

유도무기 연구개발사업의 합리적인 비용 추정을 위한 전산모델 보정방안 사례 연구 (X 유도무기 유도조종장치 사례를 중심으로)

박정희

광운대학교 방위사업학과 박사과정

A case study on calibration of computational model for a reasonable cost estimation of missile development program (A case of guidance & control system of X missile)

Chung-Hee Park

Ph. D. Program, Dept. of Defense Acquisition Program, Kwangwoon University

요약 최근에는 모수(Parametric) 추정방법을 적용한 전산모델들이 개발되어 비용분석을 보다 효율적으로 예측할 수 있는 용도로 사용되고 있는 추세이다. 본 연구에서는 유도무기체계 분야 중 유도조종장치에 대한 데이터 경험치를 활용하여 공학적 추정 방법과 상용전산모델(Price H, HL, M, S)의 비용분석을 수행하고, 그 결과를 분석하여 차이점과 원인을 파악하였다. 전산모델의 수치적 데이터로 살펴 본 바에 따르면 유사장비 데이터베이스와의 비교 값을 근거로 하여 보정된 결과 값을 도출한 후, 공학적 추정방법으로 산정된 금액과 비교결과 근사한 수치를 보여 보정작업을 통한 데이터의 신뢰도가 향상됨을 알 수 있었다. 본 연구에서 개발비 추정 시, 많은 부분을 불확실한 요소에서 추정하였으나, 객관성을 확보할 수 있는 전산모델을 선택하여 사례를 연구함으로써 신뢰성을 높일 수 있었다. 이는 기존의 축적된 개발비 데이터에 근거하여 변수를 중심으로 한 추정방법을 기초로 합리적인 추정방법으로도 활용할 수 있음을 비용분석의 전산모델 보정(Calibration)을 통하여 밝혀냄으로써 보다 효율적인 비용 예측 기능에 일조할 것으로 사료된다.

주제어 : 비용분석, 전산모델, 공학적 추정, 모수 추정, 보정

Abstract In recent years, computational models using parametric estimation method have been developed and used widely for efficient cost analysis. In this research, by applying experienced data from Guidance and Control Systems in Missile System field, the cost analysis for engineering model and commercial computational model(Price H, HL, M, S) are conducted and its result is analysed, so that the difference between two models and its grounds are apprehended. Comparing the calibrated value of computational model based on the data base of similar equipment and the cost from the engineering estimation, the two results are very close. It means that the credibility of data is enhanced through calibration. Also, for cost analysis of similar components in the future, the method for calibration of the computational models is also examined. When estimating development cost in this research, although many parts have been estimated through uncertain elements, the reliability could have been enhanced by applying computational model which secures objectivity. It is a very reasonable estimation method by utilizing calibration of the computational models based on existing accumulated development data.

Key Words : Cost Analysis, computational models, engineering estimation, parametric estimation method, calibration

Received 19 March 2014, Revised 21 April 2014

Accepted 20 May 2014

Corresponding Author: Chung-Hee Park(Dept. of Defense Acquisition Program, Kwangwoon University)

Email: chpark@lnz-optronics.com

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 머리말

국내외적으로 급변하는 안보환경에서 국방력 강화의 필요성이 증가하고 있다. 따라서 국방연구개발 투자예산 또한 꾸준히 증가 추세에 있으며, 국방부 발표에 따르면 국방연구개발비 비중을 2020년에는 국방예산 대비 10%로 증가시킬 계획이다[1]. 그에 따라 무기체계 획득사업의 효율적 추진을 위한 비용분석이 강조되고 있다.

세계최고 수준의 군사강대국인 미국의 경우 2000년대 초반부터 무기체계의 소요계기에서부터 운용에 이르기까지 무기체계 획득 전(全) 단계에 걸쳐 효율성과 연계성을 강화하여 전체 최적화를 달성함으로써 보다 효율적이고 합리적인 무기체계 능력을 확보하고자 총수명주기관리체계(Total Life Cycle Systems Management)를 적극적으로 활용하고 있다.

대한민국은 국방개혁 2020의 소요재원 판단결과 무기체계의 첨단화, 고가화로 인해 획득비용뿐만 아니라 운영유지비용이 급격히 증가할 것으로 예상하고 있다[2]. 이러한 추세에 따라 무기체계 비용분석의 도입, 진행, 발전에 대한 관심이 날로 높아지는 것은 당연한 과정이다.

이러한 맥락에서 대표적 무기체계인 유도미사일, 헬리콥터, 전투기, 전차, 군사위성 등 국방무기체계 개발계획 수립단계에서부터 향후 10년~30년 동안 장기간 소요될 개발과 양산비용에 대한 타당성 예측을 위해 비용분석업무를 수행하고 있다. 과거의 견적서와 실적자료, 원가계산 등 상세자료를 근거로 추산하던 전통적인 공학적 추정방법에서 업데이트된 최신자료를 활용하여 빠르게 예측할 수 있는 모수(Parametric) 추정법을 적용한 전산모델들이 개발되어 과거 방식을 검증하는 도구로 사용되고 있다. 뿐만 아니라, 비용분석을 보다 효율적으로 예측할 수 있는 용도로 사용되고 있는 추세이다[3].

특히 대규모 체계개발과 장기간의 운용유지를 동시에 추진해야 하는 국방사업에서는 이러한 전산 모델의 사용이 의무화되어 있어, 해외에서는 이러한 사항을 오래전부터 추진해오고 있으며, 국내에서도 적용되어 활용하고 있다[4].

그럼에도 불구하고, 우리가 사용하고 있는 전산모델 내의 비용추정 방식이 미국식연구개발 및 생산체계에 맞도록 개발되어 있기 때문에 각종 비용추정 관련 데이터베이스가 미국의 경험 자료를 사용함으로써 한국의 제반

현실적 상황을 제대로 반영하지 못하는 측면이 나타나고 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 각종 유도무기체계 분야 중 유도조종장치에 대한 데이터 경험치를 활용하여 공학적 추정방법 모델과 상용전산모델(Price H, HL, M, S)의 비용분석을 수행하였다.

그리고 수행 결과를 분석하여 차이점과 원인을 파악하고 향후 유사한 구성품의 비용추정에 전산모델의 보정방안에 대하여 살펴본다. 이를 통하여 향후 한국의 무기체계개발 및 양산체계에 적용 가능한 신뢰성 있는 모델 및 보정을 위한 정책제언을 제시하고자 한다.

2. 이론적 논의

2.1 비용분석

2.1.1 비용분석의 개념과 목적

비용분석은 비용추정을 통해 대안의 비교를 가능하도록 만드는 과정 또는 무기체계 및 정보체계의 개발/생산/운영/폐기에 관련된 모든 비용을 추정하는 기법을 개발하고 적용하는 것이라 정의하였다[5,6].

여기서 비용이란 제품을 생산 및 운용 시 또는 용역의 제공 시 투입되는 자본, 시간, 노력 등을 금액으로 환산한 원가 총액을 말한다. 아울러 비용분석은 제품을 생산하고 운용할 때 투입되는 자본, 시간, 노력 등을 비용요소(재료비, 노무비, 경비, 관리비 등)로 분류 후 사업 성격에 따른 분석기준에 의거 여러 가지 과학적 분석 방법을 적용하여 적절한 미래에 발생할 비용을 산정/예측하는 활동이며 통상 모든 수명주기비용(연구개발비, 생산비, 운영유지비 등)을 판단하는 것이다.

이러한 비용분석의 목적은 확정된 대안에 대하여 계획·예산 단계에서 사업집행의 효율성 제고를 위한 적정 비용을 추정하여 반영하고, 단계별 목표비용을 산정하여 적정 양산단가를 결정하며, 이를 위한 집행과정에서의 비용을 조정·통제하는 것을 목적으로 한다[7].

또한 시스템과 기능의 요구사항을 예산 요구사항으로 전환하거나, 비용 산출시 현실적 관점에서 결정과 의사소통 및 자원정보 제원의 개발과 최적화된 자원의 할당을 통해 의사결정을 위한 정량적 자료를 제공하는 것이 비용분석의 목적으로 표현하였다[8].

비용분석은 국방연구개발 투자비의 효율성 제고라는 예산환경 변화에 따라 사업의 일관성과 비용에 대한 객관성 및 효율성에 대한 국민적 관심이 증가하고 있다.

이러한 관점에 부응하여 국방부는 ‘국방예산 개선추진 점검단’을 운용하여 과제를 선정하고 비용절감을 위한 노력을 진행하고 있다[9,10]. 이에 방위력개선사업비 절감을 위해 수량·전력화 시기 조정 등 효율적인 사업관리를 진행하고, 허위·부당원가를 방지하기 위한 원가 관리체계 개선, 민·관·군 전력소요검증위원회를 운용하여 전력소요의 타당성에 대한 검증을 강화하고 있다. 이러한 흐름에 따라 효과적인 비용분석에 대한 관심은 날로 증가할 것이다[11].

따라서 효율적으로 국방예산을 운용하기 위해서는 무기체계 개발 기획단계부터 신뢰성 있는 비용분석을 통해 적절한 목표비용을 설정하고 사업추진 간 목표비용을 체계적으로 통제하고 관리하는 것이 매우 중요하다.

2.1.2 비용분석 업무의 수행원칙과 절차

국방대학교에서 발행한 국방사업전문에서는[12] 적시성, 종합성, 합리성, 효과성을 반영하는 것이 비용분석 업무의 수행원칙으로 설명하고 있다.

적시성은 사업추진 단계별로 적시에 활용 가능토록 분석되어야 한다는 것이다.

그리고 종합성은 비용 항목의 중복성 검토 등과 같이 종합적이고 거시적 접근에 의한 분석이 이루어져야 한다는 것이다.

또한 합리성은 과학적이고 체계적 분석기법의 적용과 전문적이고 심층적인 분석으로 논리적이고 객관적 결과를 도출해야 한다는 것이다.

마지막으로 효과성은 실행 가능한 비용적 대안 제시를 통하여 분석결과의 활용성이 보장되는 효과적인 분석활동을 해야 한다는 것이다. 이러한 비용분석의 수행절차는 ① 대상사업의 선정, ② 문제의 정의, ③비용분석 방법결정, ④ 자료 분석/수집, ⑤ 비용 분석/추정, ⑥결과 처리라는 순서로 나타낼 수 있다.

이때 비용분석 기법의 선정기준은 획득 단계와 과거 자료 획득 가능성 및 요구되는 상세 수준 그리고 시스템 묘사의 적정성과 시간 및 자원이 기준이 되어야 하며 비용분석의 기법 선정기준을 정할 때 자원(Resource)과 자료(Data) 및 일정(Schedule)과 기대(Expectation) 등을

고려 요소로 반영해야 한다.

2.1.3 비용분석 방법

비용분석의 방법에는 공학적 추정방법과 유추 비용분석방법, 전문가 의견수렴방법, 모수 추정방법, 상용전산 모델 방법 등이 있다.

(가) 공학적 추정방법

공학적 추정방법은 세부작업구조(Work Breakdown Structure) 별로 비용을 추정하고 합산하여 전체 비용을 산출하는 방법을 말한다. 아울러 상향식(Bottom-Up) 방식을 활용하고, 각 세부작업구조별로 투입되는 작업시간과 임플, 재료소요량, 직간접경비, 이윤 등을 파악하여 비용을 추정한다. 현재까지 개발된 가장 구체적인 비용분석 방법이지만 작업공정이 구체화된 후 활용 가능하여 적어도 체계개발 양산 이후, 또는 과거 유사 생산경험이 있는 경우 주로 사용한다[13].

이 방법은 WBS별로 원가항목을 추정함으로써 수행되며, 원가항목은 크게 재료비, 노무비, 경비, 일반관리비 및 이윤으로 구성된다. 원가는 일반물자와 방산물자로 구분 계산하며, 원가계산은 주로 방산물자 원가계산 방법을 사용한다.

(나) 유추 비용 분석방법

유추 비용 분석방법은 고려중이거나 대안으로 생각하고 있는 체계의 획득비용을 과거 유사한 무기체계/장비와 연관하여 비용을 추정하는 방법을 말한다. 이는 과거 획득비용을 비교·분석함으로써 과거 발생자료를 현 사업에 조정·보상하는 방법으로 가용한 통계자료와 공학 및 기술 자료가 없을 경우 사용한다. 그리고 공학적 추정방법 및 모수 추정방법에 대한 검증용으로 사용한다.

또한 새로운 기술 추가소요에 대한 비용평가를 제한하고 동일한 시스템 또는 동일업체 장비에 적용이 용이하며, 과거 경험요소에 따른 전문가 판단에 대한 의존성이 높은 것이 특징이다.

(다) 전문가 의견수렴방법

전문가 의견수렴방법은 일정분야의 높은 지식을 가진 사람의 의견에 따른 비용추정 방법으로 특정한 분야 및 주제와 관련된 전문가 또는 기술자 등 여러 명의 전문가

들로 구성된 위원회를 통해 진행되는 비용분석 방법을 말한다. 이러한 전문가 의견수렴방법은 문제설정 → 문제에 대한 가용한 정보를 전문가에게 제공 → 전문가별 양식에 의한 의견접수 → 의견 종합 판단의 순으로 이루어진다.

이러한 전문가 의견수렴방법의 특징으로는 영향력 있는 소수 전문가에 의한 의사결정 가능성이 상존한다는 점과 전문가별 의견 편차가 클 경우 의사결정의 어렵다는 것이다. 이는 전문가 판단이 개념적인 판단이기 때문에 사업 초기 단계에서 활용하는 것이 적절하다고 할 수 있다.

(라) 모수(Parametric) 추정방법

모수 추정방법은 동일 또는 유사무기체계 집단에 속하거나, 아니면 기술적인 특성이 상이한 무기체계들의 과거의 실적자료를 기반으로 새로운 무기체계의 연구개발비용을 통계적 방법을 사용하여 추정하는 방법을 말한다.

무기의 속도나, 기술난이도 등 새로운 무기체계의 특성에 따른 비용발생요소의 함수를 이용하여 비용을 추정한다. 개발 무기체계의 모수를 통하여 비용을 추장하는 방법이다. 모수 추정방법의 종류에는 비율 추정법, 유추 추정법, 그리고 회귀분석이 있다.

(마) 상용전산모델 방법

상용전산모델 방법은 무기체계의 개발 비용, 생산비용 및 운용유지비용을 추정할 때 비용추정관계식(회귀식)과 수학적 알고리즘을 사용하며, 정형화된 틀을 제공한다. 전체 체계를 하위체계, 모듈, 부품 등의 분해가 가능한 구조로 분해한 후, 각 요소별 과거 경험 자료를 기반으로 기 설정된 비용추정관계식에 따라 비용을 추정하며, 장점은 산업분야 및 무기체계의 종류에 관계없이 사용할 수 있는 도구로서 산업체 전체의 평균자료를 사용한다. 그리고 사업이 구체화되기 이전이나 국외 도입 시 세부 비용자료가 없는 경우에 효과적이다.

Price 모델, SEER 모델, COCOMO 모델, NAFCOM 모델, ParaModel 등이 있다. Price 모델은 Price H, Price M, Price S, Price HL로 분류할 수 있다. Price 모델은 모수 추정방법(Parametric Estimating Method)을 이용한 비용추정 모델이다. 여기서 Price H는 하드웨어 개발비용 및 생산비용 추정에 적용하고, Price M은 보드 및 프

로세스의 개발비용과 생산비용 추정에 적용한다. 그리고 Price S는 소프트웨어 개발비용 및 소요인력 추정에 적용하고, Price HL은 하드웨어 수명주기비용 추정 및 정비개념 최적화에 적용된다. 특히 이 추정법은 한국의 국방부와 각 군 및 기관 그리고 방위산업체 등의 기관에서 운용되고 있다.

다음으로 SEER 모델은 입력변수의 다양함과 대응 데이터베이스의 구조로 넓은 범위의 체계, 부체계 및 구성품의 비용추정이 가능하고, COCOMO 모델은 소프트웨어 규모 추정치를 기반으로 소요공수 및 개발기간을 추정에 적용된다. 그리고 NAFCOM 모델은 100개 이상의 실제 우주개발사업을 세부작업구조 단위로 세분화된 역사적 과거자료 데이터베이스에 기반을 둔 모델이다.

마지막으로 Para Model은 단일 모델로 하드웨어와 소프트웨어의 비용추정과 기본설계 단계에서 비용을 고려할 수 있는 사업에 대해 타당성을 갖고 예측이 가능하다.

2.2 전산모델 보정(Calibration) 방법

2.2.1 보정의 개념

보정은 실제 과거의 자료를 현재의 개발 및 생산에 필요한 모델에 적용시키기 위한 반복적인 과정을 말한다. 이러한 과정은 미래비용 추정 시 난이도(MCPKXE/S)를 계산하기 위해 설계된 것이다. 즉, 실제발생비용과 Price 모델 추정치를 비교·분석하여 한국적 해당 기관의 환경과 무기체계 특성에 맞게 조정하여 사용하는 절차와 모델링 기법을 말한다. 이러한 보정에는 제품별 보정과 기관보정 등이 있다.

제품별 보정(Product Calibration)은 장치별 보정이라고도 하는데, 해당 구성품별 실적비용(개발/양산)을 기반으로 제조복잡도(MCPLXE/S)를 역추정하여 비용분석의 정확도를 향상시키기 위한 방법이다. 여기서 말하는 제조 복잡도의 조정은 제작대상 제품의 소요기술수준, 생산능력, 수율, 플랫폼 그리고 이러한 부품을 생산하는데 요구되는 모든 노동과 재료에 관련된 척도를 말한다. 이 값들은 모델에서 비용을 결정짓는 가장 큰 비용주도 변수이며, 어떤 제품에 대한 기술과 제작과정의 난이도를 수치로 표현한 것이다. 그리고 비용배수의(Cost Multipliers) 조정은 비용요소별 실 발생비용에 대한 상용전산모델에 의한 추정치의 비율로 개념 정리할 수 있다.

다음으로 기관 보정(Organization Calibration)은 제품별 보정이 먼저 수행된 후, 그 결과를 기관보정에 사용한다. 기관에서 사업 환경이 변화하면서 사업공정도 변화되기 때문에 이러한 변화된 특성을 Price모델 운영시 반영하기 위하여 각 기관에 맞게 조정하는 기관보정을 수행한다.

이때 각 기관의 특성에 맞는 결과치가 나오도록 Price 모델을 조정하는 과정이며, 각 기관의 고유하고 정형화된 특성을 비용추정 시 반영하는 것을 말한다[14].

2.2.2 보정의 목적과 방법 및 절차

보정의 목적은 상용전산모델 적용의 합리성을 제고하고, 총원가 개념의 사업/과제별 적정연구자원 소요규모 추정의 정확도를 제고하며, 연구자원의 투자형태의 도출과 사업/과제의 총 투입인력 규모에 대한 추정 가능성을 판단하는 것이 주목적이다.

보정절차는 5단계로 나누어 수행하는데, 1단계는 비용분할구조 구성단계이며, 세부작업구조와 대응되는 비용구조 작성하고, 2단계는 실 발생 비용 조사 단계이며, 수준 3~5에 해당하는 요소별 비용조사를 행한다. 3단계는 모델 입력값 수집 단계이며, 모델적용을 위한 필수입력 변수별 입력값 수집한다. 4단계는 입력값 입력 단계이며, 모델을 운용한다. 5단계는 보정수행 단계이며, 요소별 제 조복잡도 및 비용배수 산출한다[16].

3. 실증 연구

3.1 공학적 추정방법과 전산모델의 비교

공학적 추정방법과 전산모델의 특성과 한계점을 비교해 보면 다음과 같다[15].

공학적 추정방법의 주요 특성은 가장 세부적인 기법이며, 직접설계나 생산에 필요한 비용을 산출할 수 있다는 데 있다. 아울러 장시간과 고비용이 필요하며, 분석가들의 편견이 내재될 가능성이 있다.

전산모델의 주요 특성은 통계적인 자료를 이용하고 저비용이 된다는 데 있다. 한계점으로는 데이터베이스의 결과 양에 좌우되며, 데이터의 제한성이 높다.

3.2 X 유도무기 구성품 전산모델 적용 및 분석

X 유도무기 구성품의 전산모델 적용 및 분석을 위한 적용 사례로 X 유도무기 유도조종장치를 활용하였으며, 이 사례를 통하여 공학적 추정방법과 전산모델의 결과를 비교·분석한 후, 이에 대한 시사점을 도출했다. 아울러 사실적 사례분석을 위하여 X 유도무기 유도조종장치 전산모델을 활용하여 보정 전과 보정 후를 비교하는 Price 모델의 운용화면을 캡처하여 활용하였다.

이러한 공학적 추정방법과 전산모델의 비교·분석결과 X 유도무기 유도조종장치에 대하여 공학적 추정방법을 적용하여 도출된 결과는 유사장비의 부품 실적이 및 예상가를 토대로 예상 개발비를 산출한 금액으로 산정 금액은 <Table 1>에서 보는 바와 같이 31.06억 원이며, 전산모델을 적용하여 도출된 결과는 기존에 유사장비를 개발했던 경험을 토대로 모수 값을 산정하여 얻은 결과 값으로 <Table 2>에서 보는 바와 같이 36.43억 원이다. 이러한 두 모델을 비교한 결과 약 5억 원의 차이가 발생함을 알 수 있다.

즉, 두 모델의 적용결과에 대한 산정금액이 20% 차이라는 것은 공학적 추정방법에 전산모델 방법을 적용하면 무리가 있다는 것을 의미한다. 미국 공군에 의해 수행된 PRICE 모델에 대한 정확도 연구결과는 ±10%이내라고 한다[17].

따라서 전산모델의 결과 값의 신뢰도를 높이고 보다 정확한 수치를 얻기 위하여 유도조종장치에 대한 파라미터보정을 실시하였다.

<Table 1> Result of engineering estimation

Guided Electronic Device		Unit : 1Thousand KRW, M/M
Provision	Cost Value	Remark
Total Material Cost	941,206	
Direct Material Cost	941,206	
Imported Material Cost	148,210	Detail Breakdown #2
Domestic Material Cost	792,996	Detail Breakdown #3
Indirect Material Cost		
Total Labor Cost	939,183	
Direct Man-Month	(195.09)	Detail Breakdown #4-2
Function Point	-	Detail Breakdown #7-1
Direct Labor Cost	669,302	Detail Breakdown #4-1
Indirect Labor Cost	269,880	Produce: 46.85%, OEM: 32.41%
Expenses	521,318	
Direct Expenses	32,763	Detail Breakdown #5
Indirect Expenses	488,555	Produce: 55.76%, OEM: 46.99%
Production Cost	2,401,706	
General Management Fee	133,682	Produce: 5.75%, OEM: 5.00%
Total Production Cost	2,535,387	
Profit	249,387	Refer Profit Calculation breakdown
Cost for return in investment	28,530	Produce: 165% (*10 applied rate) OEM: No Application
Tariff	10,601	Detail Breakdown #6
General Management Fee for Export Preservation	164	Produce: 0.01% (*10 applied rate) OEM: No application
Value Added Tax	282,407	10% Applied
Estimated Price	3,106,476	Including VAT

<Table 2> Result of computational model
(Unit:1mil. KRW)

Basic Estimate (Metric)				
Cost Summary	LM Totals	LM Production	LM Development	
유도전자장치				
년5월24일2013 6:02 오후 (PRICE Estimating Suite 2012 F)				
Assembly Cost		Costs in (KRW)1000000 As Spent)		
Program Cost	Labor Hrs	Labor	Mat\VOOC	Total
Engineering				
Draft	4600.08	201.62	0.00	201.62
Design	15130.87	760.68	0.00	760.68
System	760.44	43.80	0.00	43.80
Proj. Mgmt.	3760.31	216.54	37.12	253.66
Data	918.20	38.43	18.39	56.82
SubTotal(ENG)	25169.91	1261.08	55.51	1316.59
Manufacturing				
Production	-	-	-	-
Prototype	13747.25	548.48	988.34	1536.82
Tool Test Eq.	716.79	37.74	110.46	148.21
Purchased	0.00	0.00	159.49	159.49
SubTotal(MFG)	14464.04	586.22	1258.29	1844.51
G & A / CoM				181.76
Fee / Profit				300.86
Total Cost	39633.95	1847.30	1313.80	3643.72
System Total				3643.72
LM Development	Schedule Start	First Item	Finish	
Assy Weight	7.39	Assy WVS	6.12	
Assy Series MTFB Hrs	4248.223			
Assy Quantity	0			

3.3 전산모델 보정 방안

전산모델 보정을 위하여 EBS 구축 및 검증(1단계), 각 구성품별 입력변수 검증(2단계), 유사장비 데이터베이스 비교 검토(3단계), 데이터 보정(4단계)의 방법으로 수행하였다.

3.3.1 비용분할구조(EBS) 구축 및 검증(1단계)

전산모델 보정작업 수행을 위해서 보정 대상의 과거 경험 자료를 토대로 비용분할구조(Estimating Breakdown Structure)를 구성하고, 구성된 비용분할구조가 정확히 작성되었는지에 대한 검증작업을 수행하였다. 이를 정리하면 <Table 3>과 같다.

3.3.2 각 구성품별 입력변수 검증(2단계)

해당 구성품 개발자들의 기존 개발 경험을 토대로 입력변수를 입력하고, 입력이 정확히 이루어졌는지 검증하였다. 주요 입력변수에는 제조복잡도(MCPLXE/S), 설계 난이도(ECMPLX), 신규설계비율(구조 NEWST / 전자 : NEWEL), 통합난이도(구조 : INTGES / 전자 : INTEGE), 구조중량(Weight of Structure, WS), 반복설계비율(구조 : DESRPS/ 전자 : DESRPE) 등을 활용하였다. 여기서 제조복잡도는 비용 대 성능의 절충분석결과

<Table 3> Estimating Breakdown Structure

374	유도전자장치	HL
375	유도전자장치	HL
376	하우징, 유도전자장치용	HL
377	고성능특, 광성합법장치용	HL
378	카드조립체, 유도조종용	HL
379	카드조립체, 신호처리용	HL
380	카드조립체, 전방신호문배용	HL
381	카드조립체, 후방신호문배용	HL
382	카드조립체, 전원용1	HL
383	카드조립체, 전원용2	HL
384	회로카드조립체, 모체기판용	HL
385	카드조립체, 영상인식용	HL
386	카드조립체, 영상추적용	HL
387	카드조립체, 운용제어용	HL
388	카드조립체, 서보제어용	HL
389	통합 및시험	HL
390	유도조종기법 SW	HL
391	개발행 구조 유도전자장치	HL
392	하우징, 유도전자장치용	HL
393	고성능특, 광성합법장치용	HL
394	카드조립체, 유도조종용	HL
395	카드조립체, 신호처리용	HL
396	카드조립체, 전방신호문배용	HL
397	카드조립체, 후방신호문배용	HL
398	카드조립체, 전원용1	HL
399	카드조립체, 전원용2	HL
400	카드조립체, 모체기판용	HL
401	카드조립체, 영상인식용	HL
402	카드조립체, 영상추적용	HL
403	카드조립체, 운용제어용	HL
404	카드조립체, 서보제어용	HL
405	통합 및시험	HL
406	배달연결기	HL

(Trade-off)를 반영하여 산정하였다. 설계난이도는 해당 구성품을 설계하는데 필요한 작업범위와 기술 수준을 반영한 값으로 값이 클수록 기술 수준이 높은 것을 나타낸다. 그리고 신규설계비율은 해당 구성품의 구조/기계 및 전자 부분의 총 설계소요 중 새로 설계해야 하는 비율을 의미한다.

또한 통합난이도는 상위 조립체를 만들기 위하여 다른 구성품과의 통합에 대한 난이도를 나타내는 수치를 말하며, 반복설계비율은 해당 구성품의 구조/기계 및 전자 부분에서 신규 설계한 도면을 반복하여 사용하는 비율을 의미한다. 구조중량은 해당 구성품에서 전자부분(IC회로 등)을 제외한 몸체, 랙, 캐비닛, 히트싱크 등과 같은 기계/구조 부분의 중량을 나타낸다.

주요 입력변수는 개발비와 직접적으로 연관되어 있기 때문에 해당되는 입력변수의 의미를 정확히 파악하고 입력하여야 하며, 오류가 발생하였는지에 대한 검증 또한 중요한 작업이다. 이러한 검증과정을 거친 사례로 <Table 4>와 <Table 5>를 들 수 있다. 본 연구에서는 <Table 4>와 <Table 5>는 유도조종장치의 주요 하부 구성품인 유도조종용 카드조립체 사례만 예시로 제시하였다. 보정 전 입력변수 입력 화면의 사례가 <Table 4>

에 제조복잡도, 설계난이도, 신규설계비율, 통합난이도, 구조중량, 반복설계비율이 제시되어 있고, <Table 5>에는 해당 입력변수를 토대로 나온 결과값을 보여주는 보정 후 추정비용을 보여주고 있다.

<Table 4> Input variables before calibration

<Table 5> The estimated cost before calibration

Program Cost	Labor Hrs	Labor	Mat/VOOC	Total
Engineering				
Draft	356.44	15.62	0.00	15.62
Design	1253.05	63.00	0.00	63.00
System	71.99	4.15	0.00	4.15
Proj. Mgmt.	256.89	14.79	2.54	17.33
Data	62.78	2.63	1.26	3.89
SubTotal(ENG)	2001.14	100.19	3.79	103.98
Manufacturing				
Production	-	-	-	-
Prototype	755.83	30.16	81.19	111.34
Tool Test Eq.	51.67	2.72	8.09	10.81
SubTotal(MFG)	807.51	32.88	89.28	122.15
G & A / CoM				13.00
Fee / Profit				21.52
Total Cost	2808.65	133.06	93.07	260.66
Schedule Start	Dec 10 [5]	First term	Apr 11* [55]	Finish
LM Development				Nov 15 [60]

3.3.3 유사장비 데이터베이스 비교 검토(3단계)

구성품별 입력변수 검증이 완료되면 신뢰성 있는 데이터 산출을 위하여 입력된 모수와 확보된 유사장비 데이터베이스의 비교 검증을 실시하였다.

3.3.4 데이터 보정(4단계)

데이터 보정은 유도조종장치의 주요 하부 구성품인 유도조종용 카드조립체 사례만 예시로 제시하였다. 유사장비 데이터와의 비교 검토를 실시한 결과 보다 신뢰도 있는 값을 산출하기 위하여 하위체계, 모듈, 부품 등으로 분해하여 세밀한 조정 작업을 실시하였다. 신규로 설계되는 비율, 설계의 난이도, 제조복잡도, 통합난이도, 기계와 구조 부분의 중량, 반복설계의 비율을 재산정하였다. 이러한 비율의 재산정 결과 신규설계비율에 대한 입력값의 범위는 0.0~1.0로 나타났다. 이는 값의 범위가 높을수록 신규로 설계하는 비율이 높은 것을 의미한다.

그리고 신규설계비율은 보정 전 0.6~0.8을 해당 구성품에 대한 탐색개발 시 경험도를 반영하여 0.4~0.5로 조정하였다. 설계난이도의 입력 범위는 0.2~3.1이며, 유사 구성품에 대한 개발 경험도를 토대로 0.8~1.0에서 0.4~0.5로 입력변수를 현실화하였다. 제조복잡도의 경우에는 Sheet Metal을 Plat/bar로 변경하였으며, 통합난이도는 0.9에서 0.7로 변경하였다. 반복설계비율은 0.0에서 0.2로 조정하였다. 조중량은 전자부분의 중량의 과대 추정된 점을 현실화하여 0.4에서 0.7로 비율을 조정하였다.

이와 같은 보정작업의 결과를 <Table 6>과 <Table 7>에 각각 제시하였다. <Table 6>은 보정 후 입력변수 화면이 표시되어 있고, 보정 후 추정비용은 <Table 7>에 나타나 있다.

<Table 6> Input variables after calibration

<Table 7> The estimated cost after calibration

Cost Summary	LM Totals	LM Production	LM Development	
카드조립체 유도조종용				
년6월14일2013 2:03 오후 (PRICE Estimating Suite 2012 F)				
Electronic Element Costs in (KRW1000000 As Spent)				
Program Cost	Labor Hrs	Labor	Mat/VOC	Total
Engineering				
Draft	99.59	4.37	0.00	4.37
Design	304.50	15.31	0.00	15.31
System	9.70	0.56	0.00	0.56
Proj. Mgmt.	149.14	8.59	1.47	10.06
Data	31.46	1.32	0.63	1.95
SubTotal(ENG)	594.38	30.14	2.10	32.24
Manufacturing				
Production	-	-	-	-
Prototype	581.26	23.19	62.38	85.57
Tool Test Eq.	30.64	1.61	4.80	6.41
SubTotal(MFG)	611.89	24.80	67.18	91.98
G & A / CoM				7.14
Fee / Profit				11.82
Total Cost	1206.27	54.94	69.28	143.18
	Schedule Start	First Item	Finish	
LM Development	Dec 10 [4]	Mar 11* [56]	Nov 15 [60]	

3.3.5 보정 후 결과(수치적인 결과)

보정 후 결과를 수치적인 결과로 살펴보면, 보정 전 최초의 전산모델 산출 결과값은 36.43억 원이며, 유사 장비 데이터베이스와의 비교 값을 근거로 하여 보정된 결과값은 31.05억 원으로 이러한 결과는 공학추정으로 산정된 31.06억 원과 근사한 값으로서, 보정작업을 통하여 데이터의 신뢰도가 향상되었음을 확인할 수 있다.

따라서 보정 전·후의 전산모델 산출값과 공학추정의 산정값은 근사값으로 유의미하게 나타났다. 이러한 관점에서 공학추정의 산출값 또한 전산모델 산출값과 동일한 값으로 활용해도 큰 무리가 없는 것으로 판단할 수 있다.

4. 전산모델 보정의 활용방안 및 정책 제언

전산모델은 개발 장비를 구성품별로 세분화한 비용분할구조를 작성하고 이에 해당되는 경험치를 기준으로 각종 변수를 입력하여 비용을 추정하는 방법으로써 공학적 추산결과와의 비교 및 보정작업을 통하여 개발 장비의 추산된 결과값에 대한 신뢰도를 향상시키는 용도로 활용이 가능하다.

특히, 신규 설계 비율을 통해 과거의 설계를 단순히 인용 가능한지, 새로운 개발품 작업 필요성 여부에 대한 판단이 가능하며, 설계난이도 및 제조의 복잡성을 통한 개

발의 난이도, 그리고 반복설계비율 등의 요소들은 수차례의 보정작업을 거치며 더욱 정확해질 것이다. 경험에 의해 축적된 데이터 값들은 추후 신규 개발품의 비용추정 결과 산정 시 기준값이 될 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 비용추정 결과에 대한 합리성을 제고해 줄 것이며, 또한 예산 산정 및 비용분석에 가이드라인을 제시해 줄 것이다.

본 논문에서 수행한 연구는 장기간 개발 및 양산을 통하여 쌓은 경험을 토대로 한 프로그램의 결과를 반영하였으며, 그 동안의 유도무기체계에 적용한 여러 유도조종장치 데이터 경험치를 활용하여 공학적 추정방법과 상용전산모델(Price H, HL, M, S)의 비용분석을 수행하였다.

이러한 연구의 결과는 경험을 토대로 신뢰성을 제고하였으며, 향후 유사 구성품의 연구개발비 추정하는데 있어서 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 추가적인 연구를 위하여 먼저, 데이터베이스의 중요성을 인식하고, 확보 및 유지 운용에 노력하며, 둘째, 업체 및 기관 간의 원활한 의사소통을 위하여 용어를 정의하고 통일할 필요가 있다. 마지막으로 업체와 관련 기관 간 비용분석의 규정을 확립하고 공유할 필요가 있다.

정부의 정책적인 지원 및 공동 연구와 지속적 확장·발전시킬 경우 국방예산의 효율성 제고를 위해 유용하게 적용할 수 있을 것이다.

5. 맺음말

다원화된 자유민주주의 시장경제체제에서 사회구성원들은 다양성을 갖춘 사회적 가치에 대하여 관심이 날로 증가하고 있다. 이러한 맥락에서 최근 국방환경의 비용에 대한 국민적 관심은 더욱 집중될 것이며 그 중요성 또한 강조될 것이다. 즉, 무기체계의 소요기획 단계, 획득 단계 및 운영유지 단계, 전 분야에 걸쳐 철저한 비용분석이 이루어지고, 각 단계별로 적절한 비용분석방법(공학적 추정방법, 상용전산모델 등)을 활용하여 사업의 타당성과 객관성을 확보하여 국민의 관심에 부응해야 하는 것이다.

이러한 관점에서 본 연구에서 살펴 본 결과, 비록 개발비 추정의 많은 부분이 불확실한 요소에 근거하였음에 불구하고, 객관성을 확보할 수 있는 전산모델을 활용하

여 신뢰성을 높일 수 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 방법은 기존에 축적된 개발비 데이터에 근거하여 변수 중심의 추정방법을 활용하므로 상당히 합리적이라 할 수 있다.

다만, 본 연구에서는 사업의 특성상 보안자료에 대한 접근 제한과 유도무기개발 선진국에 비해 짧은 국내 유도무기의 개발 역사로 인한 데이터의 부족의 한계를 경험할 수 있었으며, 향후 이를 보완할 수 있도록 지속적으로 다양한 연구가 필요함을 체감하였다.

따라서 본 연구를 포함하여 유사 비용분석 모델을 통해 개발비 추정 및 보정이 적용된 분석 자료들이 등장하고 발전되어 향후 다른 개발 사업의 비용 분석에 적극 활용될 수 있기를 기대한다.

마지막으로 타당성과 객관성이 확보되어 신뢰성을 가진 비용분석 모델과 보정의 중요함을 인식하였으며, 정부로부터는 무기체계개발과 양산체계에 적합한 신뢰성 있는 비용분석 모델과 보정 방법의 개발을 위한 군·관·민의 거버넌스(governance)적 연구 및 정책 개발에 대한 지원 강화를 기대한다.

이러한 지원은 국방 예산 절감과 효율성을 확보하고 이는 무기체계의 발전과 나아가 국방력 강화에 기여할 것이다.

REFERENCES

- [1] Soon-Heum Baek and Youn-Soo Lee, The 1st Defense Administration Policy Reform Seminar in Ministry of National Defense, 2009.
- [2] Jerry Beck. Total Life Cycle Systems Management. 2002.
- [3] Ha-Jun Eo and Seung-Gi Shin, Evaluation of weapon system acquisition cost-benefit analysis applied to business plan, R&D for Defense Policy, 2005.
- [4] Deok-Gwan Kim, Jin-Hoo Lee and Hae-Chang Lee, Korean helicopter parts computational model for the analysis of development cost Applications, Industry of Aerospace Technique Trends, vol.3, No.2, pp21-30, 2005.
- [5] www.ida.org, IDA(Institute for Defense Analysis, USA).
- [6] www.ncca.navy.mil. NCCA(Naval Center for Cost Analysis, USA).
- [7] Cost Analysis, National Defense Science and Technology Academy, Agency for Defense Development, 2010.
- [8] Specialized technical training(The purpose of the cost analysis), National Defense Science and Technology Academy, Agency for Defense Development, 2010.
- [9] www.mnd.go.kr The web-site on Ministry of National Defense, Maximize efficiency defense reform.
- [10] Instructions of Defense Force generation business[Instructions of Ministry of National Defense No.1388, 2012.2.3. Some revision].
Instructions of Defense force development business Chapter 7, Analysis Evaluation Section 1, Basic Principles 제333조 (Basic Principles of Analysis Evaluation), Ministry of National Defense, 2012.
- [11] Guidelines for Cost Analysis Report, The rule of Costing Munitions, Defense Acquisition Program Administration, 2012.
- [12] Defense Business , Chapter 1, Analysis of the general, Section 4, Cost Analysis Methodology, National Defense University , pp37, 2008.
- [13] Soon-Gy Lee, A Study on the Life cycle cost with the Parametric Estimation under the Hierarchical Structure, The 1st CAE Applied Technology Conference, 2003.
- [14] Jong-Yeol On, The Course of Defense Business(Cost Analysis), Cost Analysis Practice, National Defense University, pp72, 2008.
- [15] Tae-Ho Lee, The Course of Defense Business(Cost Analysis), A Case of Weapon system cost estimation, National Defense University, pp29, 2008.
- [16] Chan-Seok Jung, The Course of Defense Business(Cost Analysis), Business systems, and cost analysis methodology, National Defense

University, pp64, 2008.

- [17] Duk-Kwan Kim, Jin-Woo Lee and Hae-Chang Lee, A case study on application of computational mode for the component development of Korean helicopter, Current Industrial and Technological Trends in Aerospace, Vol.3 No.2 pp21-30, 2005

박 정 희(Park, Chung-Hee)



- 1990년 2월 : 경북대학교 경영학(학사)
- 2007년 6월 : 뉴욕시립대학교 대학원 (MBA)
- 2014년 3월 ~ 현재 : LnZ-Optronics 대표이사
- 관심분야 : 국방경영, 방산원가

· E-Mail : chpark@lnz-optronics.com