

# 건설 VE 평가 신뢰도 향상 방안에 관한 연구

신성인\* · 우성권\*\* · 진성호\*\*\* · 최석인\*\*\*\*

Shin, Sung-In\*, Woo, Sungkwon\*\*, Jin, Sung-Ho\*\*\*, Choi, Seok-In\*\*\*\*

## A Study of Improving the Reliability of VE Process

### ABSTRACT

The VE evaluation process, in which the value is composed of the cost and the function, should have a characteristic of quantitative analysis based on specific figures rather than qualitative approach. However, most of the VE evaluation performed domestically have a problem of having no systematic process of quantification of the function, even though the cost is estimated and analyzed quantitatively. Moreover, in addition to the tendency of strong practical experience, the VE evaluation has the problem of limited application of practical scientific analysis caused by declining the suggestion of creative opinions by over quantification or over objectification. This paper presents the suggestions for improvement of VE evaluation processes, which satisfies the aspects of simplification and objectification, without hindering the essence of the evaluation in the practical business point of view.

**Key words** : Value engineering, Construction VE, VE process, Limitation, Improvement area

### 초록

VE 평가에서 가치는 비용, 성능의 요소로서 구성이 되며, 이러한 요소들의 적절한 가치를 달성하기 위하여 정성적인 접근보다는 구체적인 수치로써 정량적으로 분석하는 특징을 가지고 있다. 현재 많은 국내 VE 평가에서 비용부분은 정량화하여 산정하고 있지만 기능부분은 정량화를 위한 체계적인 절차가 존재하지 않는다. 또한, VE 평가는 실무 성향이 강한 특성과 함께 과도한 정량화 및 객관화가 창의적인 의견 도출을 저하시킬 수 있다는 문제점으로 인해 과학적인 분석 방법론의 실제 적용에 한계가 존재하고 있다. 이에 본 연구에서는 실무적인 관점에서 VE 평가의 본질을 저해하지 않으며, VE 프로세스의 단순화와 객관화를 동시에 만족시킬 수 있는 VE 프로세스 단계별 개선 평가 방법론을 제시한다.

**검색어** : 가치공학, 건설 VE, VE 프로세스, 한계점, 개선방안

## 1. 서론

건설 산업에서 흔히 말하는 가치공학(VE; Value Engineering)이란 최소의 생애주기비용으로 필요한 기능을 확실히 달성하기 위하여 여러 전문분야의 협력으로 프로젝트의 기능을 분석하고 대안을 창출하는 체계적인 노력으로 정의할 수 있다(Im, 2008). 특히, VE 활동의 핵심개념이자 타 원가절감방법과의 차별성은 단순한 비용의 분석이 아닌 대상의 기능과 비용을 가치화하는 것으로 즉, 가치는 기능과 비용의 함수(Value=Function/Cost) 개념에서 나타난다. 이러한 개념은 VE 대상 사업의 신뢰성과 경제성을 점검하는 유용한 도구로 인식되고 있다.

\* 인하대학교 토목공학과 석사 (Inha University · nexan12@nate.com)

\*\* 종신회원 · 교신저자 · 인하대학교 토목공학과 교수 (Corresponding Author · Inha University · skwoo@inha.ac.kr)

\*\*\* 정회원 · 인하대학교 토목공학과 박사과정, 한국환경공단 과장 (Inha University · sunex@naver.com)

\*\*\*\* 한국건설산업연구원 기술정책연구실장, 공학박사 (Construction Economy Research Institute of Korea · sichoi@cerik.re.kr)

Received May 2, 2016/ revised July 1, 2016/ accepted August 15, 2016

정확한 VE 평가를 위해서는 비용과 기능이 모두 신뢰도 높은 방법으로 객관적이고 정량적으로 산정되어야 하고, 특히 국가의 예산이 투입되는 공공공사의 경우 VE 활동에서 평가항목의 선정 및 평가점수 산정에 대한 객관성 및 신뢰도 확보가 중요시된다고 할 수 있다. 이러한 중요성에도 불구하고 많은 VE 평가에서 비교적 수월하게 산정되고 있는 비용(C)의 정량화와 달리, 기능(F)의 객관적인 정량화는 VE 실무에서 가장 어려운 난제로 여겨지고 있다.

이에 국내외에서 VE 평가 프로세스 중 기능에 관련한 다양한 연구가 진행되어왔으나, VE 평가의 실무적인 특성상 과학적인 방법론을 적용하는데 한계가 있으며, 과도한 정량화 및 객관화가 창의적인 의견 도출 및 반영이라는 VE 평가의 본질을 저해할 수 있다는 반론도 존재하고 있다.

이에 본 연구에서는 실무적인 관점에서 VE 평가의 본질을 저해하지 않으며, VE 프로세스의 단순화와 객관화를 동시에 만족시킬 수 있는 평가 방법론을 제시하고자 한다. 구체적으로 전체 VE 프로세스에서 가장 핵심적이고 중요한 단계인 품질모델(사용자 요구 추정, 기능평가, 아이디어 평가, 대안평가)의 4단계에서 적용되는 VE 평가의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 방법론을 제시하였다

## 2. VE 프로세스와 평가 방법론 고찰

### 2.1 VE 프로세스

VE는 가치향상을 최종 목표로 하는 활동으로 기능과 비용과의 상호관계를 통해 가치를 정량화하여 도출하며, VE 프로세스는 VE를 객관적으로 평가하는 과정을 말한다. Table 1은 한국환경공단에서 사용하고 있는 VE 매뉴얼 중 VE 프로세스에 관련된 내용이다. VE 프로세스는 크게 준비단계(Pre-Study), 분석단계(Study), 실행단계(Post-Study)로 구분되는데, 그 중 분석단계는 본격적인 VE가 수행되는 과정으로 준비단계에서 결정된 VE 테마를 대상으로 여러 기법의 활용을 통해 실질적인 VE 대안을 제시한다. 이 과정은 “품질모델(사용자 요구사항 추정) → 기능평가 → 아이디어 평가 → 대안평가”의 순서로 진행이 되며 각 과정에 대한 설명은 아래와 같다.

품질모델(사용자 요구사항 추정)은 성공적인 VE 수행을 위한 가장 중요한 기준이 되는 사용자 가치를 만족하기 위해 필요한 작업으로 발주자, 사용자가 인식하는 프로젝트 성능에 대한 요구와 기대수준, 이에 대한 대응 수준을 발주자와 설계팀, VE팀 간의

Table 1. VE Job Plan (Korea Environment Corporation, 2012)

Scale Classification		Implementation Work	Implementation Method
Large Scale Classification	Medium Scale Classification		
Pre-Study	Preparation	· Aimed Provision · Stakehold Provision · Setting Detailed Plan	· Advance Meeting · Orientation
Study	Information Collection	· Information Collection · Quality Model · Expense Calculation · Time Management	· Review Design Documentation · Setting Cost Model
	Functional Analysis	· Functional Definition	· Noun + Verb
		· Functional Organization	· FAST Diagram
		· Functional Evaluation	· IWDM Method · FD Method · Discordance Method
	Idea Creation Stage	· Idea Collection	· Brainstorming · Synetics Method · TRIZ
	Idea Evaluation	· Idea Evaluation	· Matrix Evaluation Method
Alternative Evaluation	· Alternative Evaluation · Alternative Technique Explanation · Alternative Expense Calculation	· Alternative Drawings · Expense Calculation and Functional Evaluation	
Post-Study	Presentation	· Alternative Analysis Presentation · Alternative Documentation	· Final Presentation · Write Final Report
	Performance	· Alternative Review · Alternative Performance	· Technical Review Meeting · Performance Meeting · Performance Plan

상호 의사소통과 합의를 통해 도식적으로 표현하는 단계이다.

기능평가는 VE의 핵심 업무로 중점개선대상기능을 도출하는데 목적이 있다. 기능정의 및 기능정리 단계를 통해 필요한 기능을 명확히 하며, 기능들의 상호관계 등이 결정되면 가치개선 목표를 인식한다. 각 기능들의 기능개선가능성 및 비용절감가능성, 비용대비 효용 등을 평가하여 기대가치가 큰 기능을 선별하여 중점개선대상 기능으로 선정한다. 이렇게 선정된 중점개선대상기능은 아이디어 창출단계에서 아이디어 발상의 대상이 된다.

아이디어 평가는 아이디어 창출단계에서 창출된 수많은 아이디어들 중에서 개발하여 시행 가능한 것들을 선정하는 과정이다. 각각의 아이디어에 대한 장단점을 파악하고 프로젝트 성능에 어떠한 영향을 주는지를 확인한다.

마지막으로, 대안평가는 아이디어 평가단계를 통해 나온 개념을 기술적으로 검증된 가치대안으로 개발하는 단계이다. 대안의 구체화라고 말할 수 있으며, 선정된 대안에 대한 구체적 조사와 분석을 바탕으로 제안서를 작성한다. 시설물의 전체적인 측면에서 종합적으로 판단하여 최종적으로 가장 적절한 VE 대안의 선정이 가능하다.

## 2.2 VE 연구 및 사례 조사를 통한 평가방법 및 한계점 분석

건설 VE 평가 중 본 연구에서 개선방안을 제시할 품질모델, 기능평가, 아이디어 평가, 대안평가는 전체 VE 프로세스에서 가장 핵심적이고 중요한 단계이다. 본 연구에서는 품질모델(사용자 요구사항 측정), 기능평가, 아이디어 평가, 대안평가의 각 단계별 방법론을 각종 연구문헌 및 실제 수행된 VE 보고서를 통해 고찰하였다.

그 후 실제 VE 워크숍에서 보고서 및 문헌조사를 통해 조사하였던 다양한 방법론에 대한 한계점 및 문제점을 조사하였다.

### 2.2.1 VE 연구 및 연구문헌 조사를 통한 평가방법 분석

본 연구에서는 실무적 관점에서 VE 프로세스의 단순화와 객관화를 동시에 만족시킬 수 있는 평가 방법론을 제시하고자 한다. 먼저 품질모델(사용자 요구사항 측정), 기능평가, 아이디어 평가, 대안평가에서 사용되는 방법론의 실제 사용 현황 및 특징을 Table 2와 같이 분석하였다.

### 2.2.2 VE 연구 및 연구문헌 조사를 통한 한계성 분석

본 연구에서는 건설공사에서 원하는 수준의 성능, 신뢰성, 품질, 안정성 등을 달성하기 위해 VE를 적용시키는 과정에서 수행되는 품질모델(사용자 요구사항 측정), 기능평가, 아이디어 평가, 대안평가의 방법론에 대한 한계성을 분석하였다.

#### 1) 품질모델(사용자 요구사항 측정)

품질모델(사용자 요구사항 측정)은 프로젝트 및 분석대상의 요구기능 및 성능에 관련된 모델로서 사용자 및 발주자의 요구사항을 목록화하고 요구 기대치를 각 분야 참여자들의 합의를 통해 도식화 또는 도표화 하는 모델이다. 활용되고 있는 성능속성별 가치산정 방법은 매트릭스기법, AHP기법, AHP변형기법, 선택 빈도수, 체크리스트(조사지수의 역수) 기법 등이며, 실제 사례에서는 부분 AHP 기법을 활용하는 비중이 컸다. 하지만 계층화를 통한 가치 산정보다

Table 2. Characteristic of VE Model and Evaluations

	Literature	Real VE Case	Characteristic
Quality Model	- Matrix Method - AHP Method - ANP Method - PROMETHEE Method - Fuzzy-AHP Method	- AHP Method	- Many Study suggest a variety of Method, but there is a limit to apply scientific methodology operationally. So Real VE Case use AHP Method. - Due to time pressure and Specialist's understanding of the method, Simple method is better than complex methods. - Real VE Case usually use AHP Method. but there is no time to properly use AHP Method.
Functional Evaluation	- FD Method - IWDM Method - Discordance Method - Composition Checklist Method - Cross-Impact Analysis Method	- Skip Functional Evaluation - Nominal Group Rating	- Many Study suggest a variety of Method, but there is a limit to apply scientific methodology operationally. So Real VE case skip Function Evaluation.
Idea Evaluation	- Idea Preliminary Assessment Method - AHP Method	- Idea Preliminary Assessment Method	- Research Documents and Real VE Case usually use AHP Method.
Alternative Evaluation	- Matrix Method - AHP Method - Method though linked Quality Model and functional analysis	- Do Value evaluation though Functional evaluation and Cost evaluation	- Many Study suggest AHP Method and Matrix Method, but there is a limit to apply scientific methodology. In Real VE case, Alternative Evaluation usually skip. - Real VE Case usually don't use AHP Method and Matrix Method. - Real VE evaluation doesn't reflect function.

는 대분류 항목에만 AHP기법을 활용하여 제대로 적용되지 못하고 있는 사례가 다수 존재하였다. 즉, 대분류에서만 AHP기법을 통해 가치를 산정하고 중분류에서는 강제입력방식을 사용하여, 정확한 가치 산정이 불가능하였다. 또한 각 VE 팀원들의 설문조사를 통해 도출된 가치가 큰 차이를 보이는 것으로 분석되었다.

## 2) 기능평가

기능분석은 중점개선 대상기능을 도출하는데 목적이 있으며 기능정의, 기능정리, 기능평가로 나누어진다. 기능평가 단계에서는 기능정리를 통하여 규명된 모든 기능들을 비용 대비 효율 평가 등 다양한 방법으로 비교·평가함으로써 중점개선대상기능을 선정한다. 선정된 중점개선대상기능은 아이디어 창출단계에서 아이디어 발상의 대상이 된다. 기능평가방법에는 과거실적자료법, 강제결정법(FD법), 기능분야별 가중치 및 기능 비용 결정법(IWDM법), 경험에 의한 기능비용 산출방법, 부정합법, 중점개선대상기능선정 방법 등 다양한 방법이 있으며 VE 리더가 해당 과업에 적합한 기능방법을 선정하여 적용한다. 현재 건설 VE 중 가장 많이 사용되는 기능평가는 기능개선기여도와 비용절감기여도에 대해 각각 10점 척도로 점수를 기입하고 이를 합산하여 중점개선대상기능을 선정하고 있으며, 위의 방법들 중 중점개선대상기능선정 방법이 이와 가장 유사하다고 할 수 있다. 하지만 중점개선대상기능선정 방법은 기능정리를 통해 도출된 모든 기능에 대해서 기능평가를 실시하는데 이때, 중요도가 상대적으로 낮은 주공종의 보조기능에 대한 아이디어가 도출되고 대안이 개발되는 경우가 발생하는 것으로 분석되었다.

## 3) 아이디어 평가

아이디어 평가단계는 아이디어 창출단계로부터 창출된 다수의 아이디어 중 개발하여 시행 가능한 아이디어를 선정하는 과정이다. 이를 조합하여 평가하기 위해 AHP 기법, 매트릭스 법, FD법 등 다양한 방법론을 활용하지만, 시간제약 및 다수의 아이디어를 고려하기 어렵기 때문에 건설 VE는 대체적으로 아이디어 개략평가를 실시한다. 아이디어 개략평가는 성능평가항목과 비용평가항목으로 나뉘며 각각의 평가항목을 산정하는 방법은 각각의 항목에 점수를 기입하고 이를 종합하여 최종 등급에 따라 아이디어 채택여부가 결정된다. 그러나 현재 활용되고 있는 아이디어 평가방법은 단순 합산에 따라 최종등급을 결정하므로 허점이 있다고 할 수 있다. 예를 들어, 특히 성능이 개선되는 기능에 대한 아이디어의 경우, 성능평가항목점수가 높음에도 불구하고 상대적으로 비용평가항목점수가 낮아서 채택되지 못하는 경우가 발생할 수 있으며 반대의 상황으로 비용을 절감시키기 위한 아이디어임에도 불구하고 성능평가항목점수가 낮아서 채택되지 못하는 것으로 분석되었다.

## 4) 대안평가

대안평가는 시설물의 전체적인 측면에서 종합적으로 판단하여 최종적으로 가장 적절한 VE 대안을 선정하는데 목적이 있으며 일반적으로 원안과 대안에 대한 성능평가, 비용평가를 바탕으로 가치평가를 수행하고 그 결과를 바탕으로 대안을 제안한다. 가치평가는 가치지수  $V=F/C$ 값을 통해 평가되는데 이때, 성능지수 F는 품질모델로부터 산정되며 비용지수 C는 LCC분석을 통해 산정된다. 가치지수 V의 신뢰를 높이기 위해서는 품질모델(사용자 요구사항 측정) 시 사용자 요구사항 항목의 가중치 산정부터 기능평가, 아이디어 평가단계에서 정확한 기준을 통해 평가가 실시되어야한다. 그러나 현재 건설 VE에서 활용하고 있는 대안 평가방법의 성능지수 산정방법은 품질모델의 항목만을 대상으로 평가하므로 VE 평가에서 기능을 반영하지 못하는 것으로 분석되었다.

### 2.2.3 건설 VE 평가 신뢰도 향상 방안의 필요성

현재 건설공사에서 활용하고 있는 VE 프로세스의 단계별 특징 및 한계성 분석 결과 각각의 단계에서 개선이 필요한 부분이 있는 것으로 분석되었다. 품질모델(사용자 요구사항 측정)의 경우 정확한 가치산정 불능, 기능평가의 경우 중요도가 낮은 기능의 아이디어 도출 및 대안 개발, 아이디어 평가의 경우 아이디어 채택 시 단순 합산 방법, 대안평가의 경우 VE 평가 시 기능을 반영하지 못하는 것으로 분석되었다. 따라서 본 연구에서는 기존 VE 프로세스의 각 단계별 한계성을 고려하여 평가방법 개선안을 통해 사용자 요구사항의 정확한 파악이 가능하며 핵심적이고 개선가능성이 큰 기능을 산정하여 초기 의도에 맞는 대안평가를 하고자 한다.

## 3. 각 VE 프로세스 단계 별 개선방안

본 장에서는 각 단계 별 개선방안을 제시하고 VE 평가의 성과측정 및 관리에 있어 데이터베이스 관리를 통한 지식관리 방안을 제안한다.

### 3.1 품질모델(사용자 요구사항 측정) 개선방안

본 연구에서는 품질모델(사용자 요구사항 측정)에서 AHP기법 적용 시 발생한 VE 팀원들 간의 일관성 차이를 해결하기 위하여 다음과 같이 개선방안을 제안한다.

첫째, Table 3과 같이 사용자 요구사항 항목의 Generic Hierarchy를 구축하여, 이를 바탕으로 각 프로젝트의 특성에 맞게 해당 프로젝트마다 VE 팀원들의 협의를 통해 Specific Hierarchy를 작성한다. Generic Hierarchy는 품질모델(사용자 요구사항 측정) 작성 시 바탕이 되는 계층구조로, 기존 VE 평가에서 작성되었던 사용자 요구사항 항목들로 구성한다.

Table 3. Development of Specific Hierarchy form Generic Hierarchy

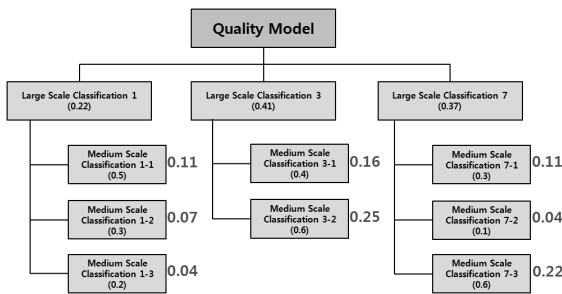
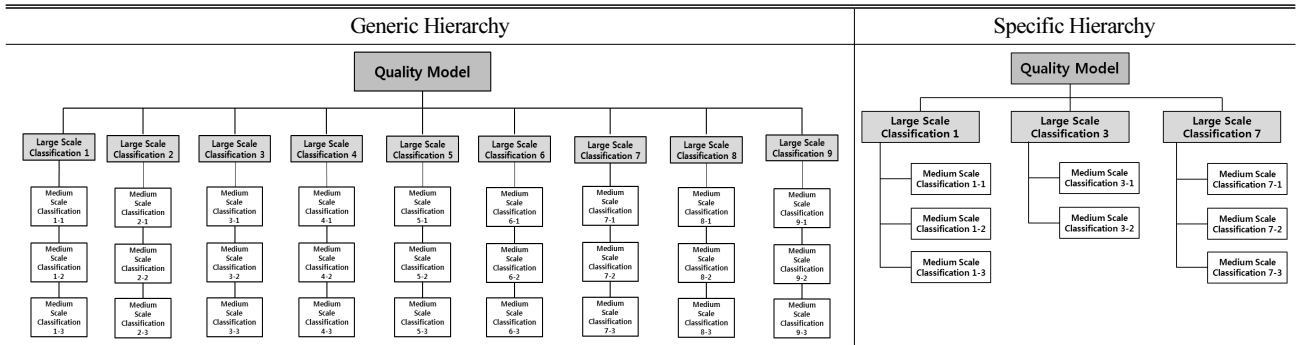


Fig. 1. Example of Weights Calculation

둘째, 대분류와 중분류 모든 항목에 대해 일반적으로 쓰이는 AHP기법을 활용한다. 단, 대분류와 중분류 모든 항목에 대해 AHP 기법을 활용하기 위해서는, 앞 단계인 Specific Hierarchy 구축 시, 중분류 항목은 최대 9개를 넘지 않도록 조절할 필요가 있다.

Fig. 1과 같이 AHP평가가 이루어졌다고 가정하면, 대분류 가중치인 0.22, 0.41, 0.37의 합이 1이 된다. 또한 각 대분류에 속해있는 중분류 가중치의 합 역시 1이 된다. 이렇게 각 분류단계별 가중치가 산정되면, 최종 중분류 가중치는 “각 중분류의 가중치 = 대분류 가중치 \* 중분류 가중치”를 통해 산정할 수 있다. 즉, 중분류 1-1의 가중치는  $0.22 \times 0.5 = 0.11$ 이 되며, 이를 통해 도출된 모든 중분류의 가중치를 합산하면 1이 된다.

### 3.2 기능평가 개선방안

본 연구에서는 기능평가 단계에서 보다 과학적이고 정량적으로 중점개선대상기능을 선정하기 위하여 다음과 같이 개선방안을 제안한다.

첫째, 1차 기능평가단계에서 주기능과 필수보조기능(상시기능)을 대상으로 기능평가를 실시하고, 선정된 주기능에 한하여 2차적으로 부기능의 기능평가를 실시하는 방안을 제시하도록 한다.

둘째, 기능개선기여도의 점수산정을 개선하기 위하여, 기능평가 항목을 세분화하여 각 항목별 점수를 합산하여 신뢰도를 향상시킨다. 기능개선기여도를 평가하기 위한 평가항목으로는 품질모델의 대분류 항목이 가능하다. 기존의 10점 척도를 활용하여 각 대분류 항목의 점수를 산정하고 품질모델에서 도출한 가중치와 각 점수를 곱하여 기능개선기여도의 점수를 산정한다. Table 4는 성능개선기여도 점수산정 개선방안에 대해 나타낸 것이다.

위와 같은 과정을 통하여 산정된 성능개선기여도 점수와 비용절감기여도 점수의 합계인 기능평가 점수가 10점 이상일 경우 해당 기능은 중점개선대상기능으로 채택된다. 채택된 중점개선대상기능은 아이디어 창출로 이어지며, 성능개선기여도의 점수와 비용개선기여도의 점수를 분석하여 해당 기능의 VE 가치향상 형태를 구분한다. 이는 아이디어 평가단계에서 활용된다.

Table 4. Example of Evaluation of Contribution to Functional Improvement

Function	Contribution to Functional Improvement							Contribution to Cost	Total Index
	Construction		Maintenance		Safety		Total		
	Weighs	Index	Weighs	Index	Weighs	Index			
1	0.3	5	0.5	3	0.2	1	3.2	5	8.2
2	0.3	4	0.5	7	0.2	5	5.7	8	13.7
3	0.3	6	0.5	5	0.2	3	4.9	7	11.9
4	0.3	2	0.5	4	0.2	8	4.2	2	6.2
5	0.3	10	0.5	5	0.2	2	5.9	3	8.9

### 3.3 아이디어 평가 개선방안

본 연구에서는 아이디어 평가 시, 초기 개선기능의 의도에 맞게 아이디어의 채택여부가 평가되고 보다 객관적으로 평가될 수 있도록 다음과 같은 개선방안을 제시한다.

첫째, 중점개선대상기능을 VE 가치향상 목표에 따라 원가절감형과 기능향상형, 가치혁신형, 기능강조형의 4가지로 나누고, 각 적용형태에 따라 성능평가항목과 비용평가항목의 가중치를 부여한다. 원가절감형은 본래의 기능수준을 유지하면서 낮은 가격 혹은 높은 생산성을 가지는 대체재 및 공법을 활용하여 가치를 보증하는 형태이며, 기능향상형은 소재의 변경이나 설계 변경을 통해 원가의 상승 없이 기능만을 향상시키는 형태이다. 가치혁신형은 기능을 월등히 향상시키면서도 비용은 획기적으로 절감하는 가장 이상적인 가치 보증 형태이고, 기능강조형은 비용과 기능이 모두 상승하지만 비용 상승에 비해 기능의 향상이 더 두드러져 가치가 개선되는 형태이다.

둘째, VE 가치향상 형태별 아이디어 평가 가중치를 적용할 경우, 각 아이디어의 등급을 재평가 하지 않고, 가중치를 적용하여 산정한 최종 점수의 범위에 따라 아이디어 채택 여부를 결정한다.

셋째, 해당 기능의 VE 가치향상 형태는 기능평가를 통해 중점개선대상기능을 선정 시 산정된 기능개선기여도와 비용개선기여도를 비교하여, VE 팀원들의 협의를 통해 결정한다.

넷째, VE 가치향상 각 4가지 형태별 성능평가항목과 비용평가항목의 가중치는 CVS 자격을 갖춘 30명을 대상으로 실시한 설문조사를 통해 결정하였으며, 결정된 VE 가치향상 형태별 가중치는 Table 5와 같다.

Table 6과 같이, 해당 아이디어의 중점개선대상기능의 VE 가치 향상이 위 Table 5의 4가지 중 어떤 향상이나에 따라 아이디어 개략평가의 최종 점수 산정 시, 기능평가항목과 비용평가항목의 가중치가 달라진다. 예를 들어 “원가절감형 중점개선대상기능”에 대한 아이디어가 5개가 창출되었고, 각 아이디어의 점수가 Table 6과 같다고 가정한다면, Table 5의 VE 가치향상 형태별 가중치에 따라 성능평가항목 점수에는 0.3을 곱하고 비용평가항목 점수에는 0.7을 곱하여 합산한다. 이때, 성능평가항목의 대분류 1의 가중치는 0.3, 대분류 2의 가중치는 0.5, 대분류 3의 가중치는 0.2라고 가정한다면, 아이디어 1의 경우, 대분류 1의 점수 -1점과 가중치 0.3을 곱하고, 대분류 2의 점수 2점과 가중치 0.5를 곱하고, 대분류 2의 점수 1점과 가중치 0.2를 곱하여 모두 합하면 성능평가항목의 점수는 0.9점이 된다. 비용평가항목의 경우 초기비용점수 0점과 유지비용점수 -1점을 합하면 -1점이 된다. 이때 중점개선대상기능이 원가절감형이므로, 성능평가항목의 점수인 0.9점에 가중치 0.3을 곱하고, 비용평가항목의 점수인 -1점에 0.7을 곱하여 합산하면 아이디어 1의 총점은 -0.43점이 된다. 위의 같은 과정을 통하여 산정된 아이디어 개략평가 점수가 0점 이상일 경우, 원인과 비교하여 성능 및 비용이 향상되었다고 판단하여 해당 아이디어는 채택된다.

### 3.4 대안평가 개선방안

본 연구에서는 대안평가 단계에서 각 대안 별 비용과 성능의 개선 정도를 쉽게 표현하고, 대안평가를 통한 가치지수의 정확성 검토를 위해 다음과 같은 개선방안을 제시한다.

첫째, VE 평가에서 기능향상과 원가절감이라는 효과를 얻기

Table 5. Weights of VE Value Improvement Types for Idea Evaluation

VE Value Improvement Types	Function Change	Cost Change	Weights	
			Functional Evaluation	Cost Evaluation
Cost Reduction Case	→	↘	0.3	0.7
Improved Function Case	↗	→	0.7	0.3
Value Innovation Case	↗	↘	0.6	0.4
Emphasized Function Case	↑	↗	0.8	0.2

Table 6. Example of Improvement in Idea Evaluation (Cost Reduction Case)

Idea	Functional Evaluation					Cost Evaluation				Total
	Large Classification1	Large Classification2	Large Classification3	Functional Index	Wt.	Initial	Maintenance	Cost Index	Wt.e	
1	-1	2	1	0.9	0.3	0	-1	-1	0.7	-0.43
2	0	-1	2	-0.1	0.3	-1	1	0	0.7	-0.03
3	2	1	-2	0.7	0.3	1	1	2	0.7	1.61
4	1	-1	-2	-0.6	0.3	2	1	3	0.7	1.92
5	0	2	-1	0.8	0.3	1	0	1	0.7	0.94

Table 7. Example of Performance Evaluation for Midium Classification Level

Alternative	Medium Scale Classification of Quality Model								Total
	Medium Classification 1		Medium Classification 2		Medium Classification 3		Medium Classification 4		
	Index	Weight	Index	Weight	Index	Weight	Index	Weight	
1	-1	0.2	0	0.4	1	0.1	0	0.3	-0.1
2	0	0.2	-1	0.4	2	0.1	1	0.3	0.1
3	2	0.2	1	0.4	-2	0.1	0	0.3	0.6
4	1	0.2	-1	0.4	-2	0.1	0	0.3	-0.4
5	0	0.2	2	0.4	-1	0.1	0	0.3	0.7

Table 8. Example of Performance Evaluation by Functions

Alternative	Functional Evaluation								Total
	Function 1		Function 2		Function 3		Function 4		
	Index	Weight	Index	Weight	Index	Weight	Index	Weight	
1	1	0.3	0	0.2	1	0.2	-2	0.3	-0.1
2	0	0.3	2	0.2	2	0.2	1	0.3	1.1
3	-1	0.3	2	0.2	0	0.2	-2	0.3	-0.5
4	2	0.3	1	0.2	1	0.2	0	0.3	1
5	0	0.3	-2	0.2	-1	0.2	0	0.3	-0.6

Table 9. Example of Final Performance Evaluation

Alternative	Quality Model and Functional Evaluation Index for Medium Classification Level		Performance Index
	Quality Model Index for Medium Classification	Functional Evaluation Index	
1	-0.1	-0.1	-0.1
2	0.1	1.1	0.6
3	0.6	-0.5	0.05
4	-0.4	1.0	0.3
5	0.7	-0.6	0.05

위해서 품질모델과 기능, 대안평가를 연결하여, 정의된 기능을 중심으로 대안평가를 실시한다. 현재 VE 평가에서 품질모델의 중분류 평가항목에 대하여 평가하여 점수를 산정하고 있다. 하지만 이와 같은 품질모델 중심의 성능평가에 추가로 기능중심의 성능평가도 함께 실시하여 연계한다면, 대안평가의 신뢰도가 향상될 것이라고 판단된다. 예를 들어, 기존에 실시하던 중분류 평가항목 및 평가점수가 Table 7과 같고, 본 연구에서 제시하는 기능중심의 평가항목 및 평가점수가 Table 8과 같다고 가정한다면, 각 중분류별 가중치는 품질모델에서 산정된 값을 활용하며, 각 기능별 가중치는 기능평가 시 산정된 기능평가 점수의 비율에 산정된다. 따라서, 평가항목이 되는 기능들의 기능평가 점수를 모두 합하여 총 점수를 산정하고, 각 해당기능별 점수를 총 점수로 나누면, 각 기능별 가중치가 산정된다.

둘째, 각 중분류별 가중치는 품질모델에서 산정된 값을 활용하며,

각 기능별 가중치는 기능평가 시 산정된 기능평가 점수의 비율에 따라 산정된다. 평가항목이 되는 기능들의 기능평가 점수를 모두 합하여 총 점수를 산정하고, 각 해당기능별 점수를 총 점수로 나누면, 각 기능별 가중치가 산정된다. 위의 Table 7과 Table 8을 통해 산정된 성능점수는 평균을 통해 최종 성능지수로 산정된다. 중분류 항목을 통한 성능평가 점수(Table 7)와 기능중심 항목을 통한 성능 평균 점수(Table 8)로 산정된 값은 Table 9와 같다. 이와 같이 산정된 최종 성능지수는 LCC 분석을 통한 비용지수와 연계되어 가치지수로 산정된다.

셋째, 대안평가를 통해 각 대안에 대한 성능지수와 비용지수, 가치지수를 모두 산정하고, 이를 바탕으로 VE 평가 보고서 작성 시, Fig. 2와 같이 그래프를 활용하는 방안을 제시한다. 그래프를 활용하여 성능과 비용에 대하여 원인과 대안을 도식화 하면, 원안 대비 대안의 개선 정도를 보다 이해하기 쉬울 것이라고 판단된다.

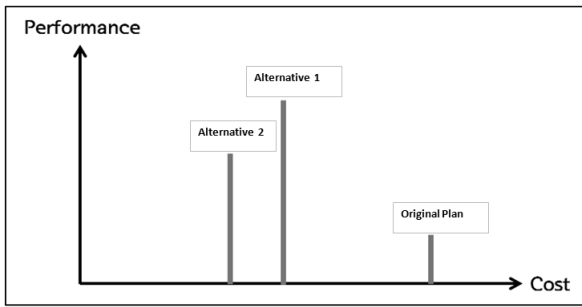


Fig. 2. Cost-Performance Graph

그래프의 x축은 비용의 크기를 나타낸다. 비용의 크기는 프로젝트의 특성에 따라 Initial Cost로 나타내거나 LCC로 나타낼 수 있다. y축은 성능점수를 나타낸다. 성능점수는 기존의 품질모델 중분류 항목을 통한 성능점수 혹은 본 연구에서 제시하는 기능중심의 평가도 반영된 성능점수로 나타낼 수 있다.

### 3.5 VE 평가의 성과측정 및 관리방안

VE 활동을 통해 최종적으로 도출한 결과값인 성능지수 및 비용지수, 가치지수는 데이터베이스를 구축하여 대안평가 결과와 실제 실행값을 비교하여 정확성을 검토할 필요가 있다. 현재 VE 보고서를 사례집으로 보관하고는 있지만, 이를 향후 VE 평가 시 활용하기가 어려워 지식관리가 되지 않고 있는 실정이다.

이를 해결하기 위해서는 VE 평가 결과를 시스템 상으로 데이터베이스를 구축할 경우 성과 관리가 가능하다. 먼저 채택된 대안에 대한 성능지수와 비용지수, 가치지수 예측값과 실행값 사이의 차이를 확인할 수 있으며, 차이의 발생 원인을 추적할 수 있다. 이는 향후 VE 활동에 반영될 수 있으며, 보다 정확한 VE 평가를 하여 신뢰도를 향상시킬 수 있다. 미채택된 대안 역시 데이터베이스에 입력함으로써, 해당 VE 평가에서는 채택되지 않았지만, 향후 다른 프로젝트에서 활용할 수 있다. 또한 데이터베이스 구축은 향후

발주청 VE팀의 순환 시에도, 자료공유 및 교육 목적으로도 활용될 수 있다. 시스템 상으로 데이터베이스를 구축하기에 앞서, Table 10과 같이 나타낼 수 있다.

## 4. 결론

본 연구에서는 VE 활동의 첫 단계인 품질모델(사용자 요구사항 측정)부터 마지막 단계인 대안평가까지 주관적이고 정성적인 정보를 보다 객관적이고 과학적으로 처리하여, VE 활동 중에 발생하는 의사결정의 신뢰도를 향상시킬 수 있는 VE 평가 개선방안을 제시하였다.

본 연구의 주요결과를 요약하면, 품질모델(사용자 요구사항 측정) 단계에서 사용자 요구사항 항목의 Generic Hierarchy를 구축하여, 해당 프로젝트의 사용자 요구사항 계층구조 작성 시 누락되는 항목이 없고 보다 더 체계적으로 Specific Hierarchy를 구축할 수 있도록 하였다. 이와 함께 AHP 결과의 신뢰성 향상을 위하여 대분류와 중분류 모두 AHP기법을 활용한다. 또한, VE 팀원인 분야별 전문가의 가중치 합산 시에는, 해당 프로젝트의 특성에 따라 전문분야별 가중치를 차별화 하여, VE 팀원의 경험과 직관에 의존하는 한계점을 개선하였다.

기능평가에서는 기능정의 및 기능정리 단계에서 정리된 모든 기능에 대해 기능평가를 실시하던 기존의 방법에서, 주기능 및 필수 부기능에 대해서 1차 기능평가를 실시 후, 선정된 주기능에 대해서만 부기능을 평가하는 방안을 제시하였다. 이를 통해 중요하지 않은 기능이 중점개선대상기능으로 선정되는 문제를 개선할 수 있다. 또한 기능평가 항목인 기능개선기여도의 신뢰성을 향상시키기 위하여, 품질모델의 대분류 평가항목을 세분화하여 평가하는 방안을 제시하였다.

아이디어 평가에서는 아이디어 창출 목적이었던 중점개선대상 기능의 가치향상 목표와 다른 방향으로 평가결과가 도출되는 문제

Table 10. Example of Data Table for Alternatives Evaluation

Commerce Title: 00 Construction  
 Date : XXXX.XX.XX  
 Main Company : oo Engineering

Name	Result			Performance			Difference			
	Performance Index	Cost Index	Value Index	Performance Index	Cost Index	Value Index	Performance Index	Cost Index	Value Index	Gap



점을 개선하기 위하여 VE 가치향상 형태별 가중치를 제안하였다. 이를 통해 아이디어 평가 시, 중점개선대상기능의 초기 개선 의도에 맞게 아이디어의 채택여부가 결정될 수 있다.

대안평가에서는 성능지수 산정 시, 기능에 대한 평가를 추가하는 방안을 제시하였다. 기존의 대안평가에서는 발주자의 요구사항인 품질모델(사용자 요구사항 측정)은 반영되는데 비해 VE의 가장 본질적인 목적인 기능부문은 반영하지 못함으로써 건설프로젝트 전체의 가치향상에 한계가 존재하였다. 따라서 본 연구에서는 기존 품질모델(사용자 요구사항 측정) 중분류 항목을 통한 성능지수와, 중점개선대상기능을 중심으로 한 기능항목을 통한 성능지수를 모두 산정하여 대안평가에 반영하는 방안을 제시하였다.

본 연구는 VE 프로세스 중 준비단계와 분석단계를 중심으로 개선방안을 제시하였다. 하지만 향후 지속적으로 VE 활동의 신뢰도를 향상시키기 위해서는, 실행단계 및 해당 건설공사가 종료된 후에도 VE 평가 관련 데이터를 입력 및 관리해야 한다. 데이터 관리를 통해 선택되었던 대안에 대한 대안평가 시 예측한 값과 실제 값을 비교하여 차이를 확인할 수 있으며, 차이의 발생 원인을 추적할 수 있게 된다. 이는 향후 VE 활동에 반영될 수 있으며, 보다 정확한 VE 활동을 가능하게 하여 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

## References

- Im, J. R. (2008). "VE/LCC Analyzing process model for the selection of mechanical system in apartment." Master's thesis, Sungkyunkwan University.
- Kim, H. H. (2009). "A process model for effective idea creation and administration of value engineering at design phase activity." Master's thesis, Namseoul university.
- Kim, H. Y. (2008). "A study on the improvement of function definition and assessment in the design phase VE." Master's thesis, Seoul National University Science & Technology.
- Kim, J. H. (2009). "Function oriented VE alternatives evaluation procedure using function classification." Master's thesis, University of Seoul.
- Kim, K. H. (2009). "A study on the optimal selection of backfill method using VE/LCC analysis for urban underground railway." Master's thesis, SEOUL National University of Science & Technology.
- Kim, S. Y. (2006). "Analysis of main control factors for design value engineering work in construction projects." *Journal of Construction Management*, KSCE, Vol. 7, No. 1, pp. 128-137.
- Korea Environment Corporation (2012). "Design VE work manual." KECO2010-RE02-12, Korea Environment Corporation.
- Kwon, T. S. (2004). "A study on the methodology to select optimum choice for construction value engineering." Master's thesis, Yonsei University.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2008). "1st Design VE competitive exhibition casebook." Available at: <https://www.calspia.go.kr/>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2009). "2nd Design VE Competitive Exhibition Casebook." Available at: <https://www.calspia.go.kr/>.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2010). "3rd Design VE Competitive Exhibition Casebook." Available at: <https://www.calspia.go.kr/>.
- Satty, T. L. (1980). "The analytic hierarchy process." McGraw-Hill.