



Received: 2023/01/20
Revised: 2023/02/01
Accepted: 2023/02/24
Published: 2023/03/31

***Corresponding Author:**

Ji-Hoon Ryu

Dept. of Defense Acquisition Program, Kwangwoon University
Hwado Hall 204, 20 Kwangwoon-ro, Nowon-gu, Seoul 01897, Republic of Korea
Tel: +82-2-2079-5547
E-mail: parantz@gmail.com

국방혁신 4.0 추진을 위한 국방연구개발 시제품 활용방안 연구

A Study on The Use of Defense R&D Prototypes for Promoting Defense Innovation 4.0

류지훈*

광운대학교 방위사업학과 박사과정

Ji-Hoon Ryu*

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

1. 서론

정부투자 국방연구개발사업을 통해 제작되는 모든 무기체계는 통상 탐색개발, 체계개발 단계에서 주요장비, 부체계 및 핵심부품·구성품과 핵심기술들을 통합하여 시제품(prototype)을 제작한다. 제작된 시제품은 부체계들 간의 인터페이스 문제 해결과 체계통합의 기술적 위험도를 감소시키는 연구개발 과정이나 핵심부품·구성품으로부터 완성체계까지의 성능을 검증하는 시험평가 등에 활용된다. 이러한 과정이 종료된 이후에는 방위사업청이 후속 연구개발사업에 재활용하기 위해 보관하는데, 경우에 따라서 군사 교육기관에서 활용할 목적으로 군에 관리전환되기도 한다. 또한 함정이나 C4I 체계와 같이 시제품이 전력화되는 무기체계의 경우에는 납품과 동시에 군으로 관리전환되고 있다.

시제품은 대부분 환경시험이나 내구성 시험으로 품질이 저하된 상태이지만 관련 훈령인 '방위사업관리규정'에서는 여건에 따라 재활용할 것을 기본지침으로 하고 있다. 상태가 양호한 구성품이나 부품이 있을 경우, 탐색개발(체계개발) 시제품의 구성품·부품을 체계개발(양산) 시 재사용하여 연구개발비 절감과 자원의 선순환적 운용을 장려하는 것이다. 이에 따라 동 훈령에서는 방위사업청의 제안요청서나 업체의 제안서, 그리고 탐색·체계개발 기본/실행계획서에 시제품의 부품 단위별 활용계획 수립을 요건으로 하고 있다. 하지만 기술의 발전이나 요구사항 수정 등으로 형상이나 기능이 변경되어 다음 단계의 연구개발 과정에 직접 활용하는 것이 제한되는 경우가 많다. 또한 시제품은

Abstract

모든 무기체계 개발사업에서는 주요장비, 부체계 및 핵심부품·구성품과 핵심기술을 통합하여 시제품을 제작한다. 시제품은 각종 오류 해결을 위해 연구개발 과정이나 성능을 검증하는 시험평가에 활용된다. 이 과정이 종료된 이후에는 후속 연구개발사업에 재활용하기 위해 보관되지만, 다양한 제약사항으로 인하여 재활용되지 못하고 있다. 본 연구는 시제품의 관리제도 및 활용 실태 등을 종합적으로 고려하여 더욱 가치 있고 효과적인 시제품 활용방안을 검토한다. 그리고 시제품과 관련한 각종 문제점들을 해소하면서도 국방혁신 4.0 추진에도 기여할 수 있는 새로운 활용방식을 제안한다.

In all weapons system development projects, prototypes are manufactured by integrating major equipment, subsystems, core parts & components and technologies. Prototypes are used in the R&D process and weapon system performance test evaluation to solve system errors. After this process is completed, it is stored for recycling in subsequent research and development projects, but it is not recycled due to restrictions. This study comprehensively considers the management system and utilization of prototypes to review more valuable and effective use of prototypes. In addition, it proposes a new utilization method that can contribute to the promotion of Defense Innovation 4.0 while resolving various problems related to prototypes.

Keywords

무기체계 시제품(Prototype of Weapon System), 전투실험(Combat Experiment), 수명 예측(Prediction of Residual Life), 취약성 평가(Vulnerability Analysis)

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 한국해군과학기술학회 동계학술대회 발표 논문임.

각종 환경시험 시 소모된 까닭에 적절한 성능과 품질을 보장받기 어려워 완제품뿐만 아니라 구성품·부품 단위의 재활용 사례도 찾아보기 힘든 것이 사실이다.

한편 이렇게 재활용되지 못하는 시제품들은 대개 연구개발사업을 수행한 기업에서 항온항습 및 보안 기능이 완비된 특수 공간을 마련하여 보관하고 있다. 하지만 십수 년 전부터 다수·다종의 시제품들이 주요 방산기업들을 중심으로 누적되면서 보관 및 관리의 어려움은 점차 커지고 있는 실정이다. 방위사업청 역시 별도의 보관장소를 보유하고 있지 않은데다 시제품이 언제, 어떻게 다시 활용될지 예상하기 어렵기 때문에 계속해서 보관한다는 기조를 유지하고 있다. 또한 노후화로 인해 폐기가 필요한 경우에도 무기체계의 특수성 때문에 내용연수 감정평가가 제한되고, 관련된 세부기준이 마련되어 있지 않아 함부로 폐기하지 못하고 보관 중인 사례도 적지 않다.

통상 연구개발사업의 산출물로는 완제품과 소프트웨어, 각종 기술자료, 도면 그리고 그밖에 축적된 지식과 노하우 등을 꼽는다. 하지만 시제품 또한 신기술의 집약체이자 형상이나 기능이 대부분 완제품에 준하는 무기체계로서 그저 방치만 되어서는 안 될 높은 가치를 가진다. 제도적 지원이 뒷받침되어야 하겠지만, 의도하는 바에 따라 시제품은 다양한 분야에서 충분히 가치 있게 활용될 수 있는 귀중한 국방 자원이다.

한반도 주변의 군사적 긴장도는 날로 높아지는 반면, 경제 상황은 우리를 포함하여 전 세계적으로 하락세를 가속하고 있다. 우리 군도 보유한 모든 자원을 더 효율적이고 가치 있게 활용하기 위한 다양한 고민과 노력이 필요한 시기이다. 이러한 차원에서 본 연구는 국방연구개발 시제품의 관리제도 및 활용 실태 등을 종합적으로 고려하여 더욱 가치 있고 효과적인 시제품 활용방안을 검토한다. 그리고 시제품과 관련한 각종 우려 사항을 해소하면서도 국방혁신 4.0 추진에도 기여할 수 있는 새로운 활용방안을 제안하였다.

2. 시제품 관리 및 활용 실태

시제품을 새로운 방식으로 활용하기 위해서는 현재 시제품이 어떠한 법령과 훈령을 근거로 관리되고 있고, 실제 활용 실태는 어떠한지에 대한 선행 검토가 필요하다. 이 과정을 통해 본 연구에서 제안할 새로운 시제품 활용방식이 법과 제도 내 실현 가능한 범주에 있는지, 현

실태를 개선하는데 적절한 방식인지를 확인할 수 있을 것이다. 시제품 관리 및 활용 실태는 연구목적상 실질적으로 가장 많은 무기체계 시제품을 보유하고 있는 방위사업청의 사례로 한정하며, 특히 실태조사에 관한 내용은 훈령인 ‘방위사업관리규정’에서 시제품과 관련된 지침을 재정립한 2016년 이후를 중심으로 현장조사와 자료조사를 병행하였음을 밝힌다.

2.1 시제품의 국가자산 등록

‘국유재산법’ 제14조, ‘물품관리법’ 제21조, ‘방위사업관리규정’ 제66조에 따르면 시제품은 취득 시(통상 사업 종료 시) 지체 없이 국가자산으로 등록하여 권리 보전에 필요한 조치를 하게 되어 있다. 이때 시제품은 그 종류에 따라 국유재산과 물품으로 분류하여 등록하게 된다.

국유재산은 부동산, 선박, 부표·부잔교·부선거 등의 해상구조물, 항공기와 그 종물을 범위에 두고 있으므로 보통 함정, 항공기만 국유재산으로 분류된다. 단, 함정 등은 시제품이 곧바로 전력화되는 까닭에 본 연구의 대상으로 삼지 않는다. 물품은 그 외 모든 품목을 포괄하므로 항공기를 제외한 시제품은 모두 물품으로 분류된다. 따라서 시제품 등록 시 항공기는 ‘국유재산법’ 제5조에 따라 국유재산으로, 그 외 품목은 ‘물품관리법’ 제21조에 따라 물품으로 등록하여야 한다. 재정적 정보를 포함한 기타 정보 사항은 항공기의 경우 취득 당해연도에 국유재산관리운용보고서를 통해 기획재정부로, 그 외 모든 시제품은 물품관리운용보고서를 통해 조달청으로 세부 자산 현황을 서면 제출함으로써 국가자산으로 최종 반영된다.

2.2 시제품의 관리

등록 및 국가자산 반영 이후에는 항공기는 ‘국유재산법’ 제8조, 제28조와 ‘국유재산법 시행령’ 제4조의3에 따라 기획재정부로부터 항공기의 관리 및 처분에 관한 사무를 위임받아 보관, 사용 허가 및 관리 소홀에 대한 제재, 사용료 징수, 관리전환, 용도폐지 등의 업무를 수행할 수 있고, 그 외 시제품 역시 ‘물품관리법’ 제1조, 제5조 및 제19조에 따라 사업별·성질별로 분류하여 효율적이고 적절하게 관리하여야 한다. 그리고 모든 시제품은 연 1회 재물조사를 수행하여 취득·보관·사용·처분 상태를 점검하여야 한다.

또한 ‘방위사업법’ 제45조에 따라 방위사업의 수행을 위해 필요한 시제품(국유재산 및 물품)은 ‘국유재산법’, ‘물품관리법’에도 불구하고 방산업체 또는 전문연구기관의 방산물자 생산·연구·시제품 생산을 위해 유상 또는 무상으로 사용 허가, 대부 또는 양여할 수 있도록 되어 있다.

따라서 상기 법령과 훈령을 근거로 시제품을 등록하여 국가자산으로 반영한 이후에는 국방연구개발 업무를 위해 시제품을 다양하게 활용할 수 있으며, 필요시 폐기까지 가능한 것을 확인할 수 있다. 단, 폐기 조치를 위한 구체적인 기준은 제시하지 않으므로 폐기 시에는 통상적인 절차에 따라 한국감정원(현 한국부동산원) 또는 조달청에서 제시한 내용연수표를 근거로 폐기 시점이 도래하였음을 증빙하거나, 별도의 감정평가를 통해 더 이상 사용이 불가함을 확인하여 진행하여야 할 것으로 보인다.

한편 대다수의 시제품은 서론에서 언급하였던 바와 같이 연구개발사업을 수행한 기업에서 보관하고 있는데, 이는 방위사업청이 행정시설(청사)을 제외한 별도의 보관시설을 보유하고 있지 않은 까닭이기도 하며, 실제로 기업체가 후속 연구개발사업에 활용하기 위한 목적도 있다. 방위사업청과 해당 기업은 보관 장소와 기간, 보관 방법 등을 명시한 대부 계약을 별도로 체결하고 있는데, 기업체에서는 계약 내용을 바탕으로 사내 규정에 따라 자체 관리 활동을, 방위사업청에서는 연 1회 이상 재물조사를 통해 이상 유무 등을 확인·점검하는 형태로 시제품을 관리하고 있다.

2.3 시제품 활용 실태

방위사업청은 2015년 12월 ‘방위사업관리규정’을 개정하여 주요 사업관리문서에 시제품 활용방안 및 부품단위 활용계획을 수립하도록 규정하였다. 이를 고려하여 2016년 이후 5년간 시제품을 제작한 연구개발사업 총 21건을 대상으로 활용 실태를 확인하였다. 이 중 사업기획 단계부터 구체적인 활용계획을 수립한 사업은 3건이었으며, 그 외 18건은 필요시 관계기관 간 협의 사항에 따라 활용하는 것으로 약식계획이 수립되어 있었다.

Table 1과 같이 활용실적을 확인한 결과 구체적인 활용계획이 수립된 경우는 모두 군사 교육용으로 활용하는 내용이었으며, 실제로 군으로 관리전환까지 이루어졌다. 하지만 그렇지 않은 경우 대부분이 시제품을 제작

한 기업(연구개발주관기관)에서 필요시 활용할 목적으로 단순 보관 중에 있었다. 한편 군으로 관리전환된 시제품의 경우에도 교육기관 내 전시하여 교육생들이 단순 관찰하는 용도로 활용되거나, 후속 군수지원의 어려움으로 인해 일정 기간 사용 이후 방치되는 사례도 있어 대상으로 한 21건 모두 ‘방위사업관리규정’에서 목적으로 한 활용 방식과는 다르고, 그 가치에 걸맞게 잘 활용되었다고 볼 수 없었다.

Table 1. 2016년 이후 제작된 시제품 활용 현황

순번	체계명 (사업단계)	활용방안	비고
1	○○로봇(탐색개발)	군사교육용	군 관리전환
		전투실험용	군 관리전환
		체계개발 활용 후 군사교육용	대부협약 체결/ 업체보관
2	○○사격통제체계(체계개발)	군사교육용 군 시범운용	군 관리전환
3	○○탐지기(체계개발)	군사교육용	군 관리전환
4	○○전차(체계개발)		
5	○○차량(체계개발)		
6	○○차량(체계개발)		
7	○○탐지기(탐색개발)		
8	○○탐지기(체계개발)		
9	○○곡사포(체계개발)		
10	○○연막통(체계개발)		
11	○○방독면(체계개발)		
12	○○차량(체계개발)	필요시 활용	대부협약 체결/ 업체보관
13	○○헬기(체계개발)		
14	○○헬기(체계개발)		
15	○○센서(탐색개발)		
16	○○레이더(체계개발)		
17	○○기뢰(체계개발)		
18	○○기뢰(체계개발)		
19	○○대공포(체계개발)		
20	○○추적장치(체계개발)		
21	○○로봇(탐색개발)		

3. 시제품 활용 방안

시제품 관리 및 활용 실태 확인을 통해 시제품을 국방연구개발을 목적으로 다양하게 활용할 수 있지만 실제로는 활용의 범위가 넓지 않고, 대부분 활용실적이 저조함을 알 수 있었다. 이와 같은 실태조사 결과를 바탕으로

현재 보유 중이거나 앞으로 보유하게 될 모든 시제품을 더욱 가치 있고 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 다음과 같이 제안하고자 한다.

3.1 국방개혁 4.0 추진을 위한 전문 전투실험 활용

전투실험(combat experiment)은 미래 운용 능력에 함축된 신기술, 미래 무기체계, 신교리 및 조직에 대해 전투발전 요소인 교리, 조직, 교육, 훈련, 물자, 리더십, 인력, 시설(DOTMLPF)의 변화에 대한 가능성을 공학적 실험방법으로 검증하는 수단이다[1]. 군사과학기술의 선진국인 미국의 경우에도 다양한 연구 활동을 통해 미래 전 수행을 위한 개념개발과 소요를 창출하고, 전투실험으로 기술의 군사적 효용성과 성숙도 검증 및 첨단 군용·상용 기술을 실험하여 획득 기간의 단축과 비용 감소 효과를 얻고 있다[2]. Fig. 1은 전투발전체계에서의 전투실험의 위치를 나타낸다.

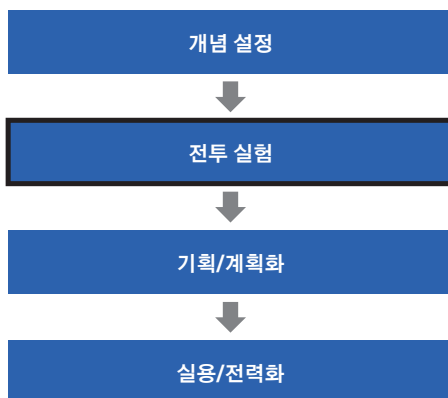


Fig. 1. 전투발전체계 업무흐름도

이러한 전투실험의 효과를 고려하여 국방부는 2022년 8월, 국방개혁 4.0의 5대 추진 분야 16개 과제에 대한 추진전략으로 5년 이내의 단기과제는 전문 전투실험 등 과학적 수단을 통해 데이터 기반 중심으로 추진할 것이라고 발표하였다[3]. 또한 5대 추진 분야 중 하나인 군 구조·운영 최적화에서도 각 군에 전투실험부대를 지정 운영하고 과학기술을 활용한 새로운 개념과 편성, 적용 기술 등에 대한 실험을 진행할 계획이다.

한편 우리군은 전투실험 수행 시 이미 전력화되었거나 전력화를 위해 전투실험 중인 무기체계를 활용하고 있다. 전자의 경우 실제 전투부대에서 운용 중인 전력을 단기간 동안 임시 운용하는 것이며, 후자의 경우 중·장기

간 동안 전담 운용하는 것이다. 이때 전자의 경우 전투실험 운영은 현행 작전 상황에 따라 많은 영향을 받을 수 있다. 전투실험의 취지와 목적, 실험내용 등에 집중해야 할 노력이 가용전력 섭외 등의 행정적 노력으로 분산되거나 가용전력의 일정에 쫓겨 충분한 실험 여건을 조성하지 못하게 될 가능성이 높은 것이다. 또한 후자의 경우에도 연구개발 진행 중인 시제품을 군에 무상으로 대부하는 형태인데, 문제는 아직 시제품이 완제품이 아닌 관계로 정부(방위사업청)로 자산 이전(납품)이 되지 않아 연구개발사업을 수행 중인 기업의 소유라는 점이다. 따라서 군이 전투실험 중 시제품 파손/멸실/도난 시 상호간에 보상관계가 복잡하고, 운송비·운용자 교육비용(또는 기업측 조작사 지원 비용) 등 부가적인 비용 발생 시에도 원활한 조치가 어려울 수 있다.

이러한 점을 고려하여 시제품 관련 무기체계의 연구개발사업이 종료되고 더 이상 연구개발 목적의 활용이 없을 것으로 판단되는 경우 군 전투실험용으로 관리전환(무상양여)하여 활용할 것을 제안한다. 국방개혁 4.0 추진에 따라 앞으로 전에 없던 많은 횟수의 전투실험 소요가 발생할 것으로 예상된다. 각 군에 지정된 전투실험부대를 중심으로 시제품을 배속시켜 직접 운용할 수 있도록 한다면 앞서 제기한 문제점들을 다소 해소할 수 있을 것으로 판단된다. 하지만 이 경우 육군의 ARMY Tiger 여단급 시범부대 지정(2022. 6. 10.)과 같이 전투실험 전담부대화된 전투부대가 아닌 연구/분석 부대에 전력을 직접 배속하여 통제·운영할 수 있도록 연계하는 것이 국방개혁 4.0 계획의 신속한 추진에 적합할 것으로 생각된다. 단, 상기 방안을 현실화하기 위해서는 다음의 최소 조건이 충족되는 것을 선행조건으로 한다.

첫째, 법령의 개정이 필요하다. ‘방위사업법’ 제45조에 따르면 방위사업의 수행을 위하여 필요한 시제품(국유재산 및 물품)은 ‘국유재산법’, ‘물품관리법’에도 불구하고 방산업체 또는 전문연구기관의 방산물자 생산·연구·시제품 생산을 위해 유상 또는 무상으로 사용 허가, 대부 또는 양여할 수 있게 되어 있는데, 목적의 범위를 방위사업뿐만 아니라 국방업무 전반으로, 사용 허가, 관리전환 및 양여 대상을 각 군으로 확장해야 한다. 법령이 개정되면 이를 근거로 ‘방위사업관리규정’ 등 훈령도 연계하여 개정함으로써 세부 지침을 정립할 수 있다.

둘째, 시제품의 지속적인 활용을 보장하기 위하여 주기적인 정비와 부품 교체를 요하는 구성품은 후속 군수 지원이 가능토록 규격화된 것으로 형상 변경이 이루어

져야 한다. 하지만 이러한 구성품은 특정 기능을 발휘하는 장비가 아닌 통상 구동계나 회전체 등에 한정되는 경향을 보이는 데 반해 탐색개발~체계개발 등 연구개발 중간과정에서의 변동성이 높지 않으므로 실제로는 형상 변경 소요가 많지 않을 것으로 판단된다.

셋째, 재정적 제반 여건 조성을 위해 국방연구개발사업 계약조건 반영 및 전력운영비 예산반영이 필요하다. 전투실험 활용도가 높은 무기체계는 사업 계약시부터 특수계약조건 등으로 시제품의 준전력화와 전투실험 활용 준비를 위한 사업자의 지원을 포함하여야 하며, 전투실험 시 전력을 원활히 운영할 수 있도록 최소한의 운영 비용도 확보되어야 한다.

3.2 무기체계 수명 예측 활용

일반적으로 모든 국가자산은 수명 산정 시 한국감정원(현 한국부동산원) 또는 조달청에서 제시한 내용연수표를 기준으로 적용하거나, 별도의 감정평가를 시행하게 된다. 하지만 무기체계는 특수제작된 구성품을 다수 사용하는 만큼 상용품목에 적용되는 내용연수표를 따르기 어렵고, 군사기술이나 군 관련 전문지식이 없는 민간 감정인을 통한 감정평가도 제한되는 것이 사실이다.

무기체계의 수명을 정확히 아는 것은 여러 가지 측면에서 중요하지만, 현재 관련된 법령, 훈령, 내규 및 매뉴얼에 이르기까지 어떠한 문서에서도 기준을 제시하지 않아 정확한 측정이 어려운 상황이다. 무기체계의 수명 예측이 중요한 이유는 아래와 같이 정리할 수 있는데, 이로 말미암아 다양한 방향에서 국방개혁 4.0 추진에 기여 가능성을 생각해 볼 수 있다.

첫째, 무기체계의 생산-운용-폐기 등 체계적인 생애주기 관리를 위한 필수 기초 정보로서 대체(후속) 무기체계의 획득 지연을 방지하고, 이를 통해 국방예산도 계획적으로 관리할 수 있다.

둘째, 노후화된 무기체계 운용 시 탑승자·운용자의 안전에 직결되는 소모성 구성품에 대한 선제적 예방정비는 물론, 플랫폼 전반에 대한 수명 상태 예측진단으로 무기체계를 안전하고 효율적으로 운용할 수 있다.

셋째, 무기체계 특성을 고려한 내용연수 기준 마련으로 불필요하게 장기간 보관 및 관리되는 노후 장비에 소모될 수 있는 행정력과 유지비용 낭비를 방지하고 불용처리 절차도 명확해질 수 있다.

시제품은 시험평가 과정에서 내구도 시험, 환경시험

등을 거쳐 자연적으로 소모되며, 경우에 따라 폐기될 수준의 상태에 이른다. 이러한 시험은 무기체계가 극한의 운용 상태나 충격/진동/습기/고온/저온 등의 약조건 속에서도 정상적인 성능을 발휘하는지에만 초점이 맞추어져 있지만, 그 과정을 측정하여 데이터화한다면 수명을 예측하는데 중요한 기초자료가 될 수 있다. 그리고 시제품이 소모되는 과정 그 자체가 Fig. 2와 같은 일종의 가속수명시험(accelerated life test)이므로 이를 통해 무기체계의 수명을 예측할 수 있다[4].

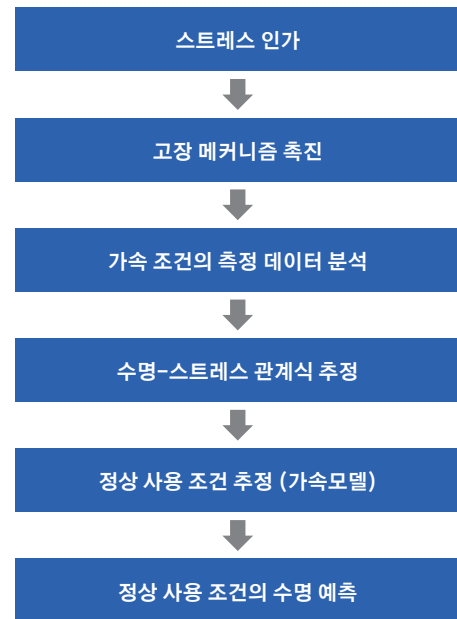


Fig. 2. 가속수명시험 절차도

시제품을 활용한 가속수명시험으로 도출된 데이터는 기계류 수명 데이터 분석에 가장 많이 적용되는 와이불(Weibull) 분포를 통해 모델링하는 것이 적합하며[5], 스트레스별 특성에 적합한 가속 모형을 선정하고 외삽하여 정량적 수명 예측이 가능하다[6].

또한 시제품이 폐기될 수준의 상태에 이르거나 완전히 폐기되는 과정에 대한 정보 그 자체도 누적하여 데이터화하면 수명 예측에 활용할 수 있다. 한국은행에서는 국민대차대조표¹⁾ 작성 시 Table 2와 같이 자산별 폐기 정보를 이용하여 내용연수를 산정하고, 잔존가치와 가액을 추정한다. 운송장비, 기계류와 같이 참고가 가능한 구체적인 폐기 정보가 많을 경우 신뢰도 높은 내용연수 추정이 가능하나, 무기체계의 경우 수량이나 사례 자체

¹⁾ 한국은행이 매년 말 시점을 기준으로 우리나라가 보유한 모든 자산의 가액 및 그 증감을 기록한 명세서

도 적지만 폐기 정보 역시 부족하여 전문가 자문, 자체 판단 등 간접정보로 내용연수를 추정하는 실정이다.

Table 2. 자산별 내용연수 추정을 위한 참고자료 현황

자산분류	주요 참고자료
운송장비	자동차, 선박 및 항공기의 등록/말소 통계
기계류, R&D, S/W, 광물탐사	기계류 및 R&D 내용연수 및 폐기분포 조사 건설기계 등록/말소통계
무기체계 오락·문화 및 예술품	전문가 자문, 자체 판단, 외국 내용연수

우리나라는 국민대차대조표 작성 시 자산별로 설치 시점과 폐기시점을 조사하여 폐기분포를 파악하는 개별자산 분석법(individual unit method)을 사용하고 있으며, 현실을 가장 잘 반영한 종형 폐기분포인 윈프리곡선(Winfrey curves)으로 자산 폐기 관련 모델링을 하고 있다. 윈프리곡선은 가스, 전력, 철도, 전신, 수도, 농기구, 자동차 등 176가지 유형고정자산의 설치 및 폐기 시기에 관한 방대한 자료 분석을 통해 18가지 유형의 곡선으로 산출한 것으로 미국, 호주, 스웨덴 및 우리나라 등에서 자본 스톡(capital stock) 추계에 사용되고 있다. 폐기분포에서 가장 흔히 사용되고, 우리나라(한국은행)에서도 적용하고 있는 윈프리곡선 유형은 대칭형(S형)이며, 식 (1)과 같이 표현된다.

$$F_T = F_0 \left(1 - \frac{T^2}{a^2}\right)^m \quad (1)$$

여기서, F_T 는 연령 T 에서 자산이 폐기될 확률을 의미하며, 연령은 평균 내용연수에 대한 비율로 0에서 무한대의 값을 가진다. T 는 평균내용연수의 10%에 해당하는 단위로 표시되었으며, 모수 a 와 m 은 십분위로 표시된 연령에 맞도록 조정되었다. F_0 값은 분포의 최빈값, 즉 폐기확률의 최댓값(평균 내용연수)이 된다[7].

3.3 취약성 분석 활용

무기체계의 생존성은 적으로부터 피격당할 확률인 피

2) 고정자산을 취득한 후 몇 년은 점진적으로 자산 폐기가 증가하다가 평균 내용연수에 정점을 이룬 후 다시 점진적으로 감소하는 종 모양의 폐기 유형

격성(susceptibility)과 피격으로 인해 성능을 발휘하지 못할 확률인 취약성(vulnerability)이 감소함에 따라 향상된다. 이 중 취약성을 분석하기 위해서는 실제 무기체계에 타격을 가한 이후 성능 발휘를 얼마나 유지할 수 있을지 직접 실험하는 것이 가장 이상적이거나, 비용 문제로 인해 대부분 시뮬레이션으로 대체하여 수행되고 있다.

취약성 분석을 위한 시뮬레이션 모델은 미 국방부에서 공·해군의 항공기 및 함정의 취약성을 분석하기 위해 개발한 COVART(Computation of Vulnerability Area Tool)가 대표적으로 사용된다[8]. COVART는 관통탄, 파편탄, 고폭탄과 같은 다양한 위협을 상정하여 무기체계의 취약성을 분석하는 것이 가능하며, 다방면의 피격선(shotline)을 고려한 무기체계의 기능별 취약성을 평가한다[9].

그러나 곽윤기(2020)의 연구에 따르면, COVART를 이용한 무기체계 구성품 취약성 분석 결과와 실사적 시험평가 결과를 비교하였을 때 시뮬레이션 결과가 실제에 비해 구성품 보호체의 방호 성능을 과대평가하는 등 그 한계점이 식별된 바 있다[10].

이러한 측면에서 모든 가용한 활용이 종료된 시제품을 취약성 분석에 활용하는 것을 제안한다. 실제계 기반 실험 시 신뢰도 높은 데이터 확보는 물론 생존성 강화를 위한 연구로의 발전이 가능하며, 나아가 해당 무기체계에 대한 안전성 분석(safety analysis)이나 Fig. 3와 같이 주요 구성품에 대한 결함 트리 분석(fault tree analysis) 등의 확장도 기대할 수 있다.

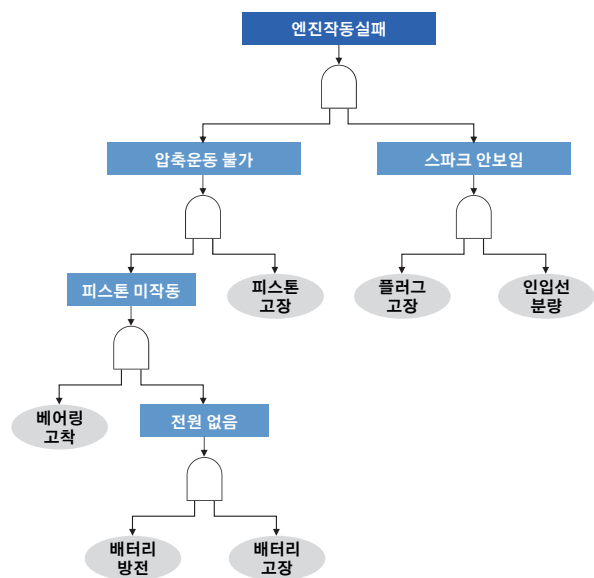


Fig. 3. 결함 트리 분석의 예시(엔진작동실패 사례)

또한 본 활용방식은 시제품을 가치 있고 전략적으로 소모하면서도 보관 및 관리에 드는 많은 비용과 노력을 절감할 수 있는 좋은 방법으로 판단된다. 또한 취약성 분석으로 파손된 시제품이든 정상적인 상태의 시제품이든 불용 처리 후 폐기할 경우 단순 고철로 매각되는 것은 두 경우 모두가 조건이 같다. 따라서 시제품의 상태 여하를 막론하고 생애주기 가장 마지막 단계에서는 취약성 분석에 소모적으로 활용하는 방식에 대한 적극적인 검토가 필요하다.

4. 결론

본 연구에서는 시제품의 관리 및 활용 실태 확인을 통해 현재 나타나고 있는 현상과 문제점을 진단하고, 이를 해소하면서도 시제품을 더욱 가치 있게 활용하는 방안을 고찰하였다.

본 연구는 국방연구개발 시제품에 대한 전반적인 실태 조사와 새로운 활용방안 제안을 처음으로 시도했다는 점에서 의미가 있으나 향후에는 문제점을 바로 잡기 위한 구체적인 제도 개선 방안은 물론, 앞서 제안한 활용방안을 실현하기 위한 각 기관과 기업의 역할 등에 관한 후속 연구도 필요할 것으로 판단된다.

이번 연구를 통해 제안한 전투실험, 수명 예측 그리고 취약성 분석 활용방안이 국방개혁 4.0 추진과 국방 자원의 효율적 활용에 많은 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] ROK Army TRADOC, "System of Warfighting Experimentation," ROK Army, 2008, pp. 12-38.
- [2] Lim, J., Choi, B., and Lim D., "A Study on the Methodology for Combat Experimental Testing of Future Infantry Units Using Simulation," Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 3, 2021, p. 430.
- [3] Ministry of National Defense, "Defense Innovation 4.0," Policy Briefing(www.korea.kr), 2022. 8.10.
- [4] Yang, M., Chung, J., Bai, C., Kim, J., Oh, S., Kim, C., Nam, J. and Shim, J., "Accelerated Life Test for Leveling Device of Automobile Headlamp," Journal of Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. 46, No. 2, pp. 119-126.
- [5] Lim, J., "Accelerated Aging of Tracking Phenomena Using Weibull Distribution," Proc. of the Korean Institute of Electrical Engineer Conference, 2008, pp. 137-138.
- [6] Lee, S., Lee, C., Shin, H., Ha, Y., "Life estimation and appraisal to secure the reliability of SBW," KSAE Spring Conference, 2022, pp. 219-225.
- [7] Bank of Korea, Commentary on the National Balance Sheet, 2020, pp. 99-108.
- [8] Bloom, J. B., Reese, R. M. and Hopkins, T. M., "Live Fire Test and Evaluation for Ships," Naval Engineers Journal, Vol. 106, No. 3, 1994, pp. 228-245.
- [9] Radlowski, P., COVART 6.1: FASTGEN Legacy Mode User's Manual, JAS Program Office, Defense Technical Information Center, USA, 2010.
- [10] Gwak, Y., Kim, J., Kim, J., Jung, C., and Kwon, S., "Comparison of Vulnerability Analysis and Live Fire Test and Evaluation of Weapon System Components Using COVART," Journal of the Korean Society of Mechanical Engineers, Vol. A, Vol. 44, No. 11 (Volume No. 422), 2020, pp. 795-803.