



Received: 2026/05/28
Revised: 2026/06/11
Accepted: 2026/06/23
Published: 2026/06/30

***Corresponding Author:**

Sang Hyuk Lee

271, Jaun-ro, Yuseong-gu, Daejeon, 34059,
Republic of Korea
E-mail: wasabi1203@dapa.mil

안정적인 스마트브릿지 운용을 위한 운용개념 정립 및 기반 조성 방향에 대한 연구

Abstract

본 연구는 대한민국 해군에 스마트브릿지(smart bridge) 도입이 본격화되고 있는 현 시점에 이를 안정적으로 운용하기 위한 개념과 기반 조성 방향을 제시하는 데 목적이 있다. 인구절벽에 따른 함정 승조 인력 부족 문제와 기술의 급속한 발전이 맞물리면서 스마트브릿지를 비롯한 병력 절감형 장비의 도입은 선택이 아닌 필수가 되었다. 그러나 운용개념이 정립되기 전 장비 획득부터 선행되고 있는 실태, 운용인력 전문화 계획과 교육훈련 기반의 부재 문제를 해결해야 한다. 이에 해외 사례를 참고하여 ① 운용개념 확립(기능적 요구사항 정립, 당직사관 역할 재정의 등), ② 전담 인력 양성 및 전문화, ③ 교육·훈련 및 정비지원용 시뮬레이터(LBTS) 구축, ④ 독립적 예산 확보에 대한 정책 방향을 제안한다.

The aim of this study was to present operational concepts and foundation-building directions for the stable operation of smart-bridge systems at a time when their introduction to the Republic of Korea Navy is becoming full-scale. As the personnel shortage aboard naval vessels, driven by demographic decline, intersects with rapid technological advancement, the adoption of manpower-reducing equipment such as the smart bridge has become not a matter of choice but of necessity. However, several challenges must be addressed: the current situation in which equipment acquisition is proceeding before operational concepts have been established, the absence of a specialization plan for operating personnel, and the lack of an education and training foundation. Drawing on foreign case studies, this paper proposes the following policy directions: ① establishment of operational concepts (such as formulation of functional requirements and redefinition of OOD roles); ② cultivation and specialization of dedicated personnel; ③ construction of a land-based training system for education, training, and maintenance support; and ④ securing an independent budget.

Keywords

스마트브릿지(Smart Bridge), 통합(Integration), 인력절감(Manpower Reduction), 운용개념(Operational Concept), 교육훈련(Education and Training), 시뮬레이터(LBTS)(Simulator(LBTS))

Development of an Operational Concept and Foundation-Building Directions for Stable Smart-Bridge Operations

이상혁^{1*}, 손종락²

¹해군 소령/해군대학 학생장교, 방위사업청 함정사업부 사업담당

²해군 중령/해군대학 해양전략/전력학과 교수

Sang Hyuk Lee^{1*}, Jong Lark Son²

¹LCDR, ROK Navy/Student officer of Naval Commander & Step Course, ROK Naval War College/Program manager, Naval Ship Program Division, DAPA

²CDR, ROK Navy/Professor, Dept. of Maritime Strategy & Force Systems, ROK Naval War College

1. 서론

해군 함정의 조타실, 함교(bridge)는 항해와 지휘통제 기능이 통합되는 가장 핵심적인 공간이다. 이에, 오랜 기간 동안 함장을 포 함한 십수 명의 인원이 배치되어 다양한 장비들을 활용함에 따라 현재 함교에는 약 40종의 장비 화면과 조작패널 등이 혼재되어 있다. 한편 2010년대 이후 인공지능(AI)과 자율항해 기술의 발전이 가속화되면서 조타·추진제어·전탐감시·항해안전 등 여러 명이 분담하던 역할을 소수 인원이 통합하여 수행하는 ‘스마트브릿지(smart bridge)’ 개념이 국내·외 상선에서부터 점차 등장하기 시작했다.

이와 함께 인구절벽에 따른 병역자원 감소와 함정 근무 특수성으로 인한 복무 기피 등의 요인들이 복합적으로 작용하며 COVID-19 시점 이후 함정 승조 인력이 절대적으로 감소하게 되었다. 이러한 상황에서 스마트브릿지를 비롯한 통합형·자동화 체계의 도입은 운용성 향상뿐만 아니라 인력부족 문제에 맞서 해군 전력을 정상적으로 운용하기 위한 구조적 해결책이 되었다.

한국의 인구감소는 다른 국가에 비해 굉장히 빠른 속도로 진행

되어 관련 문제가 가시화된 것은 비교적 최근의 일이다. 이러한 까닭에 현행 함정 사업범위에 스마트브릿지가 누락되어 있으며, 운용개념과 운용기반도 미처 갖추지 못한 상태이다.

본 논문에서는 현 해군 상황을 고려한 가운데 해외 사례를 참고하여 스마트브릿지 운용개념과, 체계 구현 방향을 제시하였다.

2. 현실태 및 제한사항

2.1 인력 부족과 구조적 필요성

대한민국은 2013년부터 합계출산율 OECD 최하위에 있으며, 2024년 65세 이상 인구비중 20%를 돌파하며 초고령사회로 진입한 상태다. 또한, SNS 등 모바일을 통한 사회관계를 중시하는 신세대는 휴대전화 사용이 불가한 해군 입대를 꺼리고 있다. 즉, 해군 병역자원이 감소하고 있는 현상은 사회구조적 문제에서 기인한다고 볼 수 있다.

이에 따라 함정 승조원의 다수를 차지하는 병사와 초급간부 계층의 확보가 제한되는 등 해역 경비를 수행하는 전투함의 평균 충원율이 하락하게 되었다. 제한된 인원에게 임무가 집중되는 문제가 지속되면서 24시간 지속 유지해야 하는 경계태세에 공백이 발생할 가능성이 누적되고 있는 셈이다.

이에 해군은 함정 간부화, 크루제도 운영 등 다양한 차원의 해결책을 모색하고 있으나 인구절벽 추세를 고려하면 소수의 인력으로도 함정을 운용할 수 있도록 기본 여건을 조성해야 한다. 이러한 까닭에 함교와 같이 많은 인력이 투입되는 개소의 소요 인력절감이 근본적인 해답이 될 수 있는 것이다[1].

2.2 한국 해군의 현황과 과제

해군은 2020년대 들어 스마트브릿지 연구 용역을 실시하고 신조 함정 소요판단 시 관련 요구사항을 고려하기 시작했다. 이러한 노력에 의해 최근 전력화되었거나 건조가 진행 중인 함정에 ‘통합함교체계’가 탑재되고 있으나, 항해 기능에 국한된 통합이 이뤄져 인력 절감 효과가 크지 않은 실정이다.

이러한 와중에 인력 부족 문제가 급격하게 악화되면서 추가적인 개념 발전과 여건이 조성되지 않은 채

절박하게 인력 절감을 위한 장비부터 확보해야 하는 상황에 놓이게 되었다. 따라서 운용개념도 없는 상태에서 장비 제작을 위한 사양과 구성 검토에 급급한 상황이다. 수십 년간 정형화된 함교 인력 편성 및 임무 형태에 익숙해진 관성을 극복하고 혁신적인 변화를 위해서는 운용개념에 대한 공감대와 통일된 방향성이 갖춰져야 한다.

또한, 3~4명이 수행해야 하는 임무를 1명이 통합해야 하는 복잡성을 고려하면 체계적인 운용개념 검토와 이를 수행하기 위한 운용인력의 충분한 숙달 없이는 항해사고 위험성이 클 수밖에 없다. 또한 민간 선박과 달리 전투를 수행하는 함정의 특성상 각종 레이더, 함포, 유도탄 등 교전 통제를 수행하는 전투체계와 기관제어체계 전투손상통제 기능 등과의 연동이 요구된다. 따라서 스마트브릿지 체계 도입은 전문인력 양성을 위한 교육훈련과 원활한 체계통합관리를 위한 기반 구축이 반드시 병행되어야 한다.

3. 해외 스마트브릿지 운용사례 및 시사점

3.1 스마트브릿지 적용 기술 현황

다음에서는 스마트브릿지 구현 방향 검토를 위해 해외 함정과 국내·외 민간선박의 기술추세와 적용사례를 조사하였다. 그 결과 공통적으로 첫째, 인간공학적 설계를 통한 운용성능 극대화, 둘째, 항법·전탐·추진제어·통신·지휘통제 등 함 통제 기능 간의 연동·통합, 셋째, 항해·제어 자동화 시스템의 고도화 및 AI 기반 단계적 무인화의 기술이 적용되고 있음을 확인하였다.

다수 선박과 함정의 조타실은 자율항해·충돌 회피·기관 원격제어 등의 기능 통합을 기본으로, 일부는 항공기 조종석과 같은 cockpit 형태로 발전하고 있다. 또한, IMO, ABS, DNV와 같은 국제 선급에서 통합항법체계(IBS: Integrated bridge system) 기준에 따라 민간 스마트브릿지의 표준화가 활발히 진행 중이다[2,3]. 또한, 부분·완전 무인화 기술에 대한 발전도 같이 이뤄지고 있으며 이는 해군의 Navy Sea Ghost 프로젝트에 기술적 토대가 될 수 있을 것이다.

한편, 국내 조선 및 관련 체계업체에서도 세계적 추세를 고려하여 해외 협업 등을 통해 관련 기술을 발전시키고 있으며, 신조함정 적용을 제안하고 있는 상황이다.

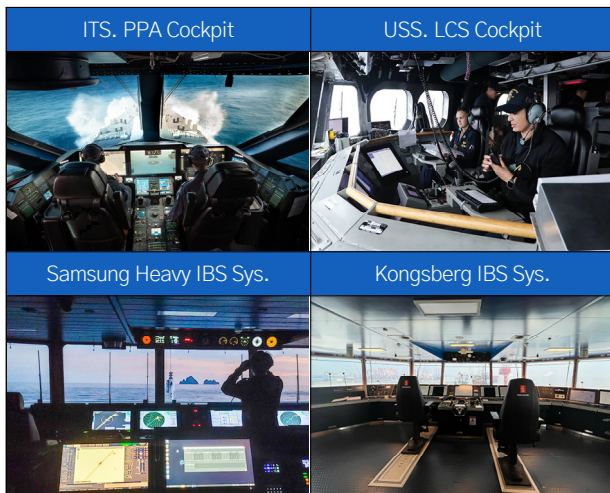


Fig. 1. Domestic and global cases[4-7]

3.2 영국 해군 Smart Ship 프로그램

영국 해군의 Type 31 호위함에서는 스마트브릿지를 전면 적용하여 함교 인력을 기존 대비 40% 이상 절감하는 것을 목표로 하고 있다. 이 프로그램에서 가장 주목할 점은 장비 도입과 동시에 ‘항해 전문 직별’을 별도로 신설하고, 신설 직별에 대한 전문 교육 과정을 개발·운영하고 있다는 것이다. 이는 기술 도입과 제도·인력 변화를 병행하는 접근법으로, 한국 해군에 가장 직접적인 정책적 시사점을 제공한다[8].

3.3 미국 해군 사례

미국 해군은 USCG와 공동으로 integrated bridge system의 인간공학적 설계 기준을 마련하여 신조함 건조 사양에 반영하고 있으며, 독립적인 육상 시뮬레이터를 통해 함정 인도 전 운용 요원의 충분한 사전 교육을 의무화하는 제도를 갖추고 있다[9].

4. 스마트브릿지 운용개념 정립 방향

4.1 제로베이스 검토를 통한 창의적 운용개념 도출

최우선적으로 한국 해군에서 수십 년간 정형화된 인력 편성, 조타실 배치, 당직사관 역할 등의 고정관념이 새로운 운용개념 수립을 제약하지 않도록 제로베이스(zero-base)에서 원점 재검토를 해야 한다.

이를 위해서는 함정 지휘·운영 경험이 풍부한 현직

함장·부장급 인원, 스마트브릿지 및 함정 설계 기술 전문가, 인간공학 전문가, 교육훈련 전문가 등이 팀을 구성하여 운용개념 공청회와 M&S 기반 검증 과정을 거치는 것이 바람직하다. 운용개념 수립 시 특히 고려해야 할 사항은 ① 전투 상황과 평시 항해 상황을 감안한 기능적 요구사항 정립, ② 함교당직사관의 역할 재정의(시스템 통제관 역할 강화), ③ AI 지원 시스템의 권고를 활용하여 판단 및 의사결정을 하는 제반 권한과 책임의 명확화, ④ 사이버 위협 대응을 포함한 비상 상황 대응 절차 수립이다.

4.2 운용인력 전문화 및 직별 편성

1~2명의 통합 운용자(integrated operator)가 여러 명의 임무와 기능을 동시에 수행하거나 함교당직사관이 직접 장비를 운용할 수 있어야 하므로 전문화된 인력 양성이 필수적이다. 따라서 영국 해군의 사례를 참고하여 ‘운항직별’ 신설을 포함한 인력 편성이 검토되어야 한다.

단순 기능 수행에서 복합 시스템 통합 운용으로 역할이 전환되는 만큼, 교육 내용·교육 기간·자격 요건까지 전반적인 제정이 필요하다. 이때 스마트브릿지 운용 능력은 항공기 조종사처럼 시뮬레이터를 활용한 체계적 교육과 단계별 자격 인증 체계 도입을 통해서만 충분히 확보될 수 있다.

4.3 전투체계·기관제어체계와의 통합 방향

함정에서 함교 기능, 전투체계, 기관제어체계는 상호 긴밀히 연관되어 있으나 현재까지는 별개의 시스템으로 개발·운영되어 왔다. 스마트브릿지 도입은 이 세 체계를 연동·통합하는 방향으로 발전해야 하며, 전투 상황에서 함교의 조함 결정이 전투체계의 교전 판단 및 추진·기동에 실시간 연계되어야 하는 해군 고유의 요구사항이 설계 초기 단계부터 반영되어야 한다.

또한, 사이버 보안 측면에서 함교 체계의 디지털·네트워크화는 사이버 공격에 대한 취약점을 증대시킬 수 있으므로, 사이버 위협 대응 설계를 처음부터 반영한 보안 아키텍처가 필수적이다. 전투체계, 기관제어체계, 스마트브릿지 간의 데이터 교환 프로토콜과 인터페이스 표준화는 향후 체계 개량 시 핵심 병목점이 되지 않도록 개방형 구조(open architecture)

를 채택해야 한다.

5. 스마트브릿지 체계 구현 방안

5.1 전용 시뮬레이터(LBTS) 확보

스마트브릿지의 안정적 운용을 위한 다른 시급한 과제는 전용 교육훈련 여건의 확보다. 단기적으로는 스마트브릿지 제작사 개발환경 등에서의 위탁교육을 활용할 수 있으나, 이는 초기 운용인력에만 한정하여 적용 가능한 임시방편이다. 군 고유의 운용개념 검토, 모의 적용, 다양한 전술 시나리오 시험, 후속 운용인력의 양성 및 보수교육을 지속적으로 수행하기 위해서는 해군이 통제하는 전용 시뮬레이터가 필수적이다. 해군 교육사의 조합훈련장 장비를 대체하거나 성능개량 하는 것이 대안이 될 것이다.

또한 LBTS 성격의 세 가지 기능을 포괄해야 한다. 첫째, 탑재 장비 사전연동시험 및 소프트웨어의 사전검증을 위한 평가 기능, 둘째, 정비 인력의 S/W, H/W 정비절차 숙달지원 기능, 셋째, 원격 MRO 지원(고장 복구조치 유효성 검증, 원격 복구 지원 등)의 기능이 통합된 전용 시뮬레이터는 전력 발전과 운용유지의 핵심 기반이 된다.

5.2 교육훈련 체계 재편 방향

스마트브릿지 시대의 교육훈련 체계는 전통적 기능 중심 교육에서 통합 시스템 운용 중심 교육으로 근본적으로 전환되어야 한다. AI 의사결정 지원 시스템이 권고하는 항법 조치를 이해하고 상황에 따라 의사결정하는 능력의 함양이 핵심이다.

특히 함교당직사관은 인공지능의 분석결과에 맹목적으로 의존하는 것이 아니라 다양한 정보를 동시에 살피며 핵심을 파악하는 복합적 상황 인식(multi-channel situational awareness)과 판단하고 의사결정할 수 있는 자질을 갖춰야 한다. 추가로, 비상상황 시 백업 수동 조작 체계 유지 등을 통해 기본적인 안전 항해 목적을 달성해야 한다.

5.3 단기·중기·장기 추진 로드맵

스마트브릿지 도입의 성공은 기술 개발은 물론 관

련 여건 조성이 동시에 추진될 때만 가능하다. 단기 과제(3년 이내)로는 ① 신조함정 건조 시 스마트브릿지 설계 반영, ② 운용개념 원점 재검토 TF 구성·운용, ③ ‘운항직별’ 신설 검토 및 관련 규정 개정 착수, ④ 스마트브릿지 제작사 협력을 통한 임시 위탁교육 과정 운영이 요구된다.

중기 과제(3~7년)로는 ① 전투체계·기관제어체계와의 연동·통합 체계개발 및 표준화 ② 조합훈련장 개선·현대화를 통한 전용 시뮬레이터(LBTS) 구축, ③ 스마트브릿지 운용 자격 인증 체계 수립 과제가 해당된다. 장기 과제(7년 이후)로는 ① AI 의사결정 지원 시스템의 단계적 자율화 수준 향상, ② 통합 운용 인력 체계 완성이 해당된다.

5.4 통합 소요기획을 통한 예산 확보

스마트브릿지의 안정적인 운용 여건 조성을 위해서는 소요 비용을 합정 무기체계 획득 패키지 예산과 별도로 반영해야 할 것이다.

이를 추진하기 위해서는 스마트브릿지 장비 획득 사업 계획 상 관련 기술 개발, 교육·훈련, 시뮬레이터(LBTS) 구축, 인력 전문화 요구사항을 포함한 통합 획득 개념을 적용하여 관련 예산을 독립적인 사업으로 통합하여 소요기획하는 방안 또는 현존전력성능 극대화 사업 절차 적용을 검토할 수 있다.

6. 결론

본 연구는 스마트브릿지 도입의 배경, 국내·외 사례, 운용개념 정립 및 기반 조성 방향을 종합적으로 분석, 검토하여 다음과 같이 네 가지 핵심 제언을 도출하였다.

첫째, 제로베이스 운용개념 원점 재검토를 즉시 착수해야 한다. 급격한 병역자원 감소 상황에 직면하여 인력절감형 장비 확보가 절박하지만 운용개념 정립을 병행하여 장비 제작 간 환류가 반영되지 않는다면 결과적으로 군의 요구사항을 충족시킬 수 없는 반쪽짜리 체계가 될 것이다. 물론 향후 소요 함정에 탑재할 스마트브릿지의 핵심기술 개발을 계획하고 있지만 중간단계의 장비에 대해 충분한 검토가 이뤄져야 할 것이다.

둘째, ‘운항직별’ 신설 등 스마트브릿지 운영에 부

합하는 전문화된 인력 편성 방안을 마련하고, 이에 맞는 교육·훈련 및 자격 인증 체계를 구축해야 한다. 스마트브릿지는 소수의 인원이 더 많은 역할을 동시에 감당하는 체계이므로 운용인력의 전문성과 숙련도는 항해 안전과 직결된다.

셋째, 전용 시뮬레이터(LBTS) 확보를 통한 교육·훈련 인프라를 조속히 구축해야 한다. 스마트브릿지 연동 체계의 시험평가·체계통합, 운용개념 검증 및 MRO 관련 기능을 통합하여 전투체계·기관제어체계와의 연동 성능을 보장하고 교육과 정비 지원을 통합한 환경을 발전시켜야 한다.

넷째, 관련 기술 개발·인력 전문화·교육훈련 및 정비 인프라 구축 예산을 스마트브릿지 장비 도입 사업에 통합하여 기획함으로써 별도의 예산을 확보해야 한다. 인구절벽이라는 구조적 도전에 직면한 한국 해군에게 스마트브릿지는 전력의 지속 가능성을 확보하는 핵심 수단이며, 기술 및 장비 도입과 함께 운용개념과 교육훈련 체계의 변혁 또한 중대한 과제임을 인식하고 지금부터 체계적인 준비를 착수해야 한다.

참고문헌

[1] J. S. Kim, 'Navy to Pilot Test Vessel Operated Entirely by

Officers, Without Enlisted Sailors,' KBS News, 8 March 2024.

[2] International Maritime Organization (IMO), MSC-Circ.1061: Guidelines for Integrated Bridge Systems, London: IMO, 2003.

[3] DNV, Rules for Ships – Digital Features, Part 6, Chapter 11: Smart Vessel Notation, DNV, 2021.

[5] General Dynamics Mission Systems, 'Littoral Combat Ship (LCS) Shipboard Integration and Combat Systems,' gdmmissionsystems.com.

[4] Naval News, 'Fincantieri's Multi Purpose Combat Ship: Ushering in a New Era in Naval Technology,' 1 November 2024.

[5] General Dynamics Mission Systems, 'Littoral Combat Ship (LCS) Shipboard Integration and Combat Systems,' gdmmissionsystems.com.

[6] J. H. Hong, 'Samsung Heavy Industries Partners with DNV to Develop Autonomous Marine Vessel ROC,' Global Economic, 1 November 2023.

[7] Kongsberg Maritime, 'Integrated Bridge System: Bridge Systems and Control Centres,' kongsbergmaritime.com

[8] Royal Navy, Type 31 Frigate Human –Machine Interface and Navigation Branch Modernization Strategy, London: Ministry of Defence, 2023.

[9] ASTM International, 'Standard Practice for Human Engineering Design for Marine Systems, Equipment, and Facilities,' ASTM F1166-07, 2007.

[10] Chief of Naval Operations, 'Navy Systems, Training Requirements, and Management,' Department of the Navy, Washington, DC, USA, OPNAVINST 1500.76E, 2025.