

구조물 내진설계 경진대회

목표 성능수준을 고려한 구조물의 내진설계

내 이름은 **박.태.준.**

이상현

단국대학교
건축대학 건축공학과
지도 교수

박태준 (3)

단국대학교
건축대학 건축공학과
[구조 해석 및 실험]

장선웅 (3)

단국대학교
건축대학 건축공학과
[구조 계산 및 자료 조사]

조승리 (3)

단국대학교
건축대학 건축공학과
[3D모델링]

한광희 (3)

단국대학교
건축대학 건축공학과
[ppt 제작 및 실험]

- ◆ 각층의 바닥 면적은 $10,000\text{mm}^2$ 이상, $30,000\text{mm}^2$ 이하로 하여야 한다.
 - 세장할수록 외력에 불리하므로 각 층의 슬래브 면적을 최대치수인 **170mm x170mm**로 한다.

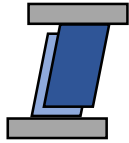
- ◆ 인공지진파 제작을 위한 설계스펙트럼 주파수 대역은 0.5Hz에서 30Hz이다.
 - 높이가 낮은 구조물부터 높은 구조물까지 공진할 수 있으나 주파수가 계속 변하므로 **인공지진파 가진중 공진파괴는 일어나지 않을 것으로 예측한다.**

- ◆ 인공지진파는 상관관계가 0.3이하인 두 개의 지진파를 수평 2방향으로 동시에 가진한다.
 - 구조물은 약축을 가지지 않아야 하며, 비틀림이 생기지 않도록 **대칭을 이루도록 설계** 하여야 한다.

- ◆ Sine Sweeping 가진은 일정한 Peak의 정현파를 임의의 주파수 대역에서 임의 속도로 증가 또는 하강시키며 가진한다.
 - Sine Sweeping 가진중에 고유진동수와 가진진동수가 같아지는 시기가 존재하며 **이때가 가장 위험한 시기**라고 판단되어진다.

3.1 아이디어 선정

◆ 아이디어 1



Viscoelastic damper

→ 목공플 류의 접착제 사용시 점성을 이용한 댐퍼 제작 가능

→ 점성이라는 특성에 대회 시 사용되는 접착제가 적합하지 않아 점탄성 댐퍼를 실현하기 어려워
최종대안으로 선택하지 않기로 결정

◆ 아이디어 2

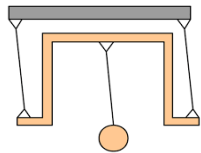


Vibration isolation

→ 진동대의 큰 스트로크가 있을 경우 롤러가 궤도를 이탈하며 구조물의 붕괴 위험
 → 복원력 필요

→ 외부 골조를 도입 → 하중블럭과 연결 → 하중 블럭과 슬래브의 마찰 → 지진에너지의 소산
하중 블럭 자체가 미끄러지는 마찰댐퍼 형태로 변경

◆ 아이디어 3



Double pendulum TMD

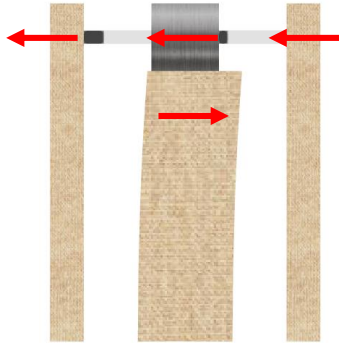
→ 동조 시키기 어려움, 구조체와 mass가 같은 방향의 위상을 가질 경우 공진파괴가 예상됨

→ 실험과 대회에서 동일한 감쇠비를 갖도록 제작하는 것이 불가능하다 판단되어
최종대안으로 선택하지 않기로 결정

3.2 아이디어 구체화

Unit화 된 거주공간을 약한 내부 골조 위에 단순 거치 한 후 강한 외부 골조와 연결시켜 Unit Space와 내부 floor와의 상대적 변위차를 통한 마찰을 통하여 지진 에너지를 소산시키는 시스템

◆ 기본개념



변형차가 큰 외부골조와 내부골조를 만들고
 댐퍼로 연결하여 연결된
 하중 블록(Unit Space)과 내부 골조 슬래브의
 마찰로 지진에너지를 소산

◆ 외부, 내부 골조의 분리



외부 골조(강요소)	내부 골조(유요소)
<ul style="list-style-type: none"> - 단주기 구조체 - 높은 강성 - 작은 횡변위 - 수평력에 저항(하중분담효과) 	<ul style="list-style-type: none"> - 장주기 구조체 - 낮은 강성 - 큰 횡변위 - 수직력에 저항(하중분담효과)

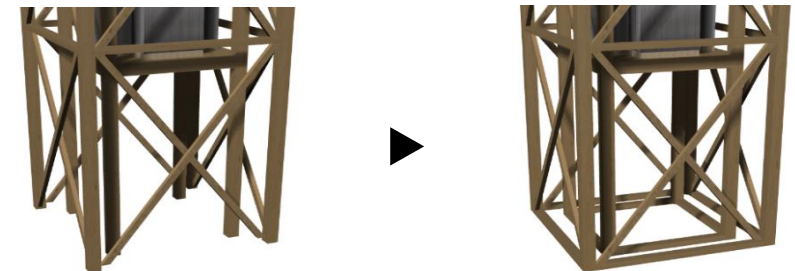
- 외부 골조와 내부 골조 연결부위의 강성을 조절하여 **예측한 시기에 연결부의 파괴**
- 강요소를 통한 유요소의 횡변위 제어 → 내부 골조의 P-δ 효과 감소
- 연결부의 파괴로 내부 골조의 변위가 커지며 외부 골조와 부딪혀 목표 지반가속도에서 Overturning Crush가 일어남



◆ 단면의 선정

목적	최적의 기등 단면 확보
단면도	
비용	40(백만원)
장점	<ol style="list-style-type: none"> 1. 대칭 단면을 가진다. 2. 보 및 슬래브의 접합 유리. 3. 타 단면에 비해 비틀림에 유리. 4. 휨 성능 우수.
단점	1. 각 부재의 접합면이 적은 편임.

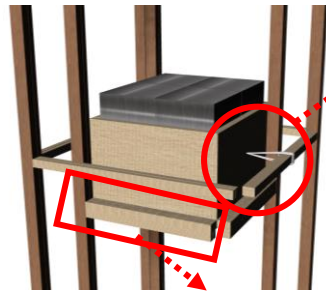
◆ 지중보의 도입



기초판과의 접촉면적을 확보

4.1 1차 대안 선정

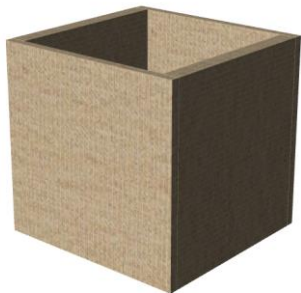
◆ 면줄의 이용



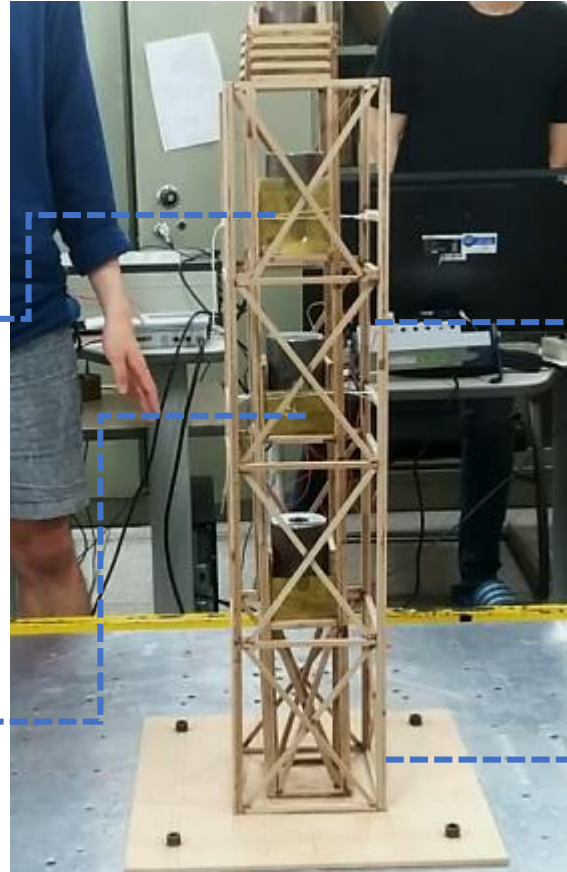
실을 이용해
하중 블럭과 외부 골조 연결

마찰이 일어나는 곳

◆ 하중 블럭 상자



하중 블럭이 넘어지지 않도록
슬래브를 만들고 남은 plate를
사용하여 상자를 만들



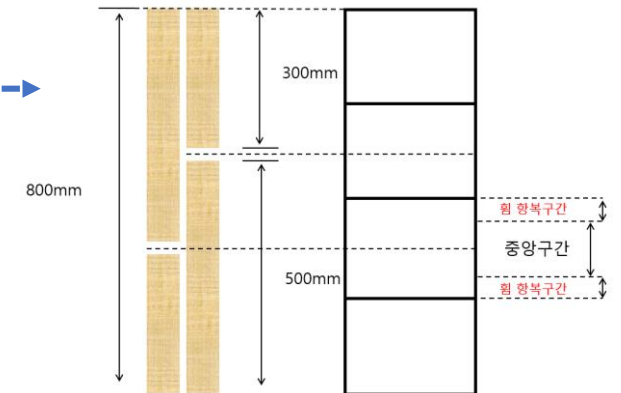
◆ Clearance 확보

외부 골조와 내부 골조 사이에 2.5cm의 공간을 두어
내부와 외부 골조의 Overturning Crush가 일어나지
않게 함 - 내부(10cm), 외부(17cm)



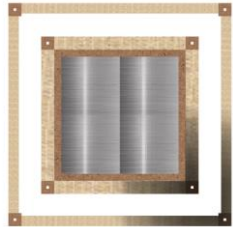
◆ 이음 구간의 선정

부재의 이음은 모멘트가 큰 휨 항복 구간이
아닌 중앙 구간에서 한다.

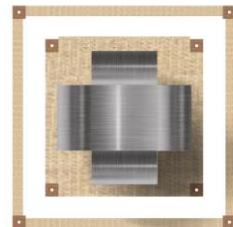


4.2 1차 설계 제안서 최종 대안

◆ Unit Space



하중 블럭이 슬래브 위에서 이동하는 공간이 작아 내부 기동과의 충돌이 일어날 수 있다.



Unit Space의 마찰 공간 확보를 위해 하중 블럭의 배치를 조정

◆ 연결부 상세

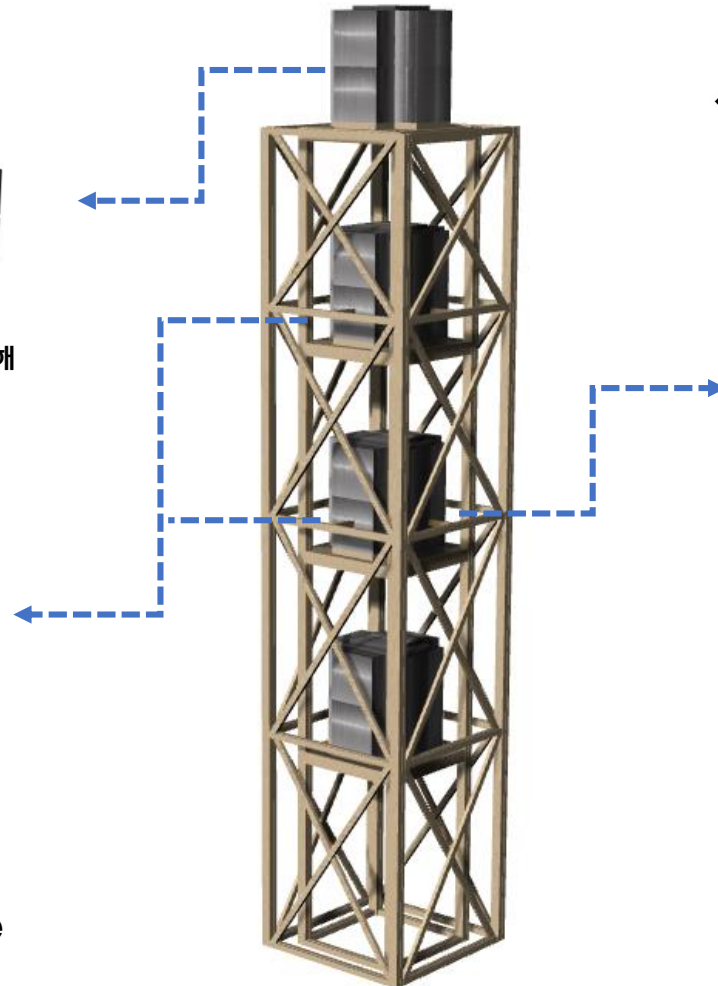


내부 floor

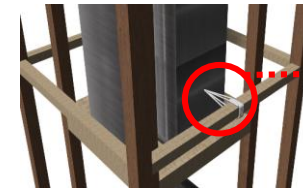
+



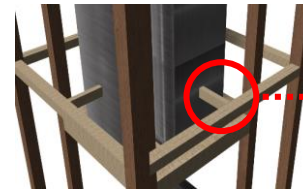
Unit space



◆ 연결부 변경

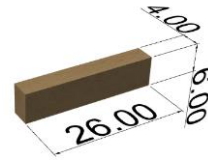
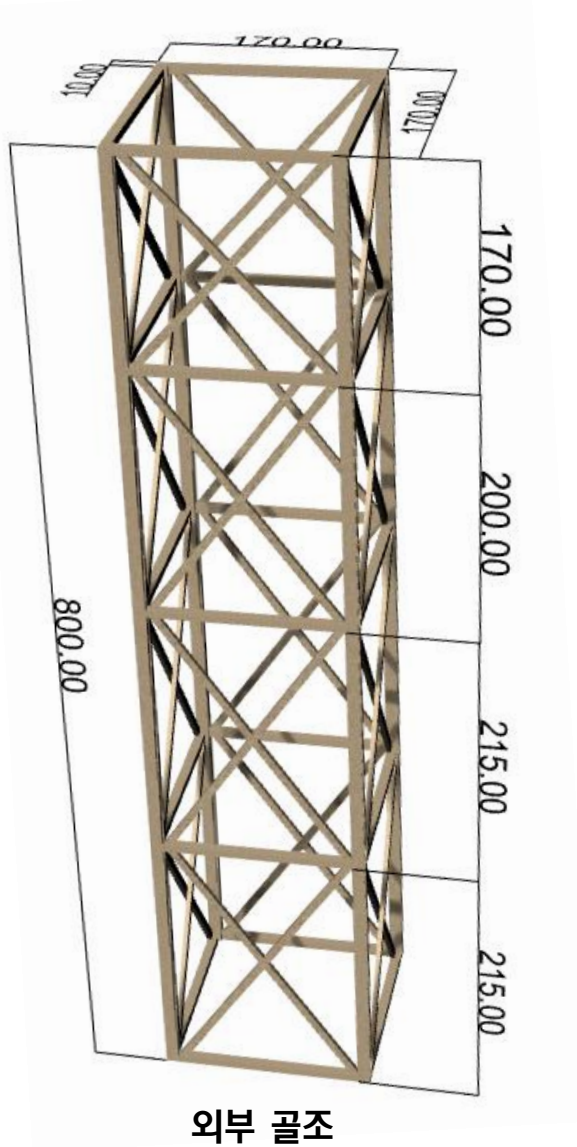


실의 장력 비균일 및 가진 후 실의 탄성 소실로 인한 댐퍼의 지속적이며 균일한 성능을 기대할 수 없다.

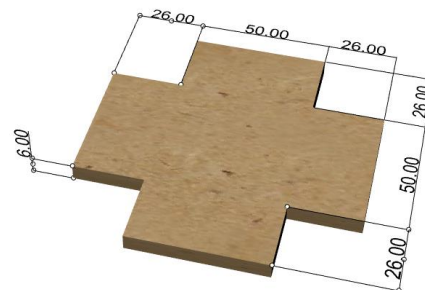


Strip을 이용해 하중 블럭과 외부 골조 연결

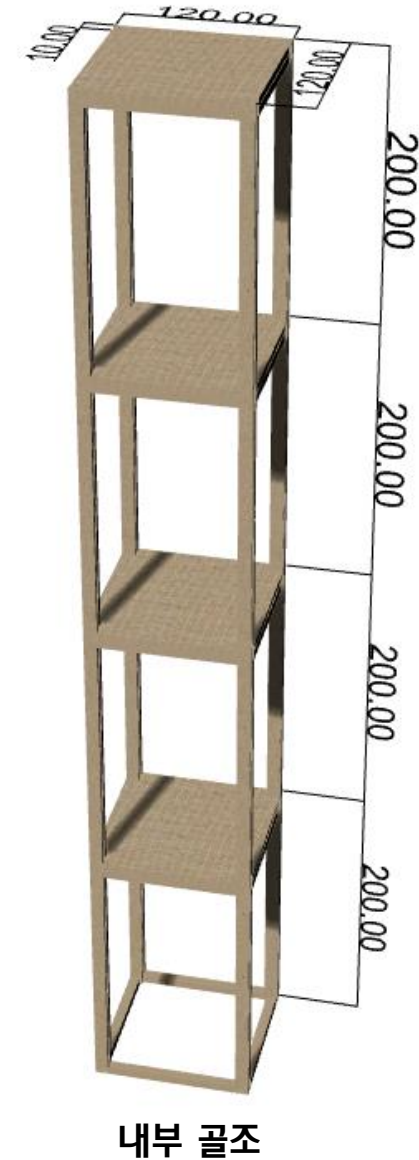
4.3 1차 설계 제안서 최종 대안 3D 도면



연결 Strip



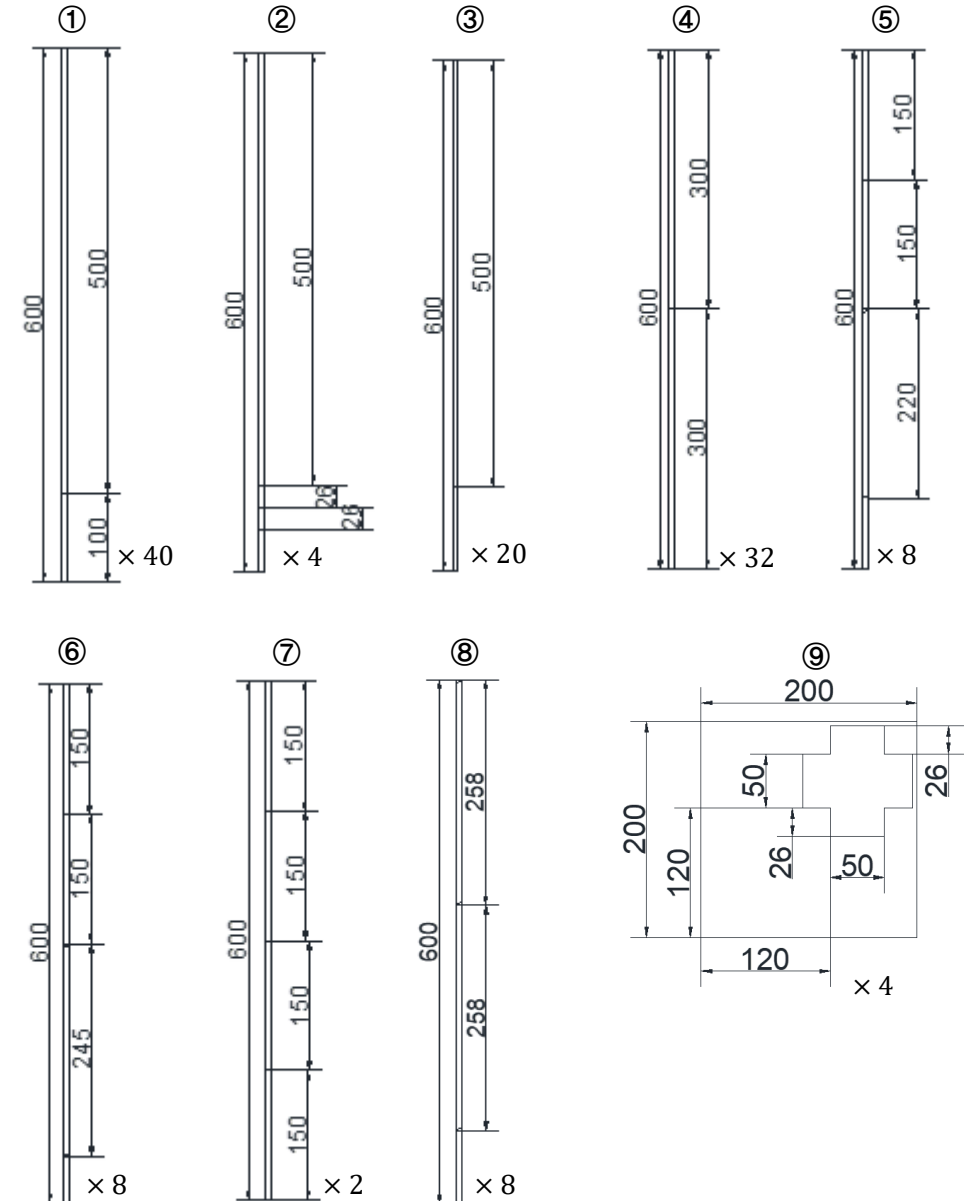
Unit Space 받침



경제성 평가

재료	부재	부재크기 (mm)	수량	사용수량	단가 (백만원)	비용 (백만원)	
MDF Strip	① 기둥+내부 보	기둥	6*4*500	40	40	10	400
		보	6*4*100	40			
	② 기둥+연결 Strip	기둥	6*4*500	4	4		40
		연결 Strip	6*4*26	8			
	③ 기둥	기둥	6*4*500	20	20		200
	④ 기둥	기둥	6*4*300	64	32		320
	⑤ 외부 보+가새	보	6*4*150	16	8		80
		가새	6*4*220	8			
	⑥ 외부 보+가새	보	6*4*150	16	8		80
		가새	6*4*245	8			
⑦ 외부 보	보	6*4*150	8	2		20	
⑧ 가새+가새	가새	6*4*258	16	8		80	
합계				122	10	1220	
MDF Plate	⑨ 슬래브+Unit floor	슬래브	6*12*12	4	4	100	400
		Unit floor	6*10.2*10.2	4			
합계				4	100	400	
접착제	내부, 외부 골조	접합부		2	200	400	
합계				2	200	400	
총합	MDF Strip	122개	MDF Plate	4개	접착제	2통	2020

: 설계를 변경하여 외부 골조 및 내부 보 부재를 줄일 수 있는 방안 도출 예정



예비 공정표

