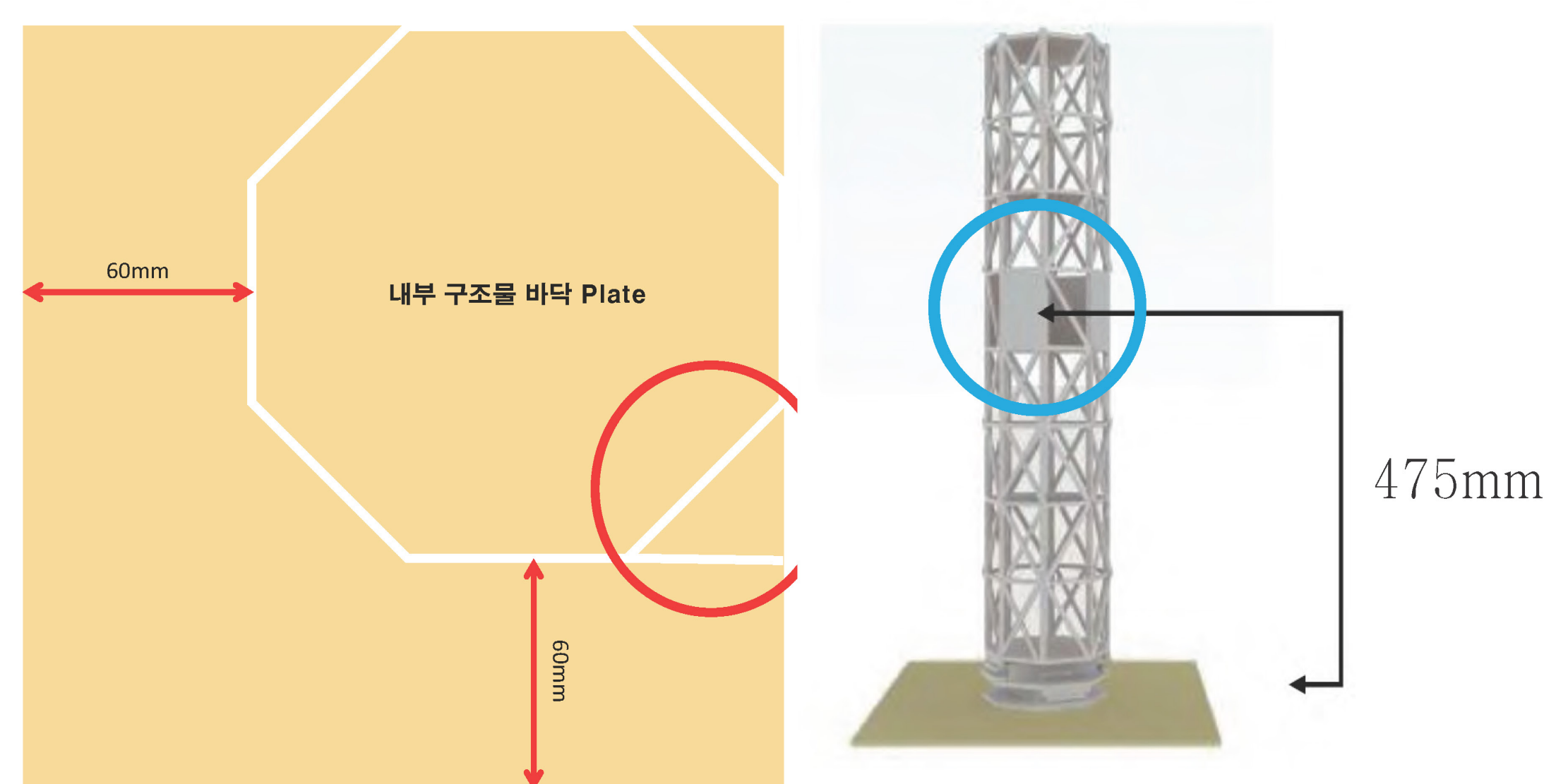
Outrigger 시스템



횡력에 저항하기 위해 내부 코어와 외부기둥을 연결하는 Outrigger 설치
코어 벽체의 모멘트 & 건축물 수평 변위 저감

Outrigger 개수	최적위치	제안
1EA	건물의 최상부에서 전체 높이의 0.455위치	타라나스 (Taranath)
2EA	건물의 최상부에서 전체 높이의 0.312와 0.685 떨어진 위치	McNabb & Muvdi

최적 위치 : 870mm(총높이) - 0.455 x 870mm = 475mm



- 내부 구조물의 바닥 제작 후 남은 MDF Plate를 활용하여 최상층과 3층 내부와 외부 구조물을 잇는 아웃리거로 설치
- 내부 구조물의 바닥 제작 후 남은 MDF Plate를 활용하여 3층 내부에 전단벽 설치

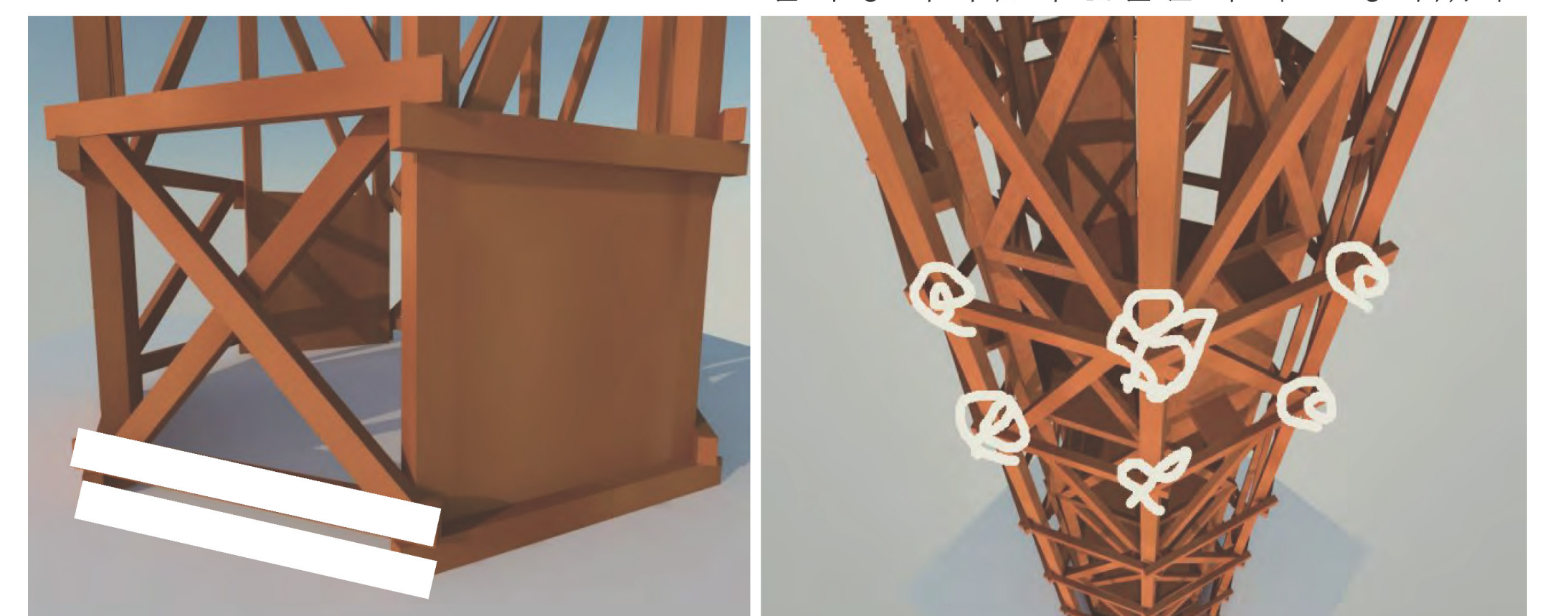
내부 구조물 브레이스 설계 마이더스 분석

전단벽 Outrigger	무	무	유
최 상층 Outrigger	무	유	유
구조물 변위 분석			
내부 구조물 변위	과다변위로	15.636	5.164
외부 구조물 변위	붕괴	15.927	5.241
하중 조건	내부 구조물: 각 층 당 수직하중 6kgf와 수평하중 80kgf를 주었다. 외부 구조물: 각 층 당 수평하중 40kgf를 주었습니다.		
결론	전단벽 Outrigger 시스템과 최상층 Outrigger 시스템을 병행하게 되면 구조물의 변위를 줄일 수 있습니다.		

면진 시스템을 사용하기 위해서는 별도의 제진시스템이 필요하지만 Outrigger 시스템과 함께 사용함으로써 별도의 제진시설물을 설치하지 않아도 됩니다.

Feedback

부동축소 발생으로 인한 기초부 부가응력 발생으로 인하여 바닥판을 전공하여 면실로 팔각형 꼭지점 부분들을 추가 고정하였다.

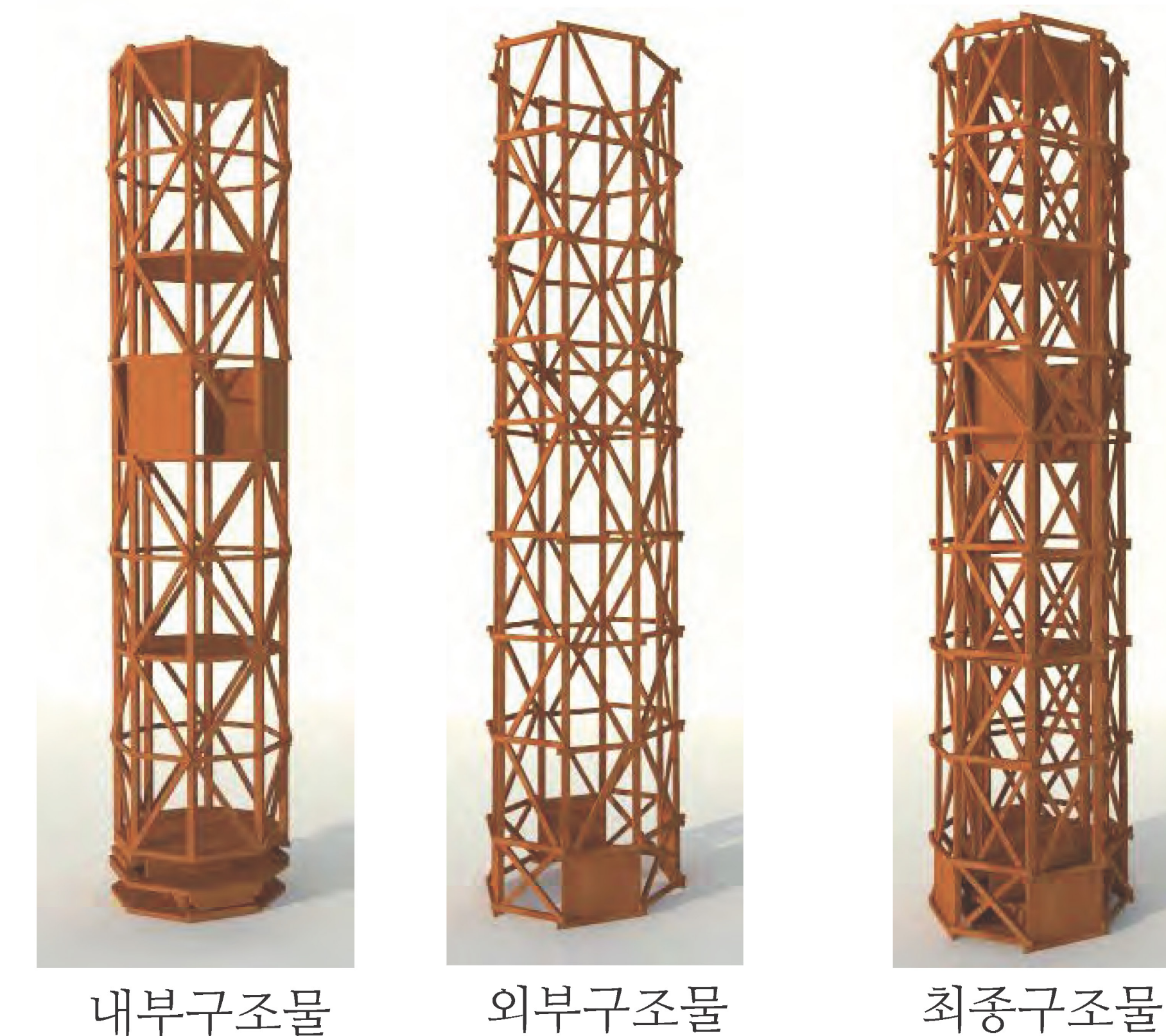


2개의 스트립을 사용하는 동시에 A4용지 부착 전단벽 Outrigger 주변 접합부가 떨어지는 으로 면실사용으로 인해 발생하는 전단 붕괴 방지 상황을 방지하기 위하여 면실로 보강

경제성 분석

종류	단위규격	정미량(EA)	단가(백만원)	합계(백만원)	
내부구조물	MDF Strip	6x4x600	38	10	380
	MDF Plate	200x200x6	5	20	100
외부 구조물	MDF Strip	6x4x600	49	10	490
	MDF Strip	6x4x600	3	10	30
면진시스템	MDF Plate	200x200x6	1	20	20
	면실	600mm	12	10	120
접착제(블록 고정용 포함)	20g	3	200	600	
			사용금액	1740(백만원)	

최종모델



팀원 역할

KOREATECH ERS: 한국기술교육대학교 내진 구조 연구실(ERS)은 창의적인 방법으로 지진재해방지를 위하여 연구를 하는 LAB입니다. 연구실 인원 중 내진 구조 설계에 관심 있는 학부 생들이 다양한 아이디어와 창의적 해결 능력을 바탕으로 초고층 건축물의 내진 설계에 도전해보기 위하여 참여하게 되었습니다.

지도 교수	한국기술교육대학교 건축공학부 이승재 교수님
팀원 소개	
김태현 (팀장)	이건희
구조 모델 설계	시공 성능 검토
면진 장치 제작	구조물 제작
지현민	하현주
경제성 검토	3D 모델링
구조물 제작	구조물 제작