

이지스함의 탄도미사일 방어를 위한 운용개념 도출

이경행^{1,†} · 백병선²

¹해군사관학교 무기체계공학과

²해군본부

Derivation of Operational Concept for the BMD of the Aegis Ship

Kyoung Haing Lee^{1,†}, Byung Sun Baek²

¹Dept. of Weapon Systems Engineering, Naval Academy,

²Republic of Korea Navy Headquarters

Abstract : This paper describes the operational concept of the Aegis ship's missile defense. Recently, North Korea conducted a fourth nuclear-weapon test that involved the launch of a long-range missile and the underwater launch of an SLBM. The ground-based BMD (Ballistic Missile Defense) system is very limited for the SLBM of a miniaturized nuclear warhead; therefore, it is necessary to build a reliable sea-based missile-defense system. The ROK Navy has, however, only utilized the Aegis ship that is designed with a search-and-tracking sensor but is without a ballistic-missile interception capability. Given this information, this work focuses on the operational concept of the Aegis BMD by comparing the BMD capabilities of the ROK with those of the U.S.

Key Words : Ballistic Missile Defense, Operational Concept, Aegis Ship

1. 서 론

북한은 경제적인 어려움에도 불구하고 지속적으로 다양한 사거리의 탄도미사일을 개발하였으며, 최근에 발사된 장거리 로켓은 북한의 미사일 기술이 미국을 위협할 수준까지 도달한 것으로 판단된다. 또한 북한은 4차례의 핵실험을 통해 노동미사일급 탄도미사일에 핵탄두 소형화를 이룬 것으로 알려져 있으며, 2020년까지 재진입체(reentry vehicle) 기술과 함께 ICBM(Inter-Continental Ballistic Missile)에 탑재할 수 있는 소형화 능력을 갖출 것으로 예측된다[1]. 특히,

최근 북한이 3차례 사출시험을 실시한 SLBM(Submarine Launched Ballistic Missile)은 전력화된다면 사전징후 없이 발사할 수 있는 기습성과 남한의 영해에 침투하여 후방에서 발사할 수 있는 은밀성을 달성할 수 있다. 그러나 현재 구축중인 킬체인(kill chain)은 수중에 있는 잠수함에 대해서는 탐지·추적·타격이 불가하며, THAAD(Terminal High Altitude Air Defense)를 포함하는 지상기반 KAMD(Korean Air & Missile Defense system)는 전방 좌·우 120° 탐지만 가능하므로 SLBM 후방공격에는 요격이 제한된다[2]. 북한의 잠수함이 핵을 탑재한 SLBM의 자세각(loft angle)을 조절하여 상자세각(over-lofted)이나 디프레스(depressed) 궤적을 혼용하여 발사할 경우 요격고도가 낮고 탐지 가능시간이 상대적으로 부족한 지상기반 KAMD 요격은 더욱 힘들어진다[3],[4]. 탄도미사일은

종말단계에서 탄두(warhead)의 RCS(Radar Cross Section)가 매우 작고 속도가 가장 빠르며 속도의 변화율도 가장 심하다[3]. 따라서 비행시간이 가장 길고 속도가 낮은 중간단계에서 요격하는 해상기반 체계를 구축할 필요가 있다[5]. 2006년부터 한국정부가 추진해 온 하층방어위주의 KAMD 전략의 근간인 1999년 미 의회의 아태지역 전역미사일방어 아키텍처 보고서는 단거리 미사일만을 한반도 위협으로 산정하고 있으며 [6], 다양한 사거리 조절방법(David C. Wright & Timur Kadyshev, 1994)은 고려되지 않았다. 이후 2006년 7월 김대령에서 발사된 노동 미사일이 로프트각(lofted angle) 조절방법에 의해 발사된 사실이 알려진(IHS Janes Strategic Weapon System, 2013) 이후에 사거리 조절방법에 따른 노동 미사일 비행특성에 관한 연구(권용수 등, 2009 : Taha Hojatighomi, 2013 : S.chandrashekar·N.Ramani, 2013 : 안준일·권용수, 2013 : 김병용, 2013 : 박종승, 2013, 이경행, 2015)가 국내·외적으로 활발히 진행되어 왔다. 2011년부터 KAMD 구축을 위한 한·미공동연구(PAWG : Program Analysis Working Group)가 본격화 되면서 탄도미사일 사거리 조절방법에 대한 논쟁 및 상층방어체계(중간단계 요격체계)의 필요성(김의근, 2012 : 김병용, 2013 : 이경행, 2015)이 대두되기 시작하였다. 북한의 핵실험과 북핵·미사일 위협이 현실화 되면서 미국을 중심으로 한국의 상층방어체계 도입의 필요성이 제시(George C. Marshall : 2014)되고 있으며, 학계를 중심으로 북한의 핵 탑재 탄도미사일을 영토에 도착하기 전에 요격이 가능한 중간단계 요격체계의 임무효과가 다양한 각도에서 분석되고 있다.

이러한 관점에서 본 논문은 이지스함의 해상기반 탄도미사일 방어체계 운용개념을 도출하였다. 세계의 탄도미사일 방어작전을 주도하고 있는 미국의 MD(Missile Defense) 개념을 정리하였으며, 이에 따른 우리 군의 BMD(Ballistic Missile Defense) 부족능력을 식별하였다. 이를 기반으로 해상기반 BMD 운용개념을 도출하였다[7].

2. 미국의 MD 개념 및 체계

2.1 MD 기본개념

미국의 미사일방어 구상은 1950년대의 나이키-제우스(Nike-Zeus) 계획부터 시작되었으나, 기술적 실현가능성(feasibility)을 고려한 개념이 본격적으로 구상된 것은 1980년대 레이건 행정부의 전략방위구상(SDI; Strategic Defense Initiative)이라고 볼 수 있다. 이후에는 1990년대 '제한공격에 대한 지구전역방어(GPLAS; Global Protection Against Limited Strikes)', '전구미사일방어(TMD; Theater Missile Defense)' 및 '국가미사일방어(NMD; National Missile Defense)' 등의 과정을 거쳐 오늘날의 MD로 발전하게 되었다.

2009년 9월 오바마 행정부는 지역적 BMD 운용을 위한 새로운 접근의 PAA(Phased Adaptive Approach)를 발표하였으며, 그 첫 번째 적용인 EPAA(European PAA)에서 체코에 X-Band 레이더 기지와 폴란드에 10기의 GBI를 배치하려던 계획을 취소하고 SM-3 미사일의 능력을 더욱 보강하였다[8]. 1단계는 2011년까지 현존하는 SRBM(Short Range Ballistic Missile)과 MRBM(Medium Range Ballistic Missile)에 대한 방어능력 확보가 목표였다. AN/TPY-2 X-Band 레이더가 터키에 배치되었으며, SM-3 Block I A 미사일을 탑재한 대서양함대 소속 이지스함 2척이 지중해에서 임무수행을 시작했고[9], 전장관리/지휘통제를 위한 C2/BMC 체계도 독일 Ramstein 공군기지에 구축되었다. 2단계는 2015년까지 SRBM과 MRBM에 대한 방어범위를 확장하기 위해 kinetic warhead의 적외선 탐색기와 궤도수정 및 자세제어 시스템(DACS; Divert and Attitude Control System), 성능이 향상된 SM-3 Block I B 미사일을 탑재할 수 있는 이지스함 4척을 추가로 배치하였다. 또한 2015년에는 SM-3 Block I B 미사일을 지상에서 운용하는 Aegis Ashore 체계가 루마니아 데베세루(Deveselu) 공군기지에 구축되었다. 3단계는 2018년까지 IRBM(Inter-mediate Range Ballistic Missile)에 대한 방어능력 확보를 위해 미국과 일본이 공동으로 개발 중인 SM-3 Block II A 미사일을 이지스함과 폴란드 레지코워(Redzikowo) 공군기지에 Aegis Ashore로 운용될 예정이다. SM-3 Block II A 미사일은 최대사정거리 1,500km, 최대요격고도가 600km 이상이다[10].

2.2 MD 체계 구성 및 기능

미국은 탄도미사일의 비행궤적 특성을 고려하여 요격체계, 조기경보/감시체계 및 BM/C4I로 구성되는 복합체계에 의해 부스트단계, 중간단계 및 종말단계까지 단계별로 요격하는 다중복합방어체계 구축을 추진 중에 있다. Fig. 1은 이러한 개념을 기반으로 하는 미국의 미사일방어체계를 나타내며, 이러한 미사일방어체계는 기본적으로 단일군의 단일 플랫폼이 아니라, 우주, 공중, 해상 및 지상의 모든 가용 자산의 통합운용에 이루어지는 대표적인 합동개념의 네트워크 기반 복합시스템(SoS; System of Systems)이다[11].



Fig. 1 MD System

2.2.1 부스트단계 방어

부스트단계 방어는 전장에서의 탄도미사일이 발사된 직후 추진 단계부터 대기권을 벗어나기 이전에 요격시킨다는 구상이다. 부스터는 탄두에 비해 구조적으로 취약하여 파괴하기 쉬우며, 기만장치나 자탄이 방출되기 전이므로 파괴해야 할 표적의 수가 확산되지 않은 상태에서 요격할 수 있다. 운용되는 주요 센서체계로는 DSP(Defense Support Program), STSS(Space Tracking and Surveillance System), 이지스함의 SPY-1 레이더 및 AN/TPY-2 X-밴드레이더 등이 있다. 그러나 부스트 단계 요격체계로 개발 중이던 운동에너지요격체(KEI; Kinetic Energy Interceptor)와 항공기탑재레이저 (ABL; Airborne Laser) 등은 기술력 부족과 예산낭비 논란 등으로 취소됨에 따라 현재 부스트단계 요격은 보류상태라고 볼 수 있다[12].

2.2.2 중간단계 방어

중간단계 방어는 중간비행 단계에 있는 탄도미사일

을 공격 영향이 거의 없는 100km 이상의 대기권 밖에서 고고도 무기를 사용하여 요격하는 개념이다. 중간단계 요격은 부스트단계에 비하여 표적식별에 필요한 충분한 시간적 여유가 있으며, 요격에 실패하더라도 종말단계의 저고도에서 한 번 더 요격할 기회가 주어진다. DSP, STSS, 이지스함의 SPY-1 레이더, X-밴드레이더 등 다양한 센서체계를 이용해 탄도미사일을 추적유지하며 디코이(decoy), 재머(jammer) 또는 다른 부산물로부터 탄도미사일을 정확히 식별하고 실시간으로 표적정보를 전파한다. 운용되는 주요 요격체계로는 이지스함의 SM-3 미사일이 있으며 THAAD도 제한적으로 운용될 수 있다. 2018년까지 미국과 일본이 공동으로 개발예정인 SM-3 Block IIA는 SRBM, MRBM, IRBM의 중간단계 요격과 초기상승단계(ascend midcourse phase) 및 대기권 진입 전 많은 구간에서 제한된 ICBM 요격능력을 갖게 될 것으로 예측된다[13].

2.2.3 종말단계 방어

대기권에 재진입하는 탄도미사일은 급격한 공력마찰과 재진입 시 탄두부의 파열로 인한 기체의 불안정, 그리고 심한 중량감소로 인한 무게중심의 변화로 탄두가 나선형으로 회전을 하면서 표적에 도달하게 되며, 지표면에 가까워질수록 이러한 나선형 운동의 폭이 커지기 때문에 정확한 비행궤적을 예측하기가 어려운 특징이 있다. 종말단계에서는 부스트/상승단계 및 중간단계에서의 정밀 큐잉정보를 바탕으로 지상에서는 고도 150km까지 요격 가능한 THAAD 및 고도 12~30km까지 요격 가능한 PAC-3 체계에 의해 표적이 획득되고 요격이 이루어진다. 또한 해상기반의 종말단계 요격체계로 SM-6 Increment 1/2가 개발 중이다.

3. 한국군의 BMD 능력 분석

3.1 개념측면

한국군의 경우 북한 그리고 주변국의 불특정 미래 위협의 탄도미사일 위협에 대비한 심층 깊은 체계적 연구가 미흡했으며 이에 따라 탄도미사일방어에 대한 명확한 운용개념이 정립되지 못한 상태이다. 2006년 이후 재정적, 기술적인 제한사항을 고려하여 KAMD,

Kill Chain 등의 독자적인 방어개념이 정립되었다. 실제적인 내용을 보면 PAC-2 GEM+가 도입되었고, M-SAM, L-SAM이 개발 중이며, PAC-3 및 THAAD가 도입예정이다. Green Pine 등 적 탄도미사일에 대한 장거리 탐지 및 추적이 가능한 조기경보레이더(GBR; Ground Based Radar)가 도입되었으나, 각 플랫폼 중심의 단편적인 방어전력 만이 존재할 뿐이다. Table 1은 주요국가의 탄도미사일 방어체계를 나타내며 한국군의 방어체계가 지상기반 하층방어체계에 집중되어 있음을 알 수 있다[14].

Table 1 Regional Ballistic-Missile Defense System

		U.S.	Europe	Israel	Japan	India/ Taiwan	R.O.K
shooter	boost	• KBI • ABL (postpone)	• PAAMS				
	upper	• THAAD • SM-3	• SAMP-T • SM-3	• Arrow-3	• SM-3	• India-PAD	• THAAD (expected)
	lower	• THAAD • PAC-3 • SM-6	• MEADS	• Arrow-2	• PAC-3	• India-AAD • Taiwan-PAC-2/3	• PAC-2 • PAC-3 • M-SAM • L-SAM
sensor	general	• SPY-1 • AN/TPY-2 • SBX,EMR • Cobra Dane			• SPY-1 • AN/TPY-2 • FPS-5 • FPS-3		• GBR (Green Pine)
	early	• UEWR					
	satellite	• DSP • SBIRS • STSS			• IGS		
BM		• C2BMC			• JADGE		• AMD Cell

3.2 능력측면

핵 탑재 탄도미사일을 생화학 탑재 탄도미사일과 함께 포화공격(saturated attack)을 감행할 경우 현재의 지상기반 탄도미사일방어체계는 요격능력이 제한적일 수밖에 없으며, 요격되었다 하더라도 핵 방사능 및 NEMP(Nuclear Electro-Magnetic Pulse)에 따른 2차 피해 발생가능성이 매우 높다. 주 위협인 현존 북한의 노동/무수단 및 스커드 미사일과 장기적인 안목에서 주변국의 잠재적인 중장거리 탄도미사일 위협은 세계 최고의 수준이며, 이에 대한 요격체계능력은 주한 미군이 보유하고 있는 THAAD와 PAC-3/MSE(Missile Segment Enhancement 등 일부자산을 제외하고 취약하다고 할 수 있다. 또한, 한국해군의 이지스함은 베이 스타인 7.1로 탄도미사일방어체계를 운용할 수 있는 잠재적 능력을 보유하고 있으나, 이지스 전투체계 소프

트웨어와 요격체계에 대한 성능개량이 없이는 곤란하다[13]. 현재 미국은 2018년 기준 88척의 이지스함정(순양함급 + 구축함급) 중 47% 수준인 41척에 BMD 능력을 갖도록 할 계획이며, 일본은 6척의 이지스함정 중 4척을 성능개량 예정이다[15].

4. 한국적 해상기반 BMD 운용개념 도출

본 논문에서 제시하는 운용개념 도출 프로세스는 Fig. 2와 같이 3단계로 구성된다. 이는 ① 상위수준의 전략과 임무로부터 이를 달성하기 위한 대상체계의 운용개념을 정의하는 단계(운용개념, 대상체계 관련 외부 시스템도), ② 정의된 운용개념을 구현하기 위하여 요구된 기능을 도출하는 단계(임무계층구조 분석, 기능범주 분석), ③ 선정된 기능을 기능 및 물리 아키텍처로 구현하는 단계이다. 이와 같이 3단계를 통하여 구현된 기능 및 물리 아키텍처는 사용자와 운용자의 요구능력(needs capabilities) 관점에서 능력 시스템을 정의하는데 활용된다. 이러한 능력시스템(capability system)은 추후 개발자 관점에서 물자시스템(materiel system)을 정의 및 개발하기 위해 이용된다[16].

4.1 운용개념 정의

한국형 이지스급 함정의 탄도미사일방어 임무는 탄도미사일 공격으로부터 한국 전구 내 주요 핵심자산을 보호하기 위하여 중간비행단계 또는 종말단계의 적 탄도미사일을 해상에서 요격하여 직접 무력화 시키거나, 해상 또는 지상의 타 플랫폼에 의해 요격이 성공적으로 이루어지도록 표적정보를 공유 또는 제공하는 것이다. 미 이지스함의 탄도미사일 방어작전은 적 탄도미사일이 미 본토에 도달하기 이전에 본토 인근 해상에서 중간요격을 실시하는 개념과 원정작전을 통해 동맹국 또는 적국의 인근해상에서 중간단계 방어를 수행하는 개념으로 구분된다. 반면 우리군의 이지스함의 탄도미사일 방어개념은 비록 미국을 포함하는 동맹국의 센서와 큐잉(queueing) 정보를 공유하지만 북한의 탄도미사일 방어임무에 한정되어 운용개념을 도출하였다. 해군 목표와 해군비전의 구현을 위한 대탄도미사일작전임무를 부여 받은 이지스함이 BMD 임무를 수행하게 된다. 임무 수행을 위한 탄도미사일방어 작전은 Fig. 3과 같

이 크게 공격작전(offensive operations)과 방어작전(defensive operations)으로 구분된다[16].

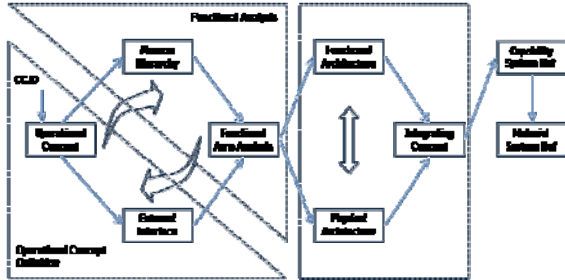


Fig. 2 Derivation of operational-concept process

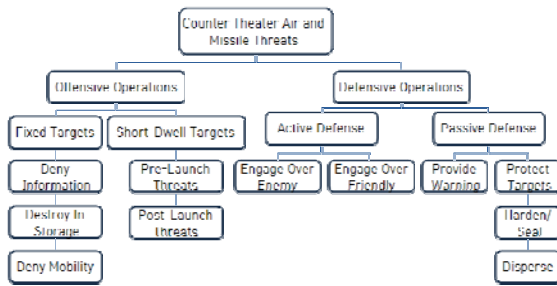


Fig. 3 BMD operations

이지스 전투체계와 AN/SPY-D 레이더를 탑재한 일반적 이지스급 함정의 잠재적 탄도미사일방어 능력을 실질적으로 구현하기 위해서는 이지스급 함정에 이지스 BMD 3.6.1 이상의 성능개량과 SM-3 이상의 요격체계의 탑재가 필수조건이다. 이지스함정의 BMD체계 운용은 발사준비, 상승, 중간 및 종말단계의 각 단계를 통해 연속적으로 진행된다. 발사준비 단계에서는 DSP, STSS 등과 같은 조기경보자산을 통해 발사징후와 탐지정보에 의한 조기경보용 정보가 생성되어 BMD 능력을 갖춘 이지스급 함정을 포함한 타 전투체계로 전파된다. 각 플랫폼은 탄도미사일이 발사된 후에도 지속적인 탐지, 추적 및 분석정보를 공유하게 되며, JCS(joint chief of staff)의 요격지시를 받아 타 센서체계로부터 큐잉정보 또는 자함의 센서정보를 활용하여 SM-3 미사일로 적의 탄도미사일을 요격하여 무력화시킨다. 가용한 모든 센서체계로 구성되는 센서격자로부터 획득한 정보에 대해 전장관리체계 내에서 위협평가 및 무장할당(TEWA; threat evaluation and weapon allocation)이 이루어지고 1차 교전 직후 BDA에 따라

대기권 진입 후의 종말단계 재교전 여부가 결정되며, 재교전을 위한 표적에 대한 지속적인 탄도미사일 탐지 정보와 추적 자료를 지상 및 해상 요격체계에 제공한다. 이러한 기본적인 운용개념에 따른 한국형 이지스급 함정의 BMD 작전 수행에 대해 순차적으로 나타난 운용시나리오 시퀀스도는 Fig. 4와 같다.

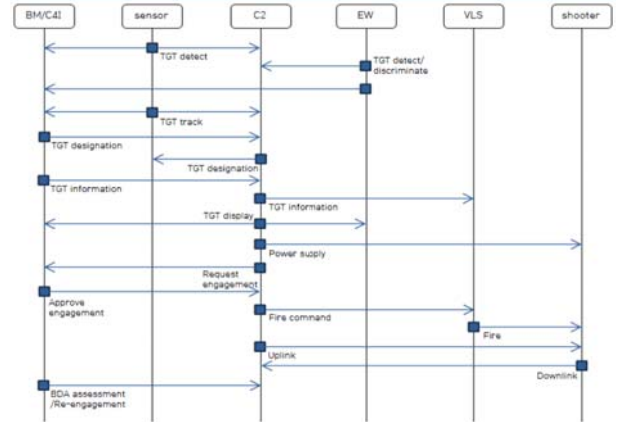


Fig. 4 Aegis-Ship BMD Virtual Scenario (sequence)

Fig. 5는 미국이 구상 중인 2010년대 말 BMD 이지스함의 원격센서를 이용한 운용개념을 나타낸다[16]. 이것은 기본적으로 CEC의 원격교전능력 개념으로 볼 수 있으며, 이지스함정은 자체 SPY-1 레이더가 아닌 우주센서나 탄도미사일 전용 장거리 육상 및 해상 X-밴드레이더 등과 같은 다른 플랫폼센서로부터 생성된 교전수준의 정밀 트랙정보를 가지고 적 탄도미사일을 요격하게 된다.

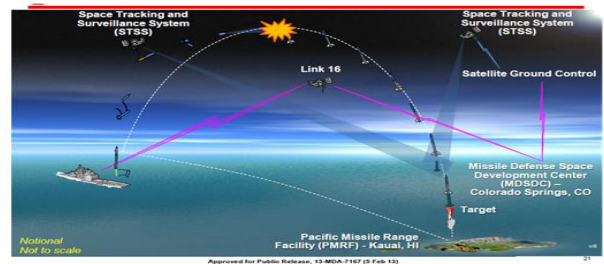


Fig. 5 Future Aegis-ship BMD by remote sensor

4.2 기능범주 분석

운용개념을 기반으로 QFD(quality function deployment) 전용도구인 CUPID를 사용하여 기능분석을 실시하였다.

이러한 기능분석을 기반으로 아키텍처로 구현된 한국형 이지스급 함정의 탄도미사일방어에 통합개념 (IC; Integrating concept)을 도출하였다. 기능은 요구사항을 달성하기 위하여 반드시 수행해야 하는 특성을 나타내는 과업 또는 활동이며, 기능분석은 기능달성에 필요한 모든 하부기능을 식별하기 위해 정의된 기능에 대하여 분석하는 것이다. 이지스 BMD의 임무계층구조에 따라 상위운용개념으로부터 추적성을 갖는 QFD 기반 기능범주를 분석하여 적 탄도미사일 과업(tasks)을 할당하였으며, Fig. 6과 같이 QFD를 통해 상위레벨인 ‘어떻게(how)’에 해당하는 임무(mission)로부터 다음 하위레벨에서의 ‘무엇(what)’에 해당하는 과업(task)으로 세분화되며, 과업은 활동(activity)으로, 활동은 다시 기능



Fig. 6 QFD

(function)으로 순차적 하향세분화가 가능하다.

4.3 아키텍처 구현

운용개념에서 기능까지 하향 세분화하여 분석한 내용을 CASE도구인 CORE 5.0을 사용하여 요구사항 정의에서부터 아키텍처 분석 및 시험에 이르기까지 광범위한 추적성을 제공하는 기능분석을 실시하였다. 기능분석을 기반으로 이지스급 함정의 한국적 BMD IC를 기능 및 물리아키텍처로 도출하였다. 도출된 과업, 활동 및 기능을 중심으로 이지스 BMD에 필요한 각 기능과 기능별 입력사항, 출력사항 및 인터페이스 등 관계를 Fig. 7과 같이 N2 차트를 활용하여 전체 시스템 내에서의 입력, 출력 및 인터페이스를 조정 및 검토를 수행했다.

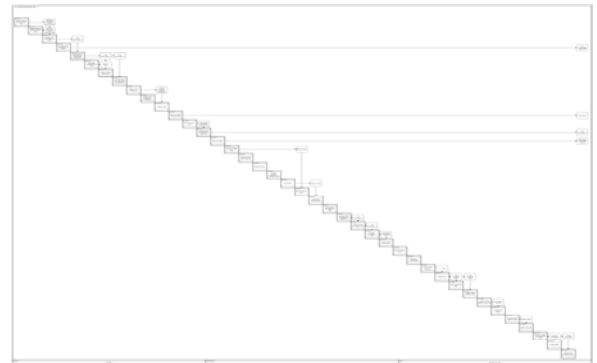


Fig. 7 Functional architecture N2

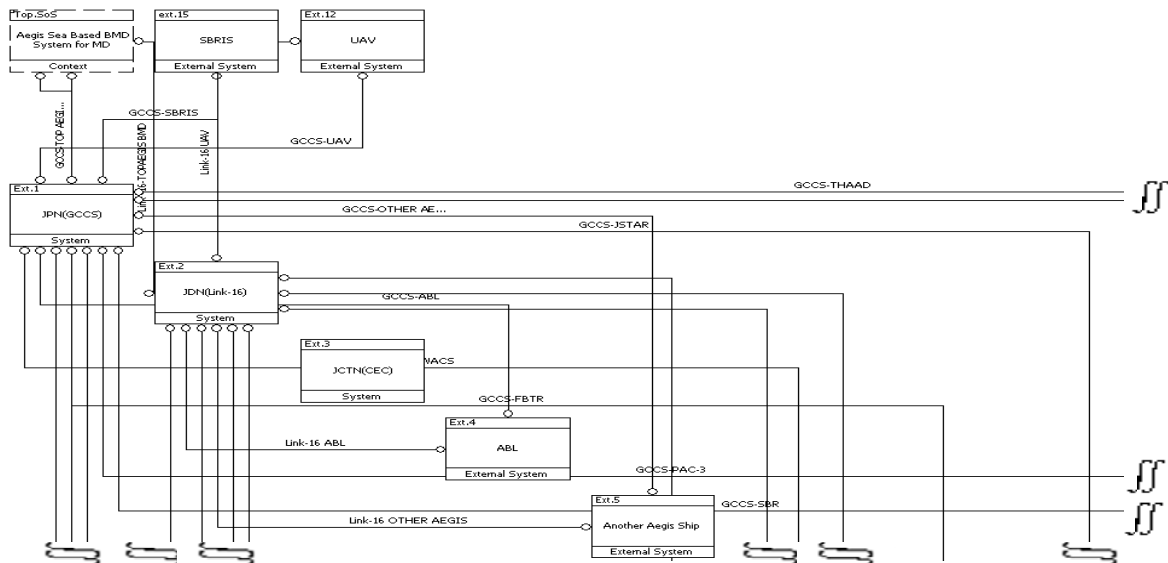


Fig. 8 Physical architecture

기능분석을 통해 도출한 이지스 BMD 체계의 기능을 수행하기 위해 Fig 8과 같이 기능을 기반으로 물리아키텍처를 작성하였다. CENTRIX, Link-16 등 15개의 구성요소를 계층구조 상에서 식별한 후 이를 바탕으로 물리적 블록선도를 완성하였다. 이지스 BMD를 수행하기 위해 각 플랫폼은 CENTRIX와 Link-16을 기반으로 정보의 실시간 공유와 전장상황 및 교전명령 등 탄도미사일 등 제반 정보사항에 대한 데이터를 실시간으로 전송함으로써 SoS내에서 BMD 임무를 완벽하게 수행할 수 있다.

4.4 시뮬레이션 검증

거동모델에 대한 논리적 오류여부 검증은 CORE 프로그램에 내장되어 있는 시뮬레이터를 통해 Fig. 9와 같이 자체적으로 논리적 검증이 가능하다. 검증 시뮬레이션 화면의 왼쪽 창은 BMD 체계 자체기능과 외부 시스템과의 기능을 보여주고 있으며, 이러한 논리적 검증의 소요시간(405.84초)은 현 연구레벨인 기능수준에서의 논리적 검증에 따른 소요시간으로, 완전한 성능을 갖춘 시스템의 실 소요시간과는 차이가 있다.

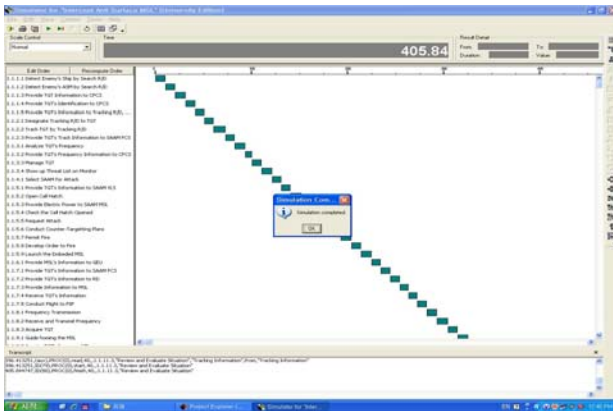


Fig. 9 Simulation verification

5. 결론 및 향후 연구과제

단 한발의 핵·미사일이라도 피격을 받게 되면 감당할 수 없는 피해가 예상되기 때문에 북한의 핵·탄도미사일 방어는 국가의 존망을 좌우하는 핵심 안보현안이다. 따라서 탄도미사일에 대한 다층방어체계 구축이 필수적으로 요구되어 진다. 일반적으로 북한의 중거리

핵·탄도미사일 위협으로부터 남한 전체를 방어하기 위해 SM-3 block-1B의 풋프린트(footprint)를 고려한다면 동·서해 각각 1척의 이지스함이 배치되어야 한다. 이지스함 SPY-1(D) 레이더의 탐지권(1,500km)과 전방위(360°) 탐색범위, SM-3의 최대요격거리(1,200km)는 한반도 작전전구내에 이지스함의 융통성 있는 배치위치를 제공한다. 또한 이지스함만의 독립적인 다단계 요격(shoot-look-shoot)을 위한 합리적 중첩구역까지 고려한다면 동·서·남해 각 1척이 배치되어야 할 것이다. 본 연구의 한계점은 해상기반 탄도미사일 방어체계의 운용개념을 체계적으로 도출하였으나 다양한 기능에 따른 적정 규모와 배치(안) 등에 대한 군사적 효용성을 고찰하지 못한 점이다. 향후 연구에서는 탄도미사일의 다양한 사거리 조절방법에 따른 비행궤적 해석과 방어체계 입장에서 음영구역을 고려한 탐지센서의 요구능력을 식별할 필요가 있다. 본 논문은 임무에서부터 기능까지의 운용개념 프로세스를 기반으로 탄도미사일 방어를 위한 이지스함의 효용성을 도출할 수 있는 가이드라인을 제공하며 분석적인 시각을 갖게 하는 데 큰 의미가 있다고 하겠다.

참고 문헌

- [1] David Albright, Future Directions in the DPRK'S Nuclear Weapons Program: Three Scenarios for 2020, ISIS Report, pp. 4-13, Feb. 2015.
- [2] K. H. Lee, K. H. Lim, "North Korea SLBM Threat Analysis and its Implications on ROK National Security," *The Studies of International Affairs*, Vol. 15, No. 3, pp. 109-139, Sep. 2015.
- [3] J. W. Kim, Y. S. Kwon, "Optimal Deployment of a Sea Based Sensor Platform for the Detection of a SLBM," *The Journal of Advanced Navigation Technology*, Vol. 19, No. 5, pp. 151-156 , Oct. 2015.
- [4] K. H. Lee, H. P. Seo, "Analysis of the Flight Trajectory Characteristics of North Korea SLBM," *Journal of the Korea Society for Simulation*, Vol. 24, No. 3, pp. 9-16 , Sep. 2015.
- [5] K. H. Lee, A Study on the Derivation of the

Required Capability of the Korean Sea-based BMD System, Ph.D. dissertation, Korean National Defense University, Seoul, 2014.

- [6] DoD, "Report to Congress on Theater Missile Defense Architecture Options for the Asia-Pacific Region," 1999.
- [7] K. H. Lee, "A Study on the Mission Effect of a Sea-based BMD system," *Journal of Aerospace System Engineering*, Vol. 10, No. 1, 2016.
- [8] S. H. Lee, "Obama Administration's Military Strategy: the 2010 QDR and Its Implications," *Strategic Studies*, Vol. 17, No. 50, pp. 7-40, 2010.
- [9] <http://www.defenseindustrydaily.com/land-based-sm-3s-for-israel-04986>.
- [10] http://iiwiki.com/wiki/Super_Standard_Missile_System#Variants.
- [11] Lt Gen Trey Obering, USAF Director, Missile Defense Program Overview For The National Defense Industrial Association, Missile Defense Agency, p. 10, 2007.
- [12] DoD, Ballistic Missile Defense Review 2010, pp. 39-42, 2010.
- [13] Laura Desimone, "Aegis BMD: The Way Ahead," Integrated Warfare Systems Conference, Arlington, VA, pp. 6-7, 2011.
- [14] Y. S. Kwon, "Ballistic Missile Defense in Northeast Asia," *Joint International Conference(KAS and RINSA)*, p.116, 2014.
- [15] Ronald O'Rourke, Specialist in Naval Affairs, Navy Aegis Ballistic Missile Defense (BMD) Program: Background and Issues for Congress, CRS Report for Congress, 2015.
- [16] Y. S. Kwon, "Systems Engineering Fundamentals (workbook)," 2011.

저자 소개



이 경 행

2002년 서울대 수학과 졸업. 2008년 국방대학 석사. 2014년 동 대학 박사. 2015년~현재 해군사관학교 무기체계 공학과 교수. 관심분야는 M&S, 유도무기체계, 유도제어.



백 병 선

1999년 해군사관학교 졸업. 2011년 국방대 박사. 2015년~현재 해군본부. 관심분야는 탄도미사일 위협과 방어체계