

## 가치의 정규화를 통한 가치평가의 체계화 연구 -건설CALS의 데이터를 기준으로-

최영민<sup>1</sup>, 나혜숙<sup>2\*</sup>, 김남곤<sup>2</sup>, 김태학<sup>2</sup>, 황윤국<sup>2</sup>

<sup>1</sup>자람기술(주), <sup>(주)대한이앤씨</sup> 기술연구소,

<sup>2</sup>한국건설기술연구원

### A Study on Systematization of Value Evaluation through Normalization of Values (Base on Data of the CALS System)

Young-Min, Choi<sup>1</sup>, Hei-Sook, Nah<sup>2\*</sup>, Nam-Gon, Kim<sup>2</sup>,  
Tae-Hak, Kim<sup>2</sup>, Yoon-Koog, Hwang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>JARAM-Tech. Ltd., Dae-Han E&C. Ltd.

<sup>2</sup>Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

**요약** 그동안 건설VE 관련 연구는 주로 VE절차의 단순화 및 객관화 중심의 VE 절차 단계별 개선과 평가 방법론 등 VE모델을 정립하는 방향에서 수행되어왔다. 이로 인해 단위사업에 대해서는 원안설계에 비해 성능과 비용의 다양한 조합을 통해 대안설계의 가치 향상에 크게 기여하게 되었다. 그러나 단위사업의 가치 향상 못지않게 향상된 가치가 단위사업들 간에 비교할 수 있어야한다. 이를 위해 본 연구에서는 사업의 가치 비교 및 분석의 일관성, 체계성을 확보하기 위해 가치의 정규화로 개별적으로 수행되는 각 사업의 가치를 단일의 기준으로 비교, 평가할 수 있도록 각각의 단위사업에 대한 가치 정규화를 제안함으로써 단일 기준에 의한 사업의 체계적인 분석 및 관리에서 더 나아가 네트워크 수준에서 각 단위 사업들을 상대비교할 수 있도록 건설CALS에 등록된 설계VE 결과물의 데이터를 분석함으로써 활용방안을 극대화하였다. 본 연구의 목적은 단순한 직관적 중요도(시설물의 규모, 등급 및 비용 등)는 물론 시설물 전체에 대한 가치 기준에 기초하여 발주기관이나 국가의 종합적인 의사결정이 가능하도록 정량적인 지표를 제시하는데 있다.

**Abstract** Until now, most research on value engineering(VE) in construction projects has been mainly conducted in establishing a VE model process that focuses on simplifying the VE process, step improvements in an objectification-centered VE process, and evaluation methodology. As a result, the value of alternative design on a project level has been significantly improved by applying various combinations of performances and costs compared to the original design. However, it should be possible to compare the improved values between each project, which is no less important than the improvement of the individual project itself. Hence, this study proposed a value normalization for each unit project to compare and evaluate the value of each project to secure consistency and systemicity of value comparison and analysis of projects. Furthermore, by analyzing the data of the design VE result registered in the Construction CALS, each unit project could be compared at the network level, going beyond the systematic analysis and management of the project based on a single standard. In essence, the purpose of this study was to present quantitative indicators to enable comprehensive decision-making of the ordering organization or the country based on the value criteria for the entire facility and the simple intuitive importance (size, grade, and cost of the facility).

**Keywords** : VE, Value Engineering, Values, Value Evaluation, Value Normalization

본 논문은 국토교통부 건설사업정보시스템사업(2021) 지원으로 수행되었음.

\*Corresponding Author : Hei-Sook, Nah(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

email: hsna@kict.re.kr

Received March 22, 2022

Revised April 29, 2022

Accepted June 3, 2022

Published June 30, 2022

## 1. 서론

우리나라는 1993년 3월 건설사업의 효율화를 목적으로 공공건설사업효율화종합대책이 수립되었으며, 1999년 건설기술의 선진화를 도모하기 위해 방안을 모색하며 도입된 가치공학(Value Engineering, 이하 VE로 표기)은 2000년부터 건설기술관리법 시행령 제65조에 “설계의 경제성 등 검토”라는 항목으로 규정되고 여러 번의 개정을 거쳐 현재 건설기술진흥법 시행령 제75조 규정에 따라 “설계공모, 기본설계 등의 시행 및 설계의 경제성 등 검토에 관한 지침[1]”을 마련하여 VE에 관한 구체적인 사항을 정하기에 이르렀다. 이 기준에 의하면 1. 총공사비 100억 이상인 건설공사의 기본 및 실시설계의 경우, 2. 총공사비 100억 이상인 건설공사의 시공 중 총공사비 또는 공평별 공사비를 10퍼센트 이상 조정하여 설계를 변경하는 경우, 3. 총공사비 100억 이상인 건설공사를 실시설계의 완료일로부터 3년 이상 지난 후에 발주하는 경우, 4. 총공사비 100억원 미만인 건설공사에 대하여 발주기관이 필요하다고 인정하는 건설공사의 설계를 하는 경우, 5. 건설공사의 시공단계에서 건설공사의 여건 변동 등으로 인하여 발주기관이 설계의 경제성 등의 검토가 필요하다고 인정하는 경우에 직접 또는 전문가가 검토하게 하고 있다. 따라서 대부분의 공공 공사와 일부 민간의 대규모 공사에 VE가 활발히 적용되고 있다. VE는 단순히 경제성 즉, 공사비 또는 생애주기비용(Life Cycle Cost, LCC)을 절감하는 것이 아니고, 대상 사업의 가치(Value)를 향상시키기 위한 창의적 아이디어 발굴을 목적으로 만들어진 절차로서 중요성이 인식되며 건설공사의 실무에서 일반적으로 적용되는 상황일 뿐만 아니라 우리나라는 공식적으로 선진국에 진입한 국가로서 향후 기술 답습형에서 기술 선도형(한국형 K-건설기술)으로 나아가야 하는 시기에 매우 필요한 기법이다.

이러한 요구에 비해 국내 VE의 현실은 VE가 대학의 정규과목으로 개설되어 있지 않아 창의적 기법을 습득한 건설기술자를 배출하지 못하고 있고, 이를 민간 영역에서 교육, 인증 및 관리를 담당하고 있어 VE에 대한 체계화가 다소 미흡한 실정이다. 특히 VE가 각각의 사업단위로 수행됨으로써 대안으로 얻어지는 아이디어와 단위사업의 가치향상 정도는 파악되지만 해당사업들을 총괄하여 관리해야 하는 발주기관 및 국가는 종합적인 의사결정을 수행할 수 없는 것이 현실이다. 따라서 본 연구에서는 모든 사업의 가치 비교 및 분석의 일관성, 체계성을 확보하기 위해 가치의 정규화로 개별적으로 수행되는 단

위사업의 가치를 단일의 기준으로 비교, 평가할 수 있도록 함으로써 각각의 단위사업을 상대 비교분석할 수 있는 방안을 제안하였다. 이를 바탕으로 국가 또는 발주기관 등에서 주관하는 모든 사업을 정규화된 동일한 가치로 비교함으로써 단위사업의 규모나 중요도 등의 직관적 평가와 더불어 상대적 가치도 포함하는 포괄적 의사결정을 수행할 수 있을 것이다.

## 2. 본론

### 2.1 연구동향 및 현장의 운영현황

서론에서 설명한 VE의 제도적 정비에 기초하여 건설사업정보시스템(건설CALS)에 설계VE 결과물을 등록하도록 함으로써 건설사업의 설계단계 VE에 대한 데이터베이스가 2007년 3월부터 구축되기 시작하였다. 공공발주기관에서 수행한 VE 결과물을 등록하기 시작한 이래 현재까지 총 입력된 공공사업의 설계단계 VE의 등록건수는 4,234건(2021. 12. 31 기준)이다[2]. 그러나 많은 VE 실적에 비해 정규화를 포함한 VE관련 연구는 제한적인 영역에서 수행되었으며 연구의 양적인 면에서도 미흡한 수준이다.

Shin[3]은 건설 VE 평가 신뢰도 향상방안에 관한 연구를 통해 VE 프로세스의 단순화와 객관화를 동시에 만족시킬 수 있는 프로세스 단계별 개선 평가 방법론에 대해 제시하였으며, Kim[4]은 VE 작업절차(Job Plan)에 환경비용을 고려할 수 있도록 친환경 VE모델을 정립하는 연구를 수행하였다. 또 Park[5]은 고속도로 건축공사의 시설물로 연구범위를 한정하여 축적된 데이터를 분석함으로써 프로세스의 개선 방향을 도출하고자 하였으며, Park[6]은 스마트기술을 활용하는 VE 프로세스 모델 제안을 연구하였으나 프로세스 단계마다 스마트기술의 접목 방향에 대해 제안하는 수준의 연구를 수행하였다. Lim[7]은 대한토목학회 2020년 2월호 건설VE 특집에서 건설 VE의 중요성과 성과, 그리고 향후전망을 하고 현재 운영되고 있는 프로세스의 문제점과 개선 방향 제시와 함께 패러다임의 전환으로서의 VE에 리스크 관리를 접목한 미래형 VE 발전 방향을 제시하였다. 정규화와 관련된 논문은 Lee[8]가 연구한 정규화 기법 기반의 설계VE 기능 및 비용 점수 산출 모델이 거의 유일한 것이다. 그러나 이 논문에서도 생애주기비용절감·가치향상제안서 작성을 위한 비용점수와 기능점수의 산출과정을 분석하여 개선방안을 제시하고 사례 적용을 통해 연구의

적정성을 검증하는 것으로서 기능점수와 비용점수의 산출을 위한 수리적 모델을 제시하는 것이므로 이는 단위 사업에 대한 평가결과에 대해 신뢰도를 높이는 것이며, VE 결과를 종합 분석하여 각각의 단위 사업들이 가지는 가치의 비교를 위한 연구와는 차이가 있다.

건설VE 관련 연구는 제도를 도입하고 적용하기 위해 초창기에 비교적 활발하게 수행되었으나 대부분 VE 제도와 프로세스에 관한 것으로서 VE 작업단계의 표준화 혹은 프로세스의 개선에 집중되었으며 최근의 동향에서도 VE 프로세스 관련 논문에 집중되어 있음을 알 수 있고, VE를 실시하는 궁극적 목적인 가치평가의 정확성 및 가치평가 기준의 정량화 등을 통해 단위 사업 간의 가치 비교를 위한 정규화 연구는 본 연구에서 처음 시도하는 것이다.

여기서, 현재 실무에서 운영되고 있는 VE현황과 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

1) VE 실시 시기의 문제

VE를 통상적으로 실시설계에 이루어지는 경우가 많아 설계가 상당히 구체화되어 창의적 아이디어를 적용하는데 한계가 있다.

2) VE 팀원의 문제

VE 팀원의 구성은 각 기관의 기술심의위원회 전문가들 중에서 선정하므로 기술심의회와 동일한 방식의 접근을 하게 되어 원안의 정오(正誤)를 수정하려고 하는 것에 익

숙하여 아이디어 창출에 적극적이지 못한 측면이 있다. 기술심의위원이 아닌 정책관련자, 이해당사자 등이 VE 팀원으로 참여하지 않으므로 정책적 아이디어 및 수요 중심의 아이디어가 제한적인 수준이다.

3) VE 운영상의 문제

VE팀원 간에 VE의 최종목표가 비용 절감이라고 오해하고 있으며, VE 운영시간이 부족하여 창의적 아이디어의 동기가 되는 비전문분야의 독창적인 발상을 위한 기능분석 및 대화의 시간이 부족하여 미래 지향적인 안목으로 접근하지 않고 당장의 현안에 집중하여 기술심의방식으로 수행되고 있다.

VE 결과물은 제도적으로 건설CALCS에 등록하도록 되어 있으나 미등록 시 규제가 명확하게 규정되어 있지 않다. 또한 채택된 VE 제안을 반영하기 위한 추가 설계비 지급 등 제도적 장치의 보완이 필요하다.

2.2 VE의 절차와 가치평가

건설사업에 의무적으로 적용해야 하는 실제 VE절차는 Fig. 1과 같으며 VE의 개요는 다음과 같다.

2.2.1 VE의 목적 및 핵심내용

VE는 일반의 아이디어 회의를 통해 원안보다 개선된 아이디어를 제안하고자 하는 것이 아니고, 다학제론 구

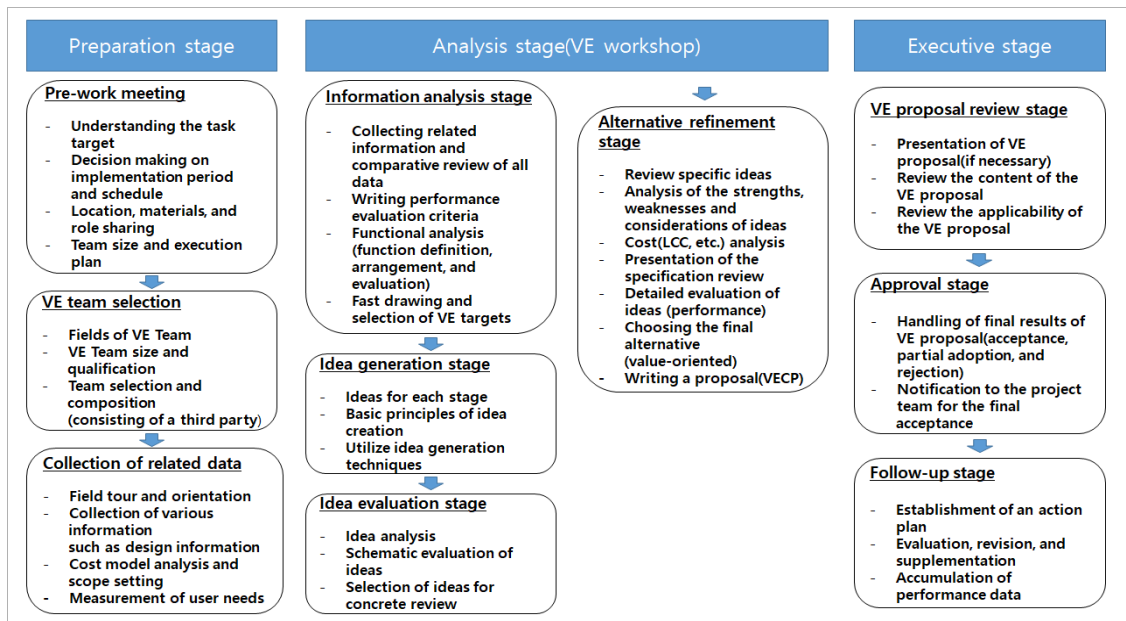


Fig. 1. Job Plan of VE(Base on the SAVE International, America)

성된 VE팀원들이 VE워크숍의 절차에 따라 장시간 대화를 통해 진정한 시너지 효과를 바탕으로 창의적 아이디어를 창출하고자 하는 것이다. 이를 위해 핵심적인 방법을 체계화한 것이 바로 VE작업절차이다. VE작업절차를 구성하는 핵심적 내용을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, VE와 아이디어 회의의 차이점은 팀원의 구성이 다르다. 아이디어 회의는 관심이 동일하거나 비슷한 사람들이 모이지만 VE는 다양한 학제를 가진 사람들이 모인다. 즉, 창의적 아이디어의 동기는 VE팀원 중 비전문가의 독특한 발상에서 착안한다는 점을 적극적으로 활용한다.

둘째, 전문한 비전문가의 독특한 발상을 허용하기 위해서 전문기술적 접근(Technical Approach)이 아닌 기능적 접근(Functional Approach)을 통해 기술 대신 기능(Function) 중심의 사고와 대화를 하는 것이다. 기능은 추상화의 수준을 높일수록 창의적 발상의 가능성이 높아지므로 최대한 활용한다.

셋째, 이러한 창의적 노력을 체계적으로 진행할 수 있도록 작업계획(Job Plan, Fig. 1 참조)에 맞춰서 VE워크숍을 수행한다.

마지막으로 창출된 아이디어의 선별의 기준으로 VE팀원이 합의한 복합기준(성능-안전, 편의, 시공, 미관, 환경 등, 비용-공사비, 생애주기비용 등)인 가치(Value)에 의해 의사결정을 한다.

### 2.2.2 가치평가

원안과 창의적 아이디어를 바탕으로 하는 대안의 평가를 위한 복합기준인 가치의 수식적 표현은 Eq. (1)과 같다. 가치가 복합기준인 이유는 각 대상 사업마다 그 사업의 관련 이해당사자, 사업지의 주변 상황, 각종 제약조건 등에 의해서 해당 사업의 Eq. (1)의 성능의 평가기준이 다중의 기준으로 구성되기 때문이다. 예를 들면, 평가항목도 안전성, 민원성, 환경성, 시공성, 유지관리성, 등으로 다양할 뿐만 아니라 각 평가항목의 가중값도 대상 사업에 따라 매년 달라서 공학적으로 비슷한 사업이라 할지라도 사업지의 위치(지역 등), 사업추진 주체, 제약 조건 등 VE팀원들의 합의에 따라 다르게 결정된다. 성능 평가기준의 일예를 나타내면 Table 1과 같다.

$$V = \frac{P}{C} \quad (1)$$

Where, P denotes performance, C denotes cost

Table 1. The examples of a performance criteria

Evaluation Item	Weight (%)	Detailed evaluation Item	Detailed weight(%)
Maintainability	16	Appropriateness of slope reinforcement/ protection	3.8
		Adequacy of ridge gutter (location, construction method, etc.)	2.8
		Adequacy of reinforcing soil plan	2.8
		Drainage facility adequacy (type, location, initial rainwater treatment, etc.)	3.8
		Adequacy of ventilation methods	2.8
Transportability	43	Adequacy of traffic safety facilities (sign text and location, anti-slip facilities, flatness of pavement, protection fences, tunnel lighting, etc.)	10.5
		Appropriateness of geometry (planar alignment, vertical alignment, road width, connection with existing roads, etc.)	10.8
		Appropriateness of intersection form	10.8
		Traffic safety (walking, visibility at night, evacuation, signal system, driving speed consistency, etc.)	10.8
Planning	16	Adequacy of bridge structure (rooting depth, pile arrangement/material, rebar spacing, excavation prevention work, etc.)	4.6
		Adequacy of bridge plan (extension, number of girders, facility limits, etc.)	4.6
		Appropriateness of tunnel shaft reinforcement method	3.4
		Adequacy of pavement thickness	3.4
Constructability	11	Appropriateness of the temporary facility plan (rock fracture protection facility, temporary method, etc.)	4.1
		Adequacy of site for production site	2.8
		Appropriateness of basic investigation (measurement, etc.)	4.1
Environmental / Complaints	14	Adequacy of soundproofing facilities	4.7
		Convenience of walking	4.7
		Adequacy of animal protection fence (location, size, etc.)	4.7
Total	100		100

Eq. (1)에 의해 단위 대상 사업의 각 원안 및 아이디어의 가치 산정 시 성능 P와 비용 C의 값을 적용하는 방식은 실무에서 통상적으로 두 가지이다. 성능은 100점 또는 1,000점(경우에 따라 다르게 산정하기도 함. 예를 들

면 Table 2의 7번, 19번)으로 정규화를 하고, 비용은 산정 비용을 직접 사용하는 방법(Table 2의 23번)과 원안과 아이디어의 비용을 1을 기준으로 상대적으로 정규화하여 사용하는 방법(Table 2의 1~22, 24, 25번)이다.

이를 보다 수학적으로 표현하기 위해서 LEE (2015)는 논문에서 다음 식과 같은 정규화 모델을 적용하였다.

$$P_n \text{ or } C_n = \frac{P_i \text{ or } C_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (P_i^2 \text{ or } C_i^2)}} \quad (2)$$

Where,  $P_n$ ,  $C_n$  denotes normalized values of performance and cost, respectively, and  $P_i$ ,  $C_i$  denotes values of estimated performance and cost, respectively.

그러나 LEE(2015)의 논문에 의하면 각 방법 간의 차

이가 0.005 ~ 0.007%로 수학적 정규화가 그다지 효율적이지 않음을 확인할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 Eq. (2)의 방법을 사용하지 않고 보다 간편하면서 직접적인 상대적 정규화방법을 적용하였다. 이 방법은 다음 절에서 사례를 통해 설명하였다.

### 2.3 VE의 가치평가 사례분석

전술한 건설기술진흥법에 의해 대부분의 공공건설에서 적용하고 있는 VE결과 중 건설CALs에 등록된 일부를 사례로 Table 2에 제시하였다. 대상 사업의 가치(Value)는 성능(Performance)과 비용(Cost)의 관계로부터 Eq. (1)에 의해 산출된 것이다. 이때 성능은 VE팀원이 작성한 성능평가기준을 기초로 토론과 정량적인 평가를 통해 결정되었으며, 비용은 VE팀원과 원안팀(통상 설계자)이 협의하여 합리적으로 추정된 값이다.

Table 2. The examples of case analysis of VE evaluation results(base on the CALS)

No.	Agency	Project.	Performance			Cost(Unit : millions won)			Value			Note
			Original	Alternative	Rate of improvement(%)	Original	Alternative	Savings rate(%)	Original	Alternative	Rate of improvement(%)	
1	Corporation	○○○ landfill work	500.00	607.00	21.40	300,673	292,690	2.66	500.00	866.00	73.20	Basic
2	Government	○○○ breakwater construction work	973.80	1,220.70	25.35	266,404	249,527	6.34	887.80	1,144.40	28.90	Basic
3	City	○○○ underpass construction	49.26	55.60	12.87	85,200	76,764	9.90	44.04	55.19	25.32	Detailed
4	Administration	○○○ access road construction	500.00	600.80	20.16	134,954	133,884	0.79	500.00	606.70	21.34	Detailed
5	City	○○○ maintenance project	50.00	53.05	6.10	16,700	15,228	8.81	50.00	58.17	16.34	Detailed
6	Corporation	○○○ site development work	49.28	52.68	6.90	162,569	116,869	28.11	49.28	85.77	74.05	Basic
7	City	○○○ sewer pipeline maintenance	3,183.00	4,383.00	37.70	67,625	68,718	-1.62	3,183.00	4,651.00	46.12	Detailed
8	Corporation	○○○ bridge construction	500.00	523.00	4.60	50,711	35,717	29.57	500.00	743.00	48.60	Basic
9	Corporation	○○○ site development work	500.00	530.00	6.00	234,221	223,521	4.57	500.00	555.00	11.00	Basic
10	Government	○○○ Access road expansion work	500.00	525.50	5.10	95,009	90,304	4.95	500.00	557.00	11.40	Basic
11	Corporation	○○○ site development work	500.00	552.32	10.46	409,151	401,072	1.97	500.00	561.19	12.24	Detailed
12	County	○○○ sewer pipeline maintenance	500.00	544.03	8.81	172,760	169,060	2.14	500.00	555.98	11.20	Detailed
13	Corporation	○○○ rural water development	675.69	736.07	8.94	19,657	19,397	1.32	675.69	985.41	45.84	Detailed
14	Corporation	○○○ agricultural water development	500.00	709.40	41.88	11,834	11,186	5.47	500.00	708.60	41.72	Detailed
15	Administration	○○○ road construction	47.11	58.16	23.46	124,409	105,478	15.22	33.62	44.66	32.84	Detailed
16	Corporation	○○○ site development work	44.81	52.76	17.74	154,991	125,692	18.90	31.00	45.00	45.21	Detailed
17	Corporation	○○○ industrial complex development	500.00	585.07	17.01	51,966	51,376	1.14	500.00	592.00	18.35	Detailed
18	Corporation	○○○ site development work	492.88	522.00	5.91	57,714	51,714	10.40	493.00	582.00	18.08	Detailed
19	Government	○○○ dredged soil stockyard work	7,000.00	7,308.90	4.41	99,645	87,946	11.74	7,000.00	9,334.00	33.34	Detailed
20	Government	○○○ road construction	500.00	526.70	5.34	80,385	74,643	7.14	500.00	567.00	13.40	Detailed
21	Government	○○○ market infrastructure development	500.00	601.00	20.20	58,059	53,871	7.21	500.00	647.00	29.40	Detailed
22	Corporation	○○○ site development work	500.00	670.73	34.15	9,443	8,266	12.46	500.00	982.85	96.57	Detailed
23	City	○○○ sewer pipeline maintenance	71.38	117.83	65.07	6,373	6,270	1.62	0.17	0.29	70.59	Basic
24	City	○○○ bridge construction	500.00	539.60	7.92	32,726	29,423	10.09	500.00	600.30	20.06	Detailed
25	Government	○○○ expressway construction work	500.00	643.60	28.72	828,049	817,539	1.27	500.00	652.00	30.40	Basic

Table 2와 같이 각 대상 사업의 최종적인 가치값을 Eq. (1)을 이용하여 산정할 때 VE워크숍을 통해 VE팀원이 창출한 모든 아이디어를 반영하였을 때의 값(경우 1)과 VE팀원이 제안한 아이디어 중 발주기관에서 채택한 일부 아이디어만을 반영하였을 때의 값(경우 2)이 서로 상이하다. 대부분 일부 아이디어만을 채택한 “경우 2”의 가치값이 최종적으로 확정된다. 정규화의 시도는 원안, 모든 아이디어 반영(경우 1) 및 발주기관이 채택한 일부 아이디어 반영(경우 2)의 각각에 대해 기준 수치 1로 정규화 한다. 원안 비용을 1로 정규화 하는 경우는 Table 2에 직접 계산이 되어있다. 세 가지 경우 중 가장 효과적인 비용(최소비용)에 대해 정규화 하여야 하는데 Table 2에는 모든 아이디어를 고려한 비용산출 결과가 제시되지 않고 정책결정자가 확정한 일부아이디어를 반영한 대안(경우 2)만 수록되어있으므로 직접 계산할 수 없다.

Table 2와 Fig. 2, 3에서 살펴볼 수 있는 바와 같이 각 대상 사업에 대한 성능점수, 비용, 가치점수를 각 VE 팀의 기준에 의해 산정함으로써 각 사업의 원안 대비 대안의 가치 향상 정도를 상대적으로 평가는 가능하지만 네트워크 수준의 모든 사업에 대해 절대값(대안 가치값 기준)으로 최소 0.29 ~ 최대 9,334.00)의 비교가 적합하지 않고 다만 전술한 간접적인 지표인 가치향상율(최소 11.00% ~ 최대 96.57%) 정도를 비교해볼 수 있었다.

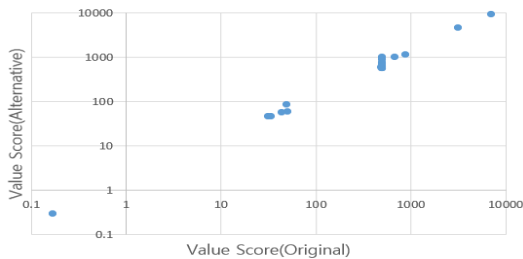


Fig. 2. Comparison of value score of original proposal and alternative(log scale)

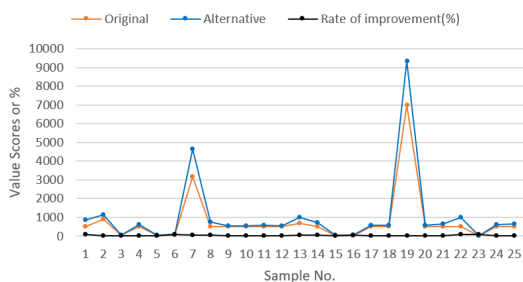


Fig. 3. Comparison of value score and improvement rate of original proposal and alternative

이를 Table 2의 데이터를 기준으로 보다 상세히 비교하여 살펴보면, 1번 사업의 대안 가치는 866.00이고 가치향상율은 73.20%이며, 3번 사업의 대안 가치는 55.19, 가치향상율은 25.32%, 19번 사업은 무려 가치는 9,334.00이지만 가치향상율은 33.34%이므로 각 사업별 가치향상율(73.20%, 25.32%, 33.34 %)을 기준으로 제안한 아이디어가 각 사업의 가치를 얼마나 향상시켰는지는 비교, 평가가 되지만(Fig. 3의 점정 점), 각 대상 사업 간 절대적인 가치 자체(866.00, 55.19, 9,334.00)는 넓은 분포로 비교 불가한 값이므로(Fig. 2와 Fig. 3의 파랑 점) 각 사업별 상호 비교를 바탕으로 의사결정하기가 곤란하다.

## 2.4 VE의 정규화 방법

본 연구에서는 Table 2의 각 대상 사업의 원안 성능과 비용을 각각 100으로 환산하여 기준값을 정하고 대안의 성능과 비용을 이에 대한 상대값으로 환산하여 Table 3과 같이 정규화된 값으로 정리하고 이를 바탕으로 각 대상 사업의 가치값을 산정함으로써 가치를 정규화하는 것을 제안하였다.

1번 사업을 예로 들면 성능의 경우, Table 2에서 500 점인데 이를 100점으로 환산하고 대안의 607점은  $(607/500) \times 100$ 으로 121.4점으로 정규화 시켰고 이에 따른 성능향상율은 원안을 100으로 하였으므로 차이 값이 바로 향상율 값이 되는 구조이다. 비용의 경우도 마찬가지로 원안은 100으로 환산하고, 대안은  $(292,690/300,673) \times 100$ 으로 97.3으로 정규화시켰고 이에 따른 비용절감율도 성능과 마찬가지로 원안을 100으로 하였으므로 차이 값이 바로 절감율값이 된다. 이와 같이 모든 사업에 대해 정규화된 성능과 비용으로 정규화된 가치를 산정하여 Table 3의 마지막 열에 나타낼 수 있다.

Table 3에서 보는 바와 같이 성능과 비용은 원안의 100 대비 대안의 각 값이 Table 2와 다르게 주어지는 반면에 성능향상율, 비용절감율은 Table 2와 동일하게 주어지게 된다. 즉, 각 증감율이 동일하다는 것은 성능과 비용의 표현값은 단일 지표로 바뀌어 대상 사업 간에 상호 비교가 되지만, 각 대상 사업 내에서 특성값은 그대로 유지된다는 것을 확인할 수 있으며 이는 본 연구에서 제시하는 정규화 방법이 문제없이 적용이 가능함을 확인할 수 있다.

반면에 Table 3에서 각 대상 사업의 특성값인 가치향상율이 Table 2와 다르게 제시되는데 이는 Table 2에 제시된 가치값이 발주기관의 채택여부를 반영하는 값으

Table 3. The examples of a value evaluation result

No.	Performance		Cost (Unit : millions won)		Value	
	Alternative	Rate of improvement(%)	Alternative	Savings rate(%)	Alternative	Rate of improvement(%)
1	121.40	21.40	97.34	2.66	124.71	24.71
2	125.35	25.35	93.66	6.34	133.83	33.83
3	112.87	12.87	90.10	9.90	125.27	25.27
4	120.16	20.16	99.21	0.79	121.12	21.12
5	106.10	6.10	91.19	8.81	116.36	16.36
6	106.90	6.90	71.89	28.11	148.70	48.70
7	137.70	37.70	101.62	-1.62	135.51	35.51
8	104.60	4.60	70.43	29.57	148.51	48.51
9	106.00	6.00	95.43	4.57	111.07	11.07
10	105.10	5.10	95.05	4.95	110.58	10.58
11	110.46	10.46	98.03	1.97	112.69	12.69
12	108.81	8.81	97.86	2.14	111.19	11.19
13	108.94	8.94	98.68	1.32	110.40	10.40
14	141.88	41.88	94.53	5.47	150.10	50.10
15	123.46	23.46	84.78	15.22	145.61	45.61
16	117.74	17.74	81.10	18.90	145.19	45.19
17	117.01	17.01	98.86	1.14	118.36	18.36
18	105.91	5.91	89.60	10.40	118.20	18.20
19	104.41	4.41	88.26	11.74	118.30	18.30
20	105.34	5.34	92.86	7.14	113.44	13.44
21	120.20	20.20	92.79	7.21	129.54	29.54
22	134.15	34.15	87.54	12.46	153.25	53.25
23	165.07	65.07	98.38	1.62	167.79	67.79
24	107.92	7.92	89.91	10.09	120.04	20.04
25	128.72	28.72	98.73	1.27	130.37	30.37

로 비용 산정 시 정규화 여부 및 방법에 따라 다르게 산정되기 때문이다. 2.3절에서 이미 설명한 바와 같이 원안, “경우 1”, “경우 2”를 모두 표기한다면 특성값인 가치향상율도 성능, 비용과 마찬가지로 동일한 성향이 나타날 것이다.

Fig. 4는 모든 사업에 대해 각각 Table 2에서 제시한 현재의 상태 성능, 비용, 가치값과 Table 3에서 제시된 정규화된 성능과 비용과 가치값에 대해서 점수(비용의 경우 백만원 단위)를 기준으로 비교를 나타낸 것이다. 이들 중에서 정규화된 성능, 비용, 가치점수를 기준으로 모든 사업에 대해서 비교를 나타낸 것이 Fig. 5이다.

Fig. 4에서 성능, 비용, 가치 모두 25개의 사업임에도 불구하고 넓게 분포하고 있어서 사업간 상호 비교가 불가능하였으나, 정규화된 경우에는 동일한 원안 점수의 기준점(100점)을 기점으로 각각 상호 비교가 가능하다. 본

연구에서는 25개 대상 사업에서 투자된 비용(최소 71.9점 ~ 최대 101.6점)에 대해 획득된 복합적인 성능(최소 104.4점 ~ 최대 165.1)과 가치(최소 110.4 ~ 최대 167.8)를 종합적으로 비교할 수 있게 되어 기존의 통상적인 의사결정에 추가하여 보다 심도있는 의사결정이 가능하다. 즉, 복합적인 기준의 성능과 투입 자원(비용)에 따른 종합적인 가치를 직접적으로 의사결정에 사용한다면 다음과 같은 의사결정이 가능하게 된다.

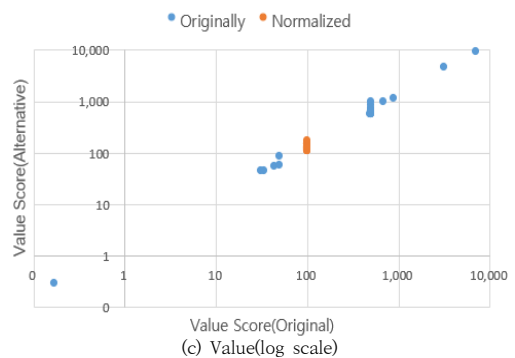
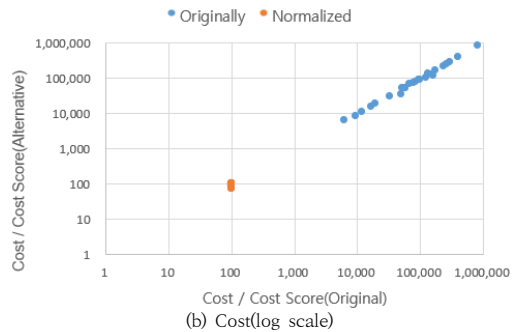
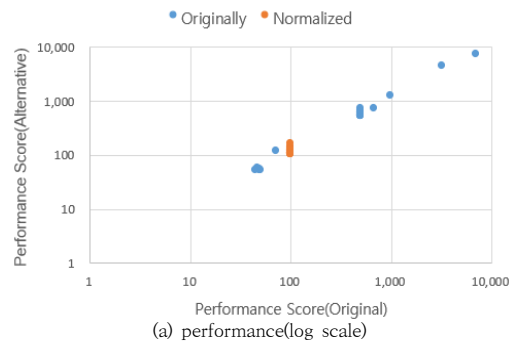


Fig. 4. Comparison of originally and normalized performance, cost, and value, respectively

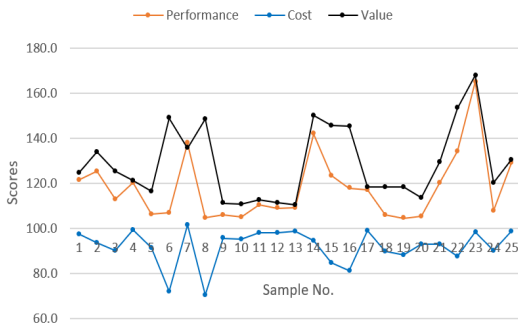


Fig. 5. Comparison of normalized performance, cost, and value

예를 들어 네트워크 수준에서 수도권의 대형구조물(예산 1,000억원)과 지방의 중, 소형구조물(예산 200억원)에 대한 사업의 실행 여부를 결정해야 하는 의사결정자가 있다고 가정해보자. 기존에는 이러한 의사결정을 할 때 예비타당성으로 비용 관점의 투자대비 효과(ROI), 시설물의 위치 및 규모, 중요도, 민원 등을 일차원적으로 고려하였다.

그러나 최근에 건설기술진흥법에 의해 일상화되고 있는 가치 중심의 의사결정이 기존의 방법에 추가적으로 포함된다면 Table 1에서 예로 제시된 것과 같은 복합적인 여러 성능을 반영하여 각 대상 사업의 고유 가치가 고려되면서 보다 이용자 즉, 국민들에게 실효적인 결정을 할 수가 있게 된다.

이때 본 연구에서 제안한 성능, 비용, 가치의 정규화를 통해 각 대상 사업을 네트워크 수준에서 비교가 가능하게 되므로 각 대상 사업의 가치 관련 항목을 상호 비교할 수가 있게 된다. 1,000억원의 사업과 200억원의 사업은 규모와 중요도에서 상대가 되지 않지만, 만약 각 사업의 가치가 같은 값을 가진다면 해당 사업의 이용자에게는 동일한 만족을 주기 때문에 각 사업이 동등한 의미를 가지지만, 반대로 1,000억원 사업의 가치가 200억원 사업에 비해 가치값이 작다면 대규모 투자가 오히려 이용자의 만족 측면에서 부족하므로 200억원의 소규모 사업이 더 의미가 있는 사업이라는 결론에 도달할 수 있게 된다.

### 3. 결론

본 연구는 대상 사업에 대해 프로젝트 수준에서 개별적으로 수행되는 VE의 가치평가를 네트워크 수준의 모

든 사업에 대해서 정규화하여 비교함으로써 해당 사업들을 종합적으로 관리해야 하는 발주기관(예로서 정부)으로 하여금 개별적으로 수행되는 각 해당 사업의 가치를 단일의 기준으로 비교, 평가를 수행함으로써 종합적으로 분석할 수 있는 방안을 제안하였다. 이를 바탕으로 국가 또는 발주기관 단위 등에서 각각 주관하는 모든 사업을 정규화된 동일한 성능, 비용, 가치로 비교함으로써 단순히 사업의 규모나 중요도 등의 직관적 평가와 더불어 상대적 가치도 포함하는 포괄적 의사결정을 수행할 수 있을 것이다.

본 연구는 VE 정규화의 필요성을 제기하고자 하는 기초연구이며, 향후 현장에서 적용하기 위해서는 건설 CALS에 제도적으로 반영하기 위한 연구, 이를 각 발주기관과 유관기관에 보급 및 교육을 추진하기 위한 실행적 방법론을 개발하여야 할 것이다

### References

- [1] Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT), The Guidelines on Implementation of the Basic Design of the Design Contest and Review of the Economic Feasibility of the Design(in Korean), Available From: <https://www.law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000121549>
- [2] Ministry of Land, Infrastructure and Transport(MOLIT), CALS(Continuous Acquisition & Life-Cycle System) (in Korean), Available From: <https://www.calspia.go.kr/portal/> (accessed Feb. 20, 2022)
- [3] S. I. Shin, S. K. Woo, H. Hin, S. H. Hin, S. I. Choi, "A Study of Improving the Reliability of VE Process", Journal of the Korean Society of Civil Engineers", Vol.36, No.5, pp.31-38, Oct. 2016. DOI: <https://doi.org/10.12652/KSCE.2016.36.5.0881>
- [4] M. J. Kim, J. S. Kim, B. S. Kim, "Definition of Environmental Cost and Eco-VE Model for Eco-VE of Construction Facility", Journal of the Korean Society of Civil Engineers, Vol.36, No.5, pp.881-889, Oct. 2016. DOI: <https://doi.org/10.12652/KSCE.2016.36.5.0903>
- [5] H. T. Park, C. S. Park, W. S. Jung, "A Study on the Improvement of the Design VE Process using VE Idea-DataBank System", Korean Journal of Construction Engineering and Management, Vol.15, No.1, pp.28-38, Jan. 2014. DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2014.15.1.028>
- [6] S. M. Park, *A Proposal of Efficiency VE Process Model using Smart Technology*, Master's Thesis,



NamSeoul University of Department of Architecture, Jun. 2021.

- [7] J. K. Lim, H. O. Kim, "Why Should We be Interested in the Integrated Approach of Value Engineering and Risk Analysis to Moving to Value-Driven Value Engineering?", The Magazine of The Korean Society of Civil Engineers, Vol.68, No.2, pp.34-40, Feb. 2020.
- [8] J. S. Lee, "Calculation Model for Function & Cost Score based on Normalization Method in Design VE", Korean Journal of Construction Engineering and Management, Vol.16, No.4, pp.98-106, Jul. 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2015.16.4.098>

최 영 민(Young-Min Choi)

[정회원]



- 1999년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (구조및재료공학 박사)
- 2002년 8월 ~ 2004년 8월 : 한양대학교 토목환경공학과 계약교수
- 2022년 1월 ~ 현재 : ㈜대한이앤씨 기술연구소 소장
- 2004년 7월 ~ 현재 : 자람기술(주) 대표

<관심분야>

가치공학, 구조공학, 복합재료

김 남 곤(Nam-Gon, Kim)

[정회원]



- 1989년 2월 : 울산대학교 전자계산학과 (공학학사)
- 2001년 2월 : 공주대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 1991년 10월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 연구위원

<관심분야>

건설정보화, 텍스트 마이닝, 빅데이터

김 태 학(Tae-Hak, Kim)

[정회원]



- 1998년 2월 : 경희대학교 건축공학과 (공학학사)
- 2000년 8월 : 경희대학교 경희대학원 건축공학과 (건설관리 석사)
- 2001년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부 수석연구원

<관심분야>

건설정보, 유지관리, 빅데이터

나 혜 숙(Hei-Sook, Nah)

[정회원]



- 1995년 2월 : 서강대학교 대학원 (데이터베이스 석사)
- 2012년 8월 : 공주대학교 대학원 컴퓨터공학과 (데이터베이스 박사)
- 2003년 3월 ~ 2006년 2월 : 한국연구소 책임연구원

- 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 미래스마트건설연구본부선임연구위원

<관심분야>

건설정보, 시스템설계, 빅데이터, 데이터마이닝

황 윤 국(Yoon-Koog Hwang)

[정회원]



- 1983년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (토목구조 석사)
- 1998년 2월 : 한양대학교 대학원 토목공학과 (토목구조 박사)
- 1984년 9월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 구조연구본부 선임연구위원

<관심분야>

구조설계, 설계기준, 유지관리, 구조신재료, 해양구조물