

# ESSRBERFE

*Final Presentation*  
2023.05.30

건축공학종합설계 6조  
박민아 서영록 엄원찬  
염상진 이세건 이재은 이지연

# INDEX

## 0. Intro

0-1. 팀 소개

## 1. 건축계획

1-1. 개요

1-2. 대지 분석

1-3. 설계 컨셉

1-4. 매스 스터디

1-5. 조닝

## 2. 건축구조

2-1. 목표

2-2. 주안점

2-3. 구조 계산

2-4. 결과

## 3. 환경설비

3-1. 목표

3-2. 패시브 설계

3-3. 신재생에너지

3-4. 열원설비

3-5. 공조설비

3-6. 위생설비

3-7. 소방설비

3-8. 결과

## 4. CM/시공

4-1. 목표

4-2. VE

4-3. 시공계획

4-4. BIM

4-5. 결과

건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

팀명 : REVERSE

작품명 : 書積(서적) - 책을 쌓아 공간을 반전시킨다



팀장 박민아



팀원 서영록



팀원 엄원찬



팀원 엄상진



팀원 이세건



팀원 이재은

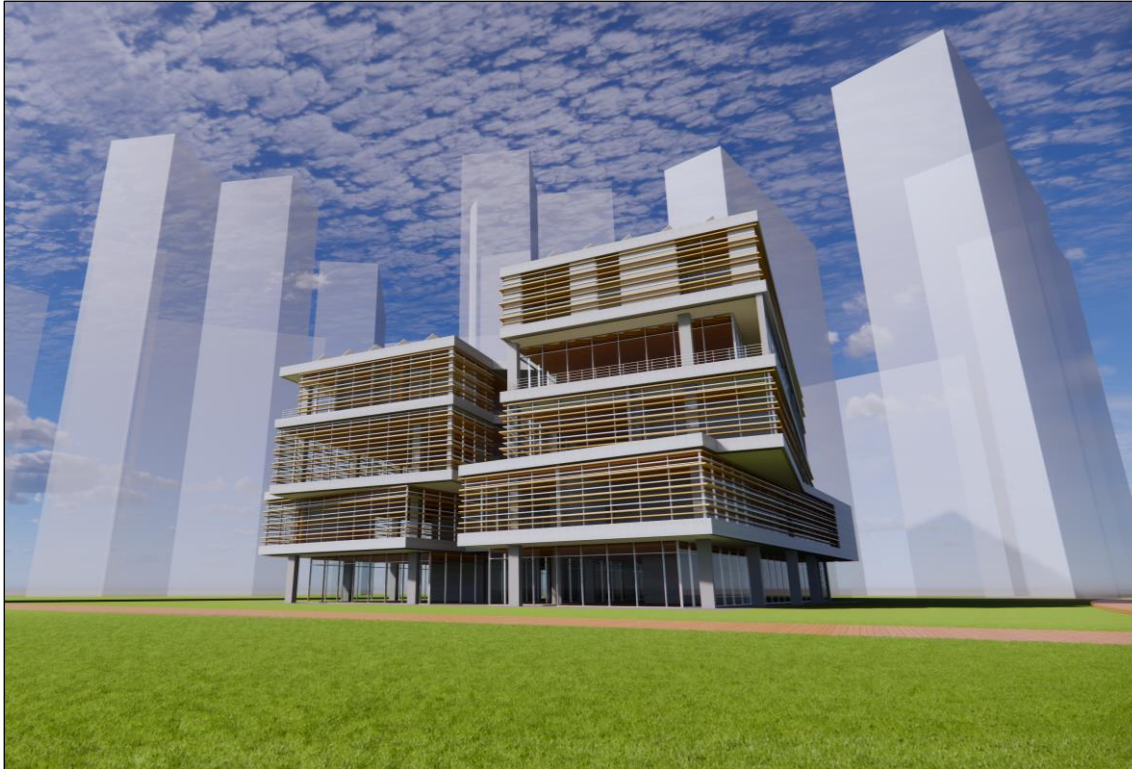


팀원 이지연

# 건축계획

1. 목표
2. 대지 분석
3. 설계 컨셉
4. 매스 스터디
5. 조닝





구분	내용
사업명	서울시립 도서관(서대문) 조성 설계용역
대지위치	서울특별시 서대문구 북가좌동 479번지
대지면적	3,486.8m <sup>2</sup>
용도지역	제2종일반주거지역, 공공도서관, 재정비촉진지구
건물용도	교육연구시설(도서관)
시설규모	지하 1층, 지상 5층
연면적	9,003m <sup>2</sup> (±3%범위 내)
건폐율	53.9%
용적률	199.27%
최고높이	29m
구조형식	철근콘크리트 구조

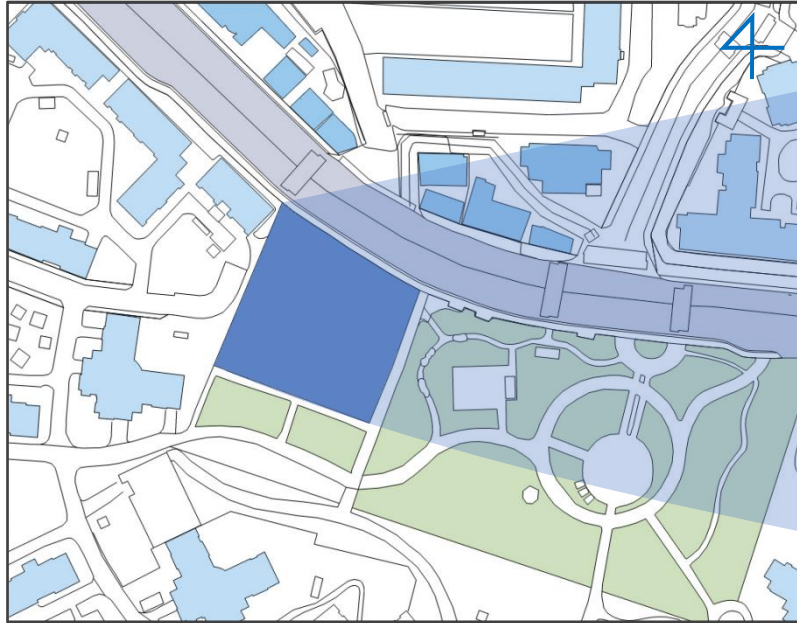


건축계획

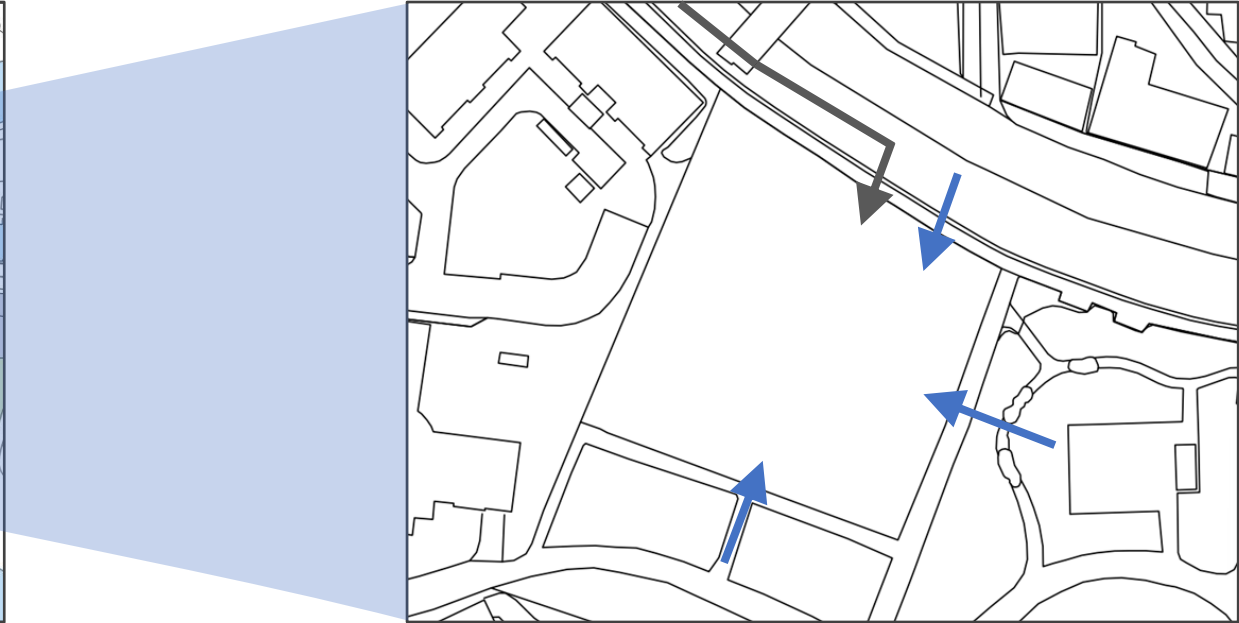
건축구조

환경설비

CM / 시공



■ 사업대지 ■ 주거지 및 상가 ■ 중앙근린공원



공원과 아파트 단지로 둘러싸인 Site 형태  
남쪽에 공원 위치

차량 동선 →  
보행 동선 →



건축  
계획

건축  
구조

환경  
설비

CM /  
시공



“반전” = “분리”

: 끊어낼 것을 확실히 끊어내며 반전을 제공

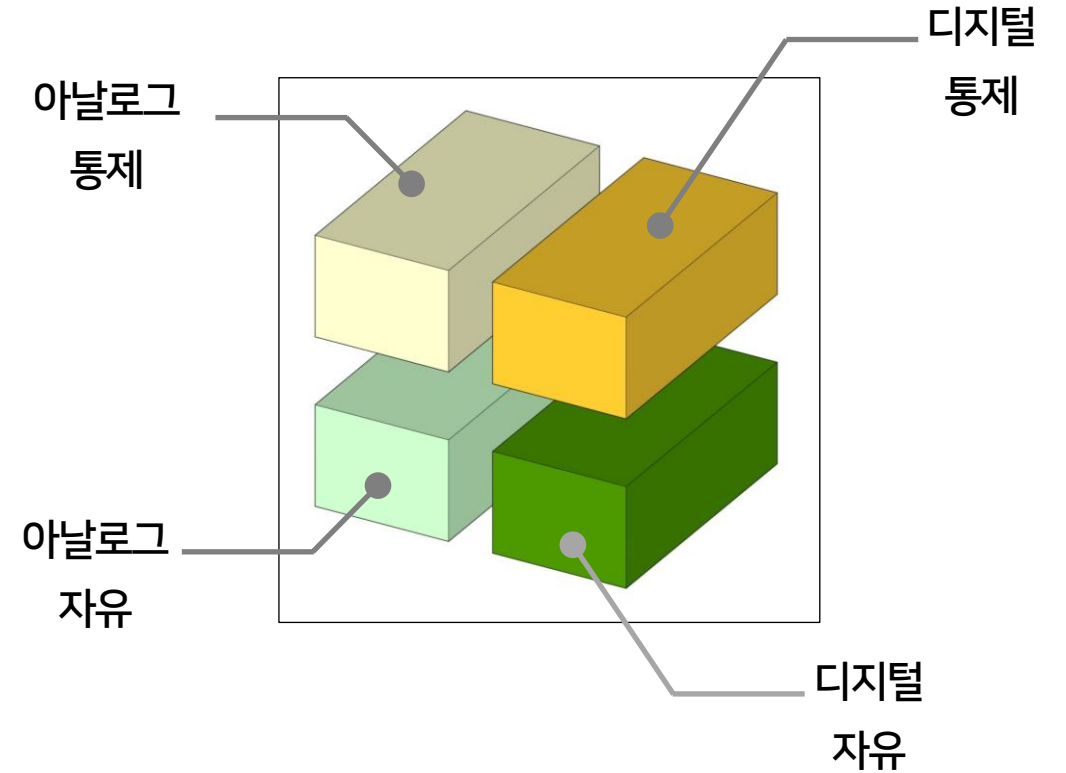


건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공



- 상반되는 요소 스터디  
: 설계 컨셉인 '반전'에 따라 상반되는 요소의 스터디를 진행



- 수평, 수직으로 요소 분리  
: 다양한 요소 중 과거와 미래, 자유와 통제를 수평과 수직으로 분리



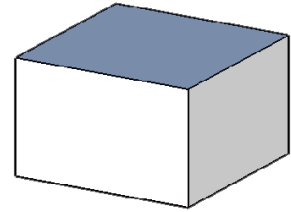


건축계획

건축구조

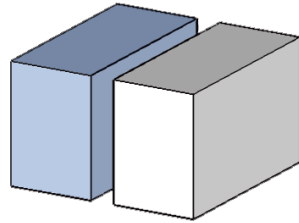
환경설비

CM / 시공



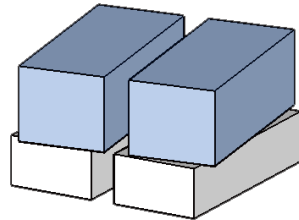
**PROGRAM**

매스 형성



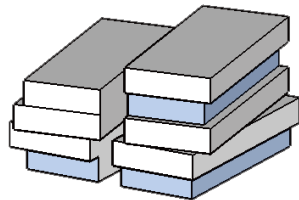
**SPLIT**

컨셉에 따른 수평적 분리



**TWIST**

컨셉에 따른 수직적 분리



**VOLUME**

건물의 형태 구성



자유롭게 쌓은 책을 형상화



건축 계획

건축 구조

환경 설비

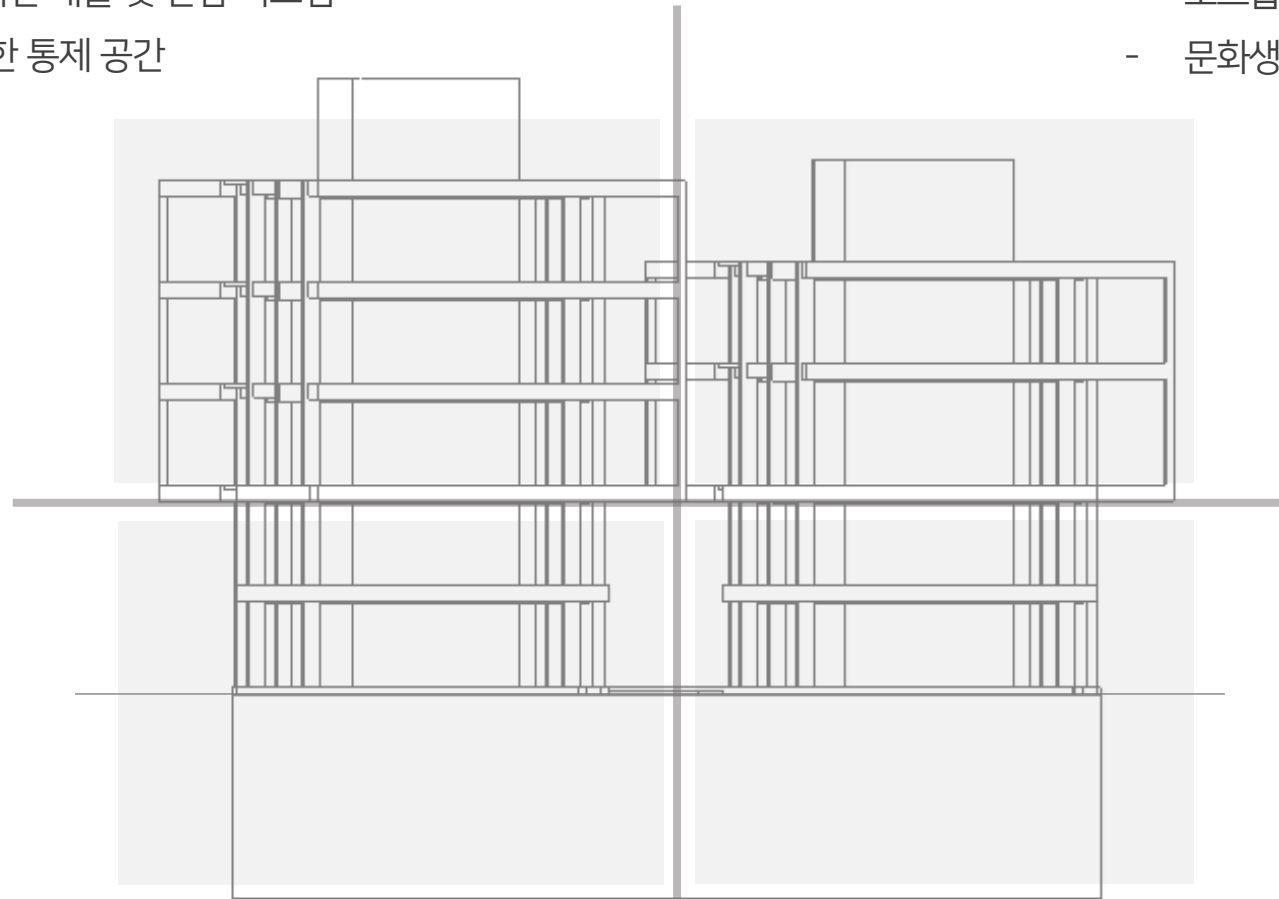
CM / 시공

- 자동화서고를 통한 편리한 대출 및 반납 시스템
- 디지털 기기 관리를 위한 통제 공간

통제

- 소그룹실, 캐럴 등 회의 및 공부 공간
- 문화생활을 즐길 수 있는 아날로그 공간

디지털



아날로그

- 디지털 기기를 사용하는 자유로운 공간
- 디지털 기기를 활용한 열람 및 창작 공간

자유

- 공원과 연계된 자유로운 공간
- 책을 직접 꺼내 볼 수 있는 도서 공간



건축계획

건축구조

환경설비

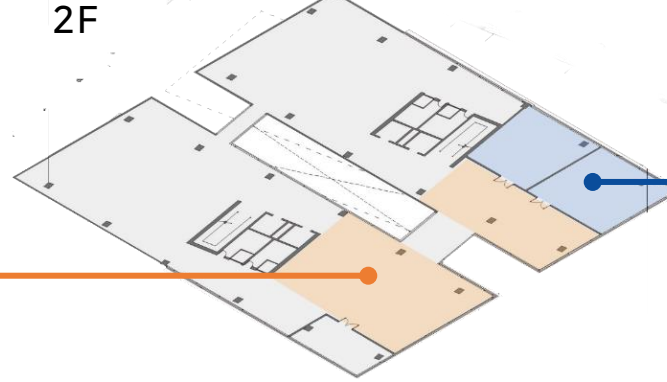
CM / 시공

## 1) Space Plan

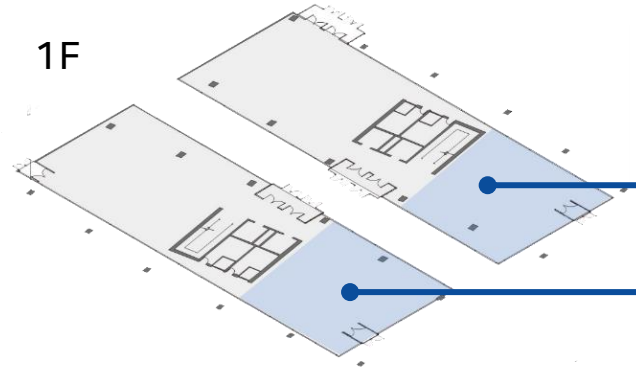


2층 CS실

- 자유롭게 소통하는 공간



1F



2층 멀티미디어 창작실, 어린이 문화교실

- 디지털 기기를 활용한 창의적 공간



1층 북카페 및 유아 자료 열람실

- 공원과 연계한 자유로운 공간



건축 계획

건축 구조

환경 설비

CM / 시공

## 1) Space Plan



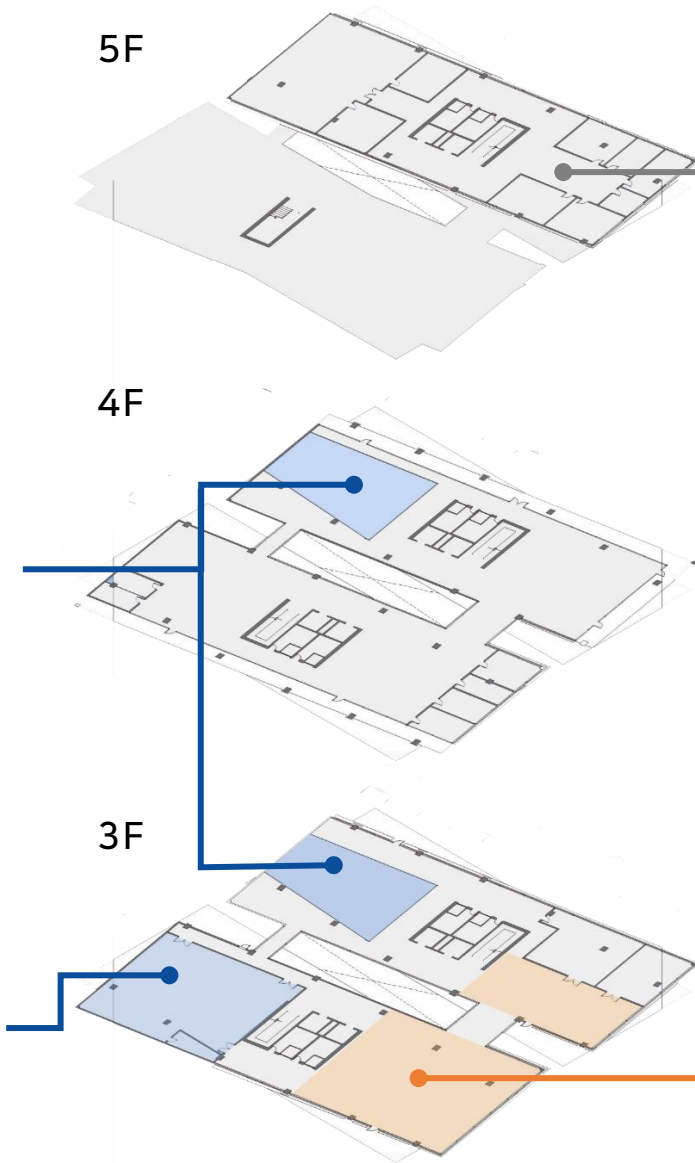
### 3,4층 자동화서고

- 자동화를 통한 편리한 대출, 반납 시스템



### 3층 다목적실

- 다양한 문화생활을 향유할 수 있는 공간



### 5층 사무공간



### 3층 LS실

- 차분한 분위기 속 배우는 공간



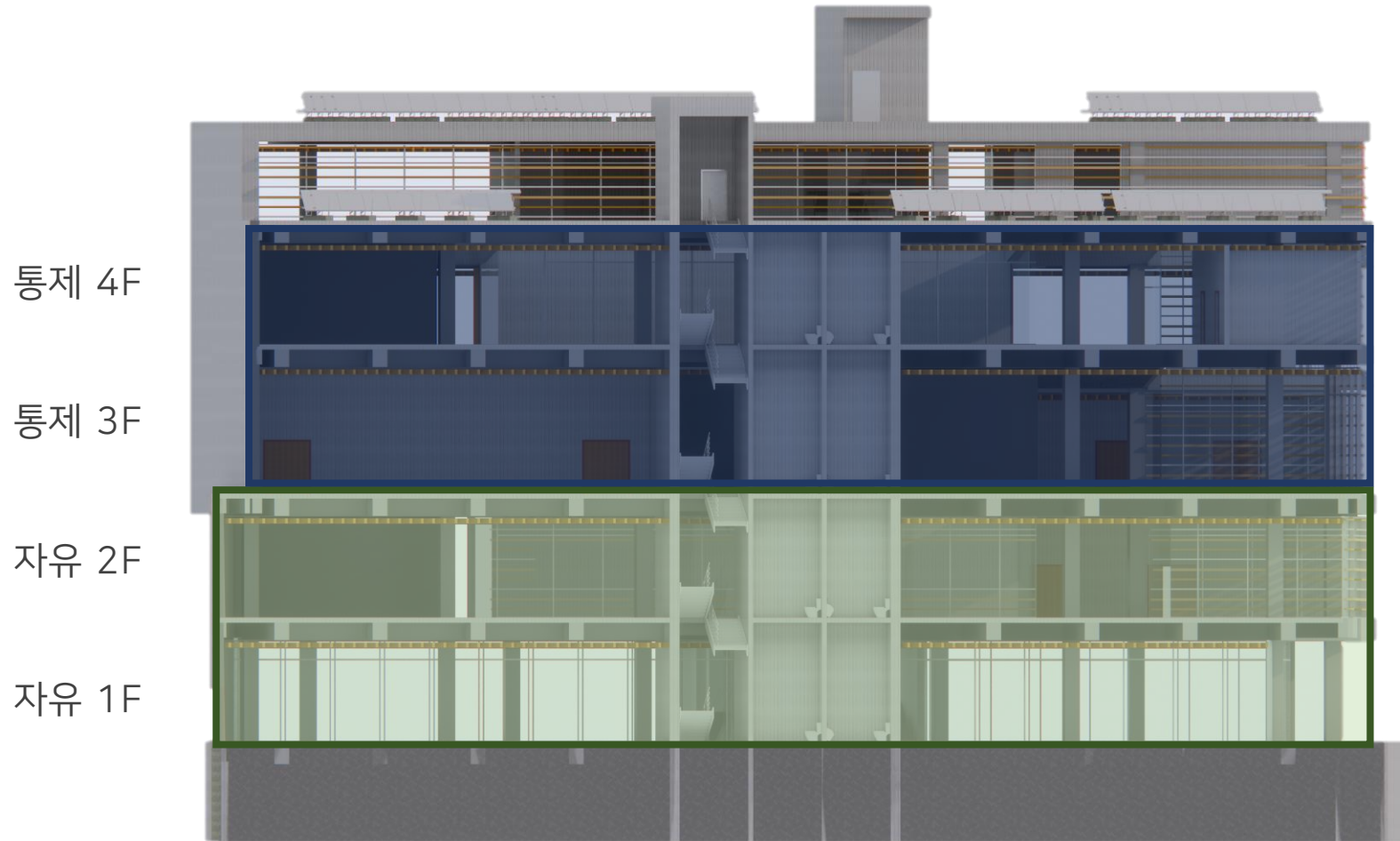
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 2) 아날로그 동





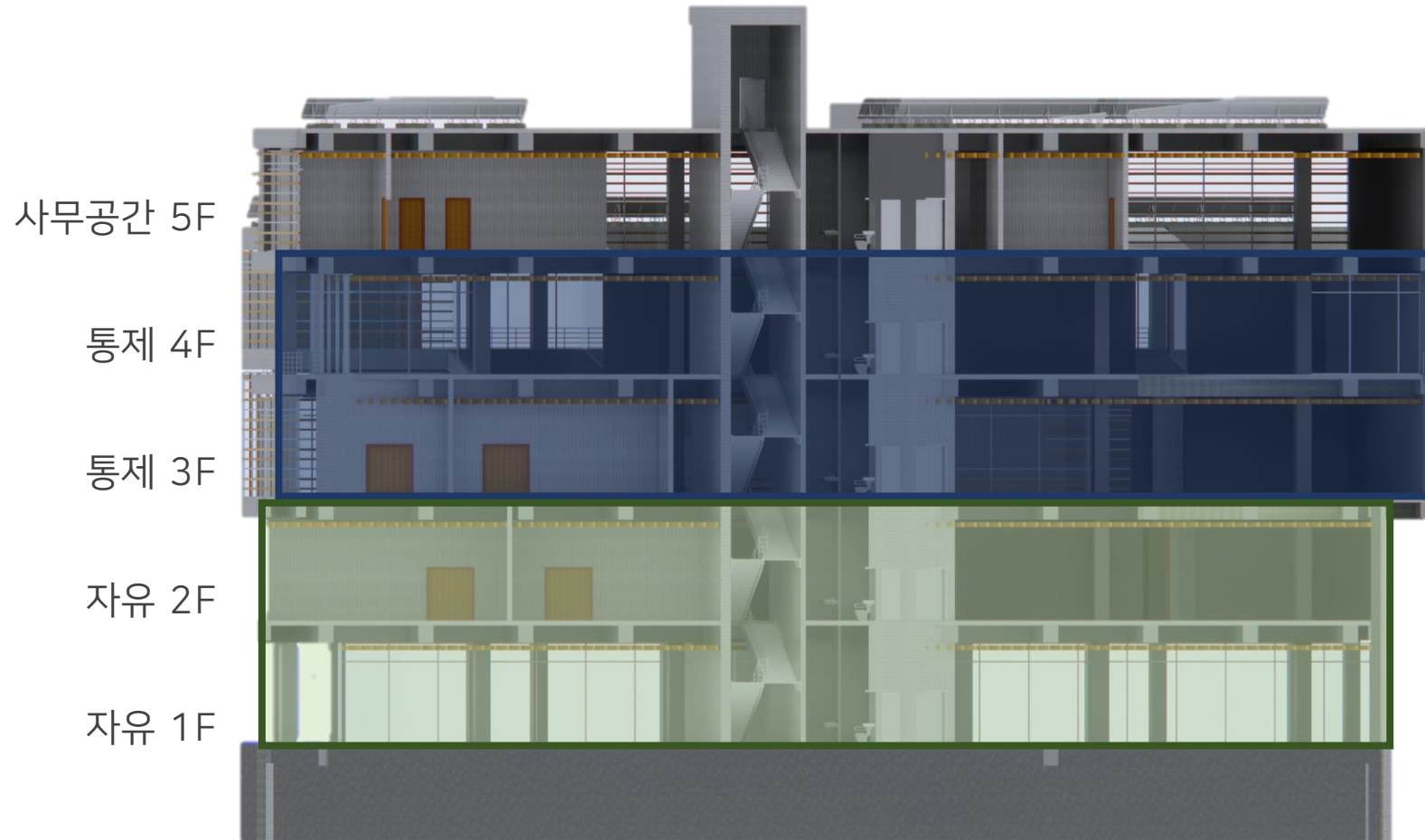
건축 계획

건축 구조

환경 설비

CM / 시공

## 3) 디지털 동



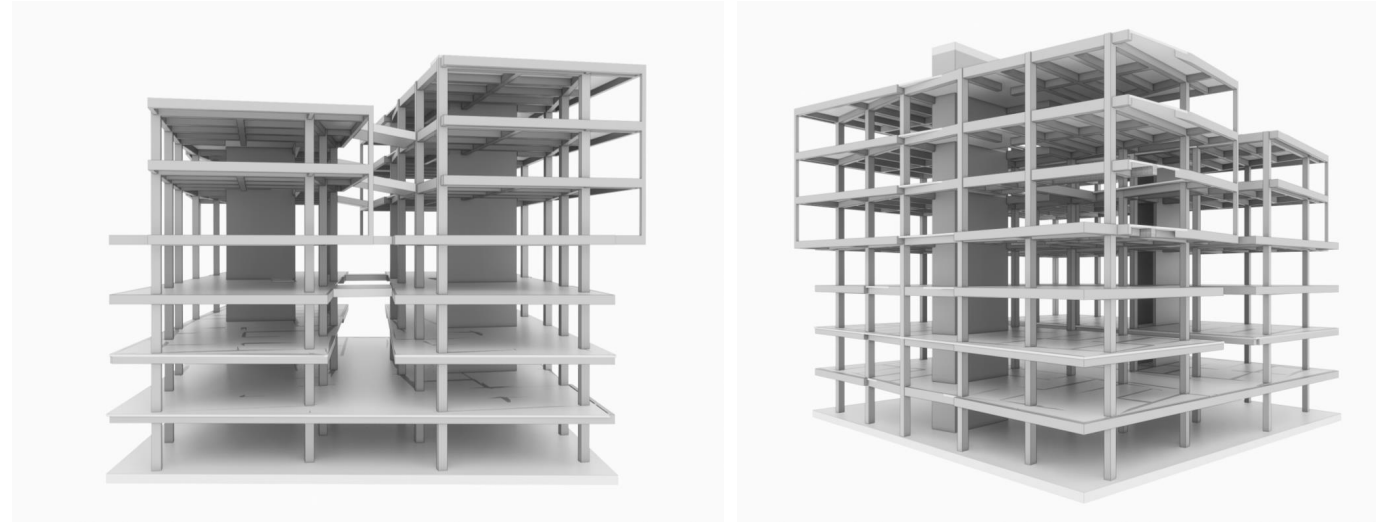
# 건축구조

1. 목표
2. 주안점
3. 구조 계산
4. 결과





## 1) 구조 목표 설정



### Reverse 컨셉의 구조적 달성

- 건축 계획의 수직, 수평적 컨셉을 유지

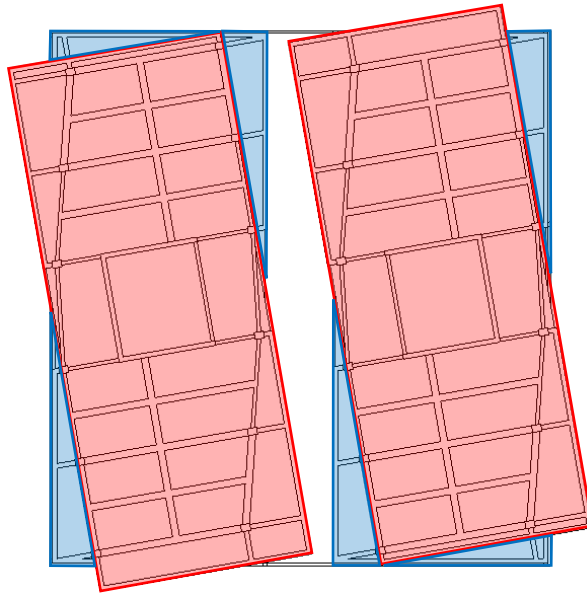
- 외부 노출 기둥의 최소화

- 내부 프로그램을 위한 대공간 확보

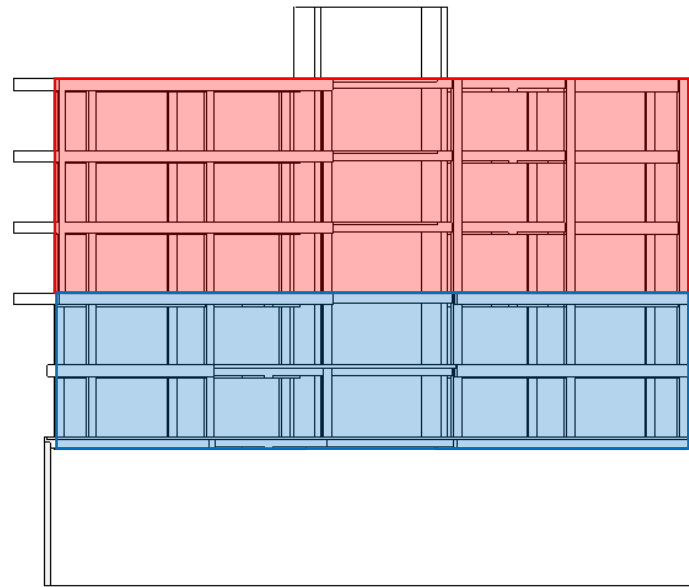




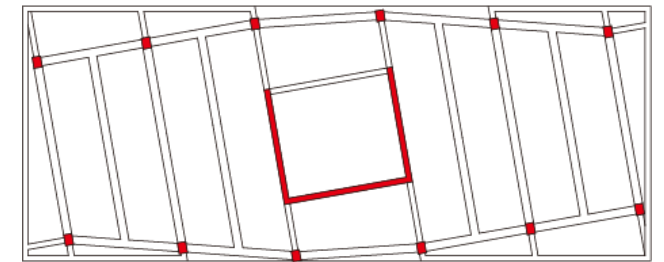
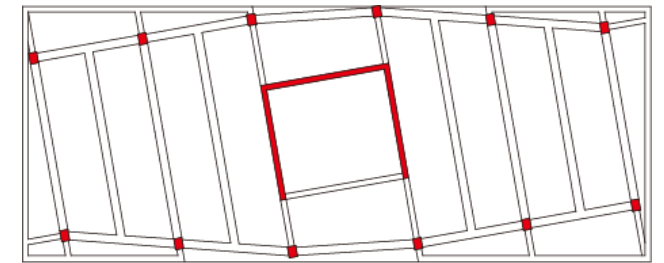
## 2) 구조적 특징



- 평면도 Zoning



- 단면도 Zoning



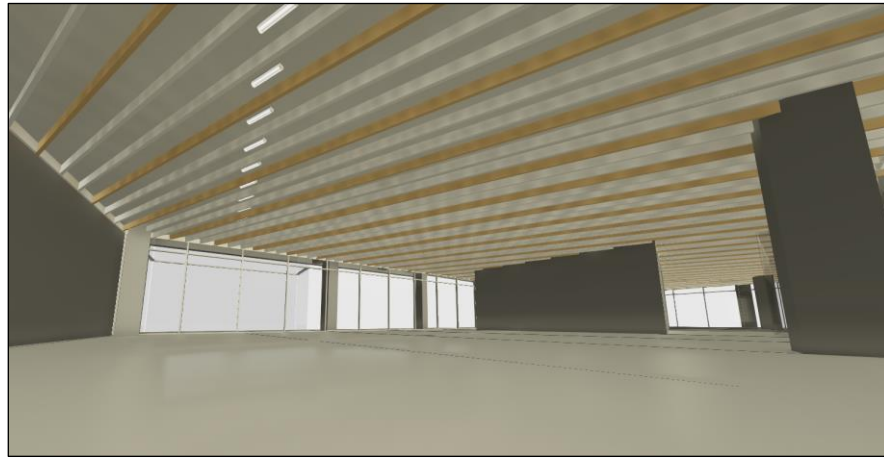
- 기둥 배치

✓ 10° 비틀린 건물에 맞춘 적합한 구조 디자인 필요



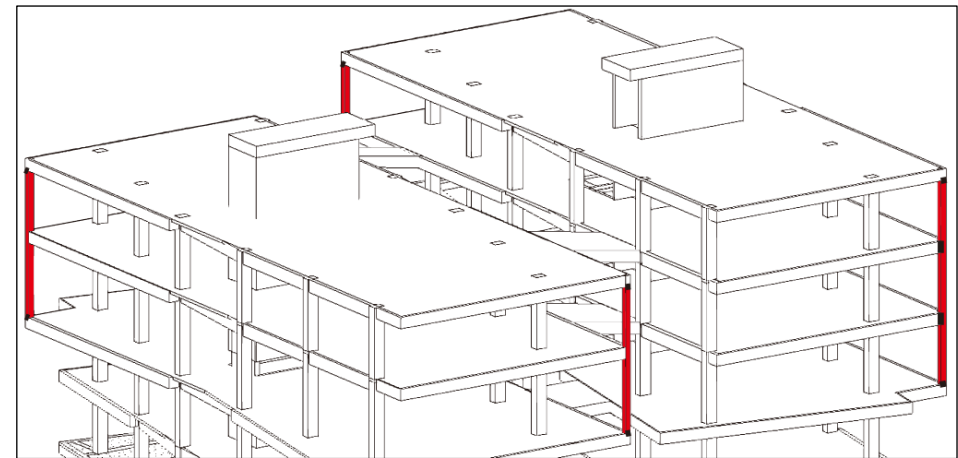
## 1) 주안점

### ① 대공간



- 보 처짐에 대한 기준 검토
- 기둥 배치 시 최대한 공간 고려

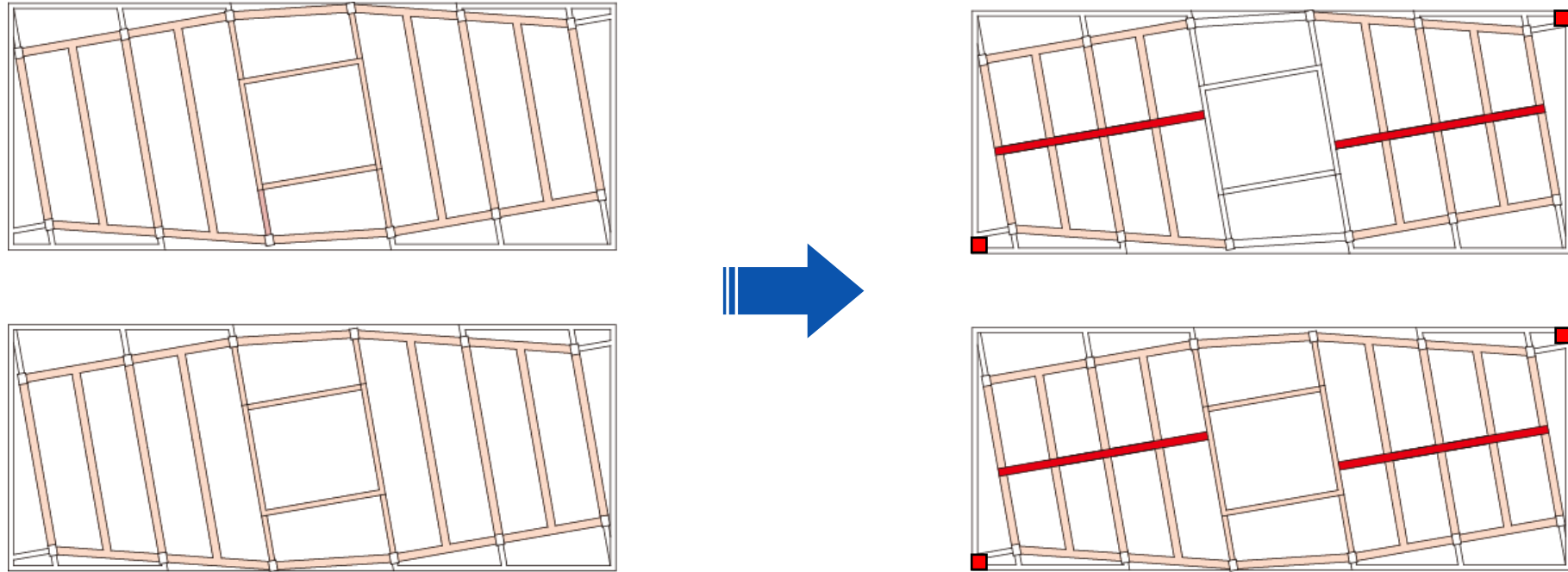
### ② 캔틸레버 보



- 캔틸레버의 모멘트 고려
- 캔틸레버의 모멘트를 잡기 위해 인장구조 추가



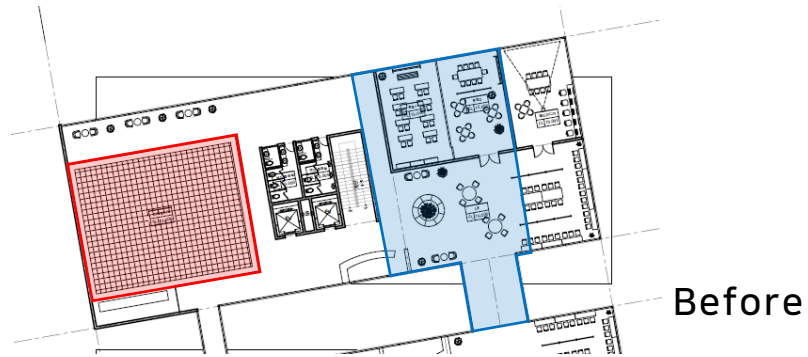
### 2) 기존 구조 변경점 ①



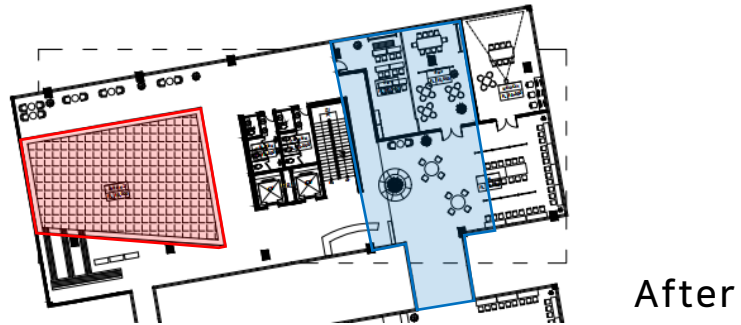
- **보 추가**: 처짐을 잡기 위함  
→ 처짐 계산에서 길이 감소
- **기둥 추가**: 캔틸레버의 **모멘트 크기**를 줄이기 위함  
→ 구조의 일체성 부여



### 3) 기존 구조 변경점 ②

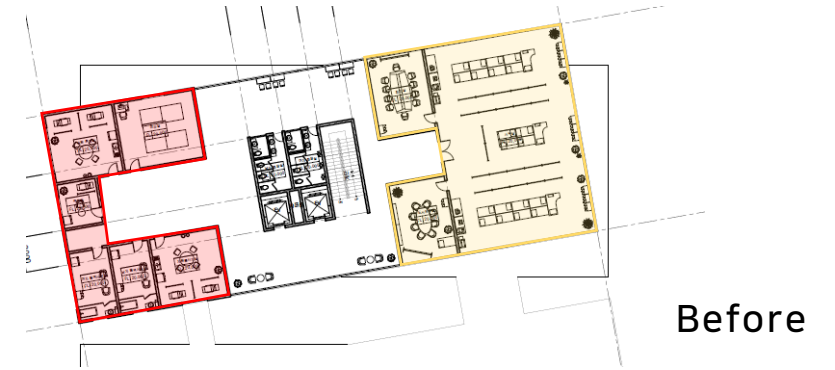


Before



After

- 기동 최적화를 통한 **데드 스페이스 최소화**
- 코어 위치 변경으로 인한 **복도 공간의 확보**를 위해 실 모양 변경



Before

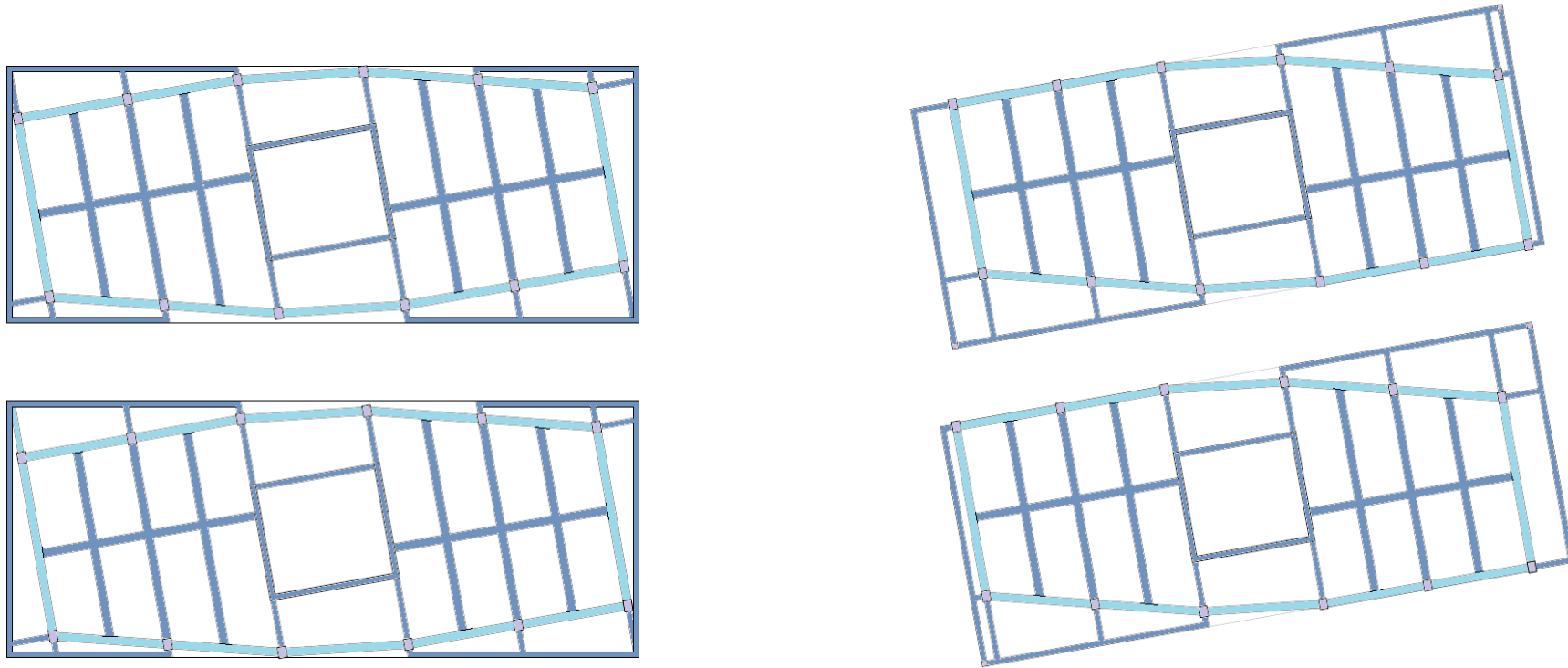


After

- 기동과 보, 코어 및 통로를 고려한 실 배치 변경으로 **사용자 편의 고려**



### 4) 최종 골조 결정



#### 비틀어진 구조체의 하중을 자연스럽게 이동시켜주는 기둥배치

- 기둥을 최소화 하여 **대공간 확보**
- 처짐을 줄이면서 **1방향 슬래브 유지**
- 외부로 드러나는 기둥 최소화로 **설계 컨셉 유지**



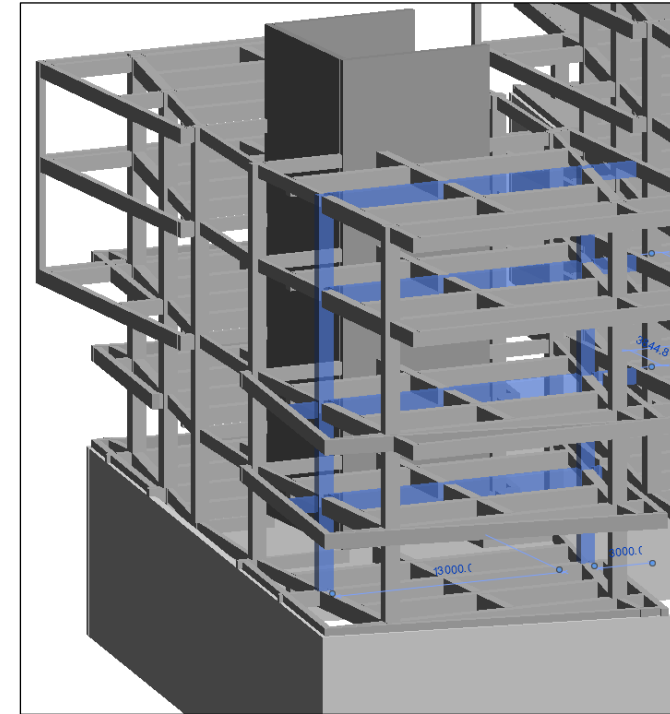
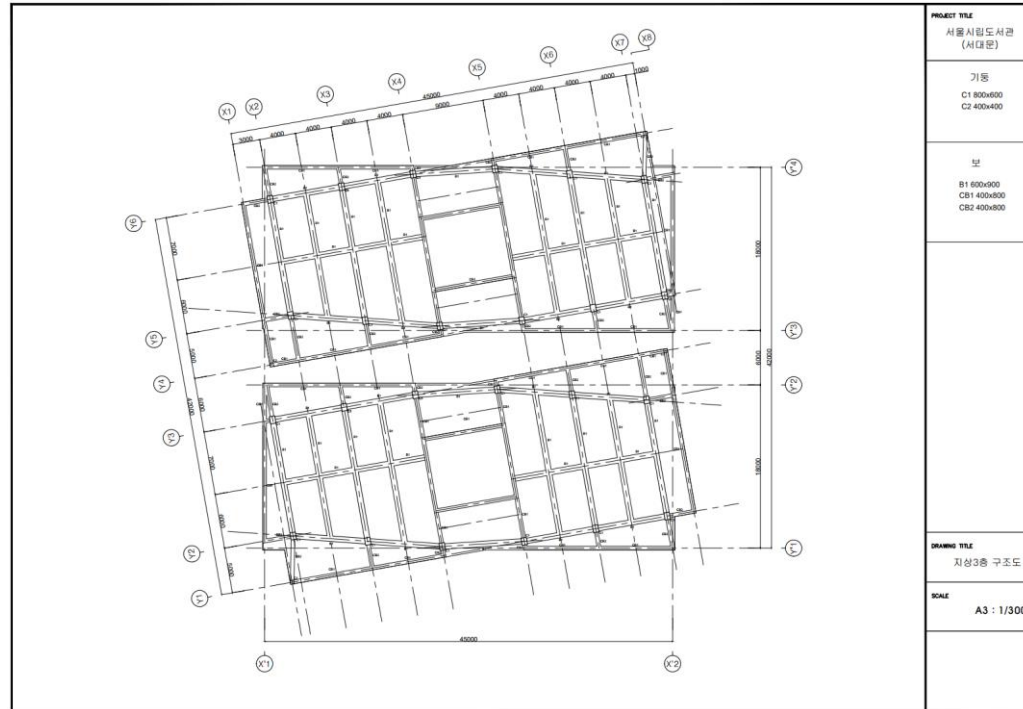
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) 모멘트 분배 단면 선정



- 모멘트가 가장 클 것이라고 예상되는 단면에 **모멘트 분배법** 수행

# 3. 구조 계산



## 2) 모멘트 분배법

건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

가층	1F	지중	2.2	아래층	15
Stiffness	7797575758	5120000000	4264666667	2430000000	5120000000
DF	0.38	0.25	0.25	0.12	0.56
FEM	107.45	0.00	0.00	-472.50	-26.86
DM1	138.83	91.50	91.50	43.43	-245.31
DM2	0.00	0.00	0.00	0.00	45.75
DM3	-19.68	-12.99	-12.99	-6.16	18.56
DM4	0.00	0.00	22.87	1.46	0.00
DM5	-5.24	-6.10	-6.10	-2.89	12.84
DM6	0.00	0.00	-3.25	1.01	0.00
DM7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM25	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM39	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM55	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM57	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM73	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM84	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM91	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM99	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM101	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM102	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM103	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM104	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM106	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM107	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM108	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM109	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM111	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM112	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM113	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM114	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM116	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM117	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM118	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM119	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM121	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM122	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM123	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM124	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM126	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM127	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM128	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM129	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM131	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM132	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM133	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM134	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM136	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM137	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM138	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM139	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM141	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM142	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM143	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM144	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM146	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM147	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM148	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM149	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM151	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM152	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM153	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM154	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM156	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM157	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM158	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM159	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM161	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM162	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM163	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM164	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM166	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM167	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM168	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM169	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM171	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM172	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM173	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM174	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM176	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DM177					



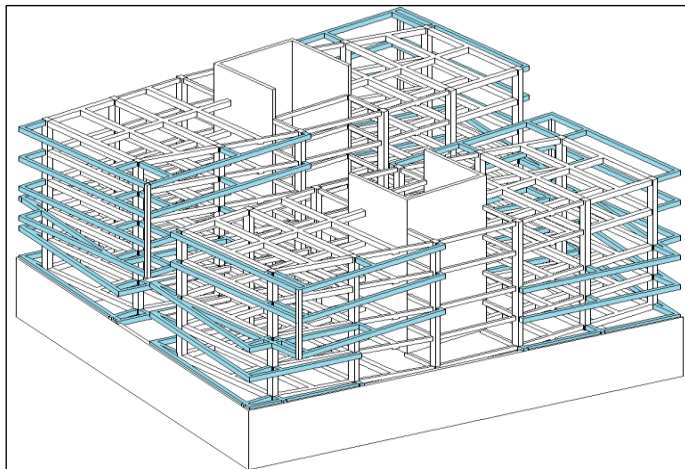
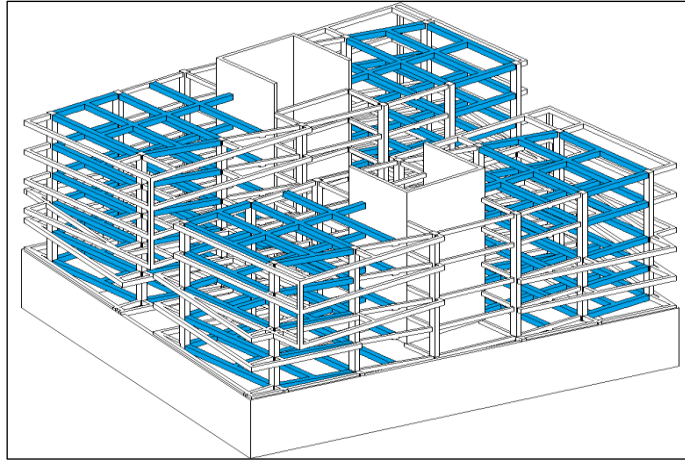
건축계획

건축구조

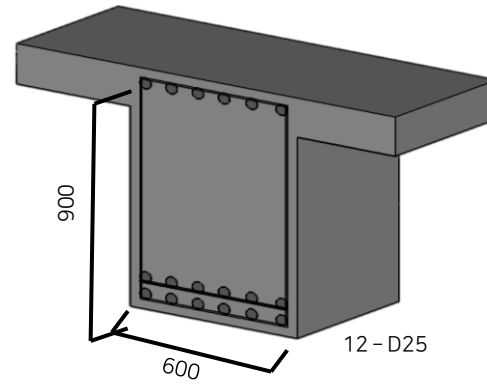
환경설비

CM / 시공

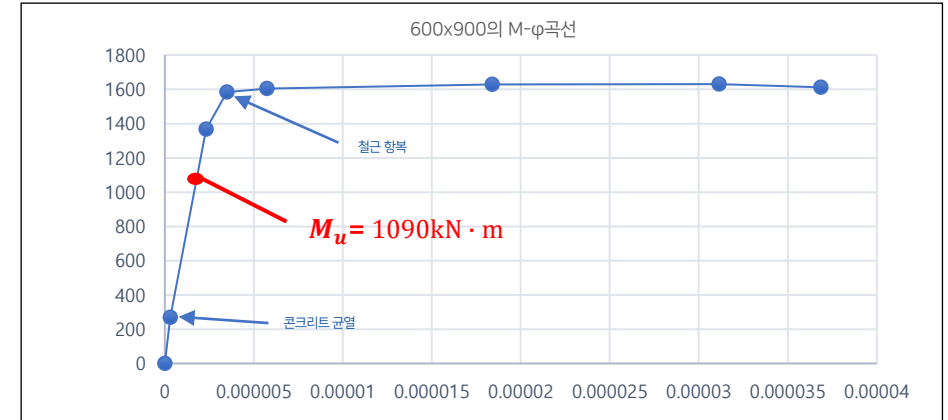
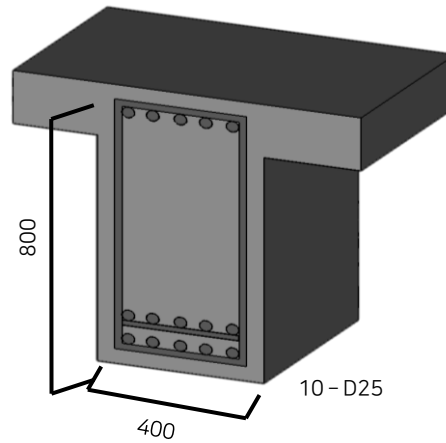
## 3) 보 선정



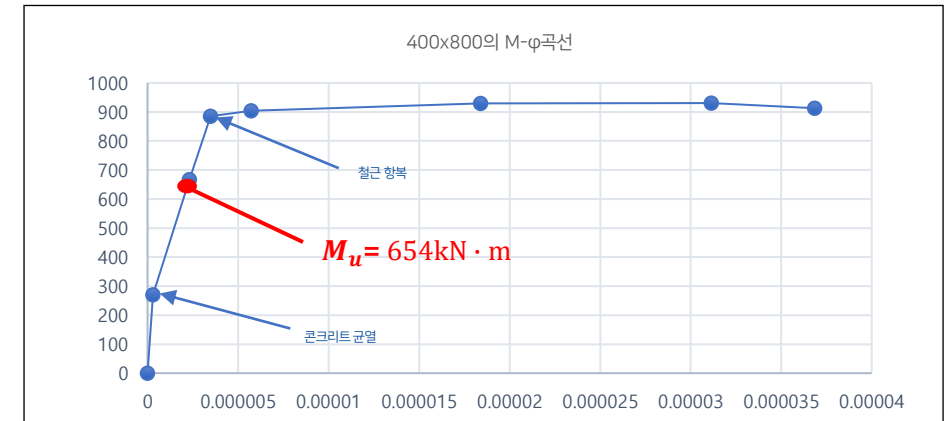
Beam 1



Beam 2



- M-φ 곡선을 통해 보의 파괴거동과 안정성 확인







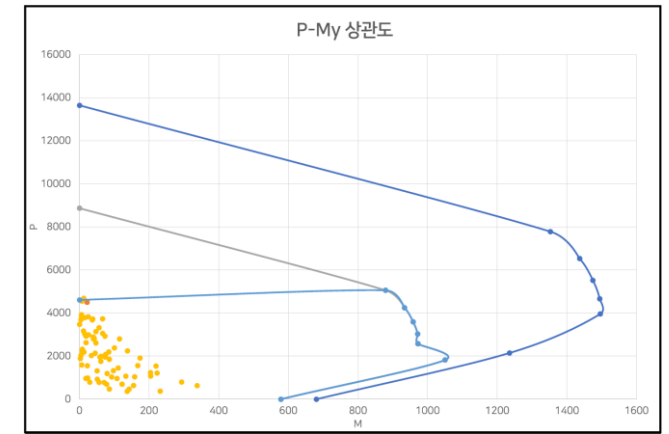
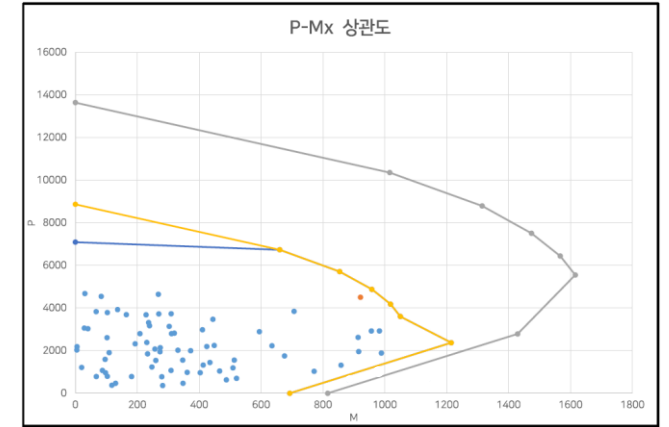
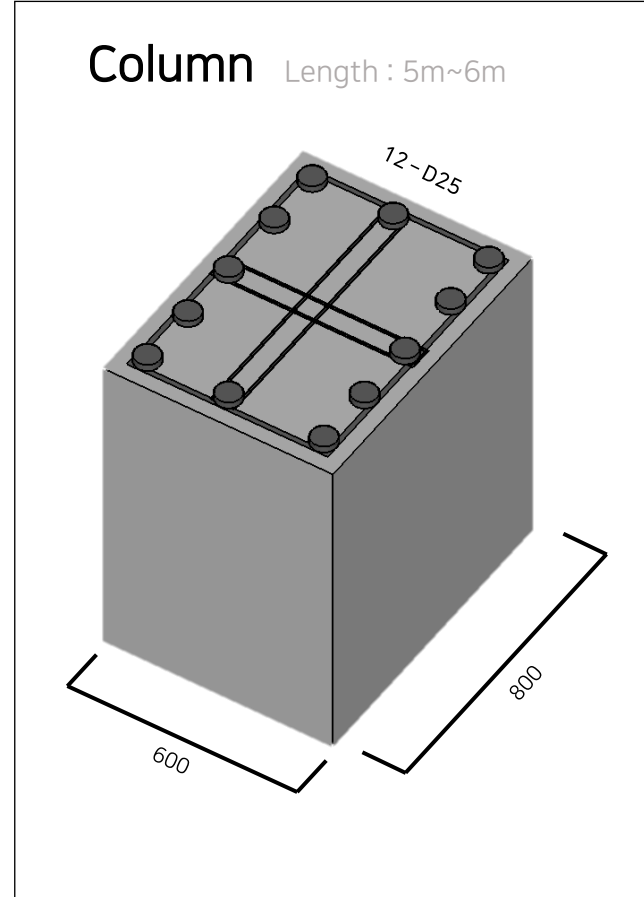
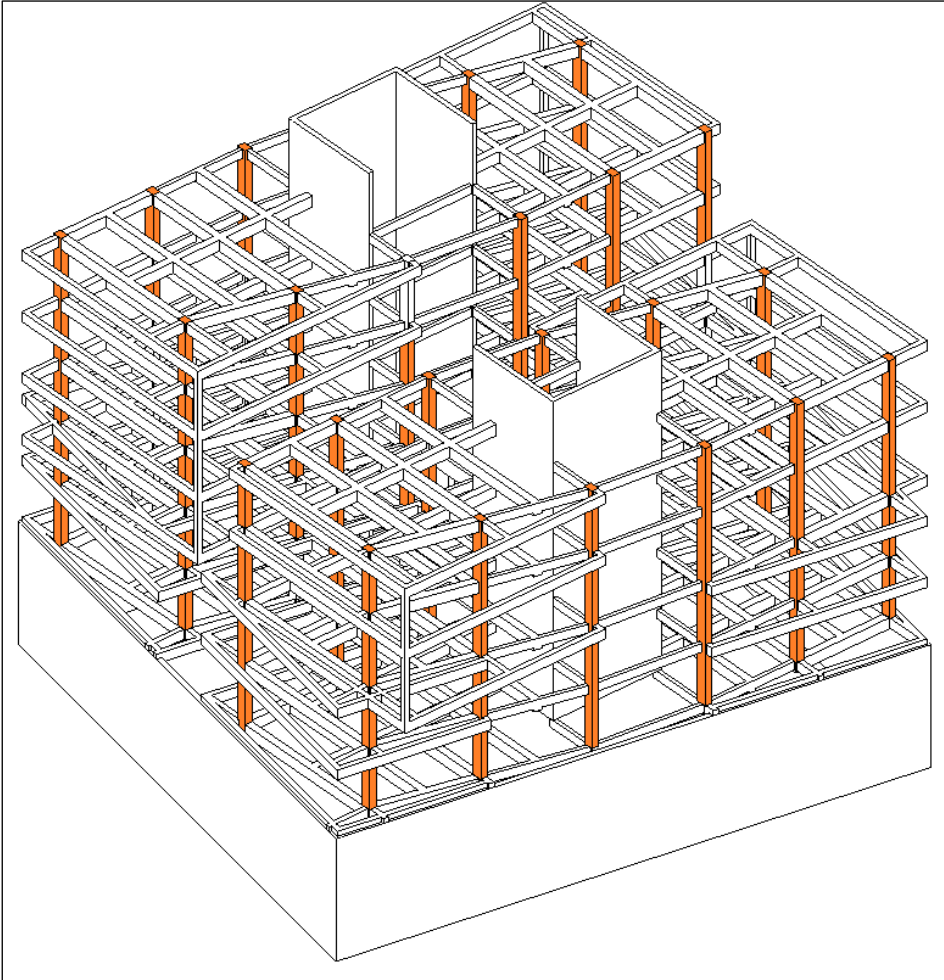
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 4) 최종 골조 결정



- P-M 상관도를 통해 X축 및 Y축 방향의 설계 모멘트 만족함을 확인



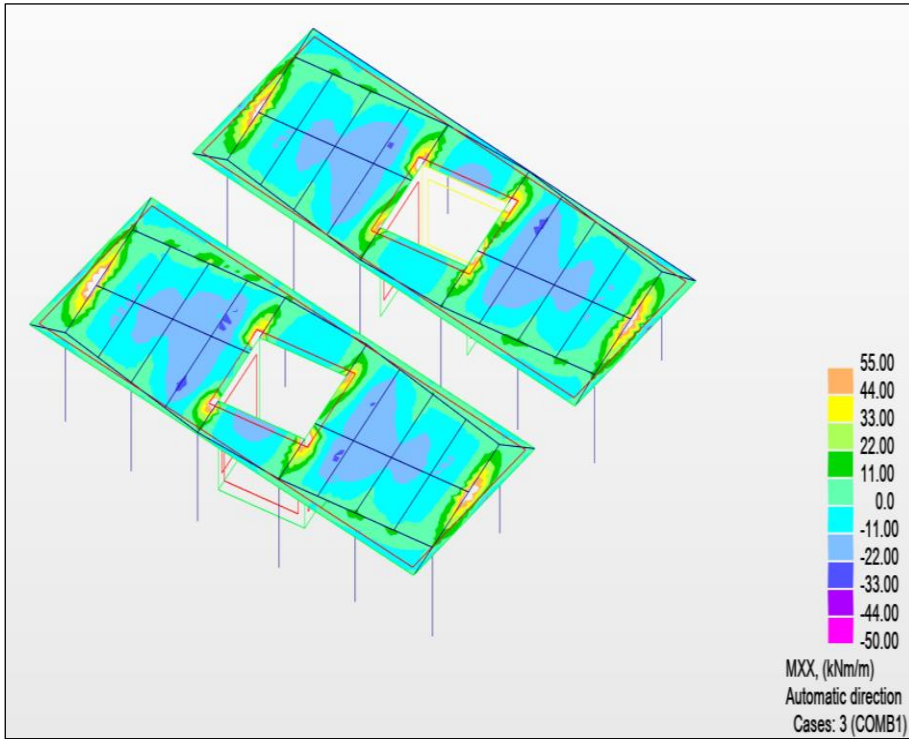
건축계획

건축구조

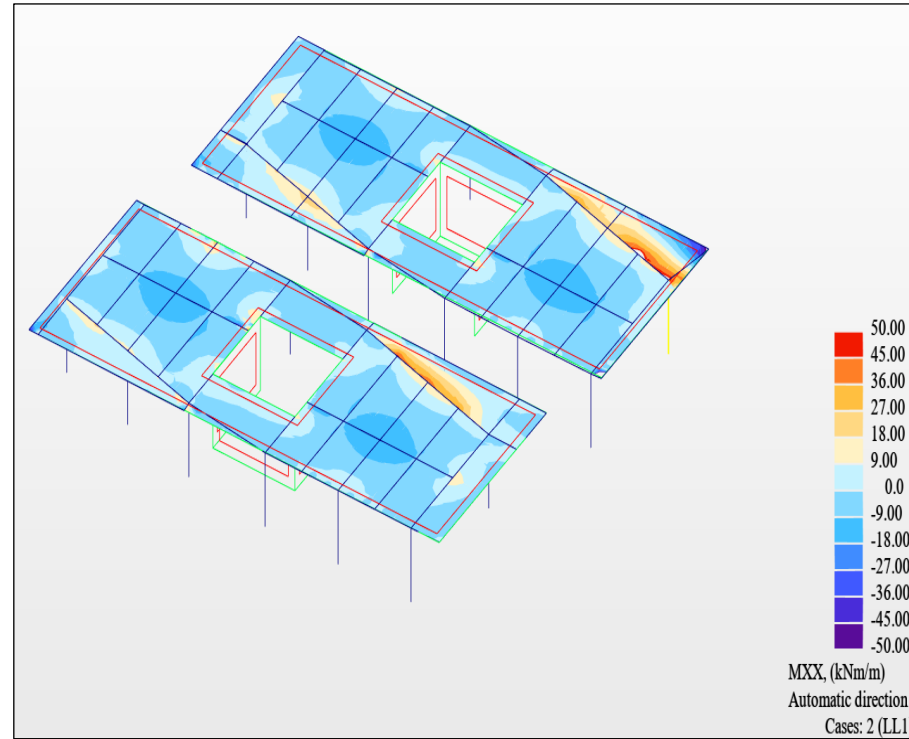
환경설비

CM / 시공

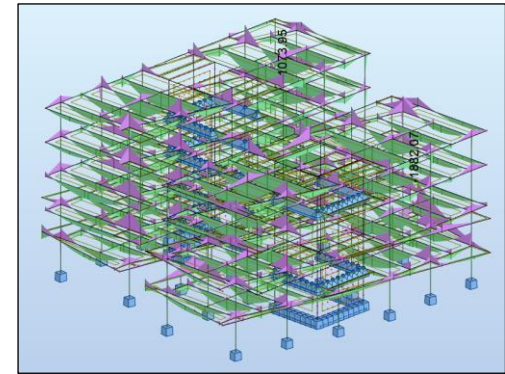
## 1) 프로그램 사용으로 구조 안정성 검토



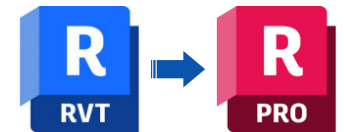
하층부 슬래브 모멘트



상층부 슬래브 모멘트



Robot-Structure Analysis



- BIM과 연계된 Robot-Structure 구조 프로그램으로 검토



건축계획

건축구조

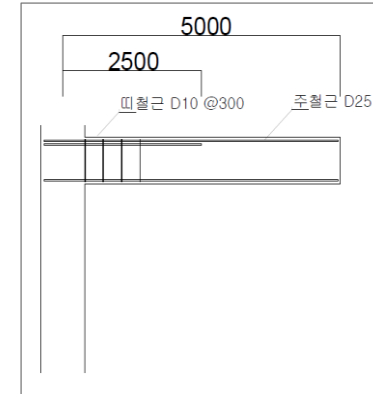
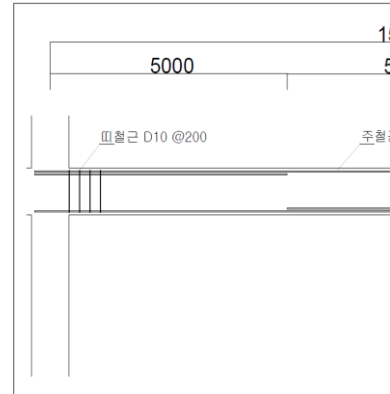
환경설비

CM / 시공

## 2) 설계 최적화 방안 선정 → 배근도 작성

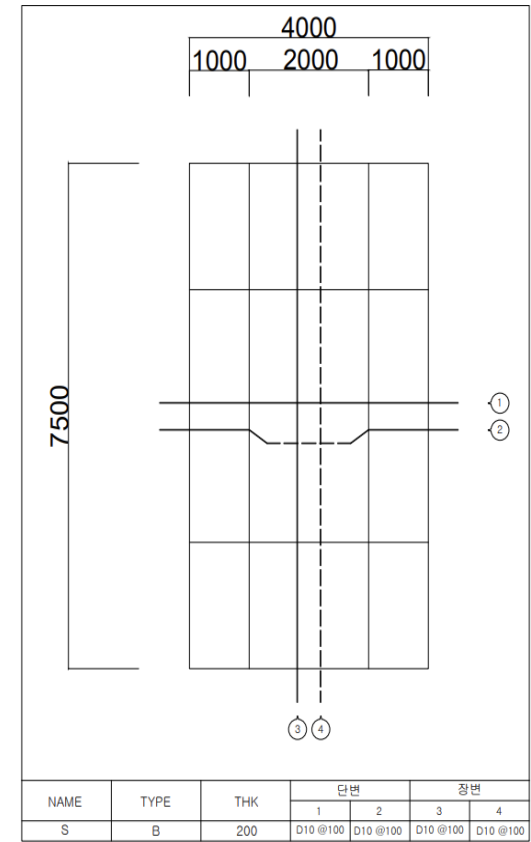
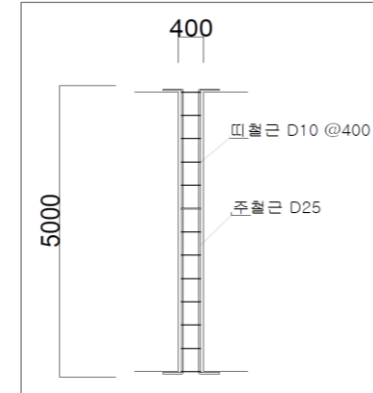
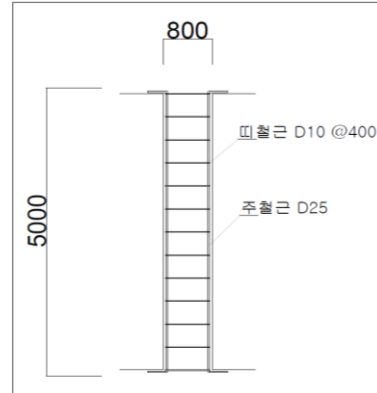
부호(mm)	B1	
	BOTH(양단)	CENTER
형태		
규격 (W X D)	600 X 900	600 X 900
상부근	12 - D25	6 - D25
하부근	6 - D25	12 - D25
띠철근	D10 @100	D10 @100
피복 두께	40	40

부호(mm)	C1	C2
	형태	
규격 (W X D)	600 X 800	400 X 400
주근	12 - D25	4 - D25
띠철근	D10 @400	D10 @400
피복 두께	40	40



부호(mm)	CB1	
	BOTH(양단)	CENTER
형태		
규격 (W X D)	400 X 800	400 X 800
상부근	10 - D25	5 - D25
하부근	5 - D25	10 - D25
띠철근	D10 @100	D10 @100
피복 두께	40	40

부호(mm)	CB2	
	시작	끝
형태		
규격 (W X D)	400 X 800	400 X 800
상부근	10 - D25	5 - D25
하부근	5 - D25	5 - D25
띠철근	D10 @100	D10 @100
피복 두께	40	40





## 3) 최종 골조 Modeling

건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공



# 환경설비

1. 목표
2. 패시브 설계
3. 신재생에너지
4. 열원설비
5. 공조설비
6. 위생설비
7. 소방설비
8. 결과

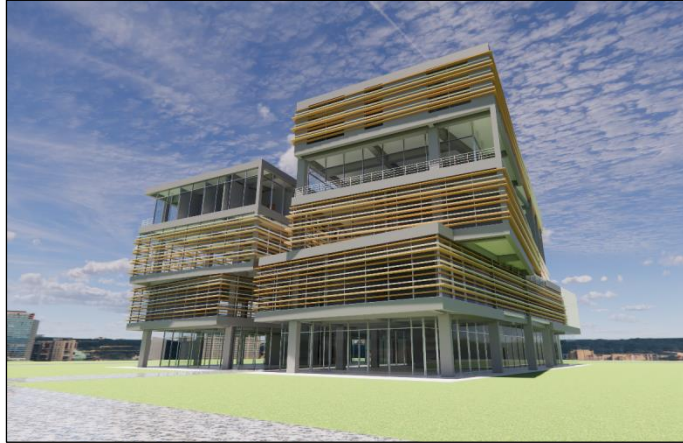


건축계획

건축구조

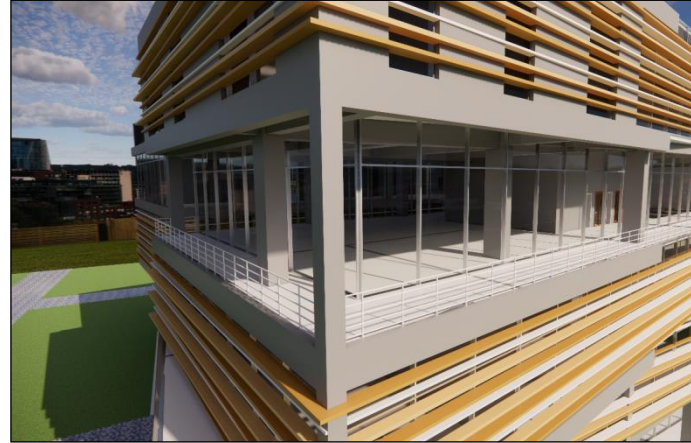
환경설비

CM / 시공



## 건물 컨셉 유지

- 건물의 대지 조건 및 입형을 활용한 환경 설계 고려



## 커튼월로 이루어진 외관

- 커튼월 설치에 따른 부하 증가 고려



## 높은 층고의 대공간

- 에너지 및 공조의 유연한 설비 계획 고려

## 설계 목표

건물의 컨셉 유지, 에너지 절약, 쾌적한 이용

# 2. 패시브 설계



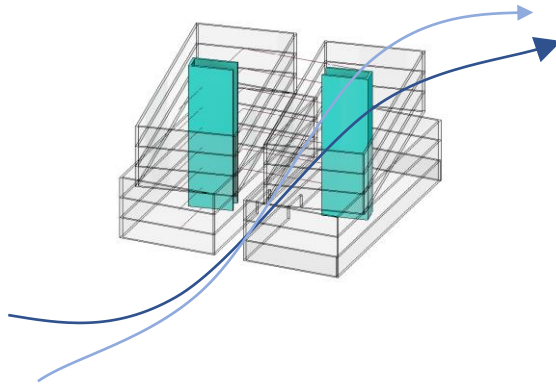
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) 바람길



건물 사이 통로에 생성되는 기류  
→ 자연환기 도입 시 유리

## 2) 건물 입형 변화



건물의 비틀림 및 각 층의 외관 변화

- 1층, 4층 천장부 처마 설치 효과
- 1층, 2층 일사 부하 감소

## 3) 단열재



외단열 경질우레탄  
보온판 100T 사용

## 4) 커튼월

INNOVILT  
스틸 커튼월

높은 탄성계수 ( $2.15 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ )  
→ 알루미늄 대비 단면 40% 감소

단열성능  $1.51 \text{ W/m}^2\text{K}$   
→ 알루미늄 대비 30% 향상

용융점  $1,530^\circ\text{C}$ 에 내화성능 60분  
→ 알루미늄 대비 3배 향상

단열성능 및 기밀성 향상 고려  
스틸 커튼월 사용

# 2. 패시브 설계



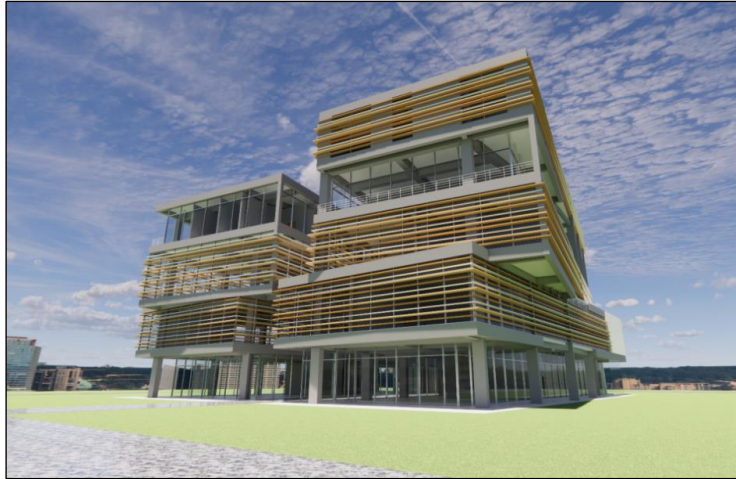
건축계획

건축구조

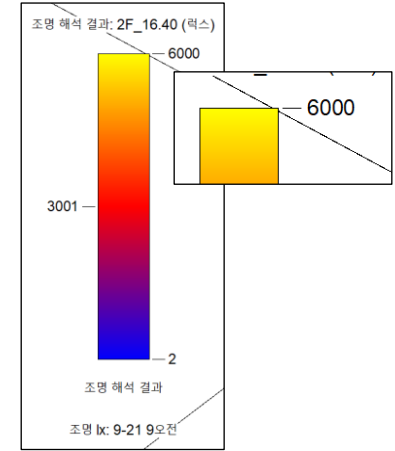
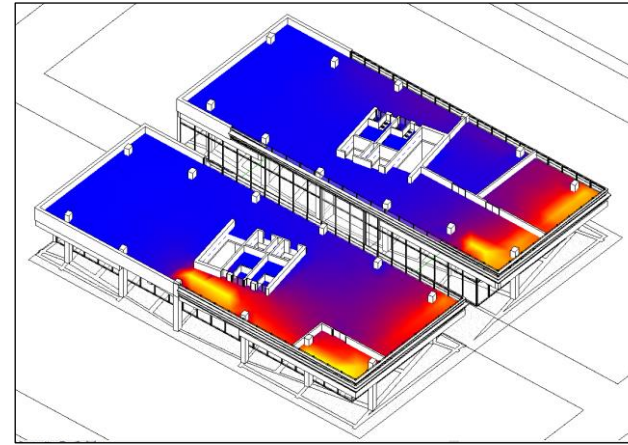
환경설비

CM/시공

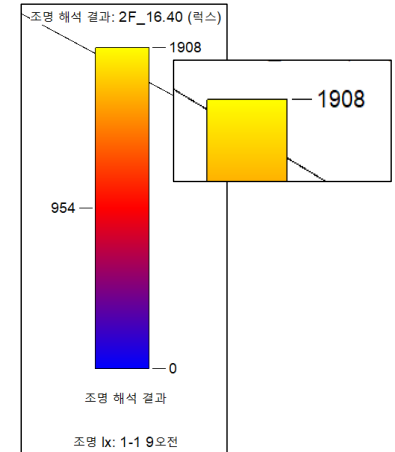
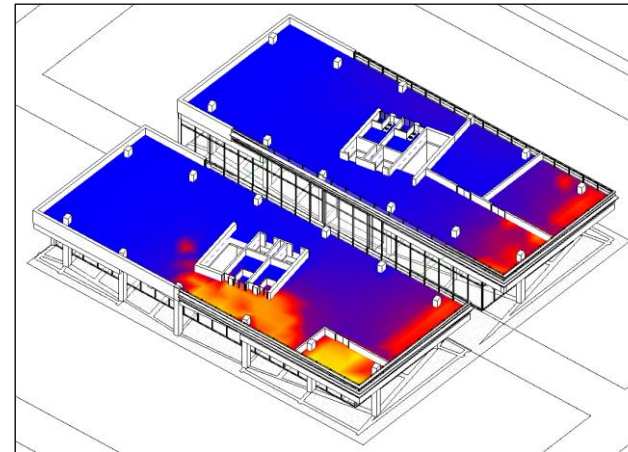
## 5) 수평루버



컨셉 '쌍인책'과 효과적인 Passive design을 함께 만족시키기 위한 수평루버 적용



최대 6000 lux → 1908 lux로 68.2%감소



→ 컨셉 유지, 부하감소 목적 달성





건축계획

건축구조

환경설비

CM/시공

## 1) 태양광



- 아날로그 동 옥상 설치
- 전체 사용 에너지의 **9.73%** 부담

## 2) 연료전지



- 지하 기계실 내 설치
- 전체 사용 에너지의 **22.79%** 부담

✓ 태양광 + 연료전지 신재생에너지 공급의무비율  
 $9.73\% + 22.79\% = 32.52\% \geq 32\%$

\* 신재생에너지 인증기준  
신재생에너지 공급의무비율 32% 이상(2022~2023)



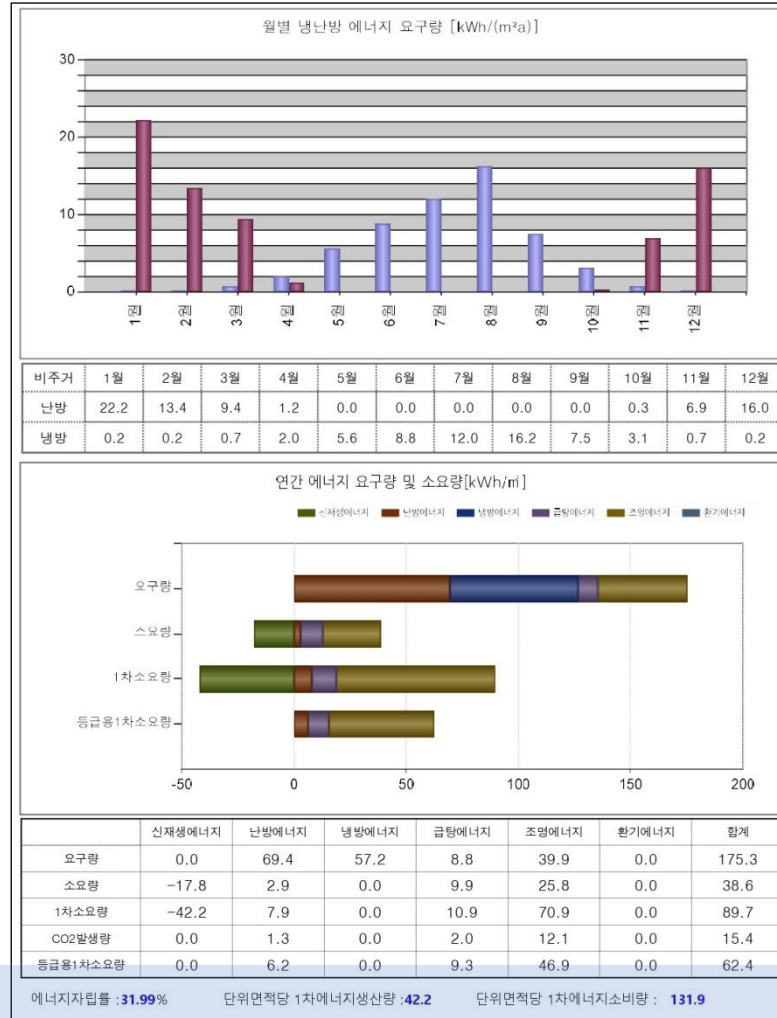
건축계획

건축구조

환경설비

CM/시공

## 3) 에너지 효율 검토 ECO2를 활용한 에너지 효율 항목 검토



## ECO2 분석 결과

에너지 자립률: 31.99%

→ 제로에너지 건축물 5등급 만족

단위면적당 1차에너지 생산량: 42.2 kWh/m<sup>2</sup>년

연간 단위면적당 1차에너지 소요량: 131.9 kWh/m<sup>2</sup>·년

→ 건축물 에너지 효율 1++ 만족



제로에너지건축물(ZEB) 인증제도

-에너지 자립률 20이상 ~40미만 (%) → 5등급



건축물 에너지 효율

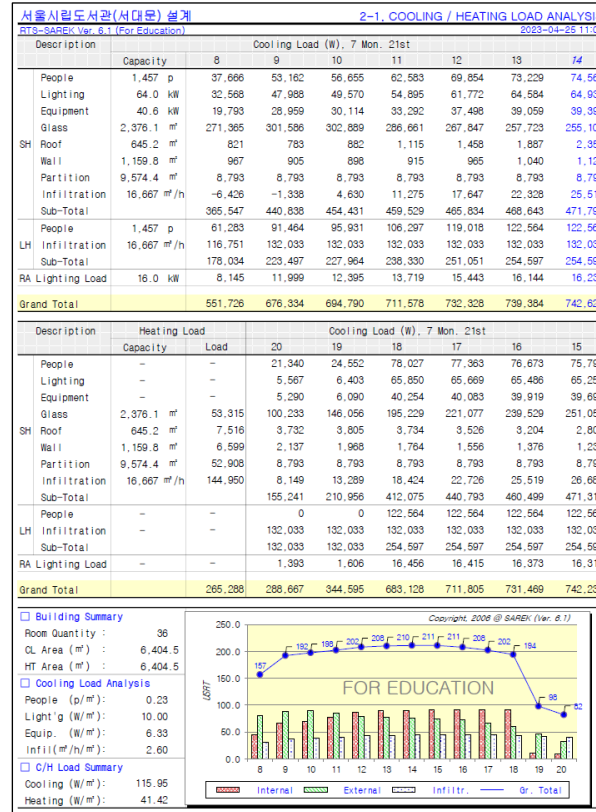
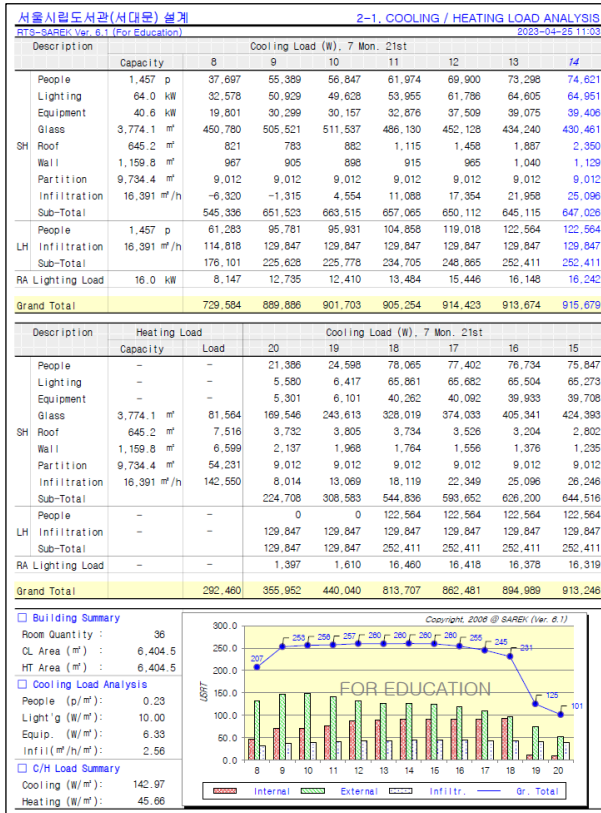
- 에너지효율등급 1++ 이상 인증

- 연간 단위면적당 1차에너지 소요량 = 80 이상 ~ 140 미만 (kWh/m<sup>2</sup>·년)

# 4. 열원설비



## 1) 냉난방 부하 계산



- 최대 난방부하 : 292kW
- 최대 냉방부하 : 916kW(261USRT)

- 최대 난방부하 : 265kW
- 최대 냉방부하 : 743kW(211USRT)

→ 패시브 설계 적용 후 최대 냉방 부하 18.9% 감소

## 2) 급탕 부하 계산

: 기구수에 의한 방법 활용

기구명	수량 (개)	1회 사용량 (ℓ/h·개)	시간 최대급탕량 (ℓ/h)
세면기	54	23	372.6
청소수전 (20mm)	9	57	153.9
주방수전 (15mm)	2	76	45.6
탕비싱크 (수세기)	4	38	45.6
시간 최대 급탕 사용량 Q <sub>h</sub> (ℓ/h)			617.7
저탕량 (L)			1235.4
가열량 (kW)			38.8

건축계획

건축구조

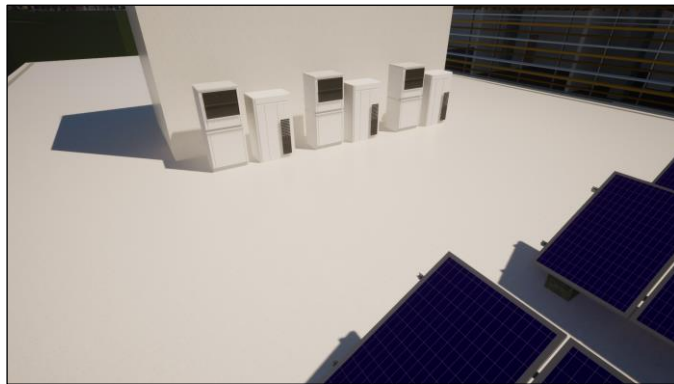
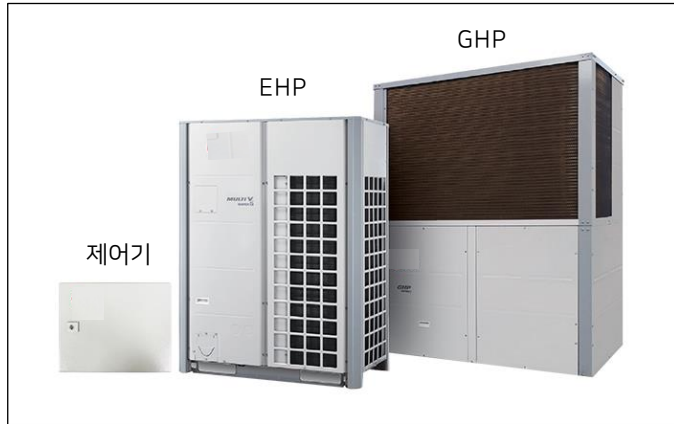
환경설비

CM/시공



## 3) 열원 방식 선정

### GHP EHP 하이브리드 방식 채택



- ✓ L사 하이브리드 히트펌프 시스템 선정
  - 디지털 동 냉방 능력 142kW 3대
  - 아날로그 동 냉방 능력 128kW 3대

- ① 겨울철 난방운전 시 EHP의 제상 운전으로 인한 부족한 부하 대응을 **GHP가 도와 연속 난방 가능**
- ② EHP와 GHP를 하나의 배관으로 설치해 저부하시 상황에 따라 선택 운전 가능
- ③ 최적의 선택 운전을 통한 수전용량 및 전력 피크 시 안전한 운용 가능



## 1) 설계 조건 : 조닝

ZONE	특징	공조 방식	환기 방식	디퓨저
Zone A	대공간이면서 외주부와 접함	CAV + FCU	제1종 환기	원형 디퓨저 팬을 상하단계로 움직일 수 있어 기류의 확산 및 도달거리 조정 가능, 미관상으로도 좋아 인테리어용으로도 적합
Zone B	비상주 공간이면서 외주부와 접함	VAV + FCU	제1종 환기	
Zone C	대공간이면서 상주 공간	CAV	제1종 환기	
Zone D	비상주 공간	VAV	제1종 환기	
Zone E	코어 및 복도	-	-	
Zone F	화장실	-	제3종 환기	
Zone G	기계실 및 전기실	-	제1종 환기	

- **Zone A** 실버 장애인 자료실 (1F), 유아 자료 열람실 (1F), 북카페 (1F), CS (2F), LS (3F), 디오라마 전시장 (3F), 디지털 일반 (4F), 아날로그 일반 (4F), 사무실 (5F)
- **Zone B** 멀티미디어 창작 (2F), 어린이 문화교실 (2F), 창의 창작 제작실 (2F), 문화 1 (3F), 문화 2 (3F), 멀티미디어실 (3F)
- **Zone C** 어린이 자료 디지털 (2F), 어린이 자료 아날로그 (2F), 자동화 서고 (3F), 직원 휴게실 (5F), 전산실 (5F), 숙직실 (5F), 용역사무실 (남,여) (5F), 자원봉사자실 (5F), 회의실 (5F), 도서관장실 (5F)
- **Zone D** 다목적실 (3F), 소그룹실 1~4 (4F), 캐럴 1~2 (4F)



건축계획

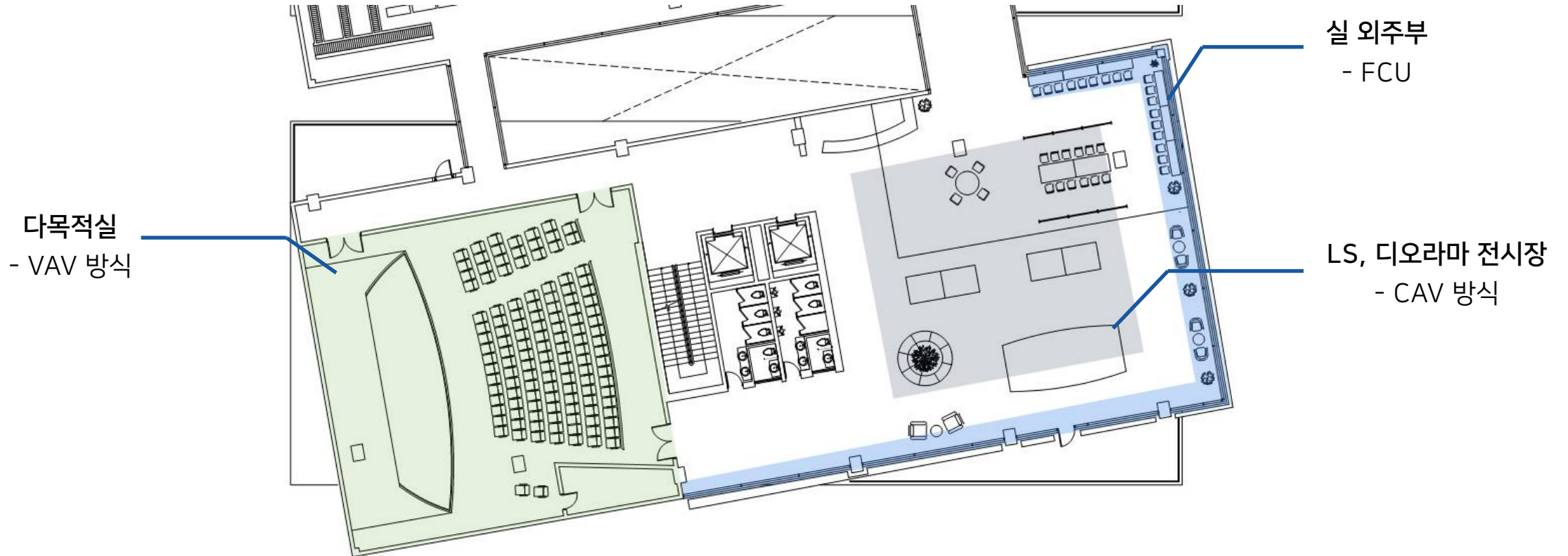
건축구조

환경설비

CM / 시공

## 2) 공조 방식 정리

아날로그 동 3F



커튼월을 통한 부하 고려



외주부 - FCU, 내주부 - AHU

# 5. 공조설비



건축계획

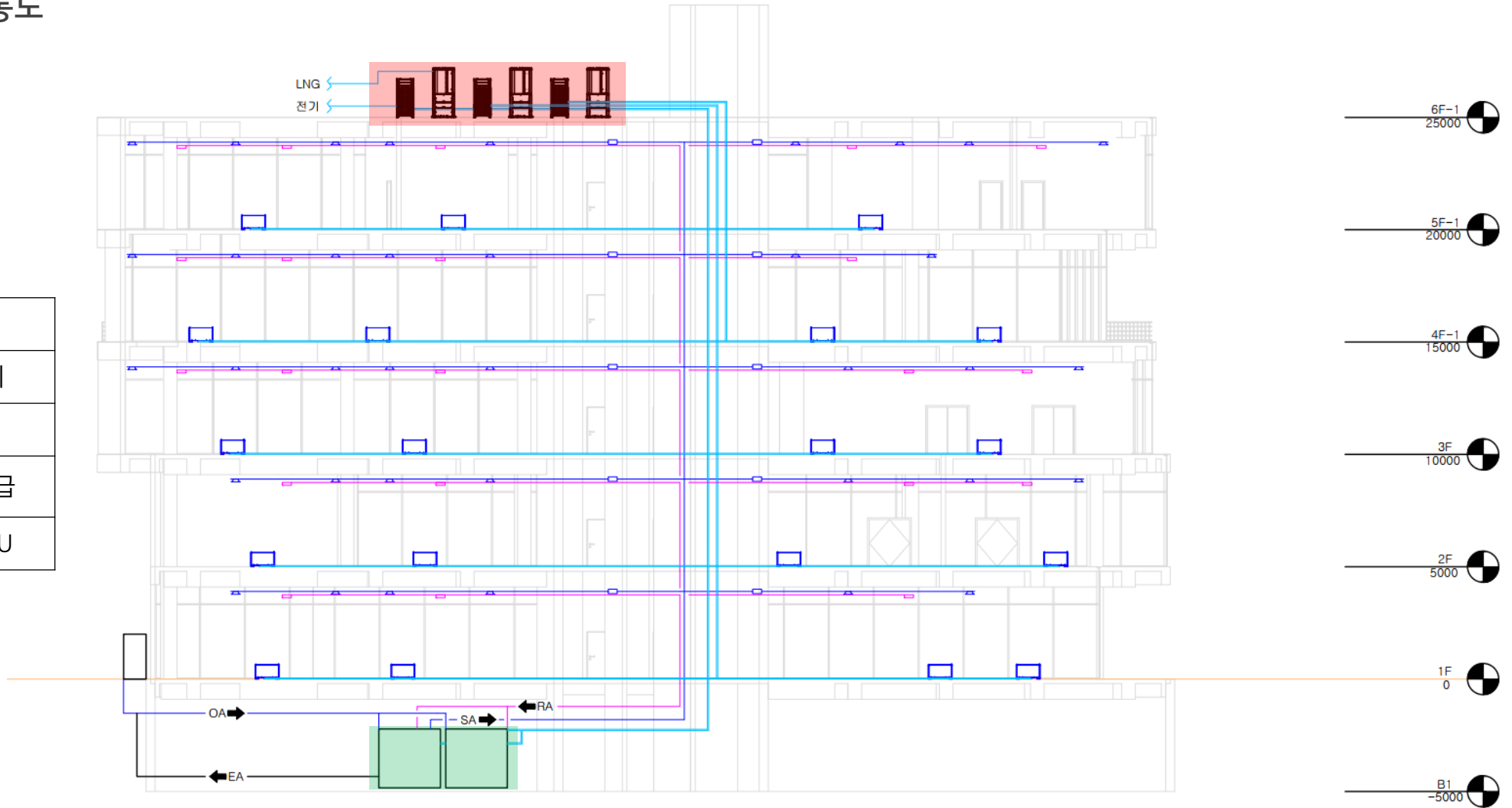
건축구조

환경설비

CM / 시공

## 3) 열원, 공조 계통도

	배기
	열원 기기
	AHU
	에너지 공급
	AHU, FCU





## 1) 급수량 및 급탕량 산정

### ① 급수방식

✓ 수도직결방식(저층부) + 부스터펌프방식(회전수 제어)

※ 일반적으로 수도 본관 내 압력 2~3kgf/cm<sup>2</sup>

우리 건물 필요 압력 : 최대 4.297kgf/cm<sup>2</sup>

-> 수도직결방식과 부스터 펌프 방식 병행

급수방식	수도직결방식(저층부) + 부스터펌프방식(회전수 제어) ※ 일반적으로 수도 본관 내 압력 2~3kgf/cm <sup>2</sup>
급탕방식	증양식 급탕 + 직접가열식

### ② 급탕방식

✓ 중앙식 급탕 + 직접 가열식

시스템 보일러 급탕 시스템 사용



- 건물 열원 방식인 히트펌프와 연동하여 사용 가능
  - 연간운전비 절약, 경제성 향상





건축계획

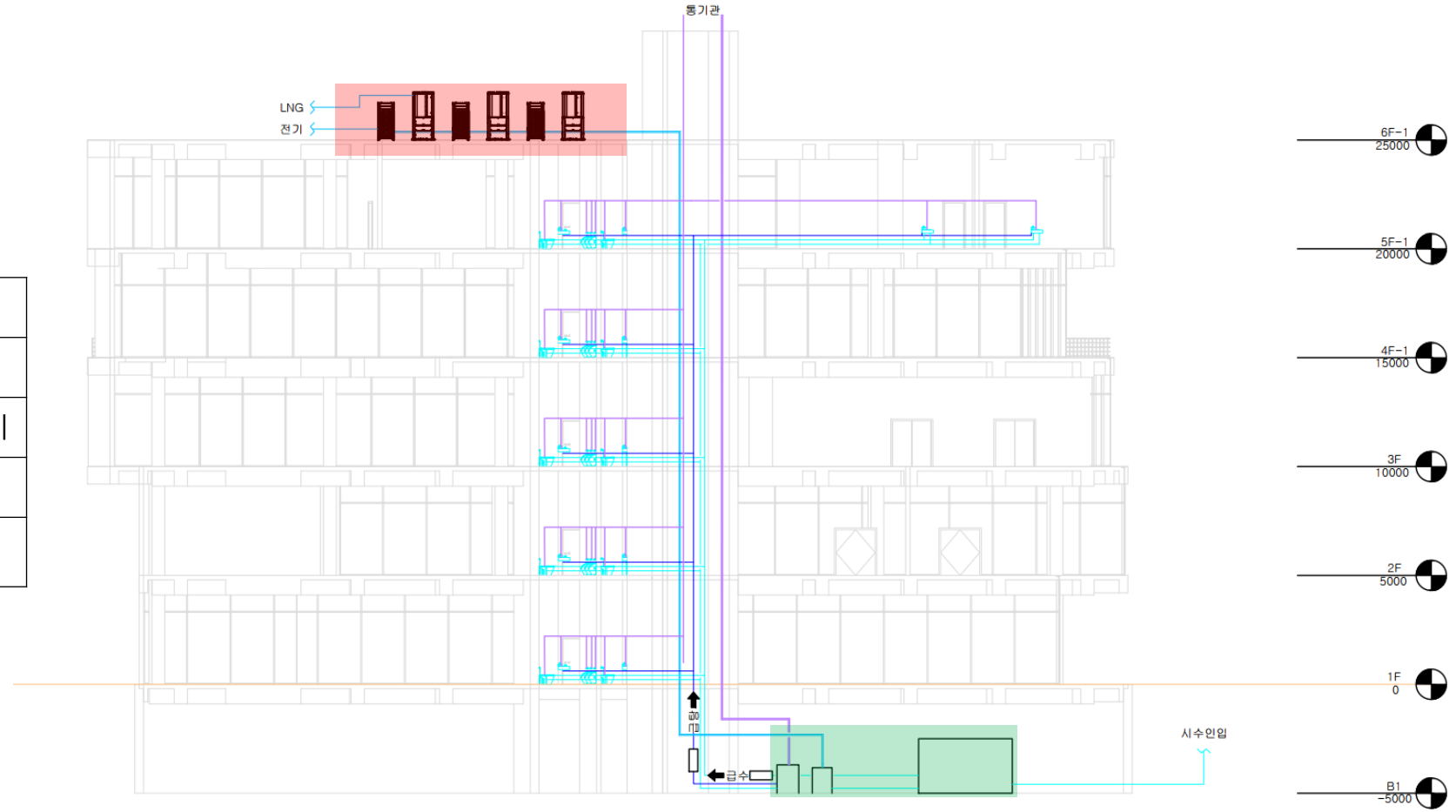
건축구조

환경설비

CM / 시공

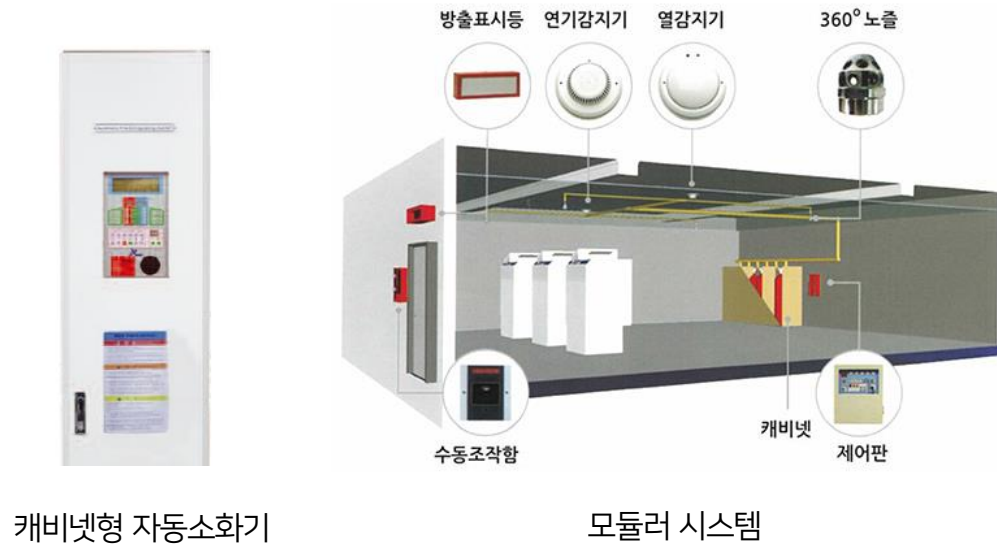
## 2) 위생 계통도

	통기관
	열원 기기
	저수조 및 급수 기기
	급수설비
	급탕설비



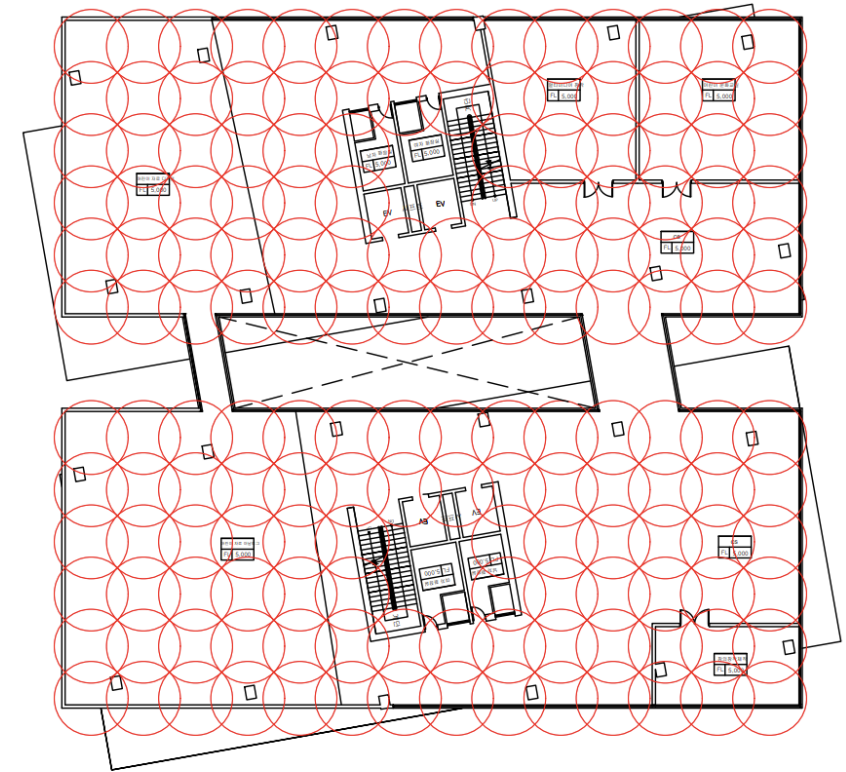


## ① 할로겐 화합물 소화설비



- 도서관 특성을 고려한 소화설비 시스템 고려  
캐비닛형 자동소화기, 모듈러 시스템

## ② 스프링클러 배치평면도





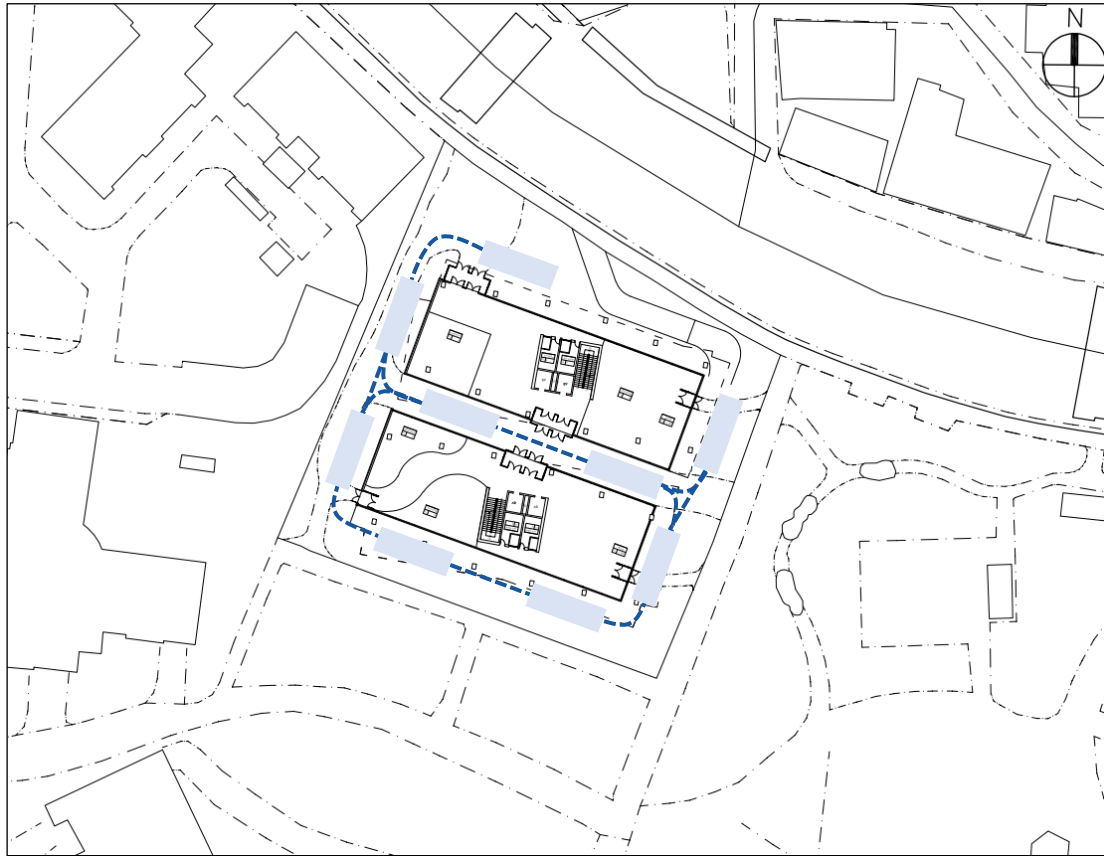
건축계획

건축구조

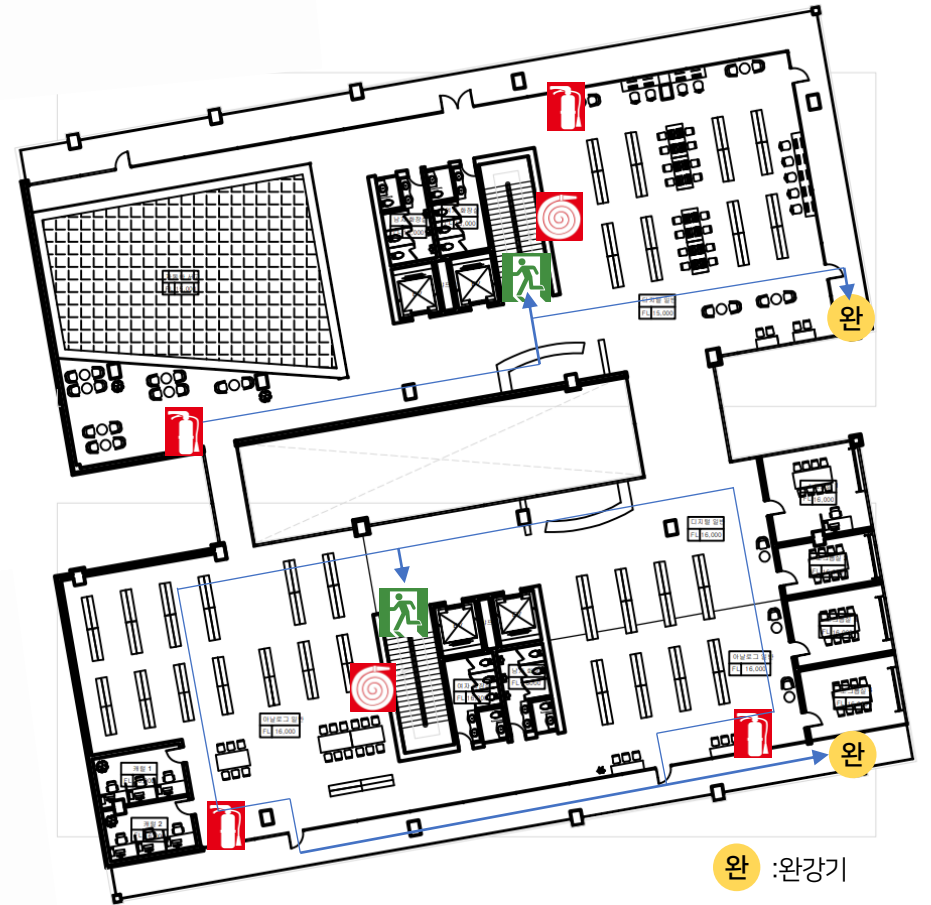
환경설비

CM / 시공

### ① 소방차량 동선도



### ② 4층 피난안내도



# 8. 결과

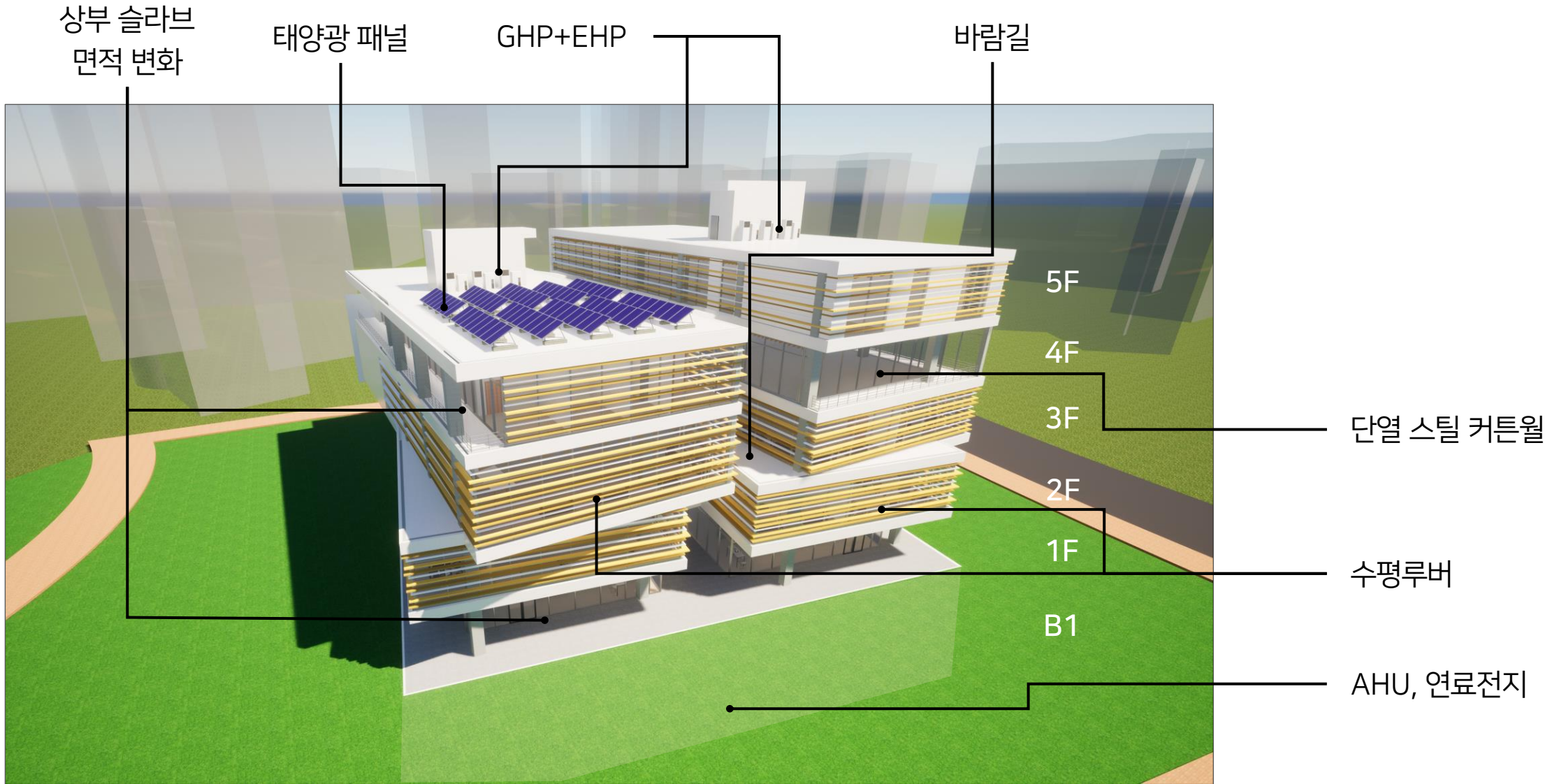


건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공



# CM / 시공

1. 목표
2. VE
3. 시공계획
4. BIM
5. 결과

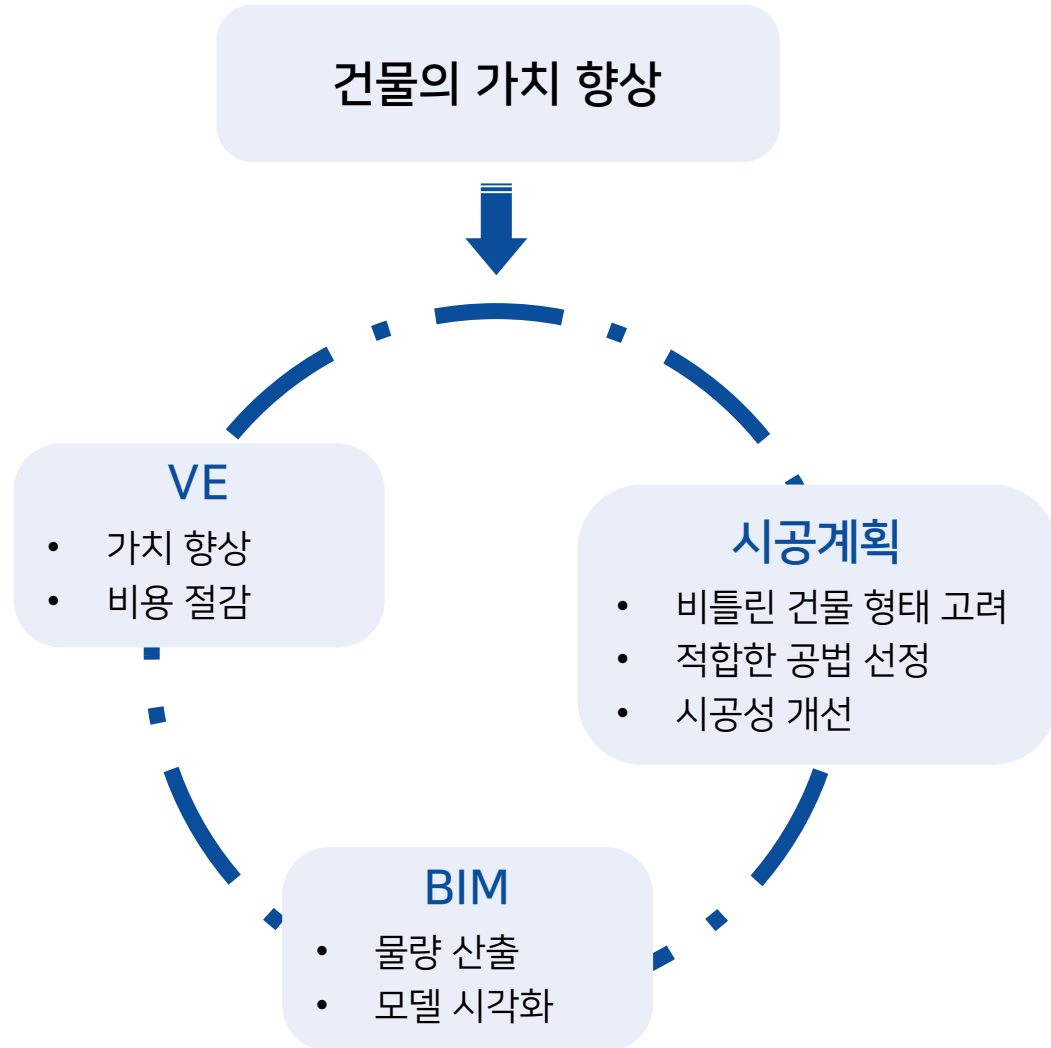




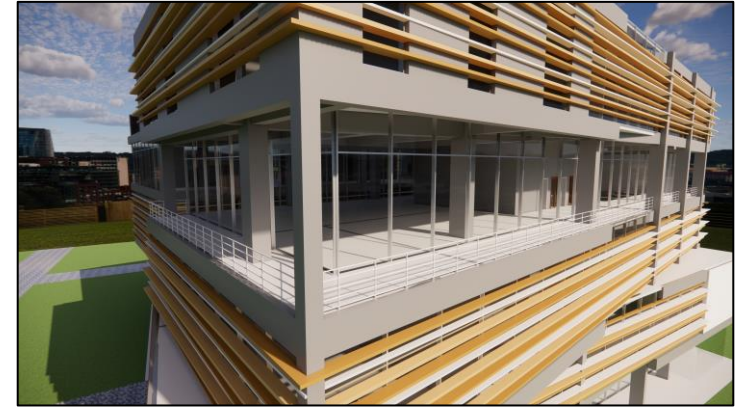
건축계획  
건축구조  
환경설비  
CM / 시공

## 달성 목표

건물의 가치 향상



## 중점관리 대상 설정



건물에 설치된 커튼월 및 수평루버 사진

- ✓ 외형의 대부분을 커튼월과 수평루버가 차지함
- ✓ 변화된 입면에 대한 시공성을 고려해야 함
- ✓ 컨셉인 반전, 쌓인 책 모양을 잘 나타내는 요소임

외부마감공사의 **“커튼월 및 수평루버”**를  
중점관리 대상으로 선정



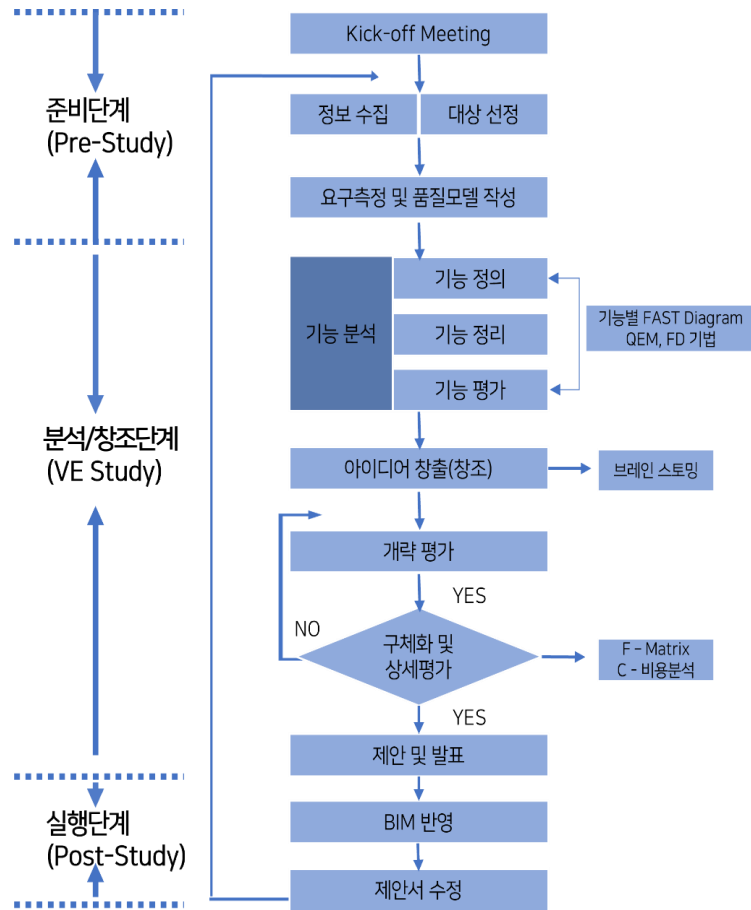
건축계획

건축구조

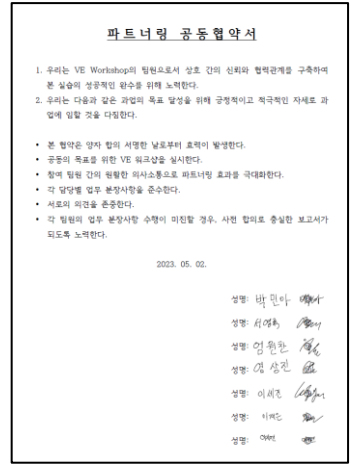
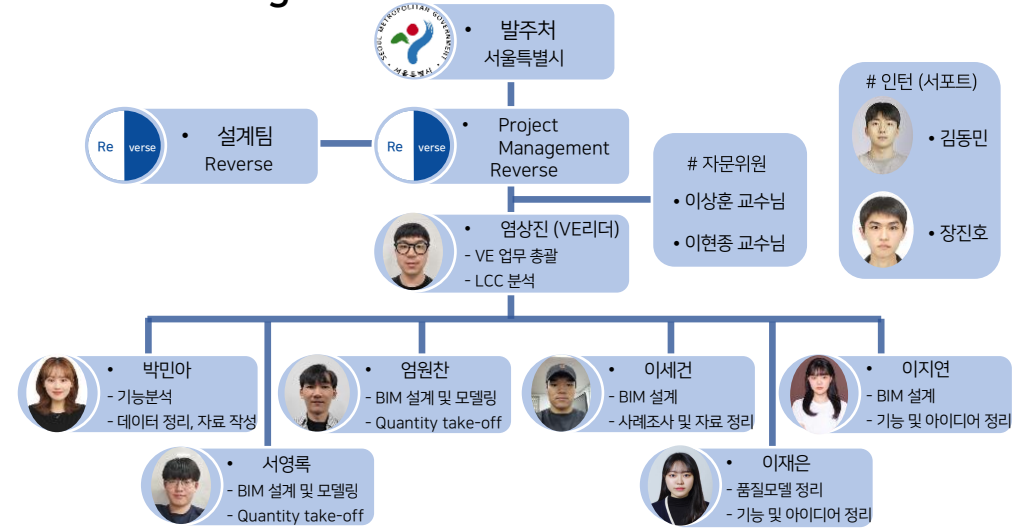
환경설비

CM / 시공

## 1) VE 수행 절차 및 방법



## 2) Team Building



[파트너링 공동 협약서]

## 3) 프로젝트 수행 절차

- ✓ 체계적인 진행을 위한 과정임
- ✓ 계획 달성을 목표로 함
- ✓ VE Job Plan을 참고함
- ✓ 진도 상황 체크하며 VE수행함

수행절차	세부절차	수행기간(일)																						
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
준비 단계	VE 팀 구성	■																						
	활동 계획 수립 및 일정 수립	■	■																					
	현황 파악 및 중점관리대상 설정	■	■	■																				
분석 단계	사업대상 분석			■																				
	자료 수집			■	■																			
	자료 분석 및 품질모델 선정			■	■	■																		
창조 단계	기능 정의 및 분류				■																			
	기능 평가				■	■																		
	아이디어 창출					■																		
실행 단계	아이디어 개략 평가						■																	
	아이디어 구체화 및 검토						■	■																
	대안 평가							■	■															
기타	경제성 검토(LCC 분석)								■															
	VE 제안서 작성									■														
	시공 계획 수립											■												
	BIM																				■			



건축계획

건축구조

환경설비

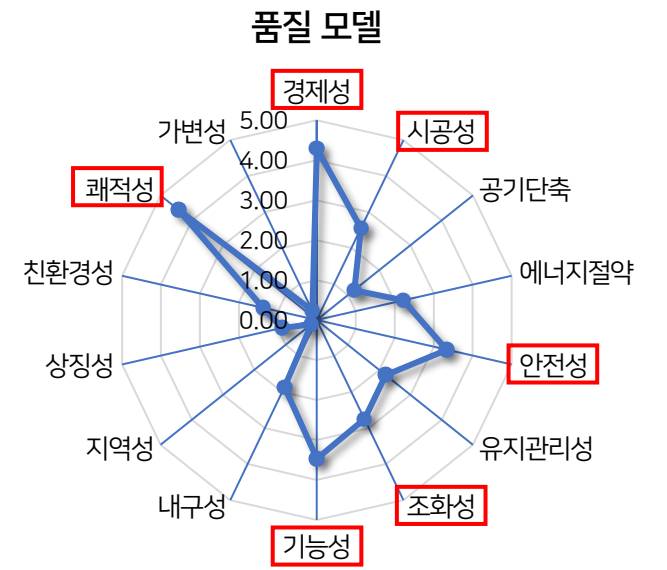
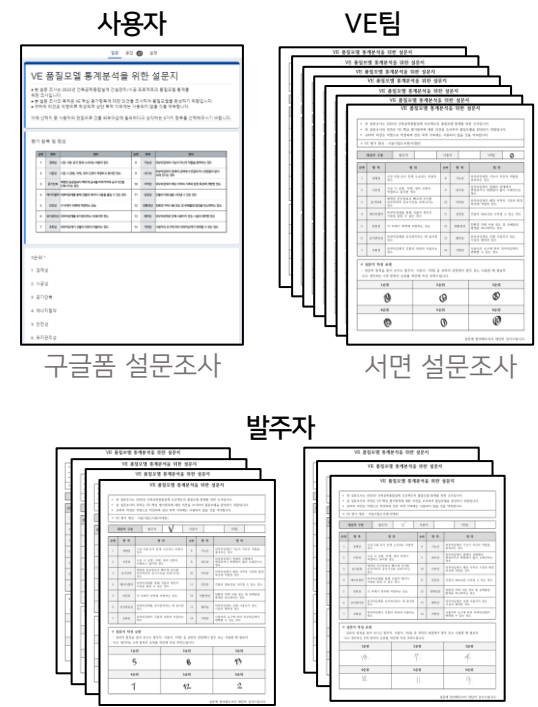
CM / 시공

## 4) 품질 모델

사용자 가중치	발주자 가중치	VE팀 가중치
0.4	0.3	0.3

순위	항목	정의	사용자	발주자	VE전문가	합계
1	쾌적성	외부마감재로 인해 사용자가 얻는 시설의 쾌적한 정도	5.24	2.40	5.00	4.29
2	경제성	시공·사용·유지 등에 소요되는 비용의 정도	2.54	3.30	2.00	2.55
3	기능성	외부마감재의 기능이 자신의 역할을 충족하는 정도	0.73	2.20	0.80	1.20
4	안전성	각 부재가 외력에 저항하는 성능	1.22	2.70	2.60	2.22
5	조화성	외부마감재가 건물의 외관과 어울리는 정도	5.39	4.00	1.30	3.34
6	시공성	시공 시 공법, 자재, 장비 선정이 적절하고 용이한 정도	2.51	2.30	1.90	2.20
7	에너지절약	외부마감재를 통해 건물의 에너지 사용을 줄일 수 있는 정도	1.27	3.10	3.60	2.75
8	유지관리성	외부마감재를 유지관리하는 데 용이한 정도	2.59	3.10	4.40	3.47
9	내구성	외부마감재가 원래의 상태에서 변질되거나 변형됨이 없이 오래 건디는 정도	4.17	0.70	1.00	1.86
10	친환경성	친환경 자재 사용 정도 및 유해물질 발생을 최소화하는 정도	0.15	0.30	0.10	0.17
11	공기단축	예정된 준공일보다 빠르게 공사를 마무리하여 공사기간을 단축시키는 정도	0.73	0.50	1.30	0.89
12	상징성	건물의 대표성을 나타낼 수 있는 정도	1.59	0.60	1.80	1.38
13	가변성	사용자의 요구에 따라 외부마감재가 변화할 수 있는 정도	2.73	5.60	4.80	4.42
14	지역성	외부마감재가 해당 지역의 기후와 환경 특성에 적합한 정도	0.15	0.20	0.40	0.26

- 외부마감공사의 가치 향상에 필요한 요구성능 14가지를 선정
- 설문조사를 통해 건물의 요구성능 순위를 도출하여 품질모델을 작성
- 사용자는 서울시립대학교 학우 43명을 대상으로 구글폼을 통해 조사를 실시
- 발주자 및 VE팀은 Reverse 팀원들의 입장에서 평가를 진행



- ✓ 상위 6개의 성능평가 항목 선정
  - 의사결정의 지침 제공
  - 아이디어 및 대안 평가 항목으로 이용





건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) 기능정의

구분		기능정의		기능분류		
Phase1	phase2	명사	동사	최상위기능	주기능	부기능
외부 마감 공사	커튼월	공간을	구획한다	●		
		안전성을	확보한다		○	
		강도를	확보한다			○
		풍압에	저항한다			○
		내진성을	확보한다			○
		내화성을	확보한다			○
		개방감을	제공한다		○	
		조망을	확보한다			○
		개구부를	제공한다			○
		가시광선을	투과시킨다			○
		심미성을	제공한다		○	
		색을	변경한다			○
		곡면을	사용한다			○
		재료를	변경한다			○
		패널을	다양화한다			○
		내구성을	확보한다		○	
		기밀성을	확보한다			○
		수밀성을	확보한다			○
		유지관리성을	확보한다			○
		열을	분산시킨다			○
쾌적함을	제공한다		○			
일사를	확보한다			○		
청결을	유지한다			○		
단열성을	확보한다			○		
시야를	조정한다			○		

- 집단 브레인스토밍을 통해 43개의 기능을 명사와 동사로 정의
- 품질모델 요구성능 및 설계 목표를 기반으로 진행

구분		기능정의		기능분류		
phase1	phase2	명사	동사	최상위기능	주기능	부기능
외부 마감 공사	수평루버	일사를	조정한다	●		
		형태를	변화한다		○	
		방향을	설정한다			○
		각도를	조정한다			○
		깊이를	변화한다			○
		간격을	변화한다			○
		재질을	변경한다		○	
		투명도를	확보한다			○
		반사율을	조정한다			○
		열관류율을	조정한다			○
		위치를	활용한다		○	
		방위를	활용한다			○
		주변 환경을	활용한다			○
		내부 환경을	활용한다			○
		성능을	유지한다		○	
		유지관리성을	확보한다			○
		커튼월에	연결한다			○
		접합부 강도를	확보한다			○



건축계획

건축구조

환경설비

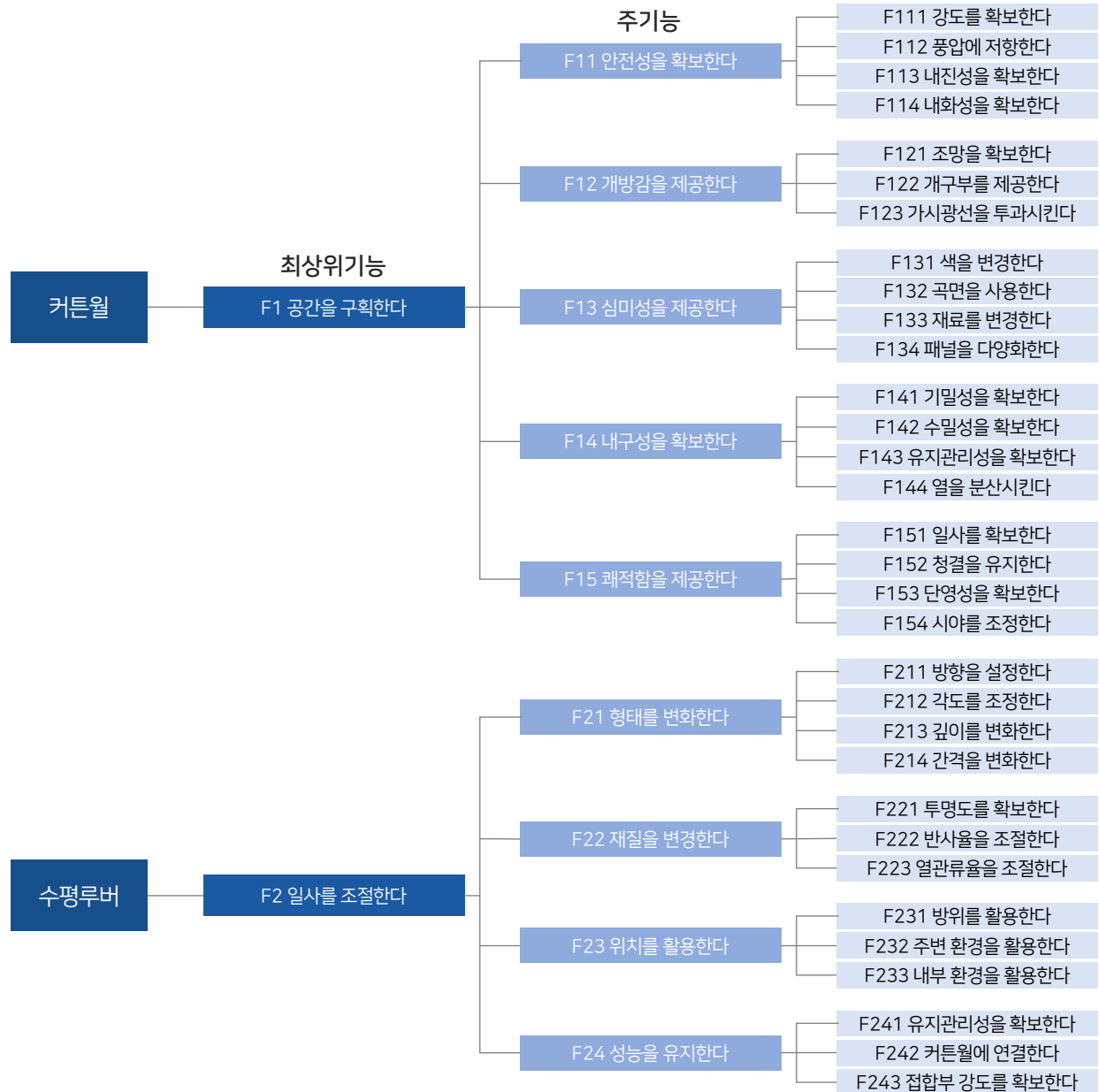
CM / 시공

## 2) 기능정리

- 고객중심 FAST diagram 이용
- How와 Why의 logic에 따라 기능정의 항목 정리
- 상, 하위 기능별 번호 추가

How? →

외부  
마감  
공사



← Why?



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

### 3) 기능평가

개략평가(QEM) : 커튼월							
기능번호	기능정의	A	B	C	D	총점	채택
F1	공간을 구획한다	4	2	1	4	11	-
F11	안전성을 확보한다	4	3	2	4	13	-
F111	강도를 확보한다	4	3	2	3	12	-
F112	풍압에 저항한다	2	3	2	3	10	-
F113	내진성을 확보한다	3	4	2	3	12	-
F114	내화성을 확보한다	3	3	1	4	11	-
F12	개방감을 제공한다	4	3	4	3	14	-
F121	조망을 확보한다	3	2	3	5	13	-
F122	개구부를 제공한다	5	3	3	4	15	●
F123	가시광선을 투과시킨다	3	2	2	4	11	-
F13	심미성을 제공한다	3	3	4	3	13	-
F131	색을 변경한다	2	3	4	4	13	-
F132	곡면을 사용한다	3	3	3	3	12	-
F133	재료를 변경한다	5	4	4	3	16	●
F134	패널을 다양화한다	3	3	2	3	11	-
F14	내구성을 확보한다	5	4	2	4	15	●
F141	기밀성을 확보한다	3	4	1	3	11	-
F142	수밀성을 확보한다	3	3	2	2	10	-
F143	유지관리성을 확보한다	4	4	3	3	14	-
F144	열을 분산시킨다	3	2	3	2	10	-
F15	쾌적함을 제공한다	4	2	3	4	13	-
F151	일사를 확보한다	4	3	3	4	14	-
F152	청결을 유지한다	1	3	1	4	9	-
F153	단열성을 확보한다	3	5	3	5	16	●
F154	시야를 조정한다	4	4	4	5	17	●



상세평가(FD) : 커튼월								
기능번호	기능정의	F122	F133	F14	F153	F154	합계	순위
F122	개구부를 제공한다		1	1	1	0	3	2
F133	재료를 변경한다	0		1	0	0	1	4
F14	내구성을 확보한다	0	0		0	0	0	5
F153	단열성을 확보한다	0	1	1		0	2	3
F154	시야를 조정한다	1	1	1	1		4	1

- 하나의 아이디어에 대하여 구체적으로 VE를 진행해야 하기에, **수평루버에 대한 기능은 탈락시킴**
- 최종 선정된 **커튼월** 중점 개선대상 기능 3가지  
: **개구부를 제공한다 / 단열성을 확보한다 / 시야를 조정한다**

- QEM은 5점 척도로 평가
- 평가 결과가 15점 이상인 상위 항목을 우선기능으로 선정
- 이후 FD를 통해 최종 중점 개선대상 기능 선정

A : 아이디어 발상이 쉬운가? B : 문제점은 없는가?  
C : 비용이 절감되었는가? D : 기능의 중요도는 높은가?

개략평가(QEM) : 수평루버							
기능번호	기능정의	A	B	C	D	총점	채택
F2	일사를 조절한다	3	3	2	5	13	-
F21	형태를 변화한다	4	4	2	5	15	●
F211	방향을 설정한다	2	4	2	4	12	-
F212	각도를 조정한다	2	3	3	3	11	-
F213	깊이를 변화한다	1	3	3	3	10	-
F214	간격을 변화한다	2	4	4	4	14	-
F22	재질을 변경한다	4	3	3	4	14	-
F221	투명도를 확보한다	2	2	3	2	9	-
F222	반사율을 조절한다	3	3	2	3	11	-
F223	열관류율을 조절한다	4	3	2	3	12	-
F23	위치를 활용한다	3	4	3	5	15	●
F231	방위를 활용한다	1	3	3	5	12	-
F232	주변 환경을 활용한다	4	2	3	5	14	-
F233	내부 환경을 활용한다	3	3	3	4	13	-
F24	성능을 유지한다	4	2	2	4	12	-
F241	유지관리성을 확보한다	3	3	2	3	11	-
F242	커튼월에 연결한다	4	3	5	3	15	●
F243	접합부 강도를 확보한다	3	3	4	3	13	-



상세평가(FD) : 수평루버						
기능번호	기능정의	F21	F215	F242	합계	순위
F21	형태를 변화한다		0	1	1	2
F215	위치를 활용한다	1		1	2	1
F242	커튼월에 연결한다	0	0		0	3



## 1) 아이디어 창출 및 개략평가

- 다양한 아이디어의 발상을 위해 **집단/개인 두 가지의 브레인스토밍**을 진행
- 그 결과, 중점 개선대상 기능 3가지에 대한 **66개의 아이디어**를 도출
- 중점 개선대상 기능 3가지에 대한 **66개의 아이디어**를 6가지 요구성능을 기반으로 개략평가를 진행



개인 브레인스토밍 진행



집단 브레인스토밍 진행

범례 : ○-좋은, △-보통, X-나쁨, ●-채택

F122 : 개구부를 제공한다							
번호	아이디어	평가항목					채택
		쾌적성	경제성	기능성	안전성	조화성	
1	창문을 시야에서 벗어나게 한다	X	○	△	△	△	○
2	슬라이딩 도어를 설치한다	△	△	○	○	△	△
3	풀딩 도어를 설치한다	△	△	○	△	△	○
4	회전 도어를 설치한다	△	X	○	○	△	△
5	자동화 도어를 설치한다	○	X	○	○	△	X
6	개구부의 기밀성을 확보한다	○	○	○	△	△	△
7	개구부 위치를 표시한다	△	△	○	○	△	△
8	BF를 적용한다	△	△	○	○	△	△
9	에어커튼을 설치한다	○	X	○	△	△	△
10	방풍실을 추가한다	○	X	○	○	X	X
11	개구부 디자인을 변경한다	△	△	△	△	○	X
12	커튼월 외부에 테라스를 설치한다	○	○	○	△	○	△ ●
13	환기를 고려한 위치에 설치한다	○	△	△	△	△	△
14	개구부 유리 종류를 변경한다	○	X	○	△	△	△
15	개구부 크기를 키운다	○	△	○	X	△	△
16	개구부 주변에 식재를 설치한다	○	X	○	△	○	△
17	오르내리창을 설치한다	△	△	○	X	△	X
18	커튼월과 개구부가 함께 움직이게 한다	○	X	○	X	△	X
19	멀리언 두께를 줄인다	△	△	○	△	△	△
20	sheath 커튼월을 적용한다	○	△	○	△	△	△

- F122\_12 : 커튼월 외부에 테라스를 설치한다

F153 : 단열성을 확보한다							
번호	아이디어	평가항목					채택
		쾌적성	경제성	기능성	안전성	조화성	
1	틈새를 메운다	X	△	△	△	X	△
2	중공층을 확보한다	△	X	○	△	△	△
3	로이유리를 사용한다	○	X	○	△	△	△
4	내부 블라인드를 설치한다	X	X	○	X	X	△
5	열교를 차단한다	○	X	△	X	△	X
6	프레임에 단열재를 추가한다	○	△	○	△	○	△ ●
7	포켓부 내부 디자인을 변경한다	△	△	△	X	△	X
8	커튼월 내부에 단열재를 추가한다	△	X	○	△	△	X
9	성능이 좋은 간봉을 사용한다	△	△	○	△	X	△
10	유리 표면에 코팅을 씌운다	X	△	X	△	X	○
11	단열재 두께를 키운다	X	△	X	△	X	△
12	트러스 단열 프레임을 적용한다	△	X	△	○	△	X
13	열교환기를 설치한다	△	X	○	△	X	X
14	외부 블라인드를 설치한다	○	X	△	X	X	X
15	이중파사드를 형성한다	△	X	○	○	X	X
16	탄소섬유 마감재를 사용한다	△	X	△	△	○	△
17	유닛 커튼월을 사용한다	△	△	X	○	△	○
18	결로 방지를 위한 실리카겔을 사용한다	△	△	△	△	X	△
19	커튼월의 면밀도를 높인다	X	X	△	△	X	○
20	개구부를 최소화한다	X	○	△	△	X	△
21	스틸 커튼월을 사용한다	△	X	△	○	△	△

- F153\_6 : 프레임에 단열재를 추가한다

F154 : 시야를 조정한다							
번호	아이디어	평가항목					채택
		쾌적성	경제성	기능성	안전성	조화성	
1	평균 신장에 맞춰 창문을 설치한다	△	△	○	△	X	△
2	커튼월의 위치를 변경한다	○	△	△	△	X	△
3	투명도를 조절하여 일사 현휘를 줄인다	○	X	○	△	△	△
4	마주보는 커튼월의 시야를 차단한다	○	○	○	○	△	○ ●
5	실 용도에 맞는 커튼월을 사용한다	△	X	△	△	△	△
6	블라인드를 설치한다	△	△	○	△	X	○
7	PDLC를 적용한다	△	X	△	△	△	△
8	높이에 따라 각도를 변경한다	△	X	○	△	△	△
9	곡면 커튼월을 적용하여 표면적을 넓힌다	○	X	○	△	○	△ ●
10	공원을 향하는 시야를 확보한다	○	△	○	△	X	△
11	프레임의 두께를 얇게 조정한다	△	△	○	△	△	X
12	커튼월의 모양을 변경한다	△	△	○	△	△	△
13	1층의 시야를 고려한다	○	△	○	△	X	△
14	광선반의 설치를 고려한다	△	X	△	△	△	△
15	커튼월에 조명을 설치한다	○	X	○	△	△	△
16	모서리 부분의 프레임 제거한다	△	X	△	△	○	△
17	슬래브 깊이를 조절한다	△	△	○	△	△	△
18	충벌 커튼월의 깊이를 조절한다	△	△	○	△	○	X
19	옥상층의 난간에 커튼월을 설치한다	○	X	○	△	○	X
20	구름다리 천장에 창을 설치한다	△	△	△	△	○	△
21	개구부를 최소화한다	○	△	△	△	△	△
22	커튼월 주변의 가구를 최소화한다	○	△	△	△	X	○
23	외부를 향하는 가구를 배치한다	○	△	△	△	X	○
24	외부 타공판을 설치한다	△	X	△	△	○	△
25	창이 불필요한 부분에 편형 커튼월을 사용한다	X	△	△	△	X	X

- F154\_4 : 마주보는 커튼월의 시야를 차단한다
- F154\_9 : 곡면 커튼월을 적용하여 표면적을 넓힌다

✓ 아이디어 개략평가 결과, **4개의 아이디어**를 선정



### 2) 아이디어 구체화

- 개략평가 결과에 따른 4가지 아이디어에 대해 **구체화를 진행**하여 **제안 가능 여부**를 판단

<중점 개선대상 기능>

F122 : 개구부를 제공한다

F153 : 단열성을 확보한다

F154 : 시야를 조정한다

번호	아이디어	아이디어 구체화	제안 가능 여부	
			판별	사유
F122_12	커튼월 외부에 테라스를 설치한다	건물을 비틀면서 생긴 여유 공간에 테라스를 설치한 후, 커튼월 개구부로 출입하게 한다	X	이미 적용됨
F153_6	프레임에 단열재를 추가한다	고체 상태의 Polyamid를 삽입한 단열바를 사용하여 단열 성능을 높인다	X	비용상승이 예상됨 (C ↑)
F154_4	마주보는 커튼월의 시야를 차단한다	디지털동과 아날로그동의 마주보는 부분의 커튼월 면적을 조절하여 불필요한 시야를 차단한다	○	가치향상이 예상됨 (V ↑ = F ↑ / C ↓)
F154_9	곡면 커튼월을 적용하여 표면적을 넓힌다	개방감이 필요한 공간에 곡면 커튼월을 적용하여 조망 범위를 넓힌다	X	기능향상이 불확실함

✓ 구체화 결과, **F154\_4**를 **최종 아이디어**로 결정



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

### 3) 대안 평가

- 결정한 아이디어의 대안 구체화를 진행

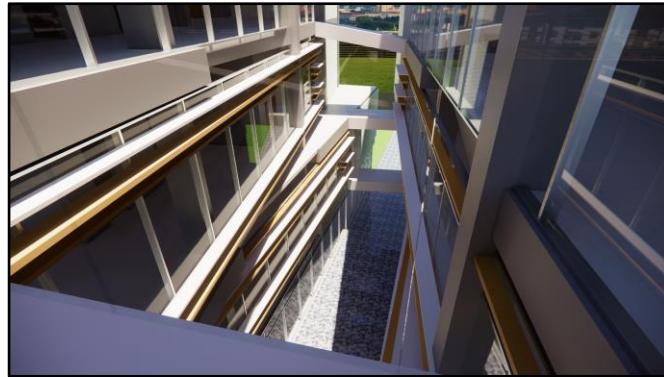
#### F154\_4 : 마주보는 커튼월의 시야를 차단한다

원안 : 두 동 사이의 마주보는 면에 설치된 All 커튼월 & 수평루버

원안

- All 커튼월 with 수평루버

층수	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	커튼월	커튼월
3F	커튼월	커튼월
2F	커튼월	커튼월
1F	커튼월	커튼월



두 동을 연결하는 4층 구름다리의 view

#### 대안①

- 층별로 번갈아 가며 커튼월 설치

층수	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	Con 벽	커튼월
3F	커튼월	Con 벽
2F	Con 벽	커튼월
1F	커튼월	커튼월

#### 대안②

- 커튼월을 콘크리트 벽으로 대체

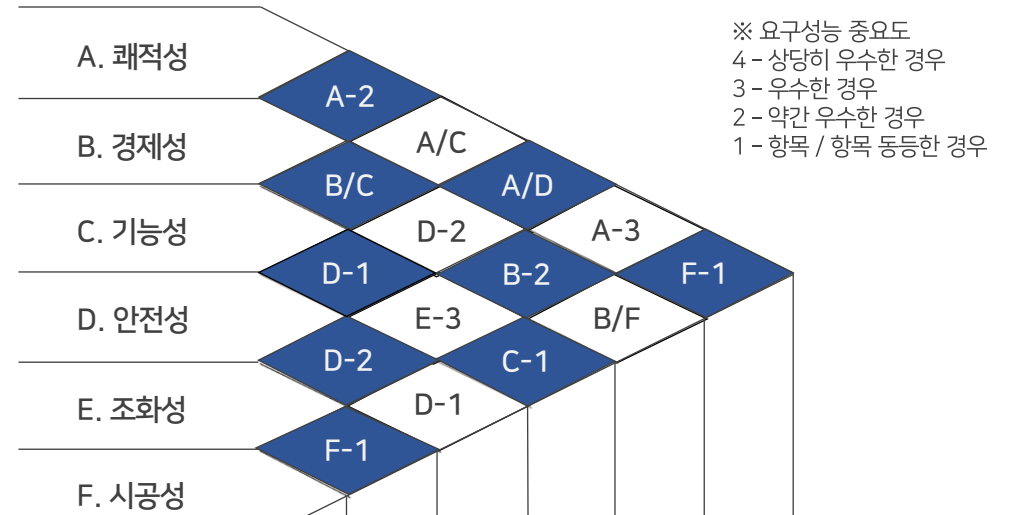
층수	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	Con 벽	Con 벽
3F	Con 벽	Con 벽
2F	Con 벽	Con 벽
1F	커튼월	커튼월

#### 대안③

- 커튼월을 Con 벽, 띠창으로 변경

층수	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	Con벽+띠창	Con벽+띠창
3F	Con벽+띠창	Con벽+띠창
2F	Con벽+띠창	Con벽+띠창
1F	커튼월	커튼월

- 3가지 대안에 대하여 Matrix 기법을 통해 비교를 진행



대안 평가표	점수	요구성능 중요도						총점
		F	E	D	C	B	A	
원안: All 커튼월	3	3	7	3	4	7	4.52	
대안1: 층별로 번갈아 가며 커튼월 설치	0.11	0.11	0.26	0.11	0.15	0.26	6.78	
대안2: 커튼월을 콘크리트 벽으로 대체	4	9	3	5	3	5	4.26	
대안3: 커튼월을 Con 벽, 띠창으로 변경	5	6	6	8	7	8	5.11	

[대안평가 기준]  
10-최상급  
9-매우우수  
8-우수  
7-약간보통  
6-보통  
5-약간미흡  
4-미흡  
3-아주미흡  
2-치명적결함  
1-불가능

※ 성능평가 결과, 대안2는 원안보다 성능이 떨어지므로, '기능중심주의 관점' 에서 판단 하에 대안 탈락.



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) 비용 평가

- 초기공사비 산출 : 개선할 2~4F의 구름다리 사이 면적에 대하여 진행
  - BIM을 통한 물량산출 후, 시장조사를 더해 재료비 산출 및 23년도 직종별 건설업 시중노임자료를 통해 노무비 산출

### 커튼월 초기공사비

스틸 커튼월(㎡ 당)	원안	대안①
㉔ 커튼월 프레임 단가	₩ 315,000	
㉕ 노무비 (유리공 + 보통인부)	₩ 34,579	
㉖ 유리 재료비	₩ 22,000	
최종 단가 (㉔+㉕+㉖)	₩ 371,579	
설치되는 면적	216.42㎡	108.21㎡
<b>총공사비</b>	<b>₩ 80,417,127</b>	<b>₩ 40,208,564</b>

### 띠창 초기공사비

띠창(㎡ 당)	원안	대안③
노무비 (유리공 + 보통인부)	₩ 34,579	
유리 재료비	₩ 22,000	
최종 단가 (노무비 + 재료비)	₩ 56,579	
설치되는 면적	216.42㎡	117.6㎡
<b>총공사비</b>	<b>₩ 12,244,827</b>	<b>₩ 6,653,690</b>

### 콘크리트 초기공사비

2023 건설공사 표준시장단가에 따른 콘크리트 비용 산정

단가는 노무비율을 포함한 재료비 + 노무비

Con 벽 1개	단위	물량	단가	비용
콘크리트	㎡	36.08	₩ 18,887	₩ 681,443
거푸집	㎡	183.68	₩ 35,327	₩ 6,488,863
철근	Ton	1.768	₩ 622,948	₩ 1,101,322
<b>㉗ Con 벽 1개당 비용</b>				<b>₩ 8,271,629</b>

층별로 번갈아 가며 커튼월 설치

커튼월을 Con 벽, 띠창으로 변경

대안①		
층	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	Con 벽	커튼월
3F	커튼월	Con 벽
2F	Con 벽	커튼월
1F	커튼월	커튼월

대안③		
층	디지털	아날로그
5F	커튼월	-
4F	Con 벽+띠창	Con 벽+띠창
3F	Con 벽+띠창	Con 벽+띠창
2F	Con 벽+띠창	Con 벽+띠창
1F	커튼월	커튼월

㉘ \* 대안 별 벽의 개수

대안① 총공사비	㉗ * 3	₩ 24,814,887
대안③ 총공사비	㉗ * 6	₩ 49,629,774

### 수평루버 초기공사비

수평루버 길이					
2F	디지털 6개	22m*6개	3F, 4F (동일)	디지털 6개	21.5m*6개
	아날로그 6개	22m*6개		아날로그 6개	21.5m*6개
	합	264m		합	258m

원안	All 커튼월 with 수평루버 (폭 0.4m)			
2~4F	노무비			
	인/㎡	㎡	소요인력	노무비
내장공	0.104	312	32.45	₩ 7,426,795
보통인부	0.1		31.2	₩ 4,900,522
재료비				
	m	재료단가	재료비	
	780	30,000	₩ 23,400,000	
총 공사비				
₩ 35,727,317				

대안①	층별로 번갈아 가며 커튼월 설치 (폭 0.4m)			
2~4F	노무비			
	인/㎡	㎡	소요인력	노무비
내장공	0.104	156	16.22	₩ 3,713,398
보통인부	0.1		15.6	₩ 2,450,261
재료비				
	m	재료단가	재료비	
	390	30,000	₩ 11,700,000	
총 공사비				
₩ 17,863,659				



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) 비용 평가

- 할인율
  - 명목할인율은 국고채 10년(평균) 시장금리 값을 13~22년까지의 평균값으로 계산
  - 물가상승율은 소비자 물가지수를 13~22년까지의 평균값으로 계산

$$\text{실질할인율 } i = \frac{(1 + i')}{(1 + j)} - 1$$

i = 실질할인율  
 i' = 명목할인율  
 j = 물가상승율

연도	국고채 10년 시장금리 (연%)	소비자물가지수 (2020 = 100%)	물가상승율 j	실질할인율 i
2013년	3.28	93.00	1.30%	1.95%
2014년	3.18	94.20	1.30%	1.86%
2015년	2.30	94.90	0.70%	1.59%
2016년	1.75	95.80	1.00%	0.74%
2017년	2.28	97.60	1.90%	0.37%
2018년	2.50	99.10	1.50%	0.99%
2019년	1.70	99.50	0.40%	1.29%
2020년	1.50	100.00	0.50%	1.00%
2021년	2.07	102.50	2.50%	-0.42%
2022년	3.37	107.70	5.10%	-1.65%
평균	2.39	98.43	1.62%	0.77%

## LCC 분석 : 수선주기와 수선비율을 적용하여 LCC 분석 진행

단위 : 원

VE 생애주기비용 분석표				기관		Reverse			
사업명	서울시립 도서관(서대문)			일시		2023. 05. 20			
VE 대상명	두 동이 마주보는 면에 설치된 커튼월과 수평루버			대안① (층별로 번갈아 가며 커튼월 설치)		대안③ (커튼월을 Con 벽, 띠창으로 변경)			
시설물 총 생애주기(년)	50년	원안 (All 커튼월 with 수평루버)							
할인율 (%)	0.77%								
A. 초기투자비		비용	현재가치	비용	현재가치	비용	현재가치		
재료비	커튼월(유리 + 프레임)	72,933,540	72,933,540	36,466,770	36,466,770				
	수평루버	23,400,000	23,400,000	11,700,000	11,700,000				
	띠창					2,587,200	2,587,200		
	콘크리트+ 거푸집 + 철근			4,152,719	4,152,719	8,305,439	8,305,439		
노무비	커튼월(유리공 + 보통인부)	7,483,551	7,483,551	3,741,775	3,741,775				
	수평루버(내장공 + 보통인부)	8,249,820	8,249,820	4,124,910	4,124,910				
	띠창(유리공 + 보통인부)					4,066,470	4,066,470		
	RC(형틀목공 + 보통인부)			17,390,001	17,390,001	41,324,332	41,324,332		
초기투자비 합계		112,066,911	112,066,911	77,576,175	77,576,175	56,283,442	56,283,442		
초기투자비 절감액						▼34,490,735	▼55,783,469		
B. 보수/교체비용			년수	Factor(PW)	비용	현재가치	비용	현재가치	
유리	수선	10	0.9262	4,897,916	4,536,269	2,448,958	2,268,134	2,661,468	2,464,953
	수선	20	0.8578	4,897,916	4,201,324	2,448,958	2,100,662	2,661,468	2,282,948
	교체	30	0.7944	12,244,791	9,727,777	6,122,395	4,863,888	6,653,671	5,285,956
	수선	40	0.7358	4,897,916	3,603,803	2,448,958	1,801,901	2,661,468	1,958,263
	수선	50	0.6815	4,897,916	3,337,709	2,448,958	1,668,854	2,661,468	1,813,670
보수/교체비 합계					25,406,881	12,703,441		13,805,791	
보수/교체비 절감액						▼12,703,441		▼11,601,090	
총 현재가치 생애주기비용 (A+B)					137,473,792	90,279,616		70,089,233	
총 LCC 상대 비율				1		0.66		0.51	
총 LCC 상대 증감액						47,194,176 (34.3%▼)		67,384,559 (49.0%▼)	





## 2) 가치 평가

건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

구분	원안	대안①	대안③
성능 점수 (F)	45.3	68.5 (▲51.2%)	49.8 (▲9.9%)
성능 분포도 (Diagram)			
비용 지수 (C)	1	0.66	0.51
가치 평가	45.3	104.3	97.7
가치향상도	-	▲130.3%	▲115.6%
가치향상도			



## 3) VE 제안

건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

VE 제안서				
외부 마감 공사	제안번호	지역	적용구분	제안유형
	F154_4	두 동이 마주보는 면에 설치된 커튼월과 수평루버	가치혁신	
	기능	시야를 조정한다		
	제안명	각 동 층별로 번갈아 가며 커튼월을 설치하여 마주보는 시야를 차단한다		
구분	원안	개선안		
개요도	<p>디지털동에서 아날로그동을 바라보는 시선</p>		<p>디지털동에서 아날로그동의 시선 차단</p>	
세부 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 반대편 건물을 바라볼 때, 커튼월로 인한 불편한 시선이 존재함</li> <li>- 시야가 좋지 않은 문제점이 존재함</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 층별로 번갈아 가며 설치된 커튼월로 인한 불편한 시선을 차단함</li> <li>- 팀 명이자 설계 컨셉인 '반전' 요소를 잘 나타냄</li> </ul>	

평가 결과 & 산출 근거					
평가항목	가중치	원안		개선안	
		등급	점수	등급	점수
쾌적성	21	5	105	8	168
경제성	21	3	63	7	147
기능성	17	5	85	8	136
안전성	16	3	48	6	96
조화성	13	8	104	6	78
시공성	12	4	48	5	60
총 가중값		453		685	
평가 다이어그램 (Diagram)					
성능 점수 (F)		45.3		68.5	
초기투자비 (원)		112,066,911		77,576,175	
보수교체비 (원)		25,406,881		12,703,441	
LCC (원)		137,473,792		90,279,616	
비용 지수 (C)		1		0.66	
가치 평가 (V=F/C)		45.3		104.3	
증감액 (원)/증감율 (%)		▼47,194,176		▼34.3%	
성능향상도 (%)		▲51.2%			
가치향상도 (%)		▲130.3%			



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

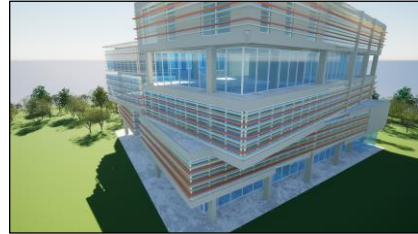
## 1) 현장 여건

### ① CURTAIN WALL



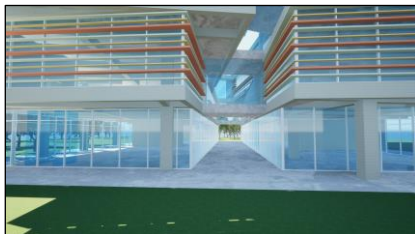
- 건물의 외벽 비율 중 커튼월이 대부분을 차지
- 콘크리트 외벽 대비 약 3배
- 체계적인 인원, 자재 분배 필요

### ② TWIST



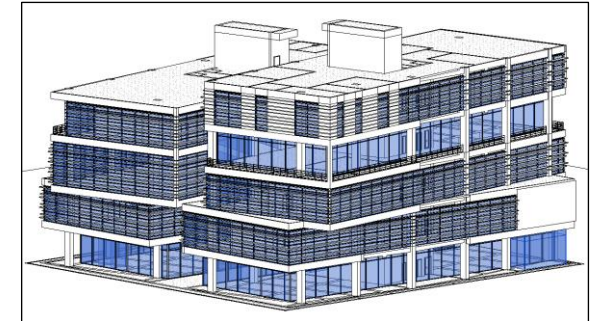
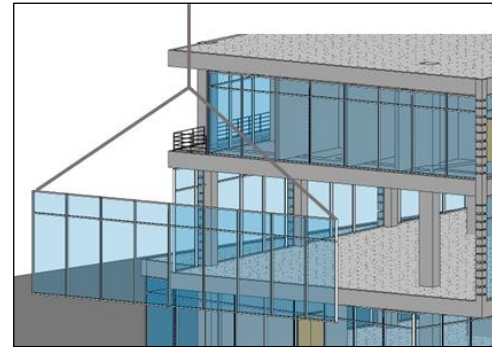
- 건물의 상층부가 10° 회전 됨
- 외벽이 평평하지 않음
- 외벽 시공 시 작업 범위의 구분 필요

### ③ SPLIT



- 건물이 두개의 동으로 나뉘어져 있음
- 사이 통로 폭 약 6m
- 건물 사이 커튼월 설치 고려 필요

## 2) 시공계획 목표 설정



- 중점관리 대상인 커튼월 시공에서의 문제점을 분석
- 건물 특성상 커튼월의 합리적인 양중 작업이 중요한 공정이라 판단
- ✓ 커튼월 자재 적재, 조립 및 양중에 대한 효율적이고 체계적인 계획 수립



건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

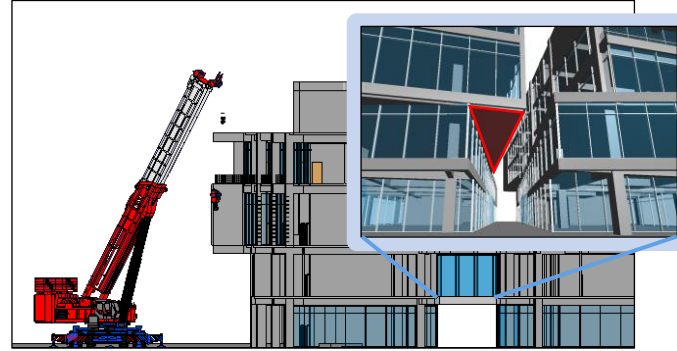
## 1) 양중 방식 선정

### 대안 ① 옥상에서 스파이더 크레인 사용



- 장소에 구매 받지 않고 사용 가능
- 360도 커버 가능
- 운반 및 사용이 쉬움
- 비틀린 각도로 인해 옥상에서 1~2층 시공 어려움

### 대안 ② 지상에서 이동식 크레인 사용



- 일반도로에서 주행 가능
- 협소한 공간에서 작업 용이
- 높은 기동성
- 비틀린 구조로 인해 튀어나온 상층부 및 좁은 통로 쪽  
→ 건물 사이의 커튼월 시공 방법 고려 필요

### 대안 ③ 시저형 고소작업대 사용



- 주로 저층부 시공 시 사용
- 공간의 제약이 적음
- 유연하게 작업환경 이동 가능
- 인부가 함께 탑승하기에 고층으로 갈수록  
안전에 취약해짐



### 최종 대안

- ✓ 저층부 - 고소작업대, 고층부 - 스파이더 크레인 사용
- ✓ 지상 크레인을 사용하여 자재 및 스파이더 크레인 양중



건축계획

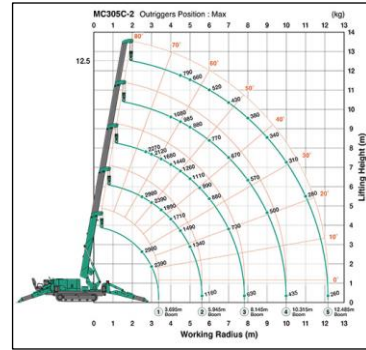
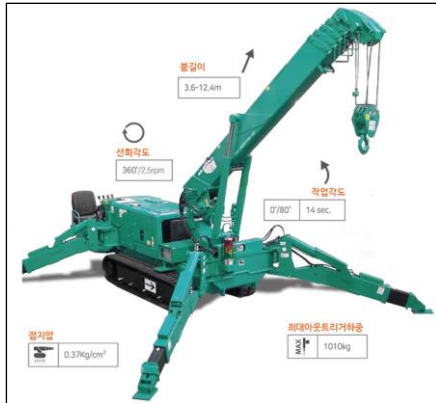
건축구조

환경설비

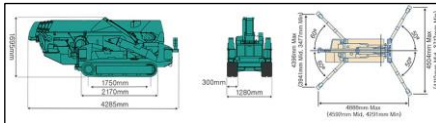
CM / 시공

## 2) 커튼월 크기에 따른 장비 선정

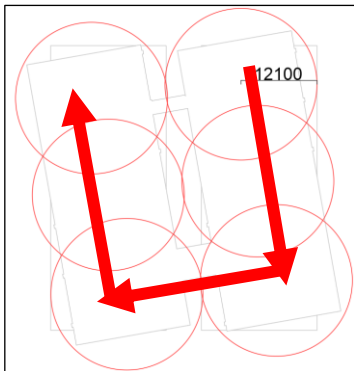
### ① 이동식 스파이더 크레인



- ✓ 고층부 커튼월 설치용으로 스파이더 크레인 사용
- 인양 높이 : -64 m
- **작업 반경 : 12.1 m**
- 무게 : 3.9 t



### 시공 방법



- 시공 계획에 대한 장비 예상 배치도
- 작업 대수 : 1대
- 구역을 나누어 동시에 시공

### ② 이동식 크레인



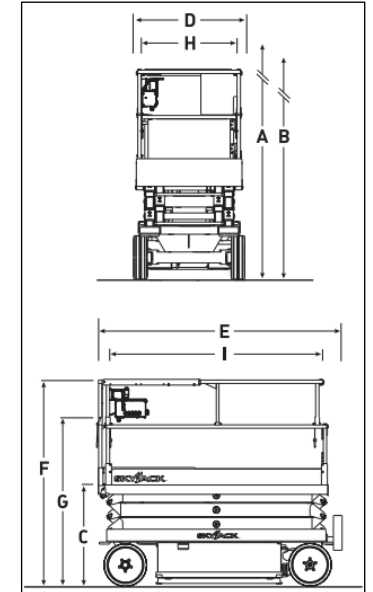
#### 10톤 크레인 제원표

- 차량길이 7.5미터
- 차량높이 2.8미터
- 차량전폭 2미터
- 차량중량 14.4톤
- 최고작업높이 30미터
- 최대작업반경 23미터

옥상으로 양중해야 하는 스파이더 크레인 및 자재의 무게를 고려하여 **10톤 이동식 크레인** 선정

### ③ 시저형 고소작업대

- 커튼월 유닛 개당 무게: 662kg
  - 인부 1인당 무게: 약 80kg
  - 커튼월 유닛 + 인부 2명 + 공구
- 약 830kg 적재 필요**



- ✓ 저층부 커튼월 설치용으로 **고소작업대** 사용
- 작업 높이 : 12.09m
- 적재 중량 : 830kg < 1,134kg -> ok



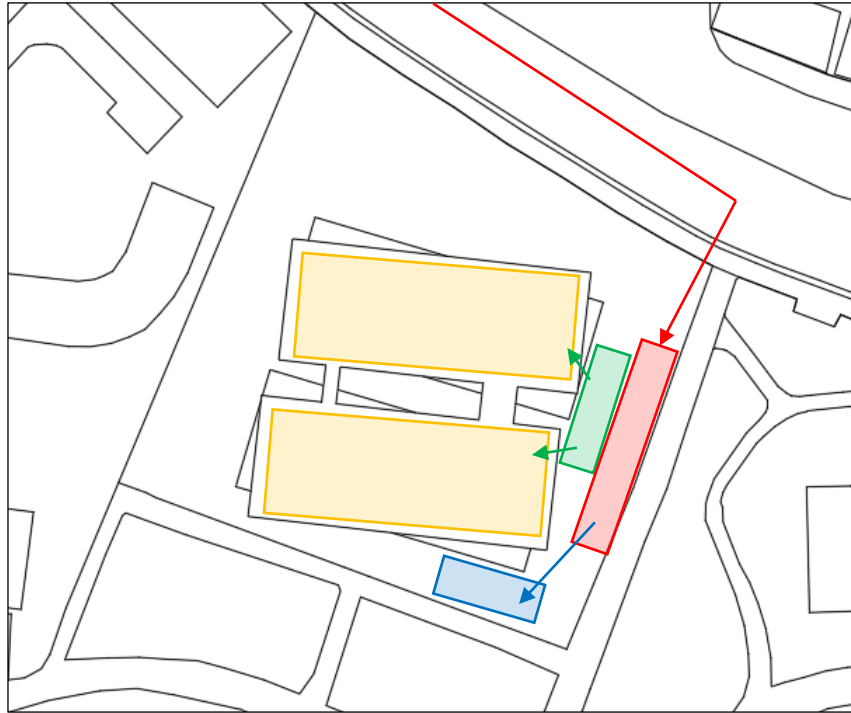
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

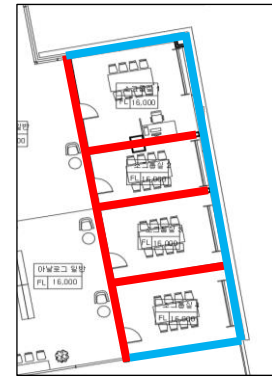
### 3) 커튼월 자재 적재



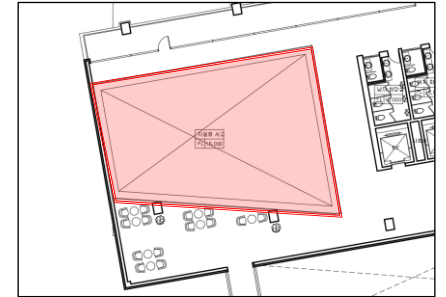
- 자재 임시 적재장소
- 저층부 커튼월 적재 & 조립장소
- 크레인 운행 장소
- 고층부 커튼월 적재 & 조립장소
- 자재 외부 유입경로
- 고층부 자재 이동경로
- 저층부 자재 이동경로

### 4) 커튼월 조립 위치

✓ 커튼월 조립 시 내부 고려사항

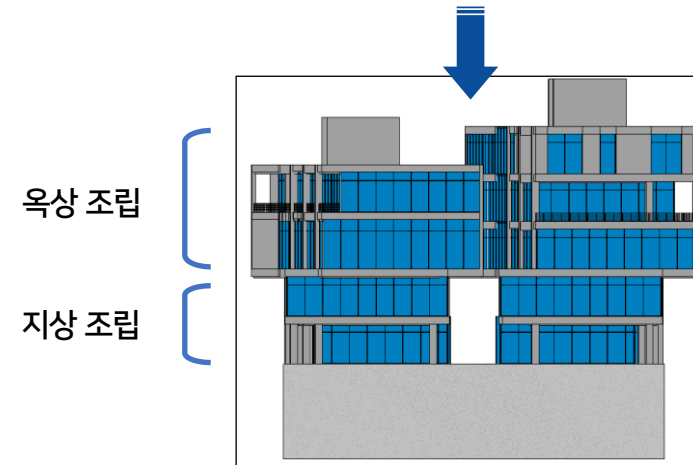


① 내부 벽



② 하부 오픈

내부 벽, 하부오픈 등으로 인해 실내 작업 어려운 부분 존재  
따라서 **실외 작업** 필요



1~2층 커튼월은 지상, 3~5층 커튼월은 옥상에서 조립



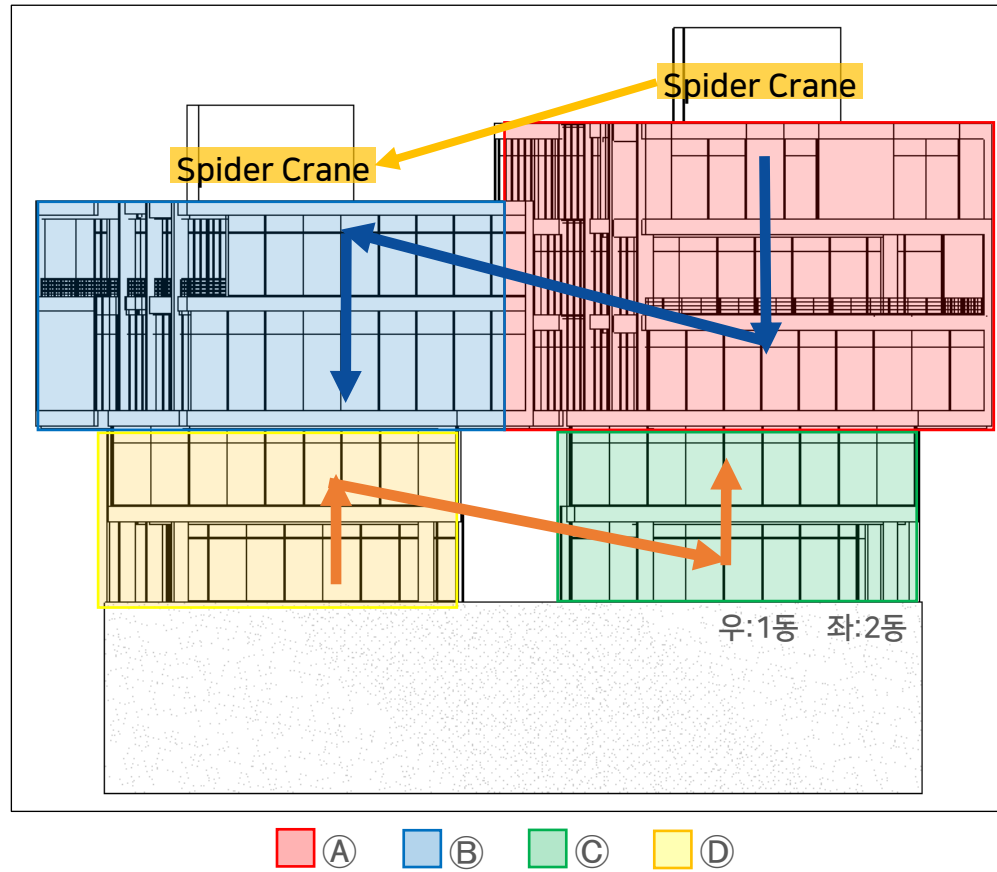
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 5) 시공 Cycle



### ✓ 작업 순서

- ① 옥상으로 A+B 구역 커튼월 자재와 스파이더 크레인 양중
- ② 전체 커튼월 조립
- ③ A+D 구역 설치 동시 진행
- ④ 스파이더 크레인 1동 → 2동으로 이동
- ⑤ B구역+ C구역 설치 동시 진행
- ⑥ 장비 및 잉여자재 지상으로 양중

### ✓ 커튼월 조립 순서



### ✓ 주의 사항

- 2동 3층은 유리 Size 다름
- 스파이더 크레인 이동 시 주의  
(1동 → 2동 방향으로 진행)
- 낙하 및 안전사고 방지 위해 엇갈려서 시공 진행



건축계획

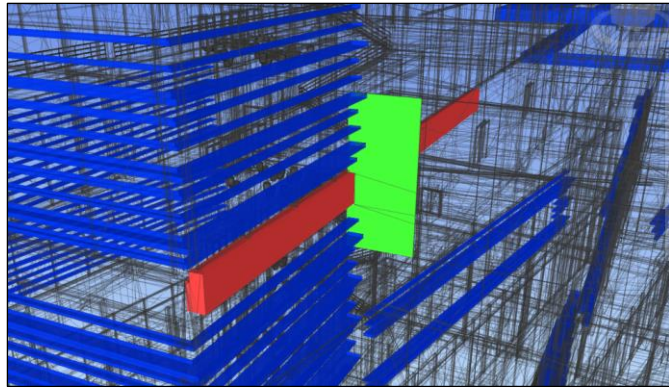
건축구조

환경설비

CM / 시공

## 1) Clash detective

- Navisworks 프로그램 활용
- 모든 인스턴스에 대한 커튼월의 간섭 확인
- 1731개의 간섭을 Revit에서 확인하면서 간섭요소 제거



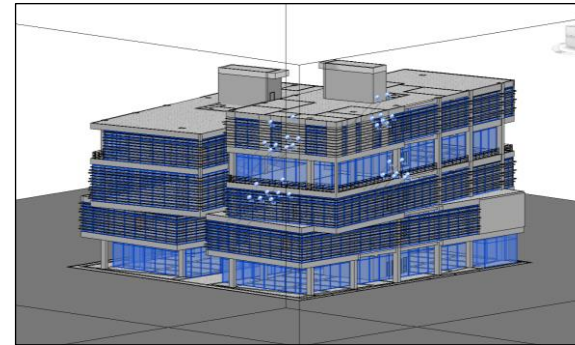
커튼월과 보, 기둥, 루버에서 간섭 발견  
 → 정확성을 위해 커튼월의 높이를 낮추고,  
 루버를 커튼월로부터 이격하여 재모델링

이름	상태	간섭	새로...	활성	검토됨	승인됨	확인됨
테스트 1	종료	1731	1731	0	0	0	0

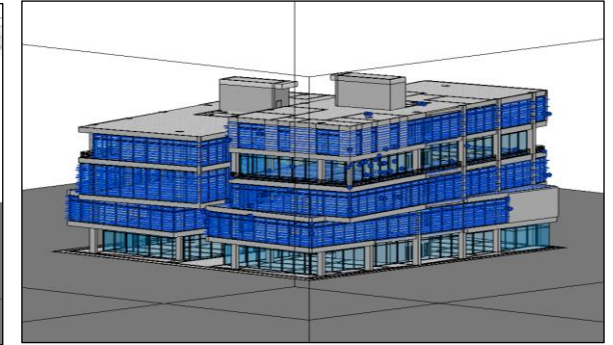
이름	상태	간섭	새로 만들기	활성	검토됨	승인됨	확
⚠ 테스트 1	이전	66	0	0	0	0	66

## 2) 일람표 작성

커튼월



수평루버



일람표 일부

<커튼월 수량>		
A	B	C
단가	면적	비용
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2719958
371579.00	7 m²	2710005
371579.00	7 m²	2719958

<루버 수량>			
A	B	C	D
레벨	재료, 면적	재료, 단가	재료, 제작
4F-2	5 m²	45555.00	0.28 m²
4F-2	5 m²	45555.00	0.28 m²
4F-2	5 m²	45555.00	0.28 m²
4F-2	6 m²	45555.00	0.47 m²
4F-2	6 m²	45555.00	0.47 m²
4F-2	6 m²	45555.00	0.47 m²
4F-2	6 m²	45555.00	0.47 m²
4F-2	9 m²	45555.00	0.89 m²
4F-2	9 m²	45555.00	0.89 m²
4F-2	9 m²	45555.00	0.89 m²
2F	13 m²	45555.00	0.80 m²
3F	14 m²	45555.00	0.83 m²
3F	14 m²	45555.00	0.83 m²

✓ 간섭을 제거한 모델링을 통해 정확한 물량 산출로 불필요한 비용 절약





건축계획

건축구조

환경설비

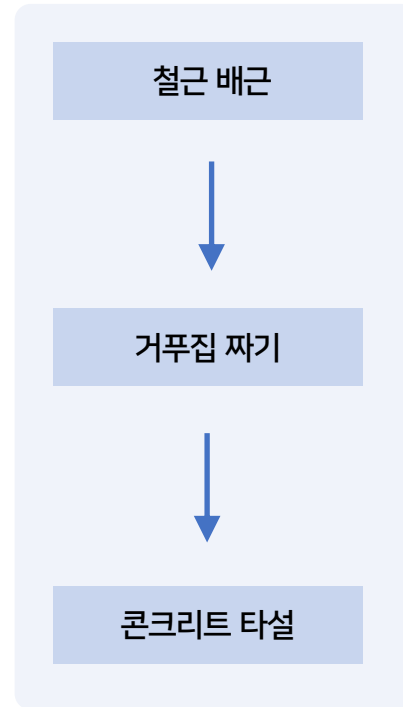
CM / 시공

## 1) 공기산정

토공사 <H pile 토류판 공법>

굴삭기	시공능력	153
	대수	5대
	하루시간	10h
	터파기량	22000m³
	<b>소요일수</b>	<b>2.9일</b>
롤러	시공능력	213
	대수	1대
	하루시간	10h
	다짐면적	2000m²
	<b>소요일수</b>	<b>0.9일</b>
H-pile 설치	지층별 H파일 길이	11
	기준작업량	20m/h
	1분 작업시간	0.55h/분
	1일 작업분수	18.2분/일
	1일 작업 둘레길이	27.3m/일
	총 흠막이 둘레길이	182m
	파일간격	1.5m
	작업효율	1.6
	<b>소요일수</b>	<b>10.7일</b>

### 공사 흐름



기초공사

유로폼	면적	2182m²
	간단 형틀목공	0.1명/m²
	총인원	218.2인
	설정인원	30인
	1일 면적	375m²
<b>소요일수</b>	<b>5.8일</b>	
기초철근량	온통기초 부피 2%	106.92ton
	철근공 Type-1	2.4인/ton
	총인원	257인
	설정인원	30인
	1일 ton	12.5ton
<b>소요일수</b>	<b>8.6일</b>	
콘크리트 타설	체적	2000m³
	펌프차 1대 작업량	1980m³/일
	대수	1대
	1대 펌프차 11시간 작업	
	표준 작업량	1980m³/일
<b>소요일수</b>	<b>1일</b>	

- 2023년 8월 1일 ~ 2025년 4월 11일
  - 총공사기간 : **620일** 예정



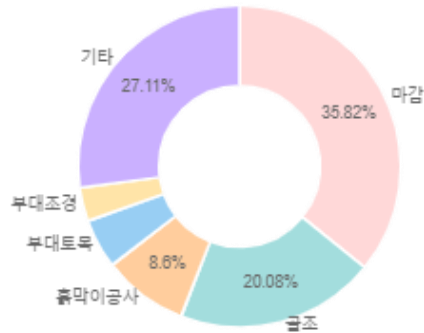
건축계획

건축구조

환경설비

CM / 시공

## 2) 공사비 산정

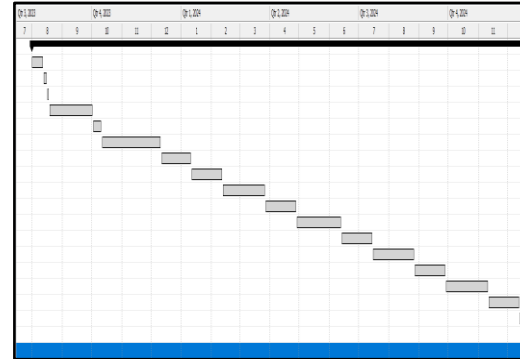


서울시립도서관 (서대문)

대표공종	금액	비율
마감	5,938,228,479	35.82 %
골조	3,329,247,174	20.08 %
휴막이공사	1,425,448,447	8.60 %
부대토목	827,290,866	4.99 %
부대조경	563,182,762	3.40 %
기타	4,496,215,328	27.12 %
합계	16,579,613,055	100.00 %

- 유사 사례의 공종별 비율을 참고하여 공사비 산출  
**주요 공사비 : 16,579,613,055 ₩**

## 3) Time Liner Data Source



- 공사 시작일을 **8월로 설정**하여 서중기를 최대한 피함

작업 이름	계획된 시작	계획된 끝	공사 기간	비용
H-beam 설치	2023-08-01	2023-08-12	11	285,089,690
터파기(굴삭기)	2023-08-13	2023-08-16	3	285,089,690
흙다짐(롤러)	2023-08-17	2023-08-18	1	285,089,690
기초공사	2023-08-19	2023-10-02	44	285,089,690
H-beam 해체	2023-10-03	2023-10-11	8	285,089,690
지하층	2023-10-12	2023-12-11	60	302,658,834
1층 코어	2023-12-12	2024-01-11	30	302,658,834
1층 기둥 + 벽 + 2층 코어	2024-01-12	2024-02-12	31	302,658,834
1층 보 + 슬래브 + 3층 코어	2024-02-13	2024-03-27	43	302,658,834
2층 기둥 + 벽 + 4층 코어	2024-03-28	2024-04-28	31	302,658,834
2층 보 + 슬래브 + 5층 코어	2024-04-29	2024-06-13	45	302,658,834
3층 기둥 + 벽 + 4층 코어	2024-06-14	2024-07-15	31	302,658,834
3층 보 + 슬래브 + 5층 코어	2024-07-16	2024-08-27	42	302,658,834
4층 기둥 + 벽 + 옥상코어	2024-08-28	2024-09-28	31	302,658,834
4층 보 + 슬래브	2024-09-29	2024-11-11	43	302,658,834
5층 기둥 + 벽	2024-11-12	2024-12-13	31	302,658,834
5층 보 + 슬래브	2024-12-14	2025-01-19	36	302,658,834
커튼월	2025-01-20	2025-03-21	60	611,908,429
수평 루버	2025-03-22	2025-04-11	20	611,908,429

# 4.3 Simulation



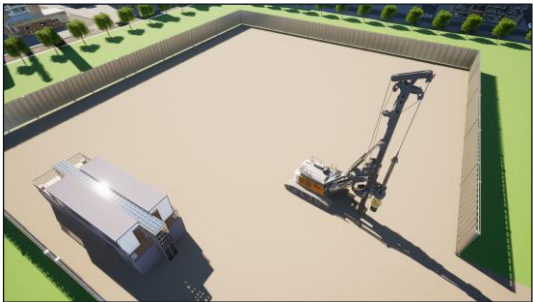
건축계획

건축구조

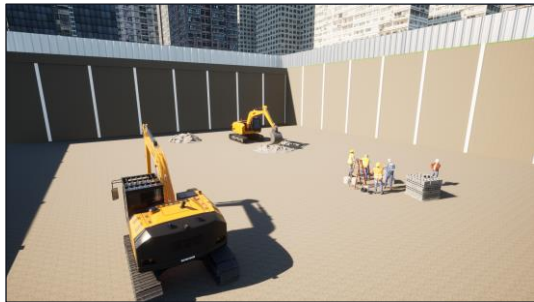
환경설비

CM / 시공

토공사,  
기초공사



H-Beam 설치



터파기



매트기초 타설

골조공사



골조 ①



골조 ②

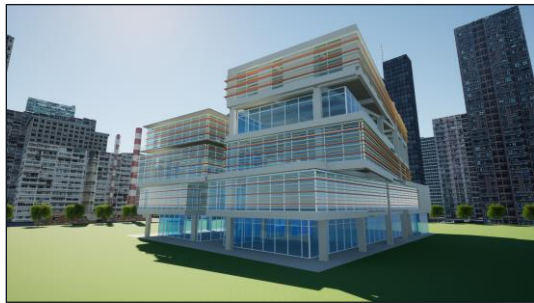


골조 ③

마감공사



커튼월 설치



수평루버 설치



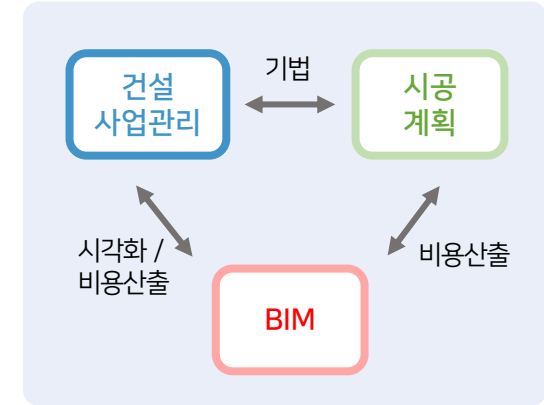
건축계획

건축구조

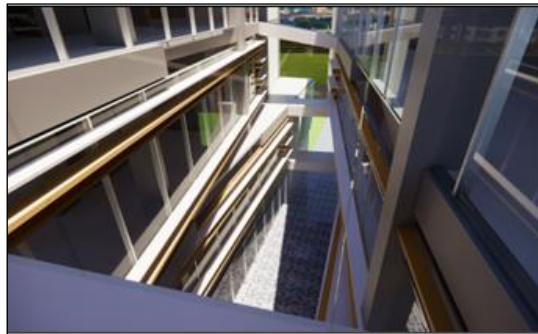
환경설비

CM / 시공

- 중점 관리 대상 : **커튼월**
- 달성 목표 : **건물의 가치 향상**
- 중점 관리 사항 : 커튼월의 **가치 향상** & 적합한 양중 공법 선정을 통한 **시공성 개선**



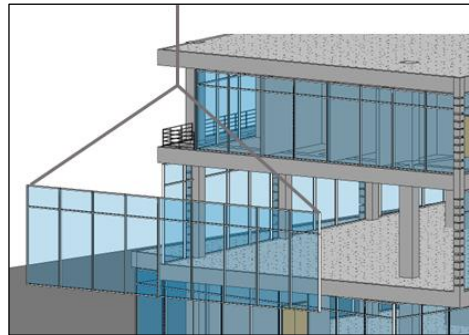
Value Engineering



원안 : All 커튼월 -> 대안 : 층별 커튼월

- ✓ 중점 관리 대상 기능 (F154 시야를 조절한다) 향상
- ✓ 아이디어 발상을 통한 대안 선정
- ✓ 원안과 대안 성능 평가 및 LCC 분석을 통한 가치 향상

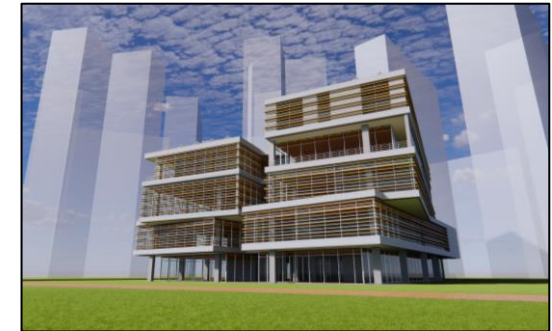
시공계획



Curtain Wall 시공 계획

- ✓ 양중 과정에서 시공성 최대화 할 수 있는 Flow 만듦
- ✓ 비틀린 건물 형태를 고려한 양중 방법 선정
- ✓ 시공계획을 통한 안전 및 품질관리

BIM



- ✓ 건물 렌더링을 통한 시각화
- ✓ 시공 단계에 필요한 물량 및 비용 산출
- ✓ 5D 시뮬레이션으로 공사 절차의 직관적 이해

건설 관리 목표 달성 및 시공 계획 수립

지금까지 Reverse였습니다.  
감사합니다.

REVERSE

