

함정탐재 유도무기에 대한 OMS/MP 템플릿 개발

(A Development of OMS/MP Template of Guided Weapons on Board Ship)

권 용 수(Yong-Soo Kwon)*, 이 경 행(Kyoung-Haing, Lee)**

초 록

함정탐재 유도무기 획득시 RAM분석의 목표값 제공과 ROC 분석의 기초자료로 제공되는 OMS/MP는 소
 요군에서 작성토록 되어 있으나, 함정의 특수한 환경에 따른 정량화된 데이터획득 및 관련 작성지침이 정립
 되지 않아 개발자 중심의 제품개발 및 신뢰성 있는 무기체계 획득이 미흡한 실정이다. OMS/MP는 미래 전장
 환경과 새로운 교리에 부합된 신 무기체계의 개발에 있어서 전·평시 어떻게 운용될 것인지를 전투개발자
 측면에서 체계적이고 정량적으로 기술한 수락시험의 기준이 되는 가장 핵심이 되는 부분이다. 본 연구는 무
 기체계 개발시 군의 적정 요구성능과 연구개발자에게 최적의 무기체계 설계개념을 제공하는 정량화된
 OMS/MP 개발 및 RAM 목표값 산출 프로세스를 제시하였으며, 이를 기반으로한 함정탐재 유도무기에 대한
 OMS/MP 작성 템플릿을 개발했다.

ABSTRACT

This work describes a basic process of OMS/MP in guided weapons on board ship. The OMS/MP which provided basic data of ROC & RAM analysis must be prepared by user. But data acquisition quantified by specific operational environment of ship and related preparing instructions which are not established are now insufficient of reliable weapon systems acquisition. The OMS/MP is an important area that become measures of Acceptance Test and doctrine considering future battlespace environment. From a development of the OMS/MP template that describe systematically and as quantitative of shipped guided weapons, combat developer oriented product development & reliable weapon system acquisition are to be accomplished. This research developed OMS/MP preparation templete that presented quantified OMS/MP derivation and RAM target value calculation process which provide optimum weapon systems design concept to research developers

Keywords : OMS/MP(Operational Mode Summary/Mission Profile)
 RAM(Reliability, Availability, Maintainability)

* 국방대학교 무기체계학과

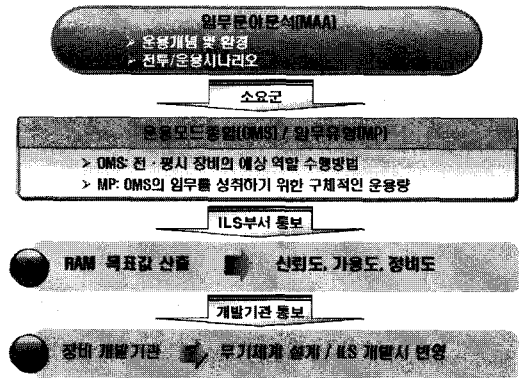
** 국방대학교 무기체계학과

1. 서론

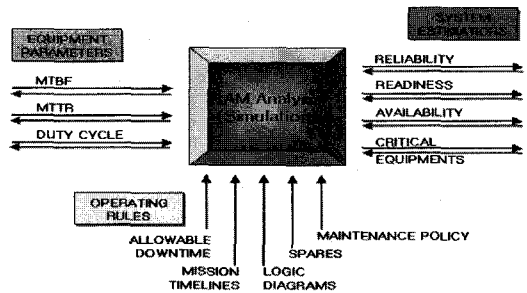
함정탐재 유도무기 획득시 RAM(Reliability, Availability, Maintainability) 분석의 목표값 제공과 ROC 분석의 기초자료로 제공되는 운용모드중합/임무유형(OMS/MP: Operational Mode Summary / Mission Profile)은 소요군에서 작성토록 되어 있다. 그러나 함정의 특수한 환경에 따른 정량화된 데이터획득 및 관련 작성지침의 미정립으로 인해 소요군 중심의 제품개발 및 신뢰성 있는 무기체계 획득이 미흡한 실정이다. <그림 1>과 같이 임무분야분석(MAA: Mission Area Analysis)을 기반으로 작성된 소요군의 OMS/MP는 ILS부서에 통보되어 RAM 목표값 산출자료로 제공되며, 산출된 목표값은 개발기관의 무기체계 설계 및 ILS 개발시 반영된다. 소요군은 전력소요요청서의 ILS요소에 목표운용가용도를 포함하여야 하며, 소요제기시 유사 무기체계의 운용가용도를 고려하여 설정하여야 한다^[1]. 그러나 선진국과 달리 국내에서는 소요제기시 명확한 목표운용가용도 설정근거 자료를 미제시함에 따라 개발자 요구사항 분석시 목표운용가용도가 설계규격에 미반영되고 있는 실정이다. 미 해군은 <그림 2>와 같이 소요제기시 전시 운용시나리오를 통한 OMS/MP, 유사함정의 운용제원 수집/분석자료 및 가용도 프로그램을 활용한 구체적인 목표값을 제시하고 있다. 지금까지 발표된 함정탐재 유도무기에 대한 OMS/MP관련 논문을 없었으며, 1998년도 한국군사과학기술학회 추계학술대회의 “차세대 보병 전투장갑차 OMS/MP 도출”, “전시 OMS/MP 작성을 위한 정량화 기법”에서는 MAA의 운용개념을 배제한 OMS/MP 방법론 위주로 작성되었고 실제 RAM 업무에서의 OMS/MP 산출과정에 대한 연구가 매우 미흡한 상태이다.

이러한 관점에서 본 논문은 MAA의 운용개념을 통한 소요군의 OMS/MP 템플릿 개발하고

이를 기반으로한 RAM 목표값 산출 프로세스를 제시한다. 논리적이고 체계적인 방법을 통해 개발된 OMS/MP 템플릿과 RAM 목표값 산출 프로세스는 소요군의 적정 요구성능과 연구개발자에게 최적의 무기체계 설계개념을 제공한다.



<그림 1> OMS/MP와 무기체계 개발과의 상호관계^[2]



<그림 2> Tiger Computer Program Flow(US navy)^[3]

2. OMS/MP 작성 프로세스

2.1 MAA

소요군의 운용개념서(OCD: Operational Concept Document)를 기반으로 작성되는 임무분야분석(MAA: Mission Area Analysis)은 가상 전투시나리오, 운용시나리오 및 통합MATRIX로 구성된다. MAA는 OMS/MP 및 RAM 작성시 무기체계 개발자에게 체계개발에 필요한 임무기능자

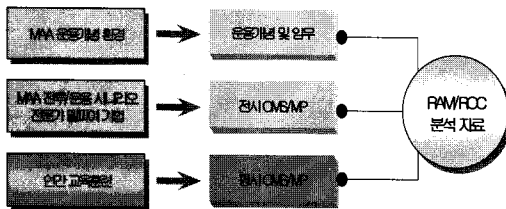
료를 확인시켜 주는데 도움을 준다. 전투시나리오오는 전쟁원인, 적국전략, 아군의 예상전략 및 주요 체대구성, 그리고 해군 운용전략을 기술하며, 운용시나리오오는 미래 전쟁양상을 고려한 전투기간 및 임무유형을 동일하게 계획하여 작성한다. 또한, 통합MATRIX는 작전국면별로 세부시간에 따른 위협에 대한 대응조치를 전술/기술적 특성 위주로 작성한다.



<그림 3> MAA 작성과정

2.2 OMS/MP

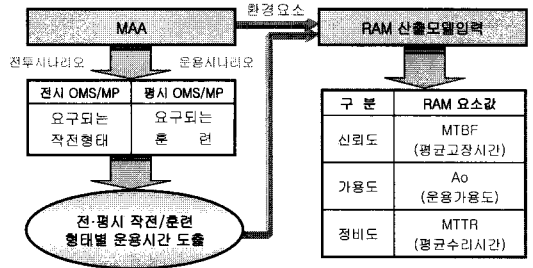
OMS/MP는 무기체계의 필수임무 및 기능에 대해 요구되는 수준 정도를 산술적인 방법으로 제시한다. OMS/MP는 ORD(Operational Requirements Document)의 부록으로 작성되며^[4], 전·평시를 구분하여 분석된 자료는 RAM과 ROC분석의 기초자료로 활용된다. 평시 교육훈련 계획, 교리, 작전예규 및 편제임무 등을 고려하여 평시 OMS/MP를 작성하며, <그림 4>와 같이 MAA에서 작성한 작전지역분석 자료와 전투/운용시나리오를 기초로 전시 OMS/MP를 작성한다. 전시 OMS/MP에 사용된 각종 인수 및 계수는 전문가 델파이기법 등을 통해 도출한다.



<그림 4> OMS/MP 적용

2.3 RAM

RAM은 무기체계 개발/운용과정에서 체계적인 설계 및 운용지원, 비용 대 효과 면에서 최적화를 위해 수행하는 업무로서 무기체계 개발시 무기성능발휘, 전투준비태세, D/L(Dead Line)정비 및 복구능력 등 상호보완적이고 밀접한 관계에 있다. RAM의 업무수행 체계에 의해 <그림 5>에서와 같은 MAA 및 OMS/MP 분석결과를 기초로 RAM 요소값과 제약조건을 설정한다. 전·평시 무기운용개념 및 임무유형별 운용개념에 대한 시간판단과 행정 및 군수지연시간을 분석한 수치를 바탕으로 RAM 산출모델에 입력시켜 목표값을 도출한다. 계산된 목표값을 기초로 전투준비태세와 임무신뢰도를 분석하여 RAM 목표값 설정에 따른 타당성을 분석한다.



<그림 5> RAM 요소값 산출과정

3. 함정탐재 유도무기 OMS/MP 작성 템플릿

OMS/MP는 일반적으로 무기체계의 운용환경, 임무/운용개념, OMS/MP 방법론, 그리고 전·평시 OMS/MP로 구성된다. 작전지역 분석과 OMS/MP의 운용환경 및 임무/운용개념은 MAA에서 결정되며, MAA의 전투/운용시나리오를 바탕으로 전·평시 OMS/MP가 작성된다. 본 연구에서는 함대함 유도무기를 가정하여 OMS/MP 작성 템플릿의 예제를 제시하고 있다. 본 논문에서 작성된 주요 데이터 및 자료는 함정경력 10

년 이상의 운용자를 대상으로한 델파이기법을 적용하였다.

3.1 MAA 작성

3.1.1 운용개념

함정의 기본적인 임무, 무기체계 전투효과, 제한요소, 전장 기능별 함정의 역할, 그리고 무기체계 운용개념 및 운용절차 등을 기술한다.

3.1.2 운용환경 분석

안보환경/미래전 양상, 위협세력 분석, 해군비전/역할, 그리고 무기체계 운용고려요소 등을 기술하며, <표 1>은 현 운용환경하에서의 위협세력을 분석한 것이다. 이것은 무기체계 저장, 수송, 배치, 전술적 운용 등에 이르기까지 전단계에 걸쳐 무기체계에 위협이 되는 요소 등을 포함하며, 최적대안을 선정하는데 도움을 준다.

<표 1> 위협세력 분석

구분	군사태세
북한	· 군사적 위협(핵, 탄도미사일, 대량살상무기 등) 증가 · 1996년부터 1,000톤 규모의 신형 R급 잠수함 도입
중국	· 2007년 미본토까지의 사거리 12,000km 동평-41호 ICBM 실전 배치 · 2009년까지 항공전투단형성 등으로 해양력 패권 우위 확보 추진
일본	· 자위대 전력 + 미·일 연합작전체제 · 2007년 4번째 첩보위성 발사로 동북아 일일 감시권 달성
러시아	· 2007년 구소련 붕괴후 17년만에 전략 핵잠수함 진수 · 2007년 사거리 8,000km SLBM(Bulava) 개발성공으로 미래 핵군비세력 확충

3.1.3 작전지역 분석

각 함대별 작계 및 전투/운용시나리오는 서로 상이하므로 해역별/계절별/월별 작전지역 최고/최저/평균기온, 강수량, 적설, 해빙, 바람, 습도, 안개, 해상상태, 그리고 기상이 작전에 미치는

영향 등을 분석해야 한다. 이때, 무기체계 탑재 플랫폼별 기상환경 등을 고려한다.

<표 2> 진해지역 기상분석(2001~2006년 기상청 자료)

요소	1월	2월	7월	8월	12월	합/평균
평균기온(℃)	1.3	1.6	25.3	25.4	4.4	12.2
최고기온(℃)	4.2	4.6	28.3	29.5	7.6	15.6
최저기온(℃)	-1.0	-0.8	22.0	22.2	1.9	9.6
강수량함(mm)	110.5	84.2	125.6	148.0	101.4	1,236
평균풍속(kts)	4.0	4.1	3.8	3.8	3.9	4.0
평균습도(%)	70.7	71.1	86.1	85.3	68.8	75.1
평균증기압	4.9	5.1	23.3	24.7	6.0	12.5
안개시간(hr)	10.36	9.55	92.88	40.10	3.49	358.9
해면기압(mb)	1,021	1,020	1,007	1,009	1,021	1,015

해상상태의 변화는 파도가 직접 표적을 가리거나(target masking) 클러터(clutter)를 생성하여 해상잡음을 유발하며, 이러한 잡음은 유도탄 탐색기에 영향을 미쳐 표적접촉을 어렵게 만든다. 강우는 레이더에 많은 영향을 주어 송수신 신호를 물리적으로 약화시키며 방향을 혼란하게 하고 수신기에 원하지 않는 잡음을 유입시켜 실제와 다른 신호를 받게 된다. <표 3>는 작전지역내의 계절별 기상이 작전에 미치는 영향을 분석한 것이다.

<표 3> 기상이 작전이 미치는 영향 분석

구분	계절별 영향
춘계(3~5월)	· 안개/황사 현상은 공격작전에는 유리하나 방어작전에는 불리, 지휘통제 곤란 및 정찰/감시 방해
하계(6~8월)	· 장마전선과 태풍의 영향으로 무기체계 성능에 제한을 주며, 고온다습한 기온은 유도탄 추진효율을 감소시킴
추계(9~11월)	· 주간의 양호한 시기는 화력운용 및 항공작전에 유리한 이점을 제공
동계(12~2월)	· 최저기온이 0℃이하이면 작전요원의 행동 위축과 동상 환발생이 증가하며, 장비운용에 제한

3.1.4 전투시나리오 작성

전투시나리오는 전쟁의 배경, 일정별 전쟁의

경과 및 가상전쟁 분석 등으로 구성되며, 가장 치열한 국면의 전쟁 일정별/부대 유형별 운용을 기술한다. 적의 공세종말점에서 아군의 역습 및 전과확대로 이어지는 국면이 여기에 해당된다. <표 4>는 전투시나리오 주요 구성을 나타내며, 전쟁의 배경, 함정탐재 유도무기 기본전투 개념 및 현재와 미래의 전투사향도 함께 기술한다.

<표 4> 전투시나리오 주요 구성

구분	주요 내용
전쟁의 배경	<ul style="list-style-type: none"> 전쟁의 원인 적군의 전략 예상, 아군의 운용전략 평화적 해결을 위한 노력/정치 및 외교적 활동
일정별 전쟁 경과	<ul style="list-style-type: none"> 전쟁이전부터 종전단계까지 작전 국면별 가상 Time Table, 임무에 따른 작전계획 작성
가상전쟁 분석	<ul style="list-style-type: none"> 작전지역 분석 및 전술적 영향 연합군 결성과 전개시나리오, 분야별 주요작전

3.1.5 운용시나리오 작성

운용시나리오는 가정사항과 작전 국면별 시간 계획을 기초로 하여 임무유형별 할당시간을 구체화시킨다. 임무유형별 발생할 수 있는 가상적국의 위협을 도출하여 작전지역과 현 교리에 부합되며 예상되는 미래의 전장양상을 기초로 작성한다.

<표 5>와 <표 6>은 각각 함정탐재 유도무기 운용시나리오 작성을 위한 가정사항과 그에 따른 운용시나리오 작성 예를 나타낸다.

<표 5> 운용시나리오 작성을 위한 가정사항

구분	가정사항	비고
Who (주요대상)	• OO함대 함대함유도무기 탑재 함정	
When (작전기간)	• 아군 대규모 공세행동 시작부터 적 공세 종말점 도달시 까지	• 일부 조정/변경 가능
Where (작전지역)	• OO해역	• 일부 조정/변경 가능
What/Time (임무형태/할당시간)	• 가동시간(OT+AT+ST) 및 비가동시간(TCM+ TPM +TALDT) 모두 망라	
How (수행방법)	<ul style="list-style-type: none"> 미래 가상 전투시나리오를 참조하여 함대함 유도무기 운용을 기초로 작성 연합/합동전력 지원하 작전 고려 	
Why (작성사유)	• OMS/MP 및 RAM 작성 기초 제공	

<표 6> 운용시나리오 작성 예시

시 간	운용시나리오	비 고
D+14일 06:00 ~ 1800(2H)	<ul style="list-style-type: none"> OO으로부터 차후작전 준비를 위한 지연 작전 명령을 수령한 OO은 명령을 하달 하면서 기동시간, 목적, 작전해역 중요 상황, 기동시 예상되는 적 위협, 경계 대책 등을 교육한다. 공격대비 유도탄 발사준비 점검을 실시한다. 	
D+14일 08:00 ~ 10:00(2H)	<ul style="list-style-type: none"> OO지휘하에 UAV 이용 식별된 적 SAG HVU에 대해 유도탄 공격을 실시한다. 	

3.1.6 통합MATRIX 작성

운용시나리오를 기초로 적전형태별, 국면별 대응조치를 전술/기술적 특성 및 정량화 위주로 작성한다. <표 7>과 <표 8>은 전투/운용시나리오를 통합하여 세부시간별로 구체화 한 통합 MATRIX 작성 예를 나타낸다.

<표 7> 통합MATRIX

구분	D+00 00시 ~ D+00 00시(아)	D+00 00시 ~ D+00 00시(아)	...	D+00 00시 ~ D+00 00시(아)	D+00 00시 ~ D+00 00시(아)
	상황				
위험분석					
전장기능별 운용			...		

<표 8> 통합MATRIX 작성 예시

구분	D+00 00시 ~ D+00 00시(아)	
상황	• 적상황, 아군상황	
위험분석	• 적 항공기/인공위성에 의한 수집강화 • 적 유도탄발사지진 유도탄 장착	
전장 기능별 운용	정보	• 정보 전시창/각종 경보센서 점검 및 가동
	기동	• 상태점검/출동준비
	지휘/ 통제	• OO 점검 • OO 점검
	전투근무 지원	• 진단 시스템 등으로 고장 여부 파악 • 차기작전을 위한 준비

3.1.7 운용 고려요소

미사일을 운용하는 데는 <표 8>와 같이 단계별로 기술적으로 여러 가지 요소들이 고려된다. 환경적인 측면에서 해상상태, 강우 및 온도 등이 중요한 요소이며 탐색패턴도 결과에 많은 영향을 미친다.

<표 9> 함대함 유도무기 발사단계별 운용고려요소^[5]

구분	고려요소
부스트단계 (boost phase)	• 고도계, 가속도계 운용 시기 → 적 ES에 의한 탐지로 jamming 유발
순항단계 (cruise phase)	• way-point 운용 개수 → 다수 운용시 표적공격오차 증가 • high altitude fly-out(전술적 유흥성) • presearch skim
종말단계 (terminal phase)	• weaving(EP), attack mode, look-up detector, fly-through recovery

<표 10> 비행고도별 온도 분석

고도	온도		상승률 (%)	비고
	km	ft		
0	0	58	-	
1	3,333	40	-31	H/P, 해상
2	6,667	31	-47	T/H
4	13,333	19	-67	
6	20,000	6	-89	
8	26,667	-4	-107	
10	33,333	-18	-131	
12	40,000	-27	-146	
14	46,667	-34	-158	
15	50,000	-40	-159	

출처: 「MIL-HDBK-310」, DoD, 1997.

유도무기 운용 및 저장환경에 대한 사전분석을 통해 신뢰도 예측요소를 개발하며, <표 10>의 저장, 운용, 그리고 극한의 온도 및 습도 조건을 적용한다.

<표 11> 유도무기체계별 온·습도 조건

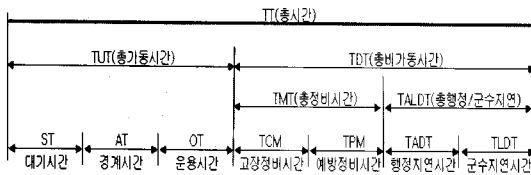
구분	저장	정비	운용	극한	비고
H/P	-18~49℃ 22~100%	4.5~27℃ 20~80%	-15~49℃	하한: -49℃ 상한: 71℃	XAS-3822 MSTS
해성	-16~24℃ 50%이내	4.5~27℃ 80%이내	-25~40℃	하한: -40℃ 상한: 71℃	시설 소요시
SM-2	-18~49℃ 50%이내	18~30℃ 30~70%	-15~38℃	하한: -29℃ 상한: 54℃	MD55638

3.2 평시 OMS/MP 작성

3.2.1 평시 OMS

평시 OMS는 연간교육훈련 총 가용시간과 비임무(정비/내무생활)시간을 분석하여 운용모드별 운용시간(OT: Operating Time), 경계시간(AT: Alert Time), 대기시간(ST: Stand by Time)을 결정하여 TUT를 도출한다. 평시 OMS는 연중 교육훈련이 가능한 총 가용시간과 정비 및 비임무시간을 도출한 후에 교육훈련 종목별 가동시간과 비가동시간을 산출한다. 여기서 비임무시간 중 정비를 제외한 출동 및 대기기간은 ST에 포함된다. 총정비시간(TMT: Total Maintenance Time)과 총행정 및 준수지연시간(TALDT:

Total Administrative & Logistic Down Time)을 분석하여 총비가동시간(TDT: Total Down Time)을 도출한다. 이렇게 도출된 TUT와 TDT로부터 역일(CT: Calendar Time)을 도출하면 OMS가 결정된다. <그림 6>의 TOT, TDT, 및 TMT는 각각 OT+AT+ST, TMT+TALDT 및 TDT-TALDT를 나타낸다. 여기서 TALDT는 TDT의 25%를 적용한 값이며, 부대 정비시간은 TUT에 포함된다.



<그림 6> 총 가동시간 결정기준

현재 해군에서 실시하고 있는 훈련은 <표 12>과 같이 구분할 수 있으며, 각 함대별 훈련 계획 및 전비지침서를 근거로 작성한다. 함정경력 10년 이상의 운용자를 대상으로한 텔파이 기법을 적용하여 가동시간을 도출한다. <표 13>의 훈련 형태별 가동시간의 가중치도 동일한 방법에 의해서 구해진다.

<표 12> 훈련 형태별 가동시간(hr)

구분	출동	정비	전대	함대	합동	연합
시간	A	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅
비고	-	월 0회	월 0회	분기 0회	분기 0회	연 0회

주 : A = A₁ + A₂ + A₃ + A₄ + A₅

<표 13> 훈련 형태별 가동시간의 가중치

구분	출동	전대	함대	합동	연합
OT(%)	B ₁₁	B ₁₁₂	B ₁₃	B ₁₄	B ₁₅
AT(%)	B ₂₁	B ₂₂	B ₂₃	B ₂₄	B ₂₅
ST(%)	B ₃₁	B ₃₂	B ₃₃	B ₃₄	B ₃₅
소계(%)	100	100	100	100	100

<표 14>에서 부대정비는 장비보유부대의 운용자에 의한 정비로서 함정 특성상 가동시간에 포함되며, 야전정비는 운용자에 의해 수리 불가능한 정비이므로 비가동시간에 포함시킨다. <표 15>는 비계획 정비시간 현황을 나타낸다. 여기서 비계획 정비시간은 가동 중 장비고장과 같은 예기치 못한 시간으로 비가동시간에 포함되며 분기별 1회를 적용하였다.

<표 14> 계획 정비시간

구분	계	부대 정비(hr)			야전 정비(hr)			
		정비시간		ALDT ¹⁾	정비시간		ALDT	
		월간	연간		연간야전 정비빈도	1회야전 정비 소요시간		연간야전 정비 소요시간
내용	OO ²⁾	C ₁	12C ₁	1/3×12C ₁	k	C ₂	kC ₂	1/3×kC ₂
비고								

주 1 : ALDT는 각 정비시간의 25%로 가정한다.

주 2 : 부대 정비시간(12C₁ + 1/3×12C₁) + 야전정비시간(kC₂ + 1/3×kC₂)

<표 15> 비계획 정비시간 현황

구분	계	
총 정비시간(hr)	4/3 × (D ₁ D ₂)	
정비시간	연간 고장빈도	D ₁
	1회 정비시간	D ₂
	소계	D ₁ D ₂
ALDT(hr)	1/3 × (D ₁ D ₂)	

주 : ALDT는 총 정비시간의 25%로 가정한다.

위에서 계산한 과정과 <그림 6>의 정의로부터 총 가동시간과 총 비가동시간에 대한 각각의 요소시간을 산출하여 <표 16>과 같은 양식으로 평시 OMS를 작성한다. 여기서 각 훈련별 정비시간(TMT)은 훈련 전·후의 정비시간이며, TALDT는 훈련별 총 비가동시간의 25%이다. 출동/대기/수리기간 중의 정비시간은 각 함정별 정비계획을 기준으로 작성한다. 함행동에 따라서 출동/대기/수리 중 가동시간과 비가동시간이 결정된다.

<표 16> 평시 OMS

임무명	총 기동시간(hr)				연회	총 시가동시간(hr)			역일
	TUT	OT	AT	ST		총계	TUT	TAT	
함정훈련	A ₁ ²	A ₁ B ₁₁	A ₁ B ₂₁	A ₁ B ₃₁	월 O회				
전대훈련	A ₂	A ₂ B ₁₂	A ₂ B ₂₂	A ₂ B ₃₂	월 O회				
함대훈련	A ₃	A ₃ B ₁₃	A ₃ B ₂₃	A ₃ B ₃₃	분기 O회				
합동훈련	A ₄	A ₄ B ₁₄	A ₄ B ₂₄	A ₄ B ₃₄	분기 O회				
연합훈련	A ₅	A ₅ B ₁₅	A ₅ B ₂₅	A ₅ B ₃₅	연 O회				
출동/대기/수리	A ₆	-	-	A ₆	-	E ₁	0.75E ₁	0.25E ₁	
계(hr)	A ₇	00	00	00	-	E ₂	00	00	8,760

주1 : 임무횟수는 훈련계획에 따라 달라질 수 있다.

주2 : $A_1 = A_{1B_{11}} + A_{1B_{21}} + A_{1B_{31}}$, $E_1 = 16C_2 + (4/3 \times dD)$. 또한, A_2, A_3, A_4 , 및 A_5 는 동일한 방법으로 구해진다.

주3 : 훈련별 총 정비시간 × 25%

3.2.2 평시 MP

평시 훈련형태별 연간 기동거리, 사격발수 등을 분석하며, 평시 교육훈련간 연간 예상 사격발수는 수상함의 경우 연합 훈련시 척당 1발, 잠수함의 경우 함정훈련용으로 EHCTV (Encapsulated Harpoon Certification and Training Vehicle) 1 발을 발사한다. <표 17>의 통제장비 운용시간은 <표 16> 평시 OMS로부터 얻어진 임무별 TUT에 1.25를 곱한값이며, <표 16> AT를 생존시간으로 그대로 반영한 평시 MP를 나타낸다.

<표 17> 평시 MP

구분	평균기동거리(km)	최대기동거리(km)	사격발수(1대/연간)	통제장비 운용(hr)	생존시간(hr)
함정훈련	F ₁	F ₁₁	-	F ₁₃	F ₁₄
전대훈련	F ₂	F ₂₁	-	F ₂₃	F ₂₄
함대훈련	F ₃	F ₃₁	-	F ₃₃	F ₃₄
합동훈련	F ₄	F ₄₁	-	F ₄₃	F ₄₄
연합훈련	F ₅	F ₅₁	1	F ₅₃	F ₅₄
계					

주1 : 평균기동거리와 최대기동거리는 각각 속력 27km/hr, 속력 54km/hr를 기준으로 작성한다.

주2 : $F_1 = 27 \times A_1$, $F_{11} = 54 \times A_1$, $F_{13} = 1.25 \times A_1$, $F_{14} = A_{1B_{21}}$. 또한, F_2, F_3, F_4 , 및 F_5 는 동일한 방법으로 구해진다.

3.3 전시 OMS/MP 작성

3.3.1 전시 OMS

MAA의 전투/운용시나리오와 전시 작전단계별 운용개념 및 임무를 기초로 전시 OMS를 도출한다. 여기서는 3일 전투 6일 준비태세 가정시 9일주기로 연간 40주기 OMS를 작성하였으며, 6일 준비태세 기간은 대기시간과 비가동시간으로 구분하며, 전·평시 일정한 운용가용도를 이용하여 비가동시간을 산출하였다. 작계시행 훈련을 통해 측정된 운용시간 도출자료 및 함정경력 10년 이상의 운용자를 대상으로한 델파이기법을 이용하여 <표 13>와 동일한 방법으로 가동시간 인수($G_1, G_2, G_3, \dots, G_{12}$) 산출결과를 <표 18>의 양식으로 완성한다. 여기서, 전술적 함정이동에 있어 $G_{11} + G_{12} + G_{13} = 1$ 이다. 또한, 집결점 대기, 공격작전 및 방어작전도 전술적 함정이동과 동일하다.

<표 18> 운용모드별 가동시간 인수

구분	TUT	OT	AT	ST
전술적 함정이동	1	G ₁₁	G ₁₂	G ₁₃
집결점 대기	1	G ₂₁	G ₂₂	G ₂₃
공격작전	1	G ₃₁	G ₃₂	G ₃₃
방어작전	1	G ₄₁	G ₄₂	G ₄₃

9일 전투시나리오로 가정시 시나리오상의 가동시간(TUT)을 합산 후 가동인수를 곱하여 9일 전시 OMS를 작성하며, 40을 곱하여 365일 OMS를 작성하면 <표 19>과 같다. 운용가용도, $A_o(=TUT/TT)$ 는 전·평시 동일하므로 총 비가동시간, $TDT=TT(1-A_o)$ 에 의해 쉽게 산출할 수 있다. 여기서 TDT는 전시의 경우 장비가 가동

한 상태에서만 임무를 수행할 수 있으므로 준비태세 기간에만 적용된다.

<표 19> 전시 OMS(365일)

구분	TUT(hr)				TDT(hr)
	TUT	OT	AT	ST	
전술적 함정이동	H ₁	H ₁ G ₁₁	H ₁ G ₁₂	H ₁ G ₁₃	-
집결점 대기	H ₂	H ₂ G ₂₁	H ₂ G ₂₂	H ₂ G ₂₃	-
공격작전	H ₃	H ₃ G ₃₁	H ₃ G ₃₂	H ₃ G ₃₃	-
방어작전	H ₄	H ₄ G ₄₁	H ₄ G ₄₂	H ₄ G ₄₃	-
준비태세	H ₅	-	-	H ₅	H ₆

주 : H₆ = 8,760 × (1 - A₇/8,760)

<표 19>로부터 $MTTR = \frac{TCM}{OT/MTBF}$ 값이 구해지며, TDT는 구해진 MTTR값과 전시 OMS에서 다음과 같은 연립방정식에 의해 직관적으로 구할 수 있다.

$$TDT - TPM = TCM + TALDT \quad (1)$$

$$TALDT : TCM = ALDT : MTTR \quad (2)$$

$$MTBF = \frac{OT \times ALDT}{(1 - A_0)TT - TCM - TPM}$$

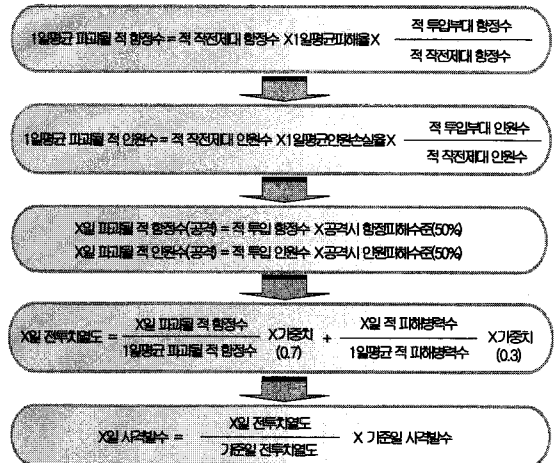
(3)

여기서, TPM은 TDT의 76%로 정의했다^[2].

3.3.2 전시 MP

MAA의 전투/운용시나리오를 근거로 사격발수, 기동거리를 운용모드 및 임무유형별로 산출하며, 여기서 사격발수는 전투치열도와 비례할 것으로 가정하였다. <그림 7>은 전투치열도 및 사격발수 산출과정을 나타낸다. 전투치열도는 작전지속일 동안 시간에 따라 계속 변화하므로 적 함정 및 투입병력의 피해정도를 판단하여 산출한다. 적 함정 및 투입병력의 피해정도를 나타내

는 X일 파괴될 적 함정/인원수는 아군의 당일 작전이 성공적으로 완수되기 위한 것으로 공격작전시는 50%를 방어작전시는 30%로 가정하여 적용하였다.



<그림 7> 전투치열도 및 사격발수 산출과정^[6]

작전기간 중 명백한 기준일의 전투치열도(I) 및 사격발수(i)를 선정 한 후, <그림 7>의 마지막식에 대입하여 산출한 X일 사격발수를 <표 20>와 같이 나타낸다.

<표 20> 운용형태별 운용시간 인수

전투일지	D+00~D+00	D+00~D+00	D+00~D+00	D+00~D+00	D+00~D+00	D+00~D+00
	I ₁	I	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
전투치열도	I ₁	I	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅
기준일 사격발수(척당)	대당 사격량 : i발					
1일 척당 발사탄수	i ₁	i	i ₂	i ₃	i ₄	i ₅

주 : i₁ = I₁ × I/i. 또한, i₂, i₃, i₄, 및 i₅는 동일한 방법으로 구해진다.

시간당 평균기동속력에 가동시간과 함정경력 10년이상의 운용자 델파이기법을 통해 산출된 지형인수를 곱하면 기동거리를 산출할 수 있다.

지형인수는 해상상태에 따라 다른값을 가지며, 편의상 본 연구에서는 파고 0~1m의 지형인수 1을 적용하였다. 또한 전시 MP작성시 평균기동거리와 최대기동거리는 각각 속도 27km/hr, 54km/hr를 기준으로 가정하며, 사격발수는 <표 20>의 결과를 종합하여 <표 21>의 양식으로 완성한다.

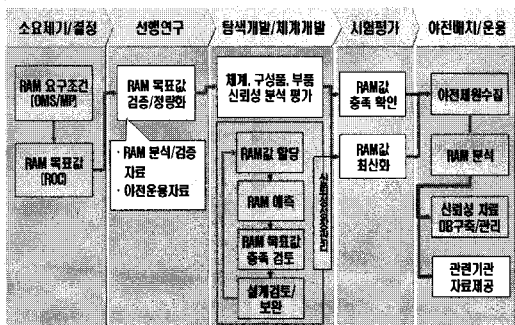
<표 21> 전시 MP

구분	평균기동거리(km)	최대기동거리(km)	사격발수(1대/연간)	통제장비 운용(hr)	생존시간(hr)
함정이동	J ₁	J ₁₁	J ₁₂	J ₁₃	J ₁₄
집결정 대기	J ₂	J ₂₁	J ₂₂	J ₂₃	J ₂₄
공격작전	J ₃	J ₃₁	J ₃₂	J ₃₃	J ₃₄
방어작전	J ₄	J ₄₁	J ₄₂	J ₄₃	J ₄₄
준비태세	J ₅	J ₅₁	J ₅₂	J ₅₃	J ₅₄

주 : J₁ = 27 × H₁, J₁₁ = 54 × H₁, J₁₃ = 1.25 × H₁, J₁₄ = H₁G₁₂. 또한, J₂, J₃, J₄, 및 J₅는 동일한 방법으로 구해진다.

3.4 RAM 목표값 설정 프로세스

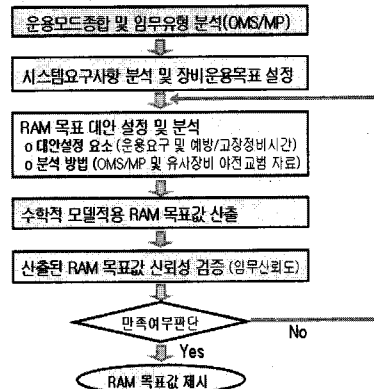
소요제기 단계에서는 유도탄의 운용개념과 운용환경을 고려한 정비개념과 기능분석을 거쳐 운용체계에 적합한 정량적인 RAM 목표값을 설정한다. <그림 8>은 무기체계 획득단계별 RAM 업무이며, 특히, <표 22>은 소요제기단계에서 RAM 업무를 나타낸다.



<그림 8> 무기체계 획득단계별 RAM 업무^[7]

<표 22> 소요제기 단계에서의 RAM 업무^[8]

체계 개념 분석	체계 임무 분석	<ul style="list-style-type: none"> 전·행시 OMS/MP 필수 임무 기능 설정, 정비 인수 결정 TMT, TALDT 판단
		<ul style="list-style-type: none"> 체계의 기능 분석
		<ul style="list-style-type: none"> 고장 정의 및 판단 기준 설정
체계 RAM 특성치 결정		<ul style="list-style-type: none"> 신뢰도 : MTBF, MRBF, MKBF 정비도 : MTTR, MR 가용도 : A₀
RAM 특성치 목표값 설정		<ul style="list-style-type: none"> 목표값 산출을 위한 수학적 모델 작성
		<ul style="list-style-type: none"> 목표값 계산 및 조정 - 단위부대 전투준비태세에 대한 해석 - 임무 신뢰도에 대한 해석



<그림 9> RAM 목표값 설정 절차^[9]

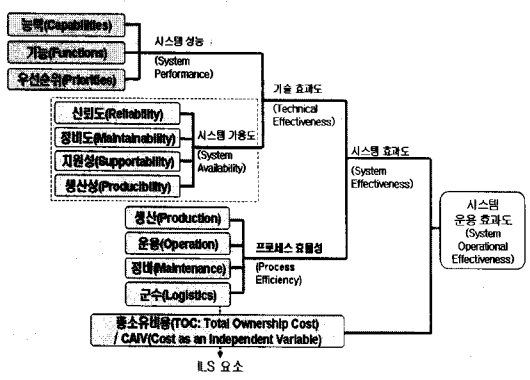
RAM 목표값 설정방법에는 유사 함정분석, 함정 운용목표 및 부대 전투준비태세(가동율)을 고려한 단위함정의 목표값 설정 및 상용 소프트웨어를 이용한 목표값 설정 등의 방법이 있다. <그림 10>은 소요군과 개발자 차원의 목표값 설정 방법을 나타낸다.

- 소요군**
 - 현재 운용중인 함정의 운용 자료(임무수행, 교육훈련, 수리 등) 분석을 토대로 신뢰도(Reliability), 정비도(Maintenance)값 산출
 - ▶ 소요재기를 위한 목표운용가용도 설정 시 사용
- 개발자**
 - 소요군 요건분석 후 설계목표값 설정시 임무유형에 따른 가용도 산출
 - ▶ 상용 소프트웨어(RELEX, Isograph 등)를 이용한 목표값 설정
 - ▶ 모듈/부품단위별 신뢰도값 산출 체계 목표값 달성여부 확인

<그림 10> RAM 목표값 설정 방법^[10]

3.4.1 RAM 목표값 산출

전·평시 OMS/MP에서 구한 TUT, TDT, 기동거리 및 발사탄수 등의 자료값을 RAM 목표값 산출 수식모델에 입력하면 전·평시 신뢰도, 가용도 및 정비도를 계산할 수 있다. 계산된 값은 <그림 11>과 같이 시스템 성능과 기술 효과도를 보장하게 된다. 기술 효과도는 시스템 효과도의 핵심요소가 된다.



<그림 11> 시스템 운용효과도 모델^[11]

신뢰도는 체계(장비), 부품 등key 주어진 조건하에서 규정된 기간동안 의도한 성능을 고장 없이 수행할 확률이며, 임무신뢰도는 규정된 기간동안 임무수행에 영향을 미치는 고장이 발생하지 않고 작동될 확률을 말한다. 신뢰도는 평균 고장간시간(MTBF: Mean Time Between Failure), 평균고장간거리(MKBF: Mean Kilometers Between Failure), 평균고장간발수

(MRBF: Mean Rounds Between Failure)를 산출한다.

가용도는 계획정비없이 규정된 조건(규정된 공구, 부품, 숙련된 인원, 교범, 지원 장비 등)하에서 사용될 유도탄이 가용상태에 있을 확률이며, 고유가용도(A_i), 성취가용도(A_o), 운용가용도(A_o)를 산출한다.

정비도는 고장시 규정된 기술요원이 가용한 절차 및 자원을 이용하여 주어진 조건하에서 주어진 시간에 정비하여 성능을 원상복귀 할 수 있는 확률로써, 평균수리시간과 정비율을 판단한다.

<표 23>은 신뢰도, 가용도 및 정비도의 RAM 목표값 산출식을 나타낸다.

<표 23> RAM 목표값 산출식

구분	목표 척도	산출식
신뢰도	MTBF	$\frac{OT \times TALDT}{(1 - A_o) TT - TCM - TPM}$
	MKBF	$\frac{\text{총운용거리}}{(1 - A_o) TT - TCM - TPM}$
	MRBF	$\frac{\text{총발사탄수}}{(1 - A_o) TT - TCM - TPM}$
가용도	A_i	$\frac{TUT}{TUT + TCM}$
	A_o	$\frac{TUT}{TUT + TCM + TPM}$
	A_o	$\frac{ST + AT + OT + TPM}{TT}$
정비도	MTTR	$\frac{TCM}{OT / MTBF}$
	MR	$\frac{TCM + TPM}{OT}$

3.4.2 목표운용가용도 산출

목표운용가용도는 부대의 무기체계 가동율, 편제 및 전투준비태세에 따른 무기체계의 운용가용도이다. 이를 산출하기 위해서는 단위함정이 보유하게 될 유도탄 발수 및 운용가용도에 대해 각 전투준비태세 범주에 속하는 <표 24>와 같은 단위함정의 전투준비태세 비율을 예측해야 한다. 전투준비태세 범주(C-i)에 속하게 될 단위함정의 전투준비태세 비율을 예측하는 데는 다

음과 같은 이항분포식을 이용하여 목표운용가용도 A_0 를 산출하면 된다.

$$C-i = \sum_{x=a}^{x=b} n C_x A_0^x (1-A_0)^{n-x}$$

(4)

여기서, $C-i$: 전투준비태세 $C-i$ 에 속하게 될 확률

n : 함정이 보유한 총 유도탄 발수

b : $C-i$ 를 달성하기 위해 운용이 가능한 최대 유도탄 발수

a : $C-i$ 를 달성하기 위해 운용해야 할 최소 유도탄 발수(= $b \times$ 가동율)

<표 24> 전투준비태세

전투준비태세 번호	준비 상태	가동정비 대수 비율
C-1	결함이 없음	OO
C-2	사소한 결함	OO
C-3	중 결함	OO
C-4	사용불가	OO

4. 결론

본 연구는 MAA의 운용개념을 통한 소요군의 OMS/MP 템플릿 개발과 이를 기반으로 한 RAM 목표값 산출까지의 체계적인 프로세스를 제시하였다. 제시된 템플릿에 대해 특정 무기체계의 데이터를 이용한 검증이 이루어 졌으나, 운용관련 데이터 공개의 제약으로 기호화하여 작성하였다. 본 연구는 소요군의 적정요구능력과 연구 개발자에게 최적의 무기체계 설계개념을 제공할 수 있다.

참고문헌

- [1] 해군규정 제8권 ILS업무규정, 2006. p.8-12-20.
- [2] 이희각 외 4명, “미래형전차 OMS/MP개발 전차전 임무분야분석연구”, 최종보고서, 무기체계개념 특화연구센터, 1999. p.199, p.270.
- [3] Dr. Alan J. Brown, Chairman, “Reliability Transform Method”, blacksburg virginia, 2003. pp.71~85.
- [4] TRADIC/AMC 70-11, “RAM Rationale Report Hand Book”, 1987. Appendix B-1.
- [5] 최성환 외 4명, “장거리 함대함 유도탄 체계 운용개념 분석기법 연구”, 최종보고서, 국방과학연구소, 2001. 8. pp.159~167.
- [6] 임재희 외 2명, “전시 OMS/MP 작성을 위한 정량화 기법”, 추계학술대회 논문집, 한국군사과학기술학회, 1998. pp.124~128.
- [7] 백순흠, “국방 신뢰성 관리”, 제1회 국방신뢰성세미나 발표자료, DTaQ, 2007. pp.3.
- [8] 고순주, 최상영, “무기체계 RAM 이론과 응용”, 참고서지, 국방대학원, 1995. pp.316~383.
- [9] 육군본부, “종합군수지원 정량화 설정기준”, 1998. p.228.
- [10] 한형운, “RAM 목표값 설정방안”, '07년 ILS세미나 발표자료, DTaQ, 2007. pp.8.
- [11] DoD, “Designing and Assessing Supportability in DoD Weapon Systems” 2003. 10. 24 p.10.

■ 저자소개 ■

권 용 수 (E-mail : yskwon@kndu.ac.kr)

1980 해군사관학교 전기공학과 졸업(학사)
1983 서울대학교 전기공학과 졸업(학사)
1986 서울대학교 전기공학과 졸업(석사)
1993 영국 맨체스터대학교 전기공학과(박사)
현재 국방대학교 무기체계전공 교수
관심분야 유도무기, 시스템엔지니어링, 공중 및 미사일방어체계

<주요저서 / 논문>

- 시스템엔지니어링핸드북(2006, 시스템체계공학원)
- 시스템엔지니어링원론(2004, 시스템체계공학원)
- 탄도미사일과 방어체계(2003, 국방대학교)
- 시스템엔지니어링입문(2002, 문원출판)
- 국방연구개발사업의 시스템엔지니어링 적용사례(2006, 한국군사과학기술학회지)
- 통풍형 화생방집단보호시설의 운용아키텍처 개발(2005, 한국군사과학기술학회지)
- 국방획득사업에서 ACTD 접근방법 적용(2005, 시스템엔지니어링학술지)
- SEP를 이용한 헬기와 지상부대간 전술데이터링크체계 구현(2005, 시스템엔지니어링학술지)

이 경 행 (E-mail : onego77@naver.com)

1998 해군사관학교 전기공학과 졸업(학사)
2002 서울대학교 수학과 졸업(학사)
현재 국방대학교 무기체계학과 석사과정 재학중, 해군 대위
관심분야 시스템공학, 시스템엔지니어링, NCW
주요논문 함정탐재 유도무기에 대한 OMS/MP 템플릿 개발(2007년도 한국군사과학기술학회 종합학술대회 해양부문)