

ASBM 방어체계의 시나리오기반 기능요구사항 분석

이경행^{1,*} · 박영한¹ · 백병선² · 백상훈²

¹해군사관학교

²해군본부

An Analysis of Functional Requirements of the ASBM Defense Systems

Kyoung Haing Lee^{1,*}, Young Han Park¹, Byung Sun Baek² and Sang Hoon Baek²

¹Dept. of Weapon Systems Engineering, Naval Academy

²Republic of Korea Navy Headquarters

Abstract

This research describes the functional requirements of anti-ship ballistic missile (ASBM) defense systems, which depend on the threat characteristics of the ASBM. Recently, China has carried out a training launch of the DF-21D strategic countermeasures for the placement of Korean terminal high-altitude air defense (THAAD). The ASBM is being used as a primary means of attacking aircraft carriers, using an anti-access/area denial (A2/AD) strategy. Considering the missile technology connection between China and North Korea, there is a very high probability that North Korea already owns an ASBM. From this point of view, work with Aegis operational concepts provided implications for an ASBM threat. Utilizing quality function deployment (QFD) based on the operational concepts, the functional requirement were calculated.

초 록

본 연구에서는 대함탄도미사일(ASBM) 방어체계에 대한 기능요구사항을 도출한다. ASBM 방어체계의 기능요구사항은 대함탄도미사일의 위협특성에 의존한다. 최근 중국은 남한의 THAAD 배치에 대한 전략적 대응수단으로 대함탄도미사일인 DF-21D의 발사시험을 수행하였다. ASBM은 항공모함의 공격에 대한 반접근/거부(A2/AD) 전력의 주된 대응수단으로 사용된다. 북한과 중국의 미사일 기술커넥션을 고려할 때 북한은 ASBM을 개발할 가능성이 매우 높다. 이러한 관점에서 본 연구는 ASBM의 주된 대응수단이 될 수 있는 이지스함의 운용개념을 도출하고 전산도구인 QFD를 활용하여 기능요구사항을 도출하고자 한다.

Key Words : Anti-Ship Ballistic Missile(대함탄도미사일), Functional Requirement(기능요구사항), Ballistic Missile Defense(탄도미사일방어)

1. 서 론

최근 북한은 5차 핵실험과 병행하여 무수단 미사일과 노동미사일 고각도 발사, 잠수함발사탄도미사일(SLBM; submarine launched ballistic missile) 수중사출시험, 위성발사를 가장한 장거리로켓 발사시험 등

다양한 탄도미사일을 지속적으로 개발하고 있다. 반면 북한과 밀접한 미사일 기술커넥션이 있는 중국과 이란은 미국의 항모전투단 접근을 거부하기 위해 반접근/지역거부(A2/AD; anti-access/area denial) 전력의 핵심인 DF-21D와 Khaliq Fars ASBM(anti-ship ballistic missile)을 실전배치하였으며, 북한도 이미 개발 중인 것으로 알려져 있다[1]. 미국은 이에 대응하기 위해 해양 및 항공 전투력을 유기적으로 통합운용하는 공해전투(ASB; air-sea battle) 개념을 도입하였다[2].

Received: Nov 07, 2016 Revised: Dec 08, 2016 Accepted: Dec 09, 2016

* Corresponding Author

Tel: +82-10-7623-8990, E-mail: onego778888@gmail.com

© The Society for Aerospace System Engineering

이란의 Khaliq Fars(Persian Gulf)는 1단 고체추진 ASBM으로 전자광학 탐색기를 사용하여 정확도를 향상시켰으며, 300 km의 최대 사거리를 가진다. 이란과 북한의 긴밀한 탄도미사일 기술 커넥션과 간략한 이란의 ASBM 체계를 고려할 때 북한은 이란과 유사한 성능 및 구성을 목표로 ASBM을 개발할 가능성이 높으며, 한반도 전쟁반발 시 증원되는 미 항공모함 및 한·미 이지스함의 BMD(ballistic missile defense)를 방해할 목적으로 사용될 확률이 높다[3-4].

그러나 최근 성주지역에 배치 예정인 THAAD(terminal high altitude air defense)와 우리 군이 추진 중인 Kill Chain 및 KAMD는 지상위주로 방어 시스템을 구축하는 것으로 ASBM에 대한 대응은 매우 제한적이다.

따라서 중국은 DF-21D ASBM을 한반도 THAAD 배치에 대한 무력시위 수단으로 활용하고 있다. 서방국가와는 다른 무기체계 개발·획득프로세스를 진행하는 북한의 탄도미사일 개발사례로 짐작해 볼 때 북한은 개발 중인 ASBM의 위협이 예상보다 앞당겨질 가능성이 높다. 북한의 ASBM 위협이 현실화 된다면 한반도 전쟁반발 시 핵심 증원전력인 항공모함의 전개가 매우 어렵게 된다. 이와 같이 주변국의 ASBM 위협 가능성이 높아지는 상황이지만 국내 ASBM관련 연구는 거의 없으며, 국방부차원의 운용 및 대응개념조차 아직 정립되지 않은 실정이다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 한국 이지스함에 대한 대함탄도미사일 방어를 중점으로 연구하였다.

본 논문의 연구범위는 ASBM 위협에 따른 이지스함의 운용개념을 통해 QFD(quality function deployment)를 활용하여 기능요구사항을 도출하는 것이다. 제시한 기능요구사항은 합동전장 운용개념 및 BMD 전력 포트폴리오(portfolio) 구축 시 판단기준(criteria)이 될 수 있다. 지대지 탄도미사일 방어와 대함탄도미사일 방어는 공격 대상이 상이함에 따라 종말단계에서 기동하는 수상표적으로 유도되는 특성을 제외하면 단계별 시나리오는 크게 다르지 않다. 따라서 기존의 지대지 탄도미사일 기반 시나리오를 해상으로 확장하여 가상 시나리오를 작성하였으며, 이를 기반으로 ASBM 방어체계의 운용개념을 도출하였다.

2. ASBM 위협특성

Table 1과 같이 DF-21D는 300kt급 핵탄두 탑재가 가능하며, MaRV(maneuverable reentry vehicle)를 MIRV(multiple independently targetable reentry vehicle)로 발전시켜 지상 이동식 TEL(transporter erector launcher)과 차세대 구축함(055형)에서 운용할 예정이다[5]. 또한 사거리 증대를 위해 HGV(hypersonic glide vehicle) 기술을 적용하여 사거리 3,000km, 속도 마하 10 이상까지 구현하였다[6]. ASBM 체계는 전자광학(EO: electro-optic), 합성개구레이더(SAR; synthetic aperture radar), 전자정보(ELINT; electronic intelligence) 등의 기능을 보유한 위성, 레이더, UAV(unmanned aerial vehicle) 등과 같은 센서 자산을 활용하여 지속적으로 비행궤적을 수정하여 정밀유도를 실시한다. 북한과 ASBM 미사일 기술커넥션을 공유하고 있는 이란의 경우 페르시아만에 대한 A2/AD를 위해 사거리 300 km, 페이로드 650 kg의 고체추진 Khaliq Fars를 개발하

여 운용 중이다[7]. 인도는 아라비아해에서 인도네시아군도까지 해상교통로(SLOC; sea line of communication) 보호를 위해 사거리 750 km, 페이로드 250 kg의 액체추진 Dhanush를 개발하여 운용 중이다[8-9].

Table 1 ASBM specifications

Categories	DF-21D	Khaliq Fars	Dhanush
Length(m)/Diameter(m)	10.7/1.4	8.86/2	8.53/0.9
Max. Range(km)	1,500~3,000	300	350~750
Payload(kg)	600	650	1,000
Engine	Solid(1,2) + Hybrid(3)	Solid	Liquid
Speed	Mach 10+	Mach 3	-
Stage	3	1	1
Guidance System	Inertial + Terminal Active Radar	Electric Optic	-
CEP(m)	20~50	8.5	10
Launch Platform	Ground Mobile(Ship)	Ground Mobile	Ship

일반적인 탄도미사일의 비행단계는 부스트단계(수직 발사, 프로그램 선회, 등추력 비행단계), 중간 비행단계, 종말단계로 구성된다[10]. 반면, 대함 탄도미사일은 기동 가능한 재진입체(MaRV; maneuverable reentry vehicle)를 탑재하고 있어 대기권에 재진입한 후 측추력기(TVC; thrust vector control)를 사용하여 비행궤적을 변경(pull-up, pull down)할 수 있으며, 정확도를 향상시키기 위해 통상 종말 능동 호밍 시스템을 탑재한다[11-12]. 즉, 외부 시스템의 정보 및 자체 센서를 이용하여 기동하는 표적으로 유도 하는 기능이 포함된다.

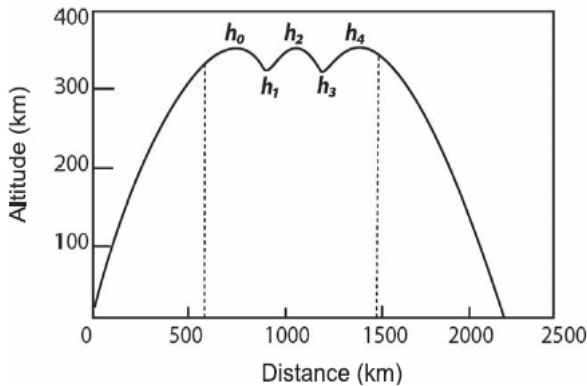


Fig. 1 Wave Trajectory

DF-21D의 경우 대기권 재진입(reentry) 시 공력가열(aerodynamic heating)이 잠열(latent heat)로 흡수되는 용제재(ablative shield)와 진동저항, 페이로드(payload) 최적화 및 하이브리드(hybrid) 3단추진제 등을 활용하여 사거리 증가(2,500 km) 및 중간 비행단계 기동성이 향상되었다. 특히, Fig. 1[13]과 같이 액체연료와 고체연료가 혼합된 하이브리드 3단추진제의 수차례 점화를 통해 전형적인 포물선(parabolic) 비행경로가 아닌 방직(weaving), 나선형(spiraling), 회전(spining), 활공(gliding) 등이 복합적으로 이루어진 파형(wave pattern) 궤적을 나타낼 수 있다.

종말단계의 높은 재진입 속도(2.2~5 km/sec)은 플라즈마 경계층(plasma shield)을 생성하므로 레이더 및 적외선 센서를 이용한 표적 추적이 어려우며, 반면 미사일 속도를 감소시킬 경우 BMD에 취약할 수밖에 없다. 이를 극복하기 위해 ASBM은 종말단계 고도 25~50 km에서 수평 기동(level off)하는 “pulling up”

을 통해 비행궤적에 변화를 줌으로써 SM-3나 THAAD와 같은 BMD체계로부터 침투방어(defense-penetration) 목적을 달성할 수 있다.

Figure 2는 미 MIT에서 개발된 GUL_Missile_Fly-out 모델을 활용하여 북한 ASBM 비행궤적을 예측한 것으로 무수단 미사일기지에서 ASBM을 발사하여 동해로 접근하는 항공모함을 요격하는 시나리오를 가정하였다. 발사부터 재진입 단계까지(수평거리 300 km)는 스크드 계열 미사일과 같은 1단 비분리형(non-separable) 탄두를 가정하였으며, 재진입 후에는 2단 점화를 통해 일정고도비행 후 하강하는 것으로 시뮬레이션 하였다. 최대 400 km 정도의 짧은 사거리임에도 불구하고 정점(apogee)에서 하강하면서 증가된 속도는 재진입 후 2단 점화를 통해 더욱 가속되어 마하 10 이상으로 하강하였다.

ASBM의 살상반경(kill radius)은 일반적으로 20~40 km이며, 가장 긴 자세각 조절(over-lofted) 비행시간(15분)을[6] 가정하더라도 항공모함(최대속도 35 kts)의 회피기동은 불가능하다.

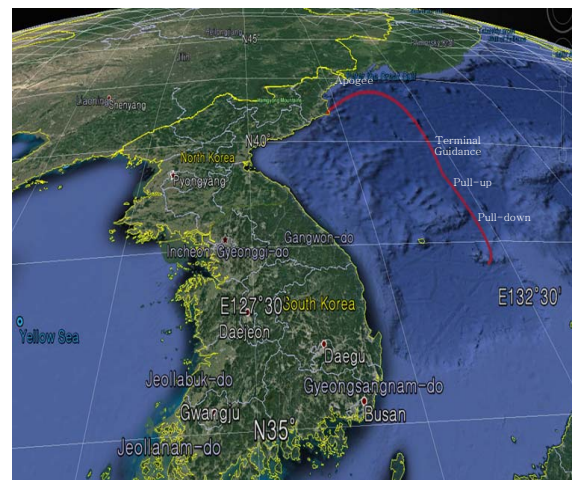


Fig. 2 ASBM trajectory simulation

3. ASBM 방어를 위한 기능요구사항 도출

3.1 운용개념 도출

본 연구에서 제시하는 운용개념 도출 프로세스는 Fig. 3과 같이 임무로부터 운용개념을 정의하는 단계(운용개념, 대상체계 관련 외부시스템도), 정의된 운용

개념을 구현하기 위하여 요구된 기능을 도출하는 단계 (임무계층구조 분석, 기능범주 분석), 기능 및 물리 아키텍처로 구현하는 단계로 구분된다[14]. 구현된 기능 및 물리 아키텍처는 운용자(user)의 요구능력(needs capabilities) 관점에서 능력 시스템을 정의하는 데 활용된다.

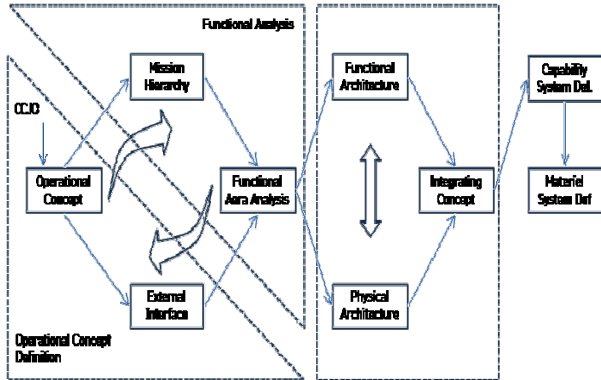


Fig. 3 Derivation of required capability process

Figure 3의 운용개념정의 단계에서의 임무영역은 해군비전 2030에서 제시된 해양통제, 해양지배, 해양거부, 현존함대 및 군사력투사 등이며, ASBM 방어작전은 Fig. 4[15]와 같이 임무계층구조에서 적극방어(active defense) 영역에 해당된다.

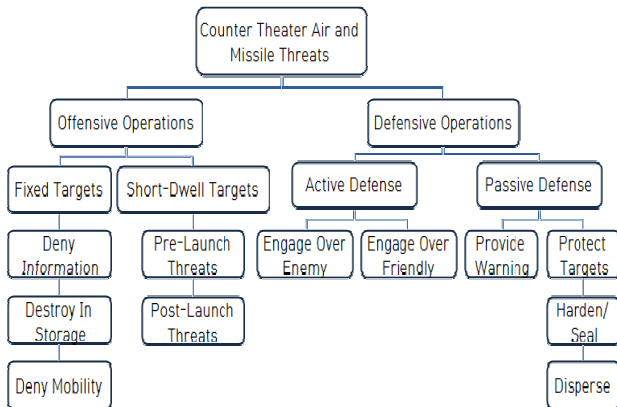


Fig. 4 BMD operations

ASBM 방어 작전의 일반적인 프로세스는 Fig. 5와 같이 관찰(observe)-평가(evaluate)-통제(control)-획득(acquire)-확인(validate)-무력화(neutralize)-평가(evaluate) 순으로 진행되며[15], ASBM 방어체계의 외

부인터페이스는 복합시스템(System of Systems) 관점에서 EO(Electro-Optic) /IR(Infrared)/전자전 센서, 통신/데이터링크 아키텍처, 전장관리체계(BM/C4I) 및 요격체계 등이 고려되어야 한다.

ASBM방어체계의 가상시나리오는 미래의 전장환경과 운용능력 관점에서 작성되어야 한다. 본 논문에서는 최상(best), 최선(expected), 최악(worst)의 시나리오를 구상하였다. 최상의 가상시나리오는 알려진 발사기지(launch site)에서 1발이 발사되는 경우이며, 관련된 모든 방어체계는 완벽한 운용상태를 유지한다. 최선의 가상시나리오는 하나의 발사기지에서 여러 발이 발사되는 경우이며, 방어체계는 위성, 전진배치(forward based) 센서 및 이지스급 BMD 함정이고 평균적인 운용성능을 유지한다. 반면 최악의 가상시나리오는 다양한 발사기지에서 여러 발의 탄도미사일이 발사되는 경우이며, 운용환경에 대한 훈련과 경험이 부족한 방어체력으로 구성되고 위협에 대한 탐지 및 추적능력을 신

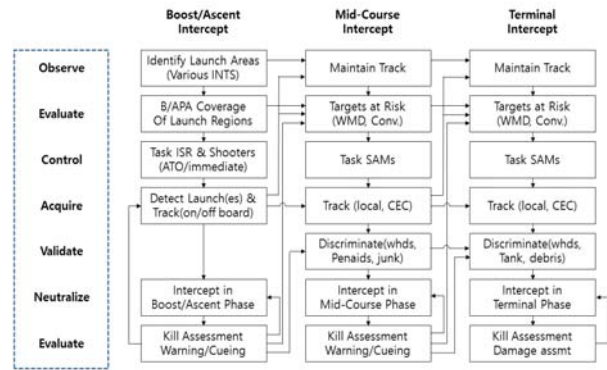


Fig. 5 ASBM defense operation processes

3.2 기능요구사항 도출

기능요구사항 도출을 위해 ASBM 방어작전의 일반적인 프로세스와 시나리오를 기반으로 QFD를 활용하였다. QFD는 사용자의 요구와 특성을 하향 세분화 할 수 있으며 가중치를 부여하여 임무 수준의 과업(task) 으로부터 기능(function)을 체계적이며 순차적으로 도출할 수 있는 기법이다. QFD의 일반적인 형태인 HoQ(house of quality)는 Fig. 6과 같이 나타낼 수 있다. 좌측, ‘what(voice of customer)’ 부분에 사용자 요구사항을 기술하고, 상단 ‘how(features)’는 어떻게 요

구를 만족시킬 것인지에 대한 특성을 기술한다. 또한, 'what'과 'how'의 교차부분인 'relationship matrix'는 요구를 만족시키기 위한 방법에 가중치를 부여한다.

QFD를 활용하여 대함 탄도미사일방어 체계의 기능을 도출하기 위해서는 우선적으로 임무(mission)을 수행하기 위한 과업(what)을 식별해야 하고, 식별된 과업으로부터 관련이 있는 활동(how)을 선정해야 한다. 선정된 활동은 다음 단계의 what이 되고 이 활동을 충족하기 위한 기능(how) 식별이 요구된다. 즉, 1단계는 대함 탄도미사일 요격 임무로부터 과업(task)를 도출하며, 2단계는 과업(task)로부터 활동(activity)를 도출한다. 마지막 3단계에서는 활동(activity)로부터 기능(function)을 도출한다. 이러한 프로세스에 따라 Table 2와 같이 과업, 활동 및 기능으로 대함탄도미사일방어 기능요구사항을 순차적으로 도출하였다.

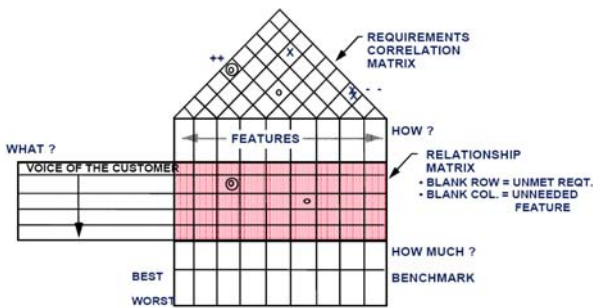


Fig. 6 Nominal HoQ in QFD

탄도미사일방어체계는 가용한 모든 자산(센서, 전장 관리, 슈터)이 통합되어 운용되어야 하는 전형적인 네트워크 기반의 복합시스템이다. 복합시스템 특성상 강한 상호운용성이 보장된다면 센서 및 슈터 자산이 증첩될수록 다층방어(layered defense)는 더욱 견고해질 것이다. 그러나 한정된 국방자산으로 복합시스템을 구축하기 위해서는 복합시스템 기능의 우선순위를 분석하는 것이 요구된다. 이러한 관점에서 AHP(analytic hierarchy process) 기법을 활용하여 유도무기 및 지휘 통제 분야에 10년 이상 종사한 전문가 델파이(Delphi)를 활용하여 임무에 대한 주요 활동들의 가중치를 산출하였으며, Fig. 7 및 Table. 3과 같이 시나리오별 HoQ(house of quality)를 작성을 통해 기능의 우선순위를 도출하였다.

Table 2 Functional requirements for the ASBMDS

Tasks	Activities	Functions
T1 Battlefield Surveillance	A1.1 Collect fired signs	F1.1.1 Using sensor to acquire ballistic missile signs
		F1.1.2 Via a communication satellite transmission to AMD cell
	A1.2 Evaluate fired signs	F1.2.1 AMD cell has evaluate the ballistic missile signs
		F1.2.2 AMD cell is relay the ballistic missile signs
T2 Establish OPLAN	A2.1 Establish force operational plan	F2.1.1 AMD cell is construct the package and set the command relations
		F2.1.2 AMD cell is construct early warning sensor operation sector
	A2.2 Control early warning R/D	F2.2.1 Aegis is located in the optimum position
T3 Detect & Identify	A3.1 Acquire fired information of boost phase	F3.1.1 Early warning satellites use infrared sensors detect a boost
		F3.1.2 Send the information to detect AMD cell
		F3.1.3 AMD cell transmits the information to detect early warning radar
		F3.1.4 Early warning radar detection information is sent to the AMD cell
	A3.2 Identify ballistic missile	F3.2.1 Identify the types and missile trajectory prediction and detection information
		F3.2.2 Missile type and the expected flight trajectory spread
T4 Track	A4.1 Assign sensor & shooter	F4.1.1 Assign the ballistic missile early warning radar
		F4.1.2 Deploy the expected ballistic missile flight trajectory considered optimal force package
	A4.2 Acquire tracking information	F4.2.1 Tracking of ballistic missile by early warning radar
		F4.2.2 Transport and updating the ballistic missile tracking information on AMD cell
	A4.3 Create a composite track precision	F4.3.1 AMD cell produces precision track with sensor tracking information
		F4.3.2 AMD cell delivers precision track on the early warning radar and shooter
T5 Intercept & assess	A5.1 Launch ballistic missile interceptors	F5.1.1 Instruct the interceptors assigned to the force package of AMD cell
		F5.1.2 Calculate shooting specifications and assign armed ballistic missiles in flight stage by BMD force package
		F5.1.3 Induction of an interceptor missile by BMD force package
		F5.1.4 Check to intercept results and decided to re-intercept
		F5.1.5 Report to intercept results in the AMD cell
	A5.2 Assess BDA	F5.2.1 AMD cell determine the BDA assessment
		F5.2.2 Spread the results of BDA assessment operations forces



Fig. 7 HoQ in case of the worst scenario

Table 3 Top 5 functional requirements by the scenarios

Rank	Best	Expected	Worst
1	F.5.1.3.(15.0%)	F.5.1.3.(14.8%)	F.5.1.3.(14.8%)
2	F.5.1.4.(12.1%)	F.4.2.1.(12.3%)	F.4.2.1.(11.8%)
3	F.4.2.1.(9.2%)	F.4.3.1.(11.0%)	F.5.1.4.(11.1%)
4	F.4.3.1.(7.7%)	F.5.1.4.(10.9%)	F.4.3.1.(10.6%)
5	F.5.1.1.(7.0%)	F.4.2.2.(6.9%)	F.4.2.2.(6.5%)

최상의 시나리오에서는 1발에 대한 요격을 가정했으므로, 요격 및 요격결과 확인 후 재요격 결심이 높은 우선순위를 보였으며, 요격을 위한 추적 정보 획득 및 정밀복합트랙 생성, 요격 지시 순으로 도출되었다. 그러나 다중 표적에 대한 요격을 가정한 최선 및 최악 시나리오의 경우, 요격 다음으로 분산된 플랫폼으로부터 제공되는 측정자료의 융합에 의해 얻어진 사격통제 가능 수준의 진술표적 정보인 복합트랙을[16] 공유하는 정밀복합트랙 생성 기능의 중요성이 높게 도출되었

다. 또한 공격자의 다중 발사 플랫폼을 가정한 최악 시나리오에는 최상 및 최선 시나리오에 비해 전장감시 수행 과업에 속한 기능의 중요도가 평균 3배 가량 증가한 특성을 보였다.

Table 4 ASBMDS MoEs & MoPs

Categories	Description	Objective	
MoE	P _D	Probability of detection	0.99999
	P _F	Probability of false alarm	0.00001
	P _{Kill}	Probability of kill	0.98
	P _{id}	Probability of correct identification	0.99999
	P _{dis}	Probability of correct discrimination	0.99999
	MaxTgteng	Maximum number of targets engaged	4
	P _{info}	Probability of information exchanged	0.99999
MoP	MaxTgttrk	Maximum number of targets simultaneously tracked	10
	T _{trk}	Track formulation time	0.5 sec
	T _{det}	Organic detection time	6 sec
	T _{eng}	Engagement time	60 sec
	T _{reeng}	Re-engagement time	15 sec
	T _{kill}	Time to conduct kill assessment	10 sec
	N _{eng}	Number of simultaneous engagements	2

사거리별 벨트 형태로 분산된 탄도미사일 작전기지를 보유한 북한을 주 위협으로 상정하여 도출한 결과는 첫째, ASBM을 방어하기 위해 당면한 부족 능력인 해상 탄도미사일 중간단계 요격자산 및 종말단계 요격자산의 필요성과 둘째, 한국형 탄도미사일 방어체계 구축에서 전장감시체계, 정찰위성 및 조기경보위성 확보의 필요성을 내포하고 있다.

Table 3에서 도출한 기능요구사항에 따라 운용상태 (operational conditions)와 표준(standards)하에서 합동 전장운용개념(joint concept of operations)을 얼마나 효과적으로(effectively) 수행하는지에 대한 정량적인 척도를 도출해야 한다. Table 4는 Table 3의 기능요구사항 결과를 입력파라미터로 하여 효과분석 도구(tool)인 SADM(Ship Air Defense Model)을 활용하여 도출한 결과이다. 도출된 MoE(measure of effectiveness)는 전체시스템의 작전 요구사항을 만족하기 위한 개념 아키텍처(architecture)의 능력척도이며, MoP(measure of performance)는 사업초기 분석을 통해 획득된 명목치(nominal value)로서 복합시스템(system of systems)의 능력을 측정하기 위해 사용된다.

4. 결론 및 향후 연구과제

ASBM은 대기권 재진입 후에 비행궤적에 변화를 줌으로써 방어체계의 요격성능을 급격히 저하시킬 수 있는 매우 강력한 탄도미사일이다. 정보당국에 의하면 북한은 미국 항공모함의 한반도 접근을 거부하면서 한국 이지스함의 BMD를 방해하기 위해 ASBM을 개발 중이거나 거의 개발완료 단계에 이른 것으로 알려져 있다. 전쟁반발 후 미 증원전력의 한반도 전개는 전쟁의 승패를 좌우하는 결정적인 요소이므로 ASBM으로부터 안전성 확보를 위해 선제적으로 해상기반의 최상의 무기체계가 개발 또는 도입되어야 한다. 만약 북한이 시험발사 중인 SLBM과 ASBM을 병행하여 발사한다면 배치예정인 THAAD와 우리 군이 현재 구축 중인 지상기반의 KAMD/Kill Chain으로는 고도 및 방어 가능구역(footprint) 측면에서 요격이 매우 제한적이다.

본 연구는 새로운 전략적 위협으로 평가되기 시작하고 있으나 기존의 탄도미사일에 관한 연구에서 고려되지 못했던 ASBM을 대상으로 아키텍처 기반의 방어체계 기능요구사항을 도출 했다는 데에 큰 의의를 둘 수 있다. 설계조합(design synthesis)을 통한 물리아키텍처(physical architecture)는 차기 연구과제로 도출할 예정이다.

본 연구의 한계점으로는 정확한 입력파라미터의 한계로 인해 ASBM의 다양한 비행 특성을 고찰하지 못한 점이 있다. 향후 연구에서는 ASBM의 다양한 사거리 조절방법에 따른 비행궤적 해석과 방어체계 입장에서 음영구역을 고려한 탐지센서의 요구능력을 식별할 필요가 있다.

References

- [1] Wikipedia, Korean People's Army Strategic Force, Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Korean_People%27s_Army_Strategic_Force.
- [2] G. M. Gross, The New Generation of Operational Concepts, *Small Wars Journal*, pp. 1-7, 2016.
- [3] Wikipedia, Persian Gulf (missile), Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Persian_Gulf_\(missile\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Persian_Gulf_(missile)).
- [4] Nimble Titan 14, Northeast Asia Threat TTX Participant Handbook(U), p. 23, 2013.
- [5] H. Kazianis, "China's DF-21D anti-ship missile has received plenty of attention. But could it be made even deadlier," *The Diplomat*, accessed, 2014.
- [6] B. Gerts, "China Conducts Fifth Test of Hypersonic Glide Vehicle", *The Washington Free Beacon*, accessed, 2015.
- [7] Michael Elleman, "Iran's Ballistic Missile Program," *The Iran Primer*, accessed, 2015
- [8] <http://www.globalsecurity.org/wmd/world/india/dhanush.htm>
- [9] Y. H. Park, "Threat Assessment of Anti-Ship Ballistic Missile (ASBM) of North Korea," *Journal of The Society for Aerospace System Engineering*, Vol. 10, no. 3, 2016.
- [10] K. H. Lee, "Analysis of the Flight Trajectory Characteristics of North Korea SLBM," *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 24, no. 3, 2015.
- [11] DoD, *Annual Report on Military Power of the People's Republic of China*, p. 21, 2009.
- [12] H. Kazianis, China's DF-21D anti-ship missile has received plenty of attention. But could it be made even deadlier?, *The Diplomat* accessed, 2014.
- [13] E. Hagt, and M. Durnin, "China's Antiship Ballistic Missile: Developments and Missing Links," *Naval War College Review*, Vol. 62, No. 4, pp. 89-94, 2009.
- [14] Y. S. Kwon, *Systems Engineering Fundamentals*, workbook, SE & GWS Lab, 2013.
- [15] E. R. Harshberger, and R. Magic, A vision of Theater Air Defense Battle Management Command and Control in 2010, pp. 11-40, 2010
- [16] Y. S. Kwon, and B. P. Kong, "Development of the Operational Architecture of Korean Navy Fighting Ships with CEC System," *Journal of System Engineering*, Vol. 1, no. 2.