

TRIZ를 활용한 설계VE의 효율적 추진방안

오재원(한국표준협회 본부장)*

김광수(한국교통대학교 교수)**

국 문 요 약

설계VE를 수행함에 있어서 아이디어 발상 단계의 한계사항을 지적하고, TRIZ와 적절한 연계를 통하여 보다 효과적인 방안을 모색하고자 한다. 창의적이고 체계적인 접근과 효율적인 아이디어 발상을 통하여, 보다 최적이 가까운 대안을 도출할 수 있는 설계VE/TRIZ의 추진절차와 단계별 업무내용을 제시하였다.

핵심주제어: 설계VE, 가치개선, 원가절감, 트리즈

I. 서론

국내 건설 설계 분야의 VE(Value Engineering, 이하 VE)는 대상에 대한 체계적인 접근, 기능분석 및 집단적 대안창출 등을 특징으로 기존의 원가절감 수단과는 구별되어 활용되고 있으며, 원가절감과 가치향상을 극대화시키기 위하여 실시되고 있다. “설계의 경제성에 관한 지침”은 이에 대한 제도적인 근거가 되고 있으며, “건설사업 가치 향상을 위한 설계VE 매뉴얼” 등은 VE 수행에 대한 기술적인 지침으로 제시되었다.

이러한 노력에도 불구하고 VE 수행결과는 단순한 교체, 삽입, 제거 등과 같은 형태를 취하고 있어, 기존 원가절감 결과와 크게 다르지 않다는 인식이 강하다. 이러한 잘못된 인식은 기능분석단계에서 아이디어 발상에 이르는 논리적인 연계 부족 대안창출에 있어서 각자의 분야를 뛰어 넘지 못하는 팀원들의 심리적인 타성, 기술적으로 해결점을 찾기 보다는 경험이나 직관에 의한 대안 창출 등에서 원인을 찾을 수 있다.

또한, 아이디어 발상 단계에서 집단창의성 기법으로 활용되고 있는 브레인스토밍(brainstorming)기법은 아이디어 도출과 아이디어 평가를 엄격히 구분하여 ‘양이 질을 낳는다(quantity breeds quality)’라는 주된 원리를 가지고 문제해결에 접근을 하고 있으나, 이러한 방법은 아이디어의 창의성에는 한계가 있다. 미국 메모리얼대 윌리엄 릴리언펠드 교수는 “브레인스토밍은 사람들이 각자 아이디어를 내는 경우보다 효과적이지 않다. 사람들을 한 명씩, 혹은 소집단, 대집단으로 나눠 문제에 대한 해결책을 내게 한 실험이 여럿 있었는데, 여러 사람이 모이는 브레인스토밍이 가장 판단의 질이 떨어진다고 하였다.

반면, TRIZ(Theory of Inventive Problem Solving, 트리즈, 이

하 TRIZ)창조적인 문제해결방법론으로 창의력을 후천적으로 학습함으로써, 문제해결을 위한 아이디어발상을 체계적으로 수행하는 기법이다. 문제를 정의하고, 기존의 여러 가지 발명 원리를 이용함으로써, 단계적인 과정에 따라 해결안을 도출하도록 유도한다. 국내에서도 특히, 제조분야에서 적용하여 많은 효과를 보고 있으나 아직, 건설 설계 분야에 적용된 사례는 미미한 실정이다.

본 연구에서는 설계VE를 수행함에 있어서 아이디어 발상 단계의 한계사항을 지적하고, TRIZ와 적절한 연계를 통하여 보다 효과적인 방안을 모색하고자 한다. 창의적이고 체계적인 접근과 효율적인 아이디어 발상을 통하여, 보다 최적이 가까운 대안을 도출할 수 있는 설계VE/TRIZ의 추진절차와 단계별 업무내용을 제시하는 것을 본 연구의 목적이다.

VE와 TRIZ의 개념은 제조분야에서는 그 활용을 통해 원가절감이나 품질향상 등의 효과를 보고 있으며, 제조업은 주로 소품종대량생산(小品種大量生産)이라는 특성으로 건설업에 비하여 그 적용이 용이하다고 할 수 있다. 반면, 건설업은 대량생산 체계가 아닌 주로 단품 생산체제이고 또한, 다양한 작업요소 등이 복잡하게 연계되어 있기 때문에 이를 활용하는데 여러 가지 제약을 받는다.

본 연구에서는 건설업의 특성을 고려하여, 그 효과를 극대화 할 수 있도록 설계VE 추진 절차 중에서도 아이디어 발상에 직접적으로 관련되는 단계만을 검토 대상으로 한다.

II. 이론적 고찰

2.1 설계VE 개요

* 책임저자, 오재원, 한국표준협회 본부장.

** 교신저자, 김광수, 한국교통대학교 산업경영공학과 교수, kskim@ut.ac.kr.

· 투고일: 2012-02-27 · 수정일: 2012-03-19 · 게재확정일: 2012-03-19

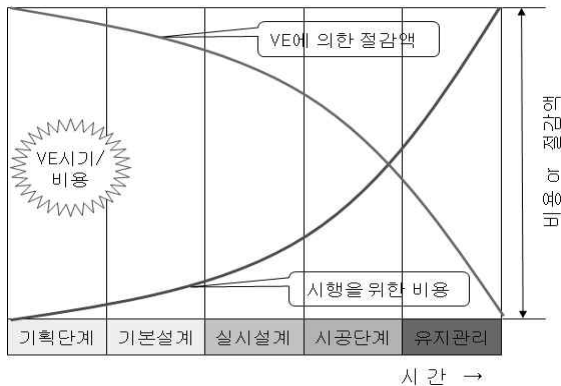
설계VE는 최저의 생애주기비용(life cycle cost)으로 시설물의 필요한 기능을 확보하기 위하여 경제성 및 현장 적용의 타당성을 기능별, 대안별로 검토하는 것으로 정의할 수 있다. 또한 설계VE는 건설공사의 품질, 기능 및 비용 등을 동시에 고려하는 창조적 대안 창출을 통해 대상공사의 가치를 향상 시키는데 그 목적이 있다.

2.2 VE 적용시기별 효과

일반적으로 VE가 적용되는 시기에 따라 비용절감 가능성 및 제안의 적용가능성이 영향을 받는다.

설계 초기단계일수록 설계내용이 확정되어 있지 않기 때문에 참신한 대안이 창출될 가능성이 높고, 제안된 대안이 적용될 여지도 높지만, 설계가 진행될수록 공정상의 제약 등으로 새로운 아이디어가 받아들일 여지는 좁아진다. 따라서 설계VE 적용으로 인한 결과를 극대화하기 위해서는 가능한 빠른 시점에 VE 검토를 시행한다.

VE적용이 빠를수록 비용절감 가능성은 커지는 반면에 적용이 늦을수록 변경을 위해 소요되는 비용과 저항이 증가 한다.



<그림 1> VE적용 단계별 효과

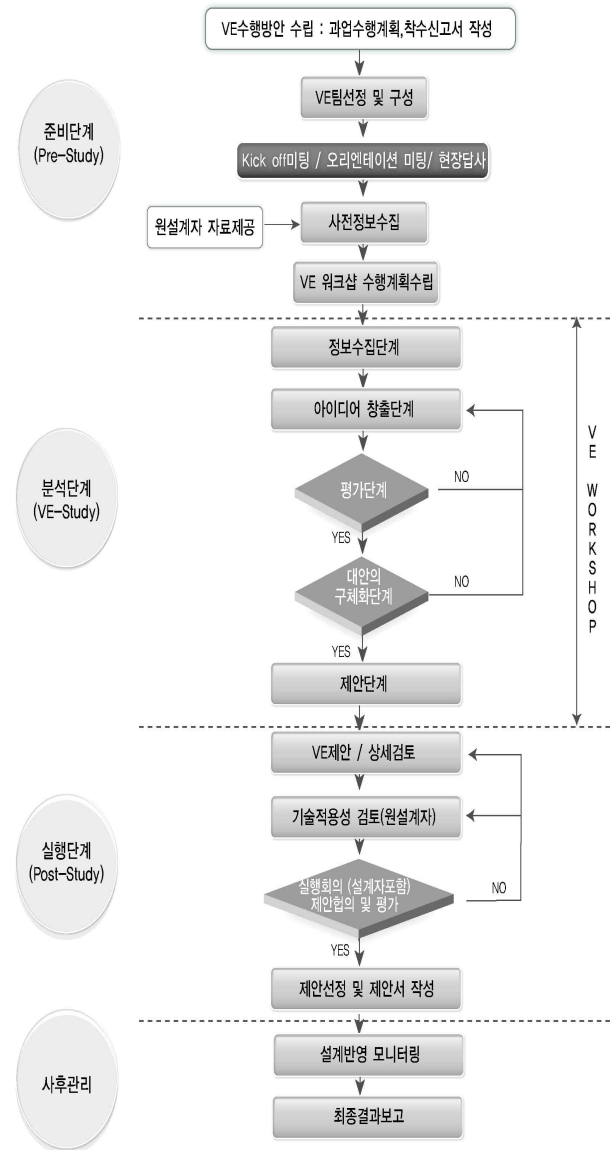
2.3 설계VE 추진 절차

설계VE 추진 절차는 VE Job Plan 표준절차에 따라 <그림 2>와 같이 준비단계, 분석단계, 실행단계, 사후관리단계로 나누어 실시하며, 각 추진 단계별 목표달성을 위하여 사용되는 운영기법은 해당 설계VE의 특성과 적합성을 검토하여 적용할 수 있다.

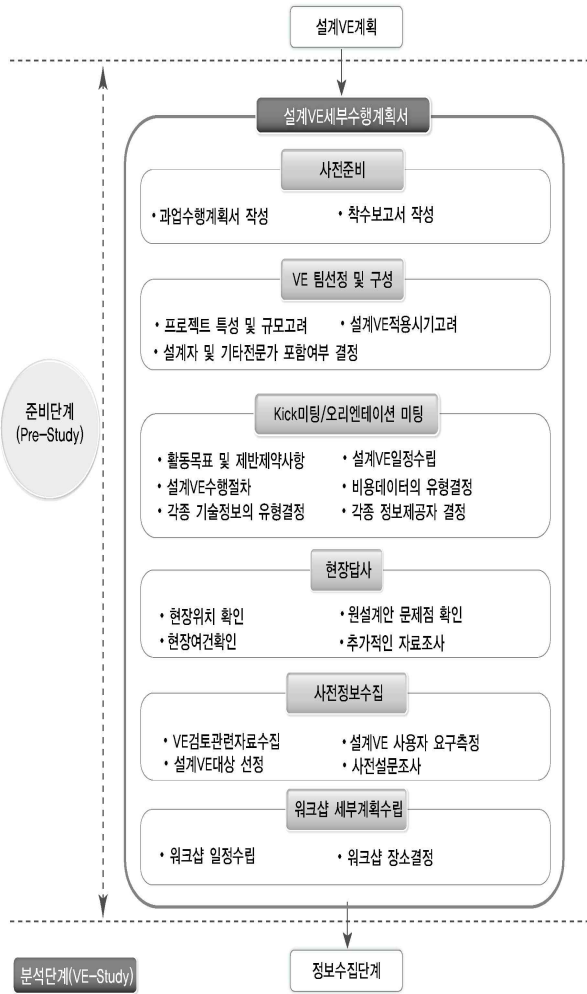
설계VE의 목적은 최저의 생애주기비용으로 최상의 가치를 달성하는 것이다. 이 목적을 달성하기 위한 설계VE의 수단으로는 여러 전문분야의 협력과 체계적인 프로세스를 통한 기능적 검토가 필요하다. 이러한 조직적인 노력과 기능적 검토를 보다 효율적이고 효과적으로 수행하기 위해서 각종 기법들이 활용된다.

2.3.1 준비단계(Pre-Study Phase)

준비단계의 주요 목적은 원활한 VE수행을 위하여 관련된 집단의 협력체계를 구축하고, 공동목표를 설정하며 VE분석단계에 요구되는 충분한 자료를 확보하는 데 있으며 준비단계에서는 오리엔테이션 미팅, 검토조직의 편성, 검토대상 선정, 검토기간 결정, 설계용역의 중간성과품 확보, 기타 관련정보와 자료 등을 충분히 수집하여야 한다.



<그림 2> 설계VE 추진절차



<그림 3> 설계VE 준비단계 주요절차

2.3.2 분석단계(VE Study Phase)

2.3.2.1 목적

분석단계에서는 VE Job Plan에 따라, 선정된 대상의 정보수집, 기능분석, 아이디어 창출, 아이디어 평가, 대안구체화, 제안(발표)을 단계별로 수행하여야 한다. 단계별로 다음과 같은 핵심사항을 고려한다.

2.3.2.2 정보수집단계

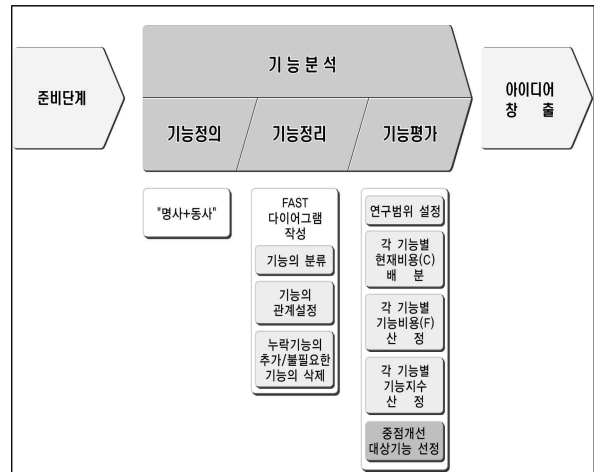
VE를 효율적으로 실행하기 위해서 VE 대상 프로젝트에 관한 정보를 충분히 파악하고 프로젝트에서 요구되는 기능을 명확하게 한 후 VE 효과의 가능성을 검토하는 것이 필요하다.

2.3.2.3 기능분석 단계

1) 기능분석개요

기능분석 단계의 목적은 VE대상 시설물에 대하여 기능정의 및 분류, 기능정리, 기능평가의 세 단계를 수행하여 프로젝트를 새로운 안목으로 관찰하게 하는 것이다. 이를 통하여 프

로젝트의 최종 목적과 수단이 정의되며 프로젝트에서 수행하는 기능간의 명확한 상관관계가 규명된다.



<그림 4> 기능분석의 절차

2) 기능정의 및 분류

기능정의는 필요한 기능을 명확히 하기 위해 시스템 및 그 구성요소들의 작용이나 역할을 언어구조상의 형식(명사+동사)으로 그 존립목적을 표현한다. 기능은 "명사+동사"의 조합으로 표현하며, 명사는 정량화가 가능한 표현을 사용하고, 동사는 팀 구성원의 사고의 폭을 넓힐 수 있도록 함축적이고 단순한 표현을 사용하도록 하고 기능정의 사례는 <표 1>과 같다.

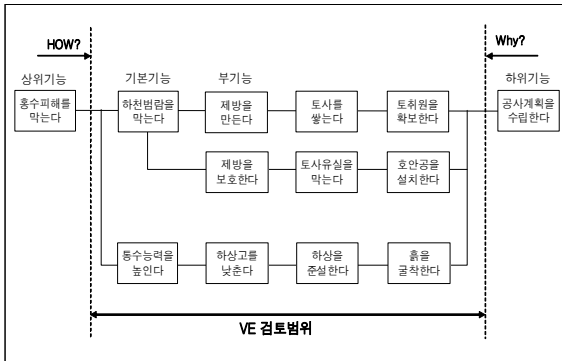
<표 1> 기능정의 및 분류 사례

대상	기능정의		기능분류		비고
	명사	동사	기본	2차	
토목 (부지)	대지면적을	확보한다	○		
	절성도를	출인다		○	
	기존 지형을	확보한다		○	
	주변환경과 조화를	이룬다		○	
	민원을	출인다		○	
	접근성을	쉽게 한다		○	
	- 종 략 -				
구조	안전성을	확보한다	○		
	내구성을	확보한다	○		
	시공성을	확보한다		○	
	경간을	단순하게 한다		○	
	투입을	줄인다		○	

3) FAST도 작성(기능정리)

"How-Why Logic"을 이용하여 기능간의 위계관계를 정리하여 이를 기능계통도(Function Analysis System Technique; 이하 FAST도)로 표현한다. 이렇게 FAST도를 작성하는 과정에서 불필요 기능 및 누락된 기능을 삭제 혹은 보완함으로써 상호 관계가 있는 기능들을 서로 Grouping하여 개선대상 기능을 찾아내고 아이디어 발상을 용이하게 한다.

FAST도 작성사례는 <그림 5> 와 같다.



<그림 5> FAST도 작성 사례(하천정비사업)

4) 기능평가

여러 기능들을 비교·평가하여 중점개선 대상기능을 선정하는 단계이다. 기능평가 단계에서는 기능정리를 통하여 규명된 대상 기능들을 비용 대비 효용의 평가 등 다양한 방법으로 비교·평가함으로써 비용 절감여지가 큰 기능(중점개선대상기능)을 선정한다. 이렇게 선정된 중점개선 대상기능은 아이디어 창출단계에서 아이디어 발상의 대상이 된다.

2.3.2.4 아이디어 창출

정보단계에서 수집된 정보와 기능분석을 통하여 선정된 개선대상 기능들을 달성할 수 있는 아이디어(대체방안)를 팀 구성원의 숙고를 통하여 가능한 많이 창출하는 단계이다.

아이디어 창출 방법은 브레인스토밍기법, 델파이법, 시네틱스법 등이 있으며 일반적으로 아이디어 모색단계에서는 기능평가를 통하여 도출된 중점개선 기능에 대해 브레인스토밍기법을 활용하여 기능별로 아이디어를 도출한다. 단, 이 단계에서 원설계자가 참여하는 것은 큰 도움이 안되는 경우가 많으므로 원설계자의 참여는 배제하는 것을 원칙으로 한다.

또한 아이디어 창출 시 주로 활용하는 브레인스토밍법은 “판단금지, 긍정적 분위기, 질보다 양, 타인의 아이디어에 편승” 등을 기본원칙으로 하고 있다.

2.3.2.5 아이디어 평가단계

아이디어 창출 단계에서 도출된 아이디어는 단순한 힌트에 지나지 않는다. 따라서 본 단계에서는 구성원들이 제안한 많은 아이디어를 개략적으로 몇 가지 기준으로 평가하는 단계라 할 수 있다. 여기서 선정된 아이디어는 보통 5~6가지 정도로 구체화되어 집약되는 것이 일반적이다.

2.3.2.6 대안구체화 단계

분석단계 중 대안구체화 단계는 아이디어 개략평가 단계에서 선정된 아이디어에 대한 구체적 조사분석을 통하여 제안서를 작성해 가는 과정이며 팀 구성원의 기술적 전문지식이 필수적으로 요구된다. 대안의 구체화는 선정된 대안들에 대한 구체적 검토를 통하여 스케치, 상세 계산 데이터, 소요비

용 및 기타 대안의 특성 등의 구체적인 검토를 통하여 대안으로 개발된다.

기술적 유효성 및 비용/성능 평가를 통하여 개발하는 대안의 효용성을 검토하여 최종 대안을 제안한다.

2.3.2.7 제안단계

제안단계는 발주청의 의사결정권자(발주청, VE담당자, 기타 VE책임자가 필요하다고 인정되는 자 등)와 대상사업의 설계팀에게 VE활동 결과인 추천 대안들을 제시하며 제시된 대안들을 받아들여도록 결정권자들을 설득하기 위한 단계로 간결하고 사실적이며 정확해야 한다

2.3.3 실행단계(Post-Study Phase)

2.3.3.1 목적

분석단계에서 제시된 각 VE 제안의 실행에 대한 검토 후 최종 제안하는 단계로서 VE 수행을 마무리하는 아주 중요한 단계이다. 일반적으로 분석단계의 VE활동이 끝나면 실질적인 VE활동이 종료되는 것으로 인식하고 있으나 실행단계에서 VE 제안에 대한 처리계획을 수립하여 이를 반영한 VE제안서를 작성 제출한다.

2.3.3.2 VE제안 승인

VE책임자는 VE워크숍 수행을 통해 개발된 VE제안을 정리하고 대안별로 가치분석을 수행하여 검토한 이후 실행회의를 개최한다. 실행회의는 발주처 담당자, VE책임자, VE팀원, 원설계자가 참여하여야 하며 제안된 개별대안에 대하여 검토하여야 한다.

제안된 대안의 처리방법은 채택, 기각, 재검토 등으로 구분한다. VE대안별 실행조치 양식을 작성하여 실행회의 결과를 정리하며 VE제안 선정결과를 반영하여 VE제안서를 작성한다.

2.3.3.3 VE제안서 작성

실행단계의 절차에 따라 검토되어 최종 승인된 VE제안 내용을 포함하여 VE제안서를 작성해야 한다. VE 검토조직은 설계VE를 시행한 결과로 설계의 경제성 등 검토제안서와 life cycle cost절감·가치향상 제안서 및 VE제안서를 작성하여 발주청에 제출한다. VE제안서는 요약보고서와 표준보고서로 분류할 수 있으며, <표 2>와 같은 내용을 포함하여 작성할 수 있다.

<표 2> VE 제안서 및 최종 VE 보고서 수록 항목

구분	개요보고서 (최소한의 내용)	표준 보고서	종합보고서
VE 제안서	<ul style="list-style-type: none"> • 실행계획 요약서 • VE제안 요약서 • VE제안서와 실행제안서 • VET팀원 	개요보고서 내용포함 <ul style="list-style-type: none"> • 프로젝트 기술서 • VET팀 의견서 • 기능개통도 • 기능평가 • 아이디어/평가표 • 견적서 사본 • 검토된 설계도서 목록 	표준보고서 내용포함 <ul style="list-style-type: none"> • 서론 • 적용된 VE기법 설명
최종 VE 보고서	개요보고서 내용 포함 <ul style="list-style-type: none"> • VE제안 처리 결과 	표준보고서 내용 포함 <ul style="list-style-type: none"> • VE제안 처리결과 • 교훈 	종합보고서 내용포함 <ul style="list-style-type: none"> • VE제안 처리결과 • 교훈

<표 3> 발명의 수준과 그 비율

등급	발명의 수준	비율(%)	요구되는 지식	문제해결에 필요한 원리의 수
1	발견	1	모든 지식	1,000,000
2	신개념	3	산업 외 지식	100,000
3	획기적인 개선	18	산업 내 지식	1,000
4	작은개선	45	집단적 지식	100
5	자명한 해결책의 선택	32	개인적 지식	10

2.3.4 사후관리

2.3.4.1 목적

채택된 제안을 설계에 반영하고, 그 결과를 정리한 최종 VE 보고서를 VE 담당관이 VE 책임자로부터 제출받아 VE 시행 부서에 전달하는 단계로서 VE 적용에 대한 효과를 종합적으로 검증하는 단계

2.3.4.2 후속 조치 활동절차

가치대안의 결과를 추적하고 감독하는 것은 프로젝트 관리 자나 VE담당자의 책임이며, 어떤 경우에는 실행과정 중 가치 대안에 문제가 발생할 수 있으므로, 이에 대한 해결을 위해서는 항상 실행과정을 모니터링하고 문제발생시 즉시 해결할 수 있도록 적극적으로 대응한다.

2.4 TRIZ를 활용한 과학적 문제해결

2.4.1 TRIZ의 개념 및 기본원리

2.4.1.1 TRIZ의 발생배경 및 개념

TRIZ는 1946년부터 구 소련의 Genrich Altshuller (겐리히 알트슐러)가 전 세계의 특허 150만 건을 분석하여 나름대로 법칙을 세웠는데, 약 4만 건 정도가 창조적 발명이었고, 나머지는 대부분 이미 존재하는 다른 분야의 해결 대안들을 이용하였다는 사실을 확인 하였다. 이러한 분석을 통해 알트슐러는 발명의 개념을 재 정의하고, 문제해결과 그 혁신의 수준, 문제해결의 유형 및 시스템 진화 패턴(pattern) 등을 정립하였다.

알트슐러는 발명을 시스템의 특정 기능을 개선하고자 하면 다른 기능이 악화되는 모순(Contradiction) 상황을 해결하는 것으로 정의하였다. 전 세계의 특허를 조사하여 이를 5단계로 구분하여 분포비율과 요구되는 지식영역에 따라 분류한 결과 <표 3> 과 같이 정리되었다.

150만 건의 특허를 산업영역과 무관하게 다섯 개의 수준으로 분류하였는데 이중 1등급은 1%에 해당하는 것으로, 기존에 없던 법칙이나 원리를 발견한 결과이다. 예를 들면, 비행기, 컴퓨터 등이 이에 해당된다. 이러한 완전히 새로운 개념이나 기술을 발견/발명하기 위해서는 요구되는 지식이 그 만큼 다양하고, 그의 모든 분야의 지식이 활용되어야만 가능하다.

2등급에 해당되는 발명은 지금까지 없었던 새로운 개념의 발명으로 여러가지 원리를 활용하여 모순을 제거한 결과이며, 3%가 여기에 해당되었다. TRIZ는 이상의 발명 및 발견을 정리하여 정립한 이론이며, 3등급 이하는 기존의 원리를 활용하여 발전시킨 수준이다. 따라서 3등급 이하의 문제는 TRIZ를 활용하여 해결이 가능하다.

2.4.1.2 기술진화의 유형

시스템은 어느 정도 객관적인 유형을 따라서 진화 또는 발전한다. 알트슐러는 서로 다른 분야에서 기술의 발전이 비슷한 유형을 가지고 발전하는 것을 파악하고, 아래와 같은 8가지 기술진화 유형을 제시하였다.

- ① 기술탄생>성장>성숙>쇠퇴라고 하는 라이프 사이클을 걷는다.
- ② 이상성(Ideality)을 증가시키는 방향으로 진화
- ③ 각각의 시스템요소는 각각 다른 형태로 진화
- ④ 역동성(Dynamism)과 제어성(Controllability)을 증가시키는 방향으로 진화
- ⑤ 복잡성의 증가와 단순화
- ⑥ 조화와 부조화의 요소를 포함하면서 진화
- ⑦ 장(Field)의 사용 증가와 미세수준(Micro-Level)으로 진화
- ⑧ 인간의 개입을 감소시키는 방향으로 진화

이러한 기술진화의 유형은 개선대상이 앞으로 어떻게 변화할 것인지에 대한 청사진을 제공함으로써 개선방향을 가능하게 해준다.

2.4.1.3 TRIZ의 기본원리

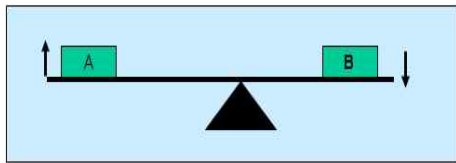
TRIZ는 문제를 모순의 관계로 재 정의하여 이를 해결하는 프로세스이며, 기존에 축적된 지식을 활용하는 특징을 가지

고 있다. 시스템이나 대상을 “39가지의 표준 특징”으로 파악하고 개선하려는 특징과 악화되는 특징의 관계를 극복하는 것이다. 여기에는 특히 분석을 통해 정리된 “40가지 발명원리”, “모순행렬”, “분리의 원리”, “과학적 효과” 등이 문제해결의 실마리를 제공하는 지식으로 활용된다.

2.4.2 TRIZ의 문제해결 과정

2.4.2.1 기술적 모순(Technical Contradiction)의 해결

기술적 모순은 모순 행렬을 이용하여 해결한다. 시스템 표준의 특징은 기술적 모순을 정의함에 있어서, 상호간에 ‘악화되는 표준특징(degraded feature)’과 ‘개선하려는 표준의 특징(feature in need of improvement)’으로 대조된다. 즉, 39가지의 표준특징들을 상호 항목 간에 서로 모순적인 관계를 갖는다. 이를 매트릭스로 표현한 것이 모순행렬(Contradiction Table)이다.



<그림 6> 기술적 모순의 개념도

<표 4> 는 모순행렬의 일부를 나타낸 것으로 39가지의 표준특징이 상호 모순의 관계에 놓일 때, 그 해결책으로 40가지 발명 원리를 제시하고 있다.

예를 들어, 시스템의 특징을 분석한 결과 개선하려는 표준특징이 개선하려는 표준의 특징이 ‘38 자동화의 정도’이고, 그에 따라 악화되는 표준특징은 ‘2 고정된 물체의 무게’라 정의 한다면, 38번과 2번의 표준특징을 모순으로 가지는 시스템은 28, 26, 34, 10번의 발명원리를 통해 모순을 해결할 수 있다.

<표 4> 모순행렬의 예

개선하려는 표준특징 \ 악화되는 표준특징	1. 움직이는 물체의 무게	2. 고정된 물체의 무게	...	38. 자동화의 정도	39. 생산성
1. 움직이는 물체의 무게	-	-	...	26, 35 18, 19	35, 3 24, 37
2. 고정된 물체의 무게	-	-	...	2, 26 35	1, 18 15, 35
....
38. 자동화의 정도	28, 26 28, 35	28, 26 34, 10	...	-	5, 12 35, 26
39. 생산성	35, 26 24, 37	28, 27 15, 3	...	5, 12 35, 26	-

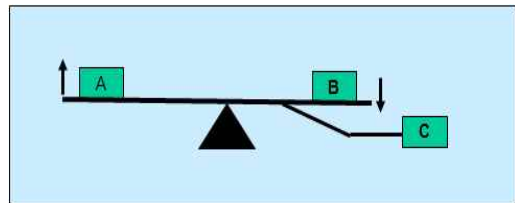
기술적인 모순의 해결 예로서는 자동차의 경우출력과 연비의 기술적 모순이 존재하고 있다. 이에 대하여 일본의 혼다 자동차는 40가지 발명원리의 1번 원리 분할(쪼개어 보다)과 15번 자유도 증가(동적으로 변화하다)원리를 동시에 사용하였다. 3000cc를 넘어가는 고급 승용차의 경우 엔진의 실린더 수

(피스톤 수)는 4개가 아닌 6개로 하였다.(VCM 기술)혼다는 6개의 실린더를 모두 다 작동시키지 않았다. 실린더 2개를 나머지 4개의 실린더로부터, 독립적으로 작동할 수 있게 하였다. 평상시에는 4개만 작동하고, 언덕을 올라가거나 고속도로에서 높은 속도로 주행 할 때는 6개의 실린더가 모두 작동하여 충분한 힘을 발휘한다. 4개의 실린더가 작동 할 때와 6개의 실린더가 작동 할 때가 나뉘어져 있어 엔진의 동작에 있어서 자유도가 증가하게 된 것이다.

2.4.2.2 물리적 모순 해결

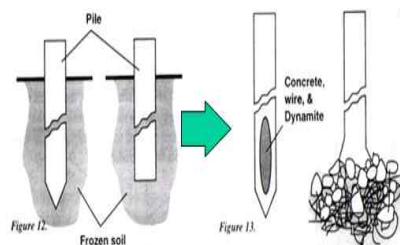
물리적 모순이란 대상물의 동일변수가 배타적 상태로 서로 대립되지 않으면 안 되는 경우이다. 예를 들어, 건물의 기초 공사에 말뚝을 박을 경우 잘 박히기 위해서는 끝이 뾰족해야 하지만, 건물을 지지하기 위해서는 끝이 무딘 것일수록 유리하다. 즉, 말뚝기초의 끝은 뾰족해야 하면서 무뎌야한다는 물리적 모순을 갖게 된다. 이렇게 하나의 개체가 동시에 서로 다른 상태를 요구하는 경우를 물리적 모순이라 한다. 물리적 모순에 대한 해결은 다음과 같은 4가지 분리 원리를 이용한 다.

- ① 시간에 의한 분리
- ② 공간에 의한 분리
- ③ 부분과 전체에 의한 분리
- ④ 조건에 의한 분리



<그림 7> 물리적 모순의 개념도

물리적 모순의 해결 예로서는 러시아는 기온이 전반적으로 낮아 지반이 단단히 굳어 있는 경우가 많다. 이러한 경우 건물의 기초공사에 해당하는 말뚝을 땅속에 박을 때 말뚝의 끝은 그림과 같이 뾰족해야 한다. 하지만 끝이 뾰족한 경우 말뚝은 박히고 난 뒤 말뚝이 쉽게 빠지거나 흔들 흔들 하여 안정적인 말뚝의 기능을 하지 못한다. 즉, 말뚝의 끝은 뾰족해야 하기도 하지만 동시에 뾰족하지 말아야 한다. 이것이 물리적인 모순이다.



<그림 8> 물리적 모순의 해결 예(말뚝 박기)

이에 대한 해결 방안으로서는 시간에 의한 분리의 원리를 이용하여 말뚝의 뾰족한 끝 부분에 다이아미터를 설치하여 다 들어 간 후에 다이아미터를 폭파시켜 말뚝의 끝이 불규칙적인 모양이 되게 한다. 말뚝이 안정되게 땅 밑에 박혀 있게 되는 것이다. 쉽게 들어가지만 절대 뽑히지 않는 완벽한 말뚝이 된다.

2.4.2.3 ARIZ(Algorithm of Inventive Problem Solving)

ARIZ는 창조적 문제해결 알고리즘(Algorithm for TRIZ)이란 뜻의 러시아 말의 머리글자로서 알트슐러에 의해 개발된 TRIZ 기법의 총체라 할 수 있으며, 특히 복잡한 문제를 해결하기 위한 기법이다. 문제를 기술적인 모순이나 물리적 모순으로 치환하고, 다시 이상적인 해결안을 명확히 하여 본질적인 문제해결을 시도해 가는 알고리즘이다. 문제를 해결하기 위해 활용 가능한 여러 TRIZ 개념과 도구를 순차적으로 활용하는 것이다.

<그림 9>은 이러한 ARIZ의 수행과정을 도식화한 것이다.



<그림 9> ARIZ의 수행과정

이상과 같은 TRIZ의 문제해결 과정을 종합해 보면, TRIZ는 분야를 초월하여 해결을 모색하며, 문제해결을 위한 적절한 지식을 활용한다는 것이 기존의 아이디어발상 기법과는 다른 특징이다. 문제의 해결을 위해 제시된 여러 도구나 절차는 특허를 통해 정립된 원리를 찾기 위한 과정이라 할 수 있다.

III. 설계VE/TRIZ 추진절차

3.1 설계VE의 아이디어발상과 TRIZ 연계방향

3.1.1 설계VE와 TRIZ의 특징비교

설계VE는 대상에 대한 분석과정을 단계적으로 수행하는 체계적인 기법이며, 수행과정에 참여하는 것 자체가 아이디어

발상에 직접적인 영향을 미친다. 즉, 가치향상의 여지가 있는 요소를 발견해 나가는 과정에서 문제의식을 갖게 되고, 이러한 문제의식은 수행자로 하여금 스스로 문제를 판단하여 대안을 도출하도록 유도한다. 기능적인 접근은 분석대상에 요구되는 기능을 명확히 하고 기능간의 관계와 우선순위를 파악할 수 있게 한다. 따라서 해결대안의 수준을 높이기 위해서는 이러한 순차적인 절차를 거치는 것이 매우 중요하다. 또한 도출된 아이디어에 대한 평가방법이나 시설물에 대한 LCC분석 등은 TRIZ에서는 찾아보기 힘든 사항이다.

반면, TRIZ는 문제를 해결하는 기법이지만 무엇을 개선대상으로 할 것인가 판단기준이 분명하지 않다는 단점이 있다. 설계VE는 무엇(what)이 문제인가에 대해 명확히 하는 장점이 있고 TRIZ는 어떻게(how) 해결할 것인가에 대한 방법론이다. 따라서 2개의 기법은 문제검토와 문제해결의 대표적인 특성으로 정리 될 수 있다.

TRIZ는 문제해결기법의 성격이 강하기 때문에, 기존의 설계VE의 문제해결 기법으로 활용된 브레인스토밍과 비교할 필요가 있다. <표 5>은 브레인스토밍과 TRIZ를 상호 비교한 결과를 보여준다.

<표 5> 브레인스토밍과 TRIZ의 비교

구분	브레인스토밍	TRIZ
배경	마케팅 분야	자연과학, engineering
요구지식	사회과학(심리학, 행동학, 경제학, 조직구성 등)에 관한 지식	자연과학(물리, 화학, 수학 등)
주요 원리	양(量)이 질(質)을 낳는다	좋은 아이디어는 극히 일부다
사고수단	직관, 논리적인 비약, 자유분방함, 확산	단계적, 과학, 논리, 분석
창출자	Group thinking	근본적으로는 개인
규칙	4가지 규칙	프로세스, 테크닉, 데이터를 종합하는 방법론
아이디어의 근원	그룹을 구성하는 팀원의 지식	특허에 대한 분석으로 도출된 발명원리
사고의 방향	어떠한 지지도 없으며, 다양한 방향에서 접근	이상성(ideality) 추구
원리습득에 필요한 시간	1시간 이하	수 시간
오류의 발생	축적된 지식의 부족	절차상의 오류

3.1.2 설계VE의 문제인식 오류

3.1.2.1 문제인식과 문제정의의 차이

설계VE의 기능분석 단계에서 VE 팀원은 문제를 “비용절감”으로 인지하는 경우가 많다. 하지만 그것은 문제가 아닌 해결책이라고 말할 수 있다. VE 수행 과정에서의 문제정의가 제대로 이루어지지 않기 때문에 나타나는 현상이며, 그 결과 해결안 보다는 대체안이 도출되기 마련이다.

3.1.2.2 불필요기능의 간과

기능분석단계에서의 기능정의, 기능정리, 기능평가 과정은 제공해야 할 기능에 초점이 맞추어져 있다. 따라서 대상의 불필요기능을 제거해야 할 필요성과 불필요기능을 제거함으로써 시스템 전반에 미치는 영향은 거의 고려되지 않고 있는 실정이다.

3.1.3 설계VE 아이디어발상의 한계

3.1.3.1 브레인스토밍의 한계

아이디어발상 단계에서 이루어지는 브레인스토밍은 여러 가지 제약사항을 가지고 있다. 브레인스토밍은 매우 유연한 기법으로, 원칙은 있으나 그 절차가 따로 없다. 이것은 자유로운 발상을 유도하기 위한 목적에서 기인한다. 그러나 집단 창의성을 활용하는 브레인스토밍의 장점이 오히려 방해요소가 될 수 있다. 이러한 사항을 정리하면 <표 6>과 같다.

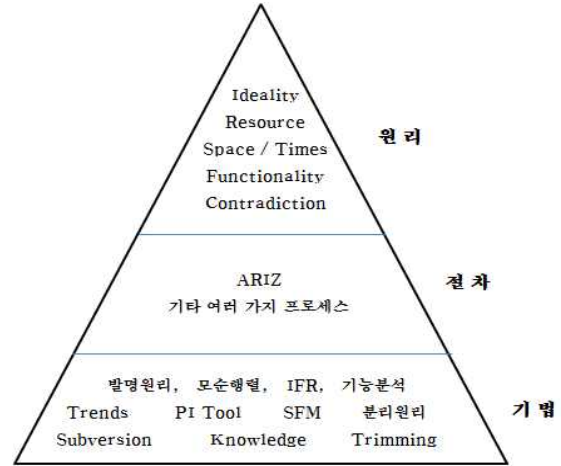
<표 6> 브레인스토밍에 대한 역기능

브레인스토밍원칙	역기능	관련 내용
집단지적인 활동	생산 차단 효과	타인이 제시하는 아이디어를 경청하게 되면, 정신이 산만해져서 자신의 아이디어를 잊어버림
아이디어의 편승	확실적 사고	다른 구성원들의 영향을 받아서 유사한 패턴으로 사고가 정형화 됨
평가 판단 유보	사회적인 변동성	다른 구성원에 의지하여 소극적인 참여
자유 분방한 발상	평가 불안	다른 사람들의 아이디어를 모니터링하고 자신의 아이디어에 대해서도 자기검열 실시
양이 질을 낳는다	비효율성	다수의 아이디어가 무익하거나 주제와 관련 없는 아이디어인 가능성 내포

VE 팀원으로서 각 분야의 전문가들이 도출하는 아이디어의 한계는 문제에 대한 해결보다는 직관이나 경험을 통해서 가장 적절하다고 판단되는 안을 중용의 입장에서 제시하게 된다. 따라서 이런 아이디어는 새로운 것을 적용하기보다는 기존의 것을 대체하거나 제거하는 단순한 형태를 취하기 마련이다.

3.1.3.2 TRIZ 활용의 문제점

TRIZ는 체계적인 문제해결기법으로 널리 활용되고 있지만, 관련된 원리와 절차, 그리고 기법들이 너무 많기 때문에 복잡하고 난해하게 인식될 가능성이 높다. <그림 10>은 TRIZ와 관련된 여러 가지 원리와 기법들이 매우 다양하다는 것을 보여주고 있으며, 따라서 적절히 선별하여 적용하는 것이 효율적인 것으로 판단된다.



<그림 10> TRIZ의 원리와 절차 및 기법

3.1.4 설계VE와 TRIZ의 연계방향

3.1.4.1 수행업무의 개선

(1) 설계VE에 추가되는 TRIZ의 개념

건설업은 거대한 시스템으로 볼 수 있기 때문에 전면적인 검토를 통해 주요 개선대상을 찾아내는 것이 필수적이며, TRIZ를 통해 아이디어발상을 하기 위해서는 문제제약이 이루어지는 기능분석단계부터 TRIZ의 주요개념이 적용되는 것이 적절하다.

(2) 설계VE의 특징을 고려한 TRIZ 제한적인 적용

<표 7>은 기술적인 모순과 물리적인 모순 해결을 위해 활용된 문제해결 방법의 사용빈도를 보여준다. 즉, 기술적인 모순이나 물리적인 모순에 대한 문제해결은 모순행렬과 분리의 원리를 가장 빈번하게 활용하고 있음을 알 수 있다.

또한, TRIZ의 여러 가지 사용목적에 따라 분류하면 다음과 같다. 이 중에서 모순해결과 관련된 모순행렬, 분리의 원리, SFM을 이용할 것을 제안한다.

<표 7> 기술적인 문제해결에 활용된 기법의 비율

모순형태	문제 개수(개)	문제해결 방법			
		모순행렬	분리의 원리	ARIZ	SFM
기술적인 모순 (TC)	212	180	-	21	49
물리적인 모순 (PC)	64	-	119	9	12
TC & PC	43	132	74	15	31

3.1.4.2 아이디어발상의 체계화

브레인스토밍은 전형적으로 시행착오를 통해 문제를 해결한다는 점에서 TRIZ와 차이가 있다. 그러나 브레인스토밍은 여러 가지 단점을 가지고 있음에도 불구하고, 가장 흔하게 사용되고 있으며 효과를 보고 있는 것이 사실이다. 따라서

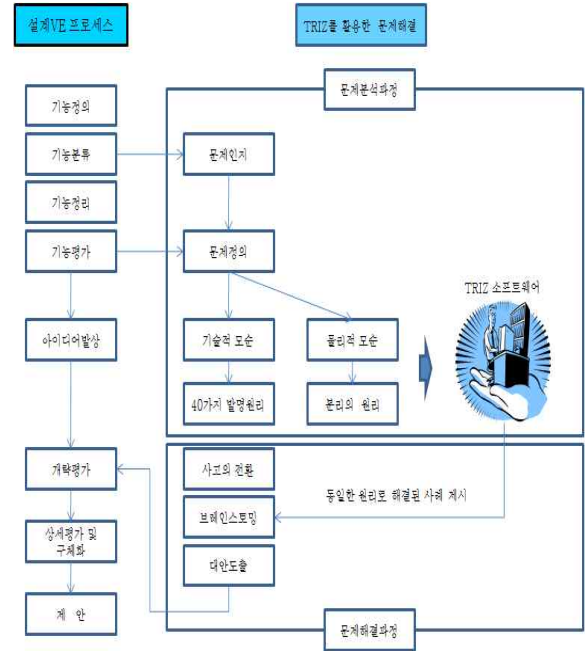
TRIZ를 활용한 설계VE/TRIZ 추진 절차상에서 브레인스토밍의 원칙을 적극 활용하고자 한다.

<표 8> TRIZ의 기법과 사용목적

사용목적	모순 매트릭스	분리의 원리	SFM	Effects	Trends	ARIZ
원인 탐색			●	●		●
측 정			●	●	●	●
모순 해결	●	●	●			●
적용 부재	●		●	●	●	●

3.2 설계VE/TRIZ 추진절차

<그림 11>은 설계VE/TRIZ의 추진절차를 도식화 한 것으로써, 설계VE의 아이디어발상 단계에서 기존의 브레인스토밍의 한계를 극복하기 위하여 TRIZ 기법을 접목한 절차로서, <그림 11>의 ‘문제분석과정’에 나타내었다.



<그림 11> 설계VE/TRIZ 활용 프로세스

3.2.1 기능분석 단계와 문제파악

3.2.1.1 기능정의/기능분류 단계와 유해기능

(1) 1차 기능, 2차 필수 기능, 2차 기능

설계VE에서의 기능정의는 대상에 대한 요구기능만을 다루고 있다. ‘기본기능’을 ‘1차 기능’으로, 보조기능을 ‘2차 필수 기능’으로, 유해한 기능이나 불필요한 기능은 ‘2차 기능’으로 정의할 것을 제시한다.

이것은 반드시 필요하지 않은 기능에 대한 문제의식을 제공하기 위함이며, 이에 대한 제거나 변환을 고려하는 것이 적절하다.

(2) 일시기능, 항시기능의 분류

기능분류는 기능의 중요도에 따른 구분이다. 설계VE에서 시스템에 대해 정의하는 여러 가지 기능 중에는 시간이나 공간, 조건에 따라서 동일한 기능이 불필요하거나 유해한 기능이 될 수도 있다. 이것은 TRIZ의 물리적 모순해결에서 시간적인 분리와 비슷한 개념으로 해석된다. 즉, 기능정의 과정에서 시간적인 개념을 적용하면 물리적인 모순을 발견할 수 있게 된다.

3.2.1.2 기능정리와 기능평가를 통한 문제해결

(1) FAST상에서 2차 기능 제거

기능정의와 분류가 이루어진 기능들은 기능정리를 통해 기능들 간의 상호관계를 파악하는데, 2차 기능으로 정의된 유해기능을 다른 기능을 저하시키지 않고 제거할 수 있는 방법을 모색한다. 즉, 이것은 TRIZ의 기술적/물리적인 모순관계로 재 정의될 수 있다.

(2) 모순관계의 기능파악

FAST 다이어그램은 기능들 간의 논리적인 관계를 도식화한 것이다. 따라서 FAST상에서는 상호 모순되는 기능들을 파악하기가 용이하다. 예를 들면, 공동주택의 기능에는 ‘프라이버시를 확보한다’ 라는 기능이 있을 수 있고, 또한 ‘이웃과 친목을 형성한다’ 라는 기능이 동시에 요구되기 마련이다. 따라서 FAST상에서 모순관계에 있는 기능 파악이 가능하다.

(3) TRIZ의 원리활용

모순은 기술적인 모순과 물리적인 모순으로 구분하는데, 기술적인 모순의 경우에는 40가지의 발명의 원리를 활용하고 물리적인 모순은 분리의 원칙을 활용한다. 또한 모순이 정의되고 해당원리가 선정되면 TRIZ 소프트웨어에서 제공하는 여러 가지 사례들을 브레인스토밍 과정에 제공한다.

3.2.2 아이디어발상 단계에서의 문제해결

문제가 정의되고 나면, VE 팀원들은 문제를 해결하기 위한 브레인스토밍을 시작한다. 모순을 해결하기 위해 활용 가능한 원리와 관련된 여러 가지 사례들이 TRIZ 소프트웨어를 통해 제시됨으로서, 문제 해결원리를 보다 쉽고 빠르게 이해할 수 있고, 다양한 자원(resource)활용을 고려할 수 있게 된다.

3.2.3 설계VE/TRIZ 활용 가능성 검토(면담조사)

본 연구가 설계VE와 TRIZ라는 두 개의 이론을 연계시킨다는 점을 고려하여, 설계VE 전문가 입장과 TRIZ 전문가 입장에서 각각 의견을 수렴하였다.

면담조사 결과, 설계VE 전문가들은 브레인스토밍 과정의 한계를 인식하고 TRIZ를 활용하여 브레인스토밍을 실시하는 것

이 적절하다고 판단하고 있으며, 양질의 대안을 창출하기 위해 기능분석 과정에서의 약간의 업무변화 역시 수용할 만한 것으로 인식하였다. TRIZ 전문가들은 건설 분야에 대한 경험은 없으나, 설계VE에 활용하면 여러 가지 효과를 얻을 것으로 전망하였다. 면담 결과를 종합하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 면담결과 종합

구분	주요 내용	의견
VE 전문가	유해한 기능에 대한 정의	실시하는 것이 바람직하다
	개선안 도출보다 문제로 인식	동기부여가 증가하고 양질의 아이디어 기대
TRIZ 전문가	브레인스토밍과 TRIZ 연계	창의적인 아이디어 증가, 대안의 수 증가
	가장 효율적인 절차와 원리	ARIZ, 40가지 발명의 원리, 유해한 기능-유용한 기능
	TRIZ의 한계	문제를 찾아내는 것이 가장 취약한 특성
	건설 분야에서의 TRIZ 활용	리더의 역할이 중요, 양질의 대안 도출 가능
	TRIZ 소프트웨어 활용	대안 도출에 대한 resource 제공

IV. 결론

모순경영과 모순해결의 개념적인 측면에서 두 기법의 연계성은 타당하며, 브레인스토밍의 획일적인 사고나 비효율성 등의 여러 가지 제언 사항을 극복하기 위하여 설계VE의 아이디어발상 단계에서 TRIZ를 활용하는 것은 실질적인 방법론으로 판단된다.

두 개의 기법을 연계하여 절차를 제시하였으나, 추가되는 업무 수행자와 수행시간에 대한 정확한 반영이 미흡한 것은 본 연구의 한계점이며, 설계VE/TRIZ의 효율적인 적용을 위해 Case Study를 통한 지속적인 개선이 필요하다.

참고문헌

한국표준협회(2002), *과학적 문제해결 기법 TRIZ*.
 김광수(2004), *가치공학실무*, 서울; 민영사.
 김광수 외 2인(2010), TRIZ를 활용한 창의적 VE 프로젝트 프로세스 개발, *2010년 한국 품질경영 학회 춘계학술대회 논문집*, 191-198.
 김상섭(1992), 철골구조에 있어서 VE기법 적용사례, *한국강구조학회지* 4(3), 58.
 김효준(2009), *창의성의 또 다른 이름 TRIZ*, 서울: INFINITY BOOKS.
 박수동(1998), *지식경영시스템 구축을 위한 TRIZ 활용에 관한 연구*, 성균관대학교 석사학위논문.
 국토해양부(2009), *설계VE 매뉴얼*.
 오재원(1997), *건설업VE의 체계적 추진방안에 관한 연구*, 건국대학교 석사학위논문.
 이지훈(2010), *브레인스토밍 알고 보면 노 브레인스토밍*, 조선일보.
 장재윤(2000), 전자 브레인스토밍: 집단 창의성 기법으로서의 허와 실, *한국심리학회지*, 14(3), 79-85.
 전정원(1997), 브레인스토밍의 문제점과 해결방안에 관한 연구, *열*

린유아교육연구학회지, 2(2), 5-9.
 정영일(2003), 설계VE의 효율적인 아이디어 발상을 위한 TRIZ의 활용방안, *대한건축학회논문집*, 19(8), 145-152.
 최석인(2000), *설계VE 프로젝트에서 효과적인 FAST 적용방안 및 FAST 작성 전산모델*, 중앙대학교대학원 박사학위논문.
 Clarke, D. W.(1999), *TRIZ: Through the Eyes of an American TRIZ Specialist*, Location; Ideation International Inc.
 Dell'Isola, A. J.(1997), *Value Engineering: Practical Application for Design, Construction, Maintenance & Operation*, Kingstone; R. S. Means company.

A study on the effective propulsion method of design VE that used TRIZ

Oh, Jae Won*
Kim, Kwang Soo**

Abstract

Design VE is a kind of contradictive administrating that pursue both value improvement and cost reduction, whereas TRIZ is a method used to solve contradiction based on its invention principal.

This paper comprehended the problems regarding the object through design VE using function analysis, and presented a number of methods to solve this by using the principal of TRIZ.

This study compared the characteristics of Design VE and TRIZ, and suggested a procedure that integrates both Design VE and TRIZ.

Keywords: Design VE, Value improvement, Cost reduction, TRIZ

* Director, Korean Standards Association.

** Professor, Dept. of Industrial Management & Engineering, Korea National University of Transportation.