

전투준비태세 및 유사장비 운용자료를 활용한 RAM 목표 값 설정방법에 관한 연구

김경용*[†] · 배석주**

*국방기술품질원 신뢰성분석팀

**한양대학교 산업공학과

Establishing Method of RAM Objective Considering Combat Readiness and Field Data of Similarity Equipment

Kyung Yong Kim*[†] · Suk Joo Bae**

*RAM Team, Defense Agency for Technology and Quality

**Department of Industrial Engineering, Hanyang University

RAM(Reliability, Availability, Maintainability) is important performance factor to keep combat readiness and optimize operational and maintenance cost of weapon systems. This paper discusses the method to establish RAM for combat readiness by using field failure data from similarity equipments. Operational availability is estimated from a binomial distribution function of user's operational conditions such as combat readiness preservation probability, operational rate, operational availability and total number of equipment. Reliability and maintainability is estimated from field failure data from similarity equipment to accomplish operational availability. The effectiveness of established RAM is verified through analysis of combat readiness preservation probability and mission reliability. A case study of weapon system illustrates the process of the proposed method.

Keywords : RAM Objective, Combat Readiness, Field Failure Data, Binomial Distribution

1. 서 론

군에서 RAM(Reliability, Availability, Maintainability)은 무기체계의 전투준비태세 유지 및 운용유지비용을 최적화하기 위한 중요한 요소이다. 특히 최근의 무기체계는 첨단화, 복잡화되어 가면서 획득 및 운용유지예산이 크게 증가되고 있는 추세이므로 이의 비용을 최적화하기 위해 사용자의 요구조건을 반영한 RAM 목표 값이 소요제기 및 선행연구 단계에서 제시되어야만 한다[4, 5].

무기체계는 높은 임무성공률을 위한 신뢰성과 임의의

시점에서 언제든지 가용할 수 있는 가용성이 요구되므로 RAM 목표 값은 운용적인 측면, 설계적인 측면 및 군수지원 측면 등을 종합적으로 고려하여 설정되어야 한다[1].

무기체계의 RAM 목표 값은 작전의 중요요소로 선진 외국에서는 비밀로 관리하여 공개되지 않고, 설계단계에서의 RAM에 대한 예측 및 평가기법에 대한 연구내용이 공개되고 있다[2, 3]. 국내에서는 일부 무기체계에서 시스템의 개발목표 설정을 위해 유사장비의 제원 및 운용 자료를 이용한 RAM 목표 값 설정이 개발자에 의해 수행되고 있어[12, 14, 15, 16] 사용자의 운용적인 측면을 고려한

RAM 목표 값이 설정되어 제시되지 못하고 있다.

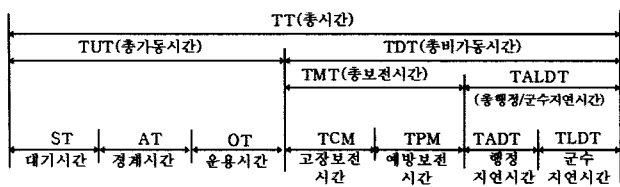
따라서 본 논문에서는 사용자의 운용적인 측면의 중요한 요소인 전투준비태세, 부대의 장비가동을 및 가용도를 고려하면서, 유사장비의 운용 자료를 이용하는 RAM 목표 값을 설정하는 방법에 대한 연구결과를 제시하고자 한다. 무기체계의 운용형태종합/임무유형 및 운용개념을 분석하여 소요군의 전투준비태세 유지를 충족시키기 위한 장비의 목표운용 가용도의 설정방법, 유사장비의 운용 자료를 이용하여 장비의 목표운용 가용도를 충족시키기 위한 신뢰도 및 평균수리시간 값의 설정방법을 제시하고, 설정된 RAM 목표 값의 타당성 검증방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 제 1장 서론, 제 2장에서는 RAM 목표 값 설정에 필요한 요소 및 수학적 모델을 정의하고, RAM 목표 값 설정방법을 제시한다. 제 3장에서 제시된 방법을 임의의 무기체계에 대해 적용한 결과를 설명하고, 마지막으로 결론은 RAM 목표 값 및 기대효과를 묘사한다.

2. RAM 목표값 산출방법

2.1 RAM 요소 설정을 위한 시간 분류

운용형태, 임무유형, 체계기능, 역할수행 주기 및 RAM 요소 값 설정에 있어서 장비의 임무시간 및 보전활동과의 관련된 시간관계를 명확히 설정하기 위하여 <그림 1> 과 같이 시간 분류를 정의한다[13].



<그림 1> RAM 요소 설정을 위한 시간분류

2.2 RAM 요소 및 수학적 모델

2.2.1 가동률

부대가 요구하는 전투력을 유지하기 위해서는 총 보유 장비 중 일정비율 이상의 장비가 상시 가동상태를 유지하여야 한다. 가동률은 부대의 총보유장비 중 상시 가동상태에 있는 장비대수의 비율로 식 (1)과 같이 정의할 수 있다.

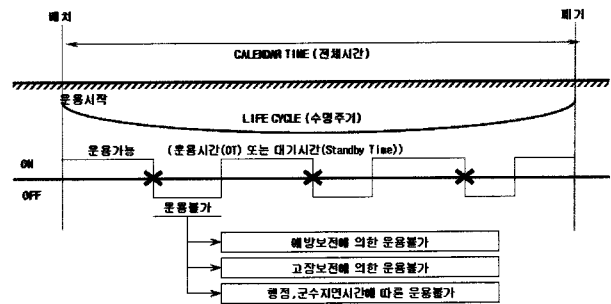
$$\text{가동률} = \frac{\text{운용가능한 장비대수}}{\text{총보유장비대수}} \quad (1)$$

2.2.2 운용가용도

운용가용도(A_0)는 장비가 실제 운용환경에서 사용될 때 정상적으로 운용될 확률로 비가동시간인 고장보전, 예방보전, 행정/보급지원지원시간 등에 따라 결정된다. 수리 가능한 무기체계는 <그림 2>와 같이 장비의 전 수명주기에서 운용가능 및 운용불가능 상태가 반복하며, 이때 운용가용도는 식 (2)와 같이 정의된다[16].

$$A_0 = \frac{\text{총운용가능시간}}{\text{총시간}} \quad (2)$$

$$= \frac{OT+ST}{OT+ST+TPM+TCM+TALDT}$$



<그림 2> 장비의 전 수명주기에서의 운용가용도

2.2.3 신뢰도

신뢰도는 장비가 주어진 조건하에서 규정된 기간 동안 의도한 기능을 고장 없이 수행할 확률로서 평균고장간시간(MTBF)의 척도를 사용한다. MTBF는 일반적으로 총 운용시간과 총 고장횟수로부터 식 (3)과 같이 정의한다. 그러나 소요 제기 시에는 개발할 장비의 총 고장 횟수를 추정하기가 어려우므로 식 (4)와 같이 운용가용도 및 행정/군수지원시간을 이용하여 산출한다.

$$MTBF = \frac{\text{총운용시간}(OT)}{\text{총고장횟수}} \quad (3)$$

$$MTBF = \frac{OT \times ALDT}{(1 - A_0) \times TT - TCM - TPM} \quad (4)$$

2.2.4 평균수리시간

평균수리시간이란 장비가 고장났을 때 규정된 기술요원이 가용한 절차 및 가용한 자원을 이용하여 주어진 조건하에서 주어진 시간에 장비를 보전하여 그 성능을 규정

된 상태로 원상복구 할 수 있는 확률로써, 신뢰도와 함께 설계를 최적화하기 위한 필수 요소이다. 척도로는 평균수리시간(MTTR)을 사용한다.

MTTR은 운용부대 보전가용시간을 기준으로 식 (5)와 같이 정의한다.

$$MTTR = \frac{\text{총고장보전시간}}{\text{총고장횟수}} = \frac{TCM}{OT/MTBF} \quad (5)$$

2.2.5 전투준비태세유지확률

전투준비태세는 임의의 시점에서 부대가 요구되는 장비대수 이상을 운용 가능한 상태로 유지하는 능력이다. 전투준비태세수준은 부대의 장비보유대수 중에서 운용가능한 장비대수의 비율인 장비가동률 수준으로 정의하고, 전투준비태세 수준인 장비가동률을 임의의 시점에서 유지할 수 있는 가능성을 전투준비태세 유지확률로 정의한다[16].

가동률이 임의의 시점에서 각 장비가 운용될 수 있는 확률인 운용가용도의 함수이므로, 전투준비태세유지확률은 장비보유대수에 대한 운용이 요구되는 최소장비대수 이상이 운용 가능한 상태에 있을 확률로 식 (6)과 같이 이항분포를 이용하여 통계적으로 추정할 수 있다.

$$P = \sum_{x=S}^N \binom{N}{x} A_o^x (1 - A_o)^{N-x} \quad (6)$$

여기서

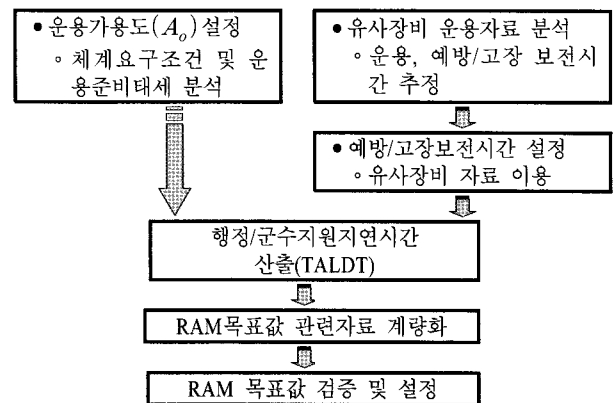
- P : 부대의 전투준비태세유지확률
- N : 부대의 장비보유대수
- S : 운용가능 상태에 있을 최소 장비대수
- A_o : 장비 운용가용도

즉, 장비보유대수(N)이 주어지고, 장비목표가동률로부터 최소운용 가능한 장비대수(S)가 결정되면, 식 (6)에서 전투준비태세유지확률에 따른 장비의 목표 운용가용도를 추정할 수 있다.

2.3 RAM 목표 값 산출방법

RAM 목표 값 설정절차는 먼저 사용자의 운용적인 측면의 요구사항인 장비목표운용가용도(A_o)를 식 (6)을 이용하여 설정하고, 설계적인 측면의 신뢰도와 군수지원 측면의 평균수리시간 및 행정/군수지원지연시간은 장비의 특성, 임무 및 군수지원체계가 비슷한 유사장비의 운용자료를 이용하여 설정한다. 설정절차는 <그림 3>과 같다. 체계운용목표조건 및 전투준비태세를 분석하여 장비의

목표운용가용도(A_o)를 설정하고, 이를 만족하도록 장비의 성능척도인 신뢰도와 군수지원체계의 성능척도인 평균수리시간과 행정/군수지원지연시간을 절충하여 설정한다. 평균수리시간 값은 유사장비의 운용 자료에서 추정된 비가동시간인 예방보전, 고장보전시간을 이용하여 개발할 장비의 예방보전 및 고장보전 값을 추정하여 설정하고, 행정/군수지원지연시간은 추정된 예방보전 및 고장보전 값을 이용하여 운용가용도를 만족하도록 설정한다. RAM 목표 값은 추정된 데이터를 정량화하고, 앞에서 정의된 RAM의 수학적 모델을 이용하여 RAM 요소별 목표 값을 산출한다. 마지막으로 전투준비태세 및 임무신뢰도 분석을 통해 설정된 RAM 목표 값의 타당성을 검증한다. 설정된 RAM 값이 목표 값을 충족하지 못하면 장비의 운용계약조건을 재설정하여 장비의 목표 값이 충족될 때까지 <그림 3>의 과정을 반복 수행한다.



<그림 3> RAM 목표값 설정 절차

2.4 RAM 목표 값 타당성 검증

설정된 RAM 목표 값은 전투준비태세유지확률 및 임무에 따른 신뢰도를 분석하여 타당성을 검증한다.

2.4.1 전투준비태세 유지확률 분석

설정된 각 장비의 운용가용도(A_o)에 대한 부대의 전투준비태세유지확률을 분석하여 운용가용도의 타당성을 검증한다. 부대의 전투준비태세수준은 <표 1>과 같이 4개의 범주로 분류할 수 있으며, 각 범주에 따른 장비가동률

<표 1> 단위부대 전투준비태세 범주

전투준비태세 범주(C-i)	장비가동률
C-1 : (전투준비 : 결함이 없음)	0.90~1.00
C-2 : (전투준비 : 사소한 결함)	0.70~0.89
C-3 : (전투준비 : 큰 결함)	0.60~0.69
C-4 : (비 전투준비)	0.00~0.59

은 작전운용개념에 따라 결정된다.

각각의 전투준비태세 범주 (C-i)에서의 전투준비태세 유지확률은 식 (7)로 산출되어 진다.

$$C_i = \sum_{x=r_1}^{r_2} \binom{N}{x} A_o^x (1-A_o)^{n-x} \quad (7)$$

여기서

C_j : 전투준비태세 범주 C-i에서의 유지확률

N : 부대의 총장비보유대수

r_2 : C-i를 달성하기 위한 최대 운용가능 장비대수

r_1 : C-i를 달성하기 위한 최소 운용가능 장비대수

A_o : 장비 운용가용도

각 전투준비태세범주에서의 전투준비태세유지확률을 산출하고, 운용목표성능을 충족하는지 검증한다. 만약 운용목표를 충족시키지 못한다면, 부대의 장비보유대수를 늘리는 방안과 장비의 목표 운용가용도를 높이는 방안 사이의 선택적 교환분석을 통하여 이러한 조건을 만족하도록 한다.

2.4.2 임무신뢰도 분석

임무신뢰도는 장비의 고장률 분포특성에 따라 결정되어진다. 고장분포특성을 운용기간동안 고장률이 일정한 분포특성을 갖는 지수분포함수로 가정하면 고장밀도함수 ($f(t)$)와 신뢰도함수($R(t)$)는 식 (8)과 같이 정의된다.

$$f(t) = \frac{1}{\theta} e^{-\frac{t}{\theta}}, \quad R(t) = e^{-\frac{t}{\theta}} \quad (8)$$

여기서, θ : 고장간평균시간(MTBF)

식 (8)에서 임무기간(MD)에 따른 장비의 임무신뢰도는 식 (9)와 같이 정의된다.

$$R(MD) = e^{-\frac{MD}{MTBF}} \quad (9)$$

식 (9)에서 임무에 따른 신뢰도를 산출함으로서 설정된 신뢰도척도(MTBF)의 타당성을 검증한다.

3. 무기체계의 RAM 목표 값 산출

설정된 RAM 목표 값 설정방법을 임의의 무기체계에 적용하여 RAM 목표 값을 설정하고 타당성을 검증한다.

3.1 운용가용도 산출

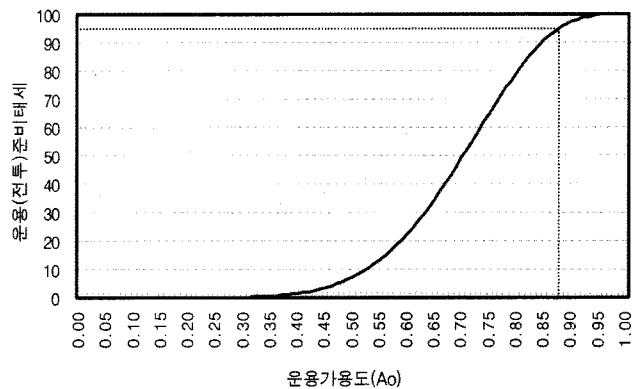
체계요구조건 및 전투준비태세유지를 위한 운용가용도를 산출하기 위해 체계운용조건을 다음과 같이 설정한다.

- 장비 가동률 : 전·평시 75% 이상
- 부대 편제 : 12대형
- 최소 운용가능 장비 수 : 9대(= 12*0.75)
- 전투준비태세유지 목표확률 : 95%

앞의 식 (6)를 이용하여 운용가용도(A_o)에 따른 전투준비태세유지확률(P)을 산출하면 다음과 같다.

$$P = \binom{12}{9} A_o^9 (1-A_o)^{12-9} + \binom{12}{10} A_o^{10} (1-A_o)^{12-10} + \binom{12}{11} A_o^{11} (1-A_o)^{12-11} + \binom{12}{12} A_o^{12} (1-A_o)^{12-12}$$

산출결과는 <그림 4> 및 <표 2>와 같으며, 전투준비태세유지목표확률이 95%이므로 운용가용도는 87.72% 이상이 요구된다. 만약에 전투준비태세수준을 100%로 유지하려면 운용가용도는 99% 이상으로 설정되어야 한다.



<그림 4> 운용가용도에 따른 전투준비태세유지확률

<표 2> 운용가용도에 따른 전투준비태세유지확률

전투태세유지확률	가용도(%)	전투태세유지확률	가용도(%)
79.46	80	97.44	90
84.48	82	98.80	92
88.86	84	99.57	94
92.50	86	99.90	96
0.9499	87.71	99.99	98
0.9501	87.72	100	99
0.9502	87.73	100	100

3.2 RAM 목표값 산출

무기체계의 운용개념이 전·평시로 구분되어 설정되므로 RAM 목표 값도 전·평시로 구분하여 설정한다.

3.2.1 평시 RAM 목표값 산출

앞에서 설정한 운용가용도($A_o = 87.72\%$)를 이용하여 다음과 같이 총가동시간(TUT) 및 총비가동시간(TDT)를 계산한다. 이때 총시간(TT)은 1년(8,760시간)을 기준으로 한다.

$$A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{TT - TDT}{TT} \text{에서}$$

$$TUT = TT \times A_o = 8760 \times 0.8772 = 7684 \text{시간}$$

총가동 시간 중 평시 운용시간은 평시 작전운용개념으로부터 <표 3>과 같이 연간 303시간으로 추정한다.

<표 3> 평시 운용시간

구분	운용시간(OT)				
	소계	훈련	작전	행정	보전
평시	303	137	109	30	27

경계 및 대기시간(AT&ST)은 TUT와 OT을 이용하여 다음과 같이 계산한다.

$$AT + ST = TUT - OT = 7684 - 303 = 7381 \text{시간}$$

따라서 총가동시간의 산출내용을 종합하면 <표 4>와 같다.

<표 4> 평시 총 가동시간

총계	총가동시간(TUT)					경계(AT)/ 대기시간(ST)
	운용시간(OT)					
	소계	훈련	작전	행정	보전	
7684	303	137	109	30	27	7381

총가동시간은 운용시간과 경계 및 대기시간을 포함한 값으로 운용시간은 훈련, 작전, 행정 등 임무시간을 의미하고, 경계시간은 장비가 작동이 가능한 상태로 운용자가 해당위치에 있으면서 명시된 임무를 수행하기 위해 전념하고 있는 상태를 말한다. 대기시간은 장비가 작동

가능한 상태이지만 운용을 위해 어떠한 준비도 하지 않는 상태이다.

총비가동시간(TDT)은 장비가 운용 불가능상태에 있는 시간으로 보전시간과 행정/군수지원지연시간으로 구분된다. 총비가동시간은 설정된 운용가용도를 이용하여 다음과 같이 산출한다.

$$TDT = TT \times (1 - A_o) = 8760 \times (1 - 0.8772) = 1076 \text{시간}$$

예방 및 고장보전시간은 유사장비의 운용자료를 이용하여 산출하고, 행정/군수지원지연시간은 총비가동시간에서 고장 및 예방보전시간을 제외하여 산출한다.

총고장 및 예방보전시간은 개발할 장비의 운용시간 및 예방보전주기를 고려하여 예방보전횟수를 산출하고, 고장보전횟수는 유사장비의 고장간 평균운용시간을 적용하여 산출한다. 평균고장 및 예방보전시간은 개발할 장비의 보전체계가 유사장비와 동일한 가정하에 유사장비의 보전시간 자료를 적용한다.

개발할 장비의 예방보전주기는 <표 5>와 같으며, 육안 검사 수준인 일일검사는 불가동 상태로 볼 수 없으므로 계산에 제외한다. PMS-I 예방보전주기는 10시간 운용시간과 14일 중 먼저 도래하는 주기에 예방보전을 하도록 설정한다.

<표 5> 예방보전 주기

일일검사	PMS-I		Special Inspection		PMS-II
0	10시간/ 14일	30시간/ 42일	100시간	250시간	500시간

유사장비의 운용자료 분석결과는 <표 6>과 같으며 고장발생 간 평균운용시간은 59.36시간, 평균예방보전시간은 5.785시간, 평균고장보전시간은 6.09시간이다.

<표 6> 유사장비 예방/고장보전 시간

운용 시간	TPM		TCM		TMT	
	횟수	보전시간	횟수	보전시간	횟수	보전시간
188.2	25.34	146.6	3.17	19.3	28.51	165.9

개발할 장비의 예방 및 고장보전시간은 평시 운용시간 303시간과 <표 6>의 유사장비의 분석자료를 이용하여 산출하면 <표 7>과 같다. 예방보전횟수는 10시간 운용시간과 14일 주기 중 횟수가 많은 14일 기준으로 산출한다.

<표 7> 평시 예방 및 고장보전시간

TPM		TCM		TMT	
횟수	보전시간	횟수	보전시간	횟수	보전시간
26.07	150.8	5.10	31.1	31.17	181.9

*예방보전횟수 = 365일 / 14일 = 26.07회
 *고장보전횟수 = 운용시간 / 고장간 평균운용시간
 = 303 / 59.36 = 5.10회

총행정/군수지원지연시간(TALDT)은 총비가동시간(TDT), 총보전시간(TPM+TCM)을 이용하여 산출하고, 행정/군수지원지연시간(ALDT)는 정비당 행정/군수지원지연시간으로 TALDT를 총보전횟수로 나누어서 산출한다.

$$TALDT = TDT - (TPM + TCM) = 1076 - (150.8 + 31.1) = 894.1 \text{ 시간}$$

$$ALDT = \frac{TALDT}{\text{총보전횟수}} = \frac{894.1}{31.17} = 28.7 \text{ 시간}$$

산출된 총가동시간 및 총비가동시간의 요소별 값을 이용하여 평시 운용개념을 계량화하면 <표 8>과 같다.

<표 8> 평시 운용개념 계량화 결과

총가동시간 (TUT)			총 비가동시간(TDT)					총 시간 (CT)
소계	OT	AT/ST	소계	TMT			TALDT	
				계	TPM	TCM		
7684	303	7381	1076	181.9	150.8	31.1	894.1	8760

식 (2)~(5)에서 정의된 수학적 모델을 이용하여 가용도, 신뢰도, 평균수리시간을 계산하면 다음과 같다.

- 운용가용도

$$A_o = \frac{TUT}{TUT + TDT} = \frac{7684}{7684 + 1076} = 87.72\%$$

- 신뢰도

$$MTBF = \frac{OT \times ALDT}{(1 - A_o)TT - TCM - TPM} = \frac{303 \times 28.7}{(1 - 0.8772) \times 8760 - 31.1 - 150.8} = 9.73 \text{ 시간}$$

- 평균수리시간

$$MTTR = \frac{TCM}{OT/MTBF} = \frac{31.1}{303/9.73} = 1.00 \text{ 시간}$$

3.2.2 전시 RAM 목표값

전시의 고장발생률을 전시 수리부속 소요산정의 전·평시 피해율을 적용하여 평시보다 높게 설정하여 RAM 목표값을 설정한다. 전시 RAM 목표값 산출을 위하여 운용조건은 전시 작전운용개념으로부터 다음과 같이 설정한다.

- 운용가용도(Ao) = 87.72%(전투준비태세 95%)
- 전시 고장간 평균운용시간 : 38.55시간 = 평시 고장간 평균운용시간(59.36)/전·평시 고장비율(1.54)
 ※ 전·평시 고장비율 : 전시수리부속 소요산정의 전·평시 피해율 적용
- 전시 보전지원체계 : 평시 보전체계와 동일 (평균예방보전시간 = 5.785, 평균고장보전시간 = 6.09)
- 전시 운용시간(OT) : 838시간

총 가동시간 및 총비가동시간은 운용가용도(Ao = 87.72%)가 평시와 동일한 조건이므로 전시의 총가동시간은 7,684, 총비가동시간은 1,076으로 평시와 동일하다, 경계 및 대기시간은 다음과 같이 6,846시간이다.

$$AT/ST = TUT - OT = 7684 - 838 = 6846$$

전시의 예방보전횟수를 14일 또는 10시간 운용시간기준 중 횟수가 많은 운용시간을 기준으로 산정하고, 고장보전횟수는 전시수리부속 소요산정 전·평시 피해율을 적용하여 총예방보전 및 총고장보전을 산출하면 다음과 같다.

- 예방보전횟수 = OT(838)/예방보전주기(10) = 83.8회
- 총예방보전시간(TPM) = 예방보전횟수 × 평균예방보전시간 = 83.8 × 5.785 = 484.8시간
- 고장보전횟수 = 운용시간 / 전시 고장간 평균운용시간 = 838 / 38.55 = 21.74회
- 총고장보전시간(TCM) = 고장보전횟수 × 평균고장보전시간 = 21.74 × 6.09 = 132.4시간
- 총보전횟수 = 예방보전횟수 + 고장보전횟수 = 83.8 + 21.74 = 105.54회
- 총보전시간(TMT) = TPM + TCM = 617.2시간

총행정/군수지원지연시간(TALDT) 및 행정/군수지원지연시간(ALDT)은 다음과 같다.

$$TALDT = TDT - TPM - TCM = 458.8\text{시간}$$

$$ALDT = TALDT / \text{총 고장횟수} = 4.3\text{시간}$$

산출된 전시의 총 가동시간 및 총비가동시간의 요소별 값을 적용하여 전시 운용개념을 계량화하면 <표 9>와 같다.

<표 9> 전시 운용개념 계량화 결과

총 가동시간 (TUT)			총 비가동시간(TDT)					총 시간 (CT)
			소계	TMT			TALDT	
OT	AT&ST	소계		계	TPM	TCM		
7684	838	6846	1076	617.2	484.8	132.4	458.8	8,760

<표 9>의 정량화된 값을 이용하여 RAM 목표 값을 산출하면 다음과 같다.

- 운용가용도

$$A_o = \frac{TUT}{TUT + TDT} = \frac{7684}{7684 + 1076} = 87.72\%$$

- 신뢰도

$$MTBF = \frac{OT \times ALDT}{(1 - A_o)TT - TCM - TPM}$$

$$= \frac{838 \times 4.3}{(1 - 0.8772) \times 8760 - 132.4 - 484.8}$$

$$= 7.86\text{시간}$$

- 평균수리시간

$$MTTR = \frac{TCM}{OT/MTBF} = \frac{132.4}{838/7.94} = 1.25\text{시간}$$

3.2.3 RAM 목표 값 설정

전·평시 RAM 목표 값 산출결과는 <표 10>과 같다. 요구하는 최종 RAM 목표 값은 전·평시 산출값 중에서 보다 엄격한 사양을 적용하여 설정한다.

<표 10> RAM 목표값 산출결과 종합

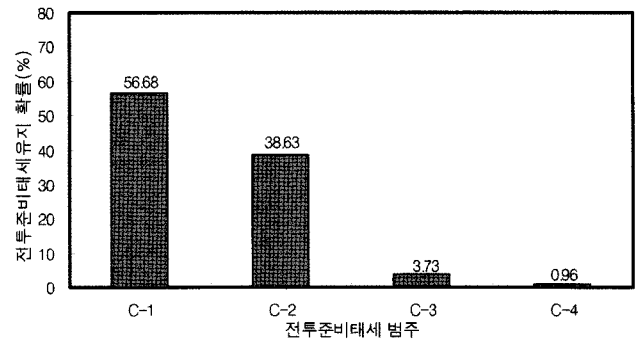
구 분	평 시	전 시	최종안
운용가용도(Ao)	87.72	87.72	87.72
MTBF(시간)	9.73	7.86	9.73
MTTR(시간)	1.00	1.25	1.00

3.3 RAM 목표 값의 타당성 검증

설정된 RAM 목표 값의 유효성을 확인하기 위하여 운용가용도(Ao)에 따른 부대의 전투준비태세유지 목표의 만족여부 및 임무에 따른 신뢰도를 분석하여 검증한다.

3.3.1 장비운용가용도의 타당성 분석

<표 1>의 전투준비태세범주 및 식 (7)을 이용하여 설정된 RAM 목표 값에 대한 전투준비태세유지확률의 분석결과는 <그림 5>와 같다. 전투준비태세 C-1 범주에 속할 확률은 56.68%로 불만족스러우나, 개발예정 장비의 전투준비태세범주인 C-2 범주 이상에서는 56.68 + 38.63 = 95.31%로 95% 이상의 요구조건을 충족한다.

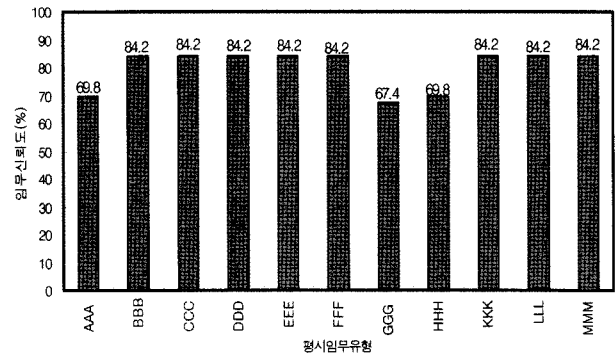


<그림 5> 전투준비태세 분석결과

3.3.2 임무에 따른 신뢰도 분석

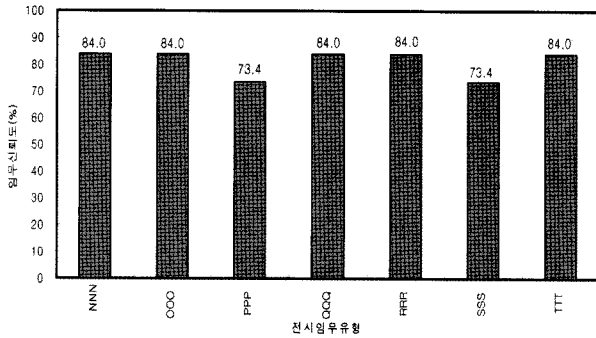
장비의 수명분포를 식 (8)의 지수분포함수로 가정하여 전·평시 임무시간에 따른 신뢰도를 분석하면 <그림 6> 및 <그림 7>과 같다.

임무 시간	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M
시간	3.5	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	3.8	3.5	1.7	1.7	1.7



<그림 6> 평시 임무형태에 따른 신뢰도

임무 시간	NNN	OOO	PPP	QQQ	RRR	SSS	TTT
시간	1.7	1.7	3.0	1.7	1.7	3.0	1.7



<그림 7> 전시 임무형태에 따른 신뢰도

4. 결 론

무기체계의 소요제기 및 개발 시 RAM 목표값은 사용자의 운용적인 측면과 개발자의 설계적인 측면을 동시에 고려하여 설정되어야 한다. 운용적인 측면에서는 장비 편성부대의 전투준비태세유지능력 및 장비의 운용개념/조건이 고려되어야 하고, 설계적인 측면에서는 유사급 장비의 자료를 이용하여 설계 가능성을 고려한 RAM 목표값이 설정되어야 한다. 본 연구에서는 편성부대의 체계운용조건 및 전투준비태세유지목표를 고려한 운용가용도의 설정방법과 유사장비의 운용 자료를 이용한 신뢰도와 평균수리시간을 산출하는 방법을 제시하였다. 제시된 방법을 개발예정 장비의 목표 값 설정에 적용하여 RAM 목표값을 산출하고 타당성을 검증하였다. 무기체계의 소요제기 및 선행연구 단계에서의 목표 값 설정은 전투준비태세 및 작전운용능력 향상, 비용 대 효과 측면의 정량화된 자료의 제공 및 최적화된 군수지원체계를 개발함으로써 총수명주기비용의 절감에 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] DOD; "DOD Guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability," Aug, 2005.
- [2] Operational Availability Handbook; "A practical Guide for Military Systems, Sub-Systems and Equipment," OPNAVINST 3000. 12A, June, 2003.
- [3] R. Benjamin Young; "Reliability Transform Method," Master of Science in Ocean Engineering, Aug, 2003.
- [4] TRADOC Pamphlet 71-9; "Force Development Requirements Determination, Appendix J Operational Mode Summary/ Mission Profile (OMS/MP) Development Procedures," Nov, 1999.
- [5] MIL-STD-785B; "Reliability Program for System and Equipment Development and Production," Sep, 1980.
- [6] MIL-STD-470B; "Maintainability Program for Systems and Equipment," May, 1989.
- [7] MIL-STD-471A; "Maintainability Verification/ Demonstration/Evaluation," 1973.
- [8] MIL-STD-690C; "Failure Rate Sampling Plans and Procedures," Mar, 1993.
- [9] MIL-STD-756B; "Mission Reliability Model," Nov, 1981.
- [10] MIL-STD-721C; "Definition of Terms for Reliability and Maintainability," Jun, 1981.
- [11] MIL-HDBK-472; "Maintainability Prediction," 1966.
- [12] 김효창, 조용석; "M-SAM 체계의 RAM 목표 값 설정 연구", 국방과학연구소, Dec, 2004.
- [13] 육군교육사령부; "종합군수지원 업무편람", Sep, 2002.
- [14] 이준우; "XKO-1 임무신뢰도 예측방안 연구", 국방과학연구소, Feb, 2006.
- [15] 이한규; "미래형 전차의 RAM 목표값 설정에 관한 연구", 국방대학교, 2000.
- [16] 최진희, 이한규; "RAM 요소설계 목표값 연구", 한국군사과학기술학회, July, 2000.