



Received: 2026/07/21  
Revised: 2026/07/31  
Accepted: 2026/09/03  
Published: 2026/09/30

**\*Corresponding Author:**

Jungtae Kim

20, Daewangpangyo-ro 851 beon-gil, Sujeong-gu,  
Seongnam-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

Tel: +82-31-326-9159

Fax: +82-31-326-9001

E-mail: jungtae.kim2@ligdna.com

# RCM 기반 CBM+ 정비전략 수립방안 연구: 정비방안 선정 표준화

## RCM-Based CBM+ Maintenance Strategy Establishment: Maintenance Task Standardization

김정태<sup>1\*</sup>, 김희욱<sup>2</sup>, 김용근<sup>1</sup>, 김준혁<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LIG 디펜스앤에어로스페이스 미사일시스템IPS연구소 선임연구원

<sup>2</sup>LIG 디펜스앤에어로스페이스 미사일시스템IPS연구소 수석연구원

<sup>3</sup>LIG 디펜스앤에어로스페이스 미사일시스템IPS연구소 연구원

Jungtae Kim<sup>1\*</sup>, Heewook Kim<sup>2</sup>, Yonggeun Kim<sup>1</sup>, Junhyeok Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Research engineer, Missile Systems Integrated Product Support R&D (Anti-Air missile), LIG Defense&Aerospace

<sup>2</sup>Chief research engineer, Missile Systems Integrated Product Support R&D (Anti-Air missile), LIG Defense&Aerospace

<sup>3</sup>Research engineer, Missile Systems Integrated Product Support R&D (Anti-Air missile), LIG Defense&Aerospace

**Abstract**

무기체계 고도화에 따른 총수명주기비용(LCC) 최적화와 가동률 확보가 군수 관리의 핵심으로 대두되고 있다. 최근 예지정비(PdM) 도입이 활발하나 실익을 고려하지 않은 무분별한 적용은 오경보와 과다 투자 등 체계 신뢰성을 저해할 수 있다. 이에 본 연구는 무분별한 예지정비 도입을 지양하고, RCM을 기반으로 사후정비(CM)와 계획정비(PM)를 아우르는 체계 전체의 CBM+ 정비전략 수립 프로세스를 제안한다. 경제성, 운용성, 안전성을 정량적으로 평가하는 통합 권장 지수 모델을 수립하고 방공유도무기 체계를 사례로 검증을 수행하였다. 본 프로세스는 예지정비(PdM) 도입 검토 단계에서 LCC 절감 및 가동률 향상을 고려하여 논리적인 정비전략 수립에 기여할 것으로 기대된다.

With advancing weapons systems, optimizing lifecycle cost (LCC) and operational availability is vital in logistics management. Recent predictive maintenance (PdM) adoption has been active, but indiscriminate application risks reliability issues such as false alarms and over-investment. To avoid reckless PdM, this study proposes a system-wide Condition-Based Maintenance Plus (CBM+) strategy encompassing corrective (CM) and preventive maintenance (PM). An integrated index model was developed to quantitatively evaluate economics, operations, and safety, verified with an air-defense weapon system. This process ensures logical maintenance strategies by balancing LCC reduction and availability improvement during PdM evaluation.

**Keywords**

신뢰도 기반 정비(Reliability-Centered Maintenance), 상태기반정비+(Condition Based Maintenance Plus), 정비 방안(Maintenance Task), 정비 전략(Maintenance Strategy), 예지정비(Predictive Maintenance), 계획정비(Preventive Maintenance)

## 1. 서론

무기체계가 고도화 및 복잡화됨에 따라 운영 유지 단계에서 발생하는 총수명주기비용(LCC, life cycle cost)의 최적화와 가동률 확보가 군수 관리의 핵심 과제로 대두되고 있다. 무기체계의 정비 전략은 크게 고장 발생 후 정비를 수행하는 사후정비(CM, corrective maintenance)와 고장 전 정비를 수행하는 사전정비로 분류된다. 사전정비는 다시 주기적 점검 및 교체를 뜻하는 계획정비(PM, preventive maintenance)와 센서 및 데이터를 통해 상태를 진단하여 정비를 수행하는 상태기반정비(CBM, condition based maintenance)로 나뉜다. 상태기반정비(CBM)는 나아가 상태 데이터를 기반으로 고장 시점을 예지·예측하여 정비를 수행하는 예지정비(PdM, predictive maintenance) 개념을 포함하여 상태기반정비 플러스(이하 CBM+)로 발전하고 있다[1].

최근 국방 분야에 적극 도입되고 있는 CBM+는 고정된 정비 주기에서 벗어나 대상 품목의 물리적·운용적 특성을 고려하여 품목의 고장 시점을 예측하고 적절한 정비 시점을 선택하는 예지정비(PdM) 기법을 핵심으로 한다. 그러나 학계 및 실무 선행 연구에 따

르면, 모든 구성품에 대해 무분별한 예지정비 적용은 심각한 공학적·경제적 부작용을 초래할 수 있다.

첫째, 대규모 센서 부착과 고성능 데이터 수집 인프라 구축에 따른 초기 투자 비용 및 센서 자체의 유지 보수 비용 과다 지출은 체계 전체의 경제적 타당성을 저해할 수 있다[2]. 둘째, 예지 알고리즘의 한계로 인한 오경보(false alarm)는 needless 장비를 강제 정지시켜 불필요한 정비 다운타임을 유발하고 가동률을 떨어뜨리며, 반대로 미검출(missed alarm)은 치명적인 돌발 고장으로 이어져 막대한 배후 손실을 발생시킨다[3]. 셋째, 센서와 배선, 신호처리 장치 등이 많을수록 예지정비를 위한 진단이나 예지 정확성은 좋아질 수 있으나, 되려 전체 시스템의 무게, 비용, 복잡성을 가중시키는 문제가 발생할 수 있다[4]. 더하여 최적의 정비시점을 찾기위해 설치한 센서 자체가 새로운 고장모드를 유발하여 시스템 전체의 고장빈도를 증가시킬 수 있다.

미 국방 표준인 MIL-STD-3034A에는 RCM을 기반으로 한 CBM+ 대상 선정을 위한 논리도가 수록되어 있으나[5], 실무 적용 시 다음과 같은 한계점이 존재한다. 첫째, 해당 논리도는 기술적 가용성 및 데이터 확보 여부를 단순 이분법적(yes/no)으로만 판단하여 실무자의 주관적 개입 여지가 크다. 둘째, 예지 정비 적용 시 경제성 측면만을 고려하고 있으며, 그 외 무기체계 운용 간 중요 요소인 운용성, 안전성에 대한 통합적인 정량적 의사결정 프레임워크가 결여되어 있다. 따라서 본 연구에서는 MIL-STD-3034A를 기반으로 RCM 기반 CBM+ 정비전략을 수립하되, 전통적 정비방안별 공학적 배제 논리를 정밀화하고, 3대 속성(경제성·운용성·안전성)을 정량적으로 표준화하여 합산하는 통합 예지정비 권장 지수( $I_{PdM}$ ) 모델을 제안함으로써 기존 표준의 한계를 극복하고자 한다.

## 2. RCM 기반 CBM+ 정비전략수립방안

### 2.1 정비방안 및 정비전략

본 연구에서 제안하는 정비전략 수립 프로세스를 구체화하기 위해 앞서, 본 연구에서는 군수지원 현장 및 기존 연구에서 빈번하게 혼용되어 온 ‘정비방안(maintenance task)’과 ‘정비전략(maintenance

strategy)’의 학술적 개념을 명확히 차별화하여 정의하고자 한다.

첫째, ‘정비방안’은 대상 품목의 고장을 물리적으로 복구하거나 사전에 예방하기 위해 구체적인 정비 행위를 수행하는 기술적·공학적 방법론을 의미한다. 이는 고장 발생 후 복구를 목적으로 하는 사후정비(CM), 주기적 점검 및 교체를 수행하는 전통적인 계획정비(PM), 그리고 센서 데이터를 기반으로 열화 상태를 추적하여 고장을 예측하는 예지정비(PdM) 등 개별적이고 기능적인 정비 행위(action) 단위로 분류된다. 즉, 정비방안은 하위 수준(component level)에서 ‘어떠한 정비 기술과 주기를 적용할 것인가’에 대한 공학적 해답에 해당한다.

둘째, ‘정비전략’은 무기체계의 하드웨어 분해 구조(PBS)상에 존재하는 수많은 정비 대상별 특성, 임무 치명도, 경제성, 보급 등을 종합적으로 고려하여 최적의 정비방안을 상호 매칭하는 상위 차원의 총체적 의사결정 및 관리 행위이다. 단순히 특정 부품에 예지정비를 적용하는 단편적 판단을 넘어, 하위의 개별 정비 방안들을 유기적으로 조합함으로써 체계 전체의 총수명주기비용(LCC) 절감과 운용가동률 향상을 동시에 최적화하는 거시적 군수지원 정책을 뜻한다.

결과적으로 정비방안이 기술적 수단이라면, 정비전략은 군수 관리적 목적 함수를 극대화하기 위한 최적화 프로세스라고 할 수 있다. 따라서 무분별한 예지 정비 도입에 따른 인프라 과다 투자나 오경보 리스크를 방지하기 위해서는, 대상 정비행위의 실익을 정량적으로 평가하여 최적의 정비전략을 수립할 수 있는 기준 및 프로세스가 반드시 요구된다.

### 2.2 RCM 기반 CBM+ 정비전략수립 프로세스

본 연구에서 제안하는 CBM+ 정비전략 수립 프로세스는 대전제인 “CBM+는 RCM 분석 결과를 기반으로 상호 연계되어 이루어져야 한다”는 원칙을 준수한다. 전체적인 의사결정 논리도는 Fig. 1과 같다. Fig. 1은 CBM+ 정비전략을 수립하기 위한 프로세스이다. 분석 및 의사결정을 포함하여 7단계로 구성된다.

#### Step 1. RCM 분석 수행

MIL-STD-2173 또는 MIL-STD-3034A의 RCM 분

석 절차에 따라 분석 대상 체계 또는 장비에 대해 RCM 분석을 수행한다. 본 연구에서는 MIL-STD-2173을 기준으로 분석 프로세스를 기술하였다[6].

#### Step 2. RCM 분석 결과, 계획정비 업무가 도출되는가?

RCM 분석 결과, 대상 체계 또는 장비에 대한 계획 정비 여부 및 적용 업무가 도출된다. 분석 결과에 따라, 비 중요 고장유형 및 계획정비가 불필요한 고장유형은 사후정비(CM)를 배정하고 검토를 종결한다.

#### Step 3. 도출된 정비업무가 OC 또는 조합(OC-HT) 업무인가?

RCM 분석 결과 도출되는 적용 업무는 주유/근무, FF, HT, OC, 조합(OC-HT)가 있다. 5가지 정비방안 중 예지정비(PdM)로 전환 시 실익이 없는 주유/근무, FF, HT 업무는 다음과 같은 공학적 논리로 배제한다.

- 주유/근무(lubrication/servicing) [배제]: 정기적인 윤활유 보충 및 세척 등 단순 소모성 작업이므로 고장 징후 추적을 통한 주기 최적화의 실익이 낮아 제외한다.

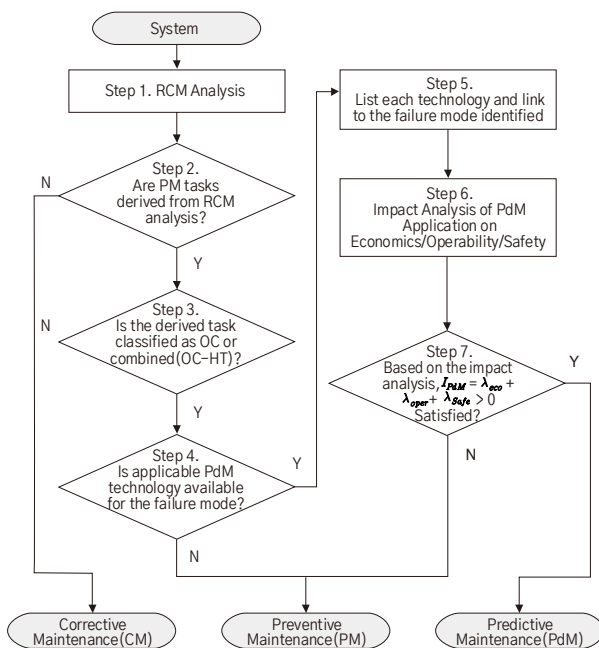


Fig. 1. Process for establishing CBM+ maintenance strategy

- 고장발견(failure finding, FF) [배제]: 비상·대기 장비의 숨겨진 고장(hidden failure)을 찾는 목적으로, 운용 데이터를 수집하지 않는 경우가 대부분이며, 분석을 위한 데이터 수도 적어 데이터 기반 알고리즘 적용이 불가능하므로 제외한다.
- 수명제한(hard time, HT) [배제]: 제조사가 보증하는 안전 수명 한계(safe-life limit)에 따라 수행하는 업무이다. PdM을 적용하여 상태 데이터를 근거로 안전 수명 한계를 초과하여 연장 운용이 가능하다 판단되더라도, 목표한 성능을 보장할 수 없으므로 제외한다.
- 상태검사(on-condition, OC) 및 조합 품목 [선정]: 고장 전 점진적 마모나 열화 징후를 보이는 고장 매커니즘을 가지며, 정비 주기 최적화의 법적·기술적 타당성을 충족하므로 최종 예지정비(PdM) 후보군으로 유입시킨다.

#### Step 4. 해당 고장유형에 활용 가능한 진단·예지(PdM) 기술이 있는가?

계획정비 적용 업무가 도출된 고장유형에 대해 예지정비(PdM)를 위한 기술적 보유 및 계측 가능성(technical availability)을 검토한다. 현재 정비 기술 및 센서 수준으로 대상 고장유형과 관련된 물리량(진동, 온도, 전류 등)을 계측할 수 있고, 고장 전조징후를 판정할 수 있는 진단 알고리즘이 존재하는지 검증한다. 이를 충족하지 못하면 기존 계획정비(PM)를 유지한다.

#### Step 5. 고장유형별 PdM 기술 매칭

4단계를 통해 PdM 기술이 식별된 경우, 고장유형별 PdM 기술을 매칭한다.

#### Step 6. PdM 적용 시, 경제성·운용성·안전성 영향 분석

계획정비(PM) 대비 예지정비(PdM) 도입 시의 영향을 경제성, 운용성, 안전성의 3대 속성으로 정량화한다. 더하여 서로 다른 단위를 가진 지표들을 통합 비교하기 위해 각 결과값을 표준화한다.

## Step 6-1. 경제성 표준화 지수

총수명주기비용(LCC) 절감율을 기준으로 경제적 영향성을 표준화한다. 계획정비 및 예지정비 적용 시 총수명주기비용(Eq. (1), Eq. (2))을 산출하고, Eq. (3)를 통해 계획정비 대비 예지정비 적용 시 경제성 표준화 지수( $\lambda_{eco}$ )를 산출한다.

- Life Cycle Cost under Preventive Maintenance

$$LCC_{PM} = (C_{PM}N_{PM}) + C_{Failure} \quad (1)$$

- Life Cycle Cost under Predictive Maintenance

$$LCC_{PdM} = C_{Invest} + (C_{PdM}N_{PdM}) + C_{Failure} \quad (2)$$

- Economic Standardization Index

$$\lambda_{Eco} = \frac{LCC_{PM} - LCC_{PdM}}{LCC_{PM}} \quad (3)$$

where

$\lambda_{Eco}$ : 경제성 표준화 지수

$LCC_{PM}/LCC_{PdM}$ : 계획정비(PM) 및 예지정비(PdM) 적용 시 총수명주기비용

$C_{PM}/N_{PM}$ : 계획정비(PM) 적용 시 주기 계획정비 비용 및 분석 기간 내 수행 횟수

$C_{PdM}/N_{PdM}$ : 예지정비(PdM) 적용 시 진단·예지를 통해 고장 전 수행하는 정비 비용 및 분석 기간 내 수행 횟수

$C_{Failure}$ : 돌발 고장 시 발생 비용(연계 부품 파손, 임무 수행 불가로 인한 손실 등)

$C_{Invest}$ : 예지정비 구현을 위한 초기 투자 비용(센서·서버 구축, 기술 확보 등)

## Step 6-2. 운용성 표준화 지수

무기체계의 최대 가용도 한도(100%) 대비 PdM 도입을 통한 가용도 개선 기여도를 산출한다. 가용도는 Eq. (4)를 따라 산출하며, 예지정비 적용 시 운용성 표준화 지수는 Eq. (5)에 따라 산출한다.

- Operational Availability

$$A_o = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR + ALDT} \quad (4)$$

- Operability Standardization Index

$$\lambda_{Oper} = \frac{A_{O,PM} - A_{O,PdM}}{1 - A_{O,PM}} \quad (5)$$

where

$\lambda_{Oper}$ : 운용성 표준화 지수

$A_{O,PM}/A_{O,PdM}$ : 계획정비 및 예지정비 적용 시 가용도

$MTBF$ : 고장 간 평균 시간 (시간, hour)

$MTTR$ : 평균수리시간 (시간, hour)

$ALDT$ : 행정 및 군수지연시간 (시간, hour)

## Step 6-3. 안전성 표준화 지수

고장유형별 심각도(S), 발생도(O) 및 검출도(D)를 분석하여 RPN(risk priority number, 위험 우선순위 점수)을 산출하여 안전성 지표로 활용하며, RPN 산출식은 Eq. (6)와 같다. 산출된 RPN 값을 기반으로 Eq. (7)과 같이 계획정비 대비 예지정비 적용 시 RPN 감소율을 안전성 표준화 지수( $\lambda_{Safety}$ )로 산출한다.

- Risk Priority Number(RPN)

$$RPN = S \times O \times D \quad (6)$$

- Safety Standardization Index

$$\lambda_{Safety} = \frac{RPN_{PM} - RPN_{PdM}}{RPN_{PM}} \quad (7)$$

where

$\lambda_{Safety}$ : 안전성 표준화 지수

$RPN_{PM}/RPN_{PdM}$ : 계획정비(PM) 및 예지정비(PdM) 적용 시 RPN 점수

$S$ : 심각도(고장 발생 시 임무/안전 영향도, 1~10점)

$O$ : 발생도(운용 중 해당 고장의 발생 빈도, 1~10점)

$D$ : 검출도(고장 검출에 대한 불확실성, 1~10점)

Step 7. 영향성 분석 결과,  $I_{PdM} > 0$  인가?

6단계에서 산출된 표준화 지수들을 Eq. (8)과 같이 합산한 예지정비 권장 지수( $I_{PdM}$ ) 값이 클수록, 계획정비 대비 예지정비 적용 시 이점을 갖는다. 결과값이 0보다 클 경우 예지정비를 적용하며, 0보다 작거나 같은 경우 기존 계획정비를 유지한다(단, 사업별 특성에 따라 기준값은 상이할 수 있다).

• Predictive Maintenance Recommendation Index

$$I_{PdM} = \lambda_{Eco} + \lambda_{Oper} + \lambda_{Safety} > 0 \quad (8)$$

where

$I_{PdM}$ : 예지정비 권장 지수

위와 같이 7단계의 정비전략 수립 프로세스에 따라 고장유형별 정비방안을 할당하여 예지정비를 포함하여 대상 체계 또는 장비에 대한 CBM+ 정비전략을 수립할 수 있다.

## 3. CBM+ 정비전략 수립 사례 연구

본 절에서는 제안한 RCM 기반 CBM+ 정비전략 수립 프로세스의 실효성과 논리적 정합성을 검증하기 위해, 다수의 기계·전기·유압 모듈이 결합된 복합 무기체계를 사례로 하향식(top-down) 시뮬레이션을 수행하였다. 통제소, 발사대, 레이다로 구성되어 적탄도탄 및 항공기와 교전을 수행하는 방공무기체계를 예시로 분석하였으며, 해당 체계의 총 100개의 세부 고장 모드 및 구성품을 초기 분석 대상으로 가정하였다. 제안 모델 프로세스를 통해 정비전략이 수립되는 과정은 Table 1과 같다.

초기 100개 고장 모드 중 제안 모델 프로세스의 2단계 RCM 의사결정 로직을 통해 고장 시 체계 치명도가 낮고 사후 정비가 유리한 82개 항목이 사후정비(CM)로 우선 분류되었다. 3단계에서는 남은 18개 계획정비(PM) 항목 중 단순 소모성 조치인 주유/근무 10개 항목, 제조사의 보증 수명 한계 구축을 받는 수명제한(HT) 5개 항목은 예지정비 적용 시 실익이 없다고 판단되어 정량적 평가 없이 기존 계획정비를 유지하도록 분류되었다.

Table 1. Case study of process for establishing CBM+ maintenance strategy

| Step | Criteria at Each Step                         | Allocation Target | Allocation Result                                                                                            |
|------|-----------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0    | All failure modes for the system              | 100               | —                                                                                                            |
| 2    | Result of RCM Analysis (Identification of PM) | 18                | 82 Items of CM allocated (Result of RCM, 18 items of PM identified)                                          |
| 3    | Maintenance Task (OC or Combined (OC-HT))     | 3                 | 15 items of PM allocated -Servicing and lubrication(10), HT(5) (From Step 2, 3 items of OC tasks identified) |
| 4    | PdM Technology Availability                   | 3                 | 1 item of PM allocated (Applicable PdM technology unavailable)                                               |
| 7    | Result of Impact Analysis ( $I_{PdM} > 0$ )   | 1                 | 1 item of PM allocated 1 item of PdM allocated (Result of Impact analysis for 1 item is $I_{PdM} > 0$ )      |

Table 2. Analysis of the impact of implementing predictive maintenance compared to planned maintenance

| Target (OC tasks)                              | PdM technology Availability | Economic index $\lambda_{Eco}$ | Operability index $\lambda_{Oper}$ | Safety Index $\lambda_{Safety}$ | Total Index $I_{PdM}$ |
|------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| BIT inspection for Equipment/Component         | X                           | —                              | —                                  | —                               | —                     |
| Inspection for Antenna Drive Gear Moter        | O                           | -0.25                          | -0.10                              | +0.20                           | -0.15                 |
| Inspection for Cooling System Circulation Pump | O                           | +0.50                          | +0.08                              | +0.15                           | +0.73                 |

남은 OC업무 3개 항목에 대해 4단계, 7단계 분석을 수행하였으며, 그 결과는 Table 2와 같다. 4단계에서는 3개 항목 중 “장비/구성품 자체점검(BIT)”이 고장 진단은 가능하나 전자 구성품의 돌발 고장에 대한 예지 기술을 미보유한 것으로 판단되어 계획정비를 유지하는 것으로 분류되었다. 7단계에서는 남은 2개 항목 중, “안테나 구동 기어모터 검사” 항목이 대부분 고장률이 낮은 기계 부품에 고장 예측을 위한 센서와 데이터 송수신 장치 등 센서 네트워크 인프라를 위한 부품이 추가되어, 안전성 개선 대비 경제성·운용성 저하가 크다고 판단되어 계획정비를 유지하도록 분류되었다. 이 외 “냉각장치 순환펌프 검사” 항목은 기존 냉각수 온도·유량 센서 데이터를 활용한 예지정비 수행 시, 경제성·운용성·안전성 측면에서 모두 계획정비 대비 개선이 있는 것으로 판단되었다. 따라서 예지정비 권장 지수가 0보다 큰 값을 가져 예지정비를 수행하도록 권장되었다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 기존 MIL-STD-3034A 내 CBM+ 대상 품목 선정 논리도[4]의 한계점을 극복하기 위해, 정성적·정량적 판단이 포함된 CBM+ 정비전략 수립 프로세스를 제시하고 정량적 분석을 위한 3대 지표(경제성·운용성·안전성)와 해당 지표의 표준화를 통한 예지정비 채택 기준을 제안하였다.

무기체계 사업 진행 간 분석되는 고장 모드 및 구성품에서 출발하여 제안 프로세스의 단계별 사례 분석 수행을 통해 프로세스 적합성을 검증하였다. 사례 분석 결과, 제안 프로세스를 통해 정성적 분석으로 기존 계획정비(PM)을 유지해야 하는 항목들을 식별하였고, 최소한의 검토 대상을 선정하여 정량적 분석을 수행함으로써 3대 지표를 모두 고려한 예지정비 권장 항목을 도출하였다.

본 연구에서 제안한 권장 지수( $I_{PdM}$ )를 통해 예지정비 적용이 권장된 핵심 품목들은 데이터 수집을 위한 센서 종류와 전기·물리적 인터페이스 요구사항이 하드웨어 상세설계 확정 전에 반영되어야 한다. 따라서 본 프로세스는 신규 무기체계의 탐색개발 단계나 기본 프레임이 입증된 상태에서 최신 기술을 후속 장착하는 성능개량(PIP) 사업 초기 단계에 적용될 때 가장 극대화된 수명주기비용 절감 및 가동률 향상 효과를 거둘 수 있을 것으로 판단된다.

향후 연구에서는 실제 무기체계의 운용 야전 데이터(field data)를 피드백하여 표준화 지수의 가중치 최적화 및 AI 기반 예측(prognostics) 알고리즘 정확도를 연계한 고도화 연구를 진행할 예정이다.

#### 참고문헌

- [1] Yong Kim, Daewoong Kim, & Dohyeon Jeong, ‘Feasibility and Foundational Elements of CBM+ Technology Application in Weapon Systems,’ *Journal of Advances in Military Studies*, VOL. 7, NO. 2, 2024, pp. 29–54.
- [2] R. Keith Mobley, *An Introduction to Predictive Maintenance* (2nd ed.), Elsevier Science, 2002.
- [3] Yun-Yong Hwang, Hyeongsun Ka, Jinyoung Kim, Jiseong Son, Hyungseop Shim, Jiwoo Choi, & Heemin Kim, ‘Critical Review on Verification and Validation Frameworks for AI-Based Diagnostics in Military CBM,’ *KSII Transactions on Internet & Information Systems*, VOL. 20, NO. 3, 2026, 1182.
- [4] Burak Suslu, Fakhre Ali, & Ian K. Jennions, ‘Understanding the Role of Sensor Optimisation in Complex Systems,’ *Sensors*, VOL. 23, NO. 18, 2023, Article 7819.
- [5] U.S. Department of Defense, Department of Defense Standard Practice: Reliability-Centered Maintenance (RCM) Process, MIL-STD-3034A, 2014.
- [6] U.S. Department of Defense, Reliability-Centered Maintenance (RCM) Requirements for Naval Aircraft, Weapons Systems, and Support Equipment, MIL-STD-2173, 1998.