

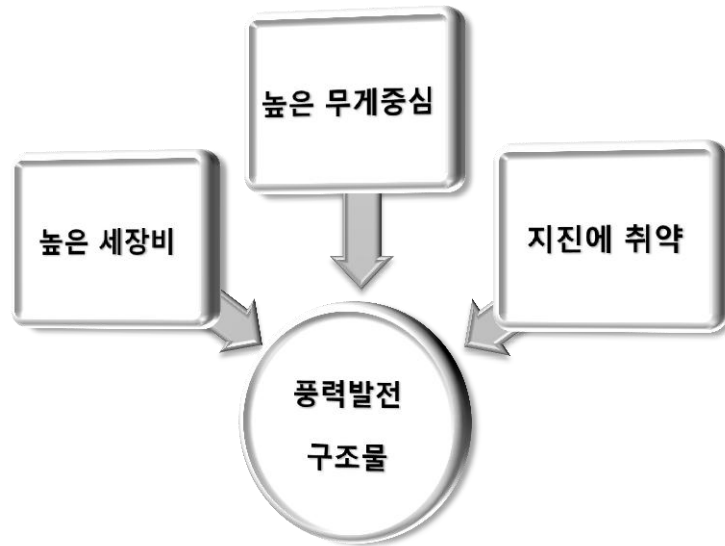
Seismic Structural Design Contest 2014

KIM MIN CHUL KIM JONG HWAN CHOI SUNG HWA KIM JI MIN NIM IJ MIK AWH C

Introduction

2014년 대회 주제 : 풍력발전구조물은 안녕하십니까?

주어진 재료를 이용하여 조건을 만족시킬 수 있는 pole형 구조를 설계, 시공하여 지진으로부터 풍력발전구조물을 보호하라.



우리나라의 지진위험도

지진관측 기록

우리나라에서는 1905년에 최초로 지진계에 의한 지진계측이 시작되었으며, 현재는 기상청, 한국지질자원연구원, 한전전력연구원, 한국원자력안전기술 등 4개 기관에서 통합지진네트워크 시스템으로 연결된 80여 개의 지진관측소를 운영하고 있습니다. 이와 같이 지진계측이 시작된 이래로 현재까지 알려진 가장 큰 지진은 1978년에 충남 홍성에서 발생한 홍성지진(규모 5.0)과 최근 2007년에 강원도 평창군에서 발생한 오대산 지진(규모 4.8) 등이 있습니다. 따라서 우리 국민들의 대부분은 뉴스에서 종종 접하게 되는 수백에서 수천 명의 사상자가 발생하는 대규모 지진피해는 말 그대로 남의 나라 일이라고 생각하기 쉽습니다.



우리나라의 지진위험도

순위	발생년도	발생지역	진도
11위	2007년 1월	강원도 평창군 도암면	4.8
7위	1994년 7월	전남 홀도 해역	4.9
7위	2003년 3월	전남 홀도 북서쪽 해역	4.9
7위	2013년 4월	전남 신안군 흑산면 해역	4.9
7위	2013년 5월	인천 백령도 남쪽 해역	4.9
5위	1978년 10월	충남 홍성읍	5.0
5위	2003년 3월	인천 백령도 서남서쪽 해역	5.0
4위	2014년 4월 1일	충남 태안군 서격렬비도 해역	5.1
2위	1978년 9월	충북 속리산 부근	5.2
2위	2004년 5월	경북 울진 동쪽 해역	5.2
1위	1980년 1월	평북 서부 지역	5.3

출처: 우리나라 지진가능성 횡수 진도순위, 광통소리, 2014.4.1

대다수의 지진 발생지역이

해역에서 발생



주로 바다에 설치되는 풍력

발전기에 **내진설계**가 요구됨

우리나라의 지진위험도

판구조론으로 본 지진위험도

판구조론에 따르면 지진은 서로 다른 판이 충돌하는 판 경계부에서 주로 발생한다. 우리나라가 지진이 많지 않은 것은 판구조론에서 봤을 때 판의 경계부에서 멀리 떨어져 있기 때문이다. 그러나 쓰촨성 지진(2008)과 후쿠오카 지역에서 발생한 사례를 보았을 때 지진이 반드시 판의 경계부에서만 발생하는 것은 아니다.

서로 다른 방향으로 움직이는 판들의 충돌이나 마찰로 인해 각각의 판은 변형하면서 내부에 긴장이 축적되는데 어느 순간 판 내부의 약한 부분이 깨지면서 지진이 발생할 수 있다. 특히 장기간 지진이 발생하지 않은 경우에는 이러한 긴장이 오랜 기간 동안 누적되어 지진이 대규모로 발생할 가능성도 있습니다. 역사지진의 기록과 종합하여 볼 때 우리나라에 대규모의 지진이 발생할 가능성은 충분하며, 그에 대한 대비가 요구되고 있습니다.

발생 일시	지역	기록 내용
1518년 7월 2일 (중종 13년 5월 15일)	서울	유시에 세차례 크게 지진이 있었다. 그 소리가 마치 성난 우뢰 소리처럼 커서 인마가 모두 피하고, 담장과 성첩이 무너지고 떨어져서,...
	충청도	...해미 현감 ... 지진 상황을 보고하기를 "...우뢰와 같은 소리가 동쪽으로부터 일어났는데, 사람이 제대로 서지 못하고 여러 곳의 성첩들이 계속 무너졌으며, ..." 하였다.
1643년 7월 24일 (인조 21년 5월 30일)	경상도	경상도의 대구, 안동, 김해, 영덕등 고을에서도 지진이 일어나, 연대와 성첩이 무너진 곳이 많았다.
1700년 4월 29일 (숙종 26년 3월 11일)	경상도	경상도 대구 등의 24개 고을에서 지진이 일어나 진주, 사천 사이의 성첩이 무너지고 길가는 사람이 넘어졌다.
1727년 6월 20일 (영조 3년 5월 2일)	함경도	함흥 등 7개 읍에 지진이 일어나 가옥과 성첩이 많이 무너지고 내려 앉았다.
1810년 2월 19일 (순조 10년 1월 16일)	함경도	함경 감사 ... 아뢰기를, "이달 16일 미시에 명천, 경성, 회령 등지에 지진이 일어나 집이 흔들리고 성첩이 무너졌으며, ..."

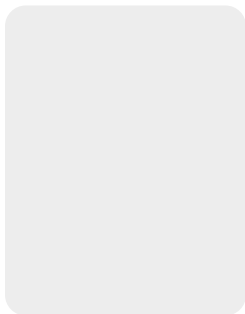
<우리나라 역사서의 지진피해 기록>

기간(년)	총 지진 회수	MM Ⅴ이상 지진 회수
1 - 100년	12	
101 - 200	11	4
201 - 300	10	1
301 - 400	7	3
401 - 500	6	2
501 - 600	6	2
601 - 700	14	1
701 - 800	23	3
801 - 900	9	1
901 - 1000	9	5
1001 - 1100	30	1
1101 - 1200	18	4
1201 - 1300	43	3
1301 - 1400	79	19
1401 - 1500	245	47
1501 - 1600	681	64
1601 - 1700	380	22
1701 - 1800	212	1
1801 - 1900	57	11
1901 - 1982	528	
계	2380	194

<우리나라 역사지진>

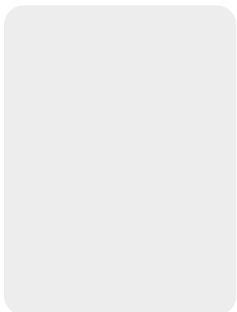
PROFILE

학교명 세종대학교
학 과 건축공학과
팀이름 Structure 119

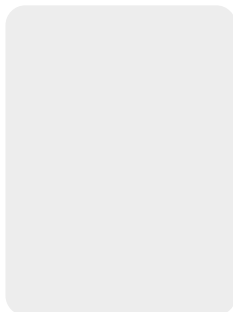


지도교수 이동규 교수님

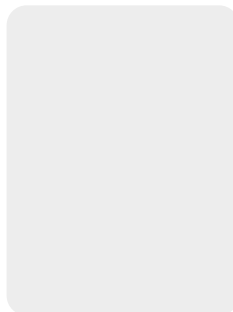
팀원



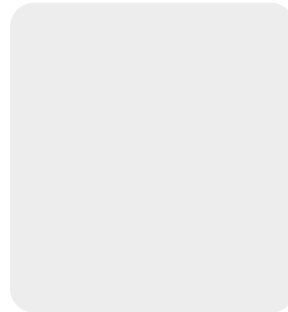
김민철
• 적산 & 모델링



최성화
• 지진파 해석 & 2D 디자인



김종환
• 발표자료 준비 & 설계



김지민
• 구조해석 & 설계

Seismic Structural Design Contest 2014, Kim Jong Hwan Choi Sung

Concept Design Analysis Cost

Kim Min Chul Kim Ji Min, Professor Lee Dong Gyu, Sejong University



Seismic Structural Design Contest 2014, Kim Jong Hwan Choi Sung

Concept Design Analysis Cost

Kim Min Chul Kim Ji Min, Professor Lee Dong Gyu, Sejong University



What is Concept?

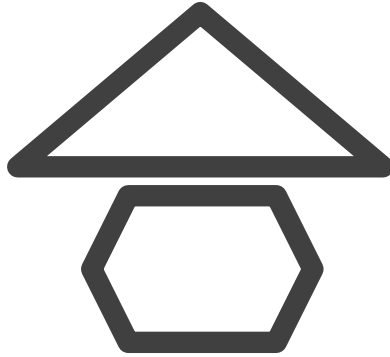
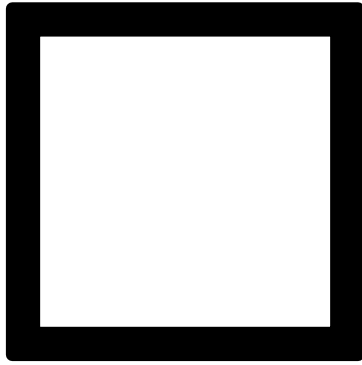
합

합

ha:p

여럿이 한데 모임. 또는 여럿을 한데 모음

Developing Concept



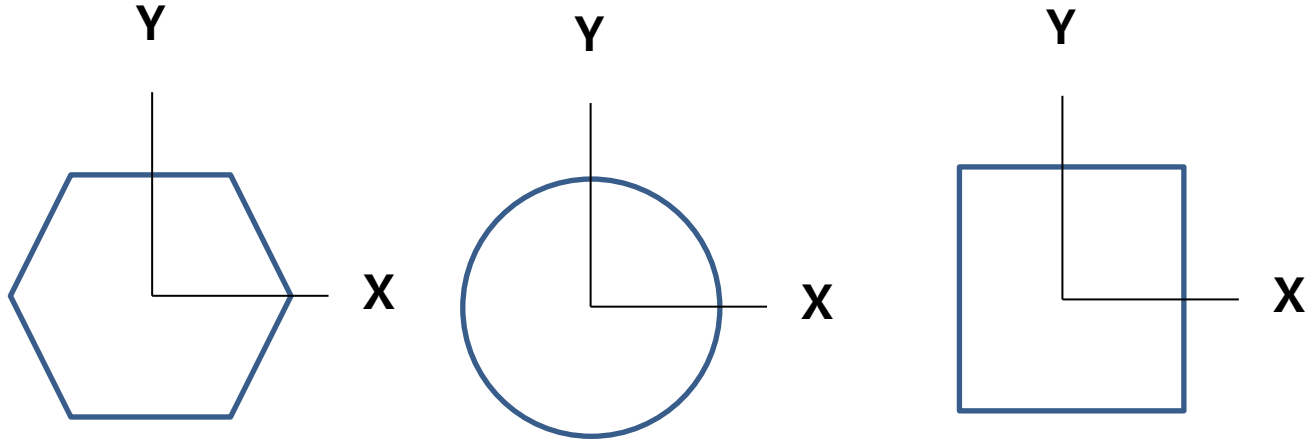
Seismic Structural Design Contest 2014, Kim Jong Hwan Choi Sung

Concept **Design** **Analysis** **Cost**

Kim Min Chul Kim Ji Min, Professor Lee Dong Gyu, Sejong University

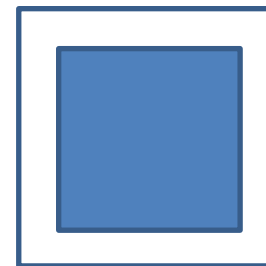
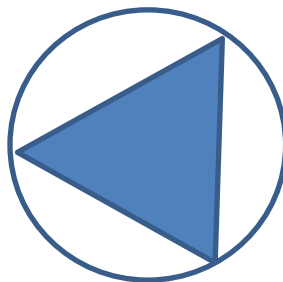
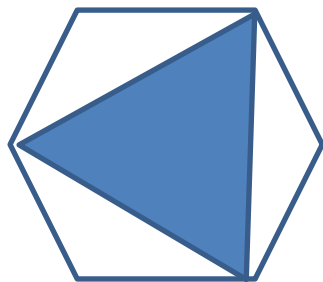


Design



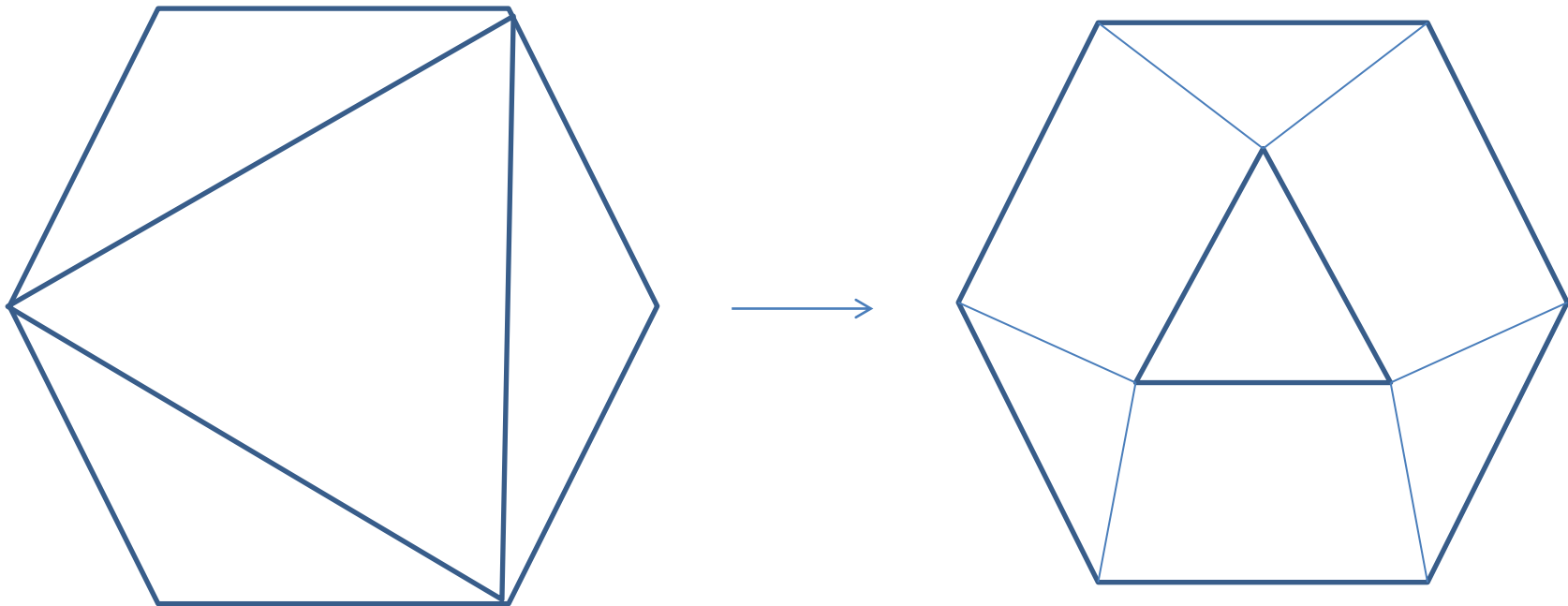
Direction

Design



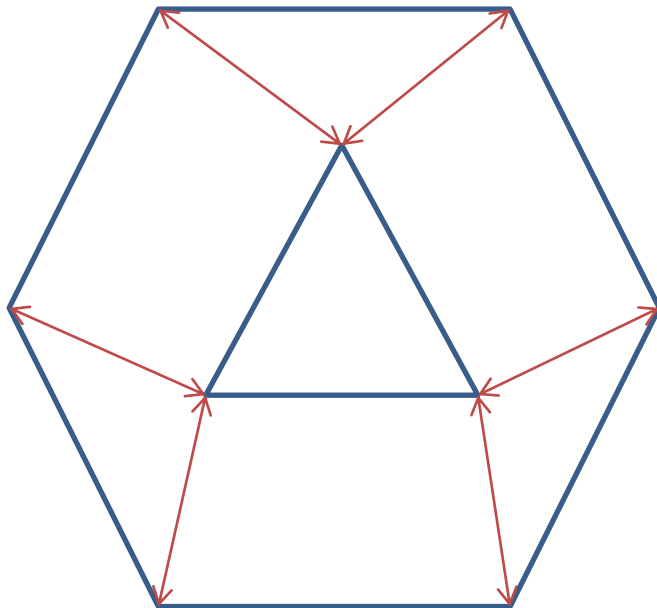
Determine core + outer wall concept

Design



접합부를 최소화한 시공과 효율적인 횡하중을 전달하기 위한 모델 연구

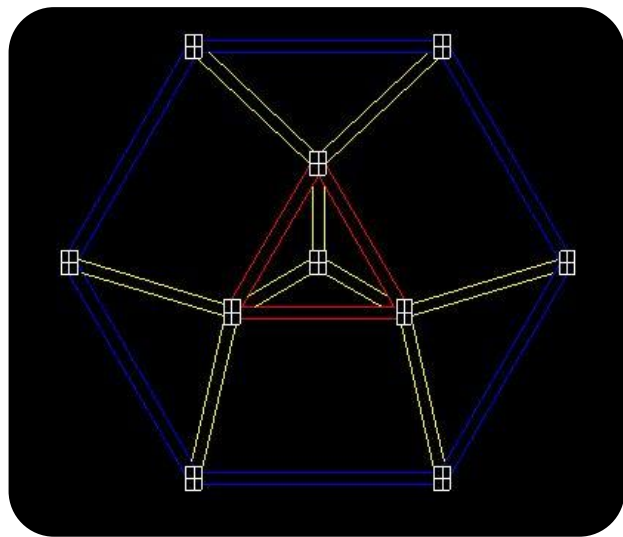
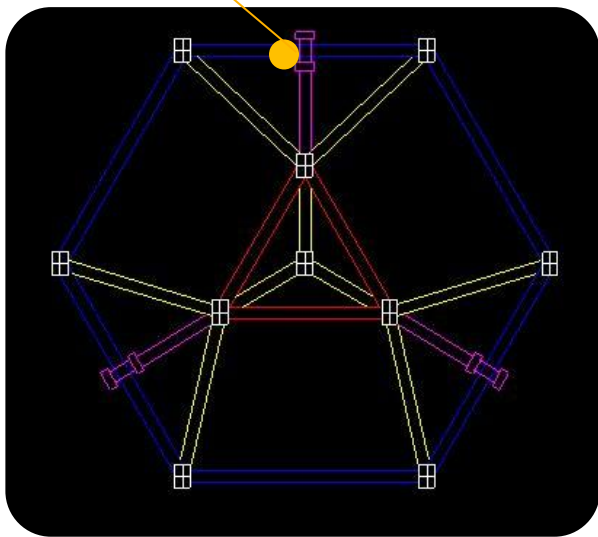
Design



접합부를 최소화한 시공과 효율적인 횡하중을 전달하기 위한 모델 연구

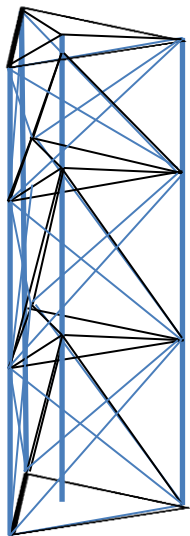
Design

Damper



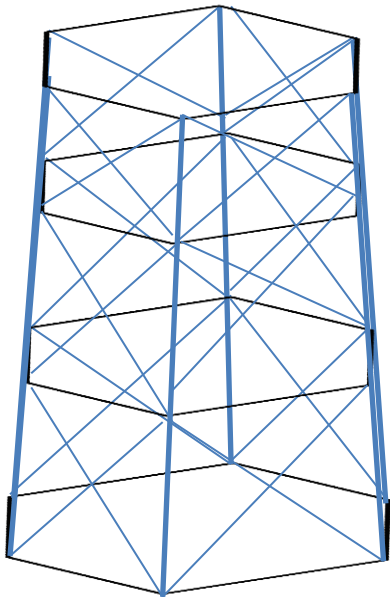
초기 Damper가 들어간 Model을 생각하였으나 하중전달 분석결과 Damper의 위치가 무응력 부재이므로 재료 낭비를 초래할 수 있으므로 다른 제진 방법을 강구하였다.

Specific Design



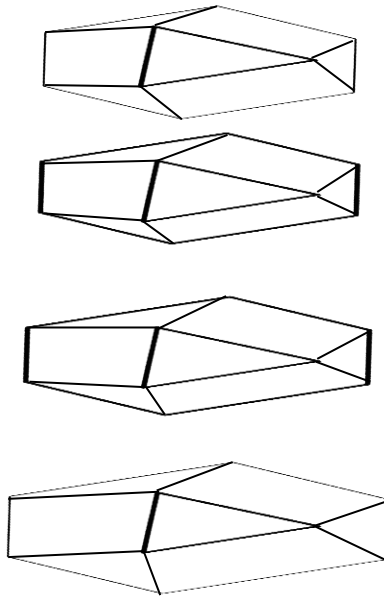
중심 Core

+



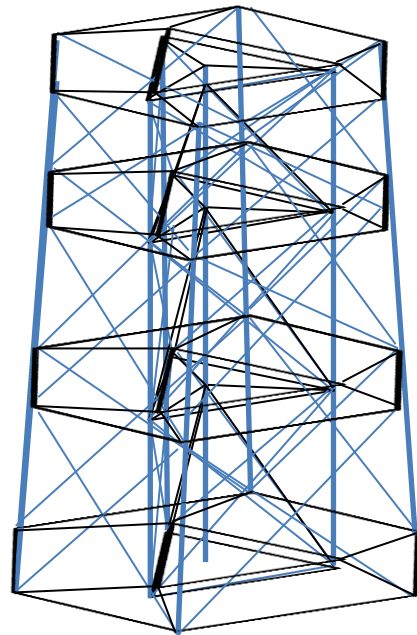
인부 Bracing

+



Outrigger

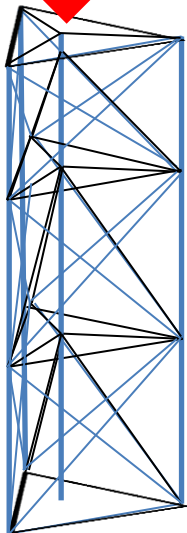
=



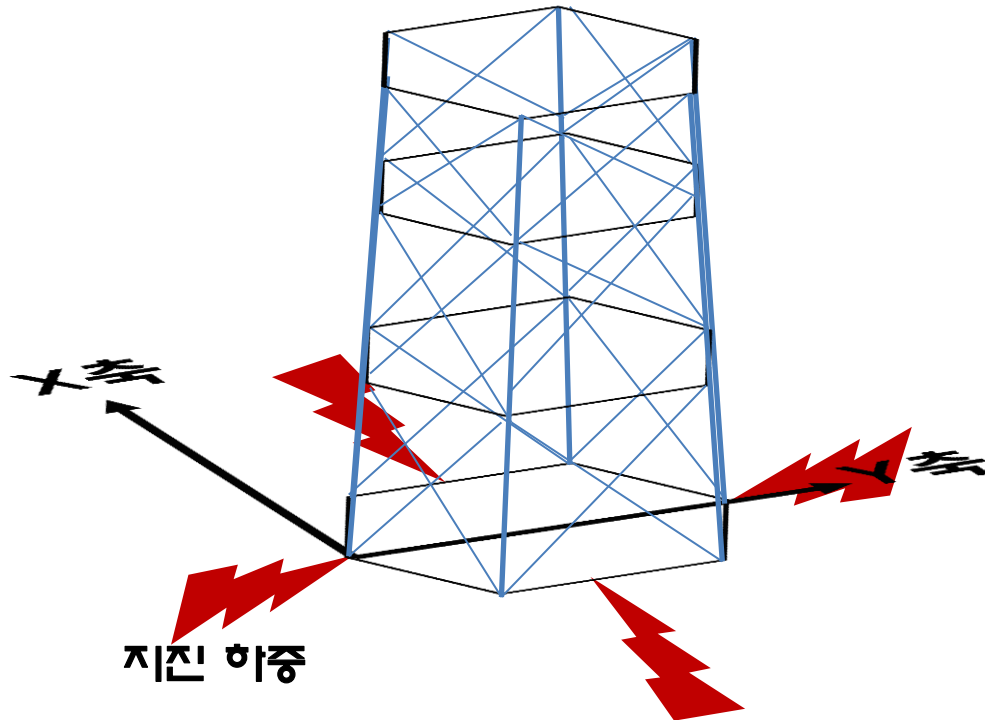
ha:p

Specific Design

상부 하중



중심 Core



지진 하중

외부 Bracing

✓ 중심 Core 는 상부하중을 분담

외부 Bracing은 지진하중을 분담

Seismic Structural Design Contest 2014, Kim Jong Hwan Choi Sung

Concept **Design** **Analysis** **Cost**

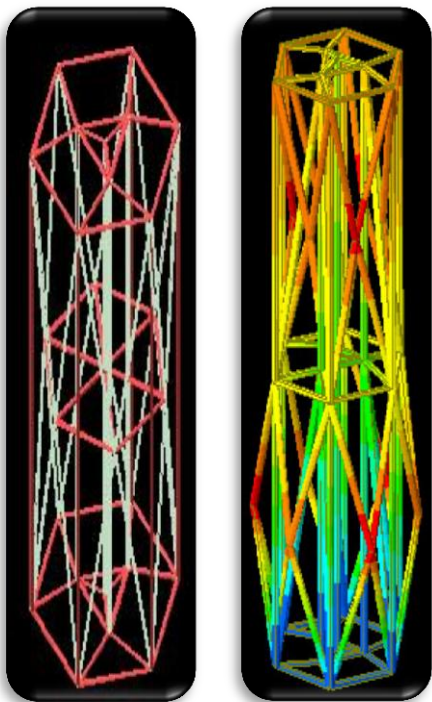
Kim Min Chul Kim Ji Min, Professor Lee Dong Gyu, Sejong University



Structure analysis

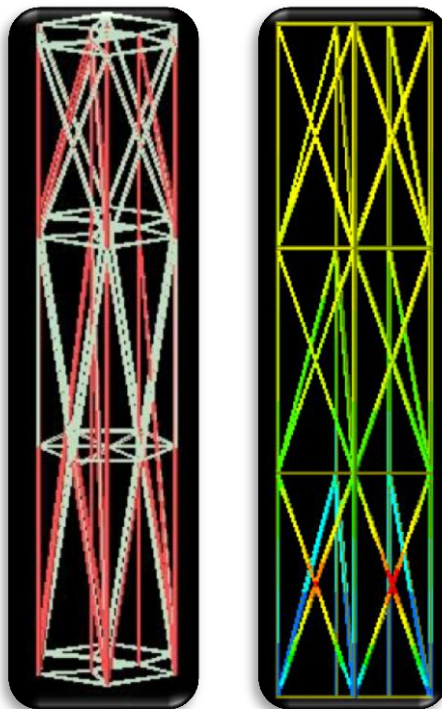
✓ MIDAS Program을 이용하여 10kg(하중 블록)만 적용하였을 경우 분석

Case #1



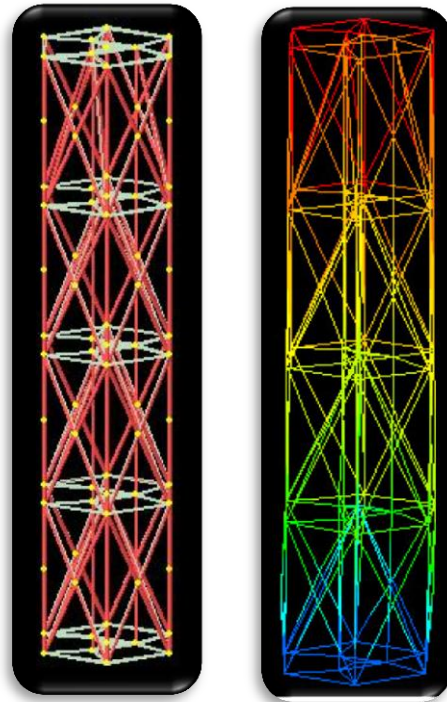
➤ Outrigger 중심부 1개

Case #2



➤ Outrigger 중심부 2개

Case #3

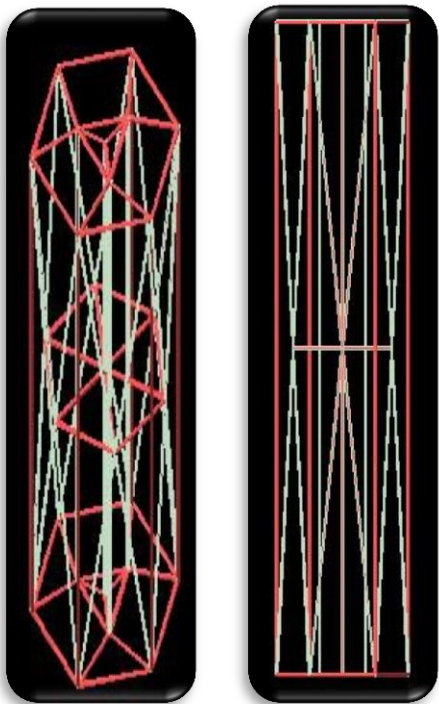


➤ Outrigger 중심부 3개

Structure analysis

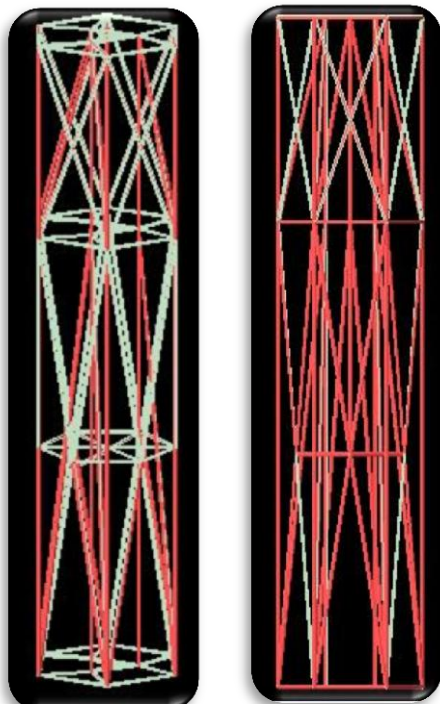
✓ MIDAS 분석결과 Case #2가 본 Project의 Structure에 부합함.

Case #1



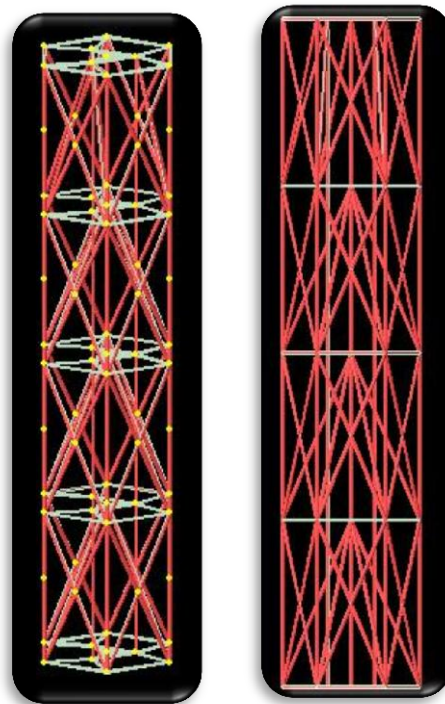
➤ Outrigger 중심부 1개

Case #2



➤ Outrigger 중심부 2개

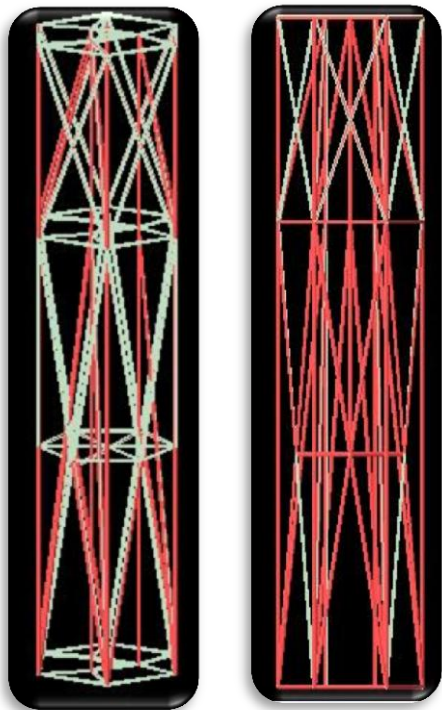
Case #3



➤ Outrigger 중심부 3개

Structure analysis

Case #2



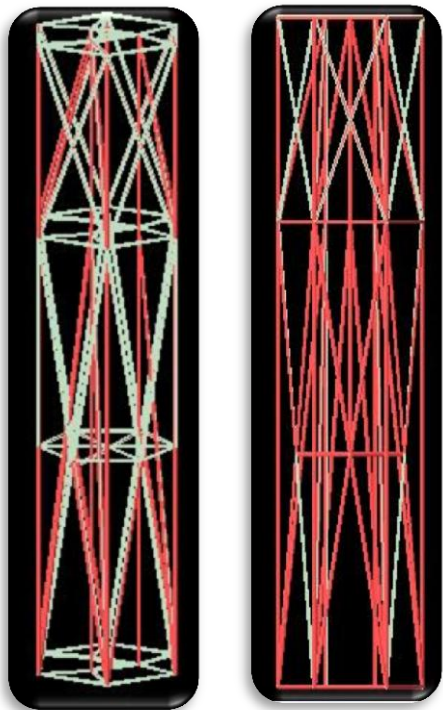
✓ Outrigger 중심부 2개

Analysis

- MIDAS 분석결과 중심부에 2개의 Outrigger를 설치할 때 강재의 절약과 함께 구조부분에서도 가장 효율적인 결과를 도출해 낼 수 있었다.
- 본 대회 규정한 1층 바닥의 장축길이 제한(200~250mm)은 만족하였지만 2층 바닥의 장축길이 제한(100~150mm)을 만족하지 못하여 구조물의 변형이 필요하였다.

Structure analysis

Case #2

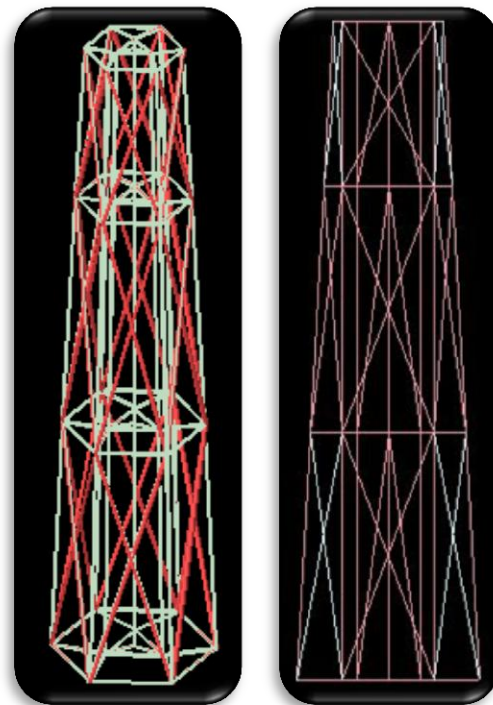


입면 = 직사각형 형태

Design 변경

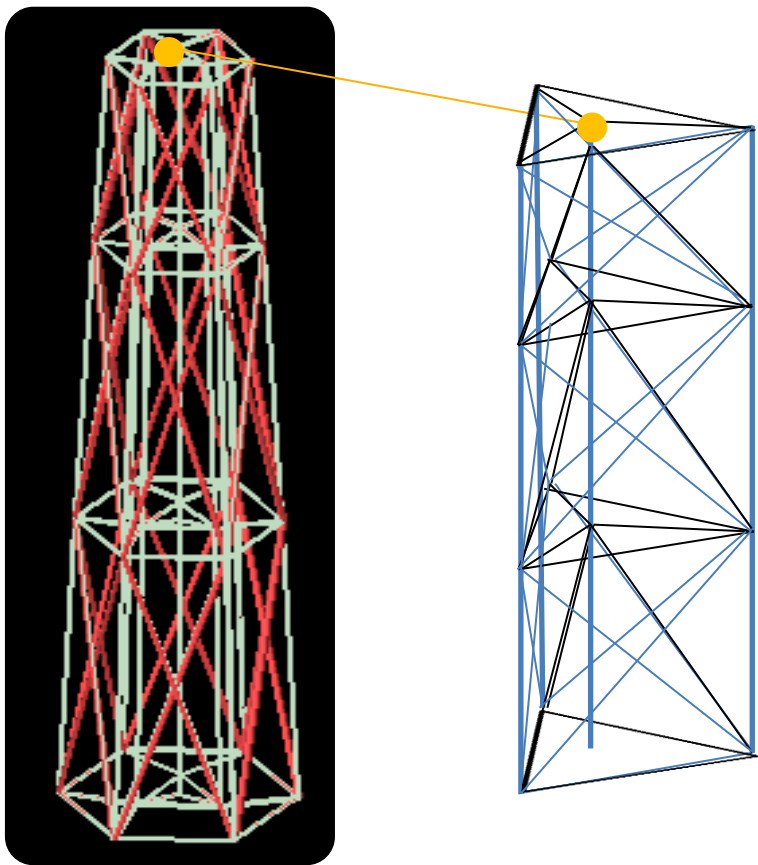


최종 Model

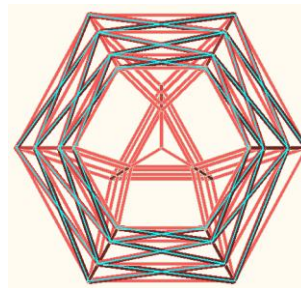


입면 = 사다리꼴 형태

Structure analysis

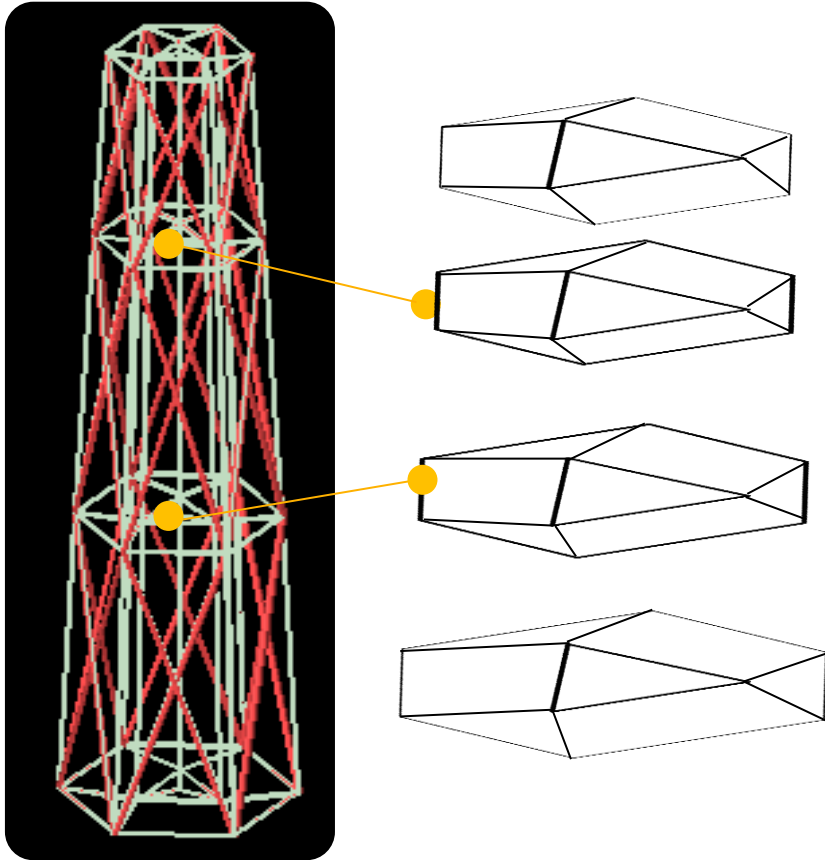


Core System

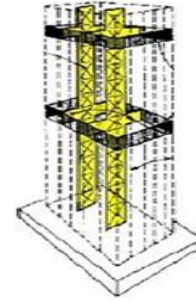


- 다이아 그리드의 강성은 42~43%로 코어월과 대등하며, 초고층이라서 상당히 큰 영향을 미침
- 평면 구조 : 육각형 구조 + 삼각형 코어

Structure analysis

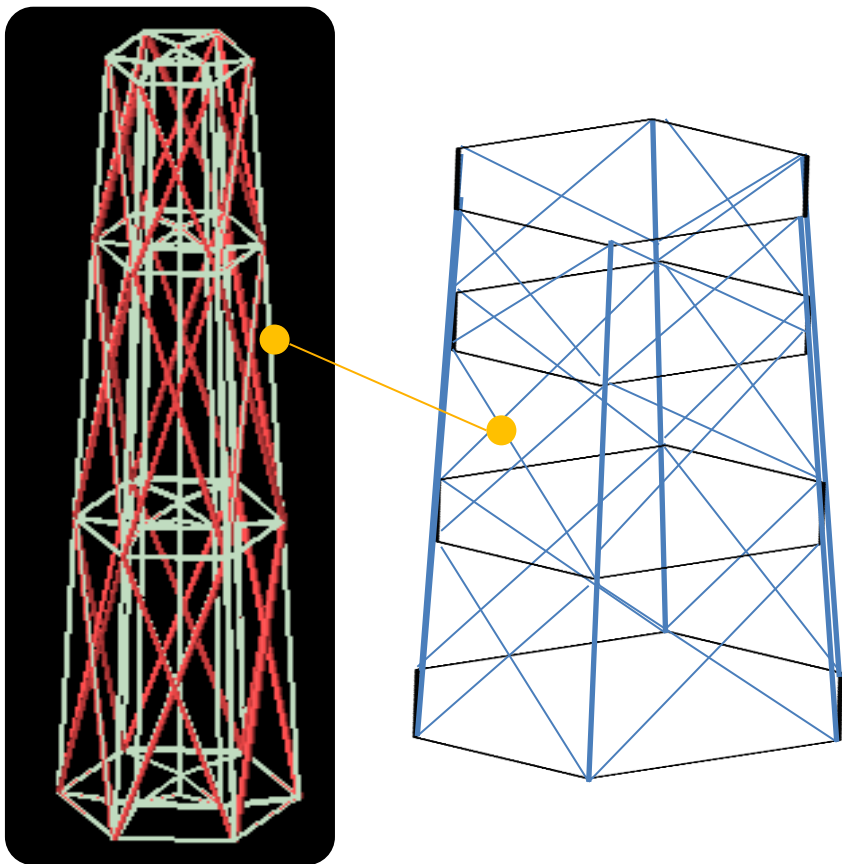


Outrigger System

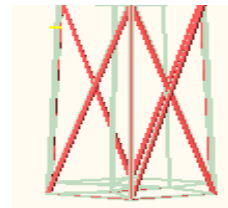


- 초고층 건물에서 풍하중과 지진하중에 효율적으로 저항하는 횡력 저항 시스템
- 수평변위를 줄일 수 있는 효과가 있음

Structure analysis



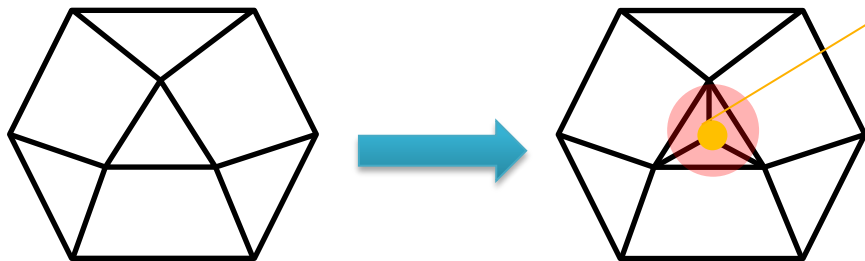
외부 Bracing



Bracing

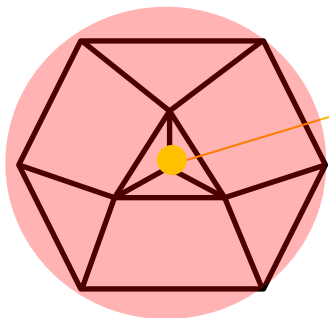
- 구조물 전체의 강성을 증가시키기 위해 각각의 기둥을 **X모양의 Bracing**을 설치
- 지진하중에 의한 구조물의 **횡변형 감소**

Structure analysis

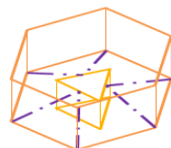


Belt Truss

- 코어가 횡하중에 대한 힘을 많이 받으므로 그 힘을 분산시키기 위해 사용함
- 외곽기둥을 서로 연결시켜주는 역할을 함

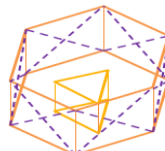


Outrigger Belt truss



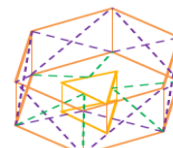
Outrigger

+



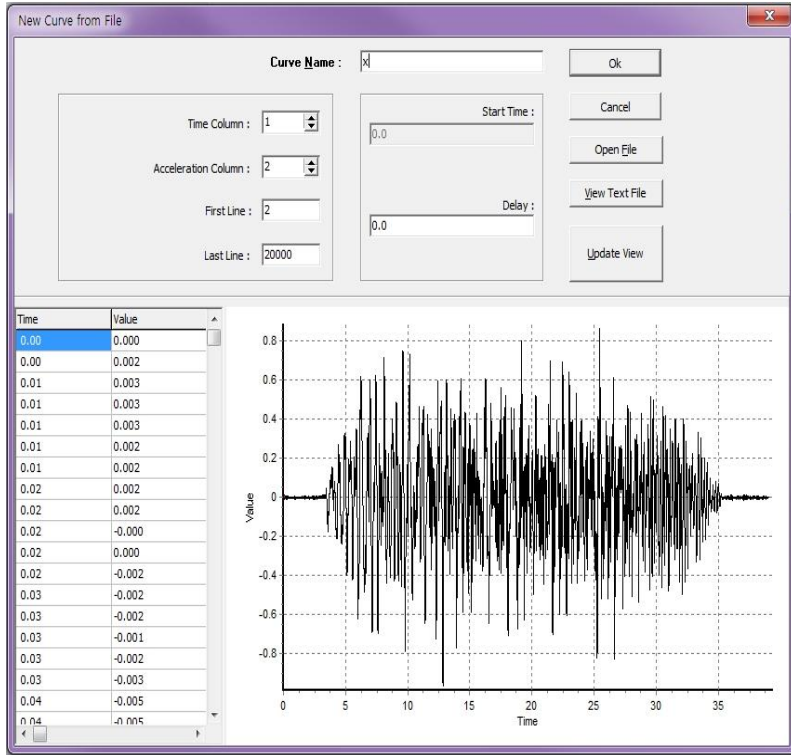
Belt truss

=



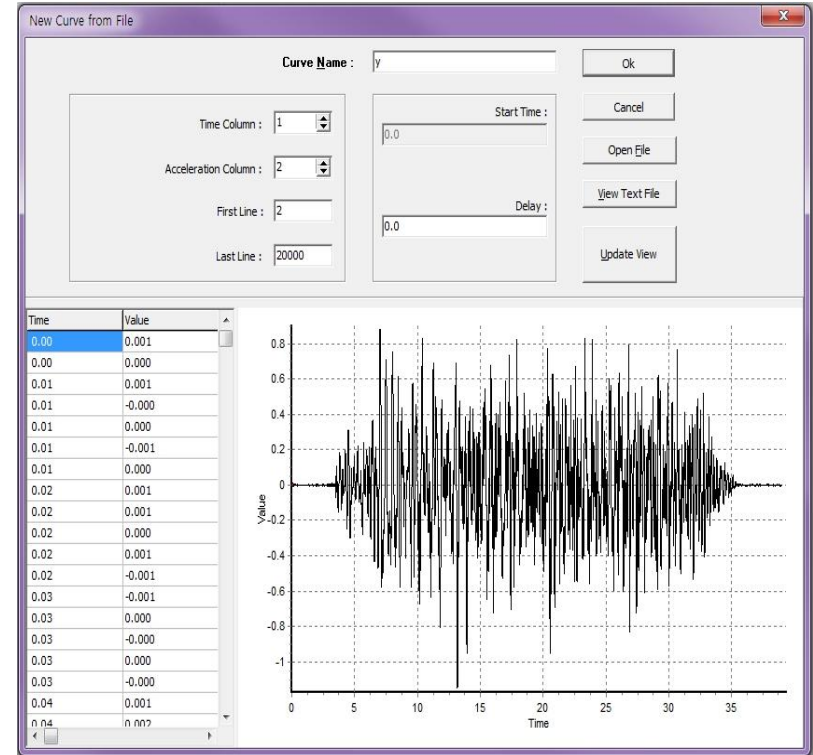
Outrigger
Belt Truss

Seismic Wave analysis



X파

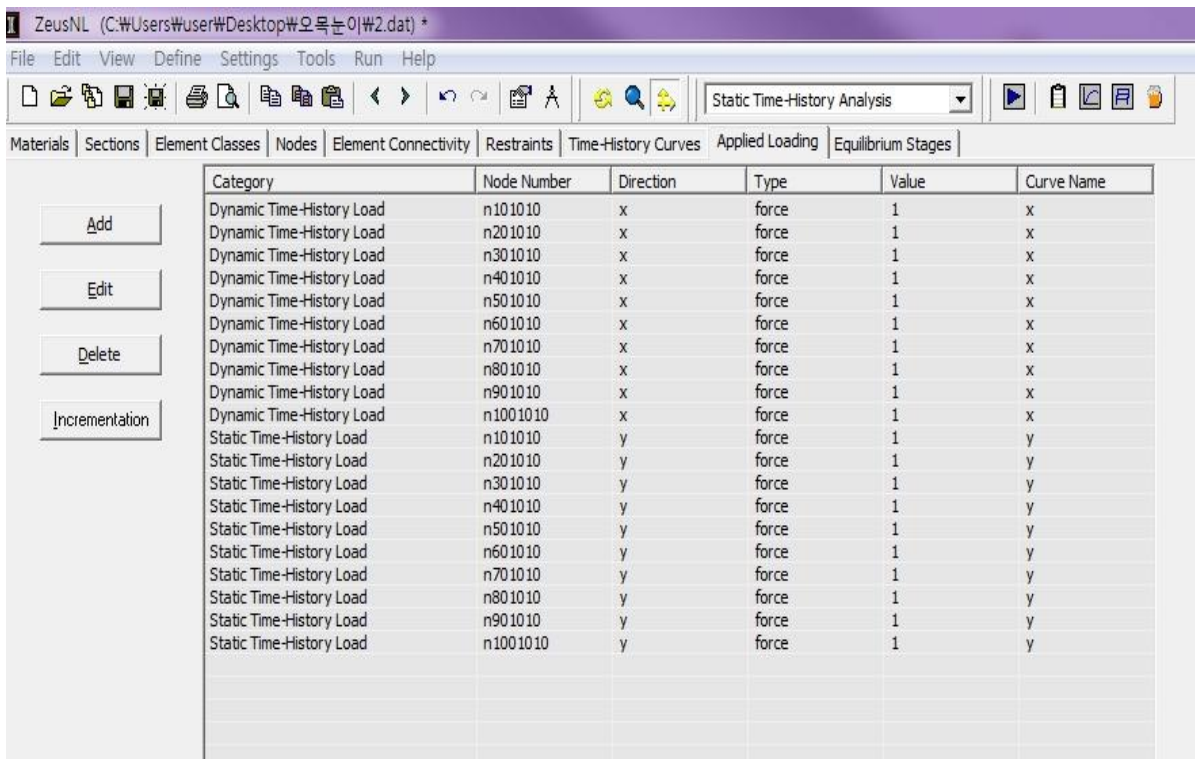
Zeus 프로그램을 이용하여 대회규정 지진파 분석



Y파

지진파 주기 : 39sec.

Seismic Wave analysis

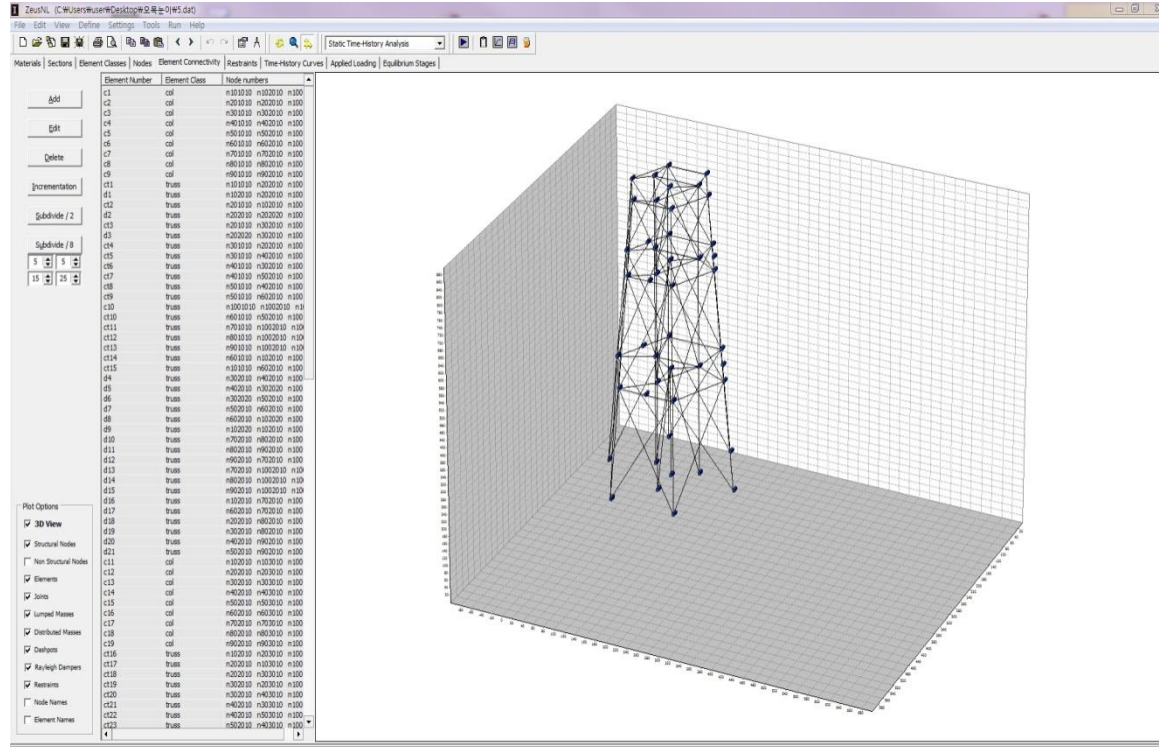


The screenshot displays the ZeusNL software interface for a "Static Time-History Analysis". The main window shows a table of applied loads with columns for Category, Node Number, Direction, Type, Value, and Curve Name. The table lists 20 entries, including Dynamic Time-History Loads and Static Time-History Loads.

Category	Node Number	Direction	Type	Value	Curve Name
Dynamic Time-History Load	n101010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n201010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n301010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n401010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n501010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n601010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n701010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n801010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n901010	x	force	1	x
Dynamic Time-History Load	n1001010	x	force	1	x
Static Time-History Load	n101010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n201010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n301010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n401010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n501010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n601010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n701010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n801010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n901010	y	force	1	y
Static Time-History Load	n1001010	y	force	1	y

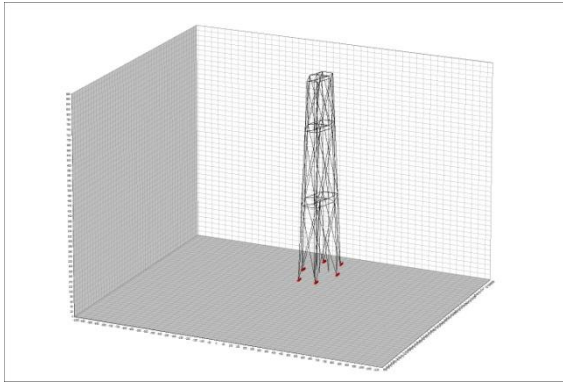
지진파 분석값을 설계한 구조물에 적용

Seismic Wave analysis

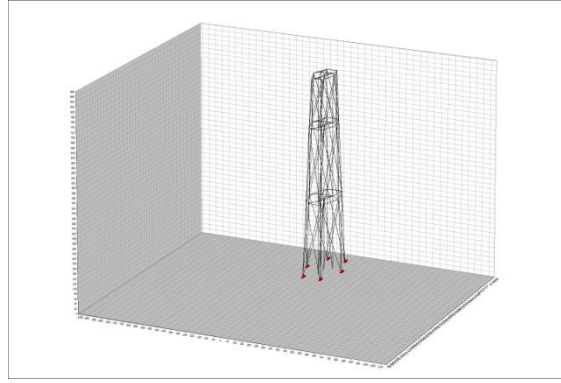


설계한 구조물에 **대회규정 지진하중**을 적용

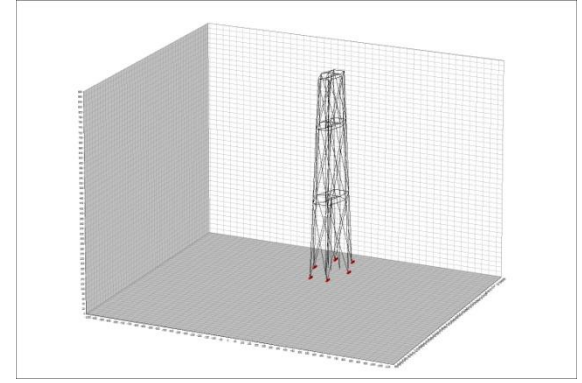
Seismic Wave analysis



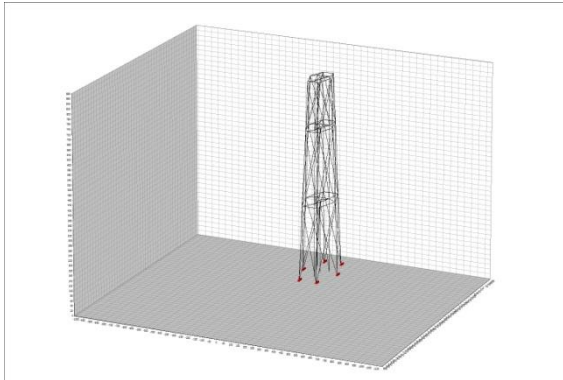
0초



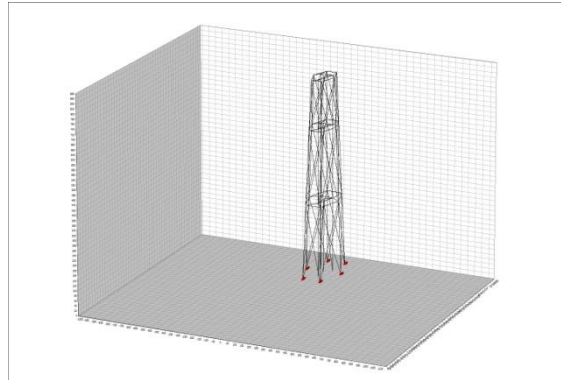
5초



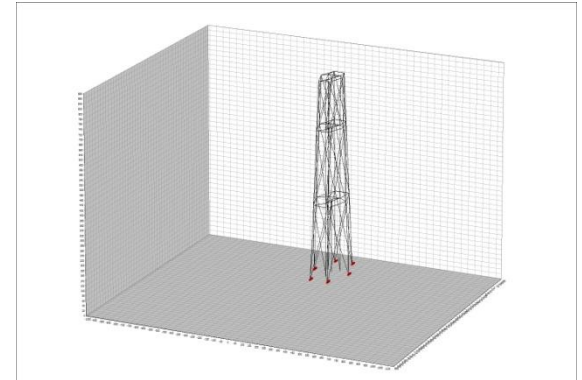
10초



15초

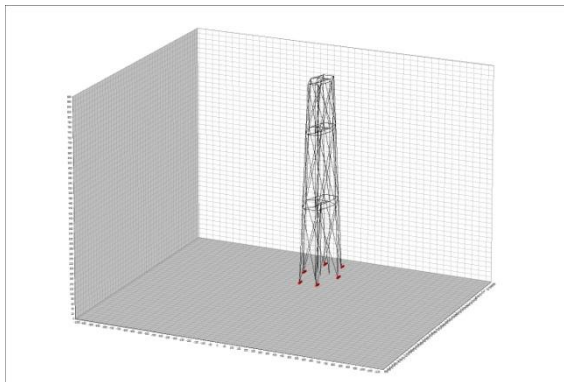


20초

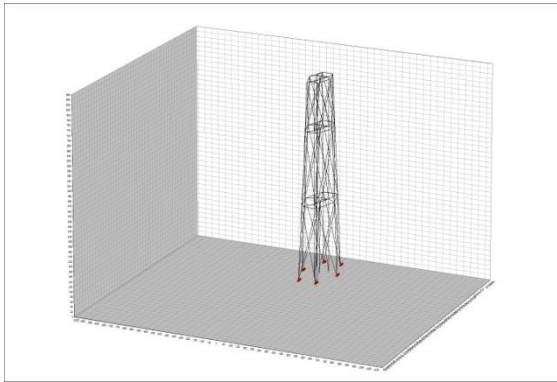


25초

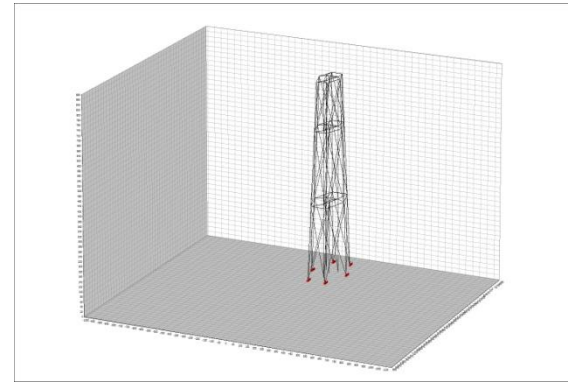
Seismic Wave analysis



30초



35초



39초

지진파 주기가 39초임을 고려했을 때
설계된 구조물은 본 project에 **적합**

Seismic Structural Design Contest 2014, Kim Jong Hwan Choi Sung

Concept **Design** **Analysis** **Cost**

Kim Min Chul Kim Ji Min, Professor Lee Dong Gyu, Sejong University



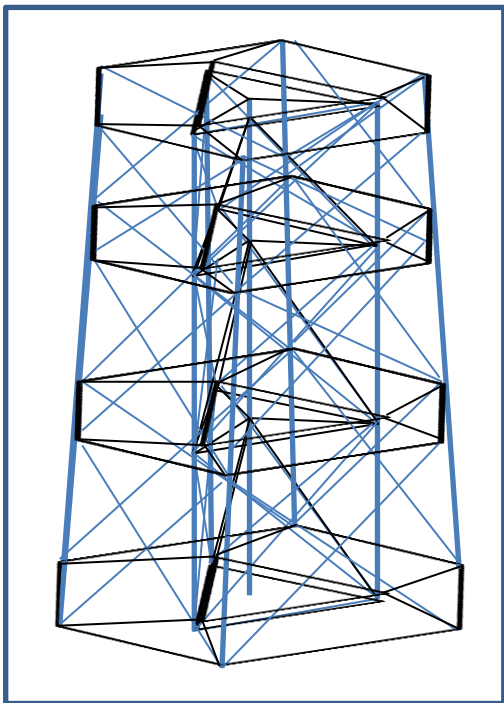
Cost

MDF Strip (Core part)	Length (mm)	EA	Total (mm)
Tie	86.6	12	1039.2
Connecting brace	50	12	600
V Brace(Short)	206.21	3	618.63
V Brace(Long)	304.18	6	1825.08
Column(Short)	200	4	3200
Column(Long)	300	8	9600
Sum			15243.71

MDF Strip (Outer part)	Length (mm)	EA	Total (mm)
Tie(Top)	75	6	450
Tie(Middle)	87.5	6	525
Tie(Bottom)	106.25	6	637.5
Connecting brace(Top)	40.37	6	242.22
Connecting brace(Middle)	50.779	6	304.674
Connecting brace(Bottom)	67.731	6	406.386
X Brace(Top)	209.58	12	2514.96
X Brace(Middle)	309.75	12	3717
X Brace(Bottom)	315.26	12	3783.12
Column(Top)	200.52	6	4812.48
Column(Middle)	300.37	6	7208.88
Column(Bottom)	300.87	6	7220.88
Sum			29257.32

	MDF Strip required (EA)	Price (백만원)
Core part	26	260
Outer part	49	490
Total	75	750

Cost



재료명	단위	규격	수량	단가 (백만원)	비고	총액 (백만원)
기초판	개	400mm×400mm×6mm	1	-	기본 제공	-
MDF Strip	개	6mm×4mm×600mm	75	10	-	750
MDF Plate	개	200mm×200mm×6mm	1	100	-	100
면줄	식	600mm	1	10	-	10
A4지	장	A4	1	10	-	10
접착제	개	20g	1	200	-	200

총 제작비용 1,070,000,000₩



Thank you