

## 함정 전투성능 신뢰성 보장을 위한 승조원 수 적절성 시험평가 제한점 및 시험평가 제도 개선방안

안병준<sup>1)\*</sup>, 송정호<sup>2)</sup>

1) 국방과학연구소 현역파견원, 2) 국방부 군수관리실

### A Study of Test and Evaluation Methods for Manpower of System of System

Byeongjun An<sup>1)\*</sup>, Jeongho Song<sup>2)</sup>

1) ROK Navy Active dispatcher, Agency for Defense Development

2) Logistics Management Department Ministry of National Defense

**Abstract** : By deriving the limitations of the test evaluation, it was intended to suggest a plan to improve the test evaluation system for the appropriateness of the number of ship crews according to the design and construction of troops-saving ships. Currently, the number of crew members by ship type is confirmed and specified in the ROC(Operation Requirement Performance) in the early stages of design, such as conceptual design, but there is a limit to testing and evaluating the appropriateness of ensuring reliability of combat performance.

**Key Words** : Force Reduction, Ship Crew, Smart Navy, Test Evaluation, Basic Design Test Evaluation, Ship Design, Weapon System Design, Acquisition Procedure, Test And Evaluation.

---

**Received:** November 21, 2023 / **Revised:** January 4, 2024 / **Accepted:** January 12, 2024

\* corresponding author : Byeongjun An/Test & Evaluation Division, Joint Chiefs of Staff/navy0626@naver.com

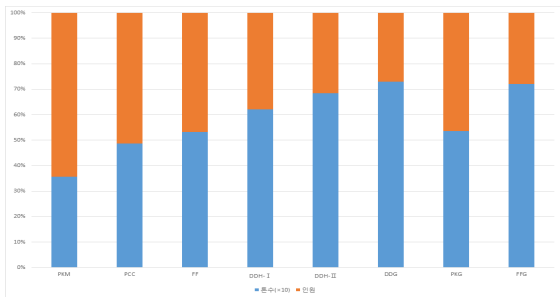
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited

## 1. 서론

2014년 국방부는 ‘국방개혁 기본계획(2014~2030)’을 발표하면서, 현재 상비병력 약 63만명에서 2022년 52만명으로 11만명을 감축할 계획이며, 육군은 49.8만명에서 38.7만명으로 병력을 감축하고, 해군 정원은 4.1만명으로 동결될 예정이다. 그러나 이러한 정원의 동결은 향후 전력증강이나 부대구조 발전을 고려할 때 병력의 절대적 부족을 초래할 것이 자명한 사실이다.<sup>1)</sup>

최근 해군은 잠수함사령부를 창설하였으며, 이지스(Aegis) 전투체계 탑재 구축함 3척을 추가 확보하는 등 신규 전력과 부대발전 등으로 인해 약 3,000여 명의 병력부족이 현실화됨에 따라 정원 증원 없이, 자체 염출, 계급개선, 예비역 활용 및 전투근무지원 분야 아웃소싱 확대 등 특단의 병력 절감 방안을 추진하고 있다. 그러나 이러한 방안들은 임시적 접근법으로, 보다 근본적인 해결 방법에 대한 연구 필요성이 대두되었다. 하지만 현재 고려되는 가장 효과적인 방법 중 하나는 전투부대 전투요원 즉, 함정 승조원의 임무를 줄임으로써, 함정 승조원 소요를 감소시키는 것이다. 승조원이 수행했던 기존의 임무는 육상부대로 이관함으로써, 육상부대의 비전투요원 또는 외부 용역으로 민간인이 수행할 수 있도록 하는 것이 기본 개념이다.

<Table 1> Tonnage-number-of-person relationship of combat ships



1) 통계청(2022년), 2040년대 병역자원 감소와 연계한 전력구조 발전 방향(2022, (사)고등국방정책연구소)

현재 한국해군에서 운용중인 함정의 톤수와 인원 수 구성을 백분율로 표시하면 표 1과 같고, 전체적인 구성비가 최신 함정일수록 인원에 대한 구성비가 줄어드는 경향을 보이고 있다. 최근에 건조된 PKG와 FFG의 경우, PKG는 FF 수준으로 나타나고 있으며, FFG의 경우는 인원에 대한 구성비가 DDG와 거의 동일한 수준으로 나타나고 있다. 그러므로 FFG 함정의 경우 자동화에 따른 승조원 감소효과가 어느정도 고려된 승조원 최적화된 함정으로 간주할 수 있다.

함정은 다수의 무기체계/장비가 체계통합(Total Ship System Integration)을 통해 제 성능을 발휘하는 복합 무기체계이다. 수백, 수천개의 무기체계/장비를 직접 운용하고 정비하기 위해 수백명의 인원이 거주하는 주거시설이며, 행정조직 기능을 갖는 단위부대로서 함정 획득은 육공군의 부대창설 과정과 같다. 함정을 System-of-System (SoS) 관점에서 볼 때, 기존의 단일 시스템(System)의 분해성(Decomposition) 중심에서 결합성(Composability) 중심의 아키텍처가 중요해짐에 따라 승조원은 SoS의 일부로서 승조원도 구성 시스템의 하나로 인식되어 중요성이 강조되고 있다.

병력 절감형 함정 건조에 따른 이슈에 따라 병력 자원의 양적 부족에 따른 정책적 해결방안과 연계한 질적 측면에서의 개인 역량을 최대화 활용하는 병력 구조의 구현이 필요해지고 있다. 하지만 이러한 병력 절감형 함정에 대한 최종 운용 가능 여부에 대한 의문점은 여전히 남아있다. 병력절감형 함정인 한국형구축함(KDDX)이 기본설계 단계 진행 중이지만 현재 무기체계 시험평가 규정 및 절차상 시험평가 단계에서 함정 전투성능 신뢰성 보장을 위한 최적화된 승조원 시험평가 방안은 부재한 상황이다. 이로 인해 함정 시험평가 종료 후 전력화 단계 및 운용단계에서 함정 승조원 부족에 따른 운용상의 문제점 노출 시 운용 부대의 문제로 귀부 될 우려가 높으며, 실제 문제점 발생 시 전력 운용 공백 발생 불가피하다. 무엇보다도 시험평가의 완전성을 보장하기 위해 효과적이고 실질적인 최적화된 승조원 수 검토를 위

한 설계 단계에서의 절차 및 방법 개선 필요함에 따라 시험평가를 통한 사전 확인(Verification) 및 검증(Validation) 절차가 필요해졌다.

즉, 기존 함형의 승조원 절감 검토 시 임무수행의 적정성 판단 필요성이 증대되었음은 물론 병력절감형 신규 함정/무기체계 획득 시 임무수행 적정성을 사전 판단해야할 필요성이 증대되었다. 더불어 탑재장비 자동화 효과를 반영한 적정 승조원 수를 산출하고, 무인체계 등 신규 전력 도입 시 운용요원 증원/절감 여부 판단하고 시뮬레이션 기반 임무 수행 적정성 사전에 판단하기 위해서는 함정/무기체계 획득 시 적정 운용인원을 도출하고, 시험평가를 통한 질적 완성성 기반의 운용가능 여부를 확인하는 절차가 필요해진 것이다.

## 2. 함정 승조원 최적화 이론 및 美 해군 함정 사례

### 2.1 함정 승조원 최적화 모델링 방법론<sup>2)</sup>

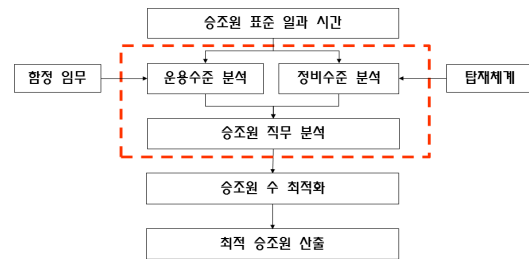
함정 승조원 수 최적화는 그림 1과 같이 3가지 관점을 고려되어진다. 기존 유사 운용 함정의 승조원 정원을 고려한 함정의 운용 수준, 함정에 탑재된 장비 및 설비의 운용 유지 보수를 위한 함정의 정비 수준 그리고 함정에 부여된 항해 당직 및 전투배치와 같은 기본 임무 등을 고려한 함정의 직무분석 수준이다. 이것들은 함정이 주어진 임무를 수행하는 필수적으로 요구되는 항목들이다.

이러한 최적화 관점에 따라 그림 2와 같은 함정 승조원 수 최적화 모델링 방법론이 통상 적용되고 있다. 이것은 함정 승조원으로부터 가용할 수 있는 시간 기준이 되는 승조원 표준 일과시간으로부터 유사 실적함정들의 운용 수준을 분석하고, 탑재장비에 대한 정비수준을 분석한 후 최종적으로 승조원 개

인에게 부여된 상황별 특수 직무배치의 적절성을 검토 분석하는 방법이다.



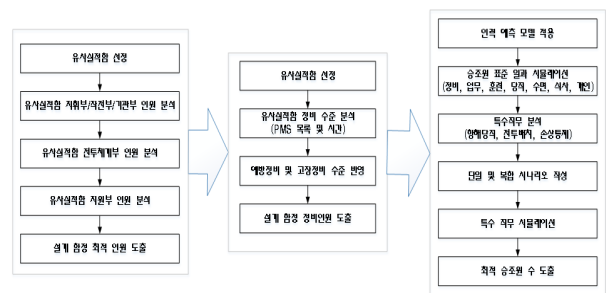
[Figure 1] Perspective of optimizing the number of trap crew members



[Figure 2] Assistance Optimization Modeling Methodology

### 2.2 함정 획득 단계별 최적 승조원 도출 개념<sup>3)</sup>

함정 적정 승조원 수 도출을 위해서는 획득하고자 하는 함정의 운용수준, 정비수준 그리고 직무수준에 대한 정확한 정보가 필요하다. 그러나 설계 초기 단계에서는 이러한 정보에 대한 접근이 제한되므로, 일반적으로 유사실적함 정보를 활용하여 추정하는 것이 최선의 방법이다. 따라서 일반적으로 그림 3과 같은 최적 승조원 도출 개념에 따라 최적 승조원 수를 도출할 수 있다.

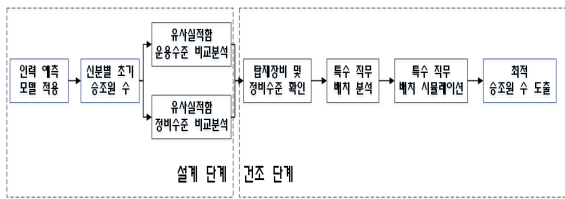


[Figure 3] Concept of deriving optimal source of support

2) 정연환, “시뮬레이션 기반 Bottom up식 적정 승조원 소요인원 정량화 방안 연구”, 해군사관학교 산학협력단 연구논문, 2019. pp. 5-7.

3) 위 논문, pp. 5-7.

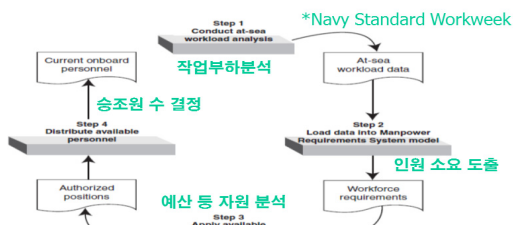
또한 그림 4와 같이 유사 실적함의 운용 인원과 정비 수준을 분석하여 이를 실제 특수직무 배치 및 시뮬레이션을 통해 확인한다. 이는 설계 초기 단계에는 개발된 인력 예측 모델을 활용하여 총원 및 신분별 인원수를 산출하고, 상세설계 및 함 건조 단계에서 탑재장비들이 확정되어 예방정비 및 고장정비 수준을 고려하여, 특수직무를 분석하여 시뮬레이션을 통해서 최종 확정하는 형태가 된다.



[Figure 4] Concept of deriving the number of crew members by stage of trap acquisition

### 2.3 함정 승조원 최적화 도출 기본 절차 및 美 해군 사례

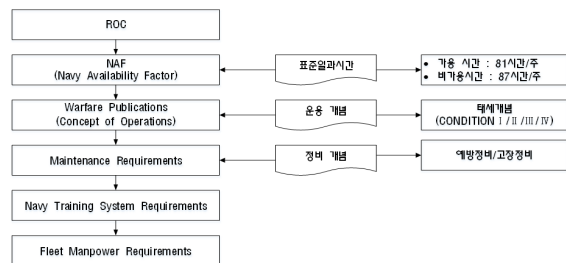
2010년 미국의 GAO(United States Government Accountability Office) 보고서인 「Navy Needs to Reassess Its Metrics and Assumptions for Ship Crewing Requirements and Training (GAO, 2010)」에서는 그림 5와 같이 함정 승조원 수 결정 절차를 제시하고 있다. 이와와 같이 최초에 함정에 부여되는 작업/임무 부하를 분석하여 승조원 표준 일과 시간으로부터 인원 소요를 도출하고, 예산 등 자원을 분석하여 승조원 수를 결정하는 과정으로 이루어진다.



[Figure 5] Procedures for determining the number of crew members on the ship

美 해군은 『NAVY TOTAL FORCE MANPOWER POLICIES AND PROCEDURES (OPNAVINST 1000.16L)』라는 문서에서 그림 6과 같이 승조원 수 최적화 도출 절차를 규정화하고 있으며, 이것은 실제 美 해군 함정의 승조원 운용개념을 잘 표현하고 있다.

그림 6에서 보는 바와 같이, 우선 주어진 ROC를 바탕으로 표준일과 개념의 NAF(Navy Availability Factor)를 설정하는데, 이것은 주당 가용시간 81시간, 비가용시간 87시간으로 설정된 표준일과 시간으로 이는 美 해군 주간 표준일과 시간을 의미한다. 이것을 바탕으로 Warfare Publications 즉 한국해군의 ORD(Operation Requirement Document)에 해당하는 운용개념(Concept of Operations)을 설정하는데, 이것은 Condition 즉 태세 개념으로 설정되며, CONDITION에는 항해당직과 전투배치 상황을 내포하고 있다. 또한, 각각의 태세에 대하여 함정에 탑재된 장비들의 예방정비 및 고장정비가 가능한지를 확인하게 되고, 이러한 일련의 검토과정을 통하여 최종적인 승조원 수를 결정하게 된다.



[Figure 6] Concept of Naval Operations, U.S. Navy

#### 2.3.1 항해당직/전투배치

美 해군에서는 표 2와 같이 5개의 CONDITION으로 구분하여 승조원을 운영하고 있으며, 여기에는 항해당직/전투배치를 포함하고 있다. CONDITION I은 전투배치(Battle Readiness)를 의미하는 것으로 배치된 직무를 24시간 동안 지속적으로 유지하도록 하는 태세이며, 정비 임무는 수행하지 않는다. CONDITION II는 제한된 행동이 가능한 태세

(Limited Action)로 10일 동안 유지하되 하루 4시간에서 6시간 정도의 휴식이 보장되는 태세이다. CONDITION III은 항해당직(Wartime Cruising Readiness)의 개념으로 60일 동안 유지하는 태세이며 하루 8시간의 개인시간이 제공될 수 있는 태세이다. 이러한 CONDITION은 함정 승조원 수를 결정할 때 고려하며, 각각의 CONDITION에 대하여 어떤 인원이 직무배치 되는지를 검토하게 되며, 통상적으로 CONDITION I, CONDITION III 조건을 고려하여 함정의 특수직무 배치를 설정하고, 이를 근거로 인원수를 산정하게 된다.

그림 7은 이런 개념을 바탕으로 DDG 함정의 승조원 수 요구를 분석한 것이며, CONDITION I 과 CONDITION III에 대해 시뮬레이션한 결과, CONDITION I에서는 장교 15명, 부사관/병 314명으로 총 329명이 소요됨을 보여주고 있으며, CONDITION III에서는 장교 5명, 부사관/병 56명으로 총 61명이 소요됨을 보여주고 있다. 여기에서 CONDITION I은 전투배치 상황으로 가정되며 이러한 직무배치에서 24시간 동안 유지되어야 함을 의미하며, CONDITION III은 일반 항해 당직을 의미하므로, 3직제를 고려할 시 실제 소요되는 인원은 183명이 되는 것을 시뮬레이션을 통해 객관적으로 제시하고 있다.

### 2.3.2 손상통제 및 정비개념

美 해군에서 운영하는 일반적인 손상통제 지휘체계는 손상통제 지휘체계를 유지하면서, CONDITION I 과 CONDITION III 상태에서의 손상통제를 위한 인원을 배치시키고 있다. 즉, 전투배치 또는 항해당직 임무를 수행하는 상황에서 별도로 손상통제를 위한 인원이 배치되는 것이 아니라, 전투배치 또는 항해당직 상황에 이미 손상통제 인원이 배치되는 개념이다. 일반적으로 정비를 위한 별도 조직을 유지하지 않으며, 승조원의 표준일과에서 기본 임무로 하루 2시간의 정비가 반영되어 있다. 이러한 정비임무는 CONDITION III 상태에서만 수행하게 된다.<sup>4)</sup>

<Table 2> Condition in U.S. Navy Ship Special Operations

CONDITION	내 용
CONDITION I (Battle Readiness)	All personnel are continuously alert. All possible operational systems are manned and operating. No maintenance is expected except that routinely associated with watch standing and urgent repairs. Maximum expected crew endurance at Condition I is 24 continuous hours.
CONDITION II (Limited Action)	Accomplishment of urgent underway PM and support functions is expected. A minimum of four to six hours of rest is provided per man per day. Subject to these conditions, required operational systems are continuously manned and operating. Maximum expected crew endurance at Condition II is ten continuous days.
CONDITION III (Wartime Cruising Readiness)	Operational systems are manned and operating as necessary, to conform with prescribed ROCs. Accomplishment of all normal underway maintenance, support, and administrative functions is expected. Opportunity for eight hours of rest provided per man per day. Maximum expected crew endurance at Condition III is 60 continuous days.
CONDITION IV (Peacetime Cruising Readiness)	Peacetime Cruising Readiness. Operational systems are normally manned only to the extent necessary for effective ship control, propulsion, and security.
CONDITION V (In port Readiness.)	Systems and watch stations are manned to the extent necessary for effective operations as dictated by the existing situation. Watch stations are assigned as required to provide adequate security. Personnel on board are at all times adequate to meet anticipated in port emergencies and perform in port functions as prescribed by unit ROCs. Accomplishment of all required maintenance, support, and administrative functions is expected. Maximum advantage is taken of training opportunities. Subject to the foregoing requirements, the crew will be provided maximum opportunity for rest, leave, and liberty.

4) ANALYSIS OF THE PREVENTIVE/CORRECTIVE MAINTENANCE RATIO FOR DDG CLASS SHIPS, NPS, 2011

Control Station	Scenario I		Scenario II	
	Officer	Enlisted	Officer	Enlisted
<b>Ship Control</b>				
Pilot House	0	0	0	0
Lookout	0	0	0	0
Steering	0	0	0	0
Signal Bridge	0	0	0	0
<b>Operations Control</b>				
Air Control	0	0	0	0
Display and Decoder	0	0	0	0
Tactical Information	0	0	0	0
Surface Warfare	0	0	0	0
<b>Communications Control</b>				
Radio Control	0	0	0	0
Information Security	0	0	0	0
<b>Combat Systems Casualty Control</b>				
Combat Sys Maint Central	1	0	0	0
CSC	0	0	0	0
Electronics Workshop #1	0	0	0	0
Power Supply/Converter	0	0	0	0
Radar Room #1 & #2	0	0	0	0
Radar Room #3	0	0	0	0
Combat Sys Equipment Ren #1	0	0	0	0
Combat Sys Equipment Ren #2	0	0	0	0
Combat Sys Equipment Ren #3	0	0	0	0
Radio Transmitter Ren	0	0	0	0
Communication Center	0	0	0	0
Sensor Equipment Ren #1	0	0	0	0
Harpoon Equipment Ren	0	0	0	0
G&R Ren	0	0	0	0
<b>Weapons Control</b>				
MT #1 Loader Drum Ren	0	0	0	0
MT #1 Handling Ren	0	0	0	0
CWS MT 1	0	0	0	0
CWS MT 2	0	0	0	0
MK 41 Launcher Station	0	0	0	0
Tomahawk	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>142</b>	<b>5</b>	<b>41</b>

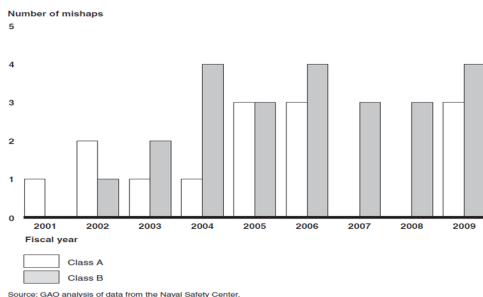
[Figure 7] DDG Battle BILL Requirement by M&S

### 2.4 함정 승조원 감소와 사고 연관성 분석 (美 해군 사례)

2010년 「Navy Needs to Reassess Its Metrics and Assumptions for Ship Crewing Requirements and Training (美 GAO, 2010)」 라는 보고서에서는 승조원 감소와 관련된 몇 가지 사실들을 제시하고 있다. 우선, 승조원 감소와 관련된 영향에 대한 명확한 분석 결과가 부족하다는 사실을 지적하고 있다. 실제 美 해군에서 2001년과 2009년을 기준으로 승조원수를 비교했을 때, 순양함(CRUISER)과 구축함(DESTROYER)에서 표 3과 같이 감소되었지만, 이것은 자동화에 따른 감소라기보다는 승조원 1인당 업무 시간을 주당 67시간에서 주당 70시간으로 증가시킴으로써 얻어진 결과로 보고 있다.

<Table 3> A decrease in the number of crew members

	Cruiser				Destroyer			
	2001	2009	Average decrease	Percentage decrease	2001	2009	Average decrease	Percentage decrease
Average enlisted requirements	383	301	82	21	324	259	65	20
Average enlisted authorized positions	345	295	50	14	292	251	41	14
Average enlisted current onboard personnel*	342	291	51	15	290	240	50	17



[Figure 8] U.S. Navy Ship Accident Status

표준 업무시간은 과학적 분석, 연구, 평가가 기본적으로 요구되며, 직무 최적화(Optimal Manning)의 경우 2척에 대해서만 시험 적용함으로써 불확실성이 상존하고 있다고 보고 있다. 그리고 대부분의 경우 기본 전제는 정박에 비해 항해(출동) 중에 업무가 더 많다고 생각하지만, 많은 함정에서 정박에 업무가 많다고 답변하고 있다는 사실을 지적하고 있다. 한편, 승조원 감소와 함정 사고와의 연관성을 분석하기 위해 사고현황 확인 결과 그림 7과 같이 조사되었으며, 사고(Mishap) 분류는 표 4와 같다.

<Table 4> U.S Navy Ship Accident(Mishap) Classification

구분	정의
Class A	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total damage of DoD or non-DoD property = \$2 million or more</li> <li>DoD aircraft is destroyed</li> <li>An injury/illness results in a fatality or permanent total disability</li> </ul>
Class B	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total damage of DoD or non-DoD property = \$500,000 to \$2 million</li> <li>An injury/illness results in a permanent partial disability</li> <li>3 or more personnel are hospitalized for inpatient care (beyond observation)</li> </ul>
Class C	<ul style="list-style-type: none"> <li>Total damage of DoD or non-DoD property = \$50,000 to \$500,000</li> <li>An event involving one or more DoD personnel that results in one or more days away from work</li> </ul>

그림 8과 같이 승조원 감소와 사고와의 직접적인 연관성을 찾기에는 다소 무리가 있어 보인다. 다만, 2003년 이후 1~2건 정도 사고가 증가한 것으로 나타나는데, 이는 훈련 비용과 시간을 절감하기 위해 훈련 프로그램을 변화시킨 것으로부터 원인을 찾고 있다. 2003년 OFF-LINE(instructor-led, lab-based classes) 훈련을 ON-LINE(computer-based training) 훈련으로 교체한 것으로부터 비롯된 것으로 추정하나, 궁극적으로 훈련 프로그램의 영향을 평가할 척도가 부족하므로 훈련 프로그램 변화에 따른 영향을 평가할 수 있는 결과 기반(out come-based) 성능척도 개발을 요구하고 있다.

### 3. 함정 승조원 수 적절성 시험평가 수행 사례 분석

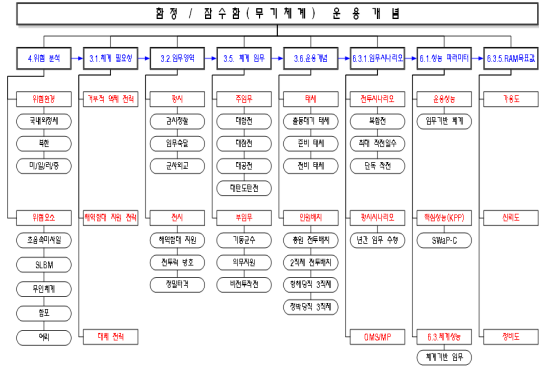
#### 3.1 함정 승조원 수 적절성 시험평가 실태 및 사례

함정 기본설계 시험평가의 목적은 기본설계결과가 군요구성능 및 개발목표 등을 충족하는지에 대해 자료로 확인하는 것이다. 함참은 선도함에 대한 기본설계 시험평가계획 작성지침을 기본설계시험평가 착수 3개월 전까지 소요제기기관에 통보하고, 소요제기기관은 기본설계 시험평가계획(안)을 작성하여 기본설계시험평가 착수 2개월 전까지 함참에 제출한다. 그 후 소요제기기관인 소요군은 시험평가 항목을 포함하여 평가를 수행하게 된다. 이때 평가 항목은 작전운용성능의 충족성 시험분야와 군 운용의 적합성 시험 분야(운용 및 조작 편의성, 전술적 운용의 적합성, 환경 적응성 등), 전력화지원요소의 실용성 분야로 구분된다. 여기서 적정 승조원 분야 평가는 군 운용의 적합성 분야의 운용 및 조작 편의성 및 거주성 등을 중심으로 평가되어진다.

함정 승조원 수 최적화 여부 평가는 그림 1과 같이 기존 유사 운용 함정의 승조원 정원을 고려한 함정의 운용 수준, 함정에 탑재된 장비 및 설비의 운용 유지 보수를 위한 함정의 정비 수준 그리고 함정에 부여된 항해 당직 및 전투배치와 같은 기본 임무 등을 고려한 함정의 직무분석 수준 등 3가지 관점으로 평가되어야 하나 이러한 관점에서의 평가가 수행되고 있지 못하다. 왜냐하면, 승조원 수(안)이 정해지는 ROC(안) 확정을 위한 설계 초기단계인 개념설계(또는 가능성검토) 단계에서 함정 운용개념에 따라 운용요구서(ORD)를 그림 9과 같이 구체화가 필요하다. 그리고 이를 표 5와 같이 운용태세별로 전투배치(I), 전투배치(II), 항해(III), RFS(IV), MA(V), 전비태세(VI)로 세분화하여 구분해서 최적 승조원 수를 도출해야 하는 것이다.

하지만 이러한 3가지 관점에서의 검토가 설계 초기단계에서 수행되고 있지 못하고 있어 이로 인해 ROC(안) 확정 이후 변경여지가 없어 기본설계 단

계에서는 초기 기획소별 승조원 수(안)만 도출되는 수준이므로 기본설계시험평가 단계에서 이를 충분히 평가하는데 제한이 있을 수밖에 없다.



[Figure 9] Navy Ship Operation Concept (ROC)

<Table 5> Classification of ship operation posture (6 areas)

태세	인원 배치	구 분	비 고
전투 배치 (I)	총원	<ul style="list-style-type: none"> <li>•최상의 전투능력 발휘</li> <li>•모든 방어 및 공격 기능을 동시에 발휘</li> <li>•모든 탑재 체계가 최대의 효과를 발휘</li> <li>•육안검사와 긴급 수리 실시하고 일상적인 최소의 정비만 실시</li> <li>•24시간 지속</li> </ul>	교전 상황
전투 배치 (II)	2직 (필요시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•급박한 특별한 위협에 노출된 상황 발생시</li> <li>•급박한 제한된 위협을 대처하는데 필수적인 방어 및 공격 기능을 동시에 발휘</li> <li>•요구되는 체계 운용</li> <li>•긴급한 예방정비 및 지원 임무 수행</li> <li>•10일간 지속</li> </ul>	교전 위협 상황
항해 (III)	3직	<ul style="list-style-type: none"> <li>•갑자기 출현하는 위협을 대처하는데 충분한 수준</li> <li>•일반적인 예방정비 및 지원 임무 수행</li> <li>•60일 지속</li> <li>•최소 8시간 휴식 보장</li> </ul>	일반 항해
RFS (IV)	3직	<ul style="list-style-type: none"> <li>•즉각적인 출항 가능</li> <li>•부대정비</li> </ul>	정박
MA (V)	3직	<ul style="list-style-type: none"> <li>•정비 훈련 기간</li> <li>•야전정비</li> </ul>	
전비 태세 (VI)	3직	<ul style="list-style-type: none"> <li>•창정비</li> </ul>	

### 3.2 함정 승조원 수 적절성 시험평가 사례 결과 분석

2023년초에 실시한 000000 함정 기본설계시험 평가 결과를 통해 승조원 수 적절성 시험평가의 사례를 살펴보면 표 6과 같다. 이 함정의 승조원은 ROC에 4명으로 편성하는 것으로 명시되어 있었고, 이후 기본설계 단계에서 시스템엔지니어링 절차에 따라 SRR, SFR, PDR, 설계검토 등을 거치면서 ROC를 만족하도록 설계를 구체화하였고, 그 결과 시험평가를 실시하였다.

하지만 전투상황 등 긴박한 상황 발생 시에는 모든 0.00mm 기관총에 전투배치가 제한되는 문제점이 식별되어 보완요구사항으로 정장이 00.0mm RCWS를 운용하여 상황발생 시 무장장이 0.00mm 기관총을 운용할 수 있도록 00.0mm RCWS 운용을 위해 통제콘솔 위치 변경(Platform Deck→조타실)을 상세설계 시 추가 검토하도록 명시하였다. 또한 추가적으로 이러한 제한사항을 근본적으로 해결하기 위해 0.00mm 기관총 사수 1명을 추가 반영('00~'00 부대중기계획) 하였으나, 추가 편성 인원 탑승공간 제한으로 현 승조원 유지 하 전 무장을 운용 가능토록 보완요구사항을 검토/반영하는 것으로 결정되어졌다.

복합무기체계인 함정 무기체계 획득에 있어서 시스템엔지니어링 기법에 따라 초기 투자에 집중할수록 좋은 결과를 도출할 수 있다. 특히 승조원은 경하중량, 일반배치 등 함정의 많은 부분에 영향을 미치나 설계 초기단계인 개념설계 단계에 결정되며, 변경의 여지가 없음에도 불구하고 초기 분석을 위한 절차가 제도적으로 미흡한 상황이다. 위 사례에서 알 수 있듯이 전장에서 전투수행 가능 여부 및 전투력 극대화를 위해 함정 승조원 수의 적절성을 설계 초기 단계에서 반드시 확인할 필요가 있다.

특히 승조원이 10명 이하의 소형 함정은 시험평가하면서 단순한 계산으로 이러한 제한사항을 식별할 수 있지만, 승조원이 100명 이상일 경우에는 이러한 단순 계산으로는 검증할 수 없으므로 美 해군의 사례와 같이 개념설계 등 설계 초기 단계부터 실

적함에 대한 항해당직 및 전투배치 시 직무 분석을 수행하고 이를 시뮬레이션하여 임무 하나하나에 대한 적정 인원을 예측 및 그 총합을 계산하여 전체 인원을 예측하고 기본설계 및 개발/운용시험평가 시 시뮬레이션 및 현장 배치를 통해 적절성이 검증되어야 할 필요가 있다.

<Table 6> 000000 함정 전투배치 시 승조원 배치

구 분	수행 임무	위 치
정 장	지휘통제	조타실
조타장	조타	조타실
무장장	무장운용 (00.0mm RCWS 운용)	Platform Deck
기관/갑판장	기관/갑판 운용	Platform Deck
	견시 (0.00mm 기관총 운용)	갑판

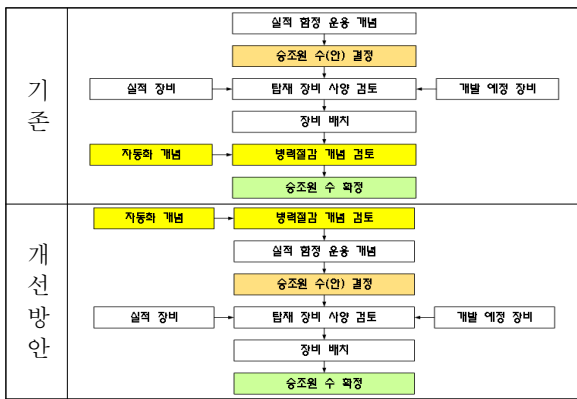
## 4. 시험평가 제도 개선방안

병력절감형 함정의 효과적 획득을 위해서는 그림 10과 같이 실적 함정 운용 개념에 따라 승조원 수(안)을 결정한 이후 자동화 개념에 따라 병력절감 개념을 검토하여 승조원 수를 확정하던 기존 절차에서 함정 설계 초기 단계인 건조가능성 검토 및 개념설계 단계에서부터 자동화 개념을 먼저 적용하여 병력절감 개념을 검토하고 실적함정 운용 개념에 따라 승조원 수(안)을 결정하고 시험평가를 통해 최종적으로 승조원 수를 확정토록 절차를 개선 보완할 필요가 있다. 즉, 설계 초기 단계 승조원 수준 검토를 강화할 필요가 있으며, 병력절감 발전방향을 고려하여 시험평가 계획에 정비개념 및 운용개념 등 종합적 평가 항목으로 반영할 필요가 있다.

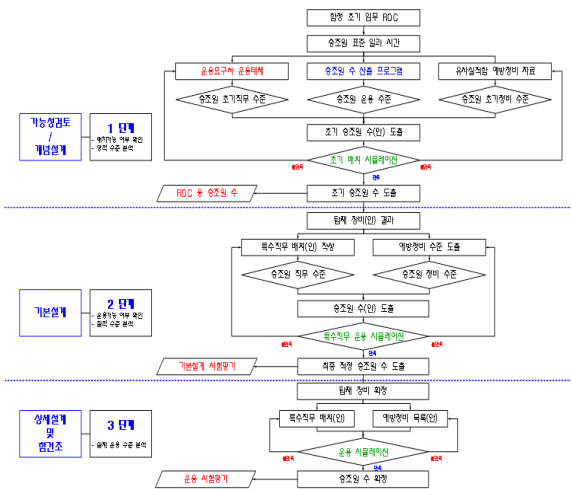
시험평가 제도 개선방안은 그림 11와 같이 3단계로 구체화 가능하다. 1단계는 건조가능성 및 개념설계 시 운용요구서(ORD)의 핵심 구성 항목인 운용요원(승조원)에 대한 검토를 실시하고 초기 배치 시뮬레이션을 통해 승조원 수를 고려하여 배치가능 여부를 확인하여 양적인 수준을 분석하는 것이다. 그리고 필요 시 핵심성능인자(KPP : Key Perfor



mance Parameter)로 반영할 필요가 있다. 2단계는 기본설계 시 특수직무 운용 시뮬레이션을 통해 사전에 운용가능 여부를 확인/검증하고 질적인 수준을 분석하고 기본설계시험평가 시 최종 적정 승조원 수를 도출하여 ROC에 최종 확정 반영하는 단계이다. 마지막으로 3단계는 상세설계 및 함 건조 시 운용시험평가 과정에서 운용 시뮬레이션을 통해 실제 운용수준을 분석하여 함 승조원 수 적절성의 시험평가 완전성을 보장하는 것이다. 더불어 운용시험평가 시 실제 설계 결과 및 승조원 배치 결과를 반영한 시뮬레이션과 인수 요원 운용 결과를 반영하여 전투 배치, 항해당직, 인명구조, 예인피예인, 해상공수급 등 특수직무 배치표(안)을 작성하여 함정 인도 시 포함토록 하는 것이다.



[Figure 10] Improvement of Procedures for Effective Acquisition of Force-Saving navy ship



[Figure 11] Improvement of the Test and Evaluation System for the Appropriate Number of Navy Ship Crews

#### 4. 결론

국가 인구 감소에 따른 병역자원 감소 및 국방개혁 기본 계획에 따른 상비 병력 축소에 따라 병력절감형 함정 획득이 요구되고 있다. 본 연구에서는 美 해군 함정 승조원 최적화 도출 개념/사례 및 최근 실시한 기본설계시험평가 사례 분석을 통해 시험평가 제한점을 도출하고 승조원 수 적절성 시험평가 제도 개선방안을 제시하였다. 하지만 함정 자동화를 통해서 승조원의 편의성은 강화될 수 있겠지만, 승조원을 완전히 절감하는 데에는 한계가 있고 특히 위기 관리 및 대응에 있어서도 한계가 있음을 인식할 필요가 있다. 따라서 시스템엔지니어링 개념 중 System of Systems 개념의 구성요소 중 하나인 함정 운용요원을 구성시스템으로 적용하는 것이 필요하고, 함정 획득 초기단계부터 전투성능 신뢰성 보장을 위한 적절한 수의 운용요원에 대한 확인 (Verification) 및 검증(Validation)을 위한 획득제도를 단계별로 개선하고 이와 더불어 시뮬레이션을 위한 인프라 구축에도 노력을 경주해야 할 것이다.

#### References

1. 국방부 훈령 제2749호 국방전력발전업무훈령 (2022.12.30.)
2. 합참규정-541-01 무기체계 시험평가 업무규정 (2023. 2. 6.)
3. 방위사업청 훈령 제747호 방위사업관리규정 (2022. 8.25.)
4. 정연환, “시뮬레이션 기반 Bottom up식 적정 승조원 소요인원 정량화 방안 연구”, 해군사관학교 산학협력단 연구논문, 2019
5. 통계청 (2022년), 2040년대 병역자원 감소와 연계한 전력구조 발전 방향(2022, (사)고등국방정책연구소)
6. NAVY NEEDS TO REASSESS ITS METRICS AND ASSUMPTIONS FOR SHIP CREWING

REQUIREMENT AND TRAINING, June  
2010, GAO

7. ANALYSIS OF THE PREVENTIVE/  
CORRECTIVE MAINTENANCE RATIO FOR  
DDG CLASS SHIPS, NPS, 2011,  
DEPARTMENT OF THE NAVY
8. USN MANPOWER DETERMINATION  
DECISION MAKING A CASE STUDY USING  
IMPRINT PRO TO VALIDATE THE LCS  
CORE CREW MANNING SOLUTION
9. NAVY TOTAL FORCE MANPOWER  
POLICIES AND PROCEDURES, OPNAVINST  
1000.16L 24 Jun 2015, DEPARTMENT OF  
THE NAVY