

2022 동일건축 대학(원)생 설계 VE 경진대회 참관기

KICEM



김도훈 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀장), kw050633@naver.com
김용찬 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀원), ym2064@naver.com
박규호 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀원), woods6203@naver.com
이정재 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀원), ja05073@naver.com
황태웅 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀원), hera788700@gmail.com
박민수 동의대학교 건축공학과 학부생 (4학년, 팀원), msbrother1119@gmail.com
김세영 동의대학교 건축공학과 학부생 (3학년, 팀원), ksy0123412@daum.net
권단비 동의대학교 건축공학과 학부생 (3학년, 팀원), rnjseksql11@naver.com

1. 서론

건축프로젝트는 토목, 기계, 전기통신 등 다양한 공종이 투입되어 복잡한 특성을 가지고 있으며, 최근에는 프로젝트가 고층화 및 대형화되고 있어 이를 효율적으로 관리할 수 있는 방안이 요구된다. 이에 따라 건축프로젝트를 중심으로 건설사업관리(CM) 방식이 폭넓게 활용되고 있으며, 그 적용성과가 검증되고 있다. 건축프로젝트의 라이프 사이클 단계 중 설계단계의 역할 및 중요도는 매우 높다.

그 이유는 시공 이전 단계인 설계단계에서 발생 가능한 위험요인들을 제거해야만 시공단계를 효율적으로 수행할 수 있기 때문이다. 이러한 설계관리를 효과적으로 할 수 있는 최적의 방법은 기존 설계안에 대한 합리적 대안을 창출할 수 있는 설계VE의 적용이다. 설계VE는 지침의 제49조 1)에 의해 1회 이상 실시하여도 되는 경우를 제외하고는 총 공사비 100억 원 이상인 공공건설프로젝트에 기본설계와 실시설계 2회에 걸쳐 의무 적용토록 규정하고 있다. 따라서 다양한 건축프로젝트에 적용되고 있으며, Job-Plan이라는 구체화된 프로세스에 따라 진행된다. 이러한 Job-Plan은 준비단계-분석단계-실행단계로 구성되며, 준비단계의 체계적 이행이 무엇보다 중요하다.

우리 동의대학교 VE-LOG팀은 VE 단계인 job-plan을 중시

으로 학교에서 배운 VE를 심층적으로 알고 실무를 알아가 보고자 동일건축 설계VE 경진대회에 참여하였다.

2. 개요

2.1. 설계 VE

건설공사 설계VE는 최저의 비용(Cost)으로 최적의 기능(Function)을 구현하는 것을 목적으로 한다. VE (Value Engineering)기법은 미국에서 시작되었으며, 전 산업분야에서 활발히 적용되고 있다. 그 중 건설 분야는 VE 적용범위가 광범위하며, 적용성과가 높게 나타나고 있다. 국내의 건설 분야 VE 적용은 건설기술진흥법 제75조에 해당되는 시설물에 대하여 다음과 같이 규정하고 있다. '설계 대상 시설물의 주요 기능별로 설계내용에 대한 대안별 경제성과 현장 적용의 타당성을 직접 검토하거나 건설기술용역사업자 등 전문가가 검토하게 해야 한다.'

2.2. 프로젝트 개요

제6회 동일건축 VE경진대회 또한 각 팀의 학교의 건물을 VE 대상으로 선정하도록 되어있어 동의대학교내에 외부인과 사용자가 많으며 친환경성과 유니버설 디자인이 미흡한 '국제관'으로 선정하였다.

VE 대상은 부산광역시 부산진구의 동의대학교 내 아트 홀과 갤러리가 혼재된 교육연구시설로서 지상9층으로 이루어져 있으며 세부사항은 다음과 같다(표 1).

표 1. VE대상 건물 개요

구분	계획내용	구분	계획내용
프로젝트명	동의대학교 국제관 VE 제안	용도	교육연구시설
대지위치	부산진구 엄광로 176	주차장	자주식
지역/지구	자연녹지지역 도시계획시설: 대학	연면적	13,034.43㎡
건축면적	2,693.2㎡	규모	지상9층
건폐율	0.6%	건물 높이	35.6m
용적률	2.86%	구조	철근콘크리트조

2.3. 프로젝트 컨셉 및 목표

프로젝트를 진행하기에 목표가 중요하다고 생각해서 대상에서 가장 필요한 것과 중요시 여겨야하는 것을 목표로 선정하였다.

대상 건물은 외부인과 학생들이 공존하기 때문에 건물을 4차 산업을 이용한 창의적 공간, 위험질병 발생 예방을 위한 포스트 코로나, 신체적 제한 없이 누구나 안전하게 사용할 수 있는 무장애 공간, 자연 친화적인 공간을 제공하는 친환경 공간 4가지를 목표 및 컨셉으로 선정하였다(그림 1).

3. VE 수행경과

3.1. 준비단계

1) 정보수집

지도교수인 이상범 교수님의 조언, 지도, 지침서 및 VE사례집을 바탕으로 각 공종별로 주요사항 및 검토대상을 명확히 계획하였다.

2) 품질모델

건축부문과 설비부문을 동일한 요소로 평가하면 정확한 지표를 나타내지 못할 것으로 판단하여 건축부문에서 12가지

표 2. 건축부문 품질모델

구분	관 리 자	사 용 자	발 주 자	평 균 값	순 위	품질모델
활용성	2.8	3.2	2.8	2.9		
안전성	4	3.7	3.4	3.7	3	
경제성	3.2	3.3	2.6	3	6	
시공성	2	2.7	1.6	2.1		
공익성	2.6	3.6	2.6	2.7		
다양성	3.2	3.4	2.8	3.2	4	
심미성	3.4	3.1	2.4	3.1	5	
안정성	3	3	2.6	2.9		
환경성	3	4	2.4	2.6		
쾌적성	4.2	3.4	3.8	4	1	
편의성	4	3.4	2.4	2.9		
접근성	4.2	4.2	3.2	3.9	2	

유니버설 디자인을 통한 공존

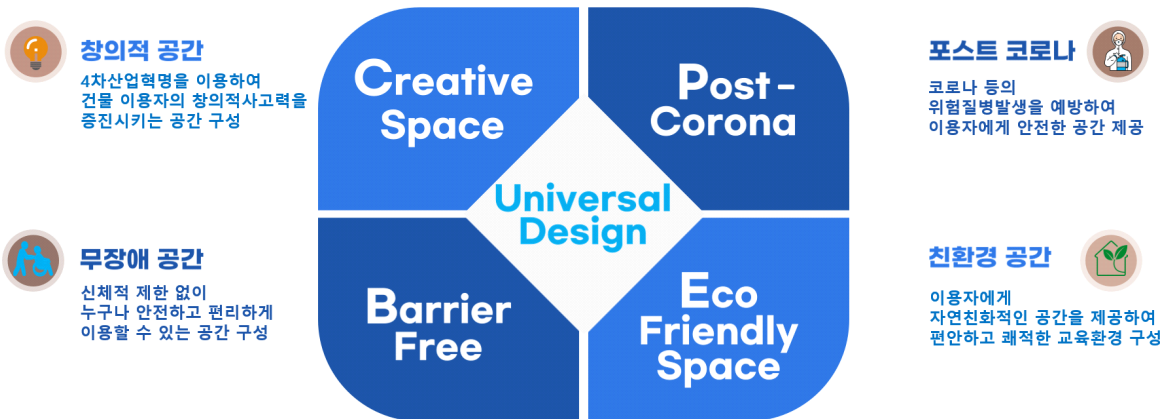


그림 1. 프로젝트 컨셉

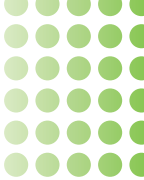


표 3. 공종별 최상위/주기능 정의

공종별 최상위/주기능 정의									
구분	번호	정의		기능	구분	번호	정의		기능
		명사	동사	최상위/주기능			명사	동사	최상위/주기능
건축	F1	교육공간을	개선한다.	최상위	토목·조경	F2	현장여건을	고려한다.	최상위
	F1-1	외관을	개선한다.	주기능		F2-1	공사비용을	줄인다.	주기능
	F1-4	쾌적한 환경을	제공한다.	주기능		F2-6	보행자의 안전을	확보한다.	주기능
	F1-8	배리어프리공간을	구축한다.	주기능		F2-10	친환경 공간을	구축한다.	주기능
	F1-12	유니버설공간을	구성한다.	주기능		기계설비	F3	편의성을	확보한다.
전기·통신	F4	사용편의성을	제공한다.	최상위	F3-1		유지관리성을	증진한다.	주기능
	F4-1	유지관리비용을	절감한다.	주기능	F3-5		바이러스를	예방한다.	주기능

설비부문에서 12가지의 요소를 지침서 및 사례집을 통해 추출한 후 건축부분에서 발주자 5명, 관리자 6명 사용자 202명 설비부분에서 발주자 5명, 관리자 6명, 사용자 204명에 대한 설문조사를 통해 상위 6개의 항목을 Likert 5점 척도로 나타내어 건축부분(쾌적성, 접근성, 안정성, 다양성, 심미성, 경제성), 설비부분(안전성, 유지관리성, 효율성, 쾌적성, 에너지절약성, 기능성)을 선정하였다(표 2).

3) 비용모델

VE 대상 공종을 선정하기 위해 고비용 분야 선정 기법을 사용하려고 하였으나 대상 건물이 지어진지 오래되어 공종별로 물가지수 및 인플레이션을 고려한 LCC개념을 적용하여 비용을 산출 후에 VE 대상 분야를 빠르게 식별하여 그 분야에 집중하기 위하여 고비용 산정 기법을 이용해 공사비가 높은 공종들은 잠재적 효과 및 가치개선의 여지가 큰 것으로 판단하였다(그림 2).

그 결과 공사 금액이 가장 높은 공사는 건축, 토목조경,기계

설비, 전기통신, 소방 순으로 나타났고 개선 여지가 클 것으로 판단되는 1~4순위까지를 VE 대상 공종으로 채택하였다.

3.2. 분석단계

분석단계는 대상 건축물의 필요한 기능을 도출하고 분석하여 체계적인 방법으로 접근하는 방법으로 기능정의, 기능정리, 기능 평가순으로 구분하여 진행하였다.

1) 기능정의

공종별로 분류표를 바탕으로 필요한 기능을 명확히 하기 위해 명사+동사로 표현하여 작성하는 단계로서 공종들의 최상위 기능, 주기능 및 부기능을 나누어 진행방향과 목표 및 컨셉에 고려하여 분류하였다(표 3, 표 4).

2) 기능정리

기능정리는 앞서 기능정의에서 정의된 기능의 관계를 파악하기 위한 단계이다.

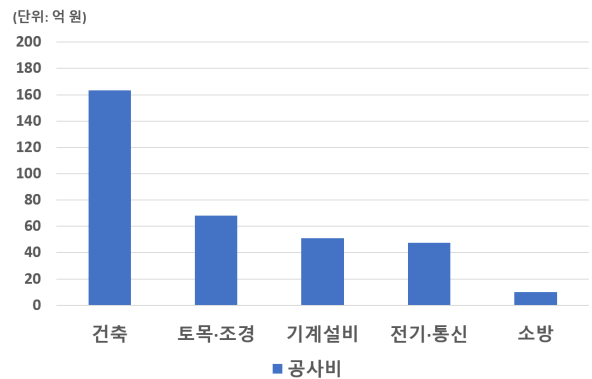
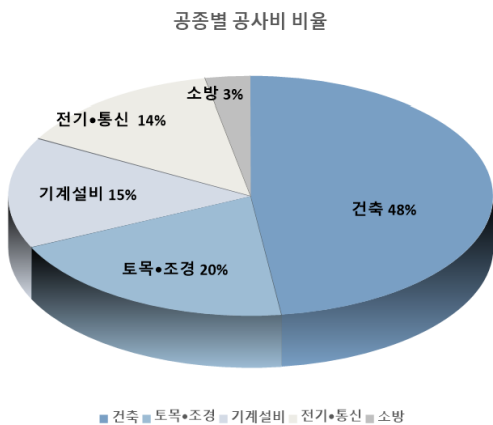


그림 2. 공종별 총공사비

표 4. 건축부문 기능정의

구분	번호	정의		기능	
		명사	동사	주	부
건축	F1	교육공간을	개선한다.	최상위	
	FG1	유니버설디자인을	추구한다.		●
	FG11	안전한 공간을	구축한다.		●
	FA1	기능성을	확보한다.		●
	FA11	시공성을	확보한다.		●
	F1-1	외관을	개선한다.	●	
	F1-2	마감재를	교체한다.		●
	F1-21	내구성을	증진한다.		●
	F1-22	유지관리를	개선한다.		●
	F1-3	비용을	고려한다.		●
	F1-4	쾌적한 환경을	제공한다.	●	
	F1-5	환기량을	확보한다.		●
	F1-6	자연환기를	유도한다.		●
	F1-7	옥외공간을	활용한다.		●
	F1-8	배리어프리공간을	구축한다.	●	
	F1-9	교육환경을	개선한다.		●
	F1-91	공익을	확보한다.		●
	F1-10	사용성을	개선한다.		●
	F1-11	공간을	확보한다.		●
	F1-111	접근성을	개선한다.		●
	F1-12	유니버설 공간을	구성한다.	●	
	F1-121	휴식공간을	제공한다.		●
	F1-122	사용자를	고려한다.		●
	F1-13	효율성을	확보한다.		●
	F1-14	공간을	활용한다.		●
	F1-15	다양성을	고려한다.		●
	F1-151	기존디자인을	변경한다.		●
	F1-1	외관을	개선한다.		●
	F1-16	공사비용을	절감한다.		●

표 5. QEM기법 건축부문 기능평가

기능번호	기능정의	A	B	C	D	총점	채택
F1	교육공간을 개선한다.	HOW					
FG1	유니버설디자인을 추구한다.	5	5	3	4	17	●
FG11	안전한 공간을 구축한다.	3	4	2	4	13	
FA1	기능성을 확보한다.	4	5	3	3	15	●
FA11	시공성을 확보한다.	3	4	3	3	13	
F1-1	외관을 개선한다.	2	3	3	3	11	
F1-2	마감재를 교체한다.	3	5	3	4	15	●
F1-21	내구성을 증진한다.	3	4	2	5	12	
F1-22	유지관리를 개선한다.	3	4	3	4	15	●
F1-3	비용을 고려한다.	3	3	5	3	14	
F1-4	쾌적한 환경을 제공한다.	4	4	3	2	15	●
F1-5	환기량을 확보한다.	3	4	4	3	14	
F1-6	자연환기를 유도한다.	3	4	5	3	14	
F1-7	옥외공간을 활용한다.	4	5	3	3	15	●
F1-8	배리어프리공간을 구축한다.	4	5	4	3	16	●
F1-9	교육환경을 개선한다.	4	4	2	3	13	
F1-91	공익을 확보한다.	3	4	2	3	12	
F1-10	사용성을 개선한다.	3	4	2	2	11	
F1-11	공간을 확보한다.	3	3	2	2	10	
F1-111	접근성을 개선한다.	3	3	2	2	10	
F1-12	유니버설 공간을 구성한다.	5	5	3	2	15	●
F1-121	휴식공간을 제공한다.	4	4	3	3	14	
F1-122	사용자를 고려한다.	4	5	2	4	15	●
F1-13	효율성을 확보한다.	3	4	2	3	12	
F1-14	공간을 활용한다.	5	5	3	3	16	●
F1-141	사용공간을 확장한다.	3	4	2	3	12	
F1-15	다양성을 고려한다.	5	4	3	3	15	●
F1-151	기존디자인을 변경한다.	3	4	2	3	12	
F1-1	외관을 개선한다.	2	3	3	3	11	
F1-16	공사비용을 절감한다.	WHY					

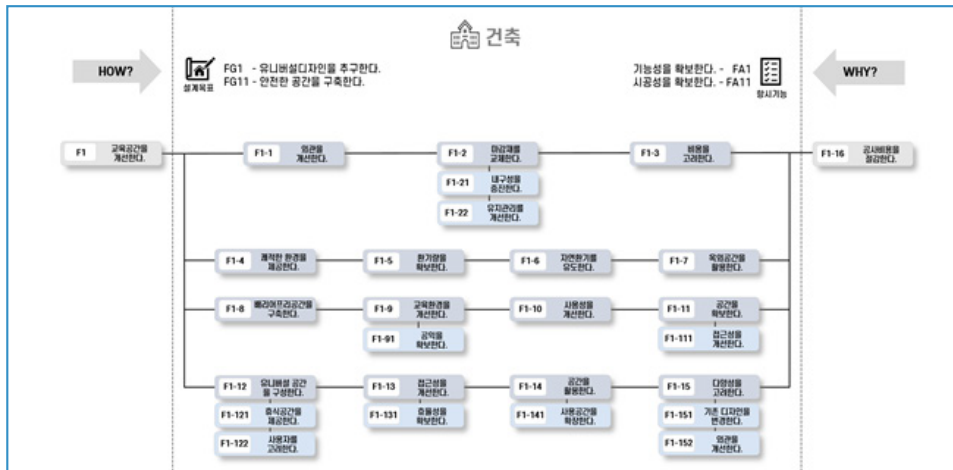


그림 3. 건축부문 FAST Diagram



HOW-WHY logic을 사용하여 기능적 계층에 따라 상위에서 하위까지 단계별로 분석하였으며 전통적 FAST Diagram을 사용하여 건축, 토목조경, 기계설비, 전기통신으로 4가지로 나누어 표현하였다(그림 3).

3) 기능평가

기능평가는 여러 기능들을 비교·평가하여 중점개선대상기능을 선정하는 것이다. 기능평가 단계에서 중점개선대상기능을 정확히선정하기 위해 기능들을 2단계로 수행하였다. 1 단계에서는 QEM기법을 통해 각 공정에서 평가기준 15점이상인 기능정의의를 채택하여 2단계에서는 FD기법으로 2가지 기능을 서로 비교하여 중요도를 평가해 순위를 선정하였다(표 5, 표 6).

3.3. 창조단계

창조단계는 정보단계에서 수집된 정보와 기능분석을 통하여 선정된 개선대상 기능들을 달성할 수 있는 대체방안(아이디어)을 팀 구성원의 숙고를 통하여 가능한 많이 창출하는 것이다. 6개의 중점개선 기능을 바탕으로 브레인스토밍, 브레인라이팅을 사용하고, 더 좋은 아이디어를 창출하고자 트리즈 기법을 사용하여 약 170개의 아이디어를 창출하였다.

3.4. 평가단계

평가단계는 실행 가능성 및 적절성을 검토하여 대안으로 선정될 아이디어를 선정하는 방법으로 VE-LOG팀은 개략평가와 상세평가 2단계로 수행하였다.

1) 개략평가

준비단계에서 설문을 통해 각 부문 당 6가지의 평가기준을 선정하였으며 이로 아이디어에 대한 평가가 진행되었으며 그 결과 총 20개의 아이디어를 채택하였다.

표 7. AHP 평가 예시

1. 출입문을 설치한다.	Consistency Ratio	0.0060
---------------	-------------------	--------

1) 가중치 산정 결과

	쾌적성	접근성	안전성	다양성	심미성	경제성
Weight	0.195	0.333	0.107	0.107	0.063	0.195

2) 비교행렬

	쾌적성	접근성	안전성	다양성	심미성	경제성
쾌적성	1	0.5	2	2	3	1
접근성	2	1	3	3	4	2
안전성	0.5	0.333	1	1	2	0.5
다양성	0.5	0.333	1	1	2	0.5
심미성	0.333	0.25	0.5	0.5	1	0.333
경제성	1	0.5	2	2	3	1

2. 공간을 확장한다.

Consistency Ratio	0.0093
-------------------	--------

1) 가중치 산정 결과

	쾌적성	접근성	안전성	다양성	심미성	경제성
Weight	0.298	0.201	0.064	0.265	0.108	0.064

2) 비교행렬

	쾌적성	접근성	안전성	다양성	심미성	경제성
쾌적성	1	2	4	1	3	4
접근성	0.5	1	3	1	2	3
안전성	0.25	0.333	1	0.25	0.5	1
다양성	1	1	4	1	3	4
심미성	0.333	0.5	2	0.333	1	2
경제성	0.25	0.333	1	0.25	0.5	1

표 6. FD기법 건축부문 기능평가

번호	기능내용	FG-1	FA1	F1-2	F1-22	F1-4	F1-7	F1-8	F1-12	F1-122	F1-14	F1-15	채점	순위
FG-1	유니버설디자인을 추구한다.		1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	3	7
FA1	기능성을 확보한다.	0		0	1	0	0	1	0	0	1	0	3	7
F1-2	마감재를 교체한다.	1	1		1	0	1	1	0	1	1	1	8	3
F1-22	유지관리를 개선한다.	0	0	0		0	0	0	0	0	0	1	1	11
F1-4	쾌적한 환경을 제공한다.	1	1	1	1		1	1	1	0	1	1	9	1
F1-7	옥외공간을 활용한다.	0	1	0	1	0		1	0	0	0	1	4	5
F1-8	배리어프리공간을 구축한다.	1	0	0	1	0	0		0	0	1	0	3	7
F1-12	유니버설 공간을 구성한다.	1	1	1	1	0	1	1		0	1	1	8	3
F1-122	사용자를 고려한다.	1	1	0	1	1	1	1	1		1	1	9	1
F1-14	공간을 활용한다.	1	0	0	1	0	1	0	0	0		1	4	5
F1-15	다양성을 고려한다.	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0		3	7

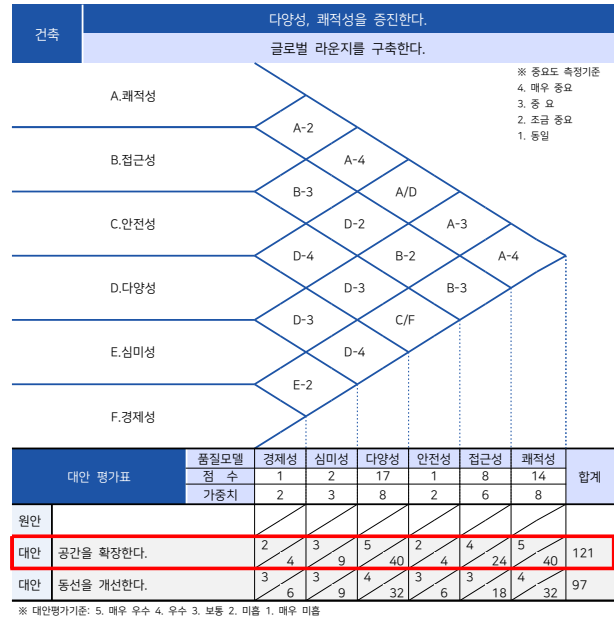
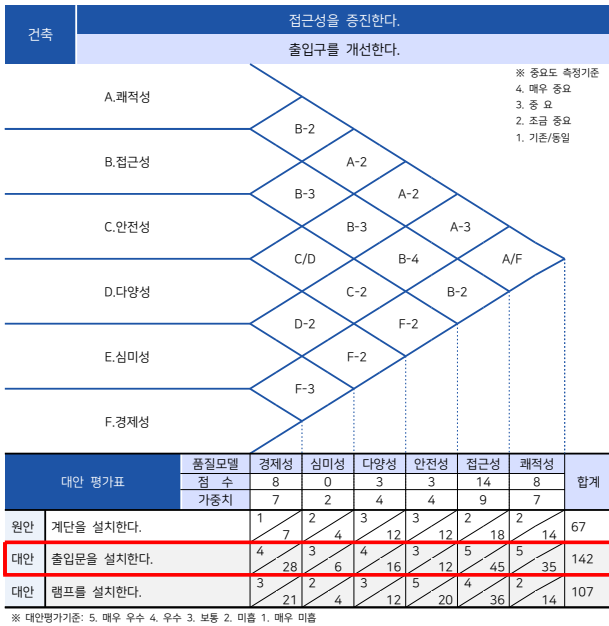


그림 4. Matrix 평가예시

2) AHP (Analytical Hierarchy process) 평가
 개략평가를 통해 선정된 20가지의 아이디어에 대한 일관성을 검증하기 위하여 요소들 간에 쌍대비교를 통해 비일관성 비율(CR) 0.1이하임을 검증하고 중요도와 우선순위를 도출하였다(표 7).

3) Matrix 평가
 AHP평가를 통해 일관성이 검증된 아이디어를 품질모델의 평가 기준으로 원안과 각 대안을 비교하여 최적의 대안을 선정하였다. 이에 따라, 6개의 개선 대상 기능들에 대하여 10개의 최종 대안을 선정하였다(그림 4).

4. VE 수행결과

4.1. VE/LCC 분석 및 제안

VE/LCC 분석 및 제안은 앞서 분석한 사항들을 제안서로 작성하는 과정이 진행되었다. 최종 VE 제안서는 기존안과 개선안의 개요도와 특징을 작성하였고, 유지관리비 및 초기투자비용이 포함되어있는 비용분석과 성능평가의 분석 과정을 위한 정보도 추가하였다(그림 5).

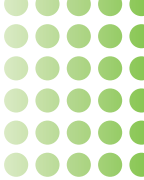
비용분석은 제안서에 따라 유지관리비가 필요한 제안서는 전기요금, 교체비용 등을 각각 계산하여 교체 주기, 매년 발생하는 비용을 30년의 사용 연수를 적용하여 물가지수 및를 곱하여 도출하였다.

가치분석은 성능점수와 비용지수를 구하여 성능점수/비용지수를 통해 가치점수를 구해 그에 따른 성능향상도 및 가치향상도를 산출하였다. 성능점수는 품질모델에 따른 가중치를 선정하고 각 항목별로 등급을 부여하여 등급과 가중치를 곱하여 도출하였다. 비용지수는 기존안의 비용지수를 1로 두고 개선안의 비용지수를 구하였다.

표 8. 제안 결과 요약

제안번호	초기공사비	유지관리비	30년 LCC 비용
A-1	▼14,857,461	-	▼14,857,461
A-2	▲11,754,099	-	▲11,754,099
A-3	▼6,602,280	-	▼6,602,280
A-4	▲184,000	▲275,610	▲456,610
A·C-1	▼1,133,387,023	-	▼1,133,387,023
C-1	▼707,456	▼47,309	▼754,765
L-1	▲30,203,469	▲20,108,038	▲50,311,507
M-1	▲7,671,000	▼92,211,890	▼84,540,890
M-2	▲1,036,000	▲930,459	▲1,966,459
E-1	▲14,568,000	▼71,845,567	▼57,277,567
합계	▼1,090,137,652	▼142,790,659	▼1,232,928,311

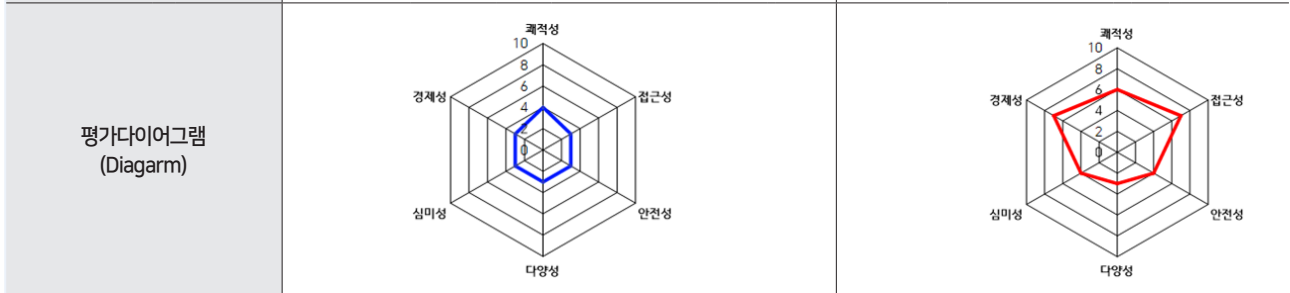
위 방식을 통해 10개의 제안을 레벨링 해본 결과 초기공사비 약 10억을 감소하였고 유지관리비는 약 1억 4천만원을 감소, 30년을 LCC비용은 약 12억정도를 절감하는 효과를 도출하였다(표 8).



VE 제안서				
건축	제안명	출입구를 개선한다.		제안유형
	기능	접근성 증진, 공간 확보		
	제안번호	구역	적용구분	
	A-1	외부 계단	가치혁신	$V = \frac{F \nearrow}{C \searrow}$

개요도(스케치)		비교안의 특징
기존안		<ul style="list-style-type: none"> - 계단으로 인해 장애인의 접근이 어려움 - 사용자의 계단 이용이 적음 - 계단 설치로 인한 많은 면적 사용
개선안		<ul style="list-style-type: none"> - 1층 출입구 개선으로 접근성 증진 - 계단 미설치로 공사비용 절감

평가결과					
평가항목	가중치	기본계획		금회설계	
		등급	점수	등급	점수
쾌적성	20	4	80	6	120
접근성	33	3	99	7	231
안전성	11	3	33	4	44
다양성	11	3	33	3	33
심미성	6	3	18	4	24
경제성	20	3	60	7	140
총 가중값		323		592	



구분		초기공사비 (원)	유지관리비 (원)	총 LCC (원)	증감액 (원)	증감율 (%)
비용 분석	개선전	21,027,072	-	21,027,072	-14,857,461	-70.66
	개선후	6,169,611	-	6,169,611		
구분		성능점수 (FI)	비용지수 (CI)	가치점수 (VI=FI/CI)	성능향상도 (%)	가치향상도 (%)
가치 분석	개선전	32.3	1	32.3	83.28	532.01
	개선후	59.2	0.29	204.14		

그림 5. 제안서 예시

5. 결론 및 소감

본 VE 프로젝트를 수행하여 건축공사, 토목조경공사, 전기통신 공사, 기계설비 공사의 총 10가지의 대안을 채택하였고 총 12억 정도를 절감을 달성하였다.

제 6회 동일건축 VE 경진대회를 참가하기 전 팀원들 모두 VE 활동에 대해 완벽하게 숙지하지 못한 채 이번 공모전을 진행하면서 막막하기도 하고, 각자의 개성이 달라 조금씩 부딪히는 부분도 있었지만 대상 수상이라는 큰 목표를 이루기 위해 팀원들 모두 하나가 되어 서로 소통하고 잘못된 부분들을 고쳐나가면서 더 좋은 방안들을 생각해 낼 수 있었다. 또한 VE 절차를 차근차근 한 단계씩 경험해보면서 어떠한 방법론이 효율적이며 각 방법론들에 따른 절차가 어떤 결과를 초래하는지 파악하여 VE 프로젝트를 진행하면서 건축공사, 토목조경공사, 전기통신 공사, 기계설비 공사 각 분야에서 총 10가지의 대안 창출을 통해 약 12억 정도의 비용을 절감시킬 수 있었다.

공모전을 진행하면서 가장 인상깊었던 부분은 최종 발표 때 동의대학교 VE-LOG팀 팀원들 모두 새로운 발표형식인 뉴스형식을 진행하면서 팀원 모두 참여할 수 있는 방식으로 진행하여 다른 팀과는 남다른 팀워크를 보여줄 수 있도록 최선을 다했다는 점이다. 이번 동일건축 VE 경진대회를 진행하며 항상 열정이 가득했던 팀원들과 물심양면으로 도와 주셨던 지도교수 이상범 교수님 덕분에 좋은 성적을 거둘 수 있었던 것 같다. 또한 이 자리를 빌어, 좋은 기회를 마련 해주신 동일건축(주)과 동일건축 관계자분들에게도 감사의 말씀을 드린다.

마지막으로 VE-LOG팀 팀원들 모두 고생했고 고맙다는 말을 전하며 이 글을 마친다.

참고문헌

1. 강미숙, 양진국, 허영기, 김대영.(2021).교육시설 설계VE 품질모델의 가중치 기반 핵심 평가항목 도출 및 분석.대한건축학회논문집,37(12),203-210.
2. 종합건축사사무소 동일건축기술연구소(2020), 건축VE이론과 실무, 건설도시
3. 종합건축사사무소 동일건축기술연구소. (2020). 건축VE 품질개선 실무. 건설도시
4. 건설국토부(2006) 설계 VE 업무 매뉴얼