

## 2025 구조물 내진설계 경진대회

# 으라차차



- 팀장
- Revit 모델링
- 도면 작업
- 구조물 제작
- ppt 제작

김희준

- 구조해석
- 실험 해석
- 구조물 제작
- ppt 제작

김민준

- 대회 규정분석
- 제안서 제작
- 구조물 제작
- ppt 제작

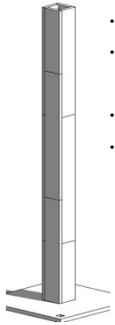
안지현

- 지진파 분석
- 물성치 분석
- 구조물 제작
- 팀 명찰 제작
- ppt 제작

장제민



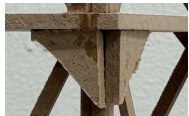
## 구조 소개



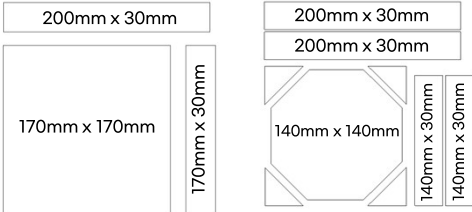
- 슬래브 제작에 사용하고 남은 **MDF Plate 사용**
- plate는 면 전체로 응력이 분산되어 strip 보다 변형, 휨, 비틀림 저항력이 뛰어남
- 양방향의 동등한 단면 성능 확보
- 구조물의 1, 2층을 연결해 강성증가

· 총 길이 47cm  
= (20cm + 17cm + 10cm) x 4

### Mega Core

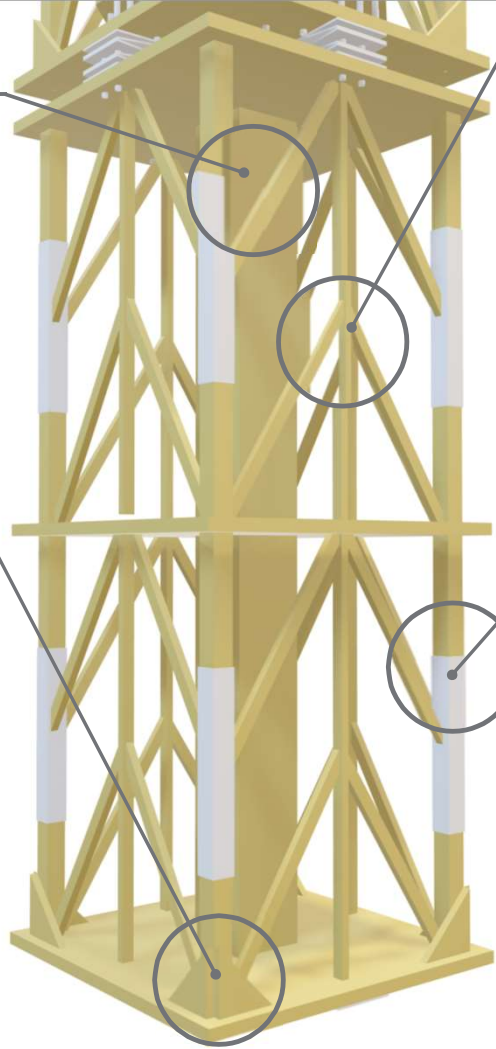


- 기동 접합부 강성 증대
- 휨력 저항 성능 향상
- 부재 활용도 증가, 경제성 확보



30mm x 30mm 총 32개  
-> 1층 하부, 3층 상하부, 4층 상부에 사용

### Haunch



### Chevron pattern

역 V자형으로 배치된 대각부재의 조합 구조로 대각 부재는 인장력 또는 압축력을 받아 하중을 기초 또는 하부 구조로 효과적으로 전달 가능

#### < 가새 결정을 위한 마이더스 모델링 및 해석 >

형태	X자 가새	X자 + Chevron 가새
마이더스 모델링		
최대변위	4.24mm	9.58mm
주기	0.1325	0.1542

- **X자 가새**  
모든 층의 강성이 동일하여 구조물의 유연성이 떨어짐
- **X자 + Chevron 가새**  
변위가 커져서 상대적으로 불리하지만, 주기가 가장 길어 에너지 소산 효과가 좋음

-> 주기를 길게 설계하여 연성을 확보하고, 변위를 일부 허용함으로써 지진 에너지를 효과적으로 흡수·분산해 붕괴방지를 기대할 수 있는 **X자 + Chevron 가새** 형태를 선택

### Mega Column + 종이 보강

모양	단일부재 (4mm x 6mm)	기동부재 (10mm x 10mm)	종이+기동부재 (10mm x 10mm)
실험 사진			
하중	3N	10N	10N
길이	100mm	100mm	85mm
평균 변화량	22mm	3.5mm	3.5mm
탄성계수	1420.5 MPa	1144.7 MPa	703 Mpa



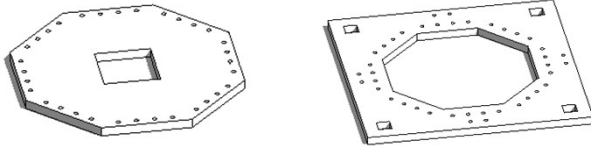
균등 단면 사용으로 큰 단면성능을 확보하고, 강성확보와 함께 적당한 탄성계수가 확보된 그림과 같은 형태 선택  
-> 이후 구조를 파단 실험 후 기동부재의 파단으로 종이를 감싼 형태를 채택

### 구조 소개

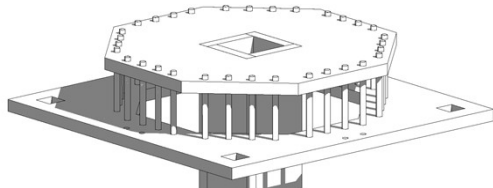
텐세그리티 구조

#### “면진적 아이디어를 차용한 제진 장치”

- 목표: 구조물 상부의 자유로운 거동을 유도하여 수평하중 저감
- 구조 구현 방법

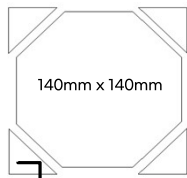
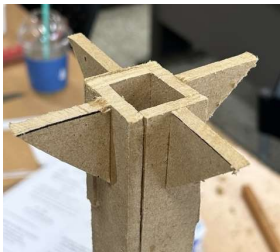


상부층 지름 14cm 팔각형, 하부층 지름 11cm의 팔각형으로 가공해 한 변당 4개의 구멍을 천공하여 고무줄로 연결



-> 인장 부재에 의해 공중에 떠 있는 형태

- 보강 방법  
구조상 상부 팔각형이 3층, 4층의 하중을 모두 부담하기 때문에 보강 필요



팔각형으로 가공할 때 남은 4.1cm x 4.1cm의 삼각형을 Haunch로 사용

X자 가새



부재 수  
>



Chevron pattern을 상부에도 적용할 경우 필요 부재 1.4배 증가  
-> 상부는 X자 가새로 적절한 강도 내에서 필요한 자재 절감

종이 댐퍼 + 고무줄

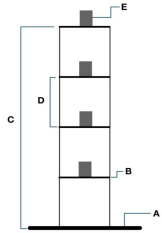


#### “종이와 고무줄을 결합한 복합 댐퍼”

0.5g 부터 상부 고무줄만으로 견디기엔 큰 수평 변위 발생  
-> 상부와 하부를 고무줄로 이중 연결하여 수평 변위 제어  
-> 종이 댐퍼의 수직하중 완화 효과로 상부층이 기울어졌을 때 하부층으로 전달되는 충격 저감

## 이론적 설계 개요

### < 대회 규정 분석 >



A	기초판	구조물 설치 불가
B	바닥판	10,000m <sup>2</sup> 이상 30,000m <sup>2</sup> 이하
C	전체 높이	800m <sup>2</sup> 이상 900m <sup>2</sup> 이하
D	층간 높이	200mm 이상
E	하중 블록	각층 6kg 이상

### < 지진파 분석 >

#### 유효지반가속도

재현주기	유효지반가속도(S)
500년	0.3g
2400년	0.6g

#### 설계스펙트럼 가속도 계산

$$SDS = S \times 2.5 \times Fa \times \%$$

$$SD1 = S \times Fv \times \%$$

재현주기	SDS (단주기)	SD1 (1초 주기)
500년	0.75g	0.30g
2400년	1.50g	0.60g

#### 설계스펙트럼 가속도 계산

계수 종류	값
단주기 계수 (Fa)	1.5
1초 주기 계수 (Fv)	1.5

#### 구조물의 고유주기 및 설계 스펙트럼 범위

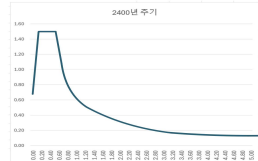
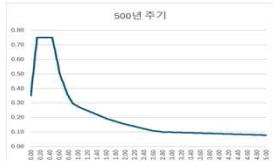
$$T0 = 0.2 \times SD1 / SDS$$

$$TS = SD1 / SDS$$

주기	500년	2400년
T0	0.08 sec	0.08 sec
TS	0.4 sec	0.4 sec

TL = 5.0 sec

#### 스펙트럼 그래프



-> 0.7g에서 파단 유도

## 실험 분석



목표인 0.7g를 달성하지 못하고 0.597g에서 기동 파단 발생  
-> 기동에 남은 A4용지를 감싸고 기동 제작 시 접착제 사용량을 늘려 보강



### 2차 실험 진행



0.699g 에서 고무줄 연결층 중간 Plate 파단

가속

X-축: 4.05041 m/s<sup>2</sup> >

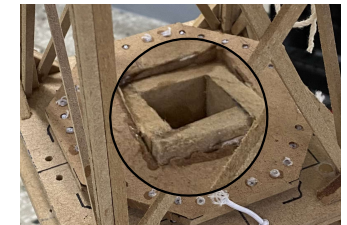
Y-축: 4.23426 m/s<sup>2</sup> >

파단 될 때 합성 수평 가속도

$$\sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{34.32} \approx 5.858$$

$$\text{즉, } \frac{5.858}{9.81} \approx 0.597g$$

### < 변의 사례 >



가속

X-축: 4.76276 m/s<sup>2</sup> >

Y-축: 4.93116 m/s<sup>2</sup> >

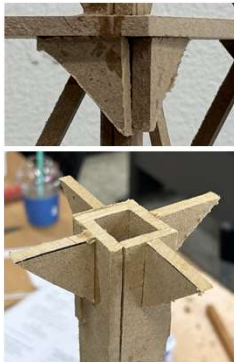
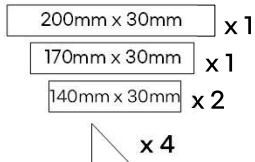
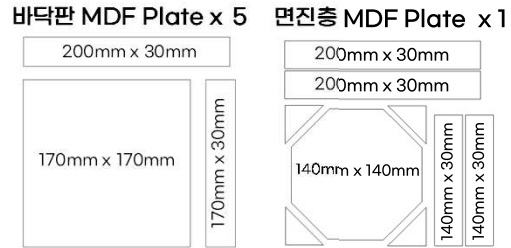
파단 될 때 합성 수평 가속도

$$\sqrt{X^2 + Y^2} = \sqrt{47} \approx 6.856, \frac{6.856}{9.81} \approx 0.699g$$

재료 사용 계획



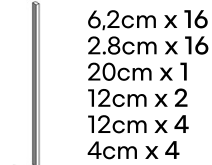
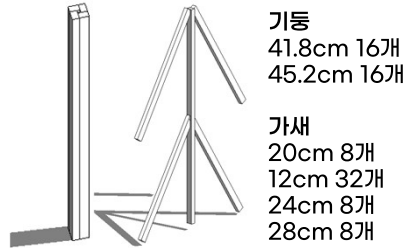
< MDF Plate >



**Haunch**  
1층 하부, 3층 상하부, 4층 상부

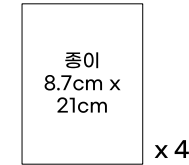
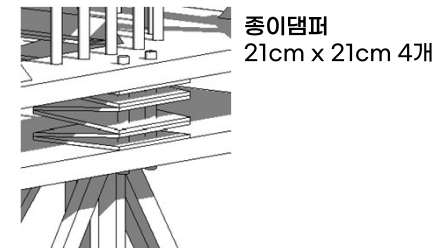
**제진층 연결 부위 보강**  
텐세그리티 팔각형 보강용

< MDF Strip >



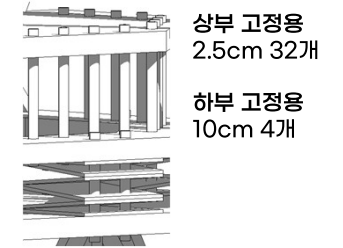
하중블록 고정용으로 사용

< A4 용지 >



기둥 보강용으로 사용

< 스트링 고무줄 >



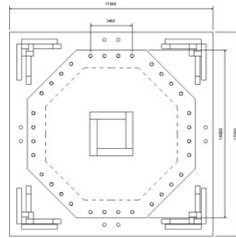
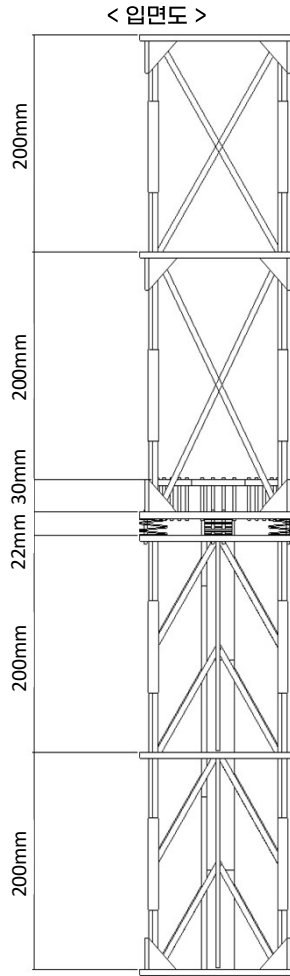
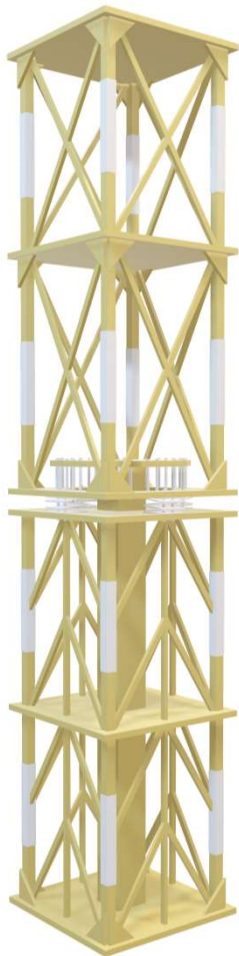
총 길이 120cm, 2개 사용

< 접착제 >

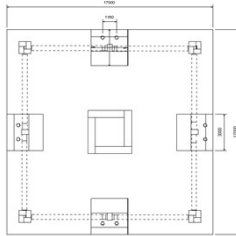


메탈 노즐 사용으로  
불필요한 접착제 낭비 방지

최종 설계안



< 2층 평면도 >



< 1층 평면도 >

구분		소요시간								
		1시간			2시간			3시간		
		20분	40분	60분	80분	100분	120분	140분	160분	180분
설계	기초 바닥판 착도	■								
	제진층 착도	■								
재료 가공	기초 바닥판 제작		■	■						
	제진 장치 제작		■	■						
	댐퍼 제작		■	■						
시공	메가 코어, 기둥 제작			■	■					
	바닥면 설치				■					
	기둥 설치					■				
	하중 블럭 설치					■				
	제진 장치 설치					■				
마감	스트링 연결						■			
	가새 설치							■	■	
	마무리 작업								■	■

팀원 전체  
 김희준, 김민준  
 안지현, 장제민

2시간 20분 소요 예상

재료명	부재	규격(mm)	단가(백만원)	수량(개)	합계(백만원)
MDF plate	슬라브	200*200*6	100	5	500
	팔각형 슬라브			1	100
MDF Strip	1, 2층 기둥	4*6*600	10	16	160
	3, 4층 기둥			16	160
	가새			17	170
고무줄	변위제어	600	40	2	80
A4용지	댐퍼	210*297	10	4	40
접착제	록타이트401	20(g)	200	2	400
총 합계(백만원)					1610