

국방 분야의 신뢰성기반비용관리 적용을 위한 검증 방안 연구

하성철*, 한승진, 정영인
국방기술품질원

Study on Verification Method for Cost Management based on RAM in Defense Area

Sung-Chul Ha*, Seung-Jin Han, Young-in Jung
Defense Agency for Technology and Quality

요약 신뢰성기반비용관리는 국방부 총수명주기관리업무훈령에 명시되면서 우리나라 국방 분야에서 본격적으로 수행해야 하는 업무로 자리 잡았다. RAM 목표를 충족하면서 수명주기비용 최소화 대안을 제공하는 공학적 분석 기법으로 정의된 해당 업무는 개발단계에서 운영단계까지 지속해서 수행하는 업무이며 PBL 사업 추진 시 반드시 사전 수행해야 한다. 업체 주도로 분석결과를 도출하는 것이 기본 방침임에 따라 결과물을 공공의 관점에서 검증하는 것이 새로운 업무의 영역으로 식별되었고 이로 인해 검증방안의 연구가 필요하였다. 이에 따라 국방기술품질원은 신뢰성기반비용관리 분석결과에 대한 검증을 위해 입력 제원 및 결과값 확보, 일치성 확인, 실무협의체 구성, 입력제원 타당성 검증, 산출과정 적절성 검증, 분석결과 최종 확인 등 6개 단계로 이루어진 검증방안을 제시하였으며 이를 실 무기체계의 사례에 적용하여 검증방안의 적용 가능성을 확인하였다. 다만, 무기체계가 운용 중인 장비임에 따라 정의에 명시된 수명주기비용의 최소화 대안을 제시하는 것이 아닌 운영유지비의 최적화 대안을 제시한 한계점을 일부 안고 있다. 향후 개발단계의 무기 체계에서부터 본 업무가 적용됨에 따라 다수의 검증이 이루어지면서 검증방안 발전을 위한 후속 연구가 지속해서 이루어질 것으로 기대한다.

Abstract Cost Management Based RAM has become a task that must be carried out in earnest in the field of national defense in the Republic of Korea as specified in the regulation of Total Life Cycle Management of the Ministry of National Defense. The work must be done continuously from the development to operation phases and in advance when promoting PBL. As the developer calculated the analysis result of the work, it became necessary to verify the results from a public perspective. Accordingly, DTaQ proposed a six-step verification plan to verify the results and confirmed the possibility of using the verification. On the other hand, this study cannot suggest an optimization alternative and verification results considering only the operating costs, not total life cycle costs.

Keywords : RAM, RAM-C, Cost Analysis, Cost Management, Cost Verification

1. 서론

무기체계의 복잡화, 첨단화가 가속화됨에 따라 운영유지비의 증가 역시 가속화되고 있다[1]. F-35와 같은 고가의 무기체계의 경우 구매, 운영, 유지에 1.7조 달러 이

상 소요될 것으로 판단됨에 따라 미 GAO 보고서는 지속적인 배치계획 조정을 권고하고 있다. 이러한 상황은 지속되고 있으며 미국은 과거부터 무기체계의 신뢰성과 총수명주기비용을 관리하기 위해 무기체계 획득 시 핵심성능지표(KPP, Key Performance Parameter)로 가용

*Corresponding Author : Sung-Chul Ha(Defense Agency for Technology and Quality)
email: scha@dtaq.re.kr

Received August 29, 2023

Accepted November 3, 2023

Revised September 8, 2023

Published November 30, 2023

성, 핵심체계속성(KSA, Key System Attribute)으로 신뢰성과 소모비용을 설정하여 관리하고 있다[2].

우리나라 역시 무기체계에 대한 신뢰성(RAM : Reliability, Availability, Maintainability)이 강조되어 2013년 방위사업청의 무기체계 RAM 업무지침이 제정됨에 따라 무기체계 획득 시 RAM 업무 수행이 명문화되었다. 또한 2021년 국방부 총수명주기관리업무훈령이 국방부 국방전력발전업무훈령으로부터 독립하여 제정됨에 따라 무기체계 획득 시 총수명주기관리업무가 강조되었고 동 훈령은 2022년 개정되어 신뢰성기반비용관리 업무가 신설되었다. 신뢰성기반비용관리는 훈령에서 “RAM 목표를 충족하면서 수명주기비용 최소화 대안을 제공하는 공학적 분석 기법”으로 정의하고 있으며[3] 새로이 정의된 용어와 업무에서 알 수 있듯이 국방분야에서는 무기체계의 신뢰성뿐 아니라 운영유지비용의 절감에도 많은 관심이 있음을 확인할 수 있다.

2. 관련연구 및 배경

신뢰성과 경제적 비용을 동시에 고려하는 것은 민간 분야에서 일찍이 관심을 받아 연구가 진행되었다. 통합 생산시스템 설계 시 시스템의 성능을 평가하는 요소로 신뢰도, 정비도, 가용도, 단위 생산비용을 목표로 설정하여 시스템의 성능을 평가하는 방안이 연구되었다[4]. 해당 연구에서 정의하는 시스템은 무기체계와 같이 고장정비, 예방정비 등의 정비정책을 설정하고 정비정책에서 예비품에 대한 계획이 필요하다는 점에 무기체계와도 유사점을 가진다.

국방 분야에서는 무기체계를 개발하는 연구개발단계에서 수행된 연구로 무기체계 개발 시 수행하는 정비개념 설정을 최적화하여 설계하기 위해 RAM과 운영유지비를 함께 고려하는 방식을 고안하는 연구가 있다. 신뢰도, 정비도, 가용도 그리고 운영유지비용에 각각 우선순위, 배점, 가중치를 할당하고 이를 무기체계의 구조와 정비개념, 계단 수 다양화 등으로 대안을 만들어 시물레이션을 통해 분석한 결과를 바탕으로 최적 정비개념을 설정하였다[5]. 그리고 무기체계 개발 과정에서 지속적인 신뢰성 성장을 위해 수행하는 신뢰성 성장관리 업무 수행 시 RAM과 운영유지비를 고려하는 연구 또한 진행되었다. 해당 연구는 무기체계 개발단계에서 설계에 따라 많은 영향을 받는 운영유지비를 대상으로 성장관리를 수행하기 위함이며 최대 신뢰도와 최소 운영유지비를 목표

로 최적 설계 방안을 도출하는 것을 연구하였다[6]. 운영 단계를 위해 수행된 연구로는 무인항공기 운영 시 수명을 판단할 때 정비를 통해 일정 이상 신뢰도를 유지하는 것에 착안하여 정비 수행 시 발생하는 비용을 고려한 경제수명을 산정하여 적정 수명을 판정한 사례가 있다[7].

신뢰성기반비용관리에서 요구하는 수명주기비용을 산출해주는 상용 분석도구를 사용하여 신뢰성기반비용관리 업무 수행이 가능함을 식별한 연구도 수행되었다. 그중 한 연구는 자체개발한 마코프 프로세스 기반 소프트웨어인 MPS(Markov Process Simulator)와 OPUS SUITE를 활용하여 무기체계 중 헬기의 사례를 적용하여 분석하고 상용 분석도구의 활용 가능성을 확인하였다[8]. 위의 연구와 동일한 OPUS SUITE를 사용하여 연구개발단계에서 획득한 군수지원분석 자료를 활용하여 데이터를 입력하고 무기체계의 구성요소를 모두 반영하여 Full-Scale 분석을 수행한 연구도 있다. 기존의 연구들은 무기체계의 모든 구성요소들을 반영하는 것이 자료획득 등의 사유로 제한됐지만, 해당 연구는 무기체계를 모두 반영하였고 국방전력발전업무훈령에서 제시한 수명주기비용 구조에 맞춰 비용구조를 모델링하여 분석한 것이 특징이다[9]. 이외에 미국의 RAM-C Rational Report Outline Guidance(2017)가 정의하는 업무 절차와 조직, 방안을 국내 환경에 맞춰 충실히 반영하고 이를 바탕으로 신뢰성기반비용관리 업무를 수행한 사례를 제시한 연구 결과도 있다. 해당 연구의 경우 무기체계 연구개발 시 신뢰성기반비용관리 업무 수행을 통해 신뢰성 및 운영유지비를 고려할 뿐 아니라 무기체계 설계상 질충분석을 추가로 수행하여 비용관점의 최적점을 도출하고자 노력한 것이 식별되었다[10].

위의 연구들과 달리 국내 분석도구를 사용한 사례연구 역시 존재한다. NemoSIM이라는 국내 업체가 개발한 분석 도구를 사용하여 운영유지비를 산출하였으며 이를 비용분석 전문도구인 PRICE-HL과 비교 분석하여 비용분석 시 국내 분석도구의 활용가능성을 확인하였다. PRICE-HL은 빠른 시행시간, 다양한 보고서 및 차트활용, 대화식 입출력이 특징적이며 미리 설정된 다양한 정비개념을 선택하는 방식으로 방대한 입력요소를 확보해야 하는 어려움을 줄인 것 또한 강점이다. 반면 NemoSIM은 PRICE-HL에 비해 정비계단별 재고 및 정비인원 수를 분석자가 설정하고 이를 기반으로 시물레이션을 통해 최적의 정비 재고수준, 인원에 대한 결과값을 산출할 수 있는 강점이 있다[11].

신뢰성기반비용관리가 국내에서 대두된 사유 중 하나는

성과기반군수지원(PBL, Performance Based Logistics) 수행의 정교화함에 따라 신뢰성기반비용관리와 PBL 간의 연계방안 연구가 수행되었다[12]. 해당 연구의 경우 OPUS SUITE 분석도구를 사용하여 신뢰성기반비용관리의 분석결과 중 비용분석결과를 통한 PBL 사업예산 결정, 운송시간, 주문대기시간 등을 활용한 대기시간 요소 기반 PBL 성과지표 설정 등을 제시하였다.

신뢰성기반비용관리 분석결과와 산출은 훈령 상 연구개발주관기관의 임무로 명시하고 있다. 이러한 분석결과는 PBL 수행 시 성과지표 또는 사업비용 산출의 근거로 우선 적용하도록 함에 따라 연구개발주관기관에서 수행한 결과물에 대한 정부차원의 검증이 요구되었다. 이러한 검증의 역할은 국방기술품질원에서 수행하는 것으로 요구됨에 따라 신뢰성기반비용관리 분석결과에 대한 검증방안 연구에 대한 필요성이 식별되어 본 연구를 진행하게 되었다.

3. 신뢰성기반비용관리 분석 절차

신뢰성기반비용관리는 앞선 연구들에서 알아본 바와 같이 무기체계의 신뢰성 업무 결과물들을 기반으로 하여 수명주기간 비용을 산출하는 업무이다. 간략한 분석개념은 다음과 같다. 무기체계의 운용시간을 부품들의 신뢰도로 나누면 운용기간 동안 발생한 고장에 의한 부품들의 소요량을 산출할 수 있고 이때 산출된 부품들의 소요량과 단가의 곱을 통해 고장장비에 의한 수리부속 비용을 산출할 수 있다. 또한 고장이 발생했을 때 정비가 이루어지는 시간은 각 품목들의 정비도를 통해 알 수 있고 운용기간 동안 발생한 총 정비시간과 시간당 인건비의 곱을 통해서 정비비용을 산출할 수 있다. 무기체계의 정비는 한 곳에서 일어나는 것이 아닌 품목들의 정비 난이도, 정비 위치의 기술 수준에 따라 정비 수행 위치가 달라지므로 정비 품목들이 이동하는 상황이 발생하며 이때 수리부속들의 이동 시간, 비용 등이 발생하게 된다. 이러한 요소들을 고려하여 수리부속최적화 과정에서 각 정비계단별 최적화된 수리부속의 위치와 수를 결정하게 되고, 최적화 결과가 무기체계의 실 운용개념에 부합하는지 시뮬레이션의 과정을 통해 확인하게 된다. 이 때 시뮬레이션의 제약조건은 무기체계의 운용가용도가 된다. 세부적인 분석과정은 Fig. 1과 같이 네 단계로 나누어 주요 업무들을 수행한다.

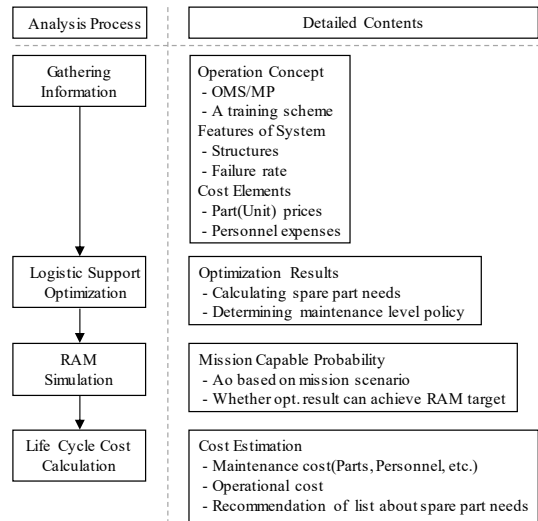


Fig. 1. Cost Management Process Based on RAM

첫 번째는 자료의 획득이다. 신뢰성기반비용관리에 사용되는 자료는 크게 세 종류를 들 수 있는데 무기체계의 운용개념, 장비의 특성 그리고 비용 산출에 필요한 비용 요소이다. 운용개념의 경우는 선행연구 시 작성되는 무기체계의 기본 운용개념이 기술된 OMS/MP(Operation Mode Summary/Mission Profile)이나 개발 또는 운용 중인 훈련계획, 전/평시 작전계획 등을 말한다. 해당 자료는 군수지원최적화 결과에 대한 RAM 시뮬레이션 시 활용한다. 장비의 특성은 무기체계를 구성하는 구조정보, 품목별 고장률, 평균정비시간 등이며 군수지원최적화 분석 시 기본적인 기초자료로 활용한다. 비용요소는 정비 시 발생하는 품목 단가, 정비 관련 인건비 등을 말하며 군수지원 최적화 및 RAM 시뮬레이션 결과 기반 수명주기 비용 산출 시 활용한다.

두 번째 부터는 분석의 영역으로 군수지원최적화를 먼저 수행한다. 무기체계의 특성과 정비정책 및 환경 등을 고려했을 때 목표하는 운용가용도와 비용을 달성하기 위한 수리부속소요량, 정비계단(위치) 및 정비수준의 최적화 결과를 도출하는 과정이다.

세 번째 단계는 RAM 시뮬레이션 단계로 군수지원최적화 결과가 군의 운용개념에 부합하는지 확인하는 단계이다. 군에서 수립한 전/평시 운용개념 및 군수지원최적화 결과에 따른 정비정책, 수리부속소요량을 시뮬레이션 입력값으로 구현하고 시뮬레이션 수행을 통해 목표하는 운용가용도 달성이 가능한지 확인한다. 해당 작업을 통해 목표하는 운용가용도 달성이 불가능한 경우 군수지원

최적화 결과를 수정, 보완하여 RAM 시뮬레이션 작업을 재수행한다.

마지막 단계는 수명주기비용 산출 단계이다. RAM 시뮬레이션을 통해 군수지원최적화 결과가 군의 운용개념 상에서도 목표하는 운용가용도를 달성하는 것이 확인된 경우 해당 결과물을 기반으로 하여 수리부속소요량, 정비 필요 인력, 시간 등의 결과를 기준으로 수리부속비용, 정비비용 등을 산출한다.

군수지원최적화, RAM 시뮬레이션 수행 시 목표하는 기간, 예를 들어 성과기반군수지원 기간, 무기체계 수명주기 기간 등 조정 및 설정을 통해 필요한 기간 동안 신뢰성기반비용을 산출하고 관리한다.

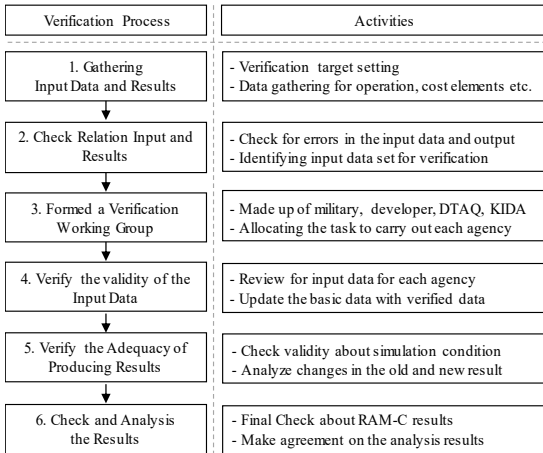


Fig. 2. Verification Process for Cost Management Process

4. 분석결과 검증 방안

산출된 신뢰성기반비용관리 결과에 대한 검증을 위해 Fig. 2와 같이 6단계에 걸친 검증 절차를 제안한다. 검증의 방향은 입력제원의 적절성과 입력제원을 활용한 결과값 도출과정의 적절성이다. 신뢰성기반비용관리 분석을 통해 나온 비용 요소들의 크고 작음으로 옳고 그름을 판단하기 위한 기준을 수립하는 것은 제한되기 때문에 결과값 자체에 대한 검증보다는 결과값을 산출하는 것에 영향을 주는 입력제원과 산출과정을 검증함으로써 분석 결과의 신뢰성을 확보하는 것을 목표로 한다.

검증의 첫 번째 단계는 초기 분석결과에 대한 입력제원과 결과값을 확보하는 절차이다. 해당 과정에서는 분석에 사용된 소프트웨어에 대한 확인과 장비 운용개념,

비용요소 등 입력제원을 수집하여 검증이 필요한 입력제원을 확보하는 것이 목적이다. 두 번째 단계는 초기 분석 결과의 입력제원과 결과값에 대한 일치성을 확인한다. 본 단계의 목적은 초기 결과값과 입력값 사이의 연관성을 확인하고 일치성의 확인을 통해 검증해야하는 입력제원을 확정하기 위함이다. 본 단계에서 초기 입력값이 초기 결과값을 도출한 것이 확인되는 경우 해당 입력값을 검증 대상으로 확정한다. 세 번째 단계는 검증 실무협의체를 구성한다. 무기체계를 운용하는 군, 비용분석 전문기관인 한국국방연구원, 생산 업체, 검증 주관인 국방기술품질원 등 이해관계자들 중심의 협의체를 구성하여 두 번째 단계에서 확정된 입력제원 중 각 기관별 전문영역에 맞는 검증대상을 식별한다. 네 번째 단계는 입력제원의 타당성을 검증한다. 각 기관은 할당된 검증 대상 입력제원에 대해 타당성을 검증한다. 그리고 국방기술품질원은 해당 검증 완료된 결과물을 취합하여 최신화된 입력제원을 확보한다. 이 과정에서 군은 주로 운용개념, 정비정책 등을, 한국국방연구원은 이자율 등 비용관련 요소를, 생산 업체는 체계 구조, 부품 재생산시간, 단가 등을, 국방기술품질원은 구성품의 고장률 등 전체적인 제반사항을 확인한다. 다섯 번째 단계는 산출과정의 적절성 검증이다. 이전 단계에서 검증된 입력제원을 기반으로 신뢰성기반비용관리 결과 도출을 위한 소프트웨어 사용 시 입력제원이 소프트웨어에 충실히 구현되어있는지 확인하며 소프트웨어 별 특성을 고려하여 입력제원이 입력되었는지 확인하는 것이 중요하다. 그리고 이를 바탕으로 시뮬레이션을 재수행하여 결과값을 도출하고 첫 번째 단계에서 확인한 결과값과의 차이점에 대해 분석한다. 마지막 단계는 신뢰성기반비용 결과를 확인하는 과정이다. 검증과정을 통해 새로이 산출된 결과값에 대한 검증 실무협의체 인원, 기관 간 결과의 확인과 의결이 이루어지는 과정으로 이전 결과값과의 차이에 대한 설명 등을 수행한다.

5. 검증방안 적용 사례

제안한 방안을 000-II 신뢰성기반비용관리 결과에 대한 검증 시 적용해보았다. 000-II 무기체계는 해상의 선박과 항공기 등을 탐지하는 감시체계로 체계개발 완료 및 양산이 진행 중인 무기체계이다. 높은 가동률 유지 및 안정적인 관리를 목적으로 PBL 사업 추진을 위해 신뢰성기반비용관리 분석을 개발업체에서 수행하였고, 이를 국

방기술품질원이 검증하였다.

첫 번째 단계로 개발업체가 산출한 입력제원을 확보하였다. 개발업체는 000-II의 신뢰성기반비용관리 분석을 위해 외산 분석도구인 OPUS SUITE를 사용하였으며 OPUS SUITE는 OPUS 10, SIMLOX, CATLOC 등 3개의 소프트웨어로 구성되어있다. OPUS SUITE에 사용된 입력제원은 총 28,284건이며 이는 OPUS SUITE의 입력제원을 MS 엑셀형식으로 출력했을 때 셀의 수이다. 000-II 는 감시체계 특성상 운용개념이 단순하여 SIMLOX의 입력자료는 매우 적고 CATLOC은 타 소프트웨어의 출력자료를 기반으로 비용을 산출하고 일부 비용 요소를 추가하므로 입력자료가 적어 대부분의 입력자료는 OPUS 10에서 사용하였다. 두 번째 단계로 확보된 입력제원과 결과값에 대한 확인을 통해 검증의 대상이 되는 입력제원은 첫 번째 단계에서 확보된 입력제원으로 확정하였다. 확보된 입력제원 기반으로 OPUS SUITE를 통한 분석 시 000-II 체계의 운용가용도 93.4%가 달성되며 수리부속은 441종 542점이 필요하고 수리부속 비용은 약 13.2억원, 정비비용은 17.3억원이 필요한 것으로 분석되었다. 세 번째 단계로 검증 실무협의체를 구성하였다. 실무협의체 구성 기관은 국방부, 운용군, 한국국방연구원, 개발업체, 국방기술품질원이 참여하였다. 국방부 및 운용군은 무기체계의 운용 및 정비개념 등 운용 관련 사항 검토, 한국국방연구원은 운영유지비 산출을 위한 비용구조, 산출식 등 비용 관련 사항 검토, 개발업체는 신뢰성기반비용관리 분석결과 도출을 위한 입력제원 제공 및 장비 제원 관련 사항 검토, 국방기술품질원은 신뢰성기반비용관리 검증 및 분석 수행, 결과 확인 및 검토, 실무협의체 운영 등의 역할을 맡고 진행하였다. 네 번째로 입력제원 타당성 검토를 수행하였다. 입력제원 28,284건에 대해서 약 7.8%가 수정되었으며 Table 1과 같다.

Table 1. Number of Verification Data

S/W	Num. of verification data			Total Num. of Changes (A-B)	Total
	Revised (A)	Delete (B)	No revised		
OPUS 10	1,644	583	26,017	2,277	28,244
SIMLOX	0	0	17	0	17
CATLOC	3	0	20	3	23
Total	1,647	583	26,054	2,230	28,284

입력제원에 대한 주요 수정사항은 국방기술품질원 검토 시 고장률 예측결과 중 동일품목 간 일관성 오류 약 100여 건, 품목 수량 등 입력 정확성 오류 3건, 정비 인시 오류 40여 건 등이 있었으며 군의 검토 결과에 의한 분석기간 변경, 정비단계 현실화, 수리부속 보관위치 수정, 수리부속 수송시간 수정 등이 있었다. 한국국방연구원 검토 결과로 용어 정의 수정 등이 있었으며 생산업체 검토 결과는 품목 및 구조정보, 품목 재생산시간, 품목 단가, 예방정비 항목 최신화 등의 수정이 이루어졌다. 기타로 임금상승률 수정, 창정비 시간 수정 등이 추가적인 협의를 통해 수정, 보완되었다. 다섯 번째로 산출과정의 적절성을 확인하였다. 개발업체가 사용한 외산 소프트웨어를 국방기술품질원이 보유하고 있지 않기 때문에 개발업체에 방문하여 입회하여 산출과정을 확인하였다. 네 번째 단계에서 확보된 타당성이 검증된 입력제원이 소프트웨어에 입력되어있음을 확인하고 결과 산출과정을 직접 확인하였다. 마지막으로 신뢰성기반비용관리 결과 및 이전결과와의 차이점에 대해 실무협의체 인원들과 확인하였다.

검증 전과 검증 후를 비교했을 때 수리부속의 변화는 Fig. 3과 같다. 목표운용가용도 93.4%를 달성하는 2.89년(PBL 사업기간) 간의 수리부속 소모량은 검증 전에는 441종 542점이었고 검증 후에는 504품목 618점이 필요한 것으로 분석되었다. 두 결과에서 공통으로 필요한 품목은 386종 475점이었으며 검증 전에만 포함된 것은 55종(삭제 35종, 수정 20종) 67품목, 검증 후에만 포함된 것은 118종(신규 98종, 수정 20종) 143점이었음을 알 수 있었다. 이러한 변화로 인해 수리부속에 대한 비용은 기존 13.2억원에서 신규 17.3억으로 4.1억원 증가하였으며 정비 비용의 경우 기존 17.3억원에서 신규 7.6억

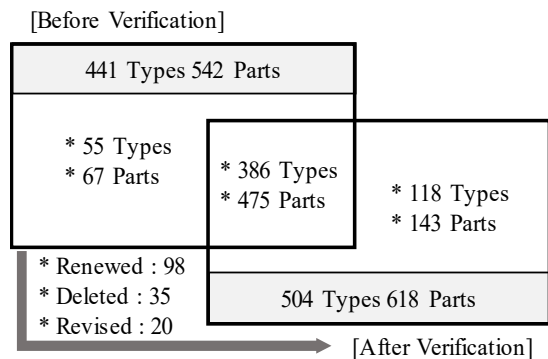


Fig. 3. Verification Result about Maintenance Parts

원으로 변경되었다. 정비비용의 경우는 창정비시간의 변화에 따른 정비인건비 감소 영향이 반영된 것으로 분석되었다. 검증 전과 후의 결과 변화 및 요인에 대한 분석 결과 전파와 해당 내용에 대한 확인을 통해 협의체 인원을 대상으로 검증결과를 의결하였다. 이로써 개발업체 주도 신뢰성기반비용관리 분석결과에 대한 검증을 마무리하였다.

6. 결론

무기체계의 지속적인 첨단화에 따른 운영유지비 비용의 증가는 국방 분야에서 오랫동안 겪은 화제였으며 이에 대한 해결방안이 절실한 상황이다. 이를 위해 PBL을 통한 후속군수지원 방안이 널리 보급되는 중이며 이러한 환경에서 대두된 신뢰성기반비용관리는 정의된 국방부 총수명주기관리업무 훈령에 따라 개발업체 주도로 수행되므로 개발업체의 분석결과를 검증할 기관과 방안이 필요하게 되었다.

국방기술품질원은 업체에서 산출한 신뢰성기반비용관리 분석결과를 검증하기 위한 방안을 제시하였다. 검증 방안은 입력제원/결과값 확보, 일치성 확인, 검증 실무협의체 구성, 입력제원 타당성 검증, 산출과정 적절성 검증, 신뢰성기반비용관리 분석결과 확인 등 6단계로 구성되어있다. 제안된 방안은 개발 완료 후 양산 중인 000-II 무기체계의 신뢰성기반비용관리 분석결과 검증을 위하여 적용하여 검증 방안의 효과성을 입증하였다.

검증한 결과는 목표 운용가용도를 만족하면서 PBL 사업 기간 동안 필요한 수리부속의 종류 및 양의 변화가 식별되었고 이에 따른 수리부속 비용의 변화가 확인되었다. 또한 검증과정에서 식별된 정비수리시간의 변경 등으로 인한 인건비 변화로 정비비용의 변화 역시 최신화할 수 있었다. 해당 검증결과는 검증 후 000-II 무기체계의 PBL 사업 승인 시 수리부속 비용, 정비비용 결과물 등이 활용됨에 따라 검증 과정을 통한 결과에 대한 신뢰성을 국방 유관기관을 통해 확인할 수 있었다. 이는 본 연구의 방법론을 통해 신뢰성기반비용관리 결과물에 대한 유효한 검증을 수행할 수 있음을 시사한다.

다만 본 연구는 RAM 목표를 충족하면서 수명주기비용을 최소화하는 대안을 식별하는 방안인 신뢰성기반비용관리의 정의에 맞도록 수명주기비용이 아닌 운영유지비용을 중심으로 접근하였다는 점은 총수명주기관리업무 훈령에서 정의하고 있는 신뢰성기반비용관리의 정의를

온전히 이행하지 못한 것이 한계점이라 할 수 있다. 그러나 이 부분은 000-II 무기체계가 개발이 종료되어 개발비용에 대한 대안 분석 등의 고려가 어려웠던 점을 고려했을 때 운영 중인 장비 수준에서 수행할 수 있는 부분을 수행했다는 것으로 고려할 수 있을 것이다. 향후 수명주기비용 관점의 연구를 위해서는 무기체계 개발 시 상세 설계검토 과정에서 유사무기체계의 정비개념을 활용하여 구성품의 신뢰도와 비용의 민감성을 파악하는 대안을 도출하는 방식으로 신뢰성기반비용을 산출하고 이를 기반으로 운영유지비용을 예측하여 획득비용과 운영비용을 모두 고려해야할 것으로 판단된다. 신뢰성기반비용관리는 국방분야에서 PBL 사업 수행 시 반드시 수행해야하는 업무이며 비단 운영유지단계 뿐 아니라 개발종료 시점에도 수행해야하는 만큼 수명주기 비용 관점에서도 접근할 필요가 있으며 검증방안에 대해서 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 외산 소프트웨어가 아닌 산재된 국내 개발 소프트웨어를 활용한 신뢰성기반비용관리 연구 업무도 지속 수행하여 국내 환경에 적합한 소프트웨어 개발의 기반을 마련하는 연구를 통해 국산 소프트웨어의 개발도 이루어질 것으로 기대한다.

References

- [1] The Research on the Applying Method for the Life Cycle Sustainment Plan of the Weapon System, Korea Institute of National Defense Development, Korea, 2012.
- [2] Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rational Report Manual, Department of Defense, USA, 2009.
- [3] Regulation of Total Life Cycle Management, Ministry of National Defense, Korea, 2023.
- [4] H. S. Hwang, G. S. Cho, "A Comparative Study on Performance Analysis of Integrated Manufacturing System Using Simulation Models", *Proceeding of the Korea Society for Simulation Conference*, pp.34-40, 2000.
- [5] K. Kim, K. Lee, J. Jung, J. Cha, "A Study on the Method for Setting the Optimal Maintenance Concept based on RAM-C Using Modeling & Simulation" *Journal of the Korea Institute of Military, Science and Technology*, Vol.25, No.5, pp.530-538, 2022. DOI: <https://doi.org/10.9766/KIMST.2022.25.5.530>
- [6] K. Kim, K. Lee, J. Jeong, J. Cha, "A Study on RAM-C Growth Management by Calculating Operation and Maintenance Cost of Weapon System", *The Korea Reliability Society, Journal of Applied Reliability*,

Vol.21, No.2, pp.155-163, 2021.

DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2021.6.21.2.155>

- [7] C. H. Choi, J. K. Bang, S. S. Park, "A Research of Applying RAM-c to Analyze the Design Service Life for Unmanned Aerial Vehicle", *Journal of the Korea Society for Aeronautical and Flight Operation*, Vol.23, No.4, pp.117-124, 2015.
DOI: <http://dx.doi.org/10.12985/ksaa.2015.23.4.117>
- [8] H. Kim, J. Hur, "Verification of the RAM-C Analysis Tool Using the OPUS Suite", *The Korea Reliability Society, Journal of Applied Reliability*, Vol.20, No.1, pp.9-18, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2020.3.20.1.9>
- [9] M. J. Kwon, Y. M. Park, Y. G. Kye, J. H. Shin, H. J. Cho, "A Study on the Calculation of Life Cycle Cost of Weapon System Using Modeling and Simulation at the R&D Phase", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.3, pp.285-294, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.3.285>
- [10] A. M. Jung, H. J. Kim, H. J. Kim, S. B. Park, "A Study on the RAM-C Analysis for Optimization of Life Cycle Cost of Weapon System", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.23, No.9, pp.185-192, 2022.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.9.185>
- [11] J. Jeong, K. W. Lee, J. H. Cha, D. H. Choi, K. D. Park, "A Study on Comparison Analysis for Calculating of Weapon System Operation Cost at the Development Stage", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.2, pp.83-94, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.2.83>
- [12] S. J. Jung, J. S. Ha, H. J. Do, J. S. Kim, "PBL system linkage plan using RAM-C analysis tool according to the total life cycle management task enactment", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.24, No.2, pp.67-73, 2023.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.2.67>

한 승 진(Seung-Jin Han)

[정회원]



- 2016년 2월 : 창원대 산업시스템 공학과 (산업공학석사)
- 2017년 2월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

RAM, 신뢰성

정 영 인(Young-In Jung)

[정회원]



- 2015년 8월 : 과학기술연합대학원 대학교(UST) 한국항공우주연구원 (KARI) 항공우주시스템공학 (공학 석사)
- 2015년 12월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

공기역학, 열유체역학, 재료공학, RAM, 신뢰성

하 성 철(Sung-Chul Ha)

[정회원]



- 2008년 8월 : 한국과학기술원 산업공학과 (산업공학석사)
- 2010년 1월 ~ 현재 : 국방기술품 질원 선임연구원

<관심분야>

RAM, 신뢰성