



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](#)

공학박사 학위논문

사례기반의 도로공사 설계VE  
대상 선정 방법



2011년 2월

부경대학교 대학원

건설관리공학협동과정

류 하 룡

공학박사 학위논문

사례기반의 도로공사 설계VE  
대상 선정 방법

A Case-Based Object Selection of Design VE  
for Road Construction Projects

지도교수 김수용

이 논문을 공학박사 학위논문으로 제출함.

2011년 2월

부경대학교 대학원

건설관리공학협동과정

류 하 룡

# 류하룡의 공학박사 학위논문을 인준함

2011년 2월 23일



주 심 농 학 박 사 이 영 대 (인)  
위 원 공 학 박 사 이 종 출 (인)  
위 원 공 학 박 사 임 남 기 (인)  
위 원 공 학 박 사 양 진 국 (인)  
위 원 공 학 박 사 김 수 용 (인)

# 목 차

표 목차 .....	iv
그림 목차 .....	vii
Abstract .....	ix

## 1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적 .....	1
1.2 연구의 범위 및 방법 .....	3
1.3 국내·외 연구동향 분석 .....	5
1.3.1 국내 연구동향 .....	5
1.3.2 국외 연구동향 .....	7
1.3.3 국내·외 연구동향 고찰 .....	8

## 2. 건설VE 업무와 대상 선정 방법론

2.1 건설공사 VE 업무 .....	10
2.1.1 건설VE 적용시기 및 관련법령 .....	10
2.1.2 건설VE 적용효과 .....	11
2.2 건설VE 적용절차 .....	13
2.2.1 국내 건설VE 적용절차 .....	13
2.2.2 국외 건설VE 적용절차 .....	17
2.3 건설VE 대상 선정 업무 .....	20

2.3.1 VE 대상 선정 현황 .....	20
2.3.2 현행 VE 대상 선정 방법 .....	21
2.4 현행 VE 대상 선정의 문제요인 추출 .....	26
2.4.1 전문가 면담조사 .....	26
2.4.2 전문가 설문조사 .....	28

### 3. 사례기반의 VE 대상 선정 방법

3.1 사례 분석 .....	33
3.1.1 사례 프로젝트 개요 .....	33
3.1.2 VE 제안 분석 .....	36
3.1.3 VE 제안 추출 .....	38
3.2 공종별 우수 VE 제안 추출 .....	39
3.3 1차 우수 VE 제안 분류 .....	43
3.4 2차 우수 VE 제안 분류 .....	45
3.4.1 평균원가절감액 기준 분류 .....	45
3.4.2 전문가 설문조사 기준 분류 .....	50
3.5 가치지수 적용을 통한 최종 VE 대상 선정 .....	55
3.5.1 Value Index의 적용 개념 .....	55
3.5.2 잠재적 가치개선 영역의 가치지수 산정 .....	56
3.6 결과의 고찰 .....	62

### 4. VE 대상 계층화 및 선정 방법 제안

4.1 VE 대상 항목의 일반화 .....	64
4.2 VE 대상 계층화 .....	69

4.3 VE 대상부위별 상대적 중요도 분석 .....	74
4.3.1 AHP 기법 개요 .....	74
4.3.2 VE 대상부위별 상대적 중요도 산정 .....	77
4.4 VE 대상 선정 방법 제안 .....	84
<b>5. 사례검증을 통한 적용성 분석</b>	
5.1 사례 프로젝트 개요 .....	85
5.2 현행 VE 대상 선정기법의 적용결과 .....	86
5.2.1 고비용 분야 선정기법에 의한 방법 .....	86
5.2.2 Cost to Worth기법에 의한 방법 .....	87
5.2.3 제안방법의 적용결과 .....	89
5.3 전문가 설문을 통한 비교분석 .....	91
5.3.1 전문가 설문결과 .....	91
5.3.2 결과의 고찰 .....	94
<b>6. 결 론</b> .....	96
<b>참고문헌</b> .....	98

# 표 목 차

<표 2.1> 코스트 모델의 구성 .....	15
<표 2.2> 국내·외 수행기관별 VE 대상 선정 현황 .....	20
<표 2.3> 현행 VE 대상 선정 방법 .....	21
<표 2.4> 비용·성능 평가기법 적용 예 .....	23
<표 2.5> 복합 평가기법 적용 예 .....	24
<표 2.6> 가중치 부여 복합 평가기법 적용 예 .....	25
<표 2.7> 면담조사 참여전문가 현황 .....	27
<표 2.8> 면담조사 분석결과 .....	27
<표 3.1> 사례 프로젝트 개요 .....	33
<표 3.2> 공종별 우수 VE 제안 .....	39
<표 3.3> 토공 및 배수공의 우수 VE 제안(일부분 발취) .....	40
<표 3.4> 교량공 및 포장공의 우수 VE 제안(일부분 발취) .....	41
<표 3.5> 터널공 및 부대공의 우수 VE 제안(일부분 발취) .....	42
<표 3.6> 고비용 기준의 우수 VE 제안 분류결과 .....	43
<표 3.7> 평균원가절감액 및 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	45
<표 3.8> 토공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	46
<표 3.9> 배수공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	46
<표 3.10> 교량공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	47
<표 3.11> 포장공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	49
<표 3.12> 터널공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	49
<표 3.13> 부대공의 평균원가절감액 기준 분류결과 .....	50

<표 3.14> 토공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	51
<표 3.15> 배수공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	52
<표 3.16> 교량공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	52
<표 3.17> 포장공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	53
<표 3.18> 터널공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	54
<표 3.19> 부대공의 전문가설문조사 기준 분류결과 .....	54
<표 3.20> 토공 분야 가치개선 영역 .....	57
<표 3.21> 배수공 분야 가치개선 영역 .....	58
<표 3.22> 교량공 분야 가치개선 영역 .....	58
<표 3.23> 포장공 분야 가치개선 영역 .....	59
<표 3.24> 터널공 분야 가치개선 영역 .....	60
<표 3.25> 부대공 분야 가치개선 영역 .....	61
<표 3.26> 사례기반의 VE 대상 선정기준 및 분류결과 .....	62
<표 4.1> 토공의 VE 대상 일반화 .....	64
<표 4.2> 배수공의 VE 대상 일반화 .....	65
<표 4.3> 교량공의 VE 대상 일반화 .....	66
<표 4.4> 포장공의 VE 대상 일반화 .....	66
<표 4.5> 터널공의 VE 대상 일반화 .....	67
<표 4.6> 부대공의 VE 대상 일반화 .....	67
<표 4.7> 중요도 척도 .....	76
<표 4.8> AHP 분석결과 집계표 .....	83
<표 4.9> VE 대상항목 선정 테이블 .....	84
<표 5.1> 대상 프로젝트 개요 .....	85
<표 5.2> 토공 분야의 제안방법 적용결과 .....	89

<표 5.3> 접근성에 대한 비교분석 결과 .....	91
<표 5.4> 적용방법의 효율성에 대한 비교분석 결과 .....	92
<표 5.5> 가치개선 가능성에 대한 비교분석 결과 .....	92
<표 5.6> 기능분석과의 연계성에 대한 비교분석 결과 .....	93
<표 5.7> 프로젝트 특성의 반영 가능성에 대한 비교분석 결과 .....	93
<표 5.8> 프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성에 대한 비교분석 결과 .....	94
<표 5.9> VE 대상 선정기법 간의 평가점수 집계 .....	94
<표 5.10> 현행방법과 제안방법 비교분석 .....	95



# 그 립 목 차

<그림 1.1> 연구의 수행절차 및 방법 .....	3
<그림 2.1> 건설사업의 프로세스별 VE 실시시기 .....	10
<그림 2.2> 건설공사 설계VE 수행절차 .....	13
<그림 2.3> 품질모델(Quality Model) 다이어그램 .....	14
<그림 2.4> 기술적 FAST Diagram의 작성 예 .....	16
<그림 2.5> 고비용 분야 선정기법의 작성 예 .....	22
<그림 2.6> 설문조사 참여전문가 구성 .....	28
<그림 2.7> VE 대상 선정방법 적용현황 .....	29
<그림 2.8> 프로젝트 조건 및 특성의 반영정도 .....	29
<그림 2.9> 발주자 및 사용자 요구사항의 반영정도 .....	30
<그림 2.10> 객관적 수행기준 적용정도 .....	30
<그림 2.11> VE 팀원들의 경험 의존도 .....	31
<그림 2.12> 비용적 측면의 의존도 .....	31
<그림 2.13> 성능적 측면의 반영정도 .....	32
<그림 2.14> VE 대상 선정결과와 기능분석의 연계성 정도 .....	32
<그림 3.1> 사례 프로젝트의 VE 제안 집계 .....	36
<그림 3.2> 공중별 VE 제안비율 .....	37
<그림 3.3> 공중별 VE 제안 채택율 .....	37
<그림 3.4> VE 제안 추출결과 .....	38
<그림 3.5> 공중별 VE 제안 추출비율 .....	38
<그림 3.6> 공중별 우수 VE 제안 추출비율 .....	39

<그림 3.7> 공중별 우수 VE 제안의 1차 분류결과 .....	43
<그림 3.8> 공중별 우수 VE 제안의 1차 분류결과 분포도 .....	44
<그림 3.9> 설문참여 도로건설 전문가 구성 .....	51
<그림 3.10> 최종 VE 대상 선정결과 및 공중별 분포도 .....	63
<그림 4.1> 토공의 계층구조 .....	69
<그림 4.2> 배수공의 계층구조 .....	70
<그림 4.3> 교량공의 계층구조 .....	71
<그림 4.4> 포장공의 계층구조 .....	71
<그림 4.5> 터널공의 계층구조 .....	72
<그림 4.6> 부대공의 계층구조 .....	73
<그림 4.7> AHP기법 적용 프로세스 .....	75
<그림 4.8> AHP 계층구조 .....	76
<그림 4.9> 상대적 중요도의 설문조사 참여 전문가 구성 .....	77
<그림 4.10> 토공의 AHP 분석결과 .....	78
<그림 4.11> 배수공의 AHP 분석결과 .....	79
<그림 4.12> 교량공의 AHP 분석결과 .....	80
<그림 4.13> 포장공의 AHP 분석결과 .....	80
<그림 4.14> 터널공의 AHP 분석결과 .....	81
<그림 4.15> 부대공의 AHP 분석결과 .....	82
<그림 5.1> 고비용 분야 선정기법 적용결과 .....	86
<그림 5.2> 터널공의 Cost to Worth기법 적용결과 .....	87
<그림 5.3> 토공의 Cost to Worth기법 적용결과 .....	88
<그림 5.4> 설문참여 도로 시공전문가 구성 .....	89

# 제목 : 사례기반의 도로공사 설계VE 대상 선정 방법

## 요 지

건설 VE는 프로젝트의 예산절감 및 성능향상을 위하여 활발히 수행되고 있으나, 건설공사가 가지고 있는 특수성으로 인하여 체계적으로 적용되지 못하고 있어, 건설VE 프로세스 및 운용기법을 최적화하기 위한 지속적인 연구개발이 요구된다. 본 연구에서는 건설VE 업무에서 핵심적 부분이지만 현행 실무에서 효용성이 낮은 VE 대상 선정의 개선방법을 다음과 같이 개발하였다.

첫째, 7개 사례 프로젝트의 VE 제안 1,297건을 대상으로 우수 VE 제안 290건을 추출하여, 고비용, 평균원가절감액, 전문가설문조사를 기준으로 잠재적 가치개선 영역을 분류하고, 잠재적 가치개선 영역에 가치지수(VI)를 적용하여 45건의 VE 대상을 최종 선정하였다.

둘째, 최종 선정된 45건의 VE 대상을 각 공종별로 대상부위와 대안유형으로 일반화한 후, WBS를 기준으로 계층화하고, AHP기법을 활용하여 대상부위별 상대적 중요도를 산정하였다.

셋째, 대상부위별 상대적 중요도를 활용하여 VE 수행자가 프로젝트의 특성을 반영할 수 있는 VE 대상항목 선정 테이블 및 선정기준을 제시하였다.

넷째, 제안방법에 대한 적용성 분석을 위하여 현행방법을 대상으로 사례검증을 실시하고, 전문가 설문조사를 통해 적용효과를 비교분석 하였다.

그 결과 실무적 측면에서 제안방법의 효용성이 높은 것으로 분석되어 향후 지속적 DB 축적을 통한 보완이 이루어진다면 실무 활용도가 더욱 증대될 것으로 기대된다.

키워드 : VE, VE 대상, VE 제안 사례, WBS, AHP 기법, VI

# 1. 서 론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

VE(Value Engineering)는 기존 안에 비해 가격 및 품질이 우수한 새로운 대안을 창출하는 활동이다. 제조업은 일찍이 VE가 도입되어 신제품의 개발과 혁신적 대안 창출의 수단으로 활용되고 있으며, 건설 분야의 경우 1980년대 초, 중반에 VE가 도입되었으나 그다지 활성화되지 못하다가 최근 중요성이 부각되면서 핵심기술로 자리매김하고 있다. 특히, 건설공사 VE는 “설계의 경제성등 검토(설계VE)”<sup>1)</sup>로 규정되어 있으며, 기존 설계안에 대한 경제적 타당성 및 현장 적용성 등을 분석한다.

이와 관련한 규정은 건설기술관리법 제38조 13항에 규정되어 있으며, 총공사비가 100억 원 이상인 공공건설공사에 설계의 경제성등 검토를 의무화 하도록 규정하고 있다.<sup>2)</sup> 건설공사에서 VE 적용은 프로젝트 원가절감 및 성능향상 측면에서 적용효과가 높다는 것이 사례를 통하여 검증되고 있다. 그러므로 건설VE 실무에서 좀 더 용이하게 접근할 수 있는 기법 개발이 요구되며, 특히 규모가 크고 복잡한 건설공사에서 합리적으로 VE 대상을 선정할 수 있는 기법개발이 요구된다.

현행 건설VE 업무에서 VE 대상 선정은 높은 중요도에도 불구하고 건설공사의 특수성으로 인하여 제대로 수행되지 못하며, VE 수행자의 경험 및 판단에 의해 결정되는 경우가 대부분이다. 따라서 건설VE가 추구하는

---

1) 설계의 경제성등 검토는 건설기술관리법 제38조 13항에 규정되어 있으며, “설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침”에 용어정의, 적용절차, 적용방법에 관하여 규정되어 있다. 여기서는 VE Job-Plan을 준비단계(Pre-Study), 분석단계(VE Study), 실행단계(Post-Study)로 구분하고 있다.

2) 500억 원 이상인 공공건설공사 중 특수시설물에 적용되던 “설계의 경제성등 검토” 업무가 2006년 1월을 기점으로 100억 원 이상인 공공건설공사로 전면 확대 실시되게 되었다.

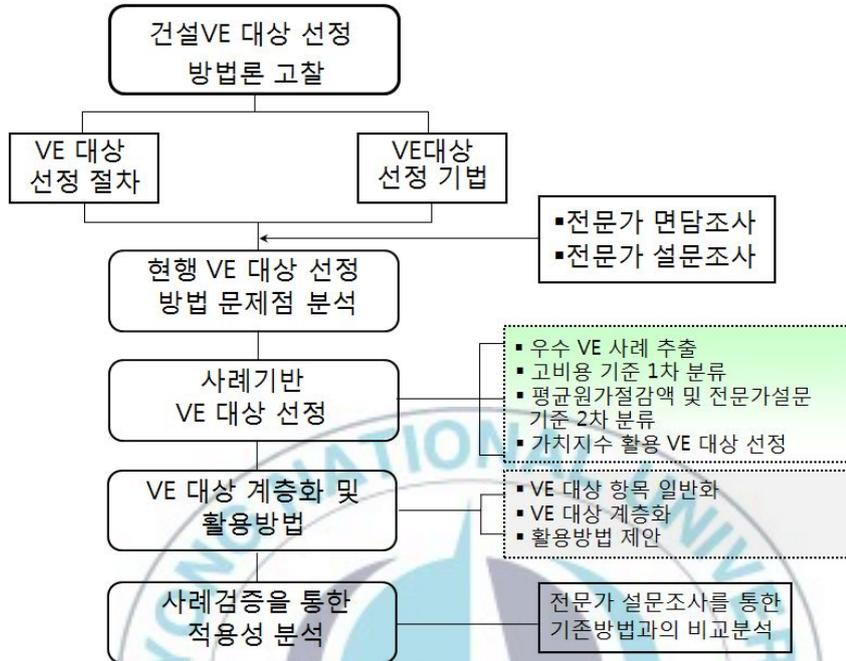
최대목표인 가치개선 영역 도출을 통한 최적의 VE 성과구현이 어려운 실정이다.

이에 본 연구에서는 건설VE 우수사례 분석결과를 기반으로 실무에서 VE 대상을 효과적으로 선정할 수 있는 방법을 개발하고자 한다. 개발한 방법은 가치개선의 효과가 높은 VE 대상을 선정가능하게 함으로써, 성공적 VE 수행에 기여할 것으로 기대된다.



## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 도로건설공사에 대한 설계VE 업무 중 VE 대상 선정을 연구의 범위로 하며, 연구의 수행절차 및 방법은 그림 1.1과 같다.



< 그림 1.1 > 연구의 수행절차 및 방법

첫째, VE 대상 선정 방법의 프로세스 및 방법론을 고찰하고, 건설VE 수행경험이 풍부한 전문가를 대상으로 면담조사 및 설문조사를 실시하여 현행 VE 대상 선정의 문제점을 도출한다.

둘째, 현행 VE 대상 선정 방법의 문제점을 개선하기 위하여 아래의 절차에 따라 VE 대상 선정 방법을 제시한다.

- 1) 도로건설공사에 적용된 1,297건의 VE 제안사례를 분석하여 290건의 우수 VE 제안을 분류한다.

- 2) 290건의 우수 VE 제안을 고비용 기준으로 1차 분류한다. 이는 비용 투입 규모가 큰 영역이 가치개선의 효과가 높기 때문이다.
- 3) 1차 분류된 우수 VE 제안을 평균원가절감액과 전문가 설문을 기준으로 2차 분류하여 잠재적 가치개선 영역을 추출한다. 평균원가절감액은 공종별 비용투입 규모만큼 해당공종에서 원가가 절감되는 절대금액도 중요하기 때문이며, 전문가설문은 해당분야 전문가들이 판단하는 신뢰성 있는 가치개선 영역을 선정하기 위함이다.
- 4) 1차, 2차에 걸쳐 분류한 잠재적 가치개선 영역에 가치지수를 적용하여 최종 45건의 VE 대상을 선정한다. 가치지수는 기존안 Cost를 현재의 비용으로 하고, 개선안 Cost를 Worth(값어치)<sup>3)</sup>로 하여 산정하며, 가치지수 산정결과 1.2 이상인 항목을 VE 대상으로 선정한다.

셋째, 최종 선정된 45건의 VE 대상을 공종별로 대상부위와 대안유형으로 일반화하고, WBS를 기반으로 계층화한 후, AHP기법을 활용하여 상대적 중요도를 산정한다.

넷째, 계층화한 대상부위의 상대적 중요도를 활용하여 VE 수행자가 프로젝트 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 VE 대상항목 선정 테이블과 선정기준을 제시한다.

다섯째, 실무 적용성 분석을 위하여 사례검증을 실시하고 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 비교분석한다.

---

3) 가치지수는 해당 기능의 비용과 값어치 간의 관계를 나타내는 수치이며,  $VI(\text{Value Index}) = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}}$ 로 산정한다. 여기서, 비용(Cost)은 해당되는 특정기능을 획득하고 사용하는데 요구되는 비용을 말하며, 값어치(Worth)는 해당 기능을 획득하는데 필요한 최소비용을 말한다.

## 1.3 국내·외 연구동향 분석

건설VE는 체계적 프로세스에 따라 수행되며, 각 단계별로 활용 가능한 효과적 운용기법들이 있지만, 건설공사의 복잡하고 다양한 특성으로 인해 적용과정상에 어려움을 지니고 있어 이를 개선할 수 있는 방법의 개발이 요구된다. 특히 최근에는 건설공사 설계VE 적용범위가 확대됨에 따라 실무적 차원에서 효과적 VE 적용을 위한 다양한 연구가 진행되고 있다.

### 1.3.1 국내 연구동향

국내 건설VE 관련 연구들은 설계VE 적용범위가 전면 확대 실시하기로 발표된 2005년을 기점으로 증가하고 있는 추세이다. 대부분의 건설VE 연구들은 VE 대상 선정, 분석단계의 기능분석, 아이디어 창출에 관련한 연구들이 대부분이며, 주요 연구내용을 정리하면 다음과 같다.

1) 민경석(2001)<sup>4)</sup> : 설계VE 업무에서 기능분석(Function Analysis)은 가장 핵심적 부분이며, 기능분석의 첫 번째 활동인 기능정의를 효과적으로 수행할 수 있는 프로세스 모델을 제시하였다. 제시된 모델은 기능분석 작업을 체계적이고 객관화된 방법으로 시행할 수 있으며, 기능분석 과정에서 발생 가능한 오류를 용이하게 식별하게 함으로써 효율적인 업무수행을 가능하게 할 것이라고 하였다.

2) 윤소현(2001)<sup>5)</sup> : 건설공사 설계VE 코스트모델링 기법에 관한 연구로 현행 기법 적용상에 나타나고 있는 실무적 문제점을 분석하였다. 그리고 도출된 문제점을 해결하기 위한 대안으로 고객의 관점에서 가치를 향상시킬 수 있는 새로운 코스트모델링 기법 개선방향을 정립하여 제시한 후 이

---

4) 민경석, “설계단계에서의 효과적 VE적용을 위한 기능정의 프로세스 모델”, 연세대학교 박사학위논문, 2001.

5) 윤소현, “건설VE 활동을 위한 코스트모델링 기법 개선에 관한 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문, 2001.

를 실무에 적용하여 효율성을 검증하였다 그 결과 비용과 성능을 종합적으로 고려한 대상 선정이 가능하다고 하였다.

3) 최석인(2002)<sup>6)</sup> : 설계VE 수행절차 중 분석단계 기능분석 및 FAST 작성을 효과적으로 수행할 수 있는 전산도구를 구축하였다. 이를 위해 현행 FAST 작성상의 문제점을 분석하였으며, 분석된 내용을 중심으로 해결안인 Easy-FAST를 제시하였다. 그리고 Easy-FAST의 유용성을 검증하기 위하여 전문가 면담조사와 사례적용을 실시하여 입증하였다.

4) 정영일(2002)<sup>7)</sup> : 건설VE 수행절차 중 대안창출 단계를 합리적으로 수행할 수 있도록 설계VE/TRIZ<sup>8)</sup>를 활용한 새로운 추진절차를 제안하였다. 이를 통해 보편적으로 적용되고 있는 브레인스토밍의 한계를 극복하고, 창의적인 대안을 도출 가능하게 하였다.

5) 양진국(2006)<sup>9)</sup> : 건설공사 VE는 Job-Plan에 따라 수행되며, 이는 준비단계-분석단계-실행단계로 구분된다. 본 연구에서는 준비단계 업무 중 핵심 업무인 VE 대상 선정을 효과적으로 수행할 수 있는 방법을 QFD와 ASIT를 VE업무에 적합하게 변형하여 개발하였다. 그리고 개발된 방법을 공공건축공사와 토목공사 설계VE 실무에 적용하여 검증하였으며, 그 결과 업무 활용도가 높은 것으로 분석되었다.

6) 이승훈(2008)<sup>10)</sup> : 건설VE 사례를 활용하여 아이디어 창출을 원활히

- 6) 최석인, “건설 VE 프로젝트에서 효과적인 FAST 적용방안 및 FAST 작성 전산모델”, 중앙대학교 박사학위논문, 2002.
- 7) 정영일, “설계VE의 효율적인 아이디어발상을 위한 TRIZ의 활용방안”, 서울시립대학교 석사학위논문, 2002.
- 8) TRIZ 기법은 러시아의 알츠슐러 박사가 개발한 창의적인 문제해결 방법론으로 특허 속에 도입된 발명원리를 활용해 효과적 아이디어 창출을 가능하게 하는 기법이다.
- 9) 양진국, “QFD와 ASIT를 활용한 건설공사 설계VE 대상 선정 방법 개발”, 부경대학교 박사학위논문, 2006.
- 10) 이승훈, “Development of RETRIEVE System for Ideas and Proposal of Value Engineering in Construction Project using Case-Based Reasoning”, 서울시립대학교 박사학위논문, 2008.

할 수 있는 지원시스템인 RETRIEVE를 개발하였다. 이를 위해 과거의 유사한 상황에 대한 사례를 추출하여 문제해결 방법을 제시해주는 Case-Based Reasoning (CBR) 방법론을 활용하였으며, 시스템 개발은 MS Excel의 VBA를 활용하였다. 그리고 5건의 샘플 사례적용을 통하여 효율성을 검증하였다.

### 1.3.2 국외 연구동향

국외 VE 관련 연구들은 국제VE 협회인 SAVE(Society of American Value Engineer) International을 중심으로 이루어지고 있으며, 여기서는 제조업을 비롯한 전 산업분야의 효과적 VE활용을 위한 실무기반의 연구들이 발표되고 있다. 특히 SAVE에서는 매년 VM(Value Methodology) 컨퍼런스를 개최하여 연구 및 실무활동에 관한 다양한 내용을 발표하고 있다. 이 밖에도 건설 분야 학회지 등에 VE 관련 연구들이 게재되고 있다.

#### 1) Blumstein(1996)<sup>11)</sup>

VM 활동은 기존안에 대비한 효과적인 설계 대안을 창출하는 것이며, 이를 위해 VM Team 구성원들은 일련의 VM 프로세스를 적용한다. 본 연구는 VM 프로세스 중 아이디어 창출을 제외한 기능분석, 아이디어 평가, 민감도분석에 의한 평가결과의 고찰, 목록분석에 이르는 수정된 Job-Plan을 제시하였다.

#### 2) Michael F Dallas(2006)<sup>12)</sup>

VM 프로젝트 팀은 그들이 수행하는 프로젝트의 가치를 극대화시키기 위하여 위험 및 가치 관리를 적용하며, 위험 및 가치 관리는 프로젝트 팀이 목표로 하는 성과를 구현할 수 있다고 하였다. VM이 제공하는 효율적

11) Blumstein, G.(1996), "FAST diagramming: A technique to facilitate design alternatives", SAVE International Annual Conference Proceeding.

12) Michael F. Dallas(2006), "Maximising Project Value Through Integrated Risk and Value Management", SAVE International Annual Conference Proceeding.

인 프로세스는 발주자 및 최종 사용자의 요구사항들을 극대화하는 것이 가능하며, 리스크 관리 시스템 또한 효율적 프로세스를 통해 가치를 만족시킬 수 있다고 하였다. 결론적으로 본 연구는 가치 관리와 위험 관리의 통합을 통한 프로젝트 가치 극대화를 제안하였다.

3) Xiaochun Luo & Geoffrey Q.P. Shen(2009)<sup>13)</sup>

본 연구는 VM 워크샵 수행 시 참여전문가들의 경험이 부족하고, 적합한 프로세스지원 도구가 부족한 문제점을 해결하기 위해 사례기반추론(CBR) 기법을 활용한 방법을 개발하여, 과거의 유용한 지식과 경험을 컴퓨터 프로그램화하여 활용 가능하도록 하였다.

4) James A. Rains, Jr(2009)<sup>14)</sup>

본 연구는 VM Job-Plan 중 기능분석의 실행목적 및 필요성에 대하여 다루고 있다. 여기서는 많은 VM 전문가들이 기능분석을 실시하는 목적에 대하여 가치개선을 위한 발전적 기회를 규명하기 위해서라고 하였고, 특히 기능분석은 팀 상호작용이 가능하며, “왜”라는 질문을 통해 변화를 촉진할 수 있다고 하였다.

### 1.3.3 국내·외 연구동향 고찰

국내·외 모두 건설VE에 관하여 활발한 연구가 진행되고 있으나, 주요 연구 분야에는 차이가 있었다.

국내의 건설VE 연구들은 VE 대상 선정, 분석단계의 기능분석, 아이디어 창출등 VE 방법론과 관련한 연구들이 대부분을 차지하고 있으며, 특

---

13) Xiaochun Luo & Geoffrey Q.P. Shen(2009), “A Case-Based Reasoning System to Facilitate the Use of Functional Performance Specification at the Briefing Stage of Building Projects”, SAVE International Annual Conference Proceeding.

14) James A. Rains, Jr(2009), “What are the Functions of Function Analysis”, SAVE International Annual Conference.

히, 건설VE 활동의 핵심적 업무의 하나인 VE 대상 선정에 관한 연구가 많은 반면, 국외의 경우는 VE 방법론보다 실무 적용성 위주의 연구가 대부분을 차지하고 있으며, 팀 활동의 효율적 수행에 관한 연구와 컴퓨터 프로그램을 활용한 전산화에 관한 연구 등이 수행되고 있다.



## 2. 건설VE 업무와 대상 선정 방법론

### 2.1 건설공사 VE 업무

#### 2.1.1 건설VE 적용시기 및 관련법령

VE는 활동 목적에 따라 변화되어 왔다. VE 도입 초기에는 구매 활동 중심의 Value Analysis의 개념이었으나 최근에는 사회나 환경활동 중심의 Value Society의 개념으로 변화되고 있다. 이와 마찬가지로 건설공사에서의 설계VE 활동도 초기의 원가절감 중심에서 발주자 및 사용자의 가치를 만족시키는 형태로 변화되고 있어 다양한 정보수집과 분석을 통한 노력들이 요구되고 있다.

건설 프로젝트에서 VE는 그 실시시기에 따라 설계단계 VE와 시공단계 VE로 구분되며, 다시 설계단계 VE는 그림 2.1과 같이 기본설계 단계에 이루어지는 VE와 실시설계 단계에 이루어지는 VE로 나누어진다.



< 그림 2.1 > 건설사업의 프로세스별 VE 실시시기<sup>15)</sup>

15) 국제건설기술협회 편/쌍용건설 기술연구소 역(2001), “건설 VE : 미국의 VE 제도 및 사례”, 기문당.

설계VE에 관한 내용은 건설기술관리법 시행령 제38조의 13에 “설계의 경제성등 검토”로 다음과 같이 규정되어 있다.

『발주청은 총공사비가 100억 원 이상인 건설공사의 기본설계 및 실시설계를 함에 있어서는 설계 대상시설물의 주요 기능별로 설계내용에 대한 대안별 경제성 및 현장적용의 타당성(이하 “설계의 경제성등”이라 한다)을 직접 검토하거나 법 제22조의 규정에 의한 설계감리자 등의 전문가로 하여금 이를 검토하게 하여야 한다. 다만, 총공사비가 100억 원 미만의 건설공사에 대하여도 발주청이 필요하다고 인정하는 공사는 설계의 경제성 등을 검토할 수 있다.』

건설 분야의 설계VE는 2000년도에 건설기술관리법시행령 제38조13항의 “설계의 경제성등 검토”를 도입하면서 본격적으로 시작되었다. 이는 VE 적용의 효과가 높은 설계단계에서의 VE 적용을 공공부문에 제도화한 것이며, 한국토지주택공사는 공동주택 기존설계안에 대한 합리적인 대안창출을 도모하기 위하여 2000년도에 제1회 설계VE 경진대회를 실시하였다. 그리고 2005년도에 이르러 국토해양부에서는 기존 500억 원 이상 프로젝트 중 특정 시설물에 제한적으로 적용되어 왔던 “설계의 경제성등 검토” 대상을 건설공사비가 100억 원 이상인 프로젝트까지 전면 확대 실시하기에 이르렀다. 이러한 조치를 통해 건설공사에 불필요하게 투입되는 예산을 절감하고, 품질을 저하시키는 비효율적 요인을 사전에 제거하는 것이 가능하게 되었다.

### 2.1.2 건설VE 적용효과

건설 프로젝트는 투입되는 자본 및 자원의 규모가 크기 때문에 프로젝트 예산에 대한 체계적 관리가 요구된다. 최근 건설공사에 적용되고 있는 다양한 프로젝트 관리기법들 중 건설VE는 효율성이 높은 관리기법 중의

하나로 자리매김 되고 있다. 왜냐하면 건설VE 업무는 설계과정에서 발생하는 불필요한 비용 증가요인을 파악하고, 이를 해결할 수 있는 합리적 대안제시가 가능하기 때문이다. 특히, 건설VE는 설계과정에 소요되는 부족한 시간, 관련정보의 미흡한 분석과정, 창의적이지 못한 고정관념 등을 해결할 수 있는 수단이 되며, 그 적용효과는 다음과 같다.

1) 원가절감을 통한 경제성 확보

설계원안에 대한 다각적인 분석을 통하여 비용절감의 여지가 높고 과잉 설계된 부분을 도출하여 대안을 제시함으로써 프로젝트의 경제성을 확보할 수 있다.

2) 공기단축을 통한 시공성 확보

건설VE는 부적절한 설계원안에 대하여 적합한 재료 및 공법을 제시함으로써 공기 최적화를 통한 시공성 확보를 가능하게 하여 프로젝트의 원활한 수행을 지원한다.

3) 기능향상을 통한 품질확보

건설VE는 발주자 및 사용자의 다양한 요구사항을 충족시키기 위하여 프로젝트에 대한 기능적 관점의 분석으로 최적의 품질확보를 가능하게 한다.

4) 프로젝트의 안전성 확보

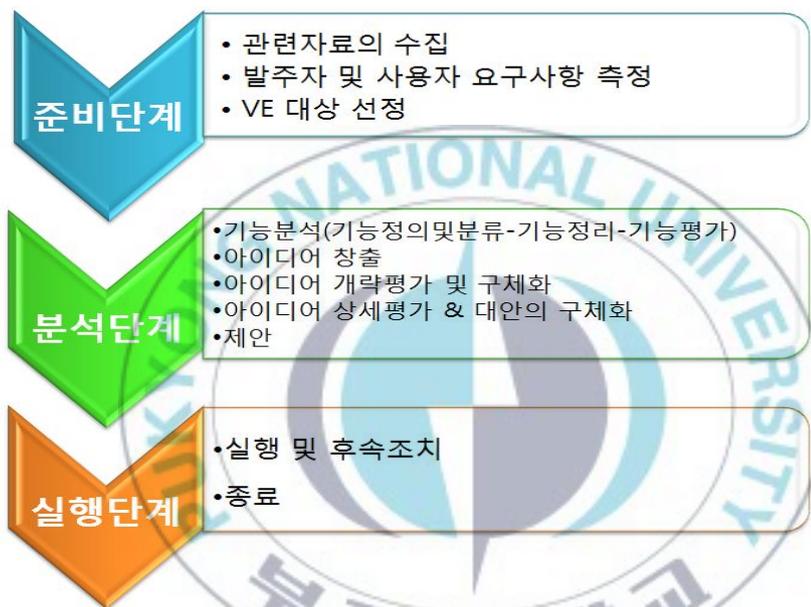
설계원안에 대한 구조 및 공법을 체계적으로 분석하여 발생 가능한 위험요인을 제거할 수 있는 대안을 창출함으로써 안전성을 확보할 수 있다.

## 2.2 건설VE 적용절차

### 2.2.1 국내 건설VE 적용절차

#### 1) 국토해양부(건설기술관리법)

건설 프로젝트의 설계VE 업무 수행절차는 “설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침”에 규정되어 있으며, 준비단계-분석단계-실행단계의 3단계로 구분하고 있다. 각 단계별 세부업무는 그림 2.2와 같다.



< 그림 2.2 > 건설공사 설계VE 수행절차

#### (1) 준비단계

준비단계에서는 해당프로젝트에 대한 전반적인 이해와 VE활동에 요구되는 각종 정보의 파악 및 수행전략의 수립을 위하여 선행적으로 오리엔테이션 미팅을 실시한다. 다음으로 프로젝트에 대한 발주자·사용자의 요구사항을 측정하고, 설계 VE팀을 구성하여 VE 대상을 선정한다.

준비단계 운영기법으로는 비용모델, VE 대상 선정기법 등이 있다

① 품질모델

품질모델은 발주자 및 사용자의 프로젝트 성능에 대한 요구와 기대수준을 파악하고, 이에 대한 대응 수준을 발주자와 설계팀, VE팀 간의 상호 의사소통과 합의를 통해 도식적으로 표현한 것으로, 이후 VE활동에서 기능분석 및 대안평가 시 의사결정의 지침 등을 제공한다. 품질모델 다이어그램은 그림 2.3과 같다.



< 그림 2.3 > 품질모델(Quality Model) 다이어그램

② VE 대상 선정기법

VE 대상 선정기법에는 비용모델(Cost Model)을 활용한 VE 대상 선정기법과 실무에서 적용할 수 있는 고비용 분야 선정기법, Cost to Worth 기법, 복합 평가기법 등이 있다. 본 연구에서는 VE활동 시 비용 산출을 위하여 일반적으로 준비하는 비용모델에 대하여 고찰하고자 한다.

세계적인 VE 전문기관인 SAVE International에서는 비용모델을 “전체 시스템이나 구조물 내에서 전 시스템이나 일부에 대한 총 비용을 나타내기 위해 사용되는 도식화 기법”이라고 정의하고 있다. 즉, 코스트모델은 총 시설물의 비용을 쉽게 분석할 수 있도록 기능적 단위로 분류하고 결합하는 도구라고 하는 것이다.

Dell'Isolla(1997)는 코스트 모델 활용을 통하여 얻어지는 혜택이 다음과 같다고 제시하였다.

- 비용의 투명성 : 고비용 분야 식별
- VE 잠재성 식별 : 잠재적인 VE 대상분야, 중점개선 대상 기능 선정
- 대안평가 시 기본 참고자료 제공
- 프로젝트에 대한 이해 증진과 의사소통의 수단제공

코스트 모델은 표 2.1과 같이 다양한 형태로 구성될 수 있다.

< 표 2.1 > 코스트 모델의 구성

구 분	유 형
그래프 유형	다이어그램 형, 막대그래프 형, 파이차트 형, 표 형식 등
이용가능정보	프로젝트별, 공구별, 공간/부위별, 공종별, 세부구성 항목별, 기능별 등
비 용	공사비, LCC, 에너지 비용 등

## (2) 분석단계

분석단계는 VE활동의 핵심단계로서 기능분석, 아이디어 창출 및 아이디어 평가단계를 거쳐 제안서를 작성하는 단계이다.

① 기능분석

기능분석은 VE의 핵심 업무로서 아이디어 창출의 근원이 되며, 일반적으로 기능정의-기능정리-기능평가의 세단계로 수행된다.

기능정의는 시스템 및 그 구성요소들의 작용이나 역할을 언어 구조상의 형식을 사용하여 그 존립 목적을 표현하는 방식으로 그 기능을 대신하는 대체안 창출의 단서를 얻고자 하는데 목적을 둔다.

기능정리는 정의된 기능들을 크게 주기능과 부기능으로 분류하여 기능 상호간의 논리적 연관성에 의해 기능들을 도식적으로 정리하는 것으로 운용기법으로는 전통적 FAST Diagram, 발주청 중심의 FAST Diagram<sup>16)</sup>, 기술적 FAST Diagram<sup>17)</sup> 등이 있다.

그림 2.4는 기술적 FAST Diagram의 작성예시이다.



< 그림 2.4 > 기술적 FAST Diagram의 작성 예

16) 발주자 및 사용자의 관점에서 프로젝트, 제품, 서비스에 대한 기능을 총체적으로 검토 및 분석하기 위해 활용되는 FAST 다이어그램이다.

17) 주 기능정리 선(Critical Path)을 이용하여 기능들의 상호연관성을 명확히 표현하기 위해 사용되는 방법이다

기능평가는 중점대상기능을 선정하기 위하여 각 기능의 현재비용(C)과 그 기능을 수행하는데 소요되는 최소 기능비용(F)을 산출하고, 각 기능들의 가치지수( $V=F/C$ )를 산정하여 기능들을 평가하는 일련의 과정으로 대표적인 운영기법으로는 과거 실적자료법(Historical Data), FD 법과 IWDM 법, 경험(델파이 기법)에 의한 기능비용 산출 방법, 부정합(Value Mismatches)등이 있다.

## ② 아이디어 창출 및 평가

아이디어 창출은 기능평가를 통하여 최종 선정된 중점개선대상기능에 대하여 아이디어를 발상하는 것이다. 아이디어 창출에서는 보편적으로 브레인스토밍 기법이 적용되고 있다. 아이디어 평가는 개략평가와 상세평가로 구분되어 실시하며, 상세평가에서는 매트릭스 분석기법이 활용되고 있다.

## (3) 실행단계

분석단계에서 제시된 각 VE 제안의 최종처리단계로서 VE 성과물인 제안서에 대하여 검토하고 승인한 후 후속조치 업무를 실시한다. 실행단계의 주요목적은 양질의 VE 제안들이 사장되지 않도록 체계적인 실행 전략 및 계획을 수립하고 적용하는 것이며, VE 분석과정에서 얻어진 귀중한 정보를 축적하여 장래의 VE 활동에 효과적으로 응용될 수 있도록 적정한 후속조치를 하는 목적도 갖는다.

## 2.2.2 국외 건설VE 적용절차

VE는 Job-Plan이라는 체계적 수행절차에 따라 진행되며, 이는 각 국가 기관별로 상이하다. 하지만 전반적인 프로세스는 거의 유사한 형태로 구성되어 있다. 각 기관별 Job-Plan 구성을 살펴보면 다음과 같다.

### 1) SAVE International

SAVE International에서는 Job-Plan을 6단계로 구분하고 있으며, 그 내

용은 다음과 같다.

(1) 정보 단계(Information Phase)

팀 검토와 프로젝트 현행 상태를 규정하고 프로젝트 목표를 규정한다.

(2) 기능분석 단계(Function Analysis Phase)

계량화가 가능한 명사와 행동을 나타내는 동사를 이용하여 프로젝트 기능을 정의한다. 팀은 정의된 기능들이 프로젝트의 목표를 달성하는데 개선, 제거, 또는 창조 어느 부분인지를 결정하여야 한다.

(3) 창조 단계(Creative Phase)

프로젝트 팀 구성원들은 창조적 기법을 활용하여 프로젝트 기능을 수행할 수 있는 대안을 창출한다.

(4) 평가 단계(Evaluation Phase)

팀은 구조화된 평가 프로세스를 통해 성능 요구조건 및 자원 한계를 고려해 가치개선의 잠재력이 높은 아이디어를 선정한다.

(5) 개발 단계(Development Phase)

팀은 대안이 실행 가능하다고 판단되면 의사결정자가 결정할 수 있도록 충분한 수준의 문서로 된 아이디어를 개발해야 한다.

(6) 프레젠테이션 단계(Presentation Phase)

팀 리더는 팀이 개발한 대안을 적합한 자료로 문서화하여 보고한다.

2) 캘리포니아교통국(CALTRANS)

CALTRANS에서는 Job-Plan을 크게 PREPARATION, VA STUDY, REPORT 3단계로 구분하고 있으며, 단계별 주요내용은 다음과 같다.

(1) PREPARATION

프로젝트 규정, 연구목적 정의, 업무절차 문서 등을 준비하는 Initiate Study, 회의 준비, 팀 구성원 선정, 양식 등을 준비하는 Organize Study,

데이터 수집 및 배포, 코스트 모델 준비, LCC 모델을 개발하는 Prepare Data로 구분하여 업무를 수행한다.

## (2) VA STUDY

VA STUDY는 3개의 세그먼트로 구분하고 있으며, 그 내용은 다음과 같다.

① Segment 1 : 설계자 설명, 수행 기준 개발, 프로젝트 현장을 방문하는 Inform Team, 기본 기능과 코스트 드라이버, FAST 다이어그램을 준비하는 Analyze Functions, 그룹 및 개인 브레인스토밍을 활용하여 대안을 창출하는 Create Ideas, 평가기준에 따라 모든 아이디어들을 평가하고 순위를 산정하는 Evaluate Ideas로 구분된다.

② Segment 2 : 대안들 중 순위가 높은 아이디어를 개발하는 Develop Alternatives, VA 팀과 기술적 검토자들에 의한 대안들을 재검토하여 VA 대안을 최종 선정하는 Critique Alternatives, 대안들의 프레젠테이션과 예비 보고서를 준비하는 Present Alternatives으로 구분한다.

③ Segment 3 : 대안을 검토하는 Assess Alternatives, 대안들을 편집하고 수정하는 Resolve Alternatives, 승인된 대안들을 프레젠테이션 하는 Present Results으로 나누어진다.

## (3) REPORT

팀 리더는 모든 VA 분석 문서를 정리하여 최종 리포트를 작성하며, Publish Results와 Close Out VA Study로 구분된다.

## 2.3 건설VE 대상 선정 업무

### 2.3.1 VE 대상 선정 현황

건설VE 업무에서 VE 대상을 선정하는 것은 매우 중요하지만, 건설공사의 복잡성과 다양성으로 인하여 가치개선의 여지가 높은 VE 대상을 선정하는 것이 용이하지 않다. 따라서 건설VE의 성과를 증대시키기 위하여 효과적인 VE 대상 선정 방법의 개발이 요구된다. 다음 표 2.2는 국내·외 VE 수행기관별 대상 선정 현황을 정리한 내용이다.

< 표 2.2 > 국내·외 수행기관별 VE 대상 선정 현황

수행기관	프로젝트 유형	적용 현황
국내	대부분의 프로젝트	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 국내의 VE 대상 선정은 한국건설기술연구원의 “건설 VE 매뉴얼 작성을 위한 연구”와 “건설 VE의 운용기법을 위한 연구”를 적용하고 있으며, 대부분 고비용 분야 선정기법을 적용하고 있으나 적용성이 낮음</li> </ul>
캘리포니아 교통국(CALTRANS)	도로 확장	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 공종별 주요 자재별로 고 비용분야 식별</li> <li>· FAST 다이어그램 상의 주기능에 할당된 현재 비용(C)이 높은 기능을 증점개선 대상기능으로 도출하여 아이디어를 창출</li> <li>· 전반적인 프로젝트 향상에 비중을 둠</li> </ul>
메릴랜드 교통국	도로확장 및 신설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고 비용항목 하나만을 VE 대상으로 선정</li> <li>· 전체 프로젝트 대상으로 FAST 다이어그램 작성</li> <li>· FAST 다이어그램 상에서 주기능과 부기능 식별</li> <li>· 기능평가 실시하지 않음</li> </ul>
미육군 공병단	병영막사 개보수	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 고비용 항목 한 개와 차 순위 항목을 VE 대상으로 선정</li> <li>· 해당 프로젝트 전체에 대한 FAST 다이어그램 작성 후 아이디어 창출 (기능평가 미실시)</li> <li>· 고 비용항목을 위주로 각종 아이디어를 창출함</li> </ul>
유타주 교통국	도로신설	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 프로젝트의 기획단계에 수행되었으며 대상 선정을 위한 코스트모델링 기법을 활용하지 않음</li> <li>· 프로젝트 관련 주요 현안 문제를 토론에 의해 해결책 모색</li> <li>· 해당 프로젝트의 주요 구성요소별 기능 정의</li> <li>· 정의된 기능을 주기능과 부기능으로 분류한 뒤 주기능은 대안의 평가기준 설정을 위한 지침으로 활용</li> </ul>

### 2.3.2 현행 VE 대상 선정 방법

실무에서 적용할 수 있는 일반적인 VE 대상 선정 방법은 표 2.3과 같으며, 보편적으로 고비용 분야 선정기법이 적용되고 있다.

< 표 2.3 > 현행 VE 대상 선정 방법<sup>18)</sup>

VE 대상 선정기법	평가기준	장 점	단 점	비 고
고비용 분야 선정 기법	비용	비용만을 고려하여 대상선정이 간편	상대적으로 비용이 낮은 분야는 간과	고비용 분야를 대상으로 선정
Cost to Worth기법	Cost와 Worth의 차이	효용의 산정으로 미리 대안 획득	효용의 산정 시 충분한 자료 및 경험 많은 전문가 필요하며, 효용의 객관성 결여	Worth의 산정 시 기능분석 개념 활용
비용·성능 평가 기법	비용과 성능을 종합적으로 판단	비용과 성능 동시 고려 판단 및 발주자, 사용자 참여	평가방식이 복잡하며, 단순한 가중치부여방식으로 가중치 신뢰성 부족	성능평가기준으로 발주자·사용자 요구, 공기 등이 있음
복합 평가기법	개선 예상 효과, 투입가능 노력, 팀의 능력 등	프로젝트의 특성에 따라 다양한 평가항목 선정	비용적인 측면 결여	프로젝트의 특성에 따라 평가 항목은 다양하게 선정될 수 있음
가중치 부여 복합평가기법	품질향상, 안정성, 제약성 등	개선 가능성 판단으로 선정된 VE대상의 적용 효과가 큼	단순한 가중치의 부여 방식으로 가중치 신뢰성 부족하고, 전문가의 단순 평가	평가항목에 가중치 부여

18) 서울시립대학교, 건설VE의 실질적 운용기법을 위한 연구, 한국건설기술연구원, 2000

각 평가기법별 주요내용을 살펴보면 다음과 같다.

1) 고비용 분야 선정기법

고비용 분야 선정기법은 공종별 비용투입이 높은 부분을 VE 대상으로 선정하는 방법으로 비용항목이 높을수록 가치개선 잠재력이 크다는 것에 기반하고 있다. 고비용 분야 선정기법을 적용하기 위해서는 선행적으로 비용모델의 작성이 요구된다.

고비용 분야 선정기법의 적용절차는 다음과 같다.

- (1) 프로젝트 공종별 WBS<sup>19)</sup>를 작성하여 분류한다.
- (2) 구성된 비용항목별로 비용을 산정한다.
- (3) 분류된 항목 중에서 비용투입이 가장 높은 비용항목 순으로 VE 대상 분야를 선정한다.

그림 2.5는 고비용 분야 선정기법의 적용 예이다.



< 그림 2.5 > 고비용 분야 선정기법의 작성 예

19) WBS는 상위수준 항목에서 하위수준 항목으로 분류하여 작성한다. 도로건설공사의 경우 토공, 배수공, 부대공, 교량공, 터널공 등의 하위수준으로 분류하게 된다.

2) Cost to Worth기법

Worth를 산정함으로써 미리 대안을 확보할 수는 있지만, 이를 위해서 충분한 데이터와 유사 프로젝트 경험이 풍부한 전문가의 참여가 요구된다. 그러나 산정된 효용의 객관성 확보가 어려운 측면이 있다.

3) 비용·성능 평가기법

비용·성능 평가기법은 비용과 성능을 동시에 고려 가능하므로 합리적 대상 선정이 가능한 장점이 있다. 하지만 이를 위해서는 Owner 및 User의 적극적 참여가 요구되며, 복잡한 평가방식과 가중치 부여 과정에서의 객관성 결여라는 문제점이 있다. 표 2.4는 비용·성능 평가기법 적용 예<sup>20)</sup>이다.

< 표 2.4 > 비용·성능 평가기법 적용 예

(단위 : 천원)

구 성 항 목	비 용		성 능				
	비용 (공사비)	비율 (%)	발주자 사용자 요구	공기	기술적 타당성	합 계	비율 (%)
대지조성	1,000,000	8	○	△	△	7	13.0
상·하부구조체	1,770,000	14	△	×	×	4	8.0
지붕	1,000,000	8	×	○	△	6	12.0
외벽/창/문	1,080,000	85	×	○	△	6	12.0
승강기	200,000	15	○	○	△	8	15.0
기계설비	3,420,000	26	○	○	△	8	15.0
전기설비	2,030,000	17	○	○	○	9	17.0
내부공사/마감	2,180,000	17	×	×	△	4	8.0
총계	12,680,000	100				52	100

※ 범례 : 성능판단기준

○ : 3점(만족), △ : 2점(보통), × : 1점(불만족)

20) 서울시립대학교, 건설VE의 실질적 운용기법을 위한 연구, 한국건설기술연구원, 2000.

4) 복합 평가기법

복합 평가기법은 프로젝트 특성에 따라 다양한 평가항목 선정이 가능한 장점이 있지만 가중치 부여과정에서의 객관성 결여와 비용을 고려하지 못하는 한계가 있다. 적용절차는 다음과 같다.

(1) 당해 프로젝트에 대해 개선의 여지가 많은 분야를 후보 대상으로 선정한다.

(2) 당해 프로젝트의 특성에 맞추어 평가항목(예: 효과성, 투입노력 등)을 선정하고 VE팀의 주관적 판단에 의해 평가치(예: ○, △, × 등)를 기입 한다.

(3) 평가항목에 대한 평가치의 결과를 고려한 뒤 최종 판정한다.

표 2.5는 복합 평가기법 적용의 예<sup>21)</sup>이다.

< 표 2.5 > 복합 평가기법 적용 예

후보 대상명	효과성	투입노력	현장조직	제약성	판정
1. 상치콘크리트 침하 방지	○	×	△	×	×
2. 상치콘크리트 타설방법 개선	△	×	×	△	×
3. 오염방지막 설치방법개선	○	○	△	△	●
4. 사석 선별 방법 개선	×	×	×		×
5. Mat 포설방법 개선	△	○	○	○	●
6. 속채움 사석 투하 방법 개선	○		△		●
7. Block 거치 방법 개선	○	×	○	×	×
8. Block Lifting 용 Rope 설치 방법 개선	△	△	○	×	×
9. Block 거푸집 조립방법 개선	×	×	△	△	×
10. 매립 방법 개선	○	×	×	×	×

- 선정 대상명(●) 3 오염방지막 설치 방법 개선 - 판정의 예 ○ 표가 3개 이상이면 채택  
 4 Mat 포설 방법개선 △ 표가 2개 이상이면 재검토 판정  
 6 속 채움 사석 투하 방법 개선 × 표가 1개 이상이면 제외

21) 서울시립대학교, 건설VE의 실질적 운용기법을 위한 연구, 한국건설 기술연구원, 2000.

5) 가중치 부여 복합평가 기법

이 방법은 선정하고자 하는 VE 대상의 개선 가능성을 미리 판단함으로써, 적용성과가 높은 장점이 있지만 가중치 부여과정에서의 신뢰성 부족과 전문가들의 경험에 의한 판단이라는 한계점을 지닌다.

가중치 부여 복합 평가기법 절차는 다음과 같다.

(1) 개선의 여지가 많은 분야를 후보 대상으로 선정한다.

(2) 대상 프로젝트의 특성에 맞추어 평가항목(예 품질향상, 원가절감, 공기단축 등)을 선정하고 VE팀의 주관적 판단에 의해 가중치를 부여한다. 이때 가중치는 100점을 총점으로 하여 각 평가항목별로 주관적으로 산정하고 각 후보 대상에 대한 평가점수를 부여한다.

(3) 각 후보대상별 평가점수의 합계를 총점 란에 기입한다.

(4) 총점이 높은 순서대로 VE 대상 선정 순위를 부여한다.

표 2.6은 가중치 부여 복합 평가기법 적용 예이다.

< 표 2.6 > 가중치 부여 복합 평가기법 적용 예

번호	후보 대상명	평가항목										총점	순위
		품질향상		원가절감		공기단축		안전성		계약성			
		가중치 30	가중치 20	가중치 20	가중치 10	가중치 20	가중치 20	가중치 20	가중치 10	가중치 20	가중치 20		
1	목재 천정틀 공법개선	5	150	3	60	2	40	4	40	1	20	310	2
2	인조석 현장 물갈기 공법 개선	4	120	2	40	3	60	4	40	1	20	280	4
3	지하주차장 바닥마감 개선	3	90	2	40	5	100	3	30	3	60	320	1
4	방수공법 변경	1	30	2	40	4	80	4	40	5	100	290	3

※ 범례 : - 평가항목 별 예상 만족도

5 : 아주우수, 4 : 우수, 3 : 보통, 2 : 곤란, 1 : 아주곤란

- 선정된 VE대상 명 : 3번 지하주차장 바닥마감 개선

## 2.4 현행 VE 대상 선정의 문제요인 추출

VE는 설계원안에 대한 체계적인 분석을 기반으로 좀 더 합리적인 대안을 창출하는 과정이다. 효과적 VE 성과구현을 위해서는 우선적으로 잠재적 가치 개선영역을 추출하는 것이 무엇보다 중요하다. 이러한 측면에서 제조업은 제품별 기능이 뚜렷하고, 기능 상호간의 효과적인 연계로 가치개선 여지가 높은 VE 대상을 선정하는 것이 용이하지만, 건설업은 다양한 부분의 공종 및 자원이 투입되기 때문에 VE 대상을 선정하기 어려운 면이 많다. 앞에서 다룬 여러 가지 VE 대상 선정 기법들이 활용되고 있지만, 건설공사의 복잡성 및 다양성을 반영하지 못해 실질적 활용도는 그리 높지 않다. 그러므로 현행 VE 대상 선정은 프로젝트 분석을 통한 체계적인 접근보다는 VE 수행팀원들의 경험에 의한 직관적 판단이 대부분인 경우가 많다.

본 연구에서는 현행 건설VE 대상 선정방법의 근본적인 문제점을 파악하기 위하여 건설VE 전문가를 대상으로 면담조사를 실시한 후, 도출된 문제점을 분석하기 위하여 전문가 설문조사를 실시한다.

### 2.4.1 전문가 면담조사

전문가 면담조사는 건설VE 수행경험이 풍부한 전문가를 20인을 대상으로 실시하며, 다음의 6가지 질문으로 진행한다.

- 첫째, 실무에서 적용하는 VE 대상 선정기법 및 적용 시 문제점
- 둘째, VE 대상 선정 시 발주자 요구사항의 반영과 관련한 문제점
- 셋째, VE수행 팀의 VE 대상 접근방식과 관련한 문제점
- 넷째, VE 대상 선정 시 프로젝트 특성의 반영과 관련한 문제점
- 다섯째, 선정된 VE 대상과 후행단계 기능분석과의 연계성 여부
- 여섯째, VE 대상 선정과 관련한 기타 문제점

면담조사에 참여한 전문가 구성은 표 2.7과 같다.

< 표 2.7 > 면담조사 참여전문가 현황

구 분	자격 및 경력	참여인원
VE Leader	- CVS <sup>22)</sup> 자격보유 - VE Leader 수행경험 다수	1인
VE Facilitator	- AVS <sup>23)</sup> 자격보유 - VE 참여횟수 5회 이상	2인
VE Coordinator	- 건설관리(CM) 전공 - VE 참여횟수 5회 이상	5인
분야별 VE전문가	- 분야별 기술사 및 특급기술자 - VE 참여횟수 3회 이상	12인

면담조사는 현행 VE 대상 선정 업무 수행과정에서 발생하는 문제점을 중심으로 진행한다. 그 결과 대부분의 VE 전문가들은 실효성이 없는 대상 선정으로 후행단계인 기능분석과의 연계성이 부족하며, VE 업무 수행을 Job-Plan 하나의 절차로만 적용되고 있다고 지적하였다. 면담조사 주요내용을 정리한 내용은 표 2.8과 같다.

< 표 2.8 > 면담조사 분석결과

구 분	응 답 내 용
지적사항 1	고비용 분야 선정 기법이 보편적으로 적용되나 프로젝트 조건 및 특성 반영이 어려움
지적사항 2	발주자 및 이용자 요구사항이 체계적으로 반영되지 못함
지적사항 3	객관화된 접근보다는 VE 수행 팀의 경험에 기반한 대상 선정이 대부분임
지적사항 4	비용적인 측면만 집중되어 있어 시설의 성능에 대한 부분이 간과될 수 있음
지적사항 5	VE 대상 선정 결과가 후행단계에 반영되지 못하고 있음

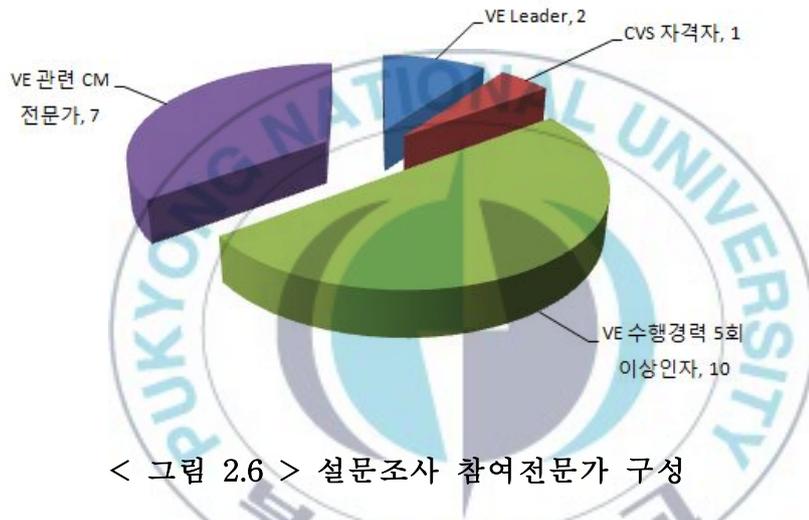
22) CVS(Certified Value Specialist)는 미국 VE전문기관인 SAVE International에서 능력과 실력을 인정하는 국제공인VE전문가 자격이다.

23) AVS(Associate Value Specialist)는 미국 VE전문기관인 SAVE International에서 능력과 실력을 인정하는 국제공인VE준전문가 자격이다.

이상과 같이 다양한 지적사항이 도출되었으며, 현행 대상 선정 방법은 실효성 문제로 인해 활용도가 낮은 것으로 조사되었다. 따라서 건설VE 실무에서 활용 가능한 실질적인 대상 선정 기법의 개발이 요구된다.

## 2.4.2 전문가 설문조사

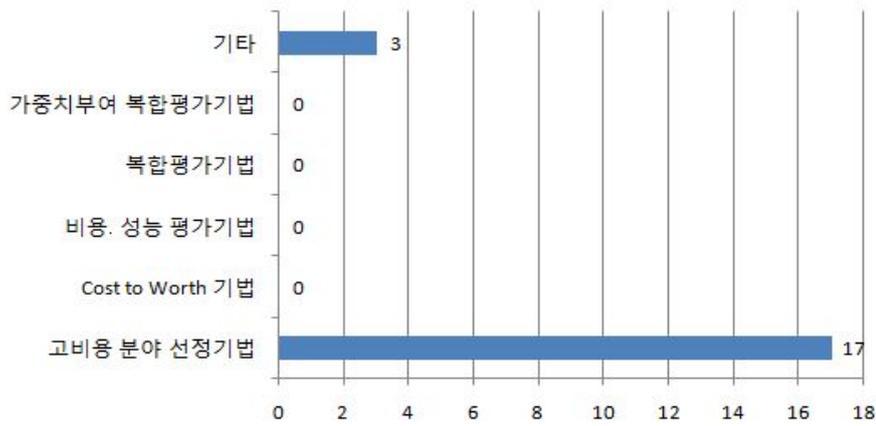
전문가 설문조사는 면담조사를 통해 도출된 지적사항을 중심으로 설문지를 작성하여 실시한다. 설문조사 참여전문가 20인의 구성은 그림 2.6과 같다.



< 그림 2.6 > 설문조사 참여전문가 구성

### 1) 실무에서 적용되고 있는 VE 대상 선정기법

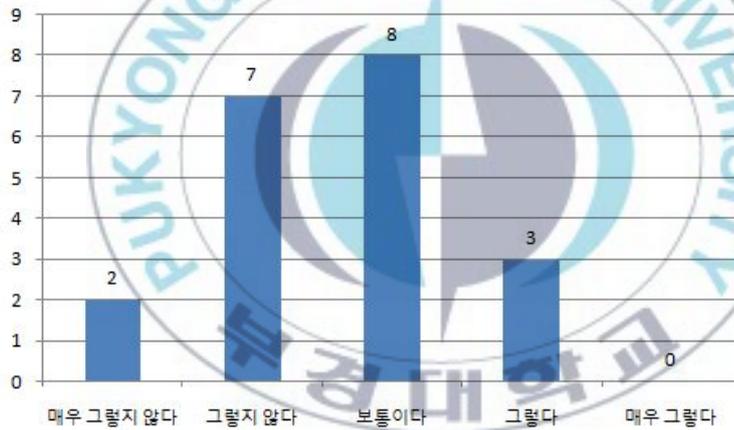
건설VE 실무에서 적용하고 있는 VE 대상 선정 기법에 대한 설문조사 결과 그림 2.7과 같이 거의 대부분이 고비용 분야 선정기법을 적용하는 것으로 나타났으며, 기타 3명의 경우 VE 수행자의 경험에 근거해 VE 대상을 선정하는 것으로 조사되었다.



< 그림 2.7 > VE 대상 선정방법 적용현황

2) VE 대상 선정 시 프로젝트 조건 및 특성의 체계적 반영여부

VE 대상 선정 시 프로젝트 조건 및 특성은 그림 2.8과 같이 체계적으로 반영되고 있지 않는 것으로 나타났다.



< 그림 2.8 > 프로젝트 조건 및 특성의 반영정도

3) VE 대상 선정 시 발주자 및 사용자 요구사항의 체계적 반영여부

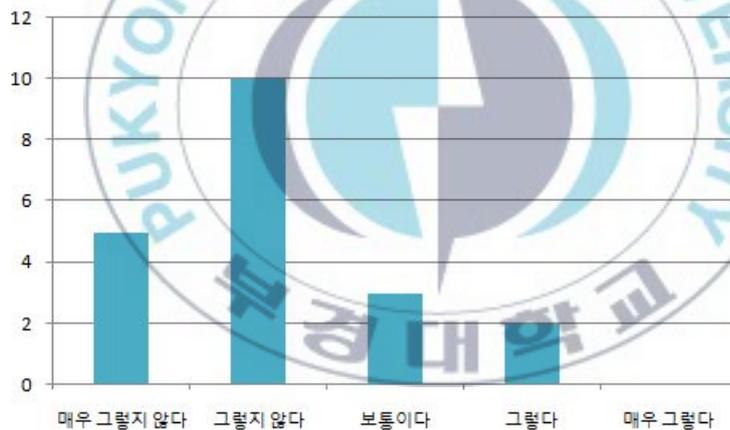
VE 대상 선정 시 발주자 및 사용자 요구사항은 그림 2.9와 같이 충분하게 반영되지 못하는 것으로 조사되었다.



< 그림 2.9 > 발주자 및 사용자 요구사항의 반영정도

4) VE 대상 선정의 객관적 수행기준 적용여부

VE 대상 선정의 객관적 수행기준 적용 여부에 대한 설문조사 결과 그림 2.10과 같이 VE 대상 선정을 위한 수행기준이 명확히 수립되지 않은 것으로 조사되었다.



< 그림 2.10 > 객관적 수행기준 적용정도

5) VE 대상 선정 시 VE팀원들의 경험 의존도

VE 대상 선정 시 VE 팀원들의 경험 의존도는 그림 2.11과 같이 매우 높은 것으로 조사되었다.



< 그림 2.11 > VE 팀원들의 경험 의존도

6) VE 대상 선정 시 비용적 측면 의존도

VE 대상 선정 시 그림 2.12와 같이 비용적 측면의 의존도가 높은 것은 VE 대상 선정 기법으로 고비용 분야 선정기법이 활용되는데 기인한 것으로 판단된다.



< 그림 2.12 > 비용적 측면의 의존도

7) VE 대상 선정 시 성능적 측면의 체계적 반영여부

VE 대상 선정 시 그림 2.13과 같이 성능적 측면의 반영이 낮은 것은 현행방법이 비용과 경험의 의존도가 높기 때문인 것으로 판단된다.



< 그림 2.13 > 성능적 측면의 반영정도

8) VE 대상 선정결과와 후행단계 기능분석의 연계성

그림 2.14와 같이 현행 VE 대상 선정 기법으로 선정된 VE 대상은 후행 단계의 기능분석과 연계성이 낮은 것으로 조사되었다.



< 그림 2.14 > VE 대상 선정결과와 기능분석의 연계성 정도

이상과 같이 전문가 설문조사 결과 현행 VE 대상 선정 시스템은 다양한 문제를 내재하고 있는 것으로 파악되었다. 특히, 후행단계인 기능분석과의 연계성이 낮은 문제점은 VE가 Job-Plan이라는 Process에 따라 진행된다는 것을 감안할 때, 개선이 요구되는 중요한 부분이다.

### 3. 사례기반의 VE 대상 선정 방법

본 장에서는 앞서 전문가 면담조사 및 설문조사를 통해 도출된 현행 VE 대상 선정 방법의 문제점을 개선할 수 있는 방법을 제시하고자 한다. 제안 방법은 기 수행된 VE 사례를 분석하여 각 공종별 우수 VE 제안을 선정한 후 고비용을 기준으로 1차 분류하고, 1차 분류된 우수 VE 제안을 공종별 평균원가절감액 및 전문가설문조사 기준으로 2차 분류하여 잠재적 VE 대상 선정 영역을 추출한다. 2차 분류한 잠재적 VE 대상선정 영역에 가치지수를 적용하여 가치지수가 1.2이상<sup>24)</sup>인 VE 제안을 최종 VE 대상으로 선정 한다.

#### 3.1 사례 분석

##### 3.1.1 사례 프로젝트 개요

공공건설공사는 공공주택건설과 도로, 철도 등을 중심으로 한 산업기반 시설 등 다양하다. 본 연구에서는 산업 물류개선 및 지역경제 발전을 위하여 지속적으로 신설과 확충이 요구되며, 유사한 규모의 프로젝트가 반복적으로 시행되는 도로건설공사를 대상으로 한다. 사례분석의 대상이 되는 프로젝트는 표 3.1과 같이 총 7개이며, 모든 사례는 도로건설공사 설계단계에 이루어진 설계VE 수행결과이다.

< 표 3.1 > 사례 프로젝트 개요

프로젝트명	프로젝트 개요
1. “J~K” 고속도로 건설공사	연장 : 118.0km, 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 136개소(20,071m) 터널 : 37개소(31,9200m)

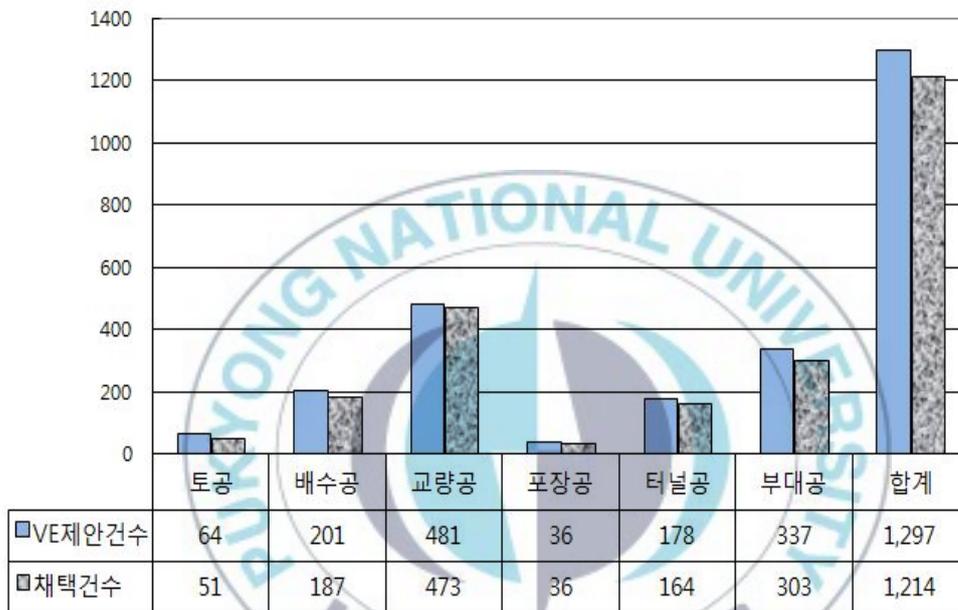
24) 실무적으로 가치지수가 1.2이상인 경우 가치 개선의 여지가 높다고 판단함

프로젝트명	프로젝트 개요
2. "S~0" 고속도로 건설공사	연장 : 9.3km 차로수(폭원) : 4m→8m, 10m 차로 교량 : 25개소(1,371m) 터널 : 없음
3. "O~M" 고속도로 건설공사	연장(1공구) : 7.067km 차로수(폭원) : 6차로(30.6m) 교량 : 4개소(629m) 터널 : 2개소(1,025m)
	연장(2공구) : 4.294km 차로수(폭원) : 6차로(30.6m) 교량 : 2개소(70m) 휴게소 : 2개소
	연장(1공구) : 4.56km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 13개소(2,190m) 터널 : 1개소
4. "C~Y" 고속도로 건설공사	연장(3공구) : 3.92km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 2개소(915m) 터널 : 2개소(1,846m)
	연장(4공구) : 3.92km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 11개소(2,252m) 터널 : 2개소(1,096m)
5. "P~Y" 고속도로 건설공사	연장(5공구) : 10.15km 차로수(폭원) : 6차로(30.6m) 장대교 : 4개소(525m) 소교량 : 14개소(403m)

프로젝트명	프로젝트 개요
5. "P~Y" 고속도로 건설공사	연장(6공구) : 9.45km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 12개소(1,154m) 터널 : 3개소(1,530m)
	연장(7공구) : 5.7km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 1개소(280m) 터널 : 1개소(19,200m)
	연장(8공구) : 6.04km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 장대교 : 5개소(660m) 소교량 : 10개소(271m)
6. "K~S" 고속도로 건설공사	연장(1공구) : 4.2km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 장대교 : 1개소(1,010m) 터널 : 2개(82m)
	연장(2공구) : 5.7km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 장대교 : 2개소(635m) 소교량 : 6개소(199m) 터널 : 1개소(176m)
	연장(3공구) : 5.52m 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 장대교 : 1개소(400m) 소교량 : 9개소(345m)
	연장 : 10.34km 차로수(폭원) : 4차로(23.4m) 교량 : 21개소(951m) 터널 : 1개소(937m)

### 3.1.2 VE 제안 분석

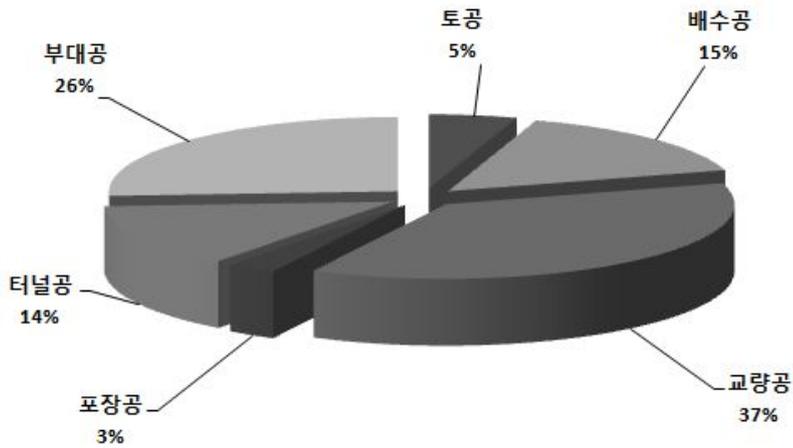
전체 7개의 사례 프로젝트에서 설계VE 업무는 토공, 배수공, 교량공, 포장공, 터널공, 부대공의 6개 공종에 대하여 수행되었다. 그 결과 그림 3.1과 같이 총 1,297건이 제안되었으며, 전체 VE제안 건수 중 최종 채택된 제안은 1,214건으로 거의 대부분의 제안들이 채택된 것으로 파악됨으로써 성공적 VE 성과를 도출한 것으로 사료된다.



< 그림 3.1 > 사례 프로젝트의 VE 제안 집계

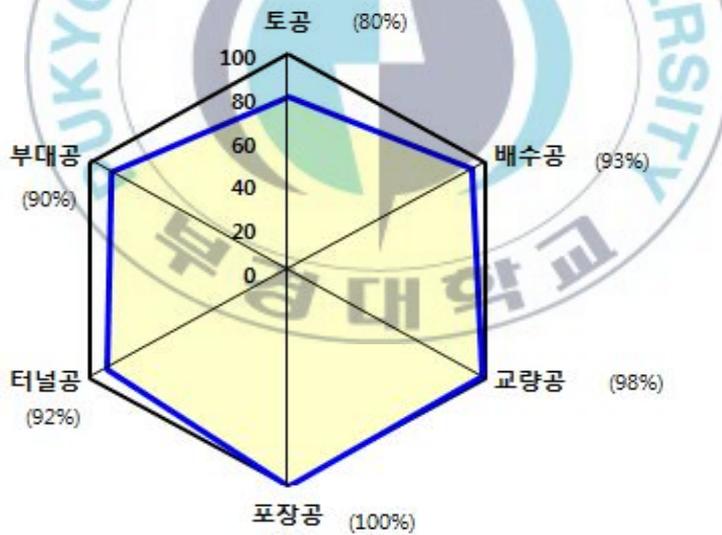
본 연구의 대상이 되는 사례 프로젝트는 규모가 유사한 고속도로 건설 프로젝트들이며, VE 제안건수는 그림 3.2와 같이 공종별로 차이가 많았다.

특히, 교량공과 부대공의 VE 제안건수가 전체 제안건수의 50% 이상을 차지하여 VE 제안이 활발하게 이루어지는 공종으로 파악되었다.



< 그림 3.2 > 공종별 VE 제안비율

각 공종별로 채택율을 살펴보면 그림 3.3과 같이 포장공이 100% 채택되었으며, 토공(80%)을 제외한 나머지 모든 공종도 90% 이상의 높은 채택율을 보였다.



< 그림 3.3 > 공종별 VE 제안 채택율

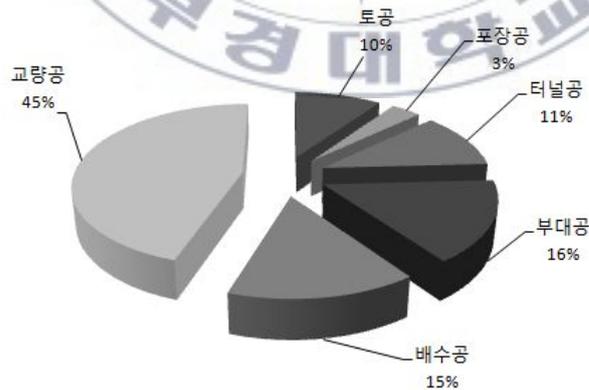
### 3.1.3 VE 제안 추출

채택된 1,214건의 VE 제안을 대상으로 공종별 순수 계획분야를 제외한 327건의 VE 제안을 추출하였다. 순수 계획분야의 제안은 설계단계 이전의 프로젝트 입안과 관련된 제안인 점을 감안하여 제외하였으며, VE 제안 추출 결과 그림 3.4와 같이 교량공과 부대공이 가장 큰 폭으로 축소되었다.



< 그림 3.4 > VE 제안 추출결과

공종별 VE 제안 추출비율은 그림 3.5와 같으며, 교량공의 비율이 45%로 가장 높게 나타났다.



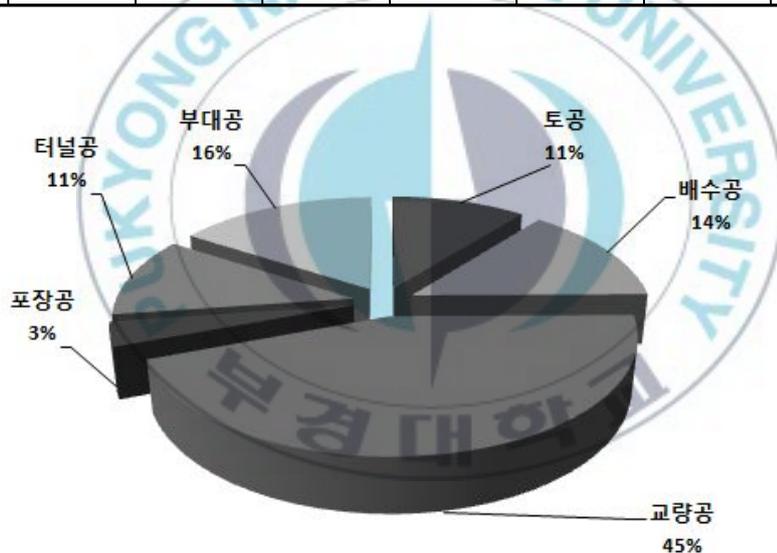
< 그림 3.5 > 공종별 VE 제안 추출비율

### 3.2 공종별 우수 VE 제안 추출

본 절에서는 순수 계획분야를 제외한 327건의 VE 제안 중 설계오류 제안을 배제하고, 6개 공종에서 290건의 우수 VE 제안을 선정하였다. 그 결과 표 3.2와 그림 3.6과 같이 교량공이 129건으로 전체의 45%를 차지하여 가치개선의 잠재력이 높은 공종으로 나타났으며, 포장공(3%)을 제외한 다른 공종의 VE 제안 수는 비슷하게 집계되었다.

< 표 3.2 > 공종별 우수 VE 제안

분 야	토공	배수공	교량공	포장공	터널공	부대공	합 계
건 수	31	41	129	10	33	46	290
(비율(%))	(11)	(14)	(45)	(3)	(11)	(16)	(100)



< 그림 3.6 > 공종별 우수 VE 제안 추출비율

표 3.3은 토공과 배수공에서 추출된 우수 VE 제안의 일부를 정리한 내용이며, 특정부분을 삭제, 축소, 조정하는 VE 제안들 많았다.

< 표 3.3 > 토공 및 배수공의 우수 VE 제안(일부분 발췌)

구분	토공	배수공
우수 VE 제안	비탈면 보강범위축소 및 잔여구간 표준경사 적용	V형측구 적정규격 설치
	교량 연장축소로 성토량 늘임 (교량 연장 1경간 축소)	제작 집수정 높이 조정
	EPS 경량블럭 설치폭 축소	수로이설위치 조정
	갱구시점 전면부 보강을 양방향 구분 조정	부체도로의 U형 측구 일부 삭제
	녹지대 오목구간 레벨 상향 적용	노면수 처리를 위한 V형 측구 삭제
	기존도로 범면 훼손방지 및 녹화	통로 BOX규격 축소
	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임	보강토 옹벽 상단 U형측구 규격 조정
	종단계획 조정	농수로 규격 축소
	측구 계획고 상향조정	PIPE 경사각을 조정 설치 (연장 축소)
	쌓기부(낮은 깎기부)를 깎기부로 수정	통로암거 위치조정(길이 축소)
	V형 측구 및 가드레일 축소	관행적 설치 V형 측구 삭제
	사면 경사완화로 보강공법 미적용	본선 녹지대 맨암거 하나로 통합
	Sand Mat 포설 축소(횡방향 배수 고려하여 포설방향 변경)	성토부 도수로 삭제

표 3.4는 VE 제안 건수가 가장 많은 교량공과 포장공에서 추출된 우수 VE 제안의 일부를 정리한 내용이며, 대부분의 제안들이 구조안전성과 기능성이 허용하는 범위 내에서 축소, 삭제, 조정, 변경되는 VE 제안들이다.

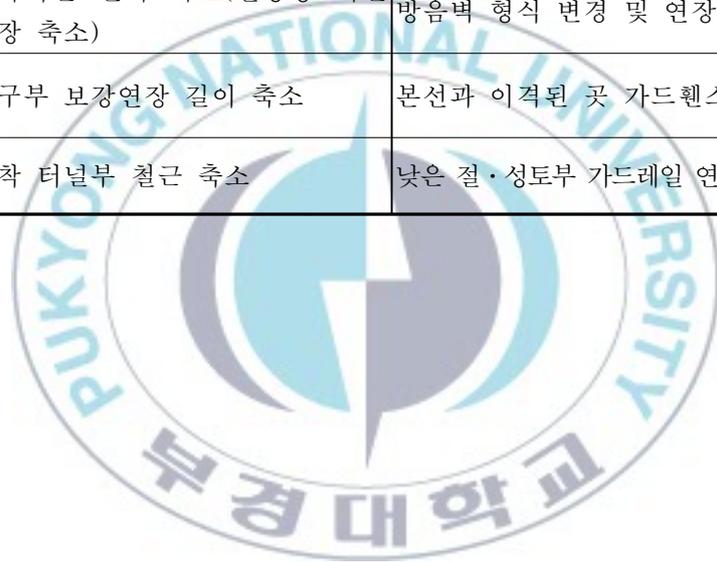
< 표 3.4 > 교량공 및 포장공의 우수 VE 제안(일부분 발췌)

구 분	교량공	포장공
우수 VE 제안	Diaphragm 수지보강재 축소	JCT 연결로 진입부 길어깨 보강 포장 삭제
	바닥판 철근량 축소(구분배근)	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소
	교대 기초말뚝 배열 변경	터널 입·출구부 동상방지층 구간 축소
	전단철근 배근간격 조정	길어깨 보강포장 축소
	하부도로 측구의 턱 삭제	접속부 교차로의 도류화시 직진 대기 2차로 축소
	교대 흉벽부 주철근량 축소	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소
	접속슬래브 압축부 상면철근 조정	길어깨 보강포장 구간의 도로폭 축소
	교각 기초말뚝 분수 조절	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소
교각기초 규격 하향 조정	기층 다짐재 변경	

표 3.5는 터널공과 부대공에서 추출된 우수 VE 제안의 일부를 정리한 내용이며, 터널공의 경우 기존 공법 및 재료를 축소 및 변경하는 제안이 많았으며, 부대공의 경우 적용범위를 축소 및 삭제하는 제안이 다수인 것으로 나타났다.

< 표 3.5 > 터널공 및 부대공의 우수 VE 제안(일부분 발췌)

구 분	터널공	부대공
우수 VE 제안	극한하중에 대한 적정 철근량 적용	가드웬스 삭제
	라이닝 기초철근 축소	산마루측구 상향설치
	대인용 피난연락갱 공동구 뚜껑 재질 변경	관리동 부스터펌프 변경
	부재 단면력 검토하여 적정 철근량으로 축소(터널 천정부)	분리구간 내측 가드레일 삭제
	갱문 가시설 지보재 변경	각기부 점검로 축소
	터널 시점 변경(터널연장 축소)	본선과 연결로 합류단 가드레일 연장 축소
	개착터널 길이 축소(일방향 터널 연장 축소)	방음벽 형식 변경 및 연장 조정
	갱구부 보강연장 길이 축소	본선과 이격된 곳 가드웬스 삭제
	개착 터널부 철근 축소	낮은 절·성토부 가드레일 연장 축소



### 3.3 1차 우수 VE 제안 분류

앞서 추출한 우수 VE 제안을 1차 고비용 기준, 2차 평균원가절감액 기준 및 전문가 설문조사 기준으로 분류하여 잠재적 가치개선 영역을 선정한다.

1차 고비용 기준 분류는 VE 제안의 비용투입이 크다는 것은 그만큼 가치향상의 여지가 높다는 것이며, 표 3.6은 각 공종별로 우수 VE 제안을 구분하여 비용투입이 높은 순서대로 재배열한 후 항목별 평균공사비의 50%를 상회하는 제안을 기준으로 1차 분류한 결과이다.

< 표 3.6 > 고비용 기준의 우수 VE 제안 분류결과

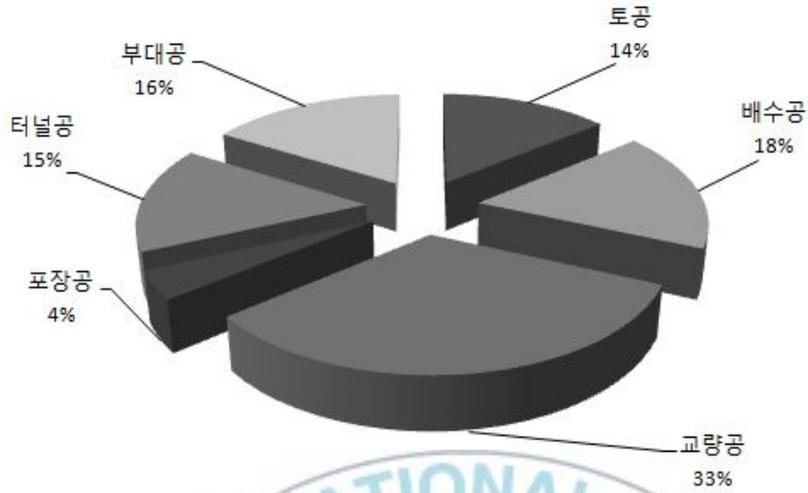
분 야	토공	배수공	교량공	포장공	터널공	부대공	합 계
건 수 (비율(%))	14 (14)	17 (18)	32 (33)	4 (4)	15 (15)	16 (16)	98 (100)

1차 분류한 결과 우수 VE 제안은 290건에서 98건으로 축소되었으며, 각 공종별 건수 변화는 그림 3.7과 같다.

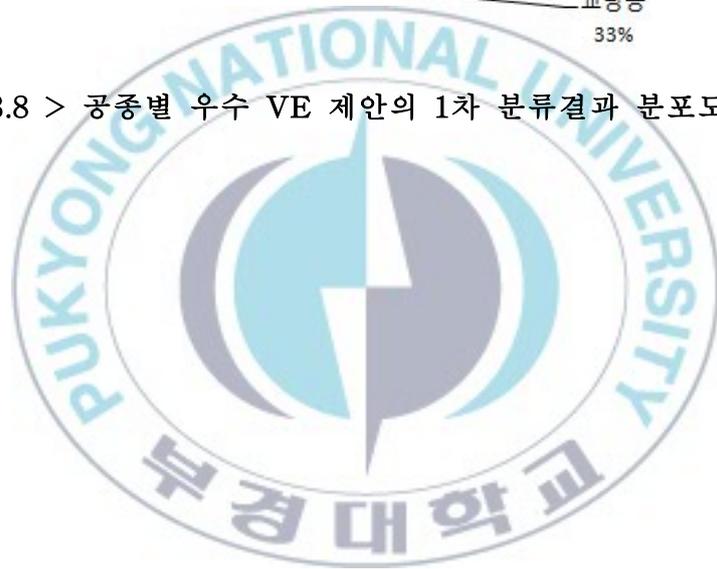


< 그림 3.7 > 공종별 우수 VE 제안의 1차 분류결과

1차 분류한 우수 VE 제안의 공종별 분포는 그림 3.8과 같이 교량공이 가장 높았으며, 포장공을 제외한 나머지 분야는 비슷한 수준으로 집계되었다.



< 그림 3.8 > 공종별 우수 VE 제안의 1차 분류결과 분포도



### 3.4 2차 우수 VE 제안 분류

본 절에서는 1차 고비용 기준으로 분류한 우수 VE 제안을 2차 공종별 평균원가절감액 기준 및 전문가 설문조사 기준으로 분류하여 **잠재적 가치 개선 영역**을 추출한다.

평균원가절감액 기준은 공종별 비용투입 규모만큼 해당공종에서 원가가 절감되는 절대금액도 중요하기 때문이며, 전문가설문조사 기준은 해당분야 전문가들이 판단하는 신뢰성 있는 잠재적 가치개선 영역을 선정하기 위함이다. 표 3.7은 두 가지 기준에 따른 집계결과이다.

< 표 3.7 > 평균원가절감액 및 전문가설문조사 기준 분류결과

구 분	토공	배수공	교량공	포장공	터널공	부대공	합 계
평균원가 절감액 기준 (비율(%))	10 (15)	14 (21)	21 (32)	3 (5)	10 (15)	8 (12)	66 (100)
전문가 설문기준 (비율(%))	8 (16)	9 (17)	15 (29)	3 (6)	8 (16)	8 (16)	51 (100)

#### 3.4.1 평균원가절감액 기준 분류

각 공종별 평균원가절감액을 기준으로 분류한 결과는 다음과 같다.

##### 1) 토공 분야

토공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 14건 중에서 10건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 사면 보강공법 변경이다.

< 표 3.8 > 토공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구 분	주 요 내 용	원가절감액 순위
토 공	사면 보강범위축소 및 잔여구간 표준경사 적용	2
	교량 연장축소로 성토량 늘임 (교량 연장 1경간 축소)	3
	EPS 경량블록 설치폭 축소	10
	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임	7
	사면 경사완화로 보강공법 미적용	9
	보강토 옹벽 높이 축소로 성토량 줄임	5
	사면 보강범위 축소	8
	사면 보강공법 변경	1
	사면 경사 확대 적용 (구배를 크게 하여 사면 축소)	4
	사면 보강범위 축소	6

2) 배수공 분야

배수공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 17건 중에서 14건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 통로암거 위치조정(길이 축소)이다.

< 표 3.9 > 배수공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구 분	주 요 내 용	원가절감액 순위
배수공	통로 BOX규격 축소	7
	농수로 규격 축소	2

배수공	통로암거 위치조정(길이 축소)	1
	횡배수관 및 도수로 연장 축소	14
	수로암거 재질 변경	8
	통로암거 재질 변경	13
	수로암거 재질 변경	11
	농수로 설치공법 변경	10
	통로암거 재질 변경	4
	농수로 설치공법 변경	9
	수로암거의 유속저감 시설 삭제 (콘크리트 계단형 유속 감속시설 삭제)	12
	본선에서 집수된 노면수 배제를 위한 V형 측구 삭제	6
	용수개거로 삭제(이설)	5
지중 강관 암거 통합	3	

### 3) 교량공 분야

교량공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 32건 중에서 21건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 교량형식 변경이다

< 표 3.10 > 교량공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
교량공	Diaphragm 개구부 규격 변경	9
	Diaphragm 수직보강재 축소	17
	교대 기초말뚝 배열 변경	3

교량공	교각 기초말뚝본수 조절	14
	교각기초 규격 하향 조정	16
	주철근의 합리적인 배치	4
	교량형식 및 시간 일치(공구관내)	11
	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소	8
	교각 기둥 주철근 직경 감소	21
	교각 현장타설 말뚝 본수 축소	5
	교각 축방향철근 및 띠철근 교각별로 적용	19
	교대배면 보강토옹벽 축소(계단형으로 변경)	6
	강역 및 헌치 단면력 고려 단면 축소	7
	교각부 기초말뚝 형식 변경	12
	합리적인 빔배치를 통해 빔 개수 축소	13
	교량형식 변경	1
	교각 기초말뚝 근입길이 조정(말뚝 길이 감소)	20
	교량형식 변경(지간장 축소)	10
	교각기초 규모 축소	2
	교각 말뚝기초 본수 조정	15
	교량 적정 배근량 적용	18

#### 4) 포장공 분야

포장공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 4건 중에서 3건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 절·성토 경계 부 보강슬래브 보강구간 축소이다.

< 표 3.11 > 포장공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
포장공	길어깨 보강포장 축소	3
	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	1
	기층 다짐재 변경	2

5) 터널공 분야

터널공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 15건 중에서 10건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 터널 시·종점부 조도순응시설 삭제이다.

< 표 3.12 > 터널공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
터널공	터널 시점 변경(터널연장 축소)	8
	개착터널 길이 축소(일방향 터널연장 축소)	3
	갱구부 보강연장 길이 축소	7
	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소	6
	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제	2
	지보타입 변경	9
	절토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)	5
	갱구부 절토사면 축소	10
	터널 시·종점부 조도순응시설 삭제	1
	균열방지용 철근 삭제	4

#### 6) 부대공 분야

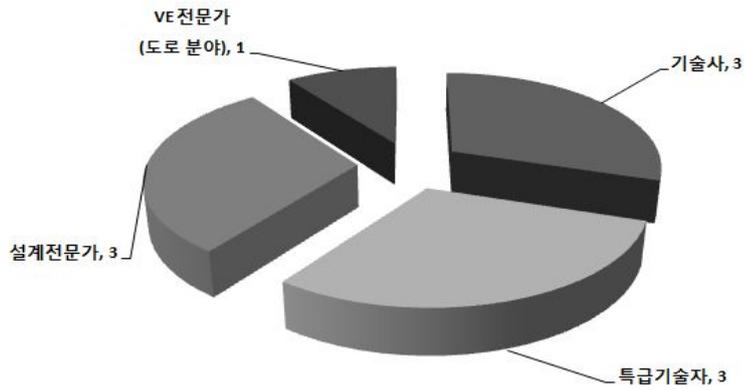
부대공 분야를 평균원가절감액 기준으로 분류한 결과 16건 중에서 8건이 선정되었다. 평균원가절감액이 가장 높은 우수 VE 제안은 낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소이다.

< 표 3.13 > 부대공의 평균원가절감액 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
부대공	가드웬스 삭제	7
	방음벽 형식 변경 및 연장 조정	8
	보강토옹벽 설치구간 축소	6
	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)	3
	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소	1
	보강토 옹벽 삭제	2
	옹벽기초 형식 변경 (강관말뚝기초를 직접기초로 변경)	4
	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사 토 후 가드레일 삭제	5

#### 3.4.2 전문가 설문조사 기준 분류

추출된 우수 VE 제안의 신뢰성 및 활용성을 검증하기 위하여 도로건설 전문가 10인을 대상으로 설문조사를 실시한다. 설문조사 결과 제외된 항목은 중복적이고 활용성이 낮은 제안들이며, 설문에 참여한 도로건설 전문가의 구성은 그림 3.7과 같다.



< 그림 3.9 > 설문참여 도로건설 전문가 구성

각 공종별 분류결과는 다음과 같다.

1) 토공 분야

토공 분야의 전문가 설문조사 결과 10건의 우수 VE 제안이 8건으로 축소되었다.

< 표 3.14 > 토공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구분	주요 내용	원가절감액 순위
토공	교량 연장축소로 성토량 늘임 (교량 연장 1경간 축소)	2
	EPS 경량블럭 설치폭 축소	8
	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임	6
	사면 경사완화로 보강공법 미적용	7
	보강토 옹벽 높이 축소로 성토량 줄임	4
	사면 보강공법 변경	1
	사면 경사 확대 적용 (구배를 크게 하여 사면 축소)	3
	사면 보강범위 축소	5

2) 배수공 분야

배수공 분야의 전문가 설문조사 결과 14건의 우수 VE 제안이 9건으로 축소되었다.

< 표 3.15 > 배수공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구 분	주 요 내 용	원가절감액 순위
배수공	농수로 규격 축소	2
	통로암거 위치조정(길이 축소)	1
	횡배수관 및 도수로 연장 축소	9
	농수로 설치공법 변경	7
	통로암거 재질 변경	4
	수로암거의 유속저감 시설 삭제 (콘크리트 계단형 유속 감속 시설 삭제)	8
	분선에서 집수된 노면수 배체를 위한 V형 측구 삭제	6
	용수개거로 삭제(이설)	5
	지중 강판 암거 통합	3

3) 교량공 분야

교량공 분야의 전문가 설문조사 결과 21건의 우수 VE 제안이 15건으로 축소되었다.

< 표 3.16 > 교량공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구 분	주 요 내 용	원가절감액 순위
교량공	Diaphragm 개구부 규격 변경	8
	Diaphragm 수지보강재 축소	15

교량공	교대 기초말뚝 배열 변경	2
	교각 기초말뚝본수 조절	13
	주철근의 합리적인 배치	3
	교량형식 및 지간 일치(공구관내)	10
	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소	7
	교각 현장타설 말뚝 본수 축소	4
	교대배면 보강토 옹벽 축소(계단형으로 변경)	5
	강역 및 헌치 단면력 고려 단면 축소	6
	교각부 기초말뚝 형식 변경	11
	합리적인 빔배치를 통해 빔 개수 축소	12
	교량형식 변경(지간장 축소)	9
	교각 기초규모 축소	1
교각 기초말뚝 본수 조정	14	

4) 포장공 분야

포장공 분야의 전문가 설문조사 결과 3건의 우수 VE 제안이 모두 선정되었다.

< 표 3.17 > 포장공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구 분	주 요 내 용	원가절감액 순위
포장공	길어깨 보강포장 축소	3
	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	1
	기층 다짐재 변경	2

5) 터널공 분야

터널공 분야의 전문가 설문조사 결과 10건의 우수 VE 제안이 8건으로 축소되었다.

< 표 3.18 > 터널공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
터널공	개착터널 길이 축소(일방향 터널연장 축소)	3
	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소	6
	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제	2
	지보타입 변경	7
	절토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)	5
	갱구부 절토사면 축소	8
	터널 시·종점부 조도순응시설 삭제	1
	균열방지용 철근 삭제	4

6) 부대공 분야

부대공 분야의 전문가 설문결과 8건의 우수 VE 제안이 모두 선정되었다.

< 표 3.19 > 부대공의 전문가설문조사 기준 분류결과

구분	주요내용	원가절감액 순위
부대공	가드웬스 삭제	7
	방음벽 형식 변경 및 연장 조정	8
	보강토옹벽 설치구간 축소	6
	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)	3
	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소	1
	보강토 옹벽 삭제	2
	옹벽기초 형식 변경 (강관말뚝기초를 직접기초로 변경)	4
	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사 토 후 가드레일 삭제	5

### 3.5 가치지수 적용을 통한 최종 VE 대상 선정

본 절에서는 우수 VE 제안을 대상으로 1차 및 2차에 걸쳐 분류한 잠재적 가치개선 영역에 VE 기능평가 시 활용되는 가치지수(Value Index) 개념을 적용하여 최종 VE 대상을 선정한다.

#### 3.5.1 Value Index의 적용 개념

VE는 가치공학, 가치경영, 가치방법론 등 다양한 의미로 설명할 수 있으며, 가치는 다양한 의미를 내재하고 있다. 또한 가치는 시대에 따라 지속적으로 변화되며, 사용자의 관점에 따라 상이한 특성을 지니고 있다. 가치의 유형에는 사용가치<sup>25)</sup>, 교환가치<sup>26)</sup>, 귀중가치, 비용가치 등 다양한 종류가 있다.

건설VE 업무에서는 사용가치와 비용가치가 적용되며, 가치지수(VI)를 산정하여 제품이나 프로젝트에 대한 가치보증의 현재 상태를 분석한다. 가치지수는 해당 기능의 비용(Cost)과 값어치(Worth) 간의 관계를 나타내는 수치로 식(1)과 같이 산정한다.

$$\text{가치지수(Value index)} = \frac{\text{Cost}}{\text{Worth}} \text{-----(1)}$$

25) 경제학에서는 인간행위의 개념을 재화·용역을 사용·소비하는 것이라고 정의한다. 재화나 용역을 사용하면 일정한 효용을 얻게 되므로 그 당사자는 당연히 그 사물을 '효용있는 것', '가치있는 것'이라고 여긴다. 경제학 초창기에는 재화나 용역이 원래부터 객관적 효용 또는 가치를 지닌 것으로 생각하기도 했는데, 이러한 가치의 개념을 '사용가치'(value in use)라 표현한다.(출처: 브리태니커)

26) 교환가치는 우선 어떤 종류의 사용가치가 다른 종류의 사용가치와 교환되는 양적관계 혹은 비율로서 표시된다.(출처 : 매경닷컴)

- \* Cost : 특정기능을 획득하고 사용하는데 요구되는 지출
- \* Worth : 해당기능을 제공하는데 요구되는 최소비용

가치지수의 산정은 위와 같은 수식으로 구하며, 여기서 Cost는 정의된 기능평가를 통해 결정된 기능 Cost의 합계금액이며, Worth 또한 기능평가를 통해 얻은 기능분석 구성요소들의 주기능에 대한 Worth의 합계금액이다. 이렇게 분석된 가치지수가 1.2 이상인 경우 통계적 체험에 의해 그 대상의 가치보증 상태는 만족스럽지 못한 것으로 평가한다. 즉 가치지수가 1.2 이상일 경우 VE 활동을 통한 가치개선의 잠재력이 충분하다고 판단한다.

본 연구에서는 가치지수의 개념을 활용하여 식(2)와 같이 기존안의 코스트를 가치지수 산정공식의 Cost로 보고, 개선안의 코스트를 동일한 기능을 구현하면서 최소 비용으로 구현 가능한 Worth 개념으로 하여 VE 대상을 선정한다.

$$\text{잠재적 가치 개선 영역의 가치지수} = \frac{\text{Cost} \Rightarrow \text{기존안 Cost}}{\text{Worth} \Rightarrow \text{개선안 Cost}} \quad \text{---(2)}$$

### 3.5.2 잠재적 가치개선 영역의 가치지수 산정

보편적으로 실무에서는 가치지수가 “1”인 경우 이상적인 것으로 판단한다. 하지만 가치지수가 “1”인 경우는 상당히 제한적이며, 가치지수가 1.2 이상인 경우 가치개선의 여지가 높다고 판단한다.

잠재적 가치개선 영역의 가치지수를 산정한 결과 각 공종별로 차이는 있으나 대부분 가치지수가 1.2를 초과하여 가치개선의 가능성이 높은 것으로 나타났으며, 잠재적 가치개선 영역으로 선정된 51건 중 45건이 최종 VE 대상으로 선정되었다. 분야별 정리내용은 다음과 같다.

1) 토공 분야

전체 8건의 대상 중 EPS 경량블럭 설치폭 축소와 사면 보강공법 변경, 사면 보강범위 축소의 가치지수가 2.0이상으로 선정되었으며, 본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임을 제외한 모든 제안들은 가치지수가 1.2 이상으로 선정되어, VE 대상으로 선정되었다.

< 표 3.20 > 토공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
토공	교량 연장축소로 성토량 늘임(교량 연장 1경간 축소)	1.20	●
	EPS 경량블럭 설치폭 축소	2.0이상	●
	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임	1.12	
	사면 경사완화로 보강공법 미적용	1.20	●
	보강토 옹벽 높이 축소로 성토량 줄임	1.22	●
	사면 보강공법 변경	2.0이상	●
	사면경사 확대 적용 (구배를 크게 하여 사면 축소)	1.21	●
	사면 보강범위 축소	2.0이상	●

2) 배수공 분야

배수공은 모든 대상의 가치지수가 높게 선정되어 VE 대상으로 선정되었다. 특히 수로암거의 유속저감 시설 삭제(콘크리트 계단형 유속 감속 시설 삭제), 지중 강판 암거 통합 등은 가치지수가 2.0 이상이었으며, 농수로 규격 축소(1.51), 농수로 설치공법 변경(1.41)도 가치지수가 높게 선정되었다.

< 표 3.21 > 배수공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
배수공	농수로 규격 축소	1.51	●
	통로암거 위치조정(길이 축소)	1.34	●
	횡배수관 및 도수로 연장 축소	1.10	●
	농수로 설치공법 변경	1.41	●
	통로암거 재질 변경	1.31	●
	수로암거의 유속저감 시설 삭제 (콘크리트 계단형 유속 감속 시설 삭제)	2.0이상	●
	본선에서 집수된 노면수 배제를 위한 V형 측구 삭제	2.0이상	●
	용수개거로 삭제(이설)	2.0이상	●
	지중 강판 암거 통합	2.0이상	●

3) 교량공 분야

타 공종에 비하여 잠재적 가치개선 영역이 15건으로 가장 많은 교량공은 가치지수 산정결과 VE 대상이 10건으로 축소되었다. 그 중 주철근의 합리적인 배치와 교량형식 변경(지간장 축소)의 가치지수가 높게 산정되었다.

< 표 3.22 > 교량공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
교량공	Diaphragm 개구부 규격 변경	1.05	
	Diaphragm 수지보강재 축소	1.02	
	교대 기초말뚝 배열 변경	1.20	●
	교각 기초말뚝분수 조절	1.22	●

교량공	주철근의 합리적인 배치	1.32	●
	교량형식 및 시간 일치(공구관내)	1.25	●
	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소	1.04	
	교각 현장타설 말뚝 분수 축소	1.21	●
	교대배면 보강토옹벽 축소 (계단형으로 변경)	1.23	●
	강역 및 헌치 단면력 고려 단면 축소	1.21	●
	교각부 기초말뚝 형식 변경	1.20	●
	합리적인 빔배치를 통해 빔 개수 축소	1.09	
	교량형식 변경(지간장 축소)	1.26	●
	교각 기초규모 축소	1.22	●
	교각 기초말뚝 분수 조정	1.00	

#### 4) 포장공 분야

타 공종에 비해 상대적으로 잠재적 가치개선 영역이 적은 포장공의 가치지수 산정결과 절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소의 가치지수가 2.0 이상으로 가장 높게 산정되었으며, 나머지 대상의 가치지수도 높게 산정되어 VE 대상으로 선정되었다.

< 표 3.23 > 포장공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
포장공	길어깨 보강포장 축소	1.52	●
	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	2.0이상	●
	기층 다짐재 변경	1.80	●

5) 터널공 분야

전체 9건의 잠재적 가치개선 영역 모두 가치지수가 1.2를 초과하여 VE 대상으로 선정되었고, 그 중 터널 시·종점부 조도순응시설 삭제와 균열방지용 철근 삭제의 가치지수가 2.0 이상으로 가장 높게 산정되었다.

< 표 3.24 > 터널공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
터널공	개착터널 길이 축소 (일방향 터널연장 축소)	1.53	●
	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소	1.27	●
	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제	1.32	●
	지보타입 변경	1.21	●
	절토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)	1.45	●
	갱구부 절토사면 축소	1.47	●
	터널 시·종점부 조도순응시설 삭제	2.0이상	●
	균열방지용 철근 삭제	2.0이상	●

6) 부대공 분야

전체 8건의 잠재적 가치개선 영역 모두 가치지수가 높게 산정되어 VE 대상으로 선정되었다. 특히 옹벽기초 형식 변경(강관말뚝기초를 직접기초로 변경)과 본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사토 후 가드레일 삭제 등의 가치지수가 2.0을 초과하였으며, 타 공종에 비하여 가치지수가 상대적으로 높은 것으로 분석되었다.

< 표 3.25 > 부대공 분야 가치개선 영역

구분	주요내용	VI	선정여부
부대공	가드웬스 삭제	1.91	●
	방음벽 형식 변경 및 연장 조정	1.89	●
	보강토 옹벽 설치구간 축소	1.22	●
	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)	2.0이상	●
	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소	1.52	●
	보강토 옹벽 삭제	1.61	●
	옹벽기초 형식 변경 (강관말뚝기초를 직접기초로 변경)	2.0이상	●
	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사토 후 가드레일 삭제	2.0이상	●

각 공종별 잠재적 가치개선 영역의 가치지수 산정결과 토공과 교량공의 일부 항목을 제외한 모든 공종에서 가치지수가 1.2를 초과하였다. 이는 앞서 우수 VE 제안을 대상으로 1차, 2차 분류한 잠재적 가치개선 영역이 VE 대상으로 적합도가 높다는 것을 보여주는 것이다.

### 3.6 결과의 고찰

본 장에서는 건설VE 업무의 효과적 VE 대상을 선정하기 위하여 7개의 도로건설공사 VE 수행사례를 분석하여 최종 채택된 VE 제안을 대상으로 설계오류 제안을 배제하고 우수 VE 제안을 선정한 후 아래의 기준에 따라 VE 대상을 선정하였다.

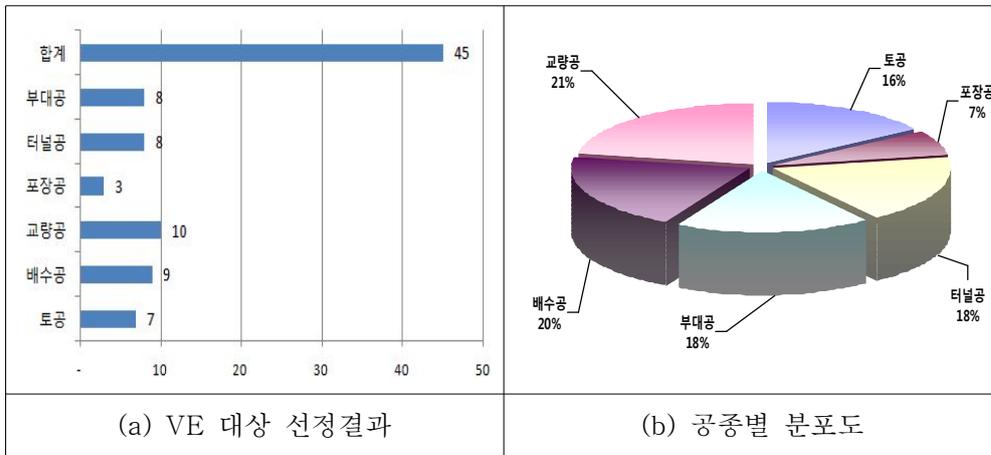
- 1) 비용투입 규모가 높은 고비용(항목별 평균공사비의 50%) 기준
- 2) 비용절감 효과가 높은 공종별 평균원가절감액 기준
- 3) 객관적이며 활용도가 높은 전문가설문 기준
- 4) 가치개선 가능성이 높은 Value Index (VI) 기준

표 3.26은 단계별 선정기준에 따른 분류결과이다.

< 표 3.26 > 사례기반의 VE 대상 선정기준 및 분류결과

공 종	VE 제안 건수	VE 제안 채택 건수	VE 제안 추출	우수 VE 제안 추출	1차분류 (고비용)	2차분류(VE대상)		VI 기준	비고
						평균 원가절감액	전문가 설문		
토공	64	51	32	31	14	10	8	7	
포장공	36	36	11	10	4	3	3	3	
터널공	178	164	36	33	15	10	8	8	
부대공	337	303	52	46	16	8	8	8	
배수공	201	187	49	41	17	14	9	9	
교량공	481	473	147	129	32	21	15	10	
<b>합계</b>	<b>1,297</b>	<b>1,214</b>	<b>327</b>	<b>290</b>	<b>98</b>	<b>66</b>	<b>51</b>	<b>45</b>	

가치지수를 적용한 결과 그림 3.10과 같이 최종적으로 45건의 VE 대상이 추출되었으며, 그 중 교량공이 10건으로 가장 높은 비중을 차지하였다.



< 그림 3.10 > 최종 VE 대상 선정결과 및 공종별 분포도

각 공종별 잠재적 가치개선 영역의 가치지수 산정결과 토공과 교량공의 일부 항목을 제외한 모든 공종에서 가치지수가 1.2를 초과하여 최종 선정된 VE 대상의 적합도가 높은 것으로 판단된다.

## 4. VE 대상 계층화 및 선정 방법 제안

본 장에서는 최종 선정된 VE 대상을 대상부위와 대안유형으로 일반화한 후, 각 공종별로 WBS를 기반으로 계층화하여 대상부위에 대한 상대적 중요도를 산정한다. 그리고 대상부위의 상대적 중요도를 활용하여 VE 수행자가 프로젝트 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 VE 대상항목 선정 테이블과 선정기준을 제시한다.

### 4.1 VE 대상 항목의 일반화

본 절에서는 최종 선정된 45건의 VE 대상을 대상부위 및 대안유형으로 일반화한다. 대상부위와 대안유형은 WBS 기반으로 계층화되어 가치개선 가능성이 높은 VE 대상 선정 방법을 개발하는데 도움을 줄 것이다.

#### 1) 토공 분야

대상부위는 토사, 사면보강, 사면경사가 반복적으로 일반화 되었으며, 대안유형은 확대, 축소, 변경(공법) 등으로 나타났다.

< 표 4.1 > 토공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
토 공	토사	확대	교량 연장축소로 성토량 늘임(교량 연장 1경간 축소)
	경량블록	축소	EPS 경량블록 설치폭 축소
	사면경사	축소(완경사)	사면경사 완화로 보강공법 미적용
	토사	축소	보강토옹벽 높이 축소로 성토량 줄임
	사면보강	변경(공법)	사면보강 공법 변경
	사면경사	확대(급경사)	사면 경사 확대 적용 (구배를 크게하여 사면 축소)
	사면보강	축소	사면보강 범위 축소

2) 배수공 분야

배수공은 전체 9건의 VE 대상 중 수로와 배수(통로)가 3건으로 가장 많았으며, 배수관, 유속저감시설, V형 측구가 대상부위로 일반화되었다. 대안 유형은 축소, 변경, 삭제 등이 반복적으로 나타났다.

< 표 4.2 > 배수공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
배수공	수로	축소	농수로 규격 축소
	배수(통로)	축소	통로암거 위치조정 (길이 축소)
	배수관	축소	횡배수관 및 도수로 연장 축소
	수로	변경(공법)	농수로 설치공법 변경
	배수(통로)	변경(재질)	통로암거 재질 변경
	유속저감시설	삭제	수로암거의 유속저감 시설 삭제(콘크리트 계단형 유속 감속시설 삭제)
	V형 측구	삭제	본선에서 집수된 노면수 배제를 위한 V형 측구 삭제
	수로	삭제	용수개거로 삭제(이설)
	배수(통로)	통합	지중 강관 암거 통합

3) 교량공 분야

교량공은 교각부, 교대부, 상판에 관한 대상부위가 다수였으며, 대안유형은 축소, 일치, 변경 등으로 나타났다.

< 표 4.3 > 교량공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
교량공	교대 기초말뚝	축소(본수)	교대 기초말뚝 배열 변경
	교각 기초말뚝	축소(본수)	교각 기초말뚝본수 조절
	가로보	축소	주철근의 합리적인 배치
	형식(교량)	일치	교량형식 및 지간 일치 (공구관내)
	주거더	축소	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소
	보강토옹벽 (교대배면)	축소(폭)	교대배면 보강토옹벽 축소(계단형으로변경)
	슬래브	축소	강역 및 헌치 단면력 고려 단면 축소
	교각부 기초말뚝	변경(형식)	교각부 기초말뚝 형식 변경
	지간(교량)	축소	교량형식 변경 (지간장 축소)
	교각부 기초	축소(규격)	교각 기초규모 축소

4) 포장공 분야

타 공정에 비하여 추출된 VE 대상이 가장 적은 포장공은 보강포장, 보강 슬래브, 다짐재가 대상부위 이었으며, 대안유형은 축소 및 변경으로 나타났다.

< 표 4.4 > 포장공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
포장공	보강포장(길어깨)	축소	길어깨 보강포장 축소
	보강슬래브 (절·성토 경계부)	축소	절·성토 경계부 보강 슬래브 보강구간 축소
	다짐재	변경	기층 다짐재 변경

5) 터널공 분야

터널공의 대상부위는 길이(터널), 지반보강, 조도순응시설 등이었으며, 대안유형은 축소, 삭제, 변경, 재배치 등 다양하게 나타났다.

< 표 4.5 > 터널공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
터널공	길이(터널)	축소	개착터널 길이 축소 (일방향 터널연장 축소)
	지반보강	축소	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소
	락볼트	축소	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제
	형식(지보)	변경	지보타입 변경
	지반보강	재배치	철토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)
	갱구(사면)	축소	갱구부 철토사면 축소
	조도순응시설	삭제	터널 시·종점부에 조도순응시설 설치를 삭제
	철근공	삭제	균열 방지용 철근 삭제

6) 부대공 분야

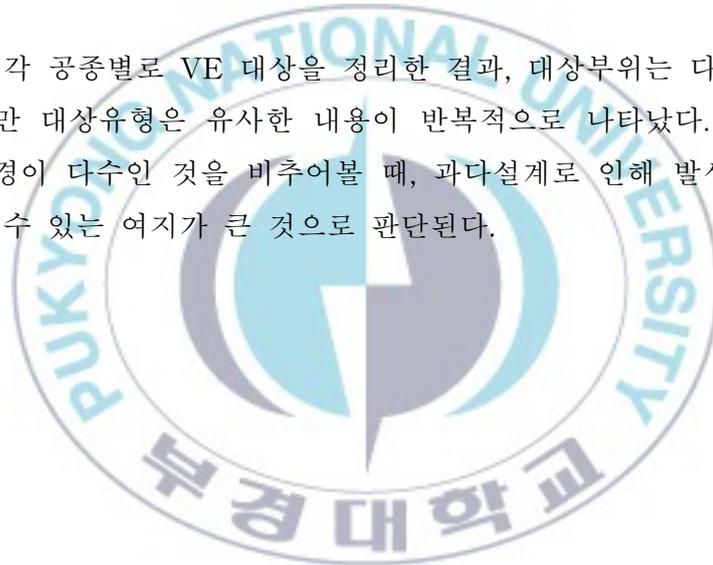
부대공의 대상부위는 가드웬스, 방음벽, 보강토옹벽 등이었으며, 대안유형은 삭제, 축소, 변경 등이었다.

< 표 4.6 > 부대공의 VE 대상 일반화

구 분	대상부위	대안유형	주요내용
부대공	가드웬스	삭제	가드웬스 삭제

부대공	방음벽	변경(형식), 축소	방음벽 형식 변경 및 연장 조정
	보강토옹벽	축소	보강토 옹벽 설치구간 축소
	임시구조물	존치(활용)	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)
	낙석방지망 및 울타리	축소	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소
	보강토옹벽	삭제	보강토 옹벽 삭제
	콘크리트옹벽	변경(기초형식)	옹벽기초 형식 변경 (강관말뚝기초를 직접 기초로 변경)
	가드레일	삭제	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사토 후 가드레일 삭제

이상과 같이 각 공종별로 VE 대상을 정리한 결과, 대상부위는 다양하게 일반화 되었지만 대상유형은 유사한 내용이 반복적으로 나타났다. 그 중 삭제, 조정, 변경이 다수인 것을 비추어볼 때, 과다설계로 인해 발생된 비용증가를 줄일 수 있는 여지가 큰 것으로 판단된다.



## 4.2 VE 대상 계층화

본 절에서는 AHP분석을 위해 각 공종별 VE 대상을 계층구조화 한다. VE 대상은 Level 1에서 Level 4까지 계층구조화 하며, VE수행 시 효과적으로 활용 가능하도록 각 공종별 WBS(Work Breakdown Structure)<sup>27)</sup>를 기준으로 대상부위와 대안유형으로 구분하여 정립한다.

### 1) 토공의 계층구조

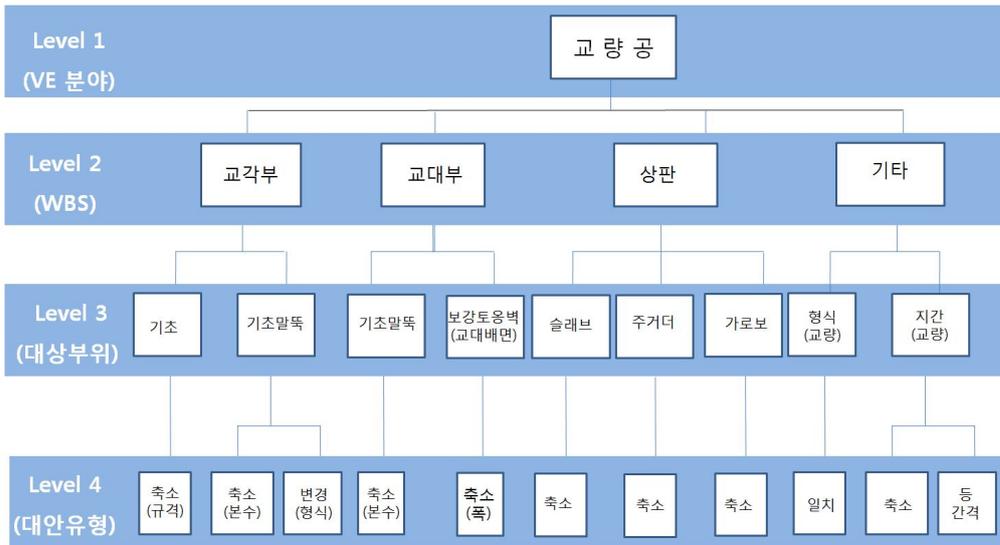
토공 분야는 WBS 기준으로 계층화한 결과 절토와 성토부분으로 구분되었다. 대상부위는 절토부분이 사면보강 및 사면경사로, 성토부분이 토사와 경량블록으로 계층화되었으며, 대안유형은 축소 및 확대가 대부분이었다.



< 그림 4.1 > 토공의 계층구조

27) 작업분류체계라고 하며, 프로젝트 산출물에 근거해 전체 업무범위를 조직하고 정의한 분할된 프로젝트 요소들의 계층구조이다. WBS는 프로젝트를 체계적으로 관리가능하게 하는 중요한 부분이다. 프로젝트관리 지침서인 PMBOK(Project Management Body of Knowledge)에서는 프로젝트 팀이 프로젝트 목표를 달성하고 필요한 인도물을 산출하기 위해 실행하는 작업을 인도물 중심의 계층 구조로 세분해 놓은 것으로 WBS를 정의하고 있다.

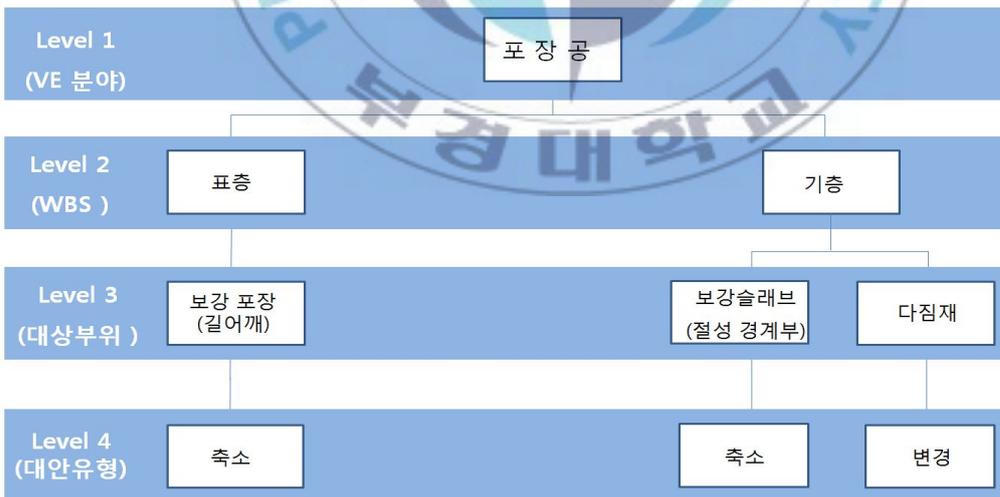




< 그림 4.3 > 교량공의 계층구조

4) 포장공의 계층구조

포장공 분야는 WBS 기준으로 계층화한 결과 표층과 기층부분으로 구분되었다. 표층부분의 대상부위는 보강 포장(길어깨)이 계층화 되었으며, 기층부분은 보강슬래브(절성 경계부)와 다짐재가 계층화되었다. 대안유형은 축소 및 변경으로 나타났다.



< 그림 4.4 > 포장공의 계층구조

### 5) 터널공의 계층구조

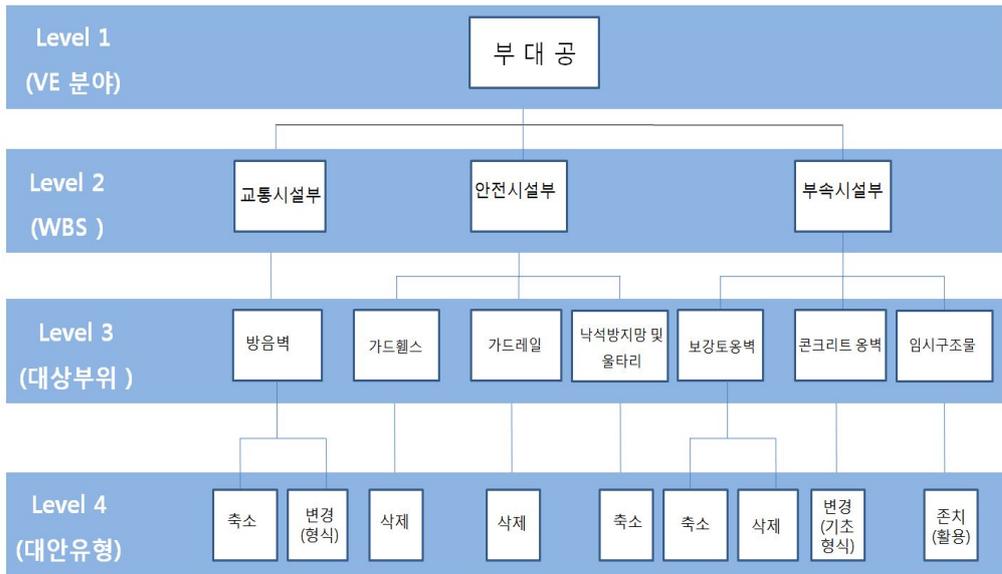
터널공 분야는 WBS 기준으로 계층화한 결과 굴착, 지보, 라이닝, 부대시설로 구분되었으며, 대상부위는 지보부분이 형식(지보), 지반보강, 락볼트로 계층화되었고, 대안유형은 축소, 변경, 재배치, 삭제 등으로 다양하게 나타났다.



< 그림 4.5 > 터널공의 계층구조

### 6) 부대공의 계층구조

부대공 분야는 WBS 기준으로 계층화한 결과 교통시설부, 안전시설부, 부속시설부로 구분되었다. 대상부위는 교통부시설부가 방음벽, 안전시설부가 가드웬스, 가드레일 등으로 계층화되었다. 대안유형은 전체적으로 과도하게 적용된 부분을 삭제하거나 적용범위를 축소 및 변경하는 것이 다수로 나타났다.



< 그림 4.6 > 부대공의 계층구조



## 4.3 VE 대상부위별 상대적 중요도 분석

본 절에서는 AHP기법을 활용하여 각 공종별 도출된 VE 대상부위의 가중치를 산정하고자 한다. 산정된 가중치는 VE 수행 시 상대적 중요도를 제공함으로써, 합리적 VE 대상 선정을 가능하게 할 것이다.

### 4.3.1 AHP 기법 개요

AHP 기법은 1980년도에 Satty에 의해 제안되었으며, 요소 간 상호 연관 관계가 복잡한 문제를 계층적 구조로 표현하여 문제를 해결하는 의사결정 방법론이다. 이 기법은 각 요소간의 상호 연관관계에 대하여 정성적 측면에서 주관적인 비교를 실시함으로써, 상대적 중요도와 문제 해결을 위한 우선순위, 대안의 선정 등을 합리적으로 할 수 있도록 지원해준다. 특히, AHP 기법은 인간이 의사결정 할 시 단계적 또는 위계적인 분석과정을 활용한다는 것에 착안하여 개발된 것으로 의사결정 기법 중 가장 광범위하게 적용되고 있는 방법론이다.

#### 1) AHP 기법의 원칙

인간이 문제해결 시 적용하는 원칙과 유사함

- (1) 문제해결을 위한 계층적 구조의 설정
- (2) 관련요인 간의 상대적 중요도 설정
- (3) 문제해결과정에서 논리적 일관성 유지

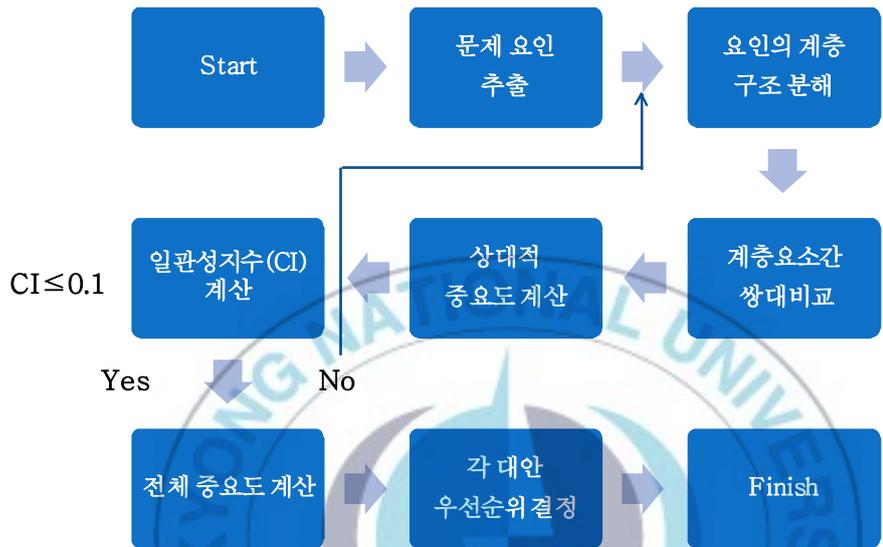
#### 2) AHP 기법의 특징

- (1) 정량적 요인과 정성적 요인의 통합에 의한 의사결정
- (2) 요인평가에 대한 일관성 유지 및 개선

- (3) 의사결정 참여자 간의 의견 통합을 통한 합의점 도출
- (4) 평가기준이 다수일 시 다른 의사결정기법보다 효과적임

3) AHP 적용 프로세스

AHP 적용 프로세스는 문제 요인 추출로 시작되며, 일관성지수(CI)<sup>28)</sup>가 0.1이상일 경우 다시 피드백 하여 반복적으로 수행된다.



< 그림 4.7 > AHP기법 적용 프로세스

4) 쌍대비교를 위한 중요도 척도

관련요인 간 쌍대비교를 위한 중요도 척도는 표 4.7과 같다.

28) 각 요소들 간의 쌍대비교 결과에 일관성이 있는지를 나타내주는 지표이다. 쌍비교 행렬의 고유값(eigenvalue)중 최대 고유값을  $\lambda_{max}$ 라 하면 일관성지수의 값이 0에 가까울수록 일관성이 크며, 0.1이하이면 일관성 인정된다.

< 표 4.7 > 중요도 척도

중요도	정 의	비 고
1	동일하게 중요함(Equal Importance)	
3	약간 중요함(Weak Importance)	
5	중요함(Strong Importance)	
7	매우 중요함(Very Strong Importance)	
9	극히 중요함(Extreme Importance)	
2, 4, 6, 8	위 중요도들의 중간 값	
역수	중요도의 반대 개념	

5) AHP 계층구조의 설정

AHP 분석을 위해서는 문제해결을 위한 계층구조를 설정하여야 한다. 그림 4.8은 3가지 대안과 평가기준이 있는 의사결정 문제를 계층구조화한 것이다.



< 그림 4.8 > AHP 계층구조

### 4.3.2 VE 대상부위별 상대적 중요도 산정

본 절에서는 WBS를 기준으로 계층화된 각 공종별 AHP 계층구조의 VE 대상항목 간의 상대적 중요도를 산정한다. 상대적 중요도 산정은 VE 대상에 해당하는 Level 3(대상부위)을 기준으로 전문가 설문조사<sup>29)</sup> 후 전문 소프트웨어인 Expert Choice 11을 활용한다. 설문조사는 그림 4.9와 같이 도로건설 전문가 12인을 대상으로 실시한다.



< 그림 4.9 > 상대적 중요도의 설문조사 참여 전문가 구성

산정결과는 VE 수행자가 각 공종별 대상 선정 시 판단 가능한 기준을 제공해 줄 것으로 기대된다.

#### 1) 토공 분야

토공 분야의 상대적 중요도 분석결과 사면보강(0.551)과 토사(0.274)의 중요도가 높은 것으로 나타났다.

29) 일관성지수 산정결과 0.1을 초과하는 4부를 제외하고 8부를 대상으로 분석을 실시하였다.

Model Name: 토공 AHP

Compare the relative importance with respect to: Goal: 토공 분야

Circle one number per row below using the scale:  
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	시민보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	시민경사
2	시민보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	토사
3	시민보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	경암블록
4	시민경사	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	토사
5	시민경사	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	경암블록
6	토사	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	경암블록

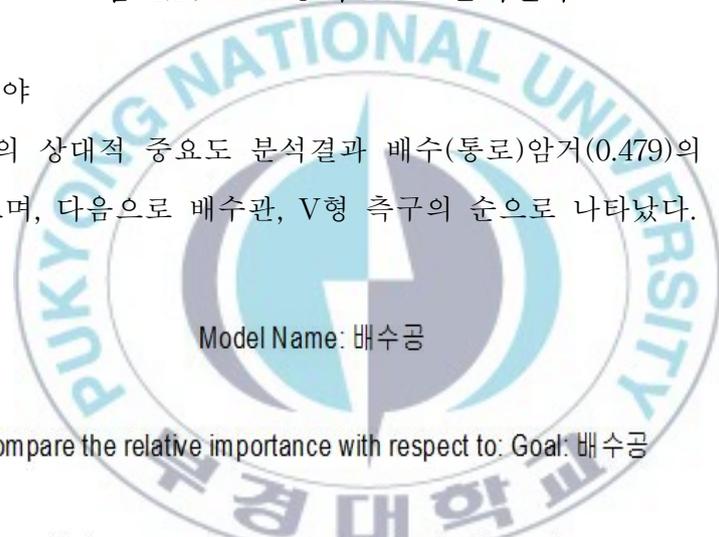
Priorities with respect to:  
Goal: 토공 분야



< 그림 4.10 > 토공의 AHP 분석결과

2) 배수공 분야

배수공 분야의 상대적 중요도 분석결과 배수(통로)암거(0.479)의 중요도가 가장 높았으며, 다음으로 배수관, V형 측구의 순으로 나타났다.



Model Name: 배수공

Compare the relative importance with respect to: Goal: 배수공

Circle one number per row below using the scale:  
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	V형 측구	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	배수관
2	V형 측구	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	수림
3	V형 측구	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	배수(블록) 암거
4	V형 측구	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	류속저감시설
5	배수관	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	수림
6	배수관	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	배수(블록) 암거
7	배수관	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	류속저감시설
8	수림	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	배수(블록) 암거
9	수림	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	류속저감시설
10	배수(블록) 암거	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	류속저감시설

Priorities with respect to:  
Goal: 배수공



< 그림 4.11 > 배수공의 AHP 분석결과

3) 교량공 분야

교량공 분야의 상대적 중요도 분석결과 교각부 기초말뚝, 교대부 기초말뚝, 형식(교량)의 중요도가 거의 동일하였으며, 가장 높았다.

Model Name: 교량공'

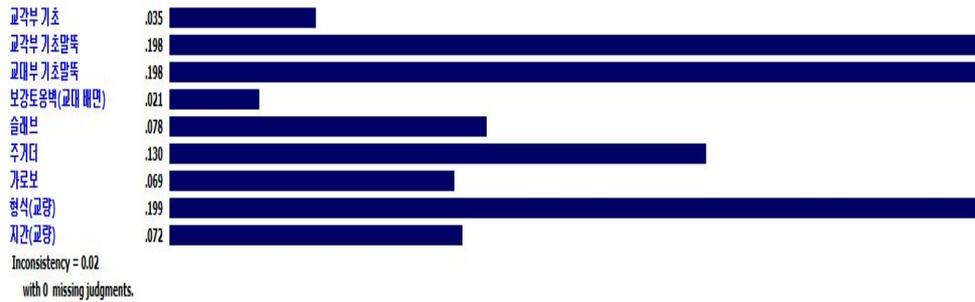
Compare the relative importance with respect to: Goal: 교량공

Circle one number per row below using the scale:

1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	교대부 기초말뚝
2	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	교대부 기초말뚝
3	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강물(교대 변형)
4	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	슬라브
5	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	주거터
6	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
7	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
8	교대부 기초	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
9	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	교대부 기초말뚝
10	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강물(교대 변형)
11	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	슬라브
12	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	주거터
13	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
14	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
15	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
16	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강물(교대 변형)
17	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	슬라브
18	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	주거터
19	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
20	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
21	교대부 기초말뚝	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
22	보강물(교대 변형)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	슬라브
23	보강물(교대 변형)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	주거터
24	보강물(교대 변형)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
25	보강물(교대 변형)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
26	보강물(교대 변형)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
27	슬라브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	주거터
28	슬라브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
29	슬라브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
30	슬라브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
31	주거터	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가르브
32	주거터	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
33	주거터	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
34	가르브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	필식(교량)
35	가르브	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)
36	필식(교량)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지간(교량)

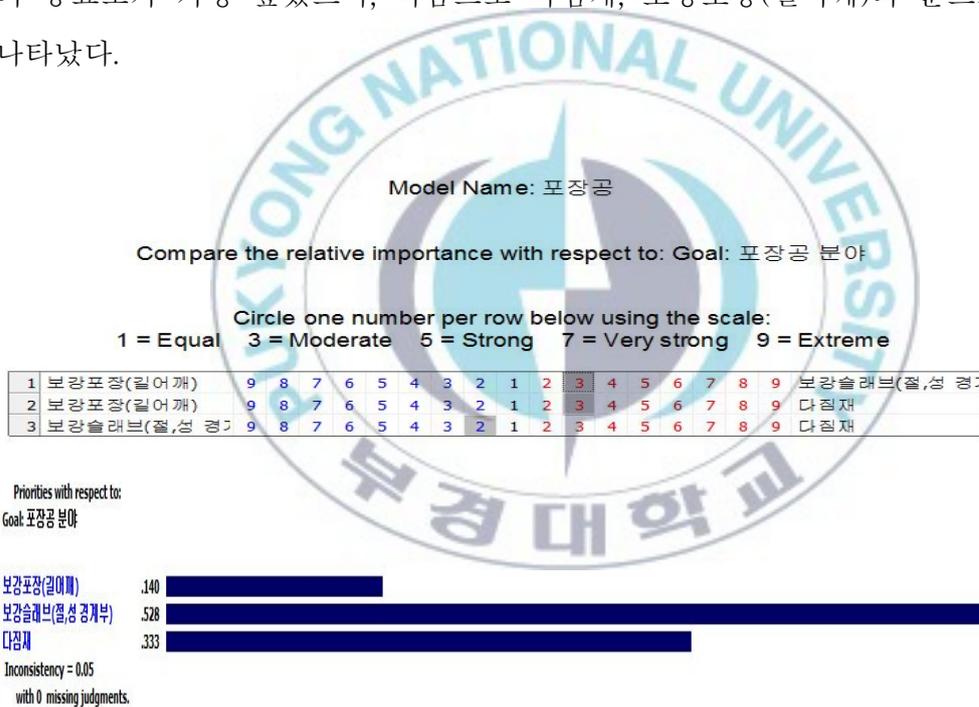
Priorities with respect to:  
Goal: 교량공



< 그림 4.12 > 교량공의 AHP 분석결과

4) 포장공 분야

포장공 분야의 상대적 중요도 분석결과 보강슬래브(절·성 경계부)(0.528)의 중요도가 가장 높았으며, 다음으로 다짐재, 보강포장(길어깨)의 순으로 나타났다.



< 그림 4.13 > 포장공의 AHP 분석결과

5) 터널공 분야

터널공 분야의 상대적 중요도 분석결과 길이(터널)와 락볼트의 중요도가

0.295로 가장 높았으며, 다음으로 지반보강, 철근공의 순서로 중요도가 높게 나타났다.

Model Name: 터널공

Compare the relative importance with respect to: Goal: 터널공 분야

Circle one number per row below using the scale:  
1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	궤미(터널)
2	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	형식(지보)
3	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지반보강
4	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	락볼트
5	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	철근공
6	궤구(사면)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설
7	궤미(터널)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	형식(지보)
8	궤미(터널)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지반보강
9	궤미(터널)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	락볼트
10	궤미(터널)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	철근공
11	궤미(터널)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설
12	형식(지보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	지반보강
13	형식(지보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	락볼트
14	형식(지보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	철근공
15	형식(지보)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설
16	지반보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	락볼트
17	지반보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	철근공
18	지반보강	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설
19	락볼트	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	철근공
20	락볼트	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설
21	철근공	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	조도순응시설

Priorities with respect to:  
Goal: 터널공 분야



< 그림 4.14 > 터널공의 AHP 분석결과

#### 6) 부대공 분야

부대공 분야의 상대적 중요도 분석결과 방음벽, 보강토옹벽, 콘크리트옹벽의 중요도가 0.251로 가장 높았으며, 다음으로 가드웬스(0.081)와 가드레일(0.081)의 중요도가 동일한 것으로 나타났다.

Model Name: 부대공

Compare the relative importance with respect to: Goal: 부대공 분야

Circle one number per row below using the scale:  
 1 = Equal 3 = Moderate 5 = Strong 7 = Very strong 9 = Extreme

1	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가드웬스
2	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가드레일
3	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	낙석방지망 및 울타리
4	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강토옹벽
5	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	콘크리트 옹벽
6	방음벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물
7	가드웬스	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	가드레일
8	가드웬스	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	낙석방지망 및 울타리
9	가드웬스	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강토옹벽
10	가드웬스	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	콘크리트 옹벽
11	가드웬스	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물
12	가드레일	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	낙석방지망 및 울타리
13	가드레일	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강토옹벽
14	가드레일	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	콘크리트 옹벽
15	가드레일	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물
16	낙석방지망 및 울타리	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	보강토옹벽
17	낙석방지망 및 울타리	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	콘크리트 옹벽
18	낙석방지망 및 울타리	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물
19	보강토옹벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	콘크리트 옹벽
20	보강토옹벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물
21	콘크리트 옹벽	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	임시구조물

Priorities with respect to:  
 Goal: 부대공 분야



< 그림 4.15 > 부대공의 AHP 분석결과

표 4.8은 각 공종별 AHP 분석을 통한 가중치 산정결과 및 순위를 정리한 내용이다.

< 표 4.8 > AHP 분석결과 집계표

공 종	VE 대상	Weight	Rank
토공 분야	사면보강	0.551	1
	사면경사	0.131	3
	토사	0.274	2
	경량블록	0.044	4
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	
배수공 분야	V형 측구	0.142	3
	배수관	0.250	2
	수로	0.092	4
	배수(통로)암거	0.479	1
	유속저감시설	0.036	5
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	
교량공 분야	교각부 기초	0.035	8
	교각부 기초말뚝	0.198	2
	교대부 기초말뚝	0.198	2
	보강토옹벽(교대배면)	0.021	9
	슬래브	0.078	5
	주거터	0.130	4
	가로보	0.069	7
	형식(교량)	0.199	1
	지간(교량)	0.072	6
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	
포장공 분야	보강포장(길어깨)	0.140	3
	보강슬래브(절·성 경계부)	0.528	1
	다짐재	0.333	2
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	
터널공 분야	갱구(사면)	0.027	7
	길이(터널)	0.295	1
	형식(지보)	0.052	6
	지반보강	0.149	3
	락볼트	0.295	1
	철근공	0.128	4
	조도순응시설	0.055	5
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	
부대공 분야	방음벽	0.251	1
	가드웬스	0.081	4
	가드레일	0.081	4
	낙석방지망 및 울타리	0.063	6
	보강토옹벽	0.251	1
	콘크리트 옹벽	0.251	1
	임시구조물	0.023	7
	<b>소 계</b>	<b>1</b>	

#### 4.4 VE 대상 선정 방법 제안

본 절에서는 제안된 VE 대상 선정 방법을 효과적으로 활용할 수 있도록 VE 대상항목 선정 테이블을 표 4.9와 같이 제시한다. 테이블은 대상부위별 가중치, 비용개선 점수, 성능개선 점수를 종합하여 VE 대상을 선정할 수 있도록 한다. 비용개선 점수는 프로젝트에 따라 투입비용이 변화될 수 있기 때문에 포함하며, 성능개선 점수는 개발된 모델이 비용을 중심으로 구축되었기 때문에 성능적 측면을 고려하기 위하여 포함한다.

< 표 4.9 > VE 대상항목 선정 테이블

구분	대상부위	A (가중치)	B (비용개선 점수)	C (성능개선 점수)	D (A×B×C)	선정 여부
1						
2						
3						
4						
5						

표 4.9에서 B(비용개선 점수)는 설계원안의 투입비용을 기준으로 잠재적 비용개선 가능 점수를 5점 척도<sup>30)</sup>로 부여하여 산정하며, C(성능개선 점수)는 VE 수행자가 프로젝트 사전검토를 통해 판단하는 각 VE 대상 항목별 성능개선 점수를 5점 척도로 부여하여 산정한다.

VE 대상 선정은 D(A×B×C) 점수로 판단하며, 기준은 다음과 같다.

- 1)  $\frac{1}{\text{선정항목수}} \times B(3.5^{31}) \times C(3.5^{32}) \leq D$  일 경우 선정
- 2)  $4.0 \leq B, 4.0 \leq C$  동시 충족일 경우 선정

30) 5점 척도기준 : 1점(매우 낮음), 2점(낮음), 3점(보통), 4점(높음), 5점(매우 높음)

31) 5점 척도 5점 만점의 70%인 3.5점

32) 5점 척도 5점 만점의 70%인 3.5점

## 5. 사례검증을 통한 적용성 분석

본 장에서는 개발한 사례기반의 VE 대상 선정 방법의 실무 적용성을 검증하기 위하여 건설VE 사례를 대상으로 정량적 분석<sup>33)</sup>이 가능한 고비용 분야 선정기법 및 Cost to Worth기법과 비교분석을 실시한다.

### 5.1 사례 프로젝트 개요

본 연구에서는 도로건설공사를 실무검증을 위한 대상 프로젝트로 선정한다. 선정이유는 첫째, 제안된 사례기반의 VE 대상 선정방법이 도로공사를 기반으로 개발되었고, 둘째, 사례 프로젝트는 실제 설계VE를 실시한 프로젝트로서 제안된 방법과 비교분석이 가능하며, 셋째, 사례 프로젝트와 같이 미 개설된 일부구간을 신규로 건설하는 유사 규모의 프로젝트가 충분히 발생 가능하기 때문이다. 사례 프로젝트 개요는 표 5.1과 같다.

< 표 5.1 > 대상 프로젝트 개요

구분	내용
프로젝트 명	"U~B" 도로개설공사 (기본 및 실시설계에 대한 설계의 경제성 검토(설계VE))
대상 지	울산광역시 일원
총 공사비	46,330백만원
프로젝트 기간	2008. 09. ~ 2009. 09
프로젝트 유형	도시지역 주간선도로
시설 규모	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도로 폭원 : 17.5 ~ 22.5m(4차로)</li> <li>• 도로 연장 : 1.86km</li> <li>• 교차로 시설 : 2개소(평면교차로 2개소)</li> </ul>
주요 구조물	터널 1개소(상행 L=869m, 하행 L=877m)

33) 본 연구의 제안방법은 비용중심으로 개발되었기 때문에 이와 유사한 고비용 분야 선정기법과 Cost to Worth기법을 대상으로 비교분석 함

## 5.2 현행 VE 대상 선정기법의 적용결과

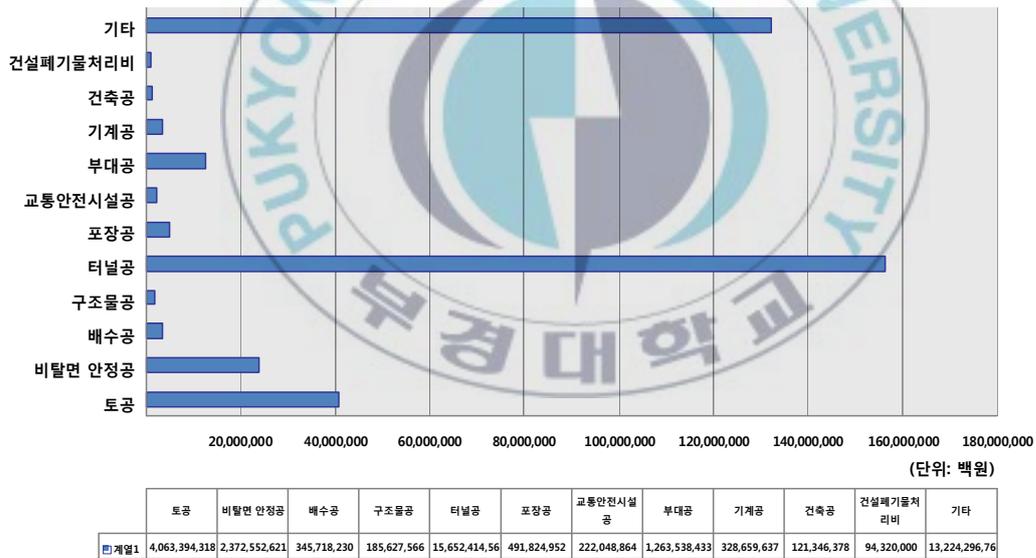
본 절에서는 사례 프로젝트에 현행 VE 대상 선정기법인 고비용 분야 선정기법과 Cost to Worth기법을 적용한다.

### 5.2.1 고비용 분야 선정기법에 의한 방법

고비용 분야 선정기법을 적용하여 VE 대상을 선정한 결과는 다음과 같다.

#### 1) 적용 결과

비용투입이 높은 고비용 분야를 식별한 결과 그림 5.1과 같이 터널공, 기타, 토공의 순서로 비용투입 규모가 큰 것으로 나타났다. 기타 분야는 관급자재비, 제경비 등이 포함된 공종으로 VE 대상으로 선정하기 부적합하여 터널공 분야와 토공 분야를 VE 대상으로 선정한다.



< 그림 5.1 > 고비용 분야 선정기법 적용결과

#### 2) 결과 고찰

고비용 분야 식별을 통해 터널공 분야와 토공 분야를 VE 대상으로 선

정하였다. 하지만 선정된 분야는 일반적인 도로건설공사에서 유사하게 나타나며, 고비용 분야 선정기법을 적용하지 않아도 식별할 수 있고, 대상범위가 너무 포괄적이어서 적용성이 높지 않은 것으로 판단된다.

## 5.2.2 Cost to Worth기법에 의한 방법

Cost to Worth기법을 적용하여 VE 대상을 선정된 결과는 다음과 같다.

### 1) 터널공 적용결과

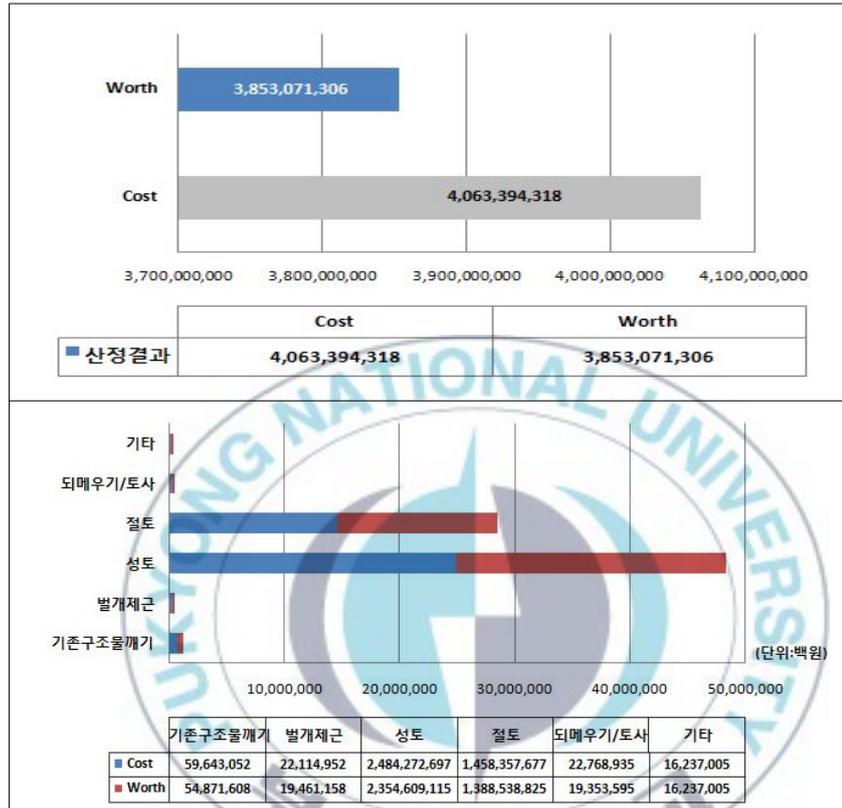
고비용 분야 선정기법으로 선정된 터널공에 대하여 Cost to Worth기법을 적용한 결과 투입비용(Cost)은 15,931,340,645원이며, 세부공종별 대표기능을 분류하여 산정한 Worth는 15,207,955,898원이다. 투입비용과 Worth의 차이가 큰 굴착부, 록볼트공, 슛크리트공을 VE 대상으로 선정하며, 결과는 그림 5.2와 같다.



< 그림 5.2 > 터널공의 Cost to Worth기법 적용결과

2) 토공 적용결과

고비용 분야 선정기법으로 선정된 토공에 대하여 Cost to Worth기법을 적용한 결과 투입비용(Cost)은 4,063,394,318원이며, 세부공종별 대표기능을 분류하여 산정한 Worth는 3,853,071,306원이다. 투입비용과 Worth의 차이가 큰 절토와 성토를 VE 대상으로 선정하며, 결과는 그림 5.3과 같다.



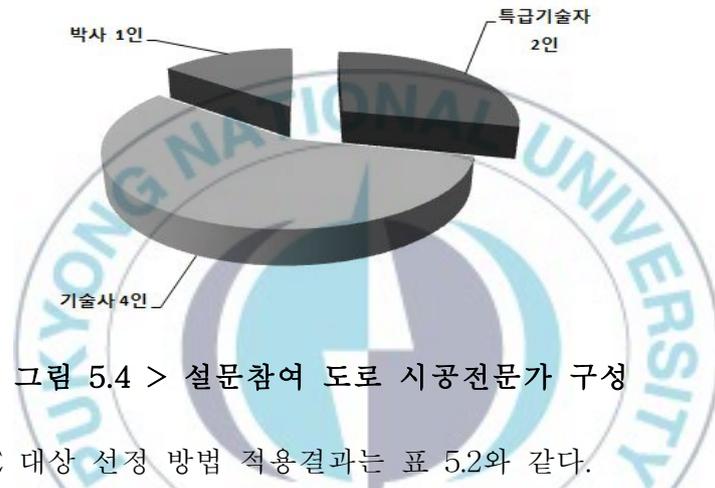
< 그림 5.3 > 토공의 Cost to Worth기법 적용결과

(3) 결과 고찰

Cost to Worth기법은 고비용 분야 선정기법에 비해 다소 구체적인 대상 선정이 가능하지만 공종별 대표기능에 대해 산정하는 Worth가 VE 수행자의 판단에 따라 달라질 수 있기 때문에 객관적인 결과를 도출하는데 한계가 있는 것으로 판단된다.

### 5.2.3 제안방법의 적용결과

본 절에서는 개발한 VE 대상 선정 방법을 사례 프로젝트에 적용한다. 터널공의 경우 투입비용은 가장 높으나, 본 연구의 개발모델에 이용된 터널공은 개착식 및 굴착식 터널이 혼재되어 있는 반면, 본 사례는 굴착식 터널에 한정되어 상호 부합되지 않아 제외시키고, 토공 분야에만 적용한다. 토공 분야에 대하여 그림 5.4의 도로 시공전문가 7인을 대상으로 설문 조사를 실시하여 B(비용개선 점수)와 C(성능개선 점수)를 산정하고, VE 대상을 표 5.2와 같이 선정하였다.



< 그림 5.4 > 설문참여 도로 시공전문가 구성

사례기반 VE 대상 선정 방법 적용결과는 표 5.2와 같다.

< 표 5.2 > 토공 분야의 제안방법 적용결과

구분	대상부위	A (가중치)	B (비용개선 점수)	C (성능개선 점수)	D (A×B×C)	선정 여부
1	사면보강	0.551	4.5	4.0	9.92	선정
2	사면경사	0.131	4.1	4.2	2.26	선정
3	토사	0.274	4.2	3.5	4.03	선정
4	경량블록	0.044	3.0	2.3	0.30	

※ 선정기준

1)  $\frac{1}{\text{선정항목수}} \times B(\text{5점 척도의 70\%인 3.5}) \times C(\text{5점 척도의 70\%인 3.5}) \leq D$

일 경우 선정  $\Rightarrow 0.25 \times 3.5 \times 3.5 = 3.01 \leq \text{선정}$

2) 프로젝트 특성을 고려해 B와 C가 각각 80%인  $4.0 \leq \text{선정}$

제안 방법을 적용하여 토공 분야 VE 대상을 선정한 결과 사면보강과 토사는 D의 판정기준에 따라 채택되었고, 사면경사는 가중치가 상대적으로 낮으나 비용개선 및 성능개선 점수가 높아 선정되었다.



### 5.3 전문가 설문을 통한 비교분석

본 연구에서 개발한 VE 대상 선정 방법의 적용효과를 비교분석하기 위하여 현행 VE 대상 선정 방법을 통하여 사례검증을 실시하고, 검증결과에 대한 객관적인 분석을 위하여 6가지 평가기준에 따라 전문가를 대상으로 설문조사를 실시한다. 설문조사는 현행 VE 대상 선정의 문제점에 대한 설문조사 시 참여하였던 전문가 20인을 대상으로 실시하여 객관성과 신뢰성을 높이도록 한다.

설문조사 결과를 정리한 내용은 다음과 같다.

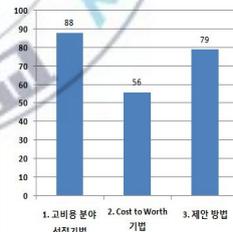
#### 5.3.1 전문가 설문결과

##### 1) 접근성(시간단축 효과 등)의 비교분석

VE 대상 선정기법의 접근성은 표 5.3과 같이 가장 간단하게 결과를 얻을 수 있는 고비용 분야 선정기법이 가장 우수하였다.

< 표 5.3 > 접근성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순 위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법			2	8	10	88	1
2. Cost to Worth 기법		7	10	3		56	3
3. 제안 방법			6	9	5	79	2

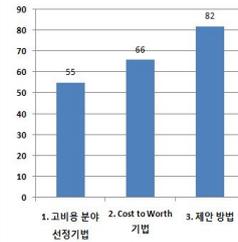


##### 2) 적용방법의 효율성 비교분석

VE 대상 선정기법의 적용방법에 대한 효율성은 표 5.4와 같이 검증된 사례를 기반으로 하는 제안방법이 우수한 것으로 나타났다.

< 표 5.4 > 적용방법의 효율성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순 위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		8	9	3		55	3
2. Cost to Worth 기법		2	10	8		66	2
3. 제안 방법		1	2	11	6	82	1

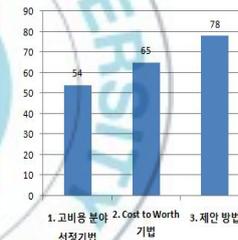


3) 가치개선 가능성 비교분석

가치개선 가능성은 표 5.5와 같이 채택된 VE 제안을 바탕으로 개발한 제안방법의 점수가 가장 높게 나타났다.

< 표 5.5 > 가치개선 가능성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순 위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		8	10	2		54	3
2. Cost to Worth 기법		2	13	3	2	65	2
3. 제안 방법		2	4	8	6	78	1



4) 기능분석의 연계성 비교분석

후행단계의 기능분석과 연계성은 표 5.6과 같이 WBS를 기반으로 계층 구조화 하여 VE 대상을 선정하는 제안방법이 가장 우수한 것으로 나타났다.

< 표 5.6 > 기능분석과의 연계성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		7	10	3		56	3
2. Cost to Worth 기법		4	12	3	1	61	2
3. 제안 방법			3	12	5	82	1

5) 프로젝트 특성의 반영 가능성 비교분석

VE 대상 선정기법의 프로젝트 특성에 대한 반영 가능성은 표 5.7과 같이 VE 대상항목 선정 테이블 및 선정기준을 제시하는 제안방법이 가장 우수하게 분석되었다.

< 표 5.7 > 프로젝트 특성의 반영 가능성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		2	13	4	1	64	3
2. Cost to Worth 기법		1	8	8	3	73	2
3. 제안 방법			4	12	4	80	1

6) 프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성 비교분석

프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성은 표 5.8과 같이 제안방법이 가장 높은 것으로 나타났으나 Cost to Worth기법과 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다.

< 표 5.8 > 프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성에 대한 비교분석 결과

구 분	배 점						순위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		12	6	2		50	3
2. Cost to Worth 기법			2	12	6	84	2
3. 제안 방법			2	11	7	85	1

### 5.3.2 결과의 고찰

사례검증 결과에 대한 객관적인 분석을 위하여 6가지 평가기준에 따라 전문가를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 제안방법이 접근성 부분을 제외한 모든 평가기준에서 우수한 것으로 분석되어 합계점수가 표 5.9와 같이 가장 높게 산정되었다.

< 표 5.9 > VE 대상 선정기법 간의 평가점수 집계

구 분	배 점						순위
	1	2	3	4	5	합계	
1. 고비용 분야 선정기법		37	50	22	11	367	3
2. Cost to Worth 기법		16	55	37	12	405	2
3. 제안 방법		3	21	63	33	486	1

본 연구에서 제안하는 사례기반의 VE 대상 선정방법은 VE 대상 선정을 위한 효율성, 가치개선의 가능성, 프로젝트의 특성 및 품질의 반영 가능성, 복잡성 및 다양성으로 인해 접근이 어려운 기능분석과의 연계 가능성 등이 양호할 것으로 판단된다.

현행방법과 제안방법을 비교분석한 내용은 표 5.10과 같다.

< 표 5.10 > 현행방법과 제안방법 비교분석

비교분석 기준	현행방법		제안 방법 (합리화 모델)
	고비용 분야 선정기법	Cost to Worth 기법	
1. 접근성 (시간단축 효과 등)	고비용 분야 선정으로 접근성이 우수함	공종별 Worth 산정의 어려움으로 접근성 저하	공종별로 VE 대상을 제공하여 줌으로써 접근성 양호함
2. 적용방법의 효율성	구체화된 VE 대상을 제공하지 못함	Worth 산정의 신뢰성 부족으로 효율성 저하	비용 및 성능적 측면의 고려가 가능하여 VE 대상 선정의 효율성이 높음
3. 가치개선 가능성	단순히 고비용 분야를 선정함으로써 가치개선 가능성이 낮음	경험에 의존하여 산정된 Worth를 기준으로 VE 대상을 선정하여 가치개선 가능성이 낮음	우수한 VE 제안 사례를 기반으로 VE 대상을 선정함으로써 가치개선 가능성이 높음
4. 후행단계 기능분석의 연계성	포괄적 VE 대상 선정으로 기능분석과 연계성 부족	신뢰성이 부족한 Worth를 기준으로 선정된 VE 대상이 기능분석단계와 충분히 연계되지 못함	WBS를 기반으로 계층구조화 하여 VE 대상을 선정함으로써 기능분석단계와 연계 용이
5. 프로젝트 특성의 반영 가능성	단순한 고비용 분야 선정으로 프로젝트 특성의 반영이 어려움	Worth 산정을 통하여 어느 정도 프로젝트 특성 반영이 가능	VE 대상항목 선정 테이블을 활용한 프로젝트 특성 반영 가능
6. 프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성	비용만을 고려하여 품질(성능)이 고려되지 못함	Worth 산정을 통하여 프로젝트 품질(성능) 반영 가능	VE 대상항목 선정 테이블을 활용한 품질(성능) 반영 가능

## 6. 결 론

건설 프로젝트의 예산절감과 성능향상을 위해 건설 VE가 활발히 적용되고 있으나, 건설공사가 지니고 있는 특수성으로 인하여 건설VE의 핵심부분인 VE 대상 선정이 체계적으로 수행되지 못하고 있다.

본 연구는 우수한 VE 제안사례가 가치개선의 잠재력이 높은 VE 대상이 될 수 있다는 것에 착안하여 도로건설공사에 채택된 VE 제안사례를 기반으로 VE 대상 선정 방법을 개발하였으며, 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 7개 사례 프로젝트의 VE 제안 1,297건을 대상으로 6개 공종에서 우수 VE 제안사례 290건을 추출하고, 고비용을 기준으로 활용도가 높은 VE 제안을 1차 분류하였다. 다음으로 공종별 평균원가절감액과 전문가설문조사를 기준으로 2차 분류하여 잠재적 가치개선 영역을 선정하고, 가치지수(VI)를 적용하여 45건의 VE 대상을 최종 선정하였다.

그 결과 6개 공종 중 교량공의 VE 대상이 10건으로 가장 많이 선정되었다.

둘째, 최종 선정된 45건의 VE 대상을 각 공종별로 대상부위와 대안유형으로 일반화하여 WBS를 기준으로 계층화 하고, AHP기법을 활용하여 대상부위의 상대적 중요도를 산정하였다.

그 결과 토공분야는 사면보강, 배수공 분야는 배수(통로)암거, 교량공 분야는 형식(교량), 포장공 분야는 보강슬래브(절·성 경계부), 터널공 분야는 길이(터널) 및 락볼트, 부대공 분야는 방음벽과 보강토옹벽 및 콘크리트옹벽의 중요도가 높은 것으로 분석되었다.

셋째, 각 공종별로 계층화한 대상부위의 상대적 중요도를 활용하여 VE

수행자가 프로젝트 특성을 효과적으로 반영할 수 있는 VE 대상항목 선정 테이블과 선정기준을 제시하였다.

넷째, 개발된 VE 대상 선정 방법의 적용성 분석을 위하여 현행의 고비용 분야 선정기법 및 Cost to Worth기법을 대상으로 사례검증을 실시하고, 전문가 설문조사를 통하여 적용효과를 비교분석 하였다.

그 결과 제안된 방법이 현행방법에 비하여 적용방법의 효율성, 가치개선 가능성, 후행단계 기능분석과의 연계성, 프로젝트 특성 및 품질(성능) 반영 가능성 등이 높은 것으로 분석되었다.

본 연구에서 개발한 사례기반의 VE 대상 선정 방법은 가치개선 효과가 높은 VE 대상 선정을 가능하게 함으로써 성공적 VE 수행을 지원할 것으로 판단되며, 향후 지속적 DB 축적을 통한 보완이 이루어진다면 실무 활용도가 더욱 증대될 것으로 기대된다.



## 참고 문헌

1. 국제건설기술협회(일본)편·쌍용건설(주)기술연구소 역·공학박사 강경인 감수, “건설 Value Engineering” 미국의 VE제도 및 실례, 기문당, 2001.
2. 김종훈, 정의균, 이도형, “신항만 VE 추진 사례”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
3. 민경석, “설계단계에서의 효과적 VE적용을 위한 기능정의 프로세스 모델”, 연세대학교 박사학위논문, 2001.
4. 민경석, 송성진, “설계단계에서의 VE의 적용성에 대한 연구”, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 16권 12호, 2000.12.
5. 박찬식, “한국건설산업에 VE 기법의 효율적 적용을 위한 제언”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
6. 박찬식, “Value Engineering vs. Constructability”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
7. 서경화, 박영원, 심우갑, “QFD를 적용한 아파트 거주 후 평가에 관한 연구”, 품질경영학회논문집, 제29권 제4호, 2001.
8. 손명섭, “경영을 지원하는 동아건설의 VE 추진 현황 및 사례”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
9. 서울시립대학교, “건설VE의 실질적 운용기법을 위한 연구”, 한국건설기술연구원, 2000.
10. 이교선, 지상욱, 이두현, 박상훈, “건설프로젝트의 가치향상을 위한 VE 정책 방향”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
11. 이승훈, “Development of RETRIEVE System for Ideas and Proposal of Value Engineering in Construction Project using Case-Based Reasoning”, 서울시립대학교 박사학위논문, 2008.
12. 안장원, “공공공사에 대한 VE 제안 제도의 활성화 방안에 관한 연구”, 중앙대학교 석사학위논문, 1997.

13. 양진국, “QFD와 ASIT를 활용한 건설공사 설계VE 대상 선정 방법 개발”, 부경대학교 박사학위논문, 2006.
14. 양진국, 김수용, “건설 프로젝트 설계VE의 발주자 요구사항 측정 개선 모델”, 한국보전경영학회 2005한국보전경영학회 정기학술대회, 2005.
15. 양진국, 김수용, 정갑진, “건설 프로젝트 설계VE의 발주자 요구사항 측정 업무 개선 및 체계화”, 한국보전경영학회 한국보전경영학회지, 2005.
16. 양진국, 김수용, “품질기능전개(QFD)기법을 적용한 건설프로젝트 설계 VE 준비단계 업무 개선 및 체계화”, 한국건설관리학회 건설관리, 2005.
17. 윤소현, “건설 VE활동을 위한 코스트 모델링 기법 개선에 관한 연구”, 서울시립대학교 석사학위논문, 2001.
18. 임병훈, “건설업의 VE기법 이론과 실제, 건설문화사”, 1997.
19. 정영일, “설계VE의 효율적인 아이디어발상을 위한 TRIZ의 활용방안”, 서울시립대학교 석사학위논문, 2002.
20. 지상욱, “효율적인 건설사업 추진을 위한 설계VE제도 도입기반 구축”, 한국건설기술연구원 건설기술정보, 2000.
21. 지영우, “VE 실무 사례”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
22. 전재열, “건축 설계초기단계에서 VE 대상 선정 방법 개선방안에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집 19권 2호, 2003.
23. 중앙대학교, “건설 VE메뉴얼 작성을 위한 연구”, 한국건설기술연구원, 2000.
24. 최석인, “건설 VE 프로젝트에서 효과적인 FAST적용방안 및 FAST 작성 전산모델”, 중앙대학교 박사학위논문, 2001.
25. 한국건설기술연구원, “건설사업 VE기술 도입방안”, 건설교통부, 2000.
26. 현창택, “VE기법을 이용한 비계공사의 Cost Down에 관한 연구”, 서울대학교 석사학위논문, 1986.
27. 현창택 외 2명, “계층화 의사결정법을 이용한 VE기법의 전산화에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, 대한건축학회, 5권 3호, pp.227-234, 1986.
28. 현창택, “건설공사에서 합리적인 원가절감 방법론의 개발 및 전산화에

- 관한 연구”, 서울대학교 박사학위논문, 1990
29. 현창택, “VE에 의한 시공기술”, 대한건축학회지 30권 2호, 1986.
  30. 현창택, “한국의 건설VE(Value Engineering in the Domestic Construction Industry)”, 한국건설관리학회 건설관리 기술과 동향, 2003.
  31. Blumstein, G.(1996), "FAST diagramming: A technique to facilitate design alternatives", SAVE International Annual Conference Proceeding.
  32. Brais R.Norton & W.C.McElligott," Value Management in Construction, MacMillan, 1995.
  33. Dell'Isola, Alphonse, "Value Engineering: Practical Application for Design, Construction, Maintenance and Operation", R.S.Means Company, Inc., 1997.
  34. James A. Rains, Jr(2009), "*What are the Functions of Function Analysis*", SAVE International Annual Conference.
  35. Michael F. Dallas(2006), "Maximising Project Value Through Integrated Risk and Value Management", SAVE International Annual Conference Proceeding.
  36. Xiaochun Luo & Geoffrey Q.P. Shen(2009), "A Case-Based Reasoning System to Facilitate the Use of Functional Performance Specification at the Briefing Stage of Building Projects", SAVE International Annual Conference Proceeding.
  37. <http://www.jugong.co.kr>
  38. <http://www.dot.ca.gov>
  39. <http://www.freeway.co.kr>
  40. <http://www.usbr.gov/valuprog>
  41. <http://www.fhwa.dot.gov/ve/vehome.htm>
  42. <http://www.valuefoundation.org>
  43. <http://www.value-eng.com>

44. <http://www.wsdot.wa.gov/eesc/design>

45. <http://www.sjve-hp.or.jp>



# A Case-Based Object Selection of Design VE for Road Construction Projects

by  
Ryu, Ha Ryong

Interdisciplinary Program of Construction Engineering and Management

The Graduate School

Pukyong National University

## Abstract

To reduce budget and enhance performance in construction project, the construction VE is being actively applied. However, due to distinctiveness that the construction work has, the selection of VE objects out of the construction VE Job-Plan is failing to be performed systematically.

This study developed a method of selecting VE objects based on VE proposal case, which was adopted by road construction projects, with having an idea as saying that an excellent case of VE proposal may become VE object with high potentiality for value improvement. Summarizing the findings, they are as follows.

First, 290 cases for excellent VE proposal were extracted targeting 1,297 cases for VE proposal in 7 case projects. And, it classified the potential value improvement sphere based on high cost, average cost reduction amount, and expert questionnaire survey, applied VI(value index), and then finally selected 45 cases of VE subjects.

Second, it generalized VE subjects in 45 cases, which were selected

finally, into the subject region and alternative type by each construction category, hierarchized it based on WBS, utilized AHP technique, and then selected relative importance by subject region.

Third, it suggested VE object item selection table and selection standard that VE performer can consequently reflect the characteristics in project by utilizing relative importance by object region.

Fourth, a case verification was carried out in order to analyze applicability to the suggestion method. Through expert questionnaire survey, the effect of application with the current method was comparatively analyzed.

As a result, the proposed method was analyzed to be higher in the efficiency in the application method, potentiality for value improvement, connectivity with functional analysis in the post stage, and possibility of reflecting project characteristics and quality(performance) compared to the current method.

A method of selecting VE objects based on a case, which was developed in this study, makes it possible for selecting VE objects with high effect on value improvement, thereby being judged to likely support successful VE performance. If supplementation is made through future continuous DB accumulation, the in-service utilization level is expected to be likely increased further.

Key words : VE, VE Object, VE proposal case, WBS, AHP technique, VI

## - 부 록 1 -

### 면 담 조 사 지

#### 현행 VE 대상 선정의 문제요인 추출을 위한 면담조사지

안녕하십니까?

건설VE는 건설 프로젝트의 예산절감 및 성능향상을 위하여 활발히 적용되고 있으나, 건설공사가 지나는 특수성으로 인하여 체계적으로 수행되지 못하고 있어, 건설VE 프로세스 및 운용기법을 최적화하기 위하여 지속적인 연구개발이 요구됩니다.

본 연구에서는 건설VE 업무의 핵심적부분이지만 현행 실무에서 효율성이 낮은 VE 대상 선정 기법의 새로운 방법을 제시하고자 합니다. 이를 위해 건설VE 수행전문가를 대상으로 **현행 VE 대상 선정의 문제점**을 도출하고자 면담조사를 실시하오니 적극적으로 참여하여 주시기를 부탁드립니다.

전문가 여러분들의 면담내용은 국내 건설VE 분야의 활성화에 큰 역할을 할 것입니다. 면담조사 내용은 아래와 같사오니 먼저 숙지하시고 면담조사에 응해 주시기 바랍니다. 감사합니다.

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

## I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하는 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?

- ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리

2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?

- ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원

3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?

- ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상

4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?

- ① 기사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

## II. 현행 VE 대상 선정 문제점 도출을 위한 면담조사

1. 현재 대표적으로 적용하는 VE 대상 선정 기법 및 적용 시 문제점은 무엇입니까?

2. VE 대상 선정 시 발주자 요구사항의 반영과 관련한 문제점은 무엇입니까?

3. VE수행 팀의 VE 대상 접근방식은 어떻게 됩니까?

4. 현행 VE 대상 선정 시 프로젝트 특성의 반영과 관련한 문제점은 무엇입니까?

5. 선정된 VE 대상과 후행단계인 기능분석의 연계성과 관련한 문제점은 무엇입니까?

6. VE 대상 선정과 관련하여 평소 생각하고 계셨던 문제점은 무엇입니까?

## - 부 록 2 -

### 설 문 조 사 지

#### 현행 VE 대상 선정의 문제요인 분석을 위한 설문조사지

안녕하십니까?

건설VE는 건설 프로젝트의 예산절감 및 성능향상을 위하여 활발히 적용되고 있으나, 건설공사가 지나는 특수성으로 인하여 체계적으로 수행되지 못하고 있어, 건설VE 프로세스 및 운용기법을 최적화하기 위하여 지속적인 연구개발이 요구됩니다.

본 연구에서는 건설VE 업무의 핵심적인 부분이지만 현행 실무에서 효용성이 낮은 VE 대상 선정기법의 새로운 방법을 개발하기 위하여 건설VE 전문가를 대상으로 현행 VE 대상 선정의 문제점을 도출하였습니다.

도출된 문제점을 심층적으로 분석하고자 면담조사 결과를 재정리하여 설문조사를 실시하오니 적극적으로 참여하여 주시기를 부탁드립니다.

전문가 여러분들의 설문내용은 국내 건설VE 분야의 활성화에 큰 역할을 할 것입니다. 면담조사 내용은 아래와 같사오니 먼저 숙지하시고 면담조사에 응해 주시기 바랍니다. 감사합니다.

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

## I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하는 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?

- ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리

2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?

- ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원

3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?

- ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상

4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?

- ① 기사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

## II. 현행 VE 대상 선정의 문제점 설문조사

1. 건설VE 실무에서 보편적으로 적용되고 있는 VE 대상 선정 기법은 무엇입니까?

- ① 고비용 분야 선정기법    ② Cost to Worth기법    ③ 비용·성능 평가기법    ④ 복합 평가기법    ⑤ 가중치부여 복합평가기법

2. VE 대상 선정 시 프로젝트 조건 및 특성이 체계적으로 반영되고 있습니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다

3. VE 대상 선정 시 발주자 및 사용자 요구사항이 체계적으로 반영되고 있습니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다

4. VE 대상 선정 업무가 객관적 수행기준에 따라 이루어지고 있습니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다

5. VE 대상 선정 시 VE팀원들의 경험 의존도는 어느 정도입니까?

- ① 매우 낮다    ② 낮다    ③ 보통이다    ④ 높다    ⑤ 매우 높다

6. VE 대상 선정 시 비용적 측면에서만 접근하고 있습니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다

7. VE 대상 선정 시 성능적 측면을 체계적으로 반영하고 있습니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다

8. 건설VE 업무 시 VE 대상 선정결과와 후행단계 업무인 기능분석의 연계성은 높다고 생각하십니까?

- ① 매우 그렇지 않다    ② 그렇지 않다    ③ 보통이다    ④ 그렇다    ⑤ 매우 그렇다



## - 부 록 3 -

### 설 문 조 사 지

#### VE 대상 선정을 위한 전문가 설문조사

안녕하십니까?

건설VE는 건설 프로젝트의 예산절감 및 성능향상을 위하여 활발히 적용되고 있으나, 건설공사가 지니는 특수성으로 인하여 체계적으로 수행되지 못하고 있어, 건설VE 프로세스 및 운용기법을 최적화하기 위하여 지속적인 연구개발이 요구됩니다.

본 연구에서는 건설VE 업무의 핵심적부분이지만 건설공사의 특수성으로 인하여 체계적으로 수행되지 못하고 있는 VE 대상 선정의 새로운 방법을 개발하고자 합니다. 이를 위해 도로건설공사에 적용된 VE 사례를 조사하여 우수 VE 제안을 추출하고, 고비용을 기준으로 1차 분류를 실시한 후, 평균원가절감액과 전문가 설문조사를 기준으로 2차 분류를 실시하여 잠재적 가치개선영역을 분류하였습니다.

분류한 잠재적 가치개선영역이 VE 대상으로 객관성 및 활용성을 확보할 수 있는지 설문조사를 실시하오니 적극적인 참여를 부탁드립니다. 도로건설 전문가 여러분들의 면담내용은 국내 건설VE 분야의 활성화에 큰 역할을 할 것이며, 면담조사 내용은 아래와 같사오니 먼저 숙지하시고 면담조사에 응해 주시기 바랍니다. 감사합니다.

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

### I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하는 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?

- ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리

2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?

- ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원

3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?

- ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상

4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?

- ① 기사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

### II. 잠재적 VE 대상 영역 설문조사

\* 각 공종별로 정리된 표를 보고 VE 대상 선정 여부를 예시와 같이 체크하시고, 제외된 항목에 대하여는 제외사유를 기입하여 주시기 바랍니다.

구분	주요내용	선정여부	제외사유
공종	잠재적 VE 대상영역 1	●	
	잠재적 VE 대상영역 2		
	잠재적 VE 대상영역 3	X	

구분	주요내용	선정여부	제외사유
토공	교량 연장축소로 성토량 늘임 (교량 연장을 1경간 축소)		
	EPS 경량블럭 설치폭 축소		
	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임		
	사면 경사완화로 보강공법 미적용		
	보강토옹벽 높이 축소로 성토량 줄임		
	사면 보강공법 변경		
	사면 경사 확대 적용 (구배를 크게하여 사면 축소)		
	사면 보강범위 축소		

구분	주요내용	선정여부	제외사유
배수공	농수로 규격 축소		
	통로암거 위치조정(길이 축소)		
	횡배수관 및 도수로 연장 축소		
	농수로 설치공법 변경		
	통로암거 재질 변경		
	수로암거의 유속저감 시설 삭제 (콘크리트 계단형 유속 감속 시설 삭제)		
	본선에서 집수된 노면수 배제를 위한 V형 측구 삭제		
	용수개거로 삭제(이설)		
	지중 강판 암거 통합		

구분	주요내용	선정여부	제외사유
교량공	Diaphragm 개구부 규격 변경		
	Diaphragm 수지보강재 축소		
	교대 기초말뚝 배열 변경		
	교각 기초말뚝본수 조절		
	주철근의 합리적인 배치		
	교량형식 및 지간 일치(공구관내)		
	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소		
	교각 현장타설 말뚝 본수 축소		
	교대배면 보강토옹벽 축소(계단형으로 변경)		
	강역 및 현치 단면력 고려 단면 축소		
	교각부 기초말뚝 형식 변경		
	합리적인 빔배치를 통해 빔 개수 축소		
	교량형식 변경(지간장 축소)		
	교각 기초규모 축소		
	교각 기초말뚝 본수 조정		

구분	주요내용	선정여부	제외사유
포장공	길어깨 보강포장 축소		
	철·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소		
	기층 다짐재 변경		

구분	주요내용	선정여부	제외사유
터널공	개착터널 길이 축소 (일방향 터널연장 축소)		
	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소		
	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제		
	지보타입 변경		
	절토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)		
	갱구부 절토사면 축소		
	터널 시·종점부 조도순응시설 삭제		
	균열 방지용 철근 삭제		

구분	주요내용	선정여부	제외사유
부대공	가드웬스 삭제		
	방음벽 형식 변경 및 연장 조정		
	보강토옹벽 설치구간 축소		
	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)		
	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소		
	보강토 옹벽 삭제		
	옹벽기초 형식 변경 (강관말뚝기초를 직접기초로 변경)		
	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사토 후 가드레일 삭제		

- 부 록 4 -

설 문 조 사 지

VE 대상부위별 중요도 분석을 위한 AHP 설문조사

안녕하십니까?

건설VE는 Job-Plan이라는 프로세스에 따라 체계적으로 수행되나 건설공사의 특수성 등으로 인해 적용상에 많은 어려움이 따르고 있으며, 그 중 대표적인 것이 VE 대상 선정 방법의 신뢰성 저하입니다.

본 연구에서는 도로건설공사의 VE 제안 사례를 분석 및 분류하여 공종별 가치 개선 가능성이 높은 VE 대상을 추출하고, 추출된 VE 대상을 활용하여 VE 대상 선정 방법을 개발하기 위하여 대상부위별 가중치를 산정코자합니다. 이를 위하여 도로건설공사에 전문적 지식을 보유하고 계신 전문가 여러분들의 고견이 필요하오니 업무에 바쁘시더라도 설문에 응해 주실 것을 부탁드립니다.

설문 시 유의사항은 VE 대상의 관점에서 상대적 중요도를 판단하시는 것입니다.

본 설문결과는 비밀이 보장되며, 본 연구 이외의 다른 어떤 용도로도 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 다시 한 번 소중한 시간을 내어 주신 것을 감사드리며, 설문관련 문의사항이 있으시면 아래로 연락 부탁드립니다.

2010년 10월

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

## I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하의 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?  
 ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리
2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?  
 ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원
3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?  
 ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상
4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?  
 ① 특급기술사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

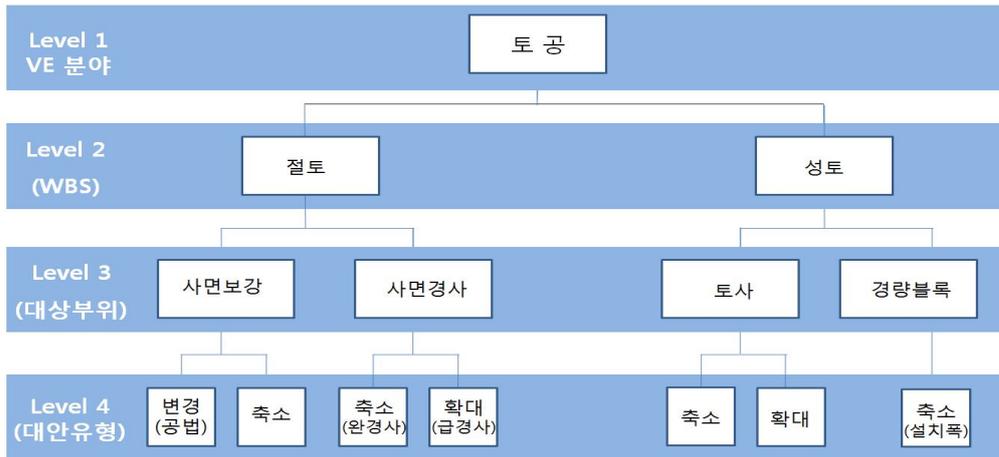
## II. AHP 설문조사

설문조사 유의사항은 다음과 같습니다.

1. 평가항목들 간의 비교는 A가 B에 대비해 상대적으로 어느 정도 중요한가를 평가하기 위함입니다.
2. 평가항목들의 계층적 구조와 내용을 숙지하신 후 판단하시기 바라며, Level 3(대상부위)를 기준으로 하시기 바랍니다.
3. 중요도 척도는 다음과 같습니다.

### < 중요도 척도 >

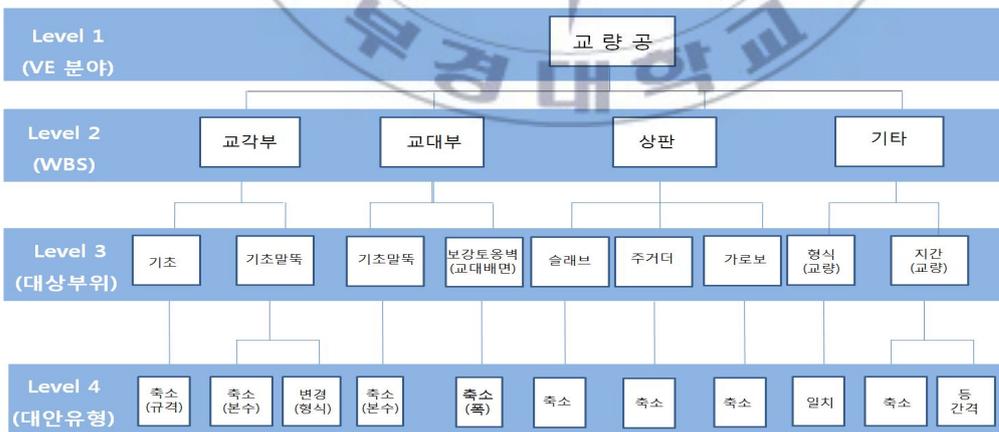
중요도	정 의	비 고
1	동일하게 중요함(Equal Importance)	
3	약간 중요함(Weak Importance)	
5	중요함(Strong Importance)	
7	매우 중요함(Very Strong Importance)	
9	극히 중요함(Extreme Importance)	
2, 4, 6, 8	위 중요도들의 중간 값	
역수	중요도의 반대 개념	



< 토공의 계층구조 >



< 배수공의 계층구조 >



< 교량공의 계층구조 >



< 포장공의 계층구조 >



< 터널공의 계층구조 >



< 부대공의 계층구조 >

분 야	VE 대상 부위	평가척도									VE 대상 부위
		9 절대적 유리	7 확실히 중요	5 매우 중요	3 약간 중요	1 중등 중요	3 약간 중요	5 매우 중요	7 확실히 중요	9 절대적 중요	
토공	사면보강										사면경사
	사면보강										토사
	사면보강										경량블록
	사면경사										토사
	사면경사										경량블록
	토사										경량블록
배수공	V형 측구										배수관
	V형 측구										수로
	V형 측구										배수통도압거
	V형 측구										유속저감시설
	배수관										수로
	배수관										배수(통로)압거
	배수관										유속저감시설
	수로										배수통도압거
	수로										유속저감시설
	배수통도압거										유속저감시설
부대공	방음벽										가드웬스
	방음벽										가드레일
	방음벽										낙석방지망 및 울타리
	방음벽										보강토옹벽
	방음벽										콘크리트옹벽
	방음벽										임시구조물
	가드웬스										가드레일
	가드웬스										낙석방지망 및 울타리
	가드웬스										보강토옹벽
	가드웬스										콘크리트옹벽
	가드웬스										임시구조물
	가드레일										낙석방지망 및 울타리
	가드레일										보강토옹벽
	가드레일										콘크리트옹벽
	가드레일										임시구조물
	낙석방지망 및 울타리										보강토옹벽
	낙석방지망 및 울타리										콘크리트옹벽
	낙석방지망 및 울타리										임시구조물
	보강토옹벽										콘크리트옹벽
	보강토옹벽										임시구조물
콘크리트옹벽										임시구조물	

분 야	VE 대상 부위	평가척도									VE 대상 부위
		9 절대적 유리	7 확실히 중요	5 매우 중요	3 약간 중요	1 동등 중요	3 약간 중요	5 매우 중요	7 확실히 중요	9 절대적 중요	
교량공	교각부 기초										교각부 기초말뚝
	교각부 기초										교대부 기초말뚝
	교각부 기초										보강토옹벽 (교대배면)
	교각부 기초										슬래브
	교각부 기초										주거터
	교각부 기초										가로보
	교각부 기초										형식(교량)
	교각부 기초										지간(교량)
	교각부 기초말뚝										교대부 기초말뚝
	교각부 기초말뚝										보강토옹벽 (교대배면)
	교각부 기초말뚝										슬래브
	교각부 기초말뚝										주거터
	교각부 기초말뚝										가로보
	교각부 기초말뚝										형식(교량)
	교각부 기초말뚝										지간(교량)
	교대부 기초말뚝										보강토옹벽 (교대배면)
	교대부 기초말뚝										슬래브
	교대부 기초말뚝										주거터
	교대부 기초말뚝										가로보
	교대부 기초말뚝										형식(교량)
	교대부 기초말뚝										지간(교량)
	보강토옹벽 (교대배면)										슬래브
	보강토옹벽 (교대배면)										주거터
	보강토옹벽 (교대배면)										가로보
	보강토옹벽 (교대배면)										형식(교량)
	보강토옹벽 (교대배면)										지간(교량)
	슬래브										주거터
	슬래브										가로보
	슬래브										형식(교량)
	슬래브										지간(교량)
	주거터										가로보
	주거터										형식(교량)
주거터										지간(교량)	
가로보										형식입(교량)	
가로보										지간(교량)	
형식(교량)										지간(교량)	

분 야	VE 대상 부위	평가척도									VE 대상 부위
		9 절대적 유리	7 확실히 중요	5 매우 중요	3 약간 중요	1 동등 중요	3 약간 중요	5 매우 중요	7 확실히 중요	9 절대적 중요	
포 장 공	보강포장(간어깨)										보강슬래브 (철·성경계부)
	보강포장(간어깨)										다짐재
	보강슬래브 (철·성경계부)										다짐재
터 널 공	갱구(사면)										길이(터널)
	갱구(사면)										형식(지보)
	갱구(사면)										지반보강
	갱구(사면)										락볼트
	갱구(사면)										철근공(상판)
	갱구(사면)										조도순용시설
	길이(터널)										형식(지보)
	길이(터널)										지반보강
	길이(터널)										락볼트
	길이(터널)										철근공(상판)
	길이(터널)										조도순용시설
	형식(지보)										지반보강
	형식(지보)										락볼트
	형식(지보)										철근공(상판)
	형식(지보)										조도순용시설
	지반보강										락볼트
	지반보강										철근공(상판)
	지반보강										조도순용시설
	락볼트										철근공(상판)
	락볼트										조도순용시설
철근공(상판)										조도순용시설	

## - 부 록 5 -

### 사례검증을 위한 설문조사

#### 사례기반 VE 대상 선정 방법의 실무 적용성 분석을 위한 설문조사지

안녕하십니까?

본 설문조사는 건설공사 설계VE 활동을 합리적으로 수행하기 위한 목적으로 실시하오며, 설문내용은 다음과 같습니다. 건설VE는 Job-Plan이라는 프로세스에 따라 체계적으로 수행되나 건설공사의 특수성 등으로 인해 적용상에 많은 어려움이 따르고 있으며, 그 중 대표적인 것이 VE 대상 선정 방법의 신뢰성 저하입니다.

본 연구에서는 사례기반의 도로건설공사 VE 대상 선정 방법을 개발하였으며, 개발된 방법의 적용성을 파악하기 위해 사례검증을 실시하오니 도로건설공사에 전문적 지식을 보유하고 계신 전문가 여러분의 고견을 부탁드립니다. 먼저 설계도서와 내역서를 숙지하신 후 “II. 사례기반 대상 선정 방법 설문조사” 선정기준에 따라 표에 기입해 주시기 바랍니다.

본 설문지의 결과는 비밀이 보장되며, 본 연구 이외의 다른 어떤 용도로도 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 다시 한 번 소중한 시간을 내어 주신 것을 감사드리며, 설문관련 문의사항이 있으시면 아래로 연락 부탁드립니다.

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

## I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하의 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?

- ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리

2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?

- ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원

3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?

- ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상

4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?

- ① 기사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

## II. 사례기반 대상 선정 방법 설문조사

아래의 작성기준에 따라 기입해 주시기 바랍니다.

1. B(비용개선 점수) : 현재 설계안 비용을 기준으로 잠재적 비용개선 가능 점수를 5점 척도로 부여함

1점(매우 낮음), 2점(낮음), 3점(보통), 4점(높음), 5점(매우 높음)

2. C(성능개선 점수) : VE 수행자가 프로젝트 사전검토를 통해 판단하는 각 VE 대상항목별 성능개선 점수를 5점 척도로 부여함

1점(매우 낮음), 2점(낮음), 3점(보통), 4점(높음), 5점(매우 높음)

3. 선정기준 : VE 대상 선정은 D 점수로 판단하며, 기준은 다음과 같다.

- 1)  $\frac{1}{\text{선정항목}} \times B(\text{5점 척도 5점 만점의 70\%인 3.5}) \times C(\text{5점 척도 5점 만점의 70\%인 3.5}) \leq D$  일 경우 선정
- 2) 프로젝트 특성을 고려해 B와 C가 각각 80%인  $4.0 \leq B$  4.0 이상 &  $C \geq 4.0$  이상 일 경우 선정

< 토공분야 VE 대상 선정 테이블 >

구 분	대상부위	A (가중치)	B (비용개선 점수)	C (성능개선 점수)	D (A×B×C)	선정 여부
1	사면보강	0.551				
2	사면경사	0.131				
3	토사	0.274				
4	경량블록	0.044				

- 부 록 6 -

설 문 조 사 지

현행방법과 제안방법의 비교분석을 위한 설문조사

안녕하십니까?

본 연구에서는 사례기반의 도로건설공사 VE 대상 선정 방법을 개발하고, 적용성 분석을 위해 현행방법과 제안방법에 대한 사례검증을 실시하였습니다.

사례검증 결과의 객관적인 비교분석을 위하여 건설 VE의 전문적 지식을 보유하고 계신 전문가 여러분들의 고견을 부탁드립니다. 본 설문의 결과는 비밀이 보장되며, 본 연구 이외의 다른 어떤 용도로도 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 다시 한 번 소중한 시간을 내어 주신 것을 감사드리며, 설문관련 문의사항이 있으시면 아래로 연락 부탁드립니다.

2010년 10월

부경대학교 대학원 건설관리공학협동과정

박사수료 류 하 룡

(연락처 : 051-628-5855, 011-9511-1846)

각 해당 질문을 읽어보신 후 아래의 해당하는 곳에 체크해 주시기 바랍니다.

### I. 업무 분야 및 경력정도에 관한 질문

1. 귀하는 업무 영역은 어디에 해당 되십니까?  
 ① 토목시공    ② 도로 및 공항    ③ 건설관리(CM)    ④ 건설VE    ⑤ 감리
2. 귀하의 활동 분야는 어디에 해당 되십니까?  
 ① 설계자    ② 시공자    ③ 감리자    ④ 발주자    ⑤ 관련 공무원
3. 귀하의 해당 업무분야 경력은 어느 정도입니까?  
 ① 5년 이하    ② 5년~10년    ③ 10~15년    ④ 15년~20년    ⑤ 20년 이상
4. 귀하의 자격 보유현황은 어느 정도입니까?  
 ① 기사    ② 기술사    ③ 박사    ④ CVS    ⑤ 기타

### II. 사례검증 결과에 대한 전문가 설문조사

\* 배부해 드린 사례검증 결과를 숙지하신 후 아래의 배점기준에 따라 질문별로 기입해 주시기 바랍니다.

배 점 기 준				
1	2	3	4	5
매우 낮음	낮음	보통	높음	매우 높음

1. VE 대상 선정 기법들의 접근성(시간단축 효과 등)에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						

2. VE 대상 선정 기법들의 **적용방법의 효율성**에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						

3. VE 대상 선정 기법들의 **가치개선 가능성**에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						

4. 각 VE 대상 선정기법을 적용하여 선정된 VE 대상과 **후행단계 기능분석의 연계성 정도**에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

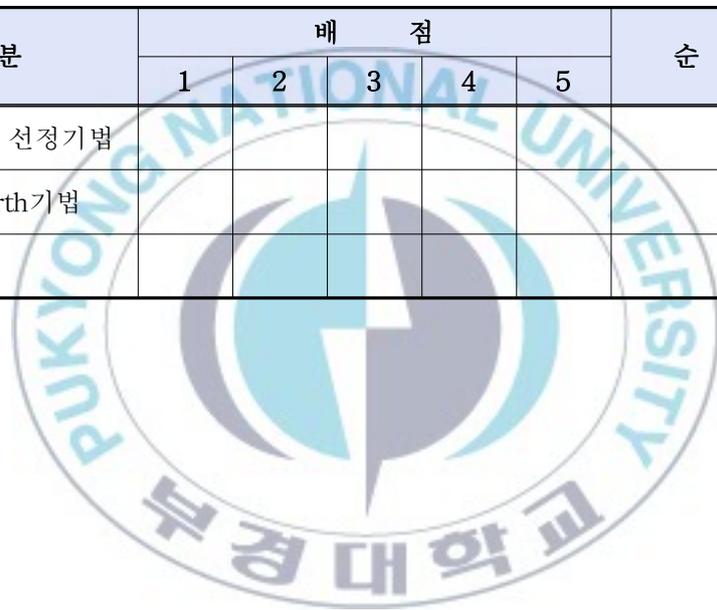
구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						

5. VE 대상 선정 기법들의 프로젝트 특성의 반영 가능성에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						

6. VE 대상 선정 기법들의 프로젝트 품질(성능)의 반영 가능성에 대하여 각 기법별로 평가해 주십시오.

구 분	배 점					순 위
	1	2	3	4	5	
1. 고비용 분야 선정기법						
2. Cost to Worth기법						
3. 제안방법						



- 부 록 6 -

사례분석 아이디어 목록(290건)

구분	연번	주요내용	비고
토공	1	사면 보강범위축소 및 잔여구간 표준경사 적용	
	2	교량 연장축소로 성토량 늘임(교량 연장 1경간 축소)	
	3	EPS 경량블럭 설치폭 축소	
	4	갱구시점 전면부 보강을 양방향 구분 조정	
	5	녹지대 오목구간 레벨 상향 적용	
	6	기존도로 법면 훼손방지 및 녹화	
	7	본선 분리구간 녹지대 성토량 늘임	
	8	중단계획 조정	
	9	측구 계획고 상향조정	
	10	쌓기부(낮은 깎기부)를 깎기부로 수정	
	11	V형 측구 및 가드레일 축소	
	12	사면 경사완화로 보강공법 미적용	
	13	Sand Mat 포설 축소(횡방향 배수 고려 하여 포설방향 변경)	
	14	부체도로 쌓기 구간 삭제	
	15	보강토 옹벽 높이 축소로 성토량 줄임	
	16	깎기사면 측구 시점 높이 조정으로 절토량 축소	
	17	원지반 절토량 축소(옹벽의 연장과 높이 최소화)	
	18	본선 분리구간 내측 오목 계획	
	19	사면 보강범위 축소	
	20	기존도로 성토사면 유지(미훼손)	
	21	본선 외측 성토량 확대	
	22	사면 보강공법 변경	
	23	사면 절토량 축소	
	24	토사구간 절토량 축소	
	25	사면 경사 확대 적용(구배를 크게 하여사면 축소)	
	26	토사 방음벽 설치(성토늘임)	
	27	부체도로 연장 축소	
	28	친환경 생태연못 삭제(자연연못 유지)	

구분	연번	주요내용	비고
토공	29	부체도로 절토량 축소	
	30	사면 보강범위 축소	
	31	부체도로 절토량 축소 (절취량 축소를 위해 콘크리트 방호벽 설치)	
배수공	32	V형 측구 적정규격 설치	
	33	제작 집수정 높이 조정	
	34	수로 이설위치 조정	
	35	부체도로의 U형 측구 일부 삭제	
	36	노면수 처리를 위한 V형 측구 삭제	
	37	통로 BOX규격 축소	
	38	보강토 옹벽 상단 U형측구 규격 조정	
	39	농수로 규격 축소	
	40	PIPE 경사각을 조정 설치(연장 축소)	
	41	통로암거 위치조정(길이 축소)	
	42	관행적 설치 V형 측구 삭제	
	43	본선 녹지대 맹암거 하나로 통합	
	44	성토부 도수로 삭제	
	45	횡배수관 및 도수로 연장 축소	
	46	수로암거 재질 변경	
	47	통로암거 재질 변경	
	48	수로암거 재질 변경	
	49	농수로 설치공법 변경	
	50	통로암거 재질 변경	
	51	V측구 통합설치(연장축소)	
	52	횡배수관 유입부 위치 조정	
	53	산마루측구 각기부 상단 절토량 최소화	
	54	종배수관 삭제(L형 측구 하부 종배수관 삭제)	
	55	부체도로 외측 L형 측구 삭제	
	56	농수로 설치공법 변경	
	57	성토부 하단 V형 측구 삭제	
	58	종배수관과 V형 측구를 직접 연결하여 집수정 삭제	
	59	횡배수관 및 절토부 도수로 삭제	

구분	연번	주요내용	비고
배수공	60	수로암거의 유속저감 시설 삭제 (콘크리트 계단형 유속 감속시설 삭제)	
	61	암거 연장 조정	
	62	횡배수관을 U형 측구로 대체	
	63	본선에서 집수된 노면수 배제를 위한 V형 측구 삭제	
	64	용수개거로 삭제(이설)	
	65	산마루 측구 및 도수로 삭제 (소단 측구의 경사를 조정하여 배수)	
	66	지중 강관 암거 통합	
	67	횡배수관 유입구 조정	
	68	V형 측구 삭제(성토부 도수로를 기존하천에 직접 연결하여 V형 측구 삭제)	
	69	침전조를 감쇄공으로 변경(유속을 고려하여 변경)	
	70	지하수 및 노면수 처리를 위한 횡배수관 삭제	
	71	V형 측구 삭제	
72	집수면적 고려하여 V형 측구 삭제		
교량공	73	Diaphragm 수지보강재 축소	
	74	바닥판 철근량 축소(구분배근)	
	75	교대 기초말뚝 배열 변경	
	76	전단철근 배근간격 조정	
	77	하부도로 측구의 턱 삭제	
	78	교대 흉벽부 주철근량 축소	
	79	접속슬래브 압축부 상면철근 조정	
	80	교각 기초말뚝본수 조절	
	81	교각기초 규격 하향 조정	
	82	Steel Box Girder교 상부플랜지 강판두께 축소	
	83	Diaphragm 개구부 규격 변경	
	84	Steel Box Girder교 상부플랜지 두께 축소	
	85	Steel Box Girder교 바닥판 주철근 규격 조정	
	86	P.S.C Beam교 캔틸레버구간 철근량 축소	
	87	보강토 기초를 계단식으로 변경	
	88	교각 기초위치 조정	
	89	교대 철근 배근 방법 변경	
	90	기둥 주철근 조정	

구분	연번	주요내용	비고
교량공	91	교대 단면력 확대 적용	
	92	말뚝 분수 하향조정	
	93	교각기초의 철근량 조정	
	94	교각기초 하면 주철근 적정배근	
	95	교각 코핑 하면철근 적정배근	
	96	수평지압 보강철근 직경 조정	
	97	주철근의 합리적인 배치	
	98	교대 높이 축소	
	99	브라켓 및 보강슬래브 삭제	
	100	교각 기초단면 크기 축소	
	101	교량형식 및 시간 일치(공구관내)	
	102	아치리브 배력철근 조정	
	103	교각 주철근 직경 감소	
	104	거더 정착모서리 인장철근 삭제	
	105	교대 벽체부 철근 배근량 축소	
	106	교대 주철근 및 기초철근 직경 감소	
	107	라멘식 교대 철근 배근량 축소	
	108	날개벽 두께 축소	
	109	강교 가로보 및 세로보 강재량 감소	
	110	연속 지점부 보강철근 산출길이를 구조물도와 동일 배근	
	111	P.S.C Beam교 바닥판 철근량 축소	
	112	교각 기둥 주철근 직경 감소	
	113	교각 현장타설 말뚝 분수 축소	
114	바닥판 보강철근 범위 변경		
115	교량직접기초 기초규모 축소		
116	쌓기법면 계단식 단면 적용		
117	교각 기둥간격 조정		
118	교각 축방향 철근 개수의 조정		
119	바닥판 단부 캔틸레버 주철근 및 배력철근량 조정		
120	교각 축방향철근 및 띠철근 교각별로 적용		
121	교각기초 휨철근량 축소		
122	교각별 코핑 주인장철근 적용		
123	교각기초 하면 주철근 2단철근 직선 배근		

구분	연번	주요내용	비고
교량공	124	교대배면 보강토옹벽 축소(계단형으로 변경)	
	125	배수구보강철근 ㄱ자형태로개선	
	126	강역 및 헌치 단면력 고려 단면 축소	
	127	교각 원형기둥 철근 배근형태 변경	
	128	교대배면 주철근량 조정	
	129	교각부 기초형식 변경	
	130	교각 기둥 띠철근 조정	
	131	횡리브, 단지점부 보강재와 Crossbeam 단면 수정	
	132	날개벽부 보강토 옹벽 기초규모 축소	
	133	코핑 하면부 철근 형상과 규격 변경	
	134	코핑부 브래킷 검토에 의한 주인장 철근량 축소	
	135	교각 강관 말뚝 본체 말뚝두께 축소	
	136	교각 기초부 부재 두께 최적단면 설계	
	137	교대 날개벽 길이 축소	
	138	합리적인 빔배치를 통해 빔 개수 축소	
	139	코핑 주철근 축소	
	140	방호벽용 L형 옹벽 저판 길이 축소	
	141	교각 코핑부 수평 전단철근 직경축소	
	142	교량형식 변경	
	143	ST. BOX 거더교 내부 출입구 규격 확장	
	144	교좌 받침부 철근 축소	
	145	교각 기둥 횡방향 띠철근 간격 조정	
	146	상부플랜지 강재 두께 축소	
	147	육교의 빔간격 조정	
	148	교대의 날개벽 축소	
	149	교대 벽체 2열 배근을 1열 배근으로 축소	
	150	라멘교 벽체 압축철근 축소	
	151	교대 날개벽 하부 연직철근 축소	
	152	교대 벽체 중앙단면의 철근 합리적 조정	
	153	Splice부 볼트갯수 축소	
	154	Steel Box Girder교 지점부 다이어램프 개구부 확대	
	155	Steel Box Girder교 상부 플랜지 두께 축소	
	156	교대 압축부인 뒷굽하면 철근 간격 조정	
	157	교대 날개벽 형식 변경	
158	교대 날개벽 두께 축소		

구분	연번	주요내용	비고
교량공	159	Steel Box Girder교 지점부 다이어램프 개구부 규격 변경	
	160	거더 및 슬래브의 철근 재배근(상호 간섭 배제)	
	161	교대 전단철근 삭제 후 간격재로 대체	
	162	교각 기초말뚝 근입길이 조정(말뚝 길이 감소)	
	163	교각 기초두께 조정	
	164	코핑 하단 철근 및 기초상단 철근 축소	
	165	교대 벽체 두께 축소	
	166	연속 지점부 보강철근 배근범위 축소	
	167	교대 벽체 및 날개벽부 철근량 축소	
	168	직접기초 뒷굽 하단 및 앞굽 상단부 배력철근 축소	
	169	단부 보강용 내부거더 삭제(단부턱이 슬래브와 일체되어 삭제)	
	170	교대벽체 주철근 삭제	
	171	교각 파일 기초 강관파일 두께 변경	
	172	교각 기초파일 개수 축소	
	173	교량형식 변경(지간장 축소)	
	174	교대 교좌부 보강철근 축소	
	175	아치리브 주철근 축소	
	176	기초 주철근 축소	
	177	교각기초 규모 축소	
	178	무바닥판 아치교 스프링킹부 철근량 축소	
	179	교좌 받침 배치방법 변경으로 신축이음장치 파손 방지	
	180	라멘교 구조물 크기 축소	
	181	라멘교 우각부 철근량 축소	
	182	교각 말뚝기초 본수 조정	
	183	RC라멘교 부재단면 축소(강역 및 현치 영향 고려)	
	184	상·하행 엇교 중앙 이격부 구조 변경	
	185	교대 뒷채움 공법 변경	
	186	교각 기둥의 형상유지용 철근 조정	
	187	IC용 중앙분리대의 철근 배근 축소	
	188	교각 기둥 주철근 축소	
	189	교각 주철근 2단 배근을 1단 배근으로 축소	
	190	교각의 말뚝기초를 직접기초로 변경	
	191	확대기초 단부철근 축소	

구분	연번	주요내용	비고
교량공	192	높이차이가 상이한 교각 철근량 검토 후 축소	
	193	코핑 캔틸레버부 형상 변경	
	194	바닥판 사방향 보강철근 축소	
	195	강재 수량 축소	
	196	교각 코핑부의 유효깊이를 적정하게 보완하여 철근량 축소	
	197	캔틸레버부 및 중분대부 철근량 축소	
	198	다주식 교각 코핑부 및 기둥 가외 철근 삭제	
	199	거더교 바닥판 단부 보강철근 및 주철근 형상변경 및 축소	
	200	교량 적정 배근량 적용	
	201	PSC Beam교 캔틸레버 구간 철근량 축소	
포장공	202	JCT연결로 진입부 길어깨 보강포장 삭제	
	203	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	
	204	터널 입·출구부 동상방지층 구간 축소	
	205	길어깨 보강포장 축소	
	206	접속부 교차로의 도류화시 직진대기 2차로 축소	
	207	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	
	208	길어깨 보강포장 구간의 도로폭 축소	
	209	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	
	210	기층 다짐재 변경	
	211	절·성토 경계부 보강슬래브 보강구간 축소	
터널공	212	극한하중에 대한 적정 철근량 적용	
	213	라이닝 기초철근 축소	
	214	대인용 피난연락갱 공동구 뚜껑 재질 변경	
	215	부재 단면력 검토하여 적정 철근량으로 축소(터널 천정부)	
	216	갱문 가시설 지보재 변경	
	217	터널 시점 변경(터널연장 축소)	
	218	개착터널 길이 축소(일방향 터널연장 축소)	
	219	갱구부 보강연장 길이 축소	
	220	개착 터널부 철근 축소	
	221	강관다단 보강 연장 종방향 열수 축소	
	222	막장 전방보강 Rock-Bolt 삭제	
	223	복토높이 고려하여 구조계산 반영	
	224	터널 개착부 Con'c 라이닝 주철근 축소	

구분	연번	주요내용	비고	
터널공	225	갱구부 토사층 보강공법 변경		
	226	터널벽체 내장재(타일) 설치 축소		
	227	터널 갱구부 보강 강관다단그라우팅 적용 축소		
	228	지보타입 변경		
	229	절토사면 FRP보강과 터널 천정부 대구경 강관보강 재배치(간섭 및 중첩)		
	230	가설갱문을 비철거형으로 변경		
	231	대인용 피난연락갱 공동구 뚜껑 재질변경		
	232	개착부 측면 배수 처리방법 변경		
	233	개착터널 콘크리트 노출부 방수공법 변경		
	234	콘크리트 라이닝 공법 변경		
	235	갱구부 절토사면 축소		
	236	갱구부 절토량 축소		
	237	라이닝 단면 축소		
	238	터널 시·종점부 조도순응시설 삭제		
	239	균열 방지용 철근 삭제		
	240	갱구사면 보강 Rock Bolt 길이 축소		
	241	갱구사면 보강 Rock Bolt 길이 축소		
	242	개착터널과 갱문 연결부 사이 Cover Plate 삭제		
	243	개착터널 터파기 이격거리 축소		
	244	라이닝 기초 변경		
	부대공	245	가드웬스 삭제	
		246	산마루축구 상향설치	
		247	관리동 부스터펌프 변경	
		248	분리구간 내측 가드레일 삭제	
249		각기부 점검로 축소		
250		본선과 연결로 합류단 가드레일 연장 축소		
251		방음벽 형식 변경 및 연장 조정		
252		본선과 이격된 곳 가드웬스 삭제		
253		낮은 절·성토부 가드레일 연장 축소		
254		보강토옹벽 설치구간 축소		
255		PRE-CAST 방호벽을 길이를 개구부 연장과 일치		
256		기존 암거 내부 속채움 변경		

구분	연번	주요내용	비고
부대공	257	임시 구조물 존치 활용(임시 통로Box)	
	258	감속 유도구간 종방향 그루빙 적용	
	259	방음벽 기초 변경	
	260	방음벽 형식 일부구간 변경	
	261	낙석방지 울타리 및 방지망 연장 축소	
	262	본선과 연결로의 충격흡수시설 설치 구간 축소	
	263	흡음형 방음벽 설치구간 축소	
	264	보강토 옹벽 삭제	
	265	사면보강구간 낙석 방지망 삭제	
	266	가드웬스 삭제(터널 입출구부 상단)	
	267	가드레일 일부 삭제(표지판 지주 보호용 가드레일 등)	
	268	옹벽기초 형식 변경(강관말뚝 기초를 직접기초로 변경)	
	269	낙석방지 울타리 삭제(기존 프리캐스트 방호벽을 유용)	
	270	관리사무실 방충망 설치	
	271	전기실 및 발전기실 바닥재 변경	
	272	관리사무실 채광창 확보	
	273	전기실 창호를 대형 투시창으로 변경	
	274	국기 게양대 높이 조정	
	275	가드레일 일부 삭제(회차로 녹지대측 일부 삭제)	
	276	교통표지판 설치방법 변경(부착식으로 변경)	
	277	2단 가드레일을 1단 가드레일로 변경	
	278	차로 이탈 인식 시설 일부 삭제(중복 시설 삭제)	
	279	액체분사식 도로 결빙방지 시설 삭제	
	280	보강토 옹벽 삭제(부체도로 선형조정으로 삭제)	
	281	가드레일 삭제(방호벽과 중복)	
	282	옹벽설치 구간 일부축소	
	283	본선 외측 부지에 본선보다 높게 추가 사토 후 가드레일 삭제	
	284	종단선형 저점부를 교량 이후에 위치시켜 교량 노면 배수 처리 및 차량통행 충격 최소화	
	285	방호벽 형식 변경	
	286	낙석방지망 형식 변경	
287	가드웬스 삭제(교량구간 삭제)		
288	2단 가드레일을 1단 가드레일로 변경		
289	부체도로 방호벽 형식 변경		
290	부체도로 가드웬스 삭제		

## 감사의 글

우리의 인생이 시작과 끝의 연속이라면 저에게는 지금이 또 다른 시작과 끝이 아닌가라는 생각이 듭니다.

5년 전 이맘때 석사 졸업을 앞두고 쓴 논문의 후기가 새삼스럽게 떠오릅니다. 부끄러운 결과물을 세상에 내놓음을 스스로 꾸짖고, 부끄럽지 않은 후학이 되겠다고 다짐을 하였건만, 5년의 세월이 흘러 또 다른 결과물을 세상에 내놓음이 여간 부끄럽고 창피하지 않을 수 없습니다.

무능하고 부족한 노력의 산물이 학교와 교수님의 명성에 누를 끼치지 않을까? 노심초사하는 마음으로 작은 결과를 감히 세상에 내어 놓으며, 이것이 다른 시작이라 여기며 더욱 노력하고 정진하며 겸손한 마음가짐으로 살아갈 것을 다짐 드립니다.

항상 저의 부족함을 큰 가르침과 덕으로서 이끌어주신 김수용 지도교수님의 은혜에 머리 숙여 감사드립니다. 지혜의 샘을 아낌없이 나누어 주시고, 가르침을 위하여 쓴 말씀도 가감 없이 쏟아내어 주신 큰 은혜 잊지 않겠습니다. 영원한 마음속의 스승으로 저의 마음을 늘 부끄럽게 하시는 이영대 교수님은 스승의 올바른 가르침이 무엇이며, 제가 어떻게 살아갈 것인가?의 질문에 늘 해답을 내려 주셨습니다. 교수님께서 베풀어 주신 열정과 사랑을 살아가는 동안 평생토록 마음속 깊이 새기겠습니다.

그리고 제가 석사과정에 입문하게 도와주시고 지금의 제가 있기 까지 인자하신 미소와 따뜻한 가르침으로 이끌어 주신 이종출 교수님께 무한한 감사를 드리며, 마지막 까지 논문의 완성을 위하여 아낌없는 열정과 용기를 불어 넣어 주신 임남기 교수님께도 늘 감사의 마음을 고이 간직하겠습니다. 부족한 시간을 항상 너그러운 여유로움으로 할애해 주시고 그 듯한 날, 듯한 질문에 다정하게 응해주신 양진국 박사님의 수고는 평생 잊지 못할 것입니다.

또한, 그 동안 이 논문을 위해 아낌없이 도와주신 CM 연구실과 여러 동문 선후배님께 존경과 감사를 보내며, 그 동안 함께했던 시간과 인연들을 소중하게 간직하겠습니다.

누구나 인생을 살아가는 이유가 가족 이라면, 제게도 예쁜 마음으로 늘 편안함이 가득한 분위기를 가정에 넘치게 해주는 아내가 있습니다. 항상 미안할 만큼의 양보와 배려를 보내주시는 아내의 마음에서 제가 가장으로서의 책임과 임무가 무엇인지를 깨닫곤 합니다. 지금까지 그래 왔듯이 앞으로든 변함없는 사랑으로 인생의 여정을 함께 할 아내에게 작은 선물이 되었으면 좋겠습니다.

그리고 사랑하는 아들 준혁, 경호에게는 이 감사의 글이 훗날 아버지가 너희에게 보내는 메시지가 될 수도 있다고 생각한다. 우리가 아버지와 아들이기 이전에 한 시대를 같이 살아가는 사람으로서 무엇을 할 것이며, 어떻게 살 것 인가?에 대하여 항상 스스로 묻고, 스스로 해답을 찾을 필요가 있다고 생각한다. 실패를 두려워하기 보다는 도전 그 자체에 의미를 부여하며, 어떠한 난관에도 용기를 잃지 않고, 잘 하기보다는 열심히 하기를 바라는 마음으로 아버지가 이 세상에서 가장 사랑하는 아들에게 용기와 가족의 진정한 사랑을 드린다.

긴 병에 오래도록 고생하시다 돌아가신 아버님의 병수발에 인생의 많은 부분을 보내시고, 나머지 인생은 자식들의 뒷바라지에 할애하신 어머니께 존경과 감사의 뜻을 드리며, 이 조그만 성과물에 작은 의미를 둘 수 있다면, 황량하게 버려질 수 있었던 저의 인생에 크고 아름다운 사랑을 심어주신 어머니와 인생의 큰 길을 열어주시고 돌아가신 아버지의 영전에 바치고 싶습니다. 그리고 효심 가득한 우리 형제님들께도 항상 고맙다는 말씀을 전합니다.

한편의 논문으로 인생이 달라질 수는 없지만, 인생의 전환기는 맞을 수 있다고 믿으며, 이 논문이 저의 삶에 작은 촉매가 되어 더욱 노력하여 발전할 수 있도록 하겠습니다. 외부 환경의 변화에서 오는 변화 보다는 자기 스스로의 참된 변신이 참다운 발전이라 생각하며, 더욱 낮추고 더욱 노력하겠습니다.

감사합니다.

2010년 12월  
류 하 룡