

국산화 개발 중인 선박용 레이더의 상용화를 위한 해상실증에 대한 연구

김태호* · 박요집* · 김종필** · 이정관*** · 윤성진†

*†한국조선해양기자재연구원(연구원) · **한국해양대학교(학생) · ***전남대학교(학생)

A Study on Maritime Demonstration for the Commercialization of Domestic Ship Radar Development

Tae Ho KIM* · Yo Jip PARK* · Jong Pil KIM** · Jung-kwan LEE*** · Seong-Jin YUN†

*†Korea Marine Equipment Research Institute(researcher)

Korea Maritime & Ocean University(student) *Chonnam National University(student)

Abstract

The purpose of this study is to perform maritime demonstration and performance verification for commercialization of ship radar systems. Performance test procedures were developed based on IEC 62388 international standards and radar was installed on ships to verify performance on domestic coastal routes. Ship class inspections and navigators' user evaluations of 11 items confirmed that the developed product has the same level of performance as advanced companies, and the method of this study can be used for future marine demonstration research.

Key words : Marine radar, Marine demonstration, Localization, Navigation and communication systems

I. 서 론

선박용 레이더는 선박이 항해 중에 외부 환경 요인(기상상태, 주간·야간 등)에 크게 영향을 받지 않고, 주변의 선박, 장애물 등의 물표를 탐지하고 유용한 정보를 제공하는 핵심적인 항해통신 장비로 안전항해에 기여하고 있다(Park et al., 2018). 이러한 중요성 때문에 어선, 상선 등 선박용 레이더는 선진 해외제품의 인지도, 선호도가 시장 점유의 99% 이상을 차지할 정도로 매우 높고, 특히 일본 제품의 비중이 매우 높은 것으로 조사되고 있다(Kim, 2020).

지난 2019년 일본의 백색국가(白色國家)목록에서 우리나라가 제외되면서 국내에서도 선박용 레이더 개발에 대한 필요성이 대두되어 국내 유수의 항해통신 기업들을 중심으로 기술개발이 진행되었다.

조선해양기자재는 선박별로 소요량이 적은 주문생산 방식이며, 선주가 중요한 기자재를 특정 메이커 제품으로 지정하는 경우가 많다. 이에 새로 개발된 기자재의 판로개척이 타 산업에 비해 진입장벽이 높은 것으로 알려져 있으며, 특히 선박용 레이더와 같은 핵심 안전장비의 경우, 선진 제품의 인지도가 높은 이유이다(Yu and Lee,

† Corresponding author : 051-400-5493, sjyun@komeri.re.kr

* 이 논문은 산업부 재원으로 한국산업기술기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구(능동형 자율회피 기술이 접목된 고출력 선박용 디지털 레이더 장치 개발, 20008781)임.

2021).

기술개발에 있어 국내에서 선진국을 추격하는 경우에는 사용실적(Track Record) 확보가 반드시 필요하며, 제품의 상용화를 위해서는 선박 환경에서의 실제 사용 및 충분한 검증환경이 매우 중요하다. 국내에서 개발되는 레이더가 해외 선진사 제품 수준의 기술력을 확보하더라도 시장진입을 위해서는 추가로 실제 선박 환경에서의 테스트를 통한 충분한 검증이 요구된다(Kim et al., 2022).

이에 본 연구에서는 국산화 개발 중인 선박용 레이더의 실 환경에서의 성능검증을 위하여 성능 시험 절차 확보, 실선시험, 사용자 평가 등을 진행하였다. 이를 통해 국산화 제품의 사용실적 확보와 인지도 향상을 위한 방안을 제안하고자 하였다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

해외 의존도가 높은 선박용 레이더를 개발하기 위하여 국내에서 개발한 레이더는 25kw급 선박용 레이더로, 레이더 안테나, 신호처리 플랫폼, 다기능 표시장치 등으로 구성되어 있다. 주요 제원은 아래와 같으며(<Table 1>), 본 연구에서는 국산화 개발 중인 레이더를 대상으로 해상환경에

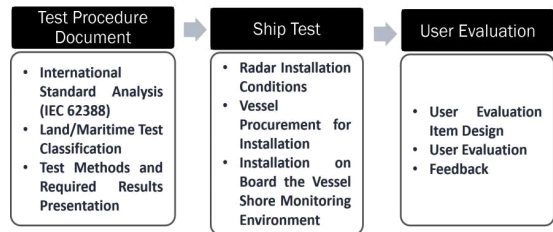
<Table 1> Specifications for Development Radar

< Antenna >	
Size(mm)	2500 x 460 x 540
Rotation	24 RPM
Wind load	100kn relative
Frequency	9410±30 MHZ
< Display Unit >	
Screen type	18.5 inch color LCD 1920 x 1080
Minium range	30m
Range Accuracy	± 1 °
AIS Capacity	Max 300
Interface	450 Gateway

서의 성능검증을 진행하였다.

2. 연구 방법

제품 개발이 완료된 레이더의 상용화 및 시장 진출을 위해서는 레이더의 실제 환경에서의 성능 검증, 실선시험 및 사용자 평가가 충분히 고려되어야 한다. 이에 본 연구에서는 [Fig. 1]과 같이 연구 방법론을 제시하였다.



[Fig. 1] Scope of Research.

가. 레이더 시험 절차서 도출

개발 레이더의 성능평가 시험 절차서를 국제규격기반으로 체계적으로 보완 수정하였다. 우리나라의 레이더 등 무선설비 시험방법은 IEC (International Electrotechnical Commission, 국제전기기술위원회) 국제기준에 많이 미치지 못하고 있고, 유럽의 해운 선진국에서 시행하고 있는 MED(Marine Equipment Directive, 유럽선급인증) 기준과도 많은 차이를 보이고 있다(Kim et al., 2018). 이러한 이유로, 시험·검사기관에서는 제조사 요청 시 IEC 62388 등 문서 등을 번역하여 그대로 사용하는 경우가 많으나, 번역상의 오류 등으로 실 업무에 적용하기에는 어려움이 있었다.

선박용 레이더 관련 국제규격문서인 IEC 62388에는 형식시험, 디스플레이, CCRP (Consistent Common Reference Point), 항해시험, 방향성, 충돌 회피 등을 포함한 성능시험, 환경시험 등 약 150여개의 세부시험 항목이 포함되어 있다. 이러한 세부시험 항목은 레이더 제품에 대한 성능기준으로 주로 육상 가상 시뮬레이터 환경에서의 시험이 대부분이며, 해상에서의 테스트방안에 대해서

는 구체적으로 명시되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 기존 시험항목에서 육상/해상에서의 형식시험, 육안/육상에서의 선박실증항목으로 구분하고자 하였다.

시험 절차서는 [Fig. 2]와 같이 시험 전 요구사항, 레이더 성능, 환경시험, 디지털인터페이스 시험, 디스플레이 장치의 표시시험 등 국제규격(IEC 62388, 60945, 61162-1 등)상 제안된 시험항목 등을 모두 만족하도록 작성되었다. 또한, 각각의 시험별로 시험방법, 요구결과 및 결과 작성 템플릿을 만들어 사용자가 이해하기 쉽게 제작하였다. 개정된 시험 절차서는 초기 작성 후 객관성 검증을 위하여 산학연 전문가 및 선급 전문가 검토를 진행하였으며, 절차서 양식, 세부구성, 용어정의, 승인절차, 시험항목 등을 검토 받은 후 수정 보완 후 레이더 연구개발 과정에서의 필드 시험, 실선시험 시 기초자료로 활용되었다.

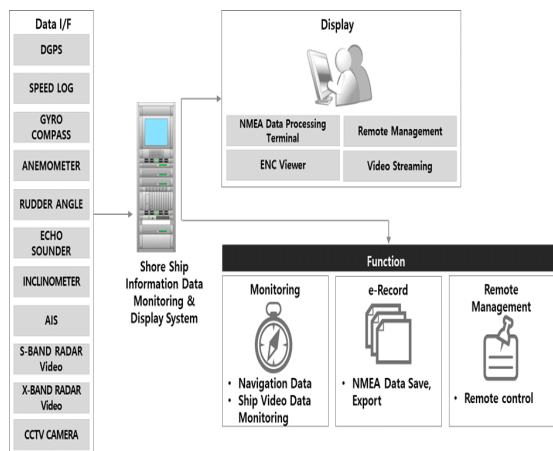
TEST LIST	Standard Doc (IEC 62388)	TEST Method	
		Test Loc (Shore/Sea)	Test (Visual/Ship)
1 Preparation for TEST			
1.1 Composition of the EUT		Shore	Visual
1.2 The Form and State of the EUT	4.5	Shore	Visual
1.3 Test sites and simulation	5.1	Shore	-
1.4 Test configuration		Shore	-
2 Radar performance			
2.1 General	6		
2.2 Transmission and interference	6.1		
2.2.1 Transmission frequency	6.2.1	Shore	Visual
2.2.2 Interference	6.2.2	Shore	Visual
2.2.3 Optimum performance	6.3.2	Shore	Visual
2.2.4 Gain function	6.4.2	Shore	Visual
2.2.5 Manual and automatic sea anti-clutter	6.4.3	Shore	Visual
2.2.6 Rain anti-clutter	6.4.4	Shore	Visual
2.2.7 Target enhancement	6.5.2	Shore	Visual
2.2.8 Radar signal correlation	6.5.3	Shore	Visual
2.2.9 Signal processing and radar image latency	6.5.4	Shore	Visual
2.2.10 Second-time-around echoes	6.5.5	Shore	Visual
2.2.11 Transmission format	6.5.6	Shore	Visual
2.2.12 Picture update	6.5.7	Shore	Visual
2.2.13 Additional processing	6.5.8	Shore	Visual
2.2.14 Signal processing description	6.5.9	Shore	Visual
2.2.15 Radar beacons, SARTs and enhancers	6.6.2	Sea	Ship
2.2.16 Range compensation	6.7.2	Shore	Visual

[Fig. 2] Radar Testing Procedure.

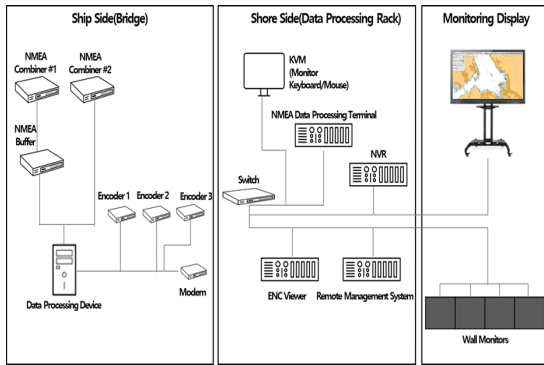
나. 레이더 실선시험

레이더 실선시험을 위해서 선박 환경구성 및 실제 설치, 데이터 분석 순으로 연구를 진행하였다. 그동안, 국내에서 수산 조업장비, 해양 기차재 등 개발은 다수 진행되었으나, 실제 해상환경에서 실험을 통해 성능을 검증하는 사례는 많지 않으며, 현장 테스트의 한계로 장비의 상용화가 어려운 경우가 많았다(Park, Kim and Lee, 2015). 이에 본 연구에서는 실선시험을 위한 선행연구 분석을 통해 레이더 설치 조건 검토, 기간 내 레이더 설치가 가능한 후보선박을 선정하고, 사전 공간 확보 및 기초 공사를 진행하였다. 또한, 실선시험 시 시험데이터 분석을 위하여 시험데이터 모니터링 방안을 제안하고, 관련 시스템을 개발하여 구성하였다.

첫 번째로 레이더의 실선시험 시 육상 정보수집 및 모니터링 장치를 [Fig. 3]과 같이 구축하였다. 해당 시스템에서는 NMEA(National Marine Electronics Association) 데이터 저장 및 조회, 선박 영상정보 모니터링을 가능하도록 설계 제작되었다. 또한, [Fig. 4]와 같이 육상-선박 간 통신시스템을 구성하여 원격으로 모니터링이 가능하도록 구현하였다.



[Fig. 3] Data Collection and Monitoring Devices.



[Fig. 4] Ship-shore System Configuration.

두 번째로, 레이더를 선박에 설치하기 위한 조건에 대해 아래와 같이 4가지 사항들을 고려하였다(<Table 2>). 이미 선진사 레이더가 설치, 운용되고 있는 선박에 추가로 설치되는 점을 고려하여, (1) Bridge Console 설치, (2) MAST 안테나 설치, (3) 케이블 및 Hole 통로, (4) 기존 레이더와의 간섭 및 이격 거리 등을 고려하여야 한다. 또한, 선박 건조 시에 먼저 설치된 다양한 안테나 등과의 간섭 유무도 고려하여야 한다.

<Table 2> Considerations for Radar Installation

No	Consideration
1	Review of Installation Space on the Bridge : Separate Space Required for the Installation of Radar Console and Power Unit
2	Review of Installation Space for MAST Antenna : Installation of a Separate Post on the Top Bridge for Radar Installation in Case of Insufficient Space within the MAST Compartment : Installation at an Appropriate Position between Various Antennas and the Existing Radar Stand
3	Review of Cable Routing and Drilling for Installation : Pathway for Power and Data Cables Coming Down from the Scanner to the Bottom of the Bridge
4	Radar Separation Distance and Height Calculation : Assessment of Interference between the Active Radar and Various Antennas in Use

세 번째로, 레이더 설치를 위한 대상선박 선정 및 공사를 진행하였다. 개발 레이더의 실선탭재 및 테스트를 위하여 국내 연안 활용 가능한 선박을 조사하였다. 1차 조사를 통하여 국내 연안 선박 4척을 대상으로 설치환경을 검토하고, 기술개발 일정 및 설치가 가능한 선박을 확정하고 실선탭 시험을 위한 사전준비를 진행하였다. 레이더 실선탭재 후보선박으로는 [Fig. 5]와 같이 (1) 한국조선해양기자재연구원에서 기자재 실증용으로 건조 중인 ‘다목적 해상실증 플랫폼’선박, (2) 국내 연안해운사의 화물운반선 2척, (3) 교육기관 실습선 등 4척을 검토하였으며, 설치일정, 장비 가동 조건 등을 고려하여 최종적으로 전남대학교 실습선박인 ‘새동백호’로 대상선박을 선정하고 레이더 설치 및 실증을 진행하였다(<Table 3>).



[Fig. 5] Candidate Vessel.

레이더 시스템이 설치되는 전남대학교 실습선 ‘새동백호’는 총톤수 2,996ton, 전장 96.45m, 전폭 15.0m로 지난 2018년 4월 건조되어 대학의 실습선박으로 운용되고 있다. 선박에는 선진사 레이더(FURUNO사) 3기가 운항 및 실습용으로 설치 운용되고 있었으며, 개발 레이더의 안테나는 기존 POST 내 공간 부족으로 [Fig. 6]과 같이 스캐너는 Top Bridge 측면에 설치하고, Console은 조타실 내 실습선교에 설치하였다.

<Table 3> Characteristics of Candidate Vessel for Radar Installation

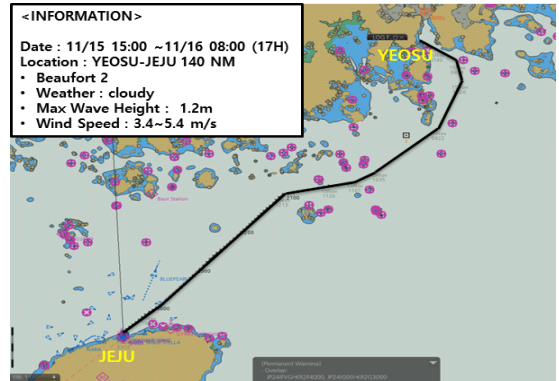
No	Characteristics
Case 1	Multi-Purpose Marine Demonstration Platform Ship (@KOMERI) - Design of Dedicated Space for Radar Demonstration and Provision of Sufficient Mast Clearance Space were Secured; However, Due to Shipbuilding Delays, Demonstration Cannot Be Conducted within the Project Period
	Bulk Cargo Ship (@Coastal Shipping Company) - Steering Room and Empty Space within the Mast Secured for Radar Demonstration, but Limited Space on Board and Installation Constraints Due to Operational Schedule Make It Infeasible
Case 3	University Training Vessel (@University) Utilization of Spaces for Student Education, Possibility of Equipment Installation in Spacious Training Areas, Taking Operational Schedule into Consideration
↓ ↓ ↓	
Installation of Radar on Educational Institution Training Vessel (Sae Dongbaek-ho) Considering Technical Development Schedule and Installation Schedule	



[Fig. 6] Radar Installation.

실선시험은 레이더 탑재 후 육상 자체 테스트 및 점검 이후 실습선박의 운항일정에 맞춰 진행되었다. 실선시험은 [Fig. 7]과 같이 2022년 11월

15일 15시부터 ~ 11월 16일 08시까지 여수-제주 항해구간(약 140NM)에서 진행되었다. 당시 해상, 기상조건은 날씨 흐림, Beaufort 2, 최대 파고 1.2m 이내로 평온한 상태로 측정되었다.



[Fig. 7] Test Route.

실선시험 방법은 선진사(FURUNO)의 레이더와 개발 레이더를 동시에 작동하여, 사전에 준비된 시험항목으로 시험을 진행하고 장시간 구동에 따른 안전성 테스트를 진행하였다. 개발 레이더의 경우, 이미 육상 환경시험, 성능시험 등을 모두 진행하여 완료하였기 때문에 해상환경에서는 주요 기능 위주로 선급 검사관 입회하에 시험을 진행하였다. 세부시험 항목은 전원시험, 간섭제거, 이득기능 조절, 스케일 조정 등 필수기능 등 11가지 항목으로 구성하였다.<Table 4>

다. 사용자 평가

레이더 시스템의 선박설치 후 현장 사용자의 검증을 위하여 사용자 평가를 진행하였다. 사용자 평가는 장비 설치 및 운용에 따른 실사용자의 종합적인 의견을 얻기 위한 목적으로 주로 사용되고 있다(Lee et al., 2019). 본 연구에서는 레이더 설치이후 사용에 따른 선정을 위하여 편의성, 효과성, 전반적 만족도를 평가하기 위한 사용자 평가항목을 설계하고, 사용자 평가를 통한 레이더 성능 피드백 결과를 얻고자 하였다.

사용자 평가는 레이더의 선박 설치 후 장비점

<Table 4> Vessel Testing Items

TEST Item	Pass / Fail
1 MFD Power test (OFF)	MFD OFF : Power RED LED
2 MFD Power test (ON)	MFD O : Power GREEN LED < 4 min
3 Warm Up	> 2 min Standby display
4 TX On/OFF	TX STBY/TX : STBY
	OFF ANTENNA : STOP
	Target Detection : STOP
	TX STBY/TX : TX
5 Interference Removal between Radar	ANTENNA : Rotate
	Target Detection : ON
6 Gain	Operation
	Manual/Auto mode change Auto mode
7 Rain Clutter Remove	Manual mode Gain Value control
	Manual/Auto mode change Auto mode
	Manual Mode- Rain Clutter Value Control
8 Sea Clutter Remove	Manual/Auto Mode Change Auto Mode on
	Manual Mode- Sea Clutter Value control
9 ECDIS	ON Display OFF Remove
10 Range Scale	Range Scale
11 Display Coordinates for the Selected Location	Coordinates Display
	Angle/Direction Display
	Range Display

검 및 업데이트, 사용 친숙화 과정을 거친 후 사용자가 주요 기능에 대해 원활한 사용이 가능한 시점인 '23년 5월에 진행하였다.

조사방법은 설치 선박인 전남대학교 실습선 '새동백호'의 선장 및 항해사, 교원 등 10명을 대상으로 준비된 설문지에 따라 사용자 평가를 진

행하였다. 주요 문항은 일반사항, 레이더 사용 경험, 레이더 사용에 따른 만족도 등을 설문하였으며, 선박 환경의 지리적 거리 및 시간 등 제약으로 온라인 설문(Google Form)으로 대체하였다 (<Table 5>).

<Table 5> Main items of user evaluation questionnaire

keyword	Main Items
General information	Age, position
Radar usage experience	Manufacturer, main functions, conditions of use, preference survey
Opinion on using Radar	Satisfaction (screen configuration, convenience of hardware configuration), effectiveness (ease of operation, efficiency (ease of use), overall satisfaction, etc.

Ⅲ. 연구 결과

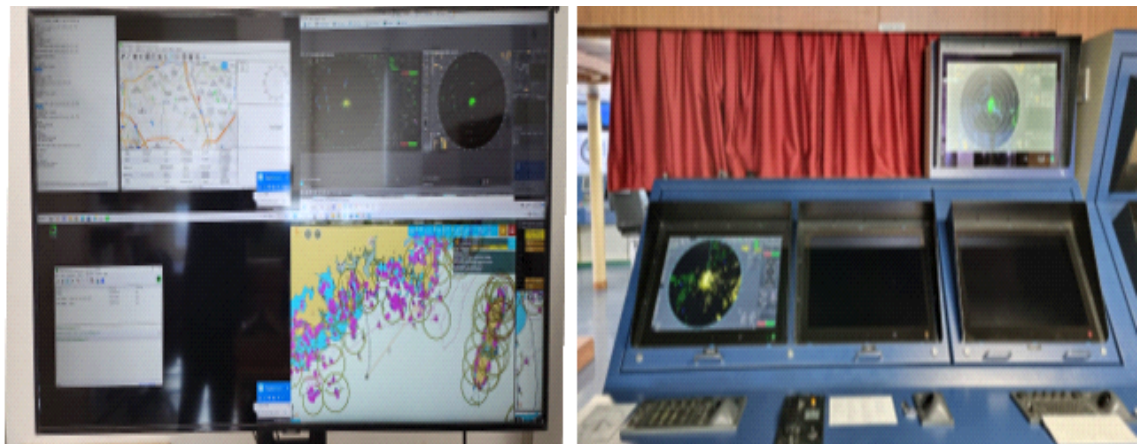
위의 연구 방법으로 레이더의 해상 시험절차를 수립하고, 실제 선박 설치 및 시험, 사용자 평가를 진행하여 해상실증을 수행하였으며 주요 연구 결과는 다음과 같다.

먼저, 실선 시험결과 개발 레이더의 단일성능을 확인할 수 있는 11개 시험항목의 결과가 판정 기준에 근거하여 모두 적합하였다. 또한, [Fig. 8]과 같이 선진사 레이더와의 비교시험에서도 유사한 기능 및 UI, 성능을 나타내는 것으로 확인되었다. 또한, 기존 육상시험에서는 확인하기 어려웠던 해상환경에서의 내구성에 대한 항목들을 현장에서 확인하였다. 보완이 필요한 사항으로는 구동 안전성에 따른 발열, 주야간 상황에 따른 하드웨어 밝기 조정 등의 개선사항이 파악되었다 (<Table 6>).

선박에 직접 탑승하여 레이더의 성능을 확인한 후에는 [Fig. 9]와 같이 육상모니터링 시스템을 활용하여 육상에서 수집되는 NMEA 정보,



[Fig. 8] FURUNO Radar(L), Develop Radar(R) Display.



[Fig. 9] Installation and Shore Monitoring.

레이더 영상비교 시스템을 통해 원격으로 실시간 항해상황을 모니터링 하였다. 타 물표에 대한 거리 및 방위, 주요버튼에 대한 위치 및 기능 구현에 대한 점검을 진행하였다.

사용자 평가 온라인 설문에 대한 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 개발된 레이더가 1척의 선박에만 설치되어 실제 사용자 수는 10명이며, 이들을 대상으로 상세조사를 진행하였다. 선박의 레이더의 주 사용자들은 30대 이상 대졸학력 이상의 경력을 가진 항해사들로 구성되었고, 시장 점유율이 높은 선진사 레이더(J사, F사 등) 사용 경험이 많아, 개발 레이더의 성능 및 주요기능을

<Table 6> Main items Improvement Demands

Demands	
Antenna	Operational Safety and Equipment Durability over Extended Periods of Use
Display	Hardware Brightness Adjustment for Daytime and Nighttime External Conditions, System UI Enhancement, Text Size, and Design
Etc	Distance and Error Correction Based on Installation Location

비교하기에 적합하다고 판단하였다. 또한, 사용자들은 레이더의 주 기능인 물표탐지, 추적, 예측기

능을 주로 사용하였고 항적, 충돌 위험기능을 빈번하게 사용하는 것으로 조사되었다.

레이더 사용 시 가장 중요하게 생각하는 요인으로는 기능의 정확성, 화면 가시성, 조작성을 제시하였으며, 선진사 제품들은 이 기능들을 충분히 만족하는 것으로 파악되었다.

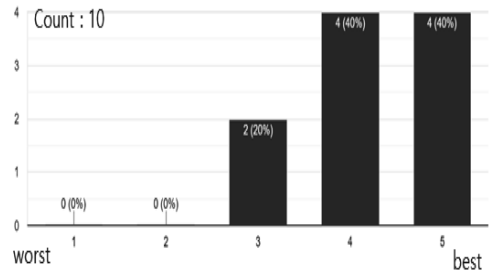
레이더 설치 후 약 6개월간은 연안 항해 시 사용(10마일 이내)하였으며, 화면구성·하드웨어 조작 편의성, 레이더 구동 편의성 등 전반적인 만족도 조사를 진행하였다. 주요결과는 선진사 제품과 비교하여 유사한 형태로 대체로 만족하나, 초기버전에 따른 실제 사용기간이 짧아 다양한 기능사용 및 주/야간 등 장기간 사용 후 피드백이 가능하다는 의견이 조사되었다([Fig. 10]). 원양항해를 제외한 실습선의 주 운항기간이 통상 3~5일 이내인 점을 감안하면, 추후 원양항해 이후 조금 더 정확한 사용자 의견이 얻어 질것으로 판단되며, 수집된 사용자 의견은 개발 제조사에 전달하여, 향후 제품개발 및 시스템 업데이트 시 반영할 수 있도록 요구하였다.

IV. 결론

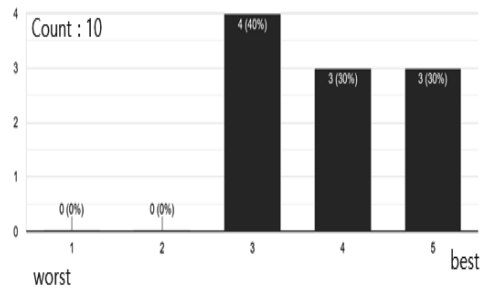
본 연구에서는 국산화 기술로 개발이 완료된 선박용 레이더장비의 시장 인지도 및 안전성 향상을 위하여 성능검증 절차를 마련하고, 실선시험 및 사용자 평가를 진행하였다.

1. 레이더의 해상 및 제품단위의 성능테스트를 위하여 국제 표준기반 시험 절차를 개선하였고, 시험항목별 시험방법, 요구결과를 제시하여 각종 테스트에서 활용이 가능하도록 제안하였다.
2. 레이더의 실선시험을 위하여 대상선박을 선정하고, 레이더 설치요건 검토, 실선시험 및 육상모니터링 환경을 구축하여 레이더 구동 시 비교 할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

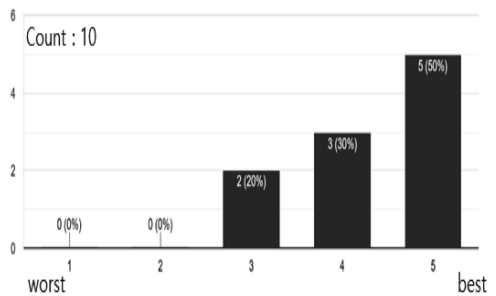
4.3.4 Display indication - heading line, stem line, chart indication, scale indication, etc.



4.4.1 Whether to display functions such as help: Whether to provide a separate manual or display within the system



4.4.3 Opinions based on long-term use: Review of product heat generation, durability, etc.



[Fig. 10] User Evaluation Results.

3. 실선시험 이후 선박에서의 충분한 사용을 통해 사용자 평가를 실시하고 레이더 사용에 대한 검증을 진행하였다.
4. 실선시험기간 내 육상모니터링 환경을 구축하여, 항해 중 선박에 승선하지 않고도, 육상에서 레이더 운용 영상 및 항해정보 취득을 통하여 선박의 운항환경을 모니터링 하였다.

선박 레이더는 운항 안전에 직결되는 중요장비로 신제품 개발에 따른 해상실증 테스트 진행시 충분한 시간과 기능에 대한 상세 검토가 되어야 한다. 본 연구에서는 레이더 실선 설치 이후 약 6개월여 간 사용자 평가 및 상태 모니터링을 진행하였다. 레이더 장비의 경우, 10,000시간 이상의 사용 및 다양한 기상환경에서의 사용을 통해 장기간의 내구성 및 검증을 위하여 6개월, 1년 단위의 지속적인 성능검증을 할 필요가 있다. 또한, 실증의 객관성 확보를 위하여 제품개발이 완료된 레이더를 설치환경이 다른 어선, 여객선, 상선 등 여러 종류의 선박에 설치하여 검증할 필요가 있다.

본 연구의 실험결과를 통해서 동일한 선박 내 제조사가 다른 레이더가 동시에 여러 대 설치·운용 될 경우에 상호 간섭, 실증 테스트방안 등이 개선될 필요가 있음을 인지하였다.

장기적으로 지속적인 실증 테스트를 통하여 장비의 내구성, 신뢰성 등을 검증한다면, 개발이 완료된 국산 레이더의 상용화 및 세계시장진출에 중요한 사용실적(Track Record)이 누적되어 선주의 선호도를 올리고, 기존 선진사 독점으로 시장 진입장벽이 높은 기자재의 국산화에 중요한 요인이 될 수 있다. 또한, 본 연구의 결과를 활용하여 다른 항해장비의 국산화 이후 선박환경 검증 시 유사한 절차를 통해 해상실증의 기준을 마련한다면, 보다 객관적인 검증이 가능할 것으로 기대한다.

References

Kim TH, Park YJ and Yun SJ(2022). A study on the ship test method to verify the performance of

- the locally developed radar. Journal of the Korean Society of Marine Environment and safety, 2022, Fall academic conference, 126
- KOMERI(2020). Research on the Localization of Marine and Fisheries Industry Equipment Technology Development Project, 3.55
- Lee WJ, Choi JH, Kim JH, Lee WK and Kim JS(2019). A Study on Current Status of Entanglement Accident and User Satisfaction Survey for Ship with Rope Cutter in Domestic. THE JOURNAL OF FISHERIES AND MARINE SCIENCES EDUCATION, 31(6), 1536~1543. <https://doi.org/10.13000/JFMSE>. 2019.12.31.6. 1536
- Park TG, Kim SJ, Chu YS, Park TS, Ryu KJ, Kim HS and Lee YW(2018). Customized Radar Simulation Training for Coastal and Offshore Crews. THE JOURNAL OF FISHERIES AND MARINE SCIENCES EDUCATION, 30(4), 1382~1390. <http://dx.doi.org/10.13000/JFMSE>. 2018.08.30.4.1382
- Park YS, Kim BY and Lee CH(2015). A Study on the Improvement of Trolling Equipment for Spanish Mackerel and Yellow Tail in the Coast of Jeju island. THE JOURNAL OF FISHERIES AND MARINE SCIENCES EDUCATION, 27(2), 422~429. <https://doi.org/10.13000/JFMSE>.2015.27.2.422
- RRA(2018). Research on International Standard Compliance and Improvement of Testing Methods for Maritime Distress Safety Radio communication Equipment. 500
- Yu YH and Lee EC(2021). A Strategy for Localization and Commercialization of Equipment and Materials: The Crux of the Paradigm Shift in Shipbuilding, Research Papers 21/4, Korea Institute for Industrial Economics and Trade. 2~3

• Received : 12 September, 2023

• Revised : 06 October, 2023

• Accepted : 13 October, 2023