

운용시험평가 데이터를 활용한 함정 운용가용도 평가 방안 및 사례 연구

백 순 흠^{*,1)}

¹⁾ 국방기술품질원 기술분석팀

A Study on the Case Study and Evaluation Methodology of Operational Availability for a Naval Ship using OT&E Data

Soonhuem Paik^{*,1)}

¹⁾ *Technology Analysis & Evaluation Division, Defence Agency for Technology and Quality, Korea*

(Received 22 December 2013 / Revised 14 June 2014 / Accepted 11 July 2014)

ABSTRACT

Navy forces of ROK asked for more than 90% operational availability in the requirement document of combat ship. This study proposes the evaluation methodology of operational availability with the evaluation process, calculation formula, analysis of operational test data. As the case study, the developed methodology is proved to apply for 00 batch-I naval ship using the data to be acquired during the operational test period. The operational availability by test data was 90.03%, and it was satisfied with objective value 90%. The paper will contribute not only to establish the evaluation methodology of operational availability for combat ship but also other general weapon system.

Key Words : Operational Availability(운용가용도), Operational Test & Evaluation Data(운용시험평가 데이터), Reliability Availability Maintainability(RAM)

1. 서론

21세기 들어 무기체계는 새로운 전쟁양상의 변화와 첨단 과학기술의 급격한 발달 등으로 커다란 대변혁(Massive Transformation)이 급속도로 진행 중에 있다. 이에 따라, 장비의 소요제기부터 운용유지까지 전 수

명주기 기간 가동률을 향상시켜 전투준비태세를 유지함과 아울러 총수명주기 비용을 절감하는 것이 매우 중요한 이슈로 대두되고 있다.

선진국에서는 이러한 노력중의 일환으로 ‘복합체계나 장비가 규정된 조건하에서 사용될 때 임의의 시점에서 만족스럽게 작동할 확률’을 운용가용도(Ao)로 정의하고, 이를 무기체계의 핵심성능지표(KPP : Key Performance Parameter)로 설정하여 소요제기시 제기하고 있다. 그리고 이를 개발에 반영하고 있으며, 시험평

* Corresponding author, E-mail: 1211white@naver.com
Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

가를 통해 이의 달성여부를 검증하고 있다^[1].

우리 해군에서도 함정의 운용가용도 값을 소요제기 시 달성해야 될 목표 값으로 설정하여 제기하였으며, 개발자로 하여금 시험평가단계에서 목표 달성여부 평가를 요구하였다.

그러나 국내에서는 함정의 운용가용도를 시험 평가한 사례가 없었다.

따라서 본 연구는 군에서 제시한 함의 운용가용도 값(90%) 달성여부를 평가하기 위한 연구로서 선진국의 적용 사례 조사 및 분석을 통해 국내 건조 함정에 맞는 방법론을 연구하였으며, 00급 Batch-I 함정의 운용 시험평가를 본 연구 결과를 적용하여 타당성을 입증하였다.

이러한 방법론 및 적용 사례는 향후 함정뿐만 아니라 타 무기체계의 운용가용도 시험평가 방법 및 절차를 정립하는데 기여할 것으로 판단된다.

2. 국·내외 운용가용도 평가방법 고찰

2.1 운용가용도 개념

가용도는 어떤 시스템이 임의의 시점에서 가동상태에 있을 확률이다. 가용도는 무기체계의 운용 환경에 따라 고유가용도(Ai : Inherent Availability), 성취가용도(Aa : Achieved Availability), 운용가용도(Ao : Operational Availability)로 구분한다. 고유가용도는 체계의 고유 속성으로 인한 고장 발생에 따른 비가동시간을 고려한 값으로 개발초기 단계에서 설계개념을 설정할 때 적용된다. 성취가용도는 고유가용도에 예방정비시간까지 고려한 값이며, 체계개발 단계에서 최초 운용능력을 확인할 때까지 적용한다. 운용가용도는 장비가 실제 운용환경에서 정해진 조건에서 사용될 때 만족스럽게 운용될 확률로 비가동시간인 고장정비시간, 예방정비시간, 행정지연시간 그리고 군수지연시간을 고려하여 장비가 정비를 거쳐 임의의 시점에 가동상태에 있을 확률을 의미한다. 이러한 운용가용도 개념은 전·평시 임무를 수행할 수 있는 능력을 임의의 시점에서 측정할 수 있기 때문에 매우 중요하다.

2.2 국·내외 운용 가용도 평가방법 및 시사점

국내에서는 전차(K-2) 및 장갑차(K-21) 개발 시 RAM (Reliability, Availability, Maintainability) 예측값을 산출하여 고유가용도 위주로 평가하였으며, 실제 운용시험

평가 기간 동안에 수집한 데이터를 활용한 운용가용도 평가는 이루어지지 않았다^[2].

'03년도 미 해군에서 발간한 운용가용도 핸드북 (Operational Availability Handbook)에 따르면, 미 해군은 소요기획단계에서 운용가용도를 핵심성능지표(KPP)로 설정하여 소요제기하고 있으며, 기술개발 및 체계개발 초기 단계에서는 이를 개발에 반영하고, RAM 예측값에 의한 분석적인 방법으로 운용가용도 목표값 달성 여부를 평가하고 있다. 그리고 운용시험평가 기간에는 운용 및 정비 데이터를 활용하여 운용가용도를 평가하고 있으며, 특이한 사항은 야전배치 후 운용단계에서도 지속적으로 운용가용도를 모니터링 하여 함정의 성능 및 군수지원체계를 개선하고 있다^[3].

영국은 함정의 운용가용도를 Fig. 1처럼 구분하여 평가하고 있다^[4]. 첫째, 유사 함정의 야전운용제원(field data)에 의한 분석방법으로서 축적된 야전운용제원을 분석, 고장간평균시간(MTBF), 평균수리시간(MTTR), 평균군수지연시간(MLDT)과 같은 운용가용도 요소들을 산출하여 유사함정의 운용가용도를 계산한다. 이 값을 대상 함정에 적용하기 위해서는 보정이 필요하며, 이를 위해 대상 함정과 유사함정의 성능, 톤수, 기술발전 정도, 장비운용능력 향상 등을 비교하여 보정계수를 산출하고, 대상 함정의 운용가용도에 이 보정계수를 곱하여 산출한 값을 군의 목표 값과 비교하여 평가하는 방법이다. 두 번째는 설계 자료 및 예측 모델 식을 활용하여 RAM 예측값을 계산하여 운용가용도를 산출하고 평가하는 개념이다. 셋째로는 운용시험평가 기간 동안의 운용 및 고장정비 데이터를 활용하여 평가하는 개념으로서 해당 기간 동안 수집한 데이터로 장비 운용시간 및 정비시간 등을 도출하여 운용가용도를 산출하고 평가하는 개념이다.

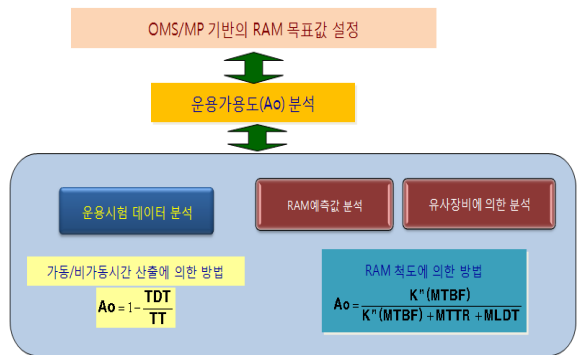


Fig. 1. The method of operational availability

이와 같이 선진국에서는 유사장비 야전운용제원, RAM 예측값을 활용하여 운용가용도를 분석적으로 평가하거나, 실제 운용시험평가 데이터를 활용하여 운용가용도를 평가하고 있다.

본 연구에서 적용한 운용가용도 평가방법은 데이터의 획득의 용이성, 군의 요구 등을 고려하여 실제 운용시험평가 데이터를 활용한 방법을 적용하였다.

3. 운용시험평가 데이터에 의한 운용가용도 평가 방법론 연구

운용시험평가 데이터를 활용한 함정의 운용가용도(Ao) 평가 방법론을 연구하기 위해 평가 개념, 산출식, 세부 절차 등을 연구하였다.

3.1 평가 개념

운용가용도 평가란 “설정된 운용가용도 목표 값”의 달성도를 판단하는 것으로써 OMS/MP를 활용한 자료에 의한 방법과 실제 시험을 통해 총시간 대비 총가동시간 또는 RAM요소를 측정하여 평가하는 방법이 있다. 본 연구에서는 일반적으로 시험 평가단계에서 ROC에 제시된 성능을 평가 할 때에 성능의 달성여부를 운용시험평가 시점에서 평가하는 것처럼 운용가용도를 성능의 한 요소로서 보고 시간요소를 측정하여 평가하는 방법을 제안하였다. 즉, 많은 실측 데이터가 요구되는 운용가용도 성능의 지속성 측면이 아닌 체계개발단계에서 운용가용도 달성여부를 평가하는 데에 중점을 두었다.

즉, 운용시험평가 기간을 함정의 가동여부에 따라 총가동시간(TUT : Total Up Time), 총비가동시간(TDT : Total Down Time)으로 구분한 다음에 수학적 모델식을 활용하여 목표운용가용도(Ao)를 계산하고, 목표값과 비교하여 달성여부를 평가하는 개념이다. 여기서 총시간(TT : Total Time)은 함정 운용시험평가의 전체 기간이며, 총가동시간 및 총비가동시간은 이 기간 동안에 함정의 가동 및 불가동한 시간을 각각 합한 값이다.

3.2 산출식

운용가용도는 식 (1)처럼 총시간, 총시간에 대한 총가동시간의 비율로 계산된다. 그리고 이것을 세부 시간 요소로 구분하면 운용시간(OT : Operational Time), 대

기시간(ST : Standby Time), 고장정비시간(TCM : Total Corrective Time), 예방정비시간(TPM : Total Preventive Time) 그리고 행정 및 군수지연시간(TALDT : Total Administration and Logistics Delay Time)으로 나누어진다. 여기서, 식 (1)처럼 총가동시간은 함의 실제 운용시간(OT) 및 대기시간(ST)의 합으로 구성되며, 총시간은 총가동시간, 고장정비시간(TCM), 예방정비시간(TPM), 행정 및 군수지연시간(TALDT)의 합으로 구성된다⁵⁾.

$$A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{OT+ST}{OT+ST+TCM+TPM+TALDT} \quad (1)$$

그러나 식 (1)은 총가동시간에 대한 여러 시간 요소들을 알고 있어야만 운용가용도를 계산할 수 있기 때문에 시간 경계가 명확하지 않은 경우에는 이 식을 적용하기가 곤란하다.

이러한 경우에는 식 (2)처럼 총시간(TT : Total Time)에 총가동시간(TUT : Total Up Time) 또는 총비가동시간(TDT : Total Down Time)을 계산하여 운용가용도를 산출하게 된다. 여기서, 총비가동시간(TDT)은 식 (1)에서 예방정비 시간 및 고장정비시간, 행정 및 군수지연 시간을 합한 시간이 된다.

$$A_o = \frac{TUT}{TT} = 1 - \frac{TDT}{TT} \quad (2)$$

그리고 식 (2)에서 총비가동시간(TDT)을 계산할 때에 대상 체계의 수준 및 특성에 따라 예방정비 시간은 가동 및 비가동시간으로 분류된다. 예를 들어 탑재 장비 차원에서 운용가용도를 산출시에는 장비의 예방정비가 비가동시간으로 분류되지만, 함차원에서 운용가용도를 산출 할 때, 함을 운용하면서 장비의 예방정비를 수행하는 경우는 장비의 예방정비 시간은 비가동시간에 포함되지 않고 가동시간으로 분류된다.

3.3 평가 절차

운용시험평가 데이터를 활용한 평가절차는 Fig. 2처럼 평가를 위한 사전준비로써 고장검토위원회(Failure Review Board)를 구성한 다음에 고장정의 및 판단기준(Failure Definition/Scoring Criteria)을 설정하고, 운용 및 정비실적에 대한 기록방안을 결정하게 된다.

그리고 운용시험평가단계에서는 운용 및 정비 데이터를 기록하여 수집하고, 이것을 가동 및 불가동 시간

으로 분류한 다음에 이 값을 산출식에 대입하여 운용가용도를 산출하고 소요군의 목표값과 충족여부를 비교한다.

만약 미 충족 시에는 성능 개선 및 군수지원체계 보완 등의 후속조치를 실시하고, 야전배치 후 일정 기간 운용 및 정비데이터를 재 수집하여 운용가용도 재평가가 이루어지는 것으로 하였다.

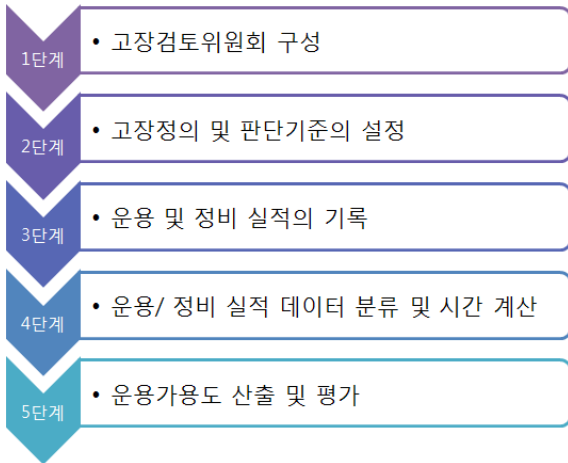


Fig. 2. The process of operational availability evaluation

3.3.1 고장검토위원회 임무 및 구성

고장검토위원회(Failure Review Board) 임무는 운용시험평가 기간 동안 실시한 함정의 정비 건수별로 함정의 임무수행에 미치는 영향 정도를 고장정의 및 판단기준에 따라 분류하고 고장으로 판정하는데 있다.

이와 같이 고장검토위원회는 운용시험평가 동안에 수집한 정비 데이터를 기초로 고장여부를 판정하는 중요한 임무를 수행하기 때문에 객관성 및 전문성을 확보하기 위해 시험평가 이전에 구성되어야 한다.

이때 구성요원은 운용가용도 평가가 설계, 시험평가, 운용, 군수지원적인 측면이 포함된다는 것을 고려하여, 소요제기, 개발, 시험평가, 사업관리 부서 요원으로 편성한다.

3.3.2 고장정의 및 판단기준의 설정

고장정의 및 판단기준(FD/SC : Failure Definition & Scoring Criteria)이란 무기체계의 임무수행에 영향을 미치는 고장을 정의 및 식별하고 판단기준을 설정하는 것으로서, 신뢰성 분석 및 군수지원분석의 기준이 된다.

이것 또한 해당 무기체계의 시험평가 중에 실시한 여러 정비 건수들 중에 어떤 것을 고장으로 구분하는냐에 따라서 운용가용도 값이 달라지기 때문에 시험평가가 실시되기 전에 결정하는 것이 필요하다.

고장정의 기준은 임무 중요도에 따라서 F1, F2, F3로 분류한다.

- ① ‘F1 고장’은 체계의 주요 임무수행을 불가능하게 하는 고장으로서 체계와 인명에 중대한 손실을 유발하는 ‘체계 차원의 고장’을 의미한다.
- ② ‘F2 고장’은 체계의 운용 및 기능을 저하시키는 장애를 일으키는 고장으로서 정비를 요하는 고장을 의미한다.
- ③ ‘F3 고장’은 체계 운용에 영향을 미치지 않는 모든 구성품, 부품 등에서 발생하는 모든 결함으로 정비를 요하는 고장이다.

3.3.3 운용 및 정비 실적의 기록

운용시험평가 기간 동안에 정확하고 객관적인 데이터를 얻기 위해서는 운용 및 정비 실적을 기록하기 위한 양식, 책임, 시기 등을 결정하는 것이 중요하다.

먼저 정비시간, 정비대기시간, 정비내역 등의 정비 데이터를 효과적으로 수집하기 위한 기록 양식을 Table 1과 같이 고장검토위원회에서 결정하는 것이 필요하다.

이때 정비 데이터는 책임성 및 객관성 확보를 위해 기록시키는 정비발생시 마다 기록하고, 수집된 데이터에 대해 시험평가 기관 및 개발 업체(기관) 간에 상호 서명이 필요하다.

두 번째 운용 데이터는 운용시험평가 기간 동안에 함정의 실질적인 가동시간을 얻기 위한 것으로서 별도의 양식 없이 시험평가 일지에 기록된 장비의 시험평가 시간을 운용시간으로 활용한다.

3.3.4 운용 및 정비 실적 데이터 분류 및 시간 계산

운용 및 정비 데이터는 건수별로 고장검토위원회에 회부되며, 운용 데이터는 장비의 운용(OT), 대기(ST), 불가동시간으로 분류하고 각각의 시간을 계산한다. 그리고 정비 데이터는 고장정의 및 판단기준에 따라서 고장으로 분류된 데이터에 대해서만 고장정비시간(TCM), 행정 및 군수지연시간(ALDT)을 산출하는데 활용된다. 이들에 대한 세부 내용은 다음과 같다.

Table 1. The format of maintenance record

정비일시	2012년 월 일 요일		장소	
장비명			정비차	
환경조건	<input type="checkbox"/> 정박 <input type="checkbox"/> 해상 <input type="checkbox"/> 정지 <input type="checkbox"/> 시운전 <input type="checkbox"/> 작동중 *기온 : ℃ *해상상태(파고 : 시정 : 풍향/속 :)			
	<input type="checkbox"/> 1부 : PMS 및 정비 <input type="checkbox"/> 2부 : 고장 및 결합 <input type="checkbox"/> 기타정비			
정비/결함 부품명			부품 번호	
단순 정비 사항				
	정비 시간	취외 : → 교체/취부 : → 작동검사 : * 총 : (h)		
	군수 지연 시간	*On Board : *조선소 : *업체 : *총 : (h)		
고장/ 결함 발생 내용 (6하 원칙 의거)	결합 발생 유형	①고착 ②균열 ③누유 ④단락 ⑤단선 ⑥마모 ⑦망실 ⑧변형 ⑨부식 ⑩소손 ⑪소음 ⑫이완 ⑬이탈 ⑭작동불가 ⑮작동불량 ⑯파손 ⑰폭발 ⑱기타		
		정비 시간	취외 : → 정비 → 취부 : → 작동검사 : * 총 : (h)	
군수 지연 시간	*On Board : *조선소 : *업체 : *총 : (h)			
정비자 의견 및 문제점			결합 수준 판단	<input type="checkbox"/> F1고장(임무불가) <input type="checkbox"/> F2고장(임무저하) <input type="checkbox"/> F3고장(임무무관)
작성자		확인자	최종 판단	

- ① 운용시간(OT : Operating Time)은 임무 수행시간, 즉, 함정이 시험평가기간 동안 실질적인 가동한 시간을 말하며, 시험평가일지에 기록된 누적 운용시간을 계산하여 구한다.
- ② 대기시간(ST : Stand-by Time)은 임무수행이 가능하나 특정임무를 하달 받지 않았거나 작동하지 않는 상태의 시간, 즉 시험평가 기간 동안에 실질적인 운용 및 임무수행을 하지 않고 대기한 시간을 말한다. 그러나 대기시간을 기록하기 어렵고 부정확하기 때문에 대상기간 총시간에서 가동시간, 고장정비시간, 행정 및 군수지연시간을 뺀 시간으로

산출하게 된다.

- ③ 고장정비시간(TCM : Total Corrective Maintenance Time)은 고장이 발생한 부품에 대한 고장정비행위가 수행되는 시간을 말한다. Table 1에 기록된 고장 원인 파악, 취외(탈착), 정비, 취부(부착), 작동검사까지의 시간 등을 누적하여 계산한다.
- ④ 행정 및 군수지연시간(TALDT : Total Administrative Logistic Delay Time)은 발생된 고장에 대해 정비를 수행하기 전까지 지연된 시간으로서, 수리부속 청구를 위한 행정소요시간, 보급시간, 정비지연시간 등을 말한다. 일반적으로 행정 및 군수지연시간은 시험평가 기간 동안에 발생된 고장에 대해서 정비에 소요되는 부품의 청구부터 보급까지 걸리는 군수지연시간(Logistics Delay Time)으로 계산한다.

3.3.5 운용가용도 산출 및 평가

앞서 산출한 운용, 고장정비, 군수지연 시간 등의 값들을 식 (1), (2)에 대입하여 운용가용도 값을 산출하고, 소요제기시 군에서 제기한 목표값과 비교하여 충족여부를 평가하게 된다.

4. 00함정 운용가용도 평가 사례 연구

00함정의 운영시험평가 기간 동안에 수집한 운용 및 정비 데이터를 활용하여 운용가용도를 평가한 사례이다. 평가기간은 운용시험평가계획서에 반영하여 '12. 4. 16 ~ 8. 13일까지 120일간(2,880시간)을 설정하였는데 이유는 OMS/MP보고서 및 유사함의 작전계획에 명시된 임무수행주기를 운용가용도 시험주기로 설정하였다. 그리고 고장검토위원회에 구성, 고장정의 및 판단 기준의 설정, 평가를 위한 모델식 등은 앞서 정립한 운용가용도 평가방법론을 적용하였다.

4.1 고장검토위원회의 구성 및 운용

위원회 구성은 운용가용도 평가가 운용시험평가 기간 동안 실시된다는 것을 고려하여 운용시험평가 관련 기관으로 Table 2처럼 구성하였다. 즉, 해군 전평단(시험평가 담당자), 방위사업청(IPT, 분평국 시험평가 담당자), 조선소(설계 및 RAM 시험담당자), 기품원(RAM 연구 담당자) 등의 해당 전문가로 구성하였으며, 우선적으로 고장정의 및 판단기준을 승인하고, 운용 및 정비기록방안을 결정하였다.

Table 2. The mission/member of FRB

구분	내 용
임무/역할	<ul style="list-style-type: none"> 고장정의 및 판단기준을 승인하고, 운용 및 정비기록방안을 결정
구성요원	<ul style="list-style-type: none"> 소요계기, 개발, 시험평가, 사업관리 부서 요원 등으로 편성 해군 전평단(시험평가 담당자), 방위사업청(IPT, 분평국 시험평가 담당자), 조선소(설계 및 RAM 시험담당자), 기품원(RAM 연구 담당자)
구성시기	<ul style="list-style-type: none"> 시험평가 이전에 구성

4.2 고장정의 및 판단기준의 설정

본 함정의 고장정의 판단 기준은 고장이 임무수행에 미치는 영향에 따라 고장을 Table 3처럼 분류하고 판단하였다.

Table 3. The FD/SC of combat ship

구 분	내 용
임무필수 고장(F1)	함정과 인명에 중대한 손실을 유발하는 ‘함 차원의 고장’
임무영향 고장(F2)	장비 고장으로 ‘함 임무수행이 저하되는 고장’
임무무관 고장(F3)	함 임무수행에 영향을 주지 않는 고장

‘F1 고장’은 00 함정의 기동, 탐지/추적, 지휘통제, 화력운용, 세력방호를 불가능하게 하는 고장으로 함정과 인명에 중대한 손실을 유발하는 ‘함 차원의 고장’을 고장으로 설정하였다. ‘F2 고장’은 장비고장으로 인해 ‘함 임무수행이 저하되는 고장’으로 하였다. ‘F3 고장’은 함 임무수행에 무관하거나, 장비의 임무수행을 저하시키지만 ‘대기태세시 정비/수리가 가능한 고장’으로 설정하였다.

4.3 운용시험기간 데이터의 기록 및 수집

데이터는 운용가용도 시험평가기간인 2,880시간(120일)에 발생한 운용 및 정비 기록을 대상으로 하였다.

먼저, 운용 데이터는 해군의 전력평가단에서 기록한 운용시험평가 일지 상의 함 운용 실적과 조선소에 작

성한 장비별 운용시간을 활용하였다.

정비 데이터는 Table 1 양식을 활용하여 정비 내역과, 고장정비 및 군수지연시간을 파악하였다.

이때 기록은 조선소에서 하고 해군 인수단은 검토하였으며, 해군 전평단이 최종적으로 승인 하였다.

4.4 운용 및 정비 데이터로부터 운용가용도 요소 도출

함정의 운용시간(OT)은 운용시험평가 기간 동안에 함정이 실제 가동할 때 항상 작동되는 장비중의 하나인 감속기어의 운용시간을 함차원의 기준시간(Global Time)으로 설정하였다. 본 연구가 함의 운용가용도 평가임을 고려하여 장비평가가시 활용되는 장비차원(Local Time) 가동시간)은 활용하지 않았다.

그 결과 120일 동안에 실제 함정의 운용시간(감속기어)은 719.8시간(약 30일)이 Table 4처럼 산출되었다.

Table 4. The operating time per month

구 분	4월	5월	6월	7월	8월	계
함 운용시간(감속기어)	38	164	202	217	99	720

그리고 조선소에서 수집된 정비 데이터로 고장 건수 및 시간을 산출하기 위해 고장정의 및 판단 기준에 따라 고장검토위원회에서는 정비 건수별로 고장여부를 판단하였다. 즉, 운용시험평가 기간 중에 발생한 정비 발생 35건 중 고장으로 분류한 것은 12건 이었고, 고장으로 분류되지 않은 것은 23건이었다. 이중, 고장으로 분류한 12건 중 함 임무수행이 불가한 고장(F1)건수가 00건, 임무 저하 고장(F2)건수는 00건이었다. 그리고 고장검토위원회에서 미 고장으로 분류한 23건은 함정 임무수행에 지장이 없는 고장 6건, 임무수행과 무관한 장비의 고장 5건, 사용자 설계 개선 3건, 기타 PMS 및 단순정비 3건 이었다. 그 현황은 Table 5에서 보는 바와 같다.

12건의 고장으로 인한 함의 불가동시간(TDT)은 Table 3처럼 총 287시간이 산출되었다. 이는 고장정비에 소요된 62시간과 수리부속 획득을 위한 행정 및 군수지연 225시간을 합한 시간이다. 여기에서 행정 및

1) 장비차원 운용시간은 탑재장비 자체의 운용시간으로서 함 기준대비 비율(Duty Cycle)로 산출되는 방법이 일반적으로 활용

군수지연시간은 고장이 발생하여 필요한 수리부속을 국내외 조달하여 정비를 한 후 시험이 재 시작되기 전 까지 기록된 시간을 행정 및 군수지연시간으로 분류하였다. 여기에서 기록된 행정 및 군수지연시간은 평시 군의 군수지연시간보다는 20% 정도 많은 시간으로 계산되었는데, 평시 군은 군수지원시스템이 구축되어 수요 예측 및 조달체계, 선불 제도 등이 운용되는 반면, 조선소는 이러한 시스템이 구축되지 않은 관계로 많은 시간이 소요된 것으로 판단된다. 그러나 이러한 시간을 평가시 적용한 이유는 고장발생시 조선소의 고장 정비 인원 및 공구는 가능하다는 가정 하에서 지연시간이 없고, 수리부속획득 측면에서는 국내 생산지 또는 기타 장소에서 조선소까지 수리부속을 획득한 시간 만큼 지연되는데 수송거리가 군과 비슷하며, 함의 운용가용도를 최악의 조건(worst case)에서 평가해야 한다는 측면을 고려하여 고장검토위원회(FRB)에서 이 시간을 적용하기로 결정하였다.

Table 5. Non-operating time

구분	장비명	고장 내용	고장 정비 시간	군수 지연 시간
1	조타기	No.2 함안정조타기 유압계통 플렉서블호스 파열	1.5	24
2	ECS	No.34 DAU down 현상 발생	6	-
3	MOSCOS	좌현 안테나 고장	3	24
4	고압공기 압축기	No.1,2 고압공기압축기 280 bar 출구 뉴메틱밸브 불량	2	24
5	5"함포	CRADLE 부품 손상	3	24
6	D/E	No.1 D/E 공기압력 저하로 경보 발생	3.5	24
7	G/T	No.2 G/T T5.4 고온 정지	27.5	24
8	항해 레이더	수신감도 미약	4	24
9	ECS	ECS 통신 불가	3	1
10	ECDIS	비정상 down 현상 발생	0.5	8
11	D/E	No.2 D/E 2WAY Valve 불량	4	24
12	항해 레이더	Pulse Transformer Assy' 불량	4	24
	9개장비	총 12건	62	225

그리고 120일 동안 시험평가시 장비차원에서 예방정비는 수행되었으나, 함차원에서 가동에 영향을 주는 예방정비²⁾는 실시되지 않았기 때문에 예방정비로 인한 비가동시간은 없는 것으로 고장검토위원회에서 결정하였다.

대기시간은 일반적으로 별도의 기록 없이 총시간에서 가동시간, 고장정비시간, 행정 및 군수지연시간을 제외한 시간으로 산출한다. 이러한 방법으로 대기시간을 산출한 결과 대기시간(ST) = 총시간(2,880) - 운용시간(719.8) - 정비시간(62) - 행정 및 군수지연시간(225) = 1873.2시간으로 산출하였다.

4.5 운용가용도 산출 및 최종 판정

앞서 산출한 총시간(TT), 총가동시간(TUT)을 Table 6 처럼 산출하여 식 (2)에 적용한 결과 운용가용도(Ao)는 90.03%의 값을 가지게 되며, 이 값은 군에서 제기한 목표값 00% 이상을 달성할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 6. The results of Ao, total time

운용가용도 (Ao)	총시간	총가동 시간	총비가동 시간
90.03	2880	2593	287

5. 결론

선진국은 운용가용도를 성능(performance)의 한 요소로서 보고, 개발 단계별로 달성여부를 평가를 하고 있다. 즉, 기술개발, 체계개발단계, 운용단계 등 각 단계에서 개발이 진행됨에 따라, 목표값 대비 달성 여부를 평가하고 있다. 따라서 우리 군도 선진국처럼 체계개발의 시험평가단계 시점에서 운용가용도 달성 여부를 평가하는 방법이 필요하였다.

운용가용도는 전투준비태세 및 가동률을 유지할 수 있는 중요한 요소로서 군은 이를 소요제기시 제기하여 달성 여부에 대한 평가를 요구 하고 있다.

본 연구는 함의 이러한 운용가용도 달성여부를 평가하기 위해 실제 운용시험평가 기간 동안 수집한 데이

2) 함의 비가동시간에 포함되는 예방정비는 가스터빈 등의 예방정비가 해당됨. 시험평가 기간동안 이러한 비가동 예방정비는 도래되지않아서 미 고려

터를 시간 요소로 재 산출하여 대상 함정의 운용가용도를 평가하는 방법론을 정립하기 위해 산출 모델식, 운용시험간 운용 및 정비 기록 양식의 개발, 고장정의/판단기준 방안을 제시하였다. 또한 고장검토위원회를 구성하고 운영하는 방안과 고장을 판단하는 절차를 연구하였다.

그리고 이를 00함의 운용시험평가에 적용하여 방법론의 타당성을 입증하였다. 즉, 120일 동안의 수집된 운용 및 정비 데이터를 통해 운용가용도 목표값 달성 여부를 확인한 결과, 산출된 운용가용도는 00로서 목표값을 충족함을 확인 할 수 있었다.

이러한 방법론은 타 무기체계의 운용가용도를 평가하는 데 활용될 것으로 판단된다.

그러나 본 방법은 운용시험 데이터를 활용하여 운용가용도의 성능 달성 여부 관점에서 운용시험평가 시점에서 평가하였기 때문에 운용가용도의 지속성 측면은 제한될 수 있다. 따라서 선진국처럼 야전 배치 후 일

정기간 운용한 함의 야전운용제원을 분석하여 운용가용도의 지속성 측면을 평가하는 방안도 연구할 필요가 있을 것으로 판단된다.

References

- [1] DoD, Guide for Achieving Reliability, Availability and Maintainability, Translation Version of DTaQ, pp. 107-109, 2008.
- [2] J. Park, The Study on Reliability Development Test, KTL, p. 267. 2011.
- [3] OPNAVINST, Operational Availability Handbook, 2003.
- [4] James Brown, A Study on Operational Availability Evaluation of Combat Ship, BMT, 2011.
- [5] S Paik et al., A Study on Operational Availability Evaluation of Combat Ship, DTaQ, 2012.