

Team&Role

팀명 : 9.0.4

부산대학교 토목공학과 학술동아리로
"9조를 0부하는 4람들" 의 줄임말을 뜻함

작품명 : Diamond Flower

구조물 측면이 다이아몬드 모양인 동시에 곡선
브레이싱이 꽃모양이므로 들어간 형태의 구조물을
뜻하는 말

자문위원 :
김태완 박사님

팀장 : 배상진
역할 : 구조물제작
3D modeling

팀원 : 최은주
역할 : 자료정리
PPT 제작

팀원 : 이은미
역할 : 물성치 확인
경제성 분석

팀원 : 전재우
역할 : 구조해석
구조물 concept 설정



“2015 초고층 건축물의 내진설계”

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2015

Contents

1	Introduction	<ul style="list-style-type: none"> ● 대회규정 분석 ● 재료물성치 분석 ● 내진설계 이해
2	Design Concept	<ul style="list-style-type: none"> ● 작품소개 ● 내진설계 이해 ● 내진설계 적용
3	Structural Analysis	<ul style="list-style-type: none"> ● 변위 분석 ● 구조물 보강
4	Conclusion	<ul style="list-style-type: none"> ● 종합 구조물 ● 경제성 분석



01 대회규정분석

• 금번 대회의 목표 구조물은 **세장비가 큰 장주기형 초고층 건물**입니다. 초고층 건물은 일반적으로 지진보다 바람에 취약하기 때문에 풍하중에 의한 설계가 지배적이며 내진설계는 크게 염두에 두지 않습니다. 그러나 이들 초고층 건물은 대부분 **장주기성 진동 특징**을 가지기 때문에 장주기성 지진파에는 취약한 단점이 있습니다. 국내 지진활동의 특징을 살펴보면 국내에서 직접적으로 발생하는 지진은 규모가 작고 단주기성이 대부분이지만 주변국에서 발생하는 강진 또는 그 여진이 원거리로 전달되면서 장주기화 되어 국내에 도달할 가능성이 있습니다. 특히, 국내 초고층 빌딩이 밀집해 있는 강가나 해안가, 매립지 등에서는 **연약한 지반 특성**에 의해 지진파가 증폭되고 장주기화 될 가능성이 더욱 높아집니다. 출전하는 각 팀에서는 부산 해운대에 신축될 국내 초고층 빌딩의 구조설계(내진설계)를 담당하게 되었다고 가정하고, 작품 제작규정에 맞도록 설계하신 후, 시공(제작)하십시오.

• 작품제작규모

바닥면적 : 최외각 기둥을 이은 면적

• 장 주기성 지진파

가속도응답 증폭 비율로 인하여 발생하는 피해 대비

연약지반

• 해안 부근 지진 발생 빈도多

면진/제진을 이용하여 세장비가 큰 구조물을 만들어 지진 피해 최소화

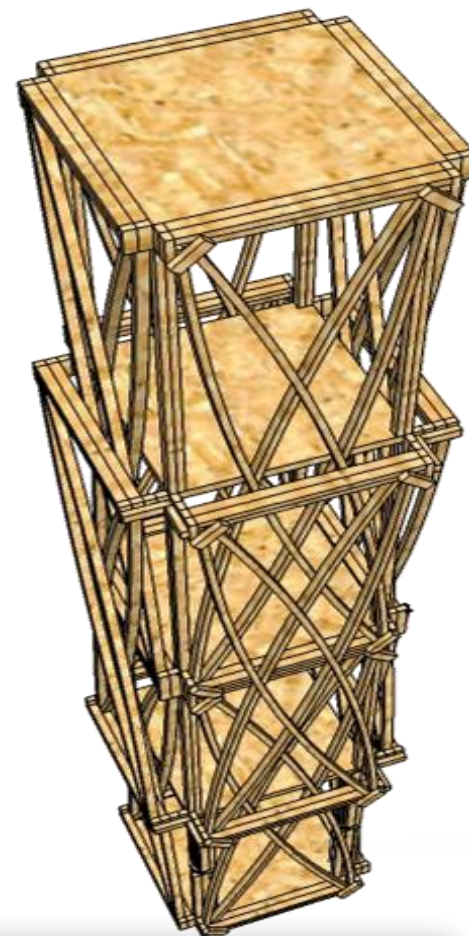


02 작품제작규정

대한민국의 랜드마크를 지켜라!

요약

1. 위치 : 해운대 연약지반
2. 규모 : 4층 이상의 초고층 빌딩
3. 대지면적 : 기초판 면적 129600 mm² 이하
4. 특이사항
 - ① 하중블록 : 6kg 이상의 하중블록세트
각 층 설치(총24kg)
 - ② 바닥면적 : 10,000mm² ~ 30,000mm²
최외각 기둥을 이은 면적
 - ③ 각 층의 높이 : 200mm 이상
 - ④ 제작비용 : 2,400 백만원 기준금액
 - ⑤ 작품제작시간 : 5시간 이내

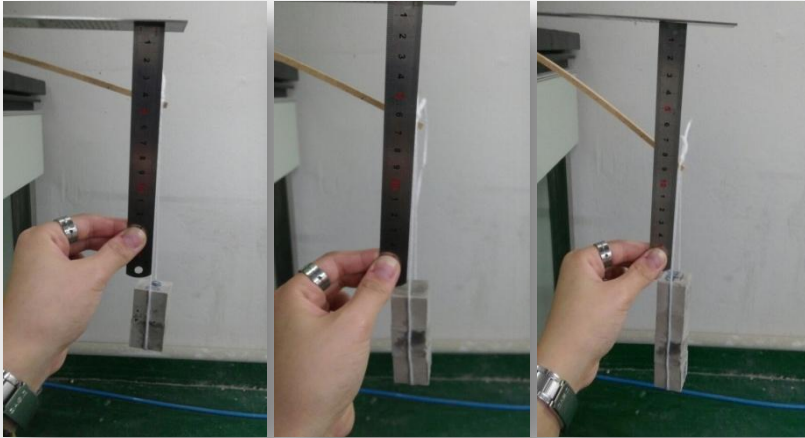


규정에 맞게 **경제적**이고
독창적인 구조물을 제작



03 재료물성치 분석

MDF 탄성계수 실험



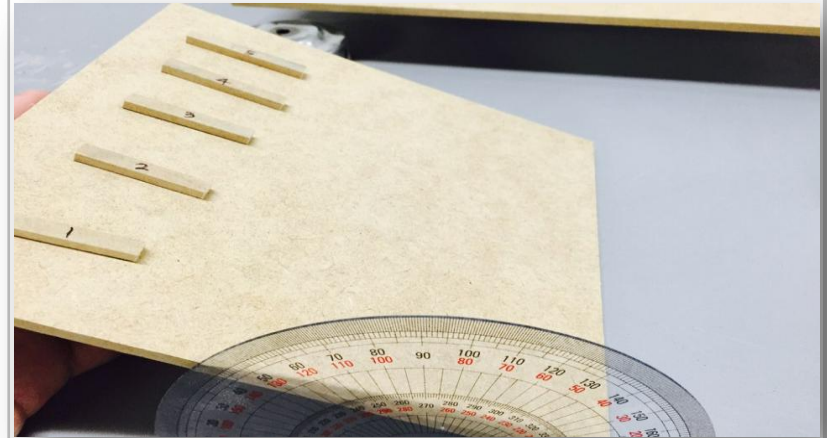
캔틸레버보를 이용한 탄성계수 산출

$$I = \frac{bh^3}{12} = \frac{6 \times 4^3}{12} = 32 \text{mm}^4 \quad E = \frac{PL^3}{3I\delta} \quad \delta = \frac{PL^3}{3EI}$$

$\delta(\text{mm})$	P(kg)	E(Mpa)
19	0.2982	1624.9
38.5	0.5935	1605.8
61	0.8878	1516.0
84	1.1870	1472.0

$$E_{\text{average}} = 1554.68 \text{Mpa}$$

MDF 마찰계수 실험



경사면을 사용한 마찰계수 산출

$$\mu = \frac{F}{mg \times \sin \theta} \quad F = \mu mg$$

α°	$\tan \alpha$	μ
45	1	1
52	1.280	1.280
57	1.540	1.540
58	1.600	1.600
59	1.644	1.644

$$\mu_{\text{average}} = 1.4168$$

01 작품소개

실제 연꽃

연꽃의 꽃말은 순결
역할- 정화 작용



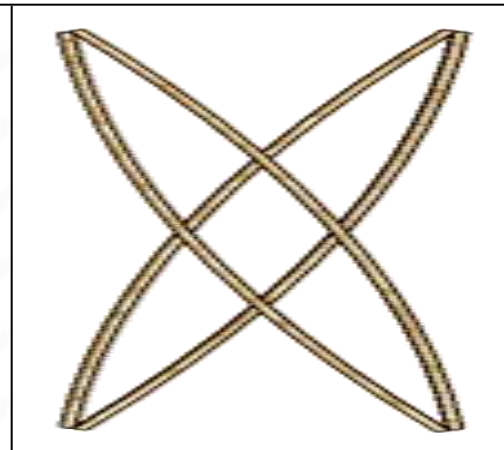
연꽃 픽토그램

연꽃을 아이콘화



곡선 브레이싱

연꽃으로 부터 착안한
브레이싱



물 밖에서는 우아한 자태만 아니라 물 밑에서는 **자정작용**을 하고 있는
연꽃을 보고 아름다운 외형뿐만 아니라 **내진에 대한 보강 능력**을 갖춘
구조물 설계.



02 내진설계의 이해

지진발생



세장비가 큰 구조물을 설계하기 위해 **면진 구조**와 **제진구조**가 가장 적합하다고 판정



03 내진설계의 적용

제진방식 적용

제진장치를 사용한 건축물은
제진장치의 에너지 소산량이 극대화
되어 나머지 **구조시스템의**
손상을 최소화할 수있음

면진방식 적용

아치형태의 곡선 브레이크는 압축력을
받고, 그 **복원력으로 지진에너지**
를 소산할수 있음

아이디어 1

기둥면진 도입

면실과 종이를 이용하여 충돌에
의한 부수적인 파괴 고려하여
설계



아이디어 2

곡선브레이크 도입

MDF Strip을 이용하여 인위적으
로 복원력과 압축력을 발생하게
하여 설계



04 기둥제진 도입

세부 설명

① 면실

최대전담하중으로 인한 1차 저항
건물의 진동 최소화 및 충격흡수

② 압축종이

면실의 압축으로 인한 2차 저항

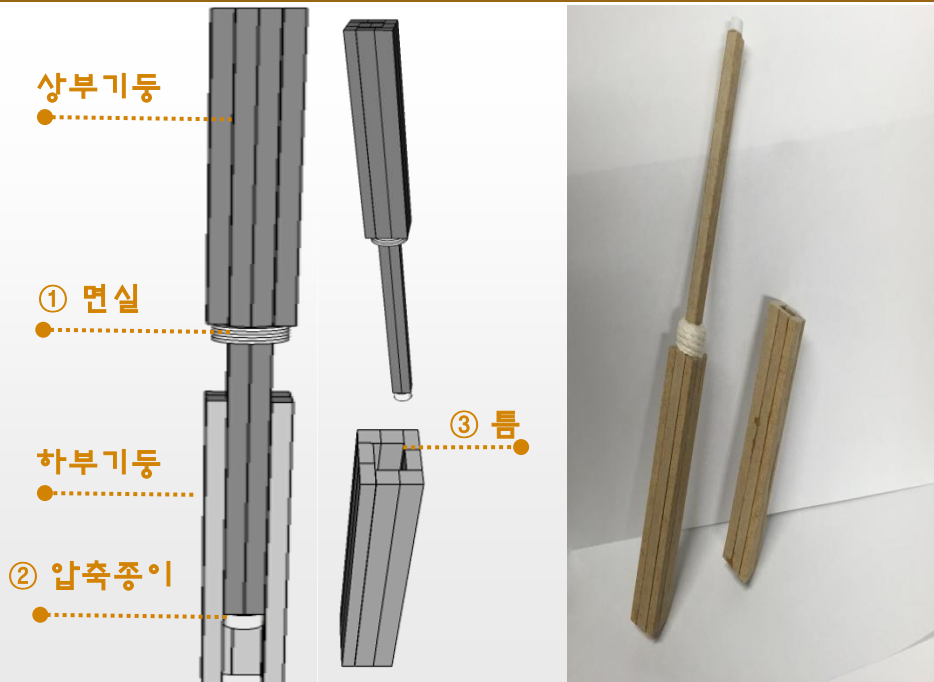
③ 상부기둥과 하부기둥 사이 틈

구조물의 진동을 일부 감소시키고 면실과
압축종이의 작동을 원활하게 하는 역할

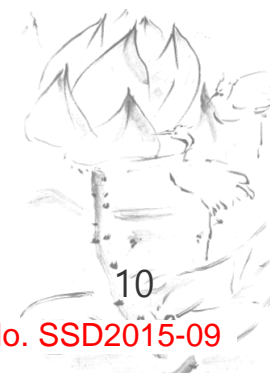
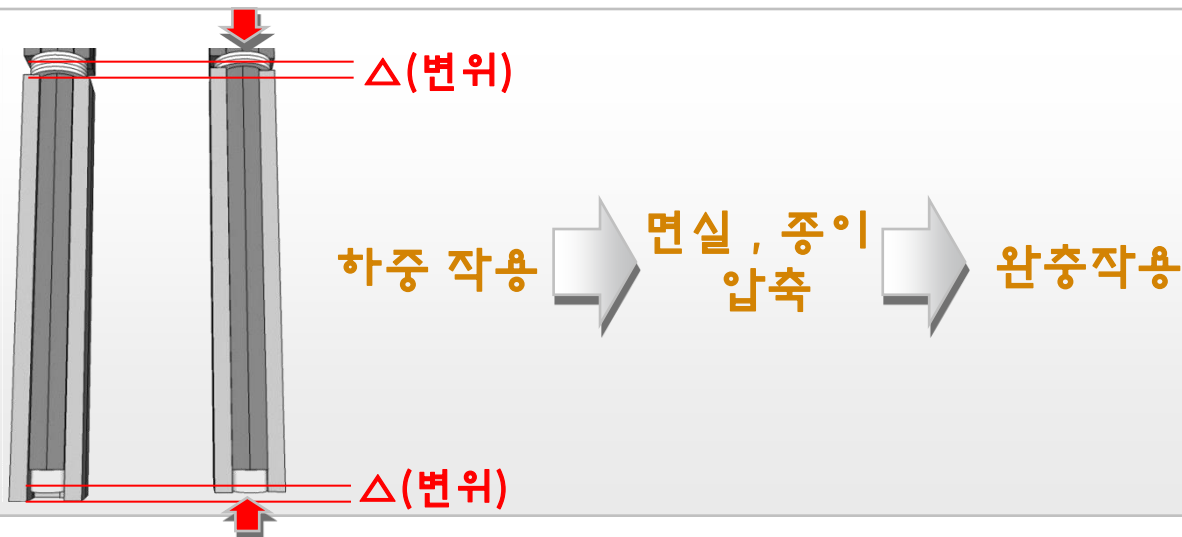
④ 조립형 기둥

상부와 하부기둥의 조립부분이 넓어 일체거동 가능

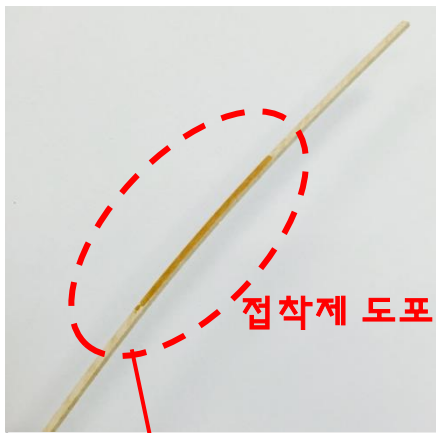
구성요소



작동원리



05 곡선 브래이스 도입



접착제 도포부분

최대변위 또는 최대곡률이 생기는 지점

Why?

1. 곡선보강재의 사용
2. 탄성 회복력 극대화
3. 외부 충격에 유연한 대응
4. 곡선부재 강력접착제 도포
5. 심미적 아름다움

강력접착제의 효과



복원력 증가



항복응력 증가

접착제 활용 부분



06 곡선부재의 MDF 성능실험



하중재하 전

강력 접착제를
도포 한 Strip &
도포하지 않은
Strip을 같은
길 이로 실험



하중재하 중

최대 변위와
최대 곡률이
생기는 지점



좌굴 발생

도포하지 않은
Strip이 좌굴이
먼저 발생



하중제거 후

강력 접착제를
도포한 Strip이
복원력 우수

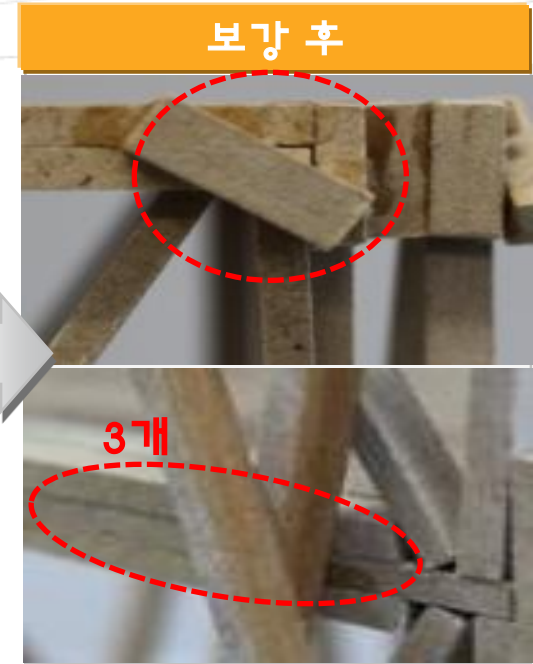
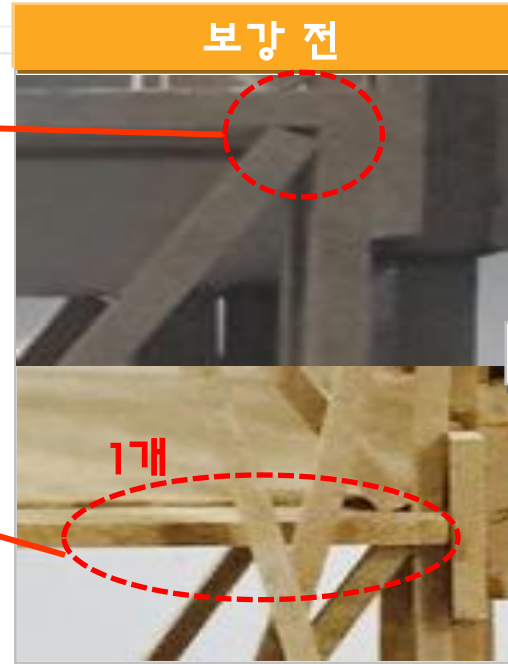
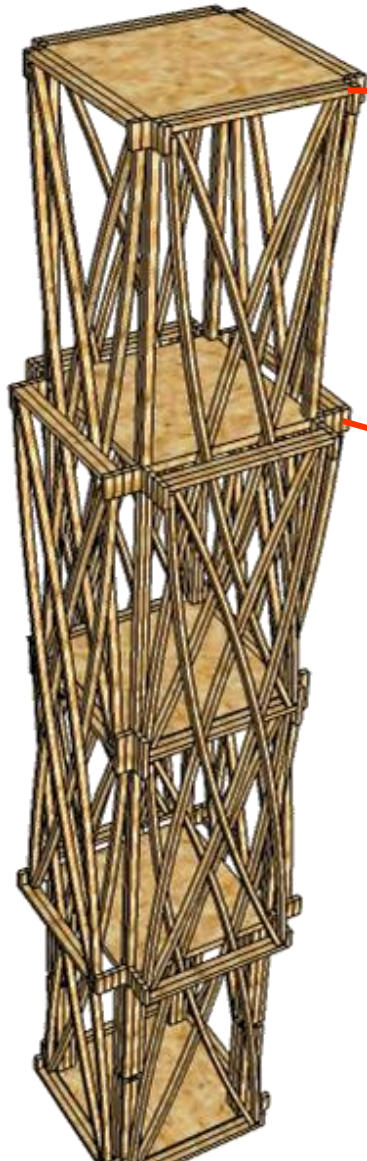
01 곡선 부재의 변위분석

변위방향



곡선부재는 직선부재 길이보다 긴 길이에서도 힘을 받을 수 있음

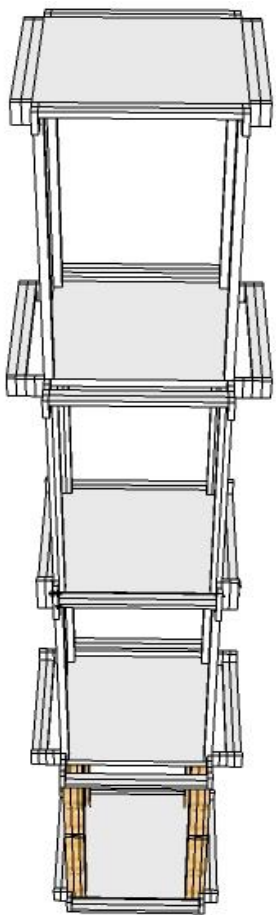
02 구조물 보강



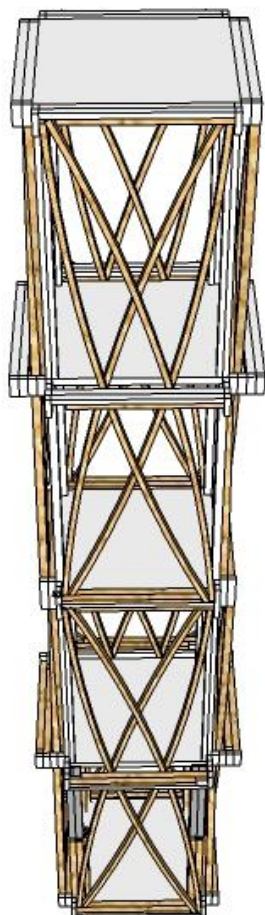
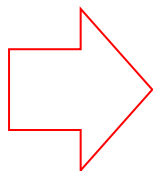
지점부 보강

- ① 곡선부재의 정확한 위치 및 안정적인 거동을 위함
- ② 예상외의 외부충격인 하중에 대한 곡선부재의 효과 증대 고려
- ③ 구조물 제작 조건과 경제성을 고려한 최적의 보강 위치와 형태의 적용

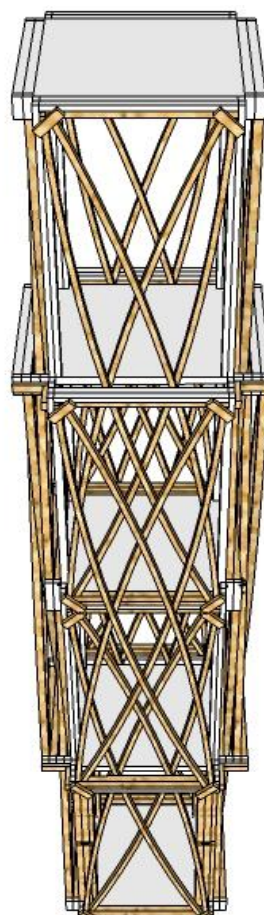
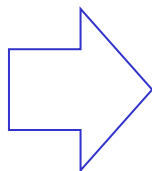
01 종합 구조물



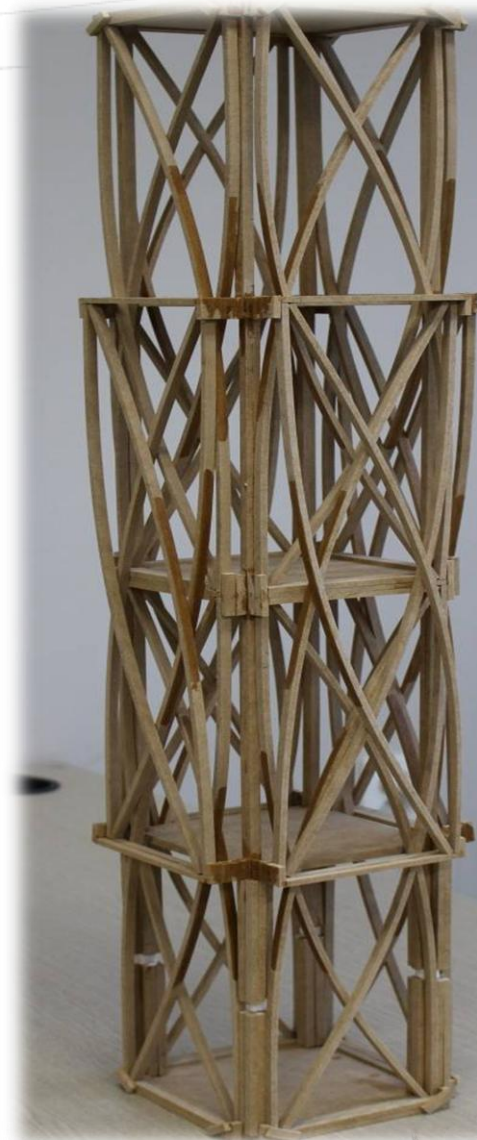
기본구조



브레이스 구조



최종 구조물



02 경제성분석

1. MDF물량산정

MDF STRIP	길이(cm)	개수(개)
기둥	20	32
트러스	43	48
곡선가새 버팀목	2.5	112
기둥가새	11.2	16
총 MDF 개수	90개 (10% 여유)	

2. 비용 산정

	소요개수	단가(백만원)	합계(백만원)
MDF Strip	90	10	900
MDF Plate	6	100	600
면줄	2	10	20
접착제	2	200	400
A4지	1	10	10
총합	재료제한 - 2400백만원 이하		1920백만원 ¹⁶