

2019 구조물 내진설계 경진대회 가천대학교 발표

아 궁 이

아주 궁금하다.. 이 팀

최원창 교수님

자문 위원

윤태진

팀장 및 발표자
지진파 분석 및 시공

백대일

구조 해석 및 3D 모델링

안용태

설계제안서 및 도면 작성

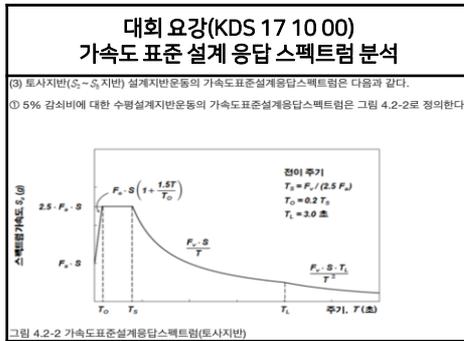
장홍석

MIDAS 해석 및 적산

설계 목표

“0.7g 파괴 가속도에 무너지는 건축물”

지진구역	I	
지진 구역 계수(Z)	0.11g	
지반 종류	얕고 단단한 지반(S ₂)	
중요도 계수(내진 특등급)	1.5	
위험도 계수	500년	2.7
	2,400년	5.4
반응 수정 계수(R)	3.5 (대변형이 가능한 부재 및 부착물)	



목표 최대 지진하중(2,400년) : $S = Z \times I = 0.11 \times 5.4 = 0.594g$

붕괴 최대 지진하중 : $S = 0.7g$

$T_0 = F_v / 2.5 F_a = 1 / 2.5 = 0.4s$ * $F_a, F_v = 1$

$T_0 = 0.2 T_s = 0.2 \times 0.4 = 0.08s$

0.594g 지진 하중에 버티도록 기본 구조물 내진설계

0.7g 지진 하중 발생 시 구조물 붕괴 목표

설계 개요

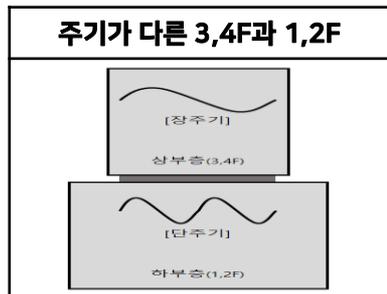
“지진에 의한 진동 제어”

How?

동조질량감쇠기(TMD; Tuned Mass Damper)를 모티브. 질량체가 건물 전체의 진동을 제어해 주는 개념을 응용.



동조 질량 감쇠기 (TMD; Tuned Mass Damper)



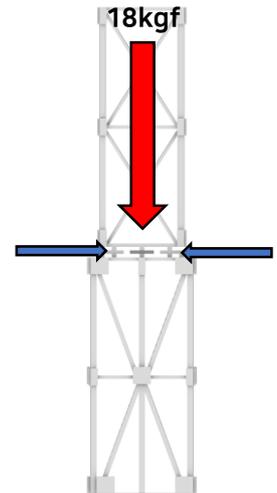
주기가 다른 3,4F과 1,2F

상부층(3,4F)은 장주기를 가지며 하부층(1,2F)은 단주기를 가진다.



마찰 플레이트

상부층과 하부층의 서로 다른 수평 거동으로 마찰 플레이트 작동.

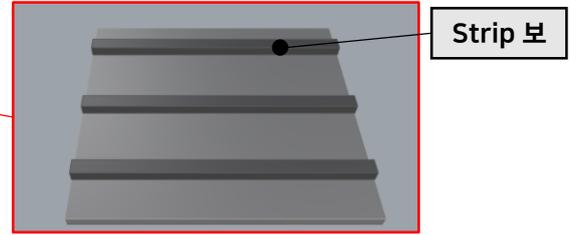
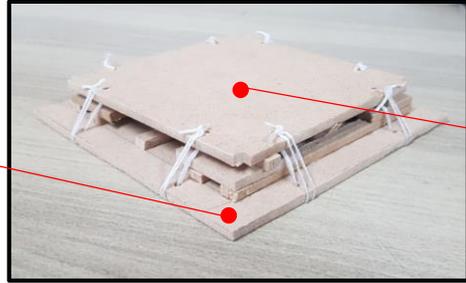
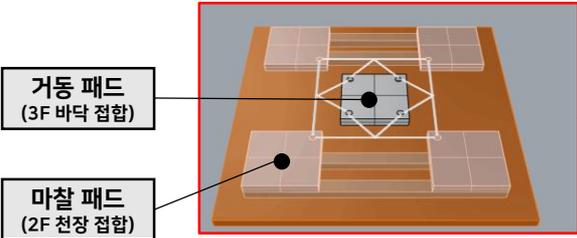


마찰 플레이트의 상부층(3,4F)이 수평 거동하는 TMD의 부구조물 역할.

동조 질량 감쇠기 이미지 출처 : http://dabinworld.com/community/notice.php?id=757&bgu=view&bbs_data=aWR4PTc1NyZzdGFydFBlbHh2ZU9Mc2saXN0Tm89NjcmcdGFibGU9Y3NfYmJzX2RhdGEmY29kZT1jb21tdW5pdHlfbm90aWNIInNlYXJjF9pdGVtPSZzZWYyZmhf3kZlX1
 중간층 면진 시스템 출처 : [http://www.drbbworld.com/DATAS/es_free9/\[11\]EB%A9%B4%EC%A7%84%EC%A0%9C%EC%A7%84%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%EB%A9%B4%EC%A7%84%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%9C](http://www.drbbworld.com/DATAS/es_free9/[11]EB%A9%B4%EC%A7%84%EC%A0%9C%EC%A7%84%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%EB%A9%B4%EC%A7%84%EC%8B%9C%EC%8A%A4%ED%85%9C%9C)

마찰 플레이트

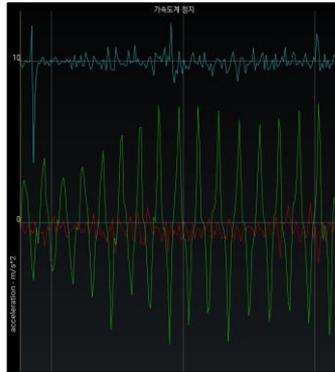
“상부층과 하부층의 거동 분리, 지진 에너지를 마찰 에너지로 소산”



최대 거동 범위(평균) : 14mm

진동 주기 측정 실험

“마찰 플레이트 유무에 따른 상부층의 주기 측정”



구분	진동주기	
	마찰플레이트 有	마찰플레이트 無
1차	0.22초	0.17초
2차	0.34초	0.14초
3차	0.34초	0.23초
4차	0.22초	0.17초
평균	<u>0.28초</u>	<u>0.18초</u>



실험 목적 : 마찰 플레이트 유무에 따른 상부층(3,4F) 진동 주기 증가 확인

어플을 사용하여 진동 주기 측정

✓ **진동 주기 증가 효과 입증**

구조물의 강성 차이

“1,2F 구조물과 3,4F 구조물의 강성 차이”

구분	MODE 1		
	1,2F 구조물		
형상			1,2F 구조물
		면적	170x170(mm ²)
		기둥	층 당 8개
		가새	층 당 8개
주기	0.0605초		

구분	MODE 1		
	3,4F 구조물		
형상			3,4F 구조물
		면적	140x140(mm ²)
		기둥	층 당 4개
		가새	층 당 8개
주기	0.0682초		

구조 해석을 통해
구조물의 강성에 따라
고유 주기가 다른 것을 확인

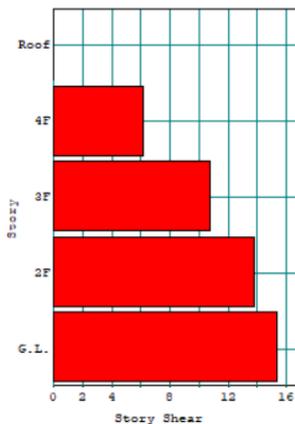
가새 및 기둥

“하부층(1,2F) 가새와 일체형 기둥”

가새 형태에 따른 2층 기둥 상부 최대 전단력

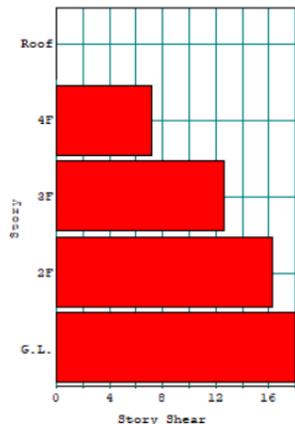
Λ형 가새		V형 가새	
0.594g	0.7g	0.594g	0.7g
2.75KN	3.24KN	2.06KN	2.43 KN

2층 기둥과 마찰 플레이트 접합부 탈락 방지



[0.594g]

Story Name	Story Shear
Roof	0.0
4F	6.1217697
3F	10.713097
2F	13.773982
G.L.	15.304424



[0.7g]

Story Name	Story Shear
Roof	0.0
4F	7.2142067
3F	12.624862
2F	16.231965
G.L.	18.035517

1차 실험



문제점

마찰 플레이트
상부판이 들려
전도 발생

1차 보완



상부판과 하부판을 면줄로
연결하여 전도 방지

2차 실험



문제점

1층 기둥 바닥 접합
부분 파단으로
구조물 전도 발생

2차 보완



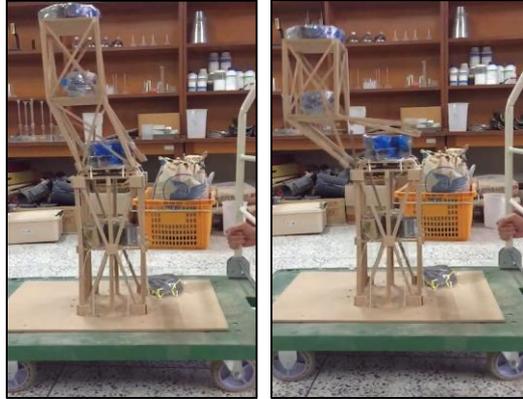
면줄 연결

면줄을 이용하여
구조물 전도 방지

보강 플레이트 설치

접합부에 보강
플레이트를 부착하여
구조물의 전도 방지

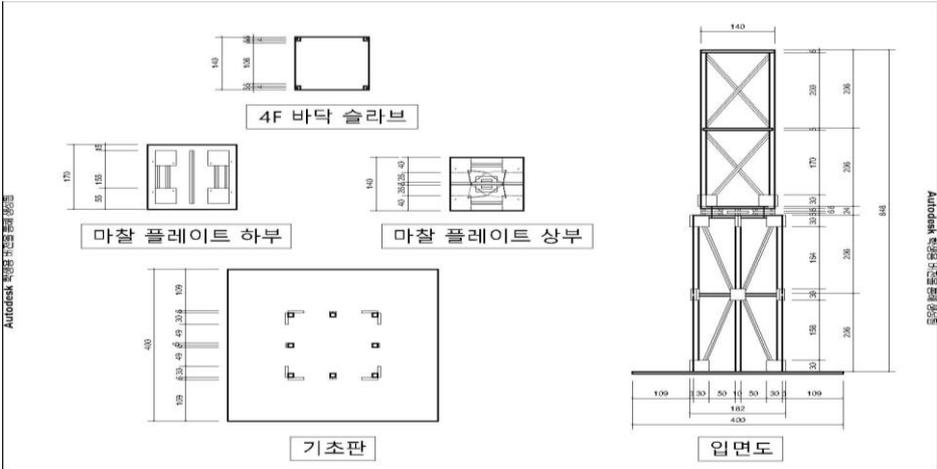
최종 실험



최종 결과



0.7g에 근접해 구조물 파괴.



도면명 평면도 및 입면도 SCALE 1:6 DATE '19.07.25. 팀명 아궁이

종류	규격	부재명	수량	단가 (백만원)	비용 (백만원)	합계 (백만원)
MDF Base	400mm x 400mm x 6mm	기초판	1	-	-	-
MDF Plate	200mm x 200mm x 6mm	바닥 슬라브	3	100	300	500
		마찰 플레이트	2		200	
MDF Strip	600mm x 4mm x 6mm	마찰 플레이트	4	10	40	740
		1, 2F 기둥	22		220	
		1, 2F 가새	16		160	
		부분 일체형 기둥	16		160	
		3, 4F 가새	16		160	
면 줄	600mm	마찰 플레이트 거동	8	10	80	160
		와이어	8		80	
접착제	20g	접착제	2	200	400	400

총액 : 1800(백만원)

구분		공정	1시간 이하		1시간 초과 - 2시간 이하			초과
			00:20	00:40	01:00	01:20	01:40	02:00
Plate	기초판 천공		[장용석]					
	슬라브		[안용태]					
	보강 플레이트		[윤태진]					
Strip	1F, 2F 기둥		[안용태]					
	3F, 4F 부분 일체형 기둥		[장용석]					
	가새		[안용태]					
	접합부 보강재		[윤태진]					
Construction	마찰 플레이트 시공		[윤태진]					
	면 줄 시공 및 부재 접합		[윤태진]					
	하중 블럭 배치		[윤태진]					

제작 시간 : 2시간 20분

[검정색 선] 윤태진
[보라색 선] 백대일
[빨간색 선] 안용태
[파란색 선] 장용석

부재명	규격	수량	재료 수량	부재 재활용
보강 플레이트 (Plate)	30mm x 30mm x 6mm	28개	MDF Plate 1개	슬라브 제작 시 여분 사용
접합부 보강재 (Strip)	30mm x 12mm x 4mm	16개	MDF Strip 1개	기둥 및 가새 제작 시 여분 사용
마찰 플레이트 패드	40mm x 40mm x 6mm	5개	MDF Plate 1개	Plate 슬라브 제작 시 여분 사용

