

---

# ASSA〈Amazing Structural System for Architecture〉

- 경북대학교 건축공학과 -

---

## 김 홍 진 교수님

**박지훈**

자료조사, 데이터정리

**박원빈**

Midas, 도면작성

**박남규**

구조해석 및 검토

**노을**

설계안 제작 및 검토

# 목차

## CONTENTS



01	02	03	04	05	06
대회 Prologue	재료 및 물성치	내진공법종류	모양 제작	모형분석	결론
<ul style="list-style-type: none"><li>- Prologue 주제</li><li>- 대회규정검토</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- MDF 탄성계수</li><li>- 마찰계수</li><li>- 실의 인장력</li></ul>		<ul style="list-style-type: none"><li>- 골조형태</li><li>- 제1차 모형제작</li><li>- 제2차 모형제작</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- 설계1안분석</li><li>- 설계2안분석</li></ul>	

# 01 대회 Prologue

- Prologue 주제
- 대회규정검토

## 〈내진설계 기술에 의한 지진 재해 예방과 대응〉



# 01 대회 Prologue

- Prologue 주제
- 대회규정검토

**[원칙]** 4층 이상으로 제작, 각층은 규정된 하중을 정적으로 지지 할 수 있어야 한다.

**[구조]** ① 기초판은 1층의 바닥면이 되며, 최상층은 천정을 가져야 한다.

② 각층의 바닥면적은 10,000mm<sup>2</sup> 이상, 30,000mm<sup>2</sup>이하이어야 한다.

③ 바닥이 반드시 면을 이를 필요는 없다.

④ 각층의 높이는 200mm이상으로, 총 높이 800mm이상 900mm 이하가 되어야한다.

⑤ 각 층에는 하중블록의 낙하를 방지하기 위한 시설이 설치되어야 한다.

⑥ 구조부재의 연결은 제공되는 제작 재료만을 사용하여야 한다.

**[하중]** 하중은 각 층에 6kg이상의 강재 하중블록세트를 설치하며, 총24kg 이상의 하중 블록이 설치되어야 한다.

**[기초]** 기초판은 MDF 판재로 제공되며, 제작되는 작품은 기초판 내에 설치되어야 한다.

**[제작비용]** 작품 제작에 필요한 제작 비용에 제한은 없으나, 2,400 백만원을 기준금액으로 하여 경제성 평가시에 반영한다.

## **[구조물 제작 및 심사기준]**

구조물의 목표 내진성능과 이에 최적화된 설계방법의 이해

구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력

**지반가속도 0.7g** 수준에서 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계

시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계

구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

# 01 대회 Prologue

- Prologue 주제
- 대회규정검토

진도-규모-지반가속도의 관계					
MMI 계급	규모(M <sub>J</sub> ) 미국 동부	규모(M <sub>J</sub> ) 미국 서부	PGA(g)	EPA(g)	비율
I	2.25	1.67	0.002	0.001	0.01
II	2.75	2.33	0.004	0.002	0.02
III	3.25	3.00	0.008	0.003	0.03
IV	3.75	3.67	0.017	0.007	0.06
V	4.25	4.33	0.033	0.013	0.13
VI	4.75	5.00	0.066	0.026	0.25
VII	5.25	5.67	0.131	0.053	0.50
VIII	5.75	6.33	0.262	0.105	1.00
IX	6.25	7.00	0.523	0.209	2.00
X	6.75	7.67	1.043	0.417	3.98
XI	7.25	8.33	2.081	0.833	7.94
XII	7.75	9.00	4.153	1.661	15.85

PGA(최대 지반가속도) 0.7g 수준 = 규모 6.5~7 사이

→ 통상적인 내진설계기술 필요

## 02 재료 및 물성치

- MDF 탄성계수
- 마찰계수
- 실의 인장력

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

$P$  = 하중 ( $kg * 9.81$ )  
 $L$  = 캔틸레버보의 길이 ( $mm$ )  
 $\delta$  = 처짐 ( $mm$ )  
 $I$  = 단면2차모멘트 ( $mm^3$ )



실험을 통한 MDF 탄성계수 측정

## 02 재료 및 물성치

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

- MDF 탄성계수
- 마찰계수
- 실의 인장력

$P$  = 하중(N)  
 $L$  = 캔틸레버보의 길이(mm)  
 $\delta$  = 처짐(mm)  
 $I$  = 단면2차모멘트(mm<sup>3</sup>)

### <약축>

- 길이 : 200mm
- $I : 32mm^3$

하중P(N)	변위 $\delta$ (mm)	E(Mpa)
0.1962	12	1362.5
0.2943	17	1442.85
0.3924	23	1421.74
0.4905	30	1362.5
0.5886	36	1362.5
0.6867	42	1362.5
0.7848	49	1334.69
0.8829	53	1388.21
0.9810	60	1362.5

MDF strip 탄성계수 약축 평균 : 1377.76Mpa

## 02 재료 및 물성치

$$E = \frac{PL^3}{3\delta I}$$

- MDF 탄성계수
- 마찰계수
- 실의 인장력

$P$  = 하중(N)  
 $L$  = 캔틸레버보의 길이(mm)  
 $\delta$  = 처짐(mm)  
 $I$  = 단면2차모멘트( $mm^3$ )

### <강축>

- 길이 : 200mm
- $I$  :  $72mm^3$

하중P(N)	변위 $\delta$ (mm)	E(Mpa)
0.9810	14	2595.24
1.4715	23	2369.53
1.9620	33	2202.02
2.4525	43	2112.4

MDF strip 탄성계수 강축 평균 : 2319.81Mpa

→ MDF strip 탄성계수 평균 : 1848.78Mpa

## 02 재료 및 물성치

- MDF 탄성계수
- 마찰계수
- 실의 인장력

$$\mu = \frac{F}{mg}$$

〈MDF간 마찰〉

M (kg)	F (N)	$\mu$ (마찰계수)
1.0	6	0.612
1.5	8	0.544
2.0	11	0.561
2.5	14	0.571
3.0	16	0.544
3.5	20	0.581
4.0	23	0.587
4.5	26	0.590
5.0	29	0.591

MDF간 마찰계수 : 0.576

〈MDF-A4간 마찰〉

M (kg)	F (N)	$\mu$ (마찰계수)
1.0	5	0.510
1.5	8	0.510
2.0	10	0.510
2.5	13	0.530
3.0	15	0.510
3.5	18	0.525
4.0	20	0.510
4.5	23	0.499
5.0	25	0.510

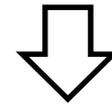
MDF-A4 마찰계수 : 0.513

## 02 재료 및 물성치

- MDF 탄성계수
- 마찰계수
- 실의 인장력



3번의 실험 끝에 평균적으로 2줄의 실의 인장력이 **27kg정도의** 힘을 버틸수 있다는 결론을 얻음



주어진 실험의 조건이 각층당 6kg씩 총 24kg이상이기에 실의 인장력은 조건에 만족한다는 결과를 얻었다.

# 03 내진공법 종류

## 동조질량 감쇠기 (TMD)

고유진동에 의해 일어나는 진동 움직임에 반하여 안정하게 만든다. 감쇠기는 진동에 균형을 맞추어 최악의 진동에서 진폭을 줄여준다.



## 동조액체 감쇠기 (TLD)

건물 중량의 약 300분의 1에 해당하는 유체를 채운 저장탱크를 건물 옥상 등에 설치해 물의 출렁임을 이용, 건물의 진동 에너지를 흡수해 건물의 진동을 감소시킨다.



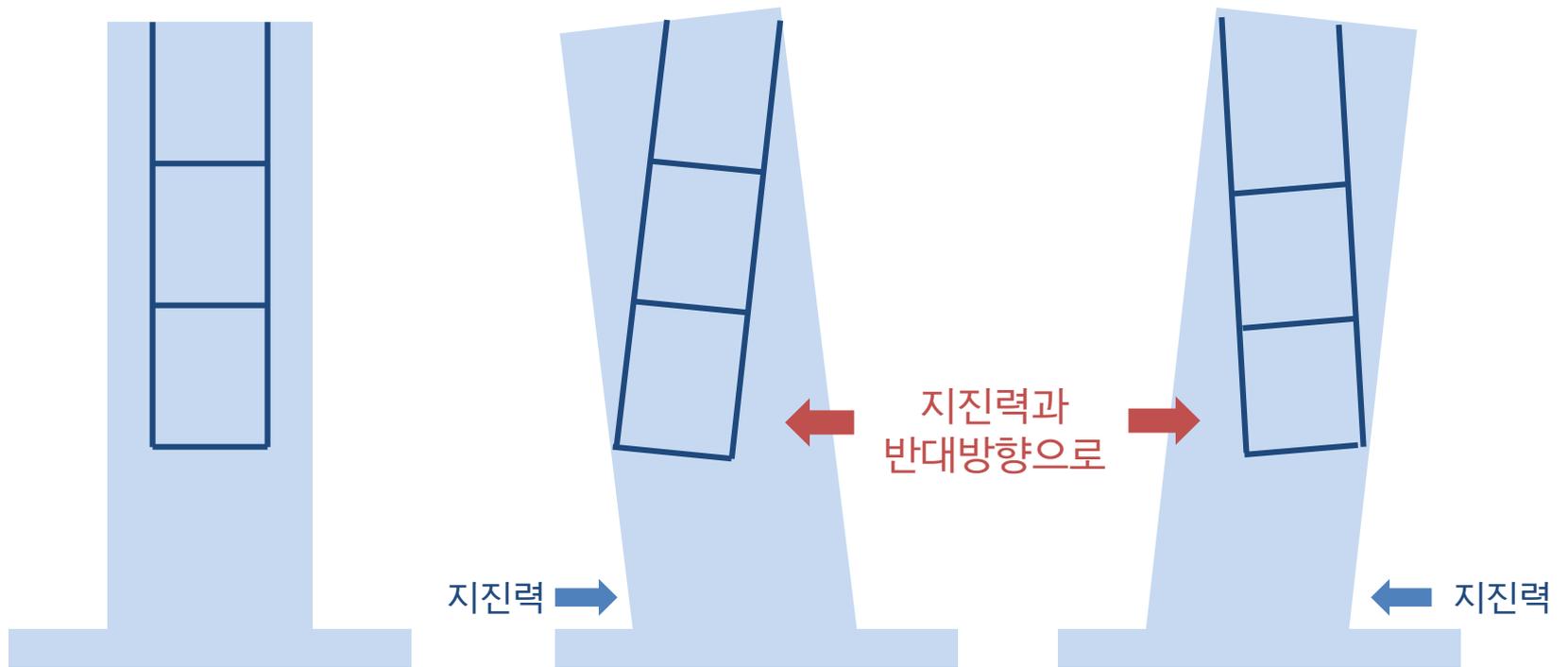
## 마찰 댐퍼

마찰에 의해 진동을 감쇠시키는 장치로, 축의 각속도가 일정하면 풀리는 축과 함께 회전하지만, 축에 비틀림 진동이 일어나면 축과 풀리 사이에 엇갈림이 생겨 그때의 마찰력에 의해 진동을 감쇠시킨다.



세가지 공법의 **안정성**과 **시공난이도**를 고려했을때 **TMD 공법**이 가장 적합

## 04 모형 제작

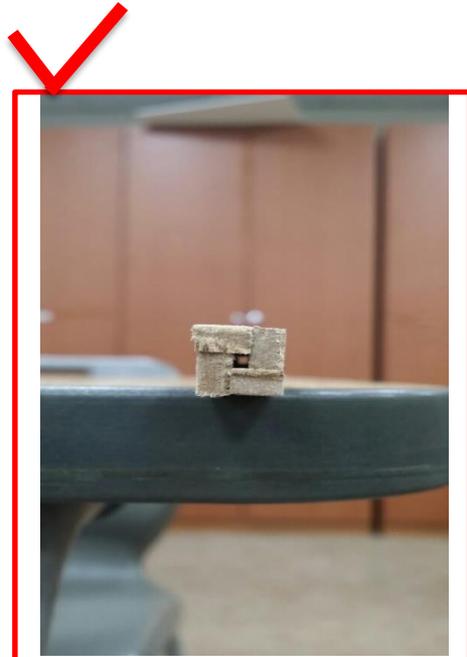


내부골조를 TMD로 활용하는 이중 골조 시스템 적용

# 04 모형 제작

- 골조형태
- 제1차 모형제작
- 제2차 모형제작

## • 기둥단면



구분	구조성	경제성	시공성
내용	C	B	A

구분	구조성	경제성	시공성
내용	A	B	B

## • 이음방식



구분	구조성	경제성	시공성
내용	C	B	A

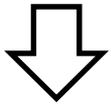
구분	구조성	경제성	시공성
내용	A	B	B

# 04 모형 제작

- 골조형태
- 제1차 모형제작
- 제2차 모형제작

## 사각형 플레이트

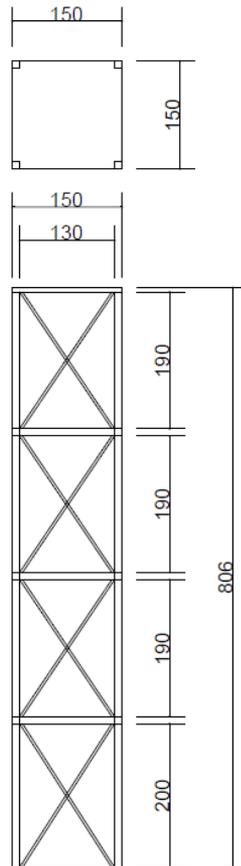
서서히 진동을 올리 가면 실험한 결과 지반가속도 0.4g 수준까지는 아무런 변형이 일어나지 않았다.



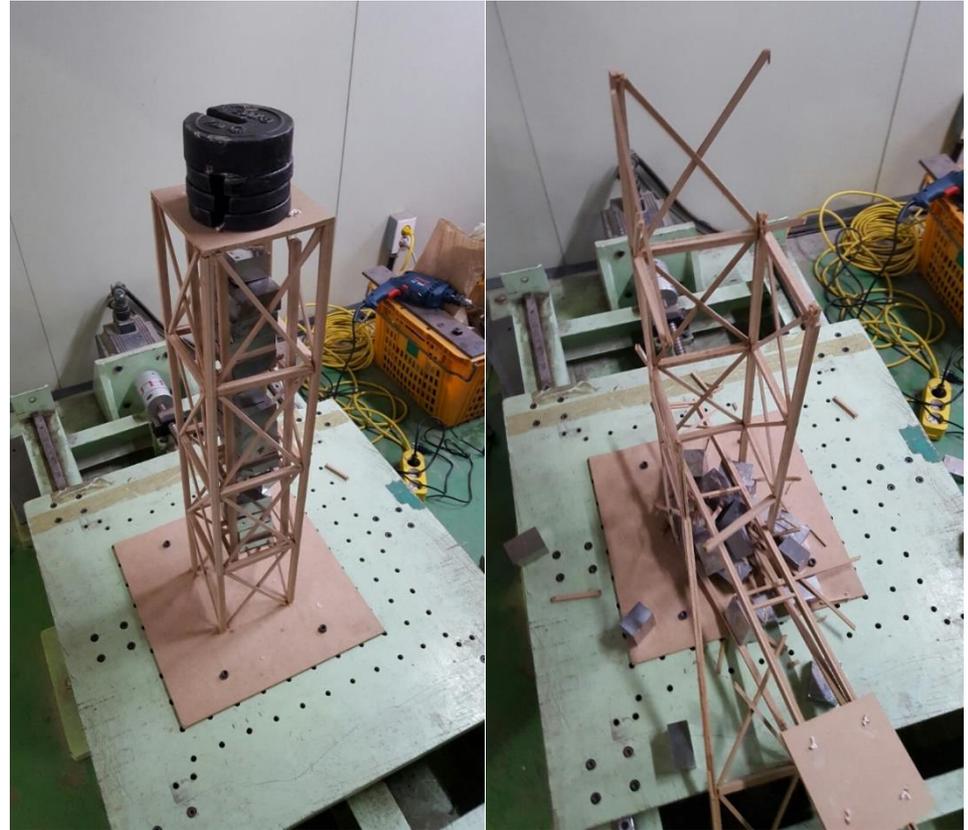
지반가속도 0.6g 에서 12초쯤 지나가자 아래 기둥부분이 부서지면서 무너짐



기둥의 보강을 위해 팔각형 플레이트로 재시험결정



<1차모형도면>

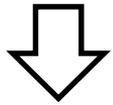


# 04 모형 제작

- 골조형태
- 제1차 모형제작
- 제2차 모형제작

## 팔각형 플레이트

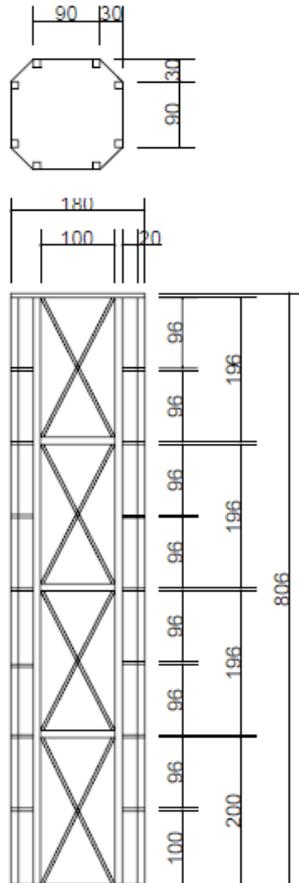
사각형 플레이트가 부서졌던 지반가속도 0.6g수준에서 시작을 했으나 아무런 변형이 일어나지 않았다.



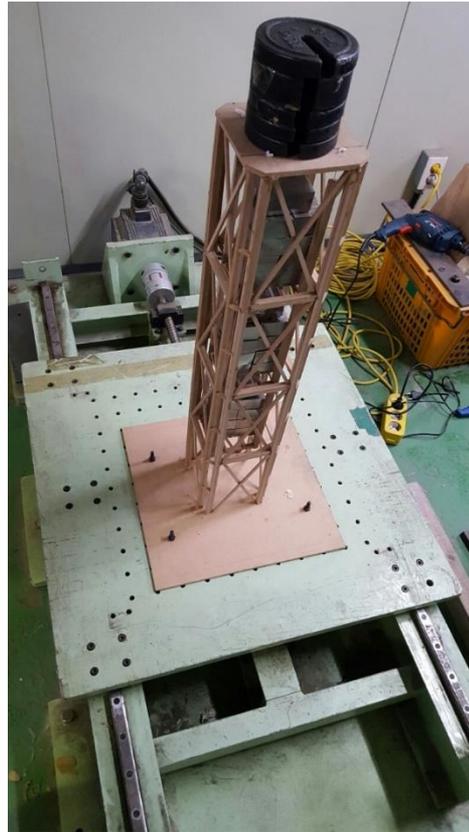
목표였던 지반가속도 0.7g에선 기둥끼리의 연결부위가 갈라지기 시작했고 0.8g 에서 아래 기둥이 부서지면서 무너졌다.



목표였던 0.7g을 맞추기 위해서 사각형과 팔각형의 중간지점을 찾는 것이 관건이다.



<2차모형도면>



# 05. 모형 분석

- 설계 1안 분석
- 설계 2안 분석

## 1) 재료특성

	탄성계수 (MPa)	푸아송비
MDF	1850	0.3

## 2) 부재특성

	Column	Girder	Beam	Brace
Size (mm)	10x10	4x6	4x6	4x6

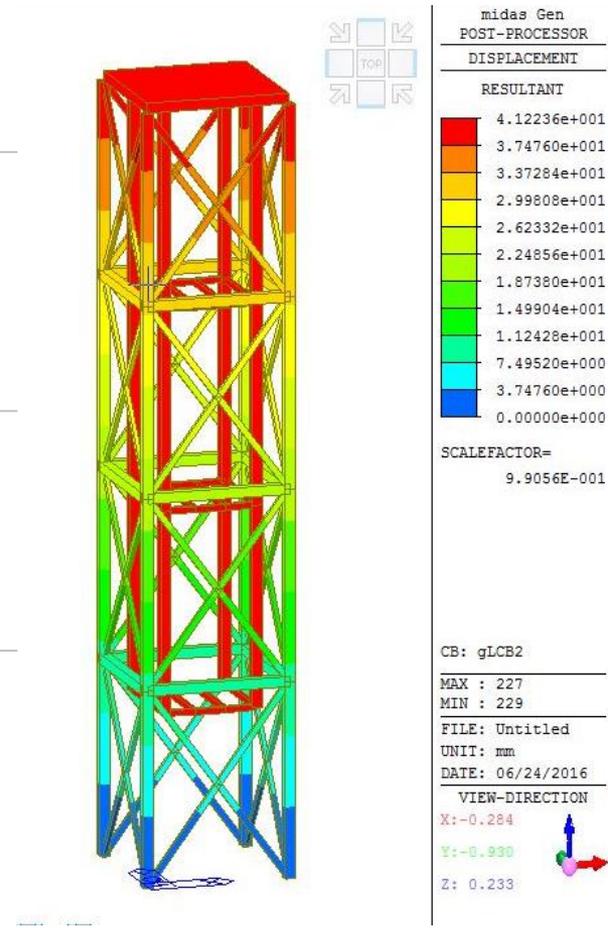
## 3) 지진하중

설계스펙트럼가속도	지반종류	중요도계수
0.7g	Sd	1.5

“최대변위 41.2mm”

- KBC2009

- Load Case : 자중+활하중 (하중블록)+X방향지진하중+Y방향지진하중



# 05. 모형 분석

- 설계 1안 분석
- 설계 2안 분석

## 1) 재료특성

	탄성계수 (MPa)	푸아송비
MDF	1850	0.3

## 2) 부재특성

	Column	Girder	Beam	Brace
Size (mm)	10x10	4x6	4x6	4x6

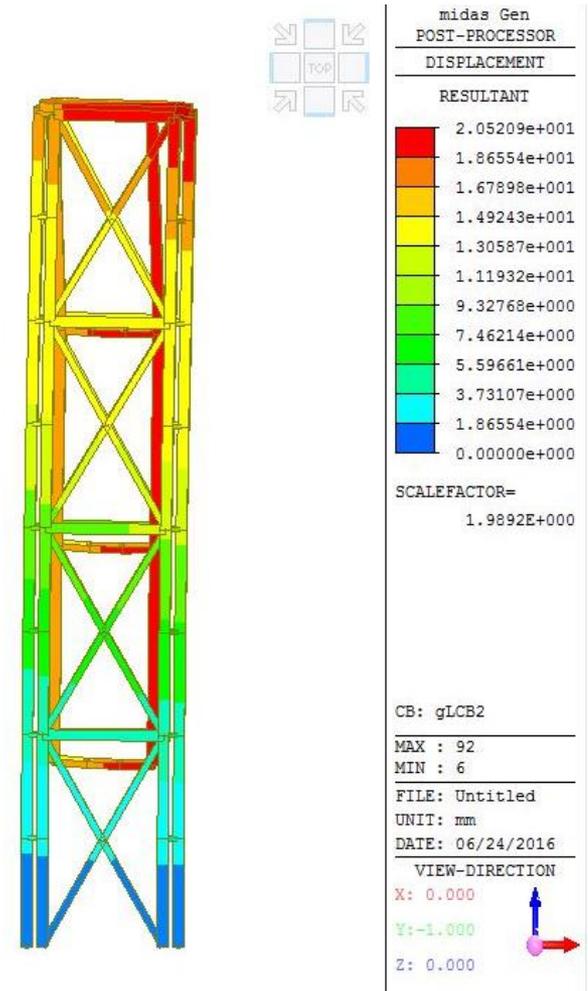
## 3) 지진하중

설계스펙트럼가속도	지반종류	중요도계수
0.7g	Sd	1.5

“최대변위 20.5mm”

- KBC2009

- Load Case : 자중+활하중 (하중블록)+X방향지진하중+Y방향지진하중



## 06 결론

구분	시공성	경제성	구조적합성
1차 모형	B	A	B
2차 모형	C	B	C

- 1차, 2차 모형 모두 내부골조가 TMD로 제작상의 어려움이 존재하지만 상대적으로 기둥 개수가 절반인 1차 모형이 시공성이 우수하다.
- 구조가 간단하고 기둥 개수가 절반인 1차 모형이 경제성이 우수함
- 2차 모형은 구조적으로 튼튼해서 파괴가 잘 일어나지 않았다. 그에 반해 1차 모형은 원하는 시점은 아니었지만 지반가속도 0.8g 일 때 파괴가 일어나 약간의 보완을 한다면 원하는 구조 성능을 얻을 수 있을 거라고 기대된다.

# 06 결론

- 경제성 분석

구분	재료	소요수량	단가(백만원)	총 금액(백만원)	비고
1차모형	MDF base	1	-	-	기본제공
	MDF plate	4	100	400	
	MDF strip	63	10	630	
	면줄	4	10	40	
	접착제	3	200	600	
합계				1670	
2차모형	MDF base	1	-	-	기본제공
	MDF plate	4	100	400	
	MDF strip	82	10	820	
	면줄	4	10	40	
	접착제	4	200	800	
합계				2060	

1차, 2차 모형 모두 기준금액 범위에 들어감

---

---

**감사합니다.**

---

---