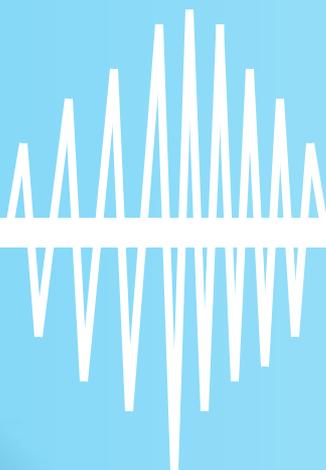


# Seismo

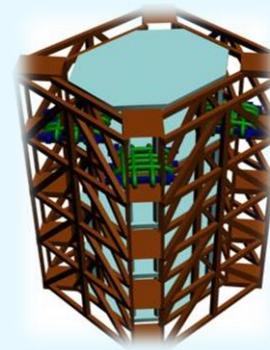


2013 Seismic Design Contest

## 1. Introduction

### Introduction

1. 팀원소개
2. Eruption of Mt. Baekdu
3. Tubular System
4. 대회규정

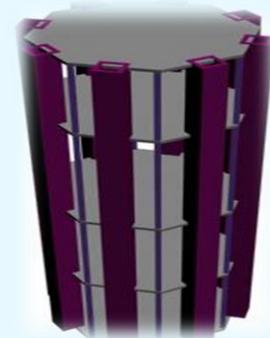


### 1<sup>st</sup> Modeling

## 2. Main Subject

### Main Subject

1. Plan Design
2. Structure Design

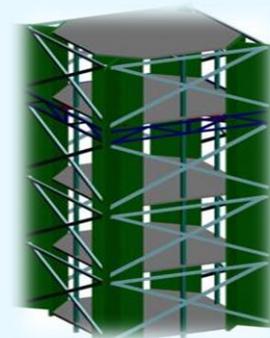


### 2<sup>nd</sup> Modeling

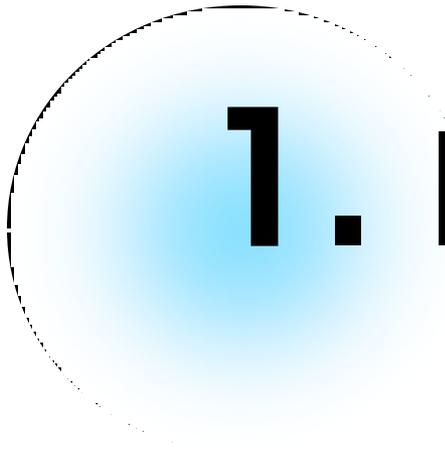
## 3. Conclusion

### Conclusion

1. 최종모델
2. 비응효율 분석



### 3<sup>rd</sup> Modeling



# **1.** Introduction

조봉호(지도교수)

황희재(팀장)

Design Concept  
Structure Analysis

정광수

Presentation Making

이재민

2D Drawings  
3D Modeling

윤성현

Structure Detail Analysis

### Basic Situation

- 지진은 일반적으로 단층의 운동에 의해 발생하지만 화산활동에 의해 지진이 발생할 수 있다.
- 우리나라에는 백두산이라는 활화산이 있는데 최근 백두산 인근 지진 회수가 증가하고 지진의 전조현상 (야생동물들의 기현상) 등의 관찰 회수가 증가하고 있다.
- 백두산이 폭발하여 지각이 심하게 변동하고 이 영향으로 지진이 발생할 수 있기 때문에 위험에 대비해야 한다.

### Location

- 백두산 인근

### Motivation

- 횡력을 효율적으로 저항하기 위한 튜브구조로 내부 기둥을 줄여 넓은 무주공간을 활용할 수 있고 리모델링이 용이하여 구조물의 용도가 바뀌는 것에 능동적으로 대처 가능.
- 평소에는 백두산 홍보관 및 문화회관 등의 집회시설로 사용되고, 지진발생 시 대피소 및 구호소로 사용 가능.

# 3. Tubular System

## 정의

- 외부벽체에 강한 피막을 둘러 횡력에 저항하는 건축구조이다

## 종류

### 골조튜브구조

World Trade Center



외부기둥을 촘촘히 배치하고 층이 큰 보로 강접합하여 외부 기둥이 구조물의 횡하중과 연직하중을 동시에 지지하도록 한 구조

### 트러스튜브골조

Bank Of China Tower



골조튜브의 전단지역(Shear Lag) 현상 문제를 방지하고 강성을 증진시키기 위해 외부에 가새를 넣어 횡력을 부담하도록 하는 방식

### 복합튜브구조

Sear Tower



골조튜브 방식의 Shear Lag 현상을 최소화하기 위해 평면 중간 부분에 횡력과 평행한 방향으로 튜브 구조체를 넣어 횡력을 지지하도록 하는 방식

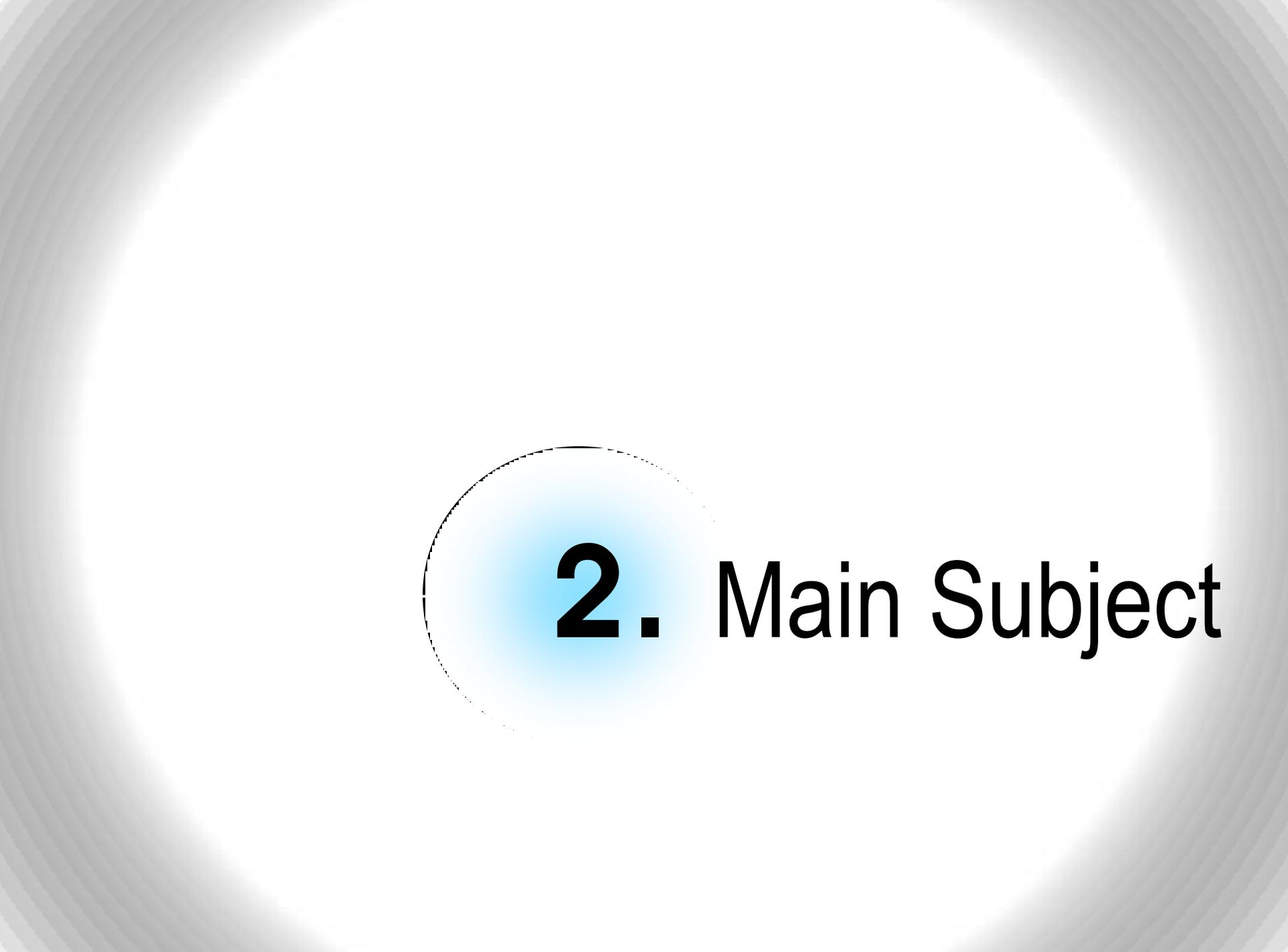
## 4. 대회규정

Introduction

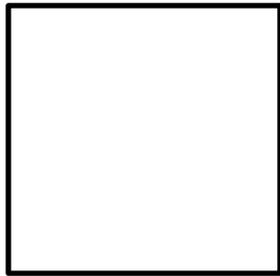
Main Subject

Conclusion

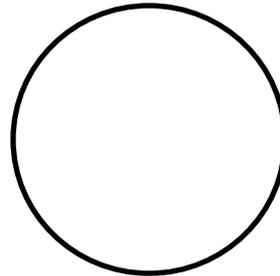
<b>대원칙</b>	작품은 4층 이상으로 제작되어야 하며, 각 층은 규정된 하중을 정적으로 지지할 수 있어야 한다
<b>층 면적</b>	40,000mm <sup>2</sup> 이상 60,000mm <sup>2</sup> 이하 36,000mm <sup>2</sup> 이상의 무주공간
<b>높이</b>	각 층의 높이는 150mm 이상
<b>하중</b>	개당 0.5kg의 강재 하중블록을 각 층에 4kg 이상, 총 16kg 이상의 하중블록이 설치되어야 한다
<b>기초</b>	기초판의 크기 400mm×400mm×6mm 최외곽으로부터 20mm 공간 확보
<b>제작비용</b>	제한없음
<b>제작시간</b>	5시간 이하
<b>지진파</b>	



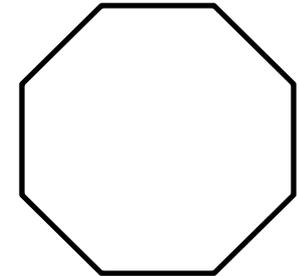
## **2.** Main Subject



✓ 일반적으로 사용되는 사각형 형태의 평면



✓ 모든 방향에서 수평력을 고르게 받을 수 있는 원형 형태의 평면



✓ 설계에 사용될 정팔각형 형태의 평면

➤ 지진하중은 건물에 수평력으로 작용하며 한 방향으로 작용하는 것이 아니라 모든 방향에서 작용한다.

➤ 원형 형태로 평면을 제작하는 것은 구현하는 것이 어렵고 상대적으로 부재의 개수가 많기 때문에 시공성 및 경제성의 이유로 사용이 현실적이지 않다.

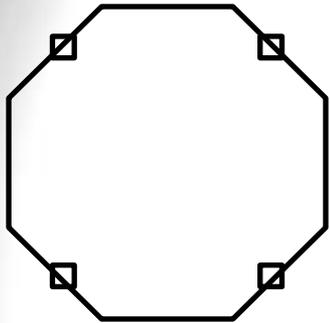
# 1. Plan Design

Introduction

Main Subject

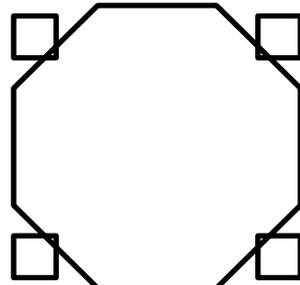
Conclusion

Case #1



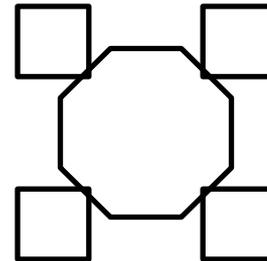
✓ 팔각형의 공간

Case #2



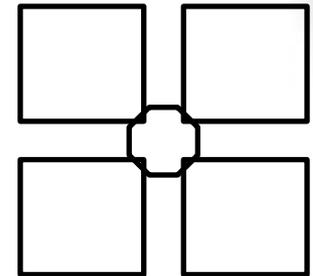
✓ 팔각형의 공간과 사각형의 공간

Case #3



✓ 팔각형의 공간과 사각형의 공간

Case #4



✓ 팔각형의 코어와 사각형의 공간

외부골조 0%  
내부골조 100%

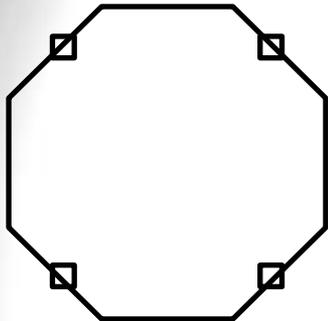
외부골조 100%  
내부골조 0%

➤ Case #1은 concept으로 설정한 정팔각형 평면

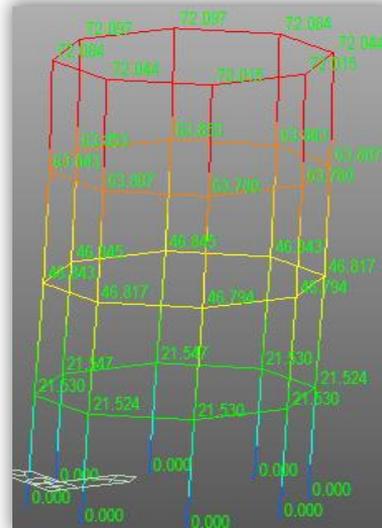
➤ Case #3과 #4는 최소 무주공간( $36,000\text{mm}^2$ )과 최대공간( $60,000\text{mm}^2$ )을 동시에 만족하지 못한다

➤ Case #1과 #2으로 설계

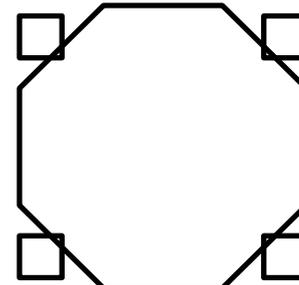
Case #1



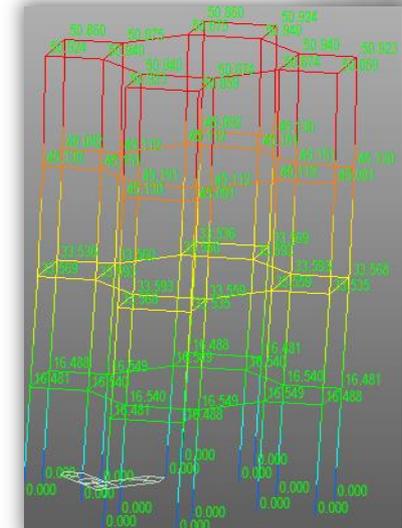
✓ 팔각형의 공간



Case #2



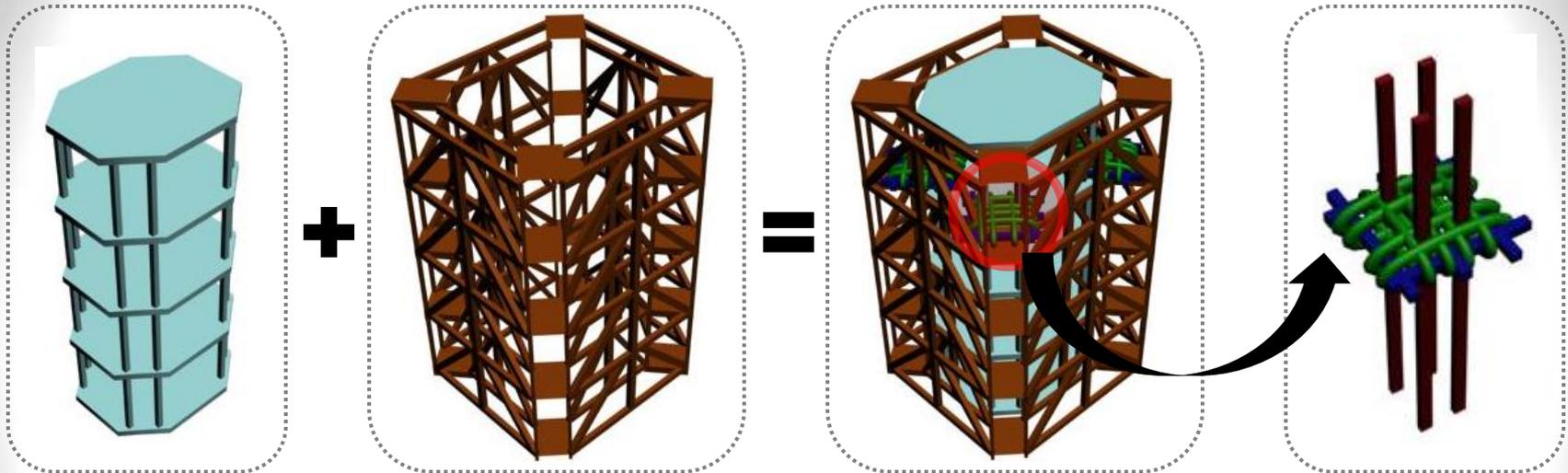
✓ 팔각형의 공간과 사각형의 공간



➤ Case #1과 #2에 수평력을 작용하고 해석한 결과 같은 면적일 때 case #2의 수평변위가 더 작다  
큰 강성을 갖는 구조물이라고 판단하여 Case #2를 설계에 적용.

➤ Case #2가 더 큰 강성을 갖는 구조물이라고 판단하여 설계에 적용.

## 1<sup>st</sup> Modeling



➤ 평면에서 사각형 공간으로 보이는 부분을 외부골조로 형성한다.

➤ 팔각형 공간으로 보이는 내부골조 보다 상대적으로 큰 강성을 갖는 외부골조를 형성한다.

➤ 강성 비를 크게 설계하여 외부골조가 대부분의 지진하중을 저항하게 한다.

➤ 외부골조와 내부골조의 기둥 사이에 에너지 소산 장치를 설치한다.

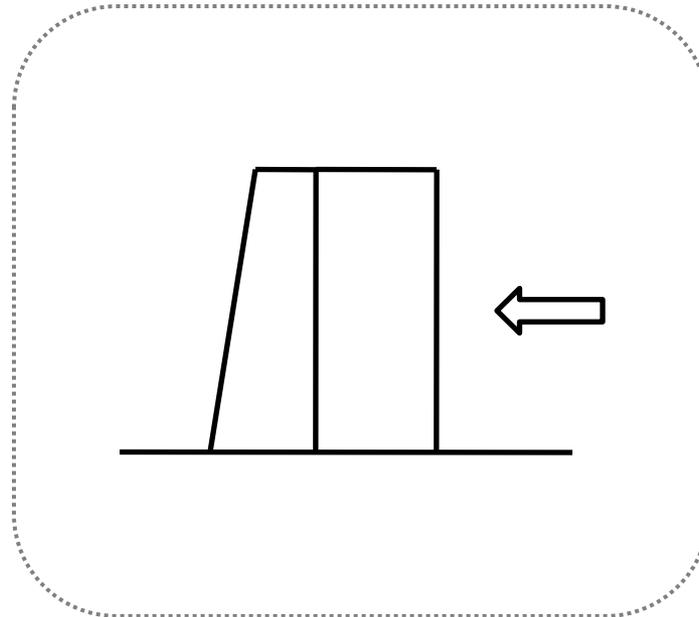
### 고찰

- 에너지 소산장치의 정확한 성능 확인 불가.
- 지진에너지가 마찰에 의해서 열에너지로 변환되는 과정에서 에너지가 소산되지만, 실제 강을 통한 소산장치에서는 가능하지만 실로 구현하는 것은 어려움.
- 실의 탄성에 의해서 내부 골조의 진동 주기가 더욱 길어지는 효과가 심화되어 외부와 내부의 골조가 별개로 거동하는 현상 발생.
- 외부 골조와 내부 골조의 연결부가 에너지 소산장치로만 연결되어 비효과적.

에너지 소산장치 사용 불가

강성 비를 크게 설계하여 외부 골조가 대부분의 지진하중을 저항하는 Concept Develop

## 2<sup>nd</sup> Modeling – concept

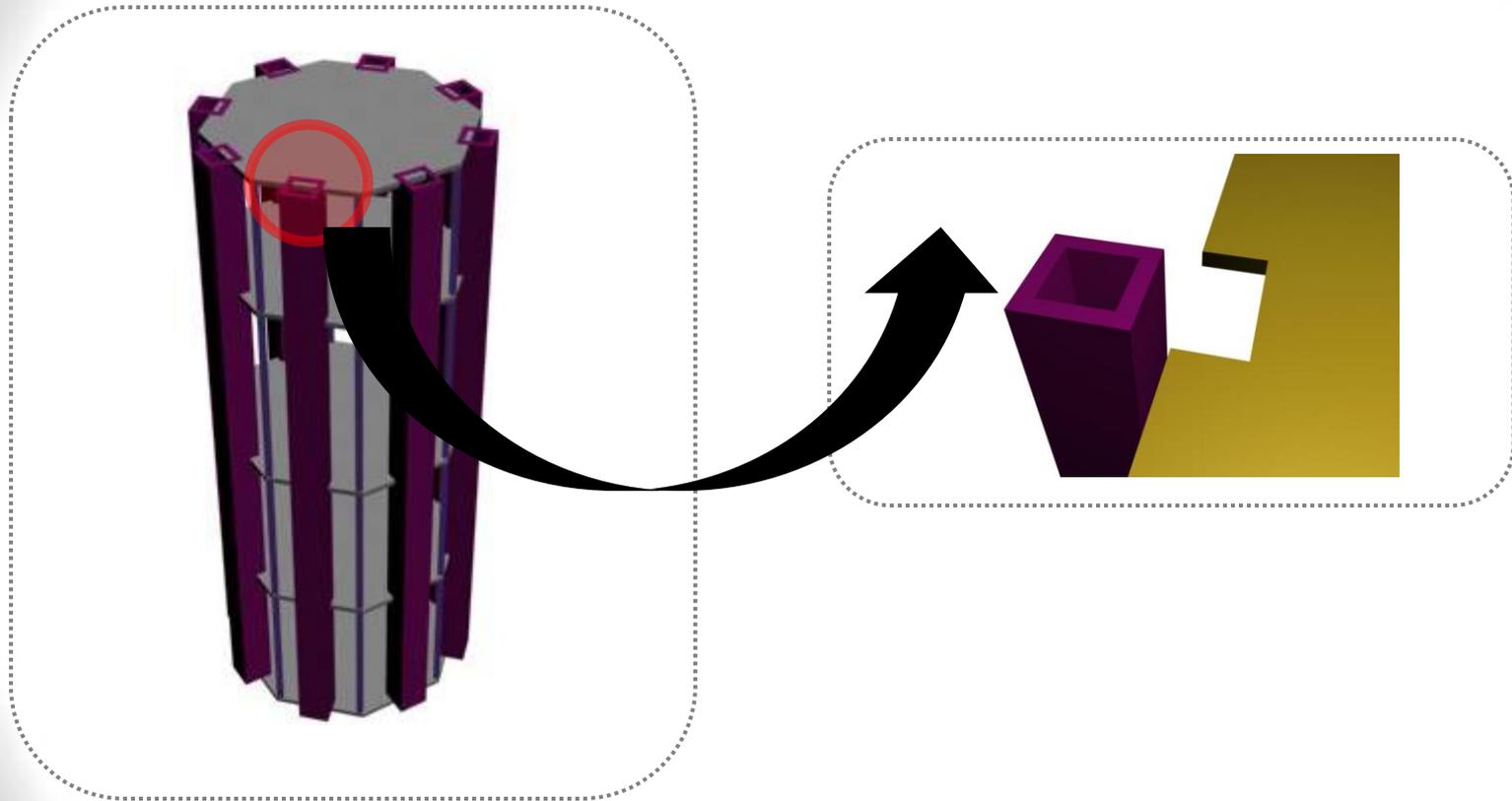


➤ 버팀벽은 구조물의 측면에 설치.

➤ 강심과 무게중심의 균형을 맞추어 안정적인 거동 가능, 중력하중에 저항하지 않고 횡하중의 상당 부분을 저항.

버팀벽과 유사한 거동을 갖는 외부골조 설계  
강성 비를 크게 설계하여 외부 골조가 대부분의 지진하중을 저항하는 Concept

## 2<sup>nd</sup> Modeling



➤ 모멘트 골조 또는 가새 골조에 비해 상대적으로 큰 강성을 갖는 벽체로 사각형 공간 설계.

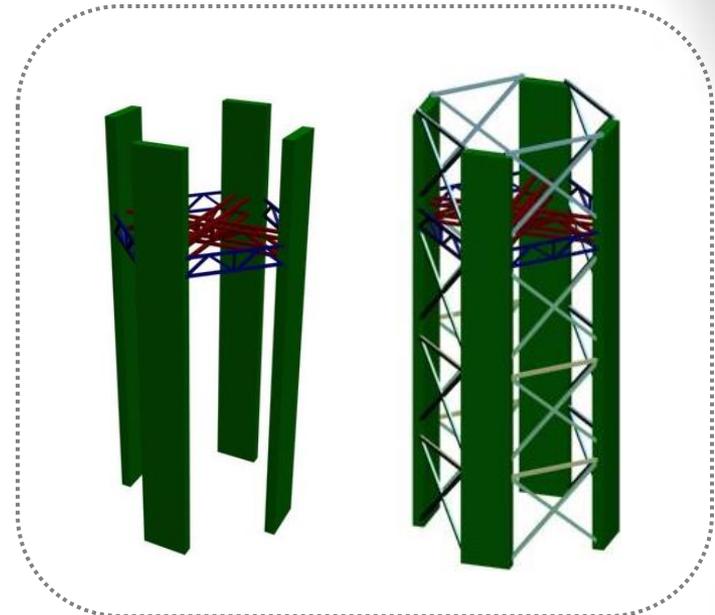
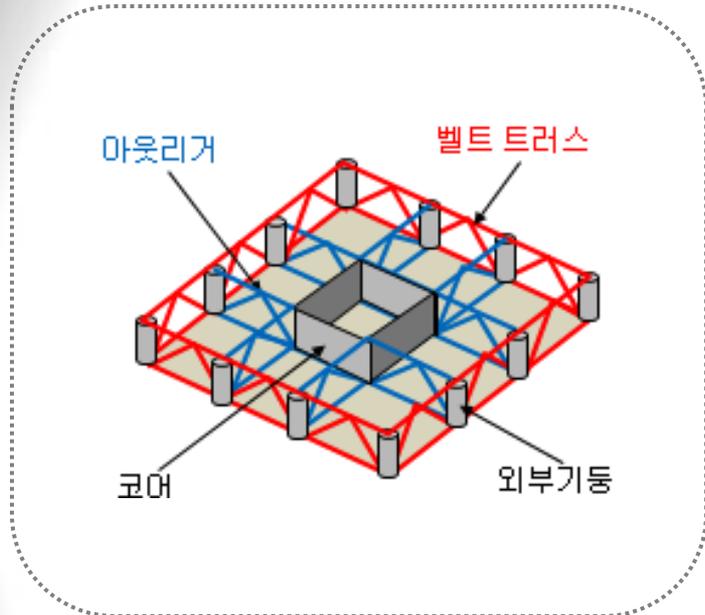
➤ 한 절의 벽체가 슬라브에 물려있는 전단 접합형태로 중력하중 분담.

## 고찰

- 외부 골조의 벽체에 비해 내부골조의 수직 부재가 갖는 역할이 미미.
- 외부 골조를 제작하는 데 사용되는 비용이 너무 커서 경제성이 떨어짐. - 과설계
- 벽체에 단면이 작기 때문에 전도 가능성.
- 벽체와 슬라브가 물리는 정도를 파악하기 어려움.
- 외부 골조인 벽체끼리의 연결부를 제작하는데 어려움.

벽체의 수를 줄이고, 단면의 형태를 변경  
외부 골조와 내부 골조의 연결부 설계 변경

## 3<sup>rd</sup> Modeling – concept

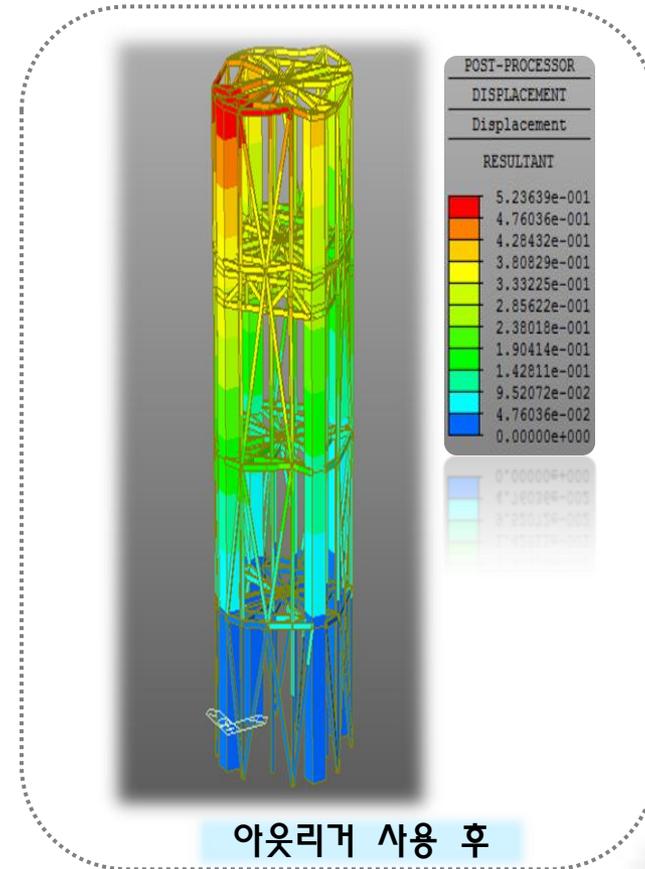
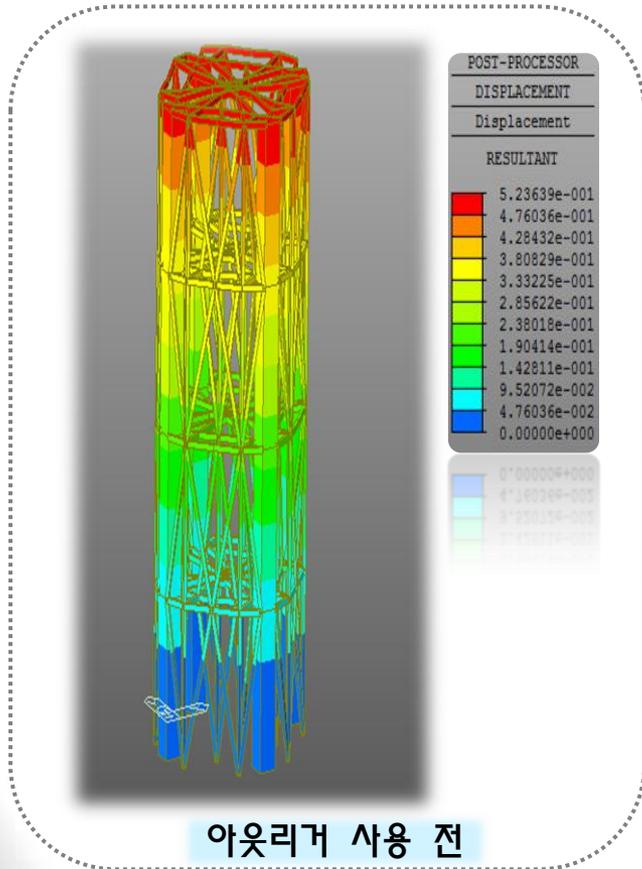


➤ 외부 골조인 벽체로 이루어진 코어 부분을 하나의 메가 칼럼으로 생각하여 초고층 빌딩 설계에서 사용되는 아웃리거와 벨트 트러스를 사용하여 외부 골조와 내부 골조 연결.

➤ 횡력저항성능 향상 및 내부골조 부하가 상대적으로 감소.

외부 골조와 내부 골조 연결부 문제 해결  
외부 골조 사이의 연결부 문제 해결

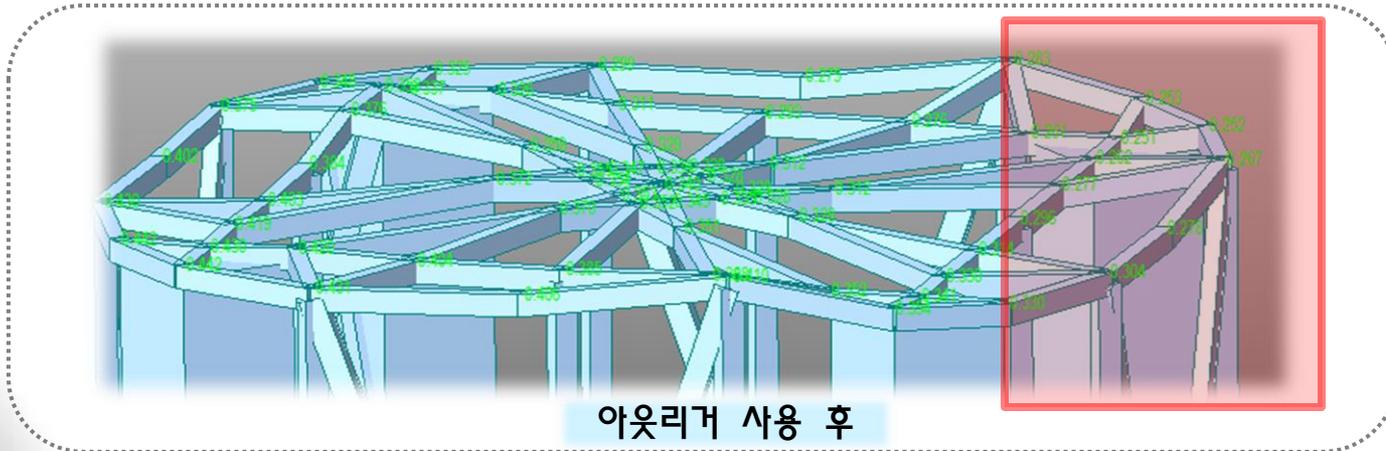
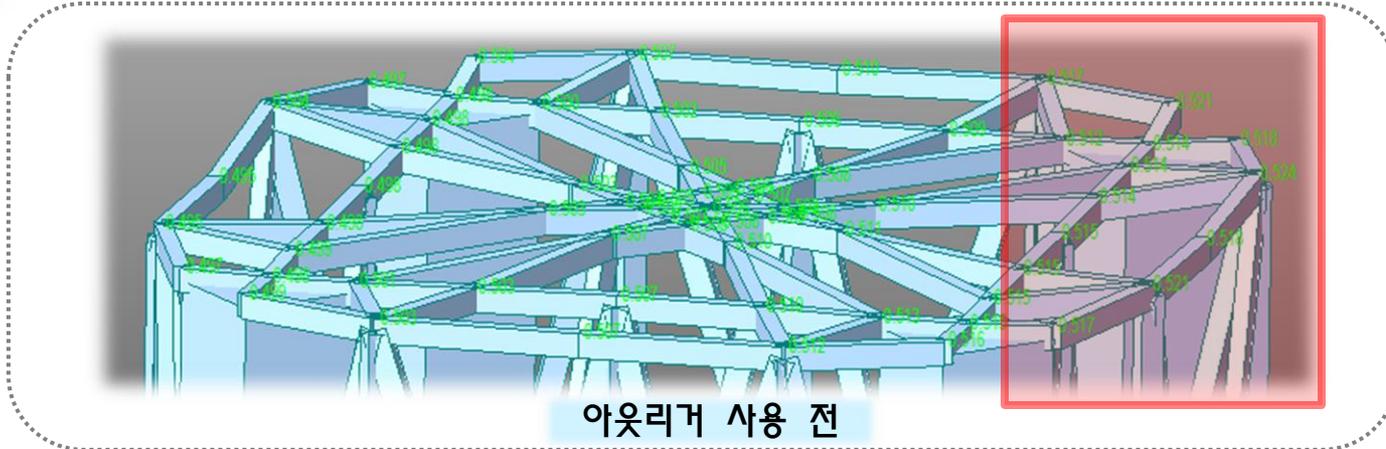
## 3<sup>rd</sup> Modeling



아웃리거 사용 전과 사용 후를 비교

아웃리거 사용 후 4층에 가해지는 응력이 아웃리거에 의해서 분산

## 3<sup>rd</sup> Modeling – concept

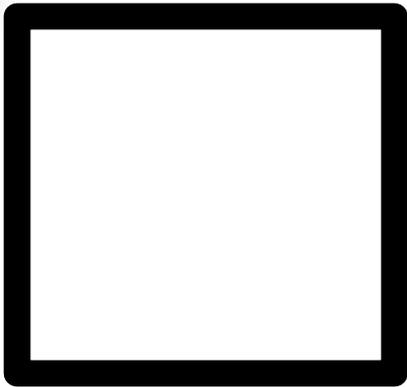


아웃리거 사용 전과 사용 후를 비교

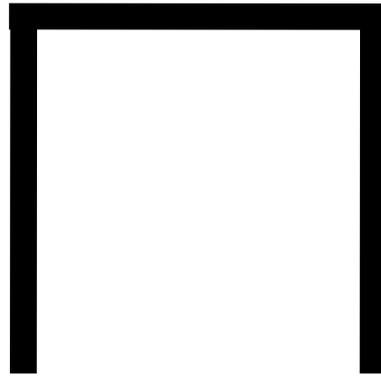
아웃리거 사용 후 4층에 가해지는 변위는 아웃리거 사용 전에 비해 2배정도의 변위가 줄어듦

## 3<sup>rd</sup> Modeling – concept

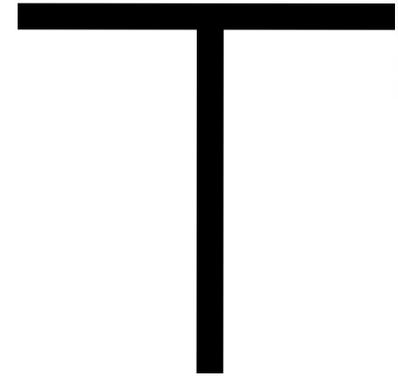
Case #1



Case #2



Case #3



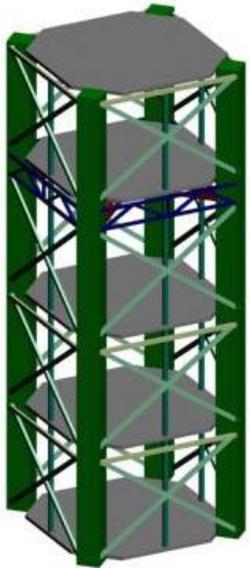
➤ Case #1은 경제성이 떨어짐.

➤ 대안의 단면은 Case #2와 #3으로 스틱프너를 일정한 간격으로 보강하면 구조적 안전성 확보 가능.

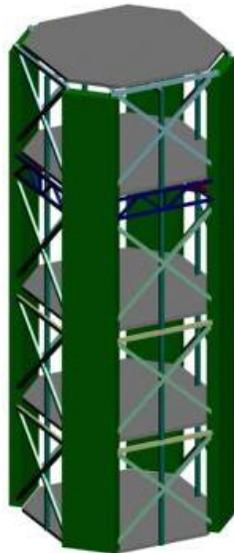
➤ 단면 뿐만 아니라 외부골조의 수를 줄여서 경제성 확보.

## 3<sup>rd</sup> Modeling

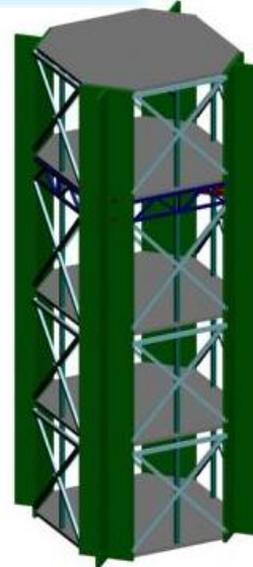
Case #1



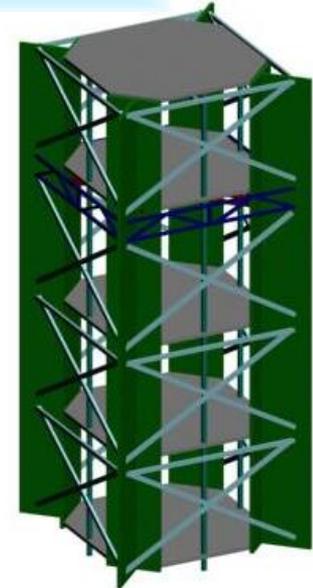
Case #2



Case #3



Case #4



➤ Case #1과 #2에 비해서 Case #3과 #4가 경제적.

➤ Case #3보다 Case #4가 제작(시공)이 용이하고, 연결부가 안전.

3층과 4층 사이에 아웃리거 및 벨트트러스를 설치할 공간 설계  
└ 모양의 단면으로 외부 골조 설계

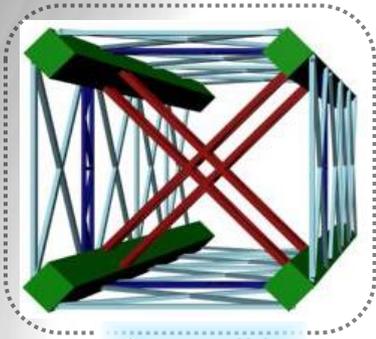
# 2. Structure Design

Introduction

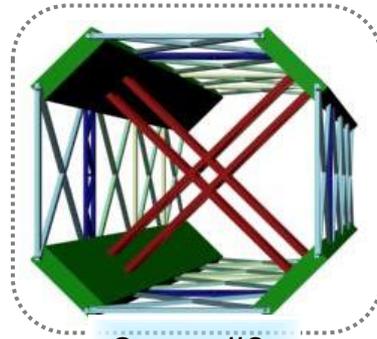
Main Subject

Conclusion

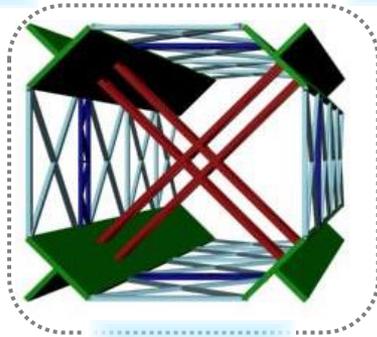
고찰



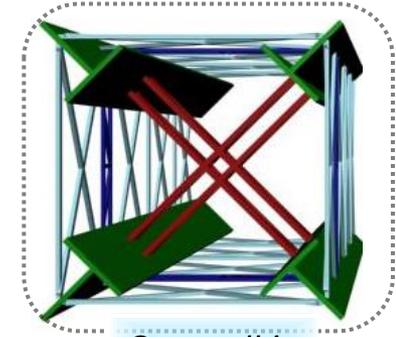
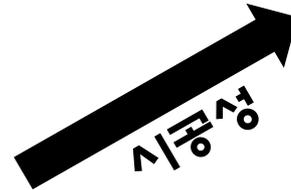
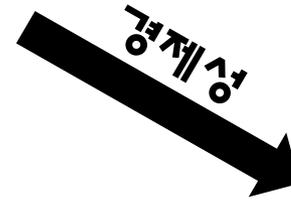
Case #1



Case #2



Case #3



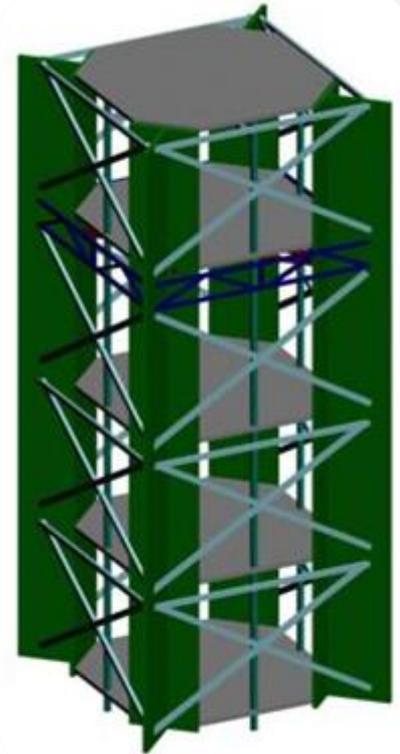
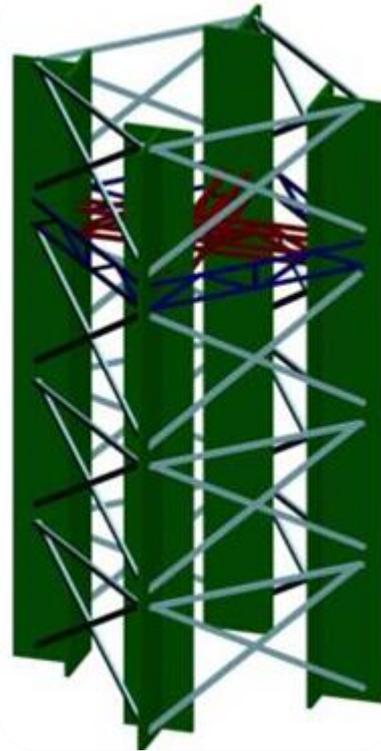
Case #4

- 외부 골조와 내부 골조의 강성 비를 크게 하여 외부 골조가 보다 큰 하중을 저항하게 설계.
- 구조적 안전성을 확보하면서 경제적인 모델 설계.
- 외부 골조와 내부 골조의 연결부의 안전성 확보.

실제 건축 구조물과 지진하중이 아닌 모델과 진동대 실험 모델이기 때문에 발생하는 각 부재들의 연결부 안전성 재확인 필요

# 3. Conclusion

Case #4



## 2. 비용 효율 분석

Introduction

Main Subject

Conclusion

재료명	규격	단위수량[EA]	단가[백만원]	총 비용[백만원]
MDF Strip	6mm × 4mm × 600mm	31	10	310
MDF Plate	200mm × 200mm × 5mm	9	100	900
면줄	300mm	1	10	10
접착제	20g	1	200	200
총 계				1420