

함정 분야의 RAM분석 기반 위험평가 방안

백용관* · 강병수* · 조관준**

* 국방기술품질원

An Objective method of risk assessment based on RAM analysis for warship.

Beak Yong-Kawn* · Kang Byoung-Soo* · Jo Kwan-Jun**

* Defense Agency for Technology and Quality

ABSTRACT

Purpose: This study suggests a method of risk assessment based on RAM analysis in order to reduce the subjectivity.

Methods: RAM analysis is used to assessment risk consequence(RC) and risk likelihood(RL).

Result: The calculated result of the product, which has higher risk assessment, shows lower MTBF system.

Conclusion: Risk assessment based on objective database will provide objectivity and effective quality control.

Key Words: RAM, Risk Assessment, Warship, Objectivity, Quality Assurance

● Received 7 July 2015, 1st revised 6 August 2015, accepted 13 August 2015

† Corresponding Author(jkj@dtaq.re.kr)

© 2015, The Korean Society for Quality Management

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-Commercial use, distribution, and re-production in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

오늘날 품질 문제는 제품 설계 및 생산에서 가장 중요한 요소로 평가되고 있다. 이러한 품질관리는 일반물품보다 군수품에서 중요성이 더 크며 매우 엄격히 관리되고 있다. 군수품에서의 품질은 제작사 간의 경쟁요소가 아니라 계약을 통한 필수요구조건이며, 반드시 충족되어야 하는 요소이다. 군수품은 매우 열악한 환경조건(전장 상황)에서 동작해야 하며, 군인의 생명과 안보에 영향을 줄 수 있으므로 매우 높은 수준의 품질이 요구된다. (Kim 2011, 996)

군수품은 종류와 특성이 다양하다. 군수품을 기능으로 분류하면, 일반적으로 사용되는 물품(생필품, 식품 등)에서 특수 기능을 수행하는 물품(전투복, 소총, 조준경, 방독면 등)으로 분류할 수 있고, 생산수량으로 구분하면 대량 생산되는 품목(탄약, 전투화 등)에서 소량생산 되는 품목(전투기, 함정 등)으로 분류할 수 있으며, 구조의 복잡성으로 분류하면 단순 구조 물품(오일링, 볼트 등)에서 복잡한 구조의 물품(전차, 전투기, 함정 등)으로 분류가 가능하다. 이러한 다양한 종류와 특성의 군수품을 안정적으로 품질관리하기 위하여 국방기술품질원이 있으며, 국방기술품질원은 모든 군수품에 대하여 품질보증활동을 수행한다.(Kim et al. 2011, 264-265)

국방기술품질원은 다양한 종류의 군수품을 효과적으로 관리하기 위하여 군수품의 특성에 따라 군수품을 분류하고, 각 품목에 대하여 위험등급 평가를 수행하여 품질관리를 수행한다. 품질관리의 효율성을 극대화하기 위하여 품질위험성을 평가하고 품질위험성이 높은 품목을 중점 관리함으로써 군수품의 품질관리를 수행하고 있다. 위험등급 평가는 위험매트릭스를 통하여 위험발생가능성과 영향성을 평가하고 이를 통하여 위험등급을 평가한다.(Kim et al. 2011, 264)

함정은 많은 장비와 부품으로 구성되는 군수품 중 하나이다. 함정의 품질관리는 각 부품과 장비별로 이루어지며 각 장비 및 부품에 대하여 위험식별을 수행하여 품질관리를 수행한다. 함정은 한 척 건조되는데 1~2년 시간이 소요되며, 특수목적함정의 경우에는 선도함 건조 후 후속함 건조에 5-10년 정도의 기간이 소요되기도 한다. 또한 일반적인 함정의 경우에도 건조기술 및 장비의 기술이 변경되기 때문에 동일 형태의 함정은 10척 내외이며, 동일 모델의 함정이더라도 탑재 장비의 기술발전으로 인하여 변경되는 일이 빈번히 이루어진다. 최근 기존 함정의 노후화로 인하여 신규함정의 건조가 증가하고 있으며, 기술변경에 따른 탑재장비의 변경, 탑재장비의 증가에 의한 건조기간의 장기화 등으로 인하여 위험식별을 위한 품질정보가 감소하고 있다. 이와 같이 신규 장비의 객관적인 품질 자료/정보 획득이 어려운 환경에서 다수의 장비와 부품에 대하여 효율적이고 객관적인 위험식별 수행을 위한 새로운 방법이 필요하다고 판단된다.

본 연구에서는 신규 도입되는 장비 및 신규함정에 대하여 위험식별을 편리하고 객관적으로 수행하기 위하여 RAM분석 기반의 위험식별 방법을 제안한다. RAM은 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintainability)의 총칭으로 RAM분석 자료는 장비에 대한 고장빈도, 정비업무량, 전투준비태세를 나타내는 척도이므로 함정에서 운영 자료에 따라 지속적으로 변경되며, 신규장비의 경우 내구성을 평가하는 지표로서 개발 단계에서 유사장비의 정비 및 고장 이력 기반으로 전문가의 검토를 거쳐 각 장비별 RAM분석 자료를 작성한다.(Sohn, Chang and Won 2012, 395)(DAPA 2009) 그러므로 함정의 탑재되는 장비는 모두 RAM분석 자료를 갖게 된다. RAM분석 자료를 위험식별에 활용하기 위하여 위험발생가능성과 위험영향성 등으로 이를 변환하고 각 장비별로 위험식별을 수행한다면 효과적인 함정 장비에 대한 위험식별을 수행할 수 있을 것이며 나아가 함정의 위험식별의 효율성을 증대할 수 있을 것이다. 본 논문은 2절에서 함정분야의 위험등급 평가의 문제점을 언급하고 3절에서는 RAM기반의 위험등급 평가 방안을 제시하며 4절에서 실제 함정에 RAM기반의 위험등급 평가를 적용하여 장비별로 분석하고 5절에서 결론 및 한계점을 제시한다.

2. 함정분야의 위험식별

2.1 위험식별과 위험등급

위험은 계획된 혹은 예측하는 것과 다르게 진행되는 것으로 포괄적으로 해석할 수 있으며 모든 사업에서 존재한다. 모든 위험을 회피하는 가장 안정적인 품질보증을 위해서는 모든 물품 및 모든 검사 항목에 대하여 전수검사를 수행하여야 한다. 그러나 군수품의 수량이 많고, 단일 군수품의 경우에도 시험의 복잡성이나 경제성으로 인하여 전수검사를 수행 할 수 없다. 그러므로 군수품에 대하여 위험관리를 수행하고 이를 통하여 효율적인 검사를 수행하는 것이 품질보증의 효과를 증대시키는 길이다.

위험관리는 위험을 식별하는 것으로 시작하여 위험관련 자료/정보를 수집하고 관련사항을 구체적으로 파악한다. 이를 위해 과거의 사업보고서, 고객 요구조건리스트, 작업분해도, 제품제작사 규격 등을 분석하여 위험식별을 수행하고 이를 평가한다. 국방기술품질원에서는 US DoD(Department of Defense) 위험관리 안내서(Risk Management Guide)를 기본으로 하여 작성하였다. 국방기술품질원은 위험발생가능성으로 5단계, 위험영향성으로 5단계로 구분하고 이를 매트릭스로 구성하여 저, 중, 고 위험으로 위험등급을 구성하였다. <Figure 1>은 위험매트릭스를 나타낸 것이다.(Kim et al. 2011, 267)(US DoD 2005)

위험등급 평가는 위험매트릭스에서 위험발생가능성(Risk Likelihood, RL)과 위험영향성(Risk Consequence, RC)의 조합으로 구성된다. 위험영향성은 군수품의 성능과 사용자의 안전에 심각한 영향을 줄 수 있는 물품일수록 수준이 높으며 위험발생가능성은 위험의 발생 빈도가 높을수록 높다. 위험발생가능성과 위험영향성의 지표선정은 품질보증원이 자료를 바탕으로 판단한다.(DAPA 2009)(US DoD 2005)

Risk Likelihood (RL)	5	Low	Middle	High	High	High
	4	Low	Middle	Middle	High	High
	3	Low	Low	Middle	Middle	High
	2	Low	Low	Low	Middle	Middle
	1	Low	Low	Low	Low	Middle
		1	2	3	4	5
		Risk Consequence (RC)				

Figure 1. Risk matrix

높은 위험등급의 품목에 대해서는 공장수락 시험, 공정간 검사, 기능시험 등의 평가과정이 증가하거나 시료에서 샘플의 채취 수량이 증가한다. 즉 위험등급에 따라 품목별로 수행하는 평가항목 및 과정이 변화하게 된다. 이를 통하여 품질보증원은 고 위험군에 대해서는 많은 품질확인 절차를 수행하여 제품의 품질을 보증하고, 저 위험군에 대해서는 품질확인 절차를 간소화 하여 품질보증 비용을 절감한다. 그러므로 위험식별을 통한 위험등급은 품질 보증원의

제품에 대한 품질관리를 수행하는 지표가 되며, 군수품에 대한 품질보증활동의 도구이다.

위험식별을 통한 위험등급을 결정하는 과정에서 위험발생가능성과 위험영향성 지표를 객관적으로 선정하기 위하여 통계적 관리기법을 활용하거나 FMEA기법을 활용하여 지표를 선정하기도 한다. 통계적 관리법은 모집단에 대하여 샘플을 채취하고 샘플에 대한 품질 점검을 통하여 모집단의 품질 관리도를 판정하는 방법으로 대량으로 생산되는 물품에 주로 사용된다. 이때 모집단의 품질수준을 표준정규분포 또는 각각 물품의 특성을 반영한 분포를 따른다고 가정하여 수행한다.(Shin, Lee and Cho 2013, 469-473)

FMEA기법은 개발 초기단계에서부터 제품 및 공정에서 발생할 수 있는 잠재적 고장이 소비자와 제품에 미치는 영향과 원인 및 메커니즘을 상향식으로 조사하고, 각 고장모드에 대한 위험등급 평가를 수행하여 품질관리를 수행하는 것이다. FMEA기법은 다양한 기능적 계층 수준에서 규명된 각 품목 고장에 대하여 사상 연쇄 및 영향을 평가할 수 있으며, 각 품목에 대한 중요도나 치명도 등을 확인할 수 있다. FMEA를 통하여 각 장비별로 발생하는 고장 빈도 및 고장 영향성 등을 기반으로 위험발생가능성과 위험영향성을 계산하여 위험식별 자료로 활용할 수 있다.

2.2 함정 분야의 위험등급

최근 들어 함정분야는 해군에서 보유하고 있는 함정노후화로 인하여 신형함정 건조주기가 도래하고 있고, 주변국의 군비증강 및 해군력 증강에 따른 해군의 현대화 첨단화 요구로 인하여 함정 건조 수 또한 증가하고 있으며, 기술 발전으로 인하여 새로운 형태의 특수 함정들이 건조되고 있다. 함정의 종류와 크기에 따라 함정에 탑재되는 장비의 수와 종류가 차이가 있지만, 일반적으로 함정의 탑재장비는 100종류 이상이다. 또한 하나의 장비도 복잡도와 내용에서 큰 차이를 갖는데 예를 들면 위성통신체계의 경우 통신전시기, 신호 증폭단, 위성안테나, 위성안테나 제어부 등으로 세부적으로 많은 장비와 부품으로 구성된 있는 경우가 있는 반면, 해치, 도어, 밸브, 손전등처럼 하부품목이 없는 단순품목도 존재한다. 실제 작업분할구조(Work Break Structure, WBS)에 따라 함정의 부품 종류를 나열하면 1만 종 이상이 될 것이며, 이러한 품목 모두에 대하여 위험등급 평가를 하는 것은 매우 비효율적이다. 그러므로 함정에서의 위험등급 평가를 수행하는 단위는 하나의 체계나 부품으로 기능과 역할을 하는 품목단위로 구분한다. WBS로 분석하면 4레벨 정도이고 복잡한 장비의 경우에는 5레벨에서 품질단위로 구분하기도 한다.(DAPA 2009)

함정처럼 장비의 구성이 복잡한 경우에 위험등급 평가 방법으로 FMEA방법을 적용하여 위험등급 평가를 객관화하는 경우가 있다. FMEA방법은 하부 부품단위(WBS level 9)에서 부품수명 및 신뢰도를 분석하고 이를 상위체계의 신뢰성 분석지표로 활용하는 방법이다.(Yun et al. 2011, 355-357) FMEA방법은 체제장비의 신뢰성 평가를 통한 위험식별을 수행하기에 효과적인 방법이지만 하위에 부품이 변경되면 상위체계의 위험등급을 모두 변경해야하는 문제를 갖는다. FMEA방법을 수행하기 위하여 초기에 모든 부품에 대하여 신뢰도 평가를 수행해야하며, 부품변경에 따른 위험등급 재설정에 대하여 많은 시간과 재원이 소요되는 문제를 갖는다.(Woo, Jung and Lee 2013, 477)

함정 분야의 품질보증은 모든 군수품이 갖는 높은 안정성이 요구되지만 실제적으로 국가에서 품질보증을 수행하기 위한 인원 및 재원은 한정적이므로 이를 효과적으로 수행하기 위하여 위험등급 평가 방법을 통하여 선별하지만 이러한 위험등급 평가 방법에서 많은 시간과 재원이 소요된다면 위험등급 평가의 목적을 놓칠 수 있다. 또한 인원의 한정으로 인하여 품질보증원이 개별적으로 각 물품에 대한 위험등급 평가를 수행하게 된다면 주관성이 개입되기 때문에 특정 개별 장비의 품질은 향상될 수 있으나 함정전체로 볼 때 품질저하가 예상된다. 그러므로 함정의 품질보증은 기존의 FMEA처럼 객관적인 자료에 기반 하면서 시간과 재원을 최대한 줄일 수 있는 방법이어야 한다.

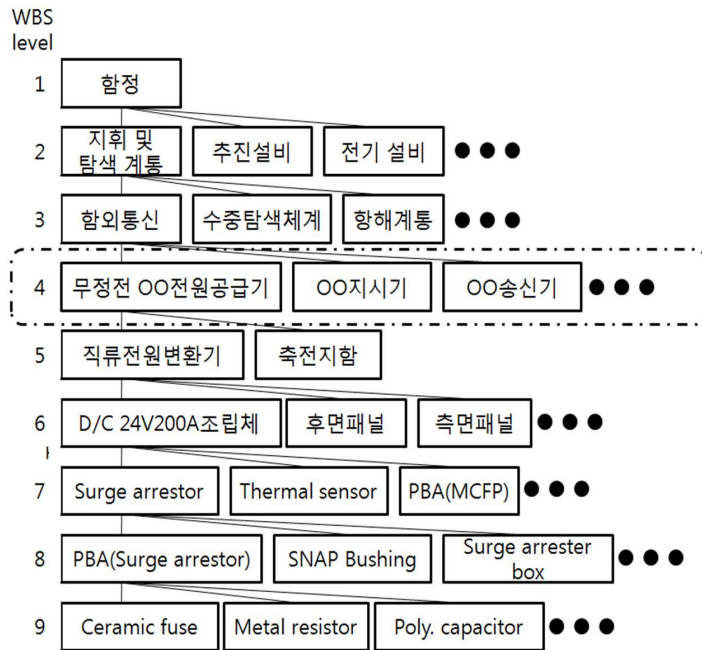


Figure 2. WBS Structure of Warship

본 연구에서는 현재 종합군수지원을 위하여 기존에 개발되어 운영되고 있는 RAM분석 자료를 활용하여 위험등급 평가를 수행하는 방안을 제안한다. RAM분석 자료는 함정 운영데이터를 기반으로 한 객관적인 자료이며, 현재 군수 지원을 위해 개발되어 있는 자료이므로 이를 활용하기 위하여 별도의 시간과 재원이 소요되지 않는 방법이다.

3. RAM분석 기반의 위험등급 평가 방안

3.1 RAM분석

본 연구에서는 함정의 RAM분석 자료 기반의 위험식별 방법을 제안하고자 한다. RAM분석은 종합군수지원의 한 분야로서 무기체계를 구성하고 있는 하드웨어적 구성품 별 예측 및 분석 활동을 통하여 설계지원 및 평가, 설계 및 대안 도출을 하는 방법으로 신뢰도, 가용도, 정비도 산출을 통한 무기체계의 고장빈도, 정비업무량 및 전투준비태세 등을 측정하는 척도로 활용되는 지표이다. RAM분석을 수행하여 산출된 지표로 운용가용도와 정비성 등을 산출할 수 있어 장비의 운용의 안정성을 확보할 수 있으며 효과적인 군수지원 계획을 수립하여 전력운용의 안정성을 높일 수 있다.(Sohn, Chang and Won 2012, 396)

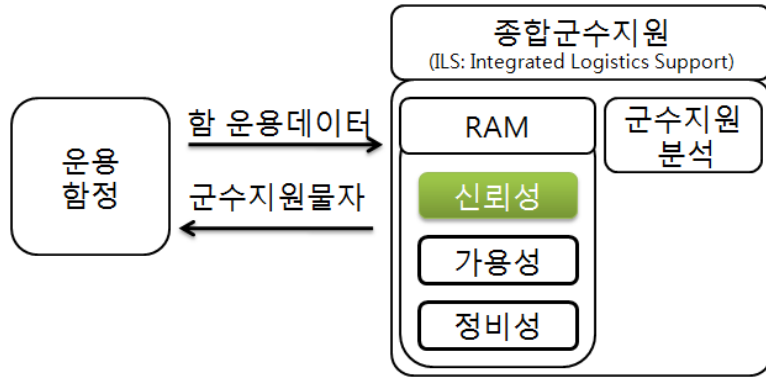


Figure 3. Integrated Logistics Support, ILS

특히 합정은 해상에서 장기간의 작전을 수행하며, 전력운용에서 여러 항구를 이동하여 배치되기 때문에 종합군수 지원은 매우 중요하며, 합정의 신뢰성, 가용성, 정비성의 항목을 평가하여 군수물자와 수리부속의 공급을 통하여 장비의 운용성을 증가시킨다. 최근 들어 합정정보체계 및 고장이력추적, 군수지원에 대한 관심이 증가하면서 합정운영 자료에 취합이 체계화되고 있으며 앞으로 더욱 효율적인 RMA분석 체계가 확립될 것으로 판단된다. 군수품의 품질 보증은 장비 및 물품이 수명기간동안 안정적으로 운영될 수 있도록 설계, 생산, 검사 등의 과정을 관리하는 것이다. 이러한 측면에서 RAM분석 자료는 장비의 운영현장의 고장빈도 및 신뢰성을 나타내는 척도임으로 품질보증을 수행 하는데서 품질평가의 지표라고 할 수 있다. 또한 RAM분석 자료는 실제합정의 운용데이터를 기반으로 하였기 때문에 객관적인 지표이며, 시뮬레이션이나 계산식에서 도출된 내용이 아님으로 가장 현실적인 지표라고 할 수 있다.

3.2 RAM분석 기반의 위험등급 평가 방안

위험식별 기법의 RAM분석을 적용하기 위하여 신뢰성 평가척도 중 Mean Time Between Failure (MTBF)를 이용하였다. 합정 탑재장비는 고장이 발생하였을 때 고장이 난 부분의 수리나 교체를 통하여 운용가능하게 하는 수리 가능 시스템으로 고장간 평균시간을 산출하여 신뢰도를 측정할 수 있다. 고장간 평균시간은 고장 발생률 (ROCOF:Rate of Occurrence of Failures)이 일정한 동질포아송프로세스(HPP:Homogeneous Poisson Process) 및 고장발생률이 일정하지 않은 비동질포아송프로세스(NHPP:Non-Homogeneous Poisson Process)로 가정하여 산출할 수 있다. HPP와 NHPP를 검정하는 Laplace Test를 통하여 HPP의 경우 식 (1)과 같이 NHPP일 경우는 식 (2)와 같이 산출한다.(Sohn, Chang and Won 2012, 397)

$$MTBF = \frac{T}{N} \quad \begin{matrix} T: Total\ operating\ time \\ N: the\ Number\ of\ faulures \end{matrix} \quad (1)$$

$$MTBF = \int_0^{\infty} \exp - \int_{t_0}^{t_0+t} \lambda(u) du dt \quad \text{where } \lambda(u) = ROCOF \quad (2)$$

RAM분석 자료를 이와 연계하기 위하여 합정의 품질부분에서의 위험발생가능성은 장비의 고장 횟수에 기인하는 것으로 고장 횟수가 많으면 위험발생가능성이 높은 것으로 가정하였고, 위험영향성은 장비의 고장이 중대고장으로 합정이나 체계의 운영기능 저하를 유발하는 고장 횟수가 많으면 위험영향성이 높은 것으로 가정하였다. 이를 위하여 합정의 장비고장이 함 운영에 미치는 영향을 크게 3가지로 분류하였다. 합정의 주요임무 수행을 불가능하게 하는

고장으로 함정과 인명에 중대한 손실을 유발하는 함 차원 고장(F1), 체계운용을 저하시키는 장애를 일으키는 고장으로 정비를 요하는 고장인 장비 차원 고장(F2), 체계운용에 영향을 미치지 않는 모든 구성품, 부품 등에서 발생하는 모든 결함으로 정비를 요하는 대기태세 시 정비/수리가능 고장(F3)으로 분류하였다. 본 연구에서는 작전의 수행가능성 여부에 따라 고장여부를 설정하여 장비의 중복 구조 중 일부분의 고장은 고장이 아닌 것으로 하였고, 중복구조가 전부 고장 나는 경우만을 고장으로 판단하였다.

위험등급 평가에서 RAM분석 자료를 사용하여 단계분류(1~5)으로 계산할 때 최대 MTBF시간을 1년으로 하여 MTBF시간이 1년을 넘는 장비의 위험발생가능성(RL)과 위험영향성(RC)은 1단계로 되도록 가정하였다. 함정은 건조 후 1년 이내에 가장 많은 문제가 발생하며, 일반적으로 조선소의 보증기간을 인도 후 1년으로 하기 때문에 1년을 지표로 선정하였다. 즉, MTBF시간이 길면 위험발생가능성과 위험영향도의 단계는 낮아지며 반대로 MTBF시간이 짧으면 고장이 많이 발생하여 위험발생가능성과 위험영향도가 높아진다고 가정하였다. 식 (3)은 RAM분석 자료의 고장분류별 MTBF시간으로 각 위험발생가능성 및 위험영향성을 나타낸 것이다.

$$RL = 5 - \frac{MTBF(F1, F2, F3)}{10950} \times 5 \quad (1 \leq RL \leq 5) \quad (3)$$

$$RC = 5 - \frac{MTBF(F1, F2)}{10950} \times 5 \quad (1 \leq RC \leq 5)$$

식 (3)에서 위험발생가능성과 위험영향성을 계산하고 이를 다시 <Figure 1>의 위험매트릭스를 통하여 위험등급으로 평가할 수 있다. 즉 모든 군수품에서 수행하고 있는 위험등급 평가 방안을 활용하면서 세부지침이 명확하지 않은 위험발생가능성과 위험영향성을 객관적인 지표자료인 RAM분석 자료를 기반으로 하여 설정하도록 하였다.

4. RAM기반의 위험등급 평가 결과

설정된 RAM분석 지표를 이용하여 함정의 체계중 대표적인 한 개의 품목을 이용하여 위험등급 평가에 적용하였다. 함정의 계통은 크게 지휘 및 탐색, 추진설비, 전기설비, 무장, 보조설비 등으로 나누어지며 각 계통의 하위 체계로 다수의 체계가 있다. 본 논문에서는 MTBF가 짧은 지휘 및 탐색 계통의 하위 체계인 함외 통신체계를 표본으로 하여 RAM분석 기반의 위험등급을 평가하였다. <Figure 4>는 OO함의 지휘 및 탐색계통의 MTBF시간을 비교한 것이다. MTBF시간이 짧을수록 고장발생 빈도가 높은 것을 나타내며, 더 많은 품질관리가 필요한 항목이다.

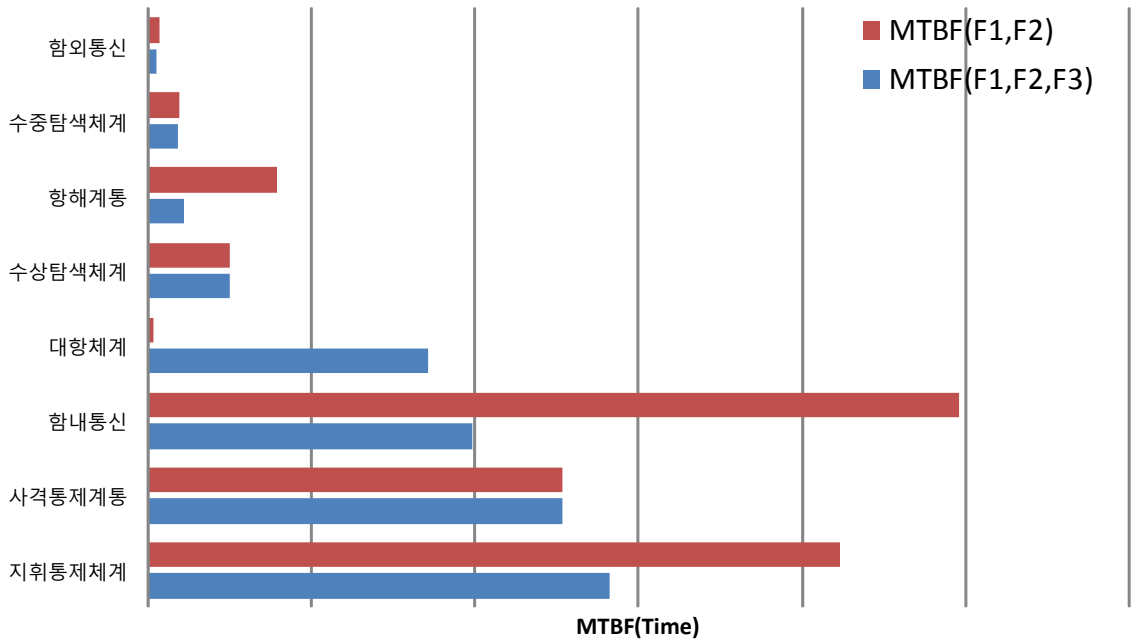


Figure 4. MTBF of Command and Surveillance Sub-System

각 체계별로 MTBF의 차이가 있는 것을 알 수 있으며, 고장 원인분류에서도 단순고장이 많은 항목과 고장으로 체계나 함 운용이 저해받는 고장이 많은 항목이 있는 것을 알 수 있다. 대부분의 체계의 경우에는 단순고장이 많고 중대고장은 적으나 대항체계는 단순고장 보다 중대고장이 많은 것을 알 수 있다. 또한 함외통신은 단순공장과 중대 고장이 모두 많은 것을 알 수 있다. 본 연구에서는 함외통신 체계를 대상으로 하여 각 장비별 위험등급 평가를 수행하였다.

<Table 1>은 함외통신 체계의 구성 장비에 대하여 RAM기반 위험등급 평가를 수행한 결과와 실제 위험등급 평가 내용을 비교한 것이다. RAM분석 자료에서 위험발생가능성과 위험영향성은 고장 유형에 따라 차이가 발생하게 되며 이러한 고장 빈도의 차이에 의하여 위험매트릭스를 통한 위험등급이 변화하는 것을 알 수 있다. 또한 실제 위험등급 평가에 비교하였을 때 대부분의 경우 위험식별 지표와 실제 위험등급 평가와 동일한 판정을 하였으나 전체적으로 보았을 때 실제 위험등급 평가가 더 낮은 등급으로 처리하고 있음을 알 수 있다. 또한 실제 위험등급 평가의 고위험 군 분류는 위험발생가능성이 높은 즉 잦은 고장발생 품목을 대상으로 하여 고위험으로 채택하고 있어, 품질보증원의 위험식별을 수행할 고장 빈도를 주로 위험식별의 지표로 보고 있음을 알 수 있다.

Table 1. Risk analysis of external communication system based on MTBF

장비명	위험식별지표		위험매트릭스			실제 위험등급 평가결과
	위험발생가능성 (RL)	위험영향성 (RC)	위험발생가능성 (RL)	위험영향성 (RC)	위험등급	
OOO 통신체계	4.664	4.664	5	5	High	Middle
OOO 지시기	4.617	2.208	5	2	Middle	High
재해OO 체계	4.446	4.240	4	4	High	High
단파 OOm무전기	4.413	4.413	4	4	High	Middle
OOO 위성통신 체계	4.364	4.364	4	4	High	High
무정전 OO 공급기	4.363	3.986	4	4	High	Middle
OO송신기	4.140	4.140	4	4	High	Low
OOO FM무전기	4.128	4.128	4	4	High	Low
MF/HF OOt통신기	4.014	1.000	4	1	Low	Low
OO 처리체계	3.902	3.902	4	4	High	Middle
OO수신기	3.578	3.578	4	4	High	Low
OOO 조난통신기	2.800	1.243	3	1	Low	Low
극초단파 OOm장비	1.000	1.000	1	1	Low	Low
OO 송수신기	1.000	1.000	1	1	Low	Low
OO통신체계	1.000	1.000	1	1	Low	Low
합동OO OOm체계	1.000	1.000	1	1	Low	Low
VHF00통신기	1.000	1.000	1	1	Low	Low
OO장치	1.000	1.000	1	1	Low	Low
적외선 OOm	1.000	1.000	1	1	Low	Low
휴대용 OOm 무전기	1.000	1.000	1	1	Low	Low
OOO 휴대용 무전기	1.000	1.000	1	1	Low	Low
OO통신기	1.000	2.625	1	3	Low	Middle

5. 결론 및 고찰

본 연구에서는 RAM분석을 기반으로 하여 객관화된 함정의 위험식별 방법을 제안하였다. 위험발생가능성 및 위험영향성은 RAM분석을 통한 MTBF 시간을 기준으로 가정하여 위험식별 지표의 결정방안을 제시하였다. 이러한 RAM 기반의 위험식별 평가는 정량적인 값과 객관적인 근거자료를 수렴할 수 있어 기존의 방법에 비하여 객관성을 확보할 수 있다. 그러나 단순히 위험식별에 고장발생시간만으로 분석하기에는 함정 탑재장비의 고유특성 등이 반영되기 어려울 것이다. 그러므로 RAM분석 자료 기반의 장비별 위험식별 등급을 선정하고 품질보증원이 이를 판단하여 추가적으로 더 확인하는 기반으로 한다면 더욱 효과적인 품질확인을 수행할 수 있을 것이다.

이와 같이 합정과 같은 소량생산, 복잡체계에 대한 객관적인 위험식별 평가는 합정건조 과정의 품질보증활동의 효율성을 위하여 보증수리 목록과 연계한 위험식별 지표 작성 및 합정 전 항목에 대한 위험식별 지표 선정 등의 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다. 또한 더 높은 신뢰성을 가지기 위해 평가자의 의견을 객관적으로 반영할 수 있는 기법에 대한 연구도 진행되어야 할 것이다. 앞으로 합종 전체에 적용할 수 있는 기본 장비에 대한 위험등급 평가 방안에 대한 연구를 통하여 합정건조 분야에 실질적으로 사용될 수 있는 객관화된 지표를 만들 수 있어야 할 것이다.

REFERENCES

- Kim, Mooyoung. 2011. "A Study on Determining Method of Integrated Logistics Support Elements in Defense system Test Development Phase." 2011 Autumn Conference of Koran Institute of Industrial Engineers, 996-1001.
- Kim, Jungho et al. 2011. "The Scientific Method of Risk Identification using FMECA." 2011 Spring Conference of Koran Institute of Industrial Engineers, 264-270.
- Sohn, Jungmok, Chang, Chungmoo, and Won youdong. 2012. "A Case Study of RAM Analysis Using Field Data: Focusing on Korean Warship." *Journal of the Korea Contents Association* 12:395-412.
- Defence Acquisition Program Administration. 2009. *Practice Guideline for Integrated Logistics Support Development*.
- US DoD. 2005. *DoD guide for achieving Reliability, Availability, and Maintainability*.
- Shin, Sangsik, Lee, Kilsoo, and Cho Heunggi. 2013. "An Objective Method of Risk Assessment Based on Stochastic Modelling." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 41:465-474.
- Yun, Wonyoung et al. 2011. "Simulation Modeling for RAM Analysis of a Searching System." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 39:353-363.
- Woo, Heesung, Jung, Sanggyu, and Lee, Changwoo. 2013. "A Study on the Evaluation Criteria Development for Selecting Intensive Management Items and Its Application Plan." *Journal of the Korean Society for Quality Management* 41:475-486.