

최적의 정비대체장비(M/F) 산출방안 비교 연구

이학재[†] · 정광균 · 김재황 · 이종신 · 이명진

LIG넥스원

Study of Optimal Maintenance Float(M/F) Calculation Method

Hak-Jae Lee[†] · Kwang-Kyun Jung · Jae-Hwang Kim · Jong-Sin Lee · Myoung-Jin Lee

LIGNEX1

Purpose: In this paper, we propose the output model of the optimal inventory requirements of the Maintenance Float (M/F). Weapon systems were modernized and increased costs. Thus, the complexity increases with. Alternatives to achieve the goal of availability of weapon systems and to reduce life-cycle cost are required. Especially, securing spare parts is more effective than adding the amount of equipment or maintenance facilities to achieve the goal of availability and reduce life cycle costs. However, securing spare parts and repair costs are directly related, so exact requirements are needed.

Methods: Three kinds of methods (Calculation method of applying the Poisson distribution, Calculation method of considering the number of CSP, and Calculation method of applying M&S program) that this paper proposed compare the influence of the availability and the amount of spare parts.

Result: We calculate the cost of M/F when the operational availability is over than 80% and compare that result. The biggest cost was calculated from the Poisson distribution method. We found that requirements and unit price is the key factor that gives a significant effect.

Conclusion: These three kinds of methods can be used as a basis for Maintenance Float calculation. Among them, the calculation method based on CSP is optimal replacement equipment requirements calculation method.

Keywords: Maintenance Float, Poisson Distribution, Concurrent Spare Parts, M&S Program (Modeling and Simulation Program)

1. 서론

무기체계의 첨단화, 고가화와 함께 최근 무기체계의 발전은 복잡도를 증가시켜 무기체계의 수명주기에 부정적인 영향을 일으키는 기술적 요인으로 작용하고 있다. 특히, 예기치 않은 소요를 증가시키는 불

가동시간 및 예비품 보유 수량에 대한 민감도가 크게 증가하였다. 이러한 요인으로 인해 무기체계의 목표 운용가용도 저하, 수명주기비용 증가와 같은 새로운 문제들이 발생하였다. 현대 무기체계가 고가화되는 추세에서 수명주기비용의 감소를 위해서는 다량의 무기를 확보하는 것보다 보유 무기체계의 목표 운용

[†] 교신저자 hakjae.lee@lignex1.com

2016년 7월 14일 접수, 2016년 8월 16일 수정본 접수, 2016년 8월 24일 게재 확정.

가용도를 달성하는 것이 경제적이며 효율적이다[1, 2]. 무기체계의 목표 운용가용도를 달성시키는 방안은 행정지연시간, 실제수리시간 및 군수지연시간 최소화가 전제되어야 하며, 수리부속 및 예비품 보유 수준을 높이는 것이 필요하다. 이 때 예비품에 해당하는 정비대체장비(M/F, Maintenance Float)의 정확한 소요를 산출하여 필요한 재고를 보유하여야 목표 운용가용도 달성을 통한 수명주기비용을 감소시킬 수 있다. 여기서 정비대체장비란, 정비지원시설에서 즉각적인 수리가 불가능하거나, 정비기간동안 정비 대상장비를 장기간 운영치 못함으로써 임무수행에 지장을 초래하는 것을 방지하기 위하여 정비대치품목을 정비지원시설에 저장토록 인가한 완성장비 또는 장비 구성품을 말한다[3]. 정비대체장비의 운영 목적은 정비부대에 입고율이 높은 주요장비 및 장비구성품에 대하여 입고 정비기간의 공백을 정비대체장비로 지원함으로써 전투력 공백을 방지하는데 있다[4]. 현재 정비대체장비는 운영장비 인가량 가동률 및 불가동률만을 적용하여 소요량을 산출하기 때문에 정확성이 떨어질 수 있다. 그러므로 다양한 정비대체장비 최적수준 결정 대안별로 운용가용도와 예비품 수량에 미치는 영향력을 비교, 분석 할 수 있는 모델이 요구된다.

본 논문에서 제안하는 정비대체장비 소요산출 모델은 1) 포아송 분포 적용, 2) 동시조달 수리부속(CSP, Concurrent Spare Parts) 확보 여부를 고려한 산출, 3) 상용 M&S 프로그램을 활용한 정비대체장비 최적 재고 수량을 제시한다. 이를 바탕으로 수리 및 군수지연 시간을 최소화하는 수량을 도출하여 무기체계의 목표 운용가용도 및 예산 절감을 동시에 달성하고자 한다.

2. 정비대체장비 대상선정 및 소요판단 방법

2.1 일반적인 정비대체장비 대상선정 및 소요판단 방법

2.1.1 일반적인 정비대체장비의 대상선정 방법

일반적인 정비대체장비의 대상선정 방법은 1) 임무수행상 긴급도(중요도), 2) 장비 인가량, 3) 현 보유량 및 보급, 4) 정비능력을 고려하여 선정한다. 정비부대의 부품 부족, 작업량 과다, 중정비 소요 등으로 제한된 정비기간에 수리 반환이 불가능 할 경우 우선 확보

된 정비대체장비를 1:1로 교환 불출한다. 정비대체장비로 교환된 입고장비는 정비 후 정비대체장비로 확보된다. 단, 장비의 특성에 따라 입고장비는 정비완료 후 소속부대로 원복시키고, 대여된 정비대체장비는 정비시설로 회수한다. 정비대체장비는 야전정비부대 및 창정비부대에서 운영한다[1, 4].

2.1.2 일반적인 정비대체장비 소요량 산출 방법

일반적인 정비대체장비의 소요는 운용장비의 인가량과 장비의 가동률을 고려하여 소요량을 결정하며, 신규 전력화 장비의 경우는 유사장비의 정비대체장비 인가기준을 적용한다. 일반적인 정비대체장비의 소요량 결정 계산식은 다음과 같다.

$$\text{소요량} = \text{운영장비인가량} \times \frac{\text{불가동률}}{\text{가동률}} \quad (1)$$

식 (1)에서 알 수 있듯이 연간 불가동일수가 동일할 경우 장비 고장의 정도와 정비기간의 차이에 상관없이 소요량이 동일하게 산출되며, 고장 발생 시 체계 운용이나 안전상 심각한 영향을 미치는 품목(무수행상 긴급도 품목)에 대해 고려할 수 없다는 문제점이 있다. 또한 신규 전력화 장비일 경우에는 유사장비의 정비대체장비 인가량을 적용하여 기술발전 및 임무 등의 차이를 반영할 수 없으므로 소요량 결정 시 정확성이 떨어질 수 있다.

2.2 포아송 분포를 활용한 정비대체장비 산출

2.2.1 포아송 분포

포아송 분포란, 주어진 시간 또는 영역에서 어떤 사건의 발생횟수에 대한 확률모형이다. 만약 어떤 품목이 t 시간 동안 운용될 경우 n 번 고장이 발생할 확률은 다음과 같이 포아송 분포로 표현할 수 있다[5].

$$f(n) = \frac{(k\lambda t)^n e^{-k\lambda t}}{n!} \quad (2)$$

$f(n)$ = 해당품목이 t 시간 동안 n 번 고장발생확률

λ = 장치의 단위고장율 = $10^6/\text{MTBF}$ (Mean Time Between Failure, 평균고장간시간)

k = 시스템 내의 해당품목 사용 수량

t = 장치 운용시간

$k\lambda t$ = 고장횟수(정비횟수)

위의 식 (2)에서 $f(n)$ 은 시스템 내의 해당품목이 운용시간(t) 동안 n 번 고장이 발생할 확률로 해당품목을 n 개 예비품(정비대체장비)으로 확보하고 있을 경우 고장 발생을 제거할 수 있다 즉, 포아송 분포 방정식 $f(n)$ 은 n 개의 정비대체장비 확보 시 정비대체장비의 가용할 확률로 표현할 수 있으며 안전수준이라고도 한다. 따라서 정비대체장비의 수량 결정에 있어 재고 품질 위험(Risk of stock-out)에 대한 대비책으로 포아송 분포 방정식을 활용할 수 있다.

2.2.2 포아송 분포 적용 수식

식 (2)에서 알 수 있듯이 정비대체장비 수량 결정은 필요할 때 정비대체장비의 가용할 확률(안전수준), 그 품목의 신뢰성, 시스템에 사용된 그 품목의 수량 등의 함수이다. 포아송 분포로부터 유도된 정비대체장비 수량 결정을 위한 식은 다음과 같다[5].

$$P = \sum_{n=0}^{n=S} \left[\frac{R(-\ln R)^n}{n!} \right] = \sum_{n=0}^{n=S} \left[\frac{e^{(-k\lambda t)} (-\ln e^{(-k\lambda t)})^n}{n!} \right]$$

$$= \frac{e^{(-k\lambda t)} * (k\lambda t)^0}{0!} + \frac{e^{(-k\lambda t)} * (k\lambda t)^1}{1!} \tag{3}$$

$$+ \frac{e^{(-k\lambda t)} * (k\lambda t)^2}{2!} + \dots + \frac{e^{(-k\lambda t)} * (k\lambda t)^S}{S!}$$

P = 정비대체장비의 가용할 확률(안전수준)

S = 재고로 가지고 있어야 하는 정비대체장비 수량

R = 정비대체장비 신뢰도; $R = e^{(-k\lambda t)}$

λ = 정비대체장비 단위 고장률 = $10^6 / MTBF$
(Mean Time Between Failure, 평균고장간시간)

k = 시스템 내의 정비 대체장비 사용 수량

t = 정비대체장비 운용시간

$kt / MTBF$ = 정비대체장비 고장횟수(정비횟수)

위의 식 (3)을 이용해서 정비대체장비의 가용할 확률(안전수준) P 를 만족하는 최소 S 를 정비대체장비의 수량으로 결정한다. 이것은 해당 품목을 필요로 할 때 보유해야 할 확률이다. 즉, P (안전수준)가 90%라 함은 해당 품목 고장 시 교환 가능한 품목을 재고로 보유하고 있을 확률이 90%라는 의미이다.

2.3 CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 산출

동시조달 수리부속(CSP, Concurrent Spare Parts, 이

하 CSP)은 신규무기체계 배치 시 주장비와 함께 보급되는 수리 및 예비부속품으로써, 이는 배치 후 초기 일정기간(3년) 동안 재보급 없이 무기체계에 주어진 운용임무를 수행하기 위하여 필요한 필수소요 수리부속품으로 정의된다. CSP 보급만으로는 정비기간 과다소요로 인해 적기에 교체/수리가 어려우므로 정비대체장비를 선정/운용하는 것이 전투력 공백방지를 위한 최적의 방안이 될 수 있다. 즉, 편제장비의 수량이 많은 장비는 정비대체장비로 적정수량을 확보해야 고장장비 발생 시 적기에 교체(운영정비소요와 순환정비소요)하여 전투력공백 방지가 가능하다. 특히, 함정이나 항공기의 경우 엔진 감속기, 주 추진장치, 발전기 등 고가임에 따라 국방재원 여건상 획득이 제한되므로 정비대체장비 위주로 확보가 필요하다. 또한, 성능개량이나 창정비 계획에 따라 장기간 정비를 위해서는 적정량(순환정비소요)의 정비대체장비가 필요하다. 따라서, 주요 구성품에 대한 정비대체장비 필요성은 경제성 측면에서 완성장비 확보가 제한되는 현실적 사항을 고려하고 정비기간 과다소요에 대비한 전투력 공백방지를 위한 최선의 수단이다[3].

2.3.1 정비대체장비 선정기준 및 소요 산출 방법

(1) 정비대체장비 선정기준

CSP 확보 여부를 고려하여 정비대체장비를 선정하기 위해서 분석 대상품목 및 범위를 설정하였다. 분석 대상품목은 장치(Unit)단위만 고려하였으며, 분석 범위는 고장정비 발생에 의한 운용유지 대체장비 소요만 고려하였다. 또한, 기 규격화되어 있는 관급품의 경우는 정비대체장비 선정기준에서 제외하였다.

(2) 정비대체장비 소요 산출 방법

CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 소요량을 산출하기 위해서는 1) 대상품목의 연간정비횟수, 2) 평균 복구소요일 적용비율, 3) 평균 복구 소요일을 고려하여야 한다. CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 소요량 산출은 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

소요량 = 연간정비횟수 ×

$$\sum (\text{평균 복구소요일 적용비율} \times \tag{4}$$

$$\frac{\text{평균 복구소요일}}{365\text{일}}$$

연간정비횟수의 계산식은 식(5)와 같다.

$$\text{연간정비횟수} = \text{장비배치대수} \times \frac{\text{연간운용시간}(t)}{MTBF} \quad (5)$$

식 (4)에서 평균 복구소요일은 정비계단별 소요군에서 제시한 자료 기준이며, <Table 1>과 같다.

평균 복구소요일 적용 비율은 1) 대상품목의 수리에 필요한 수리부속(CSP) 확보 여부, 2) 정비계단별 고장률 비율을 고려하였다. 예를 들어 <Table 2>와 같이 Unit A가 CCA and module B~F로 구성되어 있으며, 배치대수는 2대, 연간운용시간(T)은 6,300시간, MTBF(10⁶/Failure Rate)는 1,000시간이라고 하자.

평균 복구소요일 적용 비율은 <Table 3>과 같이 산출된다.

Table 1 The average recovery requirements dates

Classification	Field	Heavy	Depot
Securement	3days	5days	30days
Unsecurement	10days	10days	30days

Table 2 The calculated object of the applicable rate of the average recovery dates

Classification	Failure Rate	Stock Allocation	Type
Unit A	1,000	-	-
CCA and module B	500	Securement	Field
CCA and module C	100	Unsecurement	Field
CCA and module D	200	Securement	Heavy
CCA and module E	100	Securement	Heavy
CCA and module F	100	Unsecurement	Depot

Table 3 The applicable rate of the average recovery dates required.

Classification	Field	Heavy	Depot
Securement	500/1,000 = 0.5	(200+100)/1,000 = 0.3	0
Unsecurement	100/1,000 = 0.1	0	100/1,000 = 0.1

식 (4)에 의해 Unit A의 소요량은 다음과 같이 산출할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{연간정비횟수} &= \text{장비배치대수} \times \frac{\text{연간운용시간}(t)}{MTBF} \\ &= 2 \times (6,300 \text{시간} / 1,000 \text{시간}) \\ &= 12.6 \text{회} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Unit A 소요량} &= 12.6 \text{회} \times [(0.5 \times 3 \text{일} / 365 \text{일}) \\ &\quad + (0.1 \times 10 \text{일} / 365 \text{일}) \\ &\quad + (0.3 \times 5 \text{일} / 365 \text{일}) \\ &\quad + (0.1 \times 30 \text{일} / 365 \text{일})] \\ &= 0.24 \text{대} \end{aligned}$$

정비대체장비 최종 소요량 산출 결과는 소요량 기준 0.5개 이상인 품목을 추천하며, 0.5개 이하인 품목 중 임무 수행에 필수적인 품목(임무수행상 긴급도)은 소요량 산출 항목에 포함한다. 즉, 식 (6)의 결과에서 Unit A가 임무필수품목이면 1대가 최종 소요량 결과이며, 임무필수품목이 아닐 경우 0대가 최종 소요량 결과라 할 수 있다.

위와 같이 산출한 결과는 소요군 검토에서 타당한 것으로 판단되었다.

2.4 상용 M&S 프로그램을 활용한 정비대체장비 산출

현재 국내 종합군수지원(ILS, Integrated Logistics Support, 이하 ILS) 분야의 경우, RAM에 대한 개념과 이해 정도는 많이 성숙되었으며 M&S 프로그램을 활용하여 분석값 검증 및 Simulation을 수행하고 있다. 그러나 RAM 분석결과를 활용하는 LSA 및 ILS 요소 분야는 시나리오 바탕의 분석적 검증 및 Simulation 수행이 미흡한 상태이며, 최근 각 군 본부와 방위사업청에서는 각종 M&S 프로그램의 사용을 권장하고 있다. 이에 본 논문에서는 최근 국내에 도입되어 사용 중인 LSA 및 ILS 요소에 대한 M&S 프로그램을 선정하여 정비대체장비 소요를 산출하였다. 본 논문에서 활용한 상용 M&S 프로그램(OPUS 10)은 비용대비효과 측면에서 초도 보급, 재분배 그리고 보충 수량을 고려한 최적의 수리부속을 산출하는 Simulation Tool이라 할 수 있다. 또한, 보급방법 및 운송방법에 대한 C/E(Cost/Effectiveness) Curve 비교를 통해 지원조직에 대한 대

Table 4 OPUS 10 main parameter & characteristic

Table	Parameter	Characteristic
Item	PRICE	unit price
	FRT	Failure rate
	TYPE	LRU(Line Replaceable Unit), SRU(Shop Replaceable Unit) Item maintenance Type
ItemStructure	QTYPM	higher Item or system per Item quantity
Station	QTY	total population of operating material
	TYPE	type of the materiel (DR for direct repair nodes)
Station Structure	TFRMS	transport an item down from the mother station, in time
	TTOMS	transport a faulty item up to the mother station, in time
System Deployment	QTYPS	number of systems per station
	UTILF	The utilization factor describes the average ration between operational time and calendar time
SystemRepair / ItemRepair	DIRPT	the turnaround time, in hours by default(per repair action that does not require subitem replacement)
ItemReorder	LEADT	the time from a reorder decision to the corresponding delivery

안 평가도 가능하다. 상용 M&S 프로그램(OPUS 10)의 주요 파라미터 및 그 특성은<Table 4>와 같다.

2.4.1 정비대체장비 선정기준 및 소요 산출 방법

(1) 정비대체장비 선정기준

상용 M&S 프로그램 활용을 위한 정비대체장비 선정은 장치(Unit) 및 조립체(Assembly)를 대상으로 하였으며 관급품은 제외하였다. 대상 범위는 고장정비 발생에 의한 운용유지 대체장비 소요만 고려하였다.

(2) 정비대체장비 소요 산출 방법

상용 M&S 프로그램을 사용하여 정비대체장비 소요를 산출하기 위해서 먼저 다음 사항을 기본 전제조건으로 한다. 1) 체계 정비는 고장이 발생한 부품을 수리 및 교환하는 것을 기본으로 하며, 2) 지원조직은 재고량과 정비 시설이 확인되어야 하고, 3) 수송 시설에 의하여 서로 연결되어야 한다. 또한, 4) 상위 보급/정비체계로 갈수록 하위품목을 정비하며, 5) 하위품목

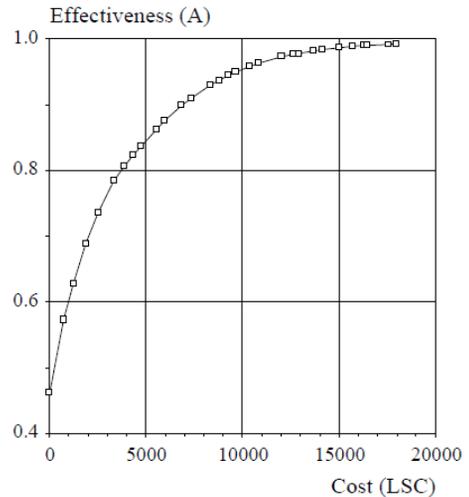


Fig. 1 Cost/Effectiveness

의 보급위치는 상위품목의 수리위치 이상이어야 함을 가정한다.

위의 기본 가정 사항을 바탕으로 정비 정책, 정비시설의 위치, 그리고 정비대체장비 재고 수준은 데이터를 직접 입력한 후, 각기 다른 부품이나 부품의 그룹에 대한 정책 모델을 Simulation하여 최적 수리 부속량을 산출하고, 그 결과는 <Fig. 1>과 같이 C/E(Cost/Effectiveness) Curve로 나타낼 수 있다.

3. 정비대체장비 최적 재고 소요산출 결과 분석

정비대체장비 최적 재고 소요는 3가지(포아송 분포 적용, CSP 확보 여부를 고려한 산출 및 상용 M&S 프로그램 활용) 방안을 적용하여 산출하였다. 이를 위하여 전자전 사업의 신호 및 정보탐지용 장비를 대상품목으로 선정하고, 목표 운용가용도를 80%라 가정한다. 또한 보수정비시간, 예방정비시간, 행정 및 군수지원시간은 전자전 사업에서 수행한 OMS/MP(Operation Mode Summary/Mission Profile, 운용형태종합 및 임무유형)의 결과를 적용하였다.

정비대체장비 소요산출 대상은 신호 및 정보탐지용 장비의 A, B, C, D 장치만 선정하여 산출하였다. 단, 상용 M&S 프로그램 활용 방법은 A~M 장치 전체를 분석하였다. 왜냐하면 상용 M&S 프로그램에서 A~D 장치만 선정하여 산출하는 것이 불가능하기 때문이다. A~D 장치의 특성<Table 5>와 같다.

Table 5 Unit A~D characteristic

Classification	Unit A	Unit B	Unit C	Unit D
Failure rate(λ)	148.11	197.99	452.95	74.07
MTBF(hours)	6,751.90	5,050.79	2,207.74	13,500.21
Item quantity per system	1			
operating time per year(t)	6,362.75			
number of maintenance per year	0.94	1.26	2.88	0.47
number of systems per station	48			

※ Failure rate(λ) and MTBF round-off to the nearest thousandth.

Table 6 Unit A per safety stock

Variable	Unit A				
λ	148.11				
MTBF(hours)	6,751.90				
k	1				
t	6,362.75				
$kt/MTBF$ (the number of maintenance)	0.94				
S	0	1	2	3	4
P (Cumulative probability value(%))	38.97	75.69	93.00	98.43	99.71

Table 7 Unit B per safety stock

Variable	Unit B				
λ	197.99				
MTBF(hours)	5,050.79				
k	1				
t	6,362.75				
$kt/MTBF$ (the number of maintenance)	1.26				
S	0	1	2	3	4
P (Cumulative probability value(%))	28.37	64.11	86.63	96.08	99.06

3.1 포아송 분포를 활용한 정비대체장비 산출 결과

3.1.1 장치별 포아송 분포 적용 결과

(1) A 장치 포아송 분포 적용 결과

안전수준(P)별 A 장치를 재고로 가지고 있어야 하는 수량(S)은 <Table 6>과 같다. A 장치의 운용시간 동안 1대 이하로 고장이 발생 할 확률은 75.69%이며, 2대 이하로 고장 발생 할 확률이 93.00%라는 의미이다. 만약 안전수준 90% 이상을 확보하기 위해서는 정비대체장비로 A 장치를 2대 보유해야함을 나타낸다

(2) B 장치 포아송 분포 적용 결과

안전수준(P)별 B 장치를 재고로 가지고 있어야 하

는 수량(S)은 <Table 7>과 같다. B 장치의 운용시간 동안 2대 이하로 고장이 발생 할 확률은 86.63%이며, 3대 이하로 고장 발생 할 확률이 96.08%라는 의미이다. 만약 안전수준 90% 이상을 확보하기 위해서는 정비대체장비로 B 장치를 3대 보유해야함을 나타낸다

(3) C 장치 포아송 분포 적용 결과

안전수준(P)별 C 장치를 재고로 가지고 있어야 하는 수량(S)은 <Table 8>과 같다. C 장치의 운용시간 동안 4대 이하로 고장이 발생 할 확률은 83.47%이며, 5대 이하로 고장 발생 할 확률이 92.75%라는 의미이다. 만약 안전수준 90% 이상을 확보하기 위해서는 정비대체장비로 C 장치를 5대 보유해야함을 나타낸다

Table 8 Unit C per safety stock

Variable	Unit C				
λ	452.95				
MTBF(hours)	2,207.74				
k	1				
t	6,362.75				
$kt/MTBF$ (the number of maintenance)	2.88				
S	2	3	4	5	6
P (Cumulative probability value(%))	45.01	67.36	83.47	92.75	97.21

Table 9 Unit D per safety stock

Variable	Unit D				
λ	74.07				
MTBF(hours)	13,500.21				
k	1				
t	6,362.75				
$kt/MTBF$ (the number of maintenance)	0.47				
S	0	1	2	3	4
P (Cumulative probability value(%))	62.42	91.84	98.77	99.86	99.99

Table 10 The stock of unit A~D and operational availability by safety level

Classification		Safety Level			
		90%	80%	70%	60%
Amount of M/F	Unit A	2	2	1	1
	Unit B	3	2	2	1
	Unit C	5	4	4	3
	Unit D	1	1	1	0
Ao(Operational Availability)		81.8%	81.1%	80.5%	79.8%
Cost(KRW)		477,536 thousand	388,836 thousand	358,433 thousand	259,733 thousand

(4) D장치 포아송 분포 적용 결과

안전수준(P)별 D장치를 재고로 가지고 있어야 하는 수량(S)은 <Table 9>와 같다. D장치의 운용시간 동안 1대 이하로 고장이 발생 할 확률은 91.84%이며, 만약 안전수준 90% 이상을 확보하기 위해서는 정비대체장비로 D장치를 1대 보유해야함을 나타낸다

3.1.2 안전수준별 운용가용도 및 비용 산출

신호 및 정보탐지용 장비의 운용가용도 산출 시 장치(Unit A~D) 고장률 적용은 다음 식과 같으며, 이 식은 안전수준 범위 밖의 확률만큼을 장치 고장률에 적용함을 의미한다.

$$\begin{aligned} & \text{안전수준 } 00\% \text{ 일 때의 장치 고장률} & (7) \\ & = \text{장치 고장률} \times (1 - (\text{안전수준 } 00\% / 100)) \end{aligned}$$

실제 고장에 따른 행정 및 군수지연시간을 고려해 야하므로 감소한 고장률에 대한 업무빈도에 야전정비부대에서 운용부대로의 이동시간(편도 2.5시간)을 포함하여 운용가용도를 산출하였다. 안전수준별 Unit A~D 재고 수량 및 신호 및 정보탐지용 장비의 운용가용도는 <Table 10>과 같다. 사업 특성(예산반영)에 따라 목표 운용가용도 80% 이상 및 안전수준 90%를 만족하는 정비대체장비 수량을 선택할 것인지 목표 운용가용도 80% 이상을 만족하는 최소의 정비대체장비 수량을 선택할 것인지 Trade Off가 필요하다. 본 논문에서는 수명주기비용 최소화를 목적으로 하므로 목표 운용가용도 80% 이상을 만족하는 최소 정비대체장비 수량을 선택하였다. 즉, 수명주기비용 최소화를 위해서는 A장치는 1대, B장치는 2대, C장치는 4대, D장치는 1대의 정비대체장비가 필요한 것으로 산출되었다.

Table 11 The output of M/F requirements considering the CSP secured

Item	SMR	Recom-mended Amount	Amount of M/F					Note
			Sum	P Station	Q Station	R Station	S Station	
Unit A	XDOFD	1	0.4	0.2	0.1	0.1	0.0	essential item
Unit B	PAFFD	1	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1	-
Unit C	PAFFD	2	1.2	0.5	0.4	0.2	0.1	-
Unit D	XDOFD	0	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	Under the amount criteria(0.5)

Table 12 Maintenance task analysis

Classification	Maintenance Hour
Line MTTR (Mean Time To Repair)	0.65 [HR]
Shop MTTR (Mean Time To Repair)	0.34 [HR]
Line TCM (Total Corrective Maintenance Time)	10.97 [HR]
Shop TCM (Total Corrective Maintenance Time)	195.86 [HR]
Line TPM (Total Preventive Maintenance Time)	4.00 [HR]
Shop TPM (Total Preventive Maintenance Time)	124.50 [HR]

Table 13 Operational availability

Classification	Equipment
OT+ST (Operation Time+Standby Time)	7,704.67 [HR]
TCM (Total Corrective Maintenance Time)	206.83 [HR]
TPM (Total Preventive Maintenance Time)	128.50 [HR]
TALDT (Total Administrative & Logistics Delay Time)	720.00 [HR]
Amount of M/F	Unit A 1
	Unit B 1
	Unit C 2
	Unit D 0
Ao(Operational Availability)	81.9%
Cost (KRW)	189,418 thousand

3.2 CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 산출 결과

3.2.1 CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 산출

CSP 확보 여부를 고려한 정비대체장비 산출은 Unit A~D 하부 구성품에 대해 식 (4)에 의해 연간정비횟수, 평균 복구소요일 적용비율 및 평균 복구소요일을 고려하여 산출하였으며, 최종 결과 A장치와 B장치는 각각 1대, C장치는 2대, D장치는 소요가 없는 것으로 산출되었다. 특히, A장치는 소요량 기준 0.5개 이하지만 임무 수행에 필수적인 품목(신호 및 정보 수신을 위해 가장 중요한 안테나 관련 기능 수행)으로 판단되어 소요량으로 포함하였다. 상세 소요량 산출 결과는 <Table 11>과 같다.

3.2.2 정비업무분석 결과를 반영한 운용가용도 산출

신호 및 정보탐지용 장비의 운용가용도를 산출하기 위해서는 <Table 12>의 신호 및 정보탐지용 장비의 정비업무분석 결과를 적용하여야 하며, 그 결과는 <Table 13>과 같다.

3.3. 상용 M&S 프로그램을 활용한 정비대체장비 산출 결과

3.3.1 상용 M&S 프로그램을 활용한 정비대체장비 산출

신호 및 정보탐지용 장비의 정비대체장비 소요량과 이에 따른 운용가용도 및 비용 산출 결과(상용 M&S 프로그램에서 A~D 장치만 선정하여 산출하는 것이 불가능)는 <Fig. 2>와 같이 C/E(Cost/Effectiveness) Curve로 표현되어지며, 상세 산출결과는 <Table 14>와 같다.

Table 14 Amount of M/F, operational availability, and cost

Classification		Amount of M/F			
		Result 1	Result 2	Result 3	Result 4
Amount of M/F	Unit A	1	0	0	0
	Unit B	1	1	1	1
	Unit C	1	1	1	1
	Unit D	1	1	0	0
	Unit E	1	1	1	0
	Unit F	1	1	1	1
	Unit G	1	1	1	1
	Unit H	1	1	1	1
	Unit I	0	0	0	0
	Unit J	0	0	0	0
	Unit K	0	0	0	0
	Unit L	1	1	1	1
	Unit M	0	0	0	0
Ao(Operational Availability)		87.68%	86.61%	83.53%	79.40%
Cost(KRW) (Unit A ~M)		379,157 thousand	348,753 thousand	278,438 thousand	186,016 6thousand

Table 15 Analysis summary

Classification	Target Ao (Operational Availability)	Ao (Operational Availability)	Cost (KRW)
Poisson distribution	80% or more	80.5%	358,433 thousand
CSP Consideration		81.9%	189,418 thousand
Commercial M&S		83.53%	278,438 thousand

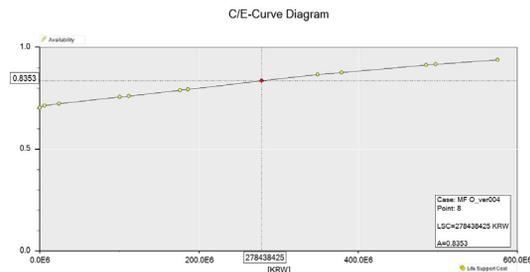


Fig. 2 The process of availability contrasted with cost by using M&S program

4. 결론

본 연구에서는 정비대체장비의 최적 소요 산출을 위해 포아송 분포 적용 방법, CSP 확보 여부를 고려한 산출방법 및 상용 M&S 프로그램을 활용한 산출방법을 살펴보았다. 정비대체장비 최적 재고 소요산출 결

과 분석을 종합하면 <Table 15>와 같다.

분석요약 <Table 15>에서 보는 바와 같이 3가지 방안을 적용하여 정비대체장비 소요를 산출한 결과, CSP 확보 여부를 고려한 산출방법이

포아송 분포 적용 방법 및 상용 M&S 프로그램을 활용한 방법보다 목표 운용가용도(80% 이상)를 만족 하면서 정비대체장비 구매 비용이 가장 적다는 것을 알 수 있다. 이는 CSP 확보 여부를 고려한 산출방법이 기 보급되어있는 CSP로 인해 정비대체장비 소요가 상대적으로 적게 산출될 수 있음을 확인하였으며, 또한 임무 필수품목도 고려할 수 있다는 이점도 있기 때문에 최적 정비대체장비 산출 시 가장 적합한 방법이라 할 수 있다.

본 논문에서 제안하는 정비대체장비 소요 산출을 위한 3가지 방안은 무기체계의 운용가용도 및 예비품 수량에 미치는 영향력을 비교 분석하여 정비대체장비의 최적화수량 산출 근거로 활용이 가능하다. 추후

예산 및 목표 운용가용도 Trade-off를 통한 정비대체 장비 소요 재산출, 연도별 장비 배치현황 및 치명도 품목/입무 필수품목에 대한 고장률 가중치 적용 등을 고려하여 발전시켜 나아갈 예정이다.

References

- [1] Lee, S. J. and Kim, S. W. (2007). "The Optimal Inventory Level of the Maintenance Float to Achieve a Target Operational Availability of Korean-Made Helicopter". Korean Management Science Review, Vol. 24, No. 2, pp. 81-93.
- [2] Security Management Institute (2014). "Efficient management plan of M/F". Seoul : Security Management Institute.
- [3] ROK Army Headquarters (2006). "Army Regulation 017 Army acquisition management regulation (War-time · Peacetime)". ROK Army Headquarters 2006, p. 319.
- [4] ROK Army Headquarters (2006). "Army Regulation 432 Equipment supplies maintenance regulation(War-time · Peacetime)". Daejeon : ROK Army Headquarters 2006, p. 40.
- [5] Blanchard, B. S. (2004). "Logistics engineering and management". Prentice Hall, pp. 104-106.