

2024 구조물 내진설계 경진대회

단국대학교 건축공학과

팀명: 우응빈

▶ 지도 교수

단국대학교 건축공학과

이상현 교수님

▶ 팀원

오형빈 [팀장]

- 마이다스 모델링
- 구조물 제작
- 경제성 분석

김형진 [팀원]

- 구조 해석
- 도면 작성 (CAD)
- 아이디어 구체화

신동민 [팀원]

- 물성치 분석
- 지진파 분석
- 구조물 제작

정민혁 [팀원]

- 아이디어 도출
- PPT 제작
- 시공성 분석

INDEX

01. 설계 개요 & 도면

04. 실험 및 분석

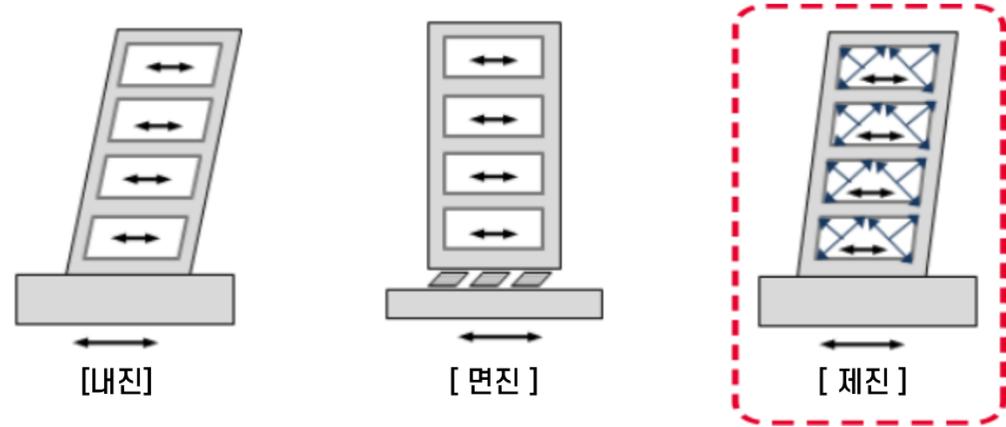
02. 제진장치 분석

05. 시공성 & 경제성 분석

03. 최종 구조물

설계 개요 & 도면

< 설계 개요 >



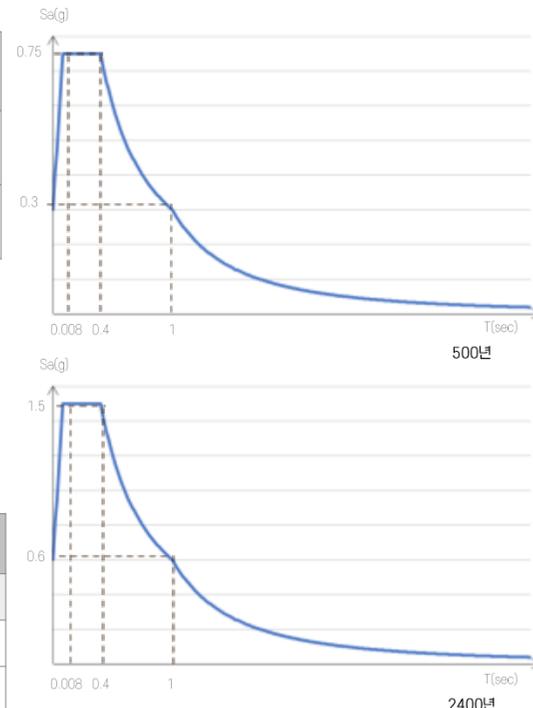
건물의 강성을 높여
지진 에너지에 버티도록 함

지반과 건물 사이에 장치를
설치해 지진 에너지 분산

감쇠장치를 활용하여
지진 에너지 감소

- ▶ 2중 구조의 내외부 변위차이를 활용한 **감쇠장치[마찰 댐퍼]**의 설치
- ▶ 지진 에너지 감쇠를 유도하여 건물의 붕괴에 대한 안정성 확보

재현주기	유효수평지반가속도	지반증폭계수	
500년	0.3 g	단주기 지반증폭계수 [F_b]	1.5
2400년	0.6g		
설계 스펙트럼		1초 주기 지반증폭계수 [F_y]	1.5
재현주기	500년	2400년	
단주기 설계 스펙트럼 가속도 $S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times 2/3$	0.75 g	1.5 g	
1초 주기 설계 스펙트럼 가속도 $S_{D1} = S \times F_y \times 2/3$	0.3 g	0.6g	
구조물의 고유주기 [T]			
재현주기	500년	2400년	
$T_0 = 0.2 S_{D1} / S_{DS}$	0.08 sec	0.08 sec	
$T_s = S_{D1} / S_{DS}$	0.4 sec	0.4 sec	



0.08 ~ 0.4 (sec)에서 설계 스펙트럼 가속도 최대
✓ 0.7g에서 파괴 유도

< 설계 도면 >

< 외부골조 >

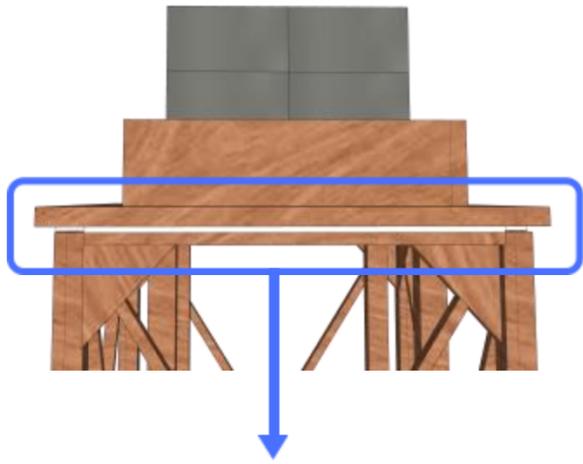


< 내부골조 >

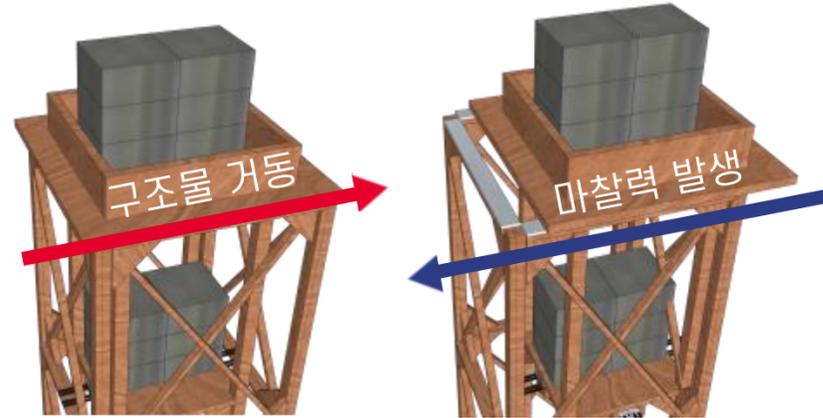


제진장치 분석

< 마찰댐퍼 분석 - I >



- 외부구조 면적보다 큰 면적의 슬래브를 내부구조 최상층에 부착
- 외부 구조물 상부에 A4용지 댐퍼 부착
- 내부/외부 구조물의 높이 차이를 두어 최상층 슬래브와 A4용지 댐퍼가 맞닿도록 설계
- 내부구조물 이동 시 최상층 슬래브와 A4용지의 마찰로 인한 제진 유도

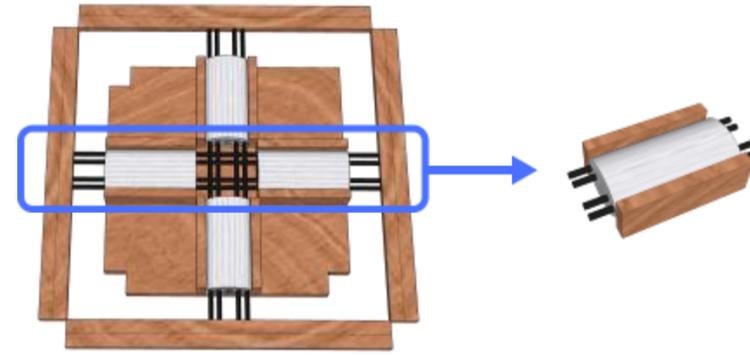


수평력에 의해 내부 구조물 이동

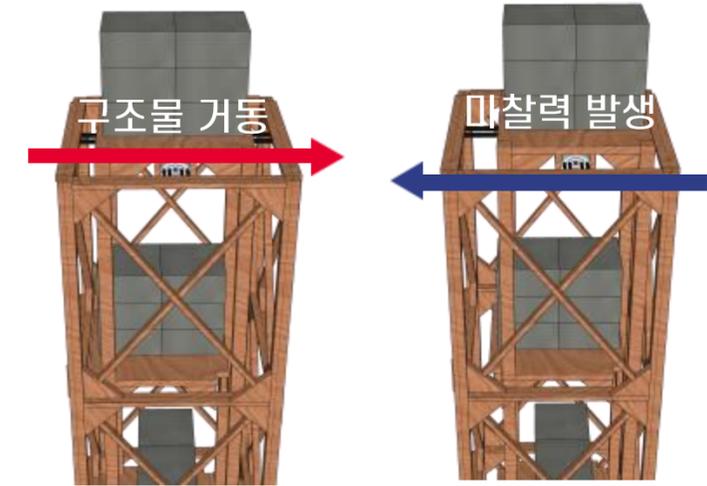
내부구조물 이동방향의 반대방향으로 A4용지-최상층 슬래브 사이의 마찰 발생

지진에너지 소산

< 마찰댐퍼 분석 - II >



- A4용지를 말아 각 겹 사이에 스트링 삽입 (* 스트링이 구조체와 동시에 이동하지 않고 A4용지와 마찰이 일어날 수 있게 느슨하게 말도록 설계)
- A4용지말이를 내부구조 슬래브 하부에 부착
- 스트링 양단을 외부골조와 연결 (* 스트링이 이동하지 않고 원활한 마찰을 유도할 수 있도록 스트링에 tension을 준 상태로 연결)
- A4용지말이 양쪽에 A4용지말이 이탈 및 변형을 방지하기 위한 보호판 설치
- 내부구조물 이동 시 스트링과 A4용지말이 의 마찰로 인한 제진유도



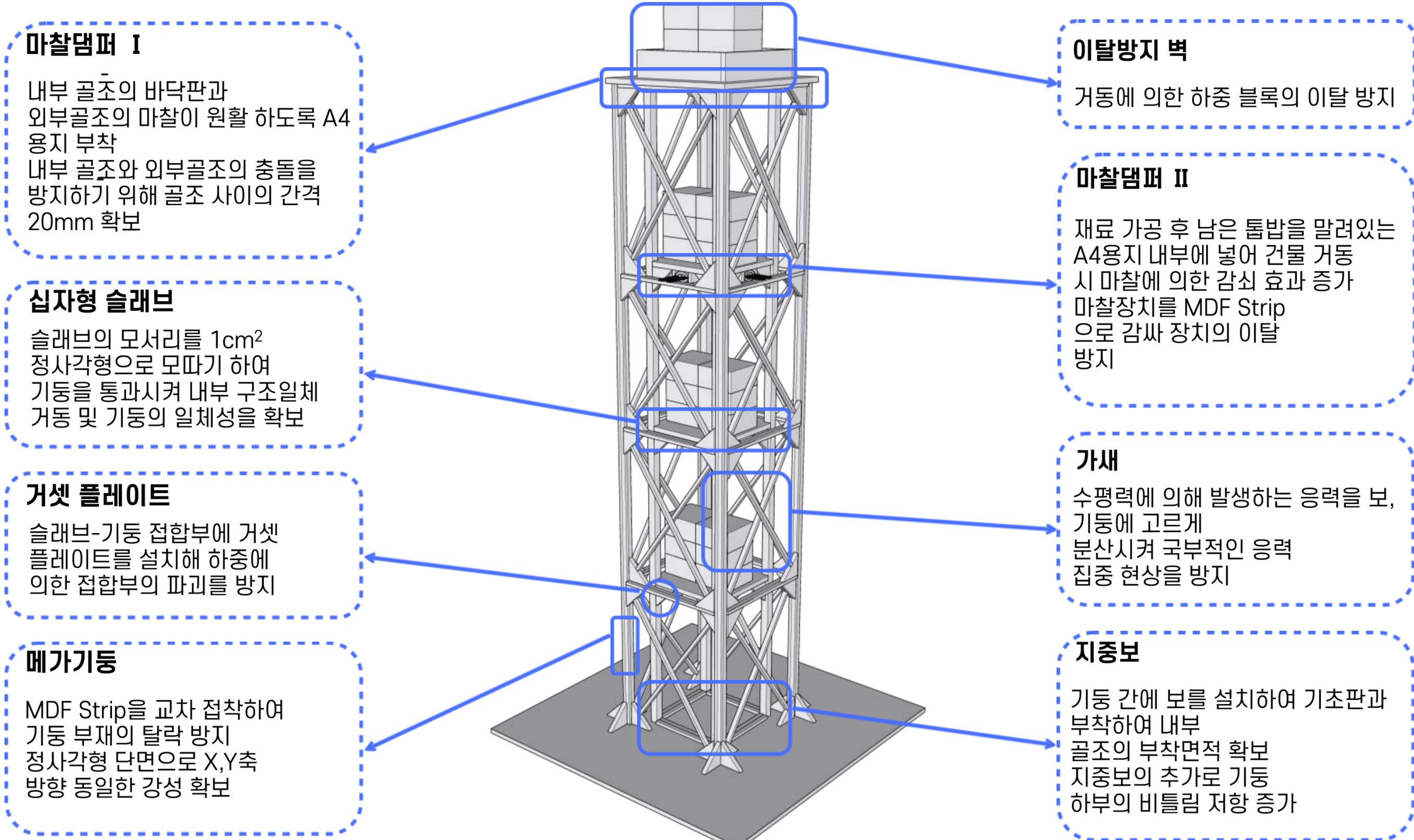
수평력에 의해 내부 구조물 이동

내부구조물 이동방향의 반대방향으로 스트링-A4용지말이 사이의 마찰 발생

지진에너지 소산

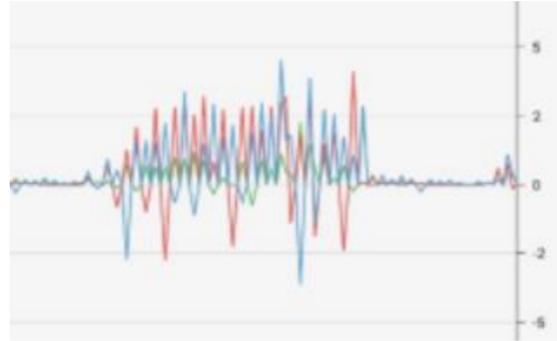
최종 구조물

< 최종 구조물 >



실험 및 분석

< 1차 실험 및 문제점 >



0.43g에서 2층 기둥 파단



-실제 A4용지를 촘촘하게 말아 두 재료가 일체화 거동을 하여 마찰효과가 없음



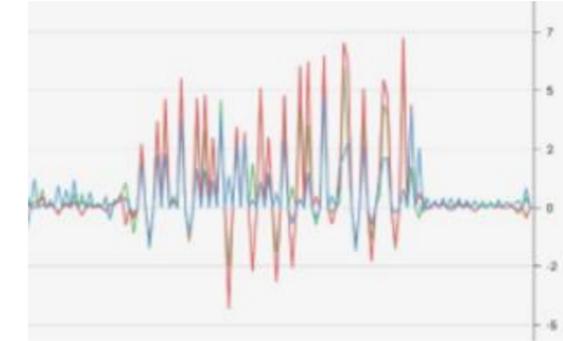
-하중블록 무게에 의해 슬래브가 떨어지는 것을 방지하기 위해 기둥 위에 슬래브를 얹는 시공법을 채택했으나, 각 층이 각기 다른 모드의 거동을 하여 최상층 MDF판과 A4용지 사이의 마찰효과 감소

-내부골조-외부골조 사이의 여유공간이 적어 큰 변형 작용 시 외부골조와 충돌



-층마다 기둥이 분리되어 강성 부족으로 인해 2층 기둥 파단

< 보완 및 2차실험 >



0.66g에서 내부구조와 외부구조의 충돌에 의해 구조물 붕괴



-실과 A4용지 사이의 원활한 마찰을 위해 A4용지를 느슨하게 함



-내부골조의 1차모드 거동을 유도하기 위해 메가기둥을 일체로 제작 후 슬래브 부착



-부착된 슬래브가 하중블록에 의해 떨어지는 것을 방지하기 위해 거셋플레이트로 보강

-0.7g에서 내부구조가 외부구조랑 충돌할 만큼의 변위를 만들기 위해 1층 가새 제거



-내부골조의 변형에 의한 마찰면적을 높이기 위해 내부골조-외부골조 사이의 간격을 키움

시공성 & 경제성 분석

<공정표>

공정	소요시간																							
	1시간						2시간						3시간						+α					
	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분	50분	60분	10분	20분	30분	40분		
기초판 및 슬래브 작도	[Bar]																							
거šet 플레이트 작도	[Bar]																							
보, 기둥 및 가새 작도	[Bar]																							
거šet플레이트 제작							[Bar]																	
메가 기둥 제작	[Bar]																							
외부골조 기둥, 보 설치							[Bar]																	
내부골조 기둥, 슬래브, 지중보 설치							[Bar]																	
외부골조 거šet플레이트 설치							[Bar]																	
내부골조 거šet플레이트 설치							[Bar]																	
외부골조 가새 제작 및 설치													[Bar]											
내부골조,기초판 연결													[Bar]											
3층 종이실 댐퍼 제작 및 설치													[Bar]						최상층 블록 별도 설치					
하중블록 설치													[Bar]						[Bar]					
최상층 종이 댐퍼 설치													[Bar]											
내부골조 최상층 슬래브 설치																			[Bar]					
이중 구조물 및 기초판 연결																			[Bar]					
마무리 작업																			[Bar]					

<수량 산출서>

부재명	규격 (가로 x 세로 x 두께)	수량	비고
최상층 슬래브	170mm×170mm×6mm	1	-
블록 이탈 방지용 판	120mm×30m×6mm	4	-
메가 기둥	800mm×10mm×10mm	8	strip 8개 이용하여 제작
지중보	90mm×12mm×4mm	4	strip 2개 이용하여 제작
가새 2	210mm×6mm×4mm	8	-
내부 슬래브	110mm×110mm×6mm	3	슬래브 가장자리 10mm 정사각형 모따기
거šet 플레이트	25mm×25m×6mm	96	직각삼각형
외부보	140mm×12mm×4mm	16	strip 2개 이용하여 제작
가새 1	200mm×6mm×4mm	24	-
마찰 댐퍼 (2) 고정 보	41mm×12mm×4mm	8	strip 2개 이용하여 제작

<내역서>

재료명	규격	단가 (백만원)	수량	합계 (백만원)
MDF Base	400mm×400mm×6mm	-	1	-
MDF Strip	600mm×4mm×6mm	10	70	700
MDF Plate	200mm×200mm×6mm	100	4	400
스트링 고무줄(Φ2~3mm)	600mm	40	2	800
A4지	A4	10	2	20
접착제	20g	200	3	600
총 합계 (백만원)				1800