

리스크 평가절차 도입을 통한 VE 대안 평가방법 개선

박진호¹ · 김정훈* · 현창택² · 김현주³ · 권석현⁴

¹금호건설 · ²서울시립대학교 건축공학과 · ³서울시립대학교 국제도시과학대학원 · ⁴(주)디엠씨엠

Improvement of the Evaluation Method for VE Alternatives using the Risk Assessment Process

Park, Jin-Ho¹, Jin, Zheng-xun*, Hyun, Chang-taek², Kim Hyun-joo³, Kwon, Suk-hyun⁴

¹Kumho E&C

²Department of Architectural Engineering, University of Seoul

³Department of Global Construction, International School of Urban Sciences, University of Seoul

⁴DMCM

Abstract : Since the success or failure of VE projects depends on the capabilities of participants, including owners, construction managers, architects, general contractors and VE experts, it is important to follow systematic procedures. However, it is often the case that only a rough evaluation is performed, or the rough and detailed evaluations are integrated in actual VE tasks. In this case, it is difficult to analyze and evaluate the alternatives in terms of risk, even for the important alternatives. This in turn leads to the so-called returning alternatives where the alternatives proposed in the preceding stage are returned to the original plans in the following stage, and thus the repetitive work for the alternatives often decreases the efficiency of the VE task. In this regard, this study proposed a risk assessment process for VE alternatives in order to minimize the occurrence of returning alternatives based on the systematic analysis and evaluation of VE alternatives. It will increase the efficiency of VE tasks by reduces the number of regression alternatives.

Keywords : VE, Risk Assessment, Evaluation Method

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업의 요소기술 중 Value Engineering(이하 VE)는 최소 생애주기비용으로 필요한 기능을 충분히 달성하기 위해 시설물의 기능분석에 쏟는 조직적 노력이다(Kim et al., 2005). 발주자, 건설사업관리자, 설계자, 시공자, VE 전문가 등 참여자 역량에 의해 성패가 좌우되는 VE 프로젝트에서는 체계적인 절차를 따르는 것이 중요하다(Choi & Kim, 2005).

국토교통부에서 VE 업무매뉴얼을 제공함으로써 VE 업무를 체계적으로 수행할 수 있도록 기반을 마련하였다. VE 절차는 크게 준비단계, 분석단계, 실행단계로 구분되고, 분석단계에서는 기능분석, 아이디어 발상, 개략평가 및 구체화, 대안의 구체화 및 상세평가 단계로 구성되어 있다(MoLIT, 2013).

하지만 실제 VE 업무에서는 개략평가만을 실시하거나, 개략평가와 상세평가를 통합하여 수행하는 경우가 있다. 이러한 경우 대안에 대해 구체적으로 분석하여 평가하는 것이 어렵다. 이에 따라, 선행단계에서 제안된 대안이 후행 단계에서 다시 기존안으로 돌아가는 회귀제안이 발생하여, 해당 대안에 대한 반복작업으로 인해 VE 업무효율이 저하되는 경우가 종종 발생한다.

이에 본 연구에서는 회귀제안 발생을 최소화하기 위해, VE 대안을 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가할 수 있는 VE 대안의 리스크 평가절차를 제안하고자 한다.

* Corresponding author: Jin, Zhengxun, Department of Architectural Engineering, University of Seoul
E-mail: rlawjdgns52@uos.ac.kr
Received May 7, 2018; revised August 9, 2018
accepted August 13, 2018

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건설프로세스 중, 설계 VE 개선활동이 가장 많이 이루어지고 있는 설계단계를 대상으로 한다. 또한, VE Job Plan 중, VE 대안 평가가 이루어지는 아이디어 개략평가 및 구체화, 대안의 구체화 및 상세평가 단계로 연구의 범위를 한정한다. 본 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, 선행연구 및 문헌 고찰을 통해 VE 대안 평가에 대한 연구동향을 파악하고, 리스크관리의 개념과 리스크 평가방법에 대해 고찰한다.

둘째, 국내 VE사례 분석을 통해 회귀제안 유무와 VE 대안 평가 현황을 파악하고, VE사례 현황 분석 결과를 통해 VE 대안 평가의 문제점을 도출한다.

셋째, VE 대안 평가의 문제점을 해결하기 위한 개선방향을 설정한다.

넷째, VE 대안 평가 개선방향을 토대로, VE 대안의 리스크 평가절차를 제시하고, 실제 프로젝트 적용과 전문가 면담을 통해 적용성 및 활용성을 검증한다.

2. 예비적 고찰

2.1 VE

2.1.1 VE 정의

국내·외에서 VE는 다양하게 정의되고 있다. 다양한 VE 정의를 종합하여 본 연구에서는 ‘최소 생애주기비용으로 필요한 기능을 달성하기 위해 체계적이고 조직적으로 접근하는 품질향상·비용절감 방법’으로 재정의하였다. 다음 <Table 1>은 연구기관 및 연구자별 VE 정의를 나타낸 것이다.

Table 1. Definition of VE by researchers

	Researchers	Definition
1	CIOB (2002)	A systematic and systematic approach to obtaining the maximum utility value of a facility
2	SAVE (2017)	A systematic and organized approach to improving projects, products, and processes
3	SJVE (2017)	A professional, functional, and organisational approach to analyze and enhance the design and organization of products and structures, a powerful cost savings approach
4	Kim et al (2005)	Organizational efforts made to analyze the functions required by the lowest life cycle cost
5	Ministry of Land, Infrastructure, and Transport (MoLIT) (2013)	The economic review team consisting of specialists from various fields, including the economic feasibility of the design, is organized into a workshop to ensure the necessary functions and functions of the facility at the lowest life cycle cost, and the economic feasibility of the design is applied
6	This paper	Quality improvement and cost reduction method by systematically approaching to achieve the required functions with minimal life cycle cost

2.1.2 VE 대안 평가 선행연구 고찰

VE 대안 평가에 관한 연구동향을 파악하기 위해 선행연구를 고찰하였다. Kwon (2004)은 VE대안 평가시 평가항목의 누락, 평가방법의 누락 등의 문제점으로 인해 합리적인 대안 채택이 어렵고, VE 프로젝트 참여자의 직관으로 VE 대안이 채택되는 문제를 언급하였다. 이에, 최적 대안 선정에 대한 평가항목의 설정과 합리적인 평가방법을 제안하였다.

Son (2008)은 2006년 6월 민간투자법의 개정으로 신설된 ‘VE제안에 대한 실행가능성 평가’에 대한 다수의 문제점을 언급하였다. 이에, 교육시설 BTL 사업에서 VE 제안에 대한 실행가능성 평가항목들을 도출하고 퍼지 AHP 기반으로 평가항목에 대한 상대적 우선순위를 결정하여, VE 제안의 실행가능성을 평가할 수 있는 방법을 제안하였다.

Choi (2008)는 VE제안 평가의 문제점으로, 발주자의 일방적인 의사결정에 따라 VE제안의 채택여부가 결정되는 경우가 일반적이며, 합리적으로 VE제안을 채택하기 위한 절차의 미흡을 언급하였다. 이에, VE제안 채택여부를 결정하기 위해 보다 합리적이고 체계적인 평가절차를 제안하였다.

Kim (2009)은 VE는 단순히 원가절감 기법이 아닌, VE 제안을 통한 기능의 향상정도를 파악하는 것이 VE의 중요한 요인으로 언급하였다. 이에, 설계VE 대안이 가지고 있는 기능을 파악하고 분류할 수 있도록 기능분류 개념을 제시하였다. 또한, VE대안의 기능향상도를 보다 체계적이며, 정확하게 평가하기 위한 기능중심의 VE대안 평가절차를 제안하였다.

Yu (2014)은 VE를 통해 프로젝트의 가치를 향상시키기 위해서는 대안채택률의 향상 필요성을 언급하였다. 이에, 대안채택률이 저조한 원인을 분석하고 이에 영향을 미치는 요인을 도출하여, 대안채택률을 향상시키기 위한 6가지 방법을 제시하였다.

Kim et al. (2015)는 VE대안 평가방법의 매트릭스 기법의 문제점으로 복잡한 접근방식, 팀 구성원들간의 배점 간격차, 많은 평가 소요시간 등을 언급하였다. 이에, 시공VE Job-Plan 중 대안 평가를 합리적이고 신속하게 수행할 수 있도록, 직관지수(Gut, Feeling Index) 평가방법을 제안하였다.

VE 대안 선정에 관련된 선행연구를 고찰한 결과, 합리적으로 VE대안을 평가하기 위해 평가절차 개발, 평가요인 도출 등의 연구가 다수 존재하였다. 하지만, 대안을 프로젝트 관점에서 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가하기 위한 연구는 부족하였다.

2.2 리스크관리

2.2.1 리스크 정의

리스크에 대한 정의는 여러 기관 및 학자에 의해 다양하게 정의되고 있다. 먼저, 해외 프로젝트 관리 기관인 PMI (Project Management Institute)에서는 “발생할 경우, 프로젝트 목표에 긍정적 또는 부정적으로 영향을 미치는 불확실한 사건 또는 조건”으로 정의하고 있다. WSDOT (Washington State Department of Transportation)에서는 “프로젝트 목표에 하나 또는 그 이상 영향을 미칠 수 있는 불확실한 요인”으로 정의한다.

국내에서도 다수의 연구자들이 리스크에 대하여 다양하게 정의하고 있다. 조재경(2012)은 “미래 결과에 대한 예상을 통해 그 결과가 좋아지거나 나빠질 변동가능성이 있는 위협에 대한 불확실성의 의미를 내포하고 있는 것”으로 정의하고 있다. 강신봉 외(2016)는 “프로젝트 목표에 영향을 줄 수 있는 미래의 불확실한 사건 또는 상황이며, 프로젝트 관리에서 리스크는 부정적인 위협과 긍정적인 기회의 가능성을 모두 포함하는 개념”으로 정의하였다.

리스크에 대한 다양한 정의를 종합하면, 리스크란 ‘프로젝트 목표에 일정한 확률로 영향을 미치는 긍정적 또는 부정적 요인’으로 정리할 수 있다.

2.2.2 리스크 분류

프로젝트의 리스크를 효율적으로 관리하기 위하여 리스크를 분류하는 것이 필요하다. 리스크를 분류하는 특별한 기준은 없으나, 리스크의 성질에 따라 부정적 또는 긍정적 리스크, 개별 또는 전체 리스크, 외부 또는 내부 리스크로 구분하고 있다.

특히, 개별 리스크와 전체 리스크는 각각 VE 대안과 VE 프로젝트/건설프로젝트와 유사한 성격을 가지고 있다. 개별 리스크는 “프로젝트 목표에 영향을 미치는 특정한 조건 또는

Table 2. Risk management process by researchers

	Wideman (1986)	Harold (2009)	PMI (2009)	WSDOT (2014)	This Paper
1	Risk Identification	Plan Risk Management	Plan Risk Management	Risk Management Planning	Risk Identification
2	Impact Analysis	Identify Risks	Identify Risks	Identify Risk Events	Risk Assessment
3	Response Planning	Perform Risk Analysis	Perform Qualitative Risk Analysis	Qualitative Risk Analysis	Risk Classification
4	Response System	Plan Risk Response	Perform Quantitative Risk Analysis	Quantitative Risk Analysis	Risk Response Plan
5	Data Application	Monitor and Control Risks	Plan Risk Responses	Risk Response	-
6	-	-	Monitor and Control Risks	Risk Monitoring & Control	-

사건”으로 정의되고 있다. 전체 리스크는 “프로젝트 전체에 대한 불확실성의 영향”으로 정의되고 있다(PMI, 2009).

2.2.3 리스크관리 절차

프로젝트 리스크들은 서로 상호작용하여 다양한 형태로 프로젝트 목표에 영향을 미치고(Cho, 2012), 이로 인해 더욱 복잡하게 리스크가 발생할 수 있다. 따라서, 리스크를 체계적이고 효과적으로 관리하기 위하여 리스크관리 절차가 필요하다. 다음 <Table 2>는 연구자 및 연구기관별 제시한 리스크관리 절차를 나타낸 것이다. 다수의 리스크관리 절차를 분석하여, 본 연구에서 적용할 리스크관리 절차를 설정하였다.

3. VE 대안 평가 문제점 및 개선방향

3.1 VE 현황 분석

VE 대안 평가의 문제점과 회귀제안 발생 유무를 파악하기 위해, 총 20건의 VE 결과보고서를 분석과 전문가 면담을 실시하였다. 2008년부터 2016년까지 수행된 VE 결과보고서를 분석하였으며, 기본설계단계 8건, 실시설계단계 10건, 시공단계 2건으로 구성되었다. 특히, 회귀제안 유무를 파악하기 위해 각각의 건설프로젝트에서 VE 적용시점이 다른 두개씩의 결과보고서를 분석하였다. 다음 <Table 3>은 VE 현황 분석결과를 나타낸 것이다.

Table 3. VE Status Analysis Results

Division	Detailed Description
Presence of rough and detailed evaluations	13 projects were found to undergo only the rough evaluation, six projects underwent both the rough and detailed evaluations, and one project did not undergo any evaluation.
Considerations in the comparison /evaluation of existing plans and alternatives	The comparison and evaluation of the existing plans and alternatives are mainly focused on an increase or decrease of the initial investment costs. The Life Cycle Cost is mainly considered in the field of mechanical or electrical equipment. In addition, advantages and disadvantages are analyzed to compare and evaluate the existing plans and alternatives.
Selection of criteria	Elements with comprehensive meanings, such as maintenance efficiency, workability, economic feasibility and safety are selected as criteria used for the rough and detailed evaluations. These criteria are selected subjectively by VE project participants based on the characteristics of the construction project.
Application of detailed evaluation technique	A matrixevaluation technique has mainly been applied as a detailed evaluation technique. It was applied to 12 cases out of a total of 20 VE results reports. However, the matrix evaluation technique was applied not to all of the alternatives, but to some of them.
Occurrence of returning alternatives	Returning alternatives occurred in six construction projects. The total number of alternatives proposed in six construction projects was 281, and that of returning alternatives was 12, accounting for about 4%. Meanwhile, the amount of the total proposals was 16,064 million won, and that of the returning alternatives was 1,571 million won, accounting for about 9%. This shows that the frequency of returning alternatives is relatively low, but their impact is high in terms of cost.

3.2 VE 대안 평가 문제점

총 20건의 VE 결과보고서 분석과 전문가 면담을 통해 다음 <Table 4>와 같이 VE 대안 평가 문제점을 도출하였다.

Table 4. Problems of Evaluation of VE Alternatives

Division	Detailed Description
Lack of concretization in the analysis of alternatives	Since only the disadvantages and advantages of the alternatives over the existing plans are investigated, there is insufficient analysis and evaluation considering the effects of the alternatives in terms of the project objective, design and construction.
Insufficient detailed evaluation	Detailed evaluations are conducted only for some alternatives.
Evaluation by the same criteria	Since all alternatives are evaluated with the same criteria, the characteristics of each alternative are not taken into consideration.
Inadequate segmentation of qualitative evaluation	Since, in some cases, evaluators make evaluations only using '○, △, ×', which mean 'good, medium, and bad levels', there is a lack of in-depth evaluation of the alternatives.

3.3 VE 대안 평가 개선방향

VE 대안 평가의 문제점들은, VE 대안에 대한 구체적인 분석과 체계적인 평가가 어렵다는 공통점이 있다. 따라서 VE 대안을 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가할 수 있도록 다음 <Table 5>와 같이 4가지 측면의 VE 대안 평가 개선방향을 설정하였다.

Table 5. Improvement Plans for Evaluation of VE Alternatives

Division	Detailed Description
Concretization of alternatives considering effects on the project objective	The concretization of VE alternatives needs to be performed by considering the effects of the alternatives on the construction project.
Concretization and evaluation considering the characteristic of alternatives	There is a need for procedures where alternatives are concretized and evaluated by considering the characteristics of each alternative
Complement of evaluation procedures	There is a need to complement the evaluation procedures of VE alternatives to improve the efficiency of VE tasks based on the specific analysis and evaluation of the alternatives on a systematic basis
Subdivision of evaluation scores	There is a need for methods to evaluate alternatives more quantitatively through the introduction of 5-point, 7-point or 9-point scales

4. VE 대안의 리스크 평가방법

4.1 VE 대안의 리스크 평가절차

설정된 4가지 VE 대안 평가 개선방향을 토대로 리스크 평가절차 도입, PI (Probability Impact) 기법 적용, 대안의 구체적인 요인 분석, IPA 기법 적용 등을 통해 리스크 평가절차를 개발하였다. 대안을 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가하기 위해, <Fig. 1>과 같이 대안의 구체화 직전에 리스크 평가절차를 추가하였다. 각각의 단계별 수행 방법은 다음과 같다.

4.1.1 대안별 리스크 식별

리스크 정도가 높은 대안을 선별하기 위해 <Fig. 1>과 같이 '개략평가 및 구체화' 단계 이후에 대안별 리스크 식별을 실시한다. 대안별 리스크 식별에는 PI 기법을 적용한다. PI 기법은 평가자의 주관과 경험을 정량화함으로써 중요도와 우선순위를 결정하는 방법이다. 또한, AHP와 ANP와 달리 평가요인의 수에 관계없이 우선순위와 중요도를 결정할 수 있기 때문에, 보다 신속하게 평가요인에 대한 평가가 가능하다. 이에 본 연구에서는 VE 프로젝트 참여자들의 주관과 경험을 정량화하여 대안의 리스크를 평가하기 위해, PI 기법을 대안별 리스크 식별 기법으로 선정하였다.

PI 기법은 발생가능성과 영향도를 측정하고, 이들의 곱

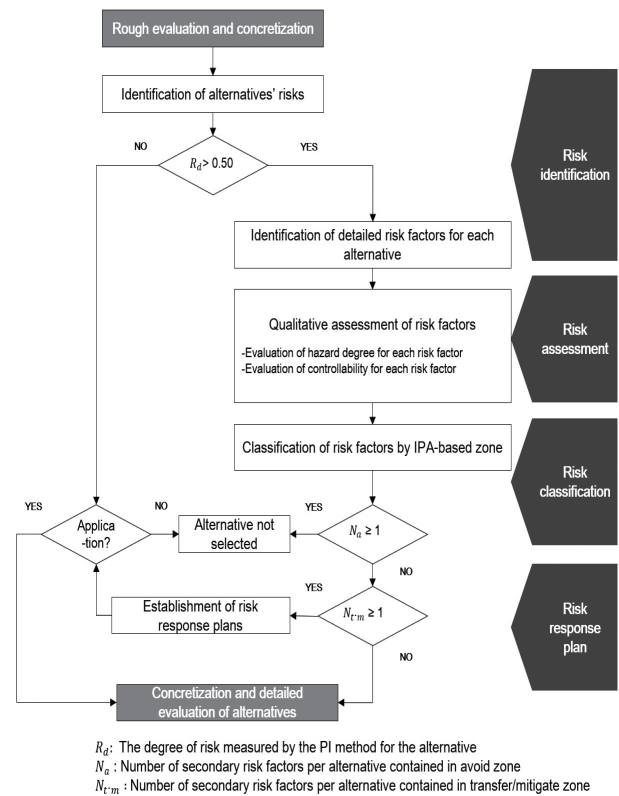


Fig. 1. Risk assessment process for VE alternatives

으로 리스크 정도를 산출하여 우선순위 또는 중요도를 결정하는 방법이다.

본 연구에서 기술된 발생가능성은 선행단계에서 제안된 대안이 후행단계에서 기존안으로 다시 제안되는 회귀제안의 발생가능성을 의미한다. 영향도는 회귀제안이 발생하였을 때, 프로젝트에 미치는 영향의 정도를 나타낸다. 리스크 정도는 제안된 대안이 실행단계에서 비용, 일정, 품질 등에 부정적으로 영향을 미칠 것으로 판단되어 기존안으로 돌아갈 가능성을 의미한다. 이를 정리하면 다음 <Table 6>과 같다.

Table 6. Improvement Plans for Evaluation of VE Alternatives

Division	Definition
Risk probability (R_p)	Possibility of a regression proposal with the alternative proposed in the preceding phase being re-proposed in the trailing phase to the existing one
Risk Impact (R_i)	The degree of impact, if any, on the cost, process, and quality of a project when a regression proposal is made.
Risk degree (R_d)	It is likely that the proposed alternative will negatively affect the cost, schedule, quality etc. in the implementation phase, making it likely to return to the original plan
	Risk probability(R_p) × Risk Impact(R_i)

발생가능성과 영향도를 측정하기 위해 5점 척도, 7점 척도, 9점 척도 등 다양한 척도가 이용되고 있다. 본 연구는 VE 프로젝트 참여자들의 직관으로 정량적이고 신속하게 평가할 수 있도록 7점 척도를 적용한다. 각 점수들은 <Table 7>과 같이 발생가능성은 1점일 경우 매우 낮음, 7점일 경우 매우 높음으로, 영향도는 1점일 경우 매우 미약, 7점일 경우 매우 심각으로 해석할 수 있다.

또한, 발생가능성과 영향도 평가점수를 7점대비 각 점수를 백분율로 표현한다. 예를 들어, 평가점수 1점의 백분율 점수는 0.14 (1/7)점이고, 평가점수 5점은 백분율점수 0.71 (5/7)점이다. 다음 <Table 7>은 PI 평가요소별 해석방법을 나타낸 것이다.

발생가능성과 영향도를 측정하여 리스크 정도를 산출한 이후, 리스크 평가기준을 설정함으로써 Low Risk, Medium Risk, High Risk로 구분하여 대안별 리스크 우선순위를 평가해야 한다. Cho (2012)과 Park (2013)의 연구에서는 리스크 정도가 다소 낮음과 다소 높음을 기준으로 평가기준을 설정하였다. 이에 따라 리스크 평가기준을 설정하면, Low Risk는 리스크 정도 0.19 미만, Medium Risk는 리스크 정도 0.19 이상 0.50 이하, High Risk는 리스크 정도 0.50 초과로 정의된다.

Table 7. Interpretation method by evaluation score

Risk probability			Risk Impact			Risk degree		
Evaluation score	Percentage point	Inter-pretation	Evaluation score	Percentage point	Inter-pretation	Evaluation score	Percentage point	Inter-pretation
1	0.14	Very low	1	0.14	Very low	1	0.02	Very low
2	0.29	Low	2	0.29	Low	4	0.08	Low
3	0.43	A little low	3	0.43	A little low	9	0.18	A little low
4	0.57	Medium	4	0.57	Medium	16	0.33	Medium
5	0.71	A little high	5	0.71	A little high	25	0.51	A little high
6	0.86	High	6	0.86	High	36	0.73	High
7	1.00	Very high	7	1.00	Very high	49	1.00	Very high

* Rounding off the third decimal place

선행연구에서 제시한 리스크 평가기준 설정 방법을 따를 경우, <Table 8>과 같이 발생가능성이 높지만 영향도가 낮은 경우와 영향도가 높지만 발생가능성이 낮은 경우(빛금 영역)는 Low Risk로 분류된다. 하지만, 이와 같은 경우도 리스크를 무시할 수 없기 때문에(Harold, 2009), 본 연구에서는 이를 Medium Risk로 설정하였다. 이에 따라, 리스크 평가기준을 리스크 정도가 0.14 미만인 경우는 Low Risk, 리스크 정도가 0.14 이상이고 0.50 이하인 경우는 Medium Risk, 0.50 초과인 경우는 High Risk 영역으로 정의하였다. 0.14가 Medium Risk 영역으로 분류됨에 따라, 0.16과 0.18도 Medium Risk 영역으로 구분하였다.

한편, 설문조사 분석시 소수점 셋째자리에서 반올림하여 리스크 정도를 산출할 경우에는 Low Risk로 분류되지만, <Table 8>에 의한 리스크 평가는 모호한 경우가 발생한다. 예를 들어, 발생가능성이 0.93이고 영향도가 0.14인 경우 리스크 정도는 0.13으로 산출되어, 이에 의한 평가가 모호하다. 따라서 본 연구에서는 <Table 8>을 기반으로 대안별 리스크를 평가하기 위해, 설문조사 집계시 평가점수의 평균을 소수점 첫째자리에서 반올림하여 정규화를 실시하였다.

한편, PI 기법으로 High Risk 대안을 도출하는 경우, 정성적 평가의 정량화를 통해 보다 합리적인 의사결정이 가능하다. 하지만, 모든 VE 대안을 평가하는 것은 실제 VE 업무의 효율을 저하시킬 수 있다. 따라서 실무적으로는 전문가 직관으로 High Risk 대안을 도출하여, 다시 분석하는 경우가 많다. VE 프로젝트 기간 부족, VE 팀의 인원 부족 등의 제약으로 인해 보다 빠르게 High Risk 대안을 도출해야 하는 경우, 전문가 직관으로 High Risk 대안을 도출할 수 있다.

Table 8. Establishment of risk assessment standard using probability - impact matrix

1.00	0.14	0.29	0.43	0.57	0.71	0.86	1.00
0.86	0.12	0.24	0.37	0.49	0.61	0.73	0.86
0.71	0.10	0.20	0.31	0.41	0.51	0.61	0.71
0.57	0.08	0.16	0.24	0.33	0.41	0.49	0.57
0.43	0.06	0.12	0.18	0.24	0.31	0.37	0.43
0.29	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.29
0.14	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
R_p / R_i	0.14	0.29	0.43	0.57	0.71	0.86	1.00

* Calculate the risk degree using the multiplication of risk probability and risk impact

** Rounding off the third decimal place

Low Risk High Risk
 Medium Risk Added in Medium Risk

4.1.2 대안별 리스크 세부요인 식별

대안별 리스크 세부요인 분석 단계에서는 High Risk로 선별된 대안들에 대하여 리스크 세부요인을 파악하는 단계이다. <Fig. 2>와 같이, 대안의 구체적인 분석을 위해 1차 리스크 요인을 파악하고, 이를 토대로 2차 리스크 요인으로 발전시킨다. 1차 리스크 요인 분석에서는 High Risk 대안의 리스크를 ‘명사+동사’ 방법을 활용한다. 2차 리스크 요인 분석에서는 1차 리스크 요인을 세분화하고 구체적인 리스크 요인으로 발전시키는 단계이다.

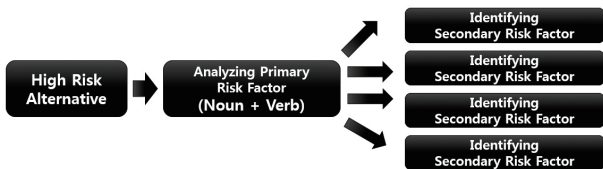


Fig. 2. Identifying Risk Factors by Alternatives

4.1.3 정성적 리스크 요인 평가 및 분류

2차 리스크 요인에 대한 위험도와 통제가능성을 평가하고, IPA 기반으로 구분된 영역에서 2차 리스크 요인이 어느 영역에 위치하는지에 따라 대안의 채택유무를 결정하는 단계이다. IPA 기반의 영역은 <Fig. 3>과 같이 수용영역, 전가/완화영역, 회피영역으로 구분된다. 본 연구에서 X축과 Y축은 각각 위험도와 통제가능성을 의미하며, 7점 척도를 활용하여 위험도와 통제가능성 평가를 실시하였다. 또한, IPA 기반의 영역을 구분하기 위해 1~7점의 중간값인 4점을 기준으로 각 영역을 구분하였다. 회피영역은 통제가능성이 낮고 위험도는 높은 영역으로서, 2차 리스크 요인이 1개라도 포함될 경우, 해당 대안은 미채택한다. 전가/완화영역은 통제가능성과 위험도가 유사한 수준의 영역으로서, 포함되는 2차 리스크 요인에 대해서는 리스크 대응계

획을 수립한다. 수용영역은 위험도는 낮지만 통제가능성은 높은 영역이다. 이에 포함되는 2차 리스크 요인은 VE 참여자들이 지속적으로 인지하여 프로젝트 관리에 활용할 수 있다.

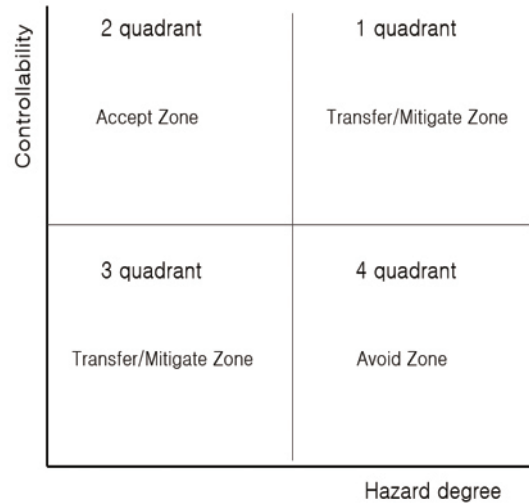


Fig. 3. Controllability and hazard degree

4.1.4 리스크 대응계획 수립

전가/완화영역에 포함되는 2차 리스크 요인에 대하여 리스크 대응계획을 수립한다. 리스크 대응계획은 VE 프로젝트 참여자들의 브레인 스토밍을 통해 적절한 대응계획을 수립해야 한다. 단, 본 단계는 회피영역에 포함되는 2차 리스크 요인이 없는 대안에 대하여 수행한다.

4.2 사례적용

4.2.1 PI 기법으로 대안별 리스크 식별하는 경우

본 연구에서 제안한 VE 대안의 리스크 평가절차 방법 중, PI 기법으로 대안별 리스크를 식별하는 경우의 적용성을 검증하기 위해 ‘○○환승센터 건립공사 계획설계 VE 프로젝트’를 대상으로 사례적용을 실시하였다.

1) 대안별 리스크 식별

‘○○환승센터 건립공사 계획설계 VE’프로젝트의 건축분야 대안들에 대한 리스크를 식별하기 위해 전문가 설문조사를 실시하였다. 설문조사는 VE 프로젝트 경험자 41명을 대상으로 실시하였으며, 설문조사 응답자들은 VE 리더, 공종별 VE 전문가 등의 역할로써 VE 업무를 수행한 것으로 나타났다. 응답자의 78%이상이 11년 이상 VE 및 CM 경력을 가지고 있었으며, 응답자의 56%가 CM회사에 근무하고 있는 것으로 나타났다.

22건의 대안들에 대하여 리스크를 평가한 결과, <Table 9>와 같이 대안 ‘지상 6~10층에 기계식 주차방식을 병용

Table 9. High risk alternative based on risk assessment results

Alternative and Detail		R_p	R_i	R_d
Alternative	Mechanical parking is installed on the sixth to 10th floors	0.71	0.86	0.61
Detail	A combination of stand-alone and mechanical parking is used to use the parking lots by facility and time zone	0.71	0.86	0.61

설치한다'가 리스크 정도 0.61로서, High Risk 대안으로 분류되었으며, Medium Risk로 분류된 대안의 수는 14건, Low Risk로 분류된 대안의 수는 7건으로 분석되었다.

2) 대안별 리스크 세부요인 식별

대안별 리스크 세부요인 식별 단계에서는 High Risk 대안, '지상 6~10층에 기계식 주차방식을 병용 설치한다'에 대하여 통해 리스크 요인을 식별하였다. 이후, VE 전문가 면담을 통해 1차 리스크 요인과 2차 리스크 요인을 수정 및 보완하였다.

먼저, 대안이 필요한 원인을 분석하기 위해 1차 리스크 요인을 명사+동사 방법으로 도출하였다. 그 결과, 주차 동선을 줄인다, 사용기간별 주차공간을 분리한다, 주차장 내 혼잡을 줄인다, 주차장 관리 효율성을 높인다 등의 1차 리스크 요인이 식별되었다. 1차 리스크 요인을 편승·발전하여 발생가능한 2차 리스크 요인을 식별하였다. 예를 들어, 1차 리스크 요인 중, '주차 동선을 줄인다'의 경우, '자주식주차와 기계식 주차의 동선 중첩에 따른 주차장 혼란 발생' 과 같이 2차 리스크 요인으로 발전될 수 있다. 다음 <Table 10>은 High Risk 대안에 대하여 식별된 리스크 세부요인을 정리한 것이다.

3) 정성적 리스크 요인 평가 및 분류

식별된 2차 리스크 요인에 대하여 발주자, 시공자, 설계자, VE 팀원이 통제가능성과 위험도를 평가함으로써 대안의 채택 유무를 결정하고, 채택할 경우 대응계획이 필요한 리스크 요인을 도출하기 위해 정성적 리스크 요인 평가를 실시한다.

2차 리스크 요인에 대한 평가 및 분류는 통제가능성과 위험도를 평가하고, IPA 기반으로 2차 리스크 요인을 수용영역, 회피영역, 전가·완화영역으로 분류한다. 2차 리스크 요인에 대해 37명의 전문가들이 설문을 통해 통제가능성 및 위험도 평가를 실시하였다. 통제가능성과 위험도는 37명 전문가들의 평균값으로 산출하였다. 본 연구에서는 연구의 객관성을 확보하기 위하여 다수의 전문가들로부터 의견을 수렴하였으나, 실무적으로는 5~10명 정도의 전문가들의 의견을 수렴하면 충분할 것으로 사료된다. 다음 <Table 11>은 2차 리스크 요인의 통제가능성과 위험도 평가결과를 나타낸 것이다.

Table 10. Identifying detailed risk factors for high risk alternative (H1)

Alternative (Code)	Mechanical parking is installed on the sixth to 10th floors(H1)		
Primary risk factors	Code	Secondary risk factors	Code
The parking lot is in chaos.	H1F1	Parking lots are disturbed by the overlap between independent parking and mechanical parking spaces	H1F1R1
There is confusion in parking space according to the usage period.	H1F2	Complaints caused by the chaos of parking lot users	H1F2R1
There is confusion in parking space according to the usage period.	H1F2	Mechanical parking space insufficient as short term parking lot users park in the mechanical parking lot	H1F2R2
There is a congestion in the parking lot.	H1F3	Mechanical parking is longer than independent parking, causing delays during peak hours and parking	H1F3R1
There is a congestion in the parking lot.	H1F3	Parking lots congestion caused by congestion near the entrances to the mechanical parking facilities	H1F3R2
The effectiveness of the parking lot maintenance is compromised.	H1F4	Maintenance of the mechanical parking facilities, etc., is required	H1F4R1
The effectiveness of the parking lot maintenance is compromised.	H1F4	Complaints from users who are not familiar with the use of mechanical parking facilities	H1F4R2
The effectiveness of the parking lot maintenance is compromised.	H1F4	Requires additional manager and driver for mechanical parking management	H1F4R3

<Table 11>을 기반으로 IPA 영역을 분류하면, <Fig. 4>와 같다. 수용영역으로 분류된 2차 리스크 요인은 2개, 전가·완화영역으로 분류된 2차 리스크 요인은 6개, 회피영역에 포함된 2차 리스크 요인은 없는 것으로 분석되었다. 따라서 전가·완화영역의 2차 리스크 요인에 대하여 리스크 대응계획을 수립한다.

Table 11. Assessment results for controllability and hazard degree of secondary risk factors of H1

Secondary risk factors	Controllability	Hazard degree
H1F1R1	5.04	5.74
H1F2R1	3.27	2.21
H1F2R2	4.21	5.89
H1F3R1	4.19	4.75
H1F3R2	5.09	5.26
H1F4R1	5.89	3.48
H1F4R2	3.49	2.01
H1F4R3	5.32	2.79

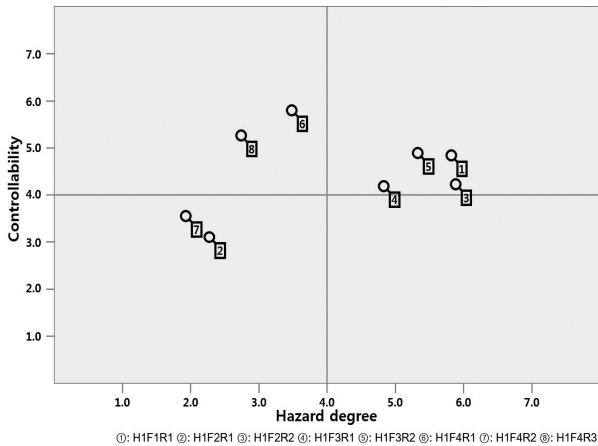


Fig. 4. Diagrammatic analysis of secondary risk factors of H1

4) 전가·완화영역의 리스크 대응계획 수립

‘지상 6~10층에 기계식 주차방식을 병용 설치한다’의 2차 리스크 요인에 대하여 정성적 평가를 실시한 결과, 6개의 2차 리스크 요인이 전가·완화영역으로 분류되었다. 이에 대한 대응계획을 수립하기 위해 15년 이상 VE 업무를 경험한 VE 전문가를 대상으로 면담을 실시하였다. 그 결과, 전가·완화영역에 포함되는 6개의 2차 리스크 요인에 대하여 총 14개의 리스크 대응계획을 수립하였다. 다음 <Table 12>는 H1의 2차 리스크 요인 중 전가·완화영역에 포함된 2차 리스크 요인에 대한 대응계획을 정리한 것이다.

5) 사례적용 결과

본 연구에서 제안하는 VE 대안의 리스크 평가절차의 적용성을 검증하기 위해, ‘○○환승센터 건립공사 계획설계 VE’ 프로젝트의 채택된 대안들에 VE 대안의 리스크 평가절차를 적용하였다. 그 결과, ‘지상 6~10층에 기계식 주차방식을 병용 설치한다’가 High Risk 대안으로 도출되었다. High Risk 대안에 대하여 1차 리스크 요인과 2차 리스크 요인을 순차적으로 식별하고 리스크 요인에 대한 정성적 평가를 실시함으로써, 대안에 대하여 보다 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가할 수 있었다. 또한, 전가·완화영역에 포함되는 2차 리스크 요인에 대하여 대응계획을 수립함으로써, 대안의 리스크에 대한 대책을 계획할 수 있었다. 이를 통해 대안의 구체적·체계적 평가와 대안을 점진적으로 구체화하여 관리하기 위한 본 연구의 목적을 달성한 것으로 판단된다. 나아가, High Risk 대안에 대한 반복 분석과 평가를 최소화함으로써, VE 업무효율 향상과 더불어 VE 업무의 생산성이 증가될 것으로 기대된다.

Table 12. Risk response plan for H1

Secondary risk factors	Risk response plan
H1F1R1	Inducing the vehicle by installing signs and large lettering at the parking lot entrance
	Paint the floor with a collar guidance line to distinguish independent parking (short term user) from mechanical parking (long term user) traffic
H1F2R1	Inducing the vehicle by installing signs and large lettering at the parking lot entrance
	Paint the floor with a collar guidance line to distinguish independent parking (short term user) from mechanical parking (long term user) traffic
	Ensure management and security staff are customer on mechanical parking lots
H1F2R2	Ensure management and security staff are customer on mechanical parking lots
H1F3R1	Free space announcement sign installed at the entrance of each floor parking lot
	Parking sensors and lights installed on top of standalone parking spaces to advise if parking is available
	Arrange your vehicle by placing the peak hour manager and security guard in the parking lot
H1F3R2	Expanding the Waiting Place for the Vehicle at the Opening of the Mechanical Parking Facility
	Adding ‘Mechanical Peripheral Vehicle Control and Clearings’ to the mechanical parking facility manager and security work
H1F4R2	Installation of usage signs in front of mechanical parking facilities
	Introduction of voice guidance systems for the use of mechanical parking facilities
	Adding ‘Mechanical Parking Service’ to manager and security workforce

4.2.2 전문가 직관으로 대안별 리스크 식별하는 경우

전문가 직관으로 대안별 리스크 식별하는 경우에서 VE 대안의 리스크 평가절차의 검증을 위해, ‘○○철도 노반건설공사 실시설계 VE’를 대상으로 사례적용을 실시하였다. 프로젝트에 참여한 VE 전문가들의 면담과 설문조사를 통해 VE 대안의 리스크 평가절차를 수행하였다. 각 단계별 사례적용 결과는 다음과 같다.

1) 대안별 리스크 식별

‘○○철도 노반건설공사 실시설계 VE’ 프로젝트 중, 노반분야에서 총 38건의 대안이 제안되었다. 이 중, 14건의 대안에는 발주자와의 협의과정을 통하여 기각되었고, 나머지 24건에 대해서 대안별 리스크를 식별하였다. 사례적용 프로젝트에 참여한 전문가 5명을 대상으로 면담을 실시하여 High Risk 대안을 도출하였다. 그 결과, ‘터널구간의 지보패턴 및 발파제원의 최적화’, ‘정거장 외부계단 삭제’ ‘정거장 가시성 어스앵커 연암구간의 어스앵커 길이 조정’이 High Risk 대안으로 도출되었다.

2) 대안별 리스크 세부요인 식별

‘터널구간의 지보패턴 및 발파제원의 최적화’와 ‘정거장 외부계단 삭제’에 대해 5명의 VE 전문가 면담을 통해 리스크 세부요인을 분석하였다. 다음 <Table 13>은 각각의 High Risk 대안들에 대한 리스크 세부요인을 정리한 것이다.

Table 13. Identifying detail risk factors for high risk alternative (H2, H3, H4)

Alternative (Code)	Optimization of the Ground Pattern and Blasting Specifications for Tunnel Section(H2)		
Primary risk factors	Code	Secondary risk factors	Code
It is difficult to standardize	H2F1	Unable to apply the index pattern standard due to uncertain fault condition	H2F1R1
	H2F1	Additional reinforcement is required within the tunnel path.	H2F1R2
	H2F1	Need to change the excavation technique according to the current state of the surrounding area and the construction efficiency.	H2F1R3
Alternative (Code)	Deletion of station external stairs(H3)		
Primary risk factors	Code	Secondary risk factors	Code
The construction cost reduction effect is insignificant.	H3F1	Lower cost of construction effect	H3F1R1
	H3F2	Civil Appeals for the Reduction of Facility Size	H3F2R1
Escalator Quantity Increase	H3F2	risk of damage caused by reduction of evacuation method during fire	H3F2R2
	Alternative (Code)	Adjustment of the Einstein length in the Yeonam section of the Subway Station(H4)	
Primary risk factors	Code	Secondary risk factors	Code
Criteria required for quality control	H4F1	A margin of stability	H4F1R1
	H4F1	Additional rock characteristics classification process is required.	H4F1R2
	H4F1	Uncertainty about the ground condition	H4F1R3

3) 정성적 리스크 요인 평가 및 분류

High Risk 대안인 '터널구간내 지보패턴 및 발파제원의 최적화'와 '정거장 외부계단 삭제'에 대하여 각각 3건의 2차 리스크 요인을 도출하였다. 본 단계에서는 각각 3건의 2차 리스크 요인에 대하여 '통제가능성'과 '위험도' 평가를 실시하였다. 통제가능성과 위험도 평가에는 '○○철도 노반건설공사 실시설계 VE' 프로젝트에 참여한 VE 전문가 7명을 대상으로 설문조사를 실시하였다. 다음 <Table 14>는 3가지 대안의 2차 리스크 요인에 대한 통제가능성과 위험도 평가 결과를 나타낸 것이다. 각각의 결과값은 응답자의 평균값으로 산출하였다. 이를 기반으로, IPA 기반의 영역분류를 도식화하면 각각 <Fig. 5, 6, 7>과 같다.

Table 14. Assessment result for controllability and hazard degree of secondary risk factors of H2, H3, H4

Secondary risk factors	Controllability	Hazard degree
H2F1R1	3.86	5.00
H2F1R2	3.86	4.14
H2F1R3	4.43	4.14
H3F1R1	4.00	4.43
H3F2R1	3.71	3.43
H3F2R2	3.86	4.14
H4F1R1	4.00	3.86
H4F1R2	4.43	3.43
H4F1R3	4.14	3.71

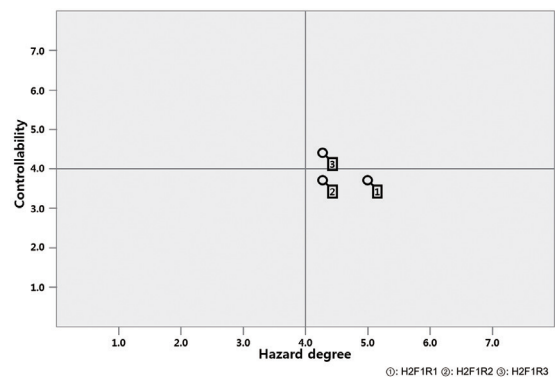


Fig. 5. Diagrammatic analysis of secondary risk factors of H2

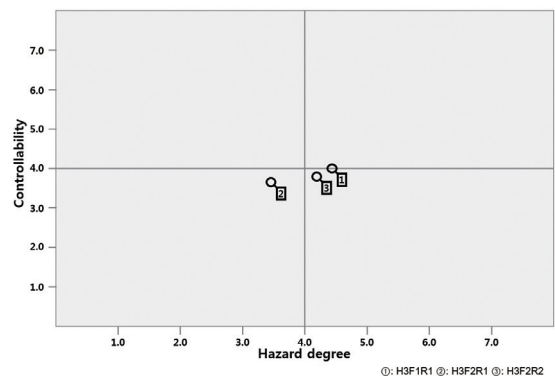


Fig. 6. Diagrammatic analysis of secondary risk factors of H3

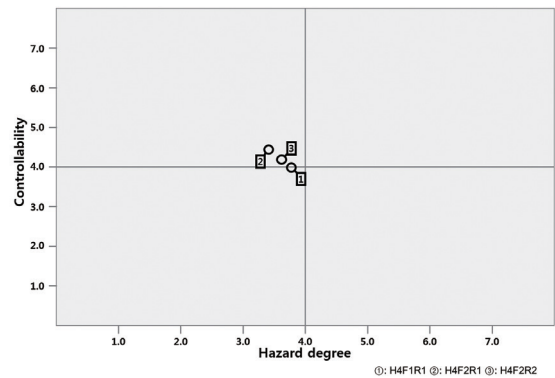


Fig. 7. Diagrammatic analysis of secondary risk factors of H4

사례적용 결과, '터널구간내 지보패턴 및 발파제원의 최적화'(H2), '정거장 외부계단 삭제'(H3) 및 '정거장 가시설 에스앵커 연암구간의 에스앵커 길이조정'(H4)가 High Risk 대안으로 도출되었고, 각각 3개의 2차 리스크 요인이 도출되었다. 이후, 각각의 2차 리스크 요인에 대한 통제가능성과 위험도를 평가하여, 사분면의 위치에 따라 결과를 해석하였다. H2의 경우 회피영역에 2차 리스크 요인 H2F1R1, H2F1R2가 포함되어 미채택 되었으며, H3도 H2F1R1, H3F2R2가 회피영역에 포함되어 미채택 되었다. 반면, H4의 경우 2차 리스크 요인 모두 수용영역에 포함되어 채택되었다.

전문가 직관으로 High Risk 대안을 도출하는 경우, PI 기법을 적용하여 High Risk 대안을 도출하는 방법보다 정량적인 평가와 의사결정이 미흡한 점이 있다. 하지만 VE 업무효율 측면에서는 전문가들의 직관으로 High Risk 대안을 선별하는 것이 더 효율적일 수 있을 것으로 사료된다.

4.3 전문가 면담을 통한 검증

본 연구에서 제안한 VE 대안의 리스크 평가절차의 실무적 적용성을 검증하기 위해 VE 전문가 4명을 대상으로 면담을 실시하였다. 전문가 면담 결과는 아래와 같이 3가지 측면으로 정리하였다.

1) VE 대안의 구체적인 평가 측면

VE 대안 평가는 시공성, 유지관리성 등의 평가항목에 국한하여 이루어지고 있기 때문에, 대안에 대한 구체적인 평가가 어렵다. 본 연구에서 제안하는 VE 대안의 리스크 평가절차를 적용할 경우, VE 대안을 보다 구체적으로 분석하고 평가할 수 있을 것으로 평가하였다.

2) VE 절차의 보완 측면

VE는 다수의 이해관계자들의 창조적인 아이디어 발상으로 시설물의 가치향상을 위한 것이기 때문에, VE 업무를 효율적으로 수행하기 위해 VE 절차의 지속적인 발전이 필요하다. 본 연구는 VE 대안 평가를 중심으로 VE 절차의 개선방법을 제안하였기 때문에, VE 절차 발전에 기여할 수 있을 것으로 평가하였다.

3) 실무 적용시 한계점

본 연구의 절차가 공식적으로 도입되었을 때, 실무자들이 이를 이해하고 실제 프로젝트에 적용하는 데에는 시간이 필요할 것이라고 평가하였다. 또한, VE 대안의 리스크 평가절차를 수행하면 대안 평가에 대한 추가업무를 수행해야 하므로, VE 업무시간이 늘어날 것이라고 평가하였다. 한편 리스크가 클 것으로 판단되는 VE대안들에 대해서는, 본 연구에서 제안한 리스크 평가 절차가 효용이 클 것으로 평가하였다.

5. 결론

본 연구에서는 리스크 평가절차, 대안의 구체적인 요인 분석, IPA 기법 도입 등을 통해 VE 대안의 리스크 평가절차를 제안하였다. 이는 VE 대안을 구체적이고 체계적으로 평가하여 회귀제안을 최소화하기 위한 평가절차로서 의의가 있으며, 회귀제안에 대한 반복업무를 줄임으로써 VE 업무의 효율을 높일 수 있을 것으로 예상된다. 또한, 건설사 업무관리 업무의 중요한 영역인 리스크관리 적용방법의 하나로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

한편, VE 대안의 리스크 평가절차를 통해, 회귀제안을 최소화하여 VE 업무효율이 향상되는 것을 정량적으로 검증하기 위한 연구가 필요하다.

감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원 2018년도 철도기술 연구사업 (18RTRP-B104237-04) 결과의 일부임.

References

- Cho, J. K. (2012). "Risk Factor Classification and Weight Estimation for Urban Regeneration Project." MS thesis, University of Seoul, Seoul.
- Choi, I. S. (2008). "A Study on Procedures and Methods for Evaluating VE Alternatives at Design Phase." MS thesis, University of Seoul, Seoul.
- Choi, S. Y., and Kim, S. B. (2005). "Suggestions for Improvement of Construction VE Application Effect." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 6(2), pp. 28-31.
- Harold, R. K. (2009). *Project Management—Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 10th Edition, Wiley, New Jersey.
- Kang, S. B., and Kim, S. C. (2016). "A Study on Composition and Application of Risk Management Planning and Procedure for Successful Overseas Construction Projects – Based on the PRINCE2 Methodology in the UK –." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(1), pp. 48-55.
- Kim, J. H. (2009). "Function Oriented VE Alternatives Evaluation Procedure using Function Classification." MS thesis, University of Seoul, Seoul.

- Kim, M. H. et al. (2005). *Construction Engineering and Management*, Kimoonang, Seoul.
- Kim, S. Y., Lee, Y. R., and Yang, J. K. (2015). "Alternative Evaluation Method of GFI-based Construction Value Engineering." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 16(3), pp. 3-10.
- Kwon, T. S. (2004). "A Study on the Methodology to Select Optimum Choice for Construction Value Engineering." PhD Dissertation, YonSei University, Seoul.
- Park, B. S. (2013). "Structure Modeling for Risk Factors of Urban Regeneration." MS thesis, University of Seoul.
- Project Management Institute (2009). *Practice Standard for Project Risk Management*, Project Management Institute.
- Son, M. J. (2008). "The Development of a Practicability Evaluation Model on VE Proposals using the Scenarios Planning and the Fuzzy Analytic Hierarchy Process." MS thesis, University of Seoul, Seoul.
- The Chartered Institute of Building (2002). *Code of Practice for Project Management for Construction and Development*. 3rd ed.
- The Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2013). *VE implementation manual*.
- Washington State Department of Transportation (2014). *Project Risk Management Guide*.
- Wideman, R. M. (1986). "Risk Management." *Project Management Journal*, 17(4), pp. 20-26.
- Yu, K. H. (2014). "Enhancement Method of Acceptance Rate of Function Improvement Type Alternatives in Development Phase of Value Engineering." MS thesis, University of Seoul, Seoul.

요약 : 발주자, 건설사업관리자, 설계자, 시공자, VE 전문가 등 참여자 역량에 의해 성패가 좌우되는 VE 프로젝트에서는 체계적인 절차를 따르는 것이 중요하다. 하지만, 실제 VE 업무에서는 개략평가만을 실시하거나, 개략평가와 상세평가를 통합하여 수행하는 경우가 있다. 이러한 경우, 중요한 대안일지라도 리스크에 대하여 평가하는 것이 어렵다. 이에 따라, 선행단계에서 제안된 대안이 후행단계에서 다시 기존안으로 돌아가는 회귀제안(returning alternatives)이 발생하여, 해당 대안에 대한 반복작업으로 인해 VE 업무효율이 저하되는 경우가 종종 발생한다. 이에 본 연구에서는 VE 대안을 구체적으로 분석하고 체계적으로 평가하여 회귀제안 발생을 최소화하기 위해, VE 대안의 리스크 평가절차(risk assessment process for VE alternatives)를 제안하였다. 이는 VE 대안을 구체적이고 체계적으로 평가하여 회귀제안을 최소화하기 위한 평가절차로서 의의가 있으며, 회귀제안에 대한 반복업무를 줄임으로써 VE 업무의 효율을 높일 수 있을 것으로 예상된다.

키워드 : VE, 리스크 관리, 평가방법
