

팀 소개 01

설계 목표 02

설계 방향 03

구조 분석 04

도면 05

내역서 06

[설계요약서]

동국N타워

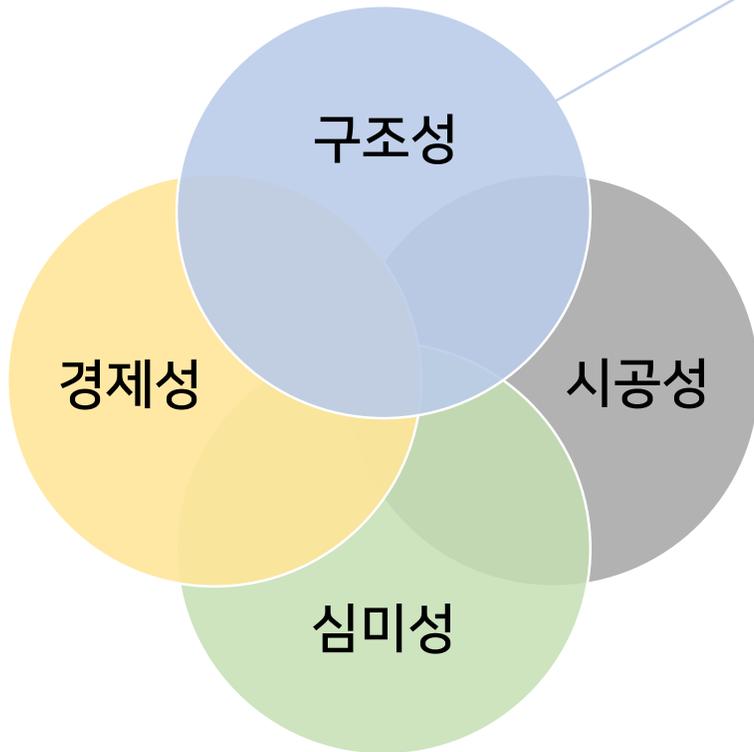
유승룡
지도교수

최재혁
팀장
Midas 모델링

박혜리
시공성 개선 및
도면 작성

홍도훈
아이디어 제시 및
Midas 모델링

김방현
구조 개선 및
설계요약서 작성



■ 목표 지진하중

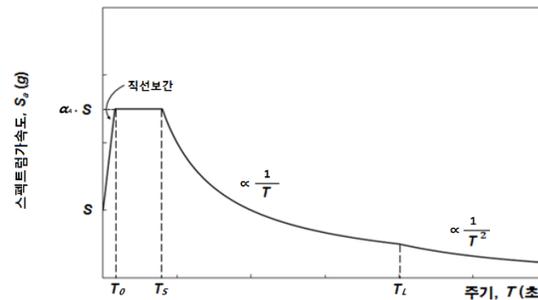
- 지반종류: S1
- 지진구역: I (지진구역 계수 Z: 0.11g)
- 위험도계수:

| 재현주기 | 50년 | 100년 | 200년 | 500년 | 1000년 | 2400년 |
|----------|-----|------|------|------|-------|-------|
| 위험도계수(I) | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.7 | 3.8 | 5.4 |

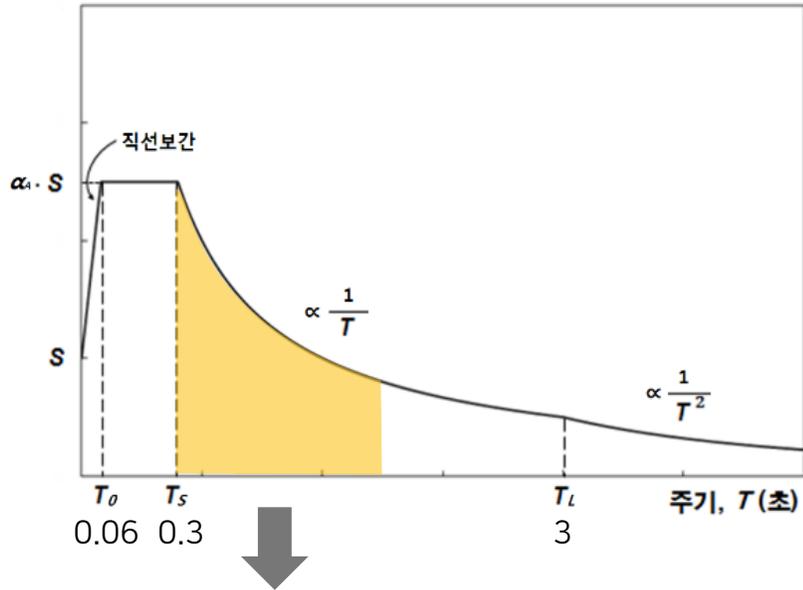
■ 성능 목표

- 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- 2400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
- 설계지진(0.7g) 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계

■ 설계응답스펙트럼



| 구분 | a_A (단주기 스펙트럼 증폭계수) | 전이주기(sec) | | |
|----|-----------------------------|-----------|-------|-------|
| | | T_0 | T_s | T_L |
| 수평 | 2.8 | 0.06 | 0.3 | 3 |

스펙트럼가속도, S_a (g)

1 연성을 키우는 내진설계

효과적인 구조형태를 이용하여 강성을 확보할 뿐만 아니라, 0.3초~3초 사이의 고유주기를 가지는 충분한 연성을 가진 구조물을 설계하고자 하였다. 변위가 어느 정도 발생한 뒤에 파괴하므로 취성 파괴되는 건물보다 안전하다.



2 힘을 효과적으로 전달하는 구조

하중블럭·자중에 의한 수직하중과 지진에 의한 수평하중을 효과적으로 전달할 수 있도록 한다.

케이블

수평하중에 의한 구조물 상부의 변형을 인장력으로 잡아줌

4-way 트러스

수직하중 지지, 하중을 코어로 전달

팔각 코어

팔각형 코어로 강성을 키우고 구조물이 수평하중에 잘 저항하도록 함

버트레스

코어의 밀면적을 넓게 만듦
횡력에 유리, 코어의 탈락 방지

가새

횡력에 저항, 수직하중 부담



팔각각형 모양으로 기둥을 세우고 가로 부재들로 띠를 둘러서 링처럼 힘을 전달할 수 있게 하였다. 또한 4면에 가새를 추가하여 횡력에 대한 저항력을 극대화시켰으며, 반대편 기둥과 연결해주는 연결부재를 내부에 추가하여 코어의 내구성을 높였다.

- 이 코어가 수직,수평하중에 주로 저항
- 원에 가까운 형태로 어느 방향에서 지진이 오더라도 거의 일정하게 저항 가능, 비틀림 감소
- 4면에 추가한 가새로 인해 횡력저항 극대화

- 사각형 코어에 비해 더 작은 면적으로 큰 기능을 발휘할 수 있어서 공간활용이 용이
- 코어 내부는 엘리베이터실 등으로 활용

구조

기능

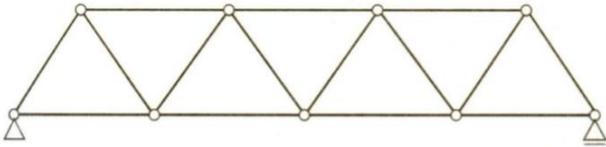
미

- 팔각각형 형태로 심미성 우수
- 코어가 보이도록 설계하여 미적 요소로 적극적 활용

하중이 코어에 집중되도록 설계함으로써 편심하중이 최대한 발생하지 않도록 하였다. 코어가 하중을 많이 부담하기 때문에, 기둥을 줄이는 등 건물에서 코어 외의 부분들의 설계를 자유롭게 하였다.

4-way 트러스

- 트러스



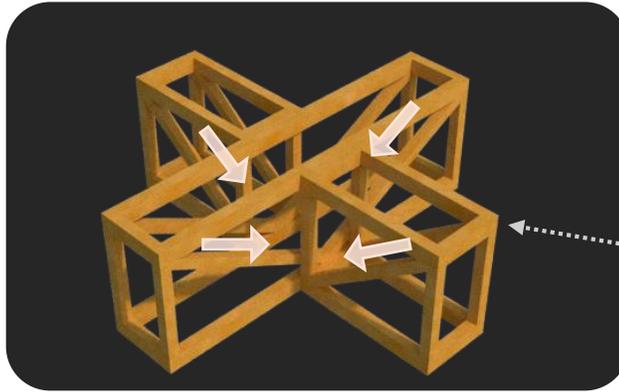
Beam의 경우 아래·위는 높은 응력,
가운데는 낮은 응력이 발생한다
트러스는 응력이 작게 발생하는 중앙부
의 구조부재를 절감하는 효과가 있다
따라서 자중이 감소한다

외부 하중이 절점에 작용하도록 설계

각 부재는 인장력 또는 압축력만 전달

수평하중보다는 연직하중을 주로 지지

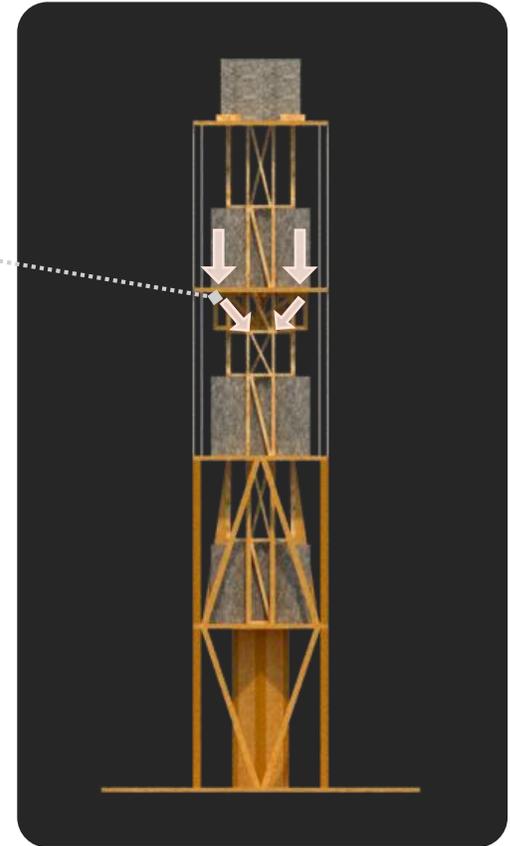
- 4-way 트러스



수직하중에 주로 저항

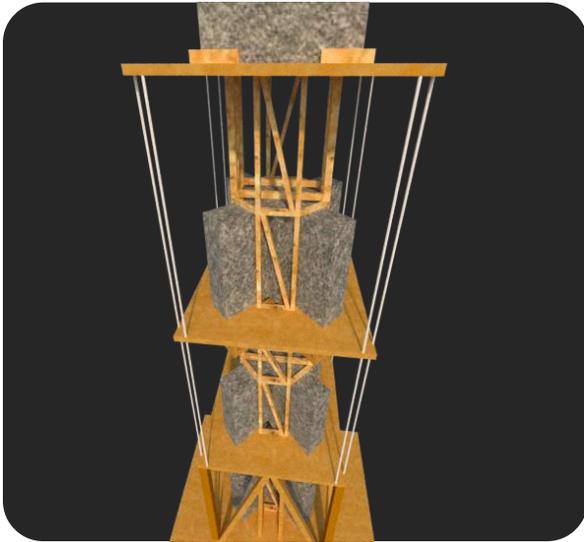
위층 하중블럭의 무게중심이 트러스
의 절점에 오도록 설계

대각선 부재가 위층 하중블럭의 무게
중심에서 코어로 연결되어 위층의 하
중을 코어로 전달



케이블, 버트레스, 다이아 가새

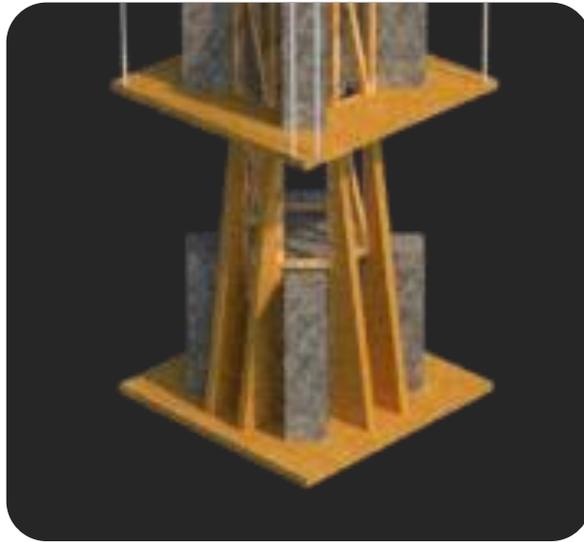
▪ 케이블



수평 하중을 받으면 횡하중 방향의
기둥은 인장력을 받는다
실은 인장하면서 횡력에 잘 저항하므로
변위가 큰 3,4층에 활용하였다

1,2층과 같은 기둥을 3,4층까지 올리는
것 보다 경제적이고 심미적이다

▪ 버트레스



코어의 밑면적을 넓게 만들어주는
효과가 있다
횡력에 잘 저항한다
코어의 탈락을 방지하는 역할을 한다

슬래브를 재단하고 남은 부재를 활용하여
경제성이 좋다

▪ 다이아 가새



가새는 매우 효과적인 내진구조이다
큰 전단력을 받는 1,2층에 가새를 설치하여
횡력에 대한 저항력을 높였다

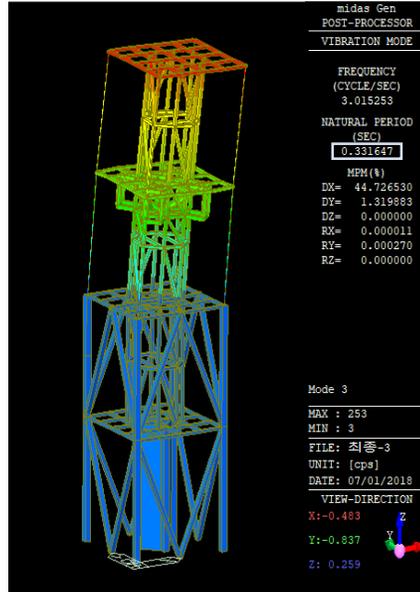
수직하중을 기둥과 분담한다

다이아 모양으로 심미성이 우수하다

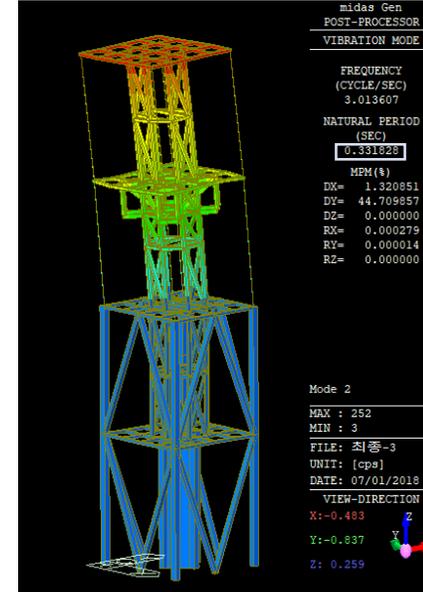
| Mode No | TRAN-X | | TRAN-Y | |
|---------|----------------|---------|----------------|---------|
| | MASS(%) | SUM(%) | MASS(%) | SUM(%) |
| 1 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2 | 1.3209 | 1.3209 | 44.7099 | 44.7099 |
| 3 | 44.7265 | 46.0474 | 1.3199 | 46.0297 |
| 4 | 0.0000 | 46.0474 | 0.0000 | 46.0297 |
| 5 | 13.9448 | 59.9922 | 0.2151 | 46.2448 |
| 6 | 0.2152 | 60.2074 | 14.0005 | 60.2454 |
| 7 | 28.4077 | 88.6152 | 28.3707 | 88.6499 |
| 8 | 0.0337 | 88.6489 | 0.0000 | 88.6500 |
| 9 | 0.0000 | 88.6489 | 0.0000 | 88.6500 |
| 10 | 0.0204 | 88.6692 | 11.2241 | 99.8741 |

| Mode No | Frequency | | Period (sec) |
|---------|-----------|-------------|---------------|
| | (rad/sec) | (cycle/sec) | |
| 1 | 16.4263 | 2.6143 | 0.3825 |
| 2 | 18.9350 | 3.0136 | 0.3318 |
| 3 | 18.9454 | 3.0153 | 0.3316 |
| 4 | 63.6725 | 10.1338 | 0.0987 |
| 5 | 88.8155 | 14.1354 | 0.0707 |
| 6 | 88.8555 | 14.1418 | 0.0707 |
| 7 | 179.4689 | 28.5634 | 0.0350 |
| 8 | 179.5400 | 28.5747 | 0.0350 |
| 9 | 216.7823 | 34.5020 | 0.0290 |
| 10 | 452.0844 | 71.9515 | 0.0139 |

Mode3 (X-dir)



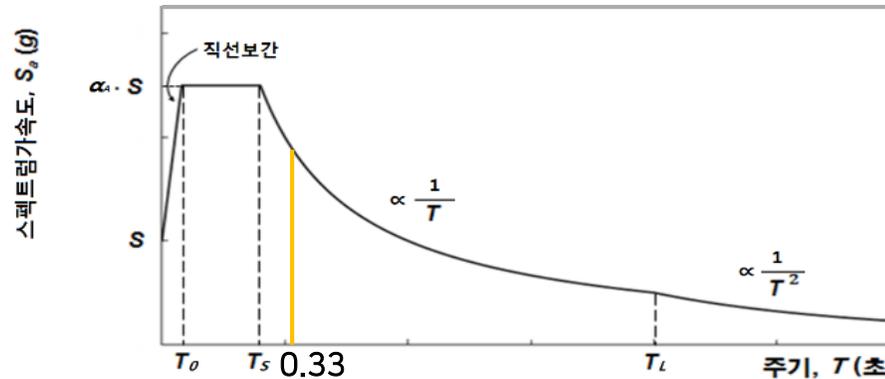
Mode2 (Y-dir)



X방향에서는 Mode3,
Y방향에서는 Mode2에서
각각 가장 큰 질량참여율
을 보이기 때문에 구조물
의 고유진동수를 Mode 2
와 Mode 3에서 확인한다

등가정적해석법에 의한
밀면전단력은 110N이며,
동적해석에 의한 밀면전
단력은 약154N 이다

Midas 분석 결과, X축방
향과 Y축 방향에서의 고
유주기는 약 0.33초로, 설
계목표에 부합한다



- 500년 주기 ($S = Z \times I = 0.11g \times 2.7 \approx 0.3g$)

| Load Case | Story | Story Height (mm) | Allowable Story Drift Ratio | Maximum Drift of All Vertical Elements | | | Remark |
|-----------|-------|-------------------|-----------------------------|--|---------------------|-------------------|-----------|
| | | | | Story Drift (mm) | Modified Drift (mm) | Story Drift Ratio | |
| RSX(RS) | 4F | 200.00 | 0.0100 | 1.5177 | 1.5177 | 0.0076 | OK |
| RSX(RS) | 3F | 200.00 | 0.0100 | 1.1002 | 1.1002 | 0.0055 | OK |
| RSX(RS) | 2F | 200.00 | 0.0100 | 0.0984 | 0.0984 | 0.0005 | OK |
| RSX(RS) | 1F | 206.00 | 0.0100 | 0.0309 | 0.0309 | 0.0002 | OK |

KBC2016의 내진특등급 기준에 따라 허용층간변위율 0.01을 적용했을 때, 만족하는 수준이면 기능수행을 한다고 판단한다.

- 대회 규정 설계 지진 ($0.7g$)

| Load Case | Story | Story Height (mm) | Allowable Story Drift Ratio | Maximum Drift of All Vertical Elements | | | Remark |
|-----------|-------|-------------------|-----------------------------|--|---------------------|-------------------|-----------|
| | | | | Story Drift (mm) | Modified Drift (mm) | Story Drift Ratio | |
| RSX(RS) | 4F | 200.00 | 0.0100 | 3.5414 | 3.5414 | 0.0177 | NG |
| RSX(RS) | 3F | 200.00 | 0.0100 | 2.5672 | 2.5672 | 0.0128 | NG |
| RSX(RS) | 2F | 200.00 | 0.0100 | 0.2296 | 0.2296 | 0.0011 | OK |
| RSX(RS) | 1F | 206.00 | 0.0100 | 0.0722 | 0.0722 | 0.0004 | OK |

KBC2016의 II 등급 기준에 따라 층간변위율이 0.02을 넘는다면 파괴한다고 가정한다. 위의 표를 미루어보아 $0.7g \sim 0.8g$ 에서 파괴될 것이라고 판단된다. 위의 표는 내진특등급 기준으로 작성되었다.

Design Spectrum : KBC(2009)

Design Spectral Response Acceleration

Seismic Zone: 1

Zone Factor (S): 0.3

Site Class: Sa

Fa: 0.80000 Sds: 0.40000 g

Fv: 0.80000 Sd1: 0.16000 g

Importance Factor (Ie): 1

Response Modification Coef. (R): 4

Max. Period: 6 (Sec)

Design Spectrum : KBC(2009)

Design Spectral Response Acceleration

Seismic Zone: 1

Zone Factor (S): 0.7

Site Class: Sa

Fa: 0.80000 Sds: 0.93333 g

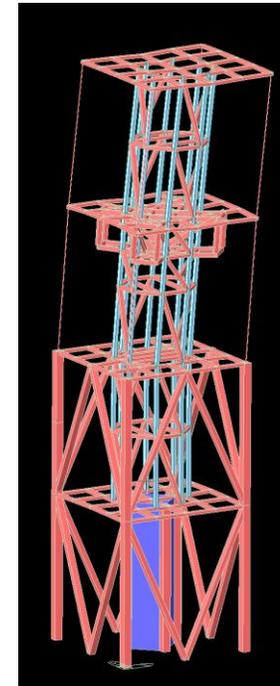
Fv: 0.80000 Sd1: 0.37333 g

Importance Factor (Ie): 1

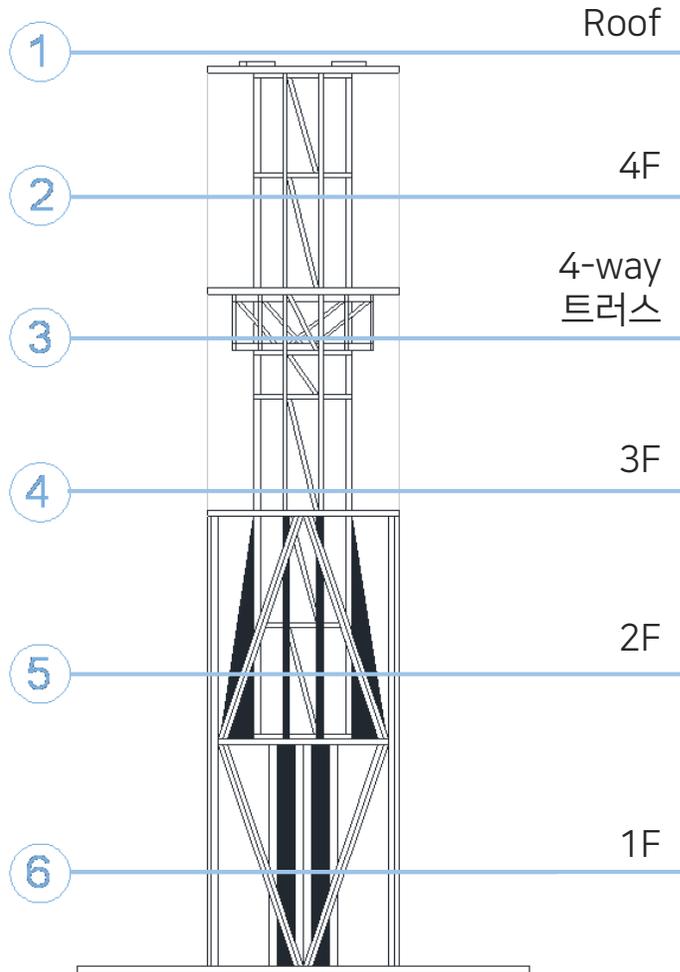
Response Modification Coef. (R): 4

Max. Period: 6 (Sec)

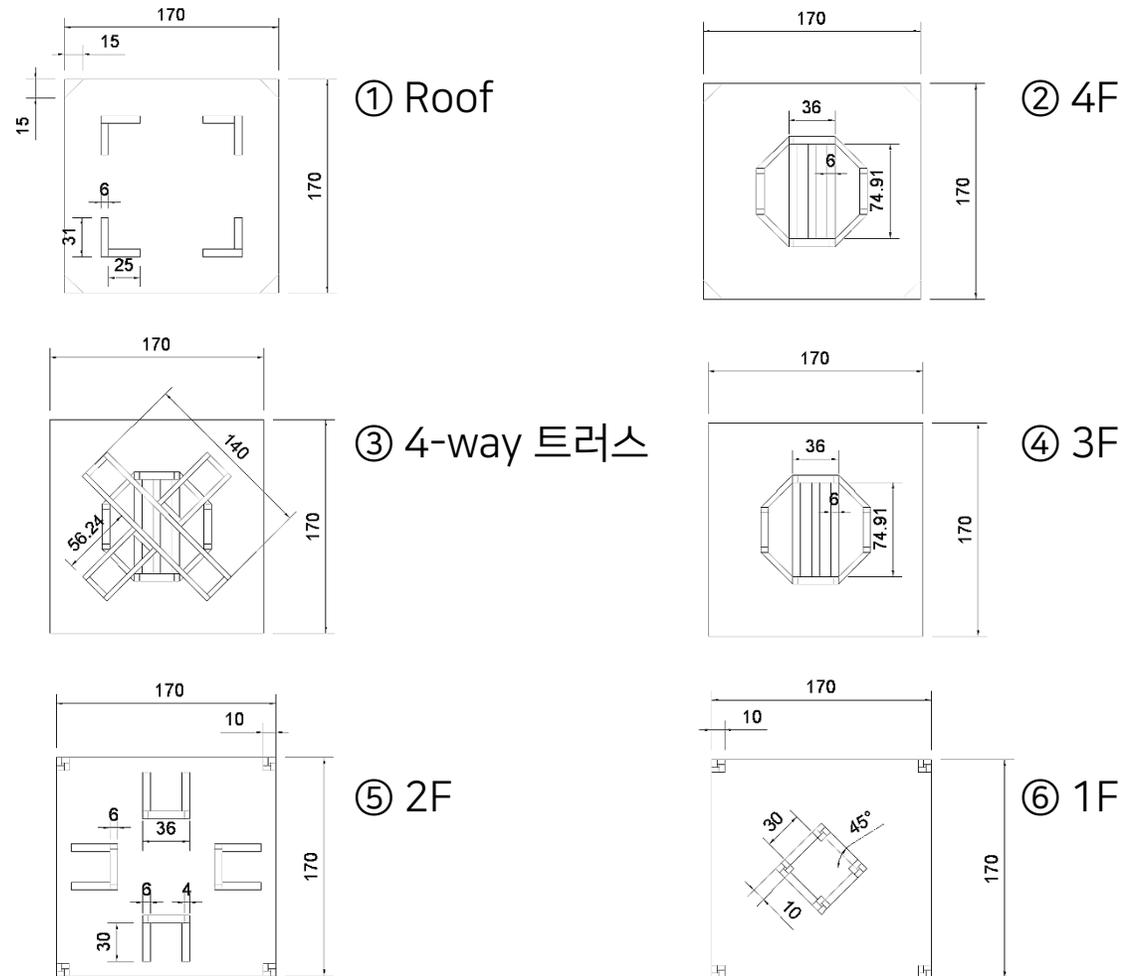
- 스펙트럼 생성
 - 지진구역: 1
 - 지역계수: $0.3g$ or $0.7g$
 - 지반종류: S1 (KBC2016 Sa에 해당)
 - 중요도계수: '1' 적용
 - 반응수정계수: '4' 철근콘크리트 보통전단벽 (1-b.)
- Displacement Shape



입면도



평면도



| | 팔각 코어 | 4-way 트러스 | 케이블 | 1,2층 가새 | 기둥 | 1층 코어 | 슬래브 | 기타 | 총 개수 (개) | 단가 (백만원) | 비용 (백만원) |
|-------------|----------|--------------|-----|------------|----|----------|-----|-----|-------------|-------------|-------------|
| Strip(개) | 21 | 4 | - | 11.5 | 16 | - | - | 0.5 | 53 | 10 | 530 |
| Plate(개) | - | - | - | - | - | - | 4 | - | 4 | 100 | 400 |
| 면줄(식) | - | - | 8 | - | - | - | - | - | 8 | 10 | 80 |
| A4지(장) | - | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 10 | 0 |
| 접착제 (개) | 2 | | | | | | | | 2 | 200 | 400 |
| 총 비용 | | | | | | | | | | | 1410 |