

A Study on the Loss Cost of Delayed Weaponization of Weapons System

Juhong Park · Myoungjin Choi[†]

Department of Defense Industry, Konyang University

무기체계 전력화 지연이 미치는 손실비용에 대한 연구

박주홍 · 최명진[†]

건양대학교 방위산업학과

The Korean military has sought to build an all-round military force against the national and international security environment and future asymmetric threats as well as the military threats it faces. However, while raising the need for timely electrification, there are few cases of quantitatively evaluating the loss when electrification is delayed, making it difficult for our military to provide a logical basis to support the importance of the electrification period. Therefore, through this study, we tried to analyze the index of loss cost that can support the need for timely electrification with logical and quantitative data and present it as a logical basis. To this end, the loss cost was calculated in terms of combat efficiency, equipment utilization rate, and maintenance requirements, which can be quantitatively calculated based on “combat readiness,” a general impact on the military in case of delayed timely electrification.

Keywords : Cost of loss in case of delay in electrification, cost of combat efficiency, Cost of Equipment Utilization, Cost of increasing maintenance requirements

1. 서론

우리 군은 국방개혁을 위한 군사력 건설을 위해 인구절벽에 따른 병력 감축의 난제를 해결하기 위한 대안으로 첨단 무기체계를 전력화하여 전력구조를 발전시키고자 노력하고 있다. 이러한 전력구조의 발전은 무기체계의 적기 전력화가 선행되어야 할 것이며, 이를 위한 국방예산도 함께 반영되어야 할 것이다. 그동안 우리는 변화되는 국·내외 안보환경에 발빠르게 대처하고자 수차례의 국방획득 체계에 대한 변화를 추구하였다. 그럼에도 여전히 국방획득에 대한 프로세스, 예산, 성능 등 많은 문제점들이 지속적

으로 제기되고 있는 현실이다. 이로 인해 우리 군은 미래 불확실한 비대칭적 위협은 물론 직면해 있는 군사적 위협에 대비한 전방위 군사력 건설에 많은 어려움을 겪고 있다. 적기 전력화 측면에 있어서의 문제는 연구개발 절차가 복잡하고 연구개발 각 단계 진행에서의 융통성이 부족함에 따라 개발기간이 과도하게 소요되어 적기 전력화가 제한되는 것이다. 체계개발은 국내 첨단기술 수준이 선진국과 대등하거나 일부 낮은 수준이지만, 군사핵심기술 수준은 그보다 더 낮은 수준이므로 선진국보다 개발기간이 장기화되고 있다. 또한 연구개발과 행정절차가 복잡하여 시험평가 기간이 과다하게 소요되고 있다. 또한 연구개발 시에도 국내의 기술수준과 예산 등을 세밀하게 분석하지 않고, 세계적 수준의 무기체계만을 요구하다보니 개발이 지연되고 예산이 부족하는 등 적기 전력화의 악영향으로 작용하고 있다.

Received 10 November 2023; Finally Revised 19 December 2023;
Accepted 19 December 2023

[†] Corresponding Author : officesky@konyang.ac.kr

그럼에도 우리 군은 각종 언론, 감사 및 전력소요검증 강화, 일정관리의 중요성을 주장하거나 기재부에 예산확보를 위한 설명시 빈약한 논리로 설득이 힘든 실정이다. 예를 들어 일정 지연 시 비용증가를 수반하나, 기술적 고려 외의 일정 지연 관련 의사결정 시 객관적 분석결과를 제시하지 못하거나, 軍은 무기체계 전력화 일정 충족을 중요시하나, 전투준비태세 충족 등 衛적 영역에서의 전략적 효과를 제시하는데 한계가 있다. 반면 他 기관에서는 비용절감 등 정량적인 효과를 제시할 수 있어 군의 입장과 달리 설득력을 얻고 있는 게 현실이다. 또한 기존의 선행연구들은 적기 전력화에 대한 프로세스, 절차에 대한 문제와 대안을 주로 제시하고 있으나, 이를 정량적 분석방법에 의한 비용을 평가 하는 데에는 한계가 있었다.

이러한 연구의 필요성에 따라 본 연구는 적기 전력화의 필요성을 논리적이고 정량적인 데이터로 뒷받침 할 수 있는 손실비용의 지표와 이에 대한 데이터를 분석하여 논리적 근거로 제시하고자 실무에 담당하고 있는 정책부서의 주요관계자들의 인터뷰를 통하여 평가요소를 선정하였다. 이를 위해 적기 전력화 지연 시 나타날 수 있는 일반적인 영향요소인 ‘전투준비태세’를 일반적 지표로 선정하여 ‘전투준비태세’를 평가할 수 있는 요소 중 정량적 비용산출이 가능한 요소인 전투효율, 장비가동률, 정비소요 측면에서 손실비용을 산출하였다.

2. 전력화시기 결정시 고려사항

각 군에서 소요기획의 첫 단계인 무기체계 소요를 함참에 제기할 때에 필요성, 편성 및 운영개념, 작전운용 성능뿐만 아니라 전력화시기를 포함하여 제기한다. 함참에서는 각 군에서 제기한 전력화시기가 타당한지 여부를 종합적으로 검토하여 중기 또는 장기전력으로 확정하여 반영하는데 이때 전력화시기가 결정되는 주요 요인은 다음과 같다.

첫째는 기술적 구현 가능성이다. 기술적 난이도가 낮거나 이미 개발되어 있는 기술을 적용한다면 전력화시기에 기술적인 리스크는 없겠지만, 기술적인 난이도가 높아서 기술 구현이 어렵게 된다면 소요군에서 아무리 해당 무기체계를 원하는 시기에 전력화하고 싶어도 요구하는 시기를 맞출 수 없을 것이다.

두 번째는 부대개편시기이다. 우리 군이 추진하고 있는 국방개혁의 방향에는 병력감소에 따라 부대 수를 줄이고, 부대 수가 줄어들게 되면 기존 부대의 작전지역이 확장되어야 하므로 확장된 작전지역을 담당할 수 있도록 기존 부대의 능력을 보강하는 내용이 포함되어 있다.

부대의 능력을 보강하기 위해서는 기존의 무기체계보

다 기능 및 성능이 향상된 새로운 무기체계를 생산·배치함으로써 달성 가능하다. 따라서 성능이 향상된 새로운 무기체계가 기존부대의 작전지역이 확장되기 이전에 또는 적어도 동시에 배치되어야 한다.

세 번째는 현용장비의 수명이다. 신규로 확보하는 무기체계는 작전지역 확장에 따른 능력보강이기도 하지만 기존에 운용하고 있는 장비를 대체하기도 한다. 무기체계를 어느 시점에 전력화할 것인가는 현재 운용되는 무기체계가 언제까지 운용 가능할 것인가와도 밀접한 연관성이 있다. 무기체계가 노후화되면 성능발휘가 제한되어 전투준비태세도 약화되고 고장발생빈도 및 정비기간 증가에 따라 장비 가동률도 저하되며, 정비소요도 증가하여 결국 무기체계 운영유지비가 증가되기 마련이다. 따라서 경제적인 무기체계 운용한계 시점을 초과하기 이전에 새로운 무기체계로 교체하는 것이 필요하다.

네 번째는 연계되는 무기체계의 전력화시기이다. 각각의 무기체계는 전투현장에서 독립적으로 기능을 수행하기도 하지만 서로 다른 무기체계와 상호 연계되어 승수효과를 발휘한다. 특히 C4I와 관련된 무기체계는 상호운용성이 더욱 중요하며 기술의 발전으로 인해 무기체계가 발전할수록 그 연계성 및 의존성은 더욱 심화될 것이다. 그러나 획득단계에서는 각각의 무기체계가 독립적으로 획득이 이루어지므로 전력화시기를 판단하는 과정에서 연관된 무기체계가 승수효과를 발휘할 수 있도록 언제 전력화되는지를 고려하는 것이 중요하다.

3. 전력화시기 지연 요인 및 사례

전력화 시기가 지연되는 첫 번째 요인은 사업단계별 절차상의 지연이다. 소요가 결정되면 선행연구를 통해 사업추진기본전략을 수립하여, 소요검증 후 중기계획에 반영하여 사업타당성 조사를 하고 이를 연도예산에 반영하는 등 획득절차를 거치게 되는데, 이 과정에서 선행연구가 지연되거나 사업추진기본전략 수립이 늦어지거나, 사업타당성조사가 지체 되는 등의 사례들도 빈번히 발생하고 있다. 두 번째는 자원부족이다. 무기체계 획득예산은 방위력 개선비로 편성된다. 결국 정부정책, 국방정책의 우선순위와 국가 경제 여건 등의 자원확보 여건에 의해 영향을 받을 수 있는 것이다. 그러나 최초 기획단계에서 소요를 결정할 때에는 자원 여건을 고려하지 못하고 순수하게 전력소요만을 가지고 판단한다. 결국 재원을 고려하는 것은 최초 국방중기계획에 반영할 때이며 이때 가용재원을 고려하여 우선순위에 따라 착수시기를 미루기도 하고 연도별 재원을 조정하기도 한다. 그러나 국방중기계획도 연도예산보다는 가용재원을 낙관적으로 판단하고 반영하므로 연도에

산을 편성할 때도 일반적으로 국방중기계획 내용이 반영되지 못하고 미반영되어 착수시기가 지연되거나 일부 감액되어 사업기간이 늘어나기도 한다. 세 번째는 소요의 빈번한 수정이다. 결정된 무기체계 소요에 대한 획득과정은 다양한 여러 행정절차와 획득 프로세스를 거치게 된다. 정상적으로 해당 절차들이 수행되어질 때에 전력화 시기 준수 가능성이 높아진다. 그러나 사업추진 간에는 여러 가지 이유로 인해 최초 결정된 소요가 수정되기도 한다. 소요가 수정되면 최초 소요결정된 내용을 수정하기 위한 행정소요가 발생하고, 전력소요 수정 이후에 각종 실행계획의 수정도 이루어져야 하며, 이러한 수정 요소들은 그 정도에 따라 재심의를 거치게 된다. 이럴 경우 결국 거쳐야 하는 절차들을 수행할 시간이 필요하며 그 기간이 1년 또는 그 이상 소요되기도 하므로 소요의 빈번한 수정은 전력화 시기 지연의 주요 원인이 되기도 한다[4, 5].

주요 요인에 대한 지연사례를 분석해보면 먼저 경구난차량은 기능 발휘를 극대화하고 완전성을 높이기 위해 K-21장갑차의 차체를 기본으로 하여 두산DST에서 '08년 체계개발을 착수하였다. 전력화 시기가 지연된 원인은 장갑차 전력소요 검증을 위한 2006년 연구개발 예산이 누락되어 전력화 시기가 1년 지연되었고, 2010년에는 K-21보병전투차량의 차체를 기본으로 설계된 경구난차량임을 고려하여 설계변경 등이 요구되어 전력화가 1년 추가 지연되었다. 이후에 전력화평가(FT) 제도가 최초로 이 무기체계에 적용되면서 전력화가 1년 지연되면서 약 3~4년 이상 지연되게 되었다.

다음은 자주도하장비이다. 자주도하장비는 2003년에 소요제기 되었으나 국방재원 부족 등을 문제로 소요결정이 보류되었다. 2006년 신규 소요로 결정되어 2009년부터 2011년까지 국방중기계획에 반영되었다. 하지만 예산 부족으로 순연되었고, 2011년 작전운용성능 수정 검토 등의 과정을 거쳐 2012년 6월에 전력화 계획이 확정되어 사업추진여부를 최종 결정하였다. 이 장비 또한 개발 및 양산에 대한 비용 증가가 예상되며, 연구개발 사업시기 조정과, 사업추진여부에 대한 검토기간에 대한 지연 등 조치가 미흡하였다. 또한 개발 시 작전운용성능에 대한 요구조건이 미흡하여 추가적으로 작전운용성능을 수정하여야만 했다.

다음은 K2전차이다. K2전차는 1995년 탐색개발을 착수, 2002년에 체계개발이 완료되었으나 국산파워팩의 개발 차질로 전체적인 사업이 지연되어 결국 1차 양산은 해외에서 도입된 파워팩을 장착하기로 의사결정 되어 '00년부터 전력화 되고 있는 장비다. K2전차의 국산파워팩은 국과연에서 국내개발이 가능하다고 판단하여 3년 뒤인 2005년에 국내개발을 추진하였다. 최초 개발한 주장비는 독일에서 제작한 파워팩으로 시험평가를 완료하였지만 2012년 12월까지 국내 파워팩의 성능이 요구수준에 도달

하지 못하였으며, 초도양산에서는 결국 해외 파워팩을 적용할 수밖에 없었다. 이 장비의 경우 체계개발은 적시에 완료되었으나, 가능할 것으로 판단했던 파워팩에 대한 국내 개발이 제한되어 전력화는 최종 전력화까지는 5년 이상 소요될 것으로 예상된다.

위 사례들을 전력화시기 주요 요인별로 분석해보면 <Table 1>과 같이 요약할 수 있다.

<Table 1> Cases of Delay in Electrification by Business

Case	Delay factor			Delay period
	Delay in the process	Lack of financial resources	Frequent ROC modifications	
Oral disturbance		○	○	3~4 years
Self-guided equipment	○	○	○	5 years
K2 tank	○		○	5 years

4. 전력화시기 지연에 따른 손실비용 평가요소 정립

4.1 전투효율 저하

적기 전력화 지연에 따른 영향요소는 다양하게 나타날 수 있다. 가장 일반적인 지표는 전투준비태세의 약화로 설명할 수 있다. 전투준비태세는 “적대행위 이전의 최종 전투준비상태를 말하며 주로 전술적 차원에서 사용되고, 군사태세의 하위개념으로서 ‘전비태세’, ‘전투태세’, ‘작전준비태세’라는 의미를 포함한다.”라고 정의하고 있다[3]. 이러한 전투준비태세의 평가요소[1]로는 병력수준, 장비가동률, 물자보급률, 훈련수준 등을 고려할 수 있다. 즉, 부대가 출동하여 전투를 수행할 수 있는 측면에서 그 수준을 정량적으로 평가하는 체계로 볼 수 있다.

그러나 무기체계의 전력화와 연계해서 이러한 전투준비태세 평가요소로 그대로 적용하여 그 영향요소를 평가하기에는 한계가 있다. 특히, 4가지 요소를 정량화시키는 것도 제한되고, 이를 비용으로 환산하는 것은 어려움이 크다고 할 수 있다. 따라서 전투준비태세의 평가요소를 고려하되, 정량적이고 비용으로 환산할 수 있는 방안을 강구하는 것이 타당하다고 판단된다. 즉, 신규장비를 전력화하였을 때의 전투효율과 구형장비를 사용했을 때의 전투효율을 비교 분석함으로써 정량적 접근이 가능하게 할 것으로 판단된다. 또한 6·25 전쟁에서의 전투효율성을 분석한 사례로 대전지구 전투에서 미군의 전투력 대비 전투효과를 분석하면서, ‘전투효율성(combat effectiveness)’ 개념을 적용하였는데, 전투효율성을 “한 전투에서 한 부대가 어느 정도 전

투력을 확보하여 전투에 임했는지, 그리고 이러한 전투 능력은 제대로 발휘되었는지를 분석하는 것으로, 한 부대가 보유한 자원을 전투력으로 전환하는 절차와 방법”으로 정의하였다[6]. 결국, 무기체계 전력화와 연계한 전투효율성은 어떤 장비를 사용하여 어떤 전투결과로 나타났는지를 분석하는 객관적인 틀로 볼 수 있을 것이다. 이를 지표로 선정하기 위해서는 전투준비태세 평가요소와 전투효율성의 개념을 종합하여 분석하는 것이 타당하다. 특히, 구형장비와 신형 전력화된 장비를 각각 적용하여 적과의 교전결과를 기초로 인원과 장비, 물자의 피해 정도를 산정하고 이를 비용으로 환산하는 것이 가장 합리적인 분석과정이라고 볼 수 있다. 전투실험으로 분석된 인명피해율과 장비피해 정도에 따른 아래와 같이 비용으로 환산한다.

- ① 인명피해율 산정 및 비용분석
 - 경상환자 처리비용 산정 : 처리비용 + 임무수행 제한기간 × 인력운영유지
 - 상황 1) 후송치료를 하는 경우 : 치료비(입원기간+1일 치료비) + 임무수행 제한 기간 × 인력운영유지비
 - 상황 2) 장애관정으로 임무불가 경우 : 치료비(입원기간+1일 치료비) + 임무수행 제한 기간 × 인건비 + 장애보상금
 - 사망보상금 산정 : 보훈연금 + 사망보상금(공무원 전체의 기준소득월액 평균액 × 60) + 영현비
- ② 장비피해 정도 산정 및 비용분석
 - 완파장비의 비용 환산 : 장비 원가 × 완파 장비 수 × 1 (80~100%)
 - 대파장비의 비용 환산 : 장비 원가 × 대파 장비 수 × 0.75 (70~80%)
 - 중파장비의 비용 환산 : 장비 원가 × 중파 장비 수 × 0.5 (30~70%)
 - 경과장비의 비용 환산 : 장비 원가 × 경과 장비 수 × 0.3 (30% 미만)

4.2 장비가동을 저하

앞의 평가요소(전투효율 저하)에서는 전시 상황을 가정하여 워게임 모델 교전결과에 따른 인원, 장비, 물자 등의 피해를 비용으로 환산하고자 했던 반면, 장비 가동을 저하는 평시 부대 임무수행이나 훈련 등을 가정하여 비용손실을 판단하였다. 신형장비의 적기 전력화 지연 시(일부 또는 전체 지연), 적정 전투준비태세 유지 및 작전 또는 훈련 등 부대의 정상 임무수행을 위해 신형장비의 전력화시기와 맞물려 도태 또는 대체 예정이었던 구형장비를 운영하지 않을 수 없다. 이때 구형장비는 통상적으로 수명 기한이 도래 또는 만료되기 때문에 바로 즉시 그리고 지속적으로 운용될 수는 없다. 즉, 수명 기한이 오래 경과되었기 때문에 장비 자체 또는 일부 부품(또는 구성품)의 고장 또는 교체 필요로 인하여 수리가 필요할 것이며 어떤 것은 가동이 불가능한 장비로 분류되어 있는 장비도 있을 것이며, 불가동 장비(DL)가 아닌 장비라고 하더라도 장비를 정상적인 운영을 하기 위해서는 크건 작건 정비가 필요할

것이다. 신형장비의 적기 전력화 지연에 따른 일부 또는 전부 대체하여 운용하여야 하는 구형 장비들은 부분적으로 또는 대내적으로 정비 또는 수리하지 않으면 신형장비의 전력화 지연 시 그에 대체하여 운영할 수 없을 것이므로 그에 대한 손실 비용을 계산할 수 있다. 따라서, 구형장비의 고장에 대한 수리가 있을 경우 그에 따라 장비의 장비가동률은 정비 수리시간이 많아지기 때문에 당연히 운용가능 시간은 줄어들 수밖에 없다. 이는 장비가동률이 저하된 의미로 이러한 구형 장비의 저하를 비용손실로 환산할 수 있는 것이다. 먼저, 구형장비의 가동률 저하에 대한 산출지표의 경우는 신형장비 편제 댓 수 × 신형장비 가동률(목표치) 계산 값은 편제대비 구형장비 보유 댓 수 × 전력화 지연 시점의 구형장비 가동률 계산 값과의 차이가 있으며, 그 차이 값만큼의 비용 손실이 예상된다. 예를 들어 보면 신형장비 편제 댓 수는 10대이며 가동률(목표치)을 90%라고 하자. 신형장비 보급이 지연되어 구형장비를 운영하여야 하는데 편제 대비 보유 댓 수를 8대로 가정하고 가동률을 80%라고 하면 $10 \times 0.9 - 8 \times 0.8 = 1.8$ 이 되므로 ‘1.8 × 장비 가격’을 손실 비용으로 계산할 수 있을 것이다. 두 번째는 불가동장비(D/L) 분류에 따른 산출지표로 구형장비 운영에 따른 접근방법과는 달리 부대에 불가동장비(DL)로 분류되어 방치되어 있는 장비가 있다고 하자. 이럴 경우 정비 및 수리하지 않고는 정상적으로 운용할 수 없기 때문에 불가동장비(DL)를 정상적으로 가동 및 운용하기 위해서는 정비비용이 추가될 것이다. 또한 장비의 최초 전력화 시 명시된 가동률(목표치)과 수명기한이 지난 해당연도의 가동률과의 차이, 이른바 $\Delta A_0 (A_{01} - A_{02})$ 만큼 비례하여 비용이 더 소요될 것이다. 이를 손실 비용으로 환산하면, 편제 대비 부대 보유율과 정비시간이 증가하기 때문에 감소되는 가동률을 고려하여 장비의 가격으로 산정할 수 있다. 즉, 편제대비 불가동장비(DL) 수 × 대당 가격 × $\{1 + \Delta A_0\}$ 의 비용 손실이 예상된다. 이는 다음과 같이 손실 비용을 환산할 수 있다.

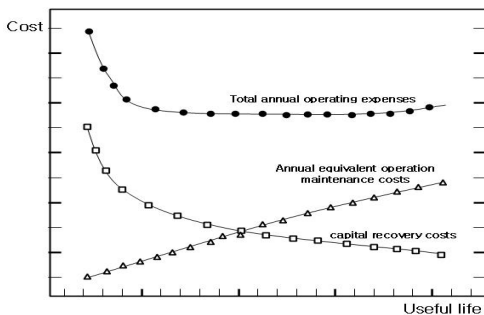
- {신형장비 편제 댓수 × 신형장비 가동률(목표치) - 편제대비 구형장비 보유 댓수 × 전력화 지연 연도의 구형장비 가동률} × 구형장비가격
- 대체 구형장비 댓수 × (최초 가동률 - 전력화지연 연도의 구형장비 가동률) × 구형장비가격
- {편제 대비 불가동장비(DL) 수 × 대당 가격} × (1 + ΔA_0)

4.3 정비소요 증가

획득-운영유지의 연계성을 고려하여 총수명주기관리(TLCSM, Total Life Cycle System Management)를 중점으

로 하여 정량적인 측정지표를 설정하고자 한다. 즉, 운영유지를 책임지는 소요 군이 획득단계에만 몰두하지 않고, 운영유지까지의 전 분야에 대한 관리체계를 발전시켜 나가자는 측면에서 분석 및 지표로 설정하고자 한다.

획득의 탐색개발 및 체계개발 단계에서 운영유지비용을 포함한 무기체계 총수명주기비용의 90%가량이 결정된다. 따라서 운영유지단계에서 발생할 수 있는 문제점을 사전에 보완하여 실질적인 전투준비태세를 제고하고 총수명주기비용을 절감하기 위해서는 무기체계 획득 초기단계부터 체계적인 노력을 기울여야 한다. 하지만 우리 군은 획득을 주관하는 방위사업청(이하 방사청)과 운영유지를 책임지는 소요군으로 조직, 예산, 그리고 관리가 이원화 되어 있다. 이로 인하여 사업이 획득 중심으로 관리되어 운영유지 요소를 반영하기가 쉽지 않은 구조이다. 국방예산이 정부 총지출의 약 10%(9.98%~10.10%)로 거의 고정되어 있는 현실에서 국방목표를 달성하기 위해서는 획득과 운영유지의 연계를 제고하여 국방예산의 가치를 향상하는 것이 필요하다. 우리 군은 획득-운영유지의 연계성을 더욱 보완하기 위하여 기존의 획득 위주의 종합군수지원(ILS) 체계에서 운영유지 위주로 전환하기 위해 노력 중이다. 이를 위해 국방부는 국방전력발전업무훈령을 개정(2014. 4. 10.) 함으로써 수명주기지속계획서(LCSP, Life Cycle Sustainment Plan)를 종합군수지원계획서(ILS-P)와 연계하여 작성토록 하였으며, LCSP 시범사업 지시(안)(2015. 2. 26.)를 제정하였다. LCSP는 RAM, 운영유지비 산정, 성과기반군수지원(PBL, Performance Based Logistics) 등을 추가하여 실질적인 필요사항 등을 포함하도록 하였다. 이러한 제도적 보완에도 불구하고 획득과 운영유지와의 연계성에 대한 문제점들은 지속 제기되고 있다. 이에 따라 정비소요 증가에 따른 비용산출방법으로 경제수명 이론에 의한 수명을 산출하고 비용으로 분석하고자 한다. 경제 수명 결정이론 중 연간등가비용법 적용에 따른 평가요소인 『자본 회수비 및 연간등가운용비』의 관계는 <Figure 1>과 같으며, 이를 활용한 수명산출 및 비용간의 관계를 분석할 수 있다.



<Figure 1> Relationship between Annual Equivalent Operating Costs and Capital Recovery Costs

이를 위한 연간등가비용법을 활용한 경제수명 산출하기 위해서는 ① 총 연간 등가를 계산하는데 이는 초기 투자비의 자본 회수비 + 연간등가운영비로 산출하며, ② 경제수명은 변화 추세를 고려하여 최소가 되는 총 연간 등가 년수 선정하여 도출한다. 또한 자본회수비를 산출하여야 하는데, 자본회수비(CR: Capital Recovery With Return)는 대상장비 획득을 위해 초기에 투자된 투자비용에 대하여 경제수명 동안에 매년 최소한 회수하여야 할 비용의 크기를 의미하는 것인데 이는 초기비용의 연간등가에서 처분가치의 연간등가를 차감한 값으로 산출한다. 또한 연간등가운영비(AEM: Annual Equivalent maintenance)는 대상장비를 수명기준까지 운영했을 때 발생하는 운영비에 대한 평균을 현재 가치로 환원한 개념이다. 이는 장비를 운용한 n년까지의 운영비를 현재 가치로 산출 후 다시 연간등가운영비로 변환해 준 값으로 산출할 수 있다. 따라서, 손실비용 평가요소로 적기 전력화 지연은 현 장비의 자본회수비의 감소, 연간등가운영비 증가 즉, 총연간운영유지비의 증가를 분석함에 따라 손실비용을 지표로 활용할 수 있다.

5. 전력화시기 지연에 따른 손실비용의 평가사례 분석

본 장의 평가사례 분석은 구형 K200A1 장갑차와 전력화가 이루어진 K21장갑차, 구형의 K1A1전차와 전력화가 이루어진 K2전차, 그리고 일부에서는 K9 자주포 등이다. 손실비용 분석 내용을 종합적으로 제시하기 위한 샘플로 여기서는 구형 장갑차와 전력화된 신형장갑차의 분석 사례만 제시하였으며, 1개 대대를 기준으로 분석한 손실비용을 제시하였다.

5.1 전투효율 저하에 따른 손실비용

5.1.1 손실 분석을 위한 전투실험 결과

구형장비와 전력화된 신형장비를 각각 사용하여 적과 교전하는 전투실험 결과를 기초로 인원과 장비 피해 규모를 분석하고 이를 비용으로 환산하는 것이 가장 신뢰성 있고, 합리적 접근이라고 판단된다. 이에 대한 전투실험은 2019년에 00부대에서 AWAM 분석모델로 전투실험한 결과를 기초로 분석하였으며 전투실험 결과는 <Table 2> <Table 3>의 인원·장비 피해를 적용할 수 있었다.

<Table 2> Results of Casualties of the New and Old Kibo Battalions

Case	Light wound	Serious injuries	Death
K-200	3.3 persons	11.1 persons	37.2 persons
K-21	4.8 persons	11.6 persons	18 persons

<Table 3> New and Old Mechanized Infantry Battalion Equipment Damage Results

Equipment damage rate	Old vs. New Kibo Squadron	Average	Equipment damage level			
			min	me- dium	great	com- plete
During the offensive battle	5x reduction in damage rate	3.5x reduction in equipment damage rate	0	0.2	0.1	3.5
Between close combat	1.5x increase in damage rate					

5.1.2 전투실험 결과를 토대로 손실비용 산정

(1) 인명피해에 따른 손실비용 산정

먼저, 사망자에 대한 보상금은 「군인재해보상법」(2021년 기준)을 기준으로 병사의 경우 약 14억 4천만 원(보훈연금액 평균수명 55년 약11억, 사망보상금 약 530만 원, 영형비 730만 원 등)이며, 단기사사 이상의 경우 약 14억 6천만 원으로 산출된다. 하지만 전투실험 특성상 간부와 병사를 구분하기 제한되므로 약 14억 5천만 원으로 비용산정 값을 적용하는 것이 타당할 것으로 판단하였다. 중상자의 경우 「국가지표체계, 군병원 입원환자 현황」 데이터를 기준하여 6년 평균 장병 개인당 평균 입원일수를 분석하였고 또한 건강보험심사평가원의 2020년 입원환자와 입원일수, 그리고 치료비용을 분석한 결과 2020년 기준 총 입원환자는 ㉠ 6,544,069명이고 입원일수는 ㉡ 138,534,362일이다. 또한, 기간 중 총 치료비용은 ㉢ 32,845,420,538,150원이다. 따라서 입원환자 1인당 평균 입원기간은 ㉡ ÷ ㉠ = 약 22일(21.16일)이고, 1인 평균 치료비용은 ㉢ ÷ ㉠ = 약 500만 원 (5,019,112원)이다. 이러한 결과를 토대로 앞에서 제시한 전투실험에서 인명피해 중 중상자의 입원 및 치료에 따른 비용산정을 위해 중상자 1인당 평균 입원기간은 약 22일, 치료비용은 약 500만원을 적용하여 손실비용을 산정하는 것이 가장 합리적일 것이다. 경상자의 경우 경상의 정도는 일시적으로 피해를 입었으나 현지에서 치료 후 별도의 입원치료 없이 다시 임무수행이 가능한 상태로 사전적으로 가벼운 부상을 의미한다. 따라서 경상에 따른 임무수행 제한 기간은 1일 이내로 한정하는 것이 합리적이라고 판단되고, 치료비용은 중상 평균 치료비용(약 500만 원)의 10%(1/10)인 50만원을 적용하

는 것이 경상에 따른 손실비용 산정에 타당한 기준일 될 것이다. 인력운영비의 경우 2021년 기준 신분별/계급별 월간 인력운영유지비는 이병으로부터 병사, 부사관, 위관장교, 영관장교, 장성급 장교 등 계급별로 육군 비용편람에 제시되어 있으나, 본 논문에서 인원피해 규모를 산정시 신분별/계급별 구분은 제한되므로 평균치를 적용하는 것이 타당하리라 본다. 따라서 병사로부터 중령급까지의 월 평균 인력유지비를 1일 평균유지비로 환산할 경우 약 171,160원으로 산출할 수 있다.

이상의 내용을 토대로 본 연구에서 제시한 전력화가 적기에 이뤄지지 않은 K200 장갑차 대대와 K21 신형 장갑차로 적기에 전력화가 이뤄졌을 경우 각각 교전시 발생한 인명피해에 대해 손실비용을 산출하면 <Table 6>과 같이 적기 전력화가 지연됨에 따라 인명피해에 대한 손실비용은 K21 신형기보대대의 인명피해비용 26억1천6백만원 대비 K200구형기보대대의 인명피해비용은 약 54억원으로 구형장갑차를 사용함으로써 약 28억원 정도의 피해가 더 발생한 것이다.

<Table 4> Results of Calculating the Cost of Loss of Personnel Damage in the New and Old Armored Vehicle Battalions

Sortation	Slight (Treatment cost + mission limit period) × Manpower operation maintenance cost)	Critical injury (including fatal injury) (Treatment cost + mission limit period) × Manpower operation maintenance cost)	Death (Death compensation per person × number of deaths)
Old(K200)	3.3 people ×500,000 +4 days ×171,160 won = 2,334,640 won	11.1 people ×5,000,000 +22 days ×171,160 won = 59,265,520 won	37.2 people × 450,000,000 = 53,940,000 won
New(K21)	4.8 people ×500,000 +5 days ×171,160 won = 3,255,800 won	11.6 people ×5,000,000 +22 days ×171,160 won = 61,765,520 won	18 people × 450,000,000 = 26,100,000,000 won

(2) 장비피해에 따른 손실비용 산정

K200 장갑차로 편제된 부대의 경우 적과 교전을 통해 장비 피해가 발생하였다면 대당 단가를 기준으로 완파, 대파, 중파, 경파 등에 따라 비용 손실을 적용하는 것이 타당하다고 판단된다. 그러나 현재 우리 군의 K200 장갑차는 대부분 성능개량이 진행 중에 있기 때문에 기본 단가는 K200A1의 4.99억 원을 기준으로 손실비용을 산정하는 것이 합리적이다.

또한, K21신형 장갑차의 경우, 장비 기본 단가가 40.24억 원이므로 이를 그대로 적용하여 장비피해 수준에 따른 손실비용을 계산하면 타당할 것으로 판단된다. 따라서 상기 사례에서 제시한 근접전투 결과 발생한 장비피해 규모를 기준으로 정리한 장비피해에 따른 손실비용 계산결과는 아래와 같다. 즉, 신규장비로 전력화가 지연될 경우 적과 교전시 열세한 무기체계를 운용함에 따라 장비피해가 더 발생하고 이로 인한 손실비용은 약 18억 3천만 원 정도로 산정할 수 있다. 세부장비 피해규모에 따른 손실비용은 <Table 5>과 같이 산출할 수 있다.

<Table 5> Calculation of Loss Cost According to Damage Scale

Case	Cost calculation formula	scale of damage	Cost of loss (won)
Total	1,838,825,000		
Total Damage	Equipment cost (49.9 billion won) × demolition equipment × 1 (damage rate of 80-100%)	3.5 vehicles	1,746,500,000
Heavy Damage	Equipment cost × demolition equipment × 0.75 (damage rate of 70-80%)	0.1	37,425,000
Partial Damage	Equipment cost × demolition equipment × 0.5 (damage rate of 30-70%)	0.2	49,900,000

(3) 전투효율 저하에 따른 총 손실비용 산출결과

적기 전력화가 이뤄지지 않을 경우 구형장비로 적과 교전했을 경우 적기에 전력화가 이뤄져 신형장비로 적과 교전을 했을 경우 각각 인원 및 장비 피해의 규모가 상이하게 발생하였다. 인원 피해와 장비 피해에 따른 비용산정 기준을 적용하여 계산식을 적용한 결과, K200 구형장갑차를 운용한 부대는 총 72억 3천3백만 원(인원피해 54억 원 + 장비피해 약 18억 3천3백만 원)의 손실비용이 발생하였고, K21 신형장갑차를 운용한 부대는 총 26억 1천6백만 원(인원피해 26억 1천6백만 원 + 장비피해 0원)의 손실비용이 발생하였다. 따라서 전체적으로 보면, 적기 전력화가 지연됨에 따라 K200 구형장갑차를 운용한 부대는 K21 신형장갑차를 운용한 부대에 비해 46억 1천7백만 원의 손실비용이 더 발생한 셈이다.

5.2 장비가동률 저하에 따른 손실비용

장비가동률 저하로 인한 손실비용의 사례로 K-2 흑표 전차를 사례로 들었다. K-2 전차는 전차용 국산 파워팩 핵심기술 개발 과정에서 변속기의 내구성 문제로 인하여 적기 전력화가 지연되었다.

이 전력화 지연으로 인한 비용 손실을 장비가동률 저하

측면에서 계산하면 다음과 같다. 2014년 야전운영 제원이 가용하여 2014년 00대의 신형 K-2 전차가 전력화되는 대신 구형 K1A1 장비 가격은 장비 납품가인 44억 원, K-2 신형장비 가동률은 93.5%, 2014년 K1A1 전차 가동률은 83.7%로 조사되었다. 구형 장비의 가동률 저하에 따른 비용 손실을 앞장에서 도출한 산출지표에 따라 「대체 구형장비 댓수 × (최초 가동률-전력화지연 연도의 구형장비 가동률) × 구형장비가격」을 적용할 수 있다. 이에 따라 2014년 기준 가동률 데이터를 사용하면 다음과 같다. 00대 × (0.935 - 0.837) × 44억 원 = 00대 × 0.098 × 44억 원 = 00대 × 4,312억 원 즉, K-2 신형 전차의 적기 전력화가 지연됨에 따라 대당 4억 원이 넘는 손실 비용이 계산되었다. 위에 유사하게 K-21 신형보병전투장갑차가 2010년 적기 전력화가 지연되었다고 가정해서 사례를 들어본다. K-21 신형장갑차는 2009년 00대가 최초 전력화되기로 계획되었으나 도하훈련 중 침수로 인한 인명사고 등의 사유로 인해 적기 전력화가 지연되었다. 위와 마찬가지로 육군에서는 00대에 대한 신형 K-21 신형장갑차 대신하여 구형 K200A1 00대(장비 수가 동일함)가 대체 운영된다고 보았다. K200A1 장비 가격은 4.99억 원(K200 장갑차 기본형의 납품가격과 동일하게 봄), K-21 신형장비 가동률은 91%, 2010년 K200A1 가동률을 88%라고 보면, 00대 × 4.99억 × 0.91 - 0.88 = 00대 × 4.99억 원 × 0.03 = 00대 × 0.1497억 원 즉, K-21 신형 장비의 적기 전력화가 지연됨에 따라 대당 약 1,500억 원의 비용 손실이 있었을 것으로 판단되었다.

5.3 정비소요 증가에 따른 손실비용

5.3.1 자본회수비 산출

먼저, 장비 획득단가는 국방표준종합정보시스템(KDSIS)에 나타난 최근 조달실적가격을 확인하여 반영하였으며, 조달가격이 없는 자료는 표준단가를 확인 후 분석 기준년도(2015년)에 맞추어 가격을 계산하여 적용하였다. K1A1 전차, K9 자주포는 2015년 조달 단가를 적용하였으며, K200A1 장갑차는 표준단가만 확인되어, 전력화 시기인 1995년을 기준년도로 하여 2015년까지 이자율을 고려하여 적용 단가를 산출하였다. 가격을 계산할 시에는 이자율을 고려하여 2016. 7. 16. 기준 국고채 3년 금리인 1.25%를 기준으로 하였다. 무기체계별 획득단가는 <Table 6>을 참고하였다.

<Table 6> Cost of acquisition by weapon system

Case	K1A1	K200A1	K9
Investigation unit price	3,690,000,000 won	280,000,000 won	1,700,000,000 won
Applied unit price	3,690,000,000 won	360,000,000 won	1,700,000,000 won

또한, 해당장비를 처분 시 대상장비를 폐기처리 또는 중고시장에 매매하는 등 처분가치를 산정할 수 있는데 군용장비는 현재까지 매매실적이 없는 것으로 확인하였으며, 이에 대상장비의 처분가치 연간등가 금액은 없는 것으로 가정하였으며, 이로 인하여 초기비용과 이자율만 고려하여 자본회수비용에 반영하여 다음의 수식을 적용하였다.

$$CR = [\text{초기비용의 연간등가}] = P(A/P, i, n) \\ = P \left(\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right)$$

P: 대상장비획득에 따른 초기 투자비

i: 이자율

n: 대상장비 사용연수

이자율은 2016. 7. 16. 기준 국고채 3년 금리인 1.25%를 기준으로 하였음.

이에 따른 자본회수비 산출 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Calculation Results of Capital Recovery Costs by Equipment [2]

Year of the Year	K1A1 tack	K200A1 armored car	K9 self-propelled artillery
1	3,740,600,800	364,800,000	1,727,600,000
2	1,881,900,800	183,500,000	869,100,000
3	1,262,400,700	123,100,000	583,000,000
... ellipsis ...			
27	162,000,000	15,800,000	74,800,000
28	157,100,000	15,300,000	72,600,000
29	152,600,000	14,800,000	70,500,000
30	148,400,000	14,400,000	68,500,000

5.3.2 연간등가운영비 산출

대상장비의 연간등가 비용은 정비비용 중 직접 재료비만으로 산출(인건비 제외)하였으며, 군에서 제공된 DELIS 자료의 수리부속 가격을 기준으로 산정하였다. 연간등가 운영비에 적용되는 데이터는 대상장비의 정비실적을 기준으로 하였으며, 실적 중 실제 수리부속을 교환한 사항에 대해서만 반영하였고, 검사 및 조정 등 수리부속 교환이 없는 정비사항은 배제하였다. 장비 전력화 시기를 고려한 운영유지비를 산출하였으며, 장비 전력화 시기가 상이함에 따라 전력화 시기를 고려하여 대당 정비비용을 산출하였다.

K1A1 전차를 예로 정비비용 산출데이터 획득자료를

분석해 보면 <Table 8>과 같이 정비비용을 확인할 수 있다.

<Table 8> Maintenance Cost Per K1A1 Unit

Maintenance time / Introduction time	2012	2013	2014	2015
2011	63,700,000	97,500,000	44,200,000	118,300,000
2009	58,300,000	40,300,000	56,300,000	100,900,000
2008	135,900,000	97,500,000	76,400,000	51,400,000
2007	95,500,000	128,900,000	76,400,000	51,800,000
2006	489,500,000	185,400,000	94,100,000	88,700,000
2005	87,700,000	238,700,000	123,600,000	109,700,000
2004	119,700,000	252,500,000	91,100,000	21,400,000
2003	64,900,000	186,200,000	26,600,000	4,100,000
2002	98,700,000	52,100,000	54,500,000	438,900,000
2001	27,100,000	20,600,000	348,500,000	151,700,000

위 데이터를 활용하여 총 수명기간 자료획득의 제한으로 일부 자료를 기반으로 회기분석을 통하여 운영유지비를 산출하였으며 아래의 수식을 적용하여 <Table 9>과 같이 연간등가운영비를 장비별로 산출하였다.

$$7E^{6 \times (\text{사용연수})} \sim 5E^7 \text{ (결정계수}(R^2) \text{ 0.2274)}$$

<Table 10> Estimation of Annual Equivalent Operating Costs by Equipment [2]

Year of the Year	K1A1	K200A1	K9
1	57,011,000	5,001,010	37,001,001
2	64,021,000	6,010,030	44,001,010
3	71,023,000	7,100,010	51,010,010
... ellipsis ...			
26	232,011,000	30,010,010	212,001,110
27	239,011,000	31,010,002	219,002,110
28	246,0021,000	32,010,010	226,011,100
29	253,010,100	33,001,010	233,011,010
30	260,010,100	34,001,010	240,001,100

이를 통하여 총연간등가비를 분석을 통한 경제적 수명 산출결과는 아래 <Table 11>과 같이 K1A1 전차를 기준으로 분석하였다.

〈Table 11〉 Calculation of Economic Life of K1A1 Tank

Year of the Year	capital recovery cost	Annual equivalent operating expenses	Total annual cost of equalization
1	3,740,600,000	57,000,010	3,797,600,000
2	1,881,900,000	64,000,010	1,945,900,000
3	1,262,400,000	71,000,010	1,333,400,000
... ellipsis ...			
23	185,800,000	211,010,000	396,800,000
24	179,100,000	218,010,000	397,100,000
25	172,900,000	225,010,000	397,900,000
26	167,300,000	232,010,000	399,300,000
27	162,000,000	239,010,000	401,000,000
28	157,100,000	246,010,000	403,100,000
29	152,600,000	253,010,000	405,600,000
30	148,400,000	260,010,000	408,400,000

따라서, K1A1 전차의 총연간등가를 산출할 경우 25년을 기준으로 총연간등가가 증가되기 시작하고 있어 이를 기준으로 경제적 수리한계를 넘어서는 시점으로 확인되었다. 따라서 K1A1 전차의 경제적 수명은 25년으로 판단할 수 있다.

5.3.3 총연간등가비용에 따른 경제수명 고려 정비비용 산출

위 산출 데이터를 기준으로 장비별 총연간등가비용 상승시점을 고려하여 경제수명을 산출할 수 있다.

〈Table 9〉 Calculation Results of Capital Recovery Costs by Equipment

Sor	K-1	K-200A1	K-9
When considering annual equivalence	25 years	20 years	17 years
Considering annual equivalence + economic repair limits	22 years	20 years	15 years

따라서, 연간등가비용과 경제적 정비(수리) 한계를 장비의 경제수명으로 제시하고, 이를 기준으로 적기에 신규 전력화 장비가 배치되도록 하여야 하며, 초과시 앞서 산출한 회귀식에 의하여 총연간등가비용은 증가할 것으로 예상된다. 이를 적기 전력화 지연에 따른 손실비용(정량적 평가요소)으로 산출할 수 있다. 예를 들어 K200A1 장갑차의 경제수명 초과시 총연간운영비가 상승은 지수분포를 따르며, 분석한 데이터를 기준으로 경제수명 초과시 대당 1,394,451원의 추가 손실비용이 발생하며, 1개 대대 35대를 기준으로 한다면 약 4,800만 원이 발생하는 것으로 분

석할 수 있으며, 육군은 25개의 기보대대를 보유하고 있는 것을 고려하여 산출해보면, 약 12억 원의 손실비용이 발생하게 될 것이다.

6. 결 론

손실비용 분석을 위해 제시한 3가지 지표, 즉 전투효율 저하에 따른 손실비용, 장비가동률 저하에 따른 손실비용, 정비소요 증가에 따른 손실비용 등 정량지표를 기준으로 K계열 일부 장비를 사례로 분석하였다.

본 연구에서는 분석사례로 제시한 장비는 구형 K200A1 장갑차와 전력화가 이루어진 K21장갑차, 구형의 K1A1 전차와 전력화가 이루어진 K2전차, 그리고 일부에서는 K9 자주포 등이다. 손실비용 분석 내용을 종합적으로 제시하기 위한 샘플로 여기서는 구형 장갑차와 전력화된 신형장갑차의 분석 사례만 제시하였으며, 1개 대대를 기준으로 분석한 손실비용을 제시하였다.

또한, 앞서 연구들을 통해 무기체계의 적기 전력화를 달성하지 못하게 하는 영향 요인들을 살펴보고, 전력화 시기의 지연이 얼마만큼의 비용 손실을 가져 오는지에 대하여 정량적으로 사례를 제시하였다. 이는 전력화 시기의 지연은 국방개혁을 통해 작고 강한 기술군으로 다시 태어나고자 하는 군에 상당한 비용손실을 초래할 것이며 전투력 상실과 더불어 군으로 하여금 이중고를 겪도록 만들게 될 것이다. 또한, 정량적 비용손실 뿐만 아니라 전력화 시기 지연에 따른 정성적 영향에 대해서도 함께 연구한다면 적기 전력화의 효용성을 검토하는데 많은 도움이 될 것이다.

마지막으로 본 연구에서 제시된 전력화 지연에 따른 손실비용 분석 사례 등을 토대로 전력화시기 지연을 방지하여 적기 전력화를 충족시킬 수 있을 것인지에 대해서도 함께 고민해 나가야 할 것이다.

References

- [1] Army Headquarters, Military Regulations 320, 「Fight Preparedness Evaluation Regulations」, 1998, p. 13.
- [2] Howon University Industrial Cooperation Group, Application of Circular Window Maintenance Considering Residual Life Expectancy by Equipment, 2016.
- [3] Joint Chiefs of Staff, Joint and Joint Operations Military Terminology Dictionary, 1998, p. 399.
- [4] Kim, T.H., Study on how to improve the defense acquisition system, Graduate School of Security, National Defense University, Research Report, 2018.

- [5] Kim, Y.S., The direction of innovation in the Korean military's weapon system requirement planning and acquisition system, *Korea Institute for Strategic Studies, Strategic Research*, 2018, No. 25.
- [6] Park, I.S., *Daejeon Battle and the combat efficiency of the U.S. military*, 130th edition of Military Research, 2010, p. 131.

ORCIDJu Hong Park | <https://orcid.org/0009-0005-0592-0548>Myoung Jin Choi | <https://orcid.org/0000-0003-2919-8252>