



# 부산대학교 토목공학과

박기백(4학년)

- PPT 제작 및 수정
- 구조물 제작

이철웅(4학년)

- 구조물 해석
- 설계안 제작 및 검토

이성행 교수님

조현중(4학년)

- 지진파 해석
- 구조물 모델링

**SY**  
**Civil ENERGY**

: 미국식 [sɪnɜrdʒi]

1. 분산 상태에 있는 집단이나 개인이 서로 적응하여 통합되어 가는 과정.
2. 한 집단이 목표를 달성하기 위하여 소모하는 에너지의 총체.  
'동반 상승'으로 순화.

하재홍(4학년)

- 프로그래밍
- 물량산출 및 적산

# 2015 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2015

주최 **지진방재연구센터**  
SEISMIC SIMULATION TEST CENTER

협찬 **ktl** 한국산업기술시험원

**SGS** **MTS**  
**DRB** 동일

후원

**안전행정부**

**국토교통부**

**소방방재청**

**삼성학술재단**  
Korea Sanhak Foundation

**한국시설안전공단**

**KAMA**  
Korea Association of Mechanical Engineers

**WISDOM CM7**  
건설연구인력교육원

**사단법인 한국지진공학회**  
Earthquake Engineering Society of Korea

**SEA** **사단법인 한국건축구조기술사회**  
THE KOREAN STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION

**Sivic** **사단법인 한국연진재진협회**

**BRITISH COUNCIL**

No. SSD2015-18

# INDEX

## Introduction

프롤로그

지진파 분석 및 적용

## Main Subject

브레인 스토밍

구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석

최종 구조물

## Introduction

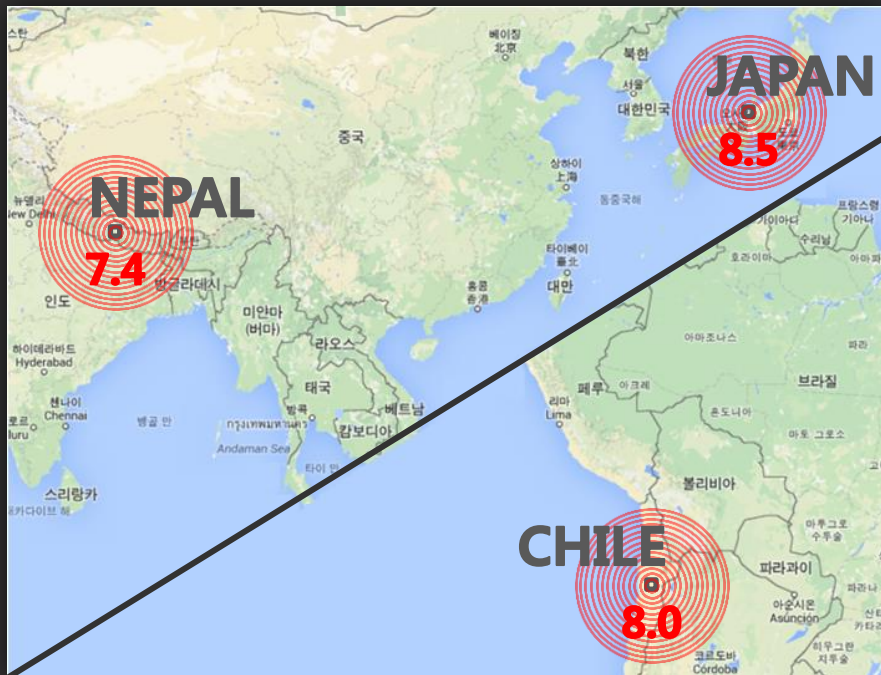
프롤로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물



**" 초고층 건물은 지진에 과연 안전한가?! "**

최근에 세계 여러 지역에서 지진이 발생하고 있다.  
그럼에도 불구하고 초고층 빌딩은 피해를 입지 않았다.

Q. 많은 사람들을 수용해야 하는 거대 초고층빌딩은  
대지진(7.0이상)에도 과연 안전한가?

Q. 안전하다면, 초고층빌딩은 왜 지진에도 무너지지 않는가?

## Introduction

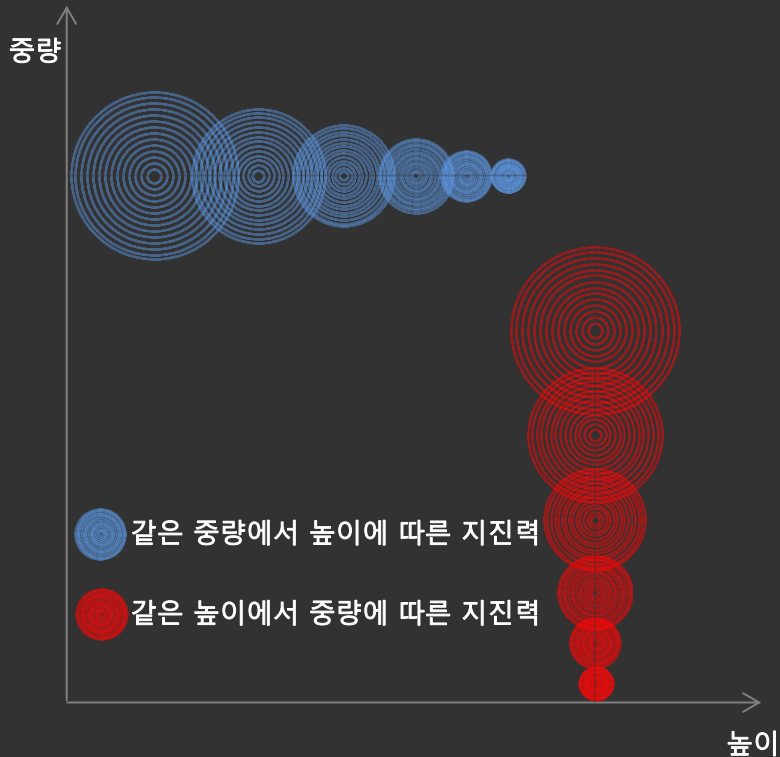
프롤로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물



A. 초고층건물은 높이가 높아 진폭이 크지만 천천히 흔들려서 지진력이 작게 작용하여 안전하다.

즉, 일반적으로 같은 형태와 크기를 지닌 건물일 지라도 중량이 클수록 큰 지진력이 작용하고, 건물에 작용하는 지진파가 동일할 때, 같은 중량이라도 건물 높이가 낮다면, 지진력이 크게 작용한다.

## Introduction

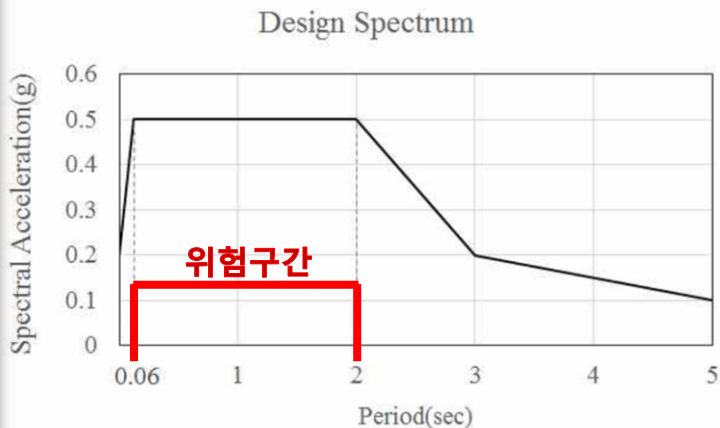
프로로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

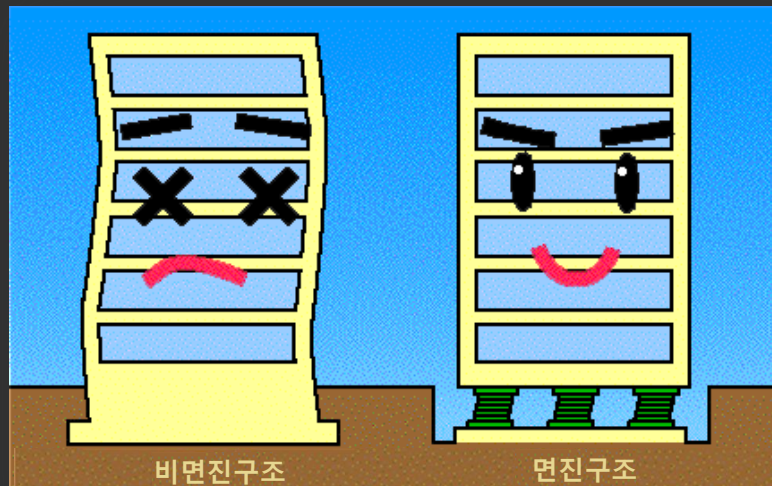
브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물



- Design Spectrum 위험구간 : 0.06~2초
- 구조물 제작시 MDF만으로는 구조물 주기를 2초 이상으로 만들기 어렵다고 판단



- 지진동은 부드러운 재료를 사용해 건물의 주기를 길게 하여 지진력이 줄어들게 하는 면진구조를 통해 조절할 수 있다.

▶▶▶ **면진구조**를 구현하는 것에 주안점을 두고 구조물 설계

프로로그  
지진파 분석 및 적용

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

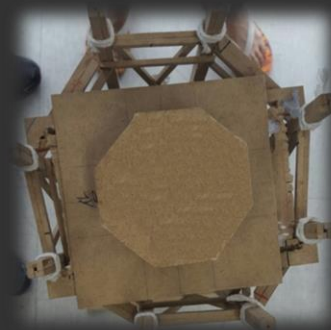
## 외부요소(단면형상)

시공성이 좋은 사각단면

단면 형상	L(mm)	면적 ( $mm^2$ )	단면2차 모멘트 ( $mm^4$ )	휨강성 ( $kN/m^2$ )
사각 단면	170	28,900	69,600,833	254.3214
팔각 단면	78	29376.151	74,386,255	271.8074

MDF의 탄성계수 : 3654MPa

더 넓은 가용면적과 큰 휨강성을 지니는 팔각단면

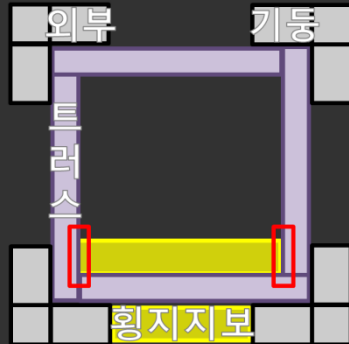


프로로그  
지진파 분석 및 적용

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

## 외부요소(기둥 & 트러스(가새))



# 1

'L'자 외부기둥과 트러스접합 및 횡지지보 설치

### 기대효과

- 강성이 우수함
- 하중 저항성 증대

### 문제점

- 힘을 버티지 못하고 트러스 이탈
- 횡 지지보 부착을 위한 가용면적 부족 (역지로 부착시 양쪽 모서리 트러스가 그 역할을 못함)

# 2

'ㄱ'자 외부기둥-트러스 이격  
+ 횡지지보 설치 + 중앙부 면줄 매듭

### 기대효과

- 횡 변위 제어
- 트러스 외부이탈방지
- 면줄의 힌지기능

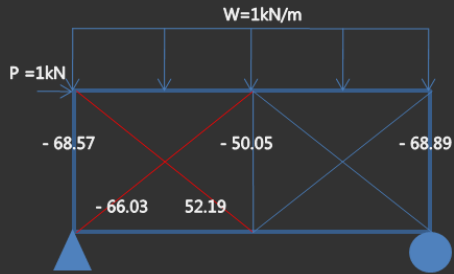


프로로그  
지진파 분석 및 적용

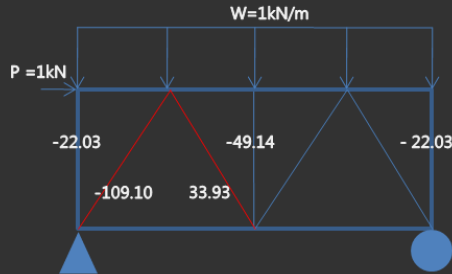
브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

# 외부요소(트러스)

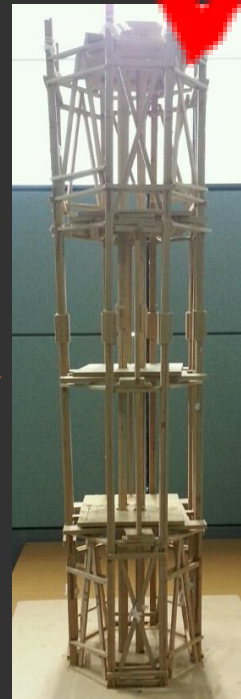


- X 트러스  
트러스 간에 균일한 힘의 분배가 이루어짐  
수직하중의 대부분을 수직재가 받게 됨

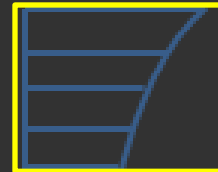


- K 트러스  
수직재가 아닌 K트러스가 수직하중을 많이 받음  
트러스 간에 힘의 균등 분배가 이루어지지 못함

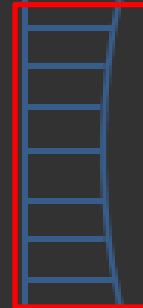
	X 트러스	K 트러스	XK 트러스
시공성	C	A	B
수직력	B	A	B
수평력	B	C	<b>A</b>



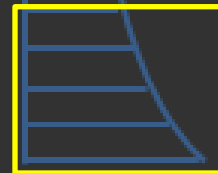
## 수평방향 진동분포



상층부  
- 수평 수직 진동에 의한  
힘모멘트 발생



중양부  
- 수평+수직진동 최소  
- 최소 트러스 설치로  
시간 및 비용절감  
(수직트러스 선택)



하층부  
- 수평진동에 의한 전단력

## Introduction

프로로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

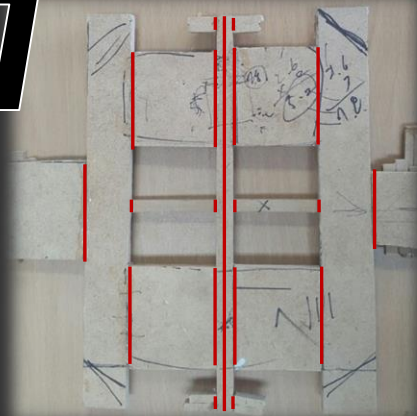
브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물

### 내부요소(층간플레이트(H판))

# 1



층간플레이트

( | : 부착면 )

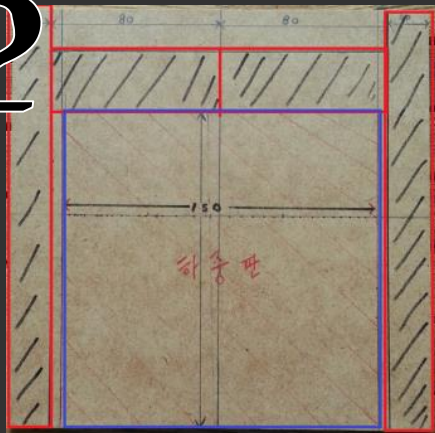
#### 기대효과

- 십자구조를 통해 내부기둥의 변위를 막음

#### 문제점

- 부착면이 많아 휨모멘트에 의한 파괴 가능성 높음
- 시공성 면에서 비효율

# 2

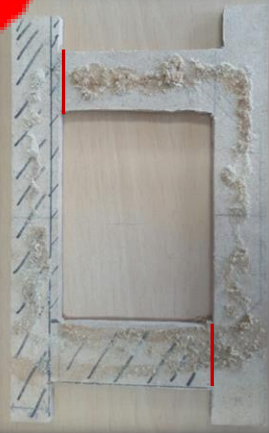


One-Body H판

#### 기대효과

- 부착면을 줄여 휨모멘트에 대한 저항 증가
- 플레이트판의 효율적인 사용(시공성, 경제성 확보)

# 3



One-Body 마찰 H판

#### 기대효과

- 틈밥 접착을 통해 마찰력 확보

+ 틈밥 접착

## 내부요소(면진장치)

# 2

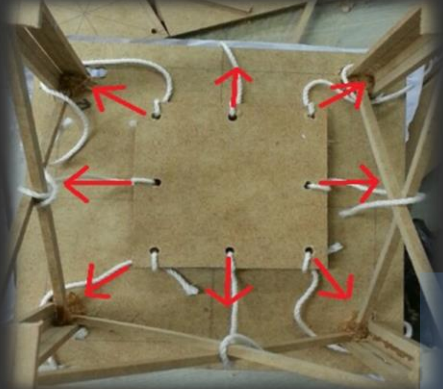
면줄을 기둥간에 묶어서, 하중판이 외부로 이탈하지 않도록 제작

### 기대효과

- 하중판-기둥간의 직접 접촉방지, 장력으로 충격력을 감소시킴
- 충격을 여러 기둥에 분산시켜 하중쏠림현상 해결

### 문제점

- 예상보다 하중판의 면적이 작아서 재하가 어렵고 효과가 미미함



# 1

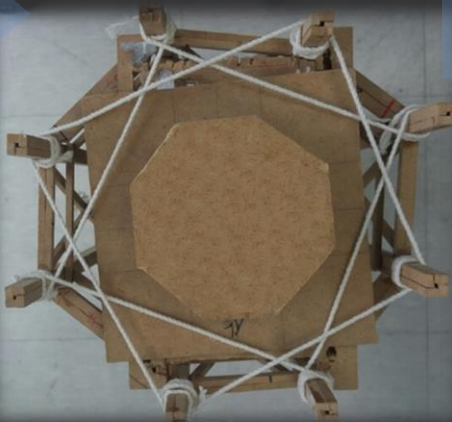
각 층 플레이트 판 위에 하중판 설치 + 면줄을 외부기둥에 연결

### 기대효과

- 기둥에 묶인 줄의 길이 범위만큼 하중판의 이동을 제한

### 문제점

- 하중판의 이동이 예상범위를 초과하여 하나의 기둥에 하중쏠림현상이 발생



# 3

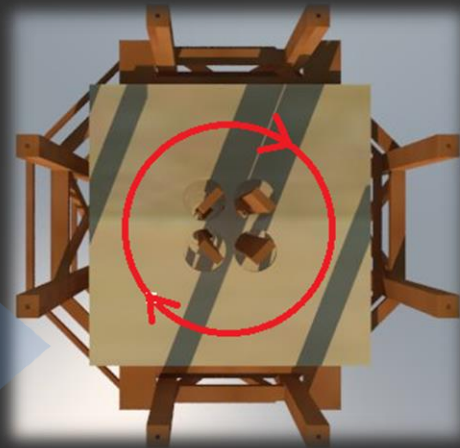
내부연성기둥 + 층간 플레이트(H판)을 설치

### 기대효과

- 외부기둥 충격 최소화 + 내외부기둥의 하중분리 + 면진

### 문제점

- 5층 : 고정수단이 없어 자유단 > 횡변위가 발생함  
(2,3,4층 : 하중판으로 인해 내부기둥이 양쪽고정단)



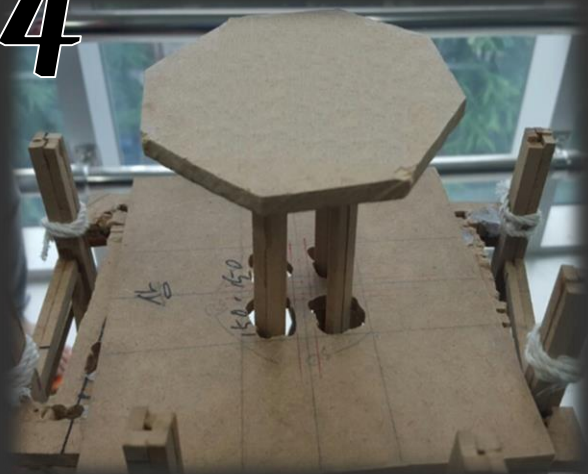
프롤로그  
지진파 분석 및 적용

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

# 내부요소(면진장치)

# 4



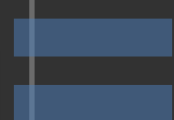
내부기둥을 잡아줄 수 있는 고정판을 제작

**기대효과**

- '자유단 → 고정단' 변경을 통한 횡변위의 최소화



One-Body 마찰 H판



- 하중판의 자유로운 움직임  
- 지진파에 의한 횡변위의 감소효과
- 하중판이 H판 위에서 마찰하며 움직임  
- 내부기둥이 하중을 전혀 받지 않음 + 면진 (H판+팔각 외부보+외부기둥이 연결되어 받음)

프로로그  
지진파 분석 및 적용

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

## 면진장치

면진 : 건물을 지반에서 분리하여 지진을 피하도록 하는 방법

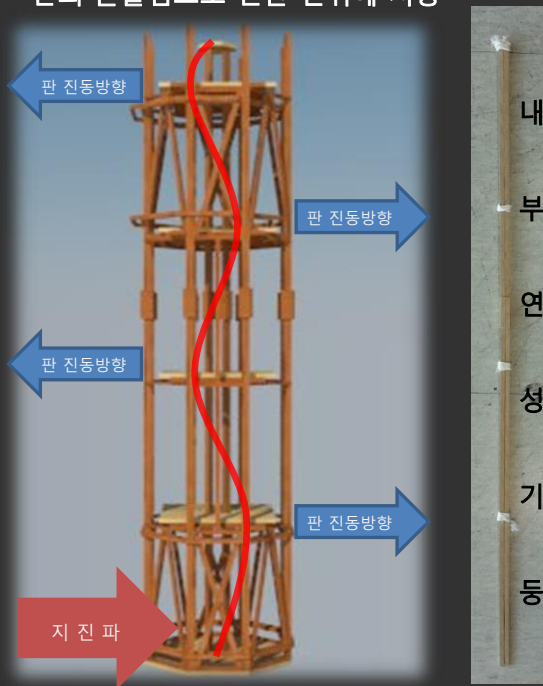
- 하중판과 층간플레이트(H판)를 분리
  - 각자 다른 움직임을 가지며 구조물의 하중이 편중되어 무너지는 현상을 방지



- 하부 플레이트 판에 종이를 덧대어 마찰력을 감소
  - 외부기둥과 일체로 움직이는 것을 최소화



- 내부기둥을 연성구조로 제작
  - 판의 흔들림으로 인한 변위에 저항



프로로그  
지진파 분석 및 적용

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

경제성 분석  
최종 구조물

## 제진장치

제진 : 구조물의 내외부에서 구조물의 진동에 대응하여 에너지를 소산시켜 피해를 최소화 시키는 방법

- 내부기둥 주위에 실을 감아 제작  
- 진동시 하중 판과 내부기둥이 부딪히는 충격에너지를 흡수 & 소산

	원형 배치 (지름=d)	정사각형 배치 (한 변=a)
면적(A)	$A_1 = \frac{\pi d^2}{4}$	$A_2 = a^2$
굽힘 모멘트 (M)	$M_1 = \frac{d}{8} \times A_1$	$M_2 = \frac{a}{6} \times A_2 = 1.1816M_1$
비틀림 모멘트 (T)	$T_1 = \frac{d}{4} \times A_1$	$T_2 = \frac{a \times \sqrt{2}}{6} \times A_2 = 2.5T_1$

(원과 사각형의 단면적이 같다고 가정)



기둥주위로 면줄을 감는 구조

+

굽힘이나 비틀림 모멘트가 덜 발생하는 원형을 선택!

## Introduction

프로로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물

### MDF Plate

하중재하판 : 150mm x 150mm x 4  
H판 : 200mm x 120mm x 20mm x 30mm x 4  
내부기둥 최하부, 최상부 고정판 : 100mm x 100 x 2



Plate  
5EA

### MDF Strip

기둥  
외부 : 500mm x 32 + 380mm x 32 = 64  
내부 : 500mm x 8 + 380mm x 8 = 16  
보  
직각 : 60mm x 40  
경사 : 80mm x 40  
트러스  
X 트러스 : 220mm x 16  
K 트러스 : 220mm x 16  
버팀대 : 80mm x 64  
보조기둥 : 206mm x 16  
기둥연결 보강재 : 40mm x 40



Strip  
600mm x 80EA

소요부재	소요량	단가(백만원)	합계(백만원)	총액(백만원)
MDF Plate	5EA	100	500	1840
MDF Strip	80EA	10	800	
면줄	13EA	10	130	
접착제	2EA	200	400	
A4 용지	1EA	10	10	

## Introduction

프로로그  
지진파 분석 및 적용

## Main subject

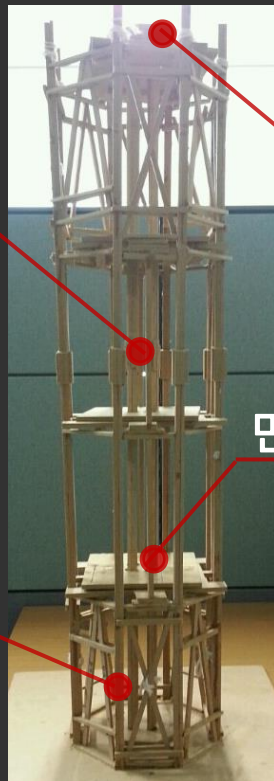
브레인 스토밍  
구조물 선정 및 설계

## Conclusion

경제성 분석  
최종 구조물



수직트러스



면진장치 & 제진장치



내부기둥 고정판



XK트러스

