



Received: 2022/06/27
Revised: 2022/07/15
Accepted: 2022/08/30
Published: 2022/09/30

***Corresponding Author:**

Kitae Kim

E-mail: navystar52@naver.com

해군 초음속 대공 표적기 획득을 위한 소요기획단계 비용분석 연구

A Study on the Cost Analysis of the Requirements Planning Stage for the Naval Supersonic Anti-air Target Acquisition

김윤석¹, 김기태^{2*}

¹해군소령(진)/해군전력분석시험평가단 체계분석처 공통전력소요분석담당

²해군중령/해군전력분석시험평가단 체계분석처 소요분석과장

Yoonseok Kim¹, Kitae Kim^{2*}

¹LCDR(Sel.), Manager of the Common Force Requirement Analysis, System Analysis Center, Force Analysis Test Evaluation Group, ROK Navy

²CDR, Head of the Requirements Analysis, System Analysis Center, Force Analysis Test Evaluation Group, ROK NAVY

Abstract

전쟁에서 승리하기 위하여 군은 국방전력획득사업을 통해 전력을 건설한다. 국방전력획득사업의 최초 단계인 소요기획단계에서는 비용분석, 효과분석과 같은 과학적 분석을 기반으로 소요가 결정된다. 본 연구에서는 해군 초음속 대공 표적기의 적합한 획득 방법을 선정하기 위하여 비용분석을 수행하였다. 해군의 작전요구성능을 기반으로 전문가 추정법과 국외 구매를 위한 제작사 견적 자료를 활용하여 비용을 추정하였다. 유도탄 사격 계획(함대공 유도탄별 실사격 주기, 수량 등)을 고려하여 소요를 산정한 후 각 획득 방법별로 비용을 산출하였다. 비용분석을 통해 해군 초음속 대공 표적기의 최적 획득 방법과 목표비용을 설정할 수 있었다.

In order to win the war, the military builds forces through the defense acquisition program. In the initial stage of the defense acquisition program, the requirements planning stage is determined requirements through scientific analysis such as cost analysis and effectiveness analysis. This study performs cost analysis of the navy's supersonic anti-air target and selects a reasonable acquisition plan. Based on the naval required operational capability, the cost was estimated using expert estimation for R&D and production company's estimation for oversea purchase. After calculating the requirements in considering of the missile firing plan, the cost of each acquisition plan was calculated. Finally, the optimal acquisition plan and target cost of the navy's supersonic anti-air target were established.

Keywords

비용분석(Cost Analysis),
대공 표적기(Anti-air Target),
소요기획(Requirements Planning),
국방전력획득사업(Defense Acquisition Program)

1. 서론

군은 국방목표와 군사전략목표를 달성하기 위하여 전략평가를 통해 목표를 설정하고, 이를 효과적으로 달성할 수 있는 정책과 전략을 선정 및 적용하여 필요한 전력의 소요를 제기하며, 이는 국방전력획득사업을 통하여 진행된다. 국방전력획득사업은 무기체계 및 전력지원체계에 대한 소요기획·획득·운영유지·폐기 등 전 수명주기에 걸친 관리와 그에 대한 정책 발전을 포괄하는 개념으로 전력을 조성하는 업무이다[3]. 최근 국방 국방전력획득사업의 초기 단계인 소요기획단계에서 이루어지는 의사결정의 중요성이 강조되고 있으며, 각 군에서 수행하는 소요기획단계 분석평가의 중요성에 대한 인식이 변하고 있다.

국방전력획득사업 소요기획단계에서는 소요 결정의 내실화에 기여하기 위해 소요의 필요성, 적정성, 균형성 등을 분석 평가한다. 이를 위해 비용분석, 효과분석 등 과학적 분석을 수행하며, 획득방안과 사업비의 규모를 판단함으로써 합리적인 소요 결정을 지원하게 된다. 하지만, 소요기획단계에서는 사업이 구체화되지 않아 불확실성을 고려해야 하며, 주로 전문가 추정법, 유사장비 추정법, 모수 추정법을 사용하여 비용을 추정한다.

국방전력획득사업 단계별 비용분석에 관한 연구가 활발하게 진행되어왔다. 강성진[1]은 무기체계 연구개발 단계별 비용분석 방법들이 전

문인력의 부족, 비용자료 구축의 미비 및 비용추정기법 및 수단의 한계 등 여러 제한사항이 존재하며, 해결방안으로 프로젝트 정의, 비용추정 방법론 적용, 비용추정치 산출 등의 비용추정 과정을 제안하였다. 안영수 등[5]은 한국적인 능력기반 소요기획을 구상하면서 분석평가와 소요분석 방법론의 개선방안을 세계 주요국과 비교하여 제시하였다. 김철환[4], 오영민·권오성[6], 진아연·이혁수[7], 한현희·강성진[9] 등은 국방전력획득사업 획득단계와 운영유지단계에서의 비용을 분석하였다.

본 연구에서는 초음속 유도탄에 대한 함정의 대응능력을 확인하기 위해 해군에서 획득 추진 중인 초음속 대공 표적기를 대상으로 소요기획단계 비용분석을 하고자 한다. 해군의 작전요구성능을 기반으로 전문가 추정을 통한 국내 연구개발 비용과 실비용 자료를 활용하여 국외 구매 비용을 추정하고, 합리적인 획득방안을 제시한다.

2. 소요기획단계 비용분석

비용분석은 사업의 연구개발비, 투자비 및 운영유지비를 분석하여 해당연도를 기준으로 현재가를 산출하며, 대안별 총 순기 비용을 집계하여 비교하는 분석이다[8]. 비용분석은 소요제기서 작성 및 국방중기계획 수립을 위해 진행하며, 합리적 획득방안 결정에 활용한다. 비용분석 시에는 단계별로 전문가 추정법, 유사장비 추정법, 모수 추정법, 공학적 추정, 실비용 자료 활용 등 적절한 비용 분석 방법을 통해 비용을 추정한다.

전문가 추정법은 전문가의 직관적인 판단으로 비용을 추정하는 방법이며, 사업의 초기 단계에서 주로 활용한다. 편견이 내재되어 있거나 정량화가 곤란할 수 있으나, 자료가 불충분한 경우에도 비용추정이 가능하다.

유사장비 추정법은 과거 유사무기체계와 연관하여 비용을 추정하는 방법이며, 유사한 체계·장비 분야만 적용할 수 있다. 이 방법은 상대적으로 단순하지만, 저비용으로 비교적 신속·정확한 추정치 산출이 가능하다.

모수 추정법은 비용을 종속변수, 장비의 성능이나 특성을 독립변수로 취급하여 과거 경험 자료를 바탕으로 도출하는 비용추정관계식(cost estimation relationships)을 이용하여 비용을 추정하는 방법이다. 수 추정을 위해서는 신뢰성 있는 데이터베이스, 실적이 있는 추정가, 입증된 기법 또는 모델이 필요하며, 과거의 통계자료가 뒷받침되어야 한다.

공학적 추정법은 작업에 필요한 시간과 필요한 재료를

파악하여 노무비, 경비, 재료비 등을 계산하는 방법이며, 사업이 어느 정도 진행되었을 때 사용한다. 실비용 자료를 활용하는 방법은 실제 발생 또는 견적 자료로부터 비용을 추정하는 것이며, 미래 같은 품목을 생산하는 경우의 비용을 추정하는 데에 활용된다.

국방전력획득사업의 단계별 사업내용 및 가용자료를 고려하여 Fig. 1과 같이 적절한 비용분석 방법을 활용하여 비용을 추정한다. 각 군이 수행하는 소요기획단계에서의 비용분석은 획득하고자 하는 전력을 장기 및 중기계획에 반영하기 위해 수행하며, 과학적 분석을 통해 사업 방식이나 반영 여부를 결정한다. 하지만, 획득하고자 하는 대상의 성능이나 요구사항이 구체적으로 정해져 있지 않아 불확실성을 고려해야 하며, 주로 전문가 추정법, 유사장비 추정법, 모수 추정법, 실비용 자료가 존재하는 경우 관련 데이터를 활용하여 개략적으로 비용을 추정한다[2].

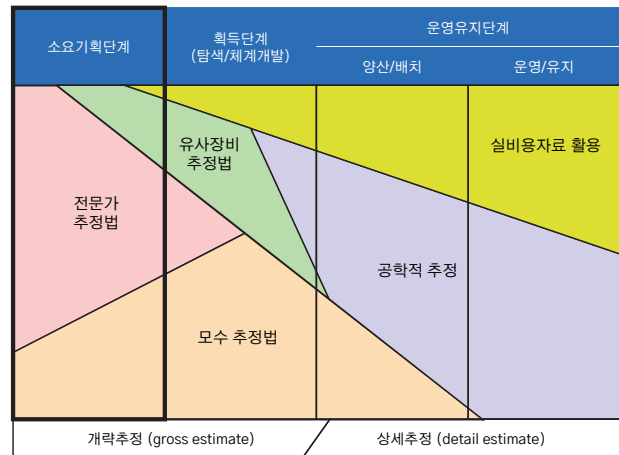


Fig. 1. 국방전력획득사업 단계별 비용추정 방법

3. 해군 초음속 대공 표적기

한반도 주변 국가들은 함정의 대공 방어망 무력화를 위해 초음속 대함유도탄을 실전 배치 중이며, 이에 대응하기 위해 미국을 포함한 일본, 프랑스, 호주에서는 초음속 대공 표적기를 이용하여 훈련을 시행하고 있다. 우리 해군은 아음속 표적만을 이용하여 실사격 훈련을 진행하고 있으며, 초음속 표적을 이용한 훈련은 시뮬레이션으로 대체하고 있다. 초음속 대함 유도탄의 대응능력을 향상하기 위해 초음속 표적을 이용한 실사격 훈련이 점차 요구되고 있다.

해군에서 주로 사용하는 아음속 대공 표적기는 Fig. 2의 PHOENIX-1 HP이며, 최대 330 kts까지 비행이 가능하다.



Fig. 2. 아음속 대공 표적기(PHOENIX-1 HP)

현재 개발되어 운용 중인 초음속 대공 표적기는 미국의 SM(standard missile) 유도탄 기반기술로 제작한 Fig. 3의 GQM-163이 유일하며, 최대속도 마하 3.8로 비행이 가능한 이 표적기를 이용하여 미국을 포함하여 일본, 프랑스, 호주에서 실사격 훈련을 하고 있다. 아음속 및 초음속 대공 표적기의 성능은 Table 1과 같다.



Fig. 3. 초음속 대공 표적기(GQM-163)

Table 1. 아음속 및 초음속 대공 표적기 성능

구분	아음속 표적기 (PHOENIX-1 HP)	초음속 표적기 (GQM-163)
제작사	Air Affairs Australia (호주)	Northrop Grumman (미국)
사거리	100 km	84 km
최대고도	6km	15.85 km
최대속도	330 kts	Mach 3.8
기능	낙하산 보유 (회수 가능)	Sea-skimming, pop-up

우리 해군도 초음속 유도탄 위협에 대응이 가능한 능력의 확보가 필수적이며, 대응능력의 향상과 확인하는 훈련을 위해 초음속 대공 표적기 획득이 요구된다. 초음속 대공 표적기의 획득은 현재 운용 중인 미국의 GQM-

163을 구매하는 방안과 국내에서 개발 중인 장거리 공대공 유도탄 기술을 바탕으로 GQM-163과 유사한 수준으로 연구개발하는 방안이 있다. 또한, 국방과학연구소 삼척 해양연구센터가 2023년에 전력화되면 국내에서의 유도탄 실사 기술지원이 가능해진다. 해군에서 획득하고자 하는 초음속 대공 표적기의 형상은 Fig. 4, 성능은 Table 2와 같다.



Fig. 4. 해군 초음속 대공 표적기 형상

Table 2. 해군 초음속 대공 표적기 성능

구분	성능
개발기간	○년
사거리	○○ km 이상
최대고도	○○ km 이상
최대속도	Mach ○
기능	Sea-skimming, pop-up, 해상 발사대

4. 비용분석 결과

초음속 대공 표적기의 획득비를 추정하기 위해 표적기와 기술지원 소요를 산정하였다. 이후 해군의 작전요구 성능을 기반으로 전문가 추정을 통한 국내 연구개발 비용과 실비용 자료를 활용하여 국외 구매 비용을 추정하였다.

4.1 초음속 대공 표적기 및 기술지원 소요

해군에서 필요한 초음속 대공 표적기의 소요를 산정하기 위해 현재 운용 중인 함대공 유도탄별 실사격 주기와 수량을 반영하여 20년간의 실사격 소요를 산정하였으며, Table 3와 같다.

실사격 탄종은 현재 개발 중인 함대공 유도탄-II를 포함하여 초음속 대공 실사격이 가능한 유도탄인 SM-II, RAM, 해궁을 대상으로 하였다. 실사격 주기 및 수량은 함대공 유도탄-II, SM-II는 격년 1발, RAM은 매년 1발, 해궁은 격년 1발을 적용하였고, 매년 1발의 실사격 예비 표적기를 포함하였으며, 함대공 유도탄-II의 시험 평가에 계획된 수량으로 실사격과 예비 표적기 총 2발을 반영하였다. 2029년부터 20년간 초음속 대공 표적기 소요를 산정한 결과는 총 61발이다.

Table 3. 해군 초음속 대공 표적기 소요

구분	시기/주기	소요
함대공 유도탄-II (SM-II)	시험평가	2029년 2발
	실사	격년 1발 9발
RAM	실사	매년 1발 20발
해공	실사	격년 1발 10발
예비	실사	매년 1발 20발
계		61발

기술지원 소요는 국방과학연구소 삼척 해양연구센터가 2023년부터 전력화됨에 따라 국내에서의 실사격 기술지원 소요만을 반영하였고, 국외에서 실사격하는 기술지원 소요는 제외하였으며, Table 4와 같다.

Table 4. 기술지원 소요

구분	시기/주기	소요
함대공 유도탄-II (SM-II)	시험평가	2029년 1회
	실사	격년 1발
RAM	실사	매년 1발 20회
해공	실사	격년 1발
예비	실사	매년 1발
계		21회

함대공 유도탄-II 시험평가 기술지원 1회, 함대공 유도탄 실사격 기술지원 매년 1회를 적용하였으며, 2029년부터 20년간 기술지원 소요는 총 21회이다.

4.2 국내 연구개발 비용분석

국내 연구개발은 국내에서 개발 중인 장거리 공대공 유도탄의 기반기술을 바탕으로 Fig. 5와 같이 작업분할 구조(work breakdown structure)를 구축한 후 국방과학연구소의 전문가에 의해 비용을 추정하였다.

국내 연구개발 초음속 대공 표적기 체계는 표적기와 발사체계로 구분되고, 표적기는 기체, 유도조종부, 추진기관부, 지상발사부스터로 구성되며, 발사체계는 발사대, 발사통제장비로 구성된다. 또한, 실사격 훈련 시 데이터 분석, 유도탄과 표적기 점검 등을 위해서 국방과학연구소와 업체의 기술지원이 필수적이다. 기술지원 비용은 2021년 육군 전투탄 실사격 시 국방과학연구소와 업체에서 기술지원했던 실적을 적용하였다. 전문가에 의해 추정한 연구개발 비용과 1발당 단가는 Table 5, 기술지원 비용은 Table 6와 같다.

초음속 대공 표적기의 연구개발 비용은 430억원, 1발당 단가는 18.27억원, 기술지원 비용은 1회당 4.12억원으로 산출되었다.

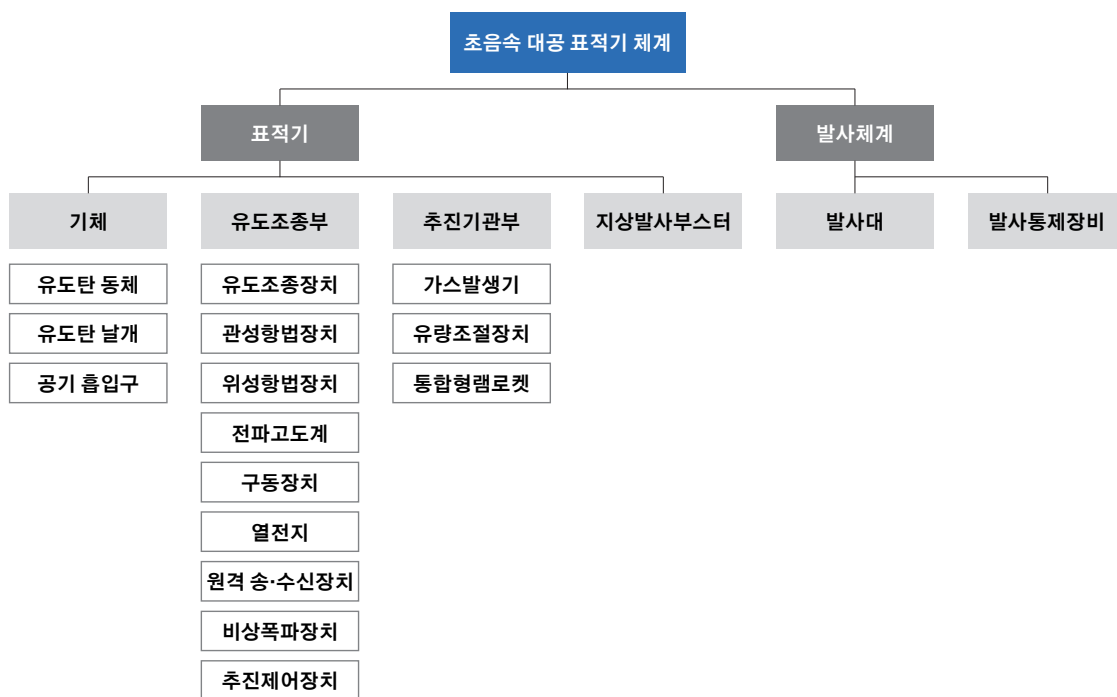


Fig. 5. 국내 연구개발 초음속 대공 표적기 체계 작업분할구조(안)

Table 5. 연구개발 비용 및 단가

구분	연구개발 비용	1발당 단가
체계 H/W	127.39억원	6.92억원
기체	37.2억원	2.8억원
유도조종	27.89억원	0.25억원
항법	5.86억원	0.54억원
전파고도계	11.3억원	0.8억원
열전지	13.4억원	0.32억원
추진기관	87.97억원	2.95억원
구동장치	22.5억원	1.0억원
비상폭파	4.79억원	0.59억원
원격송수신	25.88억원	2.1억원
구조시험	3.8억원	-
풍동	8.4억원	-
체계관리	37.62억원	-
기타	16.0억원	-
계	430.0억원	18.27억원

Table 6. 기술지원 비용

구분	기술지원 내용	비용
국방과학연구소	계획수립, 데이터 분석, 결과 후속조치 등	2.76억원
업체	유도탄 분해, 조립, 점검 등	1.36억원
계		4.12억원

4.3 국외 구매 비용분석

국외 구매는 미국의 GQM-163 제작사에서 수신한 대외군사판매(foreign military sales) 형태의 개략발주(rough order magnitude)를 바탕으로 비용을 산출하였으며, 원-달러 환율 1 \$ = 1,210원을 적용한 결과는 Table 7과 같다.

Table 7. 국외 구매 비용

구분	비용
구매(1발당)	37.51억원
기술지원	127.05억원

4.4 획득방안별 결과 종합

2029년부터 20년간 초음속 대공 표적기와 기술지원 소요를 반영하여 산정한 획득방안별 총비용을 2021년 기준 불변가로 환산하였으며, Table 8과 같다.

Table 8. 획득방안별 총비용

구분	국내 연구개발	국외 구매
연구개발	430억원	-
양산/구매 (61발)	1,116.3억원 (18.3억원 × 61발)	2,288.11억원 (37.51억원 × 61발)
기술지원 (21회)	86.52억원 (4.12억원 × 21회)	2,668.05억 원 (127.05억원 × 21회)
계	1,632.82억원	4,956.16억원

국내 연구개발 총비용은 연구개발 430.00억원, 61발 양산 1,116.30억원, 21회 기술지원 86.52억원 등 총 1632.82억원이 소요된다. 또한, 국외 구매 총비용은 61발 구매 2,288.11억원, 21회 기술지원 2,668.05억원 등 총 4,956.16억원이 소요된다. 비용분석 결과 초음속 대공 표적기 획득비는 국내 연구개발이 국외 구매 대비 0.33배 낮게 소요된다.

획득방안별 20년간(2028~2048년) 초음속 대공 표적기의 누적 획득비용은 Fig. 6와 같다.

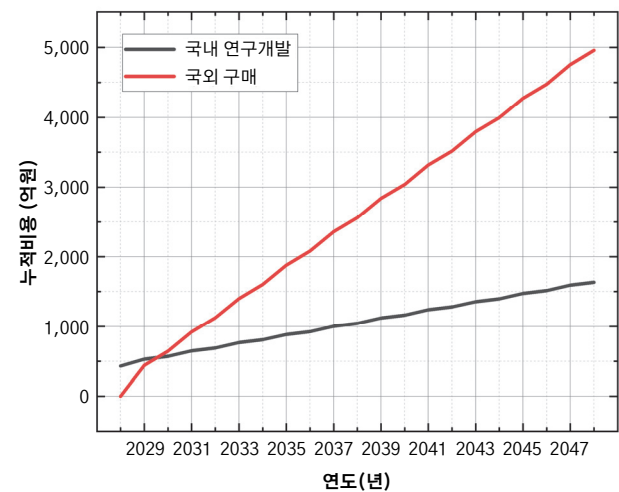


Fig. 6. 획득방안별 누적 획득비용

국외 구매의 누적 획득비용은 2030년부터 국내 연구개발의 누적 획득비용을 초과하여 급격하게 증가하였다.

국내 연구개발은 초기 연구개발비 소요가 있으나, 국외 구매 대비 양산/구매 0.49배, 기술지원 0.03배 낮게 소요되어 비용 측면에서 장기적으로 국내 연구개발로 초음속 대공 표적기를 획득하는 것이 효과적임을 확인하였다.

5. 결론

본 연구에서는 해군에서 획득 추진 중인 초음속 대공 표적기를 대상으로 소요기획단계 비용분석을 수행하였다. 전문가 추정법과 실비용 자료를 활용하여 연구개발 및 국외 구매 비용을 추정하였으며, 합리적인 획득방안을 제시하였다.

비용분석 결과 초음속 대공 표적기 획득비는 국내 연구개발이 국외 구매 대비 0.33배 낮게 소요되었으며, 20년간(2028~2048년) 초음속 대공 표적기의 누적 획득비용을 통해 비용 측면에서 장기적으로 국내 연구개발이 효과적임을 확인하였다.

국방전력획득사업의 소요기획단계 비용분석은 사업비 규모와 획득방안 결정에 영향을 주는 중요한 과정이지만, 사업이 구체화 되지 않아 불확실성이 존재한다. 소요기획단계인 해군 초음속 대공 표적기의 비용분석도 경험이 풍부한 연구개발 전문가와 방산 업체를 적극적으로 활

용함으로써 성공적으로 수행할 수 있었다. 군은 비용분석 능력 향상을 위해 관련 전문인력의 관리와 비용 관련 데이터를 지속해서 축적해야 하고, 비용분석 결과의 신뢰성 향상을 위해 거시적(macro) 차원의 비용추정 전산 모델을 병행해서 활용해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 강성진, 무기체계 획득단계별 비용추정 방법 연구: 연구개발 사업을 중심으로, 국방연구, 제64권, 제3호, pp. 69~100, 2008.
- [2] 국방과학연구소, 비용분석 실무참고서, 2018.
- [3] 국방부, 국방전력발전업무훈령 제2639호, 2022.
- [4] 김철환, T-50 항공기 양산비용 분석 및 비용관리방안, 국방연구, 제46권, 제1호, pp. 149-175, 2003.
- [5] 안영수·윤자영·이재욱·김윤태, 방위산업 발전과 선진강군을 위한 국방 전력소요기획체계 발전방향, 산업연구원, 2013.
- [6] 오영민·권오성, 민감도 분석을 통한 무기체계 획득 비용분석에 관한 연구: 함대공유도탄 비용분석을 중심으로, 한국국방경영분석학회지, 제36권, 제2호, pp. 107-124, 2010.
- [7] 진아연·이혁수, 장비유지 분야 성과기반군수지원 제도 적용을 위한 비용분석 방안, 국방정책연구, 제113권, 제3호, pp. 225-245, 2016.
- [8] 한국국방연구원, 비용분석의 이론과 실제, 2018.
- [9] 한현희·강성진, PRICE 모델을 이용한 적정 획득비용 추정 방안, 한국국방경영분석학회지, 제27권, 제1호, pp. 10-27, 2001.