STEP STONE

- ✓ 대학명 : 동아대학교
- ✓ 팀명 : step stone
- ✓ 지도교수 : 박현우 교수님

➢ 디딤돌은 장애를 극복하고 목표로 가기 위해 딛고 올라서는 돌을 뜻 합니다.
디딤돌처럼 지진이라는 장애를 극복하고 안전한 구조물 설계라는 목표로 단계별로 나아가자는 의지를 나타 내었습니다.

박현우	박수민	강봉주	장귀한	임성민
지도교수 및 자문위원	구조해석 및 검토	PPT 및 도면 작성	물성치 및 경제성 분석	지진파 및 규정 분석

내진 설계 방향 설정

내진 구조

➢ 건물의 강성을 증가시켜 구조물 자체의 강도로 지진 하중에 저항

제진 구조

➢ 건물에 추나 댐퍼같은 제진장치를 설치하여 지진력을 흡수하여 흔들림과 횡압력을 상쇄

면진 구조

➢ 면진장치를 설치하여 지반과 구조물을 분리하여 구조물이 받는 지진 에너지를 분산

- ✓ 내진구조를 통해 강성만 증가시킨 구조물은 단주기 지진에 취약하다.
- ✓ 따라서 제진구조나 면진구조를 적절하게 적용하면 단주기와 장주기에 모두 효과적으로 저항 할 수 있다.

지진파 분석

설계 목표 성능 수준

설계지진 재현주기(년)	내진성능 수준			
	기능수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
500	내진특등급	내진특등급	내진특등급	
2400				내진특등급

- 지진구역 : Ⅰ
- 지진구역 계수(Z) : 0.11g
- 지반종류 : S_2 얕고 단단한 지반
- 위험도 계수(I) :

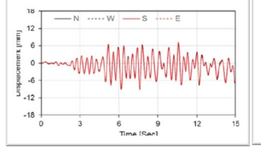
재현주기	위험도계수(I)					
	50년	100년	200년	500년	1000년	2400년
위험도계수(I)	1.0	1.5	2.0	2.7	3.8	5.4

인공지진파 특성

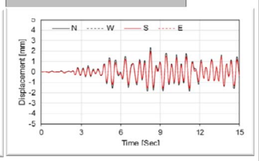
- 인공지진파 설계 스펙트럼 주파수 대역 0.5Hz ~ 30Hz
- 상관관계가 0.3이하인 두개의 지진파를 수평 2방향으로 가진

X,Y 조합 지진파

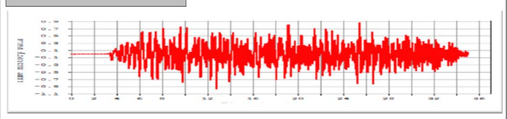
X축 지진파



Y축 지진파



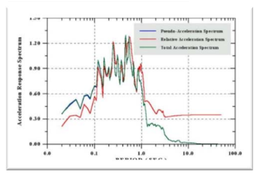
조합 지진파



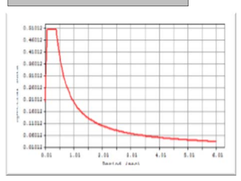
- 지진파의 특정지점에 취약주기가 있다
- 취약지점을 분석하고 이에 대비한다

설계 응답 스펙트럼

응답 스펙트럼

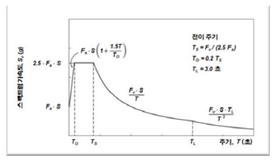


설계 스펙트럼



- 응답스펙트럼은 지반 운동에 의한 응답 물리량의 최고치를 고유주기의 함수로 나타낸 것
- 구조물에 지진하중을 가진 하여 각각의 고유주기에 대한 최대응답을 얻은 후 이를 연결하면 응답 스펙트럼을 구할 수 있다
- 설계스펙트럼은 특정지진에 대한 응답 스펙트럼은 진동주기에 따라 급격하게 변하기 때문에 직선의 형태로 간략화 하여 구성

S_2 지반 가속도 표준설계 응답 스펙트럼



➢ 유효지반가속도(S) = Z x I

➢ 설계 스펙트럼 가속도 = 증폭계수 x S

지반종류	단주기 지반 증폭계수			장주기 지반 증폭계수		
	S ≤ 0.1	S = 0.2	S = 0.3	S ≤ 0.1	S = 0.2	S = 0.3
S_2	1.4	1.4	1.3	1.5	1.4	1.3

➢ 유효지반가속도(S) = Z x I
= 0.11 x 5.4 = 0.594g

➢ 설계 스펙트럼 가속도 = 증폭계수 x S
단주기 = 0.594 x 1.3 = 0.772g
장주기 = 0.594 x 1.3 = 0.772g

재료 물성치 분석

MDF 탄성 계수

➢ 캔틸레버를 통한 측정

식 $E = \frac{PL^3}{3\delta I}$ 사용

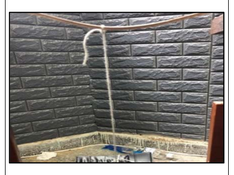
하중(N)	평균변위(mm)
90	5.12

탄성 계수(Mpa)

1820.4

STRIP 휨 강도

➢ 단순보를 통한 측정



식 $f = 1.5\frac{PL}{bh^2}$ 사용

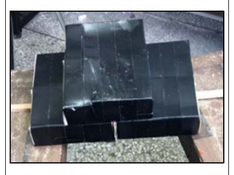
하중(N)	경간거리(mm)
90	59

휨 강도(Mpa)

25.5

STRIP 전단 강도

➢ 전단 강도 측정



- 큰 하중을 재하 하여도 전단 파괴는 일어나지 않음
- 구조물 파괴의 주된 원인은 휨에 의한 파괴임

실험 결론

전단 파괴 가능성 적음

면줄 탄성 계수

➢ 면줄의 변위를 측정

변위식 $\delta = \frac{PL}{EA}$ 사용

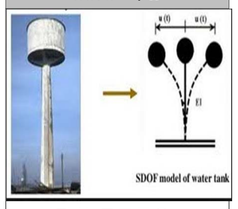
하중(N)	평균변위(mm)
60	2.125

탄성 계수(Mpa)

210.74

기술 컨셉

Core 기둥

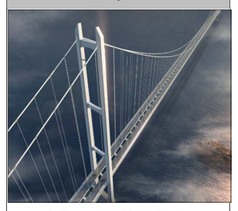


➢ 복잡한 구조물을 단순화시킬 모드 필요

➢ 타워 형태의 구조물이 캔틸레버처럼 거동 한다고 가정

➢ 캔틸레버 역할을 할 Core기둥 제작

현수교



➢ 상층부 드리프트를 제어할 장치 필요

➢ 면줄의 인장력을 이용해변위 제어 가능

➢ 면줄을 사용해 현수교의 케이블과 같은 장치제작

마찰 댐퍼

➢ 내진 구조만으로는 단주기에 취약함

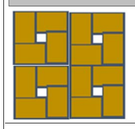
➢ 지진 에너지를 소산 시켜줄 제진 장치필요

➢ 마찰 댐퍼를 이용해 지진 에너지 소산 장주기저항 확보

구조물 설계

세부 구조 설계

Core 기둥 단면 결정 및 이음

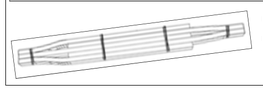


- Strip 16개를 활용해 20 x 20mm 단면제작
- 내부 중공을 확보 함으로써 제작시 결합성 증대
- 길이 방향으로 엇갈리게 높이를 결정하여 이음부를 확보하고 면줄을 통해 이음실시

Cable 설치를 위한 Plate 방향 결정

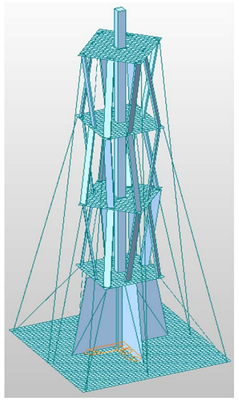
- Plate 모서리에서 Base로 Cable을 설치하기 위해 Plate 방향을 45도 회전 시킴
- 각층당 Cable 4개씩 설치

제진용 마찰 댐퍼 제작



- 면줄과 Strip을 사용해 제작
- Strip 사이의 마찰을 이용해 제진작용

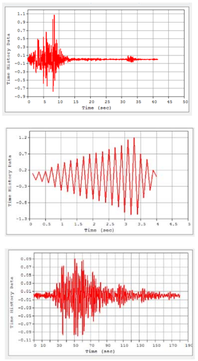
기본형상 모델링



구조해석

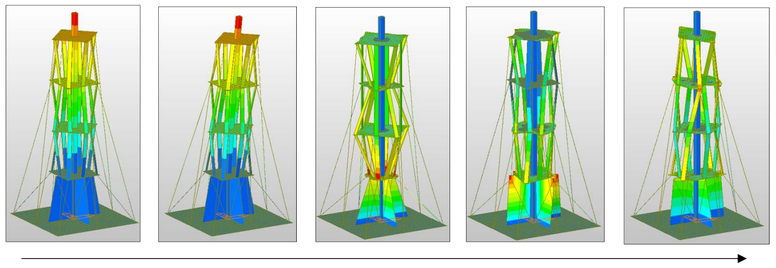
마이다스 프로그램을 활용한 구조해석 실시

적용 지진파



동적 거동 예상

Mode 1	Mode 2	Mode 3	Mode 4	Mode 5
주기 0.2763	0.2274	0.1734	0.1477	0.0956



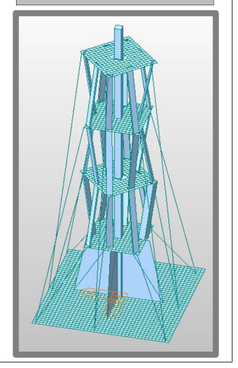
➢ Mode 3 시점에서 2층 응력집중 파괴유도

최종 구조물 및 예산안, 공정표

최종 구조물

제작 구조물

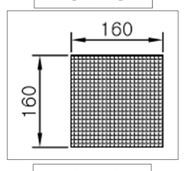
모델링



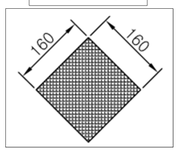
설계 도면

평면도

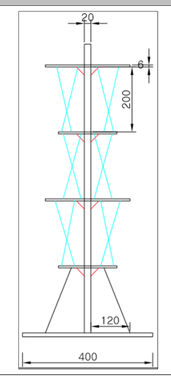
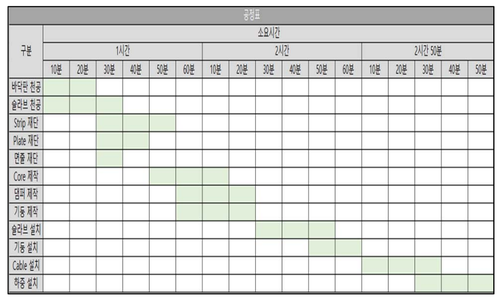
2층 & 4층



3층 & 5층



입면도



종류	부재명	개수	단가(백만원)	비용(백만원)	합계(백만원)
Strip	Core	24	10	240	320
	Damper	4		40	
	기둥	4		40	
Plate	슬라브	4	100	400	600
	기초 보강	1		100	
	낙하 방지재	1		100	
면줄	댐퍼 보강	2	10	20	80
	Core 보강	2		20	
	Cable	4		40	
A4	A4	2	10	20	20
접착제	접착제	3	200	600	600
통계	320+600+80+20+600 = 1620(백만원)