

project

I·M·B

Icon of Mt. Baekdu

2013 SEISMIC STRUCTURAL DESIGN COMPETITION



PRISM

INHA UNIVERSITY

CONTENTS

1. ABOUT PRISM
2. PROJECT OVERVIEW
3. PROJECT FOCUS
4. MODEL DESIGN
5. STRUCTURAL FEATURES
6. ECONOMIC EVALUATION
7. CONCLUSION

About Prism

정성훈 교수님

이왕재 - 팀장, 차가운 시골 남자, 프로그래밍

정영주 - 백두산 같은 남자, 구조 계산

이지웅 - 대포동 같이 화끈한 남자, 구조 계산

김홍렬 - 아기 같은 피부를 소유한 남자, 구조 디자인

2013 SEISMIC STRUCTURAL DESIGN COMPETITION



PROJECT OVERVIEW

Situations

1. 폭발할 가능성이 매우 높은 백두산 인근에 홍보 등을 위한 구조물을 설계하고 시공.
2. 실제로 백두산이 폭발하여 지각이 심하게 변동하고 이에 의한 지진 발생
3. 이러한 지진에 대비한 복합용도 구조물을 튜브구조로 설계

Qualification

구조성

- 지진과 여진에도 파괴되지 않아야 한다.
- 지진력에 대한 구조체의 움직임이 안전하여 내부의 인명과 재산을 효과적으로 보호할 수 있어야 한다.

시공성

- 구조물이 시공되어지는 시간이 제한시간 내에 이루어져야 한다.
- 시공이 되는 방법이 합리적이고 적절하여야 한다.

경제성

- 시공 비용이 최소화 되면서도 성능을 최대한 발휘할 수 있는 방안을 찾아 최적화 한다.

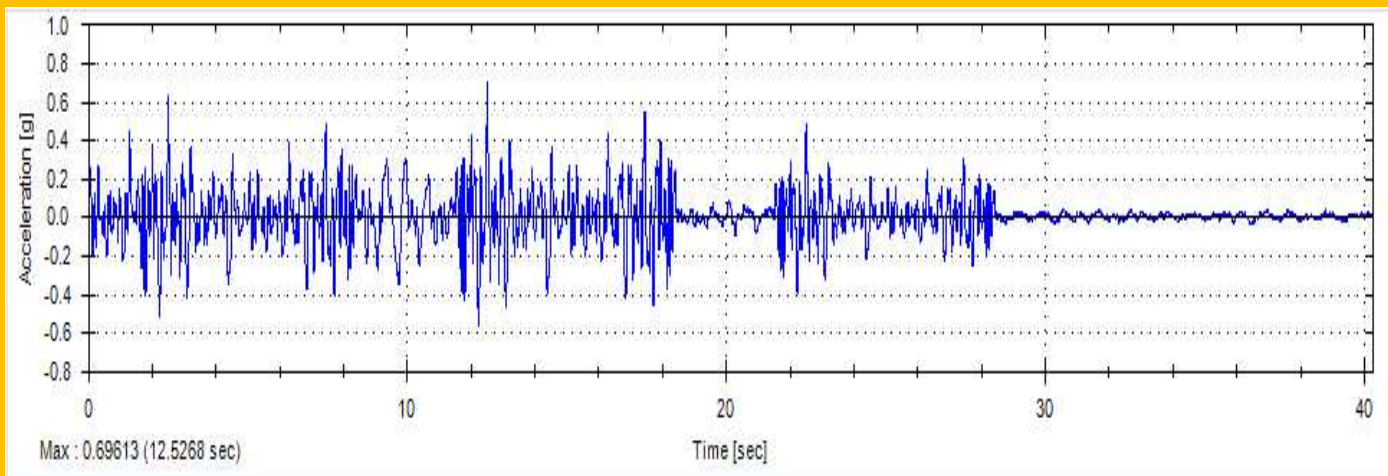
PROJECT OVERVIEW

◆ 지진파 총길이 : 40sec

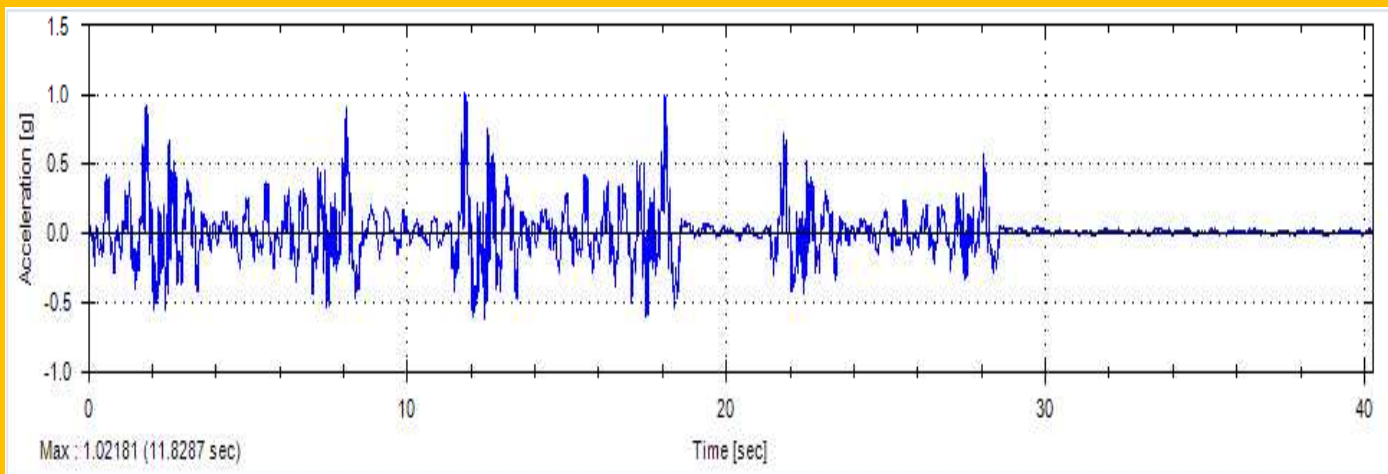
◆ PGA(Peak Ground Accelation) :

X축 0.69613 (g) - 12.5268 sec

Y축 1.02181 (g) - 11.8287 sec



X축 지진파 분석



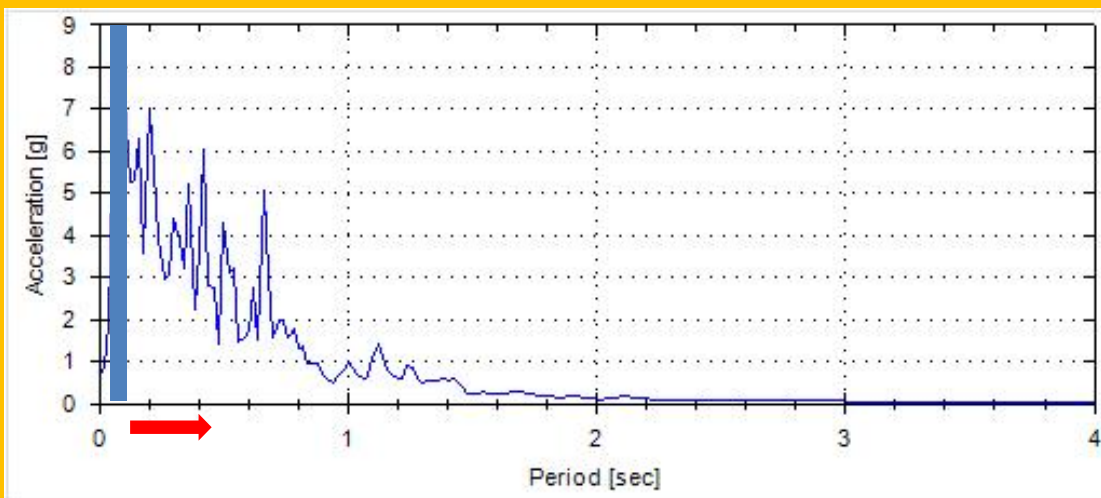
Y축 지진파 분석

PROJECT OVERVIEW

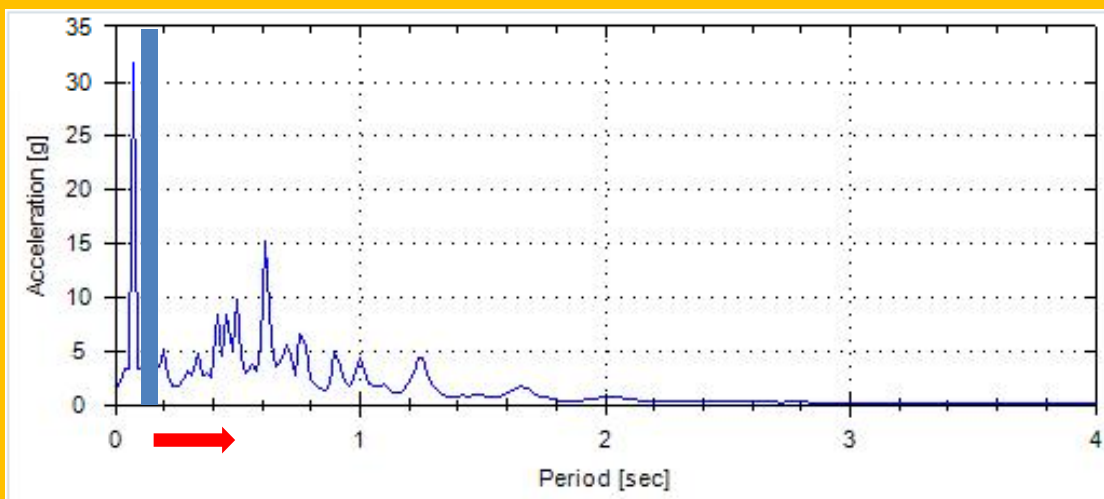
PRISM* 프로그램을 통해 Elastic spectrum 확인 결과 0.08 sec 주기에서 가장 큰 가속도 값을 보임.

[* 정성훈, 이광호, 장원석, "PRISM for Earthquake Engineering", 인하대학교]

구조물의 주기는 0.08초로부터 가능한 멀게 설계하는 것이 유리.



X축 Elastic spectrum



Y축 Elastic spectrum

FOCUS [;Concept]

Damper

지진하중 감쇠

하중의 분산

Truss

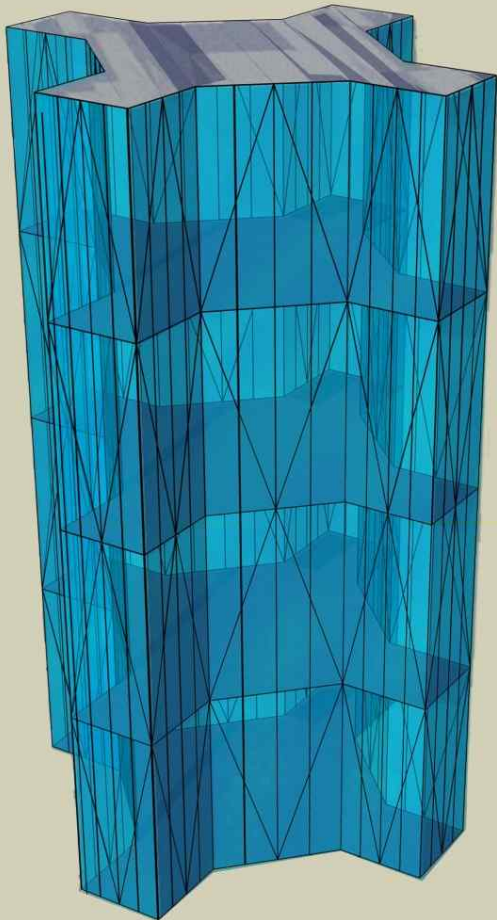
Bracing

변형 방지

2013 SEISMIC STRUCTURAL DESIGN COMPETITION



Model Design [;Concept]



재해발생시 대피소

: 지진발생시 넓은 공간의 안전 장소 제공

Landmark

두산을 관광하기 위한 첫 걸음으로서
리는 대표적 구조물을 상징

다기능 공간

관광을 위한 목적 뿐 아니라
실시간 백두산 주변 지질 상황을
관측하는 시설을 포함함

Structural Features

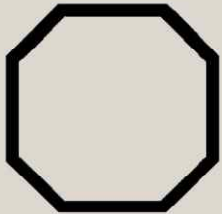
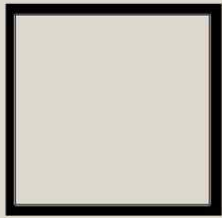
Concept [구조, 특징]



Structural Features

Structure elements[;세부 구조 요소]

구조체 단면 형상 (Octagon)



일반적인 정사각형 튜브는 전단지연계수의 분포가 고르지 않아 중앙부의 기둥은 횡하중의 저항에 크게 기여하지 않는다.

반면, 옥타곤 튜브의 경우는 정사각형 튜브에 비해 균등한 축력분포를 가지고 있어 옥타곤 형태로 설계하였다.

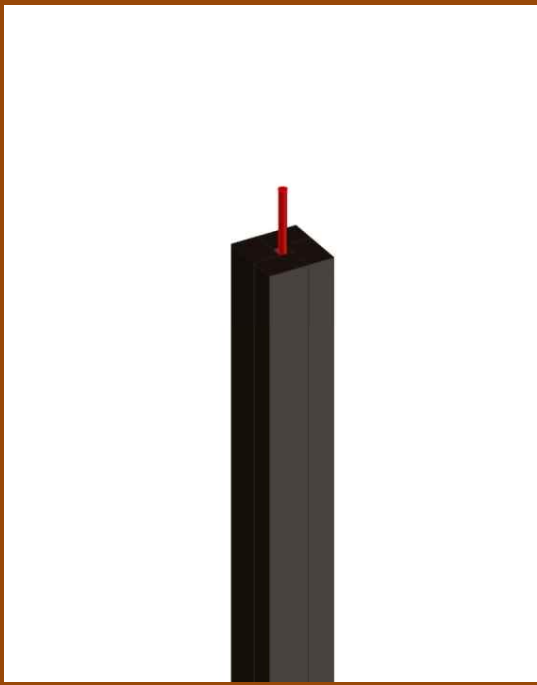
트러스 튜브구조



골조튜브구조는 부재의 강성에 의하여 모서리 기둥과 플랜지 프레임의 중앙부에 있는 기둥에는 서로 다른 축력이 작용하는 전단지연현상이 발생하게 되어 이를 극복하기 위해 트러스 튜브구조로 설계했다.

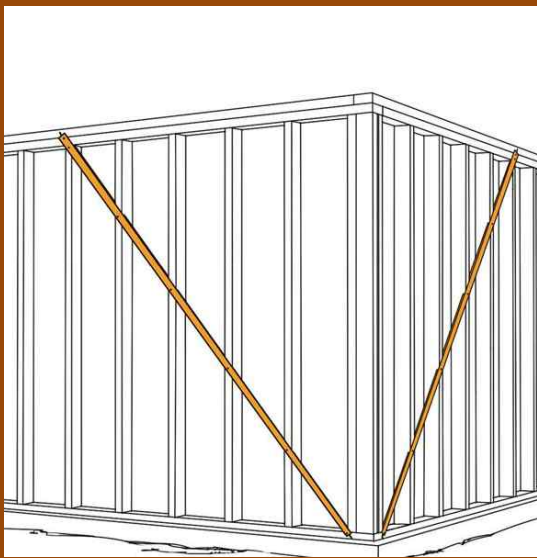
Structural Features

Structure elements[;세부 구조 요소]



프리스트레스 사각관

주요기둥(main column)을 단면을 감소시켜 재료비를 줄이는 것과 동시에 단면이차모멘트의 감소가 최대한으로 적게되는 사각관으로 만들어 효율을 높인다. 동시에 사각관 가운데에 면줄을 넣어 프리스트레스 사각관을 만들어 휨력에 대한 저항성을 높인다.

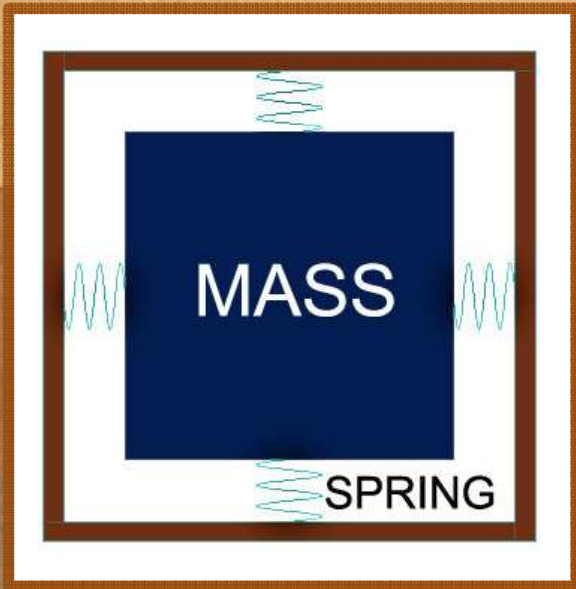


가새(bracing)

휨력에 의한 골조의 변형을 방지하기 위해 대각방향으로 설계한다.

Structural Features

Structure elements[;세부 구조 요소]



Damper

: 마찰력을 이용해 구조물에 가해지는 수평 하중을 감쇠시켜 구조물의 내진 성능을 향상시킨다.

: 건물전체중량의 1%내외인 추나 점탄성 물질로 건물에 진동이 올 때, 관성력에 의해 진동을 상쇄시켜주는 역할

Economic Evaluation

1. 가새와 트러스가 없는 구조물을 기본으로 하여 네 개의 대안을 놓고 평가를 진행하였다.

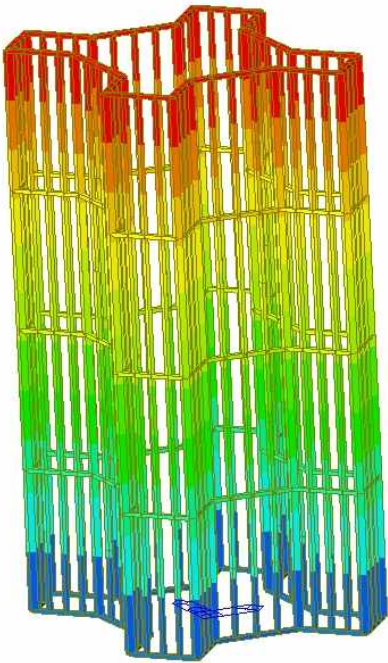
2. 성능 평가 방법

MIDAS 프로그램을 이용해 해당 구조를 모델링하고 해석을 통하여 건물의 하중 및 최대 변위를 얻는다. 이후 구조물의 부재와 처짐의 변화량을 비교한다.

3. 구조물이 X축 또는 Y축을 기준으로 대칭형태이기 때문에 한 축의 가새 성능과 전체 구조물의 가새 성능은 "동일한 순서"로 평가된다. 부재의 추가량 또한 한 축에서의 추가량을 두 배 하면 간단히 구할 수 있으므로 한 축에서의 성능-비용 평가를 하여 전체 구조물 에 적용하였다.

Economic Evaluation

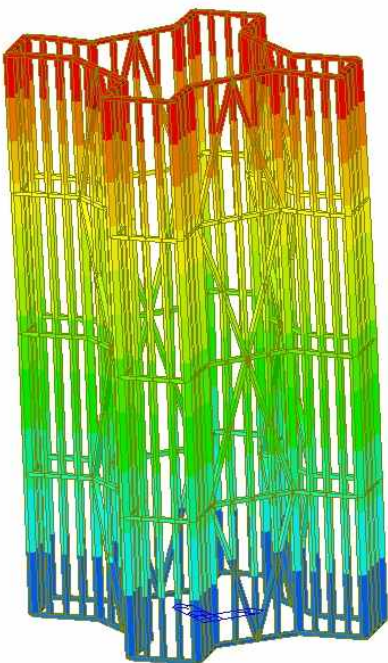
Structure Name : Base



<비교를 위한 기본 모델 >

- 추가 부재량 : 0 mm
- 처짐량 : 19.94 mm

Structure Name : Base + Truss



<트러스 부재 추가 >

- 추가 부재량 : 5060 mm
- 처짐량 : 4.12mm

Economic Evaluation

Structure Name : Base + Bracing



<가새 부재 추가 >

- 추가 부재량 : 2880 mm
- 처짐량 : 2.05 mm

Structure Name : Base + Truss + Bracing



<트러스와 가새 부재 추가 >

- 추가 부재량 : 7940 mm
- 처짐량 : 1.46 mm

Economic Evaluation

이름	부재 증가량(mm)	처짐량(mm)	처짐 감소량 (mm)	평가점수
Base	0	19.94	0	-
Base + Truss	5059.6448	4.12	15.82	3.13
Base + Bracing	2879.9888	2.05	17.89	6.21
Base + Bracing + Truss	7939.6336	1.46	18.48	2.33

◆ 평가 점수 산정 방법

$$\text{평가점수} = \frac{\text{처짐 감소량}}{\text{부재 증가량}} \times 1000$$

Conclusion

지진으로 인한 건물의 가속도를 줄이기 위하여 트러스 및 댐퍼 추가를 계획하였다.

이번 재료로 트러스는 구현이 가능할 것으로 기대되나 댐퍼의 구현이 어려울 것으로 추정된다. 댐퍼를 구현하기 위해 좀 더 다양한 대안들을 제시하여 실험에 최적화 시킬 계획이다.