

함정 전투체계 획득 프로세스 개선 연구 (전투체계 통합 중심으로)

황광룡¹⁾ 최봉완^{1)*} 김호중²⁾

1) 한남대학교 산업공학과, 2) 한화시스템

A Study on the Acquisition process improvement of Warship Combat System (Focus on Combat System Integration)

KwangYong Hwang¹⁾, BongWan Choi^{1)*}, HoJung Kim²⁾

1) *Department of Industrial Engineering, Hannam University*

2) *Hanwha Systems Co. Ltd.*

Abstract : The threats around Korea Peninsula have been dramatically increased because North Korea is developing the Nuclear ballistic missile, Submarine launched ballistic missile(SLBM), and many kinds of weapons for sudden provocations. Therefore, ROK navy needs the cutting-edge warship combat systems in order to defeat the enemy threats effectively in the sea. The paper analyzes current warship combat system acquisition process and studies US navy and other advanced countries acquisition process and their contraction trends. After that, the paper proposes the optimal acquisition process of warship combat system for the ROK navy based on our current situation and other advanced countries acquisition trends. The paper will dedicate the next generation warship combat system acquisition process.

Key Words : Acquiring Methodology of Weapon System, Warship Combat System, Product Line Engineering, Systems Engineering Development Process, Combat System Integration

Received: July 13, 2016 / **Revised:** November 30, 2016 / **Accepted:** December 9, 2016

* 교신저자 : Bong Wan Choi, bwchoi721@hanmail.net

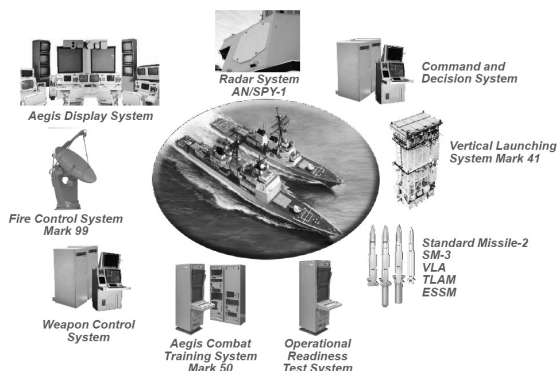
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

함정 전투체계는 함정에 탑재되는 레이더, 소나 등 센서체계와 유도탄, 어뢰 등 무장체계, 지휘통제 체계 및 네트워크체계 등을 통합시켜 표적식별, 위협평가, 무장통제, 교전결과판단 등의 과정을 수행하는 복합전투체계이다. 이러한 함정 전투체계는 소프트웨어 중심의 체계로서, 현재 개발된 수준에서 멈추지 않고 지속적인 발전과 성능개량을 거듭한다. 특히 컴퓨터의 정보처리능력 측면에서 매우 빠른 발전을 하고 있기 때문에 오늘날 최신의 전투체계가 단기간 내 진부화 되고 있다.

오늘날 가장 대표적인 함정 전투체계는 1983년부터 운용되기 시작한 미해군의 '이지스(AEGIS) 전투체계'이며, 현재도 지속적으로 이지스 전투체계 성능개량이 진행되고 있다. 1990년대 이후에는 NATO 국가들을 중심으로 자국산 함정 전투체계를 개발하여 운용 중에 있는데, 영국의 SSCS (Surface ship command System), 프랑스의 TAVITAC (Traitement automatique et visualisation tactique), 네덜란드·독일의 SEAWACO (Sensor weapon and command) 등이 대표적인 함정 전투체계이다.

함정 전투체계의 구성은 소프트웨어, 통신체계, 네트워크 및 연동 장치, 다기능 콘솔을 포함하며, 광의의 의미에서는 정보수집 자산(레이더체계, 소나체계)과 무기체계까지 포함한다. Figure 1은 이지스 전투체계 구성도¹⁾를 나타내고 있다.



[Figure 1] AEGIS Combat System Components

기존 선행연구들 중에는 시스템엔지니어링 측면에서 함정초기단계에 설계영역 탐색을 위한 연구가 진행된 바 있다.²⁾ 이러한 선행연구를 기반으로 시스템엔지니어링 프로세스를 고려해서 본 연구가 진행되었다. 이를 위해, 본 논문은 한국해군의 함정 전투체계 획득 프로세스를 분석하고, 선진국의 함정 전투체계 획득 프로세스를 검토하여 한국해군에 적합한 함정 전투체계 획득 프로세스를 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 한국해군 함정 전투체계 획득 프로세스를 분석한다. 3장에서는 전 세계적으로 함정 전투체계를 선도하고 있는 미해군의 Product Line Engineering 기반의 함정 전투체계 획득 프로세스를 분석하고, 주요 선진국의 함정 전투체계 획득 방법론을 연구한다. 4장에서는 한국해군에 적합한 함정 전투체계 획득 프로세스 개선 방향을 제시한다. 5장은 상기 내용을 종합적으로 정리하면서 결론을 맺는다.

2. 한국해군 함정 전투체계 획득 추진현황

2.1 충무공 이순신급 구축함(DDH-II) 획득사례

충무공 이순신급 구축함은 2003년부터 국내 대형 조선소에서 총 6척을 건조하여 한국해군에 인도되었다. 만재톤수 5,520톤으로 중거리 대공 구역방어가 가능하며 대함·대잠 작전이 가능한 함정이다. Table 1과 같이 상당히 많은 무기체계와 복잡한 센서체계를 탑재하고 있으며 전투체계는 KDCOM-II (Korean Destroyer Combat System)을 운용한다. 여기서 KDCOM-II은 영국의 SSCS 전투체계를 근간으로 하여 기술이전 형태로 개발된 한국형 전투체계이다.³⁾

특히 DDH-I보다 많아진 다국적 무기체계들은 더욱 높은 수준의 시스템 간 상호운용성과 통합시스템의 안정성이 요구되어짐에 따라 함정 전투체계 통합에 대한 이해와 기술력이 절실하게 필요하였다. 하지만 한국해군 및 한국 전투체계 제조사들의 전투체계 기술력 및 체계통합 기술수준이 충분히 성

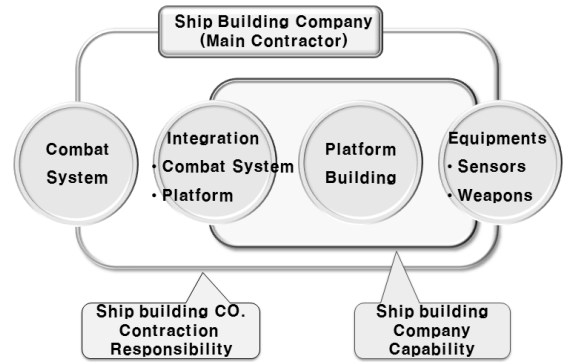
<Table 1> DDH-II Systems and its Manufacturers

Systems	Manufacturer
Sensor Systems • AN/SPS-49V Air Searching Radar • MW-08 3D Target Indication Radar • STIR Fire Control Radar • DSQS-21 Sonar	• USA Ratheon • Netherlands Thales • Nether.Thal • Germany Atlas
Combat System • KDCOM-II Combat Management System	• UK BAE & Samsung Thales
Weapon Systems • Harpoon Anti ship Cruise Missile • SM-2 Block IIIA Anti Air Missile • RAM Inner-layer Defence Missile • Hyunmoo III Ship-to-shore Cruise Missile • K-ASROC and Torpedo • CIWS 30 mm Goalkeeper	• USA McDonnell • USA Raytheon • USA Raytheon • ROK ADD • ROK ADD • Nether.Thal

속되지 못한 상황이었다. 그래서 한국해군은 전투체계 통합에 대한 제한사항을 극복하는 방안으로 국내 대형 조선소에서 DDH-II 함정을 건조 시 전투체계 통합도 같이 수행하는 것으로 결정하였다.

즉, 조선소와 플랫폼 계약 시 일부 탑재장비를 통합해서 계약함에 따라 함정 사업관리 및 체계통합 업무 개선 효과를 기대한 것이다. 하지만 이러한 사업계약 방식은 전투체계통합 주관자가 불명확해지는 상황을 유발하였다. Figure 2와 같이 센서체계 및 무장체계의 일부분을 조선소에서 체계통합을 담당하고 일부분은 전투체계사가 책임을 지는 형태로 전개되었다.⁴⁾

실제적으로, 해군이 조선소와 플랫폼 계약에서 일부 탑재장비를 통합해서 계약함에 따라 함정 사업관리 및 통합업무 개선 효과가 다소 있었고 탑재장비의 도급화가 확대되었다. 하지만 주요 센서/무장 및 전투체계는 관급 계약을 하고 함정 탐색개발 시 센서/무장 요구성능을 식별하는 절차를 여전히 거쳐야 했기 때문에 사업관리 및 체계통합의 효과는 기대에 미치지 못하였다.

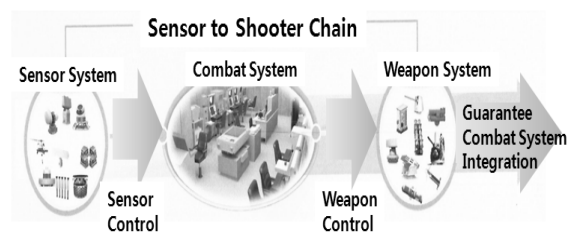


[Figure 2] Contraction of DDH-II Platform and Sub-systems

2.2 한국해군 현 함정 전투체계 획득 프로세스의 현실태 분석

Figure 2와 같은 함정 전투체계 획득 프로세스는 다음과 같은 문제점이 예상된다. 첫째, 전투체계 통합(Combat System Integration) 주관자가 모호하게 된다. 전투체계 제조사와 조선소가 센서/무장 및 전투체계의 일부분씩 맡게 됨으로 인해서 전투체계 통합에 대한 책임이 분산된다. 즉, Figure 3과 같이 함정 통합 전투성능을 확보를 위한 Sensor to Shooter Chain의 체계통합 단일창구가 부재하게 되는 것이다.⁵⁾

Sensor to Shooter Chain의 체계통합 단일창구 부재로 인해 전투체계제조사는 CMS (Combat Management System) 및 주요 센서만 공급하고 부분적인 체계통합에 기여하게 된다. 반면, 도급장비인 센서 및 무장체계를 함 건조업체에서 공급하는 형태가 되므로 전투체계와 도급장비(센서/무장)들이 함상에서 ICD (Interface Control Document)*수준



[Figure 3] Sensor to Shooter Chain of Combat System

* ICD : The interface between two systems or subsystems, e.g. "The Doghouse to Outhouse Interface Control Document."

에서 연동성 검증만 수행할 수밖에 없게 된다. 이로 인해서 전투체계와 도급장비 간 체계통합 및 문제 해결에 많은 어려움이 상존하게 된다.

둘째, 최적의 함 탑재 무기체계 선정에 제약이 발생할 수 있다. 즉, 함정 통합 전투성능 요구사항 설계 후 최적화된 센서/무장 요구사항 도출에 제한사항이 발생된다. 예를 들어, 센서/무장의 개별 선정 및 계약 이후에 통합 전투성능 설계(Bottom-up)에 따라 성능 최적화 절차가 부재하게 된다. 또한, 관급장비(주요 센서, 무장 및 전투체계)는 방위사업청(이하 ‘방사청’이라 함)에서 계약을 체결하고, 도급장비(추진체계, 항해체계, 일부 센서/무장)은 함 건조업체가 계약을 체결하는 등, 다수 계약으로 인해 센서/무장체계에 관련된 통합 전투성능 확보가 제한될 수 있다.

뿐만 아니라 함 건조업체의 전문성 부족으로 함정 통합 전투성능 확보를 위한 센서/무장 요구사항 도출 및 선정에 제한이 우려된다. 이로 인해 함정 통합 전투성능 확보를 위한 무기체계 요구사항의 최적화가 제한될 수 있고, 불필요한 요구사항 수용 및 성능 불균형으로 인한 획득비용이 증가될 수 있다. 또한, 탑재장비의 기술적 관리 요소 및 복잡도 증가에 따라 사업관리 위험(Risk)이 증대될 우려가 있다.

그리고 무기체계 설계검토 및 시험평가 시 전문기관 참여가 제한된다. 즉, 함정 통합 전투성능 관련 전문기관의 계약관계가 부재하기 때문에 센서/무장 및 전투체계에 대한 설계 및 체계 통합성 관련 기술적 검토가 제한되는 것이다.

셋째, 한국해군의 현 함정 전투체계 획득 프로세스는 수출 시장 요구사항을 미 충족하게 된다. 아시아 및 중남미 국가를 중심으로 해외 함 건조 사업 시 전투체계 통합패키지 계약을 선호하며 이에 대한 요구도 증가하고 있다. 이는, 아시아 및 중남미 국가들이 자국 함 건조업체의 전투체계 통합능력이 부족하기 때문에 CMS 공급업체에게 무장 및 센서를 포함한 전투체계 통합패키지 공급을 요구하고 있기 때문이다. 또한 해외 노후 함정의 업그레이드 사업도 전투체계 통합패키지를 요구하고 있다.⁶⁾

그리고, 국내 전투체계통합(CSI) 기회가 부족하게 된다. 즉, 국내 함정 무기체계 획득 시 전투체계 통합 수행을 통한 역량 강화 기회가 부족하게 됨으로 인해 전투성능 중심의 검증된 센서/무장/CMS/CSI 통합패키지 상품 구축이 제한된다. 따라서 전투체계 통합패키지 수출 모델 개발을 통한 해외수출 경쟁력을 강화할 필요가 있다.

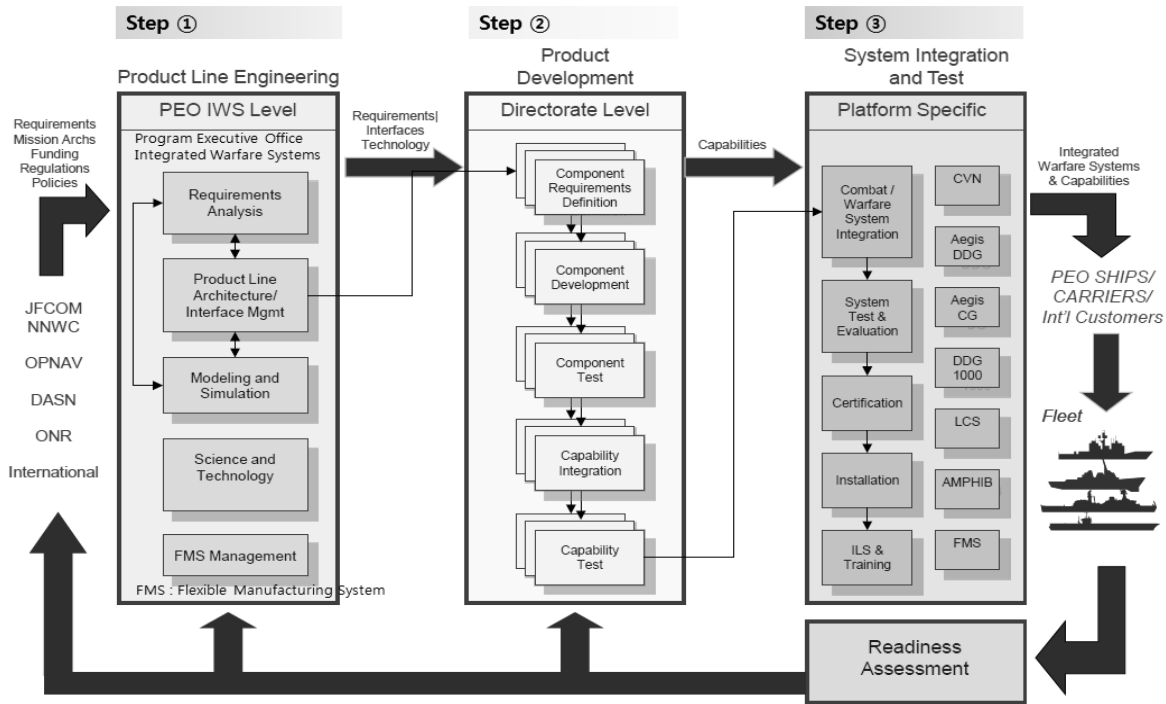
3. 선진국의 함정 전투체계 획득 프로세스

3.1 미해군의 함정 전투체계 획득 프로세스

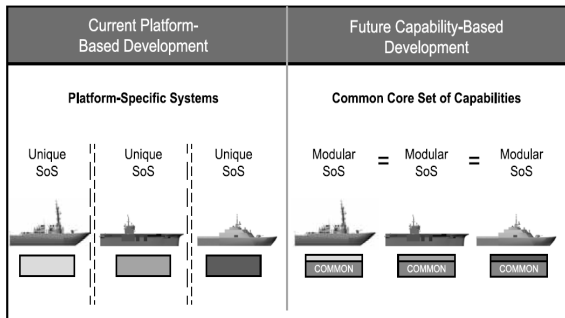
함정 전투체계는 소프트웨어를 중심으로 운용되기 때문에, 함정 전투체계 개발비의 약 85%가 소프트웨어 비용에 해당되며, 함정 전투체계 성능개량 분야에서도 대부분의 비용이 소프트웨어 비용에 해당된다⁷⁾. 이처럼 소프트웨어 중심의 함정 전투체계를 개발하기 위한 프로세스는 3단계로 이루어진다. 1단계에서는 시스템과 하부시스템의 요구능력이 정의하고 요구능력에 부합하는 시스템 설계가 이루어진다. 이때 선체구조 및 장비, 무기체계, 센서체계, 지휘통제체계에 대한 기본설계 및 상세설계가 이루어지며 하드웨어와 소프트웨어 등에 대한 상호운용성이 검토된다. 2단계에서는 시스템과 하부시스템의 하드웨어 및 소프트웨어가 개발되어진다. 3단계에서는 개별 구성품들에 대한 통합과 하부시스템이 최초 계획한 요구능력에 대해 만족하는지 검증된다. 그리고, 각각의 하부시스템의 통합을 통해 전투체계 개발시험과 운용시험이 이루어지게 된다. 즉, 함정 체계통합 및 검증단계를 거치면서 각각의 개별 구성품, 하부시스템, 시스템에 대한 하드웨어 및 소프트웨어의 상호운용성 구현과 통합시스템에 대한 검증이 이루어진다. Figure 4는 미해군의 함정 전투체계 획득 프로세스⁸⁾를 나타내고 있다.

3.1.1 함정 전투체계 획득 프로세스 1단계

함정 전투체계 획득 프로세스 1단계는 Product Line Engineering 기법이 적용하여 전투체계의 요구능력 분석, 전투체계의 아키텍처 구현과 하부시스



[Figure 4] US Navy Warship Combat System Acquisition Process



[Figure 5] The Example of Product Line Engineering

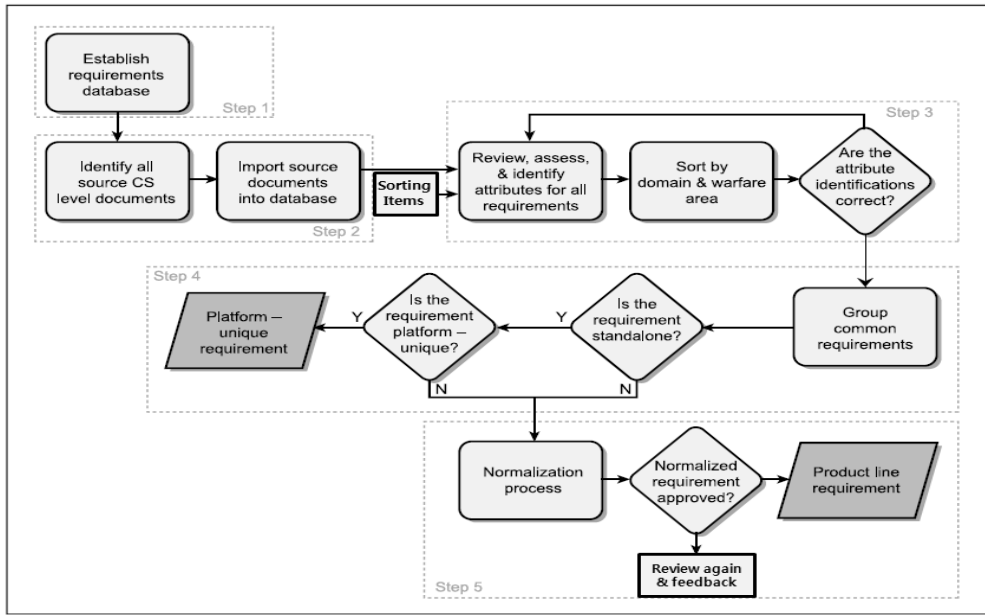
템 간 인터페이스 관리, 모델링 및 시뮬레이션 분석, 기술수준(Science and Technology) 검토 및 FMS (Flexible Manufacturing System)* 관리 등의 과정을 거친다. 여기서 Product Line Engineering은 예산, 개발기간 및 자원 등의 제한사항을 고려하여 각 전투체계별로 공통분모에 해당되는 하부시스템을 찾아서 다양한 플랫폼에 맞는 전투체계를 개발하는 것이다. 예를 들어, 기준이 되는 전투체계의 무장통제체계 및 센서체계 등을 만들고, 'A' 플랫폼 또는 'B' 플랫폼의 무장통제체계 및 센서체계에 동시에 적용한다. 따라서 하나의 표준화된 전투체계를

구성하고 모듈화 시켜서 다양한 플랫폼의 요구능력과 임무에 따라 조금씩 변형시켜 활용한다. Figure 5는 Product Line Engineering 적용사례⁹⁾를 나타내고 있다.

여기서 Product Line Engineering 기법을 적용한다는 것은 다양한 플랫폼에 적용할 수 있는 기본에 되는 표준 전투체계를 모듈화(Modulization)하는 것이다. 이를 위해, 다양한 전투체계의 요구능력 중에 공통분모를 찾는 Product Line Engineering 요구능력 개발 프로세스가 Figure 6과 같이 진행된다.

Figure 6은 다양한 전투체계에서 공통으로 해당되는 전투체계 요구능력을 도출하기 위해 Step 1~5까지의 과정을 거치게 된다.¹⁰⁾ Step 1에서 다양한 전투체계들의 요구능력에 대한 데이터베이스를 구축한다. 이렇게 구축된 데이터베이스는 전 수명주기 측면에서 다양한 전투체계의 상위수준 요구능력에

* FMS : A Flexible Manufacturing System is a manufacturing system in which there is some amount of flexibility that allows the system to react in case of changes, whether predicted or unpredicted.



[Figure 6] Product Line Requirements Development Process

대해 개략적인 데이터가 수집된다. Step 2에서는 다양한 전투체계에 관련된 자료를 데이터베이스화한다. Step 3에서는 구축된 전투체계 요구능력 및 관련 자료들에 대해 전투체계 요구능력 분류기준에 따라 데이터베이스를 검토하고 평가한다. 전투체계 요구능력 분류기준은 Table 2와 같이 도메인, 임무 분야, 비기능 분야¹¹⁾로 구성된다.

Step 4에서는 상기 분류기준에 따라 분류된 전투체계의 요구능력이 단일 종류의 플랫폼에만 해당되면 플랫폼 단독 요구능력(Platform Unique Requirement)로 분류한다. 만일 공통으로 필요한 전투체계의 요구능력일 경우에는 Step 5로 넘어가서 요구능력 표준화 과정을 거쳐서 공통 요구능력(Product Line Requirement)으로 분류하게 된다.

모델링 및 시물레이션 분석은 전투체계의 기능아키텍처와 물리아키텍처 설계하였을 때 요구능력을 만족하는지 여부를 사전 검증하기 위한 용도로 활용된다. 다양한 시물레이션 분석 툴을 활용되어지는 데 주로 전투체계의 하부시스템 간 아키텍처 구성에 있어서 Sequence 논리, 인터페이스, 전투체계 작전능력, 대응시간 등이 모델링 및 시물레이션으로 분석되어진다.

<Table 2> Assessment Criteria of Product Line Requirements

Domain	Mission Area	Nonfunctional
External Communication	Ballistic Missile Defense	Survivability
Display	Anti Air Warfare	Information Assurance
Vehicle Control	Surface Warfare	Safety
Weapon Management	Undersea Warfare	Mobility
Sensor Management	Strike	Reliability
Track Management	Information Operations	Maintainability
Combat Control	Anti Terrorism	Availability
Support	Force Protection	
Training		
Navigation		
Infrastructure		

다음으로 전투체계 물리아키텍처를 구현하기 위해 기술수준이 검토되어지고 FMS를 통해 현재 보

유하고 있는 전투체계 생산시스템이 새로운 전투체계 개발을 위해 어느 정도 유연성을 가지고 대응할 수 있는지도 검토한다. 즉, 전투체계의 변화에 따라 전투체계 생산시스템의 가용성과 유연성 등을 검토한다.

3.1.2 함정 전투체계 획득 프로세스 2단계

함정 전투체계 획득 프로세스 2단계는 정의된 개별 구성품 및 하부시스템의 요구능력에 따라 체계 개발을 한다. 그리고 개발된 개별 구성품 및 하부시스템에 대한 테스트 및 요구능력 구현여부를 검증한다. 이때 다양하고 복잡한 구성품 및 하부시스템들이 각각의 제조사들에 의해 만들어진다. 따라서 이러한 구성품 및 하부시스템에 대한 일정계획(Scheduling)은 전투체계 통합 및 능력구현을 위해 매우 중요하기 때문에 세밀한 관리가 필요하다. 예를 들어, 함정 선체건조, 무장통제체계 개발, C4I체계 개발, 항공기통제체계, 네트워크지원체계, 기타 지원체계 등 다양한 하부시스템들이 동시에 개발이 진행될 것이다. 하지만 각각의 기반기술, 개발능력, 운용자원이 상이하기 때문에 똑같은 일정에서 진행되지 않는다. 그러므로, 가장 개발이 지연되는 하부시스템이 전체 전투체계 개발일정에 큰 영향요인으로 작용하기 때문에 각각의 하부시스템들에 대한 개발능력과 주변여건을 고려하여 적절하게 일정관리를 해야 할 것이다.

3.1.3 함정 전투체계 획득 프로세스 3단계

함정 전투체계 획득 프로세스 3단계는 Total Systems Engineering Team에 의해 체계통합 및 검증의 단계를 거친다.

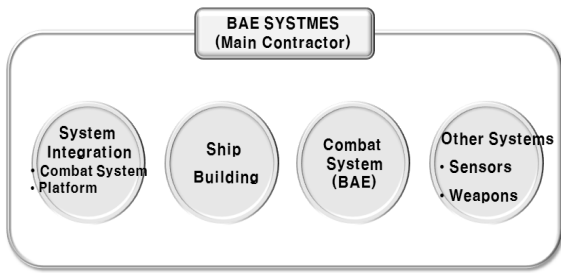
Total Systems Engineering Team은 Product Team과 Cross-Product Team으로 구분되며 하부 통합팀들을 조정·통제한다. 여기서 Product Team들은 함정선체 설계 및 건조팀, 무기체계 및 무장통제체계 등 전투체계의 하부시스템 개발팀, C4I체계 개발팀, 네트워크체계팀 등 개별 시스템에 대한 프로그램 관리 및 부분 체계통합 역할을 수행한다.

Cross-Product Team은 개별 시스템 간 체계통합, 통합전투체계 아키텍처 검증, 모델링 & 시뮬레이션 분석, 통합전투체계에 대한 운용시험 및 평가를 수행한다. 특히 Total Systems Engineering Team은 전투체계통합 과정에서 하부 통합팀들 간의 체계통합 관련 정보공유와 예상하지 못한 문제 발생 시 체계통합 영향을 분석하고 관리한다. 이를 통해, 하부 통합팀들이 통합전투체계의 아키텍처에 대한 원활한 정보 공유 및 의사소통을 통해 통합전투체계 성능을 일관성 있게 구현하도록 유도한다. 또한, Total Systems Engineering Team은 하부 시스템들 간 인터페이스의 상호운용성과 시스템 형상 간 충돌이 발생하지 않도록 조정·통제한다.

체계통합 및 검증은 Level 1~5 나뉘어 이루어진다. Level 1에서는 하드웨어 및 소프트웨어의 최하위 구성품들에 대한 테스트 및 통합이 이루어진다. Level 2에서는 하위 구성품들을 통합하고 나서 요구능력에 만족하는 기능이 구현되는지 시험하게 된다. 이때 구성품 수준(Component Level)에서의 소프트웨어 시스템 통합시험(Software System integration Test)이 이루어진다. Level 3에서는 하부시스템 수준(Subsystem Level)의 하드웨어 및 소프트웨어 시스템 통합시험이 이루어진다. 이때 통합된 하드웨어 시스템은 장비군(Equipment Groups)의 요구능력 구현과 내구성 등이 시험되고, 통합된 소프트웨어 시스템은 시스템의 기능구현 안정성과 신뢰성 등이 평가된다. Level 4에서는 무기체계 수준에서의 인터페이스 성능정도, 소프트웨어 및 하드웨어의 기능구현 정도, 하부시스템의 통합 요구능력 만족여부 등이 검증된다. 특히 각 하부시스템 간 상호운용성과 통합시스템의 안정성이 집중적으로 검증되어진다. Level 5에서는 통합 전투체계의 전체적 성능과 시스템 호환성 및 안전성이 시험 및 검증되어진다.¹²⁾

3.2 주요 선진국의 함정 전투체계 획득 추세

주요 선진국의 함정 무기체계 획득 추세는 Total Ship Design 관점에서 함정 건조 및 체계통합 능력



[Figure 7] UK Type-45 Warship Combat System Contraction

이 있는 업체가 주 계약업체가 되어 통합업무를 주관하는 추세이다. 만약 한 업체가 전투체계 통합 및 함정통합을 할 수 없는 경우에는 전투체계 전문업체가 CMS (Combat Management System), 탑재 센서체계 및 무장체계 등 전투체계 분야에 대해서 통합업무를 주관하고, 조선소가 함 건조 및 함정통합 분야에 대해서 통합업무를 각각 주관한다. 그 사례를 보면 다음과 같다.

영국의 Type-45 함정의 경우에는 BAE SYSTEM이 주계약자가 되어 체계통합(전투체계 통합, 함정 통합), 함 건조, CMS(BAE) 및 탑재장비(센서체계, 무장체계 등) 분야를 통합 계약하여 체계통합업무를 주관하였다. 프랑스 및 이탈리아의 FREMM 함정과 미국의 LCS 함정의 경우도 Figure 7과 동일한 형태로 함정 전투체계 계약체결을 하였다.¹³⁾

미국의 DDG-1000함정의 경우에는 Raytheon사가 CMS(Raytheon사 개발), 탑재장비(센서체계, 무장체계, 전자전장비 등) 분야에 대해서 개발 및 전투체계 통합업무를 주관하였고, General Dynamics사가 함 건조 및 함정지원체계에 대해 플랫폼 통합업무를 각각 주관하였다.

4. 한국해군 함정 전투체계 획득 발전방향

4.1 Engineering 측면

함정 전투체계는 너무나 다양하고 복잡한 체계들로 구성된다. 하지만 하나의 플랫폼을 만들 때 Zero base에서 새롭게 만드는 것이 아니라 기존의 전투체계들을 충분히 활용하고 업그레이드해서 새로운

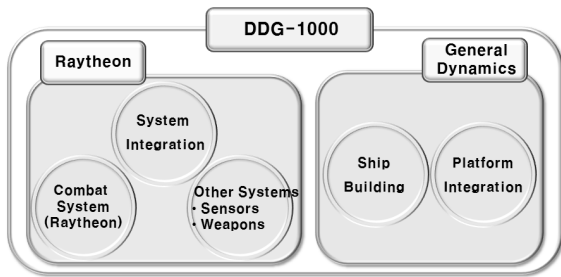
플랫폼과 함정 전투체계를 구현한다. 이를 위해 미해군은 Product Line Engineering 기법을 적용한다.

즉, 플랫폼에는 항모, 상륙함, 항공기, 전투함, 차기전투함 등 다양하다. 이러한 플랫폼들이 요구하는 능력들은 대공전능력, 사격통제체계, 대함전능력, 대잠전능력, 기뢰전 능력 등 공통적으로 필요한 요구능력들이 있다. 이처럼 공통적으로 요구되는 능력들이 플랫폼별로 개별적 개발 및 생산이 아니라 모듈화 시켜서 활용할 수 있다. 이처럼 모듈화 되는 체계들에는 센서체계, 무장체계, 지휘통제체계, 네트워크체계, 지원체계, 통신체계, 전시체계, 훈련체계, 추적관리체계, 항해체계, 감시체계 등이다.

한국해군도 2000년대 한국형 구축함을 건조하면서 전투체계통합에 대해 조금씩 기술력과 노하우를 축적해 왔다. 그리고 현재는 최첨단 함정과 이에 탑재된 전투체계들을 운용하고 있다. 따라서 차세대 함정들의 도입 시 한국해군에 맞는 전투체계 획득 프로세스를 적극적으로 시작할 때이다. 이때 Product Line Engineering 기법을 적극 활용하여야 한다. 지금까지 건조된 함정들의 전투체계에서 하드웨어와 소프트웨어들을 모듈화시키고 최신의 IT 기술들을 반영하여 업그레이드 하고, 이를 차기함정들에 적극 활용하는 것이다. 그림 6에서의 Product Line Requirement Development Process와 Table 2에서의 Product Line 식별을 위한 전투체계 요구능력 분류기준 등을 적극 활용해서 한국해군에 맞는 Product Line 체계들을 구체화시켜서 개발해야 하겠다.

4.2 사업관리 측면

차세대 함정 전투체계는 점점 첨단화 되면서 시스템의 복잡성은 더해가고 있다. 반면 함정 획득사업을 관리하고 함정 전투체계통합을 주도해야 하는 조직이 구 조합단에서 방사청으로 전환되었지만, 방사청에는 조합과 관련된 전문인력이 구 조합단에 비해 상대적으로 적고, 함정에 대한 전문지식이 부족한 타군 획득전문인력과 공무원이 함정획득 사업에 관여함에 따라 함정 전투체계통합, 시스템의 상호운



[Figure 8] US DDG-1000 Warship Combat System Contraction

용성과 통합시스템 안정성 등을 종합적으로 수행할 수 있는 전문성이 상대적으로 떨어지고 있는 실정이다. 이러한 제한사항들로 인해서 방사청은 2000년대 중반부터 한국형 구축함을 건조할 때 함정 전투체계통합을 조선소에서 주도하도록 하였다. 이를 방사청 입장에서 살펴보면, 조선소가 함정 전투체계 통합까지 수행하므로 여러 업체들과 상대하지 않고 조선소만 상대하면서 사업관리를 할 수 있기 때문에 사업관리의 책임성과 용이성이 개선되기 때문이었다. 하지만 문제점은 조선소가 선체 건조 및 관련 지원체계에 대한 함정통합에는 전문성이 충분하였으나 센서/무장체계 및 전투체계통합에 대한 전문 기술력과 노하우가 없었기 때문에 이러한 방사청의 요구를 그대로 수행하기에는 제한적이었다.

그러므로, 한국에는 Figure 7과 같은 함정 획득 프로세스 보다는 Figure 8과 같은 함정 획득 프로세스가 보다 타당하다. 즉, 한국에는 함정 건조 및 전투체계 개발을 함께할 수 있는 대형업체는 없으므로, 함정 건조 및 함정통합은 조선소가 담당하고, 광의의 전투체계 부분인 CMS, 센서체계 및 무장체계, 전투체계통합 분야는 전투체계 전문업체가 수행하는 것이 Total System Design 관점에서 바람직한 체계통합 방식이라고 볼 수 있다.

따라서 한국 실정에 적합한 함정 무기체계 획득 프로세스는 광의의 전투체계 분야(전투체계 통합, 전투관리체계, 센서체계, 무장체계)와 플랫폼 분야(플랫폼 통합, 항해체계, 추진체계)으로 구분해서 획득 프로세스를 추진하는 것이 필요하다. 이렇게 전투체계와 함 건조 분야를 구분해서 각각 분리계약

을 할 경우에 다음과 같은 기대효과가 있다. 우선, 전문기관과의 분리계약을 통한 효율적인 사업관리가 가능하다. 전문성에 기반한 사업수행을 통해 기술적, 사업적 위험을 해소시킬 수 있고, 전투체계 통합 시 문제해결을 위한 창구를 분명하게 할 수 있다. 또한, 함정 통합 전투성능에 최적화된 탑재 무기체계 선정이 가능하다. 또한, 무기체계의 요구사항 최적화를 통하여 무기체계 성능균형을 확보할 수 있고, 획득비용을 최소화할 수 있을 것이다.

5. 결론

함정 전투체계는 다양한 무장체계, 센서체계, 지휘통제체계 등이 거대한 선체와 결합된 복합무기체계이기 때문에 성공적인 함정 전투체계 획득은 함정 전투력 발휘에 직결된다. 이를 위해서는 다양한 시스템 간 상호운용성 보장과 통합시스템의 안정성이 중요하다. 그래서 한국해군이 그동안 실시하였던 전투체계 획득 프로세스를 고찰하였으며, 미해군에서 적용하고 있는 Product Line Engineering 기반의 함정 전투체계 획득 프로세스 및 주요 선진국의 함정 전투체계 획득 프로세스를 분석하였다. 이를 바탕으로 한국 실정에 적합한 함정 전투체계 획득 프로세스 개선 방향을 제시하였다.

사 사

본 논문은 한화시스템의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

1. Andrew Winkler, The Modernization of the Aegis Fleet with Open Architecture, Lockheed Martin, p4, 2011.
2. Jinwon Park, Sangil Park, Effective Application of Design Space Exploration in the Very Early Naval Ship Design, Journal of the

- Korea Society of Systems Engineering Vol. 11, No. 2, 2015. 12.
3. Wikipaida, 'Chungmugon Yi Sun-Sin class destroyer.'
 4. Ho Jung Kim, The Study on Warship Weapon System Acquisition Method based on Combat Capability, Naval Systems R&D Center, Hanwha Thales Co, p4, 2015.
 5. Ho Jung Kim, The Study on Warship Weapon System Acquisition Method based on Combat Capability, Naval Systems R&D Center, Hanwha Thales Co, p7, 2015.
 6. Ho Jung Kim, The Study on Warship Weapon System Acquisition Method based on Combat Capability, Naval Systems R&D Center, Hanwha Thales Co, p8, 2015.
 7. Sun Joo Ko, Study on International technical trends of Warship combat system and Internal technical development trends, Korea Acquisition of Defense Industry Studies, p240, 2009.
 8. Kathy Emery, Surface Navy Combat System Engineering Strategy, PEO Integrated Warfare Systems, p4, 2010.
 9. Alvin Murphy, The Importance of System of System Integration, Combat Systems Engineering & Integration, p11, 2013.
 10. Diana Kolodgie, A Systems Engineering Approach to Requirements Commonality Across Surface Ship Combat System, Combat Systems Engineering & Integration, p44, 2013.
 11. Diana Kolodgie, A Systems Engineering Approach to Requirements Commonality Across Surface Ship Combat System, Combat Systems Engineering & Integration, p47, 2013.
 12. Joel Washington, System Engineering Planning, Combat Systems Engineering & Integration, p56, 2013.
 13. Ho Jung Kim, The Study on Warship Weapon System Acquisition Method based on Combat Capability, Naval Systems R&D Center, Hanwha Thales Co, 10-11, 2015.