

군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업을 위한 RAM-C 기반 비용 예측 방안 연구

Research on RAM-C-based Cost Estimation Methods for the Supply of Military Depot Maintenance PBL Project

박준호¹, 송지훈^{2*}

Junho Park¹, Chie Hoon Song^{2*}

〈Abstract〉

With the rapid advancement and sophistication of defense weapon systems, the government, military, and the defense industry have conducted various innovative attempts to improve the efficiency of post-logistics support(PLS). The Ministry of Defense has mandated RAM-C(Reliability, Availability, and Maintainability-Cost) analysis as a requirement according to revised Total Life Cycle System Management Code of Practice in May 2022. Especially, for the project budget forecast of new PBL(Performance Based Logistics) business contracts, RAM-C is recognized as an obligatory factor. However, relevant entities have not officially provided guidelines or manuals for RAM-C analysis, and each defense contractor conducts RAM-C analysis with different standards and methods to win PBL-related business contract. Hence, this study aims to contribute to the generalization of the analysis procedure by presenting a cost analysis case based on RAM-C for the supply of military depot maintenance PBL project. This study presents formulas and procedures to determine requirements of military depot maintenance PBL project for repair parts supply. Moreover, a sensitivity analysis was conducted to find the optimal cost/utilization ratio. During the process, a correlation was found between supply delay and total cost of ownership as well as between cost variability and utilization rate. The analysis results are expected to provide an important basis for the conceptualization of the cost analysis for the supply of military

1 주저자, 석사과정, 경상국립대학교 대학원 기술경영학과
E-mail: slree1004@gnu.ac.kr

2* 교신저자, 조교수, 경상국립대학교 대학원 기술경영학과
E-mail: chsong01@gnu.ac.kr

1 First author, Graduate Student (Master's program), Gyeongsang
National University, Department of Management of Technology

2* Corresponding author, Assistant Professor, Gyeongsang National
University, Department of Management of Technology

depot maintenance PBL project and are capable of proposing the optimal utilization rate in relation to cost.

Keywords : Performance Based Logistics, RAM-C, Reliability, Availability, Maintainability, Cost Analysis

1. 서론

현대전에서는 전략정보의 우위 확보가 중요시됨과 더불어 무기체계가 첨단화 및 복잡화됨에 따라 무기체계의 전 수명주기 간 지속성과 수용 가능한 비용 유지에 대한 과학적인 관리체계 확립이 중요시되고 있다[1]. 이러한 배경에서 최근 대한민국의 정부·군·방산업체는 최첨단 무기체계 개발을 위한 노력뿐만 아니라 수명주기 내 무기체계의 효율적인 운용을 위한 후속군수지원 선진화에 많은 예산을 투입하며 방산의 핵심 분야 중 하나인 군수지원에 대한 중요성을 점차 강조하고 있다. 이렇듯 무기체계 개발과 군수 및 신뢰성 업무를 둘러싼 환경은 이러한 변화를 수용하기 위해 빠르게 진화하고 있다[2]. 2022년 5월 국방부는 총수명주기관리업무훈령을 개정하면서 무기체계의 소요제기 단계부터 폐기 단계까지 효율적인 수명주기 관리를 위한 업무를 훈령 조항으로 규정하고 있다[3]. 국방부는 목표가동률 보장을 위해 계획정비제도의 하나인 순환 창정비를 각 군에서 운영하고 있으며, 이러한 창정비의 원활한 수행을 위해 성과기반 군수지원(PBL: Performance Based Logistics) 계약을 군수지원업체와 장기간 체결하여 창정비 달성률을 보장하고 있다. 여기서 창정비는 무기체계의 전력화 배치 후 일정 주기가 도래하면 실시하는 최상급 해체정비 작업을 지칭하는데, 이는 전투준비태세 유지 측면에서 반드시 수행되어야 하는 중요한 정비활동의 일환이다[4]. PBL 사업

유형은 크게 정비와 보급을 모두 군수지원업체에서 수행하거나 정비 또는 보급을 별도로 계약하는 방식으로 구분할 수 있다. PBL 계약체결을 위해서는 원가계산을 통한 사업예산 산출이 필수적이며 사업예산의 적절성 여부를 관련 기관에서 검토 후 사업승인이 이루어지는데, 이는 군사적 자산에 대한 효율적 관리 및 민·군 협력을 통한 무기체계운영의 구조적 리스크를 최소화하는 데 목적을 둔다. 개정된 총수명주기관리업무훈령에 따라 PBL 사업수행에 있어 공학적 기법인 신뢰성기반비용관리(RAM-C: Reliability, Availability, Maintainability, Cost) 분석을 통한 PBL 사업비용 예측이 필수 계약조항으로 포함되는데, 이러한 RAM-C 분석을 위해서는 분석 기준(또는 성과측정지표)과 목표가 제시되어야 하며, 분석을 통해 확인하고자 하는 비용항목 또한 명확히 구분되어야 한다.

하지만, RAM-C 분석의 중요성에도 불구하고, 국내에서는 아직 관련 연구가 아직 초기 단계에 머물러 있으며, 실제 적용사례는 다소 미비한 실정이다[5,6]. 무엇보다 RAM-C 분석에 있어 정부나 군이 공식적으로 제시하는 작성지침의 부재로 인해 현재 PBL 사업을 위한 RAM-C 분석은 계약대상업체 주도로 이루어지는 경우가 대부분이며, 업체별 상이한 RAM-C 분석 기준과 절차를 기반으로 수행되고 있다. 이는 비교 가능한, 체계적이며 과학적인 검증과 검토시스템을 구축하는 데 어려움을 겪게 한다. 따라서, 신규 무기체계 개발과 다양한 형태의 후속군수지원사업 계약을 위한 RAM-C 분석에 대한 기준정립이 필요하다. 최근

우크라이나 전쟁의 영향으로 인해 유럽, 중동, 및 아시아 국가로 방산수출이 활발히 이루어지는 가운데, 수명주기비용(Total Life Cycle Cost) 예측 결과가 계약조항으로 요구되고 있다. 이렇듯 해외 선진국들은 무기체계의 첨단기술력만큼이나 수명주기비용이 효율적으로 설계되었는지에 대한 중요성을 이미 인지하고 있다. 무기체계는 초기 투자비용보다 운영을 위한 예산의 비중이 총수명주기 관점에서 보았을 때 더 높으므로, 수명주기비용의 정량적 수치화를 통한 효율적인 국방예산 관리가 매우 중요하게 다루어지고 있다[7,8].

따라서 본 연구는 한국형 자주포를 대상으로 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업비용 예측을 RAM-C 분석을 기반으로 수행하여 그 분석 과정과 세부항목에 대한 개념을 나타내고, 산출된 결과를 바탕으로 비용대비 최적의 가동률 추이 예측결과를 제시하고자 한다. 나아가 본 연구의 창정비 기간 내 성과지표로 설정된 고객대기시간 (Customer waiting time)과의 연계성을 확인하여, PBL 목표 성과달성 기준에 대해 논하고자 한다. 지금까지 방산 무기체계 비용분석이 고장발생에 의한 비계획정비의 개념이었다면, 본 연구에서는 창정비 계획주기에 따른 예방정비의 개념으로 RAM-C 분석 범위를 확립한다. 따라서 본 연구결과는 향후 정부 또는 소요군에서 창정비 PBL 사업을 위한 RAM-C 분석 기준설정 시 RAM-C 분석을 위한 필수 기초데이터 선정, 비용산출 항목에 대한 정의 및 비용예측을 위한 가동률 적용 개념을 수립하는 데 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 군직 창정비 보급 PBL 제도의 개념과 RAM-C의 이론적 배경에 관해 설명한다. 3장에서는 연구에 활용되는 데이터 및 전반적인 분석 프레임워크에 관해 서술한다. 4장에서는 분석 결과를 제시하고, 5

장에서는 연구의 시사점, 6장에서는 연구의 결론 및 한계점에 관해 서술한다.

2. 선행연구

2.1 군직 창정비 보급 PBL 제도

PBL 제도는 무기체계의 고도화에 따른 군 총소요비용의 절감과 최상의 전투준비태세 유지를 위해 소요군에서 요구하는 목표가동률 및 수리부속 조달 기간과 같은 성과지표를 제시하여 방산업체로부터 후속적인 군수지원의 전체 또는 일부분을 담당하도록 하고, 그 성과에 따른 보상을 차등 지급하는 제도를 의미한다. 국방부는 기존 성과기반 군수지원 사업성과를 기반으로 초창기 항공장비 위주로 운영되던 사업을 전군으로 확대해 나가고 있다[9]. 아울러 PBL은 군수물자의 안정적인 가동률 보장을 위한 성과목표의 도출과 무기체계 개발 단계부터 해당 사업에 적합한 방산업체를 선정하여 개발, 배치 및 운영유지를 하는 과정을 포함한다. 국방부는 이러한 민·군 협력을 통해 인력 및 예산절감 효과와 더불어 완벽한 전투준비태세 보장이라는 시너지 효과를 내하고자 한다[2].

소요군은 PBL 제도를 기반으로 효과적인 군직 창정비 수행을 위해 수리부속의 안정적 공급을 확보하고자 한다. 그러나 무기체계 정비에 요구되는 수리부속의 종류와 수량은 매우 다양하며, 수리부속의 적기 보급을 위해 여러 방산업체를 소요군이 자체적으로 모니터링하는 시스템 구축에는 분명한 한계가 존재한다. 생산업체의 도산이나 부품 단종 등 다양한 사유로 인해 발생하는 조달제한에 대응하기 위해서는 신규 업체 발굴과 대체 생산품의 성능검증이 필수적인데, 이는 수많은 인력과 비용

이 수반되는 작업으로, 군 조직의 특성상 다수의 방산업체와 지속적으로 직접적인 계약관계를 유지하는 부분에 있어 제한적이다. 따라서 소요군의 관점에서 창정비에 요구되는 수리부속을 적기에 확보하기 위해서는 제도적 보완이 시급하다. 이러한 문제를 해소하기 위해 정부와 군은 성과기반군수지원 훈령을 개정하였고, 이는 현재 의무화된 PBL 제도의 주된 목적으로도 볼 수 있다. PBL 제도를 통해 군은 적기에 수리부속을 보급받음으로써 목표 기한 내에 창정비를 완료할 수 있고, 이는 확고한 전투대비태세 유지에 직간접적인 영향을 미친다고 볼 수 있다. 나아가 PBL 제도는 무기체계를 개발하는 방산업체의 관점에서 바라볼 때 새로운 방산시장 개척과 성과목표 달성에 따른 추가 수익을 기대할 수 있으며 방위산업 활성화와 첨단기술에 대한 투자기회를 창출할 수 있다.

2.2 RAM-C 분석 배경

RAM 분석 체계에서는 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 그리고 정비도 (Maintainability) 요소만을 고려해 산출된 지표로 군수지원 계획을 수립해 전투 수행 능력을 점검하고 전력운영 안정성을 높이고자 했다. 기존의 RAM에 Cost가 추가된 RAM-C 체계에서는 RAM 목표를 충족하면서 운용유지비가 최소화되는 최적의 절충점을 찾는 데 의미를 둔다. 대표적으로 미군의 경우 2009년부터 RAM-C를 도입해 이미 시행 중이며 RAM-C 업무의 원활한 수행을 위한 제도적 인프라를 보유하고 있다[10]. RAM-C 분석은 국내뿐만 아니라 해외 방산수출에 있어 필수적인 요구사항으로 여겨지고 있는데, 호주 정부는 호주 육군의 전투용 장갑차 사업 입찰경쟁 조건으로 수명주기비용 분석 결과를 요구하였다.

군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업비용 산출

을 위해서는 창정비를 수행하는 무기체계의 수량을 고려한 수리부속 소요예측이 필수적이다. PBL 비용산정과 관련된 분석방안은 지속적으로 연구되어 왔지만[11], 군직 창정비 관련 수리부속 소요량 분석을 반영한 비용분석 연구는 비교적 미비한 실정이다. 지금까지는 과거 정비실적, 수리부속 소요실적 등의 경험 제원을 통해 PBL 사업관리자 주도로 수리부속 소모량을 판단하여 총 사업예산을 예측하였다. 하지만, 동시에 소모되지 못한 수리부속은 장기간 재고처리 되어 사장품이 되거나 기능 도태로 폐기되는 경우가 발생하게 된다. 이러한 무기체계 수명주기비용과 관련된 문제점을 해소하기 위해 정부와 군은 공학적 비용분석 기법인 RAM-C를 PBL 계약 선행조건으로 제안하고 있다. 국방부는 무기체계 획득 및 운용단계에서 군수지원업체 주도의 RAM-C 업무를 도입하고, 이를 통해 산출된 RAM-C 값을 PBL 사업성과 기준으로 활용하고자 한다. 그러나 RAM-C 업무추진에는 여러 가지 제약사항이 수반되는데, 특히 무기체계 특성별 RAM-C 대상범위, 세부 업무 수행 절차, RAM-C값 활용방안 등 세부적인 업무 수행 사례가 축적되지 않은 실정이다. RAM-C 업무의 개선을 위해서는 수리부속 보급비용 산출과 관련된 개념 정립과 더불어 합리적인 성과지표 제시를 위한 제도적 혁신이 요구된다.

3. 연구 방법론 및 프로세스

본 연구에서는 RAM-C 분석에 기반한 군직 창정비 보급과 관련된 PBL 사업모델 사례분석 수행을 통해 향후 RAM-C 분석 실효성 강화를 위한 논의를 시도하고자 한다. 이번 장에서는 RAM-C 분석을 위한 입력자료 확보 및 분석 절차에 관해 서술한다.

3.1 RAM-C 분석을 위한 가정사항

군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업의 RAM-C 분석은 일반적인 RAM-C 분석과는 차별화된다. 일반적인 야전 고장개념 기반의 무기체계 수명주기 비용분석에는 신뢰도 척도 값 중 Mean Time Between Failure(MTBF; 고장 간 평균시간)가 적용되고, 고장 발생에 따른 정비인력, 정비시간, 수리부속 소요량 등 기초 데이터의 적용 범위가 비교적 넓다. 본 연구에서는 군직 창정비 수리부속 보급과 관련된 비용분석을 주목적으로 하기에, 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업의 RAM-C 분석 업무의 특수성을 고려한 다음 5가지 상황을 가정하였다.

- 전력화하여 운용 중인 전체 무기체계 중 일부만 창정비를 수행한다.
- 창정비 대상 품목은 계획정비에 의거, 고장이 발생하지 않더라도 노후나 마모 등의 상태검사를 통해 교체 여부가 판단된다.
- 성과지표 측정 시 보급 달성 여부만 판단되며 창정비 달성률은 고려하지 않는다.
- 수리부속이 목표 일수 내 적기 보급된다면 창정비는 지연되지 않고 목표 계획 일수 내에 완료된다.
- 창정비 수리부속 수량 예측은 폐기율 정보를 활용한다.

3.2 RAM-C 분석을 위한 기초 입력정보

RAM-C 분석 결과에 가장 큰 영향을 미치는 수리부속 소요량 예측에 따른 비용산출을 위해서는 폐기율 정보에 대한 기초 데이터 수집이 요구된다. 이러한 수리부속 총소요량의 평균 비용 예측을 위해서는 무기체계에 탑재된 수리부속 품목의 구성품 수와 단가자료 확보가 필연적이다. 본

Table 1. Basic Input Data for RAM-C Analysis

구분	설명
수리부속 폐기율	실적 자료 활용
분석대상	군직 창정비 대상 품목
단가	품목별 견적 단가 활용
재고 유지비용	군수지원업체 제시 기준
재고 주문비용	군수지원업체 제시 기준
조달시간	발주 - 입고 시간
야전배치 체계수	전력화 배치 대수
창정비 대상 체계수	군직 창정비 PBL 사업 대상 체계수
연간 창정비 대수	1년간 창정비 수행 대상 체계수
창정비 총 기간	PBL 사업 기간
목표설정 가동률	소요군 목표 제시

연구에서는 군직 창정비 보급 PBL 사업을 모델로 RAM-C 분석을 수행함에 따라 창정비 실적 샘플 자료를 수집해 활용하고, 고장률 정보는 창정비 공정 간 해체 검사를 통해 결정된 폐기율을 반영한다. 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업의 RAM-C 분석을 위한 기초 입력정보는 Table 1과 같다.

3.3 RAM-C 분석과정

RAM-C 분석의 효율적인 수행을 위해서는 체계적인 업무 과정에 대한 설계와 소요군, 관련기관, 군수지원업체 등 다양한 조직의 분야별 전문성을 갖춘 인원으로 구성된 전담팀을 통해 지속적인 소통과 검증 과정을 거쳐 최적의 결과를 도출해야 한다. 일반적으로 미 국방성(Department of Defense)의 업무지침에서 제시하는 RAM-C 업무체계를 바탕으로 분석이 진행된다[12]. 따라서 데이터 분석은 Table 2에 정의된 6단계 과정 중 3단계에 해당하는 “기초 데이터 수집 및 분석”을 기준으로 수행되었으며, 구체적인 RAM-C의 분석 프로세스는 Fig. 1을 따른다.

Table 2. RAM-C Task Process

단계	절차 내용	설명
1	업무 착수	업무 과정 설계
2	분석팀 구성	업무 담당자 지정
3	기초 데이터 수집 및 분석	자료수집 및 분석수행
4	타당성 확인	분석 결과 해석
5	실현 가능성 확인	분석 결과 실현성 입증
6	질충분석 실행	최적의 대안 결정

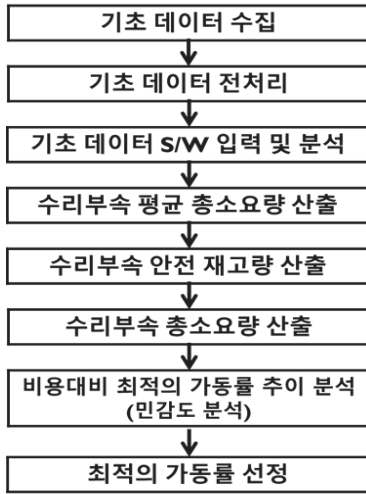


Fig. 1 RAM-C Analysis Procedure

3.3.1 기초 데이터 수집

본 연구를 위해 군수지원업체의 창정비 수리부속 발주 이력 및 정비실적 자료에서 수집된 수리부속 품목은 총 2,700여 개의 품목이었으며, 폐기율 정보와 구성품 수의 비중에 따라 분석대상으로 선별된 대표 수리부속은 Table 3에 나열된 바와 같다.

3.3.2 기초 데이터 전처리

수집된 무기체계 데이터는 동일한 품목이라 할 지라도 관리부대나 담당자의 관리방법의 차이 및 무기체계의 호기별 운영환경 및 조건에 따라 현저히 차이가 나는 정보를 지니는 경우가 발생한다.

Table 3. RAM-C Analytical Items

품명	폐기율 (%)	단가 (원)	구성수 (개)
로프	99	133	30
밸브	100	101,754	32
패킹	99	181,056	36
마모링	99	14,925	24
개스킷	99	23,788	24
어댑터	80	24,076	20
디스크	95	99,935	28
끈,고정용	45	1,124	21
백열등	84	2,500	23
스프링A	34	32,648	256
스프링B	40	20,142	256
심	79	32,196	24
썰기A	38	5,345	26
썰기B	47	6,213	46
강구	10	447	376

이는 자료를 종합적으로 관리하는 과정에서의 발생하는 작업자의 휴면에러에 의해 유발된다고 볼 수 있다. 따라서, 양질의 자료 제공을 위해 수집된 데이터에 대한 전처리 작업이 반드시 요구된다. 전처리를 진행하는 과정에서 중복품목, 동일품목 간 상이한 정보, 폐기율, 단가, 구성 수 및 데이터 누락과 같은 오류 등이 식별되었으며, 이로 인해 연구에 사용이 제한되는 품목들은 목록에서 제외하였다. 본 연구는 군직 창정비 수리부속 PBL 사업의 총비용을 산출하기 위한 과정과 개념에 대한 정립을 지향하기에 폐기율, 단가, 구성품 수 등을 고려한 대표 수리부속 15종을 선별해 RAM-C 분석에 활용하였다.

3.3.3 기초 데이터 S/W 입력 및 분석

RAM-C 분석을 위해서는 Table 1에 정의된 다양한 기초 데이터의 정보를 활용하여 수리부속 소요량을 우선적으로 예측하고, 그에 따라 개별 부

품의 비용, 모든 품목의 평균 비용 합계 및 폐기율에 따른 안전재고를 고려한 총비용을 산출한다. 산출하는 방법으로는 기초 데이터를 계산식을 기반으로 직접 산출하는 방법과 전용 분석도구(S/W)를 활용하는 방법 등이 있다. 본 연구에서는 수리부속 평균소요량, 수리부속 안전재고량, 수리부속 총소요량에 기반한 3가지 비용항목 예측을 위해 국내 전문 업체에서 개발한 전용 분석 도구(LAMP)를 활용하였다.

분석 도구에 기초 데이터를 입력하기 위해서는 S/W import 양식 시트별 입력 항목에 정보를 입력해야 하며, 정제된 데이터상 15종의 수리부속 데이터를 바탕으로 import 양식을 작성하였다. 수집된 기초 데이터를 import 양식에 맞게 변환해 S/W에 입력하면 수리부속 소요량 산정을 바탕으로 분석하고자 하는 비용항목에 대해서 연산처리가 이루어진다.

3.3.4 수리부속 평균 총소요량 산출

RAM-C 분석의 기초가 되는 수리부속 평균소요량은 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업비용 산출을 위한 기준이 된다. 수리부속 평균소요량이 사전에 산출되어야만 목표가동률을 고려한 최적의 비용기준 총수리부속 소요량 산출이 가능하다. 수리부속 평균 총소요량(D_T) 산출식은 아래와 같이 정의할 수 있다.

$$D_T = \text{전체 장비수} \times \frac{\text{품목별 구성품수}}{\text{단위 장비수}} \times \text{품목별 폐기율} \quad (1)$$

3.3.5 수리부속 안전재고량 산출

성공적인 군직 창정비 PBL 사업수행을 위해서는 적정재고량을 예측하여 적기에 보급 조달이 이뤄져야 한다. 이러한 적정재고량을 예측하기 위해

서는 평균소요량 산출이 선행되어야 하며 소요군에서 선정된 목표가동률을 만족할 수 있는 최적의 수리부속 소요량이 판단되어야 한다. 만약 대량의 수리부속 재고 수량을 사전에 보유한다면 충분한 보급 수준을 유지할 수 있으므로 원활한 창정비가 이뤄질 수 있다. 이 경우 목표가동률은 무난히 달성할 수 있지만, PBL 사업예산은 제한적이기 때문에 현실적으로 적용하기 어려운 재고관리 방법이다. 따라서 예산범위 내 최적의 가동률을 보장할 수 있는 적정 안전재고량 산출이 요구된다. 군직 창정비 보급 PBL 사업 기간을 5년으로 가정 시, 품목별 5년간 총소요량의 평균값은 D_T 이고, 분산은 $D_T \times (1-\rho)$ 인 이항분포를 다루며 여기서 ρ 는 품목별 폐기율을 나타낸다. 이는 평균값 D_T 에 해당하는 수량만을 확보한 상태에서 평균값 이상이 요구되는 수리부속 수요 발생 시 재고 부족으로 인해 창정비 기간 중 마지막 창정비 대상 입고 시점(5년 차)에 정비지연이 발생할 확률이 50%가 될 수 있음을 의미한다. 따라서 이항분포를 통해 창정비 지연을 방지하기 위해 평균수량과 최대수량의 임의의 어느 중간값에서 기준 보급지연시간(Supply Delay Time)을 만족하는 최적의 안전재고를 탐색해야 한다. 본 연구에서 수행한 보급지연시간 결정에 따른 기대부재고량(EBO: Expected Backorder) 이분법 탐색 구간은 0일~300일 사이로 지정해 수행하였으며, 5년간 총소요량을 기준으로 추가로 수리부속 수요가 발생할 확률에 따라 보급지연시간별 수량을 탐색하였다.

$$EBO_i = \sum_{x=S_i}^{\text{최대수량}} (x - S_i) P(x) \quad (2)$$

- x : 수리부속 추가 소요 발생 수량
- S_i : 5년간 수리부속 총소요량
- P(x) : 수리부속 추가 소요 발생 확률

3.3.6 수리부속 총소요량 산출

목표가동률과 사업 계획 예산 범위 내에서 창정비 사업목표를 달성하기 위해서는 합리적인 수리부속 총소요량을 산출하여 균직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업 비용을 예측하여야 한다. 수리부속 총소요량을 산출을 위한 산식은 평균 소요량 산출과 안전재고량의 합계로 산출할 수 있다. 균직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업 기간을 5년으로 가정하였을 때 5년간 수리부속 총소요량(S_i) 산출 산식은 다음과 같이 정의할 수 있다.

$$S_i = N \times Q \times p_i + \text{안전재고} \quad (3)$$

- N : 창정비 체계 대수
- Q : 구성품수
- p_i : 품목별 폐기율

5년간 수리부속 총소요량 산출 후, 안전재고량이 고려된 연간 평균소요량 산출이 가능하며, 이는 연 단위로 소요되는 수리부속 수량을 사전에 파악해 창정비 공정 간 수리부속 소요 발생 시 적기조달을 가능하게 해준다.

$$\text{연간 평균 소요량 } (S_{yearly}) = \frac{S_i}{5\text{년}} \quad (4)$$

3.3.7 민감도 분석

본 분석단계에서는 예측한 총소요비용에 대한 해석과 분석모델의 신뢰성을 높이기 위한 민감도 분석을 진행한다. 비용 변화에 따른 가동률 추이를 그래프로 시각화함으로써, 분석 결과는 야전 운영 및 비용관리에 있어 소요군에서 제시하는 목표에 알맞은 관리체계 구축에 활용할 수 있다.

4. 연구결과

4.1 RAM-C 분석 결과

본 연구는 균직 창정비 PBL 사업 기간 5년, 한국형 자주포 136대, 연평균 보급지연 시간 50일, 150일 및 250일을 기준으로 수리부속 총소요량과 총소요비용을 산출하였다. Table 4와 5는 각기 50일 및 150 지연에 따른 총소요비용과 총소요 수리부속 수량의 변화를 정리해 나타낸다. 그 결과 요구되는 총소요 수리부속 수량에 따라 연평균 보급지연시간(일)이 결정되는 것을 확인할 수 있었고, 폐기율이 100%에 가까운 품목은 보급지연시간(일)이 변화하더라도 총소요 수리부속 수량에는 큰 영향을 미치지 않기 때문에, 총소요비용에도 큰 변동이 없는 것으로 나타났다.

Table 4. RAM-C Analysis Results(50 Days)

품명	연평균 보급지연 시간(일)	총소요 수리부속 (개)	총소요비용 (원)
로프	50	4,040	537,320
밸브	50	4,352	442,833,408
패킹	50	4,848	877,759,488
마모링	50	3,232	48,237,600
개스킷	50	3,232	76,882,816
어댑터	50	2,167	52,172,692
디스크	50	3,618	361,564,830
끈,고정용	50	2,094	1,805,144
백열등	50	2,879	6,600,000
스프링A	50	20,366	664,909,168
스프링B	50	23,318	469,671,156
십	50	2,989	96,233,844
썰기	50	2,251	12,031,595
썰기	50	4,724	29,350,212
강구	50	9,330	4,170,510

Table 5. RAM-C Analysis Results(150 Days)

품명	연평균 보급지연 시간(일)	총소요 수리부속 (개)	총소요비용 (원)
로프	150	4,040	537,320
밸브	150	4,352	442,833,408
패킹	150	4,848	877,759,488
마모링	150	3,232	48,237,600
개스킷	150	3,232	76,882,816
어댑터	150	2,167	52,172,692
디스크	150	3,618	361,564,830
끈,고정용	150	1,726	1,805,144
백열등	150	2,640	6,600,000
스프링A	150	16,995	554,852,760
스프링B	150	19,313	389,002,446
심	150	2,590	83,387,640
썰기	150	1,869	9,989,805
썰기	150	3,889	24,162,357
강구	150	8,052	3,599,244

4.2 비용해석 및 비용대비 최적의 가동률 추이 분석

본 연구는 RAM-C 분석 기법을 기반으로 비용 대비 최적의 가동률 추이 분석을 수행하였다. 분석을 통해 정부와 군 관계자는 최적의 비용으로 효과적인 가동률을 보장할 수 있는 구간을 식별하여 적정 수리부속 재고 수준을 유지하는 것은 물론 비용의 과집행 또는 과부족을 방지할 수 있다. 나아가, 정량적인 데이터 관리 체계를 구축해 운영한다면 합리적인 비용 구간의 예측이 보다 용이할 수 있다. 선정된 대표 수리부속 15종에 대해 0일부터 300일까지의 보급지연시간에 따른 산출 비용과 그에 따른 가동률 추이 변화는 Table 6과 같다. Fig. 2는 이를 그래프로 도식화해 나타낸 그림이며, 전반적으로 보급지연시간(일)이 증가함에 따라, 총소요비용과 가동률이 감소함을 알 수

Table 6. Optimal Cost Interval Analysis

연평균 보급지연시간(일)	총소요비용 (원)	가동률 (%)
300	2,758,063,962	96.92
290	2,767,702,634	96.93
280	2,777,564,918	96.95
270	2,787,619,711	96.96
260	2,797,959,490	96.97
250	2,808,528,226	96.99
240	2,819,357,058	97.00
230	2,830,508,869	97.01
220	2,841,964,561	97.02
210	2,853,743,829	97.04
200	2,865,900,181	97.05
190	2,878,481,047	97.06
180	2,891,431,580	97.08
170	2,904,889,694	97.09
160	2,918,844,577	97.10
150	2,933,522,430	97.12
140	2,950,101,925	97.13
130	2,967,590,481	97.14
120	2,985,897,507	97.15
110	3,005,211,920	97.17
100	3,025,744,813	97.18
90	3,047,574,457	97.19
80	3,070,939,313	97.21
70	3,096,160,081	97.22
60	3,123,606,050	97.23
50	3,153,754,571	97.25
40	3,187,464,044	97.26
30	3,228,715,672	97.27
20	3,279,044,489	97.28
10	3,334,554,554	97.30
0	3,936,460,896	97.31

있다. 이와 같은 현상은 수리부속 안전재고량의 보유가 충분치 않음에 따라 총소요비용이 감소하게 되고, 이는 부족재고량 발생 확률에 따라 창정비가 지연되어 필연적으로 무기체계 가동률이 감

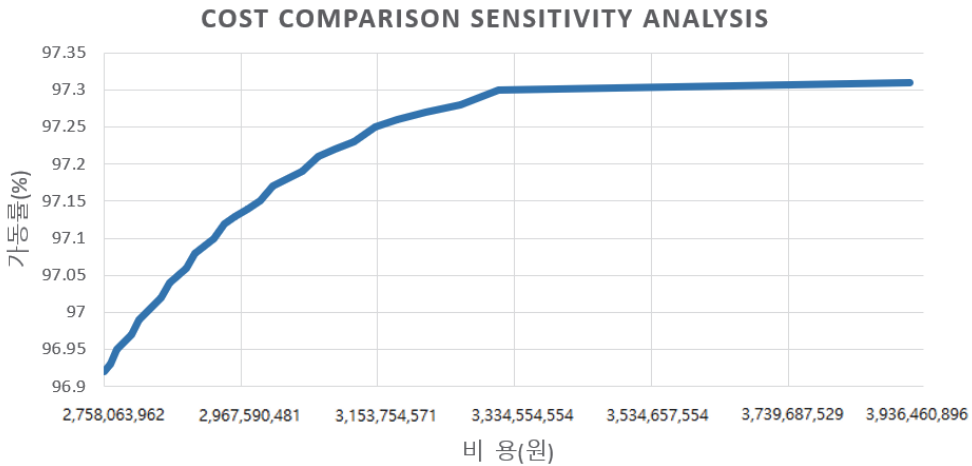


Fig. 2 Cost Comparison Sensitivity Analysis

소함을 의미한다.

가동률 추이별 비용효과 분석을 통해 C/E Curve (Cost/Efficiency Curve)의 형태 분석이 가능하며, 비용 변화에 따른 가동률 추이를 판단하여 비용 수준에 따라 기대 가동률을 예측할 수 있다. Fig. 2의 분석 결과를 보면 x-축의 가동률 구간 97.3% 부터는 비용 변화가 크더라도 가동률에는 거의 영향을 주지 않는 것을 확인할 수 있다. 그 원인으로 97.3% 이후의 구간은 보급지연을 유발하지 않을 만큼의 충분한 수리부속을 이미 보유하고 있음을 내포하며, 그 이상의 비용을 들여 추가적인 수리부속 재고량을 확보하더라도 소요군에서 기준으로 제시한 97.3% 이상의 가동률을 나타낼 수 없음을 의미한다. 따라서 해당 구간에서의 추가적인 예산 반영은 비효율적인 것으로 판단이 되며 군과 PBL 계약 업체와의 사업예산 협상 과정에서 필수적으로 고려해야 하는 지표로 볼 수 있다.

5. 시사점

창정비는 고장물과는 별개로 정해진 주기마다

계획정비를 수행하는 절차이다. 따라서 공정간 해체검사를 통해 수리부속 교체가 결정되고 그에 따른 수리부속 소요가 발생하게 된다. 소요가 발생하는 시점부터 적기조달이 적절한 시간 내 이뤄져야만 정해진 기간 내에 정비가 완료될 수 있으며, 정비가 완료된 무기체계는 야전으로 복귀하여 가동률을 유지할 수 있다. 현재 군은 요구되는 가동률을 유지하기 위해 경험 제원에 의존한 수리부속 재고를 판단하고 있으며, 이는 과부족 또는 과집행과 같은 불확실성을 유발할 수 있다. 이러한 우려를 해소하기 위해 RAM-C 분석 기법의 도입이 지속해서 요구되어왔으며, 분석 절차의 정립과 더불어 분석 시 고려해야 할 사항 및 필요한 기초 자료에 대한 제도적 정립이 필요하다. 본 연구는 이러한 이슈에 대응방안을 제시하기 위해 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업을 위한 RAM-C 방법 및 절차에 대한 개념을 실증연구를 통해 수립하였으며, 해당 분석 결과를 바탕으로 다양한 무기체계의 군직 창정비 수리부속 보급 PBL 사업수행을 위한 예산 예측이 가능할 것으로 판단한다. 또한, 기초 데이터 수집과 관련된 체계적인 관리 는사업비용 절감과 동시에 소요군에서 요구하는

가동률을 보장하는 예측기준을 제시하는 데 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다.

RAM-C 분석 기법은 무기체계의 수명주기에 연관된 다양한 사업분야에 적용이 가능하며 본 연구 개념이 확산되고 지속 연구가 이루어진다면 방산분야의 효과적인 비용관리에 기여할 것으로 예상된다.

6. 결론

최근 RAM-C 분석에 대한 지속적인 요구가 증가함과 동시에 RAM-C의 적용이 방산분야에서 필수요건으로 제시되고 있다. 이 문제에 대응하고자, 본 연구는 창정비 수리부속 보급 PBL 사업모델에 특화된 RAM-C 분석 기반의 비용예측 방안을 연구하였다. 해당 연구를 통해 수리부속의 소요예측과 그에 따른 총사업비용을 예측, 보급지연시간에 따른 최적의 비용 구간을 추적하고 가동률과의 연관성에 대한 근거자료를 제시하였다. 그 결과, 보급지연시간(일)의 선정기준에 따라 총소요비용의 변동성을 확인할 수 있었고 총소요비용의 변동폭과 가동률은 무조건적으로 비례하지 않음을 확인할 수 있었다. 즉, 적정한 수리부속 재고량을 유지하면 총소요비용은 크지 않더라도 충분한 가동률을 보장할 수 있으며, 일정수준 이상의 수리부속 재고량을 보유하는 경우, 투입한 비용대비 효과성이 떨어지는 구간이 탐색되었다. 그 결과 적정 안전재고량을 고려하지 않는다면 경제적인 가동률 보장과는 별개로 무분별한 수리부속 사재품이 발생하게 될 수 있음을 본 RAM-C 분석을 통해 확인할 수 있다. 산출한 민감도 분석 결과는 경제적인 비용대비 가동률 구간을 탐색하는 유용한 지표로 활용이 가능할 것으로 판단된다. 본 연구는 실증 사례분석을 통해 창정비 수리부속 보급

에 있어 RAM-C 분석의 절차적 쟁점들을 검토하고 향후 일반화를 위한 기반을 마련했다고 볼 수 있다. 본 연구의 결과는 향후 다양한 무기체계의 수명주기 관리와 관련된 PBL 사업 영역에서 적용이 가능할 것으로 여겨지며, 비용 효과적인 창정비 수리부속 보급 PBL 선정을 위한 가동률 추이에 대한 근거자료를 제시함으로써 의사결정권자들의 의견수렴 및 운영 방향 설정에 있어 도움이 될 것으로 기대한다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 지니고 있다. 첫 번째는 분석에 활용된 데이터의 양이다. 분석한 무기체계의 정비에는 수천 개의 수리부속 품목이 요구되지만, 기초 데이터의 부재로 인해 15개의 품목만을 대상으로 분석을 진행하였다. 이는 선정된 부품 간 단가에도 상당한 차이를 유발함과 동시에 분석결과를 왜곡시킬 수 있다. 군직 창정비 수리부속 보급 PBL을 위해서는 창정비 수행 실적에 의한 수리부속 폐기율 정보가 필수적으로 요구된다. 하지만 창정비를 수행한 이력이 없는 수리부속의 경우 폐기율 정보가 존재하지 않기 때문에 수리부속 소요예측에 대한 대체 기준을 마련해야 한다. 이는 유사품목을 기준으로 폐기율을 적용하거나, 전체 폐기율의 평균 폐기율을 적용하는 등 다양한 대안 연구가 향후 필요할 것으로 판단된다. 두 번째는 RAM-C 분석에 활용된 분석 도구이다. 분석은 상용 소프트웨어를 기반으로 수행되었는데, 더 다양한 변수들을 반영하거나 수정된 알고리즘을 채택하고자 하는 경우, 상용 소프트웨어가 아닌 별도의 오픈소스 기반의 연구용 소프트웨어 도구를 개발함으로써 분석 방법의 개선이 함께 고려되어야 한다. 세 번째는 RAM-C 분석을 위한 공식적인 업무지침의 부재이다. 현재 국내 군직 창정비 보급과 관련된 방산분야 RAM-C 분석에 대한 기준이 마련되어 있지 않기 때문에, 다양한 이해관계자들 간의 컨센서스(consensus)를 이

끌어 내기 위해서는 분석 기준 마련을 위한 추가적인 연구들이 실증연구와 병행되어야 한다. 무엇보다도 효과적인 비용절감과 무기체계의 가동률 보장을 위해서는 하나의 명확한 기준 제시가 필요하다.

사 사

본 논문은 산업통상자원부의 ‘융합기술사업화 확산형 전문인력 양성사업’의 지원을 받아 수행된 논문임.

참고문헌

- [1] 이승상, 김무영, 이명진, 서양우. “무기체계 수명주기관리를 위한 체계지원관리 발전방안 연구”, 한국방위산업학회지, 29(2), pp. 57-71, (2022).
- [2] 김성필, 박선주, 정예림, 최기일. (2014). “한국군 성과기반군수 (PBL) 최적화 모형을 통한 무기체계 총수명주기 비용분석 연구-부제: 해군 홍상어 사례분석을 중심으로”, 한국방위산업학회지, 21(4), pp. 138-163.
- [3] 훈령 제2654호(2022.5.20), 『총수명주기관리업무훈령』, 국방부, 제8조.
- [4] 방대선, 손규석, 정우균. “전투장비 창정비 수행 최적화 방향”, 국방과 기술, 413, pp. 110-117, (2013).
- [5] 정상진, 하종섭, 도희중, 김지섭. “총수명주기 관리업무 훈령 제정에 따른 RAM-C 분석 Tool을 활용한 PBL 제도 연계방안”, 한국산학기술학회 논문지, 24(2), pp. 67-73, (2023).
- [6] 김경록, 이기원, 정준, 차종한. “M&S를 활용한 RAM-C 기반 최적 정비 개념 설정 방안 연구”, 한국군사과학기술학회지, 25(5), pp. 530-538, (2022).
- [7] 정준, 이기원, 차종한, 최동현, 박경덕. “개발 단계에서 무기체계 운영유지비 예측을 위한 비교분석 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 20(2), pp. 83-94, (2019).
- [8] 선미선, 우제웅. “한국군의 수리부속 수요예측 발전방안 연구-해군 중심으로”, 국방정책연구, 25(3), pp. 201-234, (2009).
- [9] 홍인섭, 정석재. “다기준 의사결정 방법을 활용한 성과기반군수 적합성 핵심요인 연구”, 선진국방연구, 3(3), pp. 43-67, (2020).
- [10] Department of Defense, “Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Manual”, pp. 1-68, (2009).
- [11] 진아연, 이혁수. “장비유지 분야 성과기반 군수지원 제도적용을 위한 비용분석 방안”, 국방정책연구, 32(3), pp. 225-245, (2016).
- [12] Department of Defense, “Reliability, Availability, Maintainability and Cost (RAM-C) Rationale Report Outline Guidance Training Brief”, pp. 1-153, (2018).

(접수: 2023.08.29. 수정: 2023.09.10. 게재확정: 2023.09.20.)