

PROJECT

2016

구조물 내진설계 경진대회

주제: 내진설계기술에 의한 지진재해 예방과 대응



팀원 소개 및 역할

대 학 명 : 동아대학교

지도교수님 : 최광규 교수님

팀 명 : S press O

팀 소개 : 강한 압력에 오래 버틴다

그리고 '에스프레소' 로

처럼 설계의 기초를 중요시 여기는 팀



Civil engineer Team members

이동환

이론 및 PPT제작

이철희

피드백 및 제작

김건우

제작 총괄 및 설계

양홍석

정보탐색 및 제작

PROJECT

INDEX



대회 규정 및 이론



재료 및 지진파 분석



내진설계



최종예상안



Prologue



국민의 **생명**과 주요 기간시설의 **보호!**

대표적인 부산의 **예시** → 광안대교!

지진 **발생** 시 광안대교 주탑의 **붕괴**는 다양한 **재해**를 **발생**시킬 수 있다!

저희는 연약지반 고층주탑을 모티브로 삼아 진행해 보았습니다.



대회 요강

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4

01

■ 구조물 제작 및 심사기준

- ① 구조물의 목표 내진성능과 이에 최적화된 설계방법의 이해
- ② 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- ③ **지반가속도 0.7g** 수준에서 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- ④ **시공성과 경제성을 고려**하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계
- ⑤ 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

1. **[원칙]** 작품은 **4층 이상**으로 제작되어야 하며, 각 층은 규정된 하중을 정적으로 지지할 수 있어야 한다.

2. **[구조]** 작품의 구조는 다음 각 항의 조건을 모두 만족해야 한다.

- ① 기초판은 1층의 바닥면이 되며, 최상층은 천정을 가져야 한다(옥상에도 하중블록을 설치해야 함).
- ② 각 층의 바닥 면적은 **10,000mm² 이상, 30,000mm² 이하**이어야 한다. 여기서 바닥 면적의 산정 기준은 최외각 기둥 부재를 이은 면적으로 정의한다.
- ③ 바닥은 반드시 면을 이루고 있을 필요는 없다. 예를 들어 몇 개의 선형 부재(Strip)를 연결한 형태도 가능하다.
- ④ 각 층의 높이는 **200mm 이상**으로, 총 높이는 **800mm 이상 900mm 이하**가 되어야 하며, 각 층간은 분명한 경계를 가져야 하며, 층고는 각 층의 바닥면 간격을 기준으로 측정한다.
- ⑤ 각 층에는 **하중 블록의 낙하를 방지하기 위한 시설이 설치**되어야 한다.
- ⑥ 구조부재의 연결은 제공되는 제작 재료만을 사용하여야 한다.

3. **[하중]** 하중은 각 층에 **6kg 이상**의 강재 하중블록세트(하중 블록 개당 0.5kg)를 설치하며, **총 24kg** 이상의 하중블록이 설치되어야 한다. 하중블록의 설치는 다음의 규정을 만족하여야 한다.

- ① 하중블록의 규격은 **26mm × 50mm × 50mm(높이×가로×세로)**이며, 자유로운 형태로 배치가 가능하다.
- ② 1층 바닥에는 하중블록을 설치하지 않으며, 1층 바닥을 제외한 나머지 층의 바닥면과 최상층 상부면에는 하중블록을 설치하여야 한다. 예를 들어 4층의 모형인 경우, 최소한 6 kg 하중블록세트 4조가 필요하다.
- ③ 하중블록은 접착제를 이용하여 상호간 또는 구조물에 직접 고정할 수도 있다.
- ④ 하중블록을 고정하기 위한 용도로는 모든 재료를 사용할 수 있다.

경제성 부분
2400 백만원
이하 설계

대회 요강

Part 1

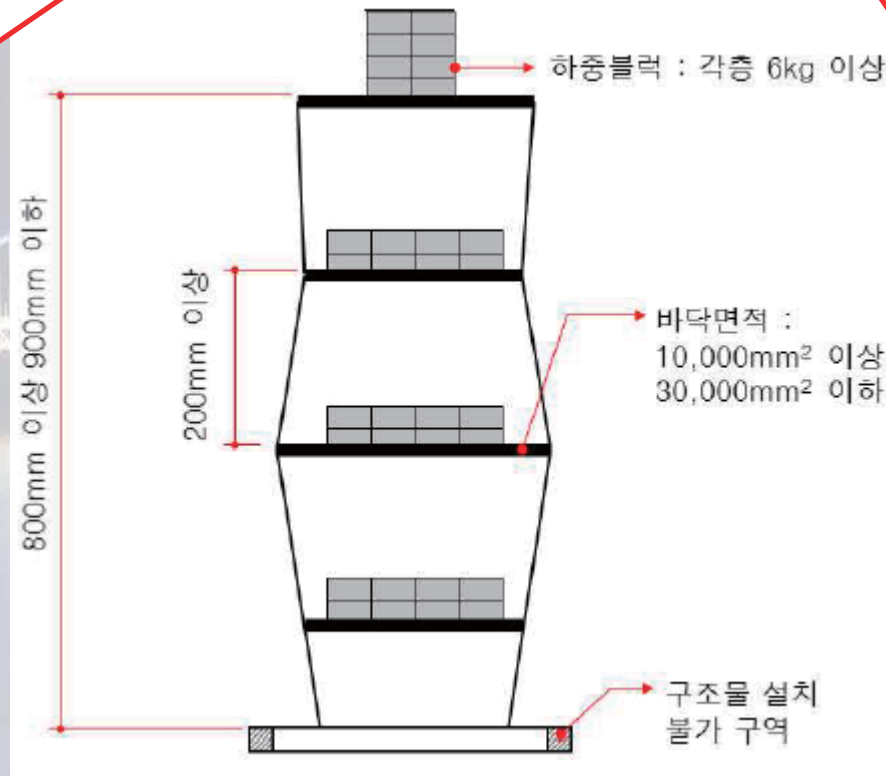
Part 2

Part 3

Part 4

규정

착안점



1. 연약지반

- 연약지반에 따른 지진파의 증폭, 지진 발생 시 장주기화 될 가능성으로 이를 대비해야 함

2. 안전보호

- 국민의 안전보호 위해 기둥을 튼튼하게 설계

01

필요 이론

Part 1

Part 2

Part 3

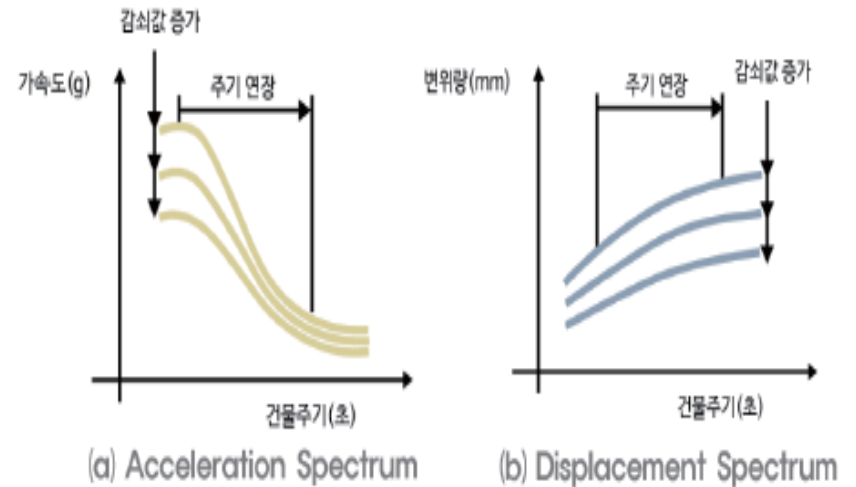
Part 4

02

지진과 건물고유주기

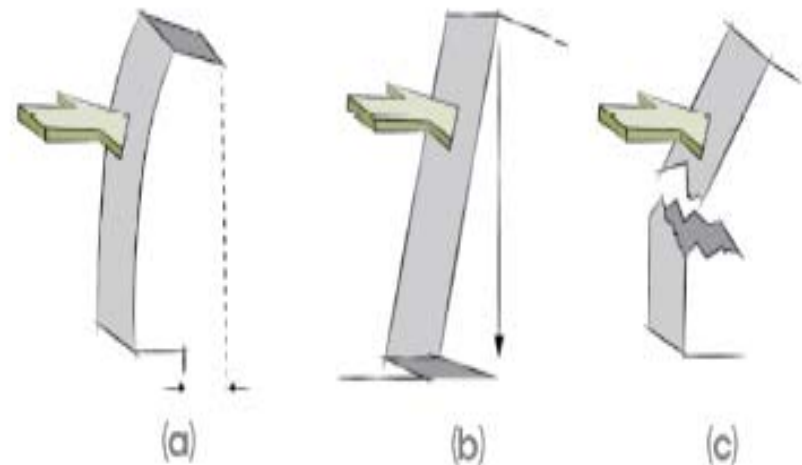
- (a) 주기가 길수록 가속도 감소
- (b) 주기가 길수록 변위 증가

" 주탑의 높이가 높아 고유주기가 길어지며 지진에 대한 변위가 증가한다. "



장주기 건물 특징

- (a) 주기가 길수록 변위 증가
 - (b) 전도모멘트가 크면 접합부 및 부재에 과도한 E발생
 - (c) 변위가 크게 발생하면 붕괴가능성이 높아진다.
- " 연약지반이기 때문에 장주기 고려 필요. "



재료 물성치

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



$$E = \frac{PL^3}{3\delta I} \quad I = 32\text{mm}^4$$
$$E = \frac{\text{하중}(kg) \times 9.81\text{m/s}^2 \times (100\text{mm})^3}{3 \times \text{변위}(mm) \times 32\text{mm}^4}$$

하중 : $0.1086\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2$

변위 : 6mm

L : 100mm

탄성계수 = 1839.409MPa

02

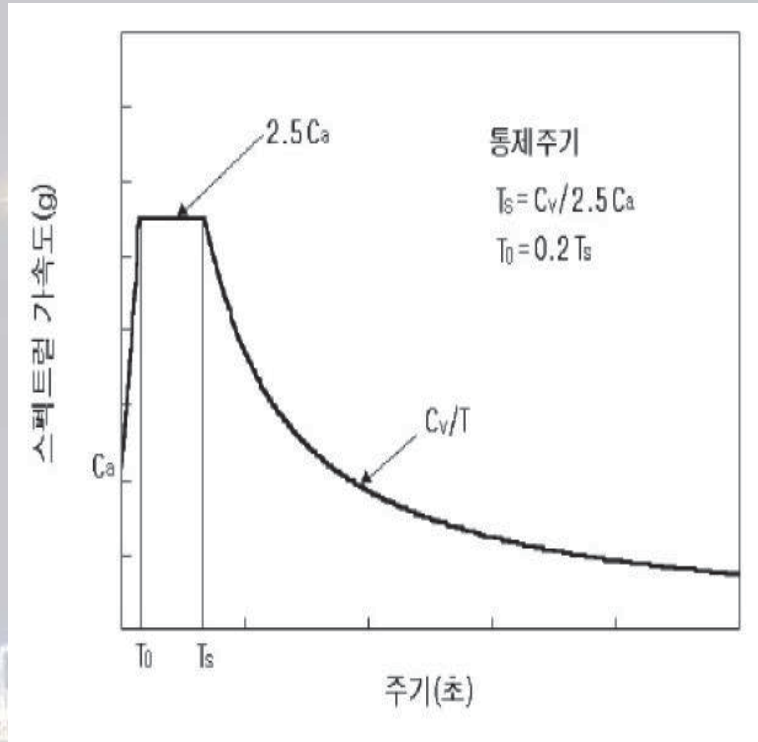
지진 파 분석

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



구조물의 주기를 0.03 ~ 2초 사이에서의 설계

→ 안전성을 위해 제진 or 면진장치를 이용해 가속도를 절감시켜준다.

구조물의 주기가 2초가 넘어갈 경우

→ 구조물이 전도되어 인명피해 발생의 우려가 있음

02

금년도 대회 스펙트럼

설계스펙트럼 주파수

- 0.5Hz ~ 30Hz → 0.03초 ~ 2초

최대 가속도

- 0.7g → $C_a = 0.28g$

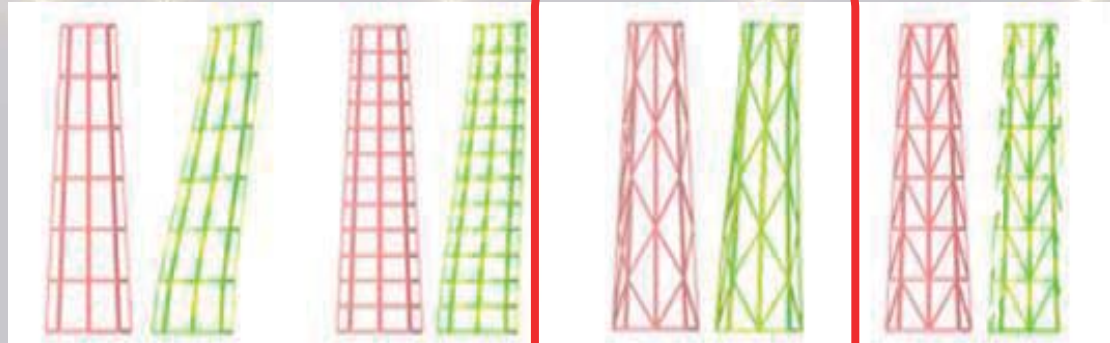
형상 분석

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



	BASE	TYPE A	TYPE B	TYPE C
구조물 형태	보 간격 긴 직사각형	보 간격 짧은 직사각형	다이아몬드	역삼각형
경제성	상	중	중	중하
시공성	상	중	하	하
안정성	하	중하	중	중상

02

설계 도면

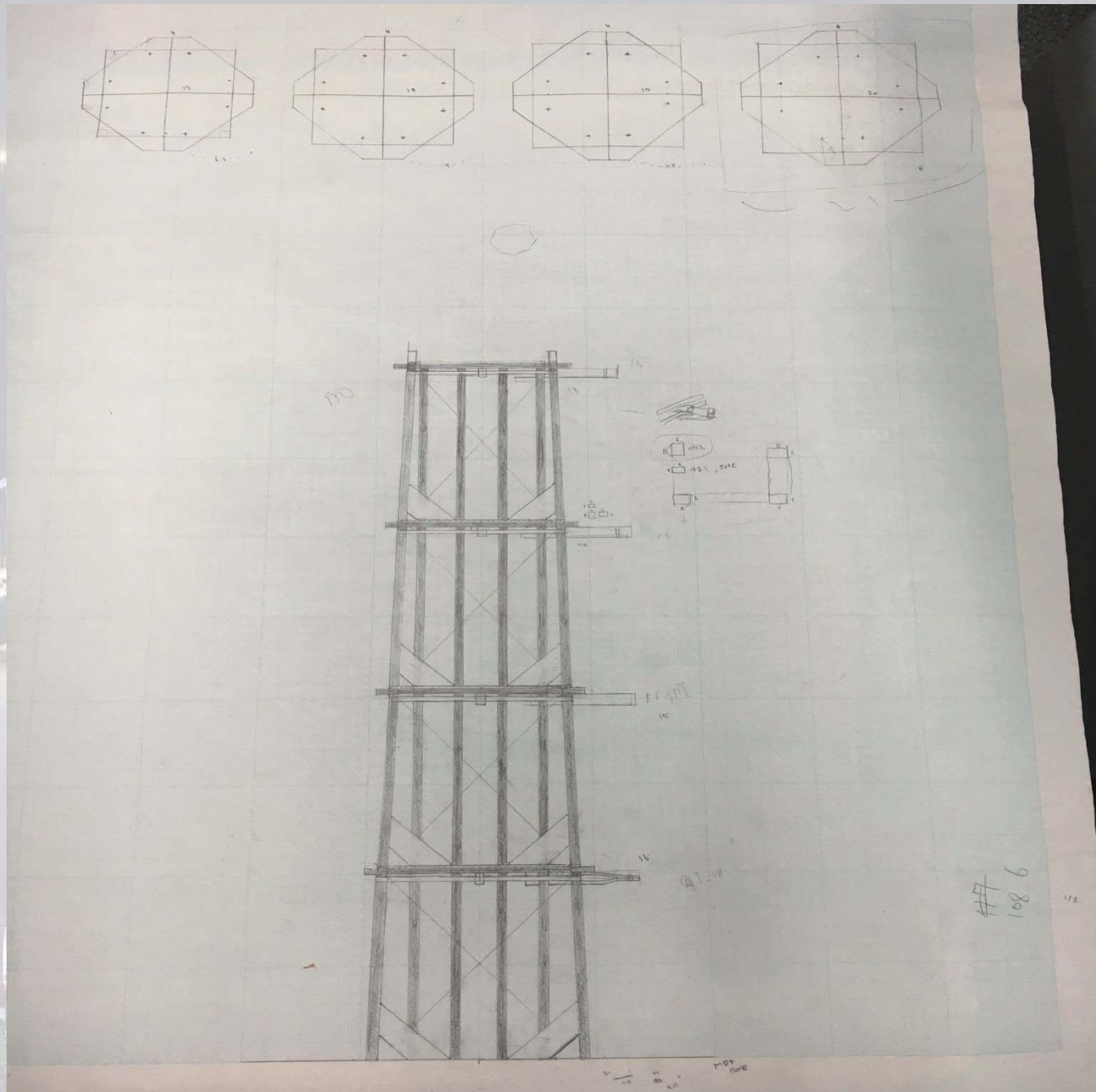
Part 1

Part 2

Part 3

Part 4

03



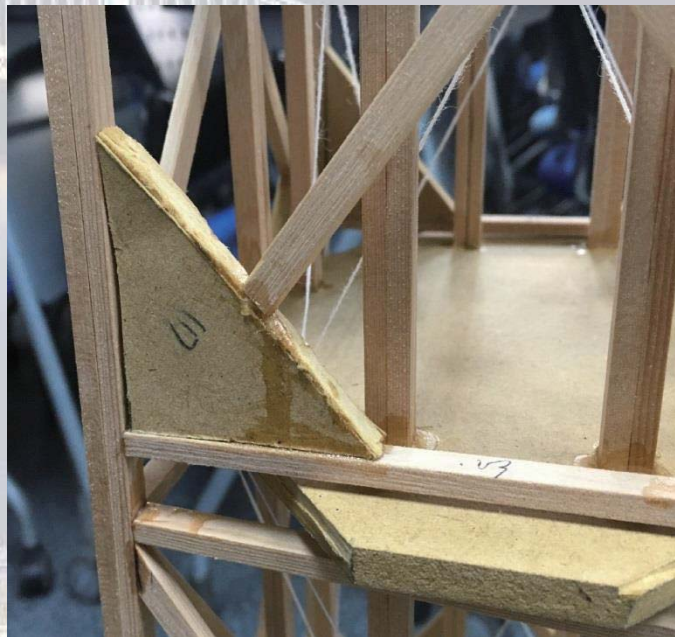
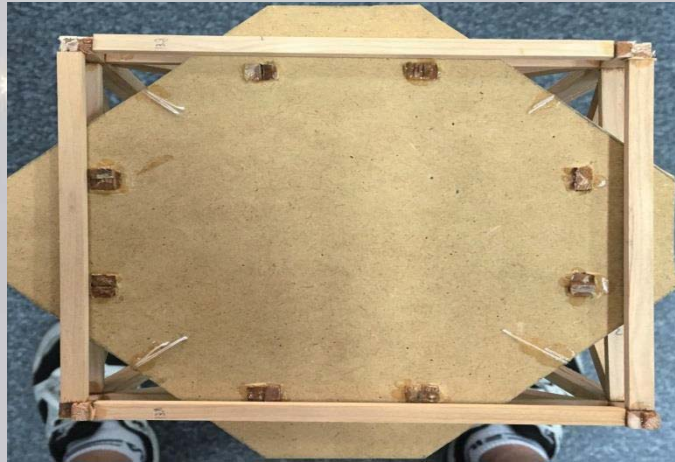
바닥판 제작

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



형상 : 정팔각형
이유는 힘에 강한 모형은
원형이지만
시공상의 어려움으로
그에 비슷한 팔각형 사용

자르고 남은 모양은
경제성을 고려하여
트러스 접합부 강화용으로 사용

바닥 면적 : 4층 20450mm^2
3층 22600mm^2
2층 24850mm^2
1층 27200mm^2

03

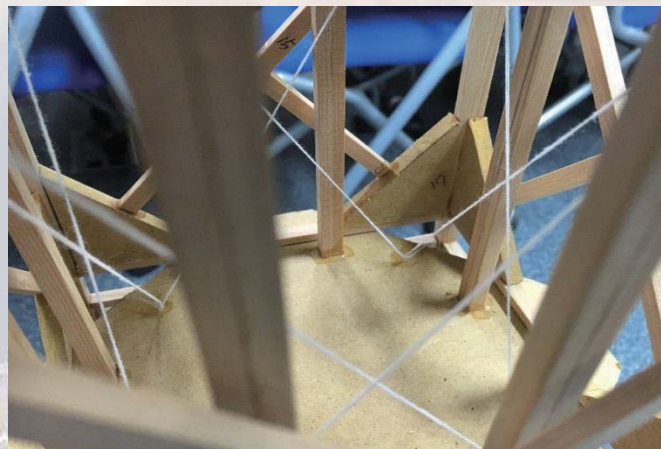
내부 구조

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



원리 1 : 건물에 하중이 가해지면
주기가 길어진다.

원리 2 : 면실을 이용하여 주기 증가
장 점: 주기가 길어지면
가속도 감소

기둥 높이 : 802.4mm

기둥 넓이 : 6mm x 8mm

면실 각층당 8가닥 사용

면실 사용으로 취성파괴 방지

03

외부 구조

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



03

원리 1 : 바닥면을 넓게 하여
고층 힘분배 최소화

원리 2 : 트러스를 이용하여
기둥부분 부담 최소화

장 점 : 바닥판을 자르고 남은
부분 재활용 하여
경제성과 안정성 추구

기둥 높이 : 803mm

외부 형상 : 88° 의 사다리꼴

기둥 넓이 : 6mm x 8mm

트러스 길이 (평균치) : 210mm

다이아몬드형 트러스 사용

트러스 접합부 MDF판 이용 강화

Damper

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



03

원리 1 : 내부 외부의 접합부를
데미퍼로 사용

원리 2 : 내부골조가 흔들릴때
외부골조와 발생하는
마찰력을 사용

장 점 : 가속도를 마찰력으로
감소

제원

데미퍼 길이: 150mm

면적 : 대략 80mm 소요 예상

적은 재료를 사용하여
문제가 되는 가속도 감소에 대해
많은 효과 기대

<물량산출>

경제성 분석

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4

구분		길이 (평균)	필요수량 (EA)	총필요수량 (EA)
내부	기둥	802mm	3	25
	면줄	233mm	32	15
외부	기둥	803mm	3	13
	트러스	210mm	32	15
	바닥판	145mm	16	4
바닥판 (MDF Plate)		185mm	4	4
마찰 Damper	Strip	150mm	32	9
	면줄	80mm	32	5

재료명	필요수량	단가(백만)	비용(백만)	합계(백만)
MDF Strip	62	10	620	1620원
MDF Plate	4	100	400	
면줄	20	10	200	
접착제	2	200	400	

예상 예산안 1620(백만)원으로 최종 설계까지 좀더 보완한다면
100 ~ 200(백만)원 더 늘어날 것으로 예상

04

팀원 소개 및 역할

대 학 명 : 동아대학교

지도교수님 : 최광규 교수님

팀 명 : S press O

팀 소 개 : 강한 압력에 오래 버틴다

그리고 '에스프레소' 로

처럼 설계의 기초를 중요시 여기는 팀



Civil engineer Team members

이동환

이론 및 PPT제작

이철희

피드백 및 제작

김건우

제작 총괄 및 설계

양홍석

정보탐색 및 제작

Prologue



국민의 **생명**과 주요 기간시설의 **보호!**

대표적인 부산의 **예시** → 광안대교!

지진 **발생** 시 광안대교 주탑의 **붕괴**는 다양한 **재해**를 **발생**시킬 수 있다!

저희는 연약지반 고층주탑을 모티브로 삼아 진행해 보았습니다.



대회 요강

Part 1

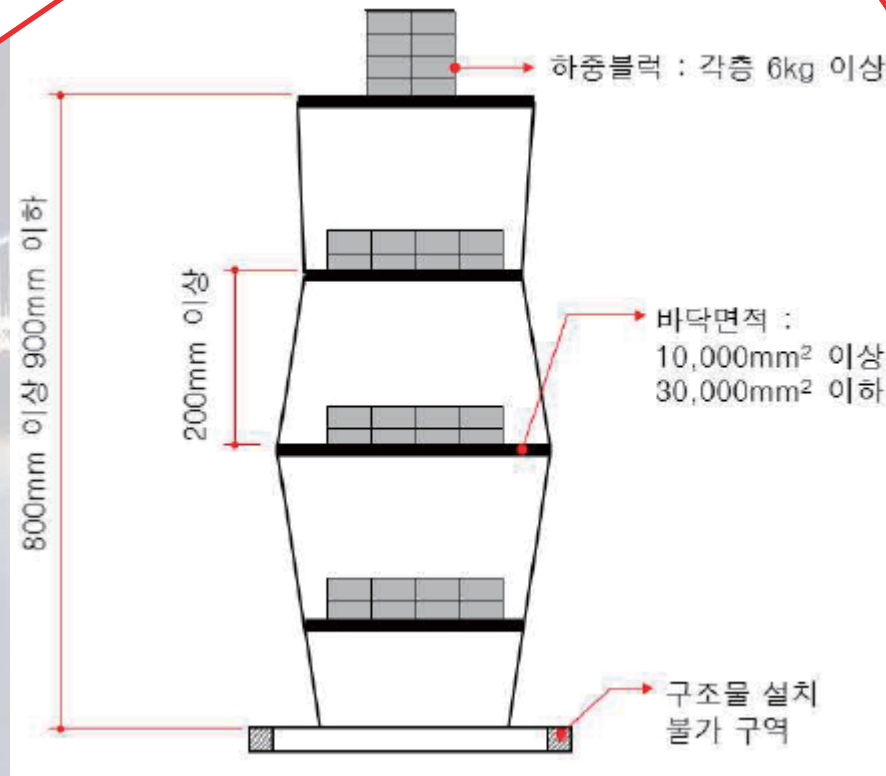
Part 2

Part 3

Part 4

규정

착안점



1. 연약지반

- 연약지반에 따른 지진파의 증폭, 지진 발생 시 장주기화 될 가능성으로 이를 대비해야 함

2. 안전보호

- 국민의 안전보호 위해 기둥을 튼튼하게 설계

01

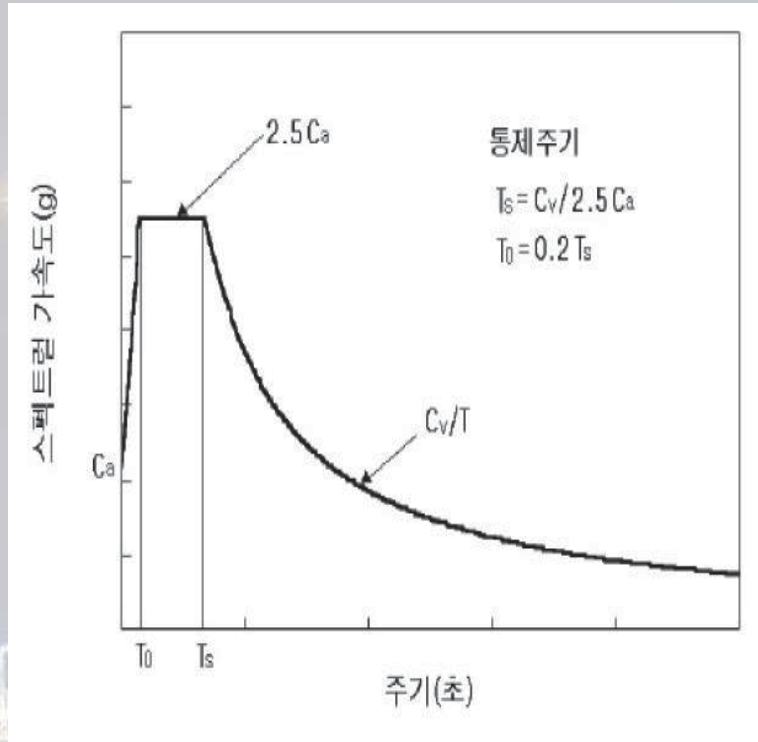
지진 파 분석

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



구조물의 주기를 0.03 ~ 2초 사이에서의 설계

→ 안전성을 위해 제진 or 면진장치를 이용해 가속도를 절감시켜준다.

구조물의 주기가 2초가 넘어갈 경우

→ 구조물이 전도되어 인명피해 발생의 우려가 있음

02

금년도 대회 스펙트럼

설계스펙트럼 주파수

- 0.5Hz ~ 30Hz → 0.03초 ~ 2초

최대 가속도

- 0.7g → $C_a = 0.28g$

설계 도면

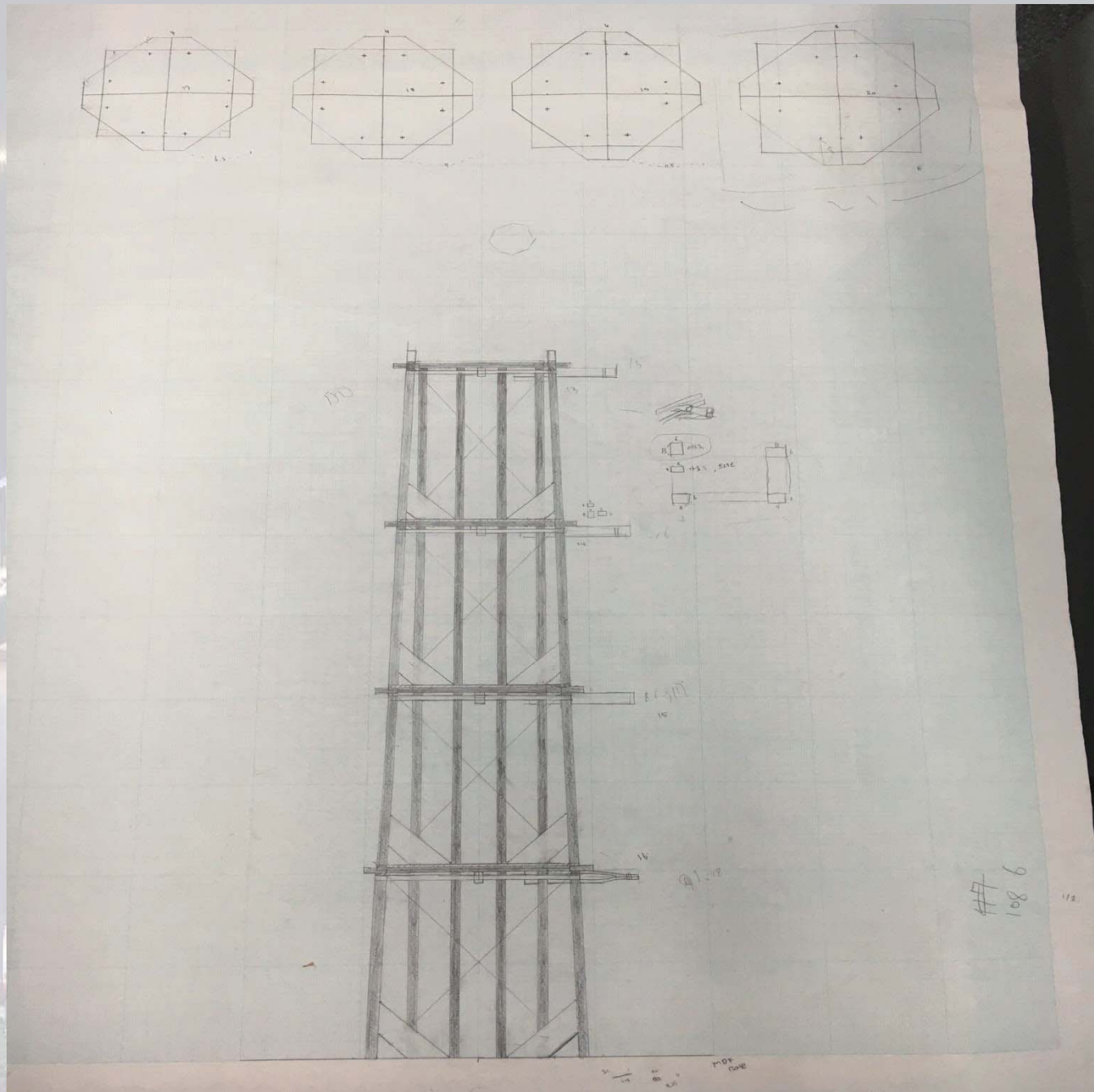
Part 1

Part 2

Part 3

Part 4

03



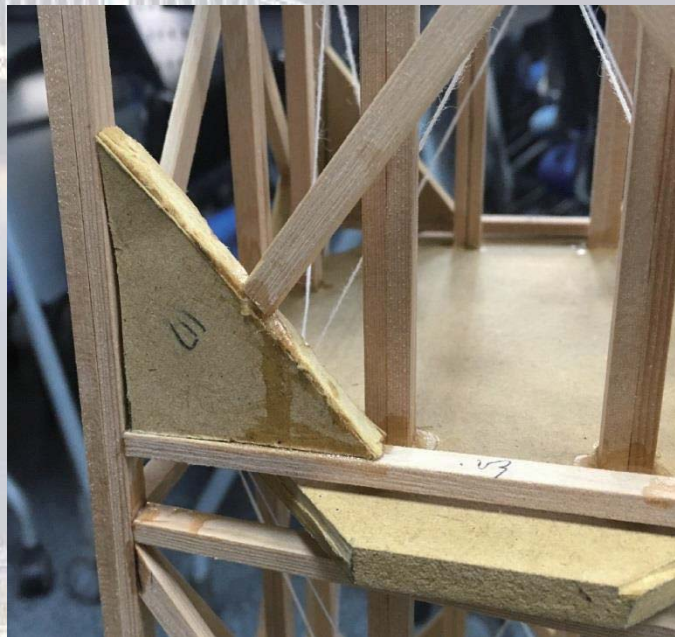
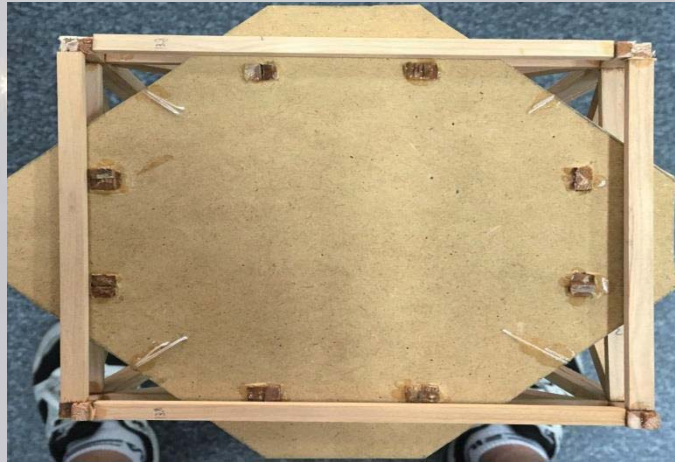
바닥판 제작

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



형상 : 정팔각형
이유는 힘에 강한 모형은
원형이지만
시공상의 어려움으로
그에 비슷한 팔각형 사용

자르고 남은 모양은
경제성을 고려하여
트러스 접합부 강화용으로 사용

바닥 면적 : 4층 20450mm^2
3층 22600mm^2
2층 24850mm^2
1층 27200mm^2

03

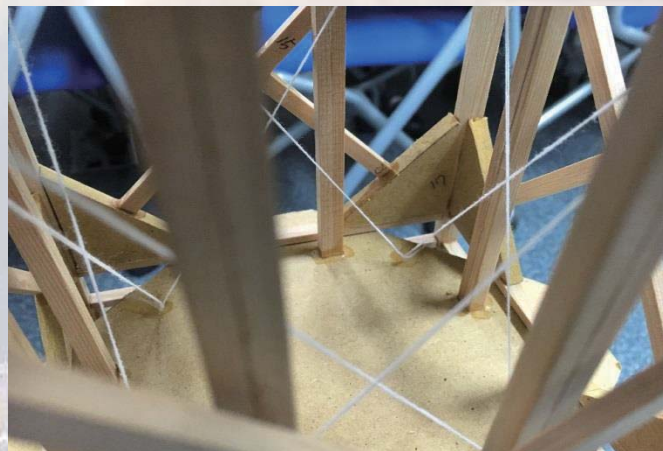
내부 구조

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



03

원리 1 : 건물에 하중이 가해지면
주기가 길어진다.

원리 2 : 면실을 이용하여 주기 증가
장 점: 주기가 길어지면
가속도 감소

기둥 높이 : 802.4mm

기둥 넓이 : 6mm x 8mm

면실 각층당 8가닥 사용

면실 사용으로 취성파괴 방지

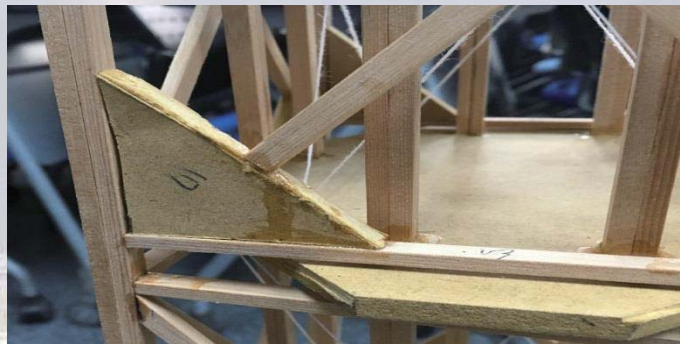
외부 구조

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



03

원리 1 : 바닥면을 넓게 하여
고층 힘분배 최소화

원리 2 : 트러스를 이용하여
기둥부분 부담 최소화

장 점 : 바닥판을 자르고 남은
부분 재활용 하여
경제성과 안정성 추구

기둥 높이 : 803mm

외부 형상 : 88° 의 사다리꼴

기둥 넓이 : 6mm x 8mm

트러스 길이 (평균치) : 210mm

다이아몬드형 트러스 사용

트러스 접합부 MDF판 이용 강화

Damper

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4



03

원리 1 : 내부 외부의 접합부를
데미퍼로 사용

원리 2 : 내부골조가 흔들릴때
외부골조와 발생하는
마찰력을 사용

장 점 : 가속도를 마찰력으로
감소

제원

데미퍼 길이: 150mm

면적 : 대략 80mm 소요 예상

적은 재료를 사용하여
문제가 되는 가속도 감소에 대해
많은 효과 기대

<물량산출>

경제성 분석

Part 1

Part 2

Part 3

Part 4

구분		길이 (평균)	필요수량 (EA)	총필요수량 (EA)
내부	기둥	802mm	3	25
	면줄	233mm	32	15
외부	기둥	803mm	3	13
	트러스	210mm	32	15
	바닥판	145mm	16	4
바닥판 (MDF Plate)		185mm	4	4
마찰 Damper	Strip	150mm	32	9
	면줄	80mm	32	5

재료명	필요수량	단가(백만)	비용(백만)	합계(백만)
MDF Strip	62	10	620	1620원
MDF Plate	4	100	400	
면줄	20	10	200	
접착제	2	200	400	

예상 예산안 1620(백만)원으로 최종 설계까지 좀더 보완한다면
100 ~ 200(백만)원 더 늘어날 것으로 예상

04