



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시, 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리, 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지, 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

Value Engineering 활동을 통한 공조설비
System의 효율성 증대방안에 대한 연구



2008년 2월

부경대학교 산업대학원

냉동공조공학과

강 동 희

공학석사 학위논문

Value Engineering 활동을 통한 공조설비 System의 효용성 증대방안에 대한 연구

지도교수 : 김 종 수

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2008년 2월

부 경 대 학 교 산 업 대 학 원

냉동공조공학과

강 동 희

이 논문을 강 동 희의 공학석사
학위논문으로 인준함

2008年 2月



주 심	공학박사	김 영 수	(인)
위 원	공학박사	정 석 권	(인)
위 원	공학박사	김 종 수	(인)

목 차

ABSTRACT	iii
Nomenclature	iv
Subscripts	iv
1. 서 론	1
1.1 VE 활동을 통한 공조설비 System 분석의 배경 및 목적	1
1.2 Value Engineering의 기본 이론	1
1.2.1 VE 역사와 발전	1
1.2.2 VE 개념과 정의	8
1.2.3 VE 활동에서 본 가치	9
1.2.4 VE 사고방식	13
1.2.5 VE 적용대상 및 추진절차	15
1.2.5.1 VE 적용대상	15
1.2.5.2 VE 추진절차	18
1.2.6 건설 VE 현황	20
1.2.6.1 건설업계와 VE	20
1.2.6.2 건설업에서의 VE 활성화 저해요인	21
1.2.6.3 건설업 VE 활동 제약조건	22
1.2.6.4 각 국의 VE 추진현황	22
2. 본 론	24
2.1 VE 활동을 통한 공조설비 System의 조사 및 분석	24
2.1.1 VE 수행절차	24
2.1.2 VE 업무 FLOW	25
2.1.3 VE 조직 구성	25
2.1.4 VE 업무 분장	27
2.1.5 VE 팀 구성 현황	28
2.1.6 실시설계 VE 수행 계획	29

2.1.7 VE 활동 수행 개요	33
2.1.8 공조설비 System VE 활동	40
3. 결 론	67
3.1 분석 결과 및 고찰	67
참고문헌	68
감사의 글	69



A study about a method to increase efficiency of H.A.V.C. system through value engineering activity

Dong-Hee Kang

*Department of Refrigeration and Air-conditioning Engineering,
Graduate school, Pukyong National University*

Abstract

In the domestic situation that import most of energy, research about efficient utilization of energy and economical utilization of equipment system through value engineering is inevitable.

In addition, efficient utilization of energy and its economic feasibility should be studied with keeping necessary function in the system or environment that is required in equipment system.

Therefore, every engineer should have a sense of duty and pay attention to researches such as maximizing energy utilization and minimizing system loss through value engineering of H.V.A.C system as well as operating and using best efficiency point of system machine facilities.

In this thesis, we have researched how to increase the efficiency and minimize the cost of HAVC system through the design document review at the 50% of design stage in real case of the construction for “ Whaseong-si Women and Youth training center”.

Through the this case study, we have will suggest optimized management approach for the successful implementation of HAVC system in various phases of construction, such as design, construction and operation phases, which able to meet efficiency of energy consuming and effective management of HAVC.

Nomenclature

A	Panel or Floor area	[m ²]
CMH	Air Volume	[m ³ /h]

Subscripts



1. 서 론

1.1 VE 활동을 통한 공조설비 System 분석의 배경 및 목적

에너지의 대부분을 수입하는 국내실정에서, 에너지의 효율적 이용과 가치분석을 통한 설비 시스템의 경제적 이용에 대한 연구는 필연적이라 할수 있다.

또한 설비 시스템에서 에너지의 효율적 이용과 경제성은 그 시스템에서의 필요한 기능 또는 요구하는 환경을 유지 하면서 연구 되어져야 할 것이다.

그렇기 때문에, 공조설비 시스템의 가치분석을 통해 에너지 활용의 극대화와 시스템 손실의 최소화, 시스템 기계장비등의 최고 효율점 운전.운용을 할수 있도록 연구 하는것은 과학기술인 이라면 누구나 사명을 갖고 관심을 가져야할 것이라고 생각된다.

본 연구에서는 “화성시 여성.청소년 수련관 건립공사”의 실시설계 50%단계에서 설계도서 분석을 통한 가치분석 활동에 대해 조사.분석하여, 공조설비 시스템의 효용성 증대와 경제적인 시스템을 구축하여 가는 방법을 알아보고, 실제 건물에서 공조설비 시스템의 계획과 설계 시공 유지관리 등에 이르기까지의 공조설비 시스템을 종래 보다 가치있고 효용성 높게 구축 하므로써, 에너지의 효율적 이용과 시스템의 경제적인운용을 통한 공조설비 시스템의 가치효용성 증대방안에 대하여 자료로 제시해 보고자 한다.

1.2 Value Engineering의 기본 이론

1.2.1 VE의 역사와 발전

(1) 미국에서의 V.E

미국의 VE는 제2차 세계대전으로 인한 자재와 노동력의 부족으로 대체재의 개발이 요구되는 1947년에 미국의 GE(General Electric)사의 구매를 담당하던 마일즈(L.D. Miles)가 공장바닥 마감재인 석면을 구하는 과정에서 기능에 착안하여 대체재를 모색했던 경험을 정리하여 1949년에 발표한 논문 「가치분석계획(Value Engineering Program)」이 VE의 효시가 되었다.

1954년에는 GE사의 성과에 자극되어 미 해군 선박국에서 VA(Value Analysis ; 가치 분석)를 VE로 명명하여 활용하기 시작하였다. 미 공군과 미 해군에서도 1955년과 1956년에 각각 이 개념을 도입, 활용하게 되었다. 1959년에 미국 VE협회(SAVE ; the Society of American Value Enginee)가 설립되었으며, 1960년대 초에는 미 육군조달 규정(Armed Service Procurement Regulation)에 VE계약조항을 추가하였고 국방성산

하 기관이 집행하고 10만달러 이상의 공사계약에 VE를 실시하도록 하였다.

1964년에는 해군시설국에서 자체 VE프로그램 개발에 착수하였으며 이어서 1965년에는 미 육군공병단에도 VE프로그램을 본격적으로 시작하였는데, 이와 같은 조치는 당시 국방장관이던 Robert S. McNamara의 강력한 지지를 받고 있었다. 1970년에는 미국 조달청(GSA ; General Service Administration)의 공공건물용역(Public Building Service)에 자체 VE프로그램의 적용을 장려하는 조항을 추가하였다.

이후 VE자문기관, 공공기관, 대학, 미국VE 협회를 중심으로 VE에 대한 교육 및 워크숍 등이 폭 넓게 개최되었으며, 현재는 미 육군공병단이나 미국조달청 등의 계약에 VE조항이 명문화되어 공공부문에서 VE활동이 제도적으로 장려되고 있을 뿐만 아니라 민간부문에서도 VE는 당연히 실시하는 것으로 인식하고 있는 등 많은 발전을 거듭하였다.

1997년에는 미 연방고속도로청(FHWA ; Federal Highway Administration)과 미 육군 공병단에서 설계단계에서의 VE를 의무적으로 시행토록 하였으며, VE전문가 양성을 위한 교육에도 힘을 기울이고 있다.

오늘날의 VE가 공학적인 관리기술로서 인정받기까지의 주도적인 역할과 성과를 이룩해 온 미국의 주요 공공기관으로는 조달청, 국방성, 공병단, 미국VE협회 등을 들 수 있으며, 그들이 VE의 발전에 어떠한 기여를 해왔는지 그 내용을 연도별로 정리해 보면 Table 1과 같다.

Table 1 미국의 VE 추진경위

연도	내 용
1947년	마일즈(Miles)에 의해 VA/VE(가치분석/가치공학)가 창안됨
1954년	마일즈에 의한 미 해군선박국의 공식적인 가치분석계획이 착수되었고, 그 뒤 VE라 개칭됨
1959년	미국 VE협회(SAVE)가 결성됨
1961년	미 육군조달규정(ASPR)에 VE계약조항이 추가되어, 미 육군공병단에 도입됨
1962년	미 국방성에서 10만 달러 이상의 모든 공사의 계약에는 VE를 필수전제 조건으로 정함
1964년	미 해군시설에서 자체내의 VE프로그램을 개발 착수함
1969년	미 건물연구 자문위원회(the U.S Building Research Advisory Board)에서 VE를 건축에 적용시키도록 하기 위하여 회의 소집
1970년	미 연방정부 조달청에서 공공건물용역계약에 가치공학 장려조항을 추가하기로 함
1972년	제12회 미 가치공학자 연간 회의에서 VE가 건축사업에 많은 공헌을 해왔음을 인식함. 미국 조달청에서는 모든 건축공사와 설계계약에 가치장려조항(Value Incentive Clause)이 포함되도록 함
1973년	미 VE협회에 의해 폭넓게 VE연구가 계속되도록 하기 위하여 공인 VE전문가(CVS : Certified Value Specialist)제도를 도입하고 그들을 중심으로 VE의 평가, 자문, 공인 등이 활발히 진행되도록 함
1975년	미 운수성 연방도로청에서 도로공사에 VE적용을 위하여 연수교육을 민간회사에 위탁함
1983년	연방조달규정에 VE조항을 추가함
1988년	예산관리청(OMB)의 통지에 따라 연방정부기관에 VE의 적용을 의무화함
1995년	연방의회에서 「VE의 체계적 적용에 관한 법률」이 제정됨
1997년	미 교통부(DOT) 연방고속도로청(FHWA)에서 연방 보조 도로사업 중 2,500만불 이상 프로젝트에 VE의 적용을 의무화함
2003년	제43차 국제 SAVE대회 개최(미국 플로리다)

(2) 일본에서의 V.E

일본에서는 1955년 일본 생산성본부가 미국에 파견한 「원가절감 시찰단」이 약 1개월에 걸친 시찰결과, 원가절감의 유력한 수법으로서 VE의 필요성을 인식하여 귀국 후 본격적으로 일본에 보급시키려고 하였다. 그러나 당시의 일본경제는 소위 고도성장시대였기 때문에 산업계는 원가절감보다는 생산의 확대에 주력하였으므로 VE가 적극적으로 도입되지는 않았다. 그 후 경제성장에 따른 설비투자의 과잉이 재앙이 되어 1960년을 고비로 경제가 하강곡선을 나타내고 더욱이 무역자유화를 목전에 두고 기업의 체질개선이 요구되어 원가절감의 중요성이 대두되었다.

그 중에서도 특히 자동차 및 중전기산업에는 종래의 원가절감 수법과는 다른 VE의 특성과 효과에 착안하여 VE활동이 전개되게 되었다. 그 후 VE가 원가 절감에 필요하다는 것이 널리 알려져 1965년 이후 들어 여러 업종으로 확산되어 괄목할 만한 VE실적을 쌓아오고 있다.

한편 일반 제조업에 비해 다소 늦기는 하였지만 건설업계에도 '70년대 들어 활발한 VE 활동이 시작되었다. 일본 VE 추진경위는 Table 2 와 같으며 건축업협회(BCS)산하에 VE위원회를 설치하여 적극적인 기술보급에 힘쓰기 시작하였다. 적용 초기에는 공법이나 대체재료 등과 같은 하드웨어적인 VE의 적용부터 출발하였으나, 이에 그치지 않고 점차 설계, 조직, 공정의 개선과 같은 소프트웨어에의 적용방향으로 나아가고 있다.

Table 2 일본의 VE 추진경위

연도	내 용
1955년	일본생산성본부의 시찰단에 의해 원가절감의 합리적인 기법으로 VE의 필요성을 인식하여 VE가 일본에 최초로 소개
1962년	일본자재관리협회, 일본능률협회, 산업능률단기대학 등에서 VE에 대한 세미나를 개최
1965년	일본VE협회(미 SAVE의 일본지부) 설립
1967년	건설분야에서 VE가 적용되기 시작
1968년	제1회 VE전국대회 개최
1970년	일본 건축업협회 산하에 VE위원회 발족으로 건설업계에 VE도입 활성화
1997년	일본 건설성의 「공공공사 비용절감 대책에 관한 행동계획」에서 설계VE 도입 명시
2001년	제34회 일본 전국VE대회 개최(11월 동경)

(3) 한국에서의 V.E

우리나라의 VE 추진경위는 Table 3과 같은 과정을 거쳐오고 있으며, 1980년대 초에 계속된 불황 속에서 기업이 새로운 돌파구를 찾기 위한 노력의 일환으로 VE 기법을 처음 적용하였다. 물론 VE의 개념은 그 이전인 1964년에 소개되었으며, 1982년과 1983년에는 한국공업표준협회와 한국능률협회가 VE기법의 교육, 연수 세미나 등을 실시한 바 있었다. 그 후 1985년에는 한국VE협회가 설립되어 제 1회 전국원가혁신 대회가 개최되었으며 현재는 제조업분야에서 나름대로의 성과를 나타내고 있다.

한편 건설업계에서는 '80년대 중반에 일기 시작한 해외 건설경기의 퇴조, 국내공사의 수주난 등이 겹치자 경영타개를 위한 자구책으로 품질관리, 품질보증의 일환으로 VE를 도입하였으며, 현재는 대형건설업체들을 중심으로 건설사업 관리의 선진화를 지향하면서 VE기법의 도입 및 실시를 추진하고 있다.

'84년에 최초로 VE기법을 도입한 S종합건설은 발주자의 제약을 덜 받는 자체공사 위주로 VE를 꾸준히 실시하여, 정착화에 노력하고 있으며, 다른 건설업체들도 점차 VE를 이해하고 부분적으로 현장에 적용하는 등, VE가 건설업에도 낯설지 않은 기법으로 자리잡아가고 있는 중이다.

그러나 아직도 VE에 관한 법적·제도적 뒷받침이 미약하고, 기법 및 절차서의 보급이 미흡한 등 여러 가지 문제가 있기 때문에 국내 건설환경에 맞는 형태로 발전시켜나가는 노력이 필요한 실정이다.

Table 3 한국의 VE 추진경위

연도	내 용
1964년	최초로 학문적인 성격으로 VE 소개
1967년	(사)한국능률협회 주최로 제1회 Value Engineer 양성코스 개설
1980년	신공법개발 보상제도 보완(예산회계법 시행령 제112조)
1982년	(사)한국공업표준협회에서 국내메이커에 대한 VE컨설팅 실시
1983년	제조VE, 건설VE 세미나 및 VE추진 담당자를 양성할 제1회 VE 기술코스를 개설
1984년	건설업에 최초로 VE 도입(S건설)
1985년	한국 VE협의회 설립 및 제1회 전국원가혁신대회 주관
1987년	한국 VE연구회 설립
1991년	제17회 전국품질관리표준화대회 개최(주관: 한국공업표준협회)
1992년	건설부 훈령(기술개발보상절차에 관한 규정)
1995년	건설부 훈령(기술개발보상절차에 관한 규정) 보완·개정
1998년	「공공건설사업 효율화종합대책」에서 설계단계의 VE검토제도 및 입찰·계약시 VE 제안방식 시행 검토
2000년	설계단계VE 관련법령 및 지침공포(건설기술관리법시행령 제38조 13 설계의경제성등검토, 설계의경제성등검토에관한 시행지침) 건설VE연구회 발족, 한국과학재단의 건설VE연구회 지원결정 제1회 대한주택공사 설계VE 경진대회 실시
2001년	제2회 대한주택공사 설계VE 경진대회 실시
2002년	제3회 대한주택공사 설계VE 경진대회 실시

1.2.2 Value Engineering의 개념과 정의

“**Value Engineering** is an **organized study** of **functions** to satisfy the **user's needs** with quality product **at lowest life-cycle cost** through **applied creativity**” <COE>

“VE는 창조를 통한 최저의 생애비용으로 사용자의 요구 기능을 확실히 달성하기 위하여 제품이나 서비스에 대한 기능분석과 개선에 쏟는 조직적인 연구 활동이다”[COE] 라고 정의 되며, VE는 고객의 요구인 품질, 신뢰성, 생애비용 및 다른 결정적인 요소를 만족 또는 초과를 보증하면서 불필요한 비용을 제거하기 위한 방법이다.

즉, VE는 최저의 (1)생애주기비용(Life Cycle Cost)으로 사용자가 요구하는(user's needs) 기능을 만족하며, 최상의 (2)가치를 얻기 위한 목적으로 수행되는 프로젝트의 (3)기능분석을 통한 대안창출 노력으로, (4)여러 전문분야의 협력을 통하여 수행되는 (5)체계적인 프로세스라고 정의할 수 있다.

위의 정의에 포함된 5가지 핵심사항은 진정한 VE의 이해를 도우며, 또한 일반적인 설계 검토과정에서 다루어지는 여타 단순한 원가절감 기법과의 차이점을 설명하여 준다.

- 생애주기비용(Life Cycle Cost) : VE의 대안비교에 다루어지는 비용은 초기비용에 국한되지 않는다. 건축물 혹은 시설물의 완성 후 사용기간 동안의 유지-관리-교체 비용을 포함한 생애주기비용을 사용한다. 생애주기비용의 관점에서 대안의 총체적인 평가가 가능해진다. 이러한 VE의 생애주기비용의 접근방식은 일반적인 설계검토 과정에서 다루어지는 비용에 대한 접근방식과 다르다.
- 가치(Value) : VE의 궁극적인 목표는 프로젝트의 가치향상에 있다. 가치의 향상은 프로젝트의 3대요소인 시간-비용-품질(기능)의 적정한 안배를 통하여 이루어진다. 또한 VE의 제안은 반드시 최적안을 의미하지 않는다. 다만 적정안에 머무르지 않도록 하는 것이 VE에서 추구하는 가치의 향상이라 할 수 있으며, 또한 VE는 프로젝트가 요구하는 필수적인 기본기능의 수준을 낮추는 설계의 변경을 추구하지 않는다.
- 기능(Function) : VE는 프로젝트의 기능분석을 수반한다. 대안의 개발에 있어 VE의 질문은 “What does it do?”인 반면 일반적인 원가절감 방법 또는 설계검토 과정에서는 “What else we can use?”를 사용한다. 이러한 기능 중심의 사고는 VE에서만 독특한 접근이다.
- 여러 전문분야의 협력(Multi-disciplinary Effort) : VE는 대상 프로젝트의 모든 분야에 전문지식을 가진 팀 또는 그룹에 의해 수행된다. 팀의 리더가 수행하는 조정역할을 통하여 개별팀 구성원의 전문지식이 효과적으로 운용된다. VE활동을 통하여 얻어지는 최

상의 아이디어는 구성원 상호간의 시너지 효과에 의해 창출된다.

- 체계적 프로세스(Systematic Process) : VE는 Job Plan이라 불리우는 시작과 끝이 분명한 체계적인 절차(정보-고안-평가-개발-제안)에 의해 수행된다. 이것은 비체계적인 절차에 의해 수행되는 여타의 원가절감 방법론과의 차이를 설명한다.

(1) 설계VE

계획, 기본설계 및 실시설계단계에서 실시하는 것으로 발주자가 해당 프로젝트의 계획이나 설계에 종사하지 않았던 자로 구성된 VE팀을 편성하고, 프로젝트의 수명주기비용의 절감을 도모하기 위하여, 원래의 계획이나 설계를 검토하고, 대체안을 작성하는 것이다.

이 단계에서의 VE를 총칭하여 설계VE로 부르며, 설계VE에서 제안된 대체안을 VE제안(VE Proposal ; VEP)이라고 부른다.

(2) 시공 VE

공사계약 후, 시공자가 자발적으로 계약내용을 검토하고, 공사비를 절감할 수 있는 대체안을 작성하여 발주자에게 계약변경을 제안하는 것이다. 발주자는 그 제안을 심사하여 변경에 의해 당초의 계약에서 요구된 프로젝트의 기능을 손상시키지 않고, 공사비의 절감이 가능한지를 확인한 후, 정식으로 계약을 변경한다. 일반적으로 절감액의 절반 가량을 VE에 대한 보상금(補償金) 또는 장려금으로 시공자에게 지급한다. (미국, 일본, 한국)

시공VE에서 시공자가 계약변경을 제안한 대체안은 VE변경안(VE Change Proposal ; VECP)이라고 한다.

1.2.3 VE 활동에서 본 가치

(1) 가치의 개념

우리가 일상 생활에서 물건을 구입하거나 업무를 수행할 때 평가나 판단기준에 입각해서 행동하고 있다. 그 행동은 의식적이거나 무의식적이거나 가치판단에 입각해서 행동하는 것이다.

일반적으로 가치의 개념은 객관적, 절대적으로 포착되는 아니고 상대적인 개념이다. 사막에서의 물 한모금의 가치와 서울시내에서의 물한모금의 가치는 다른 것이며 같은 청자라 할지라도 고려시대의 청자와 현대의 청자는 오늘 이 시점에서 본다면 전혀 가치가 다른 것이다. 또한 백만장자에게 수여되는 상금 100만원과 현장 근로자에게 수여되는 100만원은 전혀 가치가 다르며 추운 겨울날 따뜻한 방의 가치와 더운 여름날 따뜻한 방의 가치는 다른 것이다.

이와같이 가치라고 하는 것은 장소, 때, 사람, 조건등에 따라서 달라지는 것이다. 또한 가치를 보는 각도에 따라 도덕적 가치, 사회적 가치, 학술적 가치, 경제적 가치등 수

없이 많다. V.E활동에서는 고객인 바라는 것은 무엇인가하는 입장에서 경제적 가치를 대상으로 하고 있다. 경제적 가치도 사용가치, 귀중가치, 교환가치, 원가가치, 희소가치로 구분할수 있다.

이들 가치중에서 V.E 활동에서 다루고자 하는 것은 그 물건을 사용함으로써 생길수 있는 사용가치를 주 대상으로 하고 있다.

(2) 가치향상의 형태

가정주부들이 세탁기를 구입하고 물건값을 지불하는 것은 빨래하는데 수고를 덜어줄 것을 기대하고 세탁기의 가치를 인정하기 때문입니다. 일반적으로 물건이나 작업(일)에 대한 우리의 만족도는 요구하는 것에 대하여 지불하는 금액의 비율로 결정된다. 여기서 만족도란 가치를 말하는 것이며, 요구란 물건이나 작업에 기대하는 기능이며, 지불하는 금액이란 코스트를 말한다.

이것을 수식화 하면 식 (1)과 같다.

$$\text{가치(Value)} = \frac{\text{기능(Function)}}{\text{코스트(Cost)}}, \quad V = \frac{F}{C} \quad (1)$$

여기서 기능이란 제품이라든가 작업의 활동, 역할, 목적, 사명에 관한 것으로서 “왜 그 것이 필요한가”, “그것은 무엇을 하기 위한 것인가”에 대한 해답이라고 할 수 있다. 또 코스트란 그 기능을 달성하기 위해서 현재 쓰고있는 코스트를 말한다.

이러한 개념에서 본다면 가치를 향상시키는 형태는 Table 4와 같이 4가지로 분류할수 있다.

- 1) 기능을 일정하게 유지하면서 코스트를 낮춘다.
- 2) 기능을 향상시키면서 코스트는 그대로 유지한다.
- 3) 기능을 향상시키면서 코스트도 낮춘다
- 4) 코스트를 추가시키지만 그 이상으로 기능을 향상 시킨다.

Table 4 4가지 유형의 가치향상의 형태

①	②	③	④	⑤
→	↗	↗	↗	↘
↘	→	↘	↗	↘
V.E	Value & Design			Spec,Down

$$\text{가치}(V) = \frac{\text{기능}(F)}{\text{코스트}(C)}$$

따라서, V.E 목적은 가치를 향상 시키는 것이다.

(3) 가치의 평가 기준(Criteria for Evaluation Value)

VE 활동의 목적은 사용자의 요구기능을 만족하는 제품이나 서비스에 대한 기능분석 및 개선에 쏠는 조직적인 활동이므로 VE 활동 대상 기능의 기본기능을 만족하는 아이

디어들에 대한 가치평가는 사용자들의 기능에 대한 요구와 기대에 부응하는 것이 중요 하므로 VE 활동에서 가치평가 기준은 아래와 같은 평가 항목들이 있으며 가장 중요한 것은 당해 프로젝트나 아이템에 대한 사용자의 요구를 파악하여 평가기준으로 하는 것이 가장 적절하다.

1) 가치평가 기준 항목

- * 초기비용(Initial cost)
- * 이익(Profit)
- * 운영(Operation)
- * 보수(Maintainability)
- * 품질(Quality)
- * 안전(Safety)
- * 에너지 비용(Energy cost)
- * 사업주의 요구조건(Owner requirement)
- * 기능의 성능(Functional performance)
- * 환경의 적합성(Environment compatibility)
- * 스케줄의 영향(Effect on schedule)
- * 투자배율(Return on Investment)
- * 주변 환경적 고려(Regard for aesthetics & environment)
- * 시장성(Salability)
- * 신뢰성(Reliability)

2) 사용자 요구 측정

① 목적

사용자 요구측정단계의 목적은 VE 대상 프로젝트에 대한 발주자·사용자의 요구를 측정하여, VE 활동의 대상을 선정하는 기준을 마련하는데 있다.

② 기대효과

사용자 요구측정단계의 기대효과는 다음과 같다.

- ▶ VE 활동 시 기능정의, 기능정리, 기능평가, 대안 평가 시 의사결정의 지침 제공
- ▶ 운영상 또는 기술상의 성능수행에 관한 기대나 의향을 명백히 정의하고 이해할 수 있으며 문서화된 참고자료로 사용
- ▶ 대안이 발주자의 요구에 합당한지를 확인할 수 있는 평가 척도로 활용

③ 사용자 요구측정 방법(품질모델 작성)

품질모델 작성 절차는 다음과 같다.

- ▶ 발주자·사용자의 프로젝트 성능에 대한 요구와 기대를 파악
- ▶ 파악된 요구와 기대와 그에 대한 대응 수준에 관하여 발주자, 설계자, VE팀 구성원

들 간의 토론을 통하여 합의

- ▶ 이러한 합의에 의해 도출된 사항을 품질모델 다이어그램에 도식적으로 표현
- ▶ 품질모델은 VE 활동 시 의사결정의 지침을 제공
- ▶ VE 설계대안이 발주자의 요구에 합당한지를 평가할 수 있는 척도로 활용

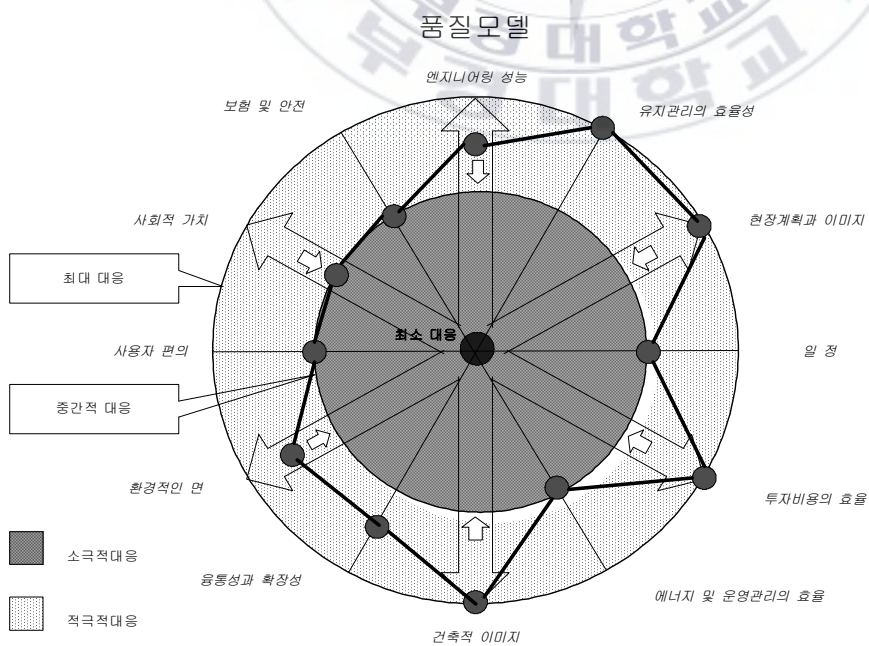
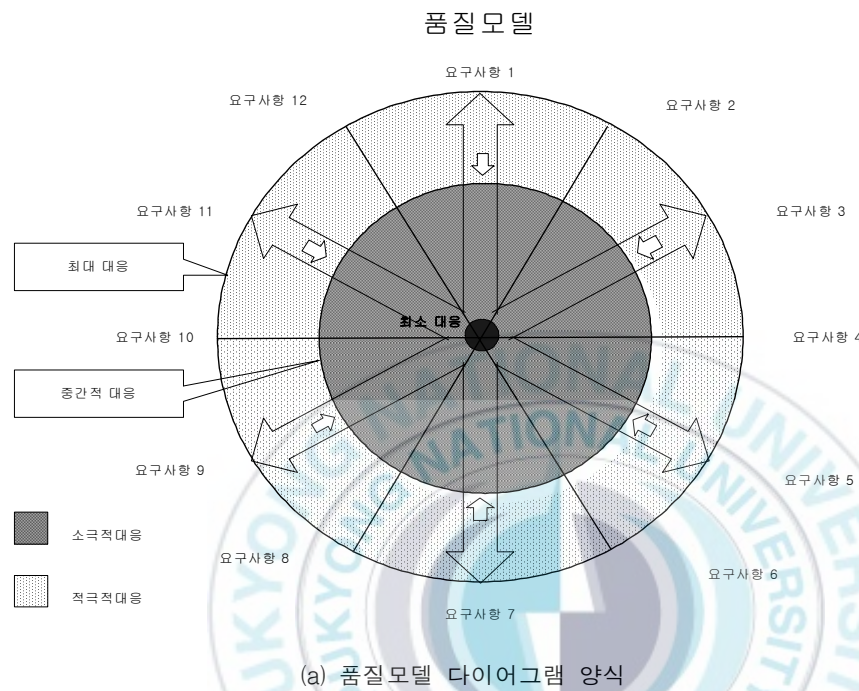


Fig. 1 품질모델 다이어그램

Fig. 1과 같이 기재된 항목에 대한 대응수준을 주관적 판단에 의해 결정하여 점으로 표시하고 선으로 잇는다. 큰 화살표 방향(큰 원 둘레)으로 향할수록 그 요구에 대한 대응의 수준이 높다는 것을 표현한다.

(4) 관리기술로서의 V.E

기업은 수익 개선이나 합리화를 추구하는 과정에서, 세상에 있는 다양한 관리기술을 탐욕스럽게 활용해 왔다. V.E도, IE나 QC라고 하는 다양한 관리기술의 하나이다. 이들의 관리기술은 각각 다른 목적과 배경을 근본으로 태어났다. 실제의 과제 해결의 장에서 활용하는데는 분리하여 사용할수 있을 만큼의 충분한 이해가 필요하다.

Table 5는 관리기술의 대표적인 것으로써 IE, QC, VE를 간단히 비교한 것이다.

VE수법은 주로 코스트 문제를 해결하기 위해 필요한 기술로써 필연적으로 발생한 것이라고 말할수 있다

Table 5 관리기술의 비교

관리기술	IE (Industrial Engineering)	QC (Quality Control)	VE (Value Engineering)
목적	능률을 높임	품질을 통제함	가치를 높임
어프로치의 특징	현상분석	원인추구	기능추구
테크닉(방법)	방법연구 작업측정 작업연구	SQC QC 7가지 도구 QC스토리	기능분석 창조기법 Job Plan Team Design
효과적인 적용시기	시공단계	설계단계 시공단계	개발단계 설계단계 시공단계

1.2.4 VE사고방식

(1) 고정관념의 제거

복잡한 건설현장을 잘 관리해 나가기 위해서 현장의 담당자에게는 종래의 고정관념을 타파한 ‘유연한 사고방식’이 요구되며, 그러기 위해서는 그동안 쌓인 머리의 녹을 제거해서 머리의 회전을 부드럽게 해야한다.

(2) 발주자 중심의 사고(思考)

건설 VE에서 생각하는 가치라는 것은 건축물 또는 설비를 이용하는 발주자 또는 사용자가 판단하는 것이다. 따라서 발주자 또는 사용자 입장에 서서 가치 개선을 도모하는

것이 VE이다

발주자는 건물을 사는 것이 아니라 그 건물이 제공하여 주는 효용, 역할이라는 것에
값어치를 인정해서 구입한다. 말하자면 기능에 대해서 돈을 지불하는 것이다.

VE가 대상으로 하고있는 문제 해결의 실마리는 발주자 또는 사용자가 어떻게 가치판
단을 하고 어떠한 기능을 요구하고 있는가를 생각함으로써 구해진다.

발주자, 사용자가 요구하는 기능을 찾아내어 그것을 최저의 LIFE CYCLE COST로써
달성하는 방법을 생각한다.

(3) 기능중심의 접근

건설업체가 이익을 증대시키는 방법에는 다음 3가지가 있다.

- 1) 이익이 많은 양질의 수주를 한다(영업노력형).
- 2) 수주건수를 늘린다(확대정책형).
- 3) 공사 COST를 내린다.

그러나 현재의 건설여건은 과잉경쟁 및 발주자측의 건설지식 확보 등으로 인해, 양질
의 수주나 수주건수를 늘리기란 매우 어려운 상황이다.

따라서 이익증대를 위한 남은 수단은 COST DOWN 밖에 없다. 종래의 COST DOWN
은 제품의 COST 구성을 분석하여 각 분야에서 COST DOWN의 여지를 찾아내어
개선해왔었다. 그러나 이와같은 노력만으로는 대폭적인 COST DOWN을 기대할 수
없다.

전반적으로 재료비는 가격상승의 경향에 있다. 가공비(인건비)도 젊은 노동력의 부족과
물가의 오름세에 의하여 인상경향을 피할 수 없다. 경비도 인건비와 재료비의 조합이
므로 이것을 내릴 여지도 적다.

이에 비해서 V.E에서는 기능 중심적인 접근을 한다. 제품의 COST를 그 제품이 존재
하기 위해서 없어서는 안될 기본 기능과 그 기본 기능을 달성하기 위하여 필요한 2차
기능으로 나눈다. 또 그 이외로 있을 수 있는 불필요기능(과잉기능)을 찾아낸다. 이것
은 지나친 시방, 과도한 요구사항 즉, '있으면 편리하다'는 식의 사고방식이나 기술적
인 검토가 불충분한 것이 원인이 되어, 지나치게 여유를 가진 안전율이라든가 혹은
설계자의 취미나 기호에 따라 불필요한 기능이나 과잉기능이 생기는 수가 많기 때문
이다.

V.E는 이러한 기능중심의 접근에 의해서 우선 불필요 기능을 제거하고 이어서 설계착

상을 바꾸는 (재료의 변경이라든가 시공방법이나 운반, 검사방법 등의 변경도 포함)것에 의해서 2차 기능을 달성하기 위한 코스트를 절감시킬 수 있다. 이 기능연구의 STEP으로서 V.E에서는 기능정의, 기능정리, 기능평가라고 하는 기능중심의 접근을 한다. 여기에 V.E의 특징이 있다.

(4) TEAM DESIGN

훌륭한 설계를 하기 위해서는 설계착상, 재료, 시공방법 등에 관하여 충분한 검토가 필요하다. 그러나 실제로는 설계자의 인원이나 소요시간 등의 제약 때문에 가장 적합한 설계안을 선택한다는 것은 어려운 일이다. V.E는 이러한 데서 생기는 불합리를 보완해 주는 시스템 즉, 원가와 기능면에서 설계자에 대하여 응원해주는 시스템이라 하겠다.

작업공구나 시공방법 분야의 전문가, 운반, 공정관리의 전문가, 재료나 하청업자에 대한 전문가, 견적전문가 등 각 부분의 전문지식을 동원하여-예를 들어 어느 건물의 경량천정 공사비 절감을 목표로 한다면 그에 관련된 건축담당, 기계담당, 전기담당, 자재담당, 하청업자 등의 참여를 통하여-합리적인 설계를 위한 지원활동을, 팀을 구성하여 진행한다는 데에 V.E활동의 또 하나의 특징이 있다. 이러한 활동을 V.E에서는 TEAM DESIGN이라고 한다.

다시 말해서 TEAM DESIGN이란 COST DOWN이라는 분야에 대하여 조직이 가지고 있는 힘을 집결시켜 집중적으로 지식, 경험의 결집을 도모하는 것이다.

1.2.5 VE적용대상 및 추진절차

1.2.5.1 VE 적용대상

(1) VE대상 선정기준

1) 고가 프로젝트

일반적으로 VE를 통한 절감액은 약 5~10% 이다. 따라서, 고가의 프로젝트에 VE를 적용하는 것은 비용 대 효과의 측면에서 대상선정의 기준이 될 수 있다.

2) 복합 프로젝트

VE팀은 다양한 분야의 전문가로 구성될 수 있기 때문에 설계자가 갖추지 못했던 깊이 있는 전문 지식의 활용이 가능하다. 따라서 복합적이거나, 복잡한 프로젝트일수록 VE의 여지는 더 많다.

3) 반복, 동시다발 프로젝트

일정 유형의 프로젝트를 여러 지역에서 또는 반복적으로 시행하는 경우, 단위 프로젝트로 보면 소량의 절감인 경우에도 그 유발효과(Recurring Profit)는 지대할 수 있으며, 후속 프로젝트는 선행 프로젝트의 VE결과를 활용, 피드 백(Feed-Back) 함으로서 계획단계부터 적용이 가능하게 한다.

4) 신규적용 프로젝트

신기술이 적용되는, 과거에 시행되지 않은 프로젝트는 복합프로젝트의 경우와 같이 전문성의 활용 가능성이 높기 때문에 VE의 대상으로 적합하다.

5) 공공 프로젝트

공공 프로젝트에서의 설계오류나 부실 시공은 불특정 다수에게 해를 입히게되므로 꼭 비용절감 차원으로서가 아니더라도 성능검증 또는 성능향상 차원에서 VE를 통한 여러 전문분야의 폭넓은 의견 수렴이 요구된다.

(2) VE 대상

V.E활동의 대상은 여러 가지로 분류할수 있다. 제품이나 부품등 유형의 영역 이외에 작업공정, 업무절차, 서비스 등 무형의 영역에도 적용할수 있다.

V.E 활동의 발전에 따라 활동 대상이 확대되어 시스템 또는 시스템의 구성요소에도 V.E가 적용되고 있다.

* Hardware : 건축, 토목구조물 (빌딩, 고속도로, 철도, 공장, 상하수도 처리 플랜트 등), 생산설비, 가설물, 시공기계, 재료 등

* Software : 생산수단, 시공방법, 시방, 공정, 관리체계, 사무절차, 회의 등

(3) VE 적용 시기

VE의 적용은 기획 및 설계단계에서 부터 프로젝트의 완성단계 까지 적용할 수 있으며 또 프로젝트 완성 후 운영 및 유지관리 프로젝트에서도 적용할 수 있다. 성공적인 VE 활동을 위해 적정한 시간은 일반적으로 VE 적용을 프로젝트 사이클에서 빠른 시점에 적용할 경우 큰 원가 절감 효과를 가져올 수 있다.

VE를 프로젝트의 초기(계획 및 설계단계)에 할수록 원가절감에 효과적인 이유는,

첫째. 실행비용이 이후 단계보다 낮다.

둘째. 실행에 대한 전망이 상대적으로 크다.

셋째. 프로젝트 전체 계획에 미치는 영향이 적다.

만약 VE 적용을 늦게 할 경우,

첫째. 변경시행을 위한 비용이 증가한다.

둘째. 변경을 위한 저항요인이 많아진다.

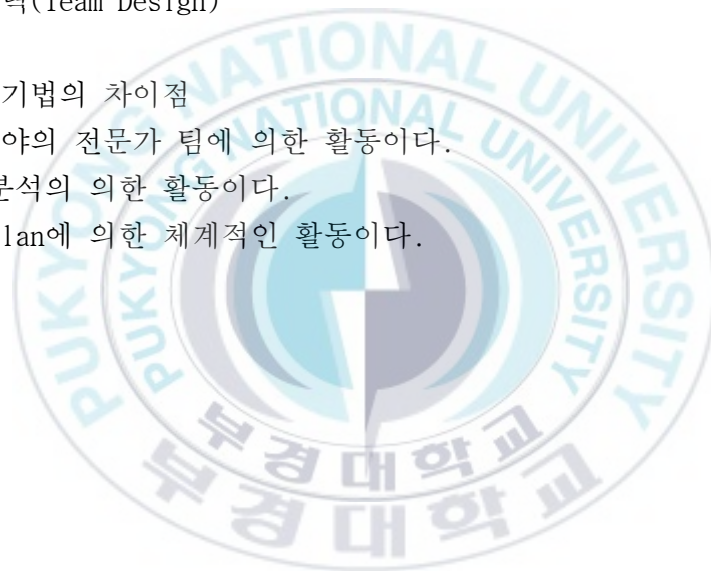
그러므로 VE의 실행은 시스템, 서비스, 각종 설계승인 및 자금 집행 전에 가능한 빨리 하는것이 최대의 결과를 가져온다.

(4) VE 추진의 기본원칙

- 1) 고정관념의 제거(창조적 사고)
- 2) 사용자 중심의 사고
- 3) 기능중심의 사고
- 4) 조직적 노력(Team Design)

* VE와 다른 기법의 차이점

- 각 분야의 전문가 팀에 의한 활동이다.
- 기능분석의 의한 활동이다.
- Job Plan에 의한 체계적인 활동이다.



1.2.5.2 VE 추진절차

추진절차 및 운용기법은 Fig. 2, Table 6과 같으며 각 발주청에서 VE업무를 수행하기 위한 하나의 가이드라인이며 해당 프로젝트의 특성과 VE연구기간에 따라 세부내용의 조정이 필요하다.

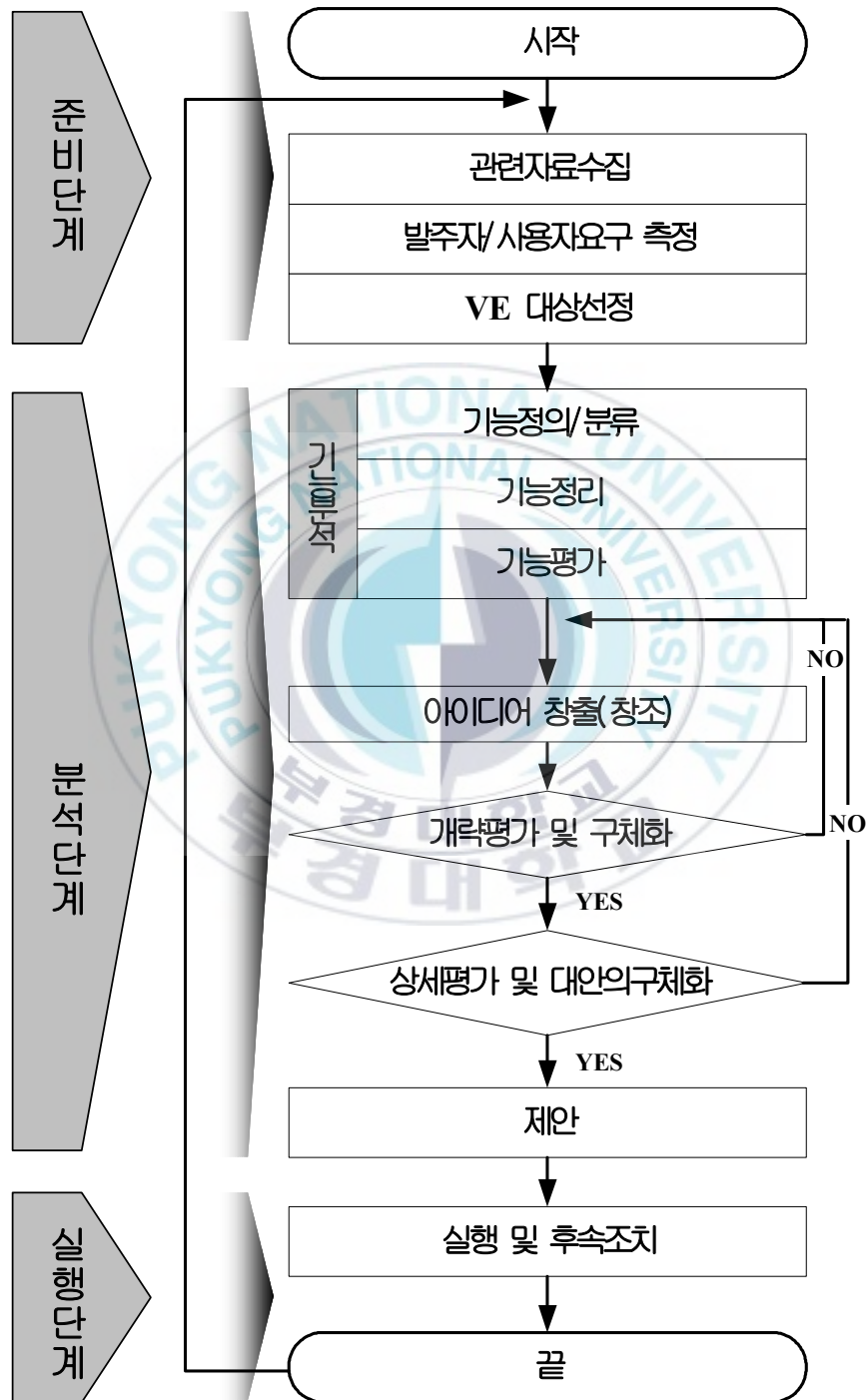


Fig. 2 설계VE 수행절차 및 주요 운용기법

Table 6 국내 VE추진절차(Job Plan)

단계구분	세 부 단 계	활 동 내 용
준비단계	오리엔테이션 미팅	①일정수립, 연구기간, 장소, 조건설정 ②요구정보의 유형설정 ③관련주체의 역할규정
	VE팀 선정 및 구성	①VE팀 규모 ②팀 선정시 고려사항 확인 ③선정절차 이행
	정보수집 및 분석	①설계정보 등 각종정보의 수집 ②프로젝트 제한사항 확립 ③공사비 견적 검증 ④비용모델 및 효용성평가자료분석 ⑤대상선정
분석단계	정보	①발주처 경영진, 관리자, 발주자 대리인, 설계자 발표 ②기능분석 ③FAST 다이어그램 작성
	아이디어 창출	①아이디어 창출 기본원칙 및 고려사항 활용 ②아이디어 창출기법적용
	평가	①아이디어 개략평가 ②개발가능 아이디어 선정 ③평가절차, 평가항목, 평가기법 선정 ④발주자와 설계자 검토
	개발	①아이디어 개발 ②제안서 작성(대안의 장단점, 비용자료, 일정 영향 등 포함)
	제안	①의사 결정자에게 설명 ②발표전략, 발표내용, 제시절차 수립, 시행
실행단계	제안서 검토	①VE제안서 요구사항, 검토사항, 검토 절차시행
	승인	①시행주체별 임무부여 ②최종결과에 대한 처리(채택, 기각, 재검토)
	후속조치	①실적자료의 추적 ②시행확인 ③평가

1.2.6 건설 VE 현황

1.2.6.1 건설업계와 VE

(1) 미국에서의 V.E

미국에서는 1956년 국방관계의 육군건설국, 해군시설국에서 V.E 프로그램이 설정된 이래로 정부의 건설조달분야에서 V.E 가 실시되고 있다. GSA(General Service Administration, 조달국)내의 PBS(Public Building Service)에서는 1971년 이래 V.E를 실시하고 있으며 GSA는 1974년에 모든 연방 행정기관이 V.E를 실시하라고 시달(FMC-74)했다. SAVE대회에서도 전문부회로서 건설V.E 부회가 있어 건설관계 논문도 다수 발표되어 건설에 있어서의 V.E 는 급속하게 발전하고 있다.

현재는 GOE, GSA, DOT등의 계약에서 V.E 장려 조항이 명문화 되어 공공부문뿐 아니라 민간 부문에서도 V.E를 실시하고 있다.

(2) 일본에서의 건설 V.E

일본에서는 1967년경부터 건설업에 V.E 가 적용되기 시작했다. 1970년의 건설공사의 V.E 국제 세미나와 일본 V.E 협회 주최의 건설 V.E 연구회의 발족을계기로 관심이 높아져 건설업계에서의 V.E 도입이 활발화 하고 있다.

정부의 V.E 제도 : 1997년부터 건설성에서 V.E 제도 시행(설계V.E, 입찰시V.E, 계약후 V.E)

(3) 한국에서의 건설 V.E

1983 : (사)한국능률협회가 동년 12월초 일본 (학)산업능률대학과 제휴하여 건설 V.E 세미나를 개최함

1987 : (사)한국능률협회가 동년 1월 일본 (학)산업능률대학과 제휴하여 제2회 건설V.E 세미나 개최함, 동년이후 국내 건설업계의 V.E 도입이 활발히 전개됨

1989 : (사)한국능률협회 주최의 제4회 V.E 전국대회에서 삼성건설(주)가 사업부상부문에서 수상함

1992 : 건설부에서 동년 2월 14일자로 「기술개발보상절차에 관한 규정」을 판정하여 종래의 「새로운기술, 공법」의 범위를 확대 적용하는 계기를 마련함.

1995 : 건설기술개발 및 관리에 관한 운영 규정(1995년 10월 23일, 건설교통부 훈령 제 124호)

1999 : 건설기술개발 및 관리에 관한 규정 - 기술개발보상제도 50:50 분배 (2000년 2월 21일 건설교통부 훈령 제 271호)

1.2.6.2 건설업에서의 VE활성화 저해요인

- (1) 기업환경이 비교적 양호한 점
- (2) 발주자측이 시공업자의 V.E에 의한 대체제안을 정당하게 인식하고 평가하고 있지 않다.
- (3) 경영자, 관리자의 V.E에 대한 이해와 지지가 부족
- (4) 건설공사에 필요한 V.E 수법이 개발되어 있지 않은 점



1.2.6.3 건설업 VE활동 제약조건

건설업 VE활동 제약조건을 Fig. 3과 같이 나타내었다

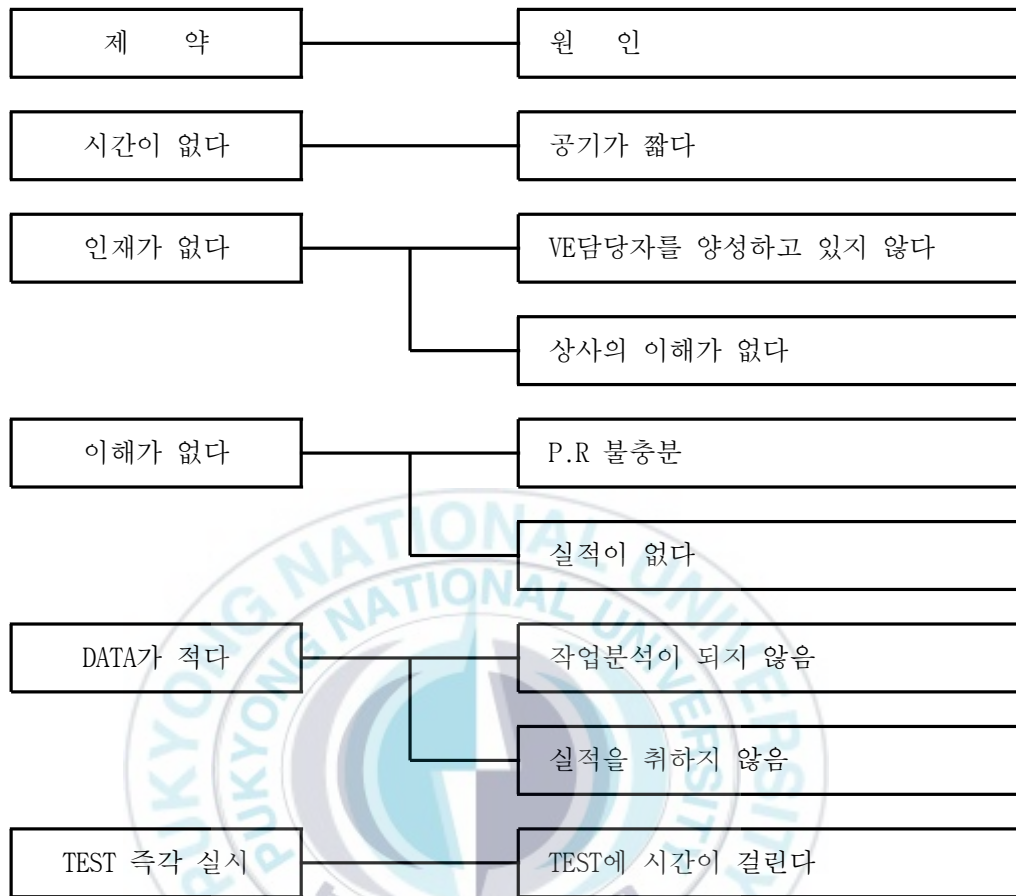


Fig. 3 건설업 VE활동 제약조건

1.2.6.4 각국의 VE추진현황

(1) 미국의 VE추진현황

현재 미 연방고속도로청(FHWA)에서는 연방정부의 보조를 받는 사업중 2,500만달러 이상의 프로젝트나 200만달러 이상의 주교통국 프로젝트에 VE가 의무적으로 적용되고 있다.

2000년도 미 연방고속도로청의 VE 실적현황은 앞의 표와 같다.

설계VE 실시비용은 총공사비의 약 0.04%정도이며, 이에 따른 절감액은 건당 106만달러(채택된 VE 제안에 따른 절감액/채택된 VE 제안 횟수)에 이르고, VE비용의 약 144배(채택된 VE 제안에 따른 절감액/VE 실시비용)에 달하고 있다.

(2) 일본의 VE추진현황

일본 건설성에서는 1997년부터 직할공사에 시범적으로 도입하여 대상업무, VE검토조

직의 구성원과 선정기준, 발주자 측의 체제, VE검토 업무의 위탁방법, 수정설계방법, 대안의 평가방법, 기술기준의 탄력적 운용방법, 검토결과의 공표, 시공기술자의 VE검토조직 참가방법, VE작업에 소요되는 작업일수 및 경비 등을 체계적으로 조사·분석한 바 있다.

일본의 VE시범사업은 민간기술개발이 현저한 공사, 대규모 구조물, 시공조건의 제약이 많은 사업, 대안을 찾아낼 가능성이 높은 설계업무를 대상으로 일정 수준 이상의 기술력을 가지고 있는 기술자로 VE검토조직을 구성하여 시행하였다.

일본의 VE는 다음과 같이 3가지의 형태로 시행되고 있다.

- 1) 설계VE,
- 2) 입찰시 VE
- 3) 계약후 VE

총공사비대비 공사비 절감률은 '96년 1.5%(9건), '97년 3.3%(11건), '98년 2.4%(15건)로 나타났다.

특히 1998년에는 일본건설성 직할공사 63건에 대한 설계VE를 실시한 바 있으며, 이는 공사VE로부터 점차 설계VE쪽으로 관심이 집중되고 있음을 알 수 있다.

(3) 국내 VE추진현황

우리나라에서는 미국의 시공VE제도(VECP)와 유사한 기술개발보상제도가 오래 전부터 시행되어 오고 있다. 기술개발보상제도는 계약상대자가 신청한 새로운 기술·공법 등 (정부설계와 동등이상의 기능·효과를 가진 기술·기자재 등을 포함)을 사용함으로써 공사비의 절감, 시공기간의 단축을 기함으로써 건설기술의 개발을 고취시키고 국제 경쟁력을 제고하기 위해 시행되고 있다.

1999년 12월에 개최된 “건설산업의 예산절감사례 발표회” 자료에 따르면, 건설교통부 산하기관의 예산절감 수범사례로서 공법변경 및 시공방법개선 등을 통해 총 6,274억원의 예산을 절약하여 사례당 평균 약 298억원(10%)의 예산절감을 이룬 것으로 나타났다. 이는 그 동안 건설교통부에서 지속적으로 추진하여온 공공건설사업효율화 종합 대책과 기술개발 보상제도 및 예산성과금 지급제도 등의 제도적 성과가 점차 가시화 되어 나가고 있는 것으로서, 향후 공공건설사업 추진 및 예산집행에 비용절감을 도모할 수 있는 동기부여가 될 것으로 평가된다.

2. 본 론

2.1 VE 활동을 통한 공조설비 System의 조사 및 분석

2.1 VE 수행 절차

(1) VE 수행절차 개요

설계의 경제성 등 검토업무는 VE JOB PLAN 표준절차에 따라 준비단계(PRE-STUDY), 분석단계(VE STUDY), 실행단계(POST-STUDY)로 나누어 실시하며, 각 추진단계별 목표달성을 위하여 사용되는 운영기법은 해당 설계VE의 특성과 적합성을 검토하여 적용한다.

(2) 준비단계(PRE-STUDY)

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

(3) 분석단계(VE-STUDY)

분석단계에서는 선정한 대상의 정보수집, 기능분석, 아이디어의 창출, 아이디어의 평가, 대안의 구체화, 제안서의 작성 및 발표를 하여야 하며 단계별로 첫째로 정보분석 및 기본설계도서 검토 둘째로 VE대상선정 및 기능분석 셋째로 아이디어 제안 및 개략평가 넷째로 대안 구체화 및 상세평가의 단계를 거친다.

(4) 실행단계(POST-STUDY)

실행단계는 분석단계에서 제시된 각 VE 제안의 최종처리 단계로서 VE수행을 마무리하는 아주 중요한 단계이다. 일반적으로 분석단계의 VE활동이 종료되는 것으로 인식하고 있으나 실행단계에서 VE 제안에 대한 사후 처리를 효과적으로 관리하지 않으면 지금까지의 VE활동은 무의미하게 되므로 VE 수행주체는 이의 중요성을 충분히 인식해야 하며 제안내용에 대한 확인과 최종 VE제안서 작성 및 후속조치가 뒤따라야 한다

2.1.2 VE 업무 FLOW

- 1) 공간컨소시엄 주도하에 VE. 수행
- 2) 화성시 여성청소년수련관 건립사업에 대한 이해
- 3) 기본설계의 배치도, 평면, 입면, 단면 등 계획에 대한 검토
- 4) 발주처의 요구사항 및 제안서 평가위원의 평가내용의 설계반영
- 5) VE. team 편성/ Orientation
- 6) 실시설계도서 및 내역서 검토
- 7) VE. 대상선정 및 기능분석(기능의 정의, 기능정리, 기능평가)
- 8) Idea 제안
- 9) Idea 개략평가
- 10) 제안내용에 대한확인 (발주처와 CM단 합동회의, 필요시 설계자 참석)
- 11) 최종 VE. 제안서 작성
- 12) 최종 VE. 결과 제출/통보

2.1.3 VE 조직구성

(1) 활동기간 및 인원

- 1) 일 시 : 2007년 07월 02일(월) ~ 2007년 07월 13일(금) 10일간
- 2) 장 소 : 공간건축 CM개발본부 회의실 (변경시 별도 통보)
- 3) 참여인원 :
 - VE. 수행인원 : 계 27명
 - 본사지원 12명
 - 상주 기술자 8명
 - 비상주 기술자 7명
 - Turn-key사 : 설계자, 시공자
 - 발주처 : 00명(화성시청 분야별 기술자)

(2) 조직구성

실시설계 VE 조직을 Fig. 4와 같이 구성 하였다

- 1) 발주처(화성시청), 건설사업관리단, turn-key사로 조직구성
- 2) VE.team의 조직구성은 건설사업관리단 내 분야별 상주·비상주 참여 인원과 본사지원단 및 각공종 전문가로 구성
- 3) VE. 대상에 따라 여러개의 VE. 검토조직으로 나누어 질 수도 있으며, 전임(full time)인원 뿐만 아니라 비전임(part time)인원의 투입으로 검토 조직을 구성한다.

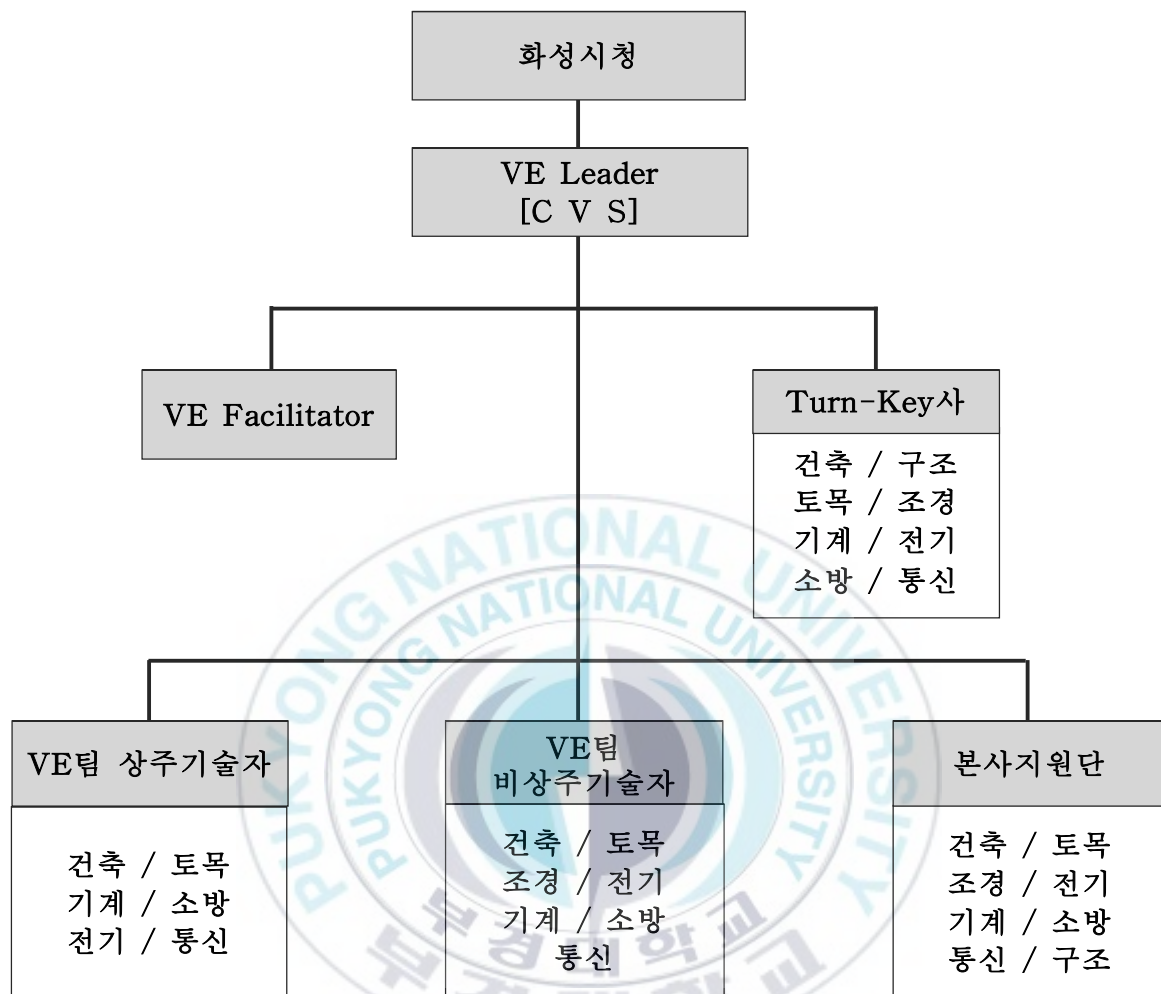


Fig. 4 실시설계1차 VE 조직도

2.1.4 VE 업무분장

(1) 업무분장

- 1) 실시설계 VE는 건설사업관리단이 주관을 하여 실시하되 발주처와 설계자의 적극적인 협조가 필요하다.
- 2) 각 단계에 따른 참여 주체별 업무 분담은 Table 7과 같다.

Table 7 단계별 업무 분담

구 분		참여 주체별 업무분장				
		건설사업관리단			설계자	발주처
		VE 리더	VE Facilitator	VE Team원		
준비 단계	준비	총괄	지원	활동	지원	지원
	Orientation/Team편성	총괄	지원	활동	참여	참여
분석 단계	정보분석 및 도서검토	총괄	지원	활동	-	-
	VE대상선정 및 기능분석	총괄	지원	활동	-	-
	Idea 제안	총괄	지원	활동	-	-
	Idea 개략평가	총괄	지원	활동	-	-
	대안구체화	총괄	지원	주관	-	-
실시 단계	제안사항 검토/협의	총괄	지원	참여	참여	참여
	제안서작성/제출	총괄	지원	활동	-	-

(2) 구성원별 주요업무

- 1) VE 리더 : 오리엔테이션 미팅 주관, 관련주체간 협력관계 구축
- 2) VE Facilitator : 발주청의 목표전달, 필요한 각종 제반 사항 파악
- 3) VE 팀원 : 사업의 개략적이해, 사업 및 설계 정보요청, 각종 제약사항 파악
- 4) 설계자 : 필요한 정보 파악, 각종 질의에 응답 및 설계 자료 제공
- 5) 발주자 : 사용자의 요구사항을 VE 참여 인원에게 설명 및 채택

2.1.5 VE 팀 구성 현황

Table 8 VE팀 구성 현황

구분	소속	직위	성명	등급	역할
----	----	----	----	----	----

■VE팀(본사지원단)

VE leader	(주)공간종합건축사사무소	이사	000	수석감리사(CVS)	VE총괄,리더
VE facilitator	(주)공간종합건축사사무소	이사	000	수석감리사	VE facilitator
VE coordinator	(주)공간종합건축사사무소	차장	000	감리사(건축기사)	코디네이터
건축	(주)공간종합건축사사무소	부장	000	수석감리사(CCM,시공기술사)	본사지원
구조	(주)공간종합건축사사무소	차장	000	감리사(CMP,구조기술사)	본사지원
토목	(주)동일건축	이사	000	수석감리사	본사지원
조경	(주)동일건축	이사	000	감리사	본사지원
기계	(주)공간종합건축사사무소	부장	강동희	수석감리사(기계설비기술사)	본사지원
소방	대경기술단	이사	000	특급	본사지원
전기	(주)동일건축	이사	000	특급	본사지원
통신	대경기술단	이사	000	특급	본사지원
행정지원	(주)공간종합건축사사무소	과장	000	감리사(건축기사)	본사지원

■현장지원(상주)

CM	(주)공간종합건축사사무소	단장	000	수석감리사	현장지원
건축	(주)공간종합건축사사무소	이사	000	수석감리사	현장지원
건축	(주)동일건축	이사	000	수석감리사	현장지원
기계	(주)공간종합건축사사무소	이사	000	수석감리사	현장지원
토목	(주)동일건축	이사	000	수석감리사	현장지원
전기	(주)동일건축	이사	000	특급	현장지원
통신	대경기술단	이사	000	특급	현장지원
소방	대경기술단	이사	000	특급	현장지원

■비상주

건축	(주)공간종합건축사사무소	상무	000	수석감리사	VE수행멤버
기계	(주)공간종합건축사사무소	이사	000	수석감리사	VE수행멤버
토목	(주)동일건축	이사	000	수석감리사	VE수행멤버
조경	(주)동일건축	상무	000	수석감리사	VE수행멤버
전기	(주)동일건축	부장	000	특급	VE수행멤버
통신	대경기술단	이사	000	특급	VE수행멤버
소방	대경기술단	이사	000	특급	VE수행멤버

2.1.6 실시설계 VE 수행계획

(1) 전체일정

Table 9 일정계획표

구 분		일정계획(2007년)											비 고	
		07월												
		02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12		13
[1] 준비 단계	1) 준비	■												도면접수
	2) team 편성		■											
[2] 분석 단계	1) 정보분석 및 실시설계도서 검토		■											
	2) VE 대상선정 및 기능분석			■										
	3) Idea 제안 및 개략평가				■									
	4) 대안 구체화 및 상세평가					■								
[3] 실시 단계	1) 제안내용에 대한 확인							■						
	2) 최종 VE제안서 작성 및 후속조치									■	■	■	■	최종 결과 보고서 제출: 화성시청

(2) 세부일정

■ 사전준비단계

1) 준비

Table 10 일정계획별 세부 업무

준비목록	일정 계획	세부 업무	주 관	비고
자료 수집 및 인원 현황 파악	'07.7.02.~7.02 AM	① 설계도서 등 현황파악 ② 공사비 자료 수집 ③ 타사사례 및 기타자료 수집 ④ 설계관련사항 준비 ⑤ 각 주체별 인원차출 요청 ⑥ 인원별 배치계획	CM단 CM단/턴키사 CM단/턴키사 CM단/턴키사 CM단/턴키사 CM단	
VE.활동범위 가설정	'07.07.02. AM	① 각 주체별 기대치 파악 ② VE.활동범위 가설정	CM단 CM단/VE.리더	

2) 팀 편성

Table 11 팀 편성

구분	일 정 계 획		주 관	장소	비고
7. 02. PM	1 부 (13:00~16 :00)	개회	CM단장	공간 CM 개발본부 회의실	
		팀원 소개(전체/각자)	CM단장		
		파트너링 협약서 작성	VE.리더		
		설계설명회(설명/질의/응답)	설계자		
		팀 구성 및 팀장 선출	VE.리더		
	Coffee break				
	2부 (16:30~18:00)	향후 수행일정 논의 및 폐회	VE.리더		

※ 준비단계는 팀 편성 및 파트너링을 겸하기 때문에 상주기술자, 비상주기술자, 본사지원단 모두 참석이 필요함.

■ 분석단계

Table 12 정보분석 및 실시설계도서 검토

구 분	세 부 계 획		주 관	비 고
7. 03.	09:00~12:00	정보 분석	VE.리더/팀장	장소:공간 CM 개발본부 회의실
	12:00~13:00	점심시간		
	13:00~15:00	설계도서검토-1	팀장	
	15:15~18:00	설계도서검토-2	팀장	

Table 13 VE 대상선정 및 기능분석

구 분	세 부 계 획		주 관	비 고
7. 04.	09:00~12:00	VE.대상 선정 (QM/CM기법)	VE.리더/팀장	장소공간 CM 개발본부 회의실:
	12:00~13:00	점심시간		
	13:00~16:00	VE.기능분석 (기능정의/기능정리)	VE.리더/팀장	
	16:15~18:00	VE.기능평가	VE.리더/팀장	

Table 14 Idea 제안 및 개략평가

구 분	세 부 계 획		주 관	비 고
7. 05.	09:00~12:00	Idea제안 및 List작성	VE.리더/팀장	장소:공간 CM 개발본부 회의실
	12:00~13:00	점심시간		
	13:00~16:00	Idea 개략평가	VE.리더/팀장	
	16:15~18:00	Idea구체화 List작성	VE.리더/팀장	

Table 15 대안구체화 및 상세평가

구 분	세 부 계 획		주 관	비 고
7. 06.	09:00~12:00	대안 구체화	VE.리더/팀장	장소:공간 CM 개발본부 회의실
	12:00~13:00	점심시간		
	09:30~16:00	구체화된 Idea 상세평가	VE.리더/팀장	
	16:15~18:00	최종Idea list작성 및 개산견적	VE.리더/팀장	

■ 실시단계

Table 16 제안내용에 대한 확인 세부계획

구 분	세 부 계 획			비 고
7.09.	09:00~12:00	개산견적 정리	팀장	장소:공간 CM 개발본부 회의실
	12:00~13:00	점심시간		
	13:00~18:00	건축/구조/토목/조경 합동회의	발주처/CM단 (필요시 사업 시행자 참여)	
		기계/소방 합동회의		
		전기/통신 합동회의		

2) 최종 VE제안서 포함내용

- 프로젝트 개요
- 각 단계에서 쉽게볼 수 있도록 개선 전·후의 개략도 및 장단점을 요약한 내용
- 주요 요소 및 공정에 대한 FAST도 작성
- 원가절감 및 기능향상 총괄표를 작성
- 원안에 대한 비용과 VE제안 안에 대한 비용을 수치로 대비 표현
- 사실적 정보 및 기술적 자료를 첨부하여 선택의 폭을 증대시킨다

3) 후속 조치

채택된 제안을 설계에 반영하고, 그 결과를 정리한 최종 VE 보고서를 VE 시행부서(발주처, 사용자)에게 전달하는 단계로서 VE 적용에 대한 효과를 종합적으로 검증하는 단계.

2.1.7 VE 활동 수행 개요

[1] 실시설계 VE 개요

화성시 여성청소년 수련관 실시설계 VE 수행목표를 다음과 같이 정하였다

- 첫째로 실시설계에 대한 VE는 직관적이며 경험 위주의 분석에서 탈피하여 과학적 분석과 체계적인 방법으로 최적인 도출
- 둘째로 설계내용에 대한 경제성 및 현장 적용의 타당성 등을 기능별, 대안별로 검토하여 최적인 창출
- 셋째로 설계의 기능성 향상, 시공성 개선 및 원가절감을 통해 본 사업의 가치를 극대화시키는 것임.

[2] VE 분석대상 건물의 개요

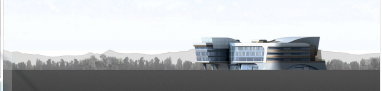
구 분	설 계 내 역	
용 역 명	• 화성시 여성청소년 수련관 건립공사	   
대 지 위 치	• 경기도 화성시 병점동 734번지 외 10필지	
지 역 / 지 구	• 자연녹지지역/항공고도제한 제 2구역	
대 지 면 적	19,325.00m ²	
건 축 면 적	3,820.20m ²	
연 면 적	28,293.18m ²	
건 폐 율	19.77%	
용 적 륜	47.30%	
건 축 규 모	지하 3층, 지상 4층	
최 고 높 이	28.2m(EL +49.5)	
구 조	철근콘크리트조, SRC조, 철골트러스조	
조 경 면 적	12,632.10m ² (65.4%)	
주 차 대 수	212대(지하주차-200대, 지상주차-12대)	

Fig. 5 분석대상 건물의 개요

[3] 층별 면적개요

(단위:m²)

구 분	설 계 내 역	비 고
지 하 3 층	9,508.72m ²	아이스링크, 체육관, 수영장 등
지 하 2 층	4,242.25m ²	헬스장, 골프연습장, 에어로빅장 등
지 하 1 층	3,770.49m ²	골프연습장, 무대시설 등
지하층 Total	17,521.46m ²	
지 상 1 층	2,919.53m ²	공연장, 전시실 등
지 상 2 층	1,939.63m ²	소강당, 청소년상담실, 정보화교육장 등
지 상 3 층	2,045.05m ²	영어카페, 과학교실, 이론강의실, 동아리방 등
지 상 4 층	2,020.38m ²	주방, 제과제빵실, 식당, 관장실 등
지상층 Total	8,924.59m ²	
합 계	28,293.18m ²	

Fig. 6 층별 면적개요

[4] 설계단계의 발주처 요구수준

(1)기본방향

1) 설계 일반조건

- 건축, 기계, 전기, 정보·통신, 소방, 토목, 조경, 기타 부대시설 등에 대한 설계기준은 관계 법규, 규정, 지침, 조례 등과 정부제정 표준시방서 및 본 설계지침에서 규제한 기준이상으로 하며 서로 상이한 경우에는 그 규제내용이 강화된 것을 따르도록 한다.
- 입찰안내서의 마감, 부착물, 설비 등의 자재·공법은 최소한의 기준을 명시한 것으로 동등 이상의 성능을 확보할 수 있는 것이어야 한다.
- 입찰안내서에 명시되어 있지 않은 사항이라도 건물의 기능유지를 위하여 필요하거나 불가피하다고 인정되는 사항은 설계에 반영하여야 한다.

- 각종 재해로부터 건물 이용자를 보호할 수 있도록 내진, 내풍, 내구, 내화, 내수성능 등이 확보되어야 하며 재난으로부터의 긴급피난은 물론 일상생활에서 부주의에 의해 일어날 수 있는 추락, 감전 등 기타 안전사고 예방을 위한 설계자의 검토사항이 설계에 반영되도록 한다.
- 상위계획(택지개발, 지구단위계획, 환경 및 교통영향평가)과 당해 지형 및 주변여건(자연환경, 교통, 미관, 민원)등을 충분히 고려하여야 한다.
- 장래변화에 대응 가능하며 미래지향적 설계, 시공 및 유지관리상의 선진 시스템이 사전 검토되어 반영토록 한다.
- 장애인을 위한 편의시설은 해당관련법에 저촉되지 않도록 설계하여야 하며, 장애인, 노약자, 임산부를 고려한 최단동선 및 시설물이용에 사각지대가 없도록 이들의 시각에서 바라본 설계개념을 도입한다.

- 건축물의 생애주기비용(LCC)을 고려한 설계가 되어야 한다.

2) 설계의 기본원칙

- 설계 및 시공의 내용/방법은 보편 · 타당하며 정부, 학회, 협회 등에서 인정하는 것이어야 한다.
- 사용자재는 품질 및 성능이 공인된 것으로 공급이 안정적이고, 사후 관리가 용이한 것으로 선택한다.
- 자재 등은 투자비, 내용 년 수, 유지관리비 등을 비교 · 분석하여 투자효과가 우수한 것을 사용하도록 한다.
- 안전에 관계가 있는 모든 건축물 및 구조물은 반드시 조건 또는 사정변경 등의 가능성을 충분히 고려하여 기술적 통용이 가능한 안전율 이상을 확보하여 반영한다.
- 설계는 설계자의 독창적이고 창의적인 것이어야 한다.
- 입찰안내서에 특정되지 않은 사항은 정부의 계약제도 및 건설관련법규, 최근 정부 제정 각종 지방서 및 기준에 의하여 설계 및 시공을 시행하여야 한다.

3) 성능기준

- 구조체 및 그에 부착되는 부착물은 필요한 내진성능, 내풍성능, 내설성능, 내충격성능을 가져야 한다.
- 건물에 작용 또는 영향을 미치는 각종 영향적 하중, 열, 광, 자외선, 물, 습기, 불, 화학적 물질, 해충 등에 대하여 필요한 조치를 하고 소정의 내구성이 확보되도록 하여야 한다.
- 일상적인 생활 중에서 일어날 수 있는 부주의에 의해서 추락, 넘어짐, 부딪힘, 끼임, 화상,

감전, 가스중독 등의 사고가 발생하지 않도록 하여야 한다.

- 구조물은 내화구조로 하며, 소방관계법령에 따른 소방설비를 반드시 갖추어야 한다.
- 관계법령에서 규정하는 값 이상의 단열성능이 확보되도록 하고, 단열 및 보온구조는 열교 및 내부결로 현상이 발생하지 않도록 한다.
- 실마다 실의 용적 또는 최대 사용인원수 및 용도에 적합한 통풍 및 환기시설을 갖추어야 한다.
- 지하층 및 창호주변, 상부슬라브, 외벽 등 외부에 대한 결로발생이 우려되는 부위는 사전 결로 방지대책을 검토하여 계획한다.
- 각 실별 용도에 따라 차음, 흡음, 방음조치를 하여야 한다.
- 각 실은 균일한 조도가 확보되도록 인공조명을 설치하고, 주요한 실은 조망성이 확보되어야 한다.
- 건물의 어느 부분 및 어느 부위에서도 누수 및 흡수가 되지 않아야 한다.
- 관계실은 서로 연관성을 가지고 사용하는데 편리하도록 배치, 구성하여야 하며, 각종 설비 등은 사용하는데 편리하도록 인체공학적으로 설계하여야 한다.
- 시설 및 설비는 유지관리가 용이하여야 한다.
- 건물의 내, 외부는 시각적인 아름다움과 상징성이 있어야 한다.
- 건물의 각 실의 기능에 맞는 방법 및 보안시설을 고려하여 설계한다.
- 본 건물의 이용자에게 쾌적한 환경을 제공하고, 근무자에게는 업무의 능률을 향상시키며, 건물을 효율적으로 관리, 운영할 수 있도록 IBS(Intelligent Building System)개념설계를 반영하며 도입할 최소의 항목은 아래와 같다.
- 시공자는 착공 전 품질확보를 위한 조치를 충분히 취해야 한다.

4) 환경설계기법의 적용

- 친환경 건축물 인증제도 세부시행지침(건교부, 환경부)에 의거 실시설계 완료전에 우수등급으로 예비인증을 받아야 한다.
- 주변자연환경 및 경관과 어우러진 옥외공간조성 및 배치
- 건축물의 에너지절약(태양광의 적극적 활용, 여름철 일사열 차단을 위한 방위별 차양계획 수립, 에너지절약을 고려한 건축계획기법 도입, 대체에너지의 활용, 에너지절약기법 도입에 따른 경제성(LCC) 평가)
- 자연채광/자연환기를 고려한 개구부 계획, 실내공기오염물질 저방출자재의 선정
- 방재성능부문의 환경설계(건축물 구조, 용도 및 주변지역과의 연관성 분석, 피난거리 및 내

부가구의 위치고려, 천장고, 복도폭, 계단폭, 출입구 폭, 배연창 등 고려)

5) 지역적 특성의 반영

- 화성시의 역사성, 환경성, 지역성, 대표성 등 지역적 특성 및 상징적 요소가 설계에 반영되도록 한다.

① 역사성 : 화성시의 역사적 상징성의 표현

② 환경성 : 지역(부지)의 물리적, 지리적 환경 조건(지형, 수목, 하천 등)에 적합한 설계 방안 제시

③ 지역성 : 지역적 인문환경(특산물(품), 유 · 무형 문화재, 지역문화 등)의 조건 을 반영한 상징적 표현

④ 대표성 : 화성시(지방)를 대표할 수 있는 색상, 형태, 재료, 식물, 동물 등 유형 또는 무형의 상징적 표현

⑤ 기 타 : 화성시 여성 · 청소년 수련관을 상징할 수 있는 미술장식품과 경관조명 설치

6) 신재생 에너지의 적용방안

- 지역적 여건을 고려한 환경친화적 신 · 재생에너지원의 선정(예: 태양광 및 에너지, 지열원 설비 등)하여 「대체에너지개발 및 이용보급촉진법」에 적합하도록 시설하여야 한다.
- 내구성과 경제성이 확보되도록 한다.
- 실용성을 고려하여 적용효과가 우수하도록 하여야 한다.

[5] 설계 기본개념

(1) 건축부분의 설계는 기계, 전기, 정보통신, 소방, 토목, 조경, 기타 부대시설 등 다른 공종과 상호연관이 가능하도록 한다.

(2) 설계도서는 관계 법령에 의한 인 · 허가 취득에 문제가 없도록 작성되어야 한다.

(3) 사업시행 부지의 도시계획 및 관련법규와 관할행정관청의 조례, 규정, 자치법규 등을 참고하여 각종 배치 계획 및 대지이용계획과 규제사항을 확인하여 설계에 반영한다.

(4) 설계의 주안점

① 화성시의 미래지향적 위상제고

- 첨단적이고 미래지향적 조형요소의 건축물이미지 도입
- 각 시설의 전문성 확보와 첨단시설의 도입
- 화성시 고급문화공간으로서의 상징적 표현

② 지역의 상징적 대표성 부여

- 화성시의 문화성 및 역사성 반영
- 도심의 랜드마크적 역할을 할 수 있는 상징물
- 화성시 고급 문화공간으로서의 상징적 표현

③ 시민공간으로서의 역할부여

- 시민공간으로서의 친근함과 휴식처제공
- 시민의 문화적, 정서적 발전에 기여할 수 있는 시설
- 시민들이 쉽게 인식하여 이용할 수 있도록 경관조성계획과 동선계획을 연계.

④ 친환경적이고 에너지 절약적인 시설계획

- 주변환경과 조화로움은 물론이고 선진공법을 채택으로 환경친화적 건축물계획
- 시설 유지·관리의 경제성을 고려한 에너지 절약형 건물
- 라이프사이클을 고려한 시설계획(내구성, 가변성, 리모델링 용이성, 확장성 등)
- I.B.S 기능을 수용한 미래지향적 현대식 개념의 건축설계
- 사용자재 및 설비는 장기간이 경과 시에도 적절한 유지관리는 물론 쾌적한 환경이 유지될 수 있도록 설계 및 시공이 되도록 한다.
- 수영장, 아이스링크장, 공연장, 체육관, 각 로비 등 공동사용 시설은 기능의 특성을 고려하여 쾌적하고 편안한 분위기의 내부 의장시설을 설치토록 한다.

[6] 배치계획

- 본 시설이 입지할 지역의 교통체계와 주변 토지이용계획을 감안하여 배치계획을 수행하며 차량동선, 보행동선, 주차계획, 옥외공간 활용계획 등이 합리적이고, 안전을 고려한 시설물 배치가 되도록 한다.
- 건물 배치계획은 각 건물기능의 특성을 감안, 용도별 독립성과 정숙성을 고려하여야 한다. 특히 동선체계는 각 이용자(여성, 청소년, 관람객, 체육시설이용자)별 편의성 위주로 이용자 중심의 배치안을 검토하고 부지이용의 특성을 고려하여 효율성이 극대화된 배치계획을 고려하여야 한다.
- 대지내 진입시 교통의 흐름을 방해하지 않도록 입지할 지역의 교통체계와 주변토지이용계획을 감안하여 계획을 하도록 한다.
- 대지내 순환이 가능하도록 전체대지내 동선을 계획하고, 대지내 녹지 및 휴게공간은 최대한 확보될 수 있도록 한다.
- 배치계획은 반드시 건물간의 높이, MASS, 균형 등 미적 안정성이 고려되어야 한다.
- 옥외공간 계획시 단지의 전체적인 조화를 이루도록 관련 분야별 (건축, 조경, 전기, 토목 등) 긴밀한 협의를 하도록 하여야 한다.
- 보행자를 우선적으로 고려하여 시설 및 외부공간을 계획한다.

[7] 동선계획

- 부지내에서는 보행자의 안전을 우선적으로 고려하여 보차구분이 명확하여야 한다.
- 부지인접도로의 차량진입시를 고려하여 가 · 감속차선을 확보토록 한다.
- 동선체계는 이용자의 특성을 고려하여 불편함이 없도록 하여야 한다. 차량이용자는 주차장로의 접근이 용이도록 방향성 인지도가 분명하여야 한다.
- 시설별 이용자의 편의성 및 독립성을 확보하기 위한 별도의 동선계획이 반영되도록 하며, 장애인 수평, 수직 이동동선은 가급적 최소화하여 시설이용의 편의성을 제공하도록 한다.
- 관련 시설간의 연계성을 충분히 고려하여 시설간의 이동동선을 최소화 하여야 한다.

2.1.8 공조 설비 System VE 활동

[1] 정보수집 및 분석

Table 17 정보수집

조사결과기록		화성시 여성청소년 수련관 실시설계 VE (Page : /)	
조사내용	공사 및 설계 현황	일 시	2007 년 7 월 3 일
대 상 지	화성 여성청소년수련관 건립공사	항 목	대상지 현황조사
1. 전체 공사 현황 - 부지내에 토목 가시설공사 및 굴착공사가 진행중에 있으며, 건설사업관리단이 현장에 상주하여 공사에 대한 전반적인 관리를 하고 있음. 2. 기계공사 추진현황 - 현재 실시설계 추진중이며 기계설비공사에 대한 전반적인 검토가 이루어 지며 조정되고 있으며, 금번 Value Engineering은 실시설계 진행율 50% 설계도서로 진행 함.			

[2] 기능분석단계

Table 18 기능정의

기능정의			화성시 여성 청소년 수련관 실시설계 VE		
대 상 (공간)	기 능 정 의		기능분류		비 고
	명 사	동 사	주기능	부기능	
기계	시설을	운영 한다	●		
	급탕을	제공 한다		○	
	저탕량을	산정 한다.		○	
	장비를	선정 한다		○	
	급수를	공급 한다		○	
	열원을	공급 한다		○	
	유지보수를	용이하게 한다.		○	
	난방을	제공 한다		○	
	부하를	관리 한다		○	
	열원방식을	선정 한다		○	
	열원을	공급 한다		○	
	설비를	운영한다		○	
	자동제어를	운용한다		○	
	장비를	배치한다		○	
	에너지를	분배한다		○	
	SYSTEM을	운영 한다		○	

2. 기능정리

FAST

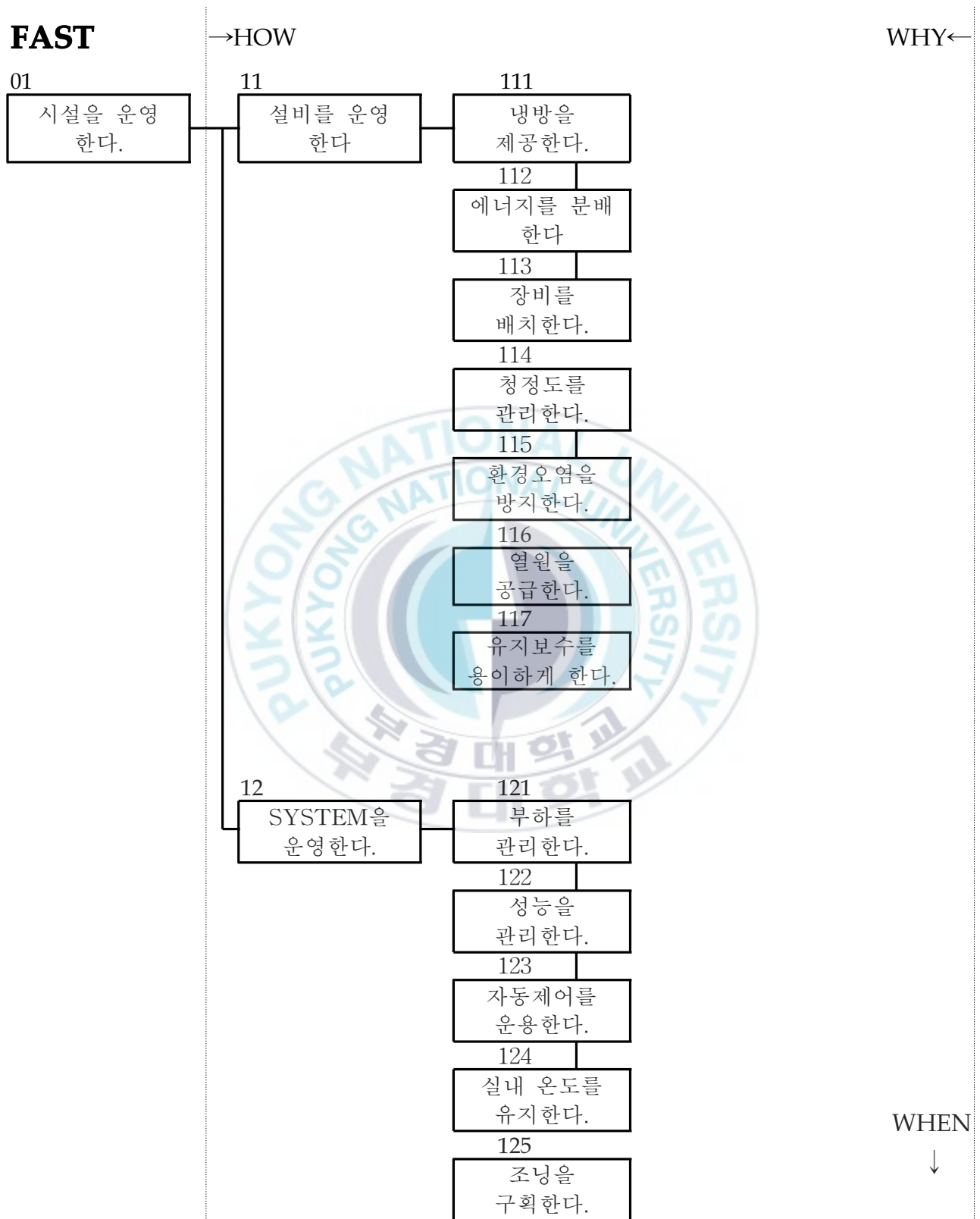


Fig. 7 FAST DIAGRAM

[3] 창조 및 평가 단계

Table 19 아이디어 목록

아이디어 목록			화성시 여성청소년 수련관 실시설계 VE
개선기능		M11 : 설비를 운영한다	검토방향
구분	번호	아이디어	
기계	01	지하수개발의 적정성을 검토 한다	지하수개발 위치개소 검토
	02	중수도용량의 적정성을 검토 한다	지하수 또는 영구배수이용 검토
	03	배관을 통한 시수오염 여부를 검토한다	중수도 및 시수조 연결배관 검토
	04	기계실/공동구 설비배관을 검토 한다	규격 채널 사용방안 검토
	05	자동제어 방식을 검토 한다	시스템의 호환성 및 통합 검토
	06	실험실 Fume Hood 조닝을 검토 한다	층별 또는 용도별 조닝 검토
	07	실험실 Fume Hood 필터를 검토 한다	멸균/제진/탈취 기능 검토
	08	전공기 공조방식을 검토 한다	공기+수방식 검토
	09	공조방식에 의한 공기오염을 검토 한다	용도별 공조방식 검토
	10	실험실 배수관을 검토 한다	Trap 봉수 유지 검토
	11	냉난방 공조 공기량을 검토 한다	VAV 작동에 따른 영향 검토
	12	공조기 설치위치를 검토 한다	지하공조기 지상설치를 검토
	13	지열 히트펌프를 검토 한다	태양열 급탕방식을 검토
	14	실내압력을 유지 한다	VAV Unit의 효용성 검토
	15	급수펌프 대수제어를 검토한다.	인버터 형 Booster Pump 대수의 적정성
	16	보일러 보급수펌프 수량 검토	수량조정 검토
	17	공조장치의 적정성 검토	개별 시스템 에어컨 검토
	18	냉수순환 순환압력유지검토	펌프운전 상황에 대한 차압의 방향검토
	19	공조 덕트의 효용성 검토	환기덕트 가시관의 설치 검토

(A: 건축, C: 토목, L: 조경, M: 기계, 소방, E: 전기, 통신, 기타)

Table 20 아이디어 개략평가

(○, △, ×)

아이디어 LIST					화성시 여성청소년 수련관 실시설계 VE			
개선기능		M11 : 설비를 운영한다	평가항목					채택 여부
번호	어	경제성	시공성	안전성	기능성	친환경성	유지 관리	
M-01	지하수개발의 적정성을 검토 한다	○	○	△	△	○	△	
M-02	중수도용량의 적정성을 검토 한다.	○	○	△	△	○	○	
M-03	배관을 통한 시수오염 여부를 검토한다..	○	○	△	○	×	○	
M-04	열원설비를 검토한다.	△	○	△	○	△	○	◎
M-05	자동제어 방식을 검토 한다	○	○	△	△	△	×	
M-06	수영장 환기설비를 검토한다.	△	○	○	△	○	○	◎
M-07	정수조 및 우수조 재질을 검토한다	○	△	△	○	○	○	
M-08	전공기 공조방식을 검토 한다	△	○	○	△	△	△	
M-09	공조방식에 의한 공기오염을 검토한다.	△	○	△	○	○	○	
M-10	수영장 수처리 방식을 검토한다	△	○	△	×	○	△	
M-11	수영장 환기덕트 재질을 검토한다.	○	×	△	○	○	△	
M-12	오 배수 배관재질을 검토한다	○	○	△	○	○	×	
M-13	지열 히트펌프를 검토 한다	△	○	△	△	△	○	
M-14	수영장 급수배관 방식을 검토한다.	△	○	△	×	○	△	
M-15	공조 덕트의 효율성 검토	△	○	○	△	○	△	◎
M-16	급수펌프 대수제어를 검토한다.	○	○	×	△	○	△	
M-17	급탕저장탱크 설치를 검토한다.	△	○	○	○	○	△	◎
M-18	화장실 난방용 온수 방열기의 적정성을 검토 한다	○	△	○	△	○	○	◎

(A: 건축, S: 구조, C: 토목/ 조경, M: 기계, F: 소방, E: 전기/ 통신)

Table 21 아이디어 분석 및 검토

※ Value Type

기능					기 타
비용					
type	a	b	c	d	e

[illegible]

(A: 건축, S: 구조, C: 토목/ 조경, M: 기계, F: 소방, E: 전기/ 통신)

[4] 아이디어개발 및 구체화

Table 22 아이디어 분석 1

아이디어 분석(M-04)							화성시 여성청소년수련관 실시설계 VE						
구 분	기 준						1 안						
재료명칭	증기난방 시스템 운전						중온수 시스템 운전						
	평가항목						평가항목						
	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	
	★★☆	★★☆	★★☆	★★☆	★★★★	★★★★	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	
기대효과	장 점			단 점			대 책						
	1) 고온의 온수 열매체의 열분배 용이 2) 열병합발전 시스템과의 조합운전 가능 3) 열매체의 상태변화가 없으므로 시스템이 간단하다.			1) 예열 시간이 길다 2) 열 운송 동력비가 많이 든다.			1) 열병합 시스템과의 조합운전						
범 례	★★★★ : 아주 양호			★★☆ : 양호			☆☆☆ : 현수준			☆☆☆ : 미흡			

Table 23 아이디어 분석 2

아이디어 분석(M-06)							화성시 여성청소년수련관 실시설계 VE							
구 분	기 준						1 안							
재료명칭	수영장 급배기 시스템을 환기조화기와 현열교환기를 혼용하여 운전						환기조화기 1대 삭제							
	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리
		★★★★	★★★★	★☆☆	★★☆	★★☆	★★★★		☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
기대효과	장 점			단 점			대 책							
	1) 시스템장치가 간단하다. 2) 초기투자비가 절감된다.			1) 외기 도입공기 온도가 실온과 상이할 수 있음			1) 공기조화기 가열코일 이용							
범 례	★★★★ : 아주 양호			★★☆ : 양호			★☆☆ : 현수준			☆☆☆ : 미흡				

Table 24 아이디어 분석 3

아이디어 분석(M-15)							화성시 여성청소년수련관 실시설계 VE							
구 분	기 준						1 안							
재료명칭	환기덕트 가지관으로 인한 공사비 및 운전동력 상승						환기덕트 가지 관을 줄이는 대신 천정 리턴 참바를 이용.							
	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리
		★★☆	★★☆	★★☆	★★☆	★★★★	★★★★		☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
기대효과	장 점			단 점			대 책							
	1. 공사비 절감 2. 공기단축			1. 천정 내부 기밀시공 필요.			1. 건축적 재료 및 공법 강구							
범 례	★★★★ : 아주 양호			★★☆ : 양호			☆☆☆ : 현수준			☆☆☆ : 미흡				

Table 25 아이디어 분석 4

아이디어 분석(M-17)							화성시 여성청소년수련관 실시설계 VE							
구 분	기 준						1 안							
재료명칭	열교환기 내장형 급탕저장탱크 사용						관형 열교환기에 의한 순간급탕 가열 방식							
	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리
		★★☆	★★☆	★★☆	★★☆	★★★★	★★★★		☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
기대효과	장 점			단 점			대 책							
	1) 장치가 간단하여 유지보수가 용이하다 2) 저장수에 대한 열손실 량이 적다			1) 일시부하에 취약하다			1) 고 온수 열매체 사용							
범 례	★★★★ : 아주 양호			★★☆ : 양호			☆☆☆ : 현수준			☆☆☆ : 미흡				

Table 26 아이디어 분석 5

아이디어 분석(M-18)							화성시 여성청소년수련관 실시설계 VE							
구 분	기 준						1 안							
재료명칭	화장실 난방을 온수배관시스템 + 온수방열기 설치						화장실 난방용 온수 방열기를 전기방열기로 대체한다.							
	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리	평가항목	경제성	시공성	안전성	친환경성	기능성	유지관리
		★★☆	★★★★	★★☆	★★★★	★★★★	★★★★		☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆	☆☆☆
기대효과	장 점			단 점			대 책							
	1) 배관누수 위험이 없다 2) 예열부하 시간이 짧다 3) 24시간 Zoning 구분이 확실하다			1) 방열기 전용 별도전원 필요			1). 전기와 협의 필요							
범 례	★★★★ : 아주 양호			★★☆ : 양호			☆☆☆ : 현수준			☆☆☆ : 미흡				

Table 27 아이디어 분석 6

Analysis Matrix	기계분야(M-04)	※ 중요도 측정기준
-----------------	------------	------------

A. 경제성

B. 시공성;

C. 안전성

D. 기능성

E. 친환경성

F. 유지관리

A-3

A/C

B/C

B-2

D-2

B/E

C/E

D/E

D/F

F-2

D-2

A-2

A/F

F-2

4. 매우중요

3. 중 요

2. 조급중요

1. 기존/동일

		F	E	D	C	B	A	
개선대상 : M-04 열원설비를 검토 한다	소 계	8	3	6	3	4	7	대안평가 합계
	가중치	8	3	6	3	4	7	
기존안		2	3	2	2	3	2	69
중온수보일러 설치		3	3	4	3	3	3	*99

※ 대안평가기준

5. 매우 우수

4. 우수

3. 보통

2. 미흡

1. 매우 미흡

Table 28 아이디어 분석 7

Analysis Matrix	기계분야(M-06)	※ 중요도 측정기준
-----------------	------------	------------

A. 경제성

B. 시공성

C. 안전성

D. 기능성

E. 친환경성

F. 유지관리

A-3

A/C

B-2

D-2

D-2

C/D

B/E

A/E

A/F

E-2

B/F

D-2

C/F

F-2

E/F

4. 매우중요

3. 중 요

2. 조금중요

1. 기준/동일

개선대상 : M-06	소 계	가중치	F	E	D	C	B	A	대안평가 합계
수영장 환기설비를 검토한다			6	5	7	3	4	6	
기존 안			6	5	7	3	4	6	
환기조화기 삭제			3	3	3	3	3	2	87
			18	15	21	9	12	12	
			4	3	2	3	4	4	*102
			24	15	14	9	16	24	

※ 대안평가기준

5. 매우 우수

4. 우수

3. 보통

2. 미흡

1. 매우 미흡

Table 29 아이디어 분석 8

Analysis Matrix	기계분야(M-15)	※ 중요도 측정기준
-----------------	------------	------------

A. 경제성

B. 시공성;

C. 안전성

D. 기능성

E. 친환경성

F. 유지관리

B-2

C-3

C-3

A/D

B-2

E-2

C-2

B/E

A/F

C/E

B-2

E-2

C/F

D/F

E-2

4. 매우중요
3. 중 요
2. 조금중요
1. 기존/동일

개선대상 : M-15 공조덕트의 효율성 검토	소 계	3	8	2	10	7	2	대안평가 합계
	가중치	3	8	2	10	7	2	
기존 안		3 9	3 24	3 6	2 20	3 21	3 6	86
천정 Plenum Chamber		3 9	3 24	3 6	3 30	4 28	3 6	*103

※ 대안평가기준

5. 매우 우수
4. 우수
3. 보통
2. 미흡
1. 매우 미흡

Table 30 아이디어 분석 9

Analysis Matrix	기계분야(M-17)	※ 중요도 측정기준
-----------------	------------	------------

A. 경제성

B. 시공성;

C. 안전성

D. 기능성

E. 친환경성

F. 유지관리

A/B

A-2

C-2

D-2

B/D

A-2

D-2

B-2

A/F

C-2

F-2

D/E

C/F

D/F

F-2

4. 매우중요

3. 중 요

2. 조급중요

1. 기존/동일

개선대상 : M-17 급탕저장탱크를 검토 한다.	소 계	7	1	5	5	4	5	대안평가 합계
	가중치	7	1	5	5	4	5	
기존 안		2	3	3	3	2	2	65
판형 열교환기 설치		4	3	3	3	3	3	*88

※ 대안평가기준

- 5. 매우 우수
- 4. 우수
- 3. 보통
- 2. 미흡
- 1. 매우 미흡

Table 31 아이디어 분석 10

Analysis Matrix	기계분야(M-18)	※ 중요도 측정기준
-----------------	------------	------------

A. 경제성										4. 매우중요
B. 시공성;	A/B									3. 중 요
C. 안전성	C-3	A-3								2. 조금중요
D. 기능성	D-2	D-2	A/D							1. 기존/동일
E. 친환경성	D/E	E-2	B/E	A/E						
F. 유지관리	F-2	D/F	B/F	A-2						

		F	E	D	C	B	A	
개선대상 : M-18 화장실 난방용 온수방열 기의 적정성을 검토 한다	소 계	4	5	7	5	3	8	대안평가 합계
	가중치	4	5	7	5	3	8	
기존 안		2	2	2	2	2	3	72
전기방열기 설치		3	4	3	3	3	3	*101
		12	20	21	15	9	24	

※ 대안평가기준

5. 매우 우수
4. 우수
3. 보통
2. 미흡
1. 매우 미흡

[5] 제안단계

Table 32 원가절감 총괄표

■ 기계

원가절감 총괄표		화성시 여성 청소년 수련관 실시설계 VE	
제안번호	제안내용	원가절감액	
		공사비 절감액	품질향상
M-04	열원설비를 검토한다.	37,400,000	
M-06	수영장 환기설비를 검토한다.	31,000,000	
M-15	공조 덕트의 효용성 검토	10,000,000	
M-17	급탕저장탱크 설치를 검토한다	71,300,000	
M-18	화장실 난방용 온수 방열기의 적정성을 검토한다	20,930,000	
합 계		(-) 170,630,000	

(A: 건축, S: 구조, C: 토목/ 조경, M: 기계, F: 소방, E: 전기/ 통신)

Table 33 VE 제안서 1

제안번호	M-04	기능	열원설비를 검토 한다	Page	
		제안 명	중온수시스템 채택하여 열원설비의 효율성을 높인다		
기 존 안			개 선 안		
관류형 증기보일러 채택			중온수 보일러 설치		
개선안 단점			개선안 장점		
1. 열 응답성이 늦다			1. 고온의 온수 열매체의 열 분배 용이함. 2. 열병합발전 시스템과의 조합운전 가능 3. 열매체의 상태변화가 없으므로 시스템이 간단하다.		
검 토					
1. 열병합발전 시스템과 연계					
원가절감액 (단위 : 원)					
구 분	공사비	유지관리비	계		
기 존 설 계	180,000,000		180,000,000		
VE 제안설계	142,600,000		142,600,000		
시행추가비용	-		-		
절 감	(-) 37,400,000		(-) 37,400,000		
비 고					

Table 34 VE 제안서 2

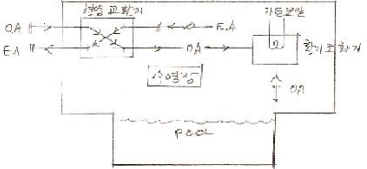
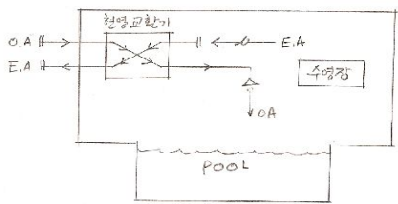
제안번호	M-06	기능	Page	
		제안명		
		수영장환기설비를 검토한다.		
		배열회수시스템 장치의 단순화로 유지보수 용이		
<u>기 존 안</u>		<u>개 선 안</u>		
				
환기조화기와 병행하여 현열교환기설치		환기조화기 삭제하고, 현열교환기 통과한 외기의 가열은 해당 공기조화기 운전으로 보완		
<u>개선안 단점</u>		<u>개선안 장점</u>		
1. 간접방식의 외기가열		1. 초기투자비 절감 2. 환기장치 단순화		
<u>검 토</u>		1. 실내온도 성층화 방지 위한 환기덕트 방식 검토		
<u>원가절감액</u>		(단위 : 원)		
구 분	공사비	유지관리비	계	
기 존 설 계	59,000,000		59,000,000	
VE 제안설계	28,000,000		28,000,000	
시행추가비용	-		-	
절 감	(-) 31,000,000		(-) 31,000,000	
비 고				

Table 35 VE 제안서 3

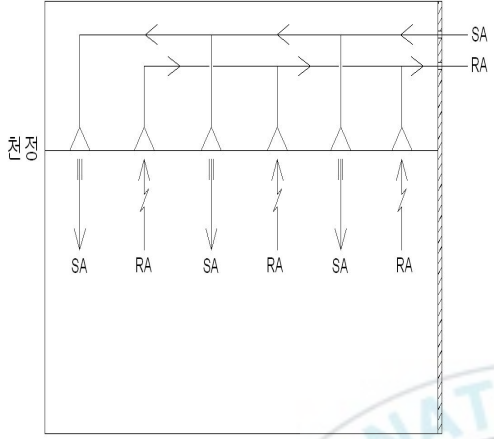
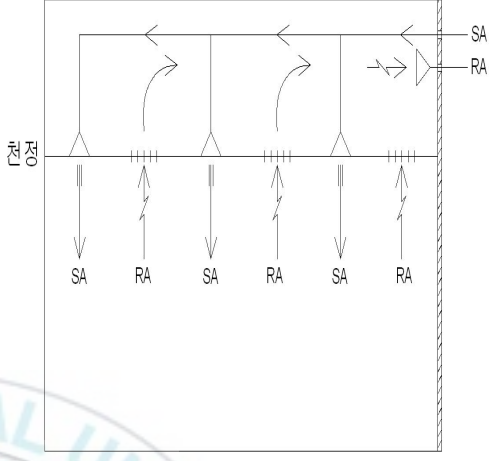
제안번호	M-15	기능	Page	
		제안명		
		공조덕트의 효율성 검토 환기덕트 가지관을 천정 Plenum Chamber 리턴방식 채택		
기 존 안		개 선 안		
				
공조환기 덕트 가지관 설치는 초기투자비 상승요인 발생.		천정 Plenum Chamber 이용		
개선안 단점		개선안 장점		
1. 건축적 기밀시공 요함. 2. 실내 공기분포 일부 편중 발생 요인 있을 수 있음.		1. 공사비절감 및 공기단축		
검 토		1. 천정내부 기밀시공 위한 건축과 협의		
원가절감액		(단위 : 원)		
구 분	공사비	유지관리비	계	
기 존 설 계	32,000,000		32,000,000	
VE 제안설계	22,000,000		22,000,000	
시행추가비용	-		-	
절 감	(-) 10,000,000		(-) 10,000,000	
비 고				

Table 36 VE 제안서 4

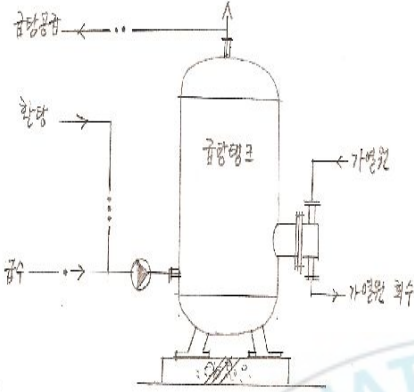
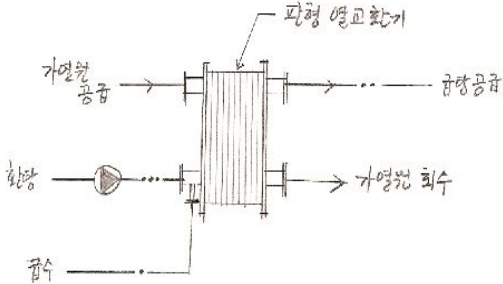
제안번호	M-17	기능	급탕저장탱크 설치를 검토한다.		Page	
		제안명	판형열교환기에 의한 순간가열방식 채택			
기 존 안			개 선 안			
						
급탕저장탱크에 사용 급탕량을 저장한다.			충분한 용량의 판형 열교환기로 순간가열방식으로 운전한다.			
개선안 단점			개선안 장점			
1. 시스템고장 시, 급탕수요 부족 발생			1. 설치면적 축소 2. 저장으로 인한 열 손실 없음			
검 토						
1. 시스템 고장으로 인한 Back Up 용량 확보 방안 2. 판형 열교환기 성능 및 적정 용량 검토						
원가절감액 (단위 : 원)						
구 분		공사비	유지관리비		계	
기 존 설 계		74,000,000			74,000,000	
VE 제안설계		2,700,000			2,700,000	
시행추가비용						
절 감		(-) 71,300,000			(-) 71,300,000	
비 고						

Table 37 VE 제안서 5

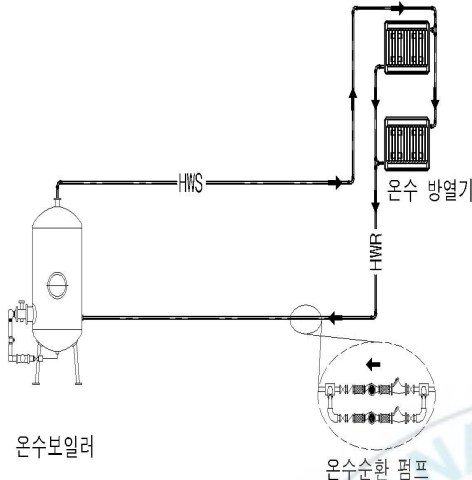
제안번호	M-18	기능	화장실 난방용 온수방열기의 적정성 검토한다.	Page	
		제안명	전기방열기 대체 검토		
기 존 안			개 선 안		
					
화장실 난방에 온수순환시스템 사용			전기방열기에 의한 국소난방		
개선안 단점			개선안 장점		
1. 전기방열기 위한 전기배관 고려			1. 복잡한 온수순환배관 시스템 생략 2. 유지보수성 용이		
검 토					
1. 전기방열기의 전기소비량 및 전월콘센트 위치에 대하여 전기와 협의					
원가절감액 (단위 : 원)					
구 분		공사비	유지관리비	계	
기 존 설 계		29,440,000		29,440,000	
VE 제안설계		8,510,000		8,510,000	
시행추가비용		-		-	
절 감		(-) 20,930,000		(-) 20,930,000	
비 고					

Table 38 산출근거 1

제안 번호	M-04	기능	열원설비를 검토 한다			Page		
		제안명	중온수 시스템 채택하여 열원설비의 효율성을 높인다.					
항	목	단위	기 존 안			개 선 안		
			단가	수량	계	단가	수량	계
증기보일러 2,000 kg/hr	대		41,200,000	3	123,600,000			0
증기보일러 1,500 kg/hr	대		28,900,000	1	28,900,000			0
증기보일러 800 kg/hr	대		25,600,000	1	25,600,000	25,600,000	1	25,600,000
중온수보일러 1,500,000 kcal/hr	대				0	56,000,000	2	112,000,000
응축수탱크 800LIT.	조		4,000,000	4	16,000,000	4,000,000	1	4,000,000
보일러 보급수 펌프 17Lpm x 60m x 0.4Kw	조		1,000,000	9	9,000,000	1,000,000	1	1,000,000
합 계					180,000,000			142,600,000

Table 39 산출근거 2

제안번호	M-06	기능	수영장환기설비를 검토한다.						Page	
		제안명	배열회수시스템 장치의 단순화로 유지보수 용이							
항 목		단위	기 존 안			개 선 안				
			단가	수량	계	단가	수량	계		
환기조화기 45,000CMH		대	31,000,000	1	31,000,000			0		
현열교환기 45,000CMH		대	28,000,000	1	28,000,000	28,000,000	1	28,000,000		
합 계					59,000,000			28,000,000		

Table 40 산출근거 3

제안 번호	M-15	기능	공조덕트의 효율성 검토					Page	
		제안명	환기덕트 가지관을 천정 Plenum Chamber 리턴 방식 채택						
항	목	단위	기 존 안			개 선 안			
			단가	수량	계	단가	수량	계	
공조덕트면적		M ²			800				
공조덕트 공사비			40,000	800	32,000,000	40,000	550	22,000,000	

Table 41 산출근거 4

제안 번호	M-17	기능	급탕저장탱크 설치를 검토한다.			Page		
		제안명	판형열교환기에 의한 순간가열방식 채택					
항	목	단위	기 존 안			개 선 안		
			단가	수량	계	단가	수량	계
급탕탱크 (5,800LIT) 434,000 kcal/hr,	대	22,000,000	1	22,000,000				
급탕탱크 (6,300LIT) 471,000 kcal/hr,	대	27,000,000	1	27,000,000				
급탕탱크 (500LIT) 105,000 kcal/hr,	대	7,000,000	1	7,000,000				
급탕탱크 (3,000LIT) 157,000 kcal/hr,	대	18,000,000	1	18,000,000				
판형열교환기 700,000 kcal/hr	대		0		2,700,000	1	2,700,000	

Table 42 산출근거 5

제안 번호	M-18	기능	화장실 난방용 온수방열기의 적정성 검토 한다.			Page	
		제안명	전기방열기 대체 검토				
항 목	단위	기 존 안			개 선 안		
		단가	수량	계	단가	수량	계
난방용 온수 순환배관 (배관보온 포함)	식	20,000,000	1	20,000,000			
기타 공사비	식		1	5,000,000			
온수방열기		120,000	37	4,440,000			
전기방열기					230,000	37	8,510,000
합 계				29,440,000			8,510,000

3. 결 론

3.1 분석 결과 및 고찰

본 논문에서는 “화성시 여성.청소년수련관 건립공사”의 실시설계 50%단계에서의 가치분석 활동(VE 활동)을 통하여, 현장조사와 설계도서를 조사.분석 하므로써 기존설계와 비교하여 공조설비 시스템의 효율성 증대와 경제적인 시스템을 구축하고, 에너지의 효율적이용과 시스템의 경제적 운용을 통한 공조설비 시스템의 가치효용성 증대방안으로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 설계도서의 열원설비 시스템을 분석 하여, 기존 설계상의 관류형 증기보일러 시스템을 열병합발전 시스템과 연계시킨 증온수 보일러 시스템으로 구축 하는 것이, 경제적이고 에너지를 효율적으로 이용할수 있어, 가치 효용성을 증대 시킬수 있다고 분석 되었다.
2. 설계도서의 수영장 환기설비 시스템을 분석하여, 기존 설계상의 환기조화기와 병행한 현열교환기 설치 시스템을 현열교환기 단독 시스템으로 구성하여 초기투자비 절감과 환기장치의 단순화 시키는것이, 경제적이고 에너지를 효율적으로 이용할수 있어, 가치 효용성을 증대 시킬수 있다고 분석 되었다.
3. 설계도서의 공조덕트 시스템을 분석하여, 기존 설계상의 급기 덕트 및 환기 덕트 설치 시스템을 환기덕트를 설치하지 않는 천정 Plenum Chamber 방식으로 하는것이, 시공성과 경제성을 향상 시켜, 가치 효용성을 증대 시킬수 있다고 분석 되었다.
4. 설계도서의 급탕저장 시스템을 분석하여, 기존 설계상의 급탕저장탱크 방식을 판형 열교환기에 의한 순간가열방식으로 하는것이, 설치면적 축소로 인한 공간 재활용과 저탕에 의한 열손실을 방지하여, 가치 효용성을 증대 시킬수 있다고 분석 되었다.
5. 설계도서의 화장실 난방용 온수방열기 설치의 적정성을 분석하여, 기존 설계상의 화장실 난방용 온수 순환시스템을 전기방열기 설치에 의한 국소난방 방식으로 하는것이, 복잡한 온수순환 배관시스템의 생략으로 시공성 향상과 유지관리성을 향상시켜, 가치 효용성을 증대 시킬수 있다고 분석 되었다.

참고문헌

1. 공정개선 및 시스템 개발과정(V.E) 동아건설산업(주) 1999년
2. V.E 사례집 동아건설산업(주) 1998년
3. V.E 사례집 (주)기산 1995년
4. 건설 V.E의 실전적 활용술 후지타기술본부
5. 건설 V.E 운용기법(안) 한국건설기술연구원
6. 건설 V.E 매뉴얼 작성을 위한 연구(안) 한국건설기술연구원
7. 제품개선 V.E 한국표준협회 2000년
8. 한국기술사회 기술사 CPD교육 교재 VE(Value Engineering)
9. 손명섭, 가치공학(Value Engineering)
10. 건설기술관리법, 설계의 경제성등 검토에 관한 지침
11. 건설기술연구원, 건설사업 VE기술 도입방안, 건설교통부, 2000
12. 국제건설기술인협회(일본), 쌍용건설 기술연구소(역), 건설VE, 기문당, 2001
13. 서울시립대학교, 건설기술연구원, 건설VE의 실질적인 운용기법을 위한연구, 건설교통부, 2000
14. 중앙대학교, 한국건설기술연구원, 건설VE매뉴얼, 건설교통부, 2000