creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

공학석사 학위논문

함정의 최적 운용가용도 산출을 위한 개선안 연구

2015년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

조선해양시스템공학과

김 병 만

공학석사 학위논문

함정의 최적 운용가용도 산출을 위한 개선안 연구

지도교수 김 동 준

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2015년 8월

부 경 대 학 교 대 학 원

조선해양시스템공학과

김 병 만

김병만의 공학석사 학위논문을 인준함

2015년 8월 21일

주 심 공학박사 김 인 철 (인)

위 원 공학박사 김 용 직 (인)

위 원 공학박사 김 동 준 (인)

목 차

Abstract ii

1. 서론 1
1.1 연구 배경 1
1.2 연구 동향 2
1.3 연구 내용 및 목적 3

2. ILS의 필요성 및 개요 5
2.1 ILS의 정의 5
2.2 ILS의 도입배경 6
2,3 ILS의 필요성 7
2.4 함정 ILS의 중요성 9

3. RAM 목표값 11
3.1 신뢰도(Reliability) 12
3.2 가용도(Availability) 17
3.3 정비도(Maintainability) 22

4. 함정무기체계의 특징 25
4.1 일반무기체계와 함정무기체계의 차이점 25
4.2 함정건조사업의 절차 28

5. OMS/MP 적용 방법 개선안 30
5.1 작전운용형태 및 임무유형(OMS/MP)의 정의 30
5.2 함정 OMS/MP 작성절차 35
5.3 국내외 OMS/MP 사례분석 38
5.4 정확한 가용도 산출을 위한 변수 설정 개선안 42
5.5 개선안 검증 43

6. 방법론 제안에 대한 유용성 검증 46
6.1 AHP 기법 46
6.2 1단계 - 계층적 구조화 단계 50
6.3 2단계 - 쌍대비교를 통한 가중치 산출 51
6.4 3단계 - 가충치 항목 반영 및 검증 52
6.5 4단계 - 일관성 비율 검증 53

7. 결론 54

참고문헌 56
부록 58

A Research to improve the calculation for optimum operational availability of Warship

KIM BYUNG MAN

Department of Naval Architecture and Marine Systems Engineering,
The Graduate School
Pukyong National University

Abstract

With the increasing interest in ILS, the military and private sectors have recognized the importance of this. A number of studies on RAM target value management are in progress, however, the researches for the warships and vessels are relatively hard to find out. Unlike other weapon system or equipment, the warships and vessels operate for long period and the operational status could be divided into offshore and shore, which is different from other systems. For the warships and vessels the preventive maintenance time is significantly long, so counting this time into non-operating time makes an error to get the precise operating time of the warships.

To find the more precise RAM target value, the new concept of operating time of the warships including preventive maintenance time is proposed in this paper and the calculation result for the example case shows the improvement of the operating ratio. In the result the operating availability is shown approximately 11% of difference.

To confirm the usability of this proposed method, AHP(Analytic Hierarchy Process) method is used. Through the interview of 10 navy soldiers and shipbuilders experts, the obtained value of weighting influence is 1.35 to 3.41. This means the proposed concept is more realistic than exiting method.

1. 서론

1.1 연구배경

새로운 전쟁양상의 등장과 첨단 과학기술의 급격한 발전으로 인해 현 세기 들어 무기체계는 매우 큰 변화의 기로에 놓여있다. 이러한 변화에 따라 과학화, 첨단화, 고가화 되어가는 무기체계에 대한 개발 뿐 아니라 군수, 운영유지 측면에 대한 관심이 증가하고 있다.[1]

국방무기체계에 관한 RAM 목표값 산출에 관하여 중요성이 날로 증대됨은 물론 이에 관한 많은 연구가 진행되고 있는 실정이다. 일반적인 단일 무기체계와 다르게 해군 함정의 경우는 대량 생산할 수 없는 복합 무기체계인 관계로 RAM 목표값 설정에 있어 고려할 요소가 많고 접근방법에 있어서도 상이한 점이 존재한다. 더욱이 함정의 경우 탐지체계, 추진체계, 무기체계 등 다양한 하부체계가 존재하여 하부체계에 대한 자체 RAM 목표값도 요구된다.[2]

종합군수지원(ILS)의 중요성이 부각되고 있으며 가장 기초자료가 되는 RAM 분석이 중요하다고 할 수 있다. 현재까지 함정에 대한 ILS 업무가 타군 무기체계에 비해 발전이 더딘 상황이며, 그 이유는 복합무기체계인 함정의 ILS업무가 복잡하고 까다롭기 때문에 소홀해왔다. 최근 들어 해군, 조선소에서 ILS에 대한 중요성을 인식하며 투자하고 있다. 추후 장기간 함정운용에 대한 운용유지 및 관리를 위해서는 초기ILS가 매우 중요한 상황인데 RAM 목표값 추정이 매우 까다롭다 보니 현실적으로 맞지 않고 있다. 본 논문에서는 이를 보완하고자 RAM 분석 시 사용하는 가용도 및 정비도에 대한 정확한 분석을 위한 OMS/MP 작성에서의 개선안 적용을 통한 현실적인 RAM 목표값을 찾으려고 한다.

1.2. 연구동향

종합군수지원(ILS)에 관한 연구는 각 군별, 국방과학연구소, 방위사업청, ILS전문 업체를 중심으로 이루어졌다. 왕영진, 김용진, 이범구는 2006년 방위사업청 개청 이후 RAM 목표값에 대한 중요성이 부각 되었지만 복잡한 함정의 무기체계라는 특성상 연구가 부진하였던 것을 OMS/MP의 설정방법의 틀을 제시하는 연구를 진행하였고[3], 하성철, 김경용은 함정 및 유사체계 RAM 분석 활용을 위한 목표운용가용도 설정에 관한 연구를 수행하였다.[4] 홍순국, 송기훈은 하부체계에 대한 RAM 목표값 방법에 대한 연구를 진행하여 탐지체계, 소나체계에 대한 OMS/MP 정량화 방법을 제시하는 연구를 수행하였다.[5] 조강훈, 박상철은 해상감시레이더 체계에 대한 RAM 목표값 설정을 위한 OMS/MP 분석 연구를 수행하였다.[6]

앞선 연구들이 우리나라에서 ILS에 대한 인식을 높여간다는 것을 알 수 있게 해주고 있으며, 특히 RAM 목표값에 대한 중요도 인식으로 산출을 위한 OMS/MP 방법론 제시에 대한 많은 연구가 진행되고 있다.
특히 국방기술품질원 신뢰성분석팀이 해군본부 요구에 의한 정책연구과제 연구용역계약을 통한 연구를 통해 많은 사람들이 해군 함정 RAM 목표값 설정방안에 대한 연구를 진행할 수 있게 도움이 되는 효과적인 함정 ILS 요소 개발을 위한 RAM 목표값 설정방안 연구를 수행하였다.

이렇듯 RAM 목표값 설정에 관한 연구를 많이 이루어졌으나, 군의 특성상 대부분 가상의 데이터를 활용하여 예측하는 방식으로 이루어지고 있으며 RAM 목표값 정확도 예측이 어려운 것이 현실이다.

각 군별 장기신규전력소요요청서에 제시된 RAM 목표값에 의한 해상전력은 함정 전투체계의 경우 운용가용도를 제시하도록 되어있다. 이를 정확하고 효율적으로 관리하기 위하여 좀 더 세부적인 설정방안 방식에 대한 연구가 필요 하다.

1.3 연구내용 및 목적

본 논문에서는 함정 RAM 목표값에 대한 기존의 연구는 정해진 형식 내에서 이루어진 연구들이 많았다. 기존에 가진 공식들을 이용한 연구에서 데이터 값들을 비교분석한 연구들이다. 그러나 이런 내려오던 방식으로 산출된 RAM 목표값들이 실제 운용환경 및 야전에서 예측과 맞지 않는 부분들이 발생하면서 함정의 운용가용도에 대한 목표값과 실측치가 괴리가 많이 생기고 있다.

2009년 함정 ILS 세미나에서 발표한 함정 ILS 선진화 방안에서는 현 해군 군수 및 RAM 분야의 문제점으로 크게 6가지를 제시하고 있다. 이 중 해군 무기체계개발시 소요제기 단계에서의 RAM 목표값(목표 운용가용도 Ao) 미제시로 인한 문제점을 제시하고 있으며, 그 대책으로 소요제기 단계에서 소요군을 중심으로 운용형태종합/임무유형(OMS/MP, Operational Mode Summary/Mission Profile)을 작성하고 선행연구에서 함 건조단계까지 RAM 목표값 설정, 할당, 검증 등의 지속적인 RAM 업무 프로세스를 수행해야 함을 강조하고 있다.[7]

본 논문에서는 함정 무기체계에 대한 RAM 목표값 산출에 대한 운용가용도 산출 활용의 근거로 사용될 모델을 제안한다. 그리고 함정건조사업에서의 ILS요소를 고려한 건조과정을 나타내며, 최적의 현실적 RAM 목표값 산출을 위한 과정을 제시한다.

정확한 RAM 목표값을 찾기 위해서 목표값 산출에 필요한 데이터들을 세분화 시키고 수리시간에 대한 가동시간을 고려하여 추가적인 유형의 계산방식을 고려하면 좀 더 현실적 최적 RAM 목표값을 찾는데 도움이 될 것으로 생각한다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY 부경대학교

2. ILS의 필요성 및 개요

2.1 ILS의 정의

종합군수지원(Integrated Logistics Support : ILS)은 장비의 효율적이고 경제적인 군수지원을 보장하기 위하여 무기체계의 소요단계부터 설계·개발·획득·운영 및 폐기 시까지 전 과정에 걸쳐 제반 군수지원요소를 종합적으로 관리하는 활동을 말한다. 여기서 종합(Intergrated)이란 의미는 무기체계의 설계, 개발, 획득과정에서 제반 군수지원 업무가 주장비 획득 업무와 동시에 이루어질 수 있도록 관리함으로써 군수지원의 적시성을 보장하고, 군수지원 요소별 업무를 기능적으로 종합한다는 것이다.

현행 군수지원은 군수방침 및 절차에 의해 무기체계 개발간 획득된 제반 군수지원요소의 효율적인 운용과 지속적인 장비유지능력을 확보하고 각종 경험제원을 수집, 분석, 평가하여 차후 무기체계 개발 시 환류 되도록 하는 군수지원 활동이나, 종합군수지원은 전 수명기간 간 적시 적절한 군수지원 소요를 판단 획득하되 주장비와 동시에 지원소요를 최소화 반영해야 하는 경제성과 효율성을 동시에 보장하는 군수지원활동이다. [8]

2.2 ILS의 도입배경

종합군수지원은 1964년 미 국방성(DOD : Department of Defense)에서 최초로 제시한 관리기법이다. 60년대 초 미국은 핵 위주의 전략에서 탈피하여 재래식 무기의 전략적, 전술적 가치를 재평가, 세계를 상대로 한 방대한 투자비가 반영된 주장비 위주의 개발만을 추구할 수 없게 되어 무기체계 개발의 총합적인 관리를 중시하게 되었다.

우리 군은 70년대 말부터 미군의 군원장비를 획득 혹은 단순 병기를 모방개발하는 수준에서 정밀 유도무기병기의 자체 연구개발소요가 증가함에 따라 종합군수지원제도 도입의 필요성이 대두되었다. [9]

<표1> 무기체계 연구개발 실적

구분	내용
1960년대	- 소총류 재생 자급 - M-1, 칼빈, 소화기탄
1970년대	- 기본병기 양산체제 구축/정밀무기 생산기반 구축 - M-16, 60MM 박격포, 무반동총 - 곡사포, 전차(M48A3, A5) 및 장갑차 개조 - 유무선장비, 지대지 유도탄(장거리, 중거리)
1980년대	- 고도 정밀무기 국산화 및 독자개발 기반구축 - 지대지/지대공 유도탄 - K-1전차 개발, F-5전투기 조립생산
1990년대	- 첨단 정밀무기체계 개발/기반 구축 - 전차, 장갑차, 자주포 양산 체제 구축 - 전투함, 중 - 장거리미사일 개발
현재	- 첨단 무기체계 개발확대 - 차세대 전차, 자주포, 다련장포, 장갑차 개발 - 전투기, 전투함, 미사일 등 첨단무기체계 개발

2.3. ILS 의 필요성

ILS는 고가화되고 복잡화되어가는 현대 무기체계에서 초기비용보다 장기간에 걸쳐서 소모되는 운용유지비에 대한 절감을 위해 절실히 필요한 활동이다.

현대무기체계에 있어 군수지원과 관련된 특성은 체계성, 복잡성, 고가성을 들 수 있다. 이러한 특성으로 인해 군수지원 업무는 고도로 복잡, 전문화 되어가고 있다. 종합군수지원은 이와 같은 복잡한 군수지원 업무를 체계적이고, 과학적으로 수행할 수 있게 한다.

가. 체계성

하나의 무기체계나 장비가 주어진 목적을 달성하기 위해서는 이를 운영, 유지하는데 소요되는 정비 및 보급시설, 지원장비, 보급물자 그리고 일정수준의 기술을 가지고 조작 운영하는 인적자원 등이 체계적으로 통합되어야 한다.

이와 같이 현대 무기체계는 주장비와 확대된 전력화지원요소가 통합하여 하나의 체계성을 지니게 됨으로써 무기체계상에서 군수지원의 중요성은 점점 증가하고 있다. 따라서 무기체계 획득 시에 군수지원 문제는 주장비에 버금가는 관리와 노력으로 해결하지 않으면 안 될 중요한 과제로 대두되게 되었으며, 이를 종합적으로 관리하기 위하여 종합군수지원이 필요로 하게 되었다.

나. 복잡성

과학기술의 발전은 무기체계의 성능과 형태의 급진적인 변혁을 초래하고 있다. 특히, 사거리, 정확도, 파괴력 등의 발전적 추세와 이에 대한 애응 무기체계의 경쟁적 발전관계는 계속적인 추가 장치를 부착시킴으로써 더욱 복잡해지고 있다. 이에 따라 군수지원상 다음과 같은 문제점이 발생되고 있다.

(1) 정비의 곤란성과 정비요원의 전문화 요구

(2) 군수지원 물자의 소요 증가

(3) 군수지원 요원의 교육훈련 소요 증가

(4)군수분야 인력소요의 상대적 증가

위와 같은 군수지원상의 문제들을 해결하거나 감소시키고, 군수지원요소를 주장비와 동시에 획득되도록 보장하기 위하여 종합군수지원 활동이 필요하게 되었다.

다. 고가성

현대 무기체계는 정밀화와 복잡화로 인하여 무기체계 획득비용이 운영유지비를 크게 증가시키고 있다. 특히 운영유지비는 전투준비태세 유지성을 제고시키기 위한 수명주기 비용의 주요 비용항목이 되고 있으며, 때에 따라 운영유지비가 무기체계 획득비용의 수십 배를 능가하는 경우도 있다. 또한 정비에 필요한 공구, 시험장비, 교범 및 시설 등을 획득하는데 소요되는 비용이 무기체계 획득비용의 85%에 이르고 있으며. 100%를 초과하는 경우도 있다.

이러한 무기체계의 특성으로 인하여 급격히 증가하는 수명주기 비용, 특히 운영유지비의 최소화를 위한 종합군수지원 활동이 필요로 하게 되었다.

ILS의 기능으로는 첫째로 군수지원의 효과성을 보장하기 위한 성능유지이다. 무기체계에 부여된 성능을 지속적으로 실현할 수 있도록 보장하는 것으로, 이를 위해서는 장비의 불가동 시간을 감소하여 가동시간을 증가(가동률 향상)시켜야 한다. 둘째로 군수지원의 경제성을 보장하는 경제적 군수지원이다. 수명주기 비용 특히, 전력운영유지비를 최소화하여야한다. [10]

2.4 함정 ILS의 중요성

함정의 ILS는 중요성을 인식하지 못하다가 최근 들어 그 중요성을 인식하기 시작하였다. 그 흔한 예로 2015년 최근 한 기사에 따르면 “선박 유지, 보수는 30년 먹거리... 한국 조선업계 신경 안써” 라는 제목의 기사를 본적이 있다. 로이드 레지스터의 리차드 새들러 최고경영자(CEO)가 ‘월드 쉬핑 서밋(World shipping summit)에서 연설에서 “한국 조선사들의 배 만드는 기술은 세계 최고다. 하지만 만드는 데에만 집중할 뿐 유지·보수 시장인 애프터 마켓(After market)은 등한시하고 있다”라고 말 한 적이 있다. 이처럼 한국은 조선업계 기술력은 세계 최고의 기술력을 가지고 있지만 애프터 마켓 즉, 유지, 보수에 대한 관심의 부족으로 그 엄청난 시장을 놓치고 있다. 다시 말해 해군의 입장에서 보았을 때는 유지, 보수에 대한 관심을 통하여 추후에 발생되는 운용유지비를 줄일 수 있는 요소가 있다는 말로 해석 될 수 있다.

함정의 경우 건조 비용이 DDG 1번함인 세종대왕함의 경우 1조 1천억원에 달하며 이는 약 20 ~ 30년간 운용유지 되어야 한다. 그렇기 때문에 초기 설계단계부터 ILS의 중요성을 인식하고 운용유지단계에서 발생될 문제

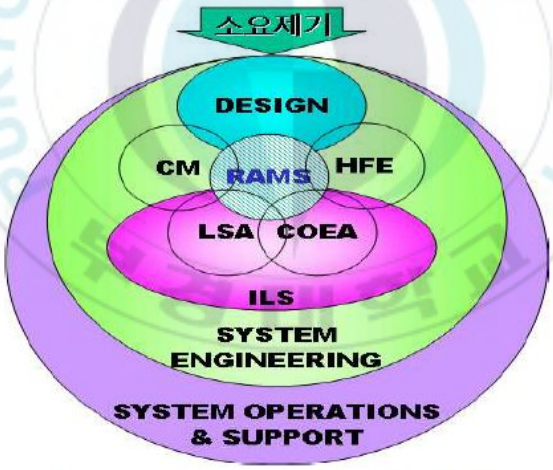
들과 부품, 정비소요 등에 대해 예측하고 준비하여야만 비용을 줄일 수 있고, 그것이 우리국민의 세금으로 직결되는 일이다. 함정의 고가의 무기체계이기 때문에 소총과 같이 여러 개를 순식간에 만들어 낼 수도 없고 건조기간이 많이 걸린다. 이 때문에 함정의 운용에 대한 가동률이 매우 중요한데 이를 잘 유지하기 위해서는 RAM 목표값이 매우 중요하다고 할 수 있다.

PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY
부경대학교

3. RAM 목표값

RAM은 신뢰도(Reliability), 가용도(Availability), 정비도(Maintainability)의 약어로 체계의 고장빈도나 시간, 임무수행정도, 고장 시 정비에 소요되는 시간을 나타냄으로써 무기체계의 전투수행능력의 중요한 척도이다. [11]

RAM 분석은 개발 장비의 최초 개념연구부터 폐기까지 전 수명주기(Life cycle)에서 수행되는 업무로 설계, 시험 및 운용 자료를 수집·분석하고 DB화하며, 이를 통해 설계지원, 평가, 설계개선, 대책방안 도출 및 군수지원요소분석(LSA) 등의 업무를 지원하는 업무의 하나이다.



[그림 1] RAM 업무 형상도

RAM 업무는 [그림1]에서와 같이 체계공학의 일부로서 형상관리(CM : Configuration Management), 인간공학(HFE : Human Factor Enginnering), 군수지원분석(LSA : Logistics Support Analysis), 비용대효과분석(COEA : Cost and Operational Effectiveness Analsysis), 종합군수지원(ILS : Integrated Logistics Support) 등과 관계가 깊으며, 장비의 고장을 최소화하고 고장발생시 정비시간 단축을 통해 장비의 가용도를 향상시키는 업무로 제2차 세계대전 이후 미국에서부터 본격적으로 시작되었다.[12]

3.1 신뢰도

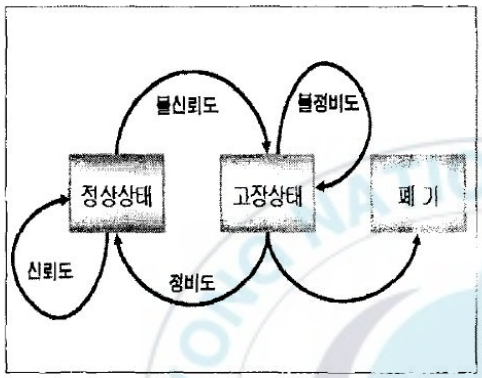
신뢰도는 “부품 혹은 체계가 주어진 조건하에서 특정한 기간 동안 의도된 기능을 수행할 확률”을 의미한다.[13]

그리고 신뢰성이라는 개념은 추상적으로써, “무기체계, 장비 또는 부품 등에 대해서 정해진 기능을 발휘하기 위한 시간적 안정성을 나타내는 정도 또는 성질”이라 정의된다. 신뢰도와 신뢰성과의 차이는 신뢰도는 확률, 신뢰성은 성질을 의미한다. <그림2>와 같이 무기체계나 장비, 부품 등이 가능한 정상상태를 유지하고, 정상상태에서 고장상태로 전환되지 않도록, 정상상태를 유지할 확률을 신뢰도(Reliability)라 하고 정상상태에서 고장상태로 전환될 확률을 불신뢰도(Unreliability)라 한다.

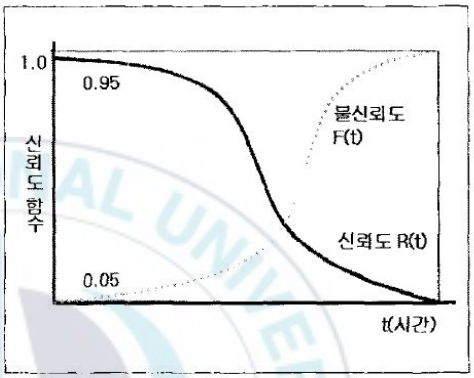
신뢰도는 함수(R(t))는 무기체계나 장비가 정해진 시간에 고장 없이 정해진 기능을 발휘할 확률로써 정의된다. 무기체계의 신뢰도를 다르게 표현하면, 시간 t=0에서 R(t) = 1.0로 시작하여, 시간의 흐름에 따라 무기체계의

고장발생건수가 증가함에 따라 잔존수가 감소하여 신뢰도 R(t) = 0.0으로 향해서 하강하는 곡선이 된다. 한편 t시간까지 전체의 몇%가 고장이 발생하였는가를 나타내는 불 신뢰도 F(t)는 1-R(t)관계가 있으므로 다음과 같은 식으로 표현이 가능하다.

$$R(t) + F(t) = 1.00$$



[그림2] 정상상태와 고장상태



[그림3] 신뢰도 함수 [14]

신뢰도가 중요한 이유는 우리 해군 함정을 개발할 때 가용도와 직결되기 때문이다. 신뢰도는 할당 및 예측을 통해서 이루어지는데 할당은 체계에서부터 부분 부품 순으로 목표값을 내려가면서 설정하는 과정이고, 예측은 설계치를 통하여 하위 부품부터 최 상위 부품(체계)까지 신뢰도를 계산하는 과정이다. 해군 함정은 복합 무기체계이므로, 체계가 복잡해지고, 부품수가 많아서 신뢰도 분석이 매우 까다롭고 시간이 많이 걸린다. 함정의 신뢰도 할당은 해군에 의해 체계 획득사양에 규정된 평균고장시간(MTBF)나 고장률을 기초로 시작하여, 유사장비 운용경험 등을 종합하여 이루어진다. 주요 신뢰도를 예측하는 규격과 조건별로 MIL-HDBK, Bellcore 등에서 규정하고 있다.

가. 주요 신뢰도 예측 규격

<표2> 주요신뢰도 예측 규격

구 분	제정기관(업체)	비고
MIL-HDBK-217F	미 국방성(DOD)	상용 분석도구에 수록
CNET	프랑스 텔레콤	
Telcordia SR-332	Telcordia	
Itatel IRPH93	이태리 텔레콤	
AT&T	AT&T	
PRISM	RiAC(미국)	상용 분석도구에 수록
RDF 2000	영국 표준협회(BIC)	
NRPD-95	RiAC(미국)	기계/전기 · 전자류 통합

(1) MIL-HDBK-217F : 전기/전자, 통신장비 등에 대한 신뢰도 예측자료 수록

(가) 가속수명 테스트를 통한 수명예측, DB화

(나) 초기, 마모단계 고장률 추이분석 제한

나. Bellcore RPP : 초기 ~ 고장률 일정기에 대한 신뢰도 예측

다. PRISM : 전 수명주기간 고장률 예측 관련(관련 DB 수록)

나. 규격별 환경 조건

<표3> 주요 규격별 환경 조건

구분	MIL-HDBK-217F	Bellcore(SR-332)
Ground Benign (환경적 통제 가능)	온/습도 조정이 가능한 고정 운용환경 예) 실험실 장비, 테스트기기	최적 동작/관리수준을 가진 환경 예) 환경적 통제 가능한 곳
Ground Fixed (환경적 통제 제한)	반영구적 고정/온도 조정가능한 환경 예) 관제 레이더, 통신설비	제한된 환경 통제가능 예) 진동, 온도, 대기환경에 노출된 시설
Ground Mobile (기동장비에 탑재)	기동장비 탑재 체계/품목 예) 유도탄 지상이동장치, 이동통신 장치 등	충격/진동에서 GF보다 가혹 예) 휴대폰, 휴대작동장치
Naval Sheltered	보호장치나 갑판이 있는 선박/잠수함에 장착된 장치	
Naval Unsheltered	외기 노출 비방호 선박의 장치/해수내 작동 장치 예)Sonar, 어뢰발사장치/수중 선박 장착장치	
Airborne inhabited Cargo	승무원 통제 가능환경 예)장기 임무수행 항공기 탑승 부분 장착 장치	압력, 온도, 충격/진동이 GF보다 심한 공중 환경 예) 민간항공기 객실
Airborne inhabited Fighter	AIC와 동일하나 전투기, 요격기처럼 고속 임무수행 항공기에 장착될 경우 예)F-15, 16, 18 장착 장치	
Airborne Uninhabited Cargo	비행 중 승무원의 통제불가능 위치에 탑재된 품목 예) 항고기에서 승무원이 통제할 수 없는 부분	
Airborne Uninhabited Fighter	AUC와 동일하나 전투기, 요격기처럼 고속 임무수행 항공기에 장착될 경우	
Airborne Rotary Winged	헬기에 장착되는 조건이며 레이저 거리측정기, 화재통제체계, 통신체계 등과 같이 헬기 내외부에 장착된 장치	
Space Flight	지구궤도에서 작동하는 위성 무중력 상태 운용기기 예) 위성/우주왕복선	저궤도 조건, AG 조건과 유사하지만 관리 불가 상태 예) 상용위성통신
Missile Flight	순항 미사일 또는 무동력 미사일과 관련된 조건	
Missile Launch	궤도 추진장치, 미사일 발사장치와 관련된 조건 예) 로켓 모터 장착 체계, 어뢰/미사일 발사장치 등	
Cannon Launch	발사되어 비행 후 표적을 타격하는 발사체에 적용	

다. 환경팩터(Environment Factor : πE) : 영향비

<표4> 환경유형별 팩터 영향비

환 경 조 건		환경 팩터(πE)	비 고
환경 유형	GB	1.0	저항과 신뢰도와의 관계를 측정, 도출 · 분석한 결과값
	GF	3.0	
	GM	8.0	
	NS	5.0	
	NU	13	
	AIC	4.0	
	AIF	5.0	
	AUC	7.0	
	AUF	11	
	ARW	19	
	SF	0.5	
	MF	11	
	ML	27	
	CL	490	

라. 고장률 계산식(예 : Resistor) : $\lambda_p = \lambda_b \pi_R \pi_Q \pi_E \pi_S$

- λ_p : 부품 고장률 -λ_b : 기본 고장률 - π_R : 저항 팩터
- π_Q : 품질 팩터 - π_E : 환경 팩터 -π_S : 전력 스트레스 팩터

[15]

3.2 가용도

가. 가용도의 정의

(1) 정의

가용도는 장비가 고장과 수리를 거친 후 임의의 시점에서 가동상태에 있을 확률을 나타내며 이값은 장비 운용에 있어서 가장 기본적이며 필수적인 사항이다. 가용도는 운용환경에 따라 고유가용도(Ai), 성취가용도(Aa), 운용가용도(Ao)로 분류된다.

(2) 운용관련 시간 분류 기준

통상적으로 체계 밑 장비 운용관련 시간 분류의 기준은 아래와 표와 같이 사용하고 있다. 본 논문에서 제시하고자 하는 방법론은 운용관련 시간 분류기준의 변경을 통한 현실적인 정확한 가용도 산출에 있다.

<표5> 통상적 운용가용도 산출 적용 시간 기준

<table>
<tr><td colspan="7">총 시간(TT)</td></tr>
<tr><td colspan="3">총 가동시간(TUT)</td><td colspan="4">총 불가동 시간(TDT)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">운용시간
(OT)</td><td colspan="2">비운용시간(NOT)</td><td colspan="2">총정비시간
(TMT)</td><td colspan="2">총행정/군수지연시간(TALDT)</td></tr>
<tr><td>대기시간
(ST)</td><td>경계시간
(AT)</td><td>수리정비
(TCM)</td><td>예방정비
(TPM)</td><td>행정지연
시간</td><td>군수지연
시간</td></tr>
</table>

(가) 총시간(Total Time) : 전력화 후부터 폐기시간까지의 총 시간

(나) 총 가동시간(Total Up Time) : 가동할 수 있는 상태로 있는 시간

(다) 총 불가동시간(Total Down Time) : 고장이나 예방정비로 인하여 가동 불가능한 상태에 있는 시간

(라) 대기시간(Standby Time) : 장비 가동을 위하여 대기상태에 있는 시간

(마) 경계시간(Alert Time) : 장비 운용을 위하여 경계상태로 대기하고 있는 시간 (대기상태보다 상위의 대기태세 유지)

(바) 운용시간(Operating Time) : 장비나 체계가 실제로 운용되는 시간

(사) 비운용시간(Non Operating Time) : 가동될 수 있으나 운용되지 않는 상태

(아) 총 정비시간(Total Maintenance Time) : 고장정비 및 예방정비를 합한 시간

(자) 총 수리정비시간(Total Corrective Maintenance Time) : 고장정비를 위한 소요되는 정비시간

(차) 총 예방정비시간(Total Preventive Maintenance Time) : 예방정비를 위해 소요되는 정비시간

(타) 총행정/군수지연시간(Total Administrative & Logistics Delay Time) : 고장정비와 예방정비를 수행하는 과정에서 발생하는 행정·군수지연시간의 총합

위에서 나타내는 운용관련 시간의 분류 기준은 현재 대한민국에서 사용하고 있는 기준으로 타 무기체계에서와 함정과 동일하게 사용되어 지고 있다. 함정과 타 무기체계간에는 운용상황이 다른 부분이 있으므로 분리해서 적용해야 정확한 운용가용도를 산출 할 수 있다.

나. 가용도의 형태

(1) 고유가용도(Ai : inherent Availavility)

「무기체계나 장비가 이상적인 지원환경에서 예방정비 없이 규정된 조건하에서 가동될 확률」을 말한다. 즉, 예방정비를 고려하지 않고 이상적인 지원상태(규정된 공구, 수리부속품, 숙련된 정비요원, 정비교범, 지원장비 및 기타 지원준비가 되어있는 상태)에서 사용될 체계가 어떤 시점에 만족스럽게 작동할 확률을 말한다. 이때 수리 정비시간에는 예방 정비시간, 군수지연시간, 행정지연시간은 포함되지 않는다.

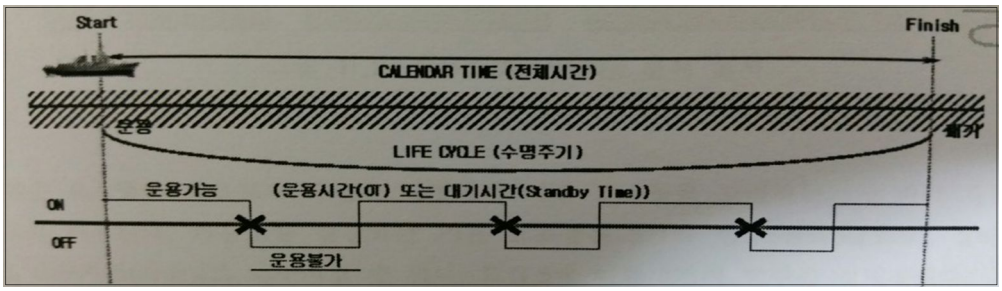
(2) 성취가용도(Aa : Achived Availability)

고유 가용도와 비슷하나 여기서는 고장정비 및 예방정비시간이 관련되고, 초기 설계과정부터 총 생산시험 단계까지 사용되는 가용도를 말한다.

(3) 운용가용도(Ao : Operational Availability)

장비가 실 운용환경에서 정해진 조건하에 사용될 때 언제든지 만족스럽게 운용될 확률, 비가동시간인 고장정비, 예방정비 및 보급대기 등과 관련되 있는 가용도를 말한다.

다. 일반적인 가용도 산출에 관한 식



[그림4] 함정의 수명주기에 따른 운용 및 대기시간 분포

여기서 배치운용단계에서 함정의 수명주기는 운용시간(OT)과 대기시간(ST)과 같이 장비가 가동될 수 있는 시간과 예방정비(TPM), 장비고장에 따른 수리시간(TCM), 부품확보를 위한 행정 및 군수지연시간(TALDT)과 같이 장비가 가동될 수 없는 시간으로 구성된다. 이와 같은 수명주기에서의 일반적인 가용도 식은 다음과 같다.

$$\text{운용가용도} = \frac{\text{운용가능시간}}{\text{운용가능시간} + \text{운용불가능시간}}$$

$$= \frac{OT + ST}{OT + ST + TPM + TCM + TALDT} \quad [16]$$

라. 해군 ILS 지침서에 명시된 운용가용도 산출모델

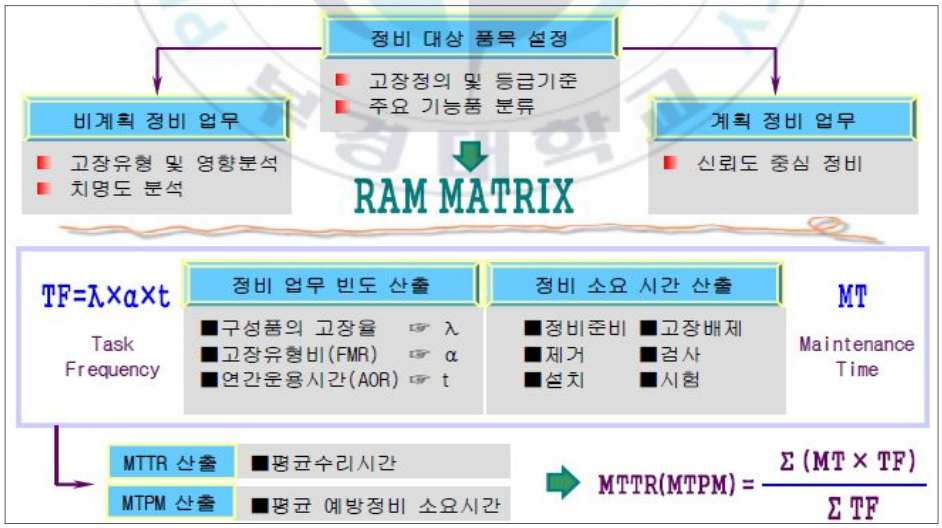
<표6> 각종 운용가용도 산출식

구분	의미	산출식
Ai (고유가용도)	예방정비(계획정비) 없이 규정된 조건하에서 사용할 때 임의의 시점에서 체계가 만족스럽게 작동할 확률	$A_i = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$ 또는 $A_i = \frac{OT + ST}{OT + ST + TCM}$
Aa (성취가용도)	고유가용도에 계획정비시간을 추가로 고려한 것으로 체계자체의 직접적인 원인이 아닌 불가동시간을 제외한 값.	$Aa = \frac{MTBM}{MTBM + M}$ 또는 $A_a = \frac{OT + ST}{OT + ST + TCM + TPM}$
Ao (운용가용도)	규정된 조건하에서 사용되는 무기체계가 어느 시점에서 만족스럽게 작동할 확률	$Ao = \frac{MTBM}{MTBM + MDT}$ 또는 $Ao = \frac{OT + ST}{OT + ST + TCM + TPM + TAL}$

3.3 정비도

가. 정비도의 정의

정비도는 장비의 고장이 발생했을 경우 일정 기간 내에 장비를 규정된 상태로 되돌릴 수 있는 확률을 말한다. 장비를 규정된 상태로 되돌린다는 것은 정비에 의한 수리 혹은 교환을 말한다. 다시 말해, 수리 혹은 교환 등에 소요되는 시간이 정비도의 주요변수로 작용하며, 이 시간이 MTTR이다. 또한 정비도에는 고장이 발생하지 않았더라도 운용적인 필요성에 의해 주기적으로 정비행위를 수행하는 계획정비의 사항도 포함되며 계획정비에 소요되는 시간은 MTPM(Mean Time Preventive Maintenance)으로 표현한다. 정비도의 척도는 MTTR, MR(Maintenance Ratio)이 목표값 설정요소로 많이 사용된다.



[그림5] 정비도 개념도 [17]

나. 정비도 예측 목적

(1) 체계 고장시 규정된 정비수준에서 가용한 자원을 이용하여 주어진 시간 내에서 수리를 할 수 있는지를 판단한다.

(2) 가용도 예측의 기초자료로 활용(반비례 관계)한다.

다. 정비도 예측의 필요성

(1) 설계자가 개선, 수정 또는 설계변경을 요하는 분야를 식별하기 위하여 정비도를 예측한다.

(2) 운용자로 하여금 예측된 불가동시간, 정비인력의 질적 ― 양적수준, 공구 ― 시험장비의 체계 운용요구조건 부합여부를 조기에 평가하기 위하여 정비도를 예측한다.

라. 정비도의 대표적인 척도

평균수리시간(MTTR), 정비율(MR), 평균예방정비시간(Mpt)

마. 정비도 산출형태

신뢰도와 함께 가용도를 산출하는데 필요한 요소이며, 그 평가를 위하여 평균수리시간(MTTR), 정비활동간 평균예방정비시간(Mpt), 평균실 정비시간(M), 정비율(MR) 등을 산출하며 그 개념 및 산출절차는 다음과 같다.

(1) 평균수리시간(MTTR : Mean Time To Repair)

특정 장비 및 체계가 고장 발생시 수리하고 복구하기 위해서 소요되는 일련의 시간들을 평균한 것을 말한다.

$$MTTR = \frac{\sum_{i=1}^{N} TFi \times ETi}{\sum_{i=1}^{N} ETi} = \frac{\text{총고장비수}}{\text{총고장 정비횟수}}$$

i : 장비 고장정비 횟수, N : 장비 고장정비 수의 총합
TFi : 고장 정비업무 빈도수, ETi : i번째 고장의 평균정비시간

(2) 평균 예방정비시간(Mpt : Mean Preventive Time)

체계 및 부품에 대한 예방정비의 평균소요시간을 말한다.

$$Mpt = \frac{\sum(fpti)(Mpti)Ti}{fpti} = \frac{\text{총 예방정비시간}}{\text{예방 정비활동 빈도수}}$$

$fpti$: 예방정비활동 빈도수, $Mpti$: i번째 정비의 평균소요시간

(3) 정비율(MR : Maintenance Ratio)

단위시간당 소요되는 정비인시로서 아래 수식으로 표현된다.

$$MR = \frac{\text{누적정비(예방 + 고장)인시}}{\text{누적운용시간}}$$

[18]

4. 함정무기체계의 특징

4.1 일반무기체계와 함정무기체계의 차이점

현재 우리나라에서 도입하고 있는 일반무기체계와 함정무기체계는 도입 방법에서부터 차이가 있으며 운용유지 측면에서 까지 큰 차이점을 가지고 있다. 일반무기체계는 각 소요군 소요제기 이후 국방과학연구소 등 연구개발절차에 따른 획득방법과 해외구매를 통한 방식으로 도입하고 있다.

함정무기체계는 해군 작전요구조건에 따라 주문생산되고 있으며, 소량 건조되는 공사로 해군주관 국내건조로 획득하고 있다.

일반무기체계의 경우 단일무기체계 및 장비에 대하여 획득을 하지만 함정의 경우 복합 무기체계이므로 한 개의 부대를 창설하는 것과 동일한 획득과정을 거친다. 이를 다시 말하자면 작전환경과, 훈련, 정비, 행정, 거주공간까지의 모든 환경을 도입하여야 한다.

일반 무기체계와 함정무기체계의 가장 큰 차이점은 획득 기간에서부터 차이가 많이 난다. 함정은 장기간의 획득기간을 필요로 하고 일반무기체계의 경우 중, 단기(함정에 비해)로 이루어진다.

양산방법에서는 일반무기체계는 시제품을 제작 후 시험평가 과정에서 오류와 문제점을 수정할 수 있다. 하지만 함정의 경우 선도함 건조를 시작으로 후속함을 건조한다. 선도함을 시제품이라고 생각하고 잘 못 만들었을 경우는 엄청난 금액과 시간적 손실을 입게 된다. 규격화/표준화의 경우에도 함정은 동형함정 이라고 할지라도 후속함의 경우 차이점을 가지고 있고, 플랫폼만 유지하는 형태이다.

<표7>와 <그림6>을 보면 함정 획득과정과 일반무기체계의 획득과정의 차이점을 쉽게 알 수 있다.

<표7> 함정과 타무기체계의 획득 구분

구분	함정건조	타 무기체계 획득
획득기간	장기	중, 단기(함정대비)
획득방법	국내건조	연구개발 또는 구매
성 격	복합무기체계 부대(작전, 훈련, 정비, 행정, 거주공간)	단일무기체계 장비
의사결정방법	복잡 (체계통합, 공간최적화 필요)	상대적으로 단순
건조/제작방법	소량, 주문공사(Ship Building)	대량, 조립생산
양산방법	선도함 건조와 병행	시제품 시험평가 후 착수
전력화방법	선도함부터 실전배치	양산품부터 실전배치
규격화/표준화	불가 (동형함도 규격화/표준화 불가)	가능

<그림6> 육/공군 무기체계와 함정무기체계 획득 과정

4.2 함정건조사업의 절차

함정의 획득단계별 함정건조사업의 절차와 ILS와의 관계를 알아보면 첫 번째로 선행연구(개념설계) 단계에서 개략적인 작전운용성능(ROC)를 바탕으로 함정의 개념을 설계하고, 함정건조를 위한 기본지침을 제공하는 함정건조기본지침서(TLR : Top Level Requirement)를 작성한다.

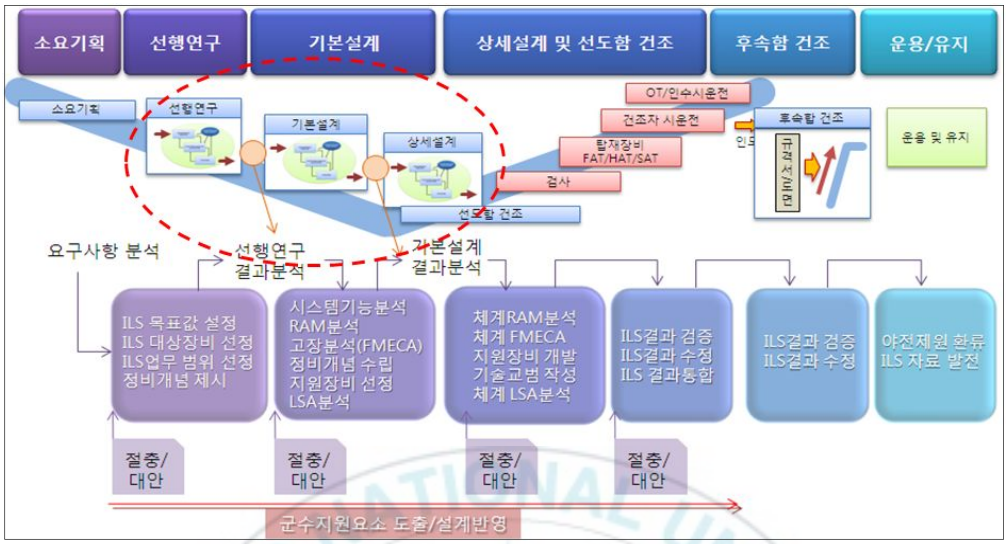
이 단계에서 연구개발 주관기관 선정을 위한 제안요청서(안)(RFP : Request For Proposal)을 작성하게 되며, 제안서를 작성한다. ILS-MP(종합군수지원 기본계획서)를 작성하게 된다.

기본설계 단계에서는 함정에 대한 기본설계를 진행하며, 함정건조기술사양서 TLS(Top Level Specification)을 작성하며, 시험평가를 하는 단계이다.

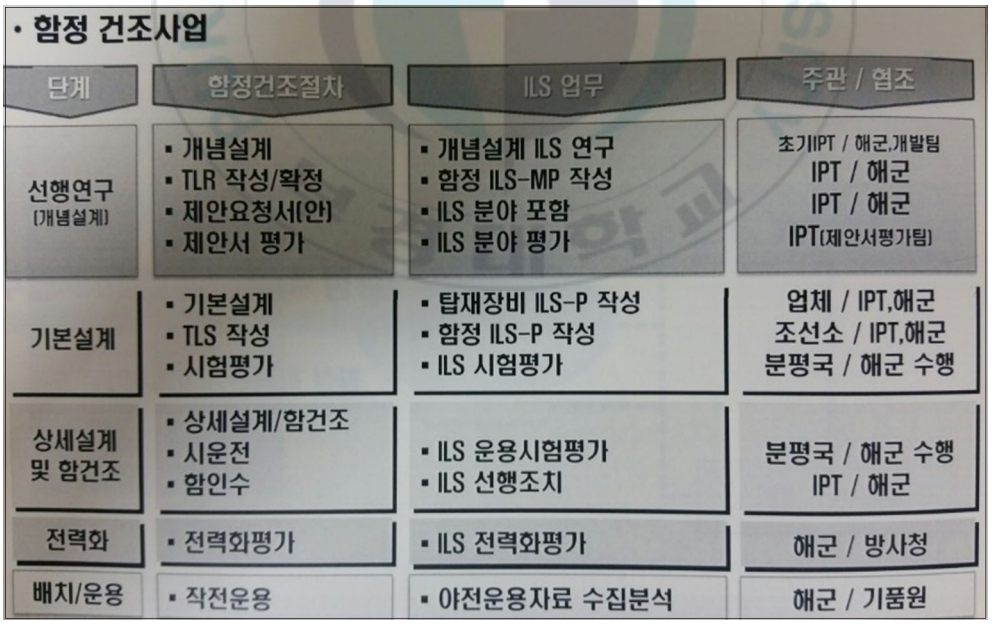
상세설계 및 함건조 단계에서는 상세설계 및 함건조를 진행하며, 시운전, 함을 인수하는 단계이다. 이때 ILS 파트에서는 ILS운용시험평가를 진행하게 된다.

전력화단계에서는 함정에 대한 전력화평가를 진행하며, ILS파트 역시 전력화 평가를 진행한다.

이런 일련의 과정을 거쳐 함정을 건조하게 되는데 아래의 [그림7.8]에 간략하게 정리 되어 있다.



[그림7] 함정 건조단계별 ILS와의 관계



[그림8] 함정건조사업의 획득단계별 ILS 업무

5. OMS/MP 적용방법론 개선안

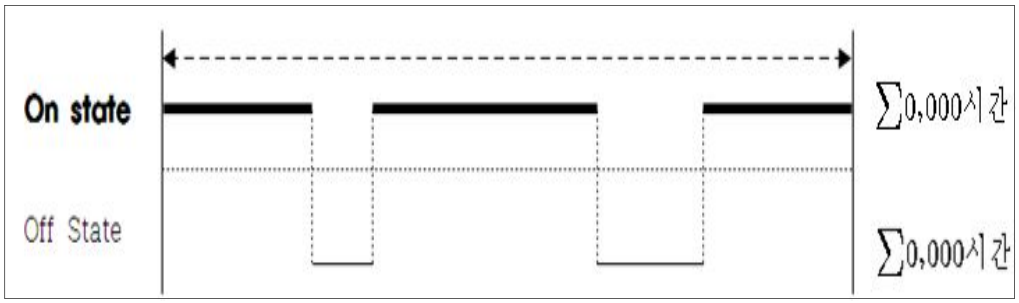
5.1 작전운용형태 및 임무유형(OMS/MP)의 정의

미래전장에서 “해당 무기체계의 임무는 무엇이며, 어떻게 사용될 것인가?”를 체계적이고 정량적으로 분석하여 모든 운용 및 임무형태별 필수임무기능의 구체적 운용량을 기술한 문서로 미군의 Operation Mode Summary(작전 운용형태), Mission Profile(임무유형)에서 그 기원을 찾을 수 있다. 무기체계 소요제기 시 해당 무기체계의 OMS/MP를 작성토록 하고 있으며 이는 주장비 설계목표 및 ILS 요소 개발의 기준이 되는 기초자료로 활용하고 있다. [18]

일반적으로 OMS/MP는 무기체계의 운용환경 및 임무/운용개념, 방법론, 전·평시 OMS/MP로 구성된다. 작전지역 분석과 OMS/MP의 운용환경 및 임무/운용개념은 MAA에서 결정되며, MAA의 전투/운용시나리오를 바탕으로 전·평시 OMS/MP가 작성된다.

5.1.1 운용형태종합(OMS)

운용형태종합(OMS)는 무기체계의 전 · 평시 운용형태를 종합적으로 정리한 자료로서 “임무를 수행하게 될 조건”, “임무가 시작되어 완료시까지의 기간과 각가의 임무발생 횟수”, “무기체계 운용시간” 등이 기술되어야 한다.



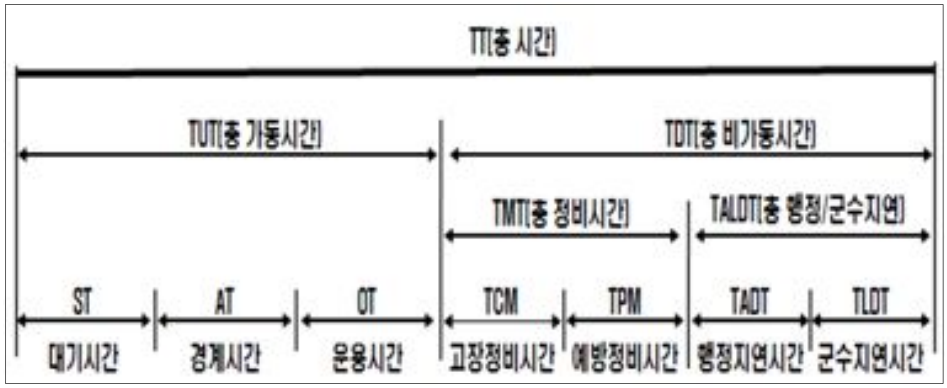
[그림9] 연간 무기체계 운용 시간 상태 그래프

5.1.1.1 OMS 포함 내용

가. 전 · 평시

<표8> 전 · 평시 OMS 포함 내용

구분	포함내용
전시	임무별 총 운용시간(TOT) 운용시간(Operating Time) 경계시간(Alert Time) 대기시간(Standby Time) 등
평시	유형별 훈련에 대한 횟수 총시간 총 가동시간(운용시간(Operating Time)) 경계시간(Alert Time) 대기시간(Standby Time) 총 비가동시간(Down Time) 등



[그림10] 운용시간 기준에 의한 분류

나. 운용환경

(1) 기후조건 : 무기체계가 운용될 지역별, 시기별 강수량, 강설량, 습도 등과 장비가 운용될 지역별/시기별 최저, 최고 및 평균기온을 포함

(2) 운용조건 : 운용지역의 지형, 도로포장상태 및 운용 빈도수 포함

다. 운용형태

(1) 운용형태별 시간 : 작전 및 훈련개념, 각각의 운용에 따른 운용시간 세부내역, 운용횟수(일수), 평균운용소요, 장비편성 내용(총운용, 장비수 미 운용부대수), 임무지속시간, 발생빈도 등을 포함한다.

(2) 정비계단별 정비소요 : 가용도 및 정비도 목표치, 정비계단별 운송거리 및 시간 등을 포함한다.

(가) 정비지원개념 및 목표 설정

정비계단별 정비수준, 수리방침, 기능 및 책임, 개략 정비개념

(나) 정비환경

기술수준, 교육체계, 정비인원 및 주특기 소요, 정비계단별 지원체계 수 등

(3) 무기체계 가동시간 및 불 가동시간

대기시간, 행정 및 군수지연시간, 비상대기 시간 등이 포함된다. [18]

[그림11] OMS/MP Process [18]

5.1.2 임무유형(Mission Profile)

무기체계가 운용간 수행해야 할 임무로서 사격발수, 주행거리 등 운용형태별 필수임무기능의 수행시간 및 운용량을 제시한 것이며, 특정한 임무수행이 어떤 환경조건에서 어떠한 형태로 얼마만큼 수행되는가를 정량적으로 표현한 것이다.

가. 포함내용 및 유형

작전임무별 운용소요 시간을 각각의 필수 임무 수행에 따른 주행거리, 발사탄수, 엔진가동/공회전시간, 임무구간별 이동속도/거리, 사격속도 등이며, 무기체계/장비가 수행해야 할 임무별 유형은 다음과 같다.

(1) 다중기능 임무는 여러 가지 기능을 연속적으로 수행하는 임무로써 전차/헬기/함정과 같이 복합 무기체계를 말한다.

(2) 단일 연속기능 임무는 한 가지 기능을 연속적으로 수행하는 임무로써 레이더, 탐지장비 등이다.

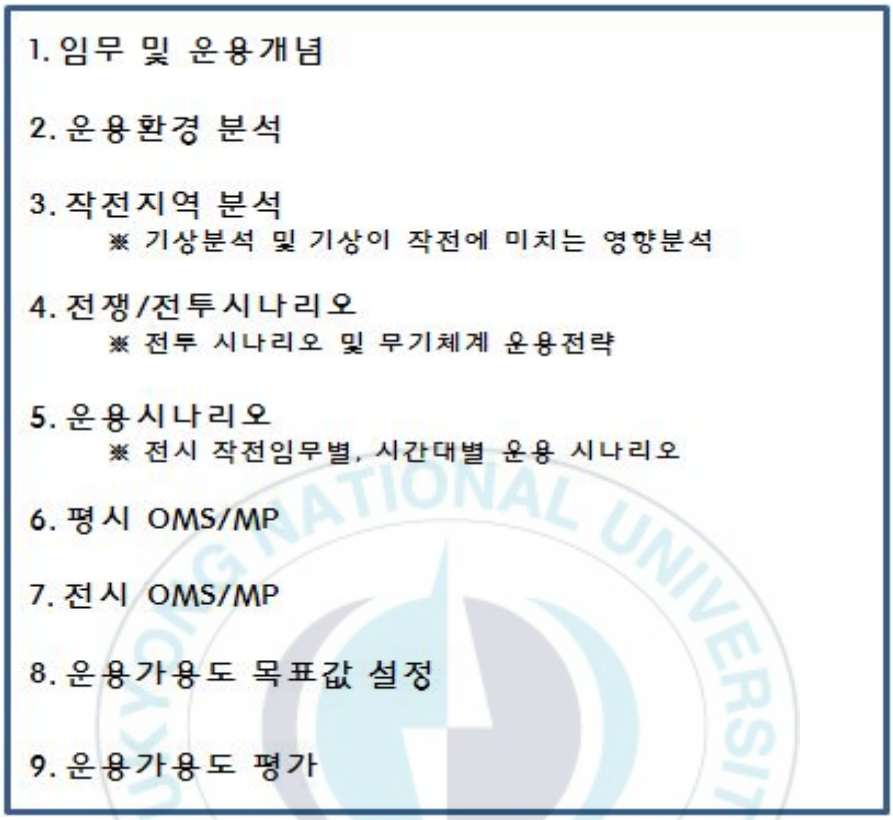
(3) 단일 주기기능 임무는 한 가지 기능을 반복하여 수행하는 임무로써 포신 등을 의미한다.

(4) 단일 일회기능 임무는 한 가지 기능을 한번만 수행하는 임무로써 미사일 등을 의미한다. [18]

5.2 함정 OMS/MP 작성절차

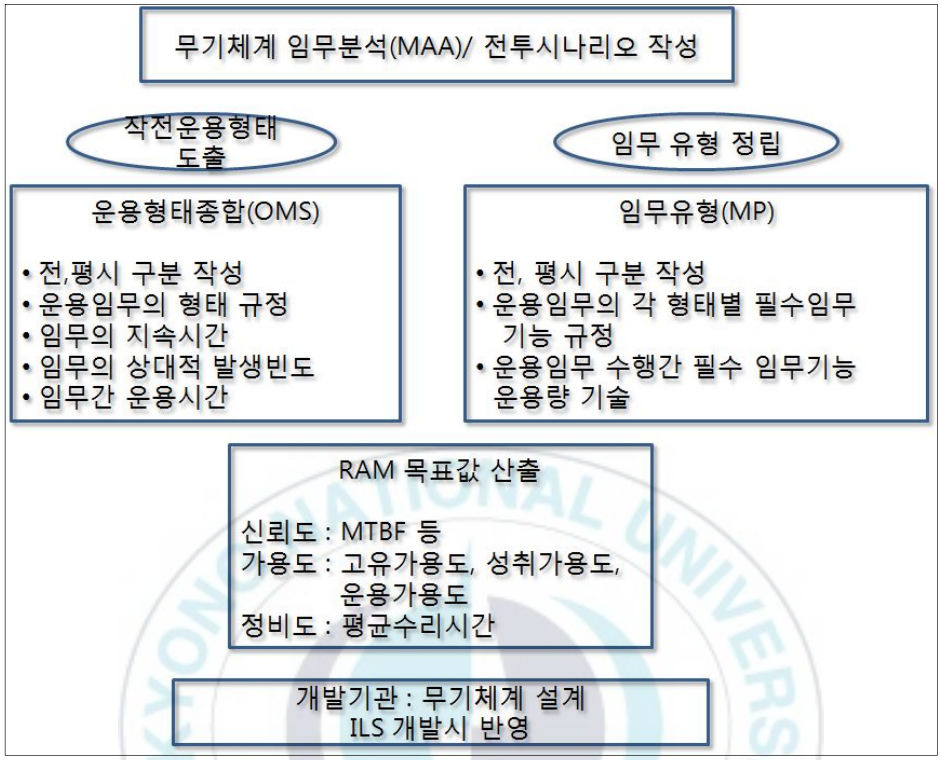
해군본부에서 발간한 종합군수지원 업무지침서(2010. 7)에 보면 기본적인 함정 OMS/MP 작성절차와 작성 템플릿에 대하여 찾을 수 있다.

[그림12] 함정 OMS/MP 작성절차

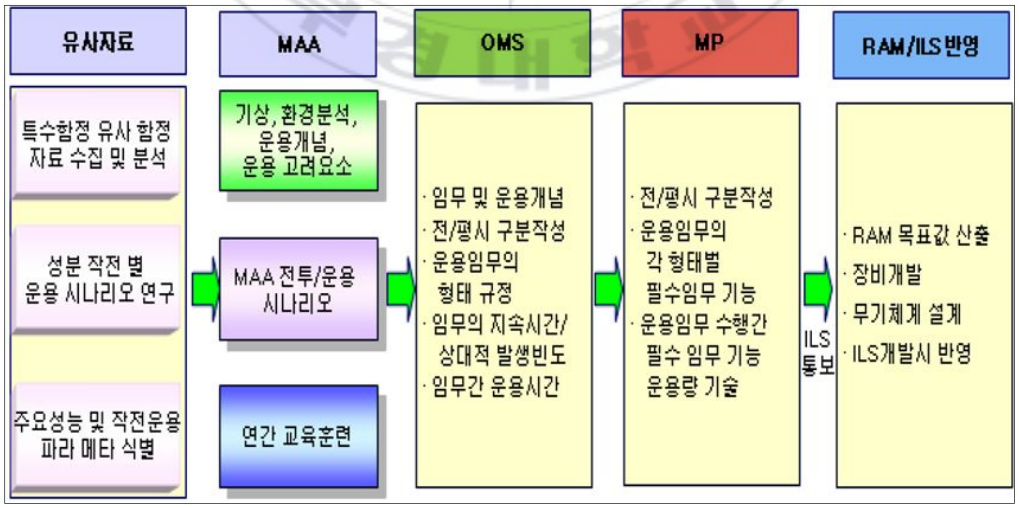


[그림13] 함정 OMS/MP 작성 템플릿 예시

작성절차에 따르면 임무분야를 4단계로 분석하여 장차전 고려요소, 미개해군작전개념 형성, 함정 운용개념, 함정 요구능력으로 분석하고, 전투시나리오에 대한 작성 후 전 · 평시를 구분하여 정량화된 OMS/MP를 작성하고 있다. 이를 토대로 운용가용도에 대한 목표값을 설정하고, 평가하는 순서로 진행되고 있다.



[그림14] OMS/MP와 RAM 목표값의 관계



[그림15] 함정 OMS/MP 작성 개념도

5.3 국 · 내외 OMS/MP 작성사례 분석

5.3.1. 미군 OMS/MP 작성사례 분석

미 교육사(TRADOC)에서 종합한 OMS/MP 작성사례에 의하면 과거 미군에서 수행한 작성사례를 분석한 결과를 볼 수 있다. 미군의 경우 미 육군 교육사의 표준 시나리오를 기반으로 워게임 및 분석모델을 활용하여 OMS의 시간요소 값의 결과만을 제시하였다.

<표9> 미군의 OMS/MP 주요 작성사례

무기체계	작성년도	수행기관
Improved CH-47D	1997년	미 육군 교육사(TRADOC)
Future Scout Vehicle	1999년	미 육군 교육사(TRADOC)
Up-Armored HMMWV	1999년	미 육군 교육사(TRADOC)
Line Haul Tractor	2009년	미 육군 교육사(TRADOC)
Joint Light Tactical Vehicle	2010년	미 육군 교육사(TRADOC)

<표10>를 참조한 사례들을 보면 개발 시기에 따라 작성요소들이 상이하며 2003년을 기점으로 중요한 차이를 보이는 것으로 나타났다. 이전의 방식은 식별된 능력을 우리가 위협 할 수 있는 무기체계를 만드는 상향식 접근방식 이였으나, 2003년 이후 how to fight에 초점을 맞춘 어떠한 위협에도 대처 할 수 있는 능력을 만드는데 초점을 두었다. 즉, 하향식 접근방식으로 OMS/MP를 작성하였다.

<표10> 미군 사례의 OMS/MP 작성세부요소

구분	OMS/MP 작성요소
CH-47D Service Life Extension Program (1997)	1. Introduction 2. Wartime OMS/MP 3. Peacetime OMS/MP 4. Enviroment conditions
Future Scout Vehicle (1999)	1. Concept of employment 2. Missions 3. OMS/MP methdology 4. Operational enviroment 5. OMS/MP - wartime 6. OMS/MP - peacetime
Up-Armored HMMWV (1999)	1. Concept of employment 2. Missions 3. Operational enviroment 4. OMS/MP methdology 5. OMS/MP - wartime 6. OMS/MP - peacetime
Line Haul Tractor (2009)	1. Introduction 2. Concept of employment 3. Full Spectrum Operations 4. OMS/MP(Offense, Defense, Stability) 5. Terrain Profiles 6. Performance Speed Requirement 7. Enviroment conditions
Joint Light Tactical Vehicle (2010)	1. Introduction 2. OMS(Dynamic, Static, Silent, Watch, System and Engine Off) 3. Operational Context 4. OMS/MP Table 5. Terrain 6. Enviroment conditions

5.3.2. 국내 OMS/MP 작성사례 분석

국내 개발된 무기체계의 OMS/MP 중 4가지 사례를 연구된 발표결과에 의한 자료이다. 국내의 OMS/MP는 정전중인 한반도 안보환경을 반영하여 운용상황을 전시, 평시로 구분하여 작성되어있다.

<표11> 국내 OMS/MP 주요 작성사례

무기체계	작성년도	수행기관
차세대 전차(K-2 흑표)	1999년	군사과학대학원
혜성 함대함 유도무기	1999년	국방과학연구소
중거리 지대공 유도무기	1999년	국방과학연구소
홍상어 대잠어뢰	2009년	국방과학연구소

작성된 주요 OMS/MP 작성사례를 보면 <표12> 처럼 각각의 개발이 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 운용되는 환경들이 차이가 있고(지상, 해상 등) 성능이 다르고 운용형태가 다르기 때문에 각각의 무기체계에 맞게 작성되어 있다.

<표12> 국내 OMS/MP 작성 사례별 작성요소

구분	OMS/MP 작성요소
차세대 전차 K-2 흑표 (1997)	1. 서론 2. 임무분야분석 : 연구개요, 가상 전투시나리오, 운용시나리오, 통합 Matrix 3. OMS/MP : 평시 OMS/MP테이블, 전시 OMS/MP테이블 4. RAM-D
혜성 함대함 유도무기 (1999)	1. 개요 : OMS/MP 일반 및 장비 설명 2. OMS : 기본전투 개념, 형태운용개념, 전,평시 OMS테이블 3. MP : 배치 환경, 필수임무기능, 평시 필수임무기능 4. RAM 목표값
중거리 지대공 유도무기 (2003)	1. 개요 : 목적, OMS/MP 포함요소, 점검목록 2. 방공운용개념 3. OMS/MP : 적용범위, 무기체계 개요, 주요 임무, OMS(개념, 운용시나리오, 전평시 OMS테이블) MP(전, 평시 MP 테이블) 4. 운용조건 및 환경
홍상어 대잠어뢰 (2005)	1. 개요 : 정의, 작성방법 2. OMS : 운용개념(필요성, 주임무, 운용개념, 군수지원 개념) 전·평시 OMS 테이블 3. MP : 훈련, 작전, 대기, 수리

5.4. 정확한 가용도 산출을 위한 변수 설정 개선안

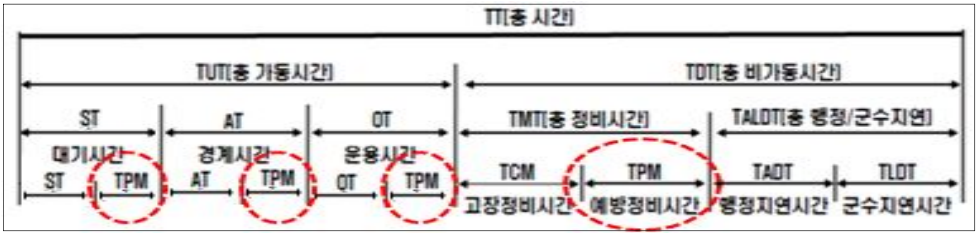
함정 무기체계의 OMS/MP의 산출 기준은 통상적으로 사용되는 기준에 의해서 연간 8760시간으로 총 가동시간 하에 산출되고 있다. 해상 장비의 RAM 목표값을 제시 할 때는 운용가용도를 목표값으로 제시하도록 되어있다. 운용가용도 산출 과정에서 육상무기체계와 함정무기체계의 차이점을 찾을 수 있다.

이는 운용형태에서 차이가 있는데 함정무기체계의 경우 타 무기체계와 달리 예방정비의 시간이 정박 중 뿐만아니라 함정이 항해중에도 이루어진다는 차이점이 있다. 그렇기 때문에 함정의 경우 타무기체계와 동일한 운용가용도 산출과정을 거쳤을 경우 전력화 이후 야전에 배치되었을때 운용가용도가 목표값과 맞지 않는 부분이 발생하게 된다. 이런 차이점을 세부적으로 다른 계산방식을 적용하여야 올바른 운용가용도를 산출하고 좀 더 정확한 RAM 목표값을 예측하는데 도움을 줄 수 있다.

본 논문에서는 현재까지 이루어지던 가동시간 계산방식에서 함정무기체계에 대한 가용도 계산 시 해상에서 이루어지는 예방정비시간 및 정박 중 이루어지는 예방정비, 즉 PMS 시간을 고려하여 실질적인 가동시간을 산출하는데 도움이 되는 방식을 제안하는데 목적이 있다.

함정의 경우 PMS의 M건 이하는 항해 중 또는 경계 중에 하는 경우가 많으며 항해 중에 이루어지는 PMS건을 모두 불가동시간으로 계산하기 때문에 실제 함정의 운용가용도의 수치와는 차이가 있을 것으로 생각된다. 그렇기 때문에 현실적인 결과값을 산출하기 위한 방식으로 예방정비시간의 항해 중 시간을 평균적으로 계산하여 가동시간에 포함시켜야 한다.

5.5. 개선안 검증



<그림16> 개선된 운용가용도 산출 시간기준

<그림16>은 본 논문에서 제안하는 개선안을 사용하여 만든 산출 기준 도표이며, 예방정비시간이 총 가동시간 내에도 각각 포함되어 있다.

본 논문에서 제안한 운용가용도 산출을 위한 개선안을 검증하고자 가상의 함행동 자료를 바탕으로 확인해보았다. 그리고 OOO 함형의 정비지침페이지를 토대로 정비항목을 분류해본결과 M건 이하에 대한 항목들이 평균 58.8%를 차지하였다.

이 수치를 가정하여 가상의 함행동 자료를 바탕으로 가용도를 재 계산 하는 과정을 거쳤다.

<표13> 개선안 적용 전 OOO함형 가상 함 행동 데이터 시간

TT				
8,760				
TUT(총 가동시간)		TDT(총 비가동시간)		
6,170		2,590		
OT.AT	ST	TCM	TPM	TALDT
4,080	2,090	120	2,400	70

이 데이터는 함 행동 연간 8760시간에 해당하는 자료를 운용시간, 경계시간, 대기시간, 예방정비시간, 고장정비시간 등으로 나타낸 표이다.
이 가상의 함정 운용 데이터 값을 가지고 제안된 방법론에서의 가동시간을 수정하여 계산하여 차이점을 비교 분석해보았다.

기존의 방식에서는 1년의 총 가동시간(TT)는 8760시간에서 예방정비시간(TPM) 시간이 2400시간을 먼저 비 가동시간으로 할당한 후, 총 가동시간을 계산하고 있다. 실질적인 운용가용도를 산출하기 위해서는 함정의 경우 앞서 말했듯이 PMS 등 함의 운용실적에 따라 예방정비시간을 고려하여 새롭게 산출방법을 생각해야한다.

2400시간 중 ○○함 정비지침페이지 수록된 PMS 시간을 분석한 결과 총 PMS 건수 중 M건 이하의 예방정비항목이 평균 58.8%인 결과를 바탕으로 이 수치를 도입하여 2400시간 * 0.588 = 1,411.2 시간이 실질적인 예방정비시간(TPM)으로 반영하였다. 이를 바탕으로 나머지 시간을 OT, AT 시간에 포함하여 989시간을 포함하여 5069시간으로 산출되었다. [표14 참조]

<표14> 개선안 적용 후 변경된 함 행동 데이터 시간

TT				
8,760				
TUT(총 가동시간)		TDT(총 비가동시간)		
7,159		1,601		
OT.AT	ST	TCM	TPM	TALDT
5,069	2,090	120	1,411	70

이 변경된 데이터를 바탕으로 운용가용도를 산출하는 작업을 거쳤다.

$$\text{변경 전 운용가용도 : } A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{6{,}170}{8{,}760} = 70.43\%$$

$$\text{변경 후 운용가용도 : } A_o = \frac{TUT}{TT} = \frac{7{,}159}{8{,}760} = 81.72\%$$

본 논문에서 제안한 방법론에 의한 운용가용도 산출은 가상의 데이터를 활용하여 비교하였을 때, 70.43%에서 81.72%로 차이가 발생한 것으로 볼 수 있다. 이런 제안된 방법론을 사용할 때의 운용가용도가 정확해 졌다고는 정확하게 말 할 수는 없다. 그러나 실질적인 가용도 산출에 반영되는 데이터의 신뢰성을 높이고 현실적인 데이터를 찾는데 활용 할 수 있는 한 가지 방안임에는 분명하다고 생각된다. 이는 앞으로 해군 함정 RAM 연구에 있어서 데이터로 축적시켜서 비교 분석하면 더욱 좋은 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

이 제안된 개선안이 함정 운용가용도 산출에 정확도를 가져다 줄 것으로 판단되며 가용도 향상을 위한 방식이 아닌 데이터의 신뢰성과 정확도를 높이는데 그 목적이 있다. 이 개선안의 유용성, 즉 적합가능성에 대해 알아보기 위해 제6절에서 전문가 인터뷰를 통해 유용성 검증을 실시하였다.

6. 개선안 대한 유용성 검증

개선안을 적용한 운용가용도 산출 방식에 대해 계층분석과정 AHP 기법을 적용하여 유용성을 검증하였다.

6.1 AHP 기법

AHP기법은 1970년대 초반 T.Saaty에 의해 개발된 계층적 의사결정 방법으로 계층구조를 구성하고 있는 요소들 간의 쌍대비교를 통한 전문가의 지식, 경험 및 직관을 종합하여 하나의 대안으로 결정하는 방법이며, 이후 Satty & Vargas(1982)에 의해 이론적 세부적 완성과 체계가 확립되었다.

AHP는 복잡한 의사결정 문제를 계층적으로 분석함으로써 의사결정 문제를 명확히 규명하고 정량적인 부분뿐만 아니라 평가자의 정성적인 부분을 측정하는 척도와 우선순위도 포함하는 모델이다.

본 논문에서 제안한 방법론은 정량적으로 수치를 측정 했을때 좋은 결과가 나올지 나쁜결과가 나올지에 대해서는 알 수 없다. 실질적인 결과가 현실과 좀더 적합하도록 정확성을 높이는데 그 목적이 있다. 그렇기 때문에 이 방법을 통해서 전문가의 의견으로 이 방법의 제안이 타당한가를 살펴보기 위해 AHP기법을 본 논문에 적용하였다.

AHP 기법은 전문평가자들의 판단에 대한 일탈을 예방할 수 있도록 논리적 일관성을 측정하여 그 방법의 신뢰도를 향상시킨다. 그리고 의사결정 문제와 관련된 평가요소 및 기타 상황의 변화에 따른 민감도를 분석할 수 있으며, 다수 평가자들의 다양한 우선순위 결과를 수치적으로 통합을 통해 최종 우선순위를 도출할 수 있게 해준다.[18]

6.1.1 AHP 기법의 절차

AHP는 계층구조(Structuring hierarchy)의 원리, 우선순위설정(Setting Priorities)의 원리, 논리적 일관성(Logical Consistency)의 원리를 바탕으로 한다. AHP 기법이 적용되는 단계에 따라 4단계로 진행되며 그 단계는 다음과 같다.

[1단계] 의사결정문제의 요소들간의 관계를 분석하여 계층구조형성

AHP 기법을 이용하기 위해 가장 중요한 단계는 여러 의사결정 사항들을 계층화 하는 것이다. 최상위 계층은 최종의 목표를 나타내고 하위 세부요소들로 구성되어 목표-수단 관계를 나타낸다. 여기서 한 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것이어야 하고, 최하위 계층에는 최종적으로 선택되는 의사결정의 대안이 위치한다.

[2단계] 쌍대비교를 통한 가중치 산출

이 단계에서는 특정 계층내에 있는 요소들의 중요도에 대한 의사 결정자의 선호도를 평가하는 단계이다. 쌍대비교는 요소등의 중요도, 대안의 중요도에 대한 의사결정자의 평가를 용이하게 하기 위하여 행해진다. 일반적으로 어느 한 요소 또는 대안에 대한 중요도의 절대적인 평가보다 두 개의 서로다른 요소 또는 대안들의 중요도를 상대적으로 비교 평가하는 것이 용이하기 때문이다. 의사 결정자가 어느 두 요소를 비교하여 부여하는 비교치를 쌍대 비교치라 부른다. 본 논문에서는 쌍대비교 척도는 <표>와 같이 각 척도간의 차이를 주기 위해 3점 척도로 중요도를 부여하였다.

<표15> 쌍대비교척도

척도	정의	언어적 표현
1	동등하게 중요	두 개의 요소가 차상위 목표의 기준에서 볼 때 똑같이 중요
2	약간 중요	한 요소가 다른 요소보다 약간 중요
3	매우 중요	한 요소가 다른 요소보다 강하게 중요하거나 가치 있음

쌍대비교를 통해 얻어진 쌍대비교 행렬을 이용하여 각 행렬별로 요소들의 상대적 중요도 즉, 가중치를 산출하는 과정을 거친다. 쌍대비교 행렬로부터 요소들의 중요도를 계산하는 방법으로 고유벡터 계산방법을 사용한다. 일반적으로 다 요소 의사결정 문제에서는 정성적인 요소들을 포함하고 있으며, 이로 인한 쌍대 비교치는 주관적인 평가에 의존할 수밖에 없다. 본 논문에서 제시한 방법론은 현재로서는 정량적인 판단을 할 수 없기 때문에 이 방법을 사용한다.

[3단계] 가중치 항목 반영 및 대안 평가

2단계에서 구한 가중치에 각 쌍대비교 항목별 점수를 합산하고 기하 평균한 값을 곱하여 각각의 대안에 대한 항목 합을 구한다. 합산한 값이 큰 대안을 선정할 수 있으나, 각각의 계층화 한 항목에 따라 다른 결과를 도출할 수 있기도 하다. 예를 들면, 전체적인 대안 A가 높은 점수를 얻었지만 예산에 초점을 두어 대안을 평가하였다면 예산 항목에서 제일 낮은 점수를 획득한 대한 A는 적절한 대안이 될 수 없다고 판단할 수 있는 근거를 마련할 수 있다.

[4단계] 일관성 비율 검증

일치성을 만족하는 행정A로부터 a_{ij}의 약간의 변화는 λ_{max}의 n으로부터의 약간의 변화를 가져온다. 따라서 λ와 n의 편차로부터 쌍대비교행렬의 일치성 정도를 알 수 있게 된다. 따라서 일관성 지수(Consistency Index : CI)는 다음과 같으며 CI < 0.1이면 일관성이 있다고 판단한다.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

살펴본 AHP 기법을 바탕으로 가용도 산출을 위한 방법론 제안의 유용성 검증에 대해 4단계를 수행함으로써 검증의 과정을 거치도록 하겠다.

6.2 1단계 - 계층적 구조화 수행

1단계에서는 방법론에 대한 제안을 계층적으로 구조화를 하였다. 방법론의 목적은 “함정 RAM 목표값 산출”로 정의하고 가용도 정확성 향상을 위한 부분과 효율적인 함정 획득관리를 위하여 계층화 하였다.

[그림17] 계층적 구조화

Level 1을 가용도 정확성 향상, 함정 획득 관리, Level 2를 운용실적보장, 운용 DB 관리, 효율성, 운용성, 부대운영, 자원관리로 계층화 한 것이다.

6.3. 2단계 - 쌍대비교를 통한 가중치 산출

2단계에서는 해군, 조선소의 RAM 전문가 10명에 대한 인터뷰를 수행하여 <표15>와 같이 Level 2에 대한 쌍대비교를 수행하고 그에 대한 가중치를 산출하는 과정을 거쳤다.

<표16> 쌍대비교 결과 및 산출 가중치

	운용실적보장	운용DB관리	효율성	운용성	부대운영	자원관리
운용실적보장	1	2.3506	1.8282	1.3922	1.6180	1.5431
운용DB 관리	0.4254	1	0.7179	0.6285	0.7132	0.7132
효율성	0.5470	1.3930	1	0.6468	0.6656	0.6656
운용성	0.7183	1.5911	1.5461	1	1.0288	1.0085
부대운영	0.6180	1.4021	1.5024	0.9720	1	1.0085
자원관리	0.6480	1.4021	1.5024	0.9916	0.9916	1

	운용실적보장	운용DB관리	효율성	운용성	부대운영	자원관리
가중치	0.268	0.144	0.168	0.162	0.138	0.12

6.4 3단계 - 가중치 항목 반영 및 검증

3단계에서는 2단계에서 구한 가중치를 각 항목에 반영하여 <표16>와 같이 점수를 합산하여 유용성을 검증하였다.

<표17> 가중치 반영 유용성 검증결과

항목	가중치 (A)	가용도 산출 방법론 미적용		가용도 산출 방법론 적용	
		방안별 평가점수(B)	가중치 반영점수(A*B)	방안별 평가점수(C)	가중치 반영점수(A*C)
운용실적 보장	0.268	1	0.268	4.3	1.1524
운용DB관리	0.144	1.2	0.1728	4.0	0.5760
효율성	0.168	1.5	0.252	3.8	0.6384
운용성	0.162	1.4	0.2268	2.6	0.4212
부대운영	0.138	1.6	0.2208	2.9	0.4002
자원관리	0.12	1.8	0.216	1.9	0.2280
총계	1	-	**1.3564**	-	**3.4162**

계층화한 한목의 평가점수에 가중치 반영 결과 제안된 가용도 산출방식에 대한 미적용 시 1.36점, 적용하였을 경우 3.42점으로 적용하는 방식이 평가자들의 의견 상 유용한 것으로 확인할 수 있었다. 특히, 계층 항목 중 운용실적에 관한 내용이 가용도 산출방식을 개선 후 훨씬 더 유용할 것으로 분

석할 수 있었다. 나머지 부분에서는 개선 될 것이라는 사실을 보였지만, 자원관리 측면에서는 큰 변화가 없었다. 이 이유는 함정의 가용도를 정확하게 산출하는데 그 목적이 있었고, 가용도 산출과는 별도로 함정의 운용세력의 숫자에 대한 문제점으로 판단된다.

6.5 4단계 - 일관성 비율 검증

4단계에서는 평가자들의 일관성 확인을 위한 검증 과정을 거쳤다. 비교수행자가 얼마만큼 일관성을 가지고 질문에 응하였는지에 대한 지표인 CI(Consistency Index) 값을 구하여 0.1보다 작은지를 확인하는 것이다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{6.0218 - 6}{6-1} = 0.0044$$

CI 산출 공식에 의거 산출결과 0.0044으로 0.1보다 CI가 작으므로 평가자들의 응답결과는 일관성이 있으며 믿을만한 산출결과라고 판단 할 수 있었다.

7. 결론

본 논문에서는 최근 무기체계 개발에 중요성이 인식되고 있는 ILS에 대한 선행연구를 바탕으로 RAM 목표값에 대한 정확도 향상을 위한 가용도 산출에 대한 개선안을 제시하고 가상의 함 운용 데이터를 활용하여 변화됨을 확인하였다. 이 후 그 개선안에 대한 유용성 검증을 실시하였다.

먼저 선행논문 등 연구과제를 연구하면서 함정무기체계와 타 무기체계와의 RAM 목표값 산출에 대한 방식이 달라야 한다는 점을 알았으며, 이를 통해 실질적으로 운용되고 있는 함대의 함정 운용실적과 운용가용도가 상당부분 일치 않는 문제점을 발견하였으며, 이를 해결하기 위해 운용가용도 산출을 위한 정비시간 기준 변경에 대한 개선안을 제시하였다.

함정이라는 군 기밀 특성 상 가상의 함 운용 데이터를 바탕으로 특정함의 정비지침 페이지를 활용하여 계획정비시간에 대한 산출을 실시하였으며, 그 결과 PMS의 M건이하의 건수가 평균 58.8%를 차지하여 이를 적용하여 가동시간을 새롭게 계산하여 적용하였다. 약 연간989시간의 시간이 비가동시간에서 가동시간으로 포함되어 제안한 개선안을 적용한 결과 운용가용도 산출에서 70.43%에서 81.72%로 변경된 사실을 볼 수 있었다. 이는 함정의 정확한 운용가용도, 즉 실질적인 운용자 측면에서의 가용도를 나타내는데 효과적일 것으로 판단된다.

이후 가용도 산출에 대한 기준 변경 개선안의 유용성을 검증하기 위해 정량/정성적 평가가 가능한 AHP기법을 활용하여 검증하였다. 계층적 구조화 수행, 쌍대비교를 통한 가중치 산출, 최종가중치 항목반영, 일관성 검증을

통해 4단계로 수행한 결과 기준변경 방법론에 대한 적용 시 3.42, 미 적용 시 1.36로 유용성이 있다는 것을 검증하였으며, 특히 항목 중 “운용실적 보장”의 경우 적용 시 1.15, 미적용 시 0.27로 가용도에 대한 운용실적보장이 가능한 것으로 확인되었다. 마지막으로 평가자들의 일관된 평가결과를 판단할 수 있는 일관성 비율(CI)을 확인한 결과 0.1보다 작은 결과인 0.0044로 신뢰할 수 있는 결과를 확인 할 수 있었다.

본 논문이 RAM에 관한 뛰어난 새로운 방법을 제시한 부분은 아니지만 향후 실질적인 가용도 산출과 관련한 부분이 도움이 될 것으로 판단된다. 가상의 데이터를 가지고 분석한 결과이기 때문에 차후 장기적인 DB구축을 통하여 함정 운용가용도에 대한 개선안의 검증 및 확인이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] 하성철, 국정호, “함정 전·평시 OMS/MP 설정 방법론 연구 및 사례”, 한국군사과학기술학회지, 제15권, 제5호

[2] 홍순국, 송기훈, 2014, “해군 함정 탐기체계 RAM값 산출 방법에 관한 연구”. 2014 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문집

[3] 왕영진, 김용진, 이범구, “함정의 효과적인 RAM 목표값 설정 방법 연구”, 제8회 국방기술 학술대회

[4] 하성철, 김경용, 2012, “함정 OMS/MP 및 유사체계 RAM 분석 활용 기반 목표운용가용도 설정 연구”, 한국군사과학기술학회지, 제15권, 제5호

[5] 홍순국, 송기훈, 2014, “해군 함정 탐기체계 RAM값 산출 방법에 관한 연구”. 2014 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회 논문집

[6] 조강훈, 박상철, 2015, “해상감시레이더의 RAM값 산출을 위한 OMS/MP 분석”, 2015 한국 CAD/CAM 학회 동계학술대회 논문집

[7] 장원준, 김경용, “OMS/MP를 활용한 함정 RAM 목표값 설정 방법론 연구”

[8] 해군본부, “종합군수지원 업무지침서”

[9] 신대균, 2001, “종합군수지원제도 발전방안에 관한 연구”

[10] 해군본부, “종합군수지원 업무지침서”, ILS의 필요성 P1-3 ~ 1-5

[11] 국방기술품질원, 2009.12, “RAM업무 계획/관리를 위한 업무편람”, p3

[12] 방위사업청, “무기체계RAM업무지침”

[13] 최석철, 2000, “무기체계 신뢰성 개론”, 국방대학교 . p11.

[14] 최석철, 손문국, 2008, “무기체계 신뢰도 향상방안 연구”, 신뢰성응용연구. 제8권, 제1호

[15] 해군본부, “종합군수지원 업무지침서”, 제4장 종합군수지원 관련 분석기법, 제1절 램(RAM) 분석

[16] 국방기술품질원 신뢰성분석팀, 2008.11, “효과적인 함정 ILS요소개발을 위한 RAM 목표값 설정방안 연구”. p5 ~ 14.
[17] 김문조 등, 2011.3, “무기체계 획득 & 종합군수지원(ILS)”, 양서각, 제4장 RAM 분석
[18] 조근태, 조용곤, 강현수, 2003, “앞서가는 리더들의 계층 분석적 의사결정”, 동현출판사
[19] 김성의 등, “의사결정분석 및 응용”, 영지문화사, 제13장 계층분석과정
[20] 진종훈, 2012.2, “시스템엔지니어링을 적용한 함정 특수성능 관리방법론 연구”, 서울대학교 대학원 졸업논문
[21] 국과연, 2006. 노효상, RAM 분석기법 발표자료
[22] 심재관, 2013, “첨단 무기체계 획득을 위한 효율적인 종합군수지원 방안”, 대전대학교 대학원 졸업논문
[23] 장원준, 2009, “RAM 목표값 설정 방법론 연구”, 제3회 국방신뢰성세미나 발표집
[24] 해군, OOO 함형 정비지침페이지

감사의 글

대학원이라는 새로운 선택을 하게 된지 어느덧 2년이라는 시간이 지났습니다. 돌이켜보면 일을 하면서 공부를 한다는 게 얼마나 힘든 일인지 알게 해준 소중한 시간들이었습니다. 제가 해군에 있으면서 함정근무를 했던 시간들이 조선공학 대학원을 선택하게 된 이유가 되었습니다. 힘든 선택이었지만 덕분에 이렇게 졸업을 앞두게 된 시간까지 흘렀고 감회가 새롭습니다. 일이라는 핑계로 석사공부를 좀 소홀히 했던 점이 제 자신에게 가장 부끄러운 숙제로 남은 것 같습니다.

졸업까지 많이 부족한 저를 사랑으로 지도해주신 김동준 교수님께 깊은 감사의 인사를 드립니다.

그리고 논문 심사를 위해 기꺼이 시간을 내주신 김인철교수님, 김용직교수님께 감사드립니다. 그리고 대학원을 처음 가고자 마음먹고 조선해양시스템공학과에 문을 두드렸을때, 서슴없이 받아주신 구자삼 학과장님, 구조역학이라는 처음배우는 과목을 쉽게 가르쳐주신 배동명 교수님, 젊은 감각으로 유체역학이라는 너무나 어려운 과목을 알게 해주신 신상묵 교수님께 진심으로 감사드립니다. 제가 수업을 많이 듣지 않아 배성용교수님 수업을 듣지 못하고 회식자리에서만 뵀던점이 아쉽습니다.

그리고 우리 전산설계연구실 소중한 식구들, 항상 인자한 웃음을 인사를 받아주시는 윤태경이사님, 이번에 좋은 소식을 들려준 숭기형, 창화, 우리 방에서 항상 열심히 하는 두우총, 가오, 하이, 알디아스, 부족한 영어를 힘

들게 가르쳐주는 크리스티앙, 항상 가족과 일을 열심히 챙기시는 대학이형, 술을 좋아하는 정인이형, 재근이, 경환이, 사라, 민수 모두 다른 과에서 온 저를 항상 웃으면 대해줘서 감사했습니다. 술을 한잔 사줘야대는데 아직 못 사줘서 미안하게 생각하고 조만간 꼭 한잔 사겠습니다. 항상 잘 모르던 저를 챙겨주신 형조형, 현식이형, 그리고 마지막으로 졸업을 같이 하게 된 연희누나, 항상 학교도 잘 안 오고 그래도 잘 챙겨주셔서 감사했습니다! 더 좋은 곳에서 만나길 바랍니다. 그리고 학군단 식구들 박현욱 단장님을 비롯하여, 정관석 대령님 등 과장님 이하 동료 선,후배들, 못하는 영어덕분에 영문초록 쓰는데 많이 도와준 가영이누나, 관욱이형 정말 감사합니다. 여러분들 덕분에 무사히 졸업을 할 수 있었습니다.

석사공부를 하면서 가장 큰 깨달음은 제 자신을 돌아볼 수 있는 시간이었습니다. 항상 열심히 살아왔다고 생각했는데 아쉬운 시간이었던 것 같습니다.

무엇보다 힘든 상황에서도 대학원을 진학할 수 있게 도와주신 가장 사랑하는 아버지, 어머니, 우리 동생 가현이에게 사랑과 감사의 인사를 하며, 더 나은 사람이 되도록 노력하겠습니다.

마지막으로 조선공학과의 식구가 될 수 있게 도와주신 많은 분들께 다시 한 번 감사의 마음을 전하며 소중한 인연으로 생각하겠습니다.

감사합니다.

부록. AHP 적용 관련자료

1. 계층화 항목에 대한 각 방안별 점수 평가표

구분		개선안 적용	개선안 미적용
가용도 정확성	운용실적 보장		
	운용DB 관리		
함정 획득 관리	효율성		
	운용성		
	부대운영		
	자원관리		

※ 방안별 평가 점수표 : 유용 5점 / 보통 3점 / 불리 1점

* 항목별 5, 3, 1이 부여될 수 있도록 합니다.

2. 쌍대비교 시 상대적 중요도의 정의

척도	정의	언어적 표현
1	동등하게 중요	두 개의 요소가 차상위 목표의 기준에서 볼 때 똑같이 중요
2	약간 중요	한 요소가 다른 요소보다 약간 중요
3	매우 중요	한 요소가 다른 요소보다 강하게 중요하거나 가치 있음

3. 쌍대비교 시 상대적 중요도의 정의

운용실적보장	3	2	1	2	3	운영DB관리
운용실적보장	3	2	1	2	3	효율성
운용실적보장	3	2	1	2	3	운용성
운용실적보장	3	2	1	2	3	부대운영
운용실적보장	3	2	1	2	3	자원관리
운용DB관리	3	2	1	2	3	효율성
운용DB관리	3	2	1	2	3	운용성
운용DB관리	3	2	1	2	3	부대운영
운용DB관리	3	2	1	2	3	자원관리
효율성	3	2	1	2	3	운용성
효율성	3	2	1	2	3	부대운영
효율성	3	2	1	2	3	자원관리
운용성	3	2	1	2	3	부대운영
운용성	3	2	1	2	3	자원관리
부대운영	3	2	1	2	3	자원관리