수중유도무기의 운용가용도 향상을 위한 군수지원시스템의 체계적 개발에 관한 연구

신주환* · 윤원영*†

* 부산대학교 산업공학과

A Study on Systematic Development of Military Logistic Support System to Improve the Operational Availability for Underwater Guided Weapon

Ju-Hwan Shin* · Won-Young Yun*†

* Department of Industrial Engineering, Pusan National University

Key Words : Weapon System, Support System, Effectiveness, Operational Availability

Abstract

Generally speaking, weapon system is defined as a combination of primary system and support system which are evaluated by capability and operational availability respectively.

Recently comparison of total life cycle cost shows that logistic support system is proved to be more important than primary system. However, until now systematic approach to support system development has not been applied in the area of developing support system.

We need to construct a universal metric for effectiveness of logistic support system and to cut out whatever activities or support elements which do not contribute to the metric.

This paper describes a new approach based on system engineering approach to logistic support system and also classifies five factors of failure, stock-out frequency, administrative delay time, active repair time and logistic delay time that have influence on operational availability of logistic support system.

1. 서 론

오늘날 무기체계 수명주기비용(Life Cycle Cost)의 80% 이상이 무기에 대한 운용 유지 및 지원을 목적으로 지출되고 있다는 것은 잘 알려진 사실이다(해군본부, 2003 ; Jones, J. V., 1989). 국내 개발 무기체계의 경우 국내 현실에 맞지 않는 군수 지원 요소를 개발함으로써 불필요한 자료 생성과 비용 낭비 요소 발생 등 많은 문제점을 야기시키고 있다. 특히 무기체계 운용 유지에 필요한 개별적인 군수지원 요소 개발에 급급한 나머지 효과적인 군수지원체제를 구축하지 못하고 있는 실정이다. 그리고 군수지원 요소 개발시 선진국의 개발 방법을 선별 적용(Tailoring)하지 않고 준용함으로써 복잡한 공학적 절차와 요구 사양들이 방산업체에 제시되었고 준수하도록 요구되었다. 더욱이 사용 군별로 별개의 복잡한 군수 지원 체제를 가지고 있어 결과적으로 군수지원 요소에 대한 요구 사양은 지속적으로 늘어나게 되었다(국방부, 2001 ; 해군본부, 2003).

개별적으로 고려하여 보면, 각각의 자료들은 그 자체로서 타당성을 가지며 장점도 있다. 하지만 필요한 자료를 생성하기에 너무나 많은 노력과 복잡한 절차가 필요하다. 이러한 현실을 바탕으로 해서 단순한 "지원"이 아닌 "시스템"이라는 새로운 개념의

† 교신저자 wonyun@pusan.ac.kr

도입이 필요하다. 따라서 수많은 노력이 요구되지 않도록 군수지원시스템 개발 절차를 단순화하기 위해서는 전체 과정이 개선될 필요가 있다. 즉, 군수지원시스템의 효과도에 대한 보편적인 척도를 만들고, 그러한 척도에 기여하지 못하는 불필요한 활동이나 지원 요소들은 삭제할 필요가 있다. 그러면 군수지원시스템은 훨씬 단순해 질 것이며 비용 절감에 있어서 효과적일 것이다.

본 논문에서는 국내 무기체계 개발 시 체계 공학적 접근 방법이라는 개념을 도입하여 군수지원시스템의 개발 방안을 제안함으로써 수중유도무기의 운용가용도(Operational Availability)를 향상시키는데 그 목적이 있다.

2. 무기체계 구성

무기체계(Weapon System)는 크게 두개의 하부 시스템으로 구성된다. 하나는 주장비 체계(Primary Equipment System)이고, 다른 하나는 군수지원시스템(Logistic Support System)이다. 주장비 체계는 규격화된 성능을 만족하도록 설계된 무기의 물리적 시스템이다. 그 예로는 탱크, 전투기, 구축함, 미사일, 어뢰 등이 있다. 그러나 군수지원시스템이 없는 주장비 자체는 그것이 아무리 고성능을 가진 고가의 장비라 할지라도 무용지물일 수 밖에 없다. 즉 주장비 체계를 무기로서의 역할을 할 수 있도록 하는 것이 군수지원시스템의 기능이다. 구체적으로 주장비 없는 군수지원시스템이 있을 수 없듯이 군수지원시스템이 결합되지 않고는 주장비가 무기로서의 역할을 할 수 없다는 것은 잘 알려진 사실이다.

3. 군수지원시스템의 체계적 개발 방안

3.1 군수지원시스템 효과 척도

무기체계의 효과를 평가하기 위해서는 고려하여야 할 많은 요소들이 있지만 궁극적인 척도는 두 가지 요소에 의해 좌우된다. 하나는 주장비의 성능(Performance)이고, 다른 하나는 군수지원시스템이다(Habayer, A. R., 1987 ; Tillman, F. A. etc., 1980). 주장비는 규격화된 요구 성능을 만족하기 위해 관리, 설계, 제작 및 시험을 거쳐 최종적으로 야전에 배치되는 시스템이다. 그리고 주장비는 전투 수행을 위하여 규격화된 요구 성능이 필요할 경우에만 군사적으로 가치가 있으며, 그 성능이 더 이상 전투 수행에 필요 없게 되면 주장비로서의 가치는 상실된다.

오랜 기간동안 국내 개발 무기체계의 경우 군수지원시스템이라는 개념 없이 주장비를 체계적이고 과학적이지 못한 방법으로 지원을 하여왔다. 주장비에 대한 지원은 항상 문제가 발생할 때마다 분주하게 이루어져 왔으며, 비용문제는 차지하고 특정한 지원 요소의 효과도 분석을 위해 자료의 수집도 이루어지지 않았다. 모든 관심은 규격화된 성능을 만족하도록 주장비 개발에만 맞추어져 있었으며 무기는 단순히 주장비를 의미하였다. 그러는 동안 무기체계의 비용은 엄청나게 증가하게 되었다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 다양하게 흩어져 있던 자료를 수집하고 분석한 결과 무기체계 비용 발생의 주요 요인이 주장비 획득 활동이 아니라 군수 지원 활동임이 증명되었다. 군수지원 활동비가 차지하는 비중은 무기체계 수명주기비용의 50%에서 95%로 나타났다(해군본부, 2003 ; Blanchard, B. S., 1992 ; Jones, J. V., 1989). 무기체계의 군수지원 비용을 줄이기 위해 많은 노력을 하였으며 이러한 노력의 일부로서 다음과 같은 개념의 과학적인 연구들이 이루어졌다. 이런 분야로는 신뢰도, 정비도, 평균고장시간, 종합군수지원, 군수지원분석, 교체가능품목, 부대 및 야전 정비계단, 파이프라인 최적화, 예비품 최적화, 계획 및 비계획 정비에 대한 최적 의사 결정, 최적 훈련 계획, 임무 의존성 및 운용가용도 등이 있다[4-10, 12, 14-16].

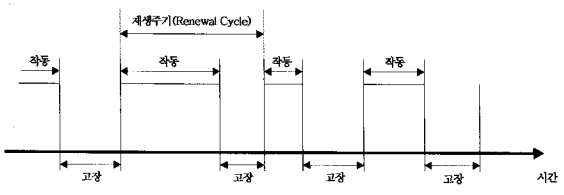
이런 연구 분야 중 가장 포괄적이고 통합적인 개념은 군수지원시스템이며, 주장비를 위한 지원이 아니라 무기체계 통합의 일부로서 개념을 가져야 한다. 그리고 전통적인 개념의 무기는 더 이상 무기체계가 아니며 그 위상은 축소되어 무기체계의 하부 시스템인 주장비 체계가 된다.

앞에서 언급하였듯이 주장비를 무기로서의 기능을 수행하도록 하는 것이 군수지원시스템의 역할이며 필요할 때 제 성능을 발휘하지 못할 경우에만 군수지원시스템에 책임이 있다. 따라서 군수지원시스템의 효과도 척도는 필요할 때 마다 규정된 조건 하에서 주장비가 제 성능을 발휘할 수 있는 정도에 비례한다는 것은 명확하며 이것이 군수지원시스템의 목적이 되어야 한다.

주장비 성능은 야전에 배치되기 전에 엄격한 시험평가 단계를 거친 후 배치(Deploy)된다. 그러나 이런 종류의 시험평가는 군수지원시스템에 있어서는 많은 한계가 있다. 왜냐하면 군수지원시스템 개발은 과거의 실적을 종합하고 분석하여 소요를 판단하는 것이 아니라 미래의 수요를 예측하여 판단하는 것인 만큼 소요를 정확히 예측하는 것이 불가능하다. 따라서 우리가 선택할 수 있는 최선의 방법은 확률적 측정이다. 그리고 군수지원시스템의 적합도는 계속되는 이력이 현실화 된 후 즉, 주장비를 획득한 후 장기간 운용을 해 보아야만 그 때까지 얼마나 성능을 잘 발휘해 왔는지를 정확히 평가할 수 있다. 이와 같이 무기체계의 성능 이력을 확률적으로 측정할 수 있는 방법에는 두 가지 개념이 있다. 하나는 임무 의존성(Operational dependability)이고, 다른 하나는 운용 가용도이다. 임무 의존성은 임무를 불가능하게 하는 주장비의 고장이 임무 수행 중에 발생하지 않을 확률로 정의된다. 그러나 이 개념은 운용가용도의 특수한 경우로 운용가용도 개념만을 고려할 것이다[6-10, 15, 16].

시스템을 평가할 때 두 가지 측면에서 분석이 이루어져야 한다. 하나는 시스템 목적을 달성하기 위해 필수 기능이 누락되어 있는지를 분석하는 것이고, 다른 하나는 시스템 목적 달성에 불필요한 기능이 있는지를 분석하는 것이다. 이러한 문제를 효과적으로 해결하기 위해서는 시스템 목적을 수치적인 값으로 변환시키는 것이 필수적이며, 운용가용도는 군수지원시스템의 목적을 수치적으로 정량화시킨다.

군수지원시스템의 효과 척도를 정량적으로 나타낼 수 있는 것이 A_0로 표시되는 운용가용도로서 이 개념을 수치적인 척도로 표시하려면 주장비가 운용시간(E ; Elapsed Time) 동안 <그림 1>과 같은 상태에 있다고 가정하자.



<그림 1> 주장비 운용상태

<그림 1>에서 주장비는 작동중이거나 어떤 이유에서든지 고장 상태 중 하나로 존재하며 작동 시간과 연속되는 고장 시간을 합하여 재생주기(Renewal Cycle)라고 하며, 작동 시간과 고장 시간은 운용 시간 동안 계속 반복된다. 이들 확률변수의 수학적 평균들을 각각 주장비의 평균 작동 시간(Mean Time Between Failure), 평균 고장 시간(Mean Down Time), 평균재생주기(Mean Renewal Cycle)라고 한다. 이를 이용하여 운용가용도 A_0는 다음과 같이 정의된다.

$$A_0 = \frac{System\ MTBF}{Mean\ Renewal\ Cycle} = \frac{System\ MTBF}{System\ MTBF + Mean\ Down\ Time} \quad (1)$$

식 (1)을 살펴보면 주장비 평균 작동 시간이 운용시간과 같으면 고장 시간은 0이 되며, 운용가용도는 1이 된다. 주장비 평균 작동 시간이 0인 경우 고장 시간은 운용 시간이 되어 운용가용도는 0이 된다. 그렇지 않을 경우 재생주기를 반복하는 동안 운용가용도는 0과 1사이에 분포한다. 따라서 운용가용도는 주어진 주장비에 대한 군수지원시스템의 효과도를 나타내는 정량적인 척도로 사용되어 질 수 있다.

군수지원시스템의 효과 척도인 운용가용도를 향상시키는 방법은 체계 특성에 따라 수리적 모형으로 정형화(Formulation)하여 개별적인 군수지원 요소를 최적화하는 방법은 다양하게 존재한다. 식 (1)에서 정의된 대로 운용가용도에는 많은 요소들이 관련되어 있어 대형 복합 무기체계의 경우 수리적 모형으로 정형화하여 정확한 해를 구하는 것은 상당히 어려운 문제이다. 따라서 군수지원시스템 개발 측면에서 운용가용도를 기능적으로 분석하여 기존의 운용가용도 모델을 개선할 필요가 있다.

3.2 운용가용도 기능 분석

군수지원시스템은 필요할 때 주장비의 가용성 확보를 목표로 하며, 이를 달성하기 위해서는 수많은 요소들이 관련되어 있다. 주장비 가용성과 관련된 요소들을 군수지원시스템에 적용하여 목표를 달성하는 방법은 상당히 어려운 문제이다. 주장비의 성능 가용성 이외에도 군수지원시스템 자체의 비용 대효과 문제가 있기 때문이다. 성능 가용성이 최대한 실현된다 하더라도 그것이 유발하는 막대한 비용을 정당화 할 수 없는 경우가 있다. 이러한 문제에 대

한 최선의 해결책은 운용가용도이다.

운용가용도에 기초한 군수지원시스템의 기능적 분석 기법은 주어진 비용의 제약 하에서 군수지원시스템을 모델링하거나, 주어진 운용가용도 제약조건 하에서 군수지원시스템의 개발 비용을 최소화시키는 것으로 경영과학(Operations Research)의 전형적인 문제로 정형화 될 수 있다. 앞에서 언급한 개념을 정립하기 위하여 식(1)의 운용가용도는 주장비 평균 작동 시간, 평균 고장 시간 및 운용 시간의 함수로 이루어져 있으며, 평균 작동 시간에 비례하고 $\frac{Mean\ Down\ Time}{E}$에 반비례한다. 비용의 제약조건을 빼고 나면 주장비 평균 작동 시간을 최대화시키고 평균 고장 시간을 최소화시킴으로써 운용가용도를 최대화시킬 수 있다. 그러므로 주장비 평균 작동 시간과 평균 고장 시간에 영향을 미치는 요소들을 분석하여 이들 요소를 최소화 하는 것이 궁극적으로 운용가용도를 최대화시키는 것과 동일하다.

3.2.1 평균 작동 시간 분석

주장비는 운용 기간 동안 작전 및 작전 대기 상태에 있는 기간을 합하여 평균 작동 시간이라 한다. 평균 작동 시간을 평균 고장 발생 빈도(n ; Mean Failure Frequency) 측면에서 정의하면 다음과 같다.

$$n=\frac{E}{System\ MTBF} \qquad (2)$$

식 (2)에서 주장비의 운용 시간이 길어지면 평균 고장 발생 빈도는 증가함으로 평균 작동 시간을 최대화시키는 것은 평균 고장 발생 빈도를 최소화시키는 것과 동일하다. 그러므로 평균 고장 발생 빈도에 영향을 미치는 요소에는 운용시간과 주장비의 평균 작동 시간이다. 주장비의 평균 작동 시간을 짧게 하는 요인을 분석하면 크게 세 가지로 요약할 수 있다.

(1) 주장비의 결함 : 주장비 설계 및 제작 과 정에서 기인
(2) 운용자 실수 : 주장비 운용자가 유발한 운용 고장
(3) 정비 실수 : 잘못된 정비에 의하여 유발 된 오류

주장비의 결함 발생 요인은 설계 특성에 기인함으로 주장비 체계의 설계 및 개발에 책임이 있다. 그리고 운용자 실수 및 정비 실수 발생 요인은 전적으로 군수지원시스템의 설계 및 개발에 기인한다.

주장비의 평균 작동 시간은 운용자 실수 및 정비 실수의 요인에 기인하지 않고, 주장비의 결함에 의해 발생되는 고장인 반면에 평균 고장 발생 빈도는 위에서 열거한 세 가지 요인과 관련이 있다. 그러므로 평균 작동 시간 중 주장비 결함에 기인한 고장 발생 빈도를 주장비 고유 고장이라 하며, 군수지원시스템은 주로 운용자 실수 및 정비 실수의 요인과 관련이 있다.

3.2.2 평균 고장 시간 분석

평균 고장 시간은 주장비가 고장이 발생하였을 경우 실시하는 고장정비(Corrective Maintenance) 시간과 고장이 발생하지 않아도 정비주기마다 실시하는 예방정비(Preventive Maintenance) 시간으로 이루어진 실제수리시간과 주장비가 고장이 발생한 이후 고장 상태로 있게 하는 지연 시간(Delay Time)으로 나누어 분석할 수 있다. 이러한 요소들은 예측 가능한 요인과 예측 불가능한 요인이 있을 수 있지만 모든 고장 시간은 다음과 같이 세 가지 요소로 이루어져 있다.

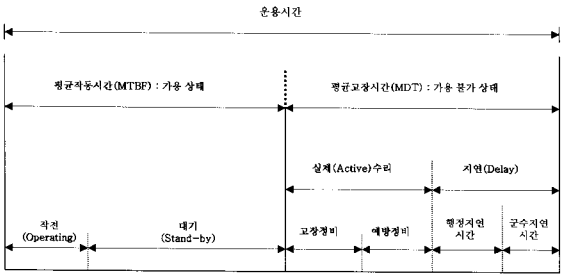
(1) 행정지연시간(ADT ; Administrative Delay Time)
(2) 실제수리시간(ART ; Active Repair Time)
(3) 군수지연시간(LDT ; Logistic Delay Time)

행정지연시간(ADT)은 주장비가 고장 나는 순간부터 고장 보고를 위해 소요된 시간과 고장 난 장소에 정비요원이 도착하여 실제 수리를 시작하기 직전까지의 시간의 합이다. 실제수리시간(ART)은 주장비의 수리를 시작하는 순간부터 수리가 완료된 순간까지의 소요시간이다. 군수지연시간(LDT)은 실제 수리를 수행하는 동안 필요한 부품을 획득하는데 소요된 시간과 품절이 있을 경우 부품이 도착할 때 까지 대기 시간의 합이다.

이상과 같이 주장비 평균 작동 시간과 평균 고장 시간에 영향을 미치는 요소들을 도식적으로 나타내면 <그림 2>와 같다.

가용도에는 고유가용도, 성취가용도, 운용가용도로 구분되며, 고유가용도는 평균 고장 시간의 구성요소인 고장정비 시간만 포함하며, 성취가용도는 평

균 고장 시간에 고장정비 및 예방정비 시간으로 구성된 실제수리시간만을 포함한다. 그리고 운용가용도는 평균 고장 시간에서 분류한 실제수리시간과 지연과 관련된 행정지연시간, 군수지연시간 모두를 포함하고 있어 군수지원시스템의 목적을 가장 현실적으로 표현하여 준다.



<그림 2> 운용시간 구성

운용가용도의 기능 분석을 통하여 도출한 평균 고장 발생 빈도, 품절 발생 빈도, 행정지연시간, 군수지연시간, 실제수리시간 등의 새로운 변수들을 이용하여 운용가용도(A_0)를 재구성하면 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$A_0 = f(E, m, n, k, l, ADT, ART, LDT)$$
$$= 1 - \frac{[\sum_{i=1}^{m}(ADT_i + ART_i) + \sum_{i=1}^{N}(ADT_i + ART_i) + \sum_{i=1}^{k} LDT_i + \sum_{i=1}^{l} LDT_i]}{E} \quad (3)$$

여기서,

m : 예방정비 빈도
n : 평균 고장 발생 빈도
k : 품절 발생 빈도($k \le n$)
l : 품절 미발생 빈도
ADT : 행정지연시간
ART : 실제수리시간
LDT : 군수지연시간
E : 운용 기간

식 (3)은 예방정비 빈도와 평균 고장 발생 빈도만큼 행정지연시간과 실제수리시간이 각각 발생하며, 품절 및 미 품절 발생 빈도만큼 군수지연시간이 발생한다. 예방정비 빈도는 주장비 체계에서 고정된 상수이며, 품절 미 발생 빈도는 군수지원시스템에서 중요한 변수는 아니다. 그러므로 운용가용도 측면에서 중요한 변수는 평균 고장 발생 빈도, 행정지연시간, 실제수리시간, 품절 발생 빈도 및 군수지연시간이며, 이들 5개의 변수를 군수지원시스템의 기본값이라 정의하자.

식 (3)에서 정의된 운용가용도는 평균 고장 발생 빈도, 행정지연시간, 실제수리시간, 품절 발생 빈도, 군수지연시간이 감소될 때만 향상 될 수 있다는 것을 보여주며, 운용 시간을 현재까지의 기간으로 놓으면 운용가용도는 군수지원시스템 획득의 과거 역사를 나타내며, 동시에 현재부터 미래의 시간에 대한 가용도 예측에 이용될 수 있다.

3.3 군수지원시스템 개발 측면에서 운용가용도 향상을 위한 구성 요인 분석

운용가용도 기능 분석을 통하여 재구성한 식 (3)은 주장비의 특수성에 관계없이 군수지원시스템 개발과 관련된 통합된 견해를 나타낸다. 군수지원시스템 개발은 평균 고장 발생 빈도, 행정지연시간, 실제수리시간, 품절 발생 빈도, 군수지연시간 등 군수지원시스템 기본값을 최소화시키는 방법론에 모든 연구와 노력을 집중시켜야 한다. 효과적인 군수지원시스템을 개발하기 위해서는 기본값에 기여하지 못하는 요소가 무엇인가를 밝혀내고 그것들을 제거하는 것이 중요하다. 이러한 개념을 바탕으로 군수지원시스템 개발 측면에서 운용가용도를 향상시키기 위한 구성 요소를 분석한다.

3.3.1 평균 고장 발생 빈도 최소화 방안

군수지원시스템은 운용자 과오(Operator error)와 정비 실수(Maintenance error)를 줄임으로써 평균 고장 발생 빈도(n)를 줄일 수 있도록 설계되어져야 한다. 이것이 중요한 이유는 고장 시간은 운용가용도를 저하시키며, 고장 시간은 주장비에 고장이 발생할 경우에만 일어나므로 주장비의 고장 발생 빈도를 최소화하는 것이 상당히 중요하다. 군수지원시스템 관점에서 운용자 과오와 정비 실수로 야기되는 고장 발생 빈도를 최소화하며, 주장비의 모든 고장들은 주장비 설계 특성에 기인된 것이어야 한다. 따라서 군수지원시스템 입장에서 평균 고장 발생 빈도를 최소화하는 방안은 다음과 같다.

첫째, 운용자 과오를 줄이는 방법은 훈련을 통해서 이루어진다. 이를 위해 훈련 교육 보조 자료(Training Material), 교과 과정(Curriculum) 및 시뮬레이터(Simulator)를 개발하고, 직무 교육(On the

Job Training) 절차는 최단 기간에 전문가로 양성될 수 있도록 개발되어야 한다. 이러한 훈련 노력은 주장비 배치 이후에도 지속적으로 수행되어야 하며 학업 성취 측정법도 개발되어야 한다. 또한 운용자들은 주장비의 오용을 줄이기 위해 주장비의 운용 특성 및 운용 방법에 대해 완벽하게 이해하여야 한다.

둘째, 정비 실수를 줄이는 방법은 정비 교육을 통해서 이루어진다. 이를 위해 교과 과정, 정비 교육용 교보재 및 정비 훈련을 위한 모의 훈련 장비인 시뮬레이터를 개발하여야 한다. 이를 이용함으로써 기술자들은 특수공구 및 시험장비의 운용 방법을 배우고 수동으로 삽입된 고장의 반복된 격리 작업을 통해 기술수준을 향상 시킨다.

셋째, 기술자료의 오류로 인한 주장비 고장을 최소화시키기 위해서는 철저한 형상관리(Configuration Management)를 통한 기술자료 최신화가 중요하다. 운용중인 주장비의 보완으로 인한 설계변경 사항에 대해 관련 기술자료가 최신화되지 않아 주장비의 고장을 야기시키는 경우가 많이 발생하기 때문이다.

3.3.2 품절 발생 빈도 최소화 방안

주장비에 고장이 발생하면 실제 수리 활동이 진행되며 수리 과정에서 예비품(Spare part)이 요구될 것이다. 만일 예비품이 지정된 부품 저장고에서 가용할 수 없다면 품절 상태라 부르며, 이 기간동안 수리 활동은 멈추고 외부 공급원에서 부품이 도착할 때 까지 기다려야 한다. 이와 관련된 시간이 군수지연시간으로 행정지연시간 및 실제수리시간과 달리 상당히 길며 일, 주, 월 단위로 발생할 수 있고 혹은 부품을 전혀 가용할 수 없는 경우도 있다. 군수지연시간이 발생하면 다른 어떤 군수지원시스템 기본값보다도 주장비의 고장 시간을 연장시켜 운용가용도를 극도로 저하시킬 수 있다. 그러므로 품절이 발생할 경우에만 군수지연시간이 후속적으로 발생하므로 어떠한 품절도 군수지원시스템의 관점에서는 치명적이며 이를 최소화하는 것이 대단히 중요하다. 다른 군수지원시스템 기본값들과 달리 품절 발생 빈도는 막대한 잠식 비용과 관련이 있어 많은 양의 예비품을 재고로 보유하고 있으면 미래의 품절은 확실히 줄일 수는 있지만 많은 재고비용이 발생될 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 품절 발생 빈도는 줄이는 동시에 비용을 최소화하는 방안은 다음과 같다.

첫째, 예비품 최적화 모델은 단일 단계(Single Echelon)모델과 다단계(Multi-Echelon)모델로 분류되며, 이러한 모델을 이용하여 최적 예비품 수를 산출한다. 수중유도무기의 경우 다단계 모델을 이용하여 동시조달 수리 부속품(Concurrent Spare Part) 소요를 산출한다. 국방부에서는 동시조달 수리 부속품 소요를 과학적으로 산출하기 위해 개발된 소프트웨어는 운용가용도가 일정 목표 수준 이상을 달성하여야 한다는 제약조건하에서 총 비용을 최소화하는 모델로서 OASIS(Optimal Allocation of Spares for Initial Support) 소프트웨어를 개발하여 활용하도록 규정하고 있다(국방부 훈령 제733호, 2003 ; 국방부, 2001). 이와 같이 최적화 기법을 적용하여 대형 복합 무기체계의 예비품 소요를 산출한다고 하더라도 정확성에 있어서 많은 문제가 발생하여 운용 실적 자료를 수집 및 분석하여 재평가할 수 있는 운용자료 수집 체계의 구축이 무엇보다 중요하다.

둘째, 재고 관리는 단순한 예비품 최적화 개념 보다는 상당히 포괄적인 개념이다. 최적 예비품 재고뿐 만 아니라 기타 필요한 많은 물자(Material)들을 포함하고 있다. 또한 재고품들의 창고, 구매 요구서, 인수, 선적 및 기타 활동과 같은 행정적인 활동들을 포함하며, 저장고에 재입고 되어 온 수리한 부품들을 관리한다. 예비품 최적화 모델이 최적 예비품 수량을 산출한다 하더라도 품절이 발생하지 않도록 실제 재고관리 행정이 상당히 중요하다. 예비품의 국가재고번호, 생산자 부품 번호 및 저장 장소의 잘못된 관계는 막대한 수의 예비품이 있음에도 불구하고 품절로 판단할 수 있기 때문이다.

셋째, 시간이 지남에 따라 특정 부품이 단종되어 더 이상 확보할 수 없을 경우 주장비는 무용지물이 될 수도 있다. 이를 방지하기 위해서는 군수지원시스템 측면에서 협력업체(Vendor)의 도산으로 인해 단종된 부품에 대한 대체품을 확보하기 위한 네트워크(Network)를 가지고 있어야 하며, 가용할 대체품이 없다는 확신을 가지면 실제 품절이 발생하기 전에 부품에 대한 역설계를 할 수 있는 능력이 있어야 한다. 모듈화 된 부품들의 역설계는 상당히 어려우며 시간도 많이 소비되므로 군수지원시스템 측면에서는 우수한 인력을 투입하여 역설계 능력을 가지도록 하는 것이 필요하다.

3.3.3 행정지연시간 최소화 방안

행정지연시간을 줄이는 가장 간단한 방법은 주장

비 배치 장소마다 정비요원을 상주시키는 것이다. 그러나 주장비가 여러 장소에 많이 배치되어 있다면 그 비용은 엄청나게 증가할 것이며 주장비의 고장 빈도가 높지 않다면 대부분의 정비 요원들은 쉬고 있을 것이다. 이런 경우 배치 장소에 주장비가 고장이 발생할 경우에만 정비요원을 현장에 급파하는 것이 훨씬 효과적일 것이다. 행정지연시간은 정비 현장에서 주장비 고장 보고를 위해 소비된 시간과 급파된 정비 요원이 도착할 때 까지 시간의 합으로 주장비 배치 장소에 정비요원이 많으면 행정지연시간은 짧아지고 비용은 높아지는 반면 정비요원이 적으면 행정지연시간은 길어지고 비용은 감소할 것이다. 정비요원의 수는 주장비 성능 저하에 대한 허용 수준(Tolerance Level)에 따라 달라지며, 이러한 요구사항을 만족하면서 비용을 최소화 할 수 있는 정비 요원 계획과 최적 급송 계획을 수립하여 경영과학의 문제로 정형화하여 문제를 해결할 수 있다 (Taha, F. A., 1982).

3.3.4 실제수리시간 최소화 방안

주장비의 실제 수리는 고장 원인을 탐지하기 위한 주장비 진단과 고장 난 부위를 수리하거나 신규 부품으로 교체하는데 필요한 수리로 구성되어진다. 실제 수리에 종사하는 정비요원들의 기술 수준은 주로 전문가와 숙련된 기술자로 나눌 수 있으며, 보통 정비 시나리오에 따르면 기술자들이 주장비를 먼저 복구하고 기술자가 주장비를 복구할 수 없다면 전문가들이 주장비를 복구하는 순으로 진행된다. 기술자와 전문가간의 기술 수준에 대한 차이점은 다음과 같다.

기술자들은 기술교범에 수록된 정비절차를 수행하여 주장비를 진단하고 수리한다. 기술자들은 주장비 작동 원리를 완벽하게 이해할 필요가 없으며 단지 기술교범대로 수행하면 된다. 만일 기술자가 주장비 복구에 실패하면 전문가에게 복구를 의뢰하여야 한다. 기술자에게 인가된 정비범주를 벗어 난 고장을 수리할 경우 기술자의 정비 실수로 인한 2차 고장을 유발시켜 주장비를 더욱 더 손상시킬 수 있기 때문이다. 전문가들은 주장비 설계 자료인 규격서, 도면, 품질보증요구서, 제작 및 시험 자료 등을 참조하여 고장을 신속하게 탐지하기 위한 진단 전략을 수립하여 고장 원인을 추적한다. 고장 원인이 밝혀지면 전문가가 직접 수리를 할 수도 있고, 자신의 감독 하에 기술자가 수리하도록 가르쳐 줄 수도 있다.

정비요원의 실제수리시간을 줄이기 위한 방법은 다음과 같으며 이런 활동에 중점을 두어 군수지원 요소를 개발하여야 한다.

첫째, 정비교범은 고장 탐지 방법을 기술자에게 알려주는 진단 절차에 대한 내용과 수리 절차에 대한 내용을 포함하고 있다. 정비교범은 분량이 방대하며 여러 권으로 구성되어 한 질로 제공되며, 주장비 설계, 제작 및 시험 자료들을 체계적으로 분석하여 기술자가 쉽고 정확하게 정비할 수 있도록 개발하여야 한다.

둘째, 주장비 설계, 제작 및 시험 자료들은 전문가가 고장 원인 추적에 이용할 수 있도록 제공되어야 한다. 이런 모든 자료들은 항상 최신 자료로서 철저한 형상관리를 하는 것이 중요하다.

셋째, 보급교범은 수리부속품에 대한 정보를 수록한 교범으로서 정비 수행시 필요한 수리부속품을 청구하기 위해 필요한 국가재고번호(National Stock number), 부분품 번호, 품명 및 수량과 수리부속품 형상을 그림으로 표시한 도해(Illustrated Part Breakdown)가 제공되어 수리부속품에 대한 속성과 식별 형태 등의 정보를 포함하고 있다. 그러므로 보급교범은 군수지원시스템에 있어서 필수 불가결한 요소이다. 이런 교범이 없다면 주장비 정비는 상당히 어려울 것이며, 수리를 위한 교체 가능 품목(Line Replacement Unit)을 효과적으로 식별할 수 없기 때문에 정비가 불가능 할 수도 있다.

넷째, 주장비 정비를 위해서는 많은 지원장비가 필요하다. 체계개발 과정 중에 차후 주장비 정비를 위해 소요되는 특수공구 및 일반공구를 착안, 설계 및 제작하여 정비를 용이하게 한다. 그리고 주장비 내에 자체 점검(Built In Test) 기능을 강화하여 시험 장비의 소요를 줄일 수 있도록 설계하며, 주장비 내에 자체 점검 기능을 모두 구현할 수 없을 경우는 수리 및 정비를 위해 오프라인(Off-Line) 정비장비를 개발하여 신속한 고장 탐지를 할 수 있도록 한다.

다섯째, 고장 진단용 정비장비 및 수리용 특수공구들은 주장비를 수리하는데 훌륭한 도구이다. 따라서 정비장비 및 공구들은 항상 적절하게 교정(Calibration)을 받아야 만 하며, 군수지원시스템에서 잘못 교정된 정비장비 및 공구들을 모르고 사용하는 것은 허용되지 않는다. 따라서 군수지원시스템에서는 모든 시험장비 및 수리 공구들에 대한 교정 능력을 보유하고 있어야 한다.

여섯째, 정비요원에 대해서는 지속적인 훈련 교육이 필요하며 특히 신규로 배치되는 무기체계의 경우 더욱 중요하다. 정비요원은 초보자, 기술자, 전문가 수준으로 보통 3단계로 나누어진다. 전문가 수준은 다년간 정비 경험을 보유하고 있어 기술자가 고장 난 주장비를 복구할 수 없을 때 고장 난 주장비를 복구할 수 있는 유일한 사람이다. 초보자들은 기술자의 감독 하에서 작업을 할 뿐만 아니라 교육장에서 계속 훈련을 받음으로서 초보자에서 기술자가 된다. 수리 활동은 정비 계단별로 나눌 수 있으며 사용자 및 부대정비(1계단) 수리 활동, 야전정비(2계단) 수리 활동, 창(3계단) 수리 활동이 있다. 사용자 및 부대정비 수준에서는 주장비 자체의 복구가 목적이며, 수리의 특징은 고장 난 모듈의 고장 격리와 교체이다. 야전 및 창(Depot)정비 수준에서는 부대에서 파이프라인을 통해 후송된 고장 난 모듈을 수리한다. 이들 두 수리 활동 사이에는 기술적인 차이가 있으므로 훈련 계획은 정비계단에 맞게 잘 수립되어야 한다.

3.3.5 군수지연시간 최소화 방안

군수지연시간은 정비요원이 지정된 부품 보급 기지에서 필요한 부품들을 획득하는데 소요된 시간과 품절이 발생하였을 경우 지정된 부품 보급 기지에 부품이 도착할 때 까지 대기시간의 합이다. 무기체계의 정비 지원 구조는 창 정비는 야전 정비를 지원하고, 야전정비는 사용자 및 부대정비를 지원하며 정비 계단별 보급기지를 가지고 있다.

고장 난 주장비가 있는 각 정비계단 현장에서 보면 지정된 부품 보급기지가 위치하며, 정비요원은 지정된 부품 보급 기지에서 필요한 부속품을 획득할 때 까지 대기하며 이 기간 동안 수리 활동은 중지된다. 이와 같이 정비계단별 보급 기지에서 품절이 발생하지 않으면 군수지연시간은 아주 적지만 품절이 발생하였을 경우에는 군수지연시간이 상당히 길어진다. 이러한 군수지연시간은 정비계단별 보급 기지에서 품절이 발생한 수리부속품을 재 입고하는데 소요되는 시간만큼 수리부속품을 저장함으로써 해결할 수 있으며, 이러한 군수지연시간을 최소화하는 방안은 다음과 같다.

첫째, 정비계단별 보급 기지 구조에 대한 것이다. 1계단, 2계단 및 3계단 정비를 지원하기 위한 보급 기지 수와 위치 결정 문제로 보급 기지 수가 많을수록 위치가 가까울수록 군수지연시간은 작아지지만 보급 기지의 증가로 인한 비용은 비례적으로 높아진다. 이러한 문제는 최소의 비용으로 품절이 발생하지 않도록 보급 기지 수와 위치를 결정하는 최적화 문제로 정형화하여 해결할 수 있다.

둘째, 정비계단별 보급 기지에 최적의 예비품을 할당하는 다단계 예비품 최적화 모델을 사용한다.

셋째, 부품이 단종 되었거나 생산업체의 도산으로 더 이상 부품 생산이 중단되었을 경우 군수지연 시간은 엄청나게 길어진다. 이럴 경우 부품을 찾는데 소요되는 시간만큼 쉬거나 품절된 부품을 역설계하여야 하며, 그렇지 않으면 운용가용도는 극도로 저하될 것이다. 따라서 부품 단종 및 생산업체 도산이 예상되는 부품들에 대해서는 사전에 역설계 능력을 갖추는 것이 중요하다.

넷째, 과도한 군수지연시간은 품절 때문에 발생하는 것 보다 잘못된 창고관리로 인해 많이 발생한다. 즉 예비품을 창고의 정 위치에 놓아두지 않음으로써 품절로 판단하여 상위 정비계단에 보급 주문을 유발시키기 때문에 창고관리가 무엇보다 중요하다.

다섯째, 수리부속품은 각 정비 계단별 보급기지로의 이동, 창으로 고장 난 부품 선적, 수리를 위한 대기 및 수리가 완료되어 회송되는 일련의 파이프라인(Pipeline)을 구성한다. 파이프라인에서 막힌 곳은 항상 높은 군수지연시간을 야기시키므로 파이프라인 관리를 철저히 하여야 한다.

여섯째, 창(Depot)정비의 제일 중요한 임무는 고장 난 부품들을 신속하게 수리하여 예비품으로 복귀시키는 것이다. 이러한 것이 지연되면 보급품 소요가 많아질 뿐만 아니라 군수지연시간도 상당히 길어진다.

이상과 같이 군수지연시간을 최소화하기 위해서는 여섯 가지 요소들이 상호 밀접하게 연관되어 있어 비용 효과 측면에서 이들 요소들의 선택적 비교(Trade-off)를 하는 것이 무엇보다 중요하다.

4. 운용가용도 향상을 위한 수중 유도무기의 군수지원시스템 개발

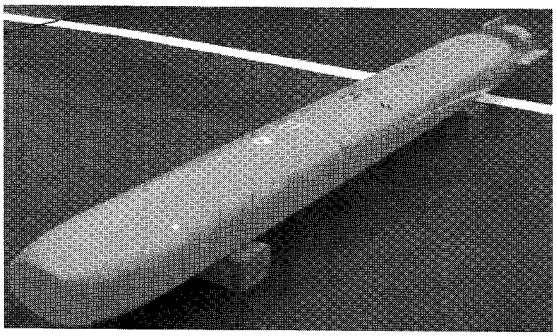
4.1 운용자 과오 및 정비 실수 최소화를 위한 훈련장비 개발

수중유도무기인 경어뢰(Lightweight Torpedo)는 수상함, 초계기(P-3C) 및 헬기(Lynx)에 탑재되어

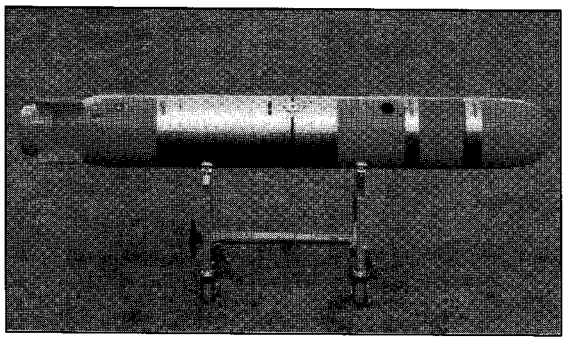
적 잠수함 공격용으로 사용되어지는 무기로서 발사 실패의 약 70%가 운용자 과오 및 정비 실수로 인해 야기된다. 이와 같이 수중유도무기의 운용자 과오 및 정비 실수를 최소화하기 위해 훈련장비로 훈련어뢰(Training Torpedo), 연습어뢰(Exercise Torpedo), 전자식 교보재(Computer Based Training) 및 목업(Mock-up)을 개발하였다.

훈련어뢰의 주요 형상은 <그림 3>과 같이 전투어뢰와 유사하며, 발사를 하더라도 주행을 하지 않는 더미(Dummy)성 어뢰로서 플랫포옴(Platform)별 무장 절차 및 발사 절차 숙달용으로 발사에 필요한 초기값이 정확히 주입되었는지는 훈련이 종료된 후 기록장치에 기록된 자료를 분석하여 평가한다.

<그림 4>는 연습어뢰로 수중유도무기의 전술 훈련 및 발사 훈련 목적으로 개발된 어뢰로서 발사부터 주행 종료 시까지 일련의 자료를 연습탄두 제어장치에 기록하며, 주행이 종료된 후에는 수중유도무기를 회수하여 각 종 기록 자료를 분석하여 교리 발전에 이용한다.

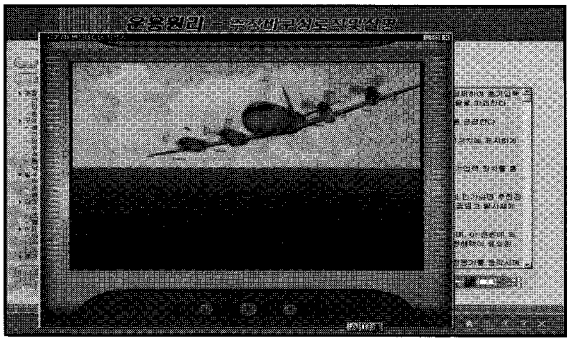


<그림 3> 훈련어뢰

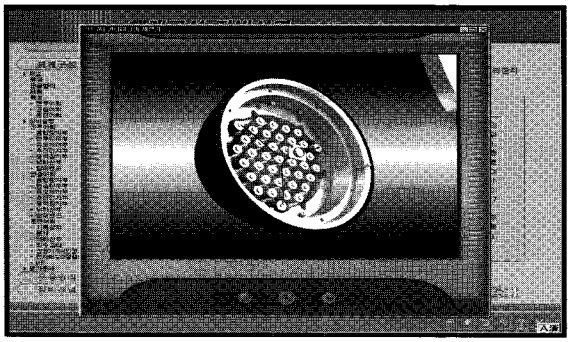


<그림 4> 연습어뢰

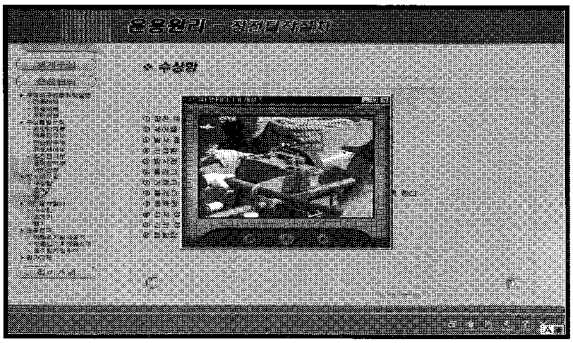
수중유도무기의 전자식 교보재는 <그림 5>에서 <그림 7>까지 운용원리, 체계구성 및 정비개념으로 분류하여 개발하였으며 운용자 및 정비요원이 수중유도무기에 대한 전반적인 내용을 숙지하도록 함으로써 보다 효율적으로 신규 장비를 운용할 수 있도록 하였다. 그리고 서술 정보로 이해하기 어려운 부분은 애니메이션 및 동영상을 촬영하여 이해도를 증대시켰다.



<그림 5> 전자식교보재(운용원리)



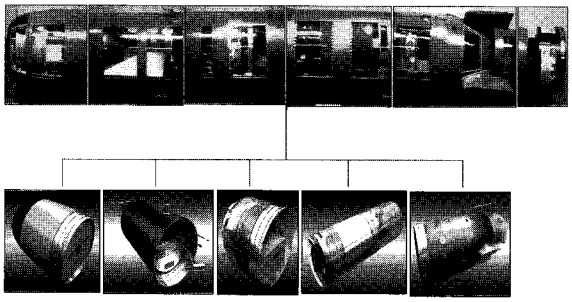
<그림 6> 전자식교보재(체계구성)



<그림 7> 전자식교보재(운용원리-장착절차)

<그림 8>은 수중유도무기의 목업으로 구조 해석 툴(Tool)인 I-DEAS의 솔리드 모델링(Solid Modelling) 자료를 활용하여 개발하였으며 체계 구성 및

조립 절차를 운용자 및 정비요원에게 보여줌으로써 운용 및 정비 업무에 도움을 주도록 하였다. 이러한 훈련장비의 개발로 수중유도무기의 운용자 및 정비요원은 지속적인 훈련과 교육을 통하여 운용자 과오 및 정비 실수를 최소화하여 주장비의 고장 발생 빈도를 줄일 수 있다.

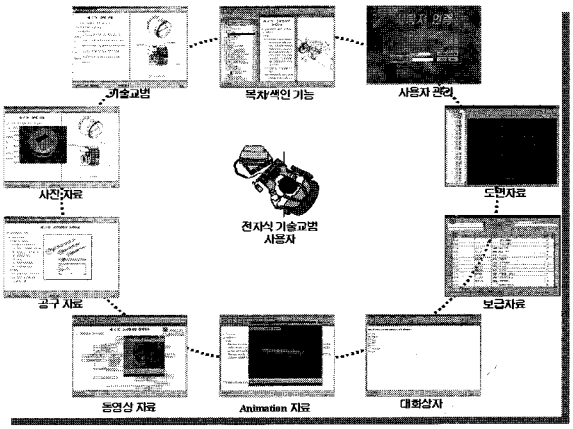


<그림 8> 목업(H/W 및 디지털 목업)

4.2 실제수리시간 최소화를 위한 전자식 기술교범 개발

기존 무기체계의 경우 정비에 필요한 기술교범, 도면 등 방대한 분량의 기술 자료들이 분산된 환경에서 운용됨에 따라 정비자에게 필요한 정보를 신속하게 제공하지 못함으로써 정비 효율의 저하를 초래하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 신속하고 체계적인 기술자료의 관리 및 처리를 지원하는 정보처리 기술, 복잡한 정보를 사용자가 이해하기 쉽게 표현하는 멀티미디어 기술, 사용자가 원하는 정보를 신속하게 제공하는 하이퍼미디어 기술을 종이식 기술교범에 접목시키는 기술 정보 제공의 새로운 방안이 전자식 기술교범이다(Jorgensen, E. L. and Fuller, J. J., 1993 ; MIL-HDBK-511, 2000).

수중유도무기의 운용가용도 향상 방안의 일환으로서 정비시 필요한 정비교범, 보급교범, 도면 등의 기술 자료들을 디지털 화하여 전자식기술교범을 개발하여 분산된 기술교범들을 통합화 하여 정비에 필요한 정비절차 및 보급 정보를 신속하게 제공하고 컴퓨터상에서 정비요원이 대화식으로 손쉽게 정비업무를 수행할 수 있도록 함으로써 실제수리시간을 최소화하였다. <그림 9>와 같이 수중유도무기의 전자식기술교범에서 구현한 기능에는 목차 제공 기능, 색인(Index) 기능, 하이퍼링크(Hyperlink) 기능, 멀티미디어 자료 제공 기능, 용어 및 약어 검색 기능, 보급자료 제공 및 검색 기능, 공구자료 제공 및 검색기능 및 정비절차 생성 기능 등이 있다.



<그림 9> 수중유도무기의 전자식기술교범

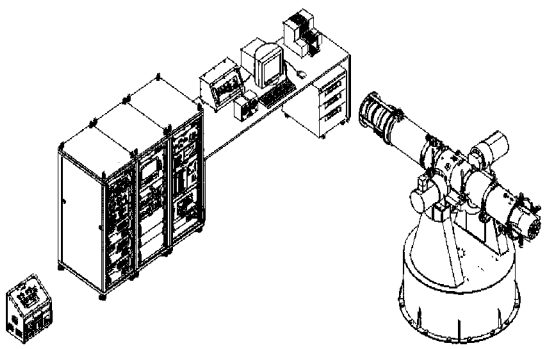
수중유도무기의 종이식 기술교범과 전자식기술교범을 각각 활용하여 정비성 시험을 통해 정비 수행시 정비소요시간을 측정한 결과 숙련자의 경우 전자식기술교범이 종이식 기술교범에 비해 정비소요시간이 24% 단축되었으며, 비숙련자인 경우는 36% 단축되었다(신주환, 윤원형, 2005). 이와 같은 결과는 정비교범, 보급교범, 정비장비별 운용 및 정비교범이 분산된 형태로 운용되는 기존의 종이식 기술교범에 비해 전자식기술교범은 정비시 필요한 각 종 기술교범을 디지털로 통합하여 운용됨에 따라 기술교범 검색시간 단축, 보급정보 검색시간 단축, 공구식별 시간 단축 및 고장배제절차 등 정비 수행시 관련 정보의 신속한 제공으로 실제수리시간을 크게 단축시켰다.

4.3 실제수리시간 최소화를 위한 고장 진단장비 개발

무기체계의 정비는 운용 중 고장이 발생하여 정비를 실시하는 고장정비(Corrective Maintenance)와 정비주기가 도래하여 정비를 실시하는 예방정비(Preventive Maintenance)로 나눌 수 있으며, 수중유도무기의 경우는 예방정비가 무엇보다 중요하다. 이와 같이 정비주기가 도래하여 예방정비를 실시할 경우 고장 진단장비가 필수적이다. 이러한 고장 진단장비는 과거의 경우 계측기를 이용하여 수동으로 고장 탐지가 이루어졌으나 수중유도무기 경우는 신속

한 고장탐지를 위해 자동화된 고장 진단장비(Automatic Test Equipment ; ATE)를 개발하여 실제수리시간을 최소화하였다. 이러한 고장 진단장비에는 체계 관련 고장 진단장비로 완성탄점검장비, 시스템정비장비, 누기시험장비 등이 있으며, 구성품 정비장비로는 통합정비장비, 신관정비장비, 추진전동기 정비장비, 추진전지부 정비장비, 추진전지부 세척장비, 기록자료분석장비 등이 있다. <그림 10>은 시스템정비장비로서 수중유도무기의 하부 시스템인 음향탐지부, 전투탄두부, 유도제어부, 추진전지부, 동력장치부 등 부위(Section)별 고장 유무를 식별하는 장비이다. 이 장비를 통해 고장 난 부위는 구성품 정비장비를 이용하여 해당 고장 품목의 위치를 식별하여 고장을 배제한다.

완성탄점검장비는 사용자 및 부대정비 계단 및 야전 정비계단에서 예방정비 주기가 도래하지 않은 수중유도무기의 Go-No Go 시험을 통해 고장 유무를 점검하여 발사 플랫포옴에 불출하기 위해 사용되는 장비이다. 시스템정비장비는 예방정비 주기가 도래한 수중유도무기의 성능 점검 및 부위별 고장 유무를 식별하는 장비이다. 그리고 통합정비장비는 수중유도무기의 음향탐지부, 유도제어부, 연습탄두부의 기능 점검 및 하부 구성품의 고장 유무를 식별하는 장비이다.



<그림 10> 수중유도무기의 시스템정비장비

이런 자동화된 고장 진단용 정비장비를 이용하여 고장을 탐지하는 시간은 <표 1>과 같이 점검 항목에 따라 상이하며, 일반 계측기를 이용하여 실제 고장을 탐지하는 시간은 고장 발생 원인에 따라 다르겠지만 자동화된 고장 진단용 정비장비와는 비교할 수 없을 정도로 고장탐지시간이 길며, 고장 진단용 정비 장비 개발자의 경험상 대략적으로 20~50배 정도 더 소요될 것으로 판단된다.

<표 1> 고장 진단용 정비장비 고장탐지시간

장비명	고장탐지시간(분)	비고
완성탄점검장비	2.0	
시스템정비장비	15.0	
통합정비장비	5.0	음향탐지부

4.4 행정지연시간 최소화를 위한 정비 이력관리 프로그램 개발

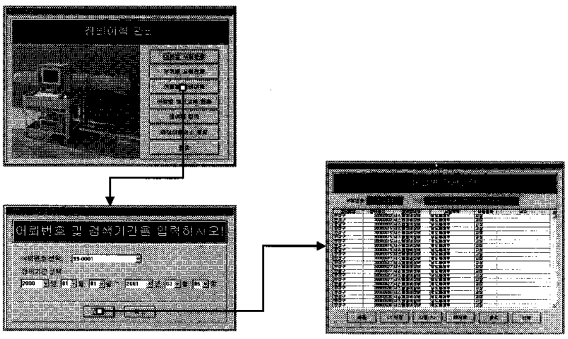
수중유도무기의 정비이력관리 프로그램은 완성탄인 어뢰와 음향탐지부, 전투탄두부, 유도제어부, 추진전지부, 동력장치부 등 주요 부위에 대한 고장정비 및 예방정비 주기 마다 실시한 모든 정비 행위로부터 자료 수집 체계(Data Collection System)를 구축하여 정비 이력을 분석할 수 있도록 한다.

정비이력관리의 목적은 기존 해군 정비부서에서 수기식 이력 관리를 전산화함으로써 자료 관리의 효율성을 향상시키고, 정비이력에 대한 데이터베이스를 구축하여 정비이력관리 프로그램에서 제공하는 정보를 이용하여 정비계획 수립 및 보급정책의 기초자료로 활용할 뿐만 아니라 고장 정보를 이용하여 향후 성능 개량 사업의 기초자료를 제공하기 위해서다.

수중유도무기의 정비이력관리 프로그램은 전자식 기술교범과 고장 진단용 정비장비와 연동시 자동으로 생성된 정비이력 데이터베이스 구조를 동일하게 사용하여 <그림 11>과 같이 어뢰별 시험 현황, 부위별 시험 현황, 어뢰별 정비 이력 및 어뢰 보드별 교체 현황 등 고장 정보를 수집 및 분석할 수 있도록 개발하였다. 어뢰별 시험 현황 자료는 어뢰번호를 기준으로 시험 기간 정보를 이용하여 예방 정비가 도래하는 어뢰의 정비계획 수립에 활용할 수 있다. 그리고 어뢰 부위별 시험 현황 자료는 하부 구성품에 대한 고장률 자료를 수집 및 분석하여 차기 보급 소요 산정 및 정비 예산 반영 시 실질적인 자료로 활용할 수 있다 또한 어뢰별 정비이력 자료는 주요 부위에 대한 고 고장 부위를 파악할 수 있어 성능 개량 사업의 기초 자료로 활용할 수 있다.

수중유도무기의 정비이력관리는 정비 수행시 전자식기술교범과 고장 진단용 정비장비와의 연동시험 결과를 활용하여 자동으로 정비이력 정보를 생성함으로써 수기식 이력 관리에 비해 행정지연

시간을 최소화할 수 있었다. 이러한 결과는 정비성 실험에서 수기식 이력 관리의 경우 고장 보고 및 이력 자료를 작성 유지하는데 3분 정도 소요되었으나 연동 시험 결과를 활용한 고장 보고 및 이력 관리는 실시간으로 처리되어 행정지연시간이 소요되지 않았다.

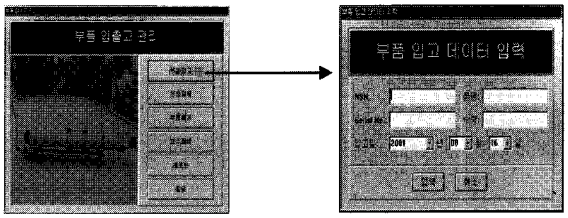


<그림 11> 정비이력관리 프로그램

4.5 군수지연시간 최소화를 위한 부품 입출고 관리 프로그램 개발

수중유도무기의 정비 대상 품목에 고장이 발생하였을 경우 야전 정비 업무 중 교체 업무에 필요한 수리부속품(Spare Part)이 필요하다. 수중유도무기의 부품 입출고 관리 프로그램은 정비시 필요한 수리부속품을 효과적으로 운용 및 관리할 수 있도록 부품의 입고, 출고, 교체 및 폐기에 대한 전반적인 현황을 관리 및 분석할 수 있도록 개발한다. 수리부속품에 대한 상태(Status) 정보는 국가재고번호, 품명, 제작사, 일련번호, 수량 등으로 관리할 수 있도록 부품 입출고 관리 설계시 수리부속품 흐름과 정비 업무 절차를 고려하여 구현함으로써 정비 수행시 발생하는 수리부속품 관리를 효과적으로 수행할 수 있다.

수중유도무기의 수리부속품에 대한 현황을 정확하게 파악하여 정비 업무의 효율성을 향상시킬 수 있도록 <그림 12>와 같이 부품 입출고 관리 프로그램을 개발하였다. 부품 입출고 관리 프로그램의 주요 기능으로는 부품 입고, 부품 교체, 부품 폐기, 외주 정비 현황 등을 분석할 수 있으며 리포트 기능을 가지고 있다. 수중유도무기의 부품 입출고 관리 프로그램을 운용함으로써 관리자 및 정비요원은 수리부속품에 대한 입고와 출고 현황을 정확하게 파악하고 정확한 재고관리가 가능하며, 고장이 발생한 정비 대상 품목의 수리부속품에 대한 폐기 및 외주정비에 대한 정보도 일괄적으로 파악하여 항상 최적의 부품 관리를 지원할 수 있게 함으로써 품절 발생으로 인한 정비 지연을 방지할 수 있어 군수지연시간을 단축시킬 수 있다.



<그림 12> 부품 입출고 관리 프로그램

5. 결 론

오늘날 무기체계의 개념은 주장비와 군수지원시스템의 통합체로 발전되어 가고 있다. 이러한 개념을 바탕으로 본 연구에서는 체계 공학적 접근 방법을 적용하여 보다 효과적인 군수지원 요소를 개발하기 위해 군수지원시스템의 효과 척도를 운용가용도로 설정하였다. 운용가용도의 기존 모델은 대형 복합 무기체계의 경우 수리적 모형으로 정형화하여 정확한 해를 구하는 것이 어렵다.

본 연구에서는 운용가용도 기능 분석을 통하여 도출한 평균 고장 발생 빈도(n), 품절 발생 빈도(k), 행정지연시간(ADT), 실제수리시간(ART) 및 군수지연시간(LDT) 등의 변수를 이용하여 운용가용도를 재구성 하였으며 군수지원시스템 개발 측면에서 운용가용도 향상을 위한 구성 요인을 분석하여 군수지원시스템 기본값을 최소화하는 방안을 제시하였다. 이를 토대로 수중유도무기의 운용가용도 향상을 위해 운용자 과오 및 정비 실수 최소화를 위해 훈련장비를 개발하여 평균 고장 발생 빈도를 줄일 수 있도록 하였으며, 실제수리시간 최소화를 위해 전자식기술교범 및 자동화된 고장 진단용 정비장비를 개발하였다. 그리고 행정지연시간 최소화를 위해 정비이력관리 프로그램을 개발하였고, 품절 발생 빈도 최소화를 위해 부품 입출고 관리 프로그램을 개발함으로써 수중유도무기의 운용가용도를 향상시키는데 기여하였을 뿐만 아니라 군수지원시스템의 새로운 개발 방법을 제시하였다.

참 고 문 헌

[1] 국방부 훈령 제733호(2003), 「무기체계 획득 관리 규정」.

[2] 국방부(2001), 「종합군수지원 실무 지침서」.

[3] 신주환, 윤원영(2005), "수중유도무기의 정비성 향상을 위한 전자식기술교범 개발에 관한 연구", 「대한산업공학회지」, 18권, 3호, pp. 308-316.

[4] 정민근, 전치혁, 양희승, 정의승, 홍유신(1996), "무기체계의 신뢰성 예측 기법에 관한 연구", 국방과학연구소, OPAM-415-91354.

[5] 해군본부(2003), 「종합군수지원 실무지침서」.

[6] Blanchard, B. S.(1992), *Logistics Engineering & Management*, Prentice-Hall, Inc.

[7] Blanchard, B. S. and Fabrycky, W. J.(1992), *System Engineering Analysis*, Prentice-Hall, Inc.

[8] Habayer, A. R.(1987), *System Effectiveness*", Pergamon Books Ltd.

[9] Jones, J. V.(1989), *Integrated Logistics Support Handbook*, TAB Professional & Reference Books.

[10] Jones, J. V.(1989), *Logistic Support Analysis Handbook*, TAB Professional & Reference Books.

[11] Jorgensen, E. L. and Fuller, J. J.(1993), "The Interactive Electronic Technical Manual", *ASNE/SOLE Conference*, pp. 17-18.

[12] MIL-HDBK-338(1984), Military Handbook, "Electric Reliability Design Handbook", Department of Defense.

[13] MIL-HDBK-511(2000), Military Handbook, "Department of Defense Handbook for Interoperability of Interactive Electronic Technical Manuals", Department of Defense.

[14] Taha, H. A.(1982), *Operations Research*, Macmillan Publishing Co., Inc,.

[15] Tillman, F. A., Hwang, C. L., and Kuo, W.(1980), "System Effectiveness Model : An Annotated Bibliography", *IEEE Transactions of Reliability*, Vol. 29, pp. 295-304.

[16] Wilcox, C. L.(1965), "Evaluation of Reliability and Maintainability Characteristics of Navy Weapon systems", *Annual of Reliability an Maintainability*, Vol. 4.