

4조 하모니

전농동 아동청소년 복합문화시설 건립 사업 건축 시공 계획

-2020871002 강성준

-2022871026 이유림

-2021871001 강동민

-2021871042 이문박

-2020871002 이상운

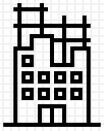
-2021871038 최재호

-2019871025 이재호



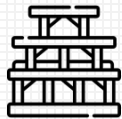
CONTEXT

01



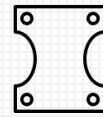
프로젝트 개요

02



중점관리대상 선정

03



VE 분석

04



목표달성

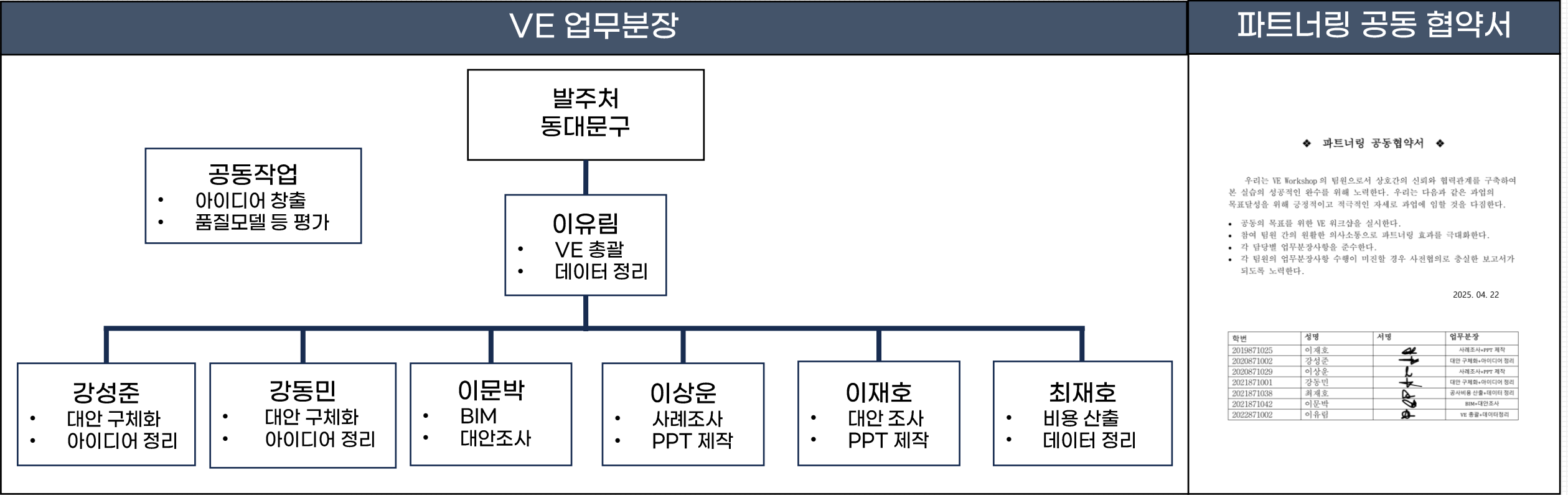
프로젝트 개요

[프로젝트 개요]

구분	내용
사업명	전농 아동 청소년복합 문화시설 건립
대지위치	동대문구 전농동 691-3
대지면적	16,899.30 m ²
지역지구	제2종 일반주거지역, 정비구역, 재정비촉진지구
건물용도	노유자시설(아동복지시설), 운동시설
시설규모	지하 1층 / 지상 4층
연면적	12,420m ²
건축면적	3,780m ²
건폐율	22.4%
용적률	58.6%



구성원 업무 분장



중점관리대상 선정

중점관리대상 후보

커튼월, 쿨트브, 천창, 중앙홀 조명, 지중열교환기, 옥상정원

커튼월 중점관리대상 선정 이유

- 커튼월은 기밀성, 수밀성, 단열성 등 핵심 성능과 직결, 이는 건물의 에너지 효율, 유지관리 비용, 수명에 큰 영향을 미침
- 동시에 비구조요소지만 인명 사고로 직결될 수 있는 외피 시스템으로, 성능 저하나 시공 품질 문제는 심각한 리스크로 이어질 수 있음
- 커튼월은 건물 외피 성능과 안전성에 중대한 영향

최근 국내에서 발생한 지진 및 낙하물 사고 사례는
커튼월과 같은 외장재의 관리 부실이 인명 피해로 이어질 수 있음을 보여줌



중점관리대상 선정

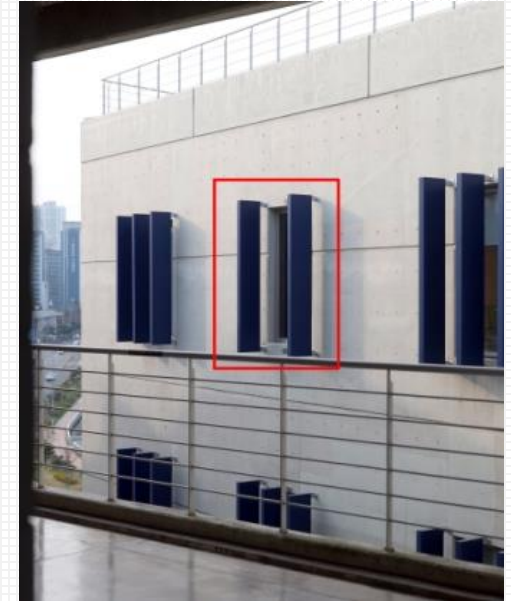
지진 및 낙하물 사고 사례



사례 1. 2016년 경주 지진
→ 전체 피해 신고 약 9,352건
중 절반 이상이 비구조요소
(지붕, 배관, 유리 등) 손상



사례 2. 2017년 포항 지진(한동대학교)
→ 건물 외벽 마감재 탈락으로 인명 피해 발생



사례 3. 2025년 NC 다이노스 홈경기장 사고
→ 루버(마감재) 낙하로 관중 사망

커튼월은 단순 외장재가 아닌 인명 안전과 직결된 위험요소
커튼월을 단가 절감의 대상이 아닌
품질과 안전 확보를 우선시해야 하는 중점관리대상으로 선정



시공목표

커튼월의
품질 개선 및 안전 확보

VE 분석 - 품질 모델

1:매우 불필요 2:불필요 3:보통 4:필요 5:매우 필요

	발주자	사용자	VE팀	가중평균	정의
A. 쾌적성	3/3	4/5/4	2/2	3.23	침기 등으로 인해 불편함을 느끼지 않는가?
B. 경제성	5/5	2/2/1	5/4	3.51	가격 대비 성능이 뛰어난가?
C. 소음진동	4/2	4/3/5	3/2	3.25	시공 및 사용 시 소음, 진동이 느껴지지 않는가?
D. 심미성	4/4	4/4/4	3	3.4	외적으로 아름다운가?
E. 재난대비능력	5/3	5/5/5	4/4	4.4	재난(지진, 화재, 태풍) 상황 시 붕괴나 낙하로부터 안전한가?
F. 공기단축	4/4	1/1/1	5/5	3.1	공사 기간이 짧은가?
G. 안전성	4/4	4/5/4	4/4	4.13	일반적인 상황에서 안전한가?
H. 에너지 효율성	4/3	1/3/2	4/2	2.75	냉난방부하가 적은가?
I. 시공성	5/5	2/4/3	5/3	3.9	시공을 할 때 간편한가?
J. 유지관리성	5/5	4/4/4	5/4	4.45	유지관리가 용이하거나 교체주기가 적은가?
K. 보수가능성	4/3	1/3/2	5/4	3.2	하자 발생 시 손쉽게 수리 가능한가?
L. 친환경성	1/3	2/4/1	4/5	2.88	환경에 악영향이 적은가?
M. 향상성	1/2	3/3/4	4/3	2.83	대상의 성능이 사용기간 동안 일정한가?
N. 내구성	4/4	3/1/2	4/4	3.2	고장이나 파손 발생이 적은가?
O. 가공성	2/1	1/3/2	4/2	2.15	제작이 용이한가?

아동청소년 복합문화시설이므로 사용자 입장에 가중치를 두어 품질모델 산정
(발주자 0.3 / 사용자 0.4 / VE팀 0.3)

발주자 : 이유림, 강성준

사용자 : 강동민, 이재호, 이상운

VE팀 : 이문박, 최재호

품질모델 선정 과정

- 발주자, 사용자, VE팀이 각각 1~5점 부여
- 합계 점수 최상위 5개 항목 선정

품질모델 선정 결과

1. 유지관리성
2. 재난대비능력
3. 안전성
4. 시공성
5. 경제성



VE 분석 - 기능정의

기능번호	기능정의		기능분류	
	명사	동사	주기능	부기능
F0	성능을	제공한다	최상위 기능	
F1	채광을	확보한다	0	
F2	안정성을	제공한다	0	
F3	에너지 효율을	얻는다		0
F4	pc와의 조화를	이룬다		0
F5	외기를	차단한다	0	
F6	소음을	차단한다		0
F7	비를	차단한다	0	
F8	열을	투과한다	0	
F9	개방감을	제공한다		0
F10	외관을	구성한다		0
F11	자외선을	차단한다		0
F12	일사를	제어한다		0
F13	외력(힘)을	버틴다	0	

최상위 기능 (F0)

중점관리대상인 “성능을 제공한다.”

주기능 및 부기능 후보 선정 (F1~F13)

최상위기능인 커튼월의 개선을 목표로 하는 명사와 동사의 조합을 브레인스토밍을 통해 선정

VE 분석 - 기능평가

QEM 기능평가: 분석된 기능을 토대로 QEM 분석 실시하여 6가지 중점 개선대상 후보군 선정

기능번호	명사	동사	주기능	부기능	기능향상이 가능한가	친환경 및 에너지 절감이 가능한가	건축디자인적 요소에 도움이 되는가	유지보수가 용이한가	아이디어 발상이 용이한가	총점
F0	성능을	제공한다	최상위 기능		3	3	3	3	3	15
F1	채광을	확보한다	0		1	3	3	1	2	10
F2	안정성을	제공한다	0		3	1	2	2	2	10
F3	에너지 효율을	얻는다		0	3	3	1	2	2	11
F4	pc와의 조화를	이룬다		0	1	2	3	2	2	10
F5	외기를	차단한다	0		1	2	1	1	2	7
F6	소음을	차단한다		0	2	1	1	1	2	7
F7	비를	차단한다	0		1	1	2	2	1	7
F8	열을	투과한다	0		2	3	2	1	2	10
F9	개방감을	제공한다		0	2	1	3	2	2	10
F10	외관을	구성한다		0	1	1	3	2	2	9
F11	자외선을	차단한다		0	2	2	1	1	2	8
F12	일사를	제어한다		0	2	2	1	2	2	9
F13	외력(황)을	버틴다	0		2	1	1	1	2	7

1:보통 2:좋은 3:매우 좋음

FD 강제결정 기법: 6개의 후보군을 대상으로 1/0 이분법 주관 점수매김 실시하여 중점개선대상 선정

번호	기능내용	F1	F2	F3	F4	F8	F9	합계
F1	채광을 확보한다		0	1	1	1	0	3
F2	안정성을 제공한다	1		1	1	1	1	5
F3	에너지 효율을 얻는다	0	0		1	1	0	2
F4	PC와의 조화를 이룬다	0	0	0		1	0	1
F8	열을 투과한다	0	0	0	0		0	0
F9	개방감을 제공한다	1	0	1	1	1		4



중점개선대상
<p><F2> 안정성을 제공한다</p>

VE 분석 - IDEA 창출

중점개선대상 아이디어 개략 평가

- 브레인스토밍을 통해 중점개선대상으로 커튼월 안정성에 기여할 수 있는 아이디어 도출
- 선정된 5개의 품질모델기준에 맞게 개인별 1~3점 부여, 총합 최상위 4가지 항목 아이디어 선정

*안정성은 단순한 구조적 기능을 넘어, 시공 품질의 정밀도, 공정의 일관성, 작업자 및 사용자의 안전 확보, 그리고 장기적인 유지관리를 포함하는 통합된 개념을 뜻함

F2: 안정성을 제공한다.

	아이디어내용	시공성	유지관리성	경제성	안전성	재난대비능력	총합		아이디어내용	시공성	유지관리성	경제성	안전성	재난대비능력	총합
1	유닛 시스템을 적용하여 품질 편차를 최소화한다	19	19	18	14	12	82	19	온도에 의한 열팽창 관리를 한다	14	16	15	14	14	73
2	고강도 재료를 사용해 프레임의 강성을 높이고 경량화 한다	11	18	14	19	18	80	20	댐퍼를 사용해 진동을 완충한다	11	12	12	18	18	71
3	커튼월에 보조 프레임을 추가하여 보강한다	11	16	12	18	18	75	21	UV 안정제 첨가 및 하드코팅을 활용한다(표면열화 방지)	11	13	11	12	12	59
4	프레임간의 연결부를 강화한다	14	16	14	19	18	81	22	레벨 조절 기능이 있는 앵커를 사용한다	15	12	14	18	18	77
5	신축성 있는 실링을 사용하여 구조체 진동에 대응한다	14	16	14	18	19	81	23	패널-프레임 커플링 점탄성 접합한다	12	13	12	14	14	65
6	커튼월에 고성능 베이스 플레이트를 적용한다	16	18	14	18	18	84	24	마그네틱 결합형 패널 시공한다	13	12	12	14	14	65
7	커튼월과 슬래브 간 연결부를 강화한다	14	14	14	21	21	84	25	모듈화 커튼월 패널 선제작 방식을 적용한다	20	20	18	15	13	86
8	커튼월 구조 상태를 실시간으로 감지하는 센서를 사용하여 조기에 대응이 가능하게 한다.	9	12	11	18	16	66	26	커튼월 하중을 슬래브가 아닌 보,기둥같은 구조체에 직접 전달한다	17	13	15	18	17	80
9	탈락 시 비산방지를 위해 비산방지유리를 사용한다.	14	18	14	19	20	85	27	브래킷 및 양가의 템플릿 고정장치 사용한다	16	15	15	16	16	78
10	PC를 트러스 구조 이용하여 커튼월에 가해지는 부담을 줄인다	11	14	12	19	14	70	28	구조체 균열 유도를 방지하는 팽창성 고정 앵커 사용한다	12	12	13	16	17	70
11	건물 높이에 따라 구간별(하부, 중간, 상부)로 커튼월 프레임 스펙 차등 적용한다	11	9	14	16	14	64	29	진동-충격을 흡수하는 슬라이딩 브래킷 시스템 도입한다	17	15	15	20	20	87
12	자가치유 실란트(Self-Healing Sealant) 적용한다	18	16	14	18	16	82	30	커튼월 브래킷 설치부 콘크리트 내 리세스한다	15	15	15	17	17	79
13	3축 방향 이동형 패스너를 활용하여 커튼월을 설치한다	11	12	11	14	19	67	31	시공시 AR을 활용하여 시공 위치를 파악하게 한다	18	15	11	12	12	68
14	내화성 경량 무기 발포보드를 이용. 내화성, 시공성, 경제성을 확보. 자중 감소를 통해 구조안정성을 확보한다	14	14	14	18	14	74	32	플로팅커넥터를 사용하여 패널고정앵커에 볼소켓 구조나 롤러를 적용하여 패널이 구조체에 대해 회전이동 할 수 있게 한다	11	11	11	16	16	65
15	커튼월 프레임에 방수성능을 강화한 코팅을 적용한다	12	16	14	12	7	61	33	커튼월과 PC를 모듈화하여 시공 오차를 줄인다	20	14	14	14	14	76
16	고성능 실란트를 적용한다	18	20	14	18	16	86	34	고정 가이드 프레임을 사용하여 시공 오차를 줄인다	16	12	12	12	14	66
17	탈부착이 가능한 유지보수 모듈을 설계한다	16	16	14	14	14	74	35	슬라이딩 확장 클립 시스템을 사용한다	16	15	15	14	14	74
18	자기복원형 커튼월 연결 시스템을 도입한다	12	16	16	18	16	78	36	경량 자재를 활용한다	12	14	15	12	12	65

VE 분석

아이디어 상세 평가 4가지 아이디어의 보완 및 결합을 통해 대안 제시 및 평가

원안 - SSG + Insert + Fixed + Stick System + 일반 Silant + 일반 Glass

- 슬래브 타설 전 철물 매입한 후 브래킷을 체결한다
- 브래킷은 커튼월 프레임과 고정된다
- 현장조립으로 맞춤 시공 유연하게 하여 커튼월을 설치한다
- 일반 유리를 구조용 실란트로 프레임에 접착하여 외관이 매끈한 커튼월을 실현한다

대안 제시 - 4가지 아이디어 보완 및 결합 공통 아이디어 + 개별 아이디어
공통 아이디어는 개별 아이디어에 반영, 개별 아이디어에 대한 대안 제시

공통 아이디어 - Unit System(모듈)을 사용해 품질을 확보한다

아이디어 1.
커튼월 부속 재료를
변경하여 안정성을
확보한다

대안 1. SSG + Insert + Fixed + **Unit System**
+ **고성능 Silant** + 일반 Glass
- 고성능 실란트를 사용한다

대안 2. SSG + Insert + Fixed + **Unit System**
+ 일반 Silant + **비산방지 Glass**
- 비산방지 유리를 사용한다

아이디어 2.
커튼월 체결 방식을
변경하여 안정성을
확보한다

대안 3. SSG + Insert + **Sliding** + **Unit System**
+ 일반 Silant + 일반 Glass
- 슬라이딩 브래킷을 사용한다

팀 내부평가에
의한 탈락

Matrix 평가행렬 기법을 통한 상세 평가

J. 유지관리성	2E	3G	J/I	J/B
E. 재난대비능력	2E	2E	2E	2E
G. 안전성	G/I	G/B	2B	B. 경제성
I. 시공성				

4. 최상위 중요
3. 매우 중요
2. 중요
1. 약간 중요
항목/항목 - 동등한 경우

합계	가중치값
2	0.0952
8	0.3810
5	0.2381
2	0.0952
4	0.1905

소계 21 1



대안평가표	유지관리성	재난대비능력	안전성	시공성	경제성	총점
점수가중치 값	0.0952	0.3810	0.2381	0.0952	0.1905	-
원안. SSG + Insert + Fixed + Stick System + 일반 Silant + 일반 Glass	2	3	3	3	4	-
가중치 적용	0.1905	1.1429	0.7143	0.2857	0.7619	3.0952
대안 1. SSG + Insert + Fixed + Unit System + 고성능 Silant + 일반 Glass	4	4	4	3	2	-
가중치 적용	0.3810	1.5238	0.9524	0.2857	0.3810	3.5238
대안 2. SSG + Insert + Fixed + Unit System + 일반 Silant + 비산방지 Glass	3	5	5	3	2	-
가중치 적용	0.2857	1.9048	1.1905	0.2857	0.3810	4.0476

매우 우수 : 5, 우수 : 4, 보통 : 3, 열등 : 2, 매우 열등 : 1

성능점수(F) -원안 : 3.0952, 대안 1 : 3.5238, 대안 2 : 4.0476

VE 분석

대안 1. 구체화 - 고성능 구조용 실란트 적용

			
비교 항목	KCC SL819(원안)	DOWSIL™ 995(대안)	상대 평가 (대안 기준)
기능 (Function)	구조 유리 접착 가능	구조 유리 접착, 커튼월 전용, 고하중 지지	구조용 기능 우위
접착력	금속, 유리등엔 프라이머 필요	프라이머 없이 다양한 기질에 강력한 접착	구조 안정성 향상
내후성	UV, 열화에 다소 취약(황변 발생 가능)	자외선, 습기, 열, 오존에 매우 강함	유지보수비 절감
내구성	기대 수명 10~15년	기대 수명 20~30년	수명 연장 효과
인증	ASTM C920 (구조용)	ASTM C1184 (구조용), C920	더 높은 구조용 인증 보유
경제성 (LCC)	저가이지만 보수주기 짧고 누적비용 큼	초기비용은 다소 높으나, 유지보수 비용 절감 효과 큼	장기비용 절감 가능
시공성	프라이머 필수, 시공 조건 민감	1액형, 프라이머 불필요, 취급 용이	시공성 우위

VE 분석

대안 2. 구체화 - 비산방지 유리

비교 항목	일반유리 기반 SUPER 진공유리 (원안)	강화유리 기반 SUPER 진공유리 (개선안)	상대 평가 (대안 기준)
안전성	파손 시 비산 위험 존재	깨져도 작은 조각으로 분해되어 비산방지 가능	인명 사고 예방 가능
비산방지 기능	없음(※ 비산방지 필름 추가 필요)	유리 자체가 비산방지 역할 수행	구조 안정성 확보
내풍압 / 구조 안정성	중간 수준(고층 외장에 미흡할 수 있음)	강함. 고층 커튼월, 외벽 적용에 적합	고층 구조 적용 가능
단열 성능	동일(진공층 구조는 동일)	동일	동일
충격 저항성	낮음외부 충격에 깨질 위험 높음	높음낙하물, 충격 대비 우수	외부 환경 대응 우수
사용 권장 위치	실내창, 중저층 외벽, 단열 목적 위주	고층 커튼월, 외부 파사드, 고급 외장	외장재로 적합
가격	약 617,000원/㎡	약 760,000원/㎡	비용 상승 있으나 기능 우위

VE 분석

비용평가

- 참고자료와 BIM 모델링을 통한 비용 산출
- 수선 주기, 수선율 등을 고려하여 LCC 비용 산출
- 내용년수 40년, 실질할인률 4.5%로 하여 현가 적용
- 유리 수선율 15% 적용
- 원안이 가장 경제적

참고자료

- ✓ 2025 건설공사 표준품셈
- ✓ 2025 상반기 적용 건설업 임금실태 조사 보고서
- ✓ 2025 상반기 건설공사 표준시장단가
- ✓ 장기수선계획의 수립기준
- ✓ 박태근. (2005). 서울대학교 교육연구동 LCC분석 사례 연구. 한국퍼실리티매니지먼트학회지, 5(1), 19-26.

구분	원안	대안1	대안2
초기비용	○	△	X
유지관리비	△	X	○
LCC	○	△	X

(높음: X, 보통: △, 낮음: ○)

(단위 : 천원)

				원안	대안1	대안2
내용년수: 40년	실질할인률	4.5%		스틱 커튼월	고성능 구조용 실란트	비산방지 유리
초기공사비						
재료비				2,049,416	2,321,483	2,769,744
노무비				254,960	91,110	91,110
합계				2,304,376	2,412,593	2,860,854
교체매각 및 유지관리	년	수선방법	현재가치계수			
실란트	15	전체교체	0.517	18,831		18,831
	30	전체교체	0.267	9,731	11,677	9,731
유리	20	부분교체	0.415	113,334	144,388	
	30	부분교체	0.267			110,928
실링재	20	전체교체	0.415	16,586	16,586	16,586
유지관리비				158,482	172,650	156,176
합계				2,462,858	2,585,243	3,016,930

VE 분석

VE 상세 가치평가

- 원안 대비 가치 향상률 비교를 통한 VE 분석 결과 제안

(비용단위 : 천원)

구분	원안 SSG + Insert + Fixed + Stick System + 일반 Silant + 일반 Glass	대안 1. (고성능 실란트) SSG + Insert + Fixed + Unit System + 고성능 Silant + 일반 Glass	대안 2. (비산방지 유리) SSG + Insert + Fixed + Unit System + 일반 Silant + 비산방지 Glass
성능점수 (F)	3.095	3.524	4.048
상대비용(C)	1 (2,462,858)	1.05 (2,585,243)	1.23 (3,016,930)
가치점수 (F/C)	3.095	3.347	3.297
가치 향상률	-	8.1%	6.5%
제안	원안 대비 대안 1의 비용은 5% 증가하지만, 가치 향상률 8.1% 증가 커튼월의 품질 개선 및 안전 확보하기 위해선 원안 대비 비용이 늘더라도 가치를 확보하는 것이 중요하다고 판단 VE 분석 결과 원안 대신 대안 1을 사용하는 것을 제안		

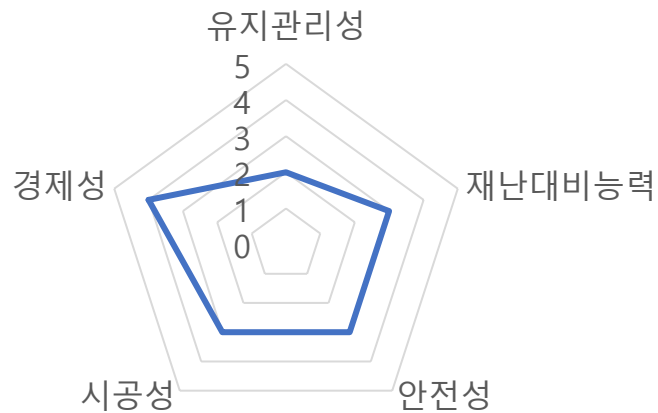
VE 분석

기대효과

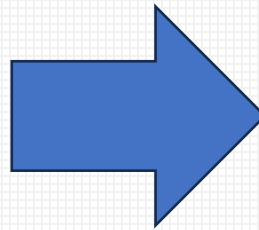
원안

SSG + Insert + Fixed + Stick System
+ 일반 Silant + 일반 Glass

1. 품질 편차 가능성이 존재한다
2. 현장 작업량이 많아 공기 지연 가능성 존재한다
3. 유지, 보수 기간이 짧다



주요가치 : 경제성



최종 대안

SSG + Insert + Fixed + **Unit System**
+ **고성능 Silant** + 일반 Glass

<최종 대안 해결 및 구체화>

1. 유닛 시스템을 통해 품질 편차를 줄인다.
2. 현장 작업량이 상대적으로 적어 공기 지연 가능성이 적다.
3. 고성능 실란트를 사용하여 유지, 보수 기간이 길다



주요가치 : 유지관리성, 재난대비능력, 안전성

Navisworks

Navisworks

공기산출

총 커튼월 개수 : 598set
(3000*2000 : 454set, 4000*2000 : 144set)

2팀 동시작업, 1팀당 1일 20set 설치, 1set당 소요시간 24분

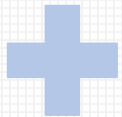
공기 : 휴일포함 17일 소요예정



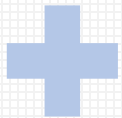
목표달성

목표달성여부

중점관리대상
커튼월



시공목표
커튼월의 품질 개선 및 안전 확보



중점개선대상
안정성을 제공한다

Value Engineering

- VE 과정을 통한 커튼월 중점개선대안 선정
- 안정성 제공을 위한 아이디어 및 대안 제시
- 최종 대안에 대한 기대효과 및 가치 향상률 검토

(비용단위 : 천원)

항목	원안	최종 대안	비율
성능(F)	3.095	3.524	13.9% 증가
상대비용(C)	1 (2,462,858)	1.05 (2,585,243)	5.0% 증가
가치점수(F/C)	3.095	3.347	8.1% 증가

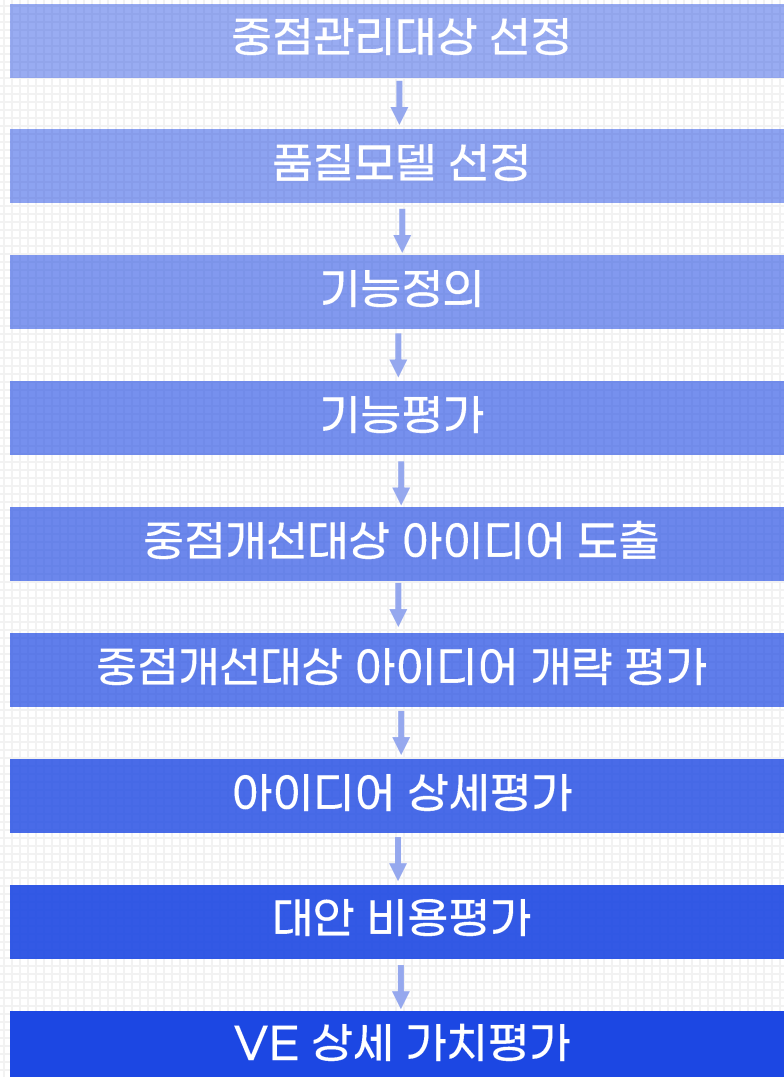
최종 대안을 통해 중점관리대상 개선

(원안 대비 최종 대안 비용 5% 증가하지만 성능 13.9% 증가하므로 가치 향상)

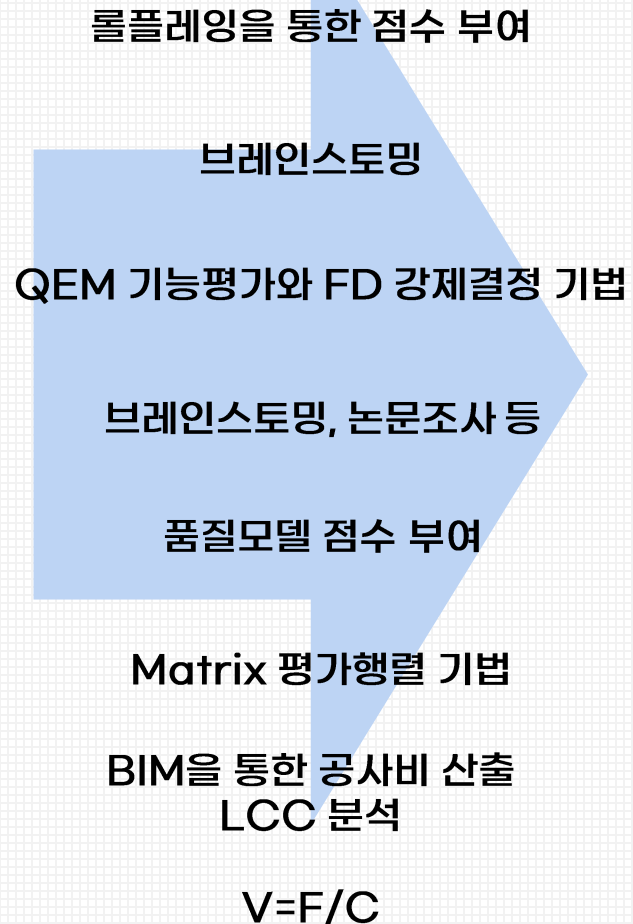
중점관리대상 개선을 통해 시공설계 목표 달성

VE 분석 Flow Chart

Flow



사용기법



도출 결과

