

## 다자간 의사결정지원 VE시스템을 활용한 Job Plan 단계별 효율화 방안



김성훈 (주)아이엠기술단 기술본부 본부장/이사

### 1. 국내 건설VE 현황

1947년 미국 GE사 L.D Miles에 의해 출현한 VE는 1964년 국내에 처음 소개되었으며 2000년대 후반에 들어 많은 발전과 함께 활성화 되었다. 특히, 2005년 국내 VE관련 법규인 “설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침”의 개정을 통해 사업대상의 확대(100억 이상 공사)가 이루어져 설계VE를 통한 건설사업관리가 활발하게 진행되고 있다.

시기	시행내용	기관
1999. 03	공공건설사업 효율화 종합대책	건설교통부
2000. 03	건설기술관리법 시행령 개정 (500억원 이상 의무화)	건설교통부
2000. 07	설계의 경제성 검토에 관한 시행지침	건설교통부
2000. 09	건설VE매뉴얼 & 건설VE 운영기법	건설교통부
2002. 02	설계VE제도 시행에 따른 설계감리업무 개선방안	건설교통부
2005. 12	“설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침 개정” (100억 이상 의무화)	건설교통부
2010. 09	“설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침 개정” (대상확대 등)	국토해양부
2011. 09	“설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침 개정” (시공VE 수행방안)	국토해양부

그림 1. 주요 VE관련규정 변화

#### ◎ 국내VE 활성화

국내 VE가 활성화되는 직접적인 이유로는 사업대상의 확대 및 발주처의 VE에 대한 인식이 자리 잡았기 때문이다.

지자체 및 공기업에서 VE수행을 위한 전담부서를 신설하기도 하며, 설계VE 경진대회 및 발주처VE 경진대회, 대내·외적인 VE교육 등을 지속적으로 개최하여 VE 활성화를 도모하고 있다.

또한, 각종 매체를 통해 VE 적용효과를 홍보하는 정보를 쉽게 찾아 볼 수 있다. 주요 기사를 보면 국토해양부는 2012년 VE의 효과로 매년 1조 4천 200억원 이상의 사업비 절감 효과가 발생한다고 발표하였으며 이를 뒷받침하듯 많은 지

자체 및 공공기관에서 VE를 통한 성과를 발표하고 있다.

VE는 2005년 이후부터 공공 발주건수가 높은 증가율을 보이고 있다. 나라장터를 통해 발주된 VE프로젝트의 통계 자료를 검토해 본 결과 전년대비 증가율이 약 100%씩 증가하고 있다. VE발주증가 및 VE적용효과에서 알 수 있듯이 국내 VE 제도가 빠르게 정착되어 가고 있다.

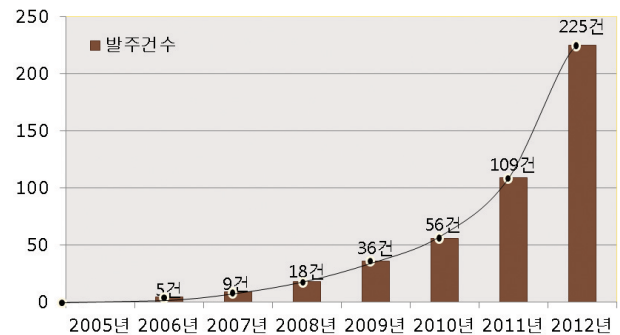


그림 2. 연도별 VE 조달 발주현황

#### ◎ 시공VE제도화

2011년 “설계의 경제성등 검토에 관한 시행지침”개정시 시공VE가 처음 제도화 되었으며, 자발적 시공VE 성과 제고를 위해 VE를 통해 절감하는 비용의 70%를 시공자의 인센티브로 지급하는 방안을 시행중이다. 시공VE는 발주처의 합리적인 예산절감 및 시공관리의 효율성을 도모할 수 있으며, 시공자는 공법변경을 통한 원가개선효과, 시공성 향상 및 공기단축에 의한 간접비 절감, 시공성 분석에 따른 리스크를 절감할 수 있는 효과적인 건설관리기술이다. 새로 시작되는 시공VE제도의 도입 및 활성화를 통해 새로운 이익창출의 기회를 마련할 수 있을 것이다.

이처럼 설계 및 시공단계 VE를 통한 프로젝트의 가치를 증진시키고 사업비를 절감하면서 국내 건설기술 향상을 도모하고 있으나 더욱 효과적으로 VE를 진행하기 위하여 VE 시행시 발생하는 몇가지 문제점에 대하여 고찰해 보고 이를 개선하기 위해 개발된 “웹기반 VE지원 시스템”을 소개하고자 한다.

## 2. 현행 VE수행시 개선사항

VE를 더욱 효율적으로 수행하기 위해서는 제도적 개선사항과 VE수행시 개선사항이 있다. 주요 개선사항을 간략하게 살펴보자.

### ◎ VE수행의 부적절한 수행시기

설계시 VE시행을 미리 고려하지 못하여 시행시기를 놓치거나 또는 설계 완료 직전에 설계VE를 수행하여 사전검토 및 워크숍을 이행하기 어려운 경우이다. 이러한 경우 VE Job Plan에 따라 창의적 활동이 이루어 질 수 없으며, 어렵게 도출된 아이디어를 반영할 시간적 제약사항으로 좋은 성과를 낼 수 없다.

### ◎ VE워크숍 수행시간의 부족

국내 여건상 VE워크숍 수행시간은 일반적으로 1~2일 정도의 짧은 시간으로 이루어진다. VE는 다양한 이해관계자(발주처, VE팀, 설계사 등) 및 전문분야별 기술자 참여를 통해 이루어지는 팀 활동이다. Job Plan단계별로 팀활동을 통해 창의적 아이디어를 창출하는 프로세스로 이루어지지만 워크숍시 상호 의견교환 및 협의할 시간이 부족하여 팀원별로 자신의 의견을 제시하지 못하거나 소극적으로 참여하는 경우가 발생하고 있다.

### ◎ 다자간 상호의견 교환부족

VE워크숍 수행 전 사전정보수집과 관련하여 다수의 참여자가 개인의 의견 및 정보를 교류해야 효과적이지만 VE 리더나 시행하는 주체를 통해 개인별로 사전정보수집 자료를 보내고 취합하는 방식으로 이루어지다보니 참여자간의 의견교환에 많은 제약이 따르고 있다.

### ◎ VE팀원의 개인 성향 차이

다수의 인원이 참여하여 진행되는 워크숍 성격상 참여자

개인의 성향차이로 인해 참여도의 차이가 발생하여, 소수의 참여자 의견에 의해 워크숍 전반이 좌우되어 결과가 편중될 우려가 있다.

### ◎ VE팀 리더 역할의 부재

VE를 하는 근본적인 이유는 프로젝트의 가치를 향상시키기 위함이나 리더의 자질 및 역할 부족으로 사용자의 가치보다는 내부조직의 가치에 초점을 맞추는 경우가 발생하거나, 부적절한 의사소통 및 부족한 정보로 인하여 VE팀에 혼란을 야기시켜 VE성적을 극대화하지 못하고 반영률을 떨어뜨리는 경우가 발생할 수 있다.

### ◎ VE Job Plan 절차의 생략 및 간소화

VE는 체계화된 Job Plan을 활용하여 진행되는 프로세스이다.



그림 3. VE Job Plan절차

■ VE Job Plan은 준비단계, 분석단계, 이행단계로 이루어지며, 가장 중요한 분석단계는 세부적인 6단계로 이루어진다. 각각의 단계는 유기적으로 이루어져 각 단계별 성과의 상호 인터페이스를 통해 선행단계를 거쳐 후속단계로 이어져야 VE성적을 극대화할 수 있다. 하지만, 시간부족 및 VE팀원의 편의향상을 위해 Job Plan의 수행단계를 생략하는 경우나 간소화로 과업을 효율적으로 진행하지 못하는 경우가 발생하고 있다.

■ 일반적으로 VE Job Plan중 수행이 원활히 이루어지지 않는 단계는 VE대상선정시 고비용분석기법 적용시와 기능분석단계 및 대안구체화단계의 LCC분석 등이다.

■ 고비용분석에 사용되는 파레토분석의 경우 짧은 VE수행시간에 성과를 확보하는 VE의 특성상 원설계안의 주요 부분을 중점적으로 검토할 수 있도록 지원하는 단계로 최소의 시간투자로 최대의 효과를 낼 수 있도록 하는 단계이다.

■ 기능분석단계는 기능정의 및 기능분류, 기능정리 (FAST Diagram), 기능평가로 진행되며 많은 시간이 소요된다. 하지만 기능분석단계는 과업의 불필요한 기능과 필요

한 기능을 구분하고 중점개선기능을 도출하여 아이디어를 창출하는 핵심적인 단계이다.

■ 대안구체화는 VE 워크숍을 통해 채택된 아이디어를 반영할 수 있도록 구체화하는 단계로 대안에 대한 가치분석 수행시 LCC분석을 산정해야 하지만 LCC분석에 대한 이해 부족 및 짧은 시간내 분석결과를 도출하는데 어려워 생략하는 경우가 발생한다.

VE수행시 빈번하게 발생하는 다양한 문제점을 해결하고 VE를 보다 효율적으로 진행할 수 있는 방안은 다자간 의견교환이 가능하고 시간을 절약해 주는 VE지원시스템을 활용하는 것이다.

### 3. VE지원시스템 필요성 및 단계별 주요기능

VE지원시스템은 Job Plan 준수 및 다자간 의사교환 지원과 단계별 소요되는 시간을 최소화시켜 보다 효율적인 VE를 수행하기 위해 웹기반으로 개발되었다.

“웹기반 VE지원시스템(iamCVS, I am the web based Computerized Value Engineering System)”이란 VE 전 과정 및 워크숍을 통해 수행되는 분석 프로세스별 상호연계성을 고려하여 단계별 분석 및 피드백이 가능하며, VE팀리더와 팀원 상호간 활발한 의견교환을 지원하고 FAST Diagram과 성능, LCC, 가치의 자동분석 및 보고서 작성 모듈구현을 통해 신속하고 정확한 결과를 지원하는 VE기반 의사결정지원 시스템이다.

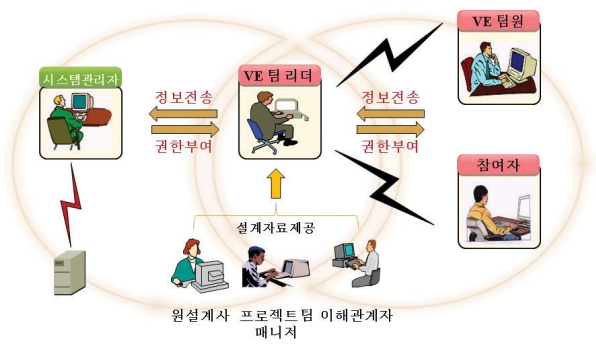


그림 4. VE지원시스템 참여자간 구성도

기존의 VE수행방식과 비교하여 웹기반 VE지원시스템을 활용한 주요 기능을 VE Job Plan의 단계별로 알아보겠다. 이를 통해 VE수행의 문제를 개선하고 효율적인 수행과정을

도모할 수 있을 것이다.

#### ◎ 준비단계

■ 준비단계에서는 문제가 되고 있는 VE참여자간의 커뮤니케이션 문제를 해결할 수 있게 지원한다. 웹기반으로 원설계자료를 업로드하여 참여자가 언제든지 확인 할 수 있으며, 참여자간 필요사항 요구하거나 질문 및 답변을 할 수 있어 상호간의 의견교환이 가능하다.

■ VE대상을 선정하기 위한 고비용분석(Pareto분석)을 기 입력한 내역을 기반으로 자동적으로 산정할 수 있다.

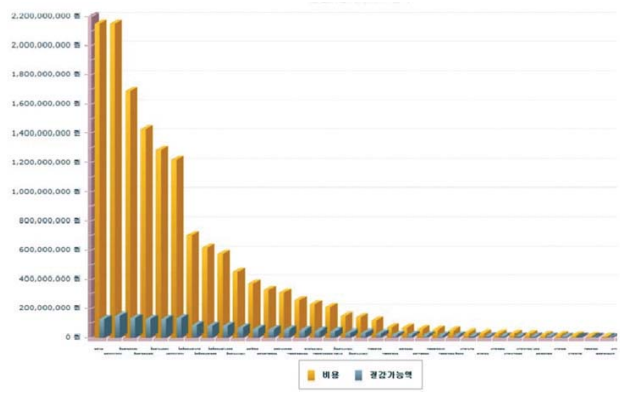


그림 5. 고비용분석(Pareto분석)기능

■ 원안설계내용을 검토하여 워크숍시 주요 논의사항을 작성하는 사전조사지를 VE팀원이 시스템에 작성을 하여 VE리더나 시행주체가 따로 취합을 하던 번거로움을 최소화 하였다. 또한 워크숍으로 진행되는 분석단계에서는 워크숍 수행시간의 부족함을 개선할 수 있도록 고안되었다. 참여자간 의견교환이 가능하도록 정형화된 입력 플랫폼에 정보를 입력하여 실시간으로 자신의 의견을 피력할 수 있으며, 그에 대한 다른 참여자가 댓글을 활용하여 이견을 제시하여 상호간의 의견을 교환할 수 있다.

종단	<p><b>상하수도 (김용일 위원)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>종단면에 타관로의 cross관을 표기하고 시중점 및 유입 유출관 표현을 명확히 할 것</li> <li>종단면에 타관로의 cross관을 표기할 것</li> <li>종단상에 변실 위치를 표기할 것</li> </ol> <p><b>댓글 (1)</b></p> <p>[2013.07.17] 최종관리자 마하</p>
관중	<p><b>상하수도 (김용일 위원)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1350~1500mm관은 수지파형강관을 적용하였으나 경제성을 고려한 관중선정 필요</li> <li>관중 선정시 지하수위를 감안하여 부력 검토 필요함</li> <li>D600mm 이상관은 강관 및 주철관에 대한 경제성을 재검토</li> </ol> <p><b>댓글 (0)</b></p>

그림 6. 사전정보작성 및 상호의견교환 기능

◎ 분석단계

■ 성능평가항목 선정 및 가중치선정의 경우 VE팀원 중 참여자 권한 및 성향의 차이로 인하여 소수의 의견이 반영되는 경우가 많았으나, 지원시스템을 이용할 경우 각 개인별 평가결과를 전체화면에서 확인할 수 있으며 참여자간 의견 교환 및 협의하여 최종 결과를 도출할 수 있다. 이러한 기능으로 다자간 의견조율이 수월해지고 참여자 전체의 의견을 수렴한 타당한 결과를 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한, 다단계 성능평가기법 (Multi Level Performance Measurement) 적용을 통해 성능항목을 세분화하여 평가결과의 신뢰도를 높일 수 있는 기능을 구현하였다.

성능속성	A	B	C	D	E	F	계	중요도 (가중치)	확정 가중치
시공성 (A)		BB	CC	DD	EE	FF	1	4.76%	11
유지관리성 (B)			CC		BB	FF	3	14.29%	15
주민편의성 (C)				CC	EE	FF	4	19.05%	18
환경성 (D)					EE	FF	2	9.52%	13
안전성 (E)						FF	5	23.81%	20
계획성 (F)							6	28.57%	23
총계							21	100%	100

그림 7. 대분류 성능평가기준 및 가중치산정 기능

대분류	성능속성 항목	중분류 항목	확정 가중치	평가결과 (가중치 반영/평균)	평균
시공성 (A)	11	공기내	10 / 5	10 / 5	10 / 5
		흙탕보통	15 / 5	15 / 5	15 / 5
		공법단순화	15 / 5	15 / 5	15 / 5
		공법개선 최적화	10 / 5	10 / 5	10 / 5
		공사용 인공물소화	20 / 5	20 / 5	20 / 5
유지관리성 (B)	15	점검부수편의성	20 / 5	20 / 5	20 / 5
		시공편안 호용성	20 / 5	20 / 5	20 / 5
		교정시 자재수급 용이성	10 / 5	10 / 5	10 / 5
		경관	15 / 5	15 / 5	15 / 5
		공간활용성	10 / 5	10 / 5	10 / 5
주민편의성 (C)	18	보행자 편의성	20 / 5	20 / 5	20 / 5
		장애물 이동편의성	15 / 5	15 / 5	15 / 5
		자전거 이동편의성	30 / 5	30 / 5	30 / 5
		공사중 이동편의성 편의성	20 / 5	20 / 5	20 / 5
		전환경 지치/소음	20 / 5	20 / 5	20 / 5
보조수확제연대책	20 / 5	20 / 5	20 / 5		

그림 8. 다단계 성능평가기준 및 가중치산정 기능

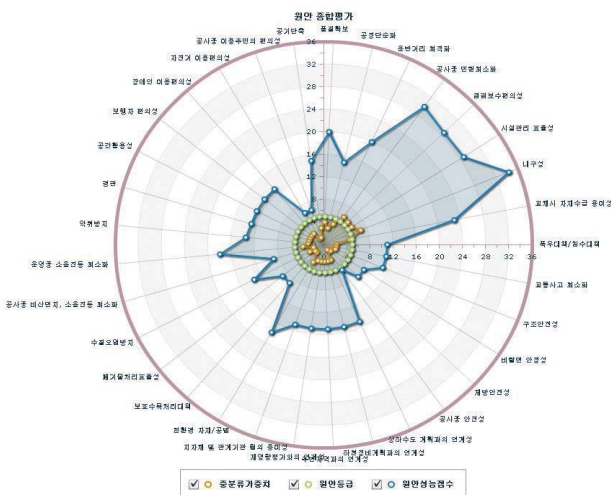


그림 9. 다단계 성능평가결과 그래프 구현기능

■ 기능정의 및 FAST도 작성의 경우 워크숍 진행시 시간 부족을 이유로 생략하거나 기능평가를 수행하지 못하는 경우가 있으나 지원시스템을 이용하면 빠른 시간내에 수행이 가능하다.

기능정의 단계에서 입력된 내용을 재입력 없이 Fast도 작성 및 기능평가와 상호 연계시켜 준다. 또한, 사전단계에서 입력된 대분류 성능속성과 가중치 및 비용입력값이 연계되어 기능성능평가 및 기능비용평가가 가능하며 이를 통해 중점 개선기능을 선정할 수 있다. 그리고 FAST도 작성시 각 기능별로 분류되고 상호데이터가 연계되어 작성시간을 단축시켜주어 기능의 적정성을 평가할 수 있는 시간을 확보할 수 있다.

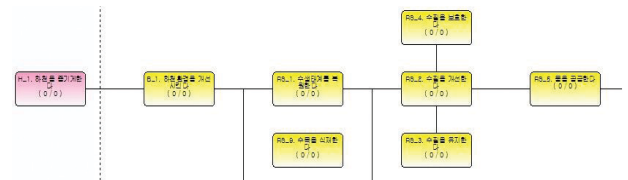


그림 10. FAST Diagram 구현기능

■ 아이디어 창출 및 평가단계에서는 효과적인 아이디어 창출을 위해 개인 브레인스토밍 후 관련 아이디어를 정리하고 집단 브레인스토밍으로 연계하여 아이디어를 도출시킨다. 또한, 이전단계에서 도출된 중점개선기능과 연계시켜 아이디어를 창출함으로써 추후 VE제안서 작성에 재작업 시간을 단축시킬 수 있으며 팀원들의 효과적인 아이디어 창출을 지원한다.

기능 No. / 아이디어 No. 아이디어 / 세부내용 / 제안자

---

**F-1 하천을 즐기게 한다**

I-1

우아-01 / 우수관중 수지배출 강관을 콘크리트관으로 변경하여 공사비를 절감하자  
 - 우수관중 수지배출 강관을 콘크리트관으로, 연결관도 고품관으로 변경하여 공사비를 절감하자

↓

성능기준 가중치						비용		성능 합계	비용 합계	등급	결정사항	비고
11	15	18	13	20	23	초기	유지					
A	B	C	D	E	F							

0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 3 대안개발  삭제

그림 11. 아이디어 평가기능(매트릭스기법)



아이디어 평가 단계에서 개인별 평가를 진행한 후 VE팀 리더가 그 결과 값을 실시간으로 집계하여 최종적으로 VE팀원간 협의를 통해 결정한다. 모든 아이디어평가가 끝나면 아이디어 통계와 항목별 아이디어 리스트를 바로 확인할 수 있으며 평가결과 확인과 동시에 대안구체화를 진행함으로써 불필요한 아이디어 정리 시간을 단축시킬 수 있다.

■ 대안구체화 단계에서는 각 대안별 구체화 양식지의 자동생성 및 대안별 팀원할당이 통하여 신속한 대안구체화가 가능하다. 대안구체화 작성시에는 대안 개요, 장·단점, 개요도, 성능평가, LCC평가(초기공사비, 유지관리비), 가치분석을 작성할 수 있도록 구축되어 있으며 성능, LCC, 가치분석을 자동으로 산정하고 그래프를 보여주므로 신속한 대안 분석을 지원한다. 또한, 각 대안별 세부결과를 활용하여 조합대안 등 원하는 대안만으로 종합결과를 확인할 수 있다.

1. 총개념 분석							
구성요소 구분	원안			대안			비고
	수량	단가	계	수량	단가	계	
직접비 (A)							추가
수지외장판(D1350) /㎡	16752	3530282	59,139,284,064				삭제
수지외장판(D1350) /㎡	8651	4871842	42,146,305,142				삭제
콘크리트판(D1350) /㎡			0	16753	3323602	55,680,304,306	추가
콘크리트판(D1350) /㎡			0	8651	3957702	34,238,080,002	추가
간접비 (B)							추가
간접비 제외			0			0	삭제
총 공사비 합계 (A+B)			101,285,589,206	89,918,388,308			
증감액				11,367,204,898			↓

2. 유지관리비용 분석							
항목	원안	대안	비고				
연간유지비용 (C)							추가
배수관 유지관리		282145322	18145322	삭제			
사면안정		121345212	121353114	삭제			
연간 발당비용 계 :							
원가계수(A)	403,490,534		302,498,436				
원가계수(B)	25.66		25.66				
연간 발당비용의 현재가치합계 :	10,354,133,129		7,762,534,220				
항목	주기	보수율	원가계수	원안	대안	비고	
주기유지비용 (D)							추가
연료	5	10	4.5	591321900	556703000	삭제	
배관	10	20	1.91	421414160	342341050	삭제	
도료	10	30	1.91	1421333	1253666	삭제	
주기 발당비용의 현재가치합계				42,826,141,902	38,233,319,964		

그림 12. 대안구체화의 LCC분석 기능



그림 13. 대안분석 종합결과 그래프지원 기능

■ 발표단계는 모든 대안의 결과값과 종합결과를 발표하여 노력의 성과를 어필할 수 있어 서로간의 성취감을 느낄 수 있다. VE제안서 양식을 자동작성하여 성과를 공유하고 또한 VE결과제출서 제안서로 활용할 수 있도록 엑셀로 출력하는 기능을 구현한다.

가치요소	가치점 (가치포인트)				가치점 (가치포인트)			
	1	2	3	4	5	6	7	8
가치점	건설시작비용	유지관리비용	가(LCC)	합계점 (L+J)	가치점수	가치점수	가치점수	가치점수
가치점	235,947,571,985	30,273,728,462	266,221,300,437	-	500	500	-	-
가치점	235,639,464,178	30,234,196,059	265,873,660,237	347,640,200	0.13%	500.13	500.43	0.09%
가치점	* D100mm 이하 유수관의 설치 시 보수비용 절감 * D300mm 이하 유수관의 설치 시 보수비용 절감							

그림 14. VE제안서 작성기능

◎ 이행단계

■ 이행자로 양식의 자동생성을 통해 추가적인 작업시간을 단축시키며, VE워크숍 수행 중 도출된 결과를 원하는 단계별로 실시간 확인이 가능하다. 이행회의를 통해 최종적으로 아이디어 반영여부를 결정하여야 하는데 여러 가지 경우의 수를 조합한 아이디어의 종합결과를 설명할 수 있으므로 최종 의사결정하는데 있어 효율적인 지원을 할 수 있다.

그리고 보고서작성 지원을 위해 분석결과를 Excel로 변환 및 출력하는 기능을 지원한다.

대안명	대안1 : 무아-01 / 무수관용 슬 수지외장 판콘크리트판으로 변경하여 공사비 절감	제안자
발안 개요	* 대수관판(1350mm~1500mm)를 수지외장판으로 적용함	
대안 개요	* 대수관판(1350mm~1500mm)를 콘크리트판으로 적용함	
제안서 특징	장점	* 내식성 및 내후성이 우수하여 결빙으로 지반에 갈라지고 관변형이 없다
	단점	* 무수관용 가장 많이 사용되며 공사비가 저렴하다
	이행시 주요 고려사항	* 동결이 무거워 취급 및 시공이 편리함
성능	○ 승인 ○ 수검 ○ 승인 ○ 수검 ○ 승인 ○ 수검	성능합계수 520.25 성능향상률 4.05%
비용	○ 승인 ○ 수검 ○ 승인 ○ 수검	초기비용절감 11,367,204,898원 유지관리비용 절감 1,458,492,119원
표지결과	○ 승인 ○ 초안부 승인 ○ 검토 중 ○ 기각	

그림 15. 이행회의 자료 자동작성 기능

## 4. 맺음말

VE 지원시스템은 워크숍 각 단계의 수행시간 단축 및 편리성을 강화하여 VE Job Plan의 모든 단계를 수행할 수 있도록 지원하며, 시공간의 제약을 해소해 워크숍에 참석하지 못하는 이해관계자가 웹을 통해 워크숍 진행상황을 체크 및 직접적인 참여가 가능하여 효율적인 VE 수행을 지원한다.

지속적인 국내 VE제도의 개정과 더불어 VE를 활발하게 적용되고 있지만, 시행과정상의 제약사항 및 운영상 문제점으로 VE효과를 극대화시키지 못하고 있는 실정이다. 이러한 문제를 개선하고 VE 효과를 향상시키기 위하여 VE 지원 시스템 활용을 제안한다.



그림 16. 웹기반 VE 지원시스템 활용 효과

향후 “웹기반 VE지원시스템”을 적극 활용한다면 보다 효율적인 VE수행을 통해 더 나은 가치향상을 도모할 수 있을 것이다. 이를 통해 보다 다양한 분야에 VE를 적용할 수 있을 것이고 VE수행과정도 한 단계 도약하는 기회가 될 수 있을 것이라 기대해 본다.