

AHP를 활용한 자율운항선박 원격운영자의 국내 면허체계 적용방안에 관한 연구

박한규* · 하민재**†

* 한국해양수산연수원 교수, ** 한국해양대학교 교수

A Study on the Application for Domestic Remote Operator Licensing System for Maritime Autonomous Surface Ships Using the AHP

HanKyu PARK* · MinJae HA**†

* Professor, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 49111, Korea

** Professor, Korea Maritime and Ocean University, Busan 49112, Korea

요 약 : 자율운항선박 기술은 점차 발전하고 있다. 하지만 완전 자율운항선박이 등장하기 전까지는 원격운영센터에서 원격운영자가 제어하는 형태를 가지게 될 것이다. 그러나 현재 그들의 면허체계는 국내외적으로 정해지지 않았다. 역량이 검증되지 않은 원격운영자의 등장은 항행 안전에 위협이 될 것이다. 본 논문에서는 문헌 연구를 통해 원격운영자의 면허체계를 위해 고려해야 할 평가기준과 국내 해기사 면허체계 내에서 수립할 수 있는 방안을 모색하고 AHP를 활용하여 분석하였다. 그 결과 원격운영자의 면허체계를 위해서는 우선적으로 법률제정이 필요하고 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직종을 추가하는 방안이 가장 선호되었다. 이에 따라 원격운영센터의 조직구성도 기존 선박의 선교인적관리 조직과 유사하게 형성할 수 있을 것이다. 본 연구는 자율운항선박의 인적 관리 측면에서 원격운영자의 효율적인 양성과 항행 안전에 이바지할 수 있을 것이다.

핵심용어 : 자율운항선박, 원격운영자, 면허체계, AHP, 해양안전

Abstract : Maritime Autonomous Surface ships(MASS) are gradually gaining importance. Until fully autonomous ships are developed, they will likely be controlled by remote operators who are based in a Remote Operations Center. However, there is currently no internationally or domestically established licensing for them. This issue can potentially pose a risk to navigation safety due to operations being handled by unqualified remote operators. We conducted a literature review and proposed criteria for the adoption of a licensing system for remote operators. We have further offered alternatives to integrate this license into the existing officer licensing system, and analyzed them using Analytic Hierarchy Process(AHP). Subsequently,, the primary need to enact legislation for remote operators is observed. The most preferred approach is to include the occupation of a remote operator in the Ship Officer Act, Article 4: Occupational Categories and Class of Licenses. Therefore, it would be logical for the organizational structure of the Remote Operation Center to mirror the traditional Bridge Resource Management. This study will contribute to the efficient training of remote operators and the safe navigation of autonomous ships with a focus on human resource management.

Key Words : MASS, Remote operator, Licensing System, AHP, Maritime Safety

1. 서 론

산업 분야에서 4차 산업혁명이 도래하며 해상운송을 기반

으로 하는 선박 조선 및 해상 물류 분야에서도 자동화, 사물 인터넷, 빅 데이터 마이닝 기술 등이 적용되고 있다. 그중에서도 인공위성을 이용한 원거리 통신, 멀티 센서를 활용한 센서 퓨전 기술과 효율적인 의사결정을 위한 인공지능의 발달로 자율운항선박이 등장하였으며 이미 여러 선박에서 시범 운항을 성공적으로 수행하였다(Han and Song, 2022). 하지만 여러 이점에도 불구하고 해운선사에서 상황인지의 한계성, 비상상황의 복잡성, 장비의 신뢰성의 문제로 유인운항선

* First Author : hkpark@seaman.or.kr, 051-620-5561

† Corresponding Author : hmj153@kmou.ac.kr, 051-410-4279

※ 이 논문의 일부는 “육상원격제어사 면허체계 개발에 관한 연구”란 제목으로, “(사)해양환경안전학회 2023년도 공동학술대회(여수엑스포 컨벤션센터, 2023년 4월 27-29일)”에 발표되었다.

박에서 무인운항선박으로의 이행은 천천히 진행할 것이며 즉각적인 무인화는 실현이 어려울 것이다. 국제해사기구(IMO)에서도 완전 자율운항선박을 목표로 인적요소와 자립적 운항을 기준으로 4단계의 자율화 등급을 분류하였다(Table 1). 기준에 따라 안전 항해를 수행할 수 있는 4단계의 완전 자율운항선박이 등장하기 전까지는 소수의 원격운영자(Remote Operator)에 의해 감시되며 상황에 따라 개입 및 조종되는 반 자율운항 형태를 가지게 될 것이며 이들은 선박이 아닌 원격운영센터(Remote Operations Center, ROC)에서 종사하게 될 것이다. 원격운영자는 항해하는 선박에 승선하지 않기 때문에 STCW 협약에서 요구하는 모든 역량이 필요하지 않지만, 자율운항을 기반으로 하는 지식과 기술을 습득하고 시스템을 관리하는데 필요한 정보처리 기술, 첨단 자동화 시스템, 원격관리 시스템 등과 관련된 다른 역량이 필요할 것이다(Vidan et al., 2019). 원격운영센터에서는 사람이 개입하여 비상시 선박조종과 결정이 이루어지기 때문에 선박운항사고의 큰 비중을 차지하는 인적요류의 가능성이 여전히 존재한다. 이를 효과적으로 관리할 원격운영센터 내의 인적 조직구조의 중요성은 기존 선교조직과 대등할 것이다. 이러한 점에서 승선 경험이 있는 선원은 선박 운항에 필요한 대부분의 기술과 경험을 이미 가지고 있기에 초기 단계의 원격운영자로 종사할 가능성이 크다(ABS, 2022).

Table 1. Degrees of Autonomy & Definition

Degrees	Definition
1	Ship with automated processes and decision support: Seafarers are on board to operate and control shipboard systems and functions. Some operations may be automated
2	Remotely controlled ship with seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location, but seafarers are on board
3	Remotely controlled ship without seafarers on board: The ship is controlled and operated from another location. There are no seafarers on board
4	Fully autonomous ship: The operating system of the ship is able to make decisions and determine actions by itself

(Source: IMO, MSC 99/WP.9)

IMO에서는 2026년 MASS Code 채택을 목표로 자율운항선박에 관한 규정과 원격운영자의 자격증명 등 여러 사전작업을 진행하고 있지만 아직 원격운영자에 대한 개념적인 역량 요구 사항만을 제시한 면허체계에 대한 사항은 마련하지 못하고 있다.

국내에서도 자율운항선박을 위한 인공지능, 기관 자동화 설비, 통신 시스템 등의 연구를 진행하고 있으며 실제 대형 상선을 이용한 태평양 횡단 및 국제 항해에 대하여 자율운항 실증에 성공하였다(Kim, 2023). 이러한 자율운항선박의 기술적 발전에도 불구하고 선박을 제어해야 하는 원격운영자의 면허체계는 국내법에서도 정해지지 않았다. 이는 자율운항선박 기술발달 과정에서 2~3단계 기술개발에 대한 규제 지체 및 규제 병목현상으로 나타날 수 있으며 역량이 검증되지 않은 원격운영자의 등장으로 항해 안전에 위협 요소가 될 수 있다.

원격운영자의 면허체계는 선박을 운항할 사람의 자격을 정하는 것이기 때문에 선박직원법의 범위 내에서 수용될 가능성이 크다. 선행연구 역시 선박직원법으로 국내에 수용한 STCW 협약에 관하여 많은 논의가 이루어지고 있다. 하지만 국제법을 국내법으로 수용하는 방법으로는 여러 가지 방안이 존재하며 방안마다 특징이 있어 합리적인 수용 방법이 필요하다.

본 논문에서는 원격운영자의 국내 면허체계 적용을 위해 고려해야 할 우선순위를 분석하고 현재 국내에서 적용할 수 있는 원격운영자 면허체계의 방안의 선호도를 확인하여 원격운영자의 면허체계 수립에 시사점을 제시하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 먼저 문헌 연구를 통하여 현재 원격운영자의 면허체계 수용방안에 고려해야 할 요소를 살펴보고 이를 바탕으로 전문가의 설문조사를 통하여 국내 환경에서 가장 적절한 원격운영자의 면허체계 적용방안에 대하여 AHP 분석기법을 이용하여 결론을 도출한다.

2. 선행연구

현재 자율운항선박에서 사용될 면허체계는 국제적 규정이 정해지지 않았고 원격운영자에 관한 근거 조항, 예상되는 교육내용, 접근 방법에 따라 여러 방안이 제안되고 있다.

Lee et al.(2019)는 Seafarer 4.0에 대한 선원 교육훈련 체계에 관하여 연구하였다. 원격운영자는 전통적인 항해술 또는 기관 운영술이 아닌 4차 산업혁명 기반의 융합기술을 적용하여 기존의 항해술을 보조해야 하기 때문에 STCW 협약의 VII장 다기능해기사 자격증명에 관한 기준을 활용하는 방안을 제안하였다.

Chae et al.(2019)는 원격운영자에게 요구되는 능력을 항해사의 설문조사를 통하여 분석하였고 이를 바탕으로 원격운영자 역시 기존의 해기사 면허가 요구되고 STCW 협약의 선장과 갑판부에 관한 기준, 기관부에 관한 기준, 무선통신사에 관한 기준 모두 통합된 교육과정의 개발이 필요하며 이에 따른 STCW 협약의 전면 개정과 별도의 Code를 제안하였다.

Saha(2021)는 학계, 기관, 기술 개발자 및 이해 관계자를 대상으로 인터뷰를 통하여 원격운영자의 요구되는 역량을 분석하였으며 새로운 규정의 범위와 관리 계획을 강조하였다. 이를 바탕으로 자율운항선박을 위하여 고속선의 안전에 관한 국제 코드(HSC code)와 유사하게 자체 코드의 개발을 주장하였다.

Burmeister et al.(2019)는 현재 항해사에게 적용되는 수탁교육이자 STCW 협약에 따라 활용될 수 있는 Ship Handling Simulation교육의 개선을 통하여 원격운영자 교육의 가능성을 확인하였다.

Sharma and Kim(2022)은 STCW 협약의 A-II/1를 분석을 통해 자율운항선박은 STCW 협약 및 Code의 개정을 통하여 자율운항선박의 항해사를 위한 새로운 프레임 워크의 구현 및 준비가 가능하다고 제안하였다.

선행연구에서는 국제적으로 기존 해기사의 면허체계를 정하는 STCW 협약의 개정 또는 활용을 통하여 원격운영자의 면허체계를 정하는 방안이 연구되었다. 하지만 국내 해기사 면허제도는 국내의 실정에 맞게 급수 또는 제한 면허 등으로 수정되어 사용되기도 한다. 특히 면허체계는 책임에 따라 관리급, 운항급, 보조급으로 나누는 기준이 되기 때문에 이에 대한 고려가 필요하다. 본 연구에서는 원격운영센터 내에서 종사하는 원격운영자의 면허체계를 국내 해기사 면허체계에 적용하는 방안을 모색한다.

3. 연구의 방법

3.1 AHP의 활용

본 연구에서는 AHP를 활용하여 원격운영자의 면허체계의 국내 적용방안을 도출하고자 하였다.

AHP는 다속성 의사결정 기법의 하나로 결정하여야 할 문제의 선호하는 해결방안을 구하기 위하여 단일 속성들의 선호도와 이러한 속성들의 수준을 결합하여 의사결정을 진행하는 방법이다(Satty, 1990). AHP는 정책 의사결정 도구로 사용되어 생산된 증거는 정부산하 국책연구원 등의 연구보고서를 통하여 정책에 반영되고 있으며, 세계적으로 건강, 에너지, 교육 등 다양한 분야에서 다중기준 의사결정 기법으로 활용되고 있다. 특히 AHP 평가과정이 쌍대비교를 통해 이루어지며 분석을 통하여 도출된 가중치의 일관성을 테스트 함으로써 기존의 방법으로 정량화하여 비교하기 어려운 문제들을 해결할 수 있다는 점에서 널리 사용된다(Lee and Kim, 2023).

본 연구에서는 원격운영자의 면허체계의 적용방안을 탐구하기 위하여 해양 전문인력 양성을 위한 해양교육기관(Maritime Training Institute)에 종사하는 교수자를 대상으로 AHP를 활용한 설문조사를 진행하였다. 도출된 각 평가기준별 중요도와 대안별 선호도에 따라 가장 적절한 원격운영자

의 면허체계를 탐구하였다.

3.2 계층 구조 설정

AHP에서는 문제의 요소를 최종목표, 평가기준, 대안의 관계로 보고 계층구조를 형성한다. 최종목표에 대하여 평가기준의 중요도를 정하고 다음으로 각 평가기준에 대하여 대안의 중요성을 평가한다. 마지막으로 이러한 것들을 최종목표에 대한 대안의 평가로 환산한다(Kinoshita and Oya, 2007). 본 논문에서는 최종목표인 1계층을 국내 원격운영자의 면허체계를 채택하기 위해 고려해야 할 평가기준의 우선순위로 설정하였다. 2계층의 평가기준 간 중요도를 비교하고 3계층에서 현재 국내에서 가장 선호되는 대안을 찾아 종합적으로 국내 원격운영자의 면허제도에 적합한 방안을 찾고자 하였다.

3.2.1 평가기준 설정

2계층은 AHP의 평가기준으로 원격운영자의 면허체계를 위해 고려되어야 할 평가기준들을 문헌조사를 토대로 구성하였다.

Bartuseviciene(2020)은 자율운항선박의 도입에 따른 해상안전을 위하여 적절한 해양교육과 훈련이 필요하다고 주장하였다. 이를 위해 국제 수준의 규정을 위한 프레임 워크와 교육자의 지속적인 자질 향상, 관련 업계의 파트너십을 요구하였다. 위험성에 대한 교육과 훈련에 관하여 기존의 해상운송단계에서 자율운항선박이 지배하는 단계로의 이행은 천천히 진행될 것이며 그러한 기간에는 여러 단계의 자율운항선박이 혼재되는 항행환경 조성될 것이기 때문에 이에 대한 대비가 필요하다 제안하였다. 또한 사고 예방적 접근을 위하여 MASS 운용자의 역할과 능력 기준, 국제 또는 국내 수준의 변경사항에 대한 적용이 요구된다고 하였다.

Deling et al.(2020)은 자율운항선박의 등장에 따라 해양교육기관에서 새롭게 요구되는 교육내용과 이에 미치는 영향을 연구하였다. 현재 해양교육기관을 분석하여 승선 가능한 해양 인재 배출은 줄어들고 있어 인재 양성이 시급하고 대다수의 승선선원은 원격운영자의 등장을 직업 상실의 위협으로 간주하고 있다는 점과 자율운항선박 실험은 성공적으로 수행되고 있으며 기술의 현실화를 위해 법률에 따라 지정된 MASS 실험장이 등장하며 점차 빠르게 발전할 것이라 주장하였다.

Hannaford and Hassel(2021)은 자율운항기술을 선박 운영자의 관점에서 잠재적인 이점과 위험을 연구하였다. 설문조사 결과 자율운항기술의 구현은 향후 10년간 크게 바뀔 것이며 항해사의 일자리는 줄어들지만 이들과 유사한 경험과 경력을 갖춘 운영자가 필요해질 것이라 분석하였고 해양정부기관에서 규정과 요건의 수립이 가장 먼저 해결되어야 한다고 주장하였다.

AHP를 활용한 자율운항선박 원격운영자의 국내 면허체계 적용방안에 관한 연구

Lim(2021)은 자율운항선박 도입에 따른 선원직능 변화와 인력양성에 관한 연구에서 자율운항선박이 출현하는 해운 환경 변화에 대응하기 위한 선원의 수요변화와 직무 변화를 AHP 설문조사를 통하여 분석하고 해기인력 양성 방안을 제시하였다. 해기인력 양성에 관하여 2035년 이전까지는 승선 자율운항선박이 도입되고 그 이후에 원격운항 해기사와 인공지능에 의한 자율운항선박이 도입될 것으로 예측하였고 기존 해기사, 원격운항 해기사 및 기존 해기사의 자율운항 해기사 전환에 관한 교육을 제안하였다.

Parsons and Allen(2018)은 안전관리의 역사를 통해 해상안전을 개선하는 효과적인 방법은 국제규정을 개발하는 것이며, IMO는 국제연합의 전문기관으로 해양규제 체계에 국제적 접근방식으로 IMO 문서의 효과적인 구현을 통해 안전하고 보안이 유지되며 환경적으로 건전하고 효율적인 지속 가능한 해운을 촉진한다고 주장하였다.

World Maritime University(2019)는 노르웨이 해운의 새로운 패러다임을 제시하며 디지털화가 적용된 선원의 등장을 예상하였다. 자율운항기술의 개발은 점점 빨라지고 있지만 즉각적인 기존 선박의 대체하기보다는 전체 운송 시스템의 일부를 담당하게 되며 그 결과 해상운송 패러다임의 변화로 해상무역이 재구성될 것이라 주장하였다. 원격운영센터에서는 기존의 항해술보다는 전기공학과 IT기술을 가진 사람을 선호하게 될 것이며 기존 선원은 디지털화를 통해 육상에서 근무할 수 있지만 이들에 대한 교육은 정해지지 않았으며 이들을 교육할 교수자 프로그램을 개발하는 단계에 머물고 있다고 지적하였다.

이러한 문헌조사를 통해 현재 원격운영자 면허체계를 위해 고려되어야 할 요소를 법률체정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 면허체계의 개방성 및 국제 통용성으로 Table 2 과 같이 정리하였고 설명은 다음과 같다.

Table 2. Analysis for 2nd Layer

No.	Author/ Published year	Consideration for the Remote Operator license in current MASS
1	Bartuseviciene/ 2020	Urgency of producing Remote Operator, International acceptance
2	Deling et al./ 2020	Necessity of enacting legislation, Openness of license system
3	Hannaford and Hassel/2021	Openness of license system, International acceptance
4	Lim/ 2021	Urgency of producing Remote Operator, Openness of license system
5	Parsons and Allen/2018	International acceptance
6	World Maritime University/2019	Urgency of producing Remote Operator, Openness of license system

첫째, 법률체정의 필요성. 선박직원이 되기 위한 사람과 선박 직원은 선박직원법에서, 그리고 모든 선원에 대하여 선원법에서 교육·훈련 및 자격증명을 규정하고 있다(Jin and Kim, 2021). 이 법에는 세부적인 교육내용과 교육기간이 명시되어 있어 이 기준에 따라 해양교육기관의 교육내용 및 기간이 정해지기 때문에 교육 수행의 명확한 근거가 된다. 특히 법에 따른 면허의 시험제도는 선원 개개인에게는 해기사로서의 전문지식, 기술 등 각자가 지니고 있는 능력을 평가할 뿐만 아니라 지식과 기술의 중요성을 인식시키고 의욕을 고취하는 기능을 한다(Kim and Kwon, 2001).

둘째, 원격운영자 양성의 긴급성. 2022년 3월 중국 교통운수부는 300TEU의 Zhi Fei호가 1년간의 테스트를 완료하고 현재 Dongjiaokou와 Qingdao 구간을 운항하며 상용화를 위한 데이터 취득을 진행하고 있다고 발표하였다. 2022년 4월 노르웨이의 Yara International과 Kongsberg는 육상제어 방식의 120TEU급 컨테이너선인 Yara Birkeland호로 2년간의 인증을 위한 시험운항을 성공적으로 수행하였다고 발표하였다. 많은 선사나 단체는 자율운항선박의 시험적 운항을 끝내고 본격적인 상업적인 운항을 준비하고 있으며 이에 따라 원격운영자의 배출 및 업무 개시 준비도 진행되어야 한다. 원격운영자의 양성은 교수자의 양성 및 교육 환경적 시스템 확보가 선행되어야 하는 만큼 즉각적인 대응이 어렵기 때문에 자율운항선박 기술 발전에 맞추어 원격운영자의 양성이 긴급하다.

셋째, 면허체계의 개방성. 초기의 원격운영자는 기존의 승선 선원이 수행할 것이라 예상되지만 인공지능의 발전에 따라 원격운영자의 임무는 기존의 선박운항보다 운항관리 정보처리 기술의 비중이 점차 높아질 것이다. 원격운영자도 점차 승선 경험이 필요 없는 육상의 전문직으로 변화할 것이며 이들의 자격요건도 승선 경험이 요구되지 않을 것이라 예상할 수 있다. 즉 승선 경험이 없는 사람에 대하여 원격운영자가 될 수 있는 개방성이 요구된다. 또 과도기적으로 선사의 보수주의적 안전주의 또는 중·소형선사의 경제적 투자비용 대비 수익 판단에 따라 기존의 승선 선원에 의해 조종되는 선박이 유지될 것이며 해상은 기존의 선박과 자율운항선박이 혼용되는 항행환경이 이루어질 것이다. 기존의 승선을 위한 해기사 면허와 원격운영자의 면허가 따로 존재하게 될 것이기 때문에 두 직종 간에 상호 업무를 전환하거나 동시에 수행할 수 있는 개방성이 고려 되어야 한다.

넷째, 국제 통용성. 해상운송은 대량의 화물을 합리적인 가격으로 운송할 수 있는 강점으로 국제 무역의 주요 수단으로 활용됐다. 이러한 지리적 국제성에 더하여 선박 건조국, 선원 공급국, 선박 관리국의 다양한 국가가 혼재하는 해운 구성의 국제성을 가진다(Kim et al., 2017). 그리고 국제사회는 원활한 해운 활동과 해상에서의 안전을 위해서는 각종

기준의 국제적인 통일이 필요하다는 인식을 공유하고 있다(Chae et al., 2017). 해상운송을 위해서는 IMO의 기준에 따른 법규의 준수가 필수적이며 미준수 시 선박의 입항이 금지될 수도 있다. 이에 따라 원격운영자의 면허체계 역시 해상운송에서 통용되는 국제적인 기준을 준수할 필요성이 있다.

3.2.2 대안 설정

최하위층인 3계층은 국내에 적용할 수 있는 면허체계의 방안으로 국내 해기사 면허체계 분석을 바탕으로 설정하였다. 선박직원법 제4조의 해기사 면허 직종의 범위에 원격운영자의 직종을 추가하는 방안, 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안, 총 3개의 대안을 구성하였고 이에 대한 설명은 다음과 같다.

첫째, 선박직원법 제4조의 해기사 면허 직종의 범위에 원격운영자의 직종을 추가하는 방안. 선박직원법은 주로 국제협약인 STCW를 국내 입법한 내용이지만 국내 현실에 적합한 국내법적인 내용도 포함되어 있다. 이 법에서는 해기사를 항해사, 기관사, 통신사, 운항사, 수면비행선박 조종사, 소형선박 조종사로 나누었고 이 분류에 원격운영자의 직종을 추가하는 방안이다. 실제 수면비행선박 조종사 면허에 관하여 IMO에서는 수면비행선박의 조종사에 대한 훈련, 기술 및 지식에 관한 권고(MSC/Circ.1162 General principles and recommendations for knowledge, skills and training for officers on wing-in-ground (WIG) craft)만 있지만 국내에서는 2011년 선박직원법의 개정을 통해 자격요건과 승무경력을 정하고 동년 해기사 국가자격시험으로 실시하였다(Park, 2020). 이 방안은 일반인도 해기사 시험과 등급별 적절한 승무경력을 통하여 원격운영자의 자격을 획득할 수 있다. 국제적으로 강제적인 기준이 정해지지 않은 면허에 대하여 국내법에서 먼저 규정화하여 국제규정이 논의되는 오랜 기간에 비해 비교적 짧은 시간 내에 정할 수 있으며 국내 환경에 적합한 규정으로 정해질 수 있다. 원격운영센터 내에서는 원격제어사의 급수의 등급에 따라 관리자 또는 운항자로 적절하게 사용될 수 있으며 기존 선교인적자원관리와 유사하기 때문에 원격운영센터 내 조직구성에서 벤치마킹이 가능할 것이다.

둘째, 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안. 선박직원법에 따르면 보수교육은 해기사의 자질 향상, 기술 향상 및 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약 또는 어선 선원의 훈련·자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 국제협약의 이행을 위하여 필요하다고 인정되는 교육이다. 여러 보수교육 중 운항사 교육의 경우 동 법에서만 요구하는 교육인 반면 레이다 시뮬레이션 교육의 경우 STCW에서 요구

하는 교육에 해당한다. 원격운영자의 교육은 기존 해기사 교육과 원격조종 환경에서의 교육 나눌 수 있다(Park et al., 2022). 기존의 해기사는 STCW 협약에서 요구하는 교육은 이미 충족하기 때문에 원격조종 환경의 교육만을 보수교육으로 추가하는 방안이다. 이 방안은 기존의 해기사에게 원격운영자로의 신속한 전환이 가능하며 풍부한 승선 경험으로 초기 자율운항선박에서 발생할 수 있는 문제 대응에 유리할 수 있다. 보수교육은 전자해도장치교육, 자동충돌예방교육처럼 해당하는 장치나 직무에 익숙해지기 위한 기술교육도 존재하지만 특정선박종사자에 대한 특별훈련으로 특수한 작업에서 종사하기 위한 안전 및 해양오염 방지교육(Basic training)과 책임을 가지는 사람을 위한 직무교육(Advance training)의 보수교육도 존재한다. 원격운영센터 내에서는 이러한 구분에 따른 직무교육의 수료에 따라 책임자 또는 운항자로 구분하여 사용할 수 있을 것이다.

셋째, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안. 한정면허는 선박직원법 시행령에서 상선 또는 어선에서만 승무하는 상선면허와 어선면허, 5급·6급의 항해사면허 또는 기관사면허에 대하여 해양자원굴착선, 해양자원탐사선, 준설선 등 특수선박면허 및 국제 통신이 필요치 않은 국내항등에 대한 특정수역면허, 6급 항해사면허 또는 기관사면허에 대한 모터보트·동력요트면허, 전자기관사에 대하여 이동식 시추선 면허, 소형선박조종사면허에 대하여 요트 면허 및 동력수상레저기구면허, 수면비행선박 조종사면허에 대하여 표면효과전용선 면허와 소형비행선박 조종사면허에 대한 비사업용조종사면허가 있다. 한정면허는 일반적으로 해당하는 면허에 조건을 부과하는 방식으로 항행환경이나 선종에 따라 제한을 두고 면허의 사용을 금지한다. 이와 유사하게 항해사의 면허에 원격운영자 직무를 제한으로 추가하는 방안이다. 첫째 방안과 유사할 수 있으나 셋째 방안은 기본적으로 기존 해기사의 면허를 바탕으로 이루어진다는 것에 차이점이 존재한다. 원격운영센터 내에서 한정면허에 따라 조직구성이 어려울 수 있으나 기본이 되는 해기사 면허의 급수를 이용하여 첫 번째 방안과 유사하게 관리자 또는 운항자로 분류할 수 있을 것이다.

전체적인 계층도의 구조는 Fig. 1과 같다.

3.3 조사 및 분석방법

원격운영자의 면허체계에서 평가기준의 중요도와 이에 따른 선호도를 평가하기 위하여 해양교육기관의 교수자를 대상으로 설문조사를 실시하였다. 국내에서 자율운항선박 기술개발에 많은 연구기관이 참여하고 있으며 개발될 장비의 운용은 원격운영자에게 중요한 역할이 될 것이다. 그리고 항행 안전을 위하여 해상교통관제사 또는 도선사와의 협조 역할 또한 필수적일 것이다. 원격운영자를 위한 교육은

이들에게 필요한 역량이 종합적으로 구성될 것이며 이를 바탕으로 한 교육목표, 교육내용, 교육기간 등에 따라 면허체계의 수용 방법이 달라질 것이다. 이에 따라 본 연구에서는 설문조사를 위한 대상자를 자율운항선박 연구자와 원격운영자 관계자가 아닌 해기사교육과 해기사 면허체계에 대한 지식을 가지고 있는 한국해양대학교와 한국해양수산연수원의 교수자로 선정하였다. 총 35명의 교수자에게 2023년 7월 21일부터 8월 4일까지 직접 대면 및 비대면을 통하여 본 연구의 취지와 설문지 작성 요령 설명을 포함한 설문조사를 실시하였다.

AHP는 계층구조를 구성하는 요소 간의 쌍대비교를 통하여 이루어지며 쌍대비교의 응답은 상호 간의 중요도의 기준점인 1을 기준으로 좌측항목과 우측항목을 서로 비교하여 항목별 번호에 체크하게 된다. Saaty는 쌍대비교를 할 때 요인별 수준을 나타내는 척도를 7±2개로 제안하였고 9점 척도가 일반적으로 사용되고 있다(Song and Lee, 2013). 또한 다양한 요소를 쌍으로 비교하여 평가하기 때문에 응답에 대한 일관성 분석을 실시하여 신뢰성을 확인할 수 있다. 일관성 비율은 그 값이 작을수록 큰 일관성을 나타내며 고의로 일관성이 없도록 만들지 않는 한 1보다 작은 값을 가지며 0.1보다 크면 일관성이 부족한 경우이며 따라서 신뢰성이 적은 자료로 간주할 수 있다(Kim and Eo, 1994). 본 연구에서는 원격운영자 면허체계의 적용방안을 탐구하기 위하여 9점 척도를 기반으로 일관성 비율이 0.1 이내인 응답자를 분석하여 입력자료의 신뢰성을 높였다.

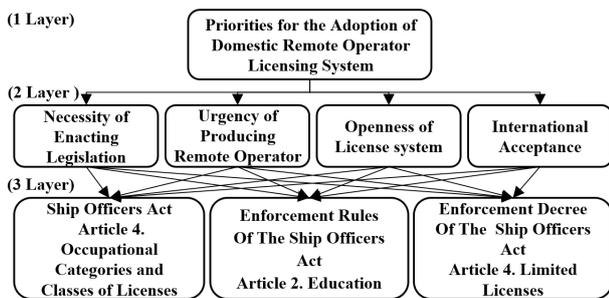


Fig. 1. Hierarchical structure of Study.

4. AHP 분석

4.1 표본 특성

본 연구를 위해 배포된 설문지 35부에 대하여 29부(82.9%)가 적절히 작성되어 회수되었으며 일관성 지수가 0.1 이상인 11부를 제외한 18부를 분석에 활용하였다. 최종 분석에 활용될 표본 특성을 확인한 결과, 연령은 45~49세가 33.3%(6명)로 가장 많으며, 40~44세 27.8%(5명), 35~39세

11.1%(2명), 50~55세 11.1%(2명), 60세 이상 11.1%(2명), 30~34세 5.6%(1명) 순으로 나타났다. 18명 전원이 해양교육기관의 교수자로 학력은 석사 61.1%(11명), 박사 38.9%(7명)로 나타났으며, 해양교육기관 종사년수의 평균은 11.50년 (SD=8.417)으로 나타났다. 분석 결과는 Table 3과 같다.

4.2 평가기준에 대한 중요도 분석

평가기준인 법률제정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 면허체계의 개방성, 국제 통용성에 대한 중요도 및 우선순위를 분석하였다. 분석 결과, 일관성 비율이 0.03으로 나타나 분석의 신뢰성을 확인할 수 있었으며, 상대적 중요도는 법률제정의 필요성(0.4863), 원격운영자 양성의 긴급성(0.3194), 국제 통용성(0.1054), 면허체계의 개방성(0.0888) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 4와 같다.

Table 3. General Characteristics (n=18)

	Frequency	Ratio(%)	Mean	S.D
Age(yr)	30-34	1	5.6	
	35-39	2	11.1	
	40-44	5	27.8	
	45-49	6	33.3	
	50-55	2	11.1	
	>60	2	11.1	
Education	Master degree	11	61.1	
	Doctoral degree	7	38.9	
Carrier on Maritime Training Institute (yr)	3	2	11.1	
	5	1	5.6	
	6	1	11.1	
	7	3	16.7	
	10	2	11.1	
	11	2	11.1	11.50 8.417
	12	2	11.1	
	14	1	5.6	
	20	1	5.6	
	29	1	5.6	
34	1	5.6		

Table 4. Relative Importance and Priority of Layer 2

Criterion	Relative Importance	Priority	C.R.
Necessity of Enacting Legislation	0.4863	1	
Urgency of Producing Remote Operator	0.3194	2	0.03
Openness of License System	0.0888	4	
International Acceptance	0.1054	3	

원격운영자의 면허체계를 채택을 위해 고려되어야 할 평가기준의 중요도 분석을 통하여 법률제정의 필요성이 가장 중요한 것으로 나타났다. 이는 면허체계의 법제화를 통해 원격운영자 교육의 근거를 수립하여 정책적으로 추진할 수 있는 바탕 준비가 필요하며 교육과정과 교육방법에 관한 규정된 세부내용이 우선적으로 필요하다는 것을 알 수 있다. 그리고 중요도 차이가 큰 원격운영자 양성의 긴급성과 면허체계의 개방성을 비교하면 현재 자율운항선박의 기술개발에 맞추어 오랜 시간이 요구되는 승선 경험이 없는 원격운영자를 초기부터 양성하기보다는 기존 해기사를 원격운영자로 전환 양성하고 향후 승선 경험이 요구되지 않는 원격운영자 양성교육과정을 통해 전문 원격운영자의 등장을 준비해야 할 것을 알 수 있다. 마찬가지로 중요도 차이가 큰 원격운영자 양성의 긴급성과 국제 통용성을 비교하면 국내법에서 원격운영자를 위한 면허체계를 수립하고 이를 바탕으로 자율운항선박에 종사하는 원격운영자의 자격체계에 대하여 많은 실증적 연구를 토대로 향후 정해질 STCW 협약의 개정이나 MASS code에 대하여 선제적으로 대응하여 큰 영향력을 가지는 것이 우선적이라는 것을 알 수 있다. 마지막으로 면허체계의 개방성과 국제 통용성을 비교하면 향후 국제적으로 원격운영자의 자격체계가 정해졌을 경우 국제법의 준수가 중요하기 때문에 국내법에서 규정된 승선 경험이 필요하지 않은 원격운영자의 양성교육이나 승선자의 원격운영자의 전환교육은 이를 개정 또는 수용을 통해 국제법을 준수해야 한다는 것을 알 수 있다.

4.3 평가대안에 대한 선호도 분석

평가기준인 법률제정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 면허체계의 개방성, 국제 통용성에 대하여 대안인 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안, 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안의 각 선호도를 분석하였다.

첫째, 법률제정의 필요성에서 평가 대안의 상대적 중요도 및 우선순위의 분석 결과, 일관성 비율이 0.04로 나타나 분석의 신뢰성을 확인할 수 있었으며, 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안(0.5424), 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안(0.3599), 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안(0.0978) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 5와 같다.

둘째, 원격운영자 양성의 긴급성에서 평가 대안의 상대적 중요도 및 우선순위의 분석 결과, 일관성 비율이 0.05로 나

타나 분석의 신뢰성을 확인할 수 있었으며, 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안(0.4890), 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안(0.3932), 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안(0.1178) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 6와 같다.

Table 5. Relative Importance and Priority of Layer 3 according to Necessity of Enacting Legislation

Alternative	Relative Importance	Priority	C.R.
Ship officer Act, Article 4. Occupational Categories and Class of Licenses	0.5424	1	
Enforcement Rules of the Ship officer Act, Article 2. Education	0.3599	2	0.04
Enforcement Decree of the Ship officer Act, Article 4. Limited Licenses	0.0978	3	

Table 6. Relative Importance and Priority of Layer 3 according to Urgency of Producing Remote operator

Alternative	Relative Importance	Priority	C.R.
Ship officer Act, Article 4. Occupational Categories and Class of Licenses	0.4890	1	
Enforcement Rules of the Ship officer Act, Article 2. Education	0.3932	2	0.05
Enforcement Decree of the Ship officer Act, Article 4. Limited Licenses	0.1178	3	

셋째, 면허체계의 개방성에서 평가 대안의 상대적 중요도 및 우선순위의 분석 결과, 일관성 비율이 0.05로 나타나 분석의 신뢰성을 확인할 수 있었으며, 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안(0.6161), 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안(0.2539), 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안(0.1300) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 7과 같다.

넷째, 국제 통용성에서 평가 대안의 상대적 중요도 및 우선순위의 분석 결과, 일관성 비율이 0.01로 나타나 분석의 신뢰성을 확인할 수 있었으며, 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안(0.5318), 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자

AHP를 활용한 자율운항선박 원격운영자의 국내 면허체계 적용방안에 관한 연구

의 교육을 추가하는 방안(0.3638), 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안(0.1044) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 8과 같다.

Table 7. Relative Importance and Priority of Layer 3 according to Openness of License system

Alternative	Relative Importance	Priority	C.R.
Ship officer Act, Article 4. Occupational Categories and Class of Licenses	0.6161	1	
Enforcement Rules of the Ship officer Act, Article 2. Education	0.2539	2	0.05
Enforcement Decree of the Ship officer Act, Article 4. Limited Licenses	0.1300	3	

Table 8. Relative Importance and Priority of Layer 3 according to International Acceptance

Alternative	Relative Importance	Priority	C.R.
Ship officer Act, Article 4. Occupational Categories and Class of Licenses	0.5318	1	
Enforcement Rules of the Ship officer Act, Article 2. Education	0.3638	2	0.01
Enforcement Decree of the Ship officer Act, Article 4. Limited Licenses	0.1044	3	

대안의 상대적 선호도를 산출한 결과는 법률제정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 면허체계의 개방성, 국제 통용성의 모든 기준에서 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직

중에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안이 가장 선호되는 것으로 나타나고 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안 순으로 나타났다.

4.4 대안에 대한 전반적 선호도

분석 결과를 종합하기 위한 대안의 전반적인 선호도는 가중합계를 이용하였다. 가중합계는 평가기준 하에서 대안의 상대적 선호도에 평가기준의 중요도를 곱하여 도출하였다. 분석 결과를 가중합계로 판단한 결과 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안(0.5307), 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안(0.3615), 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안(0.1077) 순으로 나타났다. 분석 결과는 Table 9과 같다.

먼저 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안의 선호도가 가장 높았다. 특히 가장 큰 중요도의 차이를 나타내는 선호도 상위 1, 2와 하위 3을 비교하면 국내 규정에 해당하는 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안보다는 국제적으로 통용되는 STCW를 활용하는 방안인 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안과 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안이 선호된다는 것을 알 수 있다.

선호도 1위와 2위를 비교하면 직종의 성격상 하나의 독립된 직종으로 구분하는 방안이 선호된다는 것을 알 수 있다. 원격운영자는 교육내용이 타 직종과 다른 전문성이 요구되기 때문에 교육내용의 차별성, 장기적인 교육시간으로 인하여 보수교육으로는 부족할 수 있을 것이라 생각할 수 있다.

Table 9. Composite Importance and Priority of Layer 2 & 3

Alternative	Necessity of Enacting Legislation (0.4863)	Urgency of Producing Remote Operator (0.3194)	Openness of License System (0.0888)	International Acceptance (0.1054)	Composite Relative Importance	Composite Priority
Ship officer Act, Article 4. Occupational Categories and Class of Licenses	0.5424	0.4890	0.6161	0.5318	0.5307	1
Enforcement Rules of the Ship officer Act, Article 2. Education	0.3599	0.3932	0.2539	0.3638	0.3615	2
Enforcement Decree of the Ship officer Act, Article 4. Limited Licenses	0.0978	0.1178	0.1300	0.1044	0.1077	3

선호도 3위인 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안도 이러한 점에서 면허에 제한을 두는 것보다는 전문적 직군으로 체계를 수립하는 것이 적합하다는 것을 알 수 있다. 결국 원격운영자는 4단계의 완전 자율운항선박이 등장하기 전까지 사용되는 직종이 아니며 4단계의 자율운항선박이 등장하여도 1~4단계의 선박이 혼재하는 항행환경이 조성될 것이기 때문에 해기사 면허의 한 축으로 유지될 것으로 생각할 수 있다. 즉 원격운영자의 자격체계는 다른 해기사 면허와 유사하게 국제적으로 통용되는 방안으로 전문성을 가진 독립된 직군으로 체계를 수립하는 것이 가장 적합할 것이다.

원격운영자의 조직구성에 있어서 현재 선박에서 사용되는 선교조직 내에서 소지한 면허 급수와 승무 경력에 따라 관리급과 운항급으로 나누어지는 체계가 원격운영센터 내에서도 벤치마킹되어 적용될 것이라 예상할 수 있으며 기존의 해기사 면허와 마찬가지로 원격운영센터에서의 직무와 시간을 고려할 필요성이 있다.

5. 결론

자율운항선박의 원거리 통신, 탐지 센서기술, 인공지능기술은 이미 원양항해가 가능할 정도로 발전하고 있으며 그 발전속도는 점차 빨라지고 있다. 하지만 완전한 자율운항 인공지능이 개발되기 전까지 원격운영자의 개입이 이루어지기 때문에 기술적 선박운항사고 및 인적오류의 가능성은 존재한다. 원격운영자의 능력은 2~3단계의 자율운항선박의 사고 예방에 영향을 미치게 될 것이며 이들의 자격증명에 대한 면허체계의 수립 역시 자율운항선박의 인적 관리의 측면에서 중요하다.

본 연구에서는 국내 원격운영자의 면허체계 적용방안에 관하여 연구하였다. 문헌조사를 통하여 현재 자율운항기술 발전에 따라 국내 면허체계를 위해 고려되어야 할 요소를 법률 제정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 면허체계의 개방성 및 국제 통용성으로 도출하였다. 그리고 현재 국내 해기사 면허체계에서 적용할 수 있는 원격운영자 면허체계의 방안을 선박직원법 제4조의 해기사 면허 직종의 범위에 원격운영자의 직종을 추가하는 방안, 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안, 총 3개의 대안으로 도출하였다. 이를 바탕으로 해양훈련기관에 종사하는 교수자를 대상으로 AHP를 활용한 설문조사를 진행하였다.

분석 결과, 평가기준에서는 법률제정의 필요성, 원격운영자 양성의 긴급성, 국제 통용성, 면허체계의 개방성 순으로

나타났으며 모든 평가기준에서 선박직원법 제4조 해기사 면허의 직종에 원격운영자의 직무를 추가하는 방안, 선박직원법 시행규칙 제2조 교육에 보수교육으로 원격운영자의 교육을 추가하는 방안, 선박직원법 시행령 제4조 한정면허에 원격운영자의 직무를 포함하는 방안 순으로 나타났다. 이러한 결과를 바탕으로 원격운영자의 직종에 관한 법적 근거가 현재 가장 우선적으로 해결해야 하며 원격운영자의 자격체계 역시 국제적으로 통용되는 방안으로 전문성을 가진 독립된 직종으로 체계를 수립하는 것이 가장 적합하다는 것을 알 수 있었다. 원격운영센터의 조직 역시 기존의 선교인적관리와 유사하게 급수와 승무 경력에 따라 관리급, 운항급으로 나누어져 형성되는 것이 합리적일 것이다.

본 연구는 자율운항선박 개발과정에서 인적관리의 기준이 되는 원격운영자의 면허체계에 적용방안에 관하여 AHP 통해 교수자들이 선호하는 방안을 제시하였다. 이를 통해 국내 원격운영자의 효율적인 양성과 자율운항선박의 항행 안전에 이바지할 수 있을 것이다. 또한 국내에서 원격운영자 면허체계가 먼저 수립된다면 지속된 연구를 통해 국제적 규정 수립에도 큰 영향을 끼칠 수 있을 것이다.

다만 본 연구는 국내법인 선박직원법 내에서만 고려되었지만 IMO의 연구결과를 바탕으로 만들어질 지침과 규정에 따라 원격운영자의 면허체계는 큰 변경이 이루어질 수 있는 것이다. 그리고 원격운영자의 조직구성에 있어 기존 선교의 계급적 권위구조의 문제점에 대하여 많은 연구가 진행되었기 때문에 의사소통을 중시하는 새로운 원격운영자 조직구조의 형성에도 많은 연구가 진행되어야 할 것이다. 또한 점진적으로 소형선박과 해양레저를 위한 원격운영자의 면허체계 역시 연구되어야 할 것이다.

사 사

이 논문은 2023년도 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임.(스마트 항만-자율운항선박 연계기술 개발)

References

- [1] ABS(2022), Autonomous Vessels Feb. 2022, p. 10, absinfo.eagle.org.
- [2] Bartuseviciene, I.(2020), Maritime Education and Training as a Tool to Ensure Safety at Sea in the Process of Introduction of Maritime Autonomous Surface Ships in Shipping, Transport Means 2020. Sustainability: research and solutions, ISSN: 2351-7034.

- [3] Burmeister, H. C., A. R. Lee, J. Oeffner, S. Shetty, and L. Walther(2019), Mass Technology Development by Means of Ship Handling Simulation, Proceeding of the 1st International Conference on Maritime Autonomous Surface Ships, Vol. 2019.
- [4] Chae, C. J., J. C. Park, M. C. Jo, S. Y. Kang, and J. Y. Jo(2017), IMO Guide Book, pp. 228, ISBN: 979-11-58799-22-3.
- [5] Chae, C. J., S. Y. Kang, C. W. Kim, and Y. J. Ahn(2019), A Study on Technology Development of Maritime Autonomous Surface Ship and Required Competences for Seafarers, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 31, No. 3, pp. 903-912, DOI: 10.13000/JFMSE.2019.6.31.3.903.
- [6] Deling, W., W. Dongkui, H. Changhai, and W. Changyue (2020), Marine Autonomous Surface Ship-A Great Challenge to Maritime Education and Training, America Journal of Water Science and Engineering, Vol. 6, No.1, pp. 10-16, DOI: 10.11648/j.ajwse.20200601.12.
- [7] Han, S. H. and Y. J. Song(2022), Current Status and Legal Issues Surrounding Autonomously Operated Ships -Focusing on Criminal Responsibility for Accidents During Operation of Autonomous Vessels-, Journal of Law and Politics Research, Vol. 22, No. 1, pp. 91-115, DOI: 10.17926/kaolp.2022.22.1.91.
- [8] Hannaford, E. and E. V. Hassel(2021), Risks and Benefits of Crew Reduction and/or Removal with Increased Automation on the Ship Operator; A Licensed Deck Officer's Perspective, Applied Sciences, Vol. 11, No. 8, 3569, DOI: 10.3390/app11083569.
- [9] Jin, H. H. and J. K. Kim(2021), A Study on The Certification of Seafarers' Education and Training -Focusing on the Certificates Issued by Foreign Seafarer Educational Institutions, The Journal of Fisheries and Marine Sciences Education, Vol. 33, No. 3, pp. 577-583, DOI: /10.13000/JFMSE.2021.6.33.3.577.
- [10] Kim, C. R., Y. R. Jang, and Y. C. Lee(2017), A study on the Enhancing Capability of a Response through the Analysis of New IMO Strategic Plan, Maritime Law Review, Vol. 29, No. 3, pp. 189-228.
- [11] Kim, D. G. and K. S. Kwon(2001), A Study on the Improvement and Problems of Marine Officer License Examination System, The Journal of fisheries and marine sciences education, Vol. 13, No. 1, pp. 99-116.
- [12] Kim, J. R.(2023), Large ships also autonomously navigating, Yonhap News, <https://m.yonhapnewstv.co.kr/news/MYH20230712006200641>.
- [13] Kim, S. C. and H. J. Eo(1994), Priority Aggregation for AHP based on Experts Opinions, Journal of the Korean Operations Research and Management Science Society, Vol. 19 No. 3, pp. 41-51.
- [14] Kinoshita, E. and T. Oya(2007), Meaning of Strategy Determines Method AHP (Kwon, J. H, Trans.), Seoul: Cheongram(2012).
- [15] Lee, C. H., G. H. Yun and J. H. Hong(2019). A Study on the New Education and Training scheme for Developing Seafarers in Seafarer 4.0 -Focusing on the MASS-, Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 25, No. 6, pp. 726-734, DOI: 10.7837/kosomes.2019.25.6.726.
- [16] Lee, J. B. and B. J. Kim(2023), An Evidence-Based Assessment of Policy Decision Tools: A close look at AHP, Delphi and CBA, Korean Society and Public Administration, Vol. 34, No. 1, pp. 29-62, DOI: 10.53865/KSPA.2023.5.34.1.29.
- [17] Lim, S. J.(2021), A Study on Changes in Seafarers Functions and Manpower Training by the Introduction of Maritime Autonomous Surface Ships, Master thesis, Graduate School of Korea Maritime University.
- [18] Park, H. K., S. H. Kim, and M. J. Ha(2022), A Study on the Development of a Curriculum for Shore Remote Control Officer in Maritime Autonomous Surface Ship (MASS), Journal of the Korean Society of Marine Environment and Safety, Vol. 28, No. 6, pp. 1002-1012, DOI: 10.7837/kosomes.2022.28.6.1002.
- [19] Park, S. Y.(2020), A Study on Legal Comparison Review of the Pilot's License System of WIG Ship (surface-flying ship) and Pilot Certification System of Aircraft, The Korean Journal of Air & Space Law and Policy, Vol. 35, No. 3, pp. 95-126.
- [20] Parsons, J. and C. Allen(2018), The History of Safety Management, Managing Maritime Safety, Taylor & Francis Group.
- [21] Satty, T. L.(1990), How to Make Decision: The Analytic Hierarchy Process, European Journal of Operational Research, Vol. 48, No. 1, pp. 9-26, DOI: 10.1016/0377-2217(90)90057-I.
- [22] Saha, R.(2021), Mapping Competence Requirements for Future Shore Control Center Operators, Maritime Policy and Management, Vol. 50, No. 4, pp. 415-427, DOI: 10.1080/03088839.2021.1930224.
- [23] Sharma, A. and T. E. Kim(2022), Exploring Technical and Non-Technical Competencies of Navigators for Autonomous Shipping, Maritime Policy and Management, Vol. 49, No. 6,

pp. 831-849, DOI: 10.1080/03088839.2021.1914874.

- [24] Song, K. W. and Y. Lee(2013), Re-scaling for Improving the Consistency of the AHP method, Social Science Research Review, Vol. 29, No. 2, pp. 271-288.
- [25] Vidan, P., M. Bukljaš, I. Pavić, and S. Vukša(2019), Autonomous System & Ship-Training and Education on Maritime Faculties, International Maritime Science conference 2019.
- [26] World Maritime University(2019), Transport 2040: Autonomous ships: A new paradigm for Norwegian shipping -Technology and transformation, DOI: 10.21677/itf.20190715.

Received : 2023. 09. 04.

Revised : 2023. 09. 21. (1st)

: 2023. 09. 26. (2nd)

Accepted : 2023. 10. 27.