

유도탄 실사격 및 반응시간 분석보고서를 활용한 함정 통합전투성능 운용시험평가 발전방안 제시

김병준^{*,1)} · 강정석¹⁾ · 허장완¹⁾ · 고장수

¹⁾ 해군 전력분석시험평가단

A study of the Development of Ship Integrated Combat Capability Operational Test and Evaluation using Missile Live-Fire and Reaction Time Analysis

Byungjun Kim^{*,1)} · Jeongseok Kang¹⁾ · Jangwan Hur¹⁾ · Jangsoo Ko¹⁾

¹⁾ Naval Forces Analysis Test and Evaluation Group, Korea

(Received 17 November 2021 / Revised 26 January 2022 / Accepted 18 April 2022)

Abstract

This study aims to introduce missile live-fire during the ship operational test and evaluation(T&E) as a means of verifying the integrated combat capability(ICC) of various systems installed on naval ships. The research method identified domestic and foreign T&E systems and cases, and reports related to ICC, which were written during the ship's design stage. As a result of research, Republic of Korea is not conducting the missile live-fire at the ship T&E stage due to the lack of relevant systems, while the U.S. is conducting it based on the mission-based T&E and the end-to-end test system. As a way to improve within the current domestic ship acquisition systems, the reaction time analysis, a quantitative analysis result of ICC calculated at the ship basic design stage, was proposed to be verified by missile live-fire during ship operational T&E.

Key Words : Operational Test and Evaluation(운용시험평가), Ship Integrated Combat Capability(함정통합전투성능),
Missile Live-Fire(유도탄 실사격), Reaction Time Analysis(반응시간 분석), End-to-End Test(종단 간 시험)

기 호 설 명

Rd : 최초 표적 탐지거리

Rf : 무기체계로 대응하는 순간 표적까지의 거리

Rh : 함정 무기체계에 의해 표적이 요격된 거리

Td : 센서에 의해 표적이 탐지된 순간의 시간

$Td = 0$ 으로 설정

Tf : 함정 무기체계로 표적에 대응하는 순간의 시간

Th : 함정 무기체계에 의해 표적이 요격된 순간의
시간

$Tf - Td$: 전투체계 반응시간, Tr 로 정의

* Corresponding author, E-mail: 83byungjun@gmail.com

Copyright © The Korea Institute of Military Science and Technology

1. 서론

해군 전투함정(수상함)은 Fig. 1에서 보는바와 같이 작전환경 특성상 대함, 대공 및 대잠 등의 다중위협에 동시 다발적으로 대응해야 하는 등 입체적인 작전수행능력이 요구된다^[1]. 이러한 요구조건을 만족시키기 위해 함정에는 지휘무장통제체계, 무장체계, 센서체계, C4I체계 등 각종 체계가 탑재된다. 각각의 탑재체계는 고유의 작전요구성능을 가지나 임무 중심 관점에서 보았을 때 개별 체계 각각의 성능뿐 아니라 체계 전체의 통합된 성능이 발휘되어야 비로소 부여된 임무를 성공적으로 달성 가능하다. 따라서 신형 함정의 통합된 전투성능(이하 통합전투성능)은 연구개발주관기관(조선소)에서 소요군으로 함정을 인도하기 전 최종 확인 단계인 운용시험평가 단계부터 실제 작전환경과 같거나 유사한 환경에서 검증되어야 하며, 이러한 함정의 통합전투성능을 과학적으로 시험평가하기 위한 방법과 기준에 대한 논의가 요구된다.

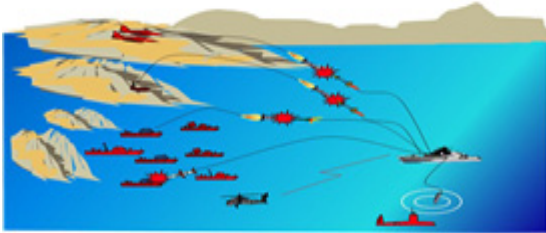


Fig. 1. Naval vessels operational missions

이미 미국 등 선진국에서는 함정의 통합전투성능을 검증하기 위해 신형함정의 운용시험평가 단계부터 유도탄 실사격(Live-Fire)을 도입하는 등 실전과 같은 평가를 실시하고 있다. 반면 같은 체계공학(System Engineering) 절차를 도입한 우리군은 예산과 인프라 등의 제한과 관련기관 간의 공감대 형성 부족으로 인해 함정 운용시험평가 단계에서 유도탄 실사격을 실시한 사례가 없으며 현재는 운용시험평가 시 유도탄 모의기(Simulator)를 활용한 체계통합 및 연동성능 확인에 그치고 있다.

함정 대공방어 성능에 대한 시험평가 방법론과 함정 체계통합 발전방향 등에 대해서는 여러 선행연구가 수행되었다. 최성린 등은 함정 대공방어 요구성능의 설정 기준으로 활용할 수 있는 성능척도와 비효율과도를 제안하였고(2014)^[2], 정승훈 등은 국내외 함정

의 체계통합 수준과 최신기술 동향을 정리하고 해군이 추진하고자 하는 함정 전체의 체계통합 발전방향을 제시하였다(2020)^[3]. 또한, 황광룡 등은 한국해군의 함정 전투체계 획득 프로세스와 선진국의 획득 프로세스를 비교 분석하여 한국해군에 적합한 함정 전투체계 획득 프로세스 개선방향을 제시하였고(2016)^[4], 길태준 등은 복합무기체계로서 다양한 작전임무를 수행하는 함정에 적합하도록 내적 요인과 외적 요인을 운용개념의 요인으로 포함시키고 기술적 요인을 별도로 분류하여 구체화 시켰으며 이를 함정 성능개량 소요의 판단 도구로 제시하였다(2016)^[5]. 하지만 기존의 선행연구는 함정 획득 과정에서의 요구성능 개발 및 사업관리 분야의 연구 이거나 함정 RCS 등 특수성능 개발 관련 논문이 주를 이루고 있으며 본 논문의 주제인 함정 통합전투성능을 시험평가하기 위한 방법론에 대한 유사연구는 확인하기 제한되었다.

이에 따라 본 연구에서는 함정의 통합전투성능을 시험평가 단계에서 실전적으로 검증하기 위한 방법으로서 유도탄 실사격을 적용하는 방안에 대해 국내외 시험평가 제도와 사례를 분석하였다. 특히, 함정의 다양한 통합전투성능 중 고속의 대공위협에 대해 함정의 신속한 반응을 요구하는 대공전 분야를 중심으로 연구하였다. 연구 결과 현재 국내 함정 획득절차 내에서 적용 가능한 방안으로 함정 기본설계 및 상세설계 단계에서 산출되는 반응시간분석 보고서를 통합전투성능 평가의 방법으로 활용하고, 함정 운용시험평가 단계에서 유도탄 실사격을 도입하여 함정의 실제 통합전투성능이 그 기준을 충족하는지 여부를 검증하는 방안을 도출하였다.

본 연구는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 함정 통합전투성능의 개념을 소개하고 함정 통합전투성능을 검증하기 위한 방안으로서 유도탄 실사격을 선정한 사유를 설명한다. 3장에서는 국내외 함정 통합전투성능 시험평가 제도와 사례를 비교하였다. 또한, 4장에서는 함정 운용시험평가 개념 발전방향을 제시하고 반응시간 분석보고서를 활용한 통합전투성능 시험평가 방안을 설명하였다.

2. 함정 통합전투성능과 유도탄 실사격

2.1 함정 통합전투성능의 개념

함정 통합전투성능(가칭)은 지휘무장통제체계, 무장

체계, 센서체계, C4I체계 등과 같이 함정의 전투수행에 필요한 체계들의 통합 운용을 통해 형성되는 성능을 의미한다^[6]. Fig. 2는 함정 전투체계 시스템을 표현한 그림으로 함정은 다양한 체계들로 구성되고 연동되어 있음을 알 수 있다^[7].

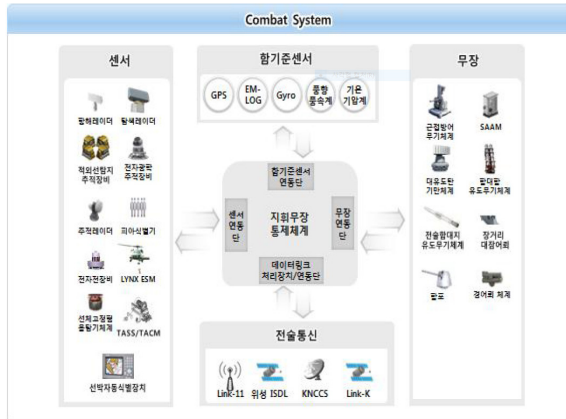


Fig. 2. Ship combat system

전·평시 함정 승조원은 부여된 임무 수행을 위해 함정에 탑재된 다양한 체계와 무장의 개별 성능뿐만 아니라 모든 체계의 통합된 성능을 요구할 것이다. 따라서 신형함정을 연구개발 후 조선소에서 소요군으로 인도하기 전 최종 단계인 운용시험평가 단계에서는 모든 체계와 무장을 함정에 탑재한 채 실제 작전임무와 같은 환경에서 무장 실사격을 통한 함정의 통합전투성능 검증이 요구된다.

2.2 함정 대공전 통합전투성능과 유도탄 실사격

Fig. 3은 함정의 대공전 수행개념을 나타낸 그림으로^[8] 함정이 대함유도탄과 같은 고속의 대공 위협에 대응하기 위해서는 표적탐지·추적부터 사격문제 해결, 무장 발사, 중간유도, 표적 타격, 명중평가 등 대공전 전체 과정에서의 통합된 성능이 요구된다. 특히 함정의 대공전 통합전투성능은 적의 대함 위협무기에 대한 함정의 능동적 방어능력을 나타내는 척도가 됨에 따라 함정의 통합생존성(Total Ship Survivability)과도 직결되는 주요 성능이다^[9]. 이러한 대공전 통합전투성능을 함정 운용시험평가 단계에서 실제와 같은 상황에서 검증하기 위한 방안으로서 유도탄 실사격 시험을 적용 가능하다. 여기서 실사격 시험(Live-fire Test)이란 새로 개발하였거나 부분적으로 개선한 체계에

대하여 기술상, 운용상의 성취도를 판단하는데 필요한 기초 자료를 실사격을 통해 수집, 축적해 나가는 과정을 의미한다^[10].

① 탐지·추적 → ② 사격문제해결 → ③ 발사 → ④ 중간유도 → ⑤ 타격 → ⑥ 명중평가

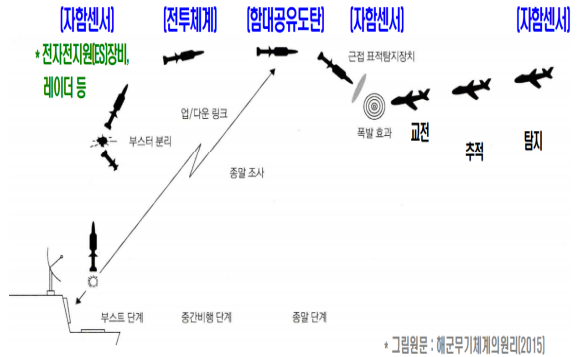


Fig. 3. Anti air warfare procedure

실례로 해군은 신조함정의 전력화평가 단계에서 실시하는 전투체계 종합능력평가 시 작전유형별 최종평가항목으로 유도탄 실사격을 적용하고 있다^[11]. 또한, 연간 부대훈련 시에도 유도탄 실사격을 통해 승조원의 운용능력을 숙달하고 함정의 통합전투성능을 확인하고 있다. 하지만 현재와 같이 신형함정이 조선소로부터 소요군으로 인도된 이후인 운영유지 단계부터 유도탄 실사격을 실시한다면 실사격 결과 체계상의 문제점이 식별될 경우 소요군 주관으로는 함정 및 탑재무장의 개선이 제한된다. 따라서 함정 획득단계의 최종 과정인 운용시험평가 단계부터 실사격 시험을 적용하여 함정 통합전투성능을 검증해야 하며, 만약 결함사항이 발견된다면 조선소 및 탑재무장 연구개발 기관 주관으로 보관을 완료하여 소요군으로 인도하는 것이 바람직하다.

3. 국내외 함정 통합전투성능 시험평가 제도 및 사례

3.1 국내 제도 및 사례

국방부 국방전력발전업무훈령^[12]과 합참 시험평가관 리규정^[13]에 의하면 함정 통합전투성능의 시험평가는 함정 운용시험평가 단계에서 확인하도록 되어있다. 함정 연구개발 단계별로 구분해 보면 기본설계 시험평가 단계에서는 체계 연동과 같은 함정의 통합전투성

능은 자료에 의한 평가를 실시한다. 이후 함정 개발 및 시험평가 단계에서는 전투체계, 무장, 장비를 함정에 탑재하여 통합전투성능을 시험평가함을 원칙으로 한다. 이때 전투체계, 무장과 같은 함정에 탑재되는 무기체계(이하 탑재무기체계)의 시험평가 결과를 함정 시험평가 단계에서 활용 가능하며, 해당 규정에 따라 함정 운용시험평가 시 통합전투성능 분야는 대부분 탑재무기체계인 전투체계 운용시험평가 결과로 대체되고 있다. 하지만 현재 전투체계 운용시험평가 단계에서의 실무장 사격은 ‘함포’에 한하여 실시 중이며 현대 함정의 주력 무기체계인 유도탄 및 어뢰와 같은 유도무기는 사업예산과 인프라 등의 제한으로 인해 실사격을 실시하지 못하고 있다. 이로 인해 함정 시험평가 단계에서는 유도탄 실사격 시험 대신 모의기(Simulator)를 활용한 무장통제능력 확인으로 대체됨에 따라 함정의 실질적인 통합전투성능 검증이 제한되고 있다.

3.2 국외 제도 및 사례

미 국방부에서 발간된 시험평가 관리지침서(Test and Evaluation Management Guide)에 따르면 미군은 운용 시험평가 시 장비 사양, 요구도, 효과적도, 성능척도 등의 충족여부를 확인하기 보다는 임무달성 여부를 확인하는데 중점을 두고 있다^[14]. 이를 구현하기 위한 방법으로 미군은 임무기반 시험평가(Mission Based T&E)와 종단 간 시험(End to End Test) 제도를 적용하여 시험평가를 실시하고 있다.

임무기반 시험평가는 무기체계를 통해 운용자에게 제공되는 작전능력에 대해 시험평가를 집중하도록 하는 방법론으로 무기체계의 물질적 특성을 작전능력과의 연결한다^[15]. 종단 간 시험은 임무기반 시험평가를 위한 논리적 수단으로서 부대 임무분석을 토대로 임무 Thread를 도출하여 도출된 임무계획을 처음부터 끝까지 평가하는 방법이다^[16]. 이때 종단 간 시험은 작전 임무와 관련된 모든 탑재무기체계를 포함하여 평가하며 이는 함정 및 항공기와 같은 복합체계(System of Systems)는 임무 완수를 위해 탑재된 체계 간에 상호 의존할 수밖에 없음에 따라 모든 탑재체계가 임무에 미치는 영향을 다루기 위함이다. Fig. 4는 미해군 최신형 구축함인 Zumwalt함에서 SM-2 유도탄을 발사하는 장면으로 실제 미해군은 함정 운용시험평가 중에 유도탄 실사격을 실시함으로써 함정 대공전 전체 과정의 수행능력을 확인하고 있음을 알 수 있다^[17].



Fig. 4. USS Zumwalt SM-2 live-fire(Oct 13, 2020)

4. 함정 통합전투성능 시험평가 발전 방향

4.1 함정 운용시험평가 개념 발전

현재 우리군은 무기체계 시험평가 시 작전요구성능, 기술적부수적 성능 등 단위 성능의 충족 여부를 평가하는데 중점을 두고 있다. 하지만 함정 운용시험평가 단계부터 통합전투성능을 검증하기 위해서는 현재 단위 성능 중심의 평가 제도에서 발전하여 임무 달성도를 함께 평가하는 방향으로 개선해야 한다. 이러한 개선된 시험평가 개념을 현재의 국내 함정 획득제도 내에서 적용하기 위해 본 연구에서는 함정 기본 및 상세설계 단계에서 산출되는 기술검토 보고서를 확인하였으며, Fig. 5는 일반적인 함정사업 획득단계와 단계별 산출물 중 무장분야 보고서를 식별한 결과이다. 식별된 무장분야 보고서 중 대공표적 접근 시나리오를 가정하여 함정의 반응시간과 대응가능 횟수 및 피격가능성을 분석한 ‘반응시간 분석 보고서(Reaction Time Analysis)’를 시험평가 단계에서 함정의 통합전투성능을 평가하는데 활용 가능한 자료로써 선정하였다. 일반적으로 ‘반응시간’이란 표적 출현부터 요격까지의 소요시간을 말하며 무기체계의 신속대응에 대한 성능을 나타낸다^[18]. 반응시간 분석 보고서는 표적의 탐지부터 위협 평가, 센서 및 무장 할당, 무장 발사, 교전 평가 등 전체 교전과정을 정량적으로 나타냄에 따라 함정 통합전투성능 평가의 기준으로 활용할 수 있으나 현재는 이론적 분석과 평가에 그치고 있다. 따라서 본 연구에서는 기본설계 단계에서 도출된 반응시간 분석 보고서를 평가기준으로 활용하고 운용시험평가 단계에서 실장비, 실무장, 실표적을 활용한 실사격 시험을 통해 함정의 통합전투성능을 실질적으로 검증하는 방안을 제시한다.

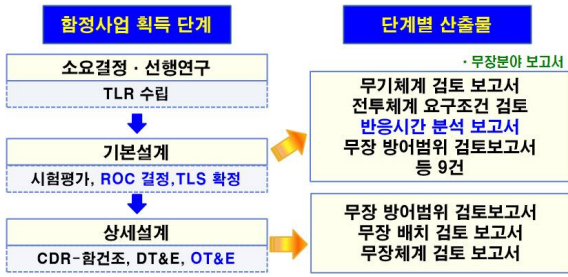


Fig. 5. The output of ship project acquisition stage

함정 운용시험평가 단계부터 유도탄 실사격을 적용하는 방안은 현재 관련 기관 및 부서간의 공감대가 형성되어 있지 않고 관련 제도가 정비되어 있지 않은 점이 사실이다. 또한, 함정 시험평가 단계에서 유도탄 실사격을 위해서는 시험계획 단계부터 시험수행, 시험결과 제공까지 전 과정에 걸쳐 체계적으로 실사격 시험 서비스를 제공 가능한 전문 시험장이 있어야 수행 가능하다. 하지만 해양무기체계 관련 연구자료를 수집·분석 및 군의 과학화 훈련 지원 등을 건립 목적으로 하는 국방과학연구소의 동해 종합 해양시험장이 2022년 완공 예정이고 함정에 탑재되는 주요 무장과 탑재장비를 자체 연구개발 할 수 있는 국내 군사과학기술 수준을 고려했을 때 함정 운용시험평가 단계부터 유도탄 실사격을 실시할 수 있는 환경은 조성되고 있다. 따라서 본 연구에서 제시하는 함정 운용시험평가 단계에서의 유도탄 실사격 실시 방안은 관련 기관과 부서간의 공감대 형성이 선행되고, 통합전투성능 시험평가 개념 발전과 관련 제도 정비, 시험평가용 유도탄과 표적기 및 시험장 사용비 등의 예산 반영이 병행된다면 현재의 함정 획득제도 내에서 적용 가능하다고 판단된다.

4.2 반응시간 분석보고서를 활용한 시험평가 방안

반응시간 분석(Reaction Time Analysis)은 임무 시나리오에 기반한 위협표적과 함정에 탑재된 무장, 센서 제원 등을 입력값으로 하여 함정이 위협에 반응하는 과정을 분석한 결과를 말하며 무장 발사거리, 요격거리, 요격시간 등 함정의 전투성능을 구체적으로 나타낸다. 반응시간 분석을 통해 함정 전투성능의 주요 지표인 동시방어 가능 표적 수, 최대 요격거리 등을 정량적으로 제시 가능하다. 여기서 반응시간(Reaction Time)은 함정 센서에 의한 표적의 탐지부터 위협 평가, 센서 및 무장 할당, 무장 발사까지 전체 소요시간으로 정의된다.

Fig. 6은 반응시간 분석을 위한 시간-거리 그래프

(Time-Range Diagram)를 나타낸 것이다. 자함을 향해 V_t 의 속도로 돌진하는 위협표적을 탐지했을 때의 거리와 시간은 각각 R_d 와 T_d 로 표현한다. 탐지된 표적이 위협평가 및 무장할당을 거쳐 발사했을 때의 거리와 시점은 각각 R_f 와 T_f 로 표현한다. 함정 전투체계는 표적의 접근속도와 함정에서 발사된 무장의 속도를 계산하여 명중지점을 계산하며 명중되는 거리와 시점은 각각 R_h 와 T_h 로 표현한다. 따라서 시간-거리 그래프에서 표적속도 V_t 와 유도탄 속도 V_s 가 만나는 접점이 명중 지점이 된다¹⁾.

위 반응시간 분석을 통해 함정의 대공전 수행과정을 시간과 거리라는 정량적인 자료로 산출 가능하며, 따라서 반응시간 분석을 통해 산출된 결과를 운용시험평가 단계에서 함정의 실제 교전성능을 검증하는데 기준자료로서 활용할 수 있다.

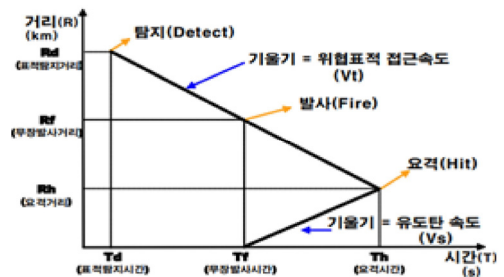


Fig. 6. Time - range diagram(1st time engagement)

함정이 대함유도탄 위협에 대해 자함의 센서와 지휘 무장통제체계, 무장을 통해 교전하는 일반적인 대공전 시나리오는 표적 탐지추적 - 위협평가 및 무장할당 - 무장 발사 - 요격(1차) - 명중평가 - 재교전(1차 교전 실패시)으로 구성되며 이를 도식화한 그림은 아래 Fig. 7과 같다.

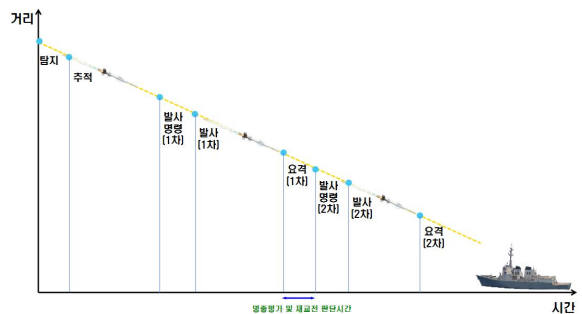


Fig. 7. Anti air warfare scenario(example)

본 연구에서는 함정의 반응시간 분석을 위해 최근 주변국의 경제적인 개발과 전력화로 인해 현실적인 위협으로 평가받고 있는 초음속 대함유도탄을 위협표적으로 가정하였다. 세부 시나리오는 자함으로 진입해 오는 초음속 대함유도탄 위협 1발에 대해 탐재된 대공유도탄을 사용하여 1차 교전을 수행하였으나 교전 평가결과 실패한 것으로 판단됨에 따라 2차 교전을 수행하는 내용을 가정하였다. 임의의 위협표적과 함정에 탐재된 대공유도탄, 전투체계 반응시간, 센서 등의 제원은 Table 1과 같으며 기재된 제원은 단지 반응시간 분석을 위한 가정치 임을 밝혀둔다.

Table 1. Scenario, target, weapons specifications

| 시나리오 | 초음속 대함유도탄 1발에 대해 대공유도탄 2회 교전 |
|---------------|------------------------------|
| 위협표적 속도 | 680 m/s |
| 위협표적 고도 | 00 m |
| 위협표적 RCS | 0.0 m ² |
| 대공유도탄 최대유효사거리 | 00 km |
| 대공유도탄 최소유효사거리 | 0 km |
| 대공유도탄 속도(1차) | 800 m/s |
| 대공유도탄 속도(2차) | 600 m/s |
| Salvo size | 1발 |
| 레이더 최대 탐지거리 | 40 km |
| 전투체계 반응시간 | 10초 |

이때 자함 대공유도탄의 속도는 비행시간에 따른 평균속도를 가정하였으며 비행시간이 짧을수록 가속 구간이 짧은 점을 고려하여 2차 교전 시 대공유도탄 속도를 1차 교전 시보다 낮게 설정하였다. 아울러 전투체계 반응시간(Tr)은 센서에 의한 표적 정보가 전투체계를 통하여 무장으로 전달되고 무장 발사가 이루어지는 순간까지의 소요시간으로 정의하였으며 무장 발사시간(Tf) - 표적탐지시간(Td)으로 표현하였다.

초음속 대함유도탄 위협에 대해 함정이 대공유도탄을 이용하여 1차 요격했을 때의 표적거리(Rh)는 17.9 km로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (1)과 같다.

$$Rh = \frac{Vs(Rd - Tr \times Vt)}{Vs + Vt} \tag{1}$$

대공유도탄 1차 발사 시간(Tf)은 센서에 의해 표적을 탐지한 후 무장 발사가 이루어 질 때까지의 소요 시간이며 전투체계 반응시간인 10초와 같다.

$$Tf = Tr \tag{2}$$

표적에 대한 1차 요격 시간(Th)은 32.4초로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (3)과 같다.

$$Th = \frac{Rh}{Vs} + Tf \tag{3}$$

함정이 표적에 대해 대공유도탄을 1차 발사할 때의 표적거리(Rf)는 33.2 km로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (4)와 같다.

$$Rf = (Th - Tf) \times Vt + Rh \tag{4}$$

1차 교전에 대한 평가 결과 명중 실패로 판단되어 2차 교전을 수행하는 시나리오를 가정했을 때 2차 요격 시의 표적거리(Rh')는 3.6 km로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (5)와 같다.

$$Rh' = \frac{Vs'(Rd' - Tr' \times Vt)}{Vs' + Vt} \tag{5}$$

2차 교전에서 함정 센서가 표적을 탐지한 거리(Rd')는 1차 요격 시 표적거리(Rh)로부터 연속적으로 이어진다고 가정했을 때 2차 표적탐지거리(Rd')는 1차 요격 시 표적거리와 같다. 2차 교전 시의 전투체계 반응시간(Tr')은 1차 교전 후 명중평가 시간을 포함하며 본 연구에서는 15초로 가정하였다.

대공유도탄 2차 발사 시간(Tf')은 1차 요격시간으로부터 2차 교전 시의 전투체계 반응시간(Tr')을 더한 값으로 47.4초이며 이를 수식으로 나타내면 식 (6)과 같다.

$$Tf' = Th + Tr' \tag{6}$$

2차 요격시간(Th')은 53.5초로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (7)과 같다.

$$Th' = \frac{Rh'}{Vs'} + Tf' \tag{7}$$

대공유도탄 2차 발사 시 표적과의 거리(Rf)는 7.7 km 로 계산되며 이를 수식으로 나타내면 식 (8)과 같다.

$$Rf' = (Th' - Tf') \times Vt + Rh' \quad (8)$$

초음속대함유도탄에 대한 자함의 반응시간 분석 결과를 시간-거리 그래프로 표현한 결과는 Fig. 8과 같으며 이를 정리한 내용은 Table 2와 같다.

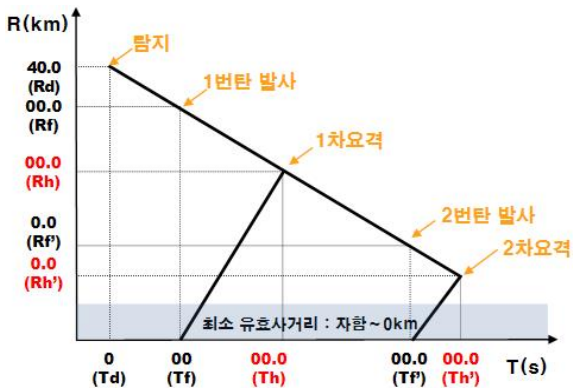


Fig. 8. Reaction time analysis result time-range diagram

Table 2. Reaction time analysis results

| 구 분 | 분석 결과 |
|--------------------------|------------------|
| 1차 발사시 표적거리(Rf)/시간(Tf) | 33.2 km / 10 s |
| 1차 요격시 표적거리(Rh)/시간(Th) | 17.9 km / 32.4 s |
| 2차 발사시 표적거리(Rf)/시간(Tf') | 7.7 km / 47.4 s |
| 2차 요격시 표적거리(Rh')/시간(Th') | 3.6 km / 53.5 s |
| 최대 교전횟수 | 2회 |

반응시간 분석 결과 가상의 함정은 초음속 대함유도탄 위협에 대해 자함의 대공유도탄을 이용하여 이론적으로 2회 교전 수행 가능한 것으로 예상된다.

물론 위 과정을 통해 분석한 함정 통합전투성능은 단순히 기본 제원을 활용하여 계산한 값으로 실제 함정 및 탑재장비의 건조 및 제작 단계에서 발생하는 제작 공차, 조립 오차, 재료 물성 편차 등의 설계변수 변동량에 의해 실제 성능은 설계단계에서의 기대 성능과 다른 결과를 초래할 수 있다^[20]. 따라서 설계단계

에서는 설계변수의 불확실성을 고려하여 다양한 경우의 시뮬레이션이 선행되어야 하며 이를 통해 운용시험평가 단계에서 평가 기준으로 활용 가능한 함정 통합전투성능의 적정 범위를 산출하고 확정지어야 한다.

이러한 분석-시뮬레이션 과정을 통해 산출된 반응시간 분석 결과는 함정 운용시험평가 단계에서 유도탄 실사격을 통해 확인된 함정의 실제 통합전투성능이 설계단계에서의 기대 성능을 충족하는지를 평가하는데 기준 자료로서 활용 가능하다.

뿐만 아니라, 반응시간 분석을 통해 산출되고 시험평가를 통해 검증된 함정 통합전투성능 자료는 향후 함정 전력화 평가 단계 및 연간 부대훈련 같은 운영유지 단계에서도 지속적으로 활용 가능할 것이라 예상된다.

5. 결론

본 논문은 함정의 통합전투성능을 운용시험평가 단계에서 과학적으로 평가하기 위해 유도탄 실사격 도입을 제안하였다. 이를 위해, 현재 국내 함정 획득제도 내에서 적용 가능한 방안을 검토한 결과 함정 기본설계 단계에서 산출되지만 이론적 분석에 그치고 있는 반응시간 분석 결과를 활용하여 운용시험평가 단계에서 유도탄 실사격을 통해 실제 함정의 통합전투성능이 설계 성능을 충족하는지를 검증하는 방안을 도출하였다.

본 연구에서 제안한 방안을 도입함으로써 인한 시험용 유도탄, 표적 구매 등에 의한 전체 사업비용 증가와 실사격 분석 및 후속조치 등에 따른 전체 시험평가 기간의 연장에 대한 우려는 시험평가 계획수립 단계에서 통합시험평가를 활성화하고 M&S를 통해 대체할 수 있는 항목을 증가시키는 방안을 통해 최소화할 수 있다^[21]. 마지막으로 본 논문에서 제안한 방안

후 기

이 연구는 2021년 해군사관학교 해양연구소 학술연구과제 연구비의 지원으로 수행된 연구입니다. 본 논

문의 일부는 한국군사과학기술학회 2021년도 종합학술대회에서 발표되었습니다.

References

- [1] Y. I. Song, "A Study on the Effectiveness Measures of Ship Combat Systems in the Composite Warfare," Trans. The Korean Journal of Security Affairs, Vol. 53, No. 1, pp. 163-192, 2010.
- [2] S. L. Choi and D. K. Park, "A Study on Securing Ship Survivability Focused on a Cost and Effectiveness Analysis for Air Defense Performance," Trans. Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 15, No. 5, pp. 2579-2586, 2014.
- [3] S. H. Jung, H. K. Ji, S. W. Choi, N. S. Jung and J. K. Lim, "Direction of Development for System Integration of Naval Warships," Trans. The Society of Naval Architects of Korea, Vol. 57, No. 1, pp. 15-20, 2020.
- [4] K. R. Hwang, B. W. Choi and H. J. Kim, "A Study on the Acquisition Process Improvement of Warship Combat System(Focus on Combat System Integration)," Trans. Journal of KOSSE, Vol. 12, No. 2, pp. 29-38, 2016.
- [5] T. J. Kil and P. G. Kwon, "Study on Identifying the Key Factors for the Decision of Necessity for the Performance Improvement of Naval Ship," Trans. Journal of the Society of Naval Architects of Korea, Vol. 53, No. 4, pp. 249-257, 2016.
- [6] "Regulations on the Integration of Naval Ship Systems," ROK Navy Headquarter, p. 1, 2020.
- [7] H. J. Choi, "A Study of Warfare Simulator Design for Efficient Testing in Naval Combat System," Trans. 2020 KIMST Annual Conference Proceedings, p. 1374, 2020.
- [8] Craig M. Payne, "Principles of Naval Weapon Systems," 2015.
- [9] Y. S. Na, W. S. Choi and D. I. Choi, "A Study on Total Ship Survivability to Enhance Combat Capability," Trans. 2017 KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 75-78, 2017.
- [10] B. J. Yoo, K. H. Hwang, C. H. Ryu, M. K. Kim, S. H. Ye and W. S. Han, "Systems Engineering based Live Fire Test of Weapon Systems," Trans. Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 15, No. 1, pp. 28-35, 2012.
- [11] "Surface Combatant Fielding(Operational Manual 3-1-401)," ROK Navy Headquarters, 2020.09.
- [12] "Order for Defense Forces Development," ROK Ministry of National Defense, 2021.
- [13] "Weapon System Test and Evaluation Work Regulations," ROK Joint Chiefs of Staff, 2021.
- [14] "Test and Evaluation Management Guide," U.S. Department of Defense, p. 88, 2016.
- [15] Beth Ward, "Modeling and Simulation for Mission-Based Test and Evaluation(MBT&E)," 27th Annual National Test & Evaluation Conference March 14-17, pp. 4-5, 2011.
- [16] "Director, Operational Test and Evaluation(DOT&E) Test and Evaluation Master Plan(TEMP) Guidebook 3.1," U.S. Department of Defense, p. 94, 2017.
- [17] "USS Zumwalt Conducts First Test of MK 57 Vertical Launching System," Naval Technology, 20 Oct. 2020. <https://www.naval-technology.com/>
- [18] J. E. Kim, "An Algorithm for Weapon Allocation for Quick Reaction toward Hyper-velocity Targets," Trans. Proceedings of the Korea Contents Association Conference, pp. 471-472, 2014.
- [19] "FFX Batch-III Reaction Time Analysis(P)," DAPA, p. 26, 2020.
- [20] K. H. Kwon, N. H. Ryu, H. S. Kim, S. Y. Kim, T. H. Lee, and S. J. Min, "Reliability Analysis for Integrated Performance of Combat Vehicle using Kriging Surrogate Model," Trans. 2017 KIMST Annual Conference Proceedings, pp. 1918-1919, 2017.
- [21] K. K. Lee and H. J. Seol, "Developing Strategies to Improve Operational Test and Evaluation of Weapon System in the Age of the Fourth Industrial Revolution," Trans. Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology, Vol. 23, No. 6, pp. 591-601, 2020.