

PRICE 모델을 이용한 K1전차 수명주기 비용추정 (K-1 Tank Life Cycle Cost Estimate Using PRICE Model)

강창호, 강성진*

Abstract

Cost estimation has posed a significant challenge to estimators, planners, and managers in both government and military. Considerable historical evidence shows that accurate cost estimation has been difficult to achieve across a wide range of projects, including weapon systems.

This paper introduces new cost estimating concept, CAIV(Cost As an Independent Variable) and a cost estimating case study using PRICE model, computer aided parametric estimating models(CAPE) for K1 tank cost estimate. CAIV concept is to set realistic but aggressive cost objectives easily in each acquisition program and to achieve cost, schedule, and performance objectives considering various managing risks with a project manager and industry teams.

The Price model is one of computer aided cost estimating models and widely used in U.S. defense system analysis as a tool for CAIV.

We analyze theories, inputs, outputs of the PRICE model and present a case study for K1 tank to estimate costs in requirement and concept phase, program and budgeting phase, and life cycle phase. Finally we obtain results that the Price model can be used in various phases of PPBEES depending upon available data and time.

* 국방대학원

1. 서 론

지금까지 군에서는 각종 무기체계를 획득할 때 나름대로 국방기획 관리제도(PBEEES)라는 기본체제를 만들어 놓고 소요제기 단계, 즉 기획 단계부터 계획, 예산편성, 집행, 평가분석 단계에 이르기까지 단계별 위원회의 심의과정과 복잡한 의사 결정 체계를 통해서 진행해 왔다.[4] 그럼에도 불구하고 방위력 개선 사업이 추진되는 과정에서 비용 대 효과분석이 미흡하다는 지적이 끊이지 않았으며 많은 경우에 초기 단계 판단한 비용 보다 훨씬 초과된 비용이 누락되거나 추가로 발생하여 사업 추진이 지연되거나 타 사업까지 영향을 주는 사례가 발생해 왔다.

모든 사업이 시작될 때는 철저한 사전분석 단계를 거쳐서 실천 가능성 있는 대안을 제시하여 예산 반영을 시켜야 할 것이다. 사전분석 단계에서는 ① 적 위협 분석 및 소요의 타당성 분석, ② 운용개념 분석, ③ 요구성능의 적절성 분석, ④ 최적 획득 방안 분석(연구개발, 해외 직구매, 기술도입생산), ⑤ 비용추정 및 분석 등에 관해 체계적인 분석이 이루어져야 한다.[3, 4]

앞의 ①항부터 ④항까지는 야전 실무 장교들이나 군사 전문가들이 이해 심층분석이 가능하고, 충분한 경험과 분석자료가 많이 축적되어 있다고 볼 수 있다. 그러나 방위력 개선 사업의 비용추정 및 분석 분야는 아직까지 많은 연구가 이루어지지 못했고 전문 인력부족으로 국방부, 합참 차원에서 권위 있는 대안을 제시할 수 없었다.[5]

지금까지 연구개발 비용추정은 연구 전담기관인 국방과학연구소(ADD) 연구팀들의 소요제기에 전적으로 의존해 왔으며 국방부나 합참의 평가분석 전담

부서에서 심도 깊은 분석이나 검토를 못해 왔다. 최근 공군에서 추진 중인 KTX 사업추진과정에서 ADD에서 제기한 비용을 재검토한 결과 20% 이상 과대 추정되어 예산을 요구했다가 국방부 분석평가과에서 재검토 과정에서 발견되어 삭감 당한 경우가 있다[7]

이러한 측면에서 체계적이며 과학적인 비용분석을 실시한다면 상당한 분야에서 국방예산의 절감효과를 얻을 수 있을 것이다. 그러나 많은 방위력 개선사업이 추진되면서 수많은 평가분석 과제를 수행했지만 비용분야에 대한 집중적인 연구는 이루어지지 못했다. 비용측면보다는 운용개념, 위협분석, 효과위주의 연구가 대부분이었으며 비용은 항상 비용 대 효과분석의 일부로서 연구되어 왔다.

최근 국방연구원이나 국방대학원에서 수행한 비용효과분석 내용을 보면 주로 항공기, 공중 조기경보기, 전술기 등 항공무기체계 위주로 이루어 졌으며 이들의 내용 중 비용분야는 단순히 획득비용이나 업체 제시비용을 누계하는 정도였다.[7,9,11] 비용분야의 체계적인 연구는 국방과학연구소에서 개발한 무기체계 순기비용 산정모델[ALIA, Army Life cycle Cost Analysis]로서 한 무기체계의 전 순기동안 발생하는 모든 비용을 연구개발비, 투자비, 운영유지비로 구분하여 세부항목의 산출방법까지 제시하고 있다[2].

그 이후 대부분 비용관계 연구는 개별사업별로 비용 대 효과분석을 실시하는 수준으로 이루어졌으며 최근 국방연구원에서 연구한 무기체계 평가분석 방법론[8]에서 비용분석 사례연구와 무기체계 효과분석 방법론에 대해 상세히 언급하고 있다.

여기에 비해 선진국에서는 무기체계 획득시 컴퓨

터화된 비용모델을 사용하여 과학적인 방법으로 비용을 추정하고 있으며 제도적으로 비용분석 절차를 명시하여 체계적인 비용분석을 요구하고 있다[13]

본 연구에서는 비용추정과 관련하여 선진국에서 수행에서 수행되고 있는 새로운 개념을 소개하고 현재 미국에서 무기체계 획득의 비용추정 모델로 광범위하게 적용되고 PRICE 모델을 분석하고 이를 이용한 사례연구를 제시하고자 한다. 이 모델을 통해 무기체계획득의 개념형성단계, 소요제기단계, 계획 및 예산편성단계, 운영유지단계에서 비용추정 및 분석 가능한 방법을 제시하고자 한다.

이런 관점에서 최근의 비용분석에 대한 연구를 바탕으로 선진국을 중심으로 진행되고 있는 몇 가지 미래 비용분석 기법을 연구한다. 비용추정 분석 과정에서 발생하는 불확실성 요인과 해결방법, 사업관리의 융통성을 부여하기 위해 예비비를 확보하는 개념인 총 위험평가 추정치(TRACE : Total Risk Assessing Cost Estimate)제도[18], 비용을 독립변수로 다루는 CAIV(Cost As an Independent Variable) 개념, 그리고 동일한 시점을 기준으로 비용을 현가화 하여 관리하는 현재가/미래가 방법을 연구한다.

단위 무기체계의 수명주기 전반에 걸친 객관성 있고, 정확하며, 신속한 비용추정을 위해서는 비용추정 시 과거 경험자료나 통계적 기법을 이용한 Parametric Estimating Tool을 사용하는 것이 효과적이다. 본 논문에서는 Parametric Estimating에 의해서 사용되는 몇 가지 비용추정 모델에 대해 소개하고 그 중에서 PRICE모델의 비용추정 이론과 이를 사용한 비용분석 기법을 개발하고자 한다. 비용분석 과정은 Top-Down 방식으로, 변수 추정방법을 사용하며, 작업세부구조(WBS)와 유사한 추정세부구조(EBS) 개발, 자료수

집, 자료입력 및 분석 등의 절차를 거치게 된다[3].

K1전차의 실제 자료를 이용한 비용분석을 통해서 구체적인 체계 개념이 형성되지 않은 단계에서의 비용추정, 설계와 시험평가가 진행된 체계개발 단계에서의 적정 획득비 추정, 그리고 배치 및 운영단계에서의 운영유지비 추정 등을 통해서 획득단계에 맞는 비용추정 기법을 개발하고자 한다.

2. 미래 비용분석 기법

2.1 비용추정 위험분석

2.1.1 비용추정의 불확실성

비용추정이 실제비용과 많은 차이가 발생하는 근본 원인은 장차 개발하거나 획득하려고 하는 무기체계에 대한 정보의 부족과 소요의 불확실성, 기술적인 능력의 불확실성, 비용추정 방법의 한계 등으로 들릴 수 있다. 그러나 이러한 불확실한 요인들을 미리 분석하여 의사결정자들이 그러한 요소들을 인지한 상태에서 의사결정을 한다면 제도적으로 문제점들을 미리 예방할 수 있을 것이다. 비용추정과정에서 위험 분석은 추정된 총비용에 대해 어느 정도 불확실성을 가지고 있는가를 판단하고자 한다.

2.1.2 위험평가 방법[18]

위험평가 방법은 크게 정성적인(Qualitative)방법과 정량적(Quantitative)방법 두 가지로 구분할 수 있다.

정성적인 평가방법은 비용추정 하려고 하는 시스템의 과거 실적자료나 정보를 획득하기 곤란한 경우에 예상추정치에 대해 최대값, 최소값, 가장 가능성 높은 값을 주관적으로 평가하여 반영한다는 것이다. 이 방법은 시스템 매개변수들을 변화시킴으로써 시

시스템 총비용에 미치는 효과를 분석하여 대안을 결정하는데 활용하므로 일종의 민감도분석 (Sensitivity Analysis)이라고 볼 수 있다.

정량적인 평가방법은 비용추정결과를 분석적인 방법이나 시뮬레이션을 통해서 총 비용의 변화 상태를 파악하는 방법이다. 총 비용의 세부 구성요소별로 비용과 관련되어 확률분포를 알고 있어야 하며 이러한 분포를 통해서 세부비용 요소별 신뢰구간을 구하고 총 비용에 대한 기대값, 분산, 신뢰구간을 구할 수 있다[18].

2.2 비용추정치의 위험평가 적용

2.2.1 위험평가 적용 방법

무기체계 획득사업을 추진하는 과정에서 초기에 판단한 기본 비용추정치로 사업을 진행하다 보면 기술적인 설계변경, 하드웨어 추가지원사항, 스케줄 지연 등에 대비할 수 있는 예비비가 없음으로 인해 사업추진에 문제점이 발생한다. 미 육군은 1974년부터 무기체계 획득시 총 위험평가 추정치(TRACE)가 검토되어 사업추진과정에서 기본 비용추정치(Base Cost Estimate : BCE)와 위험비용 또는 위험자본이란 명목으로 일정 부분을 육군성이나 국방성에서 확보하는 제도를 발전시켰다. 1981년부터 칼루치 국방장관은 모든 무기체계 획득과정에서 비용 절감을 위해서 「위험평가비용」을 확보하는 제도를 적용하도록 했다. 이 기금은 사업 주관부서에서 요청시 타당성을 정밀하게 검토 후 사업 주관부서로 기금을 넘겨준다는 것이다. 군에서는 위험비용을 통상 2년간 보유하고 있으며 이 때까지 요청이 없으면 다시 반납 조치한다. 기본적으로 TRACE 개념을 도입한 의도는 불확실성을 고려하여 보다 현실성 있는 연구개발 추정

치를 적용하고, 위험자본이 있으므로 인해 사업관리에 융통성을 가지고 대처할 수 있으며, 군의 신뢰도를 증진시킴과 동시에 의회로부터 추가예산 지원을 위한 시간 소요를 절약할 수 있다는 데 있다.

2.2.2 TRACE 방법

TRACE 방법은 위험비를 적용방법, 위험요소 적용방법, 확률적 사건분석 방법, 확률적 네트워크 모델링 방법 등이 있다. ① 위험비율 적용방법은 비용추정치의 일정비율을 위험비용으로 확보하는 것이고, ② 위험요소 적용방법은 작업 세부구조(WBS)별 위험요소들이 불확실성으로 인해 비용증가를 발생시킬 수 있는 비율을 결정하여 요소별 위험비율을 누적하여 총 위험비용 추정치를 산출해야 한다는 것이다. ③ 확률적 사건 분석방법은 WBS별 문제발생 확률과 비용을 판단하고 그 문제로 인해 다른 분야의 확률과 비용을 판단하는 방법이며 ④ 확률적 네트워크 모델링 방법은 PERT와 몬테카를로 시뮬레이션의 결합으로서 비용과 기술적 불확실성을 고려해서 위험평가 변화 요인별 효과를 판단하는 것이다.

2.3 비용분석시 CAIV 개념 도입

2.3.1 CAIV의 정의와 목표

과거에는 새로운 무기체계 획득시 임무수행능력과 성능, 획득시기에 초점을 두면서 비용은 항상 부수적으로 고려되어 왔다. 이러한 정책은 무기체계 획득비용을 증가시키는 요인이 되었고 유지비의 상승요인으로 이어져서 예산 압박 요인으로 작용하게 되었다.

1970년대 초반부터 이런 문제를 인식하고 DTC (Design To Cost) 개념을 도입하여 서로 경쟁대상이 되는 체계에 대한 비용, 성능, 일장간의 균형을 최적화 하여 생산비용을 줄여보자는 비용관리기법이 도입

되기 시작했다. 미 국방성지시 (DODD, 5000.1, 1991. 2)에 보면 3억불 이상의 연구개발사업이나 18억불 이상의 획득사업은 반드시 DTC 개념에 의해 사업을 추진하도록 하였다.

최근 들어서는 비용을 독립변수화 하는 개념 (CAIV : Cost as an Independent Variable)을 도입하여 수명주기 전반에 걸쳐 비용을 증시하는 획득개념으로 전환되고 있다. 즉, CAIV 개념은 새로운 체계에서 수명주기 비용은 독립변수로 다루어질 필요가 있으며, 이것은 시스템 개발자, 사용자, 지원부서가 비용과 성능, 일정간의 적절한 절충을 통해 최선의 대안을 얻는 체계를 확보한다는 것이다.

2.3.2 CAIV와 DTC의 비교

<표 1>에서 나타난바와 같이 CAIV 개념은 기본적으로 DTC 개념을 수용하면서 사용자가 참여된 가운데 임무수행이 가능한 범위에서 비용을 감소시켜 나가는 노력을 하는 것이다. 또한 위험분석을 실시하여 계획의 수정 및 보완을 통해 궁극적으로 수명주기비용을 최소화한다는 것이다.

2.3.3 CAIV 적용 사례

CAIV의 개념은 1990년대 중반부터 논의되기 시작했지만 이 개념이 처음 적용된 사업은 헬멧장착 감시체계(Joint Helmet Mounted Culling System : JHMCS)이다. 이 프로젝트는 미 공군과 해군에서 소요를 제기해서 조종사의 헬멧에 사각지대까지 탐지 가능한 감시체계를 장착하는 시스템을 개발하는 사업으로 F-15, F-16, F-22의 조종사가 착용하도록 하는 데 있다.

이 사업주관부서는 평균획득비용을 낮추는데 목표를 두고 최초 설정한 비용범위를 초과할 경우에는 재설계를 하거나 요구조건을 다시 설정하도록 했다.

CAIV 개념의 적용은 사업주관부서에서 평균획득비용이 결정되어지면 업체 측에서 시스템 비용을 범주 별로 식별하고, 다시 생산업체나 공급자에게 할당하여 분야별 비용을 종합하여 시스템 비용을 산출하여 목표치와 비교하여 설계를 수정하거나 비용절감 및 보상요구를 하게 된다.

<표 1> CAIV와 DTC 개념 비교

CAIV	DTC
<ul style="list-style-type: none"> • 수명주기비용에 중점 • 사용자(군) 참여 요구 • 필요시 수요자체 조정 가능 • 획득관리 철학 • 계획 결정시 비용을 타 요소와 대등하게 고려 • 임무수행 가능성에 기초를 둔 시스템 비용목표 설정 • 설계시 사용자 요구와 비용을 동시에 고려 • 비용목적과 목표에 대한 지원가능성 분석 요구 • 위험분석 요구 • DTC 내용을 거의 모두 수용 	<ul style="list-style-type: none"> • 제도 및 획득 비용에 중점 • 사용자(군) 참여 불필요 • 수요조정을 고려하지 않음 • 개발 및 생산 철학 • 생산결정시 비용은 일정, 기술과 대등하게 고려 • 임무수행 가능차원의 비용 목표 설정은 불필요 • 사용자 요구는 고려하지 않음 • 비용목표에 대한 분석 요구 • 위험분석 요구 안함

그림에서 보는 바와 같이 최초 이 사업은 '97. 1월에 착수되어 사업주관부서와 보잉사는 CAIV 개념을 적용하기로 하고 '97년 4월 업체 측에서 모든 부품을 자체 생산하는 것으로 한 평균획득비용(AUPC)을 산정 하게된다. 이 때 AUPC는 목표치를 훨씬 초과하므로 일부 설계변경과 함께 주요부품을 Outsourcing 하는 것으로 하여 AUPC와 LCC에 있어서 약 20%의 비용절감효과를 가져왔다.

CAIV개념을 우리 나라의 국방사업에 적용할 경우 목표비용을 중심으로 일관성 있는 사업관리를 통해 비용절감 및 체계 성능향상에 기여할 수 있게된다. CAIV개념의 비용관리를 위해서는 사업관리 초기단계에 아직 개발되지 않은 무기체계의 획득비용과 운영 유지비를 포함한 수명주기비용을 목표비용으로 제시해야 하는데 이를 위해서는 Parametric Cost Estimating 이 효과적이다[1].

2.4 현재가/미래가 산정 및 적용 방법

방위력 개선사업은 장기간에 걸쳐서 이루어지는 사업이 많기 때문에 미래에 소요되는 비용추정은 물가상승률, 이자율 등이 고려된 상황에서 일정한 시점을 기준으로 모든 비용을 현가화하여 동일한 기준으로 비교를 해야만 한다. 대형 사업의 경우 초기 획득비가 몇 년에 걸쳐 분할 납부되고 있으며 사업 계획이 수립되는 시기와 실제 집행되는 시기는 짧게는 3 - 4년에서 길게는 10년 이상 차이가 나는 경우가 있어 비용분석시 기준시점을 이용한 비용산출을 통해서 비교를 해야 한다.

2.4.1 GDP 디플레이터 상승률 적용

해마다 일정비율로 인플레이션이 발생함에 따라 그 만큼 동일금액이 그 다음년도에는 구매력이 떨어진다. 중장기 계획수립시에는 인플레이션과 물가지수 등이 복합적으로 고려된 GDP 디플레이터를 사용하여 기준 연도를 시점으로 불변가격을 환산할 수 있다. <표 2>에서는 1998년도를 기준으로 디플레이터가 작성되었다. 이 도표를 이용하여 1998년 이전에 발생했던 비용을 1998년 불변가격으로 환산할 수 있다. 예를 들어 1985년도에 한국형 전차가 10억원이었다면 1998년 가격은 다음과 같다.

10억 (1985년 가격) ÷ 0.445 = 22.47억(1998년 가격)
 여기서 1981년 가격을 1991년 가격으로 환산하기 위해서는 먼저 1998년 가격으로 환산한 다음 다시 1991년 가격으로 조정하는 그 단계를 거쳐야 한다.
 10억(1981년 가격) ÷ 0.359 = 27.86억 (1998년 가격)
 27.86억(1998년 가격) × 0.669 = 18.64억 (1991년 가격)

<표 2> 1981 - 1998 GDP 디플레이터[11]

연 도	GDP 디플레이터 상승률 (%)	1998년 기준 환산
1981	17.6	0.359
1982	6.7	0.383
1983	5.2	0.403
1984	5.4	0.425
1985	4.7	0.445
1986	4.6	0.465
1987	5.1	0.484
1988	6.7	0.522
1989	5.3	0.55
1990	9.9	0.604
1991	10.8	0.669
1992	7.7	0.72
1993	7.0	0.771
1994	7.6	0.826
1995	7.2	0.886
1996	3.9	0.921
1997	3.2	0.95
1998	5.3	1.0

2.4.2 중장기 계획 인플레이션 지수 적용

중기 계획이나 장기 계획에 적용하기 위해서는 계획 목적상 예상 인플레이션 지수가 사전에 판단되어야 한다. 현재 시점에서 n년전에 그 당시 화폐가치로 B의 비용이 발생되었다면 B의 현재 가치 P_B는

$$P_B = B \prod_{i=1}^n (1 + r_i)(1 + I_i) \quad (1)$$

r_i 는 i 년도의 디플레이터, I_i 는 이자율

반대로 지금부터 n 년 후의 가격이 U 로 판단되었다. U 의 현재가격은 다음과 같이 구한다.

$$P_U = \frac{U}{\prod_{i=1}^n (1+r_i)(1+I_i)} \quad (2)$$

r_i = i 년도의 인플레이션 지수

3. 비용분석 모델 소개

기존의 비용추정 기법이나 모델은 특정 사업용으로 혹은 특수 목적에 맞추어 개발된 경우가 많았다. 미 공군의 CORE모델은 공군 전술항공기의 부대급 운영유지비를 산출하기 위해 개발되었고 DAPCA 모델은 항공기의 개발 및 획득비용을 추정하기 위해 미국 RAND연구소와 Lockheed사에서 개발되었다. 국내에서도 무기체계 연구개발시 수명주기비용을 산출하기 위해 국과연에서 ALIA모델[3]을 개발하고 이를 기초로 무기체계 군수지원비용산출을 위해 LOSCAM모델을 개발한바 있다. 본 절에서는 주요 비용분석 기법으로 CORE모형을 소개하고 최근에 국내 항공기 개발 사업에 획득 비용산출을 위해 사용된 DAPCA모델과 APCM모델을 소개하도록 한다. [8]

3.1 CORE 모델

CORE(Cost Oriented Resource Estimation)모델은 미 공군의 전술항공기의 부대급 운영유지비 비용구조를 <표 3> 과 같이 정립하였다. 분석시점에서 직접 자료획득이 불가능한 일부 요소는 비용추정관계식(CER)을 사용하여 추정하도록 되어있다.

<표 3> CORE모델의 부대급 운영유지비 분석구조

비용항목	비 용 요 소	결 정 계 수
인 건 비	직접요원 인건비	작전요원수, 급여
	시설지원 인건비	시설지원병력수, 급여
	간접인건비	인원당 간접지원비
유 류 비		시간당 연료소모율, CAL당연료비
수리부속 비	보급 수리부속	비행시간당 주요부품비
	지원장비/ 수리부속	대대지원장비비
	형태변경 KIT	형태변경비
부대급 소모품비		
창 정비비	기체	비행시간당 창정비비 대대당 창정비비
	엔진	
	주요부품	
무장 소모비		훈련무장비용
교육 훈련비	획득비	양성비, 전역률
	훈련비	훈련비, 전역률

3.2 DAPCA 모델

DAPCA(Development and Procurement Costs of Aircraft)모델은 미국의 RAND연구소에서 항공기의 개발 및 생산비용을 추정하기 위해 개발한 CER모델이다. 군용기의 독자개발 경험이 없는 우리나라에서는 독자적인 CER모델을 만들기가 불가능하고 외국의 CER모델을 응용하여 활용할 수밖에 없는 실정이다. 국내에서는 1992년 KIDA에서 기본훈련기 비용 추정 시 이 모델을 사용한 경험이 있다. [8]

3.3 APCM 모델

APCM(Aircraft Procurement Cost Model)모델은 1978년 미국 Lockheed사에서 개발하여 사용되고 있으며 아음속 및 초음속 전술기의 비용 계산용으로 설계되어 훈련기, 전투기, 공격헬기 등 군용항공기의 생산비용, 무기체계비용, 및 구매비용을 추정할 때 사용된다. RAND 연구소에서 개발한 DAPCA 모델과는 달리 서브시스템의 가격변동 요소까지를 고려하여 비용을 계산하며 더 많은 비용요소 입력을 통해 매우 상세한 비용추정이 가능하다. 국내에서는 KTX-2 탐색 개발시 양산목표가격을 추정하는데 사용한 바 있다[9].

3.4. SEER 모델

SEER(System Evaluation and Estimating of Resources) 모델은 변수 추정모델로 다음과 같은 종류가 있다.[13]

SEER-H는 하드웨어 비용추정, 생산일정 추정 그리고 위험분석 결과를 제공한다. 하드웨어 모델은 적용되는 기술수준의 차이에 의한 감도 분석을 할 수 있고 획득 시나리오에 따라 비용추정이 가능하다. 즉 신규생산, 수정생산, 고객 주문정도, 단순구매 등에 따라 비용추정이 달라질 수 있다.

SEER-HLC는 시스템 하드웨어 수명주기비용을 평가하는 모델이다. 이 모형에서는 하드웨어 구성품들의 신뢰도, 평균 정비시간, 고장시간의 변화에 따라 수명주기비용에 미치는 효과를 평가할 수 있도록 설계되어 있다. SEER-H 모델을 보완하면서 두 개의 모델이 PC에서 운영될 수 있다. 이러한 모델들은 실제 자료를 사용하여 보고서와 그래프 형태로 결과를 제공하며 최소한의 입력 자료를 요구하면서 내부

에 자체 데이터 베이스를 구축한다.

SEER-IC는 통합 회로망의 개발 및 생산 전문가 시스템으로 설계비용과 위험분석, 자원소요, 비용추정을 제공하는 모델이다. 이 모델은 전문가 시스템을 이용하여 설계 능력과 소요되는 비용을 제공하므로 시스템비용을 최소화하는 방안을 찾을 수 있다.

SEER-DFM은 엔지니어가 효율적으로 생산품을 조립하고 생산하는데 도움을 줄 수 있도록 설계된 모델이다. 이 모델의 목표는 생산설계와 관련된 의사결정, 물량결정, 투자규모 결정 등을 통해 제조과정을 최적화 할 수 있도록 공학적인 의사 결정을 내리도록 하는 데 있다.

이 밖에 FASTE, REVIC, PRICE 모델이 현재 하드웨어나 수명주기 비용추정을 위해 많이 사용되고 있다.

4. PRICE 모델 연구

4.1 특성 및 종류

PRICE(Parametric Review of Information for Costing and Evaluation) 모델은 국방사업과 같은 대규모사업의 비용추정을 위해 개발된 전산화 비용추정모형(Computer Aided Parametric Estimating: CAPE)으로 1975년에 Lockheed Martin사에 의해 개발되었다. 미국에서는 국방분야 사업의 비용추정시에 의무적으로 사용해야할 4대 CAPE Tool중의 하나로 현재 국방분야 비용추정에 많이 사용되고 있을 뿐 아니라 활용범위가 확대되어 가고 있다. 모델의 장점은 다음과 같다.[15, 16]

첫째, PRICE모델은 비용추정의 모든 과정을 전산화하여 짧은 시간동안 많은 비용추정이 가능하도록

지원한다.

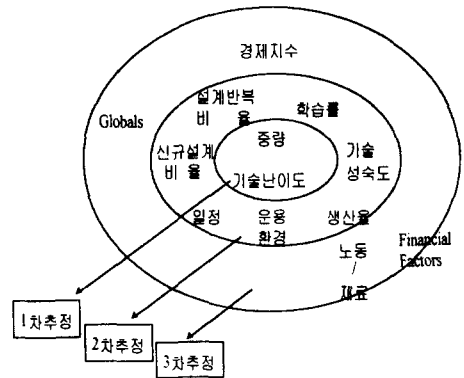
둘째, PRICE 모델을 사용할 경우 비용추정의 정확성이 증대된다. PRICE 모델을 사용한 비용분석 사례를 보면 생산비용의 경우 실제비용의 5% 범위 내에서 비용추정이 가능한데 이는 비용추정시에 현실과의 차이를 Calibration이라는 절차를 통해 보완함으로써 가능해진 결과이다. 단 연구개발비의 경우 오차한계는 약 25%로 다소 높아질 수 있다.

셋째, 모델 내의 다수 계수에 대한 사용자 나름대로의 유연성 있는 수치 입력을 통해 비용추정 대상 사업 특성에 맞는 비용추정이 가능해진다. 또한 여러 대안에 대한 민감도분석이 가능하다.

PRICE 모델의 종류에는 H, HL, M, S가 있다. PRICE H(Hardware)모델은 장비, 기계부품 등의 비용과 일정을 추정하는데 사용된다. 개발단계 비용추정은 비 반복공정, 시스템엔지니어링, 사업관리, 자료관리, 시제품생산, 그리고 치공구 및 시험장비 관리과정을 포함한다. 생산단계 비용추정은 직접 노무비, 재료비, 하드웨어 조립 및 결합과 관련된 간접비용 등의 평균 단위생산비용과 월간 생산을 등을 계산한다. 각 작업세부구조는 8단계까지 세분화할 수 있다.

PRICE HL(Hardware Life Cycle) 모델은 운영유지비용을 추정한다. 획득과정의 모든 단계에 사용되지만 특히 개념분석이나 시스템 설계 단계에서 PRICE H 모델과 연결될 때 효과적인 분석을 할 수 있게 된다.

PRICE M(Electronic Module and Microcircuit) 모델은 전자 모듈이나 마이크로 서킷 같은 전자제품의 개발, 생산비용을 추정하는 모형이다. 이 모델은 전자계통의 제품이 가지고 있는 특성을 기초로 하여 비용추정 관계식을 구성해서 비용을 추정하며 PRICE H의 일부라고 할 수 있다.



<그림 1> PRICE 비용추정 단계

PRICE S(Software) 모델은 소프트웨어 수명주기 동안 소프트웨어의 비용과 일정을 추정하는데 사용한다. PRICE 시스템 중에서 가장 나중에 개발된 모델로 기본적인 원리는 PRICE-H와 유사한 점이 많다. 소프트웨어 개발비용을 추정하기 위한 PRICE-S의 기본 입력변수는 Instruction 숫자, 소프트웨어의 기능혼합정도, 신규/재사용 소프트웨어의 비율, 운용환경, 생산성, 사용언어, 시간 및 메모리 제한 등이 있다.

4.2 개발/생산비 추정이론

PRICE H 모델은 매개변수를 이용한 비용추정 기법이다. 전체 체계를 하위체계, 모듈, 부품 등의 분해가 가능한 구조로 분해한 후 각 요소별로 과거 경험 자료를 바탕으로 한 비용관계식(CER)에 따라 비용을 추정한다. PRICE-H 모델은 3단계의 비용추정 과정을 거친다. <그림 1>와 같은 양과 꺾질구조의 그림을 통해서 PRICE 모델의 비용추정 과정을 설명할 수 있다. 이를 통해 PRICE 모델을 이용한 비용추정 과정이 다른 설명변수와 비용간의 단순한 관계식에 의해서가 아니라 많은 고려요소와 복잡한 상황을 컴퓨터를 이용해서 분석 가능하도록 개발한 모델이라는 것을

알 수 있다. PRICE 모델에서 비용은 이를 설명하는 매개변수와와의 관계로 표현되는 수천 개의 함수로 이루어진다.

4.2.1 1차 비용추정

1차비용 추정과정은 하드웨어 정보 중에서 증량과 기술난이도만으로 비용을 추정하는 단계이다.

<그림 2>과 같이 PRICE H 모델은 4개 영역으로 구분된 비용 Matrix로 구성된다. 2개의 열은 개발단계와 생산단계로 구분되고, 2개의 행은 활동을 나타내는데 제도, 설계, 체계공학, 사업관리, 자료관리 등으로 구성된 엔지니어링활동과 생산, 시제품제작, 치공구 및 시험장비 제작 등으로 구성된 제조활동으로 구분된다.

개발단계 엔지니어링 비용은 기술난이도(MCPLXE/S)와 증량적도(WE/WS)의 결합으로 개발단계 제도 비용을 산출하고 이를 기본으로 설계비용, 체계공학비용, 사업관리비용 함수를 추정하게 된다. 산출절차는 다음과 같다. 먼저 증량과 기술적 난이도의 함수로 개발단계 제도비용함수가 추정된다.

$$DfAU = f(WE, MCPLXE) + f(WS, MCPLXS) \quad (3)$$

제도비용과 기술난이도의 함수로 설계비용 함수가 추정된다.

$$DesAU_i = \frac{154.5}{100} MCPLX_i^{.33} DfAU_i \quad (4)$$

제도비용과 설계비용, 그리고 기술난이도의 함수로 체계공학비용함수가 추정된다.

$$SysAU_i = \frac{54.5}{100} (MCPLX_i)^{-.737} * (DfAU_i + DesAU_i) \quad (5)$$

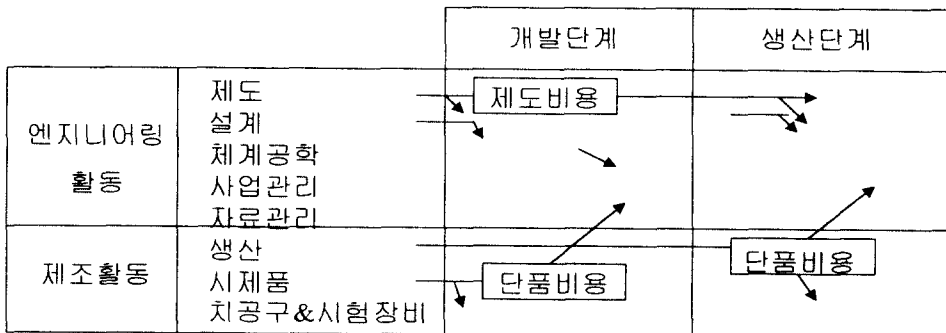
엔지니어링활동과 제조활동에 드는 비용, 그리고 기술난이도의 함수로 사업관리비용함수가 추정된다.

$$PrjAU_i = (MCPLX_i)^{-.357} \left[\left[\frac{33.5}{100} (DfAU_i + DesAU_i) \right] + \left[\frac{16.7}{100} (PrjAU_i + PrjToolAU_i) \right] \right]$$

이 때, WE는 전자제품 증량, WS는 기계제품 증량, MCPLXE는 전자제품 기술난이도, MCPLXS는 기계제품 기술난이도, DfAU는 제도비용, DesAU는 설계비용, SysAU는 체계공학 비용, PrjAU는 사업관리 비용을 나타낸다.

생산단계 엔지니어링 비용은 개발단계 제도비용의 영향을 받는다. 제도비용은 제도수량과 엔지니어링 변경비율지수(ECN's)의 영향을 받는다. 생산과정의 난이도가 증가할수록 ECN지수가 증가한다. 생산단계 엔지니어링 활동비용은 제조단계 엔지니어링 활동비용 추정과 유사한 다음과 같은 과정을 거친다.

우선 제도횟수, 변경율과 시간, 그리고 제도율의 함수로 제도비용함 수를 추정한다.



<그림 2> PRICE 비용 Matrix

$$basDftAU_i = drawing * ECN * hrs / ECN * prdDftAU_i \quad (7)$$

이 때 basDftAU는 기본제도비용, drawing은 제도횟수, ECN은 기술변경지수, hrs/ECN은 기술변경시간, prdDftAU은 제품제도비용을 나타낸다.

제도비용과 기술난이도의 함수로 설계비용함수를 추정한다.

$$DesAU_i = MAX \left(\frac{40.4}{100} MCPLXE_i, \frac{53.8}{100} MCPLXS_i \right) DftAU_i \quad (8)$$

제도비용, 설계비용, 제조활동비용, 기술난이도, 그리고 수량의 함수로 사업관리비용함수를 추정한다.

$$PrjAU_i = \frac{19}{100} \frac{ProdAU_i + TIAU_i + DftAU_i + DesAU_i}{(MCPLX_i)^{0.2} (QTY_i)^{0.1}} \quad (9)$$

제도비용, 설계비용, 사업관리비용, 제조활동비용, 그리고 기술난이도의 함수로 자료관리비용함수를 추정한다.

$$PrjAU_i = \frac{4.5}{100} \frac{ProdAU_i + TIAU_i + DesAU_i + PrjAU_i}{(MCPLX_i)^{0.2}} \quad (10)$$

개발단계 제조비용은 기술난이도, 생산량, 크기 등을 기초로 한 단품비용(Only Piece Cost : OPC)으로 정규형 제조활동 비용을 산출한다. 제조활동의 학습효과는 난이도가 낮을수록, 시제품 양이 많을수록 증가한다.

생산단계 제조비용은 제품생산비와 치공구 및 시험장비 비용을 계산하는데 학습효과가 반영한다.

$$OPC = A * WT^B \quad (11)$$

이때 A,와 B는 MCPLX와 함수관계이고, WT는 중량이고 OPC는 중량과 기술적 난이도에 대해 단조 증가 함수이다. 다음은 생산단계 제조활동 비용함수의 추정과정이다.

생산량과 일정에 따른 생산율을 계산한다.

$$rate_i = \frac{QTY_i - 1}{PENDING_i - PFAD_i} \quad (11)$$

단, QTY_i는 생산량, PENDING_i는 생산종료시기, PFAD_i는 생산개시시기

계산된 생산율을 기초로 학습효과를 반영한다. 학습효과는 생산율이 낮은 경우 급격히 증가하다가 자동화 등의 영향으로 생산율이 높을 때 완만하게 증가된다.

$$LC_i = \text{if} (rate_i * 12 < 300, 0.729288(rate_i * 12)^{0.0368905}, 0.85(rate_i * 12)^{0.0100208}) \quad (12)$$

기술수준과 자동화 정도에 따라 MPI(Manufacturing Process Index)를 계산한다.

$$MPI = f(LC) \quad (13)$$

중량과 기술난이도의 함수로 OPC를 구한다.

$$OPC = f(WT, MCPLX) \quad (14)$$

MPI와 OPC의 함수로 표현되는 첫 단품비용(fpc) 함수를 추정한다.

$$fpc = f(OPC, MPI) \quad (15)$$

fpc, 학습률, 수량의 함수로 생산비용함수를 추정한다.

$$prdAU_i = fpc_i \sum_{j=1}^{QTY_i} QTY_j^{\frac{\ln(LC_j)}{15(2)}} \quad (16)$$

4.2.2 2차 비용추정

2차 비용추정 과정은 정규성을 갖는 비용추정값을 현실여건에 맞추는 과정으로 이 과정에서 비용-비용간 관계식이나 추가적인 비용관계식이 채택된다. 운용환경(PLTFM), 신규설계비율(NEWEL/ST), 설계반복비용(DES/RPE/S), 기술개발률, 기술수준(ECMPLX), 각종 일정변수(DSTART, DFPRO, DLPRO), 엔지니어링 변경지수(ECN) 등을 고려해서 1차 추정에서 계산된 비용함수를 수정하게 된다. 이때 고려되는 사항들은 PRICE-H 모델에서 각각의 입력변수값으로 비용추정값 변화에 직접적인 영향을 주게된다.

4.2.3 3차 비용추정

3차 비용추정단계에서는 추정된 CER에 전체적인 영향을 줄 수 있는 승수를 부여하는 과정이다. Global 입력변수, 경제승수 그리고 노동/재료 변수로 구성된다.

1차 및 2차 추정단계를 거친 비용은 전체 체계에 영향을 주는 승수인 Global 입력변수를 반영해서 체계, 구성품, 부품수준의 비용 및 일정관리를 할 수 있다.

PRICE H 모델은 1972년 미국 달러화를 기준으로 모든 비용을 계산하기 때문에 국가별 통화가치와 인플레이션 등의 경제환경을 고려해서 현가로 조정한다.

노동력 / 재료 도표에 있는 기타직접비용(ODC), 재료, 그리고 노동비율을 변화시켜 전체 체계의 비용을 조정할 수 있다.

4.2.4 Calibration

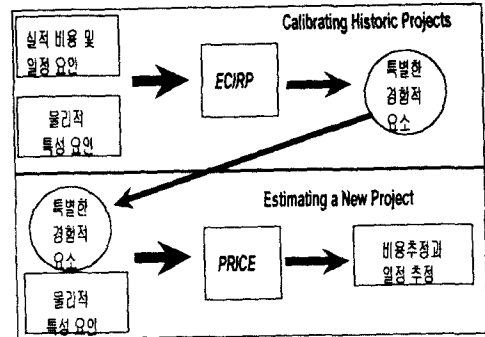
PRICE 모델은 현실에 맞는 조정과정을 통해서 각기 기술여건과 상황이 다양한 국가와 기업의 비용추정을 가능하게 하는데 이런 조정과정을 Calibration이라고 한다.

Calibration의 목적은 보다 정확한 비용추정이라고 할 수 있다. PRICE 모델의 정확한 비용추정은 정확한 자료입력을 통해 가능하다. 아래 그림에서와 같이 잘못된 변수값이 지정되어 부정확하게 추정된 비용을 다시 정확한 변수값으로 바뀌어서 합리적이고 정확한 비용을 추정해주는 것이 Calibration의 목표이다.

제품의 구조특성, 재료, 기술수준 등을 고려하고 Table과 Generator를 이용해서 MCPLXE/S값을 구한 후에 실제 비용자료를 이용해서 그 값을 수정해주는 절차가 바로 Calibration과정이다. 이 과정을 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\text{Cost} = f(\text{weight, Complexity})$$

$$\text{Complexity} = f^1(\text{Cost, Weight}) \quad (17)$$



<그림 3> Calibration 과정

4.3 운영 유지비 추정이론

PRICE HL 모델은 시스템의 설계, 개발, 생산, 운영 및 지원비용을 산출하여 수명주기비용을 관리할 수 있도록 개발되었다. 수명주기 비용추정을 위해서는 많은 운영실적자료와 다른 장비 비용요소의 정성적인 요인을 분석해야하는 어려움이 있는데 PRICE 모델은 하드웨어 입력자료를 수명주기비용 추정에 연결해서 사용 가능하도록 개발되었다.

PRICE-HL모델에서 비용결정에 영향을 주는 주요 변수는 다음과 같다.

- 편성부대 수준의 정비 및 보급소의 수량과 위치
- 장비 정비 및 보급소의 수량과 위치
- 창정비 부대수
- 부품들의 비용, 규격, 중량, 모듈
- 외주정비 비용
- 시험장비, 운송비용
- 정비인원 및 정비율
- 장비 운영시간, 지원기간
- 부품 평균 고장시간(MTBF)
- 부품 평균 정비시간(MTTR)

- 재고수준 및 지원수준
- 안전 재고
- 정비간 마모율 및 정비손실 계수

운영유지비 추정을 위한 이론과 절차는 매우 복잡하고 방대하지만 그 중에서 배치, 정비 그리고 예비부품지원에 관련된 이론이 중요하다.

4.3.1 장비 배치

배치와 관련된 변수는 공급되는 체계의 수량이 얼마이며, 어느 기간동안 체계를 사용했는가를 설명한다. PRICE 모델에서는 60년간의 사용실적까지 모델링 할 수 있고 장비의 단계적 도입과 철수도 설명이 가능하다. 총 장비수량, 부품 및 정비지원을 위한 4단계의 편성/중간/일반장 정비시설 및 보급시설 위치를 명시하도록 되어있다. 장비운영 및 정비조건은 운영지역특성에 따라 3개의 Theater로 구분할 수 있다.

4.3.2 정비 계획

정비개념은 정비업무가 어디서, 어떻게 수행되는지를 나타낸다. 예비부품 보급, 재보급 시기, 지원장비 요구조건, 인력효율 등 다른 군수지원 기능들은 정비개념에 의존한다. 28가지 표준 정비개념은 고객 요구, 장비배치, 기술수준, 경제적 여건, 예비부품 사용여건, 장비정비도, 장비완성도 등에 영향을 받으며 현재 운영되는 정비개념을 선택하여 입력할 수도 있고, 최적의 정비개념이 자동으로 입력될 수도 있다.

4.3.3 예비 부품지원

예비부품의 수량과 종류를 결정하는 것은 수명주기 분석에 있어서 가장 중요한 절차중의 하나이다. 궁극적으로 부품을 최소 보유한 상태에서 적시에 군수지원이 가능한 최적량을 선택하여 이를 정책에 반영해야 한다. 보급을 위한 개별 예비부품의 수량은

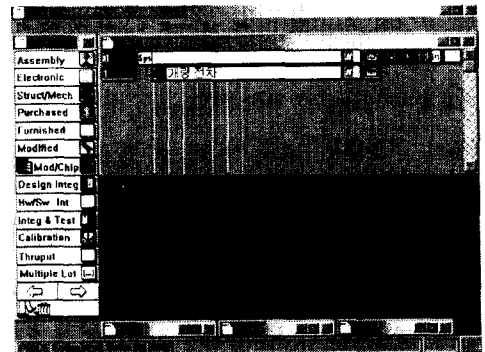
고장률의 직접함수로서 계산된다.

5. 비용추정 사례연구

5.1 개념형성 단계의 K1전차 비용추정

현재 사용 중인 K1전차를 기준으로 성능개량전차의 대략적인 비용범위를 구할 때 ROM방법에 따른 PRICE모델을 사용하는 사례를 통해 개념연구 단계의 개략적인 비용추정을 연구하기로 한다.

K1전차는 전체 중량이 51톤이고 주포는 105mm M68A1 주포를 사용하며 26억원에 생산되었다고 본다. 분석시점에서 전체체계의 기술난이도는 전차의 기술난이도가 5.4-6.4수준이라는 것에 착안해서 임시로 부여한 6.0과 중량자료(51톤)를 가지고 전체체계의 비용을 추정한다. 추정한 비용과 실적 비용자료를 비교한 후에 Calibration 과정을 통해 기술난이도는 5.762라는 것을 알 수 있다. 주포가 120mm로 개선됨에 따라 전체중량이 약 3.5톤 가량 증가한 54.5톤이고 기술난이도나 기타 조건은 K1전차와 동일한 개량전차를 생산할 경우의 생산비용을 추정하는 과정은 다음과 같다.



〈그림 4〉 ROM방법에 의한 K1전차EBS구조

K1전차 및 개량전차의 주요 입력변수값은 다음과 같다.

<표 4> ROM방법 적용을 위한 입력변수값

구 분	K1전차	개량전차
중 량	51톤	54.5톤
생산수량	200	100
기술난이도 (MCPLXS)	5.762	5.762
운용환경(PLTFM)	1.4	1.4
개발시점	97년 1월	97년 1월
생산시점	99년 1월	99년 1월

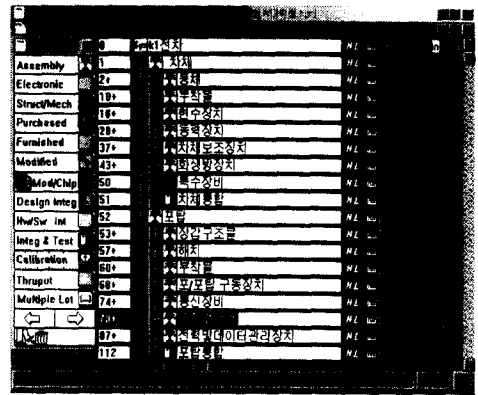
위의 변수값을 입력했을 때 개량전차의 생산비용 추정결과는 다음과 같다. 성능개량전차를 100대 생산할 때에는 35억원을, 200대 생산할 때에는 28억원을 대략적인 목표비용으로 제시할 수 있다. 이러한 과정을 통해서 추정된 비용은 경험적으로 볼 때 실제비용에 비해 약 30-40%정도의 오차를 가질 수 있으므로 정확한 통제비용 개념이 아닌 개발/생산을 위한 비용의 베이스라인으로서 개발/생산 비용범위를 조정하는 역할을 할 수 있다.

5.2 K1전차 생산비 추정

Parametric Estimating 방법은 무기체계 선정 사업 초기에 제한된 입력자료를 가지고 체계의 비용을 추정하는데 사용되며 실제 장비가 연구개발 및 생산이 되지 않은 상태에서도 기존의 유사한 장비에 대한 비용추정 자료를 기초로 새로운 체계의 생산비용을 추정할 수 있다. 이와 같은 관점에서 현재 배치 및 운용되고 있는 K1전차의 구성품별 중량, 부피, 비용자료를 통해 생산비용을 추정할 후 기존 전차와의 공통점과 차이점을 반영해서 아직 생산되지 않은 새로운 체계인 K1A1개량전차의 비용을 추정하도록 한다.

5.2.1 K1전차 하드웨어 모델링

K1전차의 전체구조를 장비구조와 특성, 그리고 비용추정 개념에 맞추어 차체와 포탑으로 나눈다. 차체는 동체, 부착물, 현수장치, 동력장치, 차체보조장치, 화생방장치, 특수장치 등의 7개 구조로 나누고 포탑은 장갑구조물, 해치, 부착물, 포 및 포탑 구동장치, 통신장비, 무장 및 탄약, 전력 및 데이터 관리장치의 7개 구조로 분할한다. 3계단 LRU 단위까지 분기된 K1전차의 EBS구조는 다음과 같다



<그림 5> K-1전차의 EBS 구조

분기된 EBS 구조를 비용자료 획득이 가능한 5-6계단까지 분기하여 112개 구조로 구분하고 이를 구성품 21개, 기계제품 58개, 전자제품 12개, 관급제품 3개, 통합 18개 구조로 EBS를 완성한다. 장비운용환경은 군용 기동장비에 부착되어 운용되는 것으로 보며 연간 200대의 전차를 생산하여 배치하는 조건이며, 장비개발에 필요한 국내 기술수준은 중급정도인 것으로 모델을 구성한다.

5.2.2 K1A1 개량전차 하드웨어 모델링

K1A1전차에는 기존의 K1 전차와 동일한 구조 및 성능을 가진 부분과 새롭게 개량되는 부분이 있다고 가정된 후에 비용을 추정한다. 비용추정구조는 K1

전차에서와 동일하게 112개로 분할하고 개량되는 7개 부분을 제외한 나머지 부분은 기존의 장비와 동일한 것으로 본다.

다음은 K1A1 전차로 성능개량 후 변경되는 7개 요소의 모델링 결과이다.

<표 5> K1A1 전차의 성능개량 요소의 모델링

구 분	무게(kg)	부피(dm ³)
포신 / 폐쇄기	1819	7667.0
포마운트	936	935.6
포부수장치	1483	100
주포통합장비	100	1000
포수 조준경	119.1	392.9
전차장 조준경	167.5	145.5
스 커 트	2526	1000

5.2.3 비용추정 결과

K1전차의 생산비 추정값은 약 24.7억원으로 실적 자료인 26억원과 비교할 때 5%의 오차가 나며 이는 비교적 정확한 추정값이라고 할 수 있다.

K1전차의 비용추정결과를 기초로 한 K1A1 전차의 비용추정 결과는 대당 개발비 2.3억원, 생산비 31.2억원의 규모로 이는 K1 전차와 비교할 때 약 20%의 생산비용이 증가한 것이다.

5.3 K1전차 운영유지비 추정

새로운 무기체계의 운영유지비를 추정해 내기 어려운 것은 장비의 운영유지비를 추정해내기 위해서는 군수지원 체계, 과거 실적비용, 운용실적 등의 데이터가 필요한데 운영해본 적이 없는 새로운 장비의 운영실적자료를 얻는 자체가 불가능하기 때문이다.

그러나 유사한 무기체계는 성능뿐만 아니라 운영 및 지원환경이 비슷하다는 관점에서 출발하면 새로운 무기체계의 운영유지비 추정이 가능하다. 본 절

<표 6> 전차 생산비용 추정결과

구 분	K1전차 (천원)	%	성능개량 전차(천원)	%
전차	2,470,923	100	3,118,775	100
차체	1,628,810	65.5	1,834,427	58.8
동체	229,506	9.2	247,701	7.9
부착물	160,450	6.4	168,789	5.4
현수장치	332,319	13.3	383,296	12.3
동력장치	853,633	34.4	978,141	31.4
차체보조장치	26,824	1.1	28,196	0.9
화생방장치	11,492	0.5	12,503	0.4
특수장치	4,336	0.2	2,160	0.07
통합	10,250	0.4	13,641	0.43
포탑	842,113	34.5	1,284,348	41.2
장갑구조물	162,035	6.7	168,423	5.4
해치	12,490	0.5	13,557	0.44
부착물	43,175	1.8	46,335	1.5
포/포탑구동	13,559	0.5	14,539	0.5
통신장비	1,608	0.1	1,991	0.06
무장 및 탄약	102,049	4.1	298,649	8.6
전력/데이터	501,688	20.5	735,016	23.6
통합	5,509	0.2	5,838	0.2

에서는 이런 이론을 기초로 K1전차의 과거 운영실적 자료를 바탕으로 K1A1개량전차의 운영유지비를 추정하도록 하겠다.

5.3.1 모델링

운영유지비추정을 위해 PRICE-HL모델을 운용하려면 배치(Deployment) 관련자료를 우선적으로 입력해야 한다. 장비수명은 '99 장비목록편람을 참고로 해서 25년으로 입력한다. 한국을 전체 하나의 동일한 운용환경으로 가정한 후 보급 및 정비를 위한 부

대/직접/일반/장 시설은 지원대대를 기준으로 입력한다. 장비는 200대 생산 및 배치하는 것으로 본다. 보급 및 정비 부대 수는 현실을 가정하며 입력한다.

수명주기 기간 동안의 관련자료는 프로그램 설계 개념이나 PRICE-H의 결과로부터 쉽게 얻을 수 있다. 배치자료를 제외한 필요한 자료를 PRICE-H로부터 전환해서 필요한 결과를 얻은 후에 실제자료를 수집/입력하여 보다 현실적인 결과를 얻는다.

5.3.2 비용추정 결과

PRICE-HL을 통해서도 수명주기 비용의 보고서와 그래프를 출력할 수 있다. K1 전차를 200대 생산하여 25년의 수명주기 기간동안 사용할 때 개발비, 생산비, 운영유지비에 대한 분석 결과는 다음과 같다.

0.0	475869543.6	-	475869543.6
-	1597546.2	3993865.6	5591411.9
-	303406401.2	99615466.3	40302267.5
-	410.2	10254.0	10664.1
-	-	5861.3	5861.3
-	-	0.0	0.0
0.0	-	21771.7	21771.7
0.0	780873901.2	103648218.8	884522120.1

<그림 7> K1전차 수명주기 비용출력 결과

출력결과 K1전차 200대의 25년간 생산비는 7,809 억원이며 운영유지비는 1,036 억원으로 나타났다. 그러나 실제는 장비 배치 시 함께 보급되는 CSP(동시 조달수리부속) 운영유지비로 분류해야 하므로 생산비는 4,775억원이고, 운영유지비는 4,070억원으로 분석되었다. 따라서 운영유지비는 수명주기동안 대당 20.35억원이고 연간 대당 0.81억원 정도인 것으로 분석이 된다. 이는 노무비나 창정비비가 계산에 포함되지 않은 값으로 '98년 연간 야전정비비가 대당 0.75억원인 것을 고려해볼 때 현실과 비슷한 결과가 나왔다고 볼 수 있다. Calibration을 통해 현실에 맞

는 수정작업을 거친 개발 및 생산비용 추정과는 달리 운영유지비 추정은 현실과는 다소 차이가 있을 수도 있지만 이는 다양하고 복잡한 운영여건을 고려할 때 불가피한 현상이고 RAM자료나 기타 실적자료를 수집해서 수정할 때 보다 정확한 결과를 얻을 수 있을 것이다. K1전차 추정시와 같은 방법으로 K1A1전차를 100대 생산 및 배치할 때의 수명주기 비용을 분석할 수 있는데 분석결과를 앞의 결과와 비교하면 다음과 같다.

<표 8> K1전차와 K1A1전차의 비용추정결과 비교

구 분	대당 수명 주기 비용			연간 대당 운영유지비
	총 비용	생산비용	운영유지비용	
K1 전차	44억원	24억원	20억원	0.81억원
성능개발전차	65억원	31억원	32억원	1.35억원

CAIV개념에 의하면 무기체계의 수명주기비용을 목표비용으로 정해서 사업을 관리해야 하는데 분석결과 K1전차는 44억원을, K1A1전차는 65억원을 목표비용으로 제시할 수 있다.

6. 결 론

국방사업은 기술의 첨단화와 장비성능의 증대로 인해 단일 사업에 많은 예산이 사용되는데 현실여건상 방위력 개선분야의 국방예산 획득이 날로 어려워져 가고 있다. 이러한 상황에서 한정된 예산으로 보다 우수한 성능을 가진 무기체계를 선정하여 관리하려면 성능에 대한 평가와 함께 정확한 비용분석이 필요하다. 그러나, 국방분야의 비용분석은 업무의 중요성에 대한 인식부족, 전문인력의 부족, 효과적인

비용분석 모델의 부재, 정확한 비용추정을 위한 제원 및 운영실적자료부족 등의 이유로 제대로 수행되지 못해 왔다.

본 연구에서는 정책수립 시 수명주기 동안의 목표비용을 정하고 이를 중심으로 신규사업의 일정과 성능을 관리해 나가는 CAIV개념에 대한 연구와 이를 효과적으로 수행하기 위한 방법으로 변수비용추정방법을 제시했다. 그 중에서 최근에 선진국에서 국방분야의 비용추정에 가장 많이 사용하고 있는 PRICE 모델을 중심으로 컴퓨터를 이용한 변수비용추정모델(CAPE)의 이론과 실제 데이터를 이용한 사례를 연구했다. K1전차의 제한된 입력자료를 가지고 추정된 비용분석 결과를 실제값과 비교할 때 현실과의 오차가 작은 정확한 추정 결과임을 입증했고, 이를 기반으로 아직 생산 및 배치되지 않은 새로운 무기체계인 KIA1전차의 수명주기 비용을 추정할 수 있게 되었다.

본 연구의 성과는 다음과 같다.

첫째, 하드웨어의 변수비용추정이론에 대한 고찰을 통해 모델을 이용한 출력결과를 보다 효과적으로 분석할 수 있게 되었고, 이는 매개변수를 이용한 비용추정 과정이나 입력변수를 한국화하여 우리실정에 맞게 조정하는 연구의 기반이 된다.

둘째, 사업초기에 Total Cost 개념의 수명주기 비용을 추정해내어 목표비용을 중심으로 한 성능 및 일정관리나 대안채택, 의사결정 등 변수 비용추정방법의 활용분야를 제시한다.

셋째, 단위 무기체계 비용분석 전반에 걸친 개념 정의와 절차연구를 통해 어떠한 무기체계 이든지 간에 신속, 정확하며, 일관된 비용추정을 가능하게 한다.

넷째, 향후 비용추정 업무에 많이 활용될 변수 비용추정모델에 대한 이해와 적용이 가능하도록 사용절차와 방법에 대한 연구가 되었다.

마지막으로, 효과적인 비용분석 업무와 사업관리를 위해 각 기관 및 부대에서 중점적으로 추진해야 할 업무에 대한 도출이 가능해 진다.

참고 문헌

- [1] 강성진, 미래 예측가 판단 중심의 비용분석 기법 개발, 국대원, 1999.12, pp.100-128.
- [2] 국방대학원, 군사운영분석의 이론과 실제, 1996, pp.440-513.
- [3] 국방과학연구소, 무기체계 순기비용 산정모델(ALIA) 연구, pp.1-273, 1986.
- [4] 국방부, 분석평가업무 참고, 1999.
- [5] 국방부, 국방 기획관리 규정(국방부훈령 제 609호).
- [6] 국방연구원, KT-1 저속통제기 비용분석 결과 보고서, 1999. 5.
- [7] 국방부, 국방 획득관리 규정(국방부훈령 제610호, 1999.1.2), pp.93-123.
- [8] 김성배, 이주형, KTX-1 저속통제기 획득 허용비용 판단, 1997, pp.29-87.
- [9] 박태유, 김형찬, 여형기, 장무경, 무기체계 평가분석 방법론, 국방연, 1996.12, pp.21-67.
- [10] 지철규, 항공기 개발비용 산출 기법 연구, 국과연, 1997.9, pp.17-53.
- [11] 한국은행, 경제 통계 연보, 1999, pp. 2-10.
- [12] Blanchard, B. S., & Fabrycky, W. J., System Engineering and Analysis, Prentice

Hall, 1990, pp.501-542.

- [13] DoD, Cost Estimating Handbook, Joint Government/Industry, Parametric Cost Estimating Initiative Steering Committee, 1995.
- [14] Ascent Logic Korea Corporation, System Engineering & Parametric Cost Estimation, 1999
- [15] Fisher, Gene. H., Cost Consideration in System Analysis, RAND, 1971, pp.68-71.
- [16] Lockheed Martin Corporation, Price Parametric Cost Models, (Price Hardware, Software Model White Paper), 1999, pp.7-145.
- [17] Quade, E. S., & Boucher, W. I., System Analysis and Policy Planning, Elivesier, 1973, pp.153-210.
- [18] U.S. Army, Cost Estimating Refercuce Book., 9.1~9.13.

[99년 10월 20일 접수, 99년 11월 19일 최종수정]