

무기체계 개발간 초기 설계단계에서의 정비도 예측방안 연구

김영석¹⁾ · 허장욱^{*,1)}

¹⁾ 금오공과대학교 기계시스템공학과

A Study on the Maintainability Prediction in the Initial Design Phase between Weapon System Development

Yeoungseok Kim¹⁾ · Jangwok Hur^{*,1)}

¹⁾ Department of Mechanical System Engineering, Kumoh National Institute of Technology, Korea

(Received 30 August 2019 / Revised 21 October 2019 / Accepted 1 November 2019)

ABSTRACT

For effective development in consideration of the maintainability of the weapon system, it is necessary to understand whether the maintainability design requirements are satisfied at the early phase of development. This requires the application of an early design phase maintainability prediction process to provide opportunities for improvement. By defining the ambiguity group definition, fault isolation level, fault isolation probability, and countermeasures for faults, it was possible to predict early phase development. The MTTR of the initial design phase applying Procedure V to the artillery system was 3.46H, which is about 16 % higher than 2.98H, the MTTR using Procedure II. This is a result of system design ambiguity that has not been specified in the early phase of development.

Key Words : Maintainability Prediction(정비도 예측), Military Handbook(군사 핸드북), Fault Isolation(결함분리), Initial Design Phase(초기 설계단계), Mean Time To Repair(평균 수리시간), Replaceable Item(교환가능 품목)

1. 서론

정비도는 규정된 정비 및 수리 수준에서 규정된 기술수준을 지닌 정비요원이 규정된 절차와 한정된 자원을 이용하여 정비를 수행할 때, 시스템 또는 장비가 가동할 수 있는 상태로 유지되거나 복구되는 능력을

의미한다^[1]. 이러한 정비도는 신뢰도와 함께 무기체계가 개발된 이후 운용유지 기간에 장비의 가동률과 수명주기비용에 직접적으로 영향을 미치는 요소이다. 그러나 신뢰도는 최근 시스템뿐만 아니라 핵심 부품 및 구성품에 대한 신뢰성 시험을 수행하도록 방위사업관리규정이 개정되면서^[2], 무기체계 개발 간 개발 주관 기관에서 신뢰도 할당, 신뢰도 예측, 신뢰도 검증 등에 대해 많은 관심을 가지고 있는 반면, 정비도의 경우 정비도 할당 및 예측에서부터 과거 경험에 의존하

* Corresponding author, E-mail: hhjw4362@kumoh.ac.kr
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

고 있는 실정이다.

이러한 이유는 개발 간 정비도 예측을 위한 도구(tool)도 충분하지 않고, 시험평가 시 정비시간이 많이 소요되더라도 정비인력을 많이 투입하면 해소가 되어 중요성이 간과되고 있기 때문으로 판단되며, 결국에는 야전 운용유지기간 무기체계 가동률 저하와 수명주기 비용 상승으로 나타나고 있다. 아울러 미군은 1966년부터 정비도 예측에 대한 절차를 MIL-HDBK-472^[3]에 반영하고 있으며, 최근에는 MIL-HDBK-470A^[4]의 Procedure V를 적용하고 있으나, 우리나라의 군과 방산업체는 RAM 업무지침에 따라 MIL-HDBK-472^[3]의 Procedure II를 주로 적용하고 있다^[2]. Procedure II를 적용한 정비도 예측은 상세설계단계 이후에 적용되어 수정작업이 곤란하다는 단점이 있다. 이러한 문제점을 극복하고 체계의 운용유지를 고려한 효과적인 개발을 위해서는 초기 설계단계부터 정비도를 예측할 수 있도록 고려된 MIL-HDBK-470A^[4]의 Procedure V 적용은 필수적이라고 생각된다.

따라서, 본 연구에서는 무기체계 체계개발 과정에서 정비도 예측을 위해 MIL-HDBK-470A^[4]와 MIL-HDBK-472^[3]에 대해 조사하였으며, 모호하게 기술된 군사 핸드북의 Procedure V를 대상으로 결합분리 요구능력 등을 산출하여 초기 설계단계에서의 정비도 예측방안을 제시하고자 한다.

2. 정비도 예측

2.1 정비도 예측의 종류와 적용기준

MIL-HDBK-472^[3]와 MIL-HDBK-470A^[4]는 무기체계의 정비도 예측에 대한 기준서로서, MIL-HDBK-472^[3]는 Procedure I~V의 전반적인 정비도 예측방법을 제시하고 있으며, MIL-HDBK-470A^[4]는 Procedure V만을 대상으로 상세한 내용을 기술하고 있다. 정비도 예측은 Table 1에 나타낸 바와 같이 적용기준, 적용시점, 측정 파라미터 등에 따라 Procedure I~V로 구분할 수 있다^[5,6].

먼저, Procedure I은 항공 전자 및 기계 장비에 대한 정비도 예측에 주로 적용하며, 설계개념이 수립된 이후에 정비도 예측을 수행하고, 불가동시간의 분포, 정비분류, 평균 고장정비 시간 등의 파라미터를 활용한다. 두 번째로, Procedure II는 함정 전자 및 기계 장비의 최종 설계단계 정비도 예측에 주로 적용하고,

Part A와 Part B로 구분하여 평균 고장정비시간, 평균 예방정비시간 등을 파라미터로 반영한다. 세 번째로, Procedure III는 공군의 지상 및 전자 장비에 대한 정비도 예측에 주로 적용하며, 개발 단계에서 정비도 예측을 수행하고, 평균 및 최대 고장정비 시간과 예방정비 시간 등을 파라미터로 적용한다. 네 번째로, Procedure IV는 모든 장비에 대한 정비도 예측을 수행하며, 개발 기간 동안 다양한 수준으로 적용하고, 평균 고장정비 시간, 운용주기 당 평균 고장정비 시간 등을 파라미터로 이용한다. 마지막으로 Procedure V는 항공, 지상 및 함정 전자장비에 주로 적용하며, 모든 정비수준에 대하여 Method A와 Method B를 순차적으로 진행하고, 고장률, 교환개념, 결합분리 요구능력, 고장탐지 및 분리 결과, 정비절차 등을 파라미터로 반영한다.

Table 1. Maintainability prediction procedures

Type	Application standard	Application point	measurement parameter
Procedure I	Avionics, electrical and mechanical equipment exchanged in modular units	After the design concept is established	Non-operational time distribution, maintenance classification, mean time to repair
Procedure II	Ships and electronic equipment and mechanical equipment	Final design stage	<ul style="list-style-type: none"> Part A : MTTR etc. Part B : MTTR per person etc.
Procedure III	Electronic and ground equipment for avionics	Design and Development Stage	Mean/Max Time to repair and preventive time
Procedure IV	MTTR/MTPM prediction	various levels during the development stage	MTTR, MTTR per operation time etc.
Procedure V	Electronics equipment for avionics, ground, ship	Applied to the development stage of all maintenance levels	<ul style="list-style-type: none"> Method A : Failure rate, Replace principle, Requirement capability of Fault isolation etc. Method B : FD&I output, Maintenance process etc.

2.2 초기 설계단계 적용을 위한 정비도 예측

국내에서는 방위사업청에서 발간한 RAM 업무지침에 따라 무기체계 연구개발간 주로 Procedure II를 적용하고 있지만²⁾, 미군은 Procedure V를 적용하여 개발 초기단계부터 개발 종료단계까지 개발순기에 따라 적절하게 정비도 예측을 수행하고 있으며, 최근 국내에서도 항공 무기체계를 중심으로 Procedure V를 부분적으로 적용하고 있다⁷⁻¹⁰⁾.

초기 설계단계의 정비도 예측은 Procedure V에서 Method A로 정의되고 있으며, 다른 절차와 달리 개발 초기에 정비도 예측을 통하여 정비도 설계 요구사항의 만족여부를 파악하고, 개선할 기회를 제공하도록 하고 있다.

초기 설계단계의 정비도 예측을 위해서는 고장정비를 수행하는데 요구되는 정비업무별 소요시간을 나타낸 파라미터가 필요하며, 파라미터에는 RI(Replaceable Item)의 목록과 수량, 고장률 등이 있고, 이들 파라미터는 결함분리 단위로 표현되는 모호성 그룹의 정의와 결함분리 확률 계산에 반영된다. 그리고 정비업무는 Fig. 1에 나타난 바와 같이 준비, 결함분리, 분해, 교환, 재조립, 조정, 확인 및 가동의 8가지 항목으로 구성되며, 일반적인 모델에 대한 평균 수리시간(MTTR)의 예측은 식 (1)과 같이 표현할 수 있다⁴⁾.

$$\begin{aligned}
 MTTR &= \bar{T}_P + \bar{T}_{FI} + \bar{T}_D + \bar{T}_I + \bar{T}_R + \bar{T}_A + \bar{T}_{CO} + \bar{T}_{ST} \\
 &= \sum_{m=1}^M \bar{T}_m \quad (1)
 \end{aligned}$$

여기서, \bar{T}_P 는 평균 준비시간, \bar{T}_{FI} 는 평균 결함분리 시간, \bar{T}_D 는 평균 분해시간, \bar{T}_I 는 평균 교환시간,

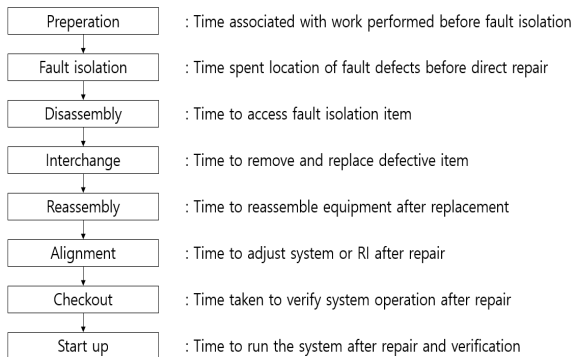


Fig. 1. Maintenance tasks

\bar{T}_R 는 평균 재조립시간, \bar{T}_A 는 평균 조정시간, \bar{T}_{CO} 는 평균 확인시간, \bar{T}_{ST} 는 평균 가동시간, \bar{T}_m 은 m번째 요소 MTTR의 평균시간을 표시한다.

3. 초기 설계단계의 정비도 예측

3.1 결함 조치방법과 결함분리 요구능력

MTTR의 정비업무별 소요시간에 대해 결함 조치방법을 고려하여 Fig. 2와 같이 7가지 Case로 구분할 수 있다⁴⁾. 먼저, 고장품목의 결함을 식별하기 위해서는 단일 RI 품목에서의 고장인지 혹은 복수 RI 품목에서의 고장인지를 구분하고, 복수 RI 품목에서의 고장이 발생한 경우에는 고장부위 식별이 가능한지 혹은 고장부위 식별을 위해 별도의 고장부위 점검이 필요한지로 세분할 수 있다. 또한, 고장부위 식별을 위해 고장부위 점검이 필요한 경우에는 정상품을 대체하여 확인이 필요한 경우와 정상품 대체가 불필요한 경우로 나눌 수 있다^{4,9)}.

결함분리 요구능력은 단일 RI인 Case 1의 경우 단품이기 때문에 적용이 불필요하며, 결함부위 식별이 가능한 Case 2와 Case 3에는 교환업무에만 결함분리 요구능력이 필요하고, 결함부위 식별이 불가능한 경우에는 결함부위 점검을 위해 정상품의 대체/확인 여부에 따라 교환 및 확인업무와 분해, 교환, 재조립 및 확인 업무에 결함분리 요구능력이 반영되어야 한다.

여기서, 결함부위 식별이 불가능하면 결함발생 품목을 교체한 후에도 결함부위가 적절한 부위였는지 확실하지 않으므로 체계가 정상적으로 작동되는지 여부를 판단하는 확인업무에 대한 모호성이 남아있어 확인업무에 대한 결함분리 요구능력이 필요하다. 또한,

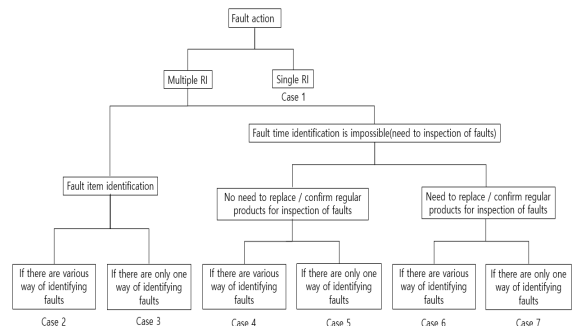


Fig. 2. Classification of measures for fault identification

Table 2. Maintenance task in case classification

Type	Maintenance task
Case 1	None
Case 2, 3	Interchange
Case 4, 5	Interchange, checkup
Case 6, 7	Disassembly, interchange, reassembly, checkout

결함발생 품목을 정상품으로 대체한 후에 확인이 필요한 경우에는 정상품으로 대체하는 과정에서도 정상적으로 대체가 되었는지 확인이 필요하므로 분해와 재조립에 대한 모호성이 남아있어 Table 2와 같이 교환, 확인, 분해 및 재조립 업무에 대하여 결함분리 요구능력이 고려되어야 한다.

3.2 정비도 예측 절차

초기 설계단계의 정비도 예측은 Fig. 3과 같은 절차 적용이 필요하며, 모호성 그룹의 정의, 결함분리 수준, 결함분리 확률, 결함분리 요구능력과 함께, 결함에 대한 조치방법에 따라 Case별 정비업무 적용과정을 수행하여야 한다^[4].

먼저, 모호성 그룹의 정의는 결함을 분리하기 위해 임의의 여러 가지 조합 가능한 그룹의 표현을 의미하고, 결함분리 수준은 특정 그룹 또는 품목에 결함이 발생하여 n번째 품목을 분리하였을 때 결함이 완전히 분리되는 과정을 표시하며, 결함분리 확률은 이러한 각각의 과정에서 계산된 확률을 나타낸다. 또한, 결함분리 확률과 고장률을 이용하여 결함분리 요구능력의 산출이 필요하며, 결함분리 요구능력을 각각의 정비업무에 적용함으로써 초기 설계단계의 정비도 예측이 가능하게 된다.

결함에 대한 조치방법에 따라 품목의 그룹별 특징을 고려하여 Case를 적용해야 하며, Case가 적용될 특정한 그룹은 모호성 그룹이 되고, 모호성 그룹은 Fig. 4와 같은 시스템 모델을 참고하여 정의할 수 있다. 그럼으로부터 시스템의 부체계는 A, B, C 및 D로 구성되어 있으며, 각각의 부체계는 하위수준의 장치로 세분화할 수 있다. 여기서, 모호성 그룹은 하드웨어 또는 소프트웨어의 연관관계에 따라 분류되며, 시스템의 크기에 따라 부체계 수준의 품목이나 조립체 수준의 품목 또는 그 이하 모듈 수준의 품목이 될 수도 있다.

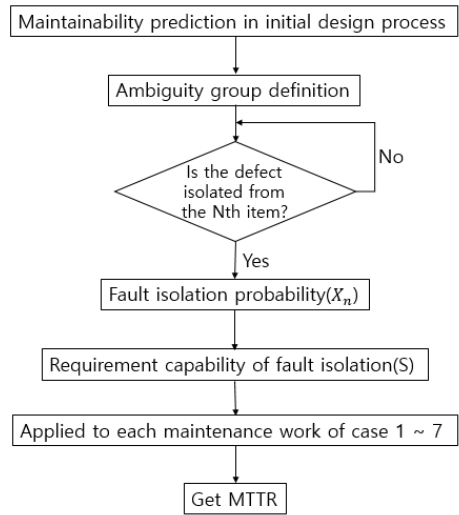


Fig. 3. Maintainability prediction procedure

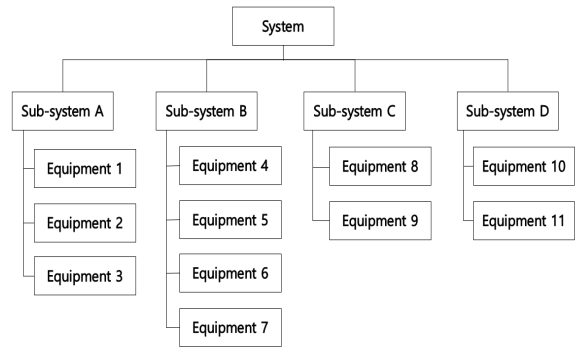


Fig. 4. System model(example)

시스템 모델을 참고하여 초기 설계단계의 모호성 그룹을 Table 3 및 Fig. 5와 같이 표현할 수 있다면, g_n 은 n번째 모호성 그룹을 나타내고, 관련 품목은 모호성 그룹 안에 포함된 품목들을 표시하며, n_{g_n} 은 각 모호성 그룹의 RI의 수를 의미한다.

각 모호성 그룹의 결함분리 요구능력을 파악하기 위해서는 각 그룹에 결함이 발생하였을 때, 결함을 분리하기 위하여 하위품목을 몇 번 교체해야 하는지를 의미하는 결함분리 확률(X_n)을 계산하여야 하며, 이는 식 (2)와 같이 표시할 수 있다.

$$X_n = \frac{n_{g_{FL}}}{n_{g_n}} \times 100 \quad (2)$$

여기서, n_{g_n} 는 모호성 그룹의 하위 품목 수, $n_{g_{FL}}$ 는 n 개의 품목을 분리하였을 때, 결함분리가 되는 모호성 그룹의 하위 품목 수를 표시한다.

Table 3. Ambiguity group definition

Ambiguity group	Relation Item	Number of RI	Failure rate
g_1	Equipment 1	$n_{g_1} = n_{E_1}$	$\lambda_{g_1} = \lambda_{E_1}$
g_2	Equipment 2 & 4	$n_{g_2} = n_{E_2} + n_{E_4}$	$\lambda_{g_2} = \lambda_{E_2} + \lambda_{E_4}$
g_3	Equipment 3 & 5	$n_{g_3} = n_{E_3} + n_{E_5}$	$\lambda_{g_3} = \lambda_{E_3} + \lambda_{E_5}$
g_4	Equipment 6 & 8	$n_{g_4} = n_{E_6} + n_{E_8}$	$\lambda_{g_4} = \lambda_{E_6} + \lambda_{E_8}$
g_5	Equipment 10	$n_{g_5} = n_{E_{10}}$	$\lambda_{g_5} = \lambda_{E_{10}}$
g_6	Equipment 7 & 11	$n_{g_6} = n_{E_7} + n_{E_{11}}$	$\lambda_{g_6} = \lambda_{E_7} + \lambda_{E_{11}}$
g_7	Equipment 9	$n_{g_7} = n_{E_9}$	$\lambda_{g_7} = \lambda_{E_9}$

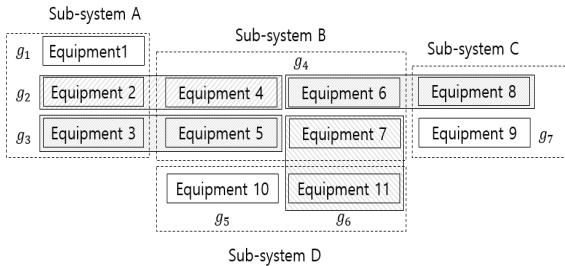


Fig. 5. Ambiguity group conceptual diagram

Table 4. Fault isolation probability of the Items

Items	Fault isolation probability
N_1 th item	$X_1 = x_1 \%$
N_2 th item	$X_2 = (x_1 + x_2) \% = x_1 \%(N_1 \text{th item}) + x_2 \%(N_2 \text{th item})$
N_n th item	$X_n = (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = x_1 \%(N_1 \text{ item}) + \dots + x_n \%(N_n \text{ item})$

그리고 모호성 그룹의 결함분리 확률 계산방법은 Table 4와 같으며, 각 모호성 그룹의 결함분리 확률을 이용하여 식 (3)과 같이 모호성 그룹에 대한 시스템의 결함분리 요구능력(S)을 도출할 수 있다. 즉, 그룹의 결함분리 요구능력(S_{g_n})과 그룹의 고장률(λ_{g_n})을 이용하여 시스템의 결함분리 요구능력을 계산할 수 있다^[9].

$$\begin{aligned}
 & X_1 \% \leq N_1 RIs, \quad X_2 \% \leq N_2 RIs, \quad \dots, \quad 100 \% \leq N_n RIs \\
 & X_1 < X_2 < \dots < X_n \leq 100 \% \\
 & S = \frac{X_1 \left(\frac{N_1+1}{2}\right) + (X_2 - X_1) \left(\frac{N_1+N_2+1}{2}\right) + \dots + (100 - X_n) \left(\frac{N_{n-1}+N_n+1}{2}\right)}{100} \\
 & = \frac{\sum_{n=1}^N \lambda_{g_n} S_{g_n}}{\sum_{n=1}^N \lambda_{g_n}} \tag{3}
 \end{aligned}$$

따라서 초기 설계단계의 정비도(MTTR) 예측은 Table 2에 나타낸 정비업무에 대해 식 (3)에서 산출된 결함분리 요구능력(S)을 곱한 결과를 식 (4)에 대입하여 산출할 수 있다.

$$MTTR = \frac{\sum_{n=1}^N N_i \lambda_i R_{P_i}}{\sum_{n=1}^N N_i \lambda_i} \tag{4}$$

여기서 N은 품목 수, λ 는 고장률, R은 총 정비업무 시간을 표시한다.

4. 고찰

화포체계의 초기 설계단계에서 작성된 WBS를 Fig. 6과 같이 나타내었을 때, 정비도 예측을 위한 결함분리 요구능력을 산출하였다. 먼저, 결함을 분리할 수 있는 임의의 모호성 그룹을 Fig. 7과 같이 7가지로 정의하였으며, 각 그룹의 RI 개수를 파악하여 결함분리 확률(X_n)을 계산하였다.

만약, 첫 번째 모호성 그룹($g = 1$)에 있는 Display 하위품목의 총 RI 개수가 100개이고, 특정품목 1개를 분리하였을 때($N_1 = 1$) 결함분리가 이루어지는 RI의 개수가 80개라면, 이는 그룹의 총 RI 개수인 100개의 80%의 수량이며, 첫 번째 결함분리 확률(X_1)은 80%이다. 추가적으로 특정품목 3개를 분리하였을 때(N_2

= 3) 결합분리가 이루어지는 RI의 개수가 15개이면, 이는 그룹의 총 RI 개수인 100개의 15 %의 수량이고, 두 번째 결합분리 확률(X_2)은 95 %(80 % + 15 %)로 나타낼 수 있다. 마지막으로 8개의 품목을 분리하였을 때($N_3 = 8$) 결합분리가 이루어지는 RI의 수가 5개라면, 이는 그룹의 총 RI 개수인 100개의 5 %의 수량이

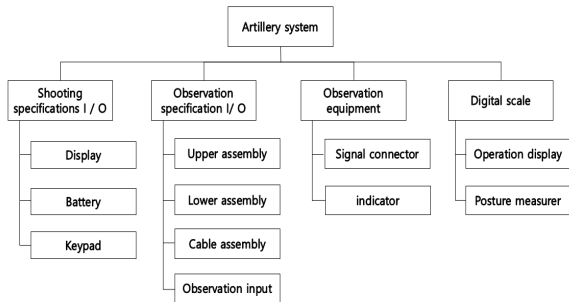


Fig. 6. Artillery system structure

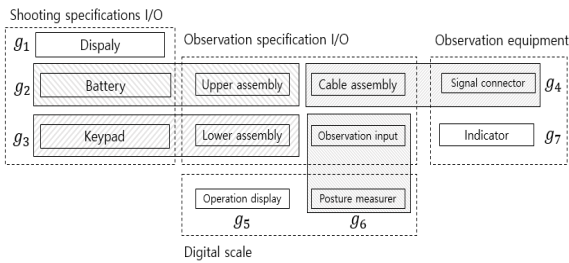


Fig. 7. Group of the artillery system into 7 groups

다. 이를 통하여 위와 같은 절차로 세 번째 결합분리 확률(X_3)을 나타내면 100 %(80 % + 15 % + 5 %)가 도출된다.

따라서 Table 5와 같이 결합분리 확률을 나타낼 수 있으며, 이를 이용하여 식 (3)에 나타낸 모호성 그룹의 결합분리 요구능력(S_g)을 계산할 수 있다. Table 5의 절차로부터 화포체계의 모든 모호성 그룹에 대해서 Table 6과 같이 표시할 수 있다. 화포체계에 적용되는 결합분리 요구능력(S)은 Table 6에 나타난 각 그룹 고장률의 합($\sum \lambda_{g_n}$)과 각 그룹의 고장률과 각 그룹의 결합분리 요구능력을 곱한 값($\sum \lambda_{g_n} S_{g_n}$)을 식 (3)에 적용하면 1.3(= 6,737/5,187)이 도출된다. 이는 Table 2에 나타낸 정비업무인 분해, 교환, 재조립 및 확인에 결합분리 요구능력을 적용하였을 때, 약 30 %의 오차가 발생할 수 있음을 의미한다.

Table 5. Fault isolation probability in items

Items	Fault isolation probability
1st item ($N_1 = 1$)	$X_1 = 80 \%$
3rd item ($N_2 = 3$)	$X_2 = 95 \%$ $= 80 \%(1 \text{ item}) + 15 \%(2 \text{ item})$
8th item ($N_3 = 8$)	$X_3 = 80 \%(1 \text{ item}) + 15 \%(2 \text{ item}) + 5 \%(5 \text{ item})$

Table 6. Requirement capability of artillery system

Ambiguity group	Group name	Failure rate ($\lambda_g, \times 10^{-6}$)	Fault isolation probability	S_g	$\lambda_g S_g (\times 10^{-6})$
1	Display	1,174	80 % ≤ 1, 95 % ≤ 3, 100 % ≤ 8	1.42	1,585
2	Battery & Upper assembly	36	90 % ≤ 3, 100 % ≤ 15	2.75	99
3	Keypad & Lower assembly	38	80 % ≤ 1, 95 % ≤ 13, 100 % ≤ 20	2.80	106
4	Cable assembly & Signal connector	30	100 % ≤ 1	1.00	30
5	Operation display	1,386	95 % ≤ 1, 100 % ≤ 8	1.20	1,663
6	Observation input & Posture measurer	558	90 % ≤ 1, 95 % ≤ 5, 100 % ≤ 7	1.43	798
7	Indicator	1,965	95 % ≤ 1, 100 % ≤ 10	1.25	2,456
		$\sum_{n=1}^N \lambda_{g_n} = 5,187$	$\sum_{n=1}^N \lambda_{g_n} S_{g_n} = 6,737$		

Table 7. MTTR of artillery system applying requirement capability of fault isolation

Name : Artillery system												
Name	Number (N)	Failure rate ($\lambda, \times 10^{-6}$)	Maintenance task time							Total time (R_p)	$N\lambda R_p$ ($\times 10^{-6}$)	
			Preparation	Isolation	Disassembly	Interchange	Reassembly	Alignment	Checkout			Startup
Digital scale	4	1,418.4	0.021	0.265	0.3	2.516	0.471	0.077	0.228	0	3.878	22,022
Shooting I/O	1	1,212.2	0.021	0.265	0.3	1.470	0.471	0.077	0.228	0	2.832	3,433
Observation I/O	1	582.1	0.021	0.265	0.3	1.470	0.471	0.077	0.228	0	2.832	1,649
Observation equipment	1	1,974.3	0.021	0.265	0.3	1.470	0.471	0.077	0.228	0	2.832	5,591
	$\sum_{n=1}^N N_i \lambda_i = 9,442$										$\sum_{n=1}^N N_i \lambda_i R_{p_i} = 32,695$	

만약, 화포체계가 결함부위 식별이 불가능하여 결함부위 점검을 위해 정상품의 대체/확인이 요구된다면 Fig. 2의 Case 6을 적용하여야 한다. 이때 Table 6에서 산출한 결함분리 요구능력(S = 1.3)은 Table 2에 표시된 바와 같이 분해, 교환, 재조립 및 확인 업무에 적용하여야 하며, 그 결과는 Table 7에 나타난 바와 같다. 따라서 화포체계의 평균 수리시간(MTTR)은 식 (4)로부터 3.46H(= 32,695/9,442)이 산출된다.

결함분리 요구능력의 검증을 위하여 Fig. 6에 나타난 화포체계와 동일한 수준의 품목을 대상으로 Procedure II를 적용하여 정비도 예측을 수행하였으며, MTTR의 계산한 결과는 2.98H가 도출되었다^[11]. 따라서, Procedure V를 적용한 MTTR(3.46H)은 Procedure II를 적용한 MTTR(2.98H)보다 약 16 % 높게 도출되었으며, 이는 개발 초기 개발 단계에서 아직 시스템이 구체화되지 못한 시스템 설계 모호성을 반영한 결과이다.

5. 결론

무기체계의 개발과정에서 적용 가능한 정비도 예측을 위해 MIL-HDBK-470A와 MIL-HDBK-472에 대해 조사하였으며, 모호하게 기술된 미 군사 핸드북의 Procedure V를 대상으로 초기 설계단계에서 정비도

예측방안을 기술하였다. 얻어진 결과는 다음과 같다.

- 1) 무기체계의 운용유지를 고려한 효과적인 개발을 위해서는 개발 초기에 정비도 설계 요구사항의 만족여부를 파악하고, 개선할 기회를 제공하기 위한 정비도 예측 절차의 적용이 요구됨을 확인하였다.
- 2) 모호성 그룹 정의, 결함분리 수준, 결함분리 확률 및 결함에 대한 조치방법 등을 구체화하고 사례를 설명함으로써 개발 초기단계 정비도 예측방안을 제시하였다.
- 3) 화포체계를 대상으로 Procedure V를 적용한 초기 설계단계의 MTTR은 3.46H로 Procedure II를 적용한 MTTR인 2.98H보다 약 16 % 증가하였으며, 이는 개발 초기단계에서 아직 시스템이 구체화되지 못한 시스템 설계 모호성을 반영한 결과이다.
- 4) 향후 Procedure V를 적용한 한국형 정비도 예측 소프트웨어가 개발된다면 활용도가 매우 높을 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 국방과학연구소의 지원(RAM 특화연구실, UD180018AD)을 받아 수행된 연구 결과임.

References

- [1] MIL-STD-721C, Military Standard, “Definitions of Effectiveness Terms for Reliability, Maintainability, Human Factors, and Safety,” Department of Defense, Washington, DC., p. 5, 1981.
- [2] DAPA, “Weapon System RAM Task Guidelines,” pp. 56-155, 2018.
- [3] MIL-HDBK-472, Military Handbook, “Maintainability Prediction”, Department of Defense, Washington, DC., p. 1, 1966.
- [4] MIL-HDBK-470A, Military Handbook, “Designing and Developing Maintainability Products and Systems,” Department of Defense, Washington, DC., pp. 30-45 (Appendix D), 1997.
- [5] Oh, G. T., Kim M. S., Na Y. G., “A Comparison of Maintainability Prediction Methods,” J. of the Korean Institute of Plant Engineering, Vol. 13, No. 2, pp. 69-76, 2010.
- [6] Park Y. K., Joo. J. C., “MTTR Analysis through Comparison of Maintainability Prediction Procedures and Case Studies,” Conference of Korean Institute of Industrial Engineers, pp. 804-810, 2010.
- [7] Kim S. J., Hur J. W., “Maintainability Prediction Method Based on MIL-HDBK-470A Procedure V,” Conference of the Korean Reliability Society, p. 61, 2019.
- [8] Jo H. S., Kim J. W., Ko H. J., “A Study on the Intial Maintainability Prediction using MIL-HDBK-472 Procedure V,” Conference of Korean Institute of Industrial Emgineers, pp. 846-855, 2010.
- [9] Lee J. Y., “A Study on the Maintainability Prediction using MIL-HDBK-472,” University of Suwon, pp. 32-90, 2008.
- [10] Kim Y. S., Hur J. W., “A Study on the Prediction Plan of Korean Type Maintenance between Weapon System Development,” Conference of the Korean Reliability Society, p. 73, 2018.
- [11] Kim. Y. S., Hur J. W., “The Development of a Maintainability Prediction Software Based on MIL-HDBK-472 Procedure II,” Journal of Applied Reliability, pp. 160-166, 2019.