

RAM 요소설계 목표값 연구

A Study on the RAM Object Values

이 한 규* 최 진 희**
Lee, Han-Gyu, Choi, Jin-Hee

ABSTRACT

In the weapon system development/operation stage, the goals of RAM activities are to support the cost effective performance optimization in design and operation supports.

In the study, the main contents are as follows; 1) To establish the operational concept and circumstance of the subsequent tank, the combat/operation scenario, the operational mode summary and mission profile for subsequent tank development are analyzed. 2) To evaluate the administrative and logistics down time for subsequent tank, the prefigured logistics circumstance and maintenance system are analyzed. 3) To calculate the RAM object values, a mathematical model for the user are developed. 4) To examine the propriety of the RAM object values, the combat readiness are reviewed. The obtained RAM object values are provided to predict and analyze for the combat readiness, staying power, mission reliability, equipment availability and the logistic support capability.

주요기술용어 : RAM : Reliability(신뢰도), Availability(가용도), Maintainability(정비도), Combat Readiness(전투준비태세), Mission Success(임무성공률)

1. 서 론

RAM은 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintainability)의 약어로써 무기체계 개발시 소요제기부터 폐기시까지 수행되는 체계분석 업무이다.

신뢰도는 체계(장비), 부품 등이 주어진 조건하에서 규정된 기간동안 의도한 기능(성능)을 고장 없이 수행할 확률로써 임무 성공 확률을 평가하는 척도이다.

가용도는 어떤 주어진 임의시간에 있어서 장비가

작동상태에 있을 확률로써 무기체계의 운용 준비태세(Operational Readiness) 및 임무가 요구된 기간동안에 운용 가능한 정도를 평가하는 척도로 운용환경이나 평가방법에 따라 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도로 분류된다.

정비도란 전차가 고장났을 때 규정된 기술요원이 가용한 절차 및 자원을 이용하여 주어진 조건 및 시간 동안에 전차를 정비하여 그 성능을 규정된 상태로 원상복구 할 수 있는 확률이다.

RAM의 필요성은 운용자 측면에서 전투편제 판단, 전투능력 예측 및 장비운용 개념 등을 설정하는데 필요하며, 개발자 입장에서는 장비에 대한 품질 보증 및 군

* 국방부 군수본부

** 육군사관학교 무기공학과 교수

수지원 요소별 지원계획을 수립하는데 필요하게 된다.

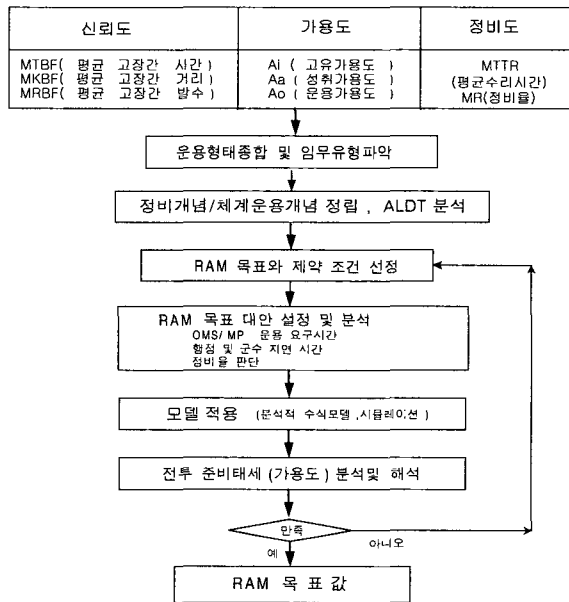
또한 RAM 분석결과는 무기체계의 수명주기 비용의 절감과 장비 성능의 향상 및 원활한 군수지원계획을 수립하는데 기초가 된다.

2. RAM 요구조건 설정방법

2.1 RAM 목표값 설정절차

사용자 측면에서 RAM 요구조건 산출은 개발장비의 운용개념에 따른 운용(RAM) 목표와 운용상 제약조건을 선정, RAM 목표 대안을 설정 및 분석한 후 목표값 산출을 위한 모델을 적용하고, 운용 가능해야 할 전차 수와 전투준비태세 범주에 속할 비율을 고려하여 전투준비태세 분석 및 해석을 통해 RAM 목표 값을 산출한다.⁽¹⁾

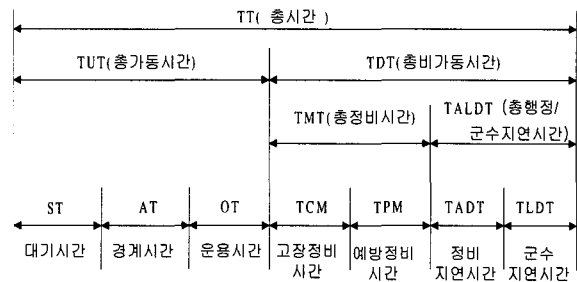
이와 같은 일련의 RAM 요소 목표값 설정 절차를 도식으로 나타내면 그림 1과 같다.



(그림 1) RAM 요소 목표값 설정 절차

2.2 RAM 요소 시간 분석

운용 형태, 임무 유형, 체계 기능, 역할 수행 주기, 그리고 RAM 요소값 설정에 있어서 체계의 임무운용 시간과 정비활동과의 관련된 시간관계를 명확히 설정함이 필요하다. 이를 도식화하여 나타내면 그림 2와 같다.



(그림 2) 장비 시간 분류

2.3 사용자 중심의 수학적 모델

2.3.1 신뢰도

평균고장간 시간(McTBF) : 曆時(Calendar Time)기준

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

평균고장간시간(MTBF) : 장비가동시간기준

$$MTBF = M_c TBF \times \text{시간당 엔진가동시간}$$

평균고장간 거리(MKBF)

$$MKBF = M_c TBF \times \text{시간당 주행거리}$$

평균고장간 발수(MRBF)

$$MRBF = M_c TBF \times \text{시간당 사격발수}$$

2.3.2 가용도

고유가용도(Ai)

$$A_i = \frac{OT}{OT + TCM}$$

성취가용도 (Aa)

$$A_a = \frac{TUT}{TUT + TCM + TPM}$$

운용가용도 (Ao)

$$A_o = \frac{TUT}{TUT + TDT}$$

2.3.3 정비도

평균수리시간(MTTR)

$$MTTR = \frac{TCM}{OT/MTBF}$$

정비율(MR) : 정비시간 기준

$$MR = \frac{TCM + TPM}{OT}$$

정비인사 기준

$$MR = \frac{TCM \times CM + TPM \times PM}{OT}$$

2.4 목표값 계산 및 조정

2.4.1 단위부대 전투준비태세에 대한 해석

단위부대 전투준비태세는 일반적으로 표 1과 같이 4개의 범주로 구분된다.

한편 각각의 전투준비태세 범주(C-i)에 속하게 될 단위부대의 전투준비태세 비율의 예측에는 아래의

[표 1] 단위부대 전투준비태세 범주

전투준비태세 범주 (C-i)	가동전차 대수 비율
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

이항(Binomial) 분포 식을 이용한다.

$$C_i = \sum_{x=1}^{x=10} \binom{n}{x} A_o^x (1 - A_o)^{n-x}$$

2.4.2 임무 신뢰도에 대한 해석

전투지속 요구능력이 제시된 경우

MKBF

$$\text{목표}(0.95) = e^{-\frac{k}{MKBF}}$$

MTBF

$$\text{목표}(0.95) = e^{-\frac{t}{MTBF}}$$

전투지속 요구능력이 제시되지 못한 경우

$$R = e^{\left(\frac{-MD}{MTBF}\right)}$$

2.4.3 임무 성공률(Mission Success)

전차의 능력에 영향을 미치는 가용도와 신뢰도의 수준을 확인한 후, 전차가 임무를 한번 착수하면 완전하게 임무를 수행할 수 있는 능력이 임무 성공률이며, 이는 임무수행 기간동안 고장이 없어야 하고 동시에 가용해야 하므로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$P(\text{임무성공률}) = A_o \times R(MD)$$

3. 차기전차 개념분석

3.1 전차 운용 환경

기후 조건

- Hot : 25%
- Basic : 50%
- Cold : 25%

기동 지역

- 포장 도로 : 10%
- 비포장 도로 : 48%
- 야지 : 42 %

지형 현황

산지의 특성 : 국토의 75 %가 산지로 이루어져 있으며, 산지의 특성은 표 2와 같다.

[표 2] 산지의 특성

구분	1,500m 이상	1,000~1,500m	500~1,000m	200~500m	200m 이하
비율	4 %	10 %	20 %	26 %	40 %

3.2 정비 지원 체계

3.2.1 정비 절차

차기 전차가 개발후 운용될 미래의 종합 군수지원 체계(ILS)중 RAM 목표값 설정에 크게 영향을 미치는 것은 정비지원 체계이다. 현재 K1전차의 정비활동 절차는 야전교범⁽²⁾에 표 3과 같이 제시되어 있다.

차기전차의 경우 완전 디지털화로 고장진단 시간 단축 및 국방정보체계 발전으로 보고시간이 30%이상 단축될 것으로 예상되므로 차기전차에서는 위 보고시간이 다음과 같이 변경될 것이다.

[표 3] 전차 정비활동 절차

구분	활동절차	정비활동내용
부대 정비	고 장	고장발견시 즉시 고장현상에 대한 보고
	↓보고	
	중대 정비반	1시간이내 정비가능성과 장비 전투피해 판정결과 및 정비 소요시간 판단 보고 ▷ 장비이력부 작성
	↓보고	
	대대 정비반	2~6시간이내 정비 가능사항과 필요한 수리부속 판단 청구
↓보고		
야전 정비	여단 정비반	6~24시간이내 정비가능사항과 필요시 DS 정비반 요청
	↓보고	
	사단 정비반	24~36시간이내 정비가능사항과 필요시 GS 정비반 요청
	↓보고	
	군(단) 정비대대	36~72시간이내 정비가능사항에 대한 조치를 실시
↓보고		
창정비	후송	Overhaul 정비 수행

- 중대 정비보고 : 1 시간
- 대대 정비보고 : 2 ~ 4 시간
- 여단 정비보고 : 4 ~ 16 시간
- 사단 정비보고 : 16 ~ 24 시간
- 군단 정비보고 : 24 ~ 48 시간

3.2.2 수리부속 운용소요 검토 결과

RAM 요소중 신뢰도와 정비도 설정에 영향을 미치는 군수 및 행정지연시간(ALDT)은 발주 및 수송 시간(OST) 값에 크게 좌우되므로 차기전차가 운용되는 시기의 OST를 예측해야 한다. 육군 교육사령부에서 1999년 9월 수리부속 실운용소요 검토결과 표 4와 같이 OST기간을 5~8일 단축하는 방안이 제시되었다.

[표 4] 발주 및 수송시간(OST) 단축 방안

구 분	사단 ↔ 군지사		군지사 ↔ 군수사		비 고
	현규정	개선	현규정	개선	
청구서 작성 및 송달	2	1-2	3	2	전산 On-Line 체 계 구축 1일단축
재고 통제	3	2	5	3~5	청구서 95%이상 자동기계처리로 1~2일 단축가능
색출/ 적용	5	2~4	10	7~9	Barcord화, 저장관 리 개선으로 1~2 일 단축
수입 처리	1	1	3	2~3	
수 송	4	1~3	9	3~9	사단-군지사간 적극적인 추진보 급제도 시행으로 1~3일 단축 가능
계	15	7~12 (9.5)	30	17~2 6 (21.5)	

3.2.3 통합 군수지원 체제

21세기에는 군단중심의 다기능 통합 군수지원 체제를 구축하고, 다양한 편조 능력을 보유한 군수부대 구조 편성으로 실시간 전 전장 동시지원이 보장될 것이다. 지원체제는 군단작전지역에 위치한 군지여단이 사단전투지역에 위치한 지원단을 보장지원함과 동시에 전투현장에 위치한 전투부대에 직접적인 지원이 가능한 체제가 이루어져 전 전장 동시지원이 달성될 것이다. 군수부대는 군단 지역에 위치한 군지여단에 정비, 보급, 탄약, 수송, 급양대대가 편성되며, 사단지역에 위치한 지원단에는 보급/수송, 정비대대와 의무대가 편성될 것이다.

통합정비 지원체제는 기동장비에 탑재된 움직이는 공장 개념에 의거, 정비소요 발생시 무기체계별

Package화된 통합지원 체제를 구축하여 즉각적인 현장정비가 이루어질 것이다.

- 정비 지원 방법

- 공중기동 정비공장 : 전투근요장비 D/L 발생시 현장 근접정비지원 한다.
- 기동화 정비공장 : 무기체계별 Package화된 케도형 정비샵, 구난차량, 수리부속벤을 이용하여 전투 현장에서 근접정비지원 한다.

4. RAM 요구조건 설정

4.1 군수 및 행정지연시간(ALDT) 분석

행정 및 군수지연시간(ALDT)을 분석하기 위하여 사용한 기법은 의사결정계보 분석기법(Decision Tree Technique)으로써 평시와 전시 ALDT 분석모델은 그림 3과 4와 같다.

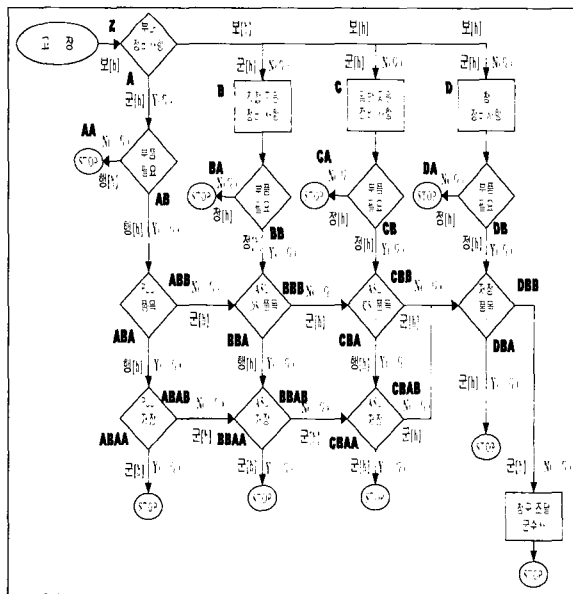
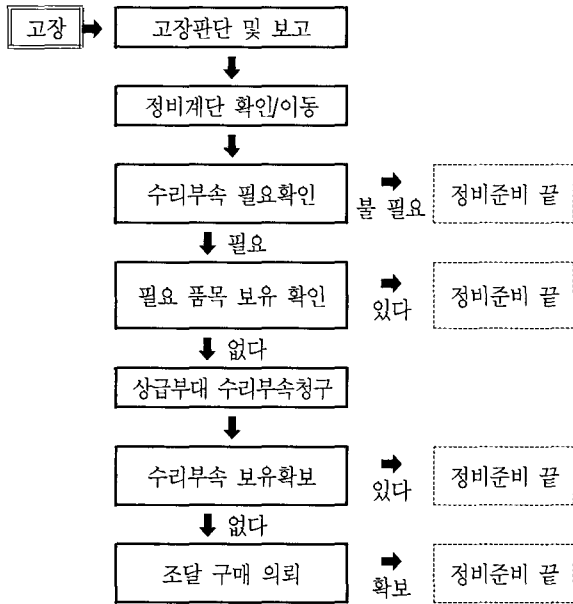
이 기법은 1개의 고장에 대하여 발생 가능한 모든 경로를 구하여 각 경로에 대한 지연시간 및 발생확률을 예측하여, 모든 경로에 대한 지연시간과 발생확률을 곱한 후 합을 구하는 방법이다.

$$ALDT = \sum_{i=1}^n (T(hr)_i \times P(\%)_i)$$

T(hr)_i = i 번째 경로의 소요시간

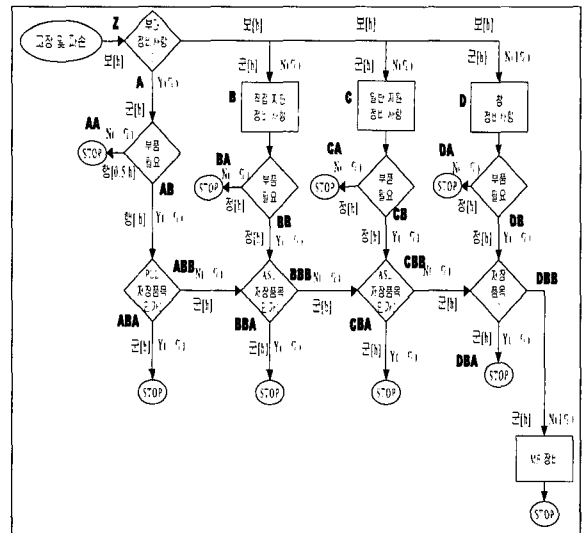
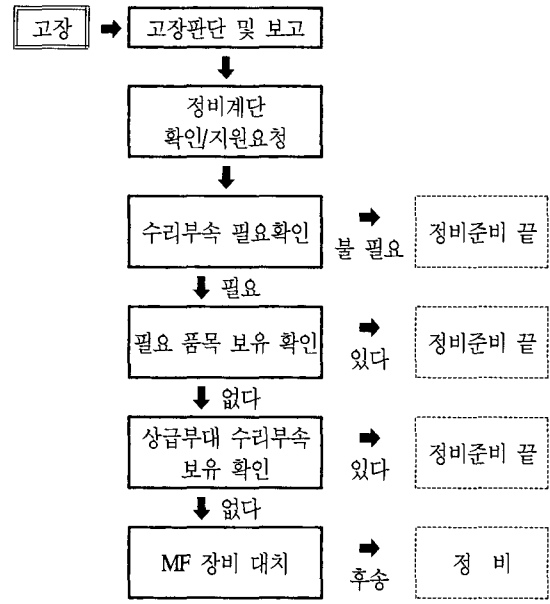
P(%_i) = i 번째 경로가 발생할 확률

ALDT 분석결과 전차의 ALDT 모델은 현재 군수지원체제를 적용하여 개발하였고, 차기전차가 운용되는 시기의 정비지원체제와 OST 단축방안을 고려하였으며, K1전차의 야전운용 제원을 적용하여 분석한 결과 표 5와 같이 제시되었다.



- 정비지원부대는 고장 품목 수리부속 보관시 선 보급 후 입고 정비
- PLL : Prescribed Load List(규정휴대량)
- ASL : Authorized Storage List(인가저장품목)
- 보[] : 고장현상 및 정비계단 판단 보고시간
- 군[] : 군수조달(왕복 수송)시간
- 행[] : 행정 소요시간
- 정[] : 직접지원 이상 정비행위는 ALDT 해당

(그림 3) 평시 ALDT 분석 모델



- 정비지원부대는 고장 품목 수리부속 보관시 선 보급 및 야전정비
- PLL : Prescribed Load List(규정휴대량)
- ASL : Authorized Storage List(인가저장품목)
- 보[] : 고장현상 및 정비계단 판단 보고시간
- 군[] : 군수조달시간 → 야전직접지원 개념으로 평시 50%
- 행[] : 행정 소요시간
- 정[] : 직접 지원 이상 정비행위는 ALDT 해당

(그림 4) 전시 ALDT 분석 모델

(표 5) ALDT 분석 결과

구분	ALDT	정비 단계별 행정및군수지연시간				
		부대	직접	일반	창	
평시	K1	77.9 (3.2일)	72.2 (3.0일)	66.0 (2.75일)	186.6 (7.8일)	513 (21.4일)
	차기	57.5 (2.4일)	47.9 (2.0일)	64.6 (2.7일)	176.6 (7.4일)	495 (20.1일)
전시	K1	24.8 (1.0일)	21.8 (0.9일)	21.9 (0.9일)	63.8 (2.7일)	177.4 (7.4일)
	차기	10.8 (0.45일)	7.3 (0.3일)	11.6 (0.48일)	46.2 (1.9일)	133.1 (5.5일)

4.2 RAM 요구조건 분석

차기전차의 RAM 목표를 설정할 경우, 전투준비태세는 C-2 범주에 해당되는 기준으로 장비가동률 80%가 유지되어야 할 확률이 95% 이상이어야 하며, 전시 임무신뢰도 목표는 90%이다.

정비체계에 대한 제약조건으로는 차기전차가 운용되는 시기의 정비지원체제는 3장에서 제시한 정비지원체제를 적용한다.

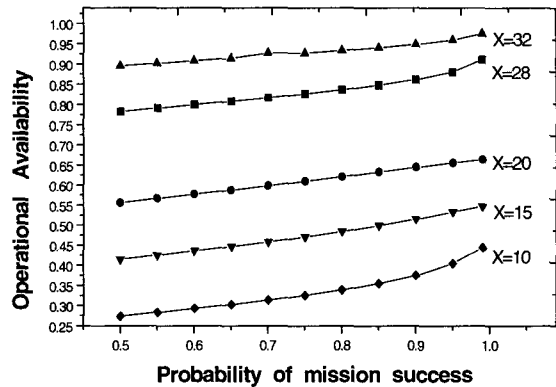
차기전차의 기본단위 부대는 전차대대로 현재와 동일한 편제로 운용되는 것으로 가정하였으며, 일정 시점에서의 계획정비를 살펴보면 표 6과 같다.

(표 6) 일정시점의 전차 계획정비

구분	대수	정비시간	전투준비태세가용
일일정비	28대	1시간	가용
주간정비	5대	4시간	불가용
월간정비이상	2대	8시간	불가용

전투준비를 만족하기 위한 단차의 운용가용도를 해석하기 위한 이항분포식은 다음과 같다.

$$P = \sum_{x=5}^N \binom{N}{x} A_o^x (1-A_o)^{N-x}$$



(그림 5) 운용이 가능해야할 최소전차수에 따른 가용 확률과 운용가용도와의 관계

- P : 총 전차에 대한 가용 확률
- N : 전차대대 총 전차대수
- S : 운용이 가능해야 할 최소 전차대수
- A_o : 전차대대 운용가용도

위 식을 이용하여 차기전차 RAM 목표에서 제시한 전투준비태세의 장비 가동률 80%(신뢰수준 95%)을 만족하기 위한 단차의 운용가용도를 계산하면, 차기전차의 운용가용도는 88.1% 이상이어야 한다.

그림 5는 전차대대 기준으로 운용이 가능해야할 최소 전차대수에 따른 가용확률과 운용가용도(A_o)의 관계를 나타낸 그림이다.

4.3 OMS/MP 제원 분석

미래형 전차 OMS/MP 개발 및 전차전 임무분야 분석(WS-14)과제 연구 결과⁽⁵⁾ 2010년 이후 운용될 것으로 예상되는 차기전차의 평시 운용형태종합 및 임무유형은 표 7과 표 8에 제시되어 있다.

단차의 운용가용도를 만족하기 위한 최대 활용가능한 총비가동시간(TDT)을 분석하기 위해서 아래와 같은 RAM 관계식으로 부터 총비가동시간을 구해야 한다.

[표 7] 평시 임무 유형(MP)

임무	평균이동 거리(km)	최대기동 거리(km)	사격발수 (1대/년간)	통신운용 (시간)	생존 (시간)
내용	499	573	20	545	279

※ 연간 499km 주행시, 엔진가동 시간 : 107시간, 사통장비
가동시간 : 115시간(K1전차 야전운용결과 비을 적용)

[표 8] 평시 운용형태종합(OMS)

구분	총 시간 (TI)	총가동시간(TUT)				총비 동시간 (TDT)		
		소계	OT	AT	ST			
계	365	8,760	7,718	321	279	7,118	1,042	
전 술 훈 련	소 계	52	1,110	1,047	321	279	447	63
	합동훈련 격년1회	6	124	118	30	35	53	6
	사단급 부대훈련 연1회	6	124	118	30	35	53	6
	여단급 부대훈련 격년1회	3	62	57	14	17	26	5
	대대종합 /전투사격 연2회	9	200	195	49	59	87	5
	중대급 전술훈련 연2회	7	152	148	37	44	67	4
	소대급 전술훈련 연2회	5	104	101	25	30	46	3
	단차/조종 훈련 월2회	13	290	261	131	52	78	29
	동계훈련 연1회	3	54	49	5	7	37	5
	소 계	313	7,650	6,671	-	-	6,671	979
비 전 술 훈 련	계획정비 주간정비 이상	52	456	-	-	-	-	456
	휴일 토, 일, 공휴일	118	2,832	2,832	-	-	2,832	-
	기타대기 (야간교육, 공사등)	124	2,967	2,967	-	-	2,967	-
	일반교육 월5일	60	480	480	-	-	480	-
	기타잔여 일수	39	915	392	-	-	392	523

$$A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{TT - TDT}{TT} \quad (1)$$

식 (1)에서 총비가동시간(TDT)을 구해보면

$$\begin{aligned} TDT &= TT(1 - A_o) \\ &= 8,760(1 - 0.881) = 1,042 \text{시간} \end{aligned}$$

여기서 총비가동시간(TDT)의 세부시간중에서 예
방정비시간(TPM)과 행정 및 군수지연시간(ALDT)은
알 수 있으나, 총고장정비시간(TCM)과 총 행정 및
군수지연시간(TALDT)은 다음과 같은 방법으로 구
할 수 있다.

$$\begin{aligned} TDT &= TPM + TCM + TALDT \text{ 이므로} \\ TCM + TALDT &= TDT - TPM \\ &= 1,042 - 456 = 586 \text{시간} \end{aligned}$$

비례적인 계산방법으로

$$TALDT : TCM = ALDT : MTTR$$

여기서 차기전차의 평시 ALDT 예측 결과는 57.5
이며, MTTR은 K1A1전차의 MTTR(1.89시간)와 동일
한 조건으로 적용하면

$$TALDT : TCM = 57.5 : 1.89 \quad (2)$$

식 (1)와 식 (2)에 의해서 총고장정비시간(TCM)은
18.6 시간, 총행정 및 군수지연시간(TALDT)은 567.4
시간이며 표 9와 같다.

[표 9] 총 비가동시간 분석

구분	총정비 가용시 간	총정비시간(TMT)		총행정 및 군수지연시간 (TALDT)	
		소계	고장정비 시간 (TCM)		예방정비 시간 (TPM)
시 간	1,042	474.6	18.6	456	567.4

또한 차기전차의 전차 운용형태종합과 임무유형은 표 10과 11에 제시되어 있다.

고장발생시 총 비가동시간내에 정비가 완료되어야 한다. 즉 총 비가동시간은 정비 업무 수행시 요구되는 정비 가용시간이라고 할 수 있으며, 이를 세부적으로 시간 분석을 하면 다음과 같다.

기준

- 9일 (단차 3일전투, 6일 준비태세)
- 6일 준비태세 기간은 비임무 시간으로써 대기시간과 비가동시간으로 구분

(표 10) 전차 운용형태 종합(OMS)

구분	임무		총 가동시간(Tota Up Time)				총 비가동시간(TDT)
	종류	수	계	운용시간(OT)	경계시간(AT)	대기시간(ST)	
총계			216	28.615	11.483	150.2	25.7
전투 사항	계	59	72	28.615	11.483	31.9	-
	지연전	4	6	3.7	1.4	0.9	-
	집결지행동	6	30	4.725	3.675	21.6	-
	부대이동	4	5	2.85	1.25	0.9	-
	방어작전	4	9	1.925	1.475	5.6	-
	기만작전	4	4	2.7	0.85	0.45	-
	역습	7	9	5.425	1.5	2.075	-
초월공격	30	9	7.29	1.333	0.377	-	
비전투			144	-	-	118.3	25.7

(표 11) 전차 임무유형(MP)

구분	운용 시간	주행 거리	사격 발수	통신장비 운용시간	전자장비 운용시간
내용	28.615 시간	316.665 km	47.09 발	33.793 시간	26.903 시간

전차의 운용가용도는 전,평시 88.1%이상이어야 하므로, 운용가용도를 이용한 총 비가동 한계시간 즉 총 정비가용 시간을 분석하면 다음과 같다.

$$A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{TT - TDT}{TT} \quad (3)$$

식 (1)에서 총비가동시간(TDT)를 구해보면

$$\begin{aligned} TDT &= TT(1 - A_o) \\ &= 216(1 - 0.881) = 25.7\text{시간} \end{aligned}$$

여기서 총비가동시간(TDT)의 세부시간중에서 예방정비시간(TPM)은 주간정비 수준으로 4시간 수행한다고 가정(총 운용현황 판단시 평시의 반년이상 사용) 하였으며, 총 고장정비시간(TCM)과 총 군수 및 행정지연시간(TALDT)은 알 수 없으므로 다음과 같은 방법으로 구할 수 있다.

$$TDT = TPM + TCM + TALDT \text{ 이므로}$$

$$\begin{aligned} TCM + TALDT &= TDT - TPM \\ &= 25.7 - 4 = 21.7\text{시간} \end{aligned} \quad (4)$$

비례적인 계산방법으로

$$TALDT : TCM = ALDT : MTTR$$

여기서 차기전차 전차 평균 ALDT 예측 결과는 10.8이며, MTTR은 K1A1전차의 MTTR(1.89시간)을 적용하면

$$TALDT : TCM = 10.8 : 1.89 \quad (5)$$

식 (4)와 식 (5)에 의해서 총고장정비시간(TCM)은 3.2 시간, 총행정 및 군수지연시간(TALDT)은 18.5 시간이며 표 12와 같다.

(표 12) 총비가동시간 분석

구분	총정비가용시간	총정비시간(TMT)			총행정 및 군수지연시간 (TALDT)
		소계	총고장정비 시간(TCM)	총예방정비 시간(TPM)	
시간	25.7	7.2	3.2	4	18.5

4.4 RAM 요구조건

전·평시 임무유형 분석결과 전차수명은 창정비 주기를 기준으로, 평시 운용조건에는 10년을, 전시 운용조건에는 내구도를 기준으로 선정된 장비운용조건은 표 13에 제시되어 있다.

차기전차 운용개념과 ALDT, OMS/MP 분석결과를 2장에서 제시한 사용자 중심의 RAM 목표값 수학적 모델에 적용하여 산출한 RAM 특성 값이 표 14에 제시되어 있다. 여기서 요구조건은 평시 정비 개념과 전시 운용 개념을 기준으로 설정하였다.

(표 13) 장비 운용조건

구분	엔진가동 시간	주행 거리	사격발수 (사통 가동)	통신장비 운용시간	전자장비 운용시간	
평시	1년기준	107 시간	499km	20 발 (115 시간)	545 시간	(생존) 279 시간
	10년기준	1070 시간	4,990km	200 발 (1,150 시간)	5,450 시간	(생존) 2,790 시간
전시	시나리오 (9일)	29 시간	316.7km	47.1 발 (26.9 시간)	33.8 시간	26.9 시간
	내구도 (9,600km)	816 시간	9600km	1323 발 (2,213 시간)	957 시간	731 시간

(표 14) 전·평시 RAM 특성값 산출결과

RAM 요소		평시	전시	요구조건 (시험평가)	비고
가용도	운용가용도 (Ao)	88.1% 이상		88.1%	전투준비태세 요구조건
	성취가용도 (Aa)	94.2%	96.4%	94.2%	
	고유가용도 (Ai)	94.5%	90.0%	94.5%	
신뢰도	McTBF	32.5 이상	16.7 이상		Calendar Time
	MTBF	10.8 이상	16.7 이상		엔진가동시간 기준
	MKBF	50.4 이상	184.8 이상	185	
	임무 MKBF	-	429 이상	429	전시 임무 수행 기준
정비도	평균수리시간 (MTTR)	1.89	1.87	1.89	
	정비율 (MR)	1.48	0.25	1.48	

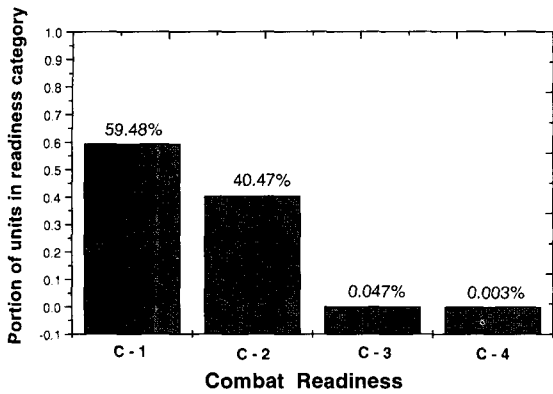
4.5 RAM 요구조건 해석

4.5.1 전투준비태세 해석

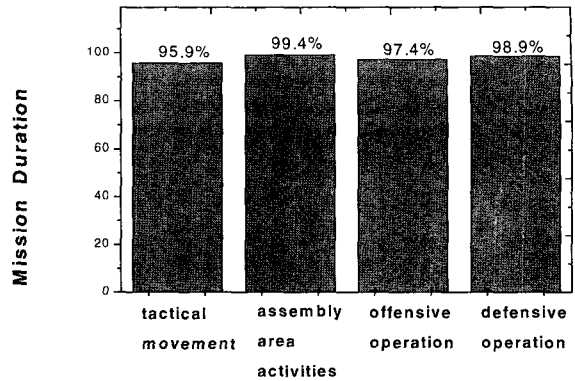
4.4절에서 제시한 RAM 특성 값이 적절한지의 여부를 판단하기 위하여 1개 전차대대에 대한 전투준비태세를 해석하여 예측해볼 수 있다. 그림 6은 다음과 같은 이항분포식을 이용 전투준비태세를 예측한 결과이다.

$$C_i = \sum_{x=1}^{x=42} \binom{n}{x} A_o^x (1 - A_o)^{n-x}$$

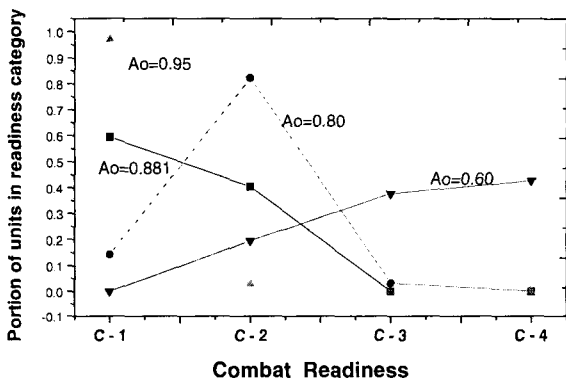
운용가용도 Ao=0.881 일 때, 전투준비태세율이 C-1 범주는 만족하지 못하나 C-2범주(59.48+40.47=99.95%)를 만족하고 있다. 그림 7은 전차대대를 기준



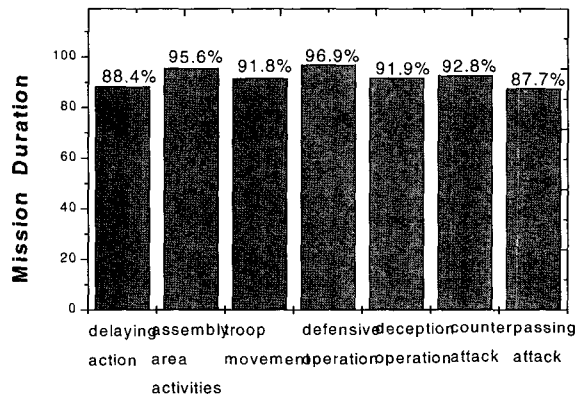
(그림 6) 전투준비태세 범주에 속할 비율



(그림 8) 평시 임무신뢰도



(그림 7) 운용가용도와 전투준비태세와의 관계



(그림 9) 전시 임무신뢰도

으로 운용가용도와 전투준비태세와의 관계를 나타낸 것이다.

4.5.2 임무신뢰도 해석

전시 임무신뢰도 조건은 90% 이상이며, 전투시나 리오에 의하면 7개 임무를 수행하는데 주행거리는 316.665km이므로 임무당 평균 주행거리는 45.24km이다. 즉 45.24km 주행동안 고장없이 임무를 완수할 확률이 90% 이상이어야 한다는 것이다. 따라서 임무신뢰도 MKBF를 구하는 식은 $0.9 = e^{-\frac{45.24}{MKBF}}$ 이므로 계산결과 임무신뢰도 MKBF는 429km이다.

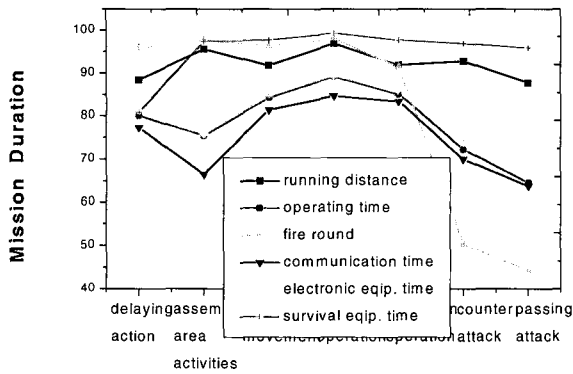
임무신뢰도는 다음 식에 적용하여 결과 전·평균

임무신뢰도가 각각 그림 8과 그림 9와 같이 계산되었다.

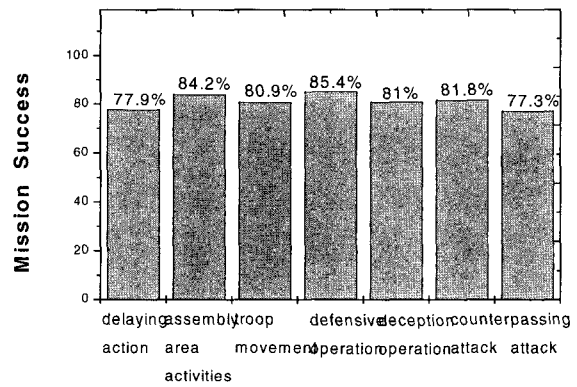
$$R = \text{Exp}\left(\frac{-MD}{MTBF}\right) = \text{Exp}\left(\frac{-X}{429}\right)$$

여기서, MD : 임무수행시간, X : 임무 수행을 위한 주행거리

그림 10은 임무신뢰도를 기동거리, 운용시간, 사격발수, 통신장비운용시간, 전자장비운용시간, 생존장비운용시간 등의 세부 운용형태별로 제시한 것이다.



(그림 10) 전차 운용형태별 임무신뢰도



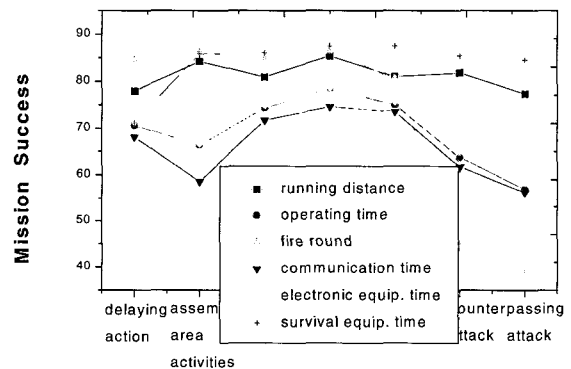
(그림 12) 전차 임무성공률

4.5.3 임무성공률 해석

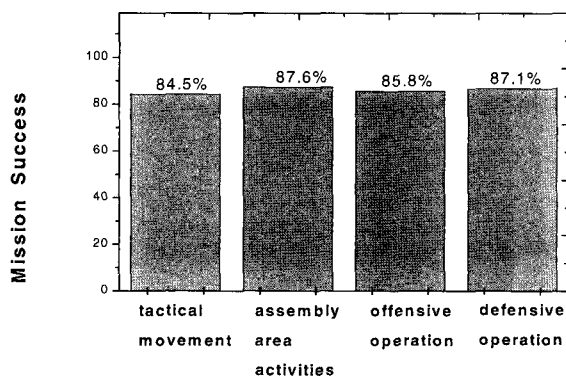
전차의 능력에 영향을 미치는 가용도와 신뢰도의 수준을 확인한 후 전차가 임무를 한번 착수하면 완전하게 임무를 수행할 수 있는 능력을 산출하는 것이 임무성공률이며, 다음 식에 적용한 결과 전·평시 임무성공률은 그림 11과 그림 12에 제시되었다.

$$P(\text{임무성공률}) = A_o \times R(MD)$$

그림 13은 임무성공률을 기동거리, 운용시간, 사격발수, 통신장비운용시간, 전자장비운용시간, 생존장비운용시간 등의 세부 운용형태별로 임무성공률을 제시한 것이다



(그림 13) 전차 운용형태별 임무성공률



(그림 11) 평시 임무성공률

5. 결론

본 연구를 통해 RAM 요소 목표 값을 사용자 중심의 분석적 모델에 적용한 결과 최적의 RAM 요소 목표 값은 운용가용도(Ao)는 88.1%, 성취가용도(Aa)는 94.2%, 고유가용도(Ai)는 94.5%, 평균고장간 시간(MTBF)는 16.7시간, 평균고장간 거리(MKBF)는 199km, 임무신뢰도는 429km, 평균수리시간(MITR)은 1.87시간, 정비비율(MR)은 1.48로 분석되었다.

설정된 RAM 요소별 목표 값은 차기전차의 설계시 개발가능성을 판단하여 비용 대 효과 분석을 하는데 기초자료로 활용될 수 있다. 또한 개발될 전차를 예측하고, 시험 및 평가단계에서의 신뢰성과 내구

성을 평가하는 기초자료로 활용될 수 있다.

아울러 RAM 업무는 관련기관(각군본부, 장비운용부대, 교육사, 군수사, ADD, 생산업체) 및 관련 부서가 결합되어 종합적으로 수행되는 유기적인 RAM 업무 수행체계가 구축되어야 할 것으로 판단되며 차기 전차가 운용될 시기의 미래전장양상에 따른 전차부대 운용과 전투편성, 군수지원 체제 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. TRADOC/AMC 70-11, "RAM Rationale Report Hand Book", 1987.
2. 야전교범 17-51, "기갑/기계화 여단 전투근무지원", 1992.
3. U.S.A. "Military Technology(Vol. XVII Issue)", 1994.
4. TRADOC/AMC Pamphlet 71-9, "Force Development Requirement Determination," US Army, Draft, 1997.
5. 육군무기체계연구실, "미래형전차 OMS/MP 개발 및 전차전 임무분야분석연구," 무기체계개념 특화 연구센터, 1999. 1.
6. 교육사령부, "TLS 소요제기 업무 활성화 방안 (RAM 목표값 산출방법 중심)", 1997.
7. 국방과학연구소, "RAM" 기법, 1986.
8. 현대정공 기술 연구소, "K1전차 RAM-D 분석 결과 및 활용", 1996.
9. 현대정공 기술 연구소, "RAM PLAN", 1993.
10. 고순주, 최상영, "무기체계 RAM 이론과 응용", 국방대학원, 1995.