

2019 구조물 내진설계 경진대회

SEISMIC STRUCTURAL DESIGN CONTEST 2019



전남대학교 토목공학과
Team. 신과 함께

지도교수

팀장

팀원

팀원

팀원

김재민 교수님

조언 & 지도

이정현 (3)

아이디어 발상 & ppt 제작

김종수 (3)

설계 & 실험

배종범 (3)

구조설계 분석

이진영 (3)

구조해석 & 모델링

Rules Of Competition

1. 구조물 제작 및 심사 기준

- 구조물의 내진설계 목표와 성능수준의 이해
- 구조물의 지진 시 거동 예측 능력 및 부재강도 평가 능력
- 설계지진 초과 시 구조물의 파괴를 유도하는 정밀한 설계
- 시공성과 경제성을 고려하고 구조물의 아름다움을 추구하는 설계
- 구조해석 능력 외 도면화, 수량 산출 및 내역작성

2. 작품 제작 규정

- 하중은 각 층에 6kg 이상, 총 24kg 이상의 하중블록 설치
- 4층 이상으로 제작되며 각 층은 규정된 하중을 정적으로 지지
- 각 층의 높이는 200mm 이상, 총 높이 800mm이상 900mm이하
- 제작비용은 2400백만원을 기준금액으로 함

〈설계 목표〉

- 2층 plate에 면진 롤러를 설치하여 면진 효과 구현
- 목표 최대 지반 가속도 0.7g에서 구조물의 파괴가 일어나도록 설계
- 가새를 활용해 지진하중을 견딜 수 있는 설계

01

02

03

04

05

06

07

08

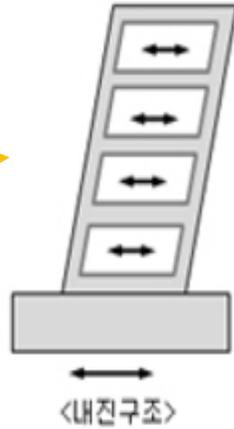
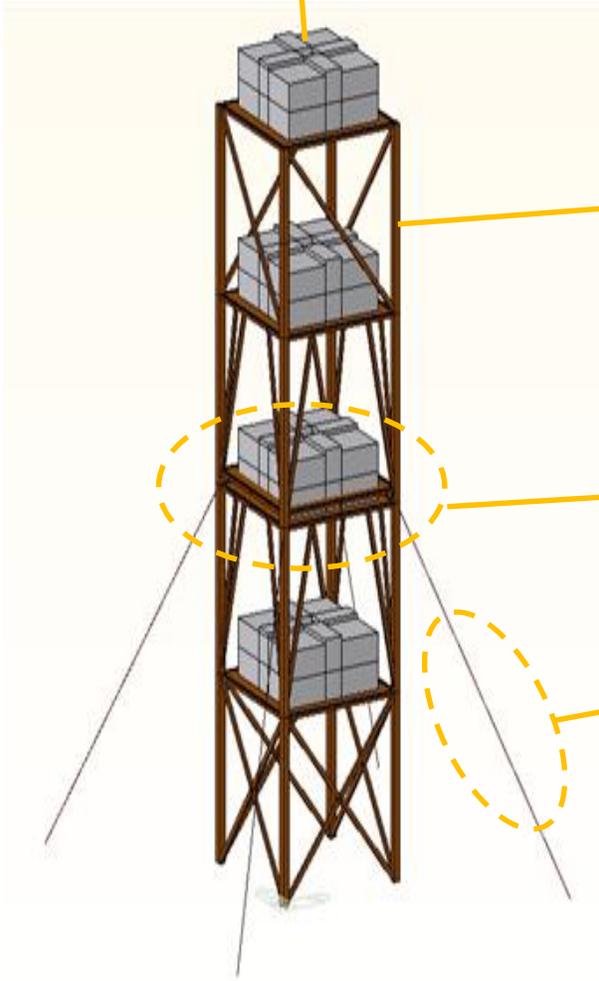
09

10

Design Concept

하중블록 정착제로 정착해 낙하 방지

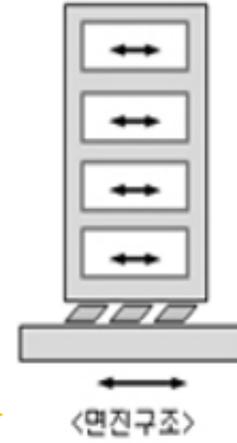
- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10



내진

구조물의 강성을 증가시켜 지진력에 저항하는 방법

→ 층별 내진 성능 목표에 부합하는 가새 설정



면진

건물과 지반 사이에 전단변형 장치를 설치하여 지반과 건물을 분리시키는 방법

→ 2층에 면진 롤러를 설치하여 면진 효과 구현

케이블

면줄을 활용하여 구조물 전도 방지

→ 구조물의 전도에 대한 안전성 향상

**PGA 0.354g 까지는 내진으로 버티고
그 이후부터 0.7g 까지는 면진으로
버티도록 설계**

Material Properties



하중 (Kg)	변위 (mm)	탄성계수 (MPa)
0.5	16.1	1904
0.5	15.8	1940
0.5	16.2	1892
0.5	15.9	1928
0.5	16.1	1904
평균	16.02	1914

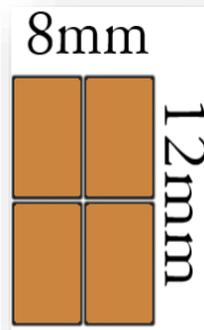
마찰계수 산정 μ	1차 높이 (cm)	2차 높이 (cm)	3차 높이 (cm)	평균 높이 (cm)	μ
Plate + 하중블록	7.300	6.500	6.200	6.667	0.354
Plate[A4] + 하중블록	8.300	10.900	9.200	9.467	0.537
Plate[A4] + 하중블록[A4]	9.700	9.100	8.900	9.233	0.520

- 마찰 계수 $\mu=0.354$ 사용
- 따라서, 0.354g 까지는 내진설계로 버틸 수 있도록 함.

- 기둥부재의 구성 (단면 2차 모멘트)

$$I_x = \frac{bh^3}{12} = \frac{8 \times 12^3}{12} = 1152mm^4$$

$$I_y = \frac{bh^3}{12} = \frac{12 \times 8^3}{12} = 512mm^4$$



MDF Strip 4개를 엇갈리게 부착



구조물의 강성과 탄성 확보
경제성 및 시공성 면에서 우수

01

02

03

04

05

06

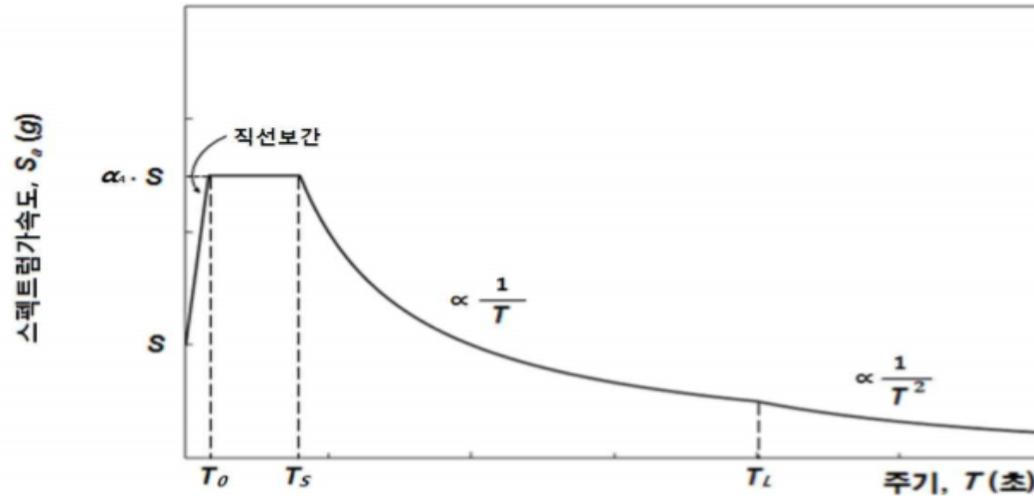
07

08

09

10

Seismic Load



- 지반 종류 : S_2 얇고 단단한 지반
- 지진구역 계수 (Z) = 0.11g
- 지진구역 : I

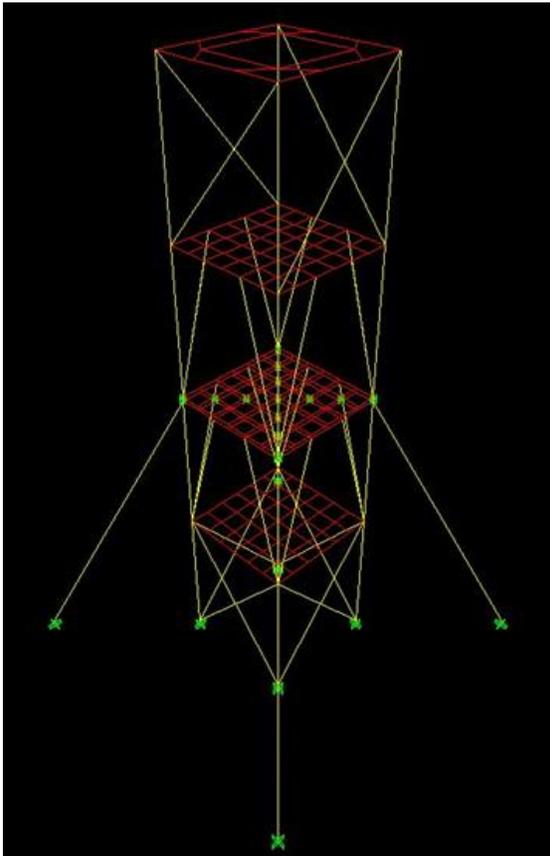
- 탁월주기를 피하면 강성이 약해 **전도** 우려
- 탁월주기보다 작은 영역은 **비경제적 설계** 우려



- PGA 0.7g에서 파괴 유도를 위해 설계 스펙트럼 적용하여 구조물 목표 주기 0.1s ~ 0.5s로 설정
- 면진 롤러의 필요성

Structure Design & Analysis I

Joint Object	20	Joint Element	24
	1	2	3
Trans	0.01776	-2.822E-05	-0.00369
Rotn	-4.378E-04	0.05979	-3.602E-04



층별 내진성능에 부합하는 가새 설정

4층



실험결과 X, 편심 가새는 너무 튼튼해서 대각선 가새 사용

2, 3층



편심을 이용하여 힘과 전단을 골조에 유발 시킴으로써 연성 증가

연결보의 비탄성 전단작용 및 힘작용으로 인한 높은 연성율로 인하여 강진지역에서 유리한 수평시스템

1층

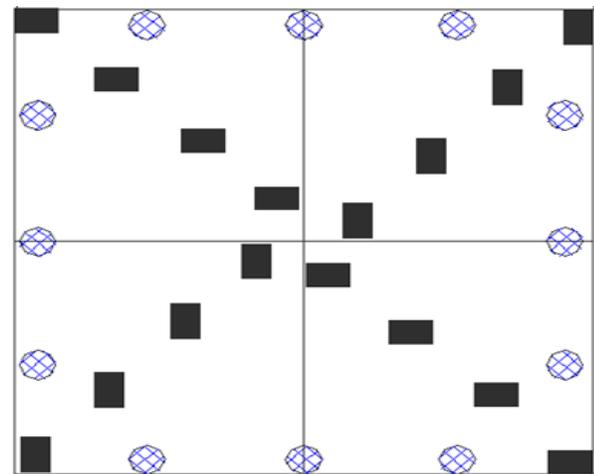
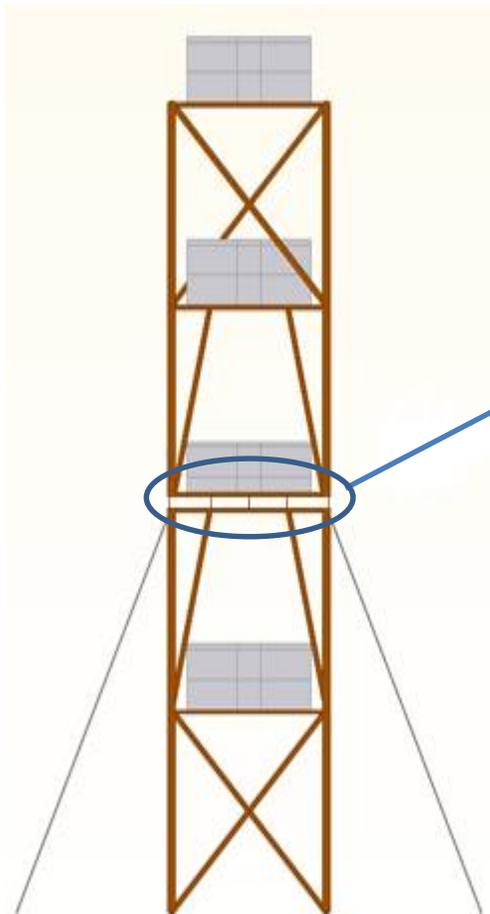


하중을 가장 많이 받으므로 힘 저항성이 가장 큰 X가새 사용

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10

Structure Design & Analysis II

면진 롤러를 이용한 면진 효과 증대



■ : 면진 롤러 위치 ⊗ : 면줄 연결 위치
 <3,4층 구조물 하부에 면진 롤러 설치>

- 남은 스트립을 면진 롤러로 활용하여 경제성 증가
- 상부 구조물의 고유주기를 증대
- 지진 시 발생하는 큰 수평력의 에너지 흡수
- 구조물에 발생할 수 있는 거동에 대하여 안정성 확보
- 하부 구조물의 공사비 절감

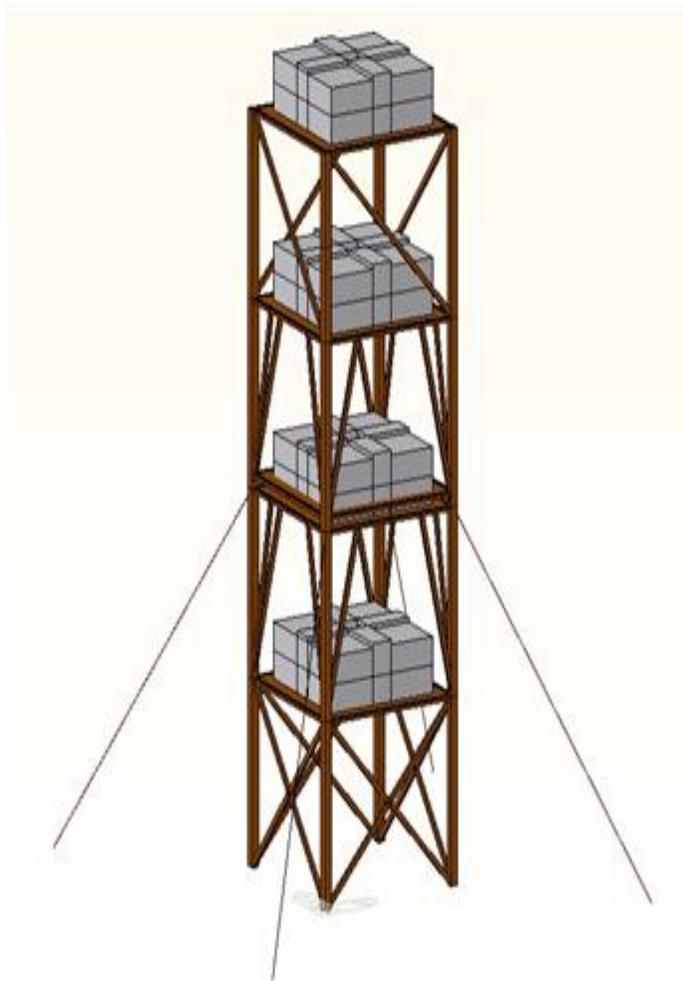
1, 2층과 3, 4층 구조물을 따로
 만들어 분리되지 않게 면줄로 연결

2층 파단유도 & 면줄을 이용한 전도방지

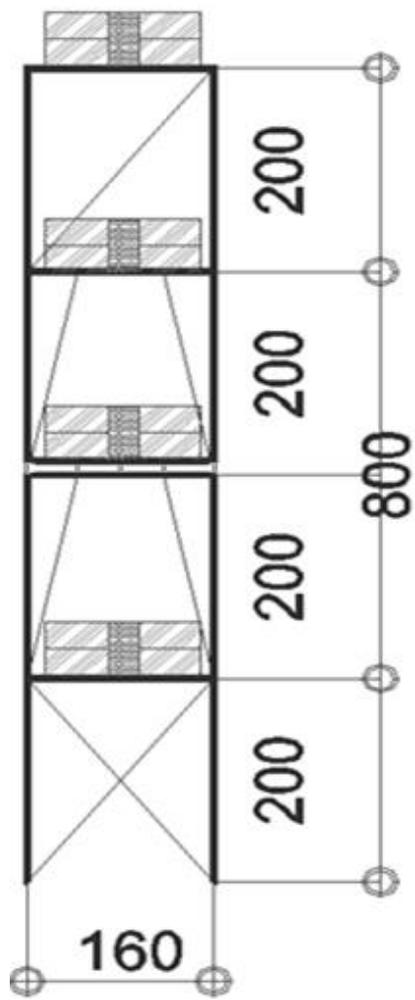
01
02
03
04
05
06
07
08
09
10

Final Model

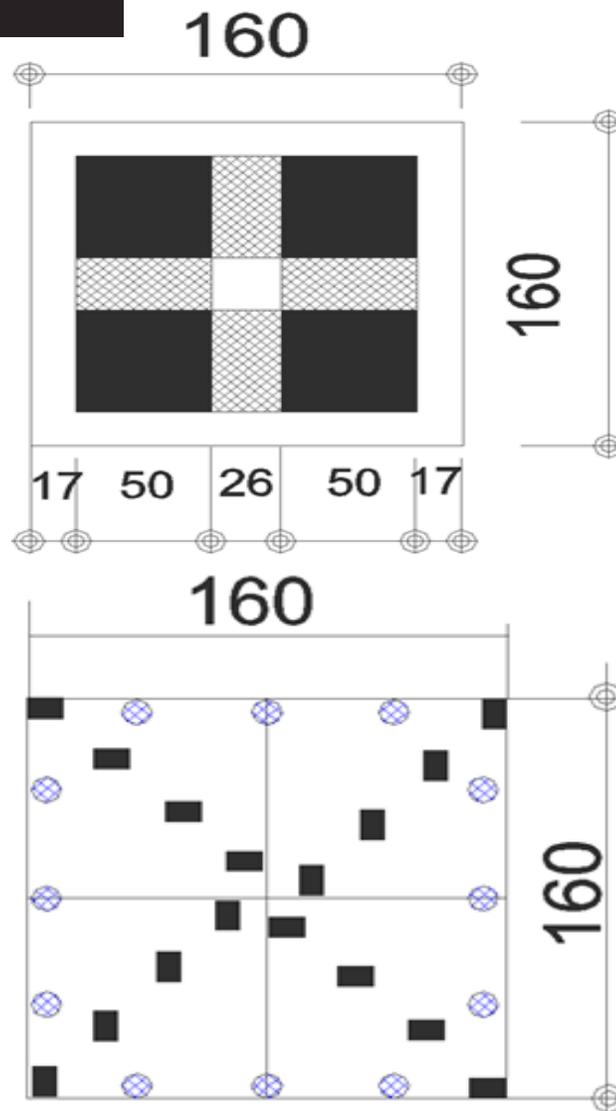
- 01
- 02
- 03
- 04
- 05
- 06
- 07
- 08
- 09
- 10



<MIDAS>



<단면도>

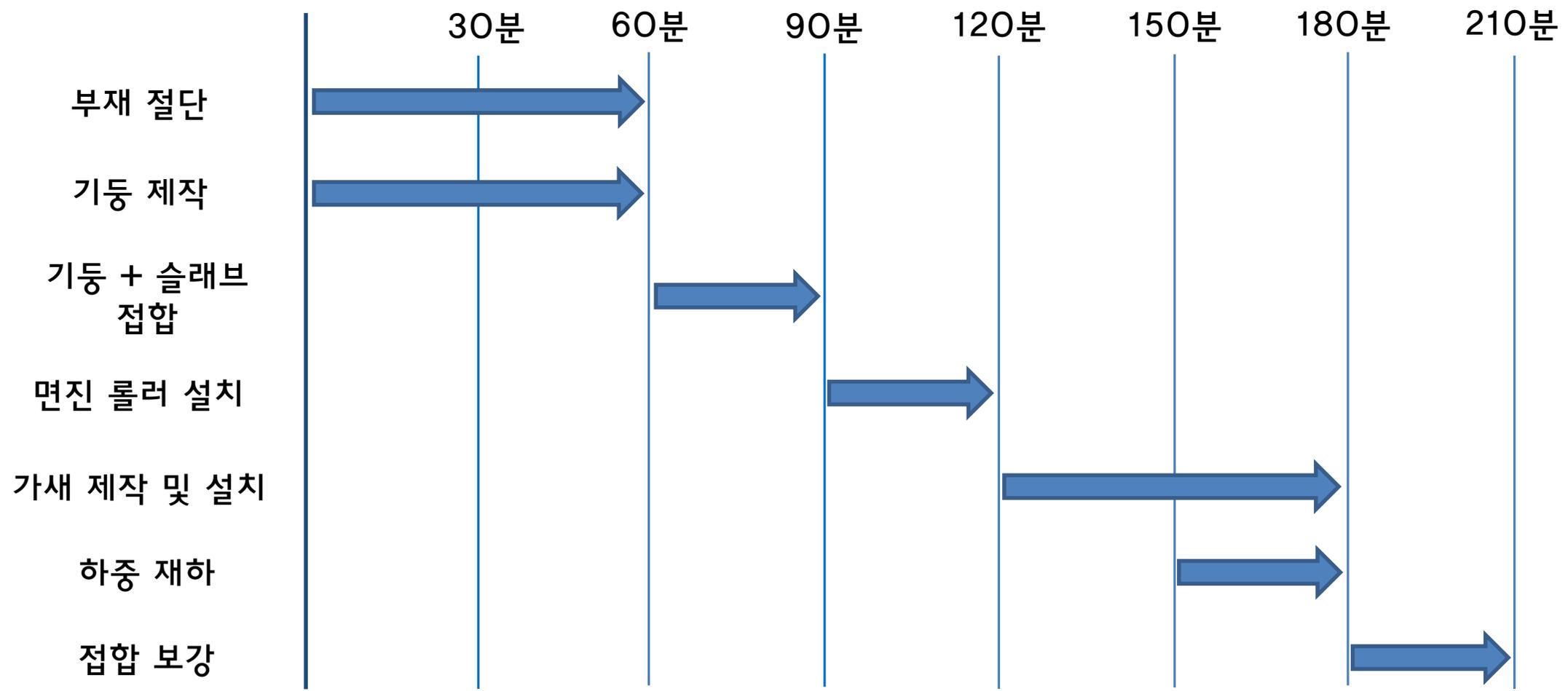


<상면도>

<부지블럭 설치단면도>

Progress Schedule

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10



Budget

재료명	단위	규격	단위수량(개)	단가(백만원)	필요 수량(개)	금액(백만원)
MDF Base (기초판)	개	400mm×400mm×6mm	1	—	1	—
MDF Strip	개	600mm×4mm×6mm	1	10	48	480
MDF Plate	개	200mm×200mm×6mm	1	100	5	500
면줄	식	600mm	1	10	1	10
A4지	장	A4	1	10	—	—
접착제	개	20g	1	200	2	400

기준 금액 (백만원)	2400
-------------	------

예상 금액 (백만원)	1390
-------------	------

여유 금액 (백만원)	1010
-------------	------

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10