

가치공학을 이용한 도로·교통분야의 기술혁신 성과

이용택, 조현우

1. 머리말

우리나라의 도로교통수요는 1980년대 이후 대도시 주변에 신도시가 개발되어 시 외곽에서 도심으로 진·출입하는 통행량이 증가하는 도시교통의 '廣域化現象'과 함께, 국제통화기금(International Monetary Fund : IMF)위기 극복 이후 소득 증대와 주5일근무제도 시행으로 인하여 지역교통의 '全國化現象'이 진행되면서, 이와 관련된 교통수요가 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 그러나 정부의 도로건설 예산은 복지, 환경, 국방 등 타 분야의 정부예산 증가로 인해 2003년 9조원에서 2006년 7조 3천억으로 19% 감소하였으며, 기획예산처의 '국가재정운용계획'에 따르면 향후에도 도로분야의 정부예산 감소 추세는 지속될 예정이다. 따라서 정부는 줄어드는 도로부문 예산을 이용하여, 늘어나는 도로 교통수요에 대응하여 어떻게 효과적으로 도로망을 공급해야 하는가에 대해 고민하게 되었다. 또한 기업(건설업·엔지니어링업계)은 도로부문의 정부예산 축소뿐만 아니라, 국가간 자유무역협정(Free Trade Agreement : FTA)체결 등 국제화의 흐름에 발맞추어 국내·외 개방된 건설시장에서 어떻게 경쟁력을 확보할 것인가에 대해 고민하게 되었다.

그러나 본 저자는 이렇게 우리 정부와 기업이 처한 당면과제에 대한 유일한 해답은 '技術革新(Technical Innovation)'외에는 다른 王道가 없다고 생각한다. 따라서 본 고에서는 도로부문의 혁신적인 비용효과적(Cost-

effective) 방안으로 인식되고 있는 '價値工學(Value Engineering : VE)'과 이를 최초로 개발하여 도로·교통분야에 널리 사용하고 있는 미국의 혁신사례에 대해 소개하고자 한다.

이러한 가치공학연구는 국내에서도 2000년 들어 '건설기술관리법 시행령'에서 설계의 경제성 등 검토의무화내용을 포함하여 총사업비 500억 원 이상 대규모, 고난도 공사에 대하여 설계 시 경제성 검토를 의무적으로 시행함으로써, 가치공학의 도입을 통하여 업체의 기술혁신을 유도하도록 하는 최소한의 법적 유인장치가 마련되었다고 볼 수 있다. 그러나 국내에서는 아직까지 가치공학에 대한 이해와 공인전문가가 부족할 뿐만 아니라 공법 변경으로 인한 사업시기 연장에 대해서 우려하는 현장 풍토 때문에 적극적으로 활용되지 못하고 있다.

그러나 미국에서는 1954년 미국 국방부 해군 선반부에서 가치공학을 조달 부분에 처음 도입한 이후, 1974년 연방보조 국도사업의 원가절감을 위해 가치공학을 도입할 수 있는 법적 근거를 마련하고, 연방국도관리청(FHWA)에 가치공학관련 조직과 직제를 신설한 이래, 현재까지 건설비를 획기적으로 절감하고 도로의 성능을 향상시키는 **효과적인 의사결정지원 도구(Decision Making Tools)**로 사용하여 오고 있다. 따라서 저자는 본 고를 통하여 가치공학을 도로·교통분야에 도입함으로써 기술혁신(원가절감, 프로젝트의 질적 성능향상 등)을 이룬 미국의 선행사례(Best Practice)를 소개하고, 상기와 같은 고민에 빠져 있는 국내 공공·민간 도로·교통분야의 전문가에게 교훈을 제공하고자 한다.

II. 가치공학의 정의 및 특징

1. 가치·가치공학의 정의

'價値(Value)'는 생산품이나 프로젝트의 기능적 성능과 그것을 얻기 위한 비용사이의 상관관계를 나타내는 정성적 혹은 정량적 지표로, '最高價値'라는 말은 고객이 기대하는 성능수준을 만족하는 기능을 확실하게 달성할 수 있는 가장 비용효율적인 수단을 의미한다. 따라서 이를 수식으로 나타내

면 식(1)과 같이 성능을 비용으로 나눈 값으로, 여기서 성능은 범위와 일정의 함으로도 나타낼 수 있다.

$$\text{가치(Value)} = \frac{\text{성능(Performance)}}{\text{비용(Cost)}} = \frac{\text{범위(Scope)} + \text{일정(Schedule)}}{\text{비용(Cost)}} \quad (1)$$

- 여기서, 성능 : 의도된 기능을 완수하기 위한 생산품의 능력
- 비용 : 사업·생산품을 위해 필요한 인력, 장비, 자재 등의 모든 자원
- 범위 : 생산품의 범위는 생산품의 의도된 성능 및 특징을 의미하고, 사업의 범위는 생산품이나 서비스를 조달하기 위해 필요한 작업으로 구분
- 일정 : 생산·사업기간으로, 주어진 시간 내에 특정한 장소에 제품이나 서비스를 제공하기 위해 반드시 검토가 필요

또한 ‘價値工學(Value Engineering : VE)¹⁾’의 정의는 다양한 전문 분야의 전문가팀을 구성하여 사업과 생산물의 성과(Performance) 향상과 원가 절감을 위하여 관련 프로세스에 영향을 미치는 기능을 개선하는 과학적 기법 및 절차를 말한다.

2. 가치공학의 추진절차

가치공학의 추진절차는 L. D. Miles에 의해 처음으로 제시되었는데, 정보단계→분석단계→창조단계→판단단계→개발계획단계의 5단계로 구성되어 있으며, 이후 개인이나 조직의 특정 요구사항을 충족시키기 위해 다양한 형태로 변화하면서 발전해 왔다. 최근에는 R. B. Stewart(2005)²⁾가 D. Miles가 제시한 5단계의 기본단계를 포함하여 준비단계→정보수집단계→

1) 가치공학(Value Engineering)은 가치설계(Value Design), 가치혁신(Value Innovation), 가치관리(Value Management)등으로 시대변화에 따라 명칭도 변화되어 사용되었으나, 그 기본원리는 모두 동일하다.

2) SAVE International의 Job Plan(작업계획)과 유사



<그림 1> 가치공학 작업계획 흐름도

기능분석단계→아이디어모색단계→아이디어평가단계→대안개발단계→발표 단계→이행단계로 8단계의 **작업계획(Job Plan)**을 제시하였는데, 이는 <그림1>에서 보는 바와 같다.

- ① 준비단계 : 대상사업과 수행시기를 확인하여 가치공학연구의 목표, 목적, 가정 및 제한사항 등을 확인하는 단계
- ② 정보수집단계 : 대상사업을 완벽하게 이해하고, 연구에 필요한 정보 (비용, 일정 등)를 수집하는 단계
- ③ 기능분석단계 : 연구의 핵심과정으로, 대상 사업에서 가치를 제공하지 않는 불필요한 기능을 분류하여 식별해내는 단계
- ④ 아이디어 모색단계 : 대상사업의 기능적 성과달성을 위하여 브레인스토밍기법을 활용하여 광범위한 아이디어를 창출하는 단계
- ⑤ 아이디어 평가단계 : 아이디어 모색단계에서 생성된 많은 양의 아이디어에 대해 평가절차를 통해 양질의 아이디어를 추려내는 단계
- ⑥ 대안개발단계 : 평가단계에서 도출된 아이디어를 기술적으로 검증하여 실행 가능한 가치대안으로 개발하는 단계

- ⑦ 발표단계 : 주요 의사결정자에게 제안사항을 포함한 최종보고서를 통하여 과업결과를 발주자, 이해당사자, 이용자에게 알려주는 단계
- ⑧ 이행단계 : 연구팀에서 제공한 연구결과를 검토한 후, 인용 또는 기각 여부를 결정하는 단계

3. 가치공학의 적용 시 특·장점

가치공학의 주요 특·장점(강점, 약점, 기회, 위기)은 <표 1>과 같이 미국 TRB(2000)의 NCHRP 352 보고서 중 SWOT분석결과를 참고하면 알 수 있다.

<표 1> 가치공학(VE) 적용 시 주요 특·장점 (도로분야)

<p>■ 강 점 (Strength)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 프로젝트 개발초기에 적용하여 프로젝트 기능과 범위를 명확히 할 수 있음 ② 관련주체의 의견수렴 절차가 잘 개발되어 있음 ③ 조직 내 VE적용을 위한 리더가 존재 함 ④ 프로젝트의 최적 구현이 가능함 	<p>■ 약 점 (Weakness)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 조직 내에 훈련된 전문 인력 부족으로 VE팀 구성이 어려움 ② VE 연구에 별도의 비용과 시간이 소요됨 ③ 법정 기준 외 사업에는 VE 도입을 꺼려함 ※ 미국의 경우, 사업비 25백만 불 이상 사업에 VE를 의무적으로 도입하고 있음
<p>■ 기 회 (Opportunity)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 법정기준 외의 사업에도 확대 가능 ② 공공기관이 주어진 예산 내에서 최적대안을 제공한다는 국민의 신뢰 획득 ③ 설계·시공분야의 도로안전, 신규 설계방식, 자산관리 등 타 분야에 VE를 확대 적용 가능 ④ 타 기관, 내부 기관 간의 업무협조 증진 	<p>■ 위 험 (Threats)</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 교육훈련, 연구예산 등 관련 비용과 시간이 소요됨 ② 조직 내 VE에 대한 몰이해와 전문가 부족함 ③ 중앙정부의 의무적인 도입방침 없이는 추진이 미흡 ④ 도로안전, 첨단건설기술 등 타 분야로의 확대에 대한 인식 부족

자료 : TRB(2005), NCHRP Synthesis 352:Value Engineering Application in Transportation pp.15~16

III. 가치공학을 이용한 도로·교통 기술혁신

1. 도입 배경 및 추진현황

1940년대초 General Electric(GE)사의 부사장 Harry Erlicher는 설

계변경과 대체원료를 이용, 원가를 절감하여 낮은 가격에 질 높은 상품을 생산할 수 있다고 판단하고, 당시 구매부장으로 근무하던 L. D. Miles³⁾에게 효과적인 원가절감방안을 개발토록 하였으며, 그 결과 1947년 가치분석(Value Analysis)이 탄생하였다. Miles는 GE사의 도장공장에서 구매 의뢰한 석면(Asbestos)의 가격이 폭등하자 가격이 싸면서도 석면과 같은 내화기능을 달성할 수 있는 대체재를 도입하여 제품의 기능을 유지하되 원가를 절감할 수 있는 제안 기술을 개발하고 이를 설계과정의 일부가 아니라 독립된 기술혁신과정으로 발전시켰다. 이를 통해 GE사는 이후 수십 년간 경쟁사보다 높은 경쟁력을 유지할 수 있게 되었다.



〈그림 2〉 L.D. Miles

1954년 미국 국방부 해군 선반부(U.S. Navy Bureau of Ships)에서는 민간의 이러한 기술혁신방식을 정부 내에 조달부분에 처음으로 도입하면서 이를 가치공학으로 명명하기 시작했다. 또한 1963년 해군 공병단에서 설계분야에 적용하기 시작하였고, 1965년에는 육군 공병단(Corps of Engineers : COE)에서 건설계약 시 이를 적용할 때에는 인센티브를 제공하도록 하는 **價値變更提案制度**(Value Engineering Change Proposal : VECP)⁴⁾를 도입함으로써, 공공기관에서 공공건설 사업의 비용 효과적 추진방식으로 인식되기 시작하였다.

한편 미국의회는 비용효과적인 국도망 확충을 위하여 1970년 연방보조 국도사업에 가치공학이나 건설비 절감분석을 도입할 수 있는 법적 근거를

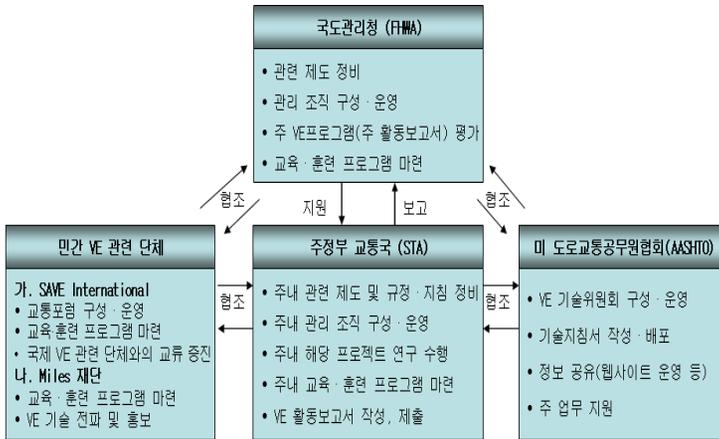
3) 가치공학의 아버지라고 불리는 가치공학의 창시자

4) 사업 발주자에게 제출되어, 가치분석변화의 실행 전에 제안자가 승인을 요구하는 공식제안으로 제안자의 계약내용의 변경을 수반한다. 많은 조직들이 공식적인 VE검토에 얽매이지 않는 VECP를 계약 시 사용하고 있으며, 이행된 가치변경제안서의 결과로부터 얻은 이익은 계약조건에 따라 달라질 수 있으나 통상 50:50으로 나누게 된다.

마련하였으며, 1973년에는 연방국도관리청(FHWA) 내에 가치공학관련 프로그램(기획·운영·관리·교육)을 담당하는 조직과 직제를 신설하였다. 1995년 고속도로법과 1997년 연방국도관리청의 VE Regulation 23 CFR Part 627에 따라 각 2,500만 불 이상의 모든 연방보조 도로사업에 대해 의무적으로 가치공학을 이용하도록 하는 법·제도적 기준이 마련됨으로써 가치공학의 이용활성화에 기여하였다.

2. 추진체계

도로부문의 가치공학과 관련된 조직은 <그림3>과 같이 유기적인 관계로 구성된 추진체계를 형성하고 있으며, 각 기관별 해당 업무는 다음과 같다.



<그림 3> 미국의 도로부문 가치공학 추진체계도

1) 연방국도관리청(FHWA)

연방국도관리청은 도로부문의 가치공학 확산을 위해서 관련 법(1970년, 1995년)과 규정(1997년)을 정비하고, 조직 내부에 관련 조직과 직제를 구성하여 운영하면서, 교육·훈련 프로그램(1973년 등)⁵⁾ 및 가치공학 활용지

5) 연방국도관리청의 교육프로그램은 주정부에서 가치공학을 확대 적용하기 위해 필요한 공무원·전문가를 교육하는 프로그램으로, 1975년부터 시행되어 1999년 기준 현재까지 8,500명이 교육을 받았다.

침서(1998년)를 작성·배포하여 주정부의 가치공학 활용을 지원하고 있다. 또한 50개주의 연방보조 도로사업에 대한 가치공학 운용실태를 모니터링하고, 주 정부의 가치공학 운용실태를 평가하여 연차보고서를 발표하고 있다.

2) 주정부 교통국(STA)

California주 교통국(CalTrans)⁶⁾은 1969년 주정부 중 최초로 가치공학 프로그램을 도입하였으며, 이후 Florida주⁵⁾ 1970년도, Virginia주⁵⁾·Idaho주 1973년도, Minnesota주 1975년도, New Mexico주 1977년도, Oregon주·Pennsylvania주 1979년도에 각각 가치공학을 도입하기 시작하여 현재는 <표 2>와 같이 주정부당 연평균 24건(Virginia주 등 이용실적이 많은 상위 10개 주 대상)의 연구를 추진하고 있다. 또한 주정부 교통국에서는 주내 관련규정 및 지침(적용대상 프로젝트 기준, 연구보고서 양식 등)을 마련하고, 내부 관리조직을 구성하여 관리공무원을 참여시켜 운영토록하고

<표 2> 연방보조 도로사업의 가치공학 적용 현황(10개 주 대상)

(기간 : 1999-2003)

주정부 명	가치공학 연구 수 (단위 : 개)			연구 비용 (단위 : 백 만불)			연구 당 평균비용 (단위 : 불)
	내부	외부	소계	내부	외부	소계	
Virginia주	255	1	256	4.01	0.01	4.03	15,700
Florida주	88	157	245	1.68	3.61	5.28	21,600
California주	12	129	141	2.66	5.80	8.46	60,000
Texas주	0	100	100	0.00	1.10	1.11	11,100
Pennsylvania주	83	10	93	0.22	0.26	0.48	5,200
New Jersey주	89	0	89	1.10	0.00	1.10	12,400
North Carolina주	82	0	82	0.21	0.00	0.21	2,600
Tennessee주	57	9	66	0.27	0.05	0.32	4,800
Washington주	52	13	65	0.43	0.32	0.76	11,700
Ohio주	17	43	60	0.03	0.62	0.65	10,800
합 계	735	462	1,197(120*)	10.61	11.77	22.40	18,700*

자료 : Annual Federal-Aid Value Engineering Summary Report

* 가치공학을 가장 많이 활용하고 있는 상위 10개 주정부의 연구 수, 평균 연구비용

6) 97-2003년의 가치공학 추진실적으로 살펴보면, 전체 주의 6%에 해당하는 3개 주(California, Florida, Virginia)가 연방보조 도로사업의 가치공학 프로그램의 40%를 추진하고 있어 미국 내 가치공학연구를 주도하고 있다.

있으며⁷⁾, 관련 예산을 확보하여 주내 전문인력을 양성⁸⁾하는 한편, 해당 도로사업의 가치공학연구를 계획·수행하고 있다. 또한 연간 주정부의 도로관련 예산이 1,000만 불을 초과할 경우에는 VE활동보고서를 작성하여 연방국도관리청, 예산관리청(OMB)에 보고하도록 하고 있다.

3) 도로교통공무원협의회(AASHTO)

도로교통공무원협의회는 1985년 가치공학의 효과를 공식적으로 인정하고 협의회 내에 VE 기술위원회를 구성·운영하고 있는데, 기술위원회에서는 가치공학을 주정부에 보급하기 위해 1987년에는 ‘가치공학업무지침’을 발간하여 배포하고 있다. 또한 협의회는 연구개발 및 교육·훈련 프로그램을 개발하여 보급하고 있으며, 2000년에는 VE기술위원회에서 정기적인 컨퍼런스 개최, 기술지침서 배포, 정부공유를 위한 웹사이트 운영 및 주정부의 업무지원을 골자로 하는 시행계획(2000-2012년)을 수립하여 운영하고 있다.

4) 가치공학관련 민간단체(NGO)

미국 내 가치공학관련 민간단체는 크게 ‘SAVE International’과 ‘마일즈재단’을 들 수가 있다. 먼저 SAVE International은 미국 내 가치공학의 지식공유 및 교육·훈련을 장려하기 위해 1959년 미국 가치공학자협회(Society of American Value Engineering)로 창설되었으나, 현재에는 가치공학을 전 세계적으로 확산시키기 위해 35개국 이상의 국가에서 공공 또는 개인 전문가들이 참여하는 국제협회로 발전하였다. SAVE International은 교육·훈련(Module I, Module II), 출판, 가치공학 분석방법의 보급, 공인자격(Certified Value Specialist) 인증프로그램을 운영하고 있으며, 특히 교통 분야의 가치공학 활용을 육성하기 위해 AASHTO 기술위원회와도

7) 주정부의 담당 조직은 설계부서(Colorado주, Kentucky주, Louisiana주 등) 또는 건설부서(Arizona주 등), 재무·감사부서에서 담당하기도 하며, 공무원과 건설·엔지니어링 전문가로 구성된 VE보조위원회(VE Advisory Committee)로부터 주요 정책 방향과 지침을 마련하여 운영하는 경우(Virginia주 등)도 있다.

8) 주정부 마다 교육·훈련의 규모나 인력 구성이 다르지만, 과반수에 해당하는 주들이 지난 5년 이상 꾸준히 전문기관(SAVE International, AASHTO, FHWA)과 연계하여 교육·훈련을 실시하였으며, 대표적인 사례로 California주는 1980년대 초부터 현재까지 1200명을, Virginia주는 2,300명의 인력을 교육시켰으며, Florida주 500명, Ontario주, Washington주는 350여명 이상의 전문가를 교육·훈련시켜왔다.

연계를 강화하여 SAVE International내 교통포럼을 운영하여 주기적인 컨퍼런스를 진행하고 있다.

한편 **마일즈재단(Miles Value Foundation)**은 가치공학의 확산을 위해 설립된 비영리 공공재단으로 대학교 강좌수준의 교육프로그램을 개발·교육하고 대중적 인식확산(Public Awareness)을 위해 출판·방송·기술이전 프로그램을 운영하고 있으며 연구조성(Scholarship /Grant) 프로그램을 통해 기업, 학계의 연구개발을 촉진하고 있다.

3. 기술혁신을 위한 주요 고려사항

1) 연구대상 규모 및 도입시기에 관한 사항

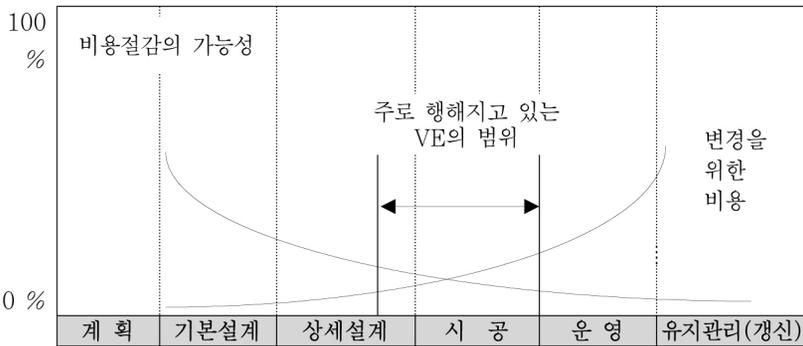
미국 내 연방도로법은 사업비 2,500만 불 이상의 연방보조 도로사업에 대해 의무적으로 가치공학을 적용하도록 하고 있으나, 해당 주에서는 정책 및 재정여건에 따라 내부적으로 이와 같은 기준을 보다 강화하여 적용하고 있다. 예를 들어 Nevada주는 1,000만 불 이상, Florida·Pennsylvania 주는 2,000만 불, Virginia·Alaska주는 500만 불 이상을 기준으로 적용하고 있다. 미국의 경우 가치공학 적용규모에 대한 연구로는 Clark(1999)가 사업비 1,000만 불 이상 연방·주 도로사업에 대해서도 <표 3>과 같은 비용(Cost), 복잡성(Complexity), 효과성(Impact) 항목에 해당되는 경우 가치공학을 도입하도록 권고하고 있는데, 이는 참고할 만한 사례라고 판

<표 3> 도로건설사업의 가치공학연구 적용기준(Clark, 1999)

고려항목	판단기준
비용 (Cost)	<ul style="list-style-type: none"> · 총사업비 25%이상이 도로공정인 사업 · 총사업비 25%이상이 교량공정인 사업 · 예산을 초과하는 사업비를 가진 사업 등
복잡성 (Complexity)	<ul style="list-style-type: none"> · 도로선형 개량 등 현 구조물을 대개조가 필요한 사업 · 교량 확장 · 자재가 고가인 공법 적용시 · 하이테크, 공정 소요시간이 긴 사업 등
효과성 (Impact)	<ul style="list-style-type: none"> · 주 전역 또는 지역전역에 파급효과가 큰 사업 · 독극물 처리비용이 많이 소요 사업 · 환경비용이 많이 소요되는 사업 등

단된다.

또한 가치공학연구의 도입효과를 극대화하기 위해서는 도로사업의 생애주기(Life Cycle) 동안 가치공학연구를 언제 수행하는 것이 바람직한지를 판단해야 한다. 일반적으로 가치공학전문가들은 의사결정자 및 관계자(Stake-Holders)의 의견을 충분히 반영시킬 수 있고, 사업의 질과 비용절감 효과의 80-90%가 도로사업과정 중 계획·설계단계에서 결정되기 때문에 사업초기(계획 및 기본설계단계)부터 가치공학의 개념을 적극 도입하기를 권장하고 있다. 즉 <그림 4>와 같이, 도로사업이 진행됨에 따라 사업변경을 위한 비용은 증가하는 반면, 비용절감효과는 감소하기 때문에 조기에 가치공학을 적용하는 것이 바람직하다.



<그림 4> 건설사업의 생애주기에 따른 가치공학연구 도입효과

2) 가치공학연구팀 구성에 관한 사항

가치공학연구팀은 전문가들을 포함하여 구성하여야 하고, 팀의 리더는 공인가치전문가(CSV)와 기술사(PE) 등의 전문자격을 소지하고 가치공학연구 수행 경험이 풍부한자로 선정하고 있으며, 팀원을 구성할 때에는 주정부 교통국내에서 수행하는 가치공학연구는 대부분 교통국 내부 인력과 외부 전문 인력(기존 도로전문가, 타 분야 전문가)⁹⁾을 혼합하여 구성하고 있다. 이

9) Ontario주에서는 도로횡단면(차로, 길어깨, 측도 등) 설계표준을 마련하기위해 가치공학연구팀을 구성하면서 기존 도로전문가(도로설계, 배수, 시공, 교통, 환경) 외에도 안전, 인간공학 전문가들을 연구팀에 참여시켜 도로기하구조 및 횡단면구조를 개선함으로써 비용효과적인(Cost-Effective) 설계안을 마련, 보급하였다.

는 외부 전문가로부터 새로운 아이디어를 얻는 동시에, 내부 인력의 교육·훈련을 동시에 수행함으로써 조직 내 가치공학의 노하우(Know-How)를 축적하고 직원들의 잠재적인 업무성과를 향상시키는데 목적이 있다.

3) 가치공학 분석기법에 관한 사항

가치공학 분석기법은 개발한 아이디어를 합리적으로 선택하기 위한 과학적 분석기법으로, 분석기법의 선택은 연구대상 사업, 절차, 생산물에 따라 차이가 있지만, 주로 비용모형(Cost Model), 평가매트릭스(Evaluation Matrix 또는 Value Matrix), FAST(Function Analysis System Technique)의 3가지 분석기법이 대표적으로 사용되고 있다.

(1) 비용모형(Cost Model)

도로사업의 비용항목별로 발생비용을 정리한 데이터로 사업의 고비용 요소, 불필요 요소, 고가치 요소로 인식되는 비용항목을 분석하는 방법으로, <표 4>와 같이 초기비용모형(Initial Cost Model), 비용가치모형(Cost-Worth Model), 생애주기비용모형(Life-Cycle Cost Model) 등의 3가지 모형이 있다.

<표 4> 비용모형의 종류와 특징

비용모형의 종류	내용 및 특징
초기비용모형	<ul style="list-style-type: none"> • 사업의 초기 생산, 건설, 구입에 관한 모든 비용을 분석 • 가장 일반적인 모형으로 적시성이 높은 비용 모형
비용가치모형	<ul style="list-style-type: none"> • 모든 사업의 요소비용과 그 가치를 비교 분석 • 평가자가 평가한 가치에 비해 높은 비용을 갖는 분야를 도출
생애주기비용모형	<ul style="list-style-type: none"> • 생산품, 시스템, 서비스 등에 대해 특정기간에 걸쳐 구입 및 소유와 관련된 모든 과정에서 발생하는 비용을 분석

(2) 평가 매트릭스(Evaluation Matrix)

아이디어의 분석과 관련된 정보를 조직하고 기록하기 위한 평가방식으로, 성능과 비용을 모두 고려하여 평가기준(교통성, 시공성, 환경성, 유지

관리성, 일정 등)에 따라 아이디어의 장단점을 +/- 부호, 등급(주로 -2, -1, 0, 1, 2의 5등급) 등의 명확한 수치모형으로 제시한다.

(3) FAST(Function Analysis System Technique)

사업의 주요 기능간의 관계를 상세히 규명하도록 표현하는 수평적 차트로, 좌측에서 우측으로 질문에 대한 답을 진행하면서 기능의 방법(How)을 정의하고, 우측에서 좌측으로 질문에 답을 진행하면서 기능을 도입해야 하는 이유(Why)를 정의함으로써 사업의 주요기능을 명확히 정의할 수 있다. 또한 동시에 나타나거나 주경로의 기능에 의해 야기된 부 기능은 주경로기능 아래 수직적으로 도시하여 추가해 나갈 수 있도록 하였다.

이 외에도 리스크등록기법(Risk Register), PPM(Project Performance Measure) 등이 많이 사용되고 있다.

(4) 리스크등록기법(Risk Register)

미국에서는 사용되지 않고 있지만 영국에서는 리스크등록기법(Risk Register)이 보편적으로 사용되고 있는데, 이 기법은 사업의 비용, 공정별로 발생가능한 리스크의 확률을 산정하여 해당 사건이 발생하였을 경우, 결과를 수치적으로 제시하기 때문에 미래에 발생 가능한 다양한 사건에 대해 상호 비교분석이 용이하다.

(5) PPM(Project Performance Measure)

최근 PPM(Project Performance Measure)은 아이디어 대안의 주요 기능과 비용측면에서 아이디어 도입에 따른 기대효과를 의사결정자에게 설명하는데 많이 사용되고 있는데, 분석기법은 도로사업의 성능을 정의하고 사업의 성과를 계량화 할 수 있는 평가척도를 정립하고 상대적 중요도에 따라 가중치(Weighting)를 적용한 후, 기존안과 새로운 아이디어의 성과 차를 집합화(Aggregation)하여 대안의 상대적 가치를 계량화 하는데 사용된다.

4) 유관기관의 참여 유도방안에 관한 사항

도로분야에 가치공학을 도입하면서 원가절감 및 성능개선 뿐만 아니라,

유관기관·환경단체·도로이용자와 도로사업의 범위·내용에 대해 의견교환을 증진시키고, 다양한 의견을 반영하는 의사결정 도구로 사용되고 있다. 특히 최근에는 도로사업의 개발단계부터 대중의 참여(Public Involvement: PI)가 강조되고 있는 바, 가치공학의 기능적 분석기법(FAST 등)을 통해서 전문가로 구성된 연구팀과 유관기관·대중간의 의사교환을 증진하는 합리적인 의사결정 수렴과정을 거치게 된다. 즉 도로사업 초기부터 가치공학을 사용하면, 관계자들의 참여를 장려하여 사업의 개념과 내용을 정립하고 빠른 시간 내에 얻고자 하는 최적해에 도달할 수 한다.

5) 타 분야(Initiative)와의 통합운동에 관한 사항

(1) 도로안전연구

도로사업의 가치공학연구 시 교통안전분야에 대한 중요함을 일깨워준 사례로 90년대 중반 Ontario주 국도407호선의 예가 대표적이다. Ontario주 정부의 가치공학연구에 의해 개선된 국도407호선의 설계 변경안은 비록 설계표준 및 관련지침을 준수하고 있지만 교통안전성을 해친다는 이유로 주 경찰청에서 도입을 반대하여 개선안이 적용되지 못하는 결과가 발생하였다. 즉 국도407호선 사례는 도로사업에 가치공학을 도입하기 위해서는 가치공학연구 내에 교통안전성에 대한 검토가 반드시 선행되어야 한다는 교훈을 남겼다. 그 결과 과거 도로안전과 기하구조관계를 규명하는 연구를 바탕으로 연방도로관리청의 고속도로교통안전 설계모형이나 도로교통안전 분석프로그램이 개발·활용되고 있으며, 도로사업의 가치공학연구 시 연구팀 내 도로안전과 인간공학(Human Factor) 전문가의 참여를 통해 교통안전성에 대한 검증이 이루어지고 있다.

(2) 도로안전진단제도

도로안전진단(Road Safety Audit : RSA)은 20여 년 전 영국에서 최초로 도입되어 도로사업 시 해당 도로·교통시설의 개통이전 또는 이후에 교통안전 관련성능을 점검하는 제도로써, 현재 영국 외에도 미국, 캐나다 등 도로·교통선진국에서 널리 사용되고 있는 제도이다. 특히 미국에서는 연방국도관리청의 '도로안전지침'상에 가치공학연구와 도로안전진단제도를

동시에 수행하거나 가치공학연구의 제안서를 검토하기 위해 연구 후에라도 도로안전진단제도를 수행하는 등 두 제도를 상호 연계하여 운영하도록 권고하고 있다.

(3) CSD(Context Sensitive Design)

Neuman(2002)은 NCHRP480 'A Guide to Best Practice for Achieving Context Sensitive Solution'라는 보고서에서 가치공학연구는 사업의 입찰, 설계·건설단계에서 널리 사용되고 있지만 성능과 원가절감을 목표로 하다보면 관련기관과 이용자들의 요구에 소홀할 수 있는 역효과를 발생시킨다고 주장하면서, 도로사업 시행 시 의사결정자, 도로이용자, 지역사회(Community)의 요구를 충분히 반영하기 위해서는 도로계획, 설계, 건설 시에 CSD(Context Sensitive Design)를 적용해야 한다고 강조하고 있다. CSD는 공공시설 도입 시 사업초기부터 관계기관, 사용자, 대중의 요구사항 및 기능을 정의하여 설계에 반영하는 기법으로, 가치공학연구는 기능적 분석기법을 통해서 사업의 주요기능을 쉽게 정의할 수 있기 때문에 CSD와 함께 운용하는 것이 가능하다.

4. 도입효과

도로사업의 가치공학연구 도입효과에 대해서는, Brokenagan(1999)이 1993년부터 1997년까지 324개 가치공학연구를 검토한 결과, 도로건설사업의 원가절감, 도로서비스의 질적 향상 및 불확실한 설계요인 제거 등의 효과가 나타났다고 보고하고 있다. 그 외에도 연방국도관리청에서는 주정부의 가치공학 운영실태(연구과제수, 연구비용, 개선안수, 사업비 절감액 등) 등을 모니터링하고 있는데, <표5>와 같이 1997년부터 2003년까지의 운영실적을 살펴보면 5,169만 불을 들여 총 2,672건의 연구과제를 수행하여 12,603건의 개선안을 도출하였으며, 이중 5,548건을 적용하여 6,208만 불의 원가절감을 달성하여 투자회수율(Return on Investment : ROI)이 120:1로 도입효과가 매우 높은 것으로 나타났다.

〈표 5〉 연방보조프로그램의 가치공학 도입에 따른 효과

(기간: 1997년-2003년, 단위: 백만불)

구분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	종합/평균
VE연구과제수	369	431	385	388	378	377	344	2,672
VE연구비(A)	\$5.10	\$6.58	\$7.47	\$7.78	\$7.29	\$9.02	\$8.45	\$51.69
추정공사비	\$10,093	\$17,227	\$18,837	16,240	\$18,882	\$20,607	\$19,241	\$121,127
VE제안건수	N/A	2,003	2,082	2,017	2,013	2,344	2,144	12,603
제안건의 가치	N/A	\$3,084	\$3,227	\$3,483	\$2,375	\$3,050	\$3,163	\$18,382
승인건수	N/A	743	848	1,057	1,017	969	914	5,548
승인건의가치(B)	\$540	\$770	\$846	\$1,128	\$865	\$1,043	\$1,016	\$6,208
수익률(ROI)	106:1	117:1	113:1	145:1	119:1	116:1	120:1	120:1

주 : 투자회수율 (Return on Investment : ROI) = 승인건의 가치(B) / VE비용(A)

자료 : Annual Federal-Aid Value Engineering Summary Reports (연방국도관리청)

IV. 맺음말

지금까지 1960년대 미국내 도로망의 공급이 급증하던 시기에 민간기업에서 사용하던 가치공학의 개념을 도입하여 도로사업의 원가절감 및 성능향상을 이룩한 미국의 공공부문의 혁신사례를 고찰하였다. 이러한 혁신의 성과는 미국 교통당국(중앙·주정부)이 민·관의 파트너십을 통하여 정부차원의 법·제도적 장치를 마련하고 민간단체와의 협조를 통하여 인력양성을 위한 교육·훈련 및 공인자격제도를 육성하는 동시에, 공공이 주도적으로 가치혁신에 직접 참여하여 관련기술과 기법을 창의적으로 운용하였기 때문이다.

애플사의 CEO, 스티븐잡스¹⁰⁾는 “혁신을 추진하는 과정에는 때로는 실수할 수도 있다. 그럴때는 **재빨리 실수를 인정하고 다른 혁신을 도모하는 것이 최선이다.**”라며 지속적인 혁신의 필요성을 강조하고 있다. 이렇듯 지속적인 혁신과정은 민간뿐만 아니라 공공부문에서도 국가경쟁력 향상을 위한 필수적인 요건으로 인식되고 있다. 또한 그는 “혁신은 연구개발(R&D) 비용 규모와 상관없다. 애플이 매킨토시를 선보이는 순간 IBM은 R&D에 최소한 100배 이상의 비용을 쏟고 있었다. 돈이 문제가 아니다. 어떤 인력

10) 1955년생, 미국의 기업가로 워즈니악과 함께 애플의 공동 창업자이며 현재 애플사의 회장이다.

이 있느냐, 어떤 방향으로 가느냐, 결과가 얼마나 나오느냐가 문제다”라고 말하면서 **인재와 혁신기법을 통한 성과중심의 접근방법**에 대해서도 강조한 바 있다.

그렇다면, 결국 **줄어드는 예산으로 늘어나는 교통수요**에 대응해야하는 우리 정부와, 도로사업의 국내 **물량감소와 개방화**된 해외시장에서 경쟁력을 갖추어야하는 우리 건설·엔지니어링 기업이 **당면한 과제**에 대해 어떠한 (기술)혁신을 통해 해결해야 하는가에 대한 해답을 찾기 위해서는, 미국 정부의 가치공학을 이용한 도로·교통 기술혁신 성과를 **他山之石**으로 삼을 필요가 있다고 판단된다.

참고문헌

1. TRB(2005), NCHRP Synthesis 352 : Value Engineering Application in Transportation.
2. FHWA(1998-2003), Annual Federal-Aid Value Engineering Summary Reports.
3. Neuman외(2002), NCHRP480 A Guide to Best Practice for Achieving Context Sensitive Solution, TRB.
4. Robert B. Stewart(2002), Fundamental of Value Methodology, Xlibris.



이용택



조현우