

무기체계 수명주기비용 최적화를 위한 RAM-C 분석방안 연구

정아미*, 김현진, 김휘진, 박석봉
한화시스템 IPS팀

A Study on the RAM-C Analysis for Optimization of Life Cycle Cost of Weapon System

A Mi Jung*, Hyun-Jin Kim, Hui Jin Kim, Seok Bong Park
IPS Team, Hanwha Systems

요약 무기체계 첨단화 및 복합화에 따라 전체 수명주기비용이 증가되면서 장비 획득 및 운영유지 비용을 효율적으로 관리하기 위한 총 수명주기비용 관리가 중요시되고 있다. 수명주기비용의 60% 이상을 차지하는 운영유지비 대부분은 운용 동안 고장으로 인한 정비비, 수리 부족비, 수송비 등 군수지원비용이다. 이러한 군수지원비용을 줄이기 위해 무기체계 획득단계에서 RAM 설계 활동을 통해 신뢰도와 정비도 향상이 필요하다. 본 논문에서는 OO 체계 획득단계에서 RAM 설계 활동 중 이중화 구조 설계 사항이 수명주기비용에 미치는 영향을 분석하고, RAM-C 절충분석을 통해 최적의 운용가능도와 비용을 산출하였다. 본 연구 결과는 무기체계 RAM-C 업무수행 간 개선사항을 도출하고 국내 RAM-C 업무 기준 및 구체적인 절차 수립의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다.

Abstract The management of total life cycle costs, which ensures efficient equipment acquisition and accounts for operation maintenance costs, is becoming even more important due to cost increases driven by the complexities of modern weapon systems. Most operational maintenance costs, which account for more than 60% of life cycle costs, are incurred by logistical support items such as maintenance, repair, and transportation costs caused by equipment failures. RAM design activities are required at the weapon acquisition stage to reduce these costs and improve reliability and maintainability. In this paper, the effect of redundancy on costs was analyzed, and optimal Availability and life cycle costs were calculated by RAM-C trade-off analysis. The results of this study provide basic data for establishing domestic RAM-C standards and procedures.

Keywords : RAM-C, Life Cycle Cost, Ao, LCSP, FMECA

1. 서론

최근 우리군은 획득과 운영유지 정책의 분리로 인한 운영유지비 증가사항을 식별하고 이를 개선하고자 주요 무기체계/전력화지원체계의 수명주기관점에서 연계성 있는 업무를 수행하기 위해 국방 훈령을 제·개정하였다. 2021년 국방전력발전업무 훈령 개정, 총 수명주기관리 업무 훈령 및 획득단계 수명주기관리 규정 제정을 통해 총

수명주기관점의 관리를 추진하고 있으며 국방 RAM-C 관련 업무 지침 및 가이드 작성을 준비하고 있다.

RAM-C는 RAM(Reliability, Availability, Maintainability, 이하 RAM)과 수명주기비용(Life Cycle Cost, 이하 LCC) 목표값을 실현 가능한 범위 내에서 최적으로 설정하는 활동이다[1].

수명주기비용의 60% 이상을 차지하는 운영유지비 대부분은 운용 동안 고장으로 인한 정비비, 수리 부족비,

*Corresponding Author : A Mi Jung(Hanwha Systems)

email: ami.jung@hanwha.com

Received June 8, 2022

Accepted September 2, 2022

Revised July 14, 2022

Published September 30, 2022

수송비 등 군수지원비용이다. 이러한 군수지원비용을 줄이기 위해 무기체계 획득단계에서 RAM 설계활동을 통해 신뢰도와 정비도 향상이 필요하다.

국방 관련 기관에서도 RAM-C가 수명주기비용 절감의 주요 수단이 될 수 있다고 판단하여 RAM-C 관련 업무 기준 및 절차를 수립 중에 있으며 업계에서 RAM-C 관련 연구가 활발하게 진행되고 있다.

김경록 등은 무기체계 운영유지비 산출을 통한 RAM-C 성장관리를 위해 운영유지비 산출 및 RAM-C 성장관리 방법을 제시 하였다[2].

김한솔 등은 마코프 프로세스를 기반으로한 RAM-C 분석 소프트웨어인 MPS에 대해 OPUS Suite를 이용하여 헬기의 통신/식별 장비를 대상으로 타당성을 검증 하였다[3].

최청호 등은 무인 항공기의 설계사용 수명에 대하여 운용자료를 모사하여 그 적용기법을 RAM-C 기반으로 제시 하였다[4].

권면재 등은 연구개발 단계에서 수명주기비용 Modeling & Simulation 도구인 OPUS10/CATLOC 소프트웨어를 활용하여 OO 체계의 수명주기 비용 산출방안을 연구 하였다[5].

하지만 앞서 언급한 연구들은 운영유지비용 산출방법이나 RAM-C 성장관리 방법에 주로 초점을 맞춰 연구하여 실제 RAM 설계 활동이 수명주기비용에 어떤 영향을 미치는지, RAM-C 분석을 어떤 절차로 수행해야 하는지를 국내 연구를 통해 확인하기 어려운 한계가 있다.

미군은 2007년 Operating and Support Cost-Estimating Guide, 2009년 RAM-C Rationale Report Manual을 발간하여 RAM-C를 시행하였고, 2011년 종합군수지원계획서(ILS-P)를 수명주기관리계획서(LCSP)로 전환하여 적극적인 수명주기비용 절감을 위한 활동을 수행하고 있다.

본 논문에서는 첫째, 미 국방성(DoD) RAM-C Rationale Report Outline Guidance(2017) 업무절차 [6]를 바탕으로 국내 환경에 맞게 사례분석을 수행하여 획득단계의 RAM 설계 활동과 수명주기 비용간의 영향성을 확인해보고자 한다.

둘째 RAM-C 업무절차 중 핵심절차라고 할 수 있는 ‘절충분석’ 수행을 위한 기준(기술)을 제시하고자 한다.

셋째, RAM-C 업무절차를 구체화하고 실 환경에서 개선 해야할 사항을 도출하여 국내 업무절차 수립에 도움이 되고자 한다.

2. 본론

2.1 연구절차 개념도

본 연구에서는 아래 Fig. 1과 같이 군수 관리 정책의 변화에 발맞추어 선제적으로 해외 선진 RAM-C 관련 Guidance를 분석하고 국내 OO 체계 사례를 적용하여 RAM 설계 활동과 수명주기 비용 간의 영향성, RAM-C 업무 절차를 확인하였다.

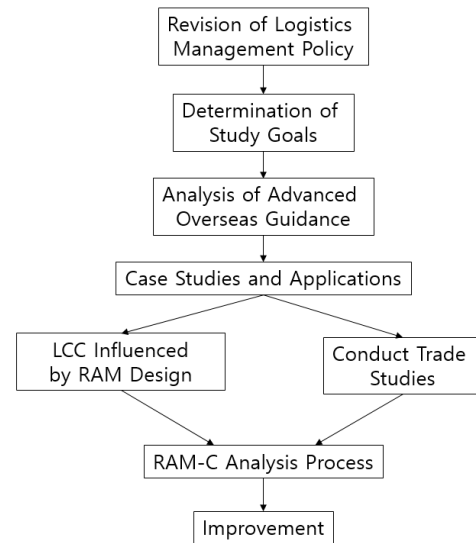


Fig. 1. A Schematic Diagram of Major Research Procedure

2.2 RAM과 Cost 관계

기존 RAM 업무는 무기체계가 신뢰도(R), 가용도(A), 정비도(M)가 우수한 제품을 제작하여 품질이 우수한 제품을 제공하는 것을 목적으로 두었다[7].

하지만 최대 신뢰도, 가용도, 정비도를 목표로 무기체계를 설계하다 보면 자칫 총 수명주기비용 관점에서 긍정적인 효과를 낼 수 없기 때문에 RAM-C 업무를 통해 비용합리성을 고려하여야 한다.

수명주기비용(LCC)은 아래 Eq. (1)과 같이 크게 획득비(연구개발비+양산/배치비)와 운영유지비로 구성된다.

$$\Delta C_{ACQ} + \Delta C_{OM} = \Delta C_{LCC} \quad (1)$$

아래 Fig. 2과 같이 신뢰도(Mean Time Between Failure, MTBF) 향상은 획득비를 증가(ΔC_{ACQ} is Positive)

시키지만, 운영유지비를 감소(ΔC_{OM} is negative) 시켜, 총 수명주기비용을 감소(ΔC_{LCC} is negative) 시킨다. RAM-C 활동의 궁극적인 목표는 RAM 설계 활동을 통해 수명주기비용 최적화(Optimum TLCC) 지점을 찾는 것이라고 할 수 있다[8].

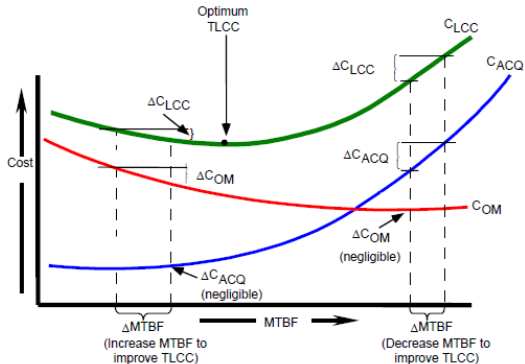


Fig. 2. Theoretical LCC Relationships[8]

Table 1은 획득단계에서 할 수 있는 RAM 설계 활동 종류와 그 활동이 RAM과 수명주기비용에 미치는 영향에 대해 검토한 결과이다. 획득단계에서 이중화 구조 설계, 고품질 부품적용, Derating 반영 활동은 획득비를 증가시키지만, 장비의 신뢰성이 향상되므로 운영유지비를 절감할 수 있다. 마찬가지로 모듈화, BIT 설계 활동은 획득비를 증가시키지만 정비성 향상에 따라 운영유지비를 절감할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 OO 체계 개발사례를 기준으로 RAM-C 분석 활동을 수행하여 RAM 목표값을 만족시키면서 수명주기비용이 최적화 되는 지점을 찾고, 절충분석을 통해 RAM-C 목표치의 최적 대안을 제시하여 검토하고자 한다.

Table 1. LCC Influenced by RAM Design[9]

RAM Design		RAM	Cost
Redundancy	applied	R ↑	ACQ ↑, OM ↓
	not applied	R ↓	ACQ ↓, OM ↑
Part Quality	MIL Spec	R ↑	ACQ ↑, OM ↓
	Commercial	R ↓	ACQ ↓, OM ↑
Derating	applied	R ↑	ACQ ↑, OM ↓
	not applied	R ↓	ACQ ↓, OM ↑
Modularization	applied	M ↑	ACQ ↑, OM ↓
	not applied	M ↓	ACQ ↓, OM ↑
BIT	applied	M ↑	ACQ ↑, OM ↓
	not applied	M ↓	ACQ ↓, OM ↑

2.3 OO 체계 RAM-C 분석

현재 국내 RAM-C 업무 지침 및 가이드가 발간되기 전이므로 본 논문에서는 미 국방성(DoD) RAM-C Rationale Report Outline Guidance (2017)을 기준 [6]으로 선정하며, 업무절차는 Fig. 3와 같이 6단계로 수행 한다[10].

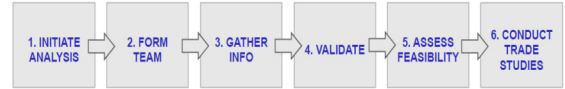


Fig. 3. RAM-C Analysis steps[10]

2.3.1 Initiate Analysis(분석 착수)

이 단계는 RAM-C 분석방법/절차/양식 입수 및 내용을 파악하는 단계이다. Fig. 3의 RAM-C 분석 절차를 수행하는 과정에서 국내 무기체계 개발환경과 차이는 부분은 테일러링하여 적용하였고 이를 통해 국내에 적용할 수 있는 절차 및 개선방안에 대해서도 검토해 보았다.

2.3.2 Form Team(팀구성)

RAM-C 분석업무를 수행하기 위해서는 R&M Engineer, IPS 전문가, 비용분석 담당 등으로 팀을 구성 해야하며, 필요 시 운용분석 전문가, 데이터 분석가, 통계처리 전문가 등을 팀 구성에 포함하여 수행할 수 있다[10]. 팀 구성 결과는 Table 2와 같이 RAM-C 보고서에 작성 한다.

Table 2. RAM-C Preparers and Organizations (example) [10]

Function	Preparer	Organization
R&M Engineer	Name	Organization Name
Product Support Specialist	Name	Organization Name
Cost Analyst	Name	Organization Name

2.3.3 Gather Info(자료 수집)

OMS/MP, ORD 등의 자료를 통해 RAM-C 목표값을 확인하고 Table 3과 같이 작성한다[10]. 본 논문에서는 제도, 절차, 비용관련 자원들을 기보유하고 있는 미국환경 대비 현재 시점에 국내 환경에서 O&S Cost 목표값이 나오기 힘들다고 판단하여 O&S Cost 목표값은 별도로 설정하지 않고 RAM 목표값을 만족하는 최소비용을 추정해보았다. OO 체계는 배치된 이후 30년간 운용되므로, 수명주기는 30년으로 설정한다.

Table 3. OO System RAM-C Threshold

Parameter		Threshold	Units
KPP	Ao	80	%
KSA	MTBF	300	Hours
APA	MTTR	4	Hours
KSA	O&S Cost	-	KRW

2.3.4 Validate(타당성 확인)

유사장비 비교법을 통해 OMS/MP, ORD 등에서 제시된 RAM-C 목표값이 타당한지 확인하고 목표값을 확정하는 단계이다. OO 체계의 유사장비인 XX 체계의 운용개념, 운용환경, 구성품 수 등을 바탕으로 RAM 예측값을 비교하여 제시된 목표값 달성가능 여부를 확인하고 관련회의를 통해 최종 확정한다. 본 연구에서는 유사장비 비교결과 타당성이 인정된다고 가정하였다.

2.3.5 Assess Feasibility(실행가능성 확인)

RAM-C 분석을 통해 확정된 목표값을 충족하는지 확인하는 단계이다. 본 논문에서는 OO 체계의 수명지원비용(Life Support Cost, LSC) 산출을 위해 OPUS 10 소프트웨어를 사용하였으며, 그 결과는 Fig. 4과 같다. 그래프의 가로축은 수명지원비용을 나타내며, 세로축은 해당 비용을 투입하였을 때 달성할 수 있는 체계의 운용가용도(Ao)를 나타낸다. 목표가용도 80%를 만족하는 최소 수명지원비용은 650억원으로 산출되었다.

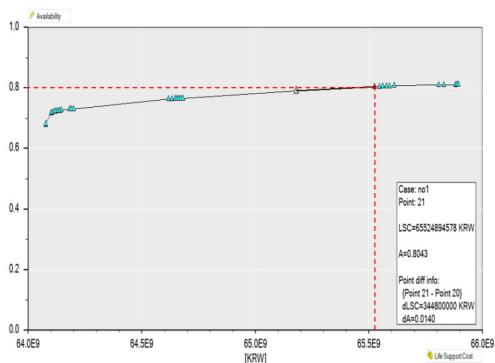


Fig. 4. OO System LSC Result

OO 체계 신뢰도/정비도 예측결과와 Table 4와 같으며 이를 목표값과 비교한 결과 모든 기준이 충족함을 확인하였다. 이로써 OO 체계의 실행가능성(feasibility)을 확인 완료하였다.

Table 4. OO System RAM-C Feasibility

Parameter		Threshold Value	Predicted Value
KPP	Ao	80	80.4
KSA	MTBF	300	340
APA	MTTR	4	4
KSA	O&S Cost	-	65,524,894,578

2.3.6 Conduct Trade Studies(절충분석 실행)

2.3.6.1 1차 절충분석

이 단계는 각 RAM-C 지표간 절충분석을 통해 RAM-C 목표치의 최적 대안을 결정하는 단계로 RAM-C 업무절차 중 핵심단계라고 볼 수 있다.

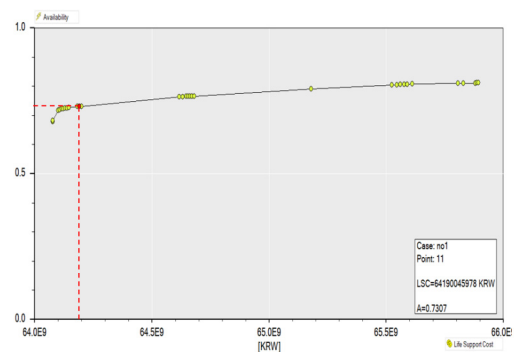


Fig. 5. Tradeoff 1 : Cost-Effectiveness Graph(no1)

1차 절충분석에서는 OO 체계의 가용도와 수명지원비용간의 최적 대안을 선택하였다.

OO 체계의 최적 수명지원비용은 Fig. 5의 비용-효과도 그래프가 완만하기 시작하는 지점으로 가용도(Ao) 73.07%, 수명지원비용 640억원이다.

OO 체계의 최적 수명지원비용 대 운용가용도(Ao)는 목표값 80%를 만족하지 못하므로, 좀 더 효율적인 수명지원비용 대 가용도가 있는지 검토해보기 위해 2차 절충분석을 수행하였다.

2.3.6.2 2차 절충분석

2차 절충분석에서는 OO 체계의 고장유형, 영향 및 치명도 분석(Failure Mode Effectiveness and Criticality Analysis, 이하 FMECA)[11]을 통해 선정된 중점관리대상품목의 설계대안으로 이중화 구조 설계를 적용하여 신뢰도 향상에 따른 수명주기비용간의 관계를 확인하고 최적 대안을 선택하였다.

2.3.6.2.1 중점관리대상품목 선정

OO 체계 FMECA Matrix는 Fig. 6과 같으며 위험도 부호(Risk Priority Number, 이하 RPN)가 높고(1 또는 2) 치명도가 높은(A~D Unit의 치명도 평균값(605,416) 이상의 치명도를 갖는 품목) 품목을 중점관리 대상품목으로 선정하여 설계대안을 적용한다.

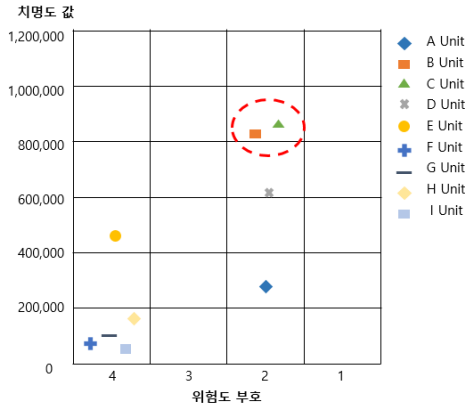


Fig. 6. OO System FMECA Matrix

Table 5 와 같이 설계대안 적용 품목으로 선정된 B, C Unit에 대해 이중화 구조 설계를 반영하여 신뢰도 향상에 따른 수명주기 비용간의 관계를 확인한 후 최적 대안을 선택한다.

Table 5. OO System FMECA

Item	Criticality(RPN)				Result
	1	2	3	4	
A Unit		278,356			X
B Unit		818,438			O
C Unit		866,917			O
D Unit		601,141			X
E Unit				462,227	X
F Unit				63,869	X
G Unit				69,784	X
H Unit				188,599	X
I Unit				62,866	X

2.3.6.2.2 RAM 설계반영 활동

OO 체계 설계대안 적용 품목 B, C Unit의 이중화 구조 설계결과는 아래 Fig. 7 RBD(Reliability Block Diagram)와 같다. 이중화 구성품(B, C) 고장시 대기 구

성품으로 스위칭하여 시스템 작동 지속(Standby Redundancy[12])으로 즉각 수리 하지 않는다고 전제한다.

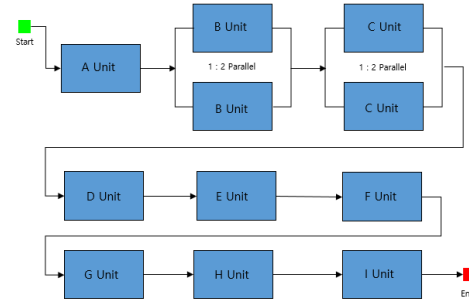


Fig. 7. OO System RBD(no2)

2.3.6.2.3 2차 절충분석 결과

1차, 2차 절충분석을 수행한 결과에 대한 비용대효과도 곡선은 Fig. 8과 같으며, 목표 가용도($A_o=80\%$)를 기준으로 기존 OO 체계(no1)와 이중화 구조 설계를 반영한 OO 체계(no2)의 수명지원비용을 확인할 수 있다.

동일한 가용도($A_o=80\%$) 일 때 기존 OO 체계(no1)의 수명지원비용은 650억원, 이중화 반영 체계(no2)의 수명지원비용은 590억원으로 이중화 설계반영을 할 때 수명지원비용 60억원이 더 절감되는 것을 확인할 수 있다.

총 수명주기비용 비교를 위해 아래 Table 6과 같이 수명주기비용(LCC) 비교표를 작성하였다. 이때 획득비는 단순 재료비만 입력하였고, 운용비(Life Operation Cost, LOC)와 폐기비(Life Termination Cost, LTC)는 동일한 체계간의 차이가 크지 않으므로 생략하였다.

Table 6과 같이 이중화 구조 설계를 반영한 체계(no2)의 획득비는 기존 OO 체계(no1)의 획득비 보다 9억 크다. 이는 이중화 구조 설계 반영에 따른 추가적인 장비 확보(수량 증가) 비용이다. 하지만 이중화 설계 체계(no2)의 획득비가 높음에도 불구하고 전체 수명주기비용(LCC)은 오히려 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 이는 이중화 설계반영에 따라 체계 신뢰도가 높아지고 ($MTBF_{no1}=340\text{시간} \rightarrow MTBF_{no2}=402\text{시간}$) 이에 따라 수명지원비용(LSC)은 감소가 되기 때문이다. 그러므로 OO 체계의 2차 절충분석 결과 수명주기비용 관점에서 이중화 구조 설계반영은 효과적일 것으로 판단된다.

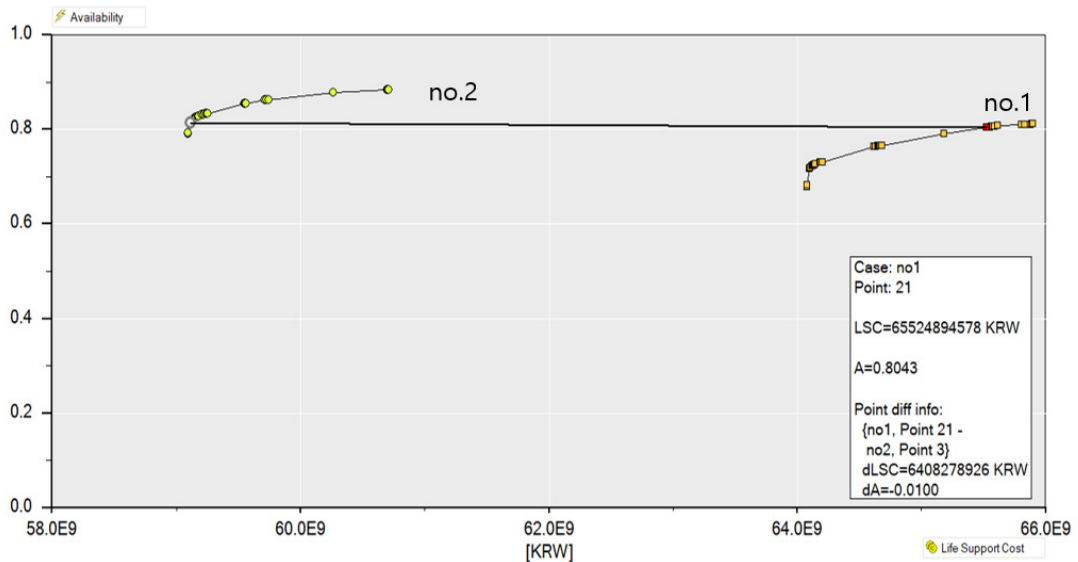


Fig. 8. Tradeoff 2 : Cost-Effectiveness Graph(no1 vs no2)

Table 6. Tradeoff 2 : Life Cycle Cost Summary(no1 vs no2)

Life-Cycle Phase	Cost Category	Configuration no1		Configuration no2	
		Cost(KRW)	% of Total	Cost(KRW)	% of Total
Acquisition	1. Life Cycle Cost Acquisition(LCCA)	4,053,766,800	5.8	4,996,079,500	7.8
Operation and Maintenance	2. Life Support Cost(LSC)	65,524,894,575	94.2	59,116,615,649	92.2
	a. Total Investments(CI)	4,237,284,400	6.1	2,811,541,800	4.4
	Item Investment(CII)	1,477,284,400	2.1	51,541,800	0.1
	Resource Investments(CIX)	2,760,000,000	4.0	2,760,000,000	4.3
	b. Recurring Cost(CN)	61,287,610,175	88.1	56,305,073,849	87.8
	Item Consumption Costs(CND)	70,557,252	0.1	76,648,275	0.1
	Item Reordering Costs(CNO)	-	-	-	-
	Item Storage Costs(CNS)	-	-	-	-
	Transportation Costs(CNT)	312,025,383	0.4	334,299,323	0.5
	Corrective Maintenance Costs(CNC)	57,857,467,789	83.2	52,846,566,500	82.4
	Preventive Maintenance Costs(CNP)	732,148,589	1.1	732,148,589	1.1
	Resource Sustainment Costs(CNW)	2,315,411,162	3.3	2,315,411,162	3.3
	3. Life Operation Cost(LOC)	0	0	0	0
Phaseout and Disposal	4. Life Termination Cost(LTC)	0	0	0	0
Life Cycle Cost(LCC)		69,578,661,375	100	64,112,695,149	100

3. 결론

무기체계 RAM-C 분석은 총 수명주기관점에서 RAM 설계 활동의 효과를 예측해보고 합리적인 의사결정을 지원한다.

본 연구에서는 무기체계 신뢰도 향상을 위한 RAM 설계(이중화 구조 설계) 활동을 통해 초기 획득비는 증가하

나, 아래 Eq. (2)[13]와 같이 정비빈도(# of Failure)는 운용시간(Operating Time)을 MTBF로 나누기므로 MTBF 증가에 따라 정비빈도가 줄어들어 그에 따른 운영 유지비용이 줄어드는 것을 확인 할 수 있었으며 목표가 용도를 기준으로 설계 대안 및 최적의 수명주기비용을 추정 할 수 있었다.

$$\# of Failure = \frac{OT}{MTBF} \quad (2)$$

본 논문에서는 국방 RAM-C 업무 지침이 없는 점, 국방전력발전업무 훈령내 운영유지비 전체 비용구조를 고려하여 비교하지 않은 점 등에 일부 한계 사항이 있었지만, 현 시점의 국내 환경에서 수행 가능한 활동에 대해 최대한 수행하고 검토하였다. 이를 통해 효과적인 RAM-C 업무수행을 위해 고려할 사항은 다음과 같이 도출하였다.

첫째, RAM-C 업무 수행 시점은 대안분석결과 반영이 가능한 탐색개발 단계가 가장 효과적이며, 체계개발단계에서 수행한다면 상설설계(CDR) 이전에 수행하여야 한다.

Fig. 9와 같이 탐색개발 단계(Milestones B)까지 수명주기비용 70%가 결정된다[14].

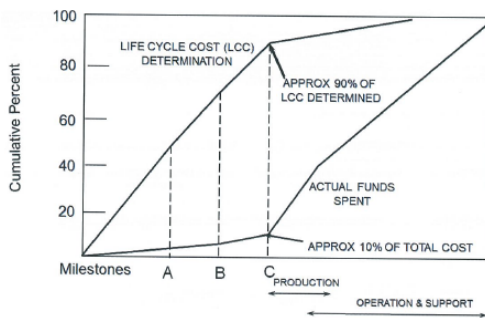


Fig. 9. LCC Determination Percent by Milestones

둘째, 수명주기비용 분석을 위해 국방전력발전업무 훈령내 운영유지비 전체 비용구조를 산출할 수 있는 신뢰성 있는 M&S Tool이 확보 되어야 한다.

현재 국내에서 사용중인 상용 M&S Tool은 아래 Table 7과 같으며 사업비용과 산출결과 적절성 등을 종합적으로 고려하여 통일성 있는 Tool 선정이 필요하다.

Table 7. M&S Tool for LCC

M&S Tool	Major Function
OPUS 10	Logistics Support Cost
CATLOC	Life Cycle Cost
LAMP	Logistics Support Cost
Nemosim	Life Cycle Cost

셋째, 획득단계와 운용유지 단계의 연계성 있는 관리를 위해 RAM-C 전담 기관 선정이 필요하다.

미국의 전문 비용 분석 및 자문 수행조직인 CAPE (Cost Assessment and Program Evaluation)와 같이 국내에서도 무기체계 획득단계에서 운영유지비 추정을 지원하고 운용유지 단계에서 운영유지비 실적을 매년 산출하고 추세를 추적 관리하는 역할을 담당하는 기관이 필요하다.

본 논문에서는 수명주기비용 최적화를 위해 군수지원 비용 개선에 중점을 두고 신뢰성 개선 활동을 수행하였다. 추후에는 정비성 개선을 위해 지원체계 최적화를 위한 활동(수리수준분석)을 통한 수명주기비용 분석을 수행해보고자 한다.

RAM-C 분석은 기존에 수행하고 있던 RAM 설계반영 활동의 당위성을 입증할 뿐만 아니라 CBM+, PBL 적용여부의 합리적인 의사결정을 위한 주요 수단으로 활용될 것으로 기대된다.

References

- [1] Department of Defense, Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Manual, p.68, Department of Defense, 2009, pp.22-43.
- [2] K. R. Kim, K. W. Lee, J. Jeong, J. H. Cha "A Study on RAM-C Growth Management by Calculating Operation and Maintenance Cost of Weapon System" *Journal of Reliability and Applications*, Vol.21, No.2, pp.155-163, 2021. DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2021.6.21.2.155>
- [3] H. S. Kim, J. W. Hur "Verification of the RAM-C Analysis Tool Using the OPUS Suite" *Journal of Reliability and Applications*, Vol.20, No.1, pp.9-18, Jan. 2020. DOI: <https://doi.org/10.33162/JAR.2020.3.20.1.9>
- [4] 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 Korean Society for Aviation and Aeronautics*, Vol.23, No.4, pp.117-124, Jan. 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.12985/ksaa.2015.23.4.117>
- [5] M. J. Kwon, Y. M. Park, Y. G. Kim, 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>
- [6] Department of Defense, Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Outline Guidance, p.21, Department of Defense, 2017, pp.1-21.
- [7] Defense Acquisition Program Administration, Weapons system RAM LAW&Guide Book, p.154, Defense Acquisition Program Administration, 2018, pp.7-8.

- [8] Quanterion, System Reliability Toolkit-V, p.921, Quanterion Solutions Incorporated, 2015, pp.16-25.
- [9] Soonhuem Paik, IPS education-RAM, p153, Korea Defense Industry Association, 2022, pp.122.
- [10] Department of Defense, Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Outline Guidance Training Brief, p.153, Department of Defense, Reliability, 2018, pp.1-153.
- [11] Department of Defense, MIL-STD-1629A, Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis, p.54, Department of Defense, 1998, pp.28.
- [12] Department of Defense, MIL-HDBK-338B, Electronic Reliability Design Handbook, p.1046, Department of Defense, 1998, pp.58.
- [13] Department of Defense, 3235.1-H, Test&Evaluation of System Reliability, Availability and Maintainability, p.10-11, Department of Defense, 1982, pp4-13.
- [14] Bernard Price, Life Cycle Cost(LCC) Reduction from RAM and Supportability Analyses in Acquisitions, p.30, Defense Acquisition University, 2015, pp.2.

정 아 미(A Mi Jung)

[정회원]



- 2008년 2월 : 영남대학교 전자공학 (공학사)
- 2008년 3월 ~ 현재 : 한화시스템 전문연구원

<관심분야>

국방과학, IPS공학, 운영분석(신뢰성), 모델링&시뮬레이션

김 휘 진(Hui Jin Kim)

[정회원]



- 2020년 2월 : 영남대학교 경영학과 (경영학사)
- 2008년 7월 ~ 현재 : 한화시스템 선임연구원

<관심분야>

국방과학, IPS공학, 운영분석(신뢰성), 모델링&시뮬레이션

박 석 봉(Seok Bong Park)

[정회원]



- 2015년 2월 : 울산대학교 산업경영공학과 (공학석사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 한화시스템 선임연구원

<관심분야>

국방과학, IPS공학, 운영분석(신뢰성), 모델링&시뮬레이션

김 현 진(Hyun-Jin Kim)

[정회원]



- 2002년 2월 : 영남대학교 전자공학 (공학사)
- 2002년 1월 ~ 현재 : 한화시스템 수석연구원

<관심분야>

국방과학, IPS공학, 운영분석(신뢰성), 모델링&시뮬레이션