

# 무기체계 신뢰도 개발목표를 활용한 운영단계 신뢰성 평가 방안 연구

하성철  
국방기술품질원

## Study on Weapon System Operation Reliability Assessment Using Development Reliability Goals

Sung-Chul Ha  
Defense Agency for Technology and Quality

**요 약** 무기체계의 신뢰성이 강조됨에 따라 무기체계를 개발 시 RAM 업무는 필수 업무로 인식되어 업무 훈령, 지침 등 관련 규정을 제정하고 업무계획 수립, 결과 분석 등 활발하게 수행되고 있다. 이에 따라 개발 시 RAM 목표값을 세우고 그 달성 여부를 확인하는 RAM 예측값(분석값)과 같은 산출물이 생성된다. 그러나 개발 후 운영 시 개발목표에 대한 RAM 값 달성 여부에 대한 확인 방안은 없어 개발목표가 운영 시 달성되었는지 확인이 어려운 실정이다. 국방기술품질원은 군수통합정보체계로부터 야전운용제원을 확보하여 지속적으로 분석하고 있으며 분석결과가 확보됨에 따라 이를 활용하여 개발 시 목표와 비교하여 개발목표의 달성여부를 확인하는 기법을 고안하였다. 신뢰도를 활용한 4개의 지표를 개발하여 5개 무기체계 분류 17개 장비에 적용해 보았으며 그 결과 개발 시 RAM 업무를 충실히 수행하고 이를 운영 시 달성한 무기체계를 식별하였으며 해당 장비는 상대적으로 타 장비 대비 우수함을 식별할 수 있었다. 다만 일부 자료 확보의 어려움 등으로 인해 지표 적용의 한계점을 식별하였고, 추가적인 지표 개발의 필요성을 시사하였다.

**Abstract** Recently, RAM analysis work during defense systems development has been importantly recognized. In the development phase, many RAM goals are determined, such as development goals, prediction results, analysis results. In the operation phase, DTaQ analyzes operation RAM analysis using field data which is collected by a defense information system of the Department of Defense (DoD). Nowadays, a weapon system operator needs to confirm the degree of achievement of the development target values. This study will establish an operation reliability assessment method that utilizes development goals based on reliability. The assessment method has 4 factors and covers 17 weapon systems. As a result of analyzing the weapon systems, it was possible to identify relatively superior weapons. However, some factors can't be adapted few weapons because of difficulty gathering development RAM data. Accordingly, this study identified a need for follow-up studies on the development of additional assessment factors.

**Keywords** : RAM, Reliability, Development Phase, Operation Phase, Assessment, Weapon Systems

---

\*Corresponding Author : Sung-Chul Ha(Defense Agency for Technology and Quality)

email: scha@dtaq.re.kr

Received February 22, 2022

Accepted May 6, 2022

Revised March 18, 2022

Published May 31, 2022

## 1. 서론

RAM(Reliability, Availability, Maintainability)은 고장의 발생과 복구를 수치화한 것으로 무기체계의 운용 효율성을 측정할 수 있는 지표이다. RAM을 구성하는 지표는 세 가지이며 신뢰도(Reliability)는 얼마나 오래 고장 없이 사용할 수 있는지, 가용도(Availability)는 사용하고 싶을 때 사용할 수 있는 가능성이 어느 정도 되는지, 정비도(Maintainability)는 고장을 복구하는데 어느 정도의 시간이 필요한지를 나타낸다.

무기체계 개발 시 정확한 RAM 목표값을 세우고 이를 달성하는 것은 무기체계의 성능 뿐 아니라 군수지원성이 보장되고 “신뢰성”을 갖춘 무기체계를 확보하는 중요한 요소이다.

신뢰성이 담보된 무기체계의 확보를 위해 2013년 방위사업청 무기체계 RAM 업무 지침 제정, 2014년 국방부 국방전력발전업무훈령 개정을 통해 군수지원측면 요구조건은 RAM을 대표적인 지표로 하여 지금까지 수행되어 오고 있다.

이러한 환경에 따라 무기체계 개발 시 RAM 업무는 필수 업무로 인식되어 군, 관, 개발기관 모두 적극적으로 업무를 수행[1]하고 있으나 개발 시 생산되는 수많은 RAM 관련 산출물에 대한 기관 간 입장에 따른 지표선정 이견[2,3], 비표준화 및 통합 관리에 대한 인식 부족으로 인해 데이터베이스 구축에 대한 노력은 다소 부진한 실정이다.

RAM 자료의 통합관리와 환류를 위해 국방기술품질원이 개발 및 서비스 중인 RAM 표준자료체계는 방위사업청 통합사업관리팀 및 국방기술진흥연구소의 국방기술정보통합서비스의 협조를 통해 체계개발종료를 기점으로 개발단계에서 산출되는 RAM 관련 산출물을 수집, 데이터베이스화 하여 개발단계 자료를 관리하고 있으며 개발 시 산출되는 RAM 값으로는 RAM 목표값, RAM 예측결과, RAM 분석결과 등이 있으며 이는 체계개발종료보고서, RAM 분석보고서 등에 수록되어있다. 그리고 개발시 협평가보고서에는 신뢰도 및 정비도 예측값이 있음이 확인되었다[1,4]. 또한 매년 약 20여종 이상의 야전운용제원 RAM 분석 수행으로 운용단계 분석결과가 누적되고 있다.

무기체계 소요제기 시 RAM 잠정목표값 제시, PDR(Preliminary Design Review) 시 RAM 목표값 설정, CDR(Critical Design Review) 시 RAM 예측값 산출 등의 과정을 거치며 RAM 값은 정교화 되고 예측값의

목표값 달성여부를 확인한다[5]. 다만 RAM 값 예측 시 NPRD, EPRD와 같은 국외 고장률데이터북 및 MIL-HDBK-217F와 같은 국외 예측모델을 사용함에 따라 실측값과의 괴리가 발생하는 것으로 확인하였다[6,7].

무기체계 총수명주기 간 RAM 업무가 수행되고 RAM 값이 관리됨에 따라 개발된 무기체계의 목표값이 운용 시 달성되었는가에 대한 연구가 진행되었다. 특히 항공장비[8,9], 유도무기[10,11] 등에 대해 운용제원을 분석한 결과 개발목표를 상회하고 있음을 확인하였다. 단, 무기체계 개발 시 RAM 값에 대한 개발목표를 세운 경우 운용 시 분석값과 비교할 수 있으나 일부 무기체계의 경우 RAM 업무가 활성화되기 전에 개발목표를 수립하지 않고 개발하여 목표 달성여부, 유사무기체계 대비 신뢰도 수준 등을 분석하기 어려운 경우도 발생하였다[12].

개발목표에 대한 야전 운용 시 달성여부를 확인하는 것은 국방부를 중심으로 주요 관심사로 대두되었지만 기존의 연구는 각 무기체계에 대한 개발 예측값과 운용 시 분석값을 단순히 비교하는 것에 그쳐 각 무기체계를 유사무기체계 간 비교분석하는 지표는 연구가 부진한 실정이다. 무기체계 간 비교분석을 수행하는 경우 개발목표가 잘 달성되고 야전에서 우수하게 운용되는 무기체계를 식별하여 개발·운용 우수사례를 선정할 수 있다. 이를 바탕으로 향후 무기체계 개발 시 우수사례를 벤치마킹하여 보다 나은 무기체계를 확보할 수 있을 것이다.

이러한 관점에 따라 무기체계 개별 뿐 아니라 유사무기체계 사이에서 개발목표에 대한 달성여부 및 무기체계 운용성 등을 고려한 상대적인 신뢰성 평가 방안의 필요성이 식별되었다. 평가 방안 도출을 위하여 무기체계의 신뢰성 개발 및 운용성을 확인할 수 있는 야전운용제원 분석결과, 개발목표값 설정결과 등 관련 자료를 확보하고 이를 바탕으로 신뢰성 평가를 수행할 수 있는 지표를 도출하였다. 그리고 실 사례에 적용을 함으로써 지표 적용의 적정성을 확인하여 보다 우수한 무기체계를 식별하였으며 본 연구의 한계점과 추가 연구방안을 도출하였다.

## 2. 운용단계 신뢰성 평가

### 2.1 연구 목표

RAM 업무는 무기체계 획득 전 순기에 걸쳐 수행되고 있으며 소요제기에서 야전운용까지 무기체계에 대한 RAM 목표값, 예측값, 운용값이 존재하고 있다. 이러한 상황에서 개발 시 수립했던 목표가 운용 시 달성되었는

가를 확인하는 것은 현 시점 국방 분야의 RAM 업무 수행 정도를 확인하는 중요한 일이라고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 현재 운용 중인 우리 군 무기체계에 대한 운용단계 신뢰성 평가를 위한 개발목표 기준 성과지표를 도출하고 그 활용 가능성을 확인하는 것을 목표로 한다. 단, RAM 지표 중 가장 활발하게 연구가 진행되었고 장비 운용 중 첫 번째로 영향을 주는 “고장”을 중심으로 한 지표인 신뢰도(Reliability)를 중심으로 평가하는 방안을 마련한다. 또한 지표의 활용성 확인 시 부족한 부분을 식별하고 발전방안을 모색한다.

## 2.2 활용 자료

개발목표를 활용한 운용단계 신뢰성 평가 방안을 도출하는 연구 방향에 따라 무기체계 개발 시 산출한 RAM 예측값을 첫 번째 자료로 활용한다. RAM 예측값은 체계 개발종료 시점 산출된 문서의 자료를 활용하도록 한다.

두 번째 자료로 운용단계의 신뢰성 정보를 확인하기 위하여 국방부가 운용 중인 국방군수통합정보체계의 야전운용제원에 기반한 RAM 분석 결과를 활용한다. 분석 기간은 대상 무기체계의 야전운용제원이 수집된 첫 시점부터 시작하여 분석을 시작하는 시점까지의 전 기간 자료를 사용한다. 사례적용 대상 무기체계 17종의 경우 야전운용제원의 시작시점은 2004년 10월부터 2018년 11월까지 무기체계별 배치 시점에 따라 다르며 종료시점은 2019년 12월 또는 2020년 6월이다. 이는 무기체계에 대한 야전운용제원 분석이 동시에 이루어지지 않고 2020년 상반기, 하반기로 나뉘어 분석되었기 때문이다. 분석에 활용된 야전운용제원은 운용, 고장, 정비 이력으로 총 24,591,062건이며 무기체계별 편차는 있으나 평균적으로 약 1,446,533건이 활용되었다.

세 번째 자료로 배치 초기 무기체계의 신뢰도를 확인하기 위해 하자 조치 건 수 및 A/S 건수를 국방기술품질원의 품질정보체계를 통해 확인한다. 국방기술품질원에서 수행하는 양산품질보증 장비 위주로 약 2,052건 정도가 확보되었다. 이 중 사용자 과실에 의한 고장은 2015년 국방부의 장비고장 개념 및 관리체계 정립 결과에 따라 사용자 과실은 “장비 사고”로 분류하여 무기체계 신뢰도 산출 시 제외하고 있으므로 해당 고장은 제외한다.

마지막으로 국방부 국방전력발전업무훈령에서 명시한 무기체계 세부분류를 활용한다. 운용단계 신뢰성 평가는 무기체계 개별의 특성을 평가하는 것도 필요하지만 무기체계 간 상대적인 평가를 통해 특정 무기체계가 어느 정도 위치에 있는 확인하는 것이 중요하다. 이에 따라 무기

체계 간 비교·분석이 필요한데, 이 과정에서 모든 무기체계를 통합하여 평가하는 것은 무기체계별 특성(구조 복잡성, 임무 특성, 운용형태 등)이 무시되는 결과를 초래하여 왜곡되는 결과를 도출할 수 있다. 이에 따라 훈령에서 명시하는 무기체계 세부분류 기준을 적용하여 동일 세부분류로 묶인 무기체계의 경우 유사무기체제로 분류하고 유사무기체계 간 상대비교 시 활용하도록 한다.

## 2.3 평가 지표

동일분류 장비 간 신뢰성 비교를 통한 운용 신뢰성 평가를 위해 아래 네 가지 지표를 산출한다.

### 2.3.1 신뢰도 달성도(지표 1)

가장 기본적인 지표로 개발 시 수립되어 달성된 것으로 판단된 RAM 예측값과 야전운용제원 분석결과 중 신뢰도(MTBF, Mean Time Between Failures)를 비교하여 달성 정도를 확인하는 지표이다. 지표의 산식은 다음과 같다.

$$\text{신뢰도 달성도} = \frac{\text{운용 신뢰도}}{\text{개발 신뢰도}} \quad (1)$$

Eq. (1) 신뢰도 달성도는 위와 같은 방식으로 산출하며 개발 시 신뢰도를 운용 시 온전히 달성했을 때 산출되는 “1” 값을 기준으로 점수를 산정한다. 1을 기준으로 1 미만인 경우는 운용 시 개발목표값을 달성하지 못했음을, 1 초과인 경우 개발목표값을 초과 달성하였음을 의미한다. 본 지표의 신뢰도는 개별 무기체계의 대푯값으로 각 무기체계별로 산정한다.

### 2.3.2 상대 신뢰도(지표 2)

무기체계들의 상대적인 비교를 위한 지표로 다음과 같은 산식을 따른다. 이 때 사용되는 신뢰도는 야전운용제원 분석을 통해 산출된 신뢰도를 사용한다.

$$\text{상대 신뢰도} = \text{동일분류 장비 간 신뢰도 백분위} \quad (2)$$

Eq. (2) 상대신뢰도는 동일 분류 무기체계들의 분석된 야전운용제원 분석값의 신뢰도를 모두 확보한 후 신뢰도 값들 중 최솟값과 최댓값을 양끝 값으로 둔 후 대상 무기체계의 신뢰도가 어느 위치에 분포하는지 백분위로 타나내는 것을 의미한다. 이때 야전운용제원 분석값은 국방

기술품질원이 현재(20년)까지 분석한 모든 무기체계의 결과를 활용하였다.

본 지표는 타 무기체계와의 비교를 수행하는 지표이므로 분석 대상이 되는 무기체계의 종류, 숫자에 따라 그 값이 절대적이지 않다. 하지만 무기체계 간 상대우위를 확인할 수 있는 장점이 있다.

### 2.3.3 초기 신뢰도(지표 3)

상대 신뢰도 지표와 마찬가지로 동일 분류 무기체계들 간 어느 위치에 있는지 확인하는 지표이다.

초기 신뢰도 지표는 양산 이후 배치 초기에 어느 정도의 장비 신뢰도를 확보하였는지 확인하기 위한 지표로 하자 조치 수와 A/S 건수를 활용한다. 단, 하자 조치 수 및 A/S 건수를 산정할 때 사용자 과실에 기인한 수는 제외한다. 산식은 아래와 같다.

$$\text{초기 고장수} = 1\text{대당 연평균} [\text{하자조치} + A/S\text{수}] \quad (3)$$

$$\text{초기신뢰도} = \text{동일분류장비간}[\text{초기고장수}]\text{백분위} \quad (4)$$

Eq. (4) 초기 신뢰도는 Eq. (3) 초기 고장수를 산출한 결과를 이용한다. 본 지표는 고장률이 육조곡선을 따름에 따라 배치 초기에 다수 발생하는 연구개발기관 A/S 및 양산 관련 하자조치의 특성을 반영한 지표이다. 해당 지표의 백분위가 낮을수록 배치 초기에 접수되는 하자조치 및 A/S 건수가 적음을 의미하므로 양산 후 배치 초기에도 안정적인 신뢰도를 보장한다고 판단할 수 있다.

### 2.3.4 신뢰도 추세(지표 4)

신뢰도 달성도와 같이 개별 장비의 특성을 분석하는 지표이다. 야전운용제원을 분석하였을 때 무기체계의 현 시점 고장률 증감 추세를 판단하는 지표이다. 산식은 아래와 같다.

$$\text{신뢰도추세} = PLP\text{모델 형상모수}(\beta) \quad (5)$$

Eq. (5) 신뢰도 추세는 수리가능한 체계에 대한 신뢰도 분석 시 PLP(Power Law Process)모델을 적용하여 분석하는 경우 모델의 형상모수  $\beta$ 는 1을 중심으로 1이면 고장률 일정,  $\beta > 1$ 인 경우 고장률 증가,  $\beta < 1$ 인 경우 고장률 감소를 나타낸다[13-15]. 무기체계 야전운용제원 분석 시 PLP 모형을 적용하여 무기체계의 신뢰도 값을 산

출하며 분석 과정에서 도출되는 척도모수( $\lambda$ )와 형상모수( $\beta$ ) 중 형상모수를 활용하여 고장률 증감추세를 확인한다.

해당 지표는 현 시점을 기준으로 무기체계 고장률 추세를 판단하는 지표로 장비 운용 계획을 수립함에 있어 중요한 지표라고 할 수 있다.

## 2.4 점수 산정

2.3에서 도출한 평가지표 각각에 대한 점수 산정은 Table 1을 따른다.

Table 1. Score of each factor

| Assessment Indicator    | Score by factor |           |             |
|-------------------------|-----------------|-----------|-------------|
|                         | 1 pt.           | 2 pt.     | 3 pt.       |
| Reliability Achievement | 1.0 or less     | 1.0 ~ 1.2 | exceed 1.2  |
| Relatively Reliability  | 33% or less     | 33% ~ 66% | exceed 66%  |
| Initial Reliability     | exceed 66%      | 33% ~ 66% | 33% of less |
| Reliability Trend       | exceed 1.1      | 0.9 ~ 1.1 | 0.9 or less |

각 요소는 무기체계 개발 이후부터 운용이 성숙한 시점까지 고루 평가하는 지표이며 본 연구의 목적은 개발목표의 운용 단계에서 달성 여부를 판단하는 것이므로 각 지표는 동일한 가중치를 가지는 것으로 판단하며 각각은 직관적인 판단을 위해 3점 척도를 기준으로 하여 총점 12점으로 판단하였다.

신뢰도 달성도의 경우 개발목표와 운용제원 분석 결과 신뢰도를 비교하는 것으로 1의 값이면 개발목표와 운용 신뢰도가 동일하다고 판단할 수 있다. 따라서 1 미만인 경우 개발목표에 미달하여 1점, 1에서 1.2 사이인 경우 개발목표 수준의 달성으로 보아 2점, 1.2 초과인 경우 개발목표가 우수하게 달성된 것으로 판단하여 3점을 부여한다.

상대신뢰도의 경우 유사무기체계로 분류된 무기체계들 간 비교로 유사장비들 사이에서 개별 무기체계의 신뢰도를 백분위로 표시하고, 0 ~ 100%를 3등분으로 균등 분배하여 점수를 산정하였다. 유사무기체계들 사이에서 하위 33% 미만인 경우 1점, 하위 66% 초과인 경우 3점을 부여하였다.

초기 신뢰도 또한 유사무기체계로 분류된 무기체계 간 비교를 수행하여 점수를 부여하였다. 설계·제조 결함으로 기인한 사용자 불만, A/S 실적을 확인하여 실적이 많

아 유사무기체계들의 실적 수 백분위를 산정하여 개별 무기체계의 초기고장 실적 수가 하위 33% 미만은 고장이 적은 것이므로 3점, 하위 66% 초과는 고장이 많은 것이므로 1점을 부여하였다.

신뢰도 추세의 경우 형상모수  $\beta$ 값을 기준으로 하여 1.1을 초과하는 경우 고장률이 증가하는 추세이므로 1점, 0.9 이상, 1.1 이하인 경우 고장률이 일정하므로 2점, 0.9 미만인 경우 고장률이 감소하는 추세이므로 3점을 부여하였다.

점수 산정 시 지표1과 지표3의 경우 과거 개발단계 RAM 업무에 대한 인식 부족과 하자조치, A/S 자료 관리 미흡에 따라 자료 확보가 어려운 경우 해당 지표에 대한 평가는 수행하지 않으며, 총점은 평가하는 지표의 수에 따라 변경하고, 총점 대비 획득 점수의 백분위로 무기체계별 순위를 평가한다.

### 2.5 사례 적용 결과

운용단계 신뢰성 평가를 위한 평가 지표의 적절성을 확인하기 위해 현재 운용 중인 무기체계를 대상으로 적용하였다.

대상 선정은 운용제원을 최대한 활용하기 위해 가장 최근에 분석된 결과(20년 야전운용 신뢰성 분석 대상장비)를 활용하였으며 기동화력체계 2종, 방호무기체계 4종, 함정체계 6종, 항공무기체계 5종을 대상으로 하였다.

평가지표 계산은 Microsoft office 2016의 Excel을 사용하였으며 야전운용제원 RAM 분석은 국방기술품질원에서 자체개발한 RAM 목표값 검증·평가체계(RAMVV, RAM Verification & Validation)를 활용하였고 무기체계 분류 기준에 따라 나뉜 대상들의 상대적인 순위는 Table 2와 같다.

기동화력체계의 경우 둘 모두 개발 신뢰도 목표값 확보가 제한됨에 따라 지표1을 제외하여 평가하였으며 기동2 장비의 경우는 하자조치 및 A/S 자료 확보가 제한되어 지표3 또한 제외하여 평가하였다. 그 결과 기동1, 기동2 장비의 획득 점수는 동일하였으나 만점 대비 획득점수 백분위 결과 기동2 장비가 보다 우수한 것으로 평가되었다.

방호무기체계의 경우 모두 국산 장비이며 이중 방호4 장비가 동일 분류 무기체계 중 상대적으로 높은 신뢰도를 가지고 신뢰도 증가 추세로 판단되어 우수한 장비로 판단되었다. 방호3 장비의 경우 개발목표값 달성은 미흡하였으나 하자처리, A/S 실적 등이 우수(작음)하며 신뢰도가 증가하는 추세로 판단되어 역시 우수한 장비로 판단할 수 있었다.

Table 2. Result of assessment to weapon systems

| object      | Assesment Indicator (Reference 2.3) |   |   |   | pts. | per<br>fect<br>pts. | per<br>cen<br>tile<br>(%) | ra<br>nk |
|-------------|-------------------------------------|---|---|---|------|---------------------|---------------------------|----------|
|             | 1                                   | 2 | 3 | 4 |      |                     |                           |          |
| land1       | -                                   | 2 | 2 | 2 | 6    | 9                   | 67                        | 2        |
| land2       | -                                   | 3 | - | 3 | 6    | 6                   | 100                       | 1        |
| protection1 | -                                   | 2 | 1 | 2 | 5    | 9                   | 56                        | 4        |
| protection2 | -                                   | 1 | - | 3 | 4    | 6                   | 67                        | 3        |
| protection3 | 1                                   | 2 | 3 | 3 | 9    | 12                  | 75                        | 2        |
| protection4 | -                                   | 3 | - | 3 | 6    | 6                   | 100                       | 1        |
| naval1      | -                                   | 2 | - | 3 | 5    | 6                   | 83                        | 2        |
| naval2      | -                                   | 1 | - | 1 | 2    | 6                   | 33                        | 6        |
| naval3      | -                                   | 3 | - | 1 | 4    | 6                   | 67                        | 4        |
| naval4      | -                                   | 3 | - | 2 | 5    | 6                   | 83                        | 2        |
| naval5      | -                                   | 1 | - | 2 | 3    | 6                   | 50                        | 5        |
| naval6      | -                                   | 3 | - | 3 | 6    | 6                   | 100                       | 1        |
| aero1       | 3                                   | 3 | 3 | 3 | 12   | 12                  | 100                       | 1        |
| aero2       | -                                   | 2 | - | 2 | 4    | 6                   | 67                        | 3        |
| aero3       | -                                   | 1 | - | 1 | 2    | 6                   | 33                        | 5        |
| aero4       | -                                   | 3 | - | 2 | 5    | 6                   | 83                        | 2        |
| aero5       | 1                                   | 3 | 1 | 2 | 7    | 12                  | 58                        | 4        |

함정무기체계의 경우 개발목표값과 하자처리 및 A/S 실적 확보가 제한되어 지표1 및 지표 3의 평가가 불가하여 함정 간 신뢰도의 상호비교와 신뢰도 증감추세만으로 평가를 수행하였다.

항공무기체계의 경우 국산 장비인 항공1 장비가 운용제원을 분석한 결과 개발목표를 충족시키면서 동일분류 장비 상에서도 우수한 장비로 식별되었다. 반면 해외 도입장비인 항공3 장비의 경우는 운용제원 분석결과가 개발목표 값을 충족하지 못하고 신뢰도가 하락하는 추세로 분석되어 동일분류 장비 중 가장 RAM 관점 지표가 미흡한 것으로 평가되었다.

사례 적용 결과를 종합적으로 보았을 때 국내 연구개발 무기체계인 항공1 장비가 가장 우수한 무기체계 개발 성과를 나타내는 장비임을 알 수 있다. 해당 무기체계는 모든 평가지표가 적용되었으며 개발 시부터 RAM 목표값을 수립하여 실 운용 시에 달성하였고 적은 초기고장, 항공장비 중 높은 신뢰도, 신뢰도 증가 추세를 가지는 무기체계로 확인되었다. 이와 같이 무기체계 신뢰도 개발목표를 활용하여 운용단계 신뢰성 평가를 수행하는 경우 현재 운용 중인 무기체계 중 보다 우수하게 개발/구매한 무기체계를 확인할 수 있으며 해당 무기체계 사업을 벤치마킹하여 향후 무기체계를 획득한다면 보다 신뢰성 있

는 무기체계를 확보할 수 있을 것으로 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 다만 사례적용 결과 일부 지표들이 RAM 업무 정착의 미진함 및 자료 확보가 어려워 몇몇 무기체계에서 적용하기 어려웠던 점을 추가로 식별할 수 있었다.

### 3. 결론

방위사업청 무기체계 RAM 업무 지침 제정과 함께 본격적으로 시행된 RAM 업무는 수년간 수행되었고 무기체계가 개발목표에 따라 생산된 후 운영 단계에서 이를 달성하고 있는지 여부를 확인하는 것이 중요하게 되었다. 이에 따라 무기체계 개발 시 수립된 목표값을 활용하여 운용단계에서 신뢰성을 평가하는 방안에 대해 연구하였다.

신뢰도 달성도, 상대 신뢰도, 초기 신뢰도, 신뢰도 추세 등 네 가지 지표를 수립하고 점수 산정 방식을 고안하였다. 그리고 국방기술품질원에서 '20년도에 분석한 무기체계를 대상으로 평가방안을 적용하여 운용단계 신뢰성 평가를 수행하였다.

평가를 통해 각 무기체계의 개발단계 목표 달성 여부 등을 확인하였고 동일분류 무기체계별 상대적인 순위 판단을 통해 보다 우수한 무기체계와 다소 미흡한 무기체계를 식별할 수 있었다. 이 중 개발, 운용이 우수하게 이루어진 것으로 식별된 무기체계는 향후 유사무기체계 개발 시 표본으로 선정하여 보다 성공적인 무기체계 개발을 위한 벤치마킹 대상으로 삼을 수 있을 것으로 판단된다. 사례 적용 결과를 보았을 때 본 연구의 지표는 향후 무기체계 우수 개발 사례 선정 등에 활용할 수 있을 것이다.

다만 연구를 수행하면서 몇 가지 요소에 대한 개선점이 식별되어 해당 연구는 추가적인 후속 연구를 통해 보완할 수 있을 것으로 판단된다. 첫 번째로 개발 시 목표값 미수립 및 자료관리 미흡 등으로 발생한 지표 적용 불가 사례의 경우는 RAM 업무의 정착 및 강화, 무기체계 양산 이후 자료 수집 개선 등을 통해 자료 확보를 강화하여 개선할 수 있을 것으로 기대된다. 두 번째로 무기체계 운용 시 낮은 고장률의 중요성으로 신뢰도 관련 사항만 중점적으로 반영한 것은 빠른 복구 능력(정비성) 등을 고려한 추가적인 지표연구를 수행 통해 보완할 수 있을 것이다. 마지막으로 목표를 세워 개발함은 무기체계를 운용하는 사용자(소요군)의 만족스러운 운용을 위함이므로 사용자의 만족도를 지표로 반영하는 연구가 추가적으로 필요하다.

무기체계 개발 이후 운용 시 개발목표 달성 여부에 대한 확인이 이루어지지 않고 있던 상황에서 본 연구는 운용단계 신뢰성 평가 시 개발목표 달성여부를 확인하는 하나의 방안을 제시하였다. 향후 본 연구를 통해 도출한 평가 기준은 국방부, 각 군(운용자), 방위사업청, 개발업체 등 다양한 이해관계자가 있으므로 적용 전 충분한 논의가 필요할 것이다.

### References

- [1] DAPA, Weapon System RAM Law & Guide Book, pp.31, DAPA, .2021, pp.31
- [2] Y. S. Jung, D. Y. Kim, "A study on the appropriated application of RAM measures", *Annual Conference on The Korea Institute of Military Science and Technology*, pp.43-44, 2014.
- [3] J. W. Kim, Y. S. Jung, Y. K. Na, M. S. Kim, K. T. Oh, "A study on comparing the RAM programs in military and commercial industries : based on the cases of the ground weapon system and the rolling stock", *Annual Conference on The Korea Institute of Military Science and Technology*, pp.103-106, 2009.
- [4] G. M. Park., "A Study for RAM data management of development and operation phase using RAMDB", *Autumn Conference on The Korea Institute of Military Science and Technology*, pp.88-89, 2018.
- [5] C. H. Choi, S. E. Park, "A note on improving reliability in the development of weapon systems", *Journal of Applied Reliability*, Vol.15, No.1, pp.1-5, 2015.
- [6] I. H. Song, H. G. Sim, Y. G. Jeong, "Method of improving operational reliability in defense system", *Annual Conference on The Korea Institute of Military Science and Technology*, pp.271-276, 2012.
- [7] Y. T. Kim, J. H. Wang, "Improving plan for reliability test & evaluation in the research and development phase of maneuver weapon system", *Annual Conference on The Korea Institute of Military Science and Technology*, pp.662-663, 2020.
- [8] I. S. Kim, W. Jung, "Comparison of RAM value to prediction and field data analysis based on acquisition type of air weapon systems", *Conference on The Korean Reliability Society*, pp.63-68, November 2015.
- [9] I. S. Kim, W. Jung, "Comparison of RAM target value and operation data in air weapon systems", *Journal of Applied Reliability*, Vol.15, No.4, pp.282-288, 2015.
- [10] J. S. Ha, K. M. Kim, "Operational reliability analysis of guided weapon systems", *Conversions Security Jourmas*, Vol.17 No.3, pp.95-101, September 2017.
- [11] S. K. Kim, Y. J. Wang, Y. J. Kim, S. W. Kim, I. H. Lee,

- K. S. Lee, "A Study on the reliability analysis of anti-ship missile using field data, *The Journal of The Korea Institute of Electronic Communication Science*, Vol.6, No.6, pp.881-887, 2011.  
DOI: <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2011.6.6.881>
- [12] H. R. Gwak, S. J. Hong, M. K. Jang "Reliability analysis for decoy using maintenance data", *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.10, pp.82-88, 2018.  
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.10.82>
- [13] Larry H. Crow, "Reliability analysis for complex, repairable systems", Technical Report no.138, AMSAA, U.S., pp.40,
- [14] B. M. Mun, S. J. Bae, "Research for modeling the failure data for a repairable system with non-monotonic trend", *The Korea Reliability Society, Journal of Applied Reliability*, Vol.9, No.2, pp.121-130, 2009.
- [15] W. J. Park, S. B. Kim, "A segmented model with upside-down bathtub shaped failure intensity", *Journal of The Korea Society of Industry Convergence*, Vol.23, No.6(2), pp.1103-1110, 2020  
DOI: <https://doi.org/10.21289/KSIC.2020.23.6.1103>

하 성 철(Sung-Chul Ha)

[정회원]



- 2008년 8월 : 한국과학기술원  
산업공학과 (산업공학석사)
- 2010년 1월 ~ 현재 : 국방기술품  
질원 선임연구원

〈관심분야〉

RAM, 신뢰성