

STRINGTH

2018 구조물 내진설계 경진대회 설계 제안서

목차

1. 대회 규정 분석
2. 평면 및 입면 형상 결정
3. 제진장치
4. 구조체 보강
5. 모델링 및 구조해석
6. 실험 지진파 선정
7. 실험결과
8. 물량산출 & 공정표

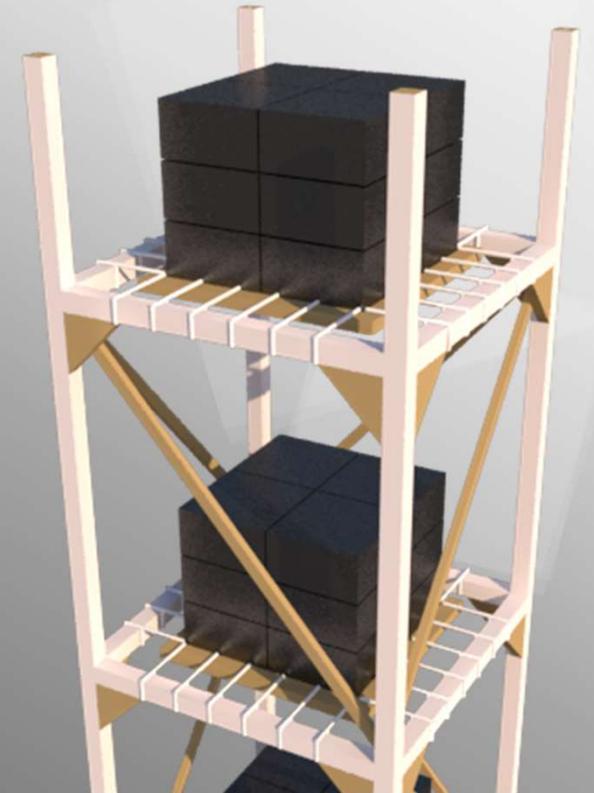
지도교수
계명대학교
김승직 교수

팀장 황원준
- 제진 장치 고안
- 지진파 선정

팀원 이호섭
- 구조체 모델링

팀원 강동훈
- 공정표 내역서 작성

팀원 이규엽
- 구조체 제작



대회 규정 분석

■ 구조물 제작 및 심사기준

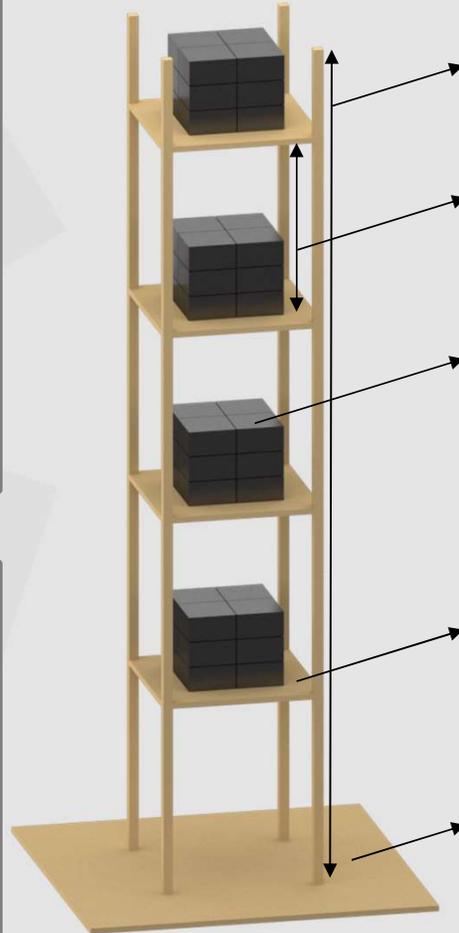
1. 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
2. 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
3. 500년 빈도 지진발생 시 기능수행 수준 내진설계
4. 2,400년 빈도 지진발생 시 붕괴방지 수준 내진설계
5. 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
6. 시공성과 경제성을 고려, 구조물의 아름다움을 추구하는 설계
7. 구조해석 능력 외 도면화, 수량산출 및 내역작성 기술

원칙) 작품은 4층 이상으로 제작, 각 층은 규정된 하중을 정적으로 지지.

제작비용) 작품 제작에 필요한 제작 비용에 제한은 없음. 단, 2,400 백만원을 기준금액으로 하여 경제성 평가 시에 반영.

- A. 기준금액을 초과하는 팀은 진동대 시험 전 감점 대상.
감점은 10백만원 당 5점으로 함.
- B. 제작비용이 1,200 백만원 이하를 만족하는 경우 경제성 부분에서 만점을 부여, 1,200 백만원 이상 2,400 백만원 이하인 경우 차등적으로 경제성 점수 부여.

제작시간) 작품 제작에 소요되는 시간은 하중블록을 설치하는 시간을 포함하여 총 4시간을 초과할 수 없다



총 높이 800mm 이상 900mm 이하

각 층의 높이는 200mm 이상

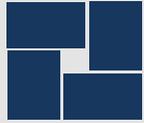
각 층에 6kg 이상의 강제 하중블록세트를 설치하며, 총 24kg 하중블록은 해당 층의 고정하중을 의미
하중블록의 규격은 26mm × 50mm × 50mm(높이×가로×세로)
1층 바닥에는 하중블록을 설치하지 않으며, 1층 바닥을 제외한 나머지 층의 바닥면과 최상층 상부면에는 하중블록을 설치

각 층의 바닥 면적은 10,000mm² 이상, 30,000mm² 이하
바닥은 반드시 면(Plate)으로 구성할 필요는 없음.

기초판은 MDF 판재로 제공되며 제작되는 작품은 기초판 내에 설치
기초판의 크기는 400mm × 400mm × 6mm
기초판을 절단 및 가공하여 작품 제작에 활용할 수 없음.

평면 및 입면 형상 결정

면적에 따른 단면 2차 모멘트 (I)의 변화



$$I = 832 \text{ mm}^4$$

($I_x = I_y$)



$$I = 832 \text{ mm}^4$$

($I_x = I_y$)



$$I_x = 1152 \text{ mm}^4$$

$$I_y = 512 \text{ mm}^4$$



평면형상



시공성과 경제성 모두 떨어짐



경제성과 시공성을 모두 챙길 수 있는 형상



시공성과 경제성 모두 떨어짐



부재의 가공이 어려움



입면형상

-> 경제성, 시공성 모두 우수



경제성, 시공성
모두 우수



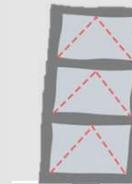
두 형상 모두 사각형에 비해 경제성, 시공성이 떨어진다.



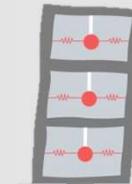
두 형상 모두 사각형에 비해 경제성,
시공성이 나쁨



내진설계



내진
강성 증가



제진
지진력 상쇄



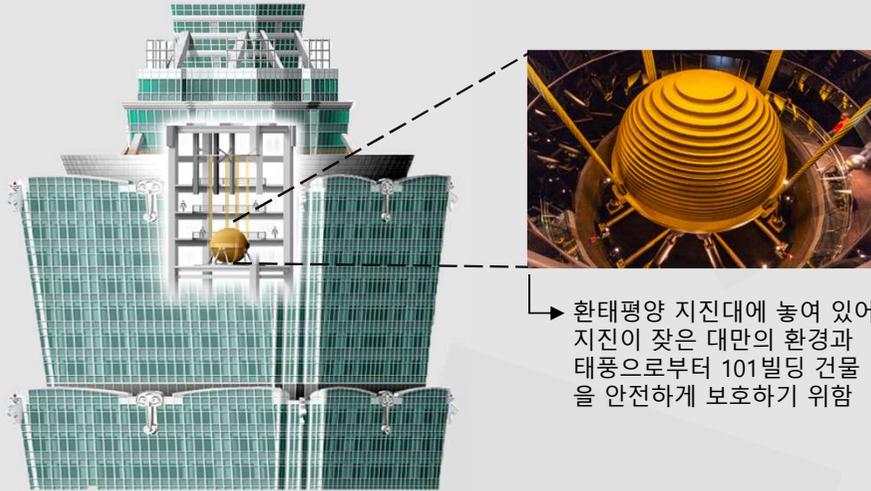
면진
지진력 회피



제진장치

동조 질량 댐퍼 (Tuned mass demper)

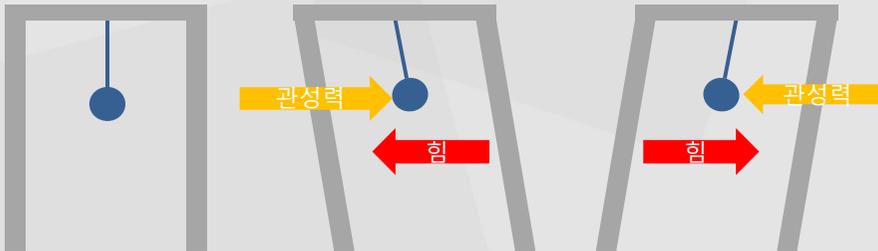
[실제 사례] 타이페이 금융센터



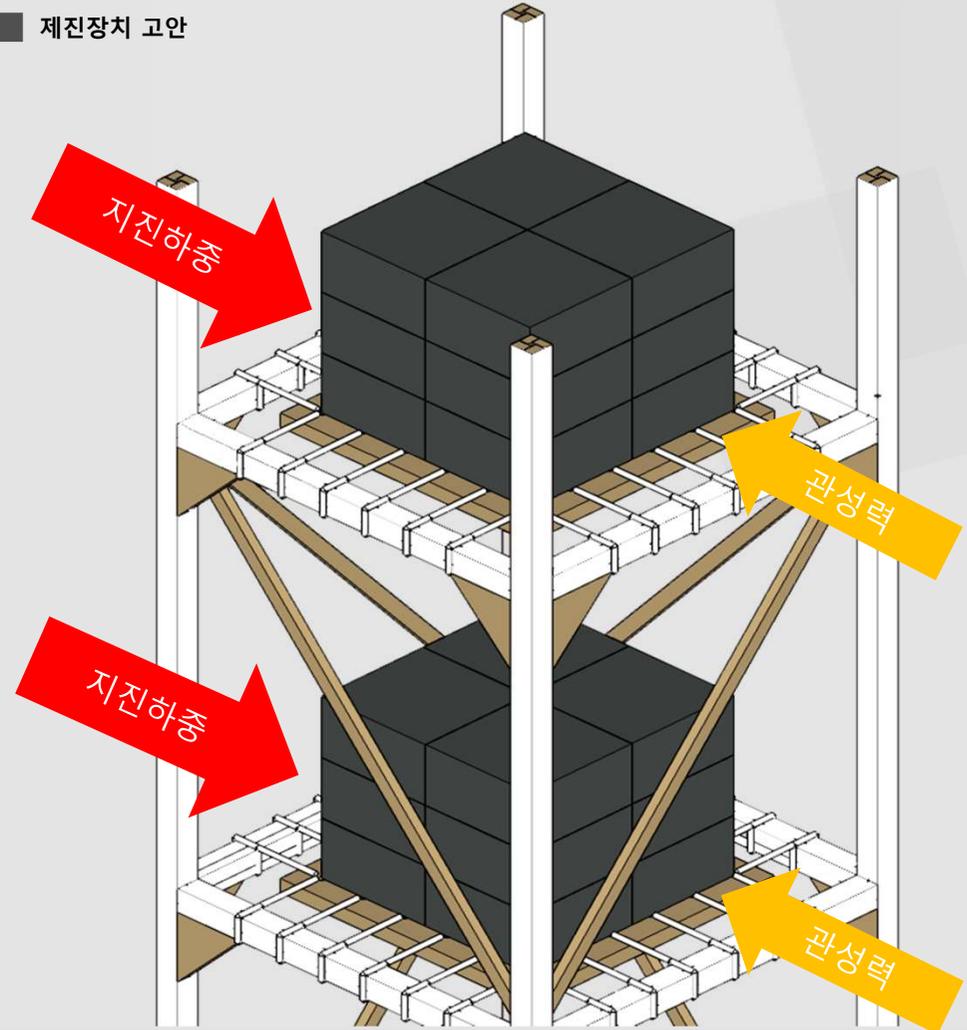
↳ 환태평양 지진대에 놓여 있어 지진이 잦은 대만의 환경과 태풍으로부터 101빌딩 건물을 안전하게 보호하기 위함

구조물의 진동을 제어하기 위해서 구조물에 부가하는 구조물의 고유진동수 또는 외력의 진동수와 고유진동수가 같은 스프링-질량계

이를 이용하여 바람과 지진에 의한 건물의 변위를 제어한다.

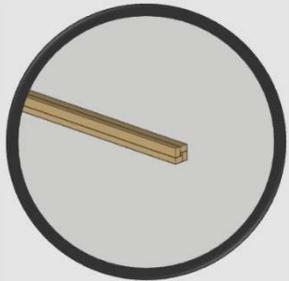


제진장치 고안

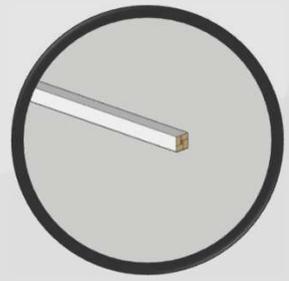


실제 매달린 하중블럭의 관성력을 이용하여 지진하중에 의한 진동을 제어

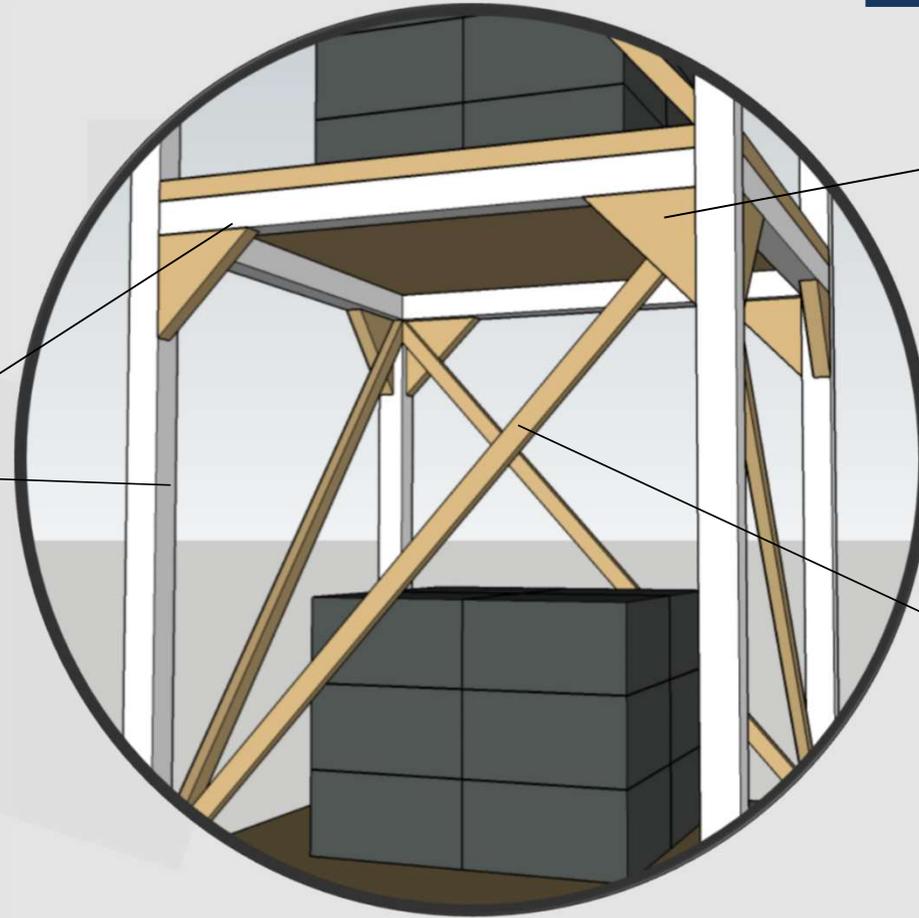
구조체 보강



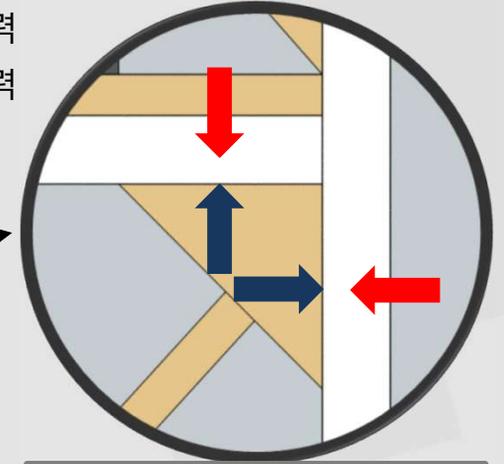
A4 보강



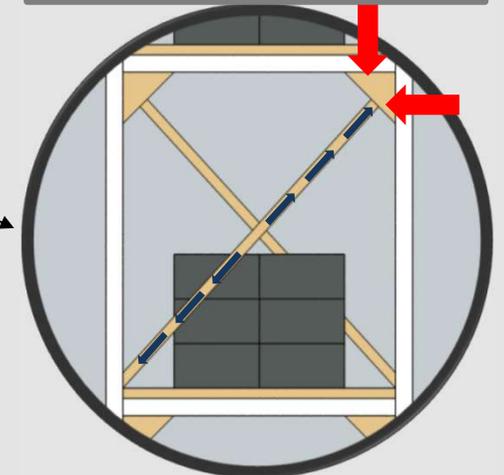
기둥과 보에 사용된
부재의 강도 증진



외력
내력



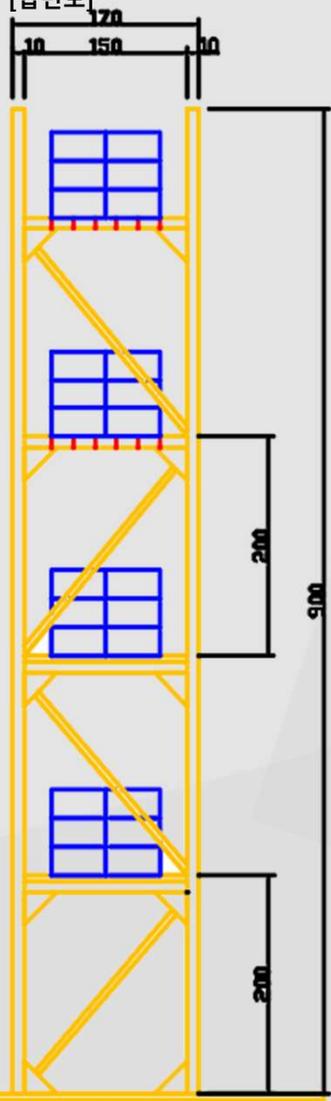
기둥과 보의 접합부 보강



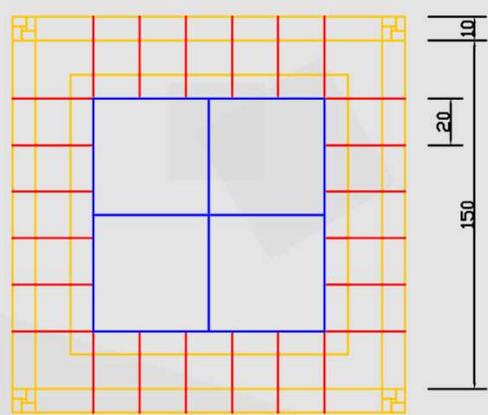
가새 설치를 통한 횡력 지지
능력의 향상

모델링 및 구조해석

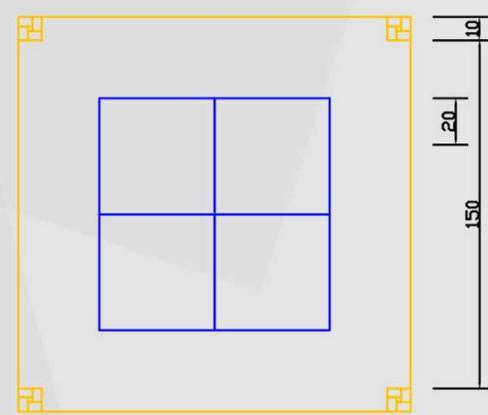
[입면도]



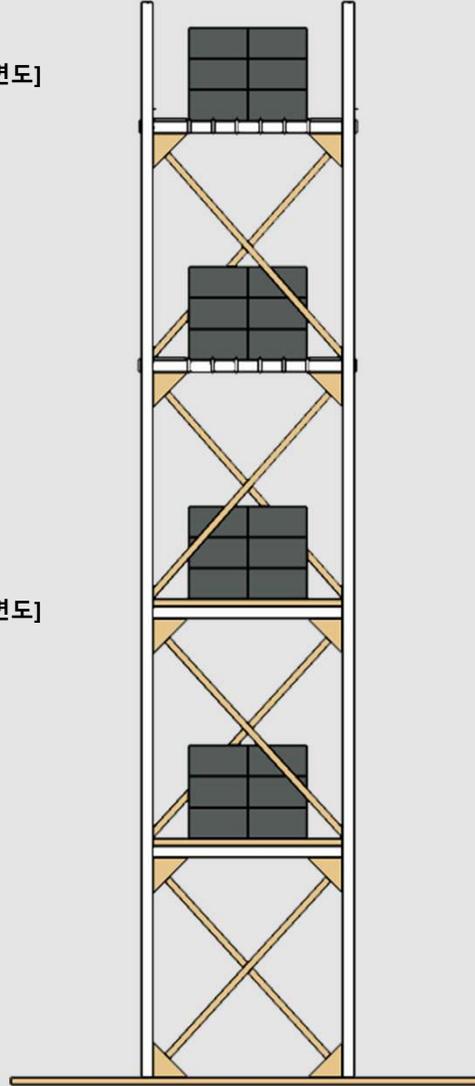
[3,4층 평면도]



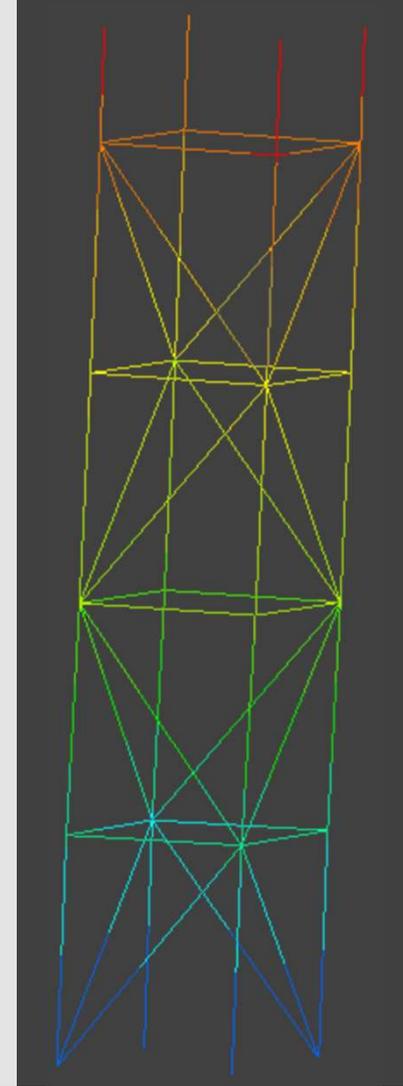
[1,2층 평면도]



[모델링]



[구조해석]

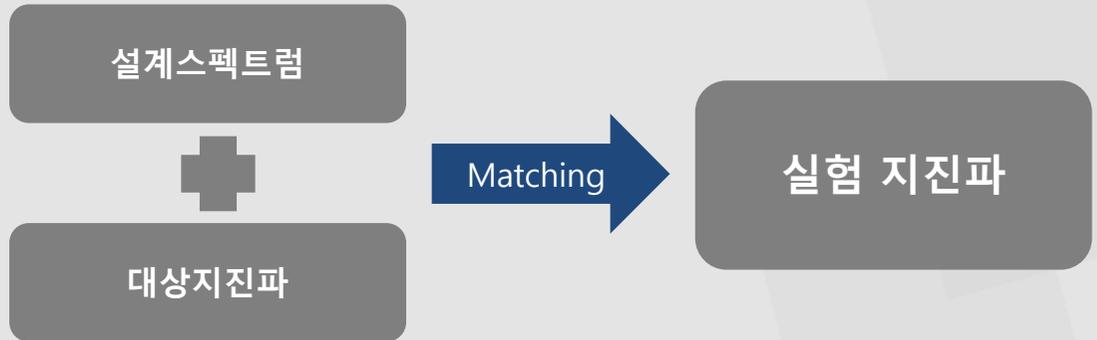
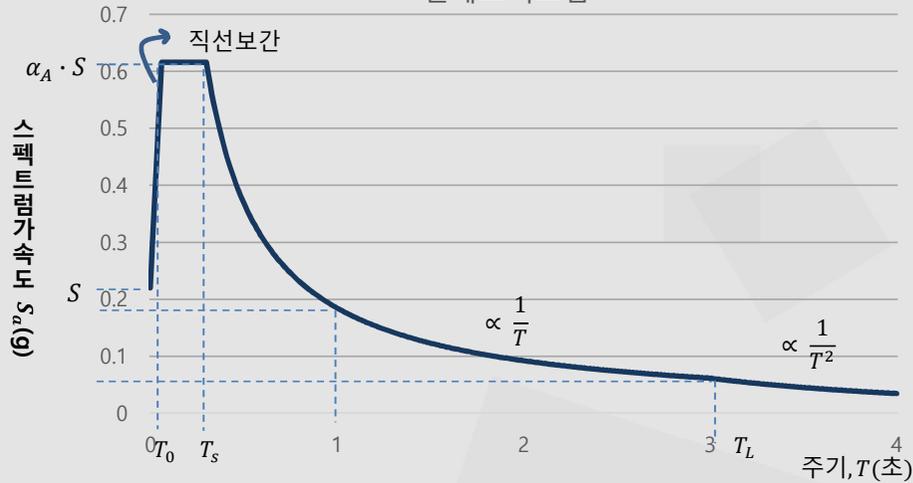


(변위)



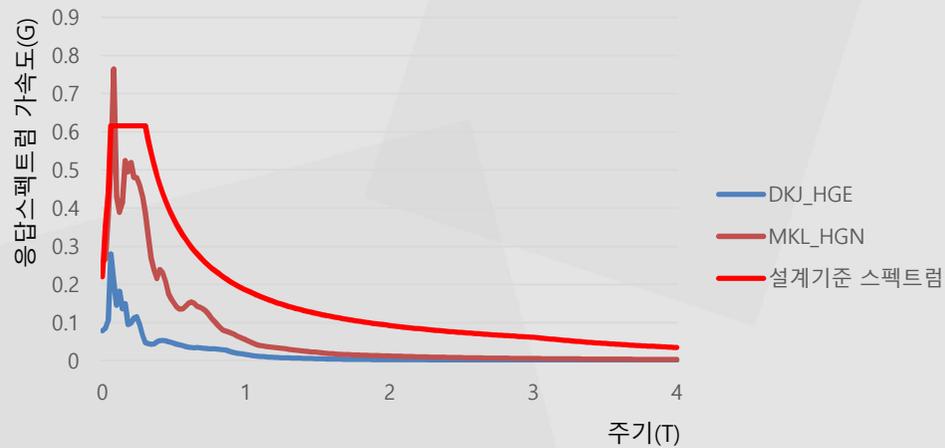
실험 지진파 선정

설계스펙트럼

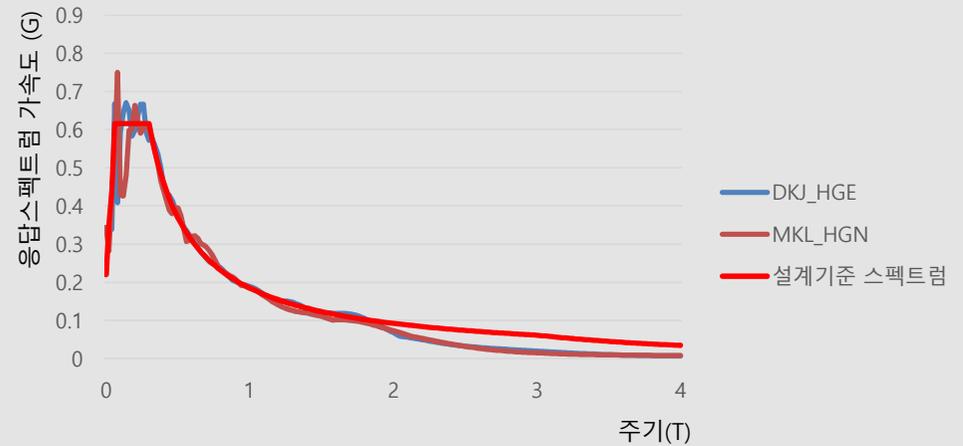


설계스펙트럼에 실험할 대상지진파를 매칭 시켜서 실험을 위한 지진파 데이터를 구함.

지진파별 응답스펙트럼



매칭 후 응답스펙트럼



실험결과



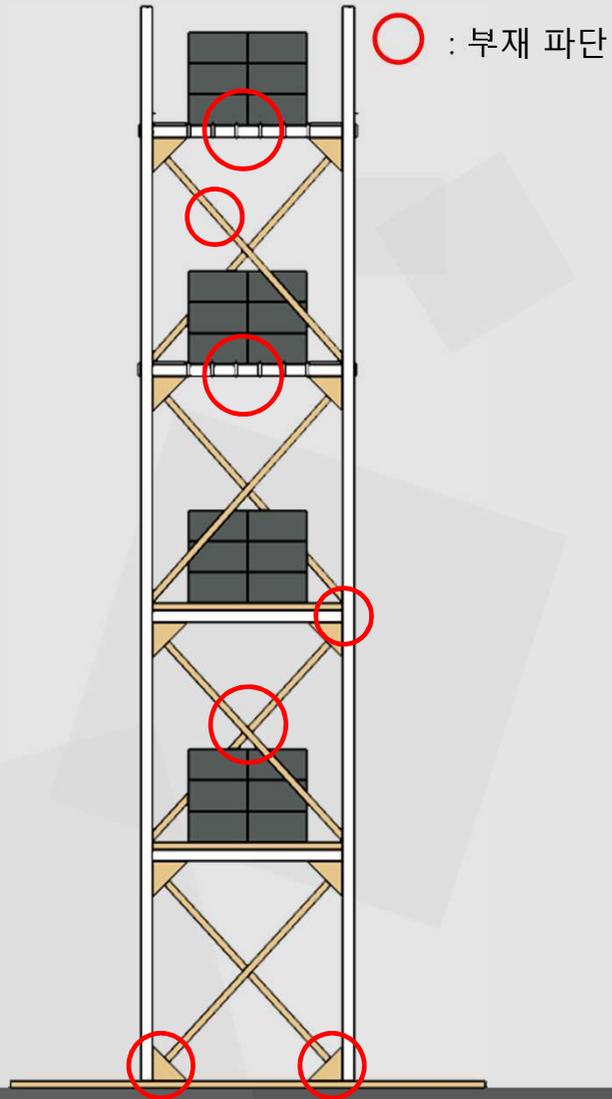
Damper와 가새의 거동이 확인됨.

파괴시 까지 실험한 결과 가새 및 Damper 면실접착부분의 파괴 발생.

시공상의 불량으로 인한 파괴 발생.



실험결과



결론

Damper 및 가새의 거동 확인.

1층 Test시 목표로한 스펙트럼을 가진 지진파를 견딤.

목표로 한 강도를 넘어섰을 시 가새 및 Damper의 면실의 파단 발생.

목표강도를 초과한 경우 기초의 탈락이 발생.

대회 시 2층에서 가진이 되는 점을 고려하여 추가적인 보강 필요.

시공상의 불량을 최소화 하기 위해 정밀한 시공법을 적용.

물량산출 & 공정표

재료명	단위	규격	단가[백만원]	수량[개]	비용
MDF Base(기초판)	개	400mm × 400mm × 6mm	-(기본제공)	1	-
MDF Strip	개	6mm × 4mm × 600mm	10	60	600
MDF Plate	개	200mm × 200mm × 6mm	100	4	400
면줄	식	600mm	10	24	240
A4지	장	210mm × 297mm	10	8	80
접착제	개	20g	200	3	600

Total : 1920 (백만원)

공정 \ 분	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170
기둥	3명(4ea)																
보				2명(4ea)		2명(4ea)		2명(4ea)		1명(4ea)							
a4가공				1명(기둥4ea)		1명(보4ea)		1명(보4ea)		1명(보4ea)		1명(보4ea)					
슬래브 재단	1명(4ea)																
슬래브 가공				1명(4ea)													
버팀대										1명(20ea)							
가새															1명(16ea)		
damper 설치															2명		
하중블럭															1명		
부재조립										1명							

Total : 170 (분)