

가치공학 개요 및 사례

서종원

- 건설VE 개론
- 건설VE 추진절차 및 기법

1. 건설V.E 개론

아스베스토스(Asbestos) 사건(L.D.Miles)



1.그것은 무엇인가?

ASBESTOS
(구매사양 확인)

정 보 수 집
(Information Phase)

2.그것은 어떤역할을 하는가?

불에 타지 않는다

기 능 분 석
(Function Phase)

3.그것의 비용은 얼마인가?

ASBESTOS 가격

가 격 분 석
(Cost Phase)

4.그것 이외의 다른것은?

종이 불연재 발견

창 조 단 계
(Creative Phase)

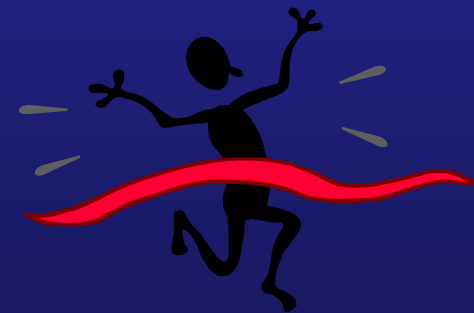
5.다른것의 비용은 얼마인가?

종이 불연재 가격

제 안 단 계
(Proposal Phase)

□ VA의 개념을 발전 시키면서 얻은 2가지 결론

1. 창조적 생각은 물리적 모양이나 기존제품과 서비스의 개념에 제한된다.
2. 기능의 집중연구는 고정 관념의 장애물을 제거하는 것을 도와 주고 창조의 기회를 부여한다



□ V.E Engineer 선발 기준 (1972년 11월 후지다 건설에서 강의)

- 전문적인 지식을 갖춘 자
- 균형적인 판단력을 가진 자
- 창조력이 있는 자
- 사람과 조화를 이루고 융화 되는 자



- VE는 Value Engineering의 약자로서 영어단어의 Initial만 따서 흔히 VE라고 부르고 있으며 “가치공학”이라고 명명되어 진다.
- 가치공학으로서의 VE개념은 수요자가 요구하는 품질, 소정의 성능, 신뢰성, 안전을 유지하면서 적용공법, 설비나 자재, Service, 절차 등으로부터 불필요한 Cost를 찾아내고 제거하는 것이다.
- 즉, VE는 최소의 생애비용(Life Cycle Cost:LCC)으로 필요한 기능을 확보하기 위해 발주처 또는 업체의 직원에 의해 행해지는 조직적인 개선활동을 말하며, 또한 VE는 비용의 절감, 생산성 향상 및 품질의 개선을 도모하기 위한 체계적이고 과학적인 공사관리 기법이다.
- 생애비용(Life Cycle Cost:LCC)
- 시설물의 계획단계부터 설계, 구매, 시공, 유지관리, 철거에 이르기까지의 전 생애에 관련된 비용을 모두 포함한 것을 말한다.

최저의 생애주기비용으로 최상의 가치를 얻기 위한 목적으로 수행되는 건설사업의 기능 분석을 통한 대안창출의 노력으로, 여러 전문분야의 협력을 통하여 수행되는 체계적 프로세스

$$\text{Value} = \frac{\text{Function}}{\text{Cost}}$$



□ 설계VE(VE Study)

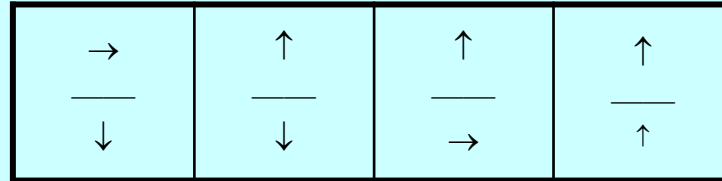
- 계획, 기본설계 및 상세설계의 단계에서의 VE로서 발주자가 VE TEAM을 편성하여 PROJECT전체의 LCC(Life Cycle Cost)의 절감 및 기능향상을 목적으로 ORIGINAL 계획이나 설계를 재 검토하고 대체안을 작성하는 것을 VE STUDY라고 함.

□ 시공 VE(공사 VE)

- 공사계약후 시공자가 스스로 계약내용과 도면, 시방서를 검토하여 공사비의 절감을 가져오는 대체안을 작성하여 발주자에게 계약의 변경을 제안하는 것이다.
- 발주자는 그 제안을 심사하여 변경에 의하여 당초의 계약으로 요청된 PROJECT의 기능이 손상되는 일없이 공사비의 절감을 확인한뒤 정식으로 계약의 변경을 한다.
- 대개 절감액의 50%를 시공자에게 VE에 대한 보상금, 장려금으로 주어진다.

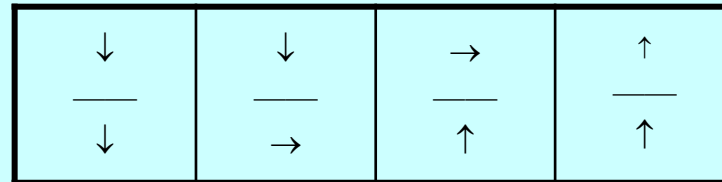
좋은 가치 향상법

$$V = \frac{F}{C}$$



좋지 못한 가치 향상법

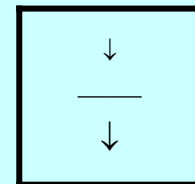
$$V = \frac{F}{C}$$



$$\text{Value} = \frac{\text{Function}}{\text{Cost}}$$

좋은 방법이나 주의 필요

$$V = \frac{F}{C}$$



Value = 가치(사용가치, 귀중가치)

Function = 필요한 기능

Cost = Life Cycle Cost(총 코스트)

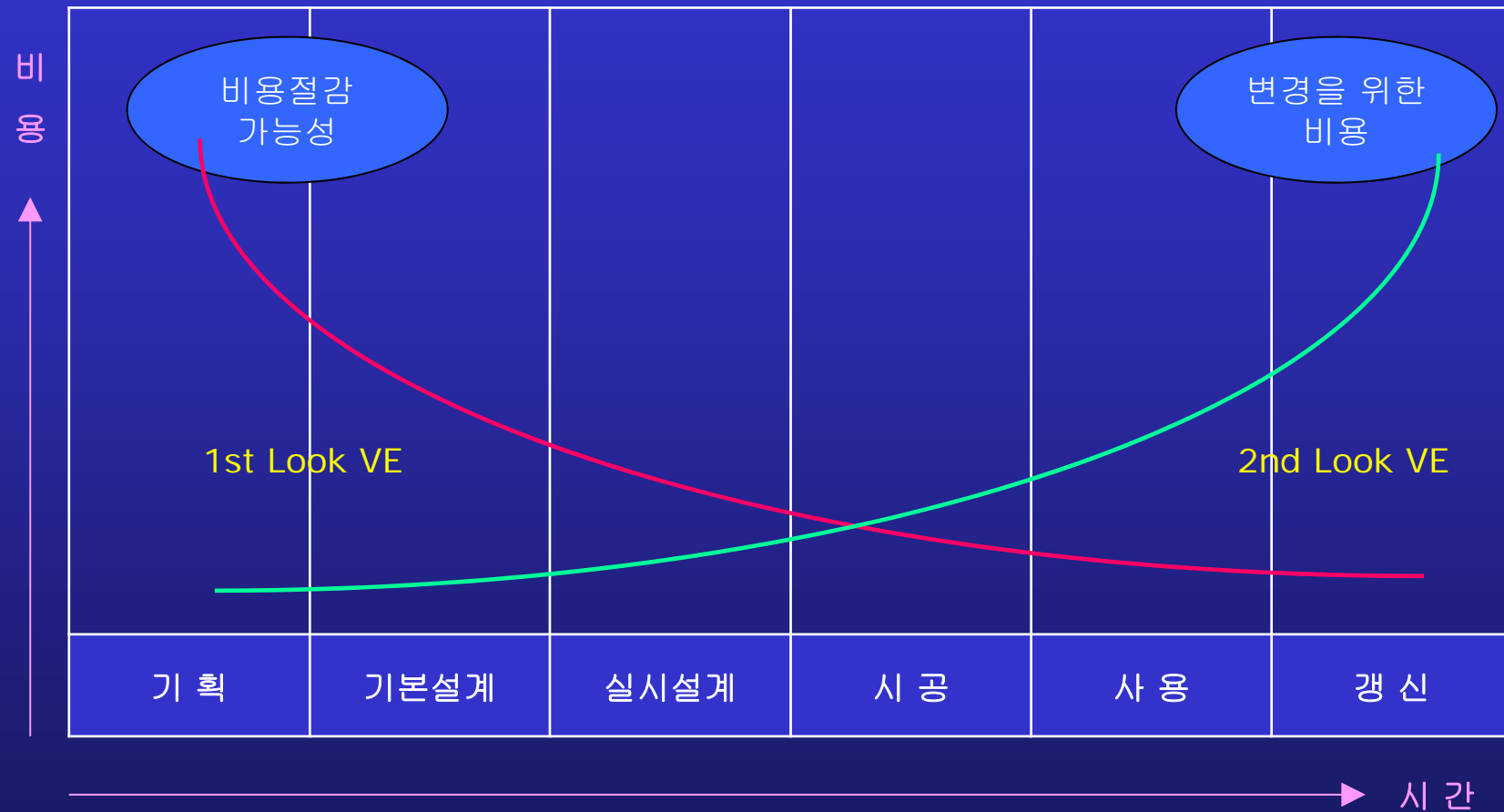
연 도	내 용
1947년	마일즈(Miles)에 의해 VA/VE(가치분석/가치공학)가 창안됨
1954년	마일즈에 의해 ‘미 해군 선박국(The Department of the Navy in the Shipbuilding)의 공식적인 가치분석계획이 착수되었고, 그 뒤 VE라 개칭됨.
1959년	미국 VE협회(SAVE : The society of American Value Engineers)가 결성됨.
1961년	미 군수 조달청 규정(ASPR : Armed Service Procurement Regulation)에 VE계약조항이 첨가되었고, 미 육군 공병단에서도 도입됨.
1962년	미 국방성에서 10만달러 이상의 모든 공사의 계약에는 VE를 필수전제 조건으로 정함.
1964년	미 해군 공병단에서 자체 내의 VE 프로그램을 개발 착수함.
1969년	미 건물연구 자문위원회(The U.S Building Research Advisory Board)에서 VE를 건축에 적용시키도록 하기 위하여 회의 소집.
1970년	미 연방정부 조달청에서 자체 건축계약에 가치공학 장려조항을 추가하기로 함.
1972년	제 12회 미 가치공학자 연간 회의에서 VE가 건축사업에 많은 공헌을 해 왔음을 인식함. 미 연방정부 조달청에서는 모든 건축공사와 설계계약에 가치장려조항(Value Incentive Clause)이 포함되어야 함을 전제조건으로 함.
1973년	미 VE협회에 의해 계속적으로 폭넓게 VE연구가 진행되고 있으며, 공인 VE지도사(CVS : Certified Value Specialist)제도가 있어 그들을 중심으로 한 VE의 평가, 자문, 공인 등이 활발히 진행되고 있음.
1975년	미 운수성 연방도로청에서 “도로공사에 VE적용”에 연관된 연수실시를 민간회사에 위탁함.
1983년	연방조달규칙에 VE조항을 추가함.
1988년	행정관리에산청(OMB)의 통지에 따라 연방정부기관에 VE의 적용을 의무화함.
1995년	연방의회에서 ‘VE의 체계적 적용에 관한 법률’이 제정됨.
1997년	미 운수성 연방도로청에서 연방보조도로사업 중 2,500만불이상 프로젝트에 VE의 적용을 의무화 규칙을 제정.
2001년	제 41차 국제 SAVE 대회 개최

□ VE에 직접 관련된 연방정부의 주요한 법령, 규칙

- 미국연방정부의 VE법 : VE의 체계적 적용에 관한 법률(Systematic Application of Value Engineering Act of 1995)
- 행정관리에산청(Office of Management and Budget)의 VE통지 : OMB Circular No. A-131
- GSA의 연방조달규정(FAR's) : FAR 52.248/FAR 48
- 연방도로청의 VE규칙(Regulation) : 23 CFR PART 627 등이 있다.

□ VE의 정의

“VE는 일정수준의 성능, 신뢰성, 품질 및 안정성을 만족 또는 향상시키면서 최소의 생애주기비용(Life Cycle Cost)으로 필요한 기능을 확보하기 위해서 정부기관 또는 시공자(Contractors)로 하여금 사업계획의 검토를 조직적으로 수행하는 작업을 말한다.” (행정관리에산청)

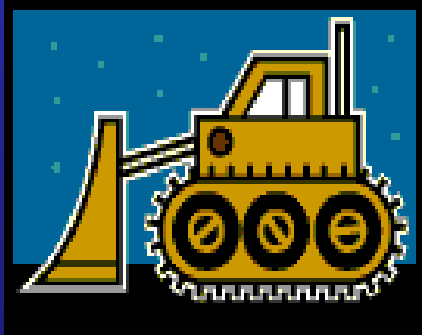


Results of VE PROGRAMS

VE Practical Application. 1997

AGENCY	Annual Approximate Expenditure	Period	Annual Program Cost	Annual Savings(Mil lion U.S.\$)	% Savings
EPA	1100	1981 – Present	3–5	30	2–3
Federal Highways	10 – 20,000	1981 – Present	Various Widely	150–200	1.5
Corps of Engineers	3,400	1965 – Present	3	200	5–7
National Facilities	2,400	1964 – Present	2.5	100	3–5
Veterans Administration	200	1988 – Present	0.5	10	3–5
School Facilities State of Washington	200	1984 – Present	4	5–10	3–5
Office of Management and Budget, NYC	2,000, 1,700	1984–87–88 Present	1 to 1.5	80 200–400	3–5
Design & Construction United Technology	300	1984 – Present	0.5	36	3–5 10–20
GDMW–MODA Saudi Arabia	2,000	1986 – Present	3	150	5–10

Construction Projects



- ✓ 운송/고속도로
- ✓ 운송(Transit)
- ✓ 정부기관
- ✓ 대형 주택공사
- ✓ 학교 및 대학교
- ✓ 병원/연구소
- ✓ 개조공사
- ✓ 군사 시설
- ✓ 상수도/폐기물
- ✓ 철도공사
- ✓ 항만공사

시 행 공 사 명	VE 절감율
■ 고베 종합운동장 대체육관 건설공사	0.3%
■ 니시 신사이바시 건설공사	0.9%
■ 환경국 현마사업소 개축공사	0.9%
■ 신현마장 건설공사	0.08%
■ 간호대학 건설공사(본부연구동 외)	0.14%
■ 간호대학 건설공사(학생회관 외)	0.47%

구 분	내 용	비 고
설계 VE제도	<ul style="list-style-type: none"> 설계의 경제성 검토 설계의 경제성 등에 관한 시행지침 	<ul style="list-style-type: none"> 건기법시행령 제38조 13 건설교통부장관 고시
적용대상	<ul style="list-style-type: none"> 총 공사비가 100억 이상의 공사로서 <ul style="list-style-type: none"> ✓ 1종 시설물이 포함된 건설공사 ✓ 신공법, 특수공법에 의한 건설공사 ✓ 발주청이 인정하는 건설공사 	<ul style="list-style-type: none"> 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제2조 제2호
대가지급	<ul style="list-style-type: none"> 실비정액가산방식 	<ul style="list-style-type: none"> 엔지니어링기술진흥법 제 10조의 규정

1. 설계 VE는 총공사비가 100억원 이상인 공사로서 다음 각호에 해당하는 건설사업에 대하여 시행
 - 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제2조제2호의 규정에 의한 1종시설물이 포함된 건설사업
 - 신공법 또는 특수공법에 의하여 시공되는 건설사업
 - 기타 발주청이 필요하다고 인정하는 사업
2. VE를 통하여 최대한 효과를 얻을수 있는 건설사업 유형
 - 고가건설사업
 - 복합건설사업
 - 반복건설사업
 - 신기술이 적용되는 과거에 시행되지 않은 신규건설사업
 - 제한된 예산을 가진 건설사업
 - 촉박한 설계일정을 가진 건설사업

건설사업관리 업무지침(제정 01. 08. 20)

발주청, 건설사업관리자, 설계자, 시공사간의 건설공사 단계별 역할분담 예시는 아래의 표와 같으며, 발주청은 당해 건설공사의 특성 등을 고려하여 계약을 통해 정하도록 한다.

단 계	업 무 내 용	역 할 분 담				비 고
		발주청	사 업 관 리 자	설 계 자	시 공 자	
공통업무	건설사업관리 수행계획서 작성, 운영	승인	주관	-	-	
	건설사업관리 절차서 작성, 운영	승인	주관	-	-	
	작업분류체계/사업번호체계 관리	승인	주관	협조	협조	
	사업정보 축적, 관리 및 운영	협조	주관	협조	협조	
	건설공사 참여자간 업무협의 주관	협조	주관	협조	협조	
	건설사업관리 업무관련 각종보고	검토	주관	협조	협조	
	기타 건설사업관리 관련 업무	협조	주관			
기본설계	설계자 선정	주관	협조	-	-	
	기본설계 VE	승인	주관	협조	-	
	공사비분석 및 개략공사비 검토	승인	주관	협조	-	
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-	
	기본설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-	
	기본설계의 품질관리	승인	주관	협조	-	

단계	업 무 내 용	역 할 분 담				비고
		발주청	사 업 관리자	설 계 자	시 공 자	
실시설계	설계자 선정	주관	협조	-	-	
	공사 발주계획 수립	승인	주관	협조	-	
	실시설계 VE	승인	주관	협조	-	
	공사비분석, 공사원가 적정성검토	승인	주관	협조	-	
	설계용역 진행상황 및 기성관리	승인	주관	협조	-	
	실시설계 조정 및 연계성 검토	검토	주관	협조	-	
	실시설계 품질관리	승인	주관	협조	-	
	지급자재 조달 및 관리계획 수립	승인	주관	협조	-	
	시공사 선정	주관	협조	-	-	
시공단계	공정, 공사비 성과분석/대책수립	승인	주관	-	협조	
	클레임 분석 및 분쟁대응	주관	협조	협조	협조	
	최종 건설사업관리 보고	승인	주관	-	협조	

※ 법 제2조제6호 및 제22조 규정에 의한 **설계감리**, 시행령 제52조의 규정에 의한 **책임 감리**업무와 관련한 역할분담은 관련 규정에 의한다.

기술개발 보상제도

1. 필 요 성

건설공사는 일반 제조업에서의 생산과 달리 수주를 전제로 하는 것이기 때문에 발주자가 인정하는 경우에 한하여 계약금액의 조정이 가능한 것이며 VE기법에 의한 원가절감이라 하여도 계약 제도상 VE 장려조항이 없으면 원가절감분 만큼의 이익이 수주자에게 돌아올 수 없게 된다.

따라서 건설업에 있어서는 VE장려 조항만이 실제적인 VE의 추진 사유가 되는 경우가 대부분이다

VE 장려 조항은 업자로 하여금 VE를 수행할 것을 요건으로 하는 것이 아니라 업자의 노력에서 오는 결과 즉 비용절감을 업자에게 돌려줌으로써 업자 스스로의 원가절감 노력을 자극하여 기술향상을 도모하는 것이다

이와 같이 VE를 통하여 기술개발을 촉진 한다면 보상액 자체는 별로 문제가 되지 않으며 오히려 다음에 발주할 공사에 이를 적용함으로써 정부 예산이 절감되는 효과가 있다.

우리나라의 기술보상제도는 미국의 ASPR(Armed Service Procurement Regulation :군수조달규정)에서 도입된 것이다.

2. 관 계 법 규

국가계약법 시행령 제65조 제4항(1999.9.9개정)

- ④ ...설계변경을 한 때에는 계약금액의 조정에 있어서 당해 절감금액의 100분의 50에 해당하는 금액을 감액한다.



건설기술개발 및 관리등에 관한 운영규칙(2000년 2월 25일 건설교통부훈령 제271호)

3. 실 시 사 례

- * 지금까지 적용실적은 총 5건, 보상액 47억 8천 여 만원 수준임
 - '92. 주암댐 광역상수도 (동아, 이태리 CIFA거푸집, 2억 9천만원)
 - '92. 부산 도시고속도로 (대림, 영국 RMD 1경간 철평거더, 6천만원)
 - '95. 나불천 복개공사 (태영, 이동식 강재트러스 동바리, 5억 2천 5백만원)
 - '97. 울촌공단 매립공사 (현대, PTM 표층건조공법, 35억원)
 - '99. 안양시 체육관 건립공사 (두산, 트러스부재 감소, 4억 8백만원)

개선 제안공법 사용 신청서

개 선 제 안 공 법 사 용 신 청 서				
신청인	①상호 또는 명칭	두산건설 주식회사	②면허 또는 등록번호	110111 - 0003444
	③주소	서울시 강남구 논현동 105 - 7 (전화 : 02)510-3114)		
	④대표자성명	민 경 훈	⑤주민등록번호	380313 - 1068310
공사개요	⑥공사명	안양체육관 건립공사	⑦공사기간	1997.09.08 ~ 2000.07.08
	⑧계약금액	45,851,000,000	⑨발주처	안양시
	⑩공사위치	안양시 동안구 비산 3동 1023번지 등 7필지		
신청내용	⑪신청건수	1	⑫절감액	989,100,000원
<p>건설기술개발 및 관리 등에 관한 운영규정 제7조의 규정에 의하여 개선제안공법 사용승인을 신청합니다.</p> <p style="text-align: right;">1998년 12월 일</p> <p style="text-align: center;">신청인 민 경 훈 (인)</p> <p>안 양 시 장 귀 하</p>				

공사비 절감 제안서

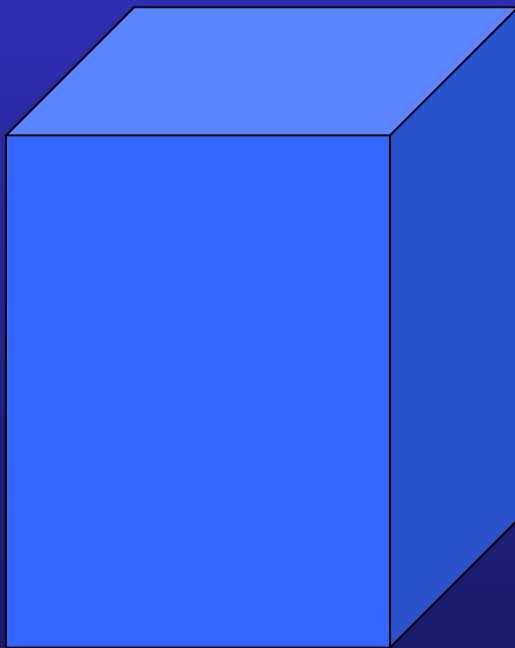
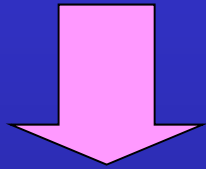
공사비 절감 제안서				
제안서번호				
공사명	안양체육관 건립공사		현장대리인	정동원
개선자명	민 경 훈			
개선내용	개 선 전		개 선 후	
	●길이 60.6m의 주철골 트러스를 3.75m 간격으로 설치(17EA)하고, 주철골 트러스 횡단방향으로 아칭트러스(18EA)를 설치하여 1차 트러스 → 2차 트러스 → 기둥 순으로 하중이 전달됨.		●길이 60.6m의 주철골 트러스를 7.5m 간격으로 설치(8EA)하고, 주철골 트러스 횡단방향으로 H-Beam(16EA)를 설치하여 Beam 방향으로 하중이 전달됨.	
구 분		공사비	비 고	
공사비내용	A	개 선 전	4,923,281,913	
	B	개 선 후	3,934,181,913	
	C	절 감 액(A-B)	989,100,000	
	D	절 감 율(C/A*100%)	20.09%	
개선안특징	장 점		단 점	시공시 주의할 점
	1. 철골량 감소로 원가절감 2. 부재수 감소로 공기단축 3. 자중감소로 내구성 증가			
효과(기술성)	1. 주트러스 부재감소(17EA ~ 8EA)로 물량감소 2. TRUSS 횡좌굴 방지 방식변경(X-BRACE → KNEE-BRACE)으로 물량감소 3. 설치부재 감소(1,412TON → 915TON)로 설치기간 약 20일 단축 4. 지붕트러스 자중감소에 따른 구조적 안정 및 내구성 증대 5. 하중전달방식 변경으로 과하중 작용시 효과적으로 대처 (1차 TRUSS → 2차 TRUSS → 기둥 ▶ BEAM → TRUSS → 기둥)			

정부 · 기관	발 주 처	시 공 업 체
미국 국방성	45(%)	55(%)
한국 건교부	50	50
대만 대북시	50	50
일본 고베시	60	40
후쿠오카시	60	40
동경전력	50	50
철건공단	70	30
JR 동일본	70	30

- ✓ 고정관념의 제거
- ✓ 발주자(사용자) 중심의 사고
- ✓ 기능중심의 접근
- ✓ Team Design

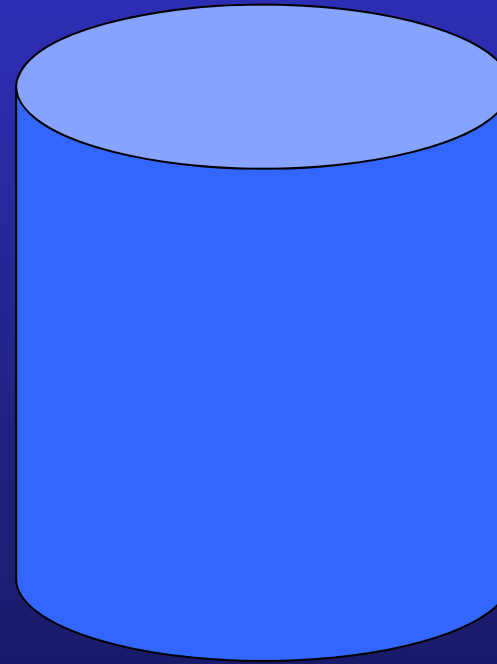
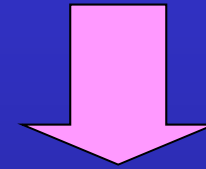


기본기능



금 고

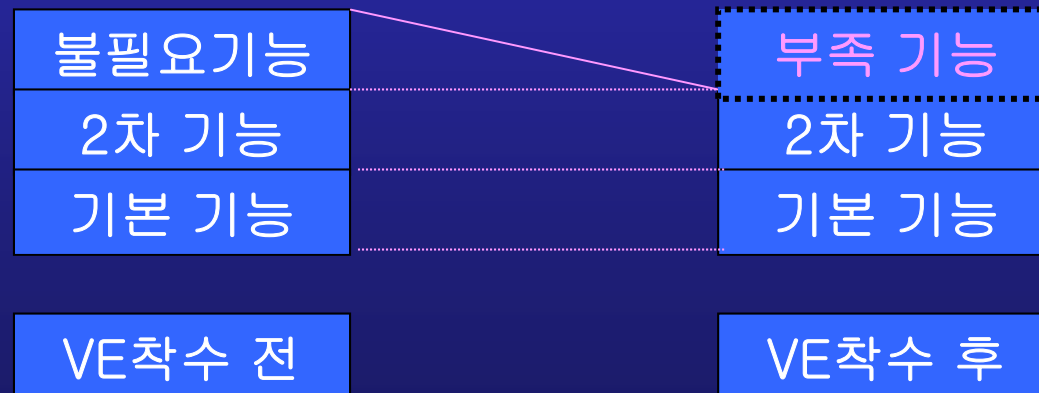
과잉기능, 불필요기능

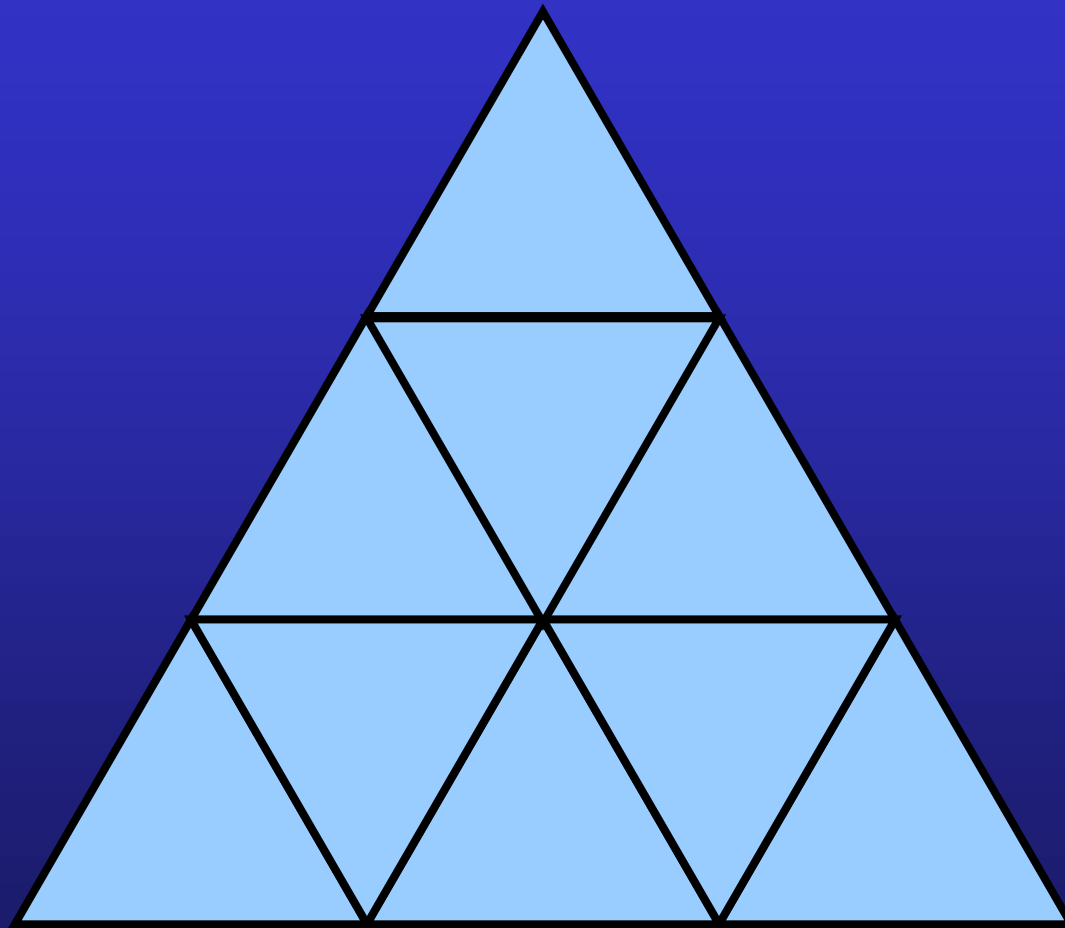


쓰레기통

VE 착수전과 착수후 기능의 관계

VE착수전과 착수후에서는 기본기능은 변하지 않고, 2차기능은 다른 2차 기능으로 치환되거나, 불필요기능은 제거되어진다. 또, 부족기능이 있는 경우는 추가되어진다.





→ 1

→ $1 + 3 = 5$

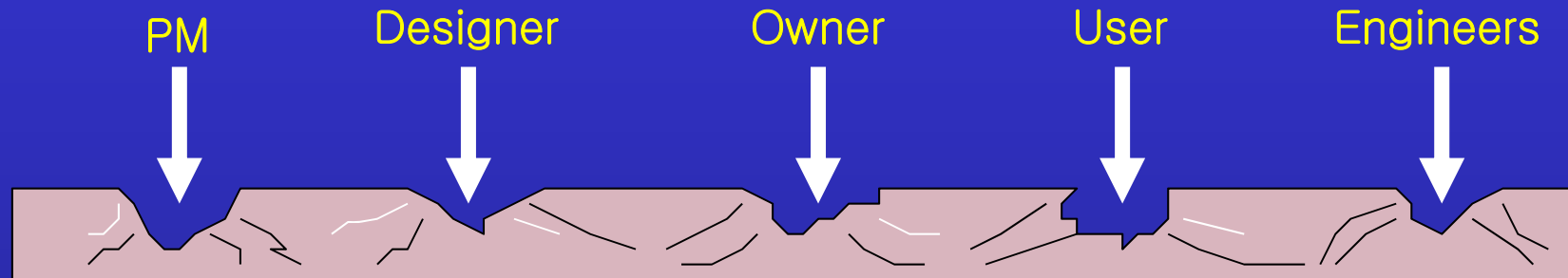
→ $1 + 3 + 5 = 13$

< 각 단계별 정삼각형의 수는 >

The Conventional Approach vs. the VE Approach

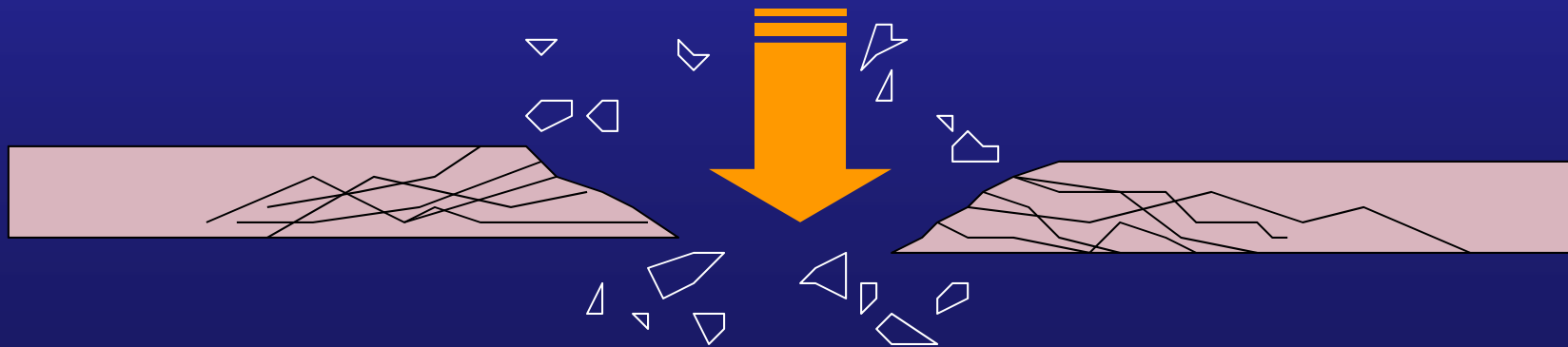
30

Individual Efforts

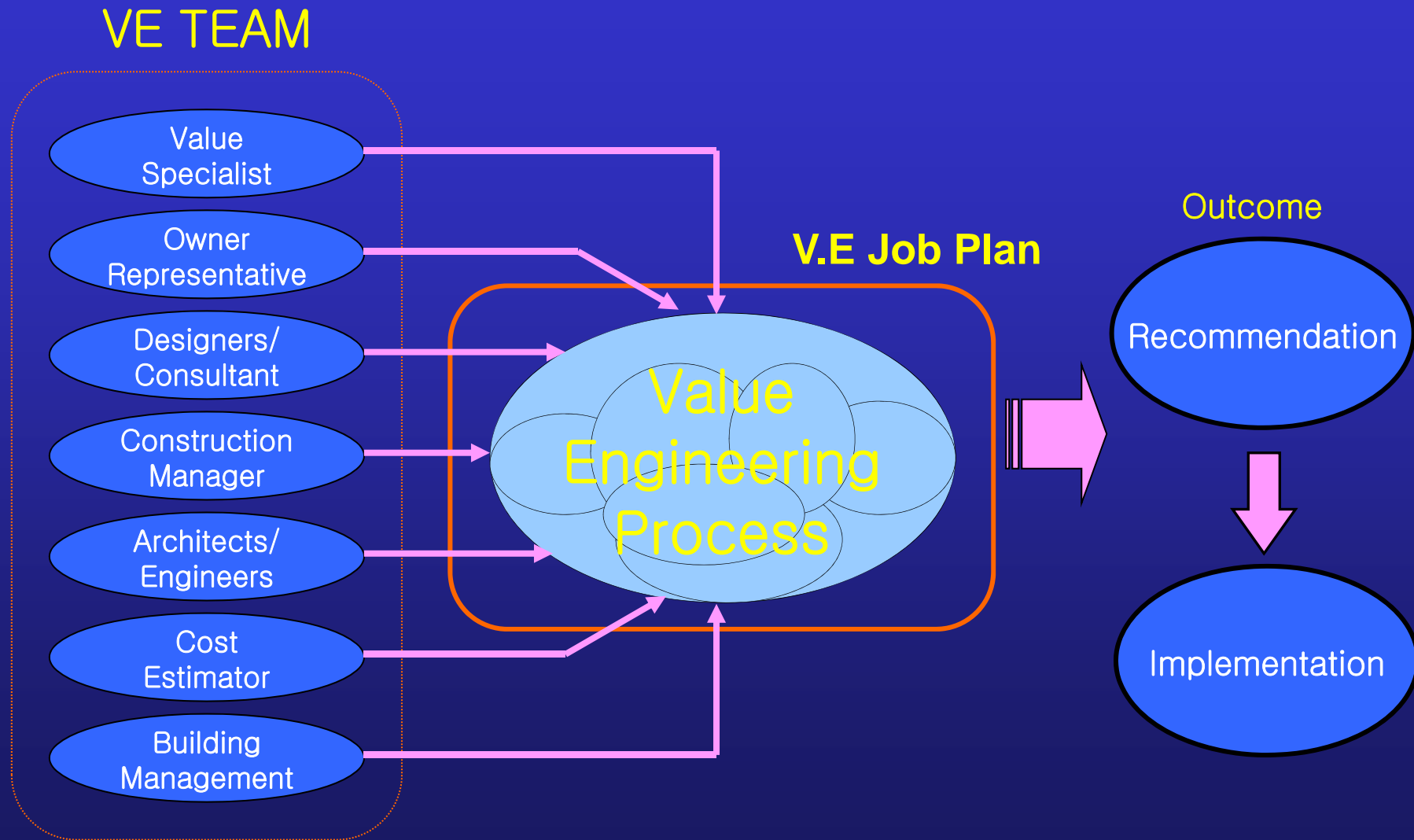


V.E Approach

Team Effort



Solution



□ V.E Engineer 선발 기준
(1972년 11월 후지다 건설에서 강의)

- 전문적인 지식을 갖춘 자
- 균형적인 판단력을 가진 자
- 창조력이 있는 자
- 사람과 조화를 이루고 융화 되는 자



인증제도의 개요

- ✓ VE전문가(Certified Value Specialist : CVS)
- ✓ 준 VE전문가(Associate Value Specialist : AVS)
- ✓ VE 실무자(Value Methodology Practitioner : VMP)



□ VE전문가(Certified Value Specialist : CVS)

미국 Value Engineering협회(SAVE)가 정한 기술과 경험에 대한 요건을 충족시키며 VE를 주된 업무로 하는 자로 다음 요건을 충족시키는 자.

- VE에 관한 기본강습회(Module 1, Workshop) 및 상급세미나 (Module 2, Advanced Seminar)를 수강
 - 풀타임으로 2년 이상의 VE 업무경험을 가질 것. 이 업무로는 VE 작업, VE회의의 참가, VE의 교육, 커뮤니케이션(Communication), 사회 및 대중에게 VE에 의한 공헌 등의 경험
 - VE에 관한 논문
 - 필기 시험
- * 자격은 법률적 근거를 가지지는 않지만, 공공사업을 실시하는 정부기관 이 민간에 VE업무를 외주할 때 자격요건(특히, CVS를)을 제시하도록 의무화하는 추세임.

2. 건설 VE 추진절차 및 기법

이론과 경험에 근거하여 확립된 수법을 체계적으로 이용하여 설계자에 의해 작성된 프로젝트의 설계를 설계자 이외의 자가 그 프로젝트 또는 프로젝트의 구성요소에서 구해지는 기능과 비용의 관점에서 분석하고, 필요한 기능을 확보한 다음 Life Cycle Cost를 최소로 하기 위한 변경안을 생각해내어 그것을 정리하고 VE제안(Value Engineering Proposal)으로 제출하는 것이다.

단 계	주 요 내 용	비 고
준비단계 (Pre-study)	<ol style="list-style-type: none"> 1. VE대상 프로젝트의 선정(Selection) 2. 프로젝트 관련 자료 수집 3. VET팀 편성 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 품질모델 ➤ 코스트모델
분석단계 (VE Study)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 기초 조사(Investigation) <ol style="list-style-type: none"> (1) 프로젝트의 내용 파악(Information) <ul style="list-style-type: none"> ■ 프로젝트의 관련 자료 정리, 분석 ■ 프로젝트 목적, 설계, 비용, 공정 등의 내용 파악 ■ 프로젝트 구성요소 확인 (2) 기능분석(Function Analysis) <ul style="list-style-type: none"> ■ 프로젝트 구성요소의 기능 분석 ■ 기능의 분류(기본 기능, 2차 기능) ■ 기능 분석 시스템 수법도의 작성 ■ 경제 분석(모든 단계에서 필요) ■ VE효과가 높은 가능성이 있는 구성요소의 추출 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ FAST Diagram
	<ol style="list-style-type: none"> 2. 대안(Idea)의 모색(Speculation) <ul style="list-style-type: none"> ■ 자유로운 발상에 의한 아이디어의 제안 ■ 대안의 작성 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 브레인 스토밍
	<ol style="list-style-type: none"> 3. 대안의 평가(Evaluation) <ul style="list-style-type: none"> ■ 제안되는 대안의 비교, 순위 매김 ■ 최선의 대안 선정 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 매트릭스평가

단 계	주요 내용	비 고
분석단계 (VE Study)	4. VE제안서의 작성(Development) <ul style="list-style-type: none"> ■ 추가 자료의 수집 ■ 최선의 대안(아이디어)에 관하여 상세한 검토 ■ 대략 설계, 비용 적산 	➤ LCC 분석
	5. VE제안서의 제출, 설명(Presentation) <ul style="list-style-type: none"> ■ VE제안서의 작성 ■ 의사 결정자에 VE제안을 설명 	
실행단계 (Post-study)	1. VE제안의 활용(Implementation) <ul style="list-style-type: none"> ■ VE제안을 활용한 원 설계의 수정 상황의 모니터 	
	2. 감사(Audit) <ul style="list-style-type: none"> ■ VE제안 활용 상황의 확인 ■ VE 효과의 확인 	➤ 설계VE D/B

준비 단계

준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ VE대상 프로젝트의 선정

[플로리다주 교통국]

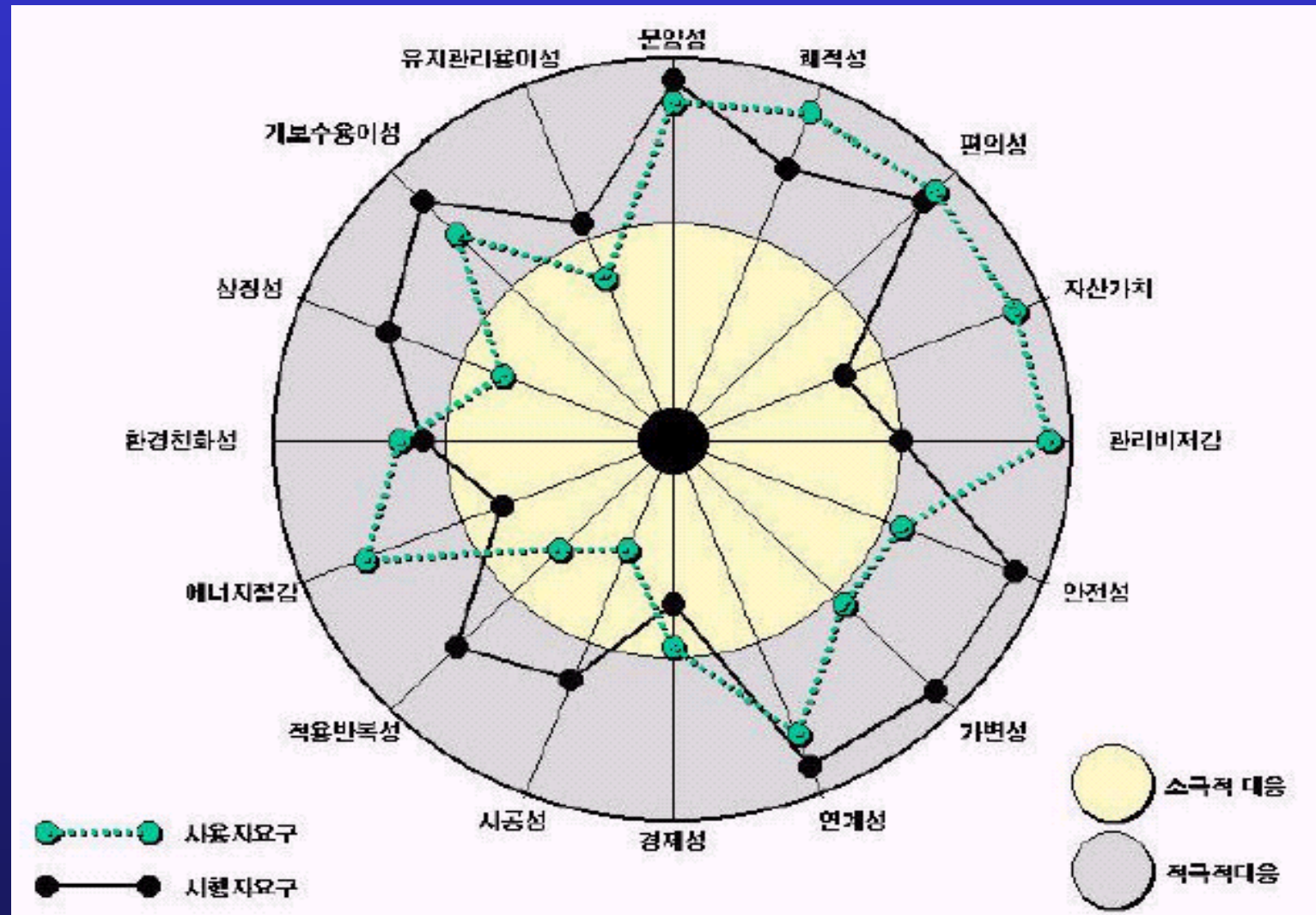
- 초기의 비용 견적을 대폭적으로 초과하는 경우
- 복잡한 설계, 또는 시공 방법, 새로운 형태의 프로젝트
- 단순한 프로젝트라고 생각되었지만 계획,설계단계에서 복잡하게 된 것
- 장대 교량, 중요 구조물을 포함한 프로젝트
- 거액의 용지비를 필요로 하는 것
- 교통 관리가 복잡하거나 거액의 비용을 필요로 하는 경우
- Life Cycle Cost가 높은 것

준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ VE대상 프로젝트의 선정(품질모델)



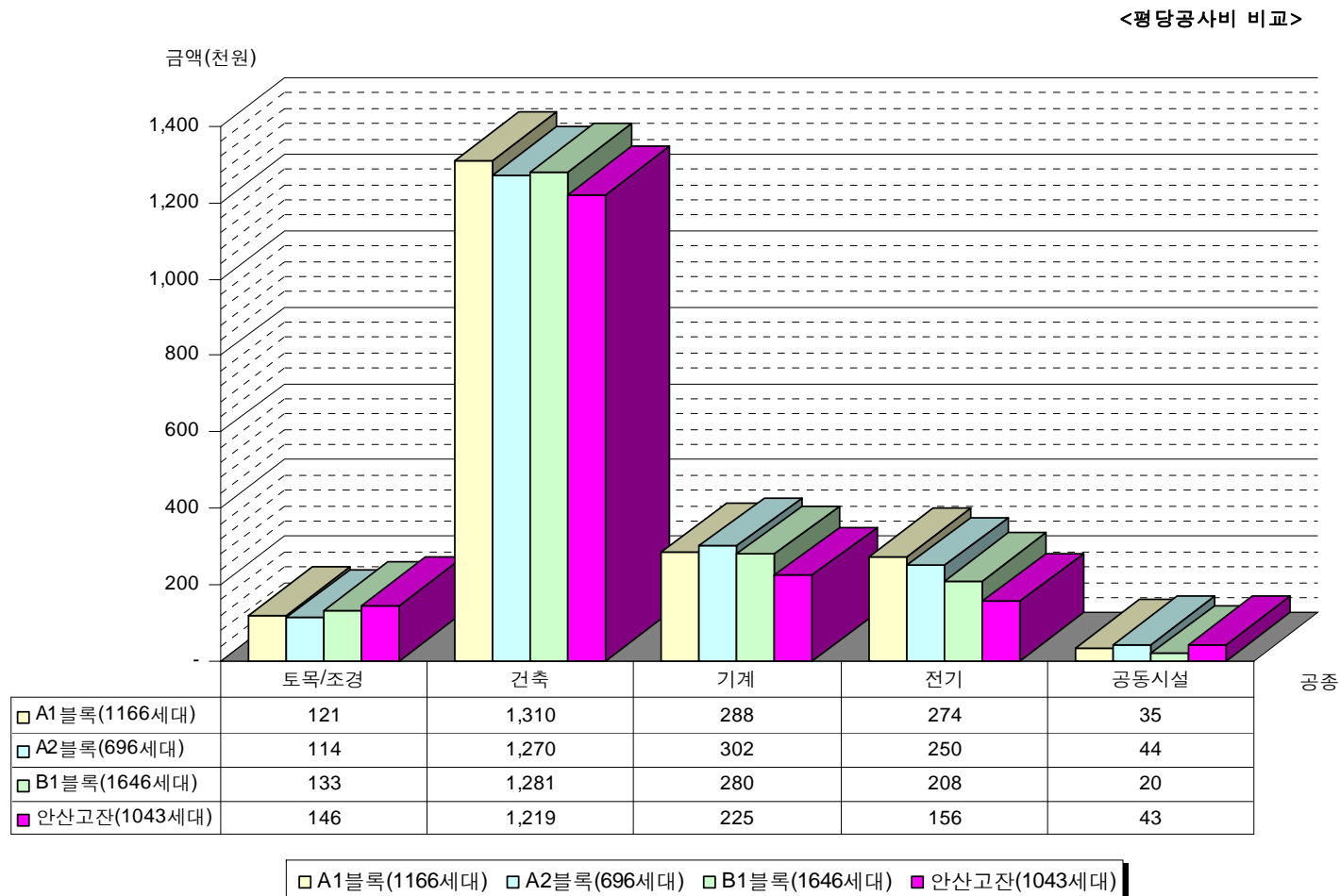
준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ VE대상 프로젝트의 선정(코스트모델)

Cost Model I (평당 공사비 분석)



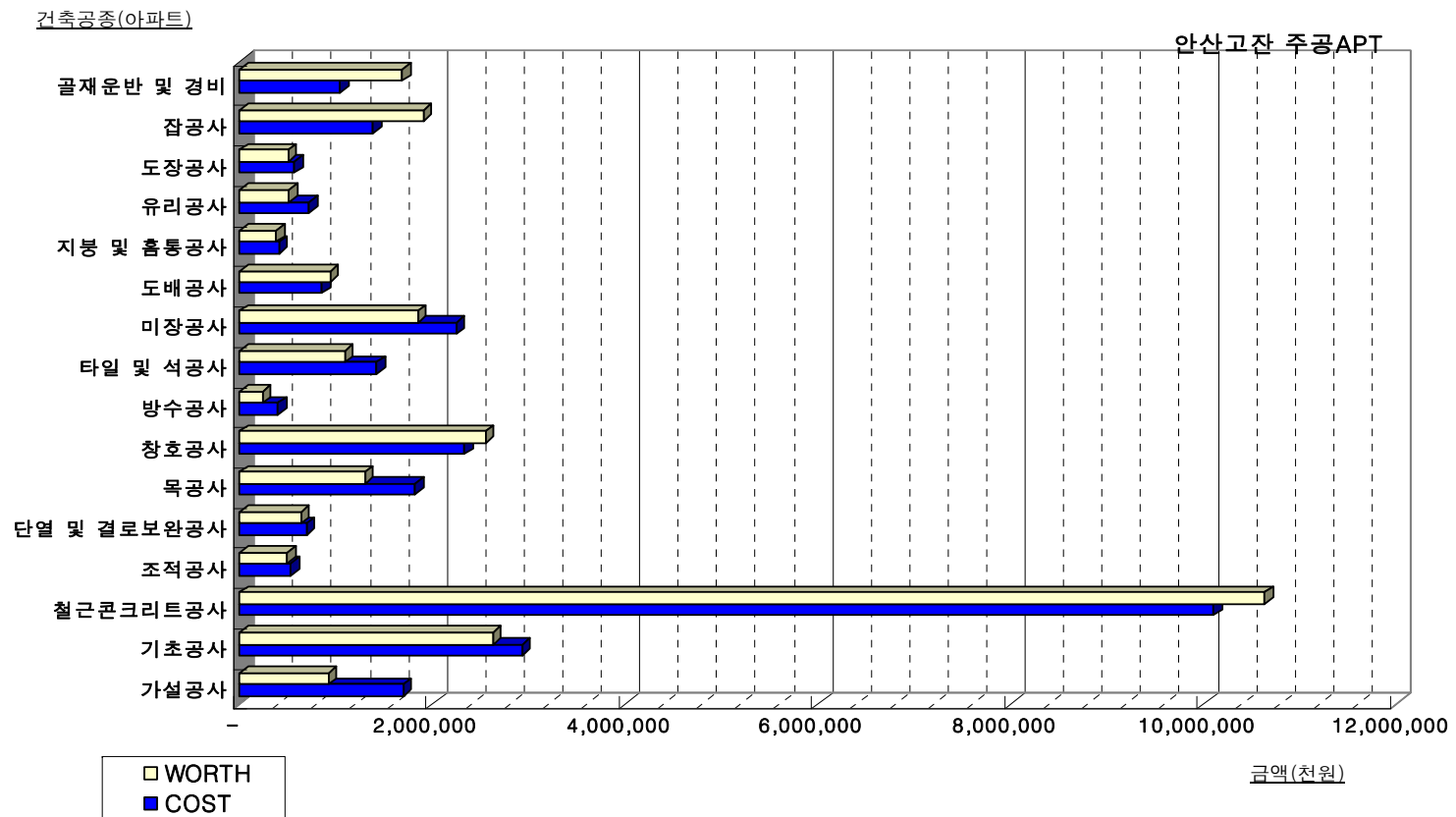
준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ VE대상 프로젝트의 선정(코스트모델)

Cost Model II (Cost to Worth)



□ 프로젝트 관련 자료의 수집

- 설계도, 스케치
- 기초 공사도, 지질 자료
- 설계 기준
- 표준 시방서, 특기 시방서, 계획/설계 매뉴얼
- 프로젝트의 최신 비용 견적
- 프로젝트 필요성의 배경
- 프로젝트의 계획, 설계의 경위
- 관련 법규 등에 근거한 협의, 허가 절차의 진행 상황
- 지역 커뮤니티와의 관련
- 설계자, VE제안의 채택의 결정자의 리스트 및 연락 방법

□ VE팀의 편성

- 1인의 천재에게 의지하기 보다 여러 분야의 전문가를 모으고 수행하는 쪽이 효과가 있음.
- VE팀은 프로젝트에 요구된 각 전문 영역에 정통한 자로 구성할 필요가 있고 통상은 5~8명이 편성됨.
- VE팀에서 모든 설계자를 배제하는 것은 바람직하지 않음.



□ VE팀의 리더

리더의 역할은

- VE팀의 멤버가 자유 활달하게 창조적 발상을 발휘할 수 있는 환경을 갖추는 것(주 : VE작업은 VE팀의 멤버가 한방에 모여 이루어진다.)
- VE팀의 멤버 전원에게 협력하고 팀웍의 활동력을 발휘시키는 것
- VE작업을 예정된 시간내에 완료하는 것
- VE제안이 활용되도록 하는 것



분석 단계(VE Study)

준비 단계

분석 단계

실행 단계

프로젝트의 내용 파악 및 기능의 명확화를 위해 다음사항을 행한다.

- 사전조사 단계로서 수집된 정보의 정리, 분석과 필요에 따라 추가자료 수집
- 프로젝트 내용 숙지
- 계획, 설계상의 제약 조건 재검토
- 프로젝트 구성요소 확인

또, 기능분석으로서는 다음사항을 검토해야 한다.

- 프로젝트 또는 프로젝트의 구성요소(이하, 'VE대상물'이라고 한다)에서 찾아지는 기능은 무엇인가?
- VE대상물이 전체의 기능에 대하여 어떠한 역할을 하는지?
- VE대상물을 건설하기 위해 얼마의 비용이 필요한가?
- VE대상물은 어떠한 가치가 있는가?

준비 단계

분석 단계

실행 단계

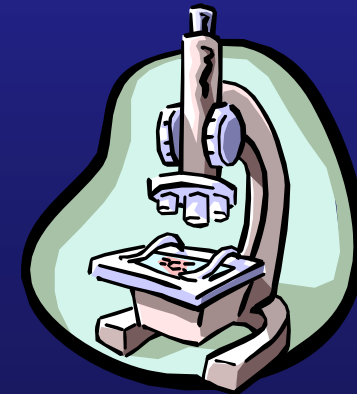
□ 정보의 정리, 분석

- VE대상 프로젝트의 필요성, 설계 시방서, 기술 기준, Life Cycle Cost의 견적
- VE의 대상으로 되어 있는 원 계획과 원 설계, 품질, 신뢰성, 유지 관리 특성, 공사 수량, VE대상의 계획 및 설계의 작성 과정, 환경 조사보고서
- 이용 가능한 최신의 기자재나 시공기술의 정보, VE작업에서 유의한 역할을 할 것이 기대되는 전문가 리스트

□ 프로젝트의 내용파악

프로젝트 매니저와 설계자로부터 프로젝트의 내용에 관하여 설명을 듣고 설계의 내용을 충분히 이해하는 것

- 비교 검토한 노선의 안
- 각 비교 안의 공사비
- 각 비교 안의 용지비용
- 교통량에 관한 데이터
- 용지 폭
- 배수 계획
- 환경 영향 조사
- 이해결의 문제점
- 각 안의 평가 방법



□ 계획, 설계상의 제약 조건 검토

- 원 계획이나 원 설계의 제약 조건을 재검토
- 조건을 보다 합리적인 것으로 변경

□ 프로젝트 구성 요소의 확인

- 프로젝트를 몇 개의 구성 요소로 분할
- 구성 요소에 관하여 VE를 행함
- 교량프로젝트라면 기초공정, 하부공정, 상부공정으로 분할

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- ✓ VE대상물의 기능을 확인하여 문장으로 표현하는 것
- ✓ 모든 프로젝트의 구성요소에 대해서 이루어져야 함
- ✓ 기능의 표현이 틀리면 모든 VE자체가 헛수고



□ 기능의 확인

준비 단계

분석 단계

실행 단계

1. 기능을 달성하는 방법을 제한하지 않을 것
2. VE대상물이 무엇인가라고 하는 것처럼 정성적인 방법이 아니라 어떻게 사용되는가라는 관점에서 기능을 확정

예)

- 콘크리트박스를 “물건의 횡단을 가능하게 한다”라고 정의하기보다는 사용목적에 보다 구체적으로 나타내어 “물을 흘러 내리게 한다.”
 - “사람을 횡단 시킨다”라고 하는 방법으로 기능을 확정
3. 창조적인 대안을 낳는 방법으로 기능을 표현함.
 - 가드레일을 “사고사의 발생을 방지한다.”보다 “사고에 의한 손해를 경감한다.”라고 정의함.
 4. 기능을 표현하기 위한 기술은 간략하게 함.
 - 간략화는 가능한 한 많은 대안이 도출되는 수준 정도의 것이라고 함.

□ 명사와 동사에 의한 기능의 표현

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- 기능 분석의 제1의 목적은 대체안이 나오기 쉽게 촉진하는데 있음.
- 기능을 간단 명료하고 구체적으로 표현
- 창조적인 대안에 결부된 아이디어를 낳을 가능성을 높이는 것
- 2개의 단어, 즉 동사와 명사만을 사용



□ 명사와 동사의 2단어만으로 기능을 표현하는 이유

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- VE대상물 그 자체에 관하여 기술하는 것이 아니고, 대상물의 기능을 기술하기 위해
- 여러 기능을 정리하여 기술하고, 혼란을 초래하는 것을 피하기 위해
- 불필요한 예견을 주지 않고, 창조성의 발휘를 재촉하기 위해
- 특정한 계획,설계수법을 고집하는 것을 피하기 위해
- 불필요한 비용을 선명히 나타내기 위해
- 대안의 비교를 용이하게 하기 위해

□ 기능정의 방법

준비 단계

분석 단계

실행 단계

※ 기능정의 방법

- 명사+동사 : 간결, 정확
예) 거꾸집의 기능정의
“**형태를 유지한다**”
- 측정 가능한 단어 사용

명사부분을 측정하기 쉬운 예	
명 사	동 사
전 류 를	흘린다
하 중 을	지탱한다
콘크리트 유출을	막는다
길 이 를	조절한다

명사부분을 측정하기 어려운 예	
명 사	동 사
전 기 를	흘 린 다
모 양 을	줄 게 한다
안 전 을	확 보 한다
분 위 기 를	만 든 다

● 객관적 ● 기계적 ● 정량적 ● 주관적 ● 정서적 ● 정성적

- 동사는 광범위한 의미의 것을 사용

예) 물을 퍼올린다 → 물을 제거한다, 물을 없앤다

※ 기능의 분류

- 기본기능 : 그 작용을 제거하면 존재가치가 없어지는 기능
- 2차기능 : 기본기능의 달성을 보조하는 기능

□ 명사와 동사에 의한 기능의 표현

준비 단계

분석 단계

실행 단계

예) 방음벽의 목적은

- 도로주변에서 자동차소음의 레벨을 줄이는 것
- 도로주변에 대해 자동차의 배기가스 대책(“환경을 보전한다”)

방음벽의 기능은 “도로주변의 소음을 감소한다”



□ 기능의 분류

준비 단계

분석 단계

실행 단계

VE대상물의 기능을 기본적인 기능과 2차적인 기능으로 구분

- 기본 기능 : 꼭 필요로 하고 편리를 가져오기 위해 필요한 기능
- 2차 기능 : 기본 기능이 충분히 발휘되기 위해 필요한 역할을 함.



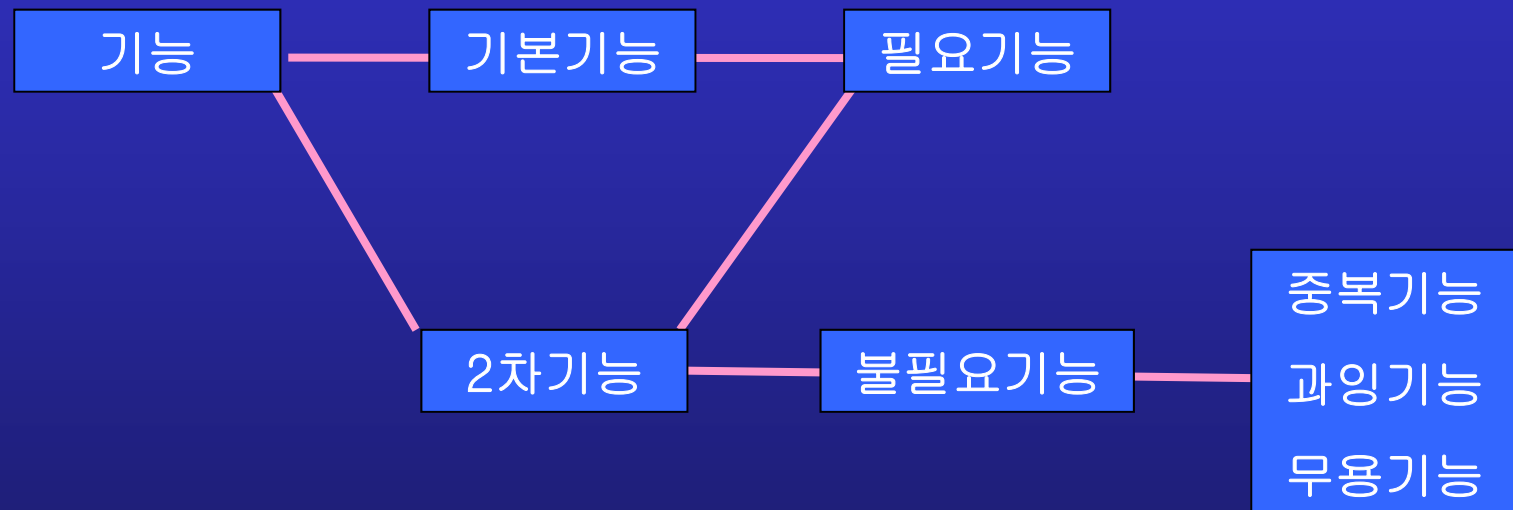
FUNCTION

■ 기능의 종류

준비 단계

분석 단계

실행 단계



□ 기능분석 시스템 방법도(FAST)

준비 단계

분석 단계

실행 단계

구성요소의 기능 상관관계를 나타내는 것이 기능분석(FAST:Function Analysis System Technique)이다.

- VE대상물의 가장 기본적인 기능을 확인
- 다음에 그 기능을 출발점으로 도미노게임처럼 그 기능을 달성하기 위해 어떠한 수단이 있는 것인가를 연쇄적으로 생각함.
- FAST는 왼쪽에서 오른쪽(어떻게:how)으로 살펴보면, 일련의 수단을 강구
- FAST는 오른쪽에서 왼쪽(왜:why)으로 살펴보면, 왜 이러한 수단이 필요할 것인가가 명확하게 됨.
- 기본적인 기능1개를 위해 FAST도 1개의 선으로 표시
- 건설 프로젝트는 기본적 기능이 여러 개가 되는 것이 많고, 따라서 FAST의 선도 여러 개가 됨.

□ FAST도의 활용

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- FAST 그림의 각 기능마다 비용을 부가하면 VE팀의 멤버는 어느 기능에 많은 비용이 필요로 하고 있는가를 알 수 있음.
- “대안을 모색(Speculation)” 할 때 FAST 그림이 유익함.
- “VE제안의 작성(Development)”의 단계
 - 최선이라고 생각된 대안에 관하여 한번 더 검토 가능
- “VE제안의 제출, 설명(Presentation)”
 - 당초 설계의 FAST그림과 VE후의 FAST그림을 비교하는 것으로 의사결정자에게 VE제안의 유리함을 설명
 - 능통한 전문가 이외의 사람들과의 의사 소통을 용이하게 하는 수단

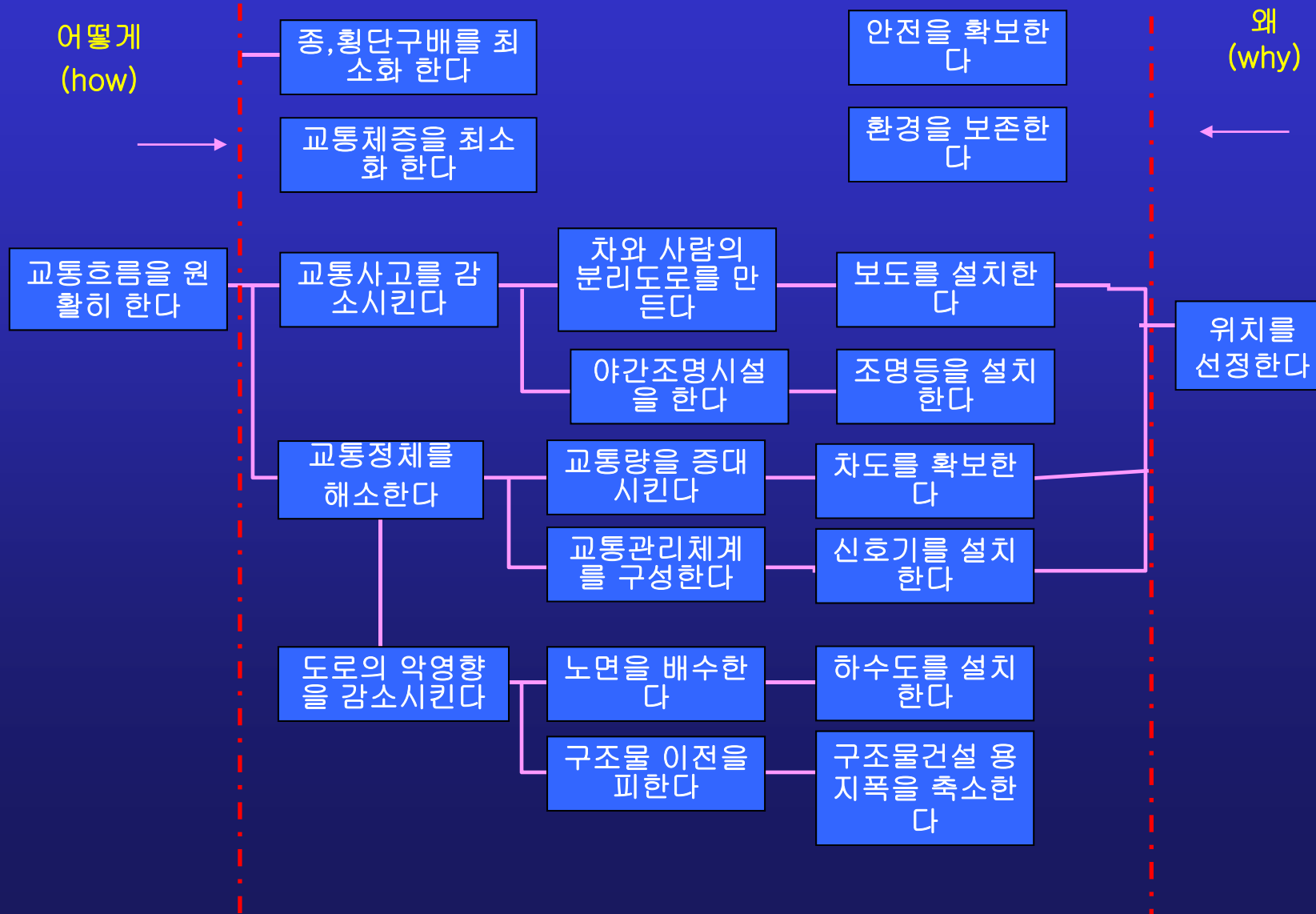
기능분석 시스템(System) 방법도(FAST-Diagram)

60

준비 단계

분석 단계

실행 단계



□ 경제성 분석

준비 단계

분석 단계

실행 단계

프로젝트의 전체 비용에 관하여 검토하는 것

■ 목 적 :

1. VE를 수행하는 대상(부분)을 발견하는 것
2. VE효과를 측정하기 위한 금전적 기준을 얻는 것
3. 신뢰성이 높은 비용에 관한 데이터를 모으는 것
4. VE작업에는 비용의 견적 및 분석에 정통한 전문가가 참가
5. 비용의 견적 정밀도는 다음과 같은 많은 요소에 좌우됨.
 - ✓ VE대상물의 계획, 설계의 숙련도
 - ✓ 입수 가능한 시방서, 설계도의 정밀도
 - ✓ 과거의 비용 데이터의 입수 가능성
 - ✓ 비용에 대한 견적 작업을 완료할 수 있는 시간량

□ 비용 모델(Cost Model)

- VE대상 프로젝트의 비용분포(프로젝트의 구성요소마다의 비용)를 나타내는 것
- Life Cycle Cost(건설비, 운영비, 유지비)와 건설비용 중에 어느 쪽을 목표로 하는가를 결정
- 도로 프로젝트경우, 성토비, 절토비, 구조물비, 포장비, 배수비, 조경비, 용지비 등
- 비용모델을 정확하게 정리해 두면 유사한 다른 프로젝트의 VE작업에 응용할 수 있음.

준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ 기능의 가치부여(Worth)법

가치(Worth)란 있는 어떤 기능을 가장 값이 저렴한 방법으로 확보하기 위해 필요로 하는 비용에 관한 것

기능(설계된 구조물)

가장 값이 저렴한 방법(그 비용이 가치로 된다)

연속고가교

성 토

박스, 칼바트

하수도관

콘크리트벽

Wire Cylinder(돌망태)

가설교

우회로

2. 대안의 모색(Speculation)

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- 원 계획, 원 설계에 대신하고 대안으로 기본적 기능을 확보할 수 있는지 어떤지를 검토

■ 대안(Idea)의 원천

대안이란 일반적인 아이디어이며, 구체적인 설계도를 작성한 수준으로 진행되는 것이 아니다.

■ 창조적 대안(Idea)의 장애 요인

- ✓ 습관적 장애
- ✓ 센스(Sense)적 장애
- ✓ 문화적 장애
- ✓ 감정적 장애



■ 대안을 도출하는 방법

준비 단계

분석 단계

실행 단계

브레인 스토밍(Brain Storming)

- VE를 위한 브레인 스토밍으로는 VE팀의 멤버가 참가하고 대안이 될 수 있는 아이디어를 각 자가 자유롭게 말함.
- 여기에서 나오게 된 아이디어에 관한 평가는 해서는 안됨.
- 구체적인 대안으로 발전시키는 것은 브레인 스토밍



브레인 스토밍의 4대 원칙

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- ✓ 많은 아이디어 : 양적 추구
- ✓ 좋다, 나쁘다 비판하지 않는다 : 비판 금지
- ✓ 자유분방하게 토의한다 : 자유 분방
- ✓ 타인의 의견에 편승하여 개선 결합된 아이디어를 구한다:편승 장려



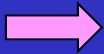
준비 단계

분석 단계

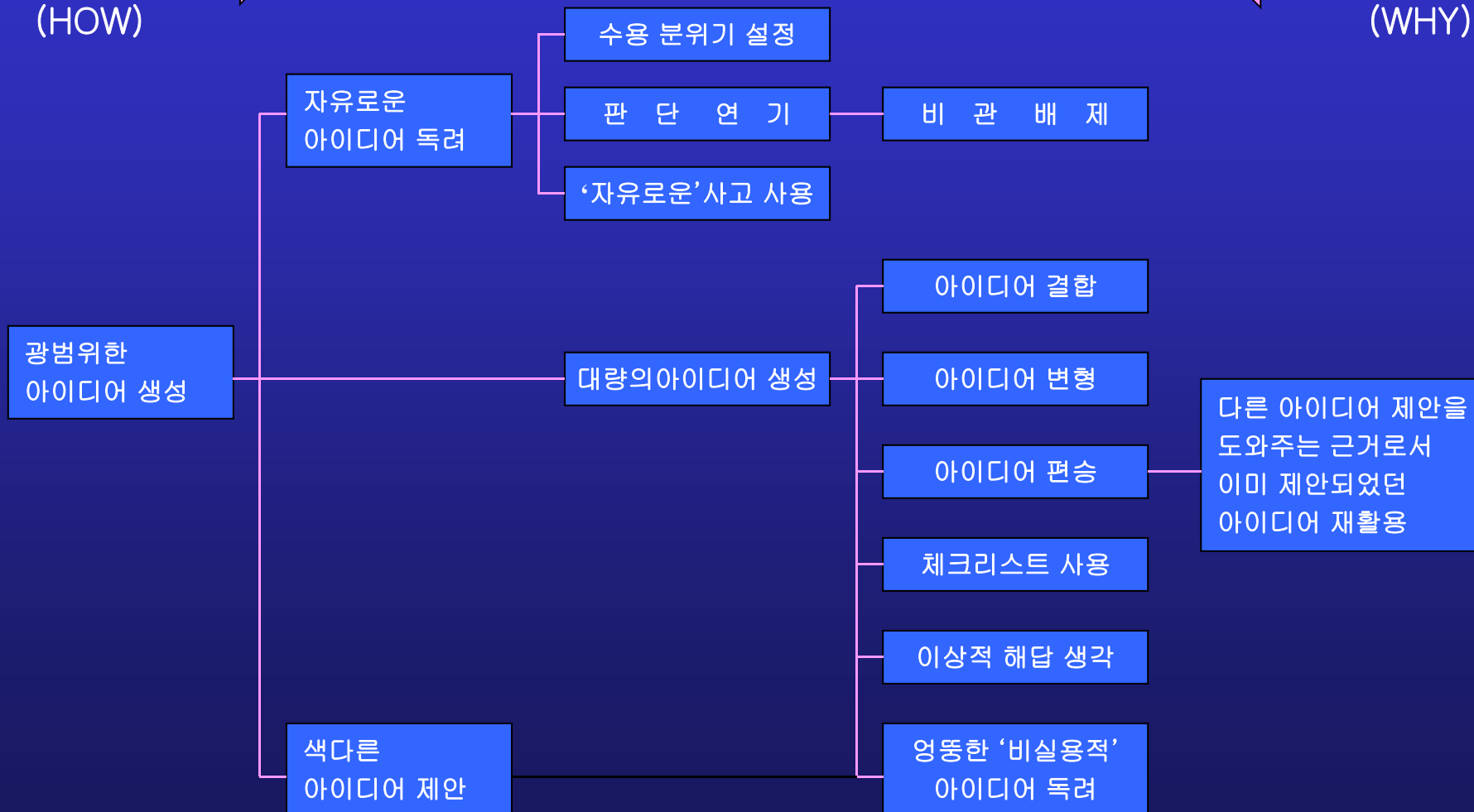
실행 단계

▶ 브레인 스토밍에 대한 규칙의 왜/어떻게 논리

어떻게 ?
(HOW)



왜 ?
(WHY)



창조력을 방해하는 장벽 - 문화의 벽

준비 단계

분석 단계

실행 단계

- ✓ 상식에 너무 집착을 하는 것
- ✓ 인간이 만들어 놓은 규칙, 법, 통계 등에 너무 집착을 하는 것

- 일정한 틀에 끼이고자 한다

즉, 모든 약속(법률, 규칙, 습관, 전통, 풍속 등)의 테두리에 우리들의 사고를 집어넣으려는 경향이 있다.

- 통계를 과신한다

예) 병원/세제

- 너무 빨리 판단을 하려고 한다.

문화의 사회는 스피드이다

- 경쟁과 협조, 타협이 지나치다.



* 학력이 높을수록 '문화의 벽'이 두껍다.

창조력을 방해하는 장벽 - 감정의 벽

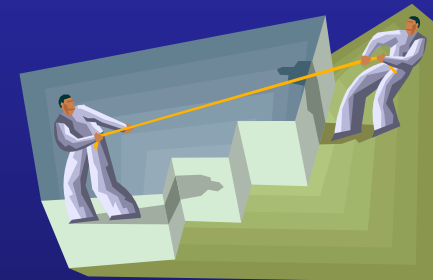
준비 단계

분석 단계

실행 단계

✓ 인간의 감정, 성격에서 생기는 여러 가지 장벽

- 학연, 지연, 혈연
- 특정인에 대하여 감정적이 된다.
예) 종이 미우면 절간까지 밟다.
- 열등감
예) 나는 무능하다
- 민성거절증
예) 사람의 의욕을 없애는 '공격문구'
- 보수(保守) 본능
새로운 것에 저항을 느끼고 낡은 것을 지키려고 한다.



준비 단계

분석 단계

실행 단계

1. ‘잘해봐라’는 비꼬는 말
2. ‘난 모르겠다’는 부정적인 말
3. ‘그건 안된다’는 부정적인 말
4. ‘네가 뭘 아느냐’는 무시의 말
5. ‘바빠서 못한다’는 핑계의 말
6. ‘잘 되가는데 왜 바꾸느냐’는 무사안일주의의 말
7. ‘이 정도면 괜찮다’는 회피의 말
8. ‘다음에 하자’는 미루는 말
9. ‘담당자가 아니다’는 회피의 말
10. ‘규정에 없다’는 소극적인 말



많은 대안 중에서 다음의 기준을 충족시키는 것을 선택하는 예비 스크리닝(Screening)을 수행한다.

- 그 대안은 기능을 충족시킬까?
- 그 대안은 원 설계에 비해 코스트가 낮아질까?
- 그 대안은 시공이 가능한지
- 만약, 위의 질문의 어느 한 개에 대한 대답이 “NO”인 경우 그 대안은 수정 가능한지, 또는 다른 대안과 조합시키는 것에 의하여 대답을 “YES”로 바꿀 수 있는가?

① 비교법

- 모든 대안의 여러 가지 특성을 정성적, 정량적으로 서로 비교하고 종합적으로 평가함.

② 장점 대 단점법

- 각 대안의 장점과 단점을 리스트업 한다. 뒤이어 각 대안의 장점의 수, 단점의 수로 순위를 매기고 장점이 많은 대안을 선택한다.

③ 랭킹(Ranking)법

- 평가자가 자신의 판단으로 대안에 절대적인 등급을 부여함.
- 우수한 대안에 5점, 좋은 것에 4점, 보통의 것에 3점, 빈약한 것에 2점, 상당히 빈약한 것에 1점

④ 확률법

- 대안이 실행될 때 그 안의 성공의 확률을 주관적으로 정함.
- 성공할 기회가 상당히 높은 것에 확률 “1”, 기회(Chance)가 상당히 낮은 것에 “0”을 붙임

⑤ 매트릭스 평가법(Evaluation Matrix)

- 각 대안에 관하여 대안이 실행될 때, 영향을 받는 기준(평가)항목을 결정하여 각 항목마다 가장 좋은 영향을 주는 대안에 5점, 좋은 영향을 주는 것에 4점, 평균적인 것에 3점, 그저 그런 정도의 것에 2점, 빈약한 것에 1점을 붙임.
- 각 대안의 합계점수를 구하여 가장 점수가 높은 대체 안을 베스트(Best)라고 함.

기준(평가) 항목으로는

- ✓ 비 용
- ✓ 안전성
- ✓ 시공성
- ✓ 유지관리의 용이성
- ✓ 용지 취득의 필요성
- ✓ 환경 영향



준비 단계

분석 단계

실행 단계

평가항목 점수 매트릭스

A	경제성
B	안정성
C	시공성
D	기능성
E	환경친화성

4 : 매우 중요한 경우
3 : 중요한 경우
2 : 약간 중요한 경우
1 : 항목/항목-동등한 경우

대안	평가항목 점수 매트릭스	평가항목 중요도(0~10)
1	원안	
2	대안 1	
3	대안 2	
4		
5		

	E	D	C	B	A
E					
D					
C					
B					
A					

대안 평가기준
5 : 훌륭함
4 : 아주 좋음
3 : 좋음
2 : 보통
1 : 나쁨



대안의 평가 점수와 해당 평가 기준의 가중치를 곱한 값

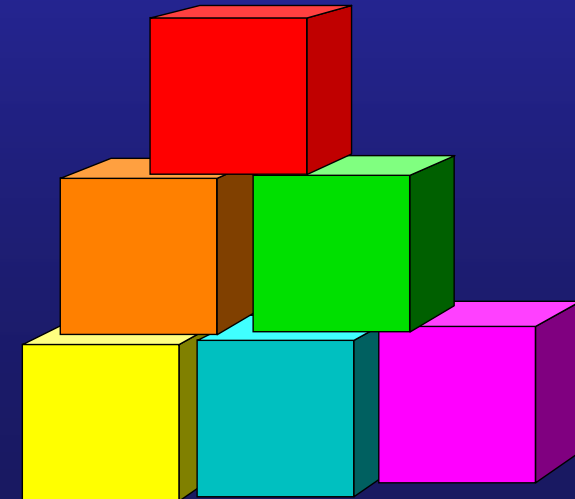
준비 단계

분석 단계

실행 단계

⑥ 가중치 부여. 매트릭스 평가법

- 각종의 대안 중에서 최종안(2~3안)을 선정할 때에 가장 자주 이용되는 것
- 매트릭스(Matrix)의 변형



대안의 분석과 비교 단계의 스크리닝(Screening)를 거쳐 기술적, 경제적으로 가장 VE효과가 높다고 판단되는 대안(여러 개의 경우가 많고, 대안의 수준은 아이디어 정도이다)에 관하여 타당성 조사(Feasibility Study) 수준의 기술 검토 및 경제 분석을 수행하고 최선의 대안을 작성함과 동시에 그 뒷받침이 되는 자료나 데이터를 정리하여 VE제안서를 만드는 것

- 원 설계와 대안 양쪽의 내용의 기술서
- 원 설계와 대안의 스케치
- 비용 및 기능에 관한 기술서, 여기에는 원 설계와 대안 양자의 차이도 나타냄.
- 기술적인 백업 데이터, 여기에는 정보원, 계산서, 문헌 등을 포함.
- 공정에의 영향

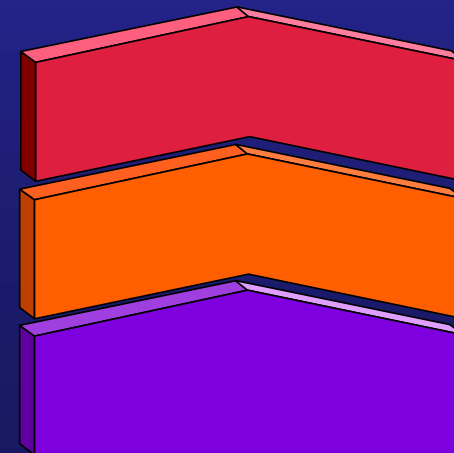
준비 단계

분석 단계

실행 단계

또한,

- ✓ 요구되는 있는 성능은
- ✓ 요구되고 있는 품질은
- ✓ 요구되고 있는 신뢰성은
- ✓ 요구되고 있는 안전성은
- ✓ 유지 관리의 용이성은



준비 단계

분석 단계

실행 단계

VE제안서를 작성함과 동시에 설명을 준비함. 준비해야 할 사항은

- 예상된 질문에 대한 회답을 준비함.
- 설명용으로 VE제안서의 보충서를 작성함. 최소한 다음 항목은 포함되어야 함.
 - ✓ VE작업의 요약서
 - ✓ VE제안의 이점(Merit)과 결점(Demerit)
 - ✓ VE제안을 활용하기 위해 취해져야 할 행동
- 구두 설명에 대한 준비

실행 단계(Post-study)

준비 단계

분석 단계

실행 단계

□ VE제안의 활용

- VE제안이 신속하면서 적절하게 실행에 옮겨지고 비용의 절감 또는 프로젝트의 품질 개선이 이루어지도록 함
- VE를 수행하는 자, VE를 의뢰하는 프로젝트의 관리자는 VE제안이 완전하게 설계 또는 계획에 추가될 때까지 VE제안에 적극적으로 관심을 가질 필요가 있음.

□ 감사의 실시

VE의 감사는 VE의 제안이 달성되는 여부를 체크하여 그 결과를 서면으로 정리, 보고하는 것

감사에서는 다음 작업을 수행함.

- VE제안의 활용 상황에 대해 완전한 자료를 정리함.
- 기대된 VE효과와 실제로 얻어진 효과를 비교함.
- 프로젝트의 관리자에게 비용 절감액 또는 프로젝트질의 개선에 관한 보고서를 제출함.
- 감사 결과의 자료를 모든 관계자에게 배포함.
- 장래의 프로젝트로 참고로 해야 할 사항을 총괄함.

Thank You!

