

총수명주기관리업무 훈령 제정에 따른 RAM-C 분석 Tool을 활용한 PBL 제도 연계방안

정상진*, 하종섭, 도희종, 김지섭
LIG 넥스원

PBL system linkage plan using RAM-C analysis tool according to the total life cycle management task enactment

Sang-Jin Jung*, Jong-Seob Ha, Hee-Jong Do, Ji-Seob Kim
LIG Nex1 Co. Ltd

요약 한반도의 급격한 산업의 변화 등에 따라 능동적이고 효율적으로 대응할 수 있는 군사력의 건설을 요구하고 있다. 효율적으로 무기체계를 운용하기 위해서는 무기체계의 소요제기부터 폐기단계까지 무기체계 가동률의 최대화, 수명주기 비용의 최소화가 필요하다. 미국·영국 등 선진국은 2000년대 초기에 총수명주기체계관리(TLCSM : Total Life Cycle System Management) 제도를 적용 하였으며, 성과기반군수지원(PBL : Performance Based Logistics) 제도 실행을 의무화하여 최소한의 비용으로 무기체계 가동률을 높이는 시도를 하였다. 대한민국 국방부는 2021년 총수명주기관리업무 훈령을 제정하였고, 2022년 신뢰성기반비용관리(RAM-C : Reliability, Availability, Maintainability, Cost)업무에 대한 정책과 제도발전 및 PBL 사업 연계에 대한 내용을 추가하여 일부 개정하였다. 하지만 개정된 제도 적용에 있어 국내 RAM-C에 대한 연구가 초기 단계에 있으며, 실제 적용된 사례가 적다. 그러므로 이번 총수명주기관리업무훈령에 제정된 RAM-C 분석결과와 PBL을 연동하는 방법론에 대한 연구가 필요하다. 본 논문은 비용분석 S/W를 이용하여 RAM-C 분석을 진행하였고 도출되는 분석결과를 이용하여 PBL 연계방법에 대한 방법론과 앞으로 나아가야 할 방향을 제시한다.

Abstract There is a demand for the construction of a military force that can actively and efficiently respond to rapid industrial changes in Korea. To effectively operate a weapon system, it is necessary to maximize its utilization and minimize its life cycle cost from request for acquisition to disposal. Developed countries such as the United States and the United Kingdom applied the Total Life Cycle System Management (TLCSM) system in the early 2000s and mandated the implementation of the Performance Based Logistics (PBL) system to reduce weapon costs. In 2021, the Ministry of National Defense of the Republic of Korea enacted the Total Lifecycle Management Task Ordinance. In 2022, policies on reliability-based cost management (RAM-C: Reliability, Availability, Maintainability, Cost), business and system development, and PBL business linkage were partially revised. However, research on domestic RAM-C associated with applying the revised system is in its preliminary stage, and there are few cases of actual application. Therefore, it is necessary to determine a means of linking RAM-C analysis results and PBL established by implementing the Total Lifecycle Management Work Order. In this paper, RAM-C analysis was performed using cost analysis S/W and the PBL linkage method, and future directions are presented based on the results obtained.

Keywords : RAM, RAM-C, PBL, Total Life Cycle Cost, OPUS Suite

본 논문은 LIG NEX1 연구과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Sang-Jin Jung(LIG NEX1 co. Ltd)

email: sangjin.jung@lignex1.com

Received October 17, 2022

Revised December 22, 2022

Accepted February 3, 2023

Published February 28, 2023

1. 서론

한반도의 급격한 산업의 변화 등에 따라 능동적이고 효율적으로 대응할 수 있는 군사력의 건설을 요구하고 있다. 미국·영국 등 선진국은 효율적인 통합체계지원을 제공하기 위해 2000년대 초기에 총수명주기체계관리(TLCSM : Total Life Cycle System Management) 제도를 적용 하였다. 하지만 제도 적용간 오른쪽 Fig. 1과 같이 운영유지비용의 증가 및 군수품 성능 저하 등의 문제점이 발견되었고 이를 해소하고자 2008년과 2009년에 획득제도를 보완하였다. 무기체계 개발과정에서 지원성(Supportability)과 지속유지성(Sustainment)을 반영하여 개발초기 단계부터 통합체계지원을 고민할 수 있도록 하였다. 또한 성과기반군수지원(PBL : Performance Based Logistics) 제도 실행을 의무화하였으며, 종합군수지원계획서(ILS-P : Integrated Logistics Support Plan)를 수명 주기 지속계획서(LCSP: Life Cycle Sustainment Plan)로 전환하였다[1].

이에 따라 한국도 무기체계의 총수명주기 기간 중 가동률의 최대화, 수명주기비용의 최소화를 강조하고 있다 [2]. 국방부에서는 2021 총수명주기관리업무훈령을 제정하였으며, 2022년 신뢰성기반비용관리(RAM-C : Reliability, Availability, Maintainability, Cost)업무에 대한 정책 및 제도발전과 PBL 사업에 연계에 대한 내용을 추가하여 일부 개정하였다[3].

이러한 배경에 따라 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다. 2018년 이계승 등은 전기기관차에 대해 신뢰도기반의 총수명주기비용을 계산하여 해당 시스템의 신뢰도 향상 방법을 제시하였으며, 홍인섭 등은 PBL 사업의 적용에 따른 예산절감 효과를 제시하였다[4,5]. 그 뿐 아니라 송기훈, 김상부, 김한솔 등은 RAM-C 분석 관련된 데이터 및 S/W에 대한 연구도 꾸준히 진행 하고 있다 [6-9].

하지만 국내 RAM-C에 대한 연구가 초기 단계에 있으며, 실제 적용된 사례가 적다. 또한 이번 총수명주기관리업무훈령에서 제정된 내용에서 RAM-C 기반의 PBL의 적용을 요구하고 있으며, 각각의 연구는 진행이 되고 있으나 RAM-C 분석결과를 활용한 PBL사업 진행에 대한 연구가 부족한 실적이다. 이 논문은 비용분석 S/W를 이용하여 RAM-C 분석을 진행하였으며, 분석결과를 통하여 PBL 연계방법에 대한 방법론과 앞으로 나아가야 할 방향을 제시한다.

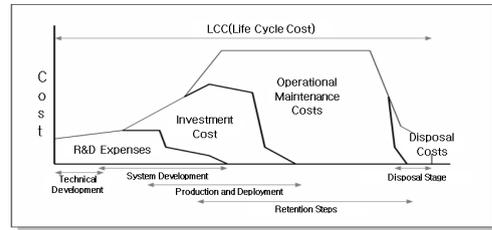


Fig. 1. Life Cycle Cost Overview

2. RAM-C 및 PBL 제도의 개념

2.1 RAM-C 개념

RAM-C 개념은 RAM과 수명주기비용 목표값을 실현할 수 있는 최적의 범위를 설정하여 수명주기 전 과정에서 지속적으로 목표 달성 여부를 확인하고 관리하는 활동이다. 또한 소요기획 단계부터 수명주기에 걸쳐 비용절감에 RAM을 연계하여 추적 관리함으로써 RAM을 수명주기비용 절감의 주요수단으로 활용하는 것이다. RAM과 수명주기비용 목표 설정 시 신뢰도/정비도 설계 내용뿐만 아니라 정비방안 최적화, 지원장비 표준화/통합 등 통합체계지원(IPS : Integrated Product Support)에 의한 영향을 종합 고려하게 되므로 지원성 최적화 개념도 포함한다.

2.2 PBL 제도 개념

PBL 제도의 개념은 주요 군수품의 안정적인 가동률 보장을 위해 군수지원업체와 장기계약을 체결하여 수요군은 목표가동률, 수리부속 조달기간 등 성과지표와 그에 따른 성과목표를 제시하고 계약업체는 군수지원요소의 일부 또는 전부를 제공하여 그 수행성과에 따라 대가를 차등 지급하는 제도를 말한다. PBL은 넓은 의미로는 포괄적인 업무범위에 대해 장기계약을 체결하고 민, 군 협의 하에 성과측정지표와 목표를 설정하는 군수분야의 민, 군 협력을 의미하여, 좁은 의미로는 계약업체에 의한 군수지원, 장기계약, 성과측정 및 평가의 합이라 특정 지을 수 있다[10].

미국의 경우 PBL은 장기계약을 통해 명확한 책임을 기업에게 위임하여 기업으로 하여금 좋은 장비를 만들게 하는 유인책에 일환이며, 이를 통해 가용도를 최대화 하고 수명주기비용을 절감하는데 목적이 있다[11].

영국은 PBL 제도를 무기체계의 성과목표 및 준비태세를 최적화하기 위한 제도로 여겼으며, 문제가 발생하는

Table 1. Classification by PBL type

classification	Supply Chain Management	performance measured	Supply of repair parts	maintenance manpower
Military service support system	military service	X	military service	military service
Contractor Supply Role Level	civilian	O	civilian (dissemination role)	Limited level of private maintenance
Supply Chain Management and Technical Support PBL	civilian	O	civilian (with spare repair parts)	Civilian maintenance capability for field battles and windows for some component units
System-level PBL	civilian	O	civilian(requires systems engineering, training system)	Most field/window maintenance provided to civilians

품목에 대하여 모든 과정에서 가시성을 제공함으로써 군사적 자산을 유용하게 관리하는 것을 목적으로 두고 있다 [12].

2.3 PBL 제도 범위

PBL은 적용대상물에 따라 수준(민, 군)을 다르게 적용할 수 있다. 적용 대상은 수리부속 조달, 보급, 정비 및 기술지원 등을 기능별로 적용할 수 있으며 완성장비, 시스템, 구성품 수리부속 등으로 대상을 구변하여 적용할 수 있다. PBL 사업의 유형은 크게 4가지로 분류할 수 있으며, 아래의 Fig. 2에 나타난 것처럼 군직지원체계, 계약자 공급역할 수준, 공급망 관리 및 기술지원 PBL 및 체계수준의 PBL로 분류된다.

PBL 유형별 분류는 아래의 Table 1에서 보이는 바와 같은 특성을 가진다. 군직지원체계란 소요군이

성과측정 없이 물품의 거래를 중심으로 직접 공급망을 관리하고, 물품의 형상을 관리하는 형태로 소요군이 부대, 야전, 창급 유지보수와 정비인력의훈련을 직접 수행하는 형태이다.

계약자 공급 역할 수준이란 계약업체는 공급망 관리와 성과 측정과 연관된 보급역할에 대한 책임을 지며, 제한된 수준의 형상관리를 수행한다. 또한 계약에 따라 소요군이 보유한 예비용 수리부속을 계약업체가 관리하는 민간과 정부간의 파트너십 형태를 말한다.

공급망 관리 및 기술지원 PBL의 경우 소요군은 계약업체의 공급망 관리의 효율성에 대한 성과측정을 중심으로 장기성과계약을 체결하는 형태이다. 계약업체는 성과달성을 위해 자신들이 직접 예비용 수리부속을 보유하고 직접 형상관리를 하며, 공급자는 일부 구성품 단위에 대해 야전, 창급 정비능력을 보유하는 파트너십 형태를 말한다.

마지막으로 체계수준의 PBL의 경우 소요군은 대부분

장비를 운용만 하고 계약업체가 모든 또는 대부분의 책임을 부담하는 형태로 무기체계 수준의 성과측정이 가능한 장기성과계약이다. 업체는 형상통제, 예비용 수리부속품과 체계공학, 훈련체계를 소요하며 야전/창급 유지보수를 제공하는 업체와 정부간의 파트너십을 말한다.



Fig. 2. Spectrum of performance based logistics

3. RAM-C분석과 PBL 제도 연계방안

3.1 RAM-C 분석

해당 무기체계는 전/평시 24시간 대공표적에 대한 감시와 조기경보를 수행하는 체계이며, 탐지된 표적정보를 다른 체계와 전송하여 작전 지원을 수행한다. 또한 감시정찰체계, 전장관리체계 및 유도무기체계와 연동되어 수집된 표적정보를 공유하는 기능을 보유하고 있다.

RAM-C 분석도구는 전산 모듈인 OPUS Suite를 사용하였으며, OPUS Suite는 OPUS 10, SIMLOX, CATLOC으로 구성된다. RAM-C 분석 데이터는 계발 RAM 자료를 이용하였으며, 간략하게 위의 Table 2에 나타나 있다. 크게 운영정보, 지원 정보(정비 및 보급) 및 비용정보로 구성하였다. 관련 정보를 통하여 품목정보, 구조정보, 정비정보 등을 입력하였고, 시스템 모델은 왼쪽의 Fig. 3과 같이 총 17개의 운영부대, 3개의 야전 정비부대, 1개의 창 정비 부대를 가진다.

Table 2. RAM-C Analysis input data

classification	input	source
Operational information	Total operating period of the weapon system	System development data, RAM analysis report, OMS/MP, etc.
	number of main equipment placements	
	Target operating availability	
	mission type	
	Equipment operation personnel	
Support information (maintenance and dissemination)	maintenance support unit	
	plan maintenance	
	failure rate	
	maintenance phase	
	Transportation time between maintenance phases	
	Delivery time after reordering the item	
cost information	unplanned maintenance	
	Ratio of price increase when reordering repair parts	
	Unit price by item	
	maintenance worker labor costs	
	wage growth rate	
	material storage cost	
transportation cost		
cost of PBL		

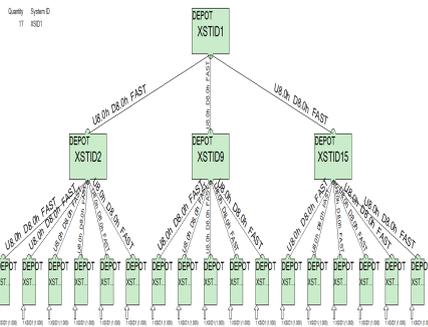


Fig. 3. Model view

OPUS Suite에서 비용분석을 진행하면 대표적으로 앞쪽 Fig. 4과 같이 C/E 곡선을 얻을 수 있다. 기본적으로 Fig. (a)의 x축은 수명주기비용에 해당하고, y축은 가용도에 해당한다. Fig. (b)의 경우 x축은 동일하게 수명주기비용에 해당하며, y축은 평균 대기시간에 해당한다.

C/E 곡선위의 한 점을 선택하면 관련하여 자세한 내용을 확인할 수 있으며, 해당 무기체계의 목표 운용가용도를 상회하는 운용가용도인 93.8% 지점을 선택하여 분석하였다.

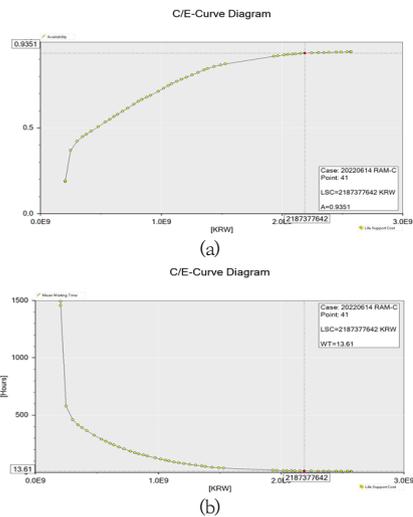


Fig. 4. C/E-Curve diagram
 (a) Availability/Cost-Curve diagram
 (b) Mean Waiting Time/Cost-Curve diagram

3.2 PBL 제도 연계방안

총수명주기관리업무 훈령의 개정이유 및 주요내용에 포함되어 있듯이 RAM-C 분석 기반의 PBL 계약을 요구하고 있다. 관련하여 3가지 연계방안을 제시한다.

첫째, 비용분석결과를 활용하는 것이다. 비용분석결과는 아래의 Fig. 5와 같이 분석되며, PBL 사업예산으로 활용이 가능하다. 하지만 OPUS Suite 자체가 한국형 PBL 제도를 모두 반영하고 있지 않기 때문에 협의 과정이 필요하다.

둘째, PBL 사업의 성과지표로 이용할 수 있다. 성과지표는 PBL 사업 분류마다 다르며, 오른쪽 Table 3처럼 각 PBL 사업 분류에 따른 성과지표를 RAM-C 분석결과에서 추출하여 사용할 수 있다.

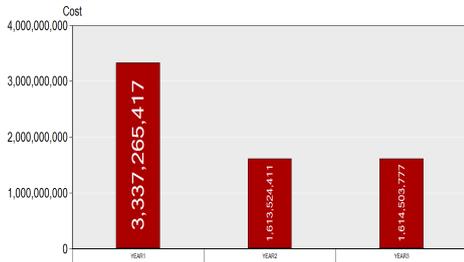


Fig. 5. Life cycle cost

Table 3. Utilization of RAM-C results according to PBL type

classification	performance measured	RAM-C analysis result
Military service support system	X	military service
Contractor Supply Role Level	O	Awaiting Items
Supply Chain Management and Technical Support PBL	O	Awaiting Items + Active PM, Active Repair (a part)
System-level PBL	O	Awaiting Items + Active PM, Active Repair or Availability

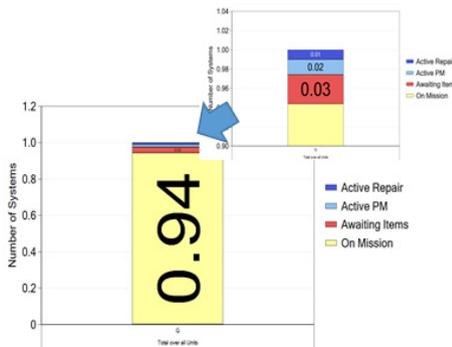


Fig. 6. System States

RAM-C 분석결과는 오른쪽 Fig. 6에 나타난 것과 같으며, 간략하게 설명하면 운송시간, 주문대기시간 등을 포함한 Awaiting Item, 실제 고장정비에 소요되는 시간을 나타내는 Active Repair, 예방정비에 소요되는 시간을 나타낸 Active PM(Preventive Maintenance) 그리고 운용중인 상태에 해당되는 시간을 나타내는 On Mission으로 구성된다.

PBL 사업 분류에 따라 성과지표는 계약자 공급역할 수준에서는 민간에서 보급역할을 함으로 Awaiting item 시간, 공급망 관리 및 기술지원 PBL에서는 예비용 수리부속 보유 품목에 대한 정비 및 보급역할을 수행함에 따라 Awaiting item 시간에 해당품목에 대한 Active PM, Active Repair의 합산을 사용할 수 있다.

마지막으로 체계 수준의 PBL 사업에서는 대부분의 유지보수를 민간에서 제공하기 때문에 앞서 언급한 3가지 시간의 합산 또는 운용가용도 자체를 성과지표로 가져갈 수 있다.

셋째, 무기체계의 목표 운용가용도를 만족하기 위한 초기 수리부속을 계산하여 준다. 이는 PBL 사업간 성과지표를 안전하게 만족하기 위한 수리부속을 산정해주는 것이다.

4. 결론

본 연구에서는 실제 무기체계에 대하여 Systecon사의 OPUS Suite 소프트웨어를 이용하여 RAM-C 분석을 진행하였다. 무기체계의 운용정보, 지원 정보(정비 및 보급), 비용정보를 바탕으로 C-E 곡선과 총 수명 유지비용 등을 계산하였다. 분석 결과를 통하여 PBL 사업에 연계하는 방안을 제시하였으며, 결과를 요약하면 다음과 같다. 첫째, 비용분석을 통하여 얻어진 총수명주기비용(Life cycle cost)은 PBL 사업 예산으로 적용 및 활용이 가능하다. 둘째, 산출된 결과는 운용중 상태와 주문대기 시간, 예방정비시간, 고장정비시간을 포함하며, 이를 활용하여 PBL에 적용할 수 있는 성과지표를 제시할 수 있다. 셋째, 앞서 제시한 성과지표 중 목표 운용가용도를 만족할 수 있도록 초기 수리부속을 예측하여, 안정적으로 PBL 제도를 적용할 수 있도록 해준다. 현재는 제도 도입 초기 시점이며, 사례가 많지 않으므로 추후 RAM-C분석의 고도화가 필요하다. 또한 기초 데이터의 정확성을 높이기 위한 실측데이터 수집방안을 구하는 등 후속연구가 필요하다.

References

- [1] Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Manual, Department of Defense, USA, 2009.
- [2] H. J. Ju, and J. C. Lee, "A study on the application of PIDO technique for the maintenance policy optimization considering the performance-based logistics support system," J. of the Korea Academia-Ind. Cooperation Soc., vol. 15, no. 2, pp. 632-637, Feb. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.2.632>
- [3] Regulation of Total lifecycle management, Ministry of National Defense, Korea, 2021.
- [4] K. S. Lee, W. I. Kim, Y. W. Chang and J. M. Kim, "Life Cycle Cost Analysis of Auxiliary Power Unit Developments for 8200 Series Electric Locomotive Based on Reliability," The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers, Vol.67, No. 11, pp. 1523~1529, Nov. 2018.
DOI: <http://doi.org/10.5370/KIEE.2018.67.11.1523>
- [5] I. S. Hong and S. J. Jeong, "A study on the key factors of suitability for performance-based logistics using a multi-criteria decision-making method," Journal of Advances in Military Studies, Vol. 3. No. 3, pp. 43-67, Dec. 2020.
DOI: <http://doi.org/10.37944/jams.v3i3.76>
- [6] K. H. Song, Y. M. Park, S. K. Hong, S. S. Min, and J. W. You, and C. H. Choi, "A study on establishing OMS/MP and target RAM values of SONAR using field data of similarity equipment," J. of the Korean Inst. of Mil. Sci. and Tech., vol. 18, no. 1, pp. 22-30, Feb. 2015.
DOI: <https://doi.org/10.9766/KIMST.2015.18.1.022>
- [7] S. B. Kim, W. J. Park, J. W. You, J. K. Lee, and H. Y. Yong, "Reliability prediction based reliability growth management: case study of surveillance system," J. of Korean Soc. Qual. Manag., vol. 47, no.1, pp. 187-198, Mar. 2019.
DOI: <https://doi.org/10.7469/IKSQM.2019.47.1.187>
- [8] H. S. Kim and J. W. Hur, "Verification of the RAM-C Analysis Tool Using the OPUS Suite," Journal of Applied Reliability, Vol. 20, No. 1. pp.9-18, Mar. 2020.
DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2020.3.20.1.9>
- [9] S. J. Jung, J. S. Bong, I. H. Baek and J. W. Hur, "A Study on the System Impact Analysis of Frequent Failure Items of Trainer Plane," Journal of Applied Reliability, Vol. 21, No. 1. pp.5-11, Mar. 2021.
DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2021.3.21.1.5>
- [10] Performance Based Logistics (PBL) Guidebook, Department of Defense, USA, 2016.
- [11] Performance Based Logistics: A Program Manager's Product Support Guide, Department of Defense, USA, 2005.

- [12] Defence industry Comprehensive sectoral analysis of emerging competences and economic activities in the European Union, Eurostrategies Sprl, Europe, 2008.

정 상 진(Snag-Jin Jung)

[정회원]



- 2019년 2월 : 금오공과대학교 기계 시스템 공학과
- 2021년 2월 : 금오공과대학교 기계 공학과 (공학석사)
- 2021년 5월 ~ 현재 : LIG 넥스원 IPS 연구소 연구원

<관심분야>

RAM-C, PHM, 빅데이터, FEM 해석, 진동

하 중 섭(Jong-Seob Ha)

[정회원]



- 2008년 2월 : 동아대학교 전자공학과 (전자공학사)
- 2010년 1월 : LIG넥스원 연구원
- 2014년 1월 ~ 현재 : LIG넥스원 IPS 연구소 선임연구원

<관심분야>

IPS, RAM-C, 산업공학, 전자공학

도 희 중(Hee-Jong DO)

[정회원]



- 2014년 2월 : 한국해양대학교 기계공학과
- 2014년 3월 : LIG넥스원 연구원
- 2016년 3월 ~ 현재 : LIG넥스원 IPS 연구소 선임연구원

<관심분야>

IPS, RAM-C

김 지 섭(Ji-Seob Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 경북대학교 전자공학
학과
- 2015년 8월 : LIG넥스원 연구원
- 2017년 8월 ~ 현재 : LIG넥스원
IPS 연구소 선임연구원

〈관심분야〉

IPS, RAM-C