

건설 프로젝트의 잠재적 가치개선 대상 선정 방법론(PVTCM)

양진국*

*(주)중앙엔지니어링 부설 건설기술연구소

Potential Value Improvement Target Choice Methodology (PVTCM) in Construction Projects

Yang, Jinkook*

*Research Institute of Construction Technology, Jung Ang Engineering Co., Ltd.

Abstract : Construction VE activities has occupies an important position as a key tool of the project in terms of budget and performance improvements. Reflecting this situation, VE application scope is being expanded than before. Thus, construction projects are required the continued research and development for effective use of construction VE. VE target choice method is the central part in the construction VE work. But, this has a problem with low utilization in practical terms. Accordingly, this study was developed the new methodology(PVTCM) for VE target selection of the construction VE work. Its contents are as follows: First, to analyze practical problem for VE target choice method through VE practical data. Second, to extract the high potential VE object based on the cost model and ideas similarity by excellent VE cases analysis. Third, to implement standardized VE object item by using affinity diagram for each construction type items.

This research were conducted to experts interviews for comparison analysis with the cost model as one of a representative target selection method. As a result, proposed method were implemented significantly higher performance in terms of practical effectiveness than conventional method.

Keywords : Construction VE, VE target choice method, Cost model, Ideas similarity, Affinity diagram

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설공사 설계의 경제성등 검토(설계VE)는 기존 설계안에 대한 경제적 타당성 및 현장적용의 적합성 등을 분석하는 것이다. 이와 관련한 내용은 시행지침에 규정되어 있으며, 여기서는 총공사비가 100억 원 이상인 공공 건설공사(실시설계 완료시점 및 공사비 증액 10%이상 포함)에 설계의 경제성등 검토를 의무 적용하도록 규정하고 있다. 건설공사 VE 적용은 프로젝트 원가절감 및 성능향상 측면에서

적용효과가 높은 것으로 사례를 통하여 검증되고 있다. 이러한 관점에서 건설VE 실무에서 좀 더 용이하게 접근할 수 있는 기법 개발이 요구되며, 그 중 대표적인 것이 규모가 크고 복잡한 토목 건설공사에서 VE 대상을 선정하는 것이다.

이에 본 연구에서는 건설VE 실무에서 VE 대상을 효과적으로 선정할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 제안 방법은 가치개선의 효과가 높은 잠재적 VE 대상 선정을 지원함으로써 VE 업무의 효율적 수행을 조력할 것으로 기대된다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 건설공사에 대한 설계VE 업무 중 VE 대상 선정을 연구범위로 한다. 이를 위한 연구의 진행절차 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 건설VE 개념 및 VE 대상 선정 방법에 대하여 고찰한다.

둘째, 다양한 실무자료를 바탕으로 건설VE 대상 선정 업무의 특성을 분석한다.

* Corresponding author: Yang, Jinkook, Research Institute of Construction Technology, Jung Ang Engineering Co., Ltd., Busan 607-817, Korea
E-mail: vepro@pusan.ac.kr
Received October 16, 2013; revised November 22, 2013
accepted November 26, 2013

셋째, 도로공사 VE 사례를 분석하여 WBS 기준으로 Best Practice를 추출한다.

넷째, 친화도 기법을 활용하여 추출된 분야별 아이템들을 VE 대상항목으로 표준화한다.

다섯째, 표준화된 도로건설공사 VE 대상항목의 효용성을 검증하기 위해 심층 면담조사를 실시한다.

여섯째, 연구의 결과를 정리하여 제시한다.

2. 건설VE 대상 선정 및 특성 분석

2.1 건설VE의 개념

건설공사 VE란 요구되는 기능·성능·품질 수준에 맞는 구조, 재료, 구법 시스템 등을 선정하기 위하여, 설계단계에서 VE 개념을 적용하여 각 분야에 전문가들이 협력, 분석하여 개선안 또는 최적 안을 만들어 가는 과정이다. 즉 목표비용 내에서 고객의 요구를 만족시킬 수 있도록 계획을 입안하고 구체화시켜 나가는 것이다.

이러한 VE는 가치를 추구하는 것으로 식(1)과 같이 기능과 비용의 관계로 설명 가능하다.

$$\text{가치(Value)} = \frac{\text{기능(Function)}}{\text{비용(Cost)}} \quad P_i = C - F \quad \dots\dots\dots (1)$$

여기서 가치, 기능, 생애주기비용의 개념을 정리하면 다음과 같다(Table 1).

Table 1. Concept of value, function, LCC

Value	Function	LCC
· Optimal cost effectiveness for performing necessary function while maintaining the quality of the user's needs	· Some specific role of project object · Function -centered thinking	· The initial investment cost of project, as well as the total life cycle cost of the facility

국내 건설공사 설계VE 업무는 “설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침”에 규정되어 있으며, 여기서는 준비단계(Pre-Study), 분석단계(VE-Study), 실행단계(Post-Study)로 구분하고 있다.

2.2 건설VE 대상 선정 업무

건설VE 추진절차(Job-Plan) 중 연구범위인 VE대상 선정은 준비단계 업무이다. 준비단계는 원활한 VE수행을 위해서 관련된 집단의 협력체계를 구축하고, VE분석단계에서 요구되는 충분한 자료를 확보하여 향후 진행방향을 제시해준다.

구체적인 업무로는 오리엔테이션 및 미팅, 설계VE팀 선정 및 구성, 관련 정보수집 및 분석, VE대상 선정 등이 있다.²⁾

1) 오리엔테이션 및 미팅

오리엔테이션 미팅에서는 발주자 요구사항을 정확히 이해하고 그에 따라 요구되는 다양한 정보들을 수집한다. 이와 함께 팀 선정 및 구성을 포함한 VE 수행계획을 수립하고 요구기술을 분석한다.

2) VE팀 선정 및 구성

VE팀 선정은 건설VE 전문가인 VE Leader를 중심으로 해당 프로젝트 특성에 부합되게 공중별 팀원을 구성하여야 한다. 팀 구성은 프로젝트 규모, 난이도, 유형에 따라 적절히 구성하며, 보편적으로 10명 내외의 분야별 전문가들로 구성한다.

3) 정보수집 및 분석

정보수집은 건설VE 업무를 수행함에 있어 요구되는 다양한 데이터를 축적하는 것이다. 이러한 데이터에는 비용 분석 자료, 시방서, 유사사례 등이 있으며, 가급적 많은 데이터를 확보해야만 업무 효율성을 증대시킬 수 있다. 특히, VE 수행자는 설계자로부터 설계의도 및 특성에 관한 다양한 정보들을 습득하는 것이 중요하다.

4) 발주자 및 사용자 요구측정

프로젝트 발주자 및 사용자를 대상으로 면담조사 및 설문조사를 실시하고, 조사된 내용을 바탕으로 요구항목을 선정한 후 품질모델을 작성한다. 작성된 품질모델은 업무 방향 설정 및 평가척도로 활용된다.

5) 설계VE 대상 선정

설계VE 대상 선정은 잠재적 VE 대상을 선정하는 것으로서 다양한 방법이 있으나 실무에서는 일반적으로 Cost Model을 작성하여 활용한다. Cost Model은 비용투입이 높은 고비용 분야를 식별함으로써, 가치개선의 여지가 높은 VE 대상을 선정하는 것이다.

2) 양진국 외, 품질기능전개(QFD)기법을 적용한 건설프로젝트 설계VE 준비단계 업무개선 및 체계화, 한국건설관리학회논문집, 2005. 08

2.3 건설VE 대상 선정 방법

건설VE 활동에서 VE 대상 선정 업무는 무엇보다도 중요하다. 하지만 건설공사는 제조업에 비하여 복잡성과 다양성으로 인하여 VE 대상을 선정하는 것이 용이하지 않기 때문에 건설VE 성과 증대를 위해서는 효과적 VE 대상 선정 방법의 개발이 요구된다. 현행 VE 대상 선정 평가기법별 주요내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 고비용 분야 선정방법

고비용 분야 선정방법은 비용만을 고려한 대상 선정 방법으로 가장 보편적으로 적용되고 있다. 하지만 고비용 분야에 치우침으로써 상대적으로 비용투입은 낮지만 중요도가 높은 대상이 간과될 가능성이 있다.

2) 비용 대 효용(Cost to Worth) 방법

이 방법은 효용(Worth) 산정을 통하여 대안을 미리 확보하는 것이 가능하다. 하지만 이를 위해서는 충분한 자료와 유사 프로젝트 경험이 풍부한 전문가의 참여가 요구되며 산정된 효용의 객관성 확보가 어려운 측면이 있다.

3) 비용·성능 평가방법

비용·성능 평가방법은 비용뿐만 아니라 성능을 종합적으로 고려함으로써, 우수 대안을 창출하는 것이 가능하다. 하지만 이를 위해서는 발주자 및 이용자의 활발한 참여가 요구되며 평가절차가 복잡하다. 그리고 가중치 적용과정에서 주관적 판단이 영향을 미칠 수 있다.

4) 복합 평가방법

이 방법은 해당 프로젝트가 지니고 있는 특성을 반영한 체계적 평가가 가능한 반면에 비용과 같은 경제적 측면을 효과적으로 반영하지 못하는 단점이 있다.

5) 가중치 부여 복합평가 방법

가중치 부여 복합평가 방법은 평가항목에 가중치를 부여하여 가치개선 가능성을 측정하는 것이다. 따라서 다른 방법에 비하여 적용효과는 높으나 전문가들의 단순평가에 따라 결과의 신뢰성이 부족한 측면이 있다.

2.4 VE 대상 선정의 실질적 문제점 분석

성공적 VE성과를 구현하기 위해서는 가치개선의 여지가 높은 VE 대상을 선정하는 것이 필수적으로 요구된다. 하지만 제조업과 달리 건설공사는 적용분야가 다양한 특수성으로 인하여 VE 대상을 합리적으로 선정하는 것이 쉽지 않다. 본 연구에서는 다양한 실무자료(VE 보고서 등)를 분석하였으며, 그 결과 현행 건설VE 대상 선정 업무의 문제점이 도출되었다(Fig. 1).

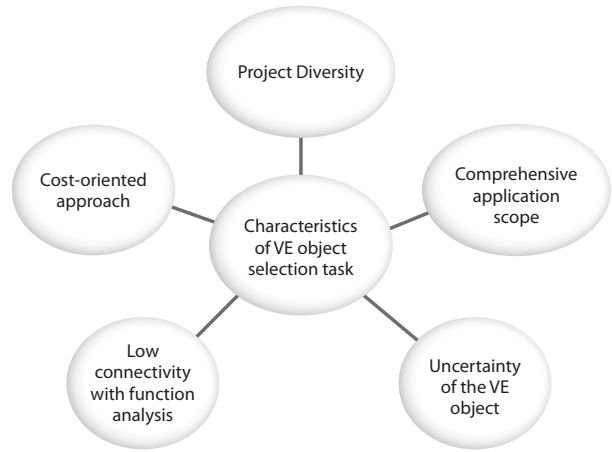


Fig. 1. VE object selection task

세부적인 분석 결과는 아래와 같다.

- 1) 광범위한 건설공사의 특성으로 인하여 가치개선의 영역을 추출하기가 어렵다.
- 2) 다양한 VE 대상 선정 기법이 있으나 비용중심의 Cost Model을 활용함으로써 성능적 측면을 체계적으로 반영하지 못하고 있다.
- 3) 선정된 VE 대상이 제품과 같이 명확하지 않아 기능분석의 활용도가 낮다.
- 4) 건축공사를 비롯하여 토목공사에 이르기까지 프로젝트가 다양할 뿐만 아니라 유형별로 차이가 있어 그에 부합하는 대상 선정 방법이 요구된다.

3. 잠재적 가치개선 대상 추출

앞서 도출된 VE 대상 선정 업무의 문제점을 개선하기 위하여 사례분석을 통하여 도로건설공사의 Best Practice 기반의 잠재적 가치개선 VE 대상을 추출하고자 한다.

3.1 자료수집

본 연구에서는 다양한 건설프로젝트 중 도로 건설공사를 대상으로 하였다. 그 이유는 도로 프로젝트의 경우 기술적인 접근의 유사 아이디어가 반복적으로 발생할 뿐만 아니라, 향후 지속적인 VE 수요가 예측되기 때문이다. 사례 프로젝트는 총 10개이며, 설계단계에 VE를 적용한 사례이다 (Table 2).

Table 2. Summary of case project

Division	Summary
1. J Highway	Length : 118.0km, 4 Lane(23.4m), Bridge 136 place(20,071m), Tunnel 37 place(31,9200m)
2. S Highway "B" Section	Length: 9.3km, 4→8, 10 Lane, Bridge 25 place(1,371m), Tunnel
3. YK Highway	"A" Section Length: 7.067km, 6 Lane(30.6m) Bridge: 4 place/629m, Tunnel: 2 place/1,025m
	"B" Section Length: 4.294km, 6 Lane(30.6m) Bridge: 2 place/70m, Resr area: 2 place
4. M Highway	"A" Section Length: 10.34km, 4 Lane(23.4m) Bridge: 21 place/951m, JCT 1 place, Tunnel: 1 place/937m, IC 2 place
	"B" Section Length: 7.7km, 4 Lane(23.4m) Bridge: 10 place/1,088m, IC 1 place, Tunnel: 5 place/1,840m
5. MK Highway	"A" Section Length: 14.76km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 17 place/1,130m, IC 1 place, Tunnel: 3 place/1,372m,
	"B" Section Length: 11.36km, 4 Lane, Bridge: 10 place/1,788m, IC 1 place, Tunnel: 3 place/1,314m,
	"C" Section Length: 11.36km, 4 Lane, Bridge: 9 place/1,330m, IC 1 place, Tunnel: 4 place/1,819m
6. C Highway	"A" Section Length: 4.56km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 13 place/2,190m, JCT 1 place, Tunnel: 1 place
	"B" Section Length: 3.92km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 2 place/915m, Tunnel: 2 place/1,846m
	"C" Section Length: 3.92km, 4 Lane, Bridge: 11 place/2,252m, IC 1 place, Tunnel: 2 place/1,096m
7. P Highway	"A" Section Length: 10.15km, 6 Lane, Big bridge: 4 place/525m, Small bridge: 14 place/403.m,
	"B" Section Length: 9.45km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 12 place(1,154m), Tunnel: 3 place/1,530m
	"C" Section Length: 5.7km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 1 place/280m, Tunnel: 1 place/19200m
	"D" Section Length: 6.04km, 4 Lane, Big bridge: 5 place/660m, Small bridge: 10 place/271m, JCT 1 place
8. K Highway	"A" Section Length: 4.2km, 4 Lane(23.4m), Big bridge: 1 place/1010m, Tunnel: 2 place/82m
	"B" Section Length: 5.7km, 4 Lane(23.4m), Big bridge: 2 place/635m, Small bridge: 6 place/199m, Tunnel: 1 place/176m
	"C" Section Length: 5.52m, 4 Lane(234m), Big bridge: 1 place/400m, Small bridge: 9 place/345m
9. Y Highway	Length: 5.55km, 4 Lane(23.4m), Bridge: 10 place/2,774m, IC 1 place
10. K Highway	Length: 10.34km, 4 Lane(23.4), Bridge: 21 Length:/951m, JCT 1 place, Tunnel: 1 place/937m, IC 2 place

3.2 WBS 기반 공종 분류

VE 제안은 도로 건설공사의 WBS(Work Breakdown Structure)에 따라 분류하였다. 도로공사 WBS는 크게 도로공, 교량공, 터널공으로 구분할 수 있으며, 공종별 다시 하부작업으로 분류할 수 있다(Table 3).

Table 3. WBS of road construction project

Project	Level 1	Level 2	Level 3
Road Construction Project	Road Work(1)	Earth work(1.1)	Cutting & Conveyance (1.1.1)
			Banking(1.1.2)
			Others(1.1.3)
		Retaining wall work (1.2)	Earth work(1.2.1)
			Frame(1.2.2)
			Others(1.2.3)
		Underpass work (1.3)	Earth work(1.3.1)
			Frame(1.3.2)
			Others(1.3.3)
		Culvert work(1.4)	Earth work(1.4.1)
			Frame(1.4.2)
			Other Facility(1.4.3)
		Drainage work(1.5)	Drain pipe (1.5.1)
			Earth work(1.5.2)
			Gutter(1.5.3)
	Sump(1.5.4)		
	Others(1.5.5)		
	Pavement work (1.6)	Subbase(1.6.1)	
Asphalt Concrete(1.6.2) Others(1.6.3)			
Appurtenant work (1.7)	Appurtenant work (1.7.1)		
	Safety work(1.7.2)		
Bridge Work(2)	Bridge(2.1)	Pier fabrication(2.1.1)	
		Abutment fabrication (2.1.2)	
		Upper part construction (2.1.3)	
		Appurtenant work(2.1.4)	
Tunnel Work(3)	Tunnel(2.2)	Portal shaft & Vertical shaft (2.2.1)	
		Cutting(2.2.2)	
		Drainage & Waterproofing (2.2.3)	
		Structure(2.2.4)	
		Appurtenant work(2.2.5)	

사례 프로젝트의 VE 제안내용을 분류한 결과 도로공사 WBS 작업항목 중 그림과 같이 토공, 배수공, 교량공, 포장공, 터널공, 부대공에 해당하는 아이টে이프로 정리되었다 (Fig. 2).

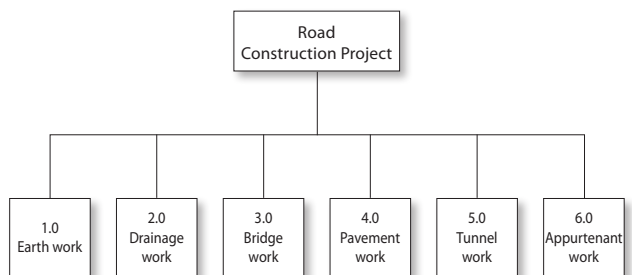


Fig. 2. Proposal classification of road construction VE

각 공종별 VE 제안건수를 집계한 결과 교량공이 102건으로 가장 높게 나타났으며, 토공, 배수공, 터널공, 부대공은 비슷한 수준으로 파악되었다. 교량공의 VE 제안비율이 높은 것은 건설비중이 타공종에 비하여 큰 것에 기인하는 것으로 나타났다(Fig. 3).

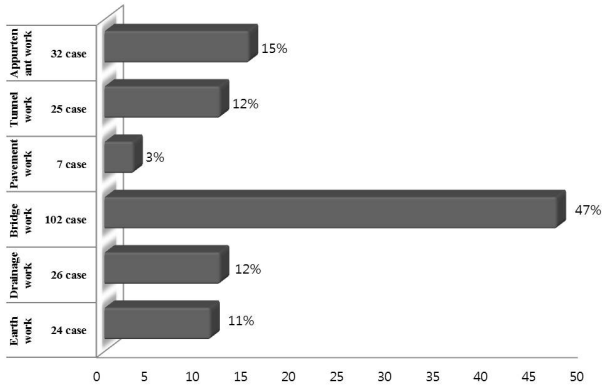


Fig. 3. Primary classification of VE proposal

3.3 Cost Model 기준 분류

본 절에서는 앞서 WBS 기준으로 분류된 VE 제안 중 Cost Model 기준으로 비용투입이 높은 대안을 추출한다. 이는 비용투입이 높은 분야가 가치향상의 잠재력이 높으며, 단순공정보다는 복합공정의 비중이 상대적으로 높기 때문이다(Fig. 4).

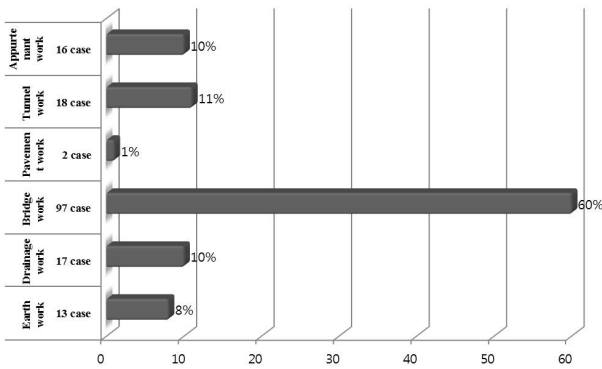


Fig. 4. Secondary classification of VE proposal

분류 결과 기존 대안 수와 Cost Model을 통하여 추출한 대안 수가 각 공종별로 유사한 비율로 나타났지만 터널공과 부대공의 비율이 상대적으로 낮아진 것으로 분석되었다(Fig. 5). 하지만 교량공의 경우 건수는 줄었으나 비용 투입이 높아짐에 따라 제안비율도 비례하여 높아진 것으로 나타났다.

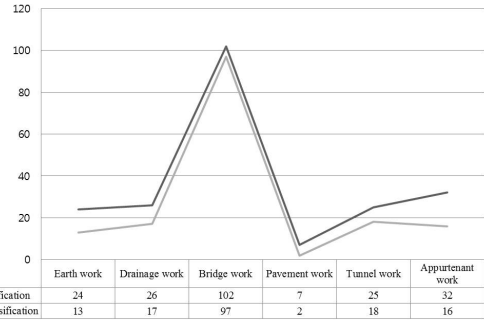


Fig. 5. Comparison analysis between primary classification and secondary classification

3.4 공종별 대안 통합 분류

건설VE는 유사 및 동일한 아이디어들이 반복적으로 적용된다. 이에 본 절에서는 각 공종별 반복 적용된 대안들과 아이디어 내용이 유사한 대안들을 통합 분류하였다. 그 결과 163건의 제안 중 64건 만이 추출되었다(Table 4).

Table. 4 Results by cost deviation standard

Division	Number	Ratio(%)	Rank
Earth work	10	12	3
Drainage work	10	12	3
Bridge work	17	26	1
Pavement work	2	2	6
Tunnel work	15	18	2
Appurtenant work	9	14	5
Total	64	100	

이상의 공종 중 교량공이 97건에서 17건으로 대폭 줄어들었다. 이는 교량공의 아이템들이 대부분 기술적 접근에 기반하는 유사한 아이디어들이 반복적으로 적용된 것에 기인한 것으로 분석되었다.

4. VE 대상 항목 표준화

본 장에서는 추출된 각 공종별 대안들을 친화도 기법을 활용하여 대표성을 가질 수 있는 VE 대상 항목으로 표준화하고자 한다.

4.1 분야별 아이템 추출 결과

각 분야별 최종 선정된 아이디어를 정리하였다(Table 5). 교량공(17건)이 가장 많았으며, 다음으로 터널공(15건), 토공(10건)의 순서로 추출되었다.

Table 5. Idea selection results for each part

Division	Selection Results
Earth work	1 Scope reduction and some sections tilt adjustment
	2 Adjust the height of the reinforced soil retaining wall
	3 Enhance a specific section
	4 Additional planning for separate section
	5 Gutter length adjustment
	6 Cut the ground and extending retaining wall
	7 Additional planning for inner part of separate section
	8 Slope reinforcement
	9 Slope changes according to the bedrock characteristics
	10 Changes in horizontal direction drainage system
Drainage work	1 Change of BOX size(reduction)
	2 Change of agriculture waterway(reduction)
	3 Passage culvert plan
	4 Excavation quantity reduction and Change the width of land(reduction)
	5 Corrugated steel modification
	6 Change of passage BOX
	7 Apply composite channel culverts
	8 Agriculture waterway pitching
	9 Change of corrugated steel composite
	10 Cutting minimization for gutter top part
Pavement work	1 Modification of member steel quantity
	2 Enhance soil filling height and reinforcement slab strengthening by section
Bridge work	1 Adjustment of pile quantity
	2 Adjustment of deck slab(main reinforcement) size
	3 Adjustment of girder(top flange) thickness
	4 Remove the bracket and reinforced slab
	5 Change(reduction) of Piers(base section) size
	6 Adjustment of the bridge extension
	7 Change of the design system
	8 Adjustment of deck slab(main reinforcement) scope
	9 Adjustment of pier foundation position
	10 Application of longitudinal bar and hoop reinforcement by each pier
	11 Tension bar of coping part by each pier
	12 Lower part main reinforcement hook exclusion and straight line bar placement
	13 Changing the form of bar placement for pier circular pillar reinforcement
	14 Stepwise reduction of the reinforced soil retaining wall
	15 Determination of thickness of steel pipe piles
	16 Main reinforcement application for coping
	17 Height plan of reinforced soil
Tunnel work	1 Bar placement of lining foundation reinforcement
	2 Change of the material of utility tunnel cap
	3 Adjustment of steel quantity for member section force
	4 Application of lattice Girder
	5 Change of tunnel starting point
	6 Reduction of open cut tunnel route
Appurtenant work	7 Modification of tunnel support section according to the reinforcement extension
	8 Modification of refilling reinforcing rod
	9 Reinforcement plan of steel pipe-reinforced multi-step
	10 Reinforcement of soil tunnel section
	11 Reflecting structure calculations for soil enhancement height
	12 Adjustment of concrete lining main reinforcement for tunnel cut and cover section
	13 Internal materials installation of tunnel wall
	14 Application of tunnel support pattern
	15 FRP reinforcement of soil slope, Interference and superposition for large diameter steel pipe-reinforced (tunnel ceiling part)
Appurtenant work	1 Remove guard fence
	2 Remove guard rail for inside part of separation section
	3 Reflective type soundproofing walls installation and length adjustment
	4 Installation of earth reinforcement retaining wall for direction section
	5 Application of L-type retaining walls in soundproofing walls
	6 Installation of sound absorption soundproofing walls
	7 Remove guard fence of separation section
	8 Minimization of earth reinforcement retaining wall
	9 Extension installation of prevention fence for falling stones

4.2 친화도법에 의한 VE 대상 Grouping

본 절에서는 친화도법(Affinity Diagram)을 활용하여 선정된 아이디어들을 VE 대상으로 Grouping하고자 한다. 친화도법은 “동일 주제에 대한 다양한 아이디어나 전망 자료를 종합하여 유사성이나 연관성에 따라 재분류하고, 문제에 대한 해결안을 제시하는 방법”³⁾으로 정의되고 있다. 다시 말해 서로 명확하지 않고 복잡하게 관련되어진 문제들을 서로 관련이 있는 것끼리 묶어서 구별하는 방법이다. VE 대상 선정은 효과적 기능분석 및 아이디어 발상을 위한 가치개선 영역을 선정하는 것이다. 이러한 측면에서 친화도법의 활용은 구체화된 아이디어에 대한 그룹화를 가능하게 함으로써 포괄적 VE 대상을 추출할 수 있다.

1) Earth work

Earth work는 유사 그룹화를 통해 Specific section을 비롯해 4가지 VE 대상이 추출되었다(Table 6).

Table 6. VE target choice results in the earth work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Earth work	Scope reduction and some sections tilt adjustment, Adjust the height of the reinforced soil retaining wall, Enhance a specific section, Additional planning for separate section, Gutter length adjustment, Cut the ground and extending retaining wall, Additional planning for inner part of separate section, Slope reinforcement, Slope changes according to the bedrock characteristics, Changes in horizontal direction drainage system	Enhance a specific section, Scope reduction and some sections tilt adjustment, Cut the ground and extending retaining wall	Specific section
		Additional planning for separate section, Additional planning for inner part of separate section	Separate section
		Adjust the height of the reinforced soil retaining wall, Slope reinforcement, Slope changes according to the bedrock characteristics	Slope
		Gutter length adjustment, Changes in horizontal direction drainage system	Drainage area

2) Drainage work

Drainage work는 Passage BOX, Culvert, Agriculture waterway의 3가지 VE 대상을 추출하였다(Table 7).

Table 7. VE target choice results in the drainage work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Drainage work	Change of BOX size(reduction), Change of agriculture waterway(reduction), Passage culvert plan, Excavation quantity reduction and Change the width of land(reduction), Corrugated steel modification, Change of passage BOX, Apply composite channel culverts, Agriculture waterway pitching, Change of corrugated steel composite, Cutting minimization for gutter top part	Change of BOX size(reduction), Change of passage BOX, Passage culvert plan, Change of corrugated steel composite	Passage BOX
		Corrugated steel modification, Apply composite channel culverts, Cutting minimization for gutter top part	Culvert
Drainage work	Excavation quantity reduction and Change the width of land(reduction), Agriculture waterway pitching, Change of corrugated steel composite, Agriculture waterway pitching	Excavation quantity reduction and Change the width of land(reduction), Change of agriculture waterway(reduction), Agriculture waterway pitching	Agriculture waterway

3) Pavement work

Pavement work는 Member, Soil filling, Strengthening part의 3가지 VE 대상을 추출하였다(Table 8).

Table 8. VE target choice results in the pavement work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Pavement work	Modification of member steel quantity, Enhance soil filling height and reinforcement slab strengthening by section	Modification of member steel quantity	Member
		soil filling height	Soil filling
		reinforcement slab strengthening	Strengthening part

4) Bridge work

Bridge work는 Foundation, Deck slab를 비롯해 7가지 VE 대상을 추출하였다(Table 9).

Table 9. VE target choice results in the bridge work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Bridge work	Adjustment of pile quantity, Adjustment of deck slab(main reinforcement) size, Adjustment of girder(top flange) thickness, Remove the bracket and reinforced slab, Change(reduction) of Piers(base section) size, Adjustment of the bridge extension, Change of the design system, Adjustment of deck slab(main reinforcement) scope, Adjustment of pier foundation position , Application of longitudinal bar by each pier, hoop reinforcement by each pier, Tension bar of coping part by each pier , Lower part main reinforcement hook exclusion and straight line bar placement , Changing the form of bar placement for pier circular pillar reinforcement, Stepwise reduction of the reinforced soil retaining wall, Determination of thickness of steel pipe piles, Main reinforcement application for coping , Height plan of reinforced soil	Adjustment of pile quantity, Change(reduction) of Piers(base section) size , Adjustment of pier foundation position , Determination of thickness of steel pipe piles	Foundation
		Adjustment of deck slab(main reinforcement) size, Adjustment of deck slab(main reinforcement) scope	Deck slab
		Remove the bracket and reinforced slab, Stepwise reduction of the reinforced soil retaining wall, Height plan of reinforced soil	Strengthening part
		Application of longitudinal bar by each pier, Application of hoop reinforcement by each pier, Tension bar of coping part by each pier , Changing the form of bar placement for pier circular pillar reinforcement	Pier
		Adjustment of the bridge extension, Change of the design system, Lower part main reinforcement hook exclusion and straight line bar placement	Design method and scope
		Adjustment of girder(top flange) thickness	Girder
		Main reinforcement application for coping	Coping

5) Tunnel work

Tunnel work는 Specific materials, tunnel starting point를 비롯해 8가지 VE 대상을 추출하였다(Table 10).

Table 10. VE target choice results in the tunnel work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Tunnel work	Bar placement of lining foundation reinforcement, Change of the material of utility tunnel cap, Adjustment of steel quantity for member section force, Application of lattice Girder, Change of tunnel starting point, Reduction of open cut tunnel route, Modification of tunnel support section according to the reinforcement extension, Modification of refilling reinforcing rod, Reinforcement plan of steel pipe-reinforced multi-step , Reinforcement of soil tunnel section, Reflecting structure calculations for soil enhancement height, Adjustment of concrete lining main reinforcement for tunnel cut and cover section , Internal materials installation of tunnel wall, FRP reinforcement of soil slope, Reinforcement of soil tunnel section, Reflecting structure calculations for soil enhancement height, Interference and superposition for large diameter steel pipe-reinforced (tunnel ceiling part)	Bar placement of lining foundation reinforcement, Modification of refilling reinforcing rod, Application of lattice Girder, Reinforcement plan of steel pipe-reinforced multi-step , Application of tunnel support pattern	Specific materials
		Adjustment of steel quantity for member section force	Member
		Change of the material of utility tunnel cap	Utility tunnel cap
		Change of tunnel starting point	Tunnel starting point
		Reduction of open cut tunnel route, Modification of tunnel support section according to the reinforcement extension, Adjustment of concrete lining main reinforcement for tunnel cut and cover section	Tunnel cut and Cover section
		Internal materials installation of tunnel wall	Tunnel wall
		FRP reinforcement of soil slope, Reinforcement of soil tunnel section, Reflecting structure calculations for soil enhancement height	Soil slope
		Interference and superposition for large diameter steel pipe-reinforced (tunnel ceiling part)	Tunnel ceiling part

3) 한국정보통신기술협회 정보통신용어사전, <http://word.tta.or.kr/terms/terms.jsp>

6) Appurtenant work

Appurtenant work는 guard fence, guard rail, soundproofing walls를 비롯해 4가지 VE 대상을 추출하였다(Table 11).

Table 11. VE target choice results in the appurtenant work

Division	Item	Similar grouping	VE Target
Appurtenant work	Remove guard fence, Remove guard rail for inside part of separation section , Reflective type soundproofing walls installation and length adjustment, Installation of earth reinforcement retaining wall for direction section, Application of L-type retaining walls in soundproofing walls, Installation of sound absorption soundproofing walls , Remove guard fence of separation section, Minimization of earth reinforcement retaining wall , Extension installation of prevention fence for falling stones	Remove guard fence, Remove guard rail for inside part of separation section , Remove guard fence of separation section	Guard fence, Guard rail
		Reflective type soundproofing walls installation and length adjustment, Application of L-type retaining walls in soundproofing walls, Installation of sound absorption soundproofing walls	Sound-proofing walls
		Installation of earth reinforcement retaining wall for direction section, Minimization of earth reinforcement retaining wall	Retaining wall
		Extension installation of prevention fence for falling stones	Prevention fence for falling stones

4.3 VE 대상의 표준화

본 절에서는 앞서 친화도법에 의해 추출된 VE 대상을 표준화하고자 한다. 이는 VE 대상에 대한 키워드와 효과를 제공함으로써 후행단계인 기능분석과의 연계성을 증대시키고 활용도를 높이기 위해서이다. 표준화는 제안 내용과 제안 목표를 기준으로 정리하였으며, 그 결과는 아래와 같다(Table 12).

Table 12. The results of the VE target standardization

Division	VE Target	Content ⁴⁾	Goal2 ⁵⁾
Earth work	Specific section	Change the way, Adjustment of reinforcement scope	Safety
	Separate section	Block Plan	Constructability
	Slope	Strengthening	Safety
Drainage work	Drainage area	Changes (length and type)	Functionality
	Passage box	Reduction and change	Utilization Constructability
	Culvert	Adjustment of change and scope	Utilization Maintenance Durability
Pavement work	Agriculture waterway	Reduction and adjustment	Constructability
	Member	Adjustment of Materials quantity	Safety
	Soil filling	Adjustment of height	Safety
	Strengthening part	Applied by section	Durability

Division	VE Target	Content	Goal2
Bridge work	Foundation	Adjustment and reduction	Safety Structural Safety, Durability
	Deck slab	Adjustment	Durability
	Strengthening part	Remove, scope changes and reduction	Durability and Safety
	Pier	Scope adjustment and change	Durability and Safety
	Design method and scope	Adjustment and method change	Structural Safety Durability
	Girder	Adjustment of thickness	Durability
Tunnel work	Coping	Material change	Structural Safety
	Specific materials	Method change and adjustment, material change, strengthening	Durability Safety
	Member	Adjust the amount of material	Economic efficiency(structural aspect)
	utility tunnel cap	Material change	Durability
	tunnel starting point	Change	Safety
	tunnel cut and cover section	Reduction, applied by section and material change	Safety Durability
	tunnel wall	Add materials	Durability
Appurtenant work	Soil slope	Material strengthening, section strengthening and adjustment	Safety Structural Safety
	Tunnel ceiling part	Interference check	Structural Safety
	guard fence, guard rail	Remove	Utilization and Economic efficiency(structural aspect)
Appurtenant work	soundproofing walls	Installation and adjustment, strengthening	Environment Constructability
	retaining wall	Specific section strengthening, scope reduction	Safety
	prevention fence for falling stones	Installation and adjustment	Safety

4.4 결과의 고찰 및 전문가 검증

본 연구는 사례분석을 실시하여 경제성과 공종별 대안 통합을 통해 잠재적 가치향상 영역을 추출하였다. 그 결과 교량공(32%), 터널공(23%), 부대공(18%), 배수공(18%)의 순서로 VE 대상 항목이 많은 것으로 나타났다. 그리고 후행단계에서 VE 대상에 대한 다양한 접근이 가능하도록 제안 내용, 제안 목표를 기준으로 표준화하였다. 표준화 결과 대부분의 VE 대상 항목별 제안 내용은 보강, 축소, 조정, 삭제 등이었으며, 목표는 안전성, 시공성, 내구성이 대부분을 차지하였다.

다음으로 제안방법의 타당성을 검증하기 위하여 VE 프

4) VE 대상에 의해 적용된 아이디어의 유형을 의미한다.
 5) VE 대상에 의한 적용효과를 의미한다. 여기서는 2차 및 3차 분류과정에서 경제성을 충족된 VE 대상이기 때문에 경제성은 따로 명기하지 않았다. 따라서 모든 VE 대상이 경제성을 확보하는 것으로 판단하면 된다.

로젝트 Workshop 3회 기간 동안 건설VE 전문가를 대상으로 심층 면담조사를 실시하였다. 면담조사 참가자는 VE 프로세스 중심의 이론과 실무를 겸비한 전문가 10인(CVS 보유 VE Leader 2인, Facilitator 2인, 분야별 VE 전문가 6인)이었으며, 주요내용은 접근 방법을 비롯해 5가지 분석 기준에 대하여 현행 보편적으로 적용되고 있는 VE 대상 선정방법인 비용모델(Cost Model)과의 비교를 중심으로 이루어졌다. 제시된 의견을 종합적으로 분석하여 정리된 내용은 아래와 같다(Table 13).

Table 13. Comparative analysis results with existing methods through experts interview

Division	Existing method	Proposal method
Approach method	Approach method by the project cost data	Approach method by similar performance data
Applicable standards	Selection of high-cost areas	High potential areas with potential to improve the value
Utilization result	Difficulty to select a specific VE object	Offers a high potential VE object
Possibility of linking with follow-up work	Connectivity lack with function analysis through simple high-cost areas identification	Connectivity reinforcement by providing effectively function analysis object
Reliability	Data accuracy can be the difference occurs because depends on project cost data	Securing high reliability of the data through the best practices utilization of real performance data

5. 결론

건설VE 업무의 중요도는 증대되고 있지만 복잡하고 대형화되는 건설공사의 특성상 VE실무 수행과정상에 다수의 어려움이 있다. 그 중 대표적 문제점이 가치개선의 잠재력이 높은 VE 대상을 선정하는 것이다. 이에 본 연구에서는 전문가 면담조사 결과를 바탕으로 이를 극복할 수 있는 Best Practice 기반의 VE 대상 선정 방법론(PVTCM)을 제시하였으며 그 내용은 다음과 같다.

첫째, 건설VE 사례를 분석하여 Cost Model을 기준으로 경제성이 우수한 대안을 선정한다. 둘째, 유사성을 기준

로 반복적으로 적용된 아이디어들을 통합하여 분류한다. 셋째, 추출된 각 공종별 아이탬들에 대하여 친화도 기법을 활용하여 VE 대상 항목으로 표준화한다.

제시된 방법론의 타당성을 검증하기 위하여 건설VE 수행 경험이 풍부한 전문가를 대상으로 접근방법, 적용기준, 적용결과, 후속업무 연계성, 신뢰도를 기준으로 현행 보편적으로 적용되고 있는 Cost Model 방법과의 비교분석을 위한 심층면담조사를 실시하였다. 그 결과 모든 평가항목에서 제안 방법론의 효용성이 높은 것으로 나타났다. 따라서 제안 방법론의 실무 활용도는 높을 것으로 판단되며, 향후 지속적인 실무 적용 및 모니터링을 통한 수정보완이 요구된다.

References

Kwon, B., Lee, D. and Chun, J., (2001). “A Study on the Improvement of Estimation Method of an Appraisal Standard to Select of the Subject in VE”, Proceedings of KICEM Annual Conference, KICEM, pp. 291-294

Kim, S. and Yang, J., (2012). “Process Development and Verification for Construction VE Object Selection of Performance-Oriented”, Korean journal of Construction Engineering and Management, KICEM, 13(4), pp. 25-32.

Yang, J. and Kim, S. (2005). “Improvement and Systematization of Pre-Study Work for Design Value Engineering in Construction Projects by Quality Function Deployment”, Korean journal of Construction Engineering and Management, KICEM, 6(4), pp. 122-132.

Yun, S., Son, B. and Min K. (2009). “Development of Design Value Engineering Process In the Subject Selection Phase using Classified Subject Selection Analysis Methods”, Proceedings of KICEM Annual Conference, KICEM, pp. 548-553.

요약 : 건설공사 VE 활동은 프로젝트 예산절감 및 성능향상 측면에서 핵심도구로 자리매김 하고 있으며, 이를 반영하듯 VE 적용대상이 확대되고 있는 상황이다. 따라서 건설VE의 효과적 활용을 위한 프로세스 및 운용기법에 대한 지속적 연구개발이 요구된다. 그 중 VE 대상 선정 방법은 건설VE 업무에서 핵심적 부분이다. 하지만 이것은 실무적 측면에서 활용성이 낮은 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 건설 VE 작업의 VE 대상 선정을 위한 새로운 방법(PVTSM)을 개발했다. 첫째, VE 실무자로 분석을 통하여 VE 대상 선정의 실질적 문제점을 분석한다. 둘째, 우수한 VE 사례를 분석하여 비용 모델 및 아이디어들 유사성을 기준으로 잠재력이 높은 VE 대상을 추출한다. 셋째, 각 공종별 아이탬들에 대하여 친화도 기법을 활용하여 VE 대상 항목으로 표준화한다. 본 연구는 위의 절차에 따라 적용된 결과에 대하여 대표적인 객체 선택 방법의 하나인 비용 모델과의 비교 분석을 위해 전문가 인터뷰를 실시했다. 분석 결과 제안방법이 기존방법에 비하여 실무적 측면에서 활용성이 상당히 높은 것으로 나타났다.

키워드 : 건설VE, VE 대상 선정 방법, 비용 모델, 아이디어들 유사성, 친화도 기법