

O V E R L O A D

2019 구조물 내진설계 경진대회 SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2019

“목표 성능수준을 고려한 구조물의 내진설계”

설 계 요 약 서

주최  **지진방재연구센터** SEISMIC RESEARCH AND TEST CENTER

후원  행정안전부  국토교통부  국립재난안전연구원  협동 산 학 협 동 재 단 Korea Sanhak Foundation

 국립재난안전연구원 National Disaster Management Research Institute

 국토교통과학기술진흥원 Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement

 국토교통연구인프라운영원

 BRITISH COUNCIL

협찬    한국산업기술시험원

 사단법인 한국지진공학회 Earthquake Engineering Society of Korea

 사단법인 한국면진제진협회 Korea Society of Seismic Isolation and Vibration Control

 사단법인 한국건축구조기술사회 THE KOREAN STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION

2019 Seismic Structural Design Contest

Intro | Concept | Conclusion

팀원 소개, 역할 및 목차

지도교수
서울시립대학교 건축공학과
김형준 교수

Intro

1. 설계 목표
2. 재료 물성치 실험
3. 지진파 분석
4. 설계 방향

Concept

1. 디자인 컨셉
2. 구조 시스템
3. 동조 질량 감소 장치

Conclusion

1. 도면
2. 내역서
3. 차후 계획

이석인

임상언

정현준

신이섭

구조 모델링 및 피드백 아이디어 및 구체화 재료 물성치 측정 구조해석 및 설계
경제성 및 시공성 검토 Damper 구현 안전성 분석 내진 성능 검토

1. 설계 목표

대회 주제 : 목표 성능 수준을 고려한 구조물의 내진설계

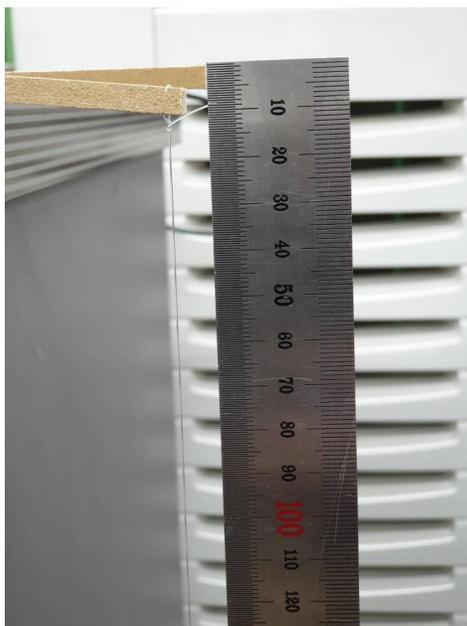
구조물 제작 및 심사기준

- 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
- 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
- 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계
- 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

“부재의 창의적 활용과 정밀한 계산을 통해 0.7g에 적합한 아름다운 구조물 설계”

2. 재료 물성치 실험

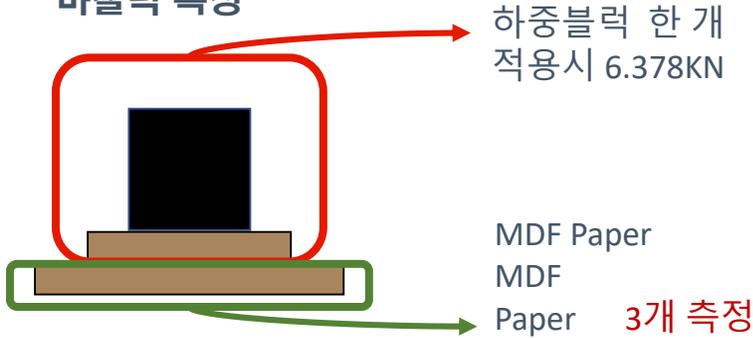
MDF 탄성 계수 측정



캔틸레버보 변위식 사용		$\delta = \frac{PL^3}{3EI}$	
	무게(g)	처짐	탄성계수
Strip 강축	50	1	1470
	100	1	1470
	140	2	2205
	200	3	1960
	300	3.6	2450
평균 탄성계수		1920 MPa	

2. 재료 물성치 실험

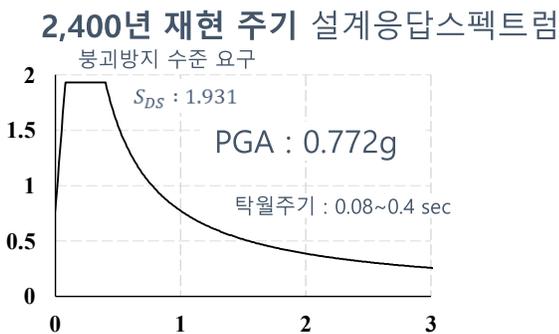
마찰력 측정



0.7g 는 최대가속도 1.5g
 → 지진에 의해 총 걸리는 힘 1.5g x m

	MDF -Paper	MDF	Paper
작용하중	3.4kg	3.5kg	3.8kg
마찰계수	0.505	0.52	0.564

3. 지진파 분석



지진구역 : I
 지진구역 계수(Z) : 0.11g
 지반종류 : S₂

유효지반가속도(S) = 지진구역 계수(Z) * 위험도계수(I)

위험도계수(I) : 2.7 (500년) 위험도계수(I) : 5.4 (2,400년)
 S = 0.11g * 2.7 = 0.297g S = 0.11g * 5.4 = 0.594g

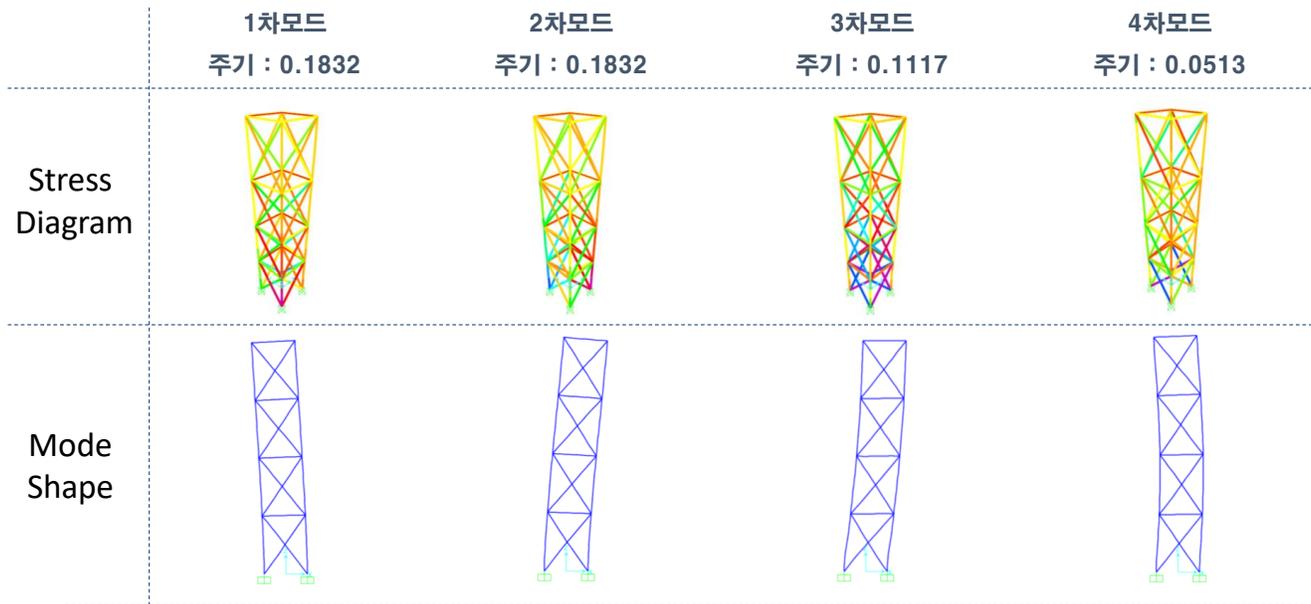
$F_a : 1.3, F_v : 1.3$

$F_a : 1.3, F_a : 1.3$

국토교통부 건설기준 내진설계기준과 본 경진대회의
 요강에 따라 설계된 구조물의 파괴는 목표
 가속도(0.7g)에 정규분포 하여 발생

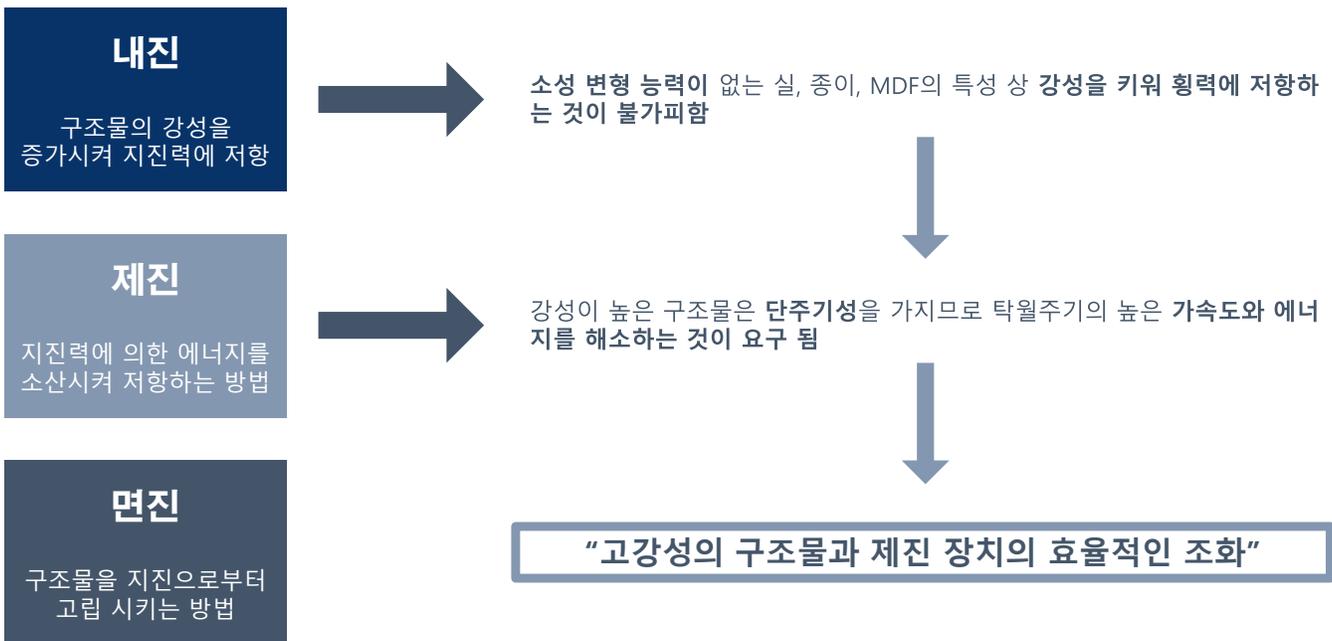
➔ 탁월주기 0.08~0.4sec의 단주기성 지진파 예상

4. 설계 방향 <SAP 2000>을 통한 모드 별 주기 산정



“1~3차 모드의 주기가 탁월주기에 포함되며 전체적으로 단주기성을 보임”

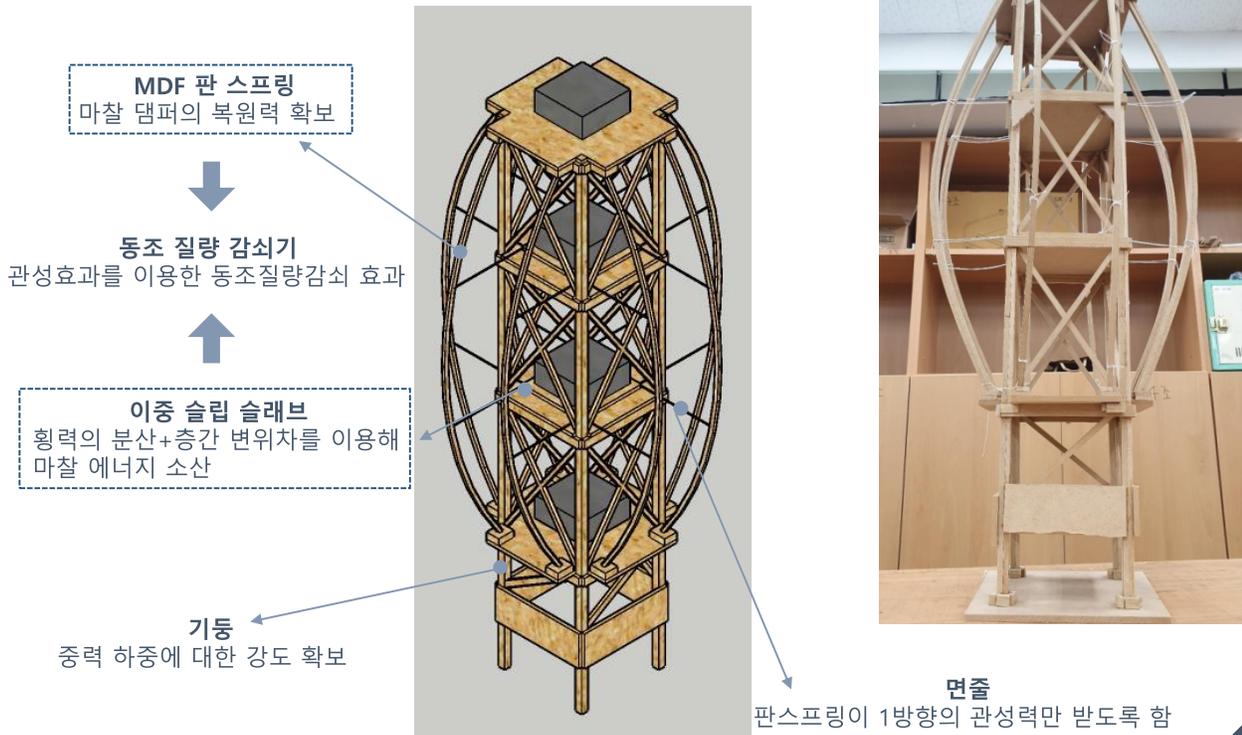
4. 설계 방향



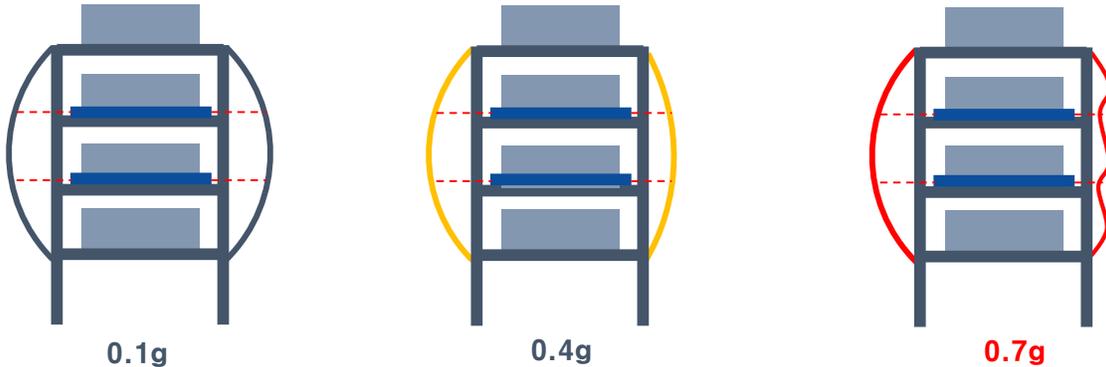
Concept

1. 디자인 컨셉
2. 구조 시스템
3. 동조 질량 감쇠 장치

1. 디자인 컨셉



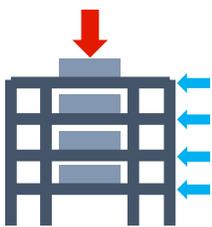
1. 디자인 컨셉 - 파괴 유도 (거동 예측)



0.7g의 지진이 가해질 시 판 스프링의 **기능 상실**
 → 이중 슬랩 슬래브의 복원력 x

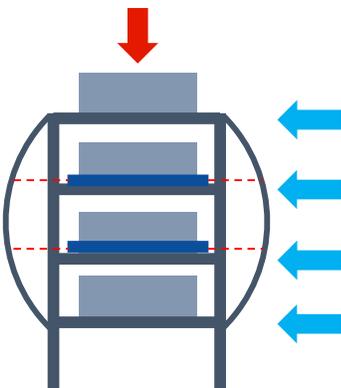
따라서 하중의 이탈 또는 구조물 전체의 **붕괴** 유도

2. 구조 시스템



일반 이중 골조

내부골조는 수직력, 외부골조는 수평력을 분담할 경우 파괴 형상 예측 용이하다. 그러나 MDF 특성 상 소성변형능력을 기대할 수 없다. 따라서 횡력에 저항하기 위해 두 골조 모두 높은 강성으로 설계되며 이는 단주기성의 구조물로 이어져, 단주기성의 지진파에 취약해진다는 한계 사항이 있다.



- 수직력, 수평력을 분담시키되 MDF로 변형과 복원이 가능한 부재 제작, 적용
- 내부골조 2, 3층은 수직력과 마찰력에 의한 관성력만 부담
- 외부 판 스프링 부재는 마찰력을 제외한 횡력을 모두 부담하며 장주기성을 가져 단 주기성 지진파에 대해 효율적으로 대응

2. 구조 시스템

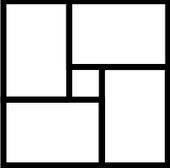
MDF 판스프링



8*6

가진 방향(X,Y축)의 힘을 모두 받는 부재로 비교적 균등한 모멘트를 갖게 설계

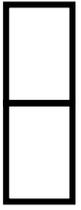
기둥



10*10

속 빈 단면으로 4개의 부재를 활용 할 때 모든 방향에 대해 우수한 성능 발현 가능

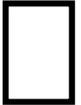
보



4*12

축방향의 정적하중을 받치는 부재로 강축방향의 모멘트가 크도록 설계

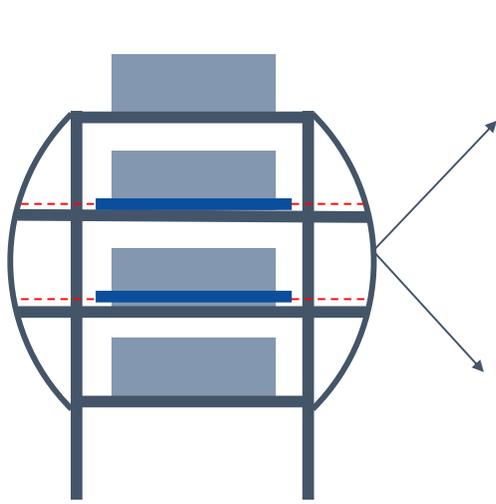
가새



4*6

MDF 판스프링, 면진 등을 통해 줄어든 수평력을 보강하는 부재로 얇은 부재로 설계 가능

2. 구조 시스템

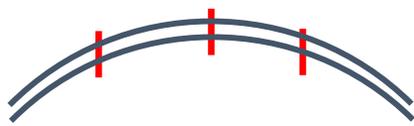


8*6 MDF 판스프링 단면



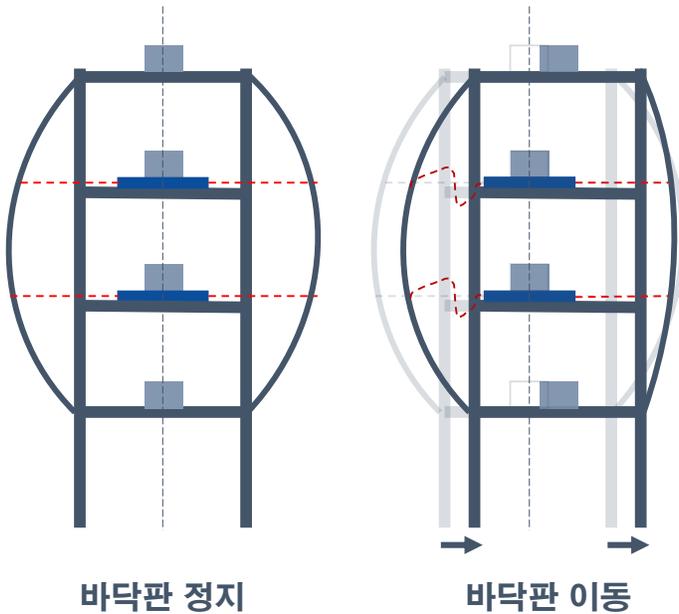
가진 방향(X,Y축)의 힘을 모두 받는 부재로 비교적 균등한 모멘트를 갖게 설계

MDF 판스프링 결합 : 면 줄에 의한 결합



- 4층, 2층 바닥 슬래브를 이용한 프리스트레스 도입
→ MDF 판 스프링 강성 증가
- MDF 판스프링내 마찰 유도
→ 접착제가 아닌 면 줄을 이용하여 결합

3. 동조 질량 감쇠 장치



1. 이중 슬립 슬래브

하중 매스와 골조에 작용하는 관성력의 주기차를 이용한 감쇠 효과 + 슬래브 간 변위차를 이용한 마찰 에너지 소산

2. MDF 판 스프링

적절한 강성을 통한 복원력 확보 + 적절한 변형 능력과 충격 흡수 시간을 통한 주기차와 마찰 에너지 확보

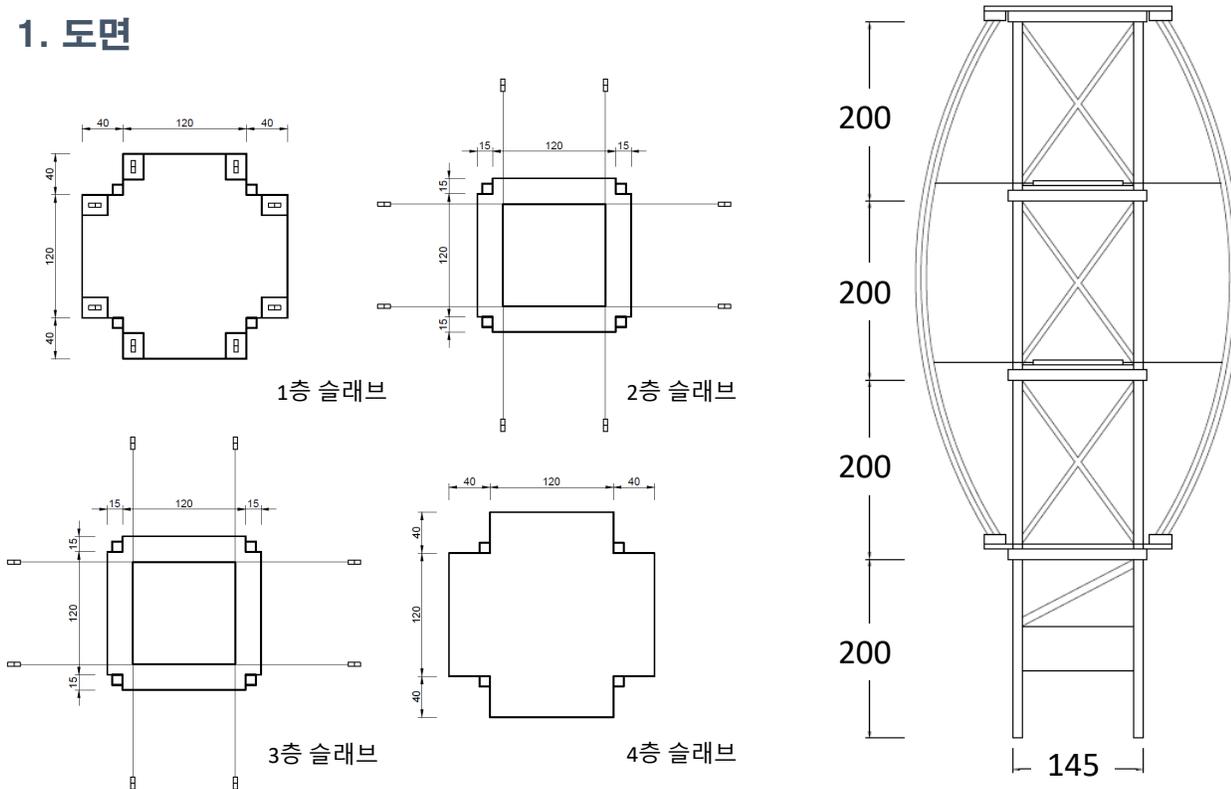
3. 면줄

“로프는 밀 수 없다”는 것을 이용해 MDF 판 스프링이 1방향성의 내력만 발휘하도록 함

Conclusion

1. 도면
2. 내역서
3. 차후계획

1. 도면



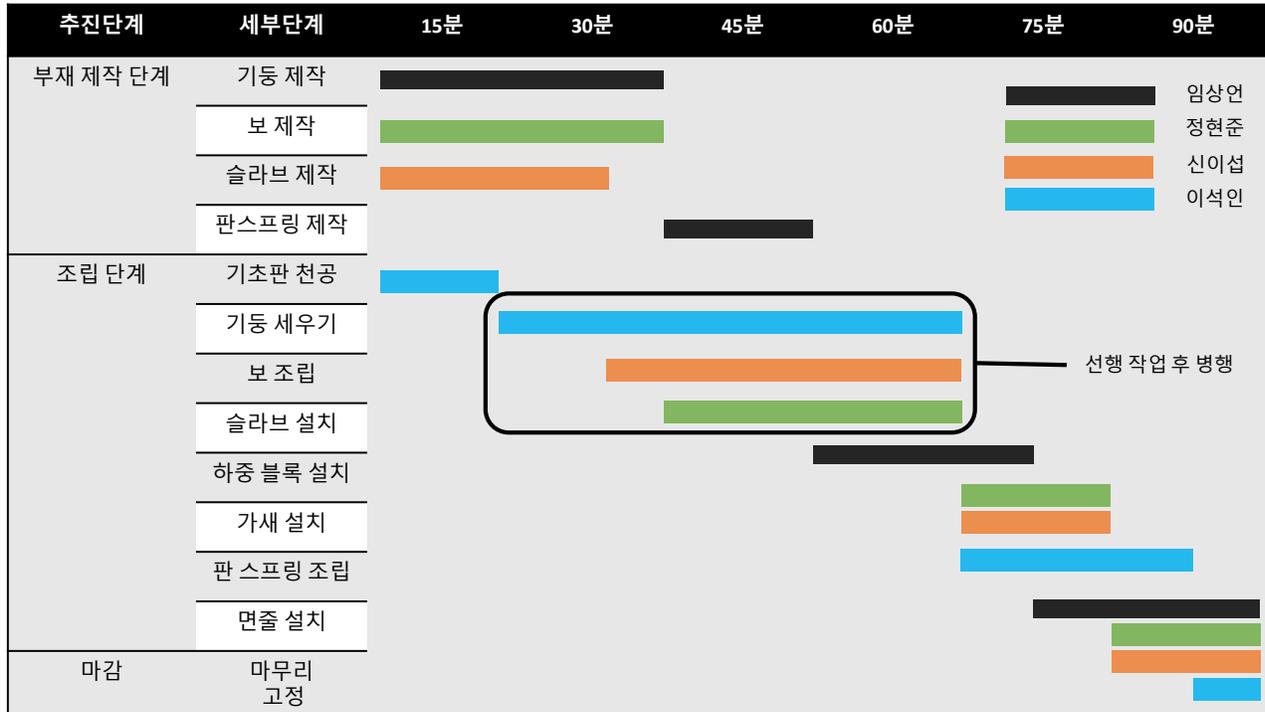
2. 내역서 - 예산안

예산서 디테일 (구조 부재 별 재료 개수)					
구조부재	구조 부재 개수	단위 재료량	실질 필요 개수 (구조부재/단위개수)	필요 재료개수	
기둥	4	5 strip/개소	4	20	
보	16	1 strip/2개소	8	8	
가새	32	1 strip/2개소	16	16	
슬래브	100*100	4 plate/4개소	1	1	
	150*150	2 plate/1개소	2	2	
	십자가모양 슬래브	2 plate/1개소	2	2	
스프링 완충	스트립 스프링	8 strip/1개소	8	16	
	면줄	16 strip/2개소	8	8	

예산서				
종류	단가	개수	총액	
MDF Strip-600*4*6	10	60	600	
Plate-200*200*6	100	5	500	
면줄 식-600	10	8	80	
A4 장	10		0	
접착제 20g	200	2	400	
총액				1580

대회 규정 (2400만원)에 대해 820만원의 안정적 및 경제적인 설계안 도출

2. 내역서 - 공정표



3. 차후 계획

1. 전도를 방지하기 위한 기초 보강

구조물이 안정적이어도 하단부의 고정이 잘 되지 않으면 건물이 전도될 수 있음

2. 부재 계산을 하여 정밀한 파괴 유도

정확히 0.7g에서 파괴가 일어나도록 하기 위해 불확실성을 낮추고 제어 가능한 곳에서 파단이 일어나도록 부재 설계

3. 공학적인 사고를 통한 합리적인 결과 도출

계산하기 힘든 영역을 반복적인 실험 결과를 통하여 합리적인 설계



1. 전도된 구조물



2. MDF 플레이트의 표면에서 파단