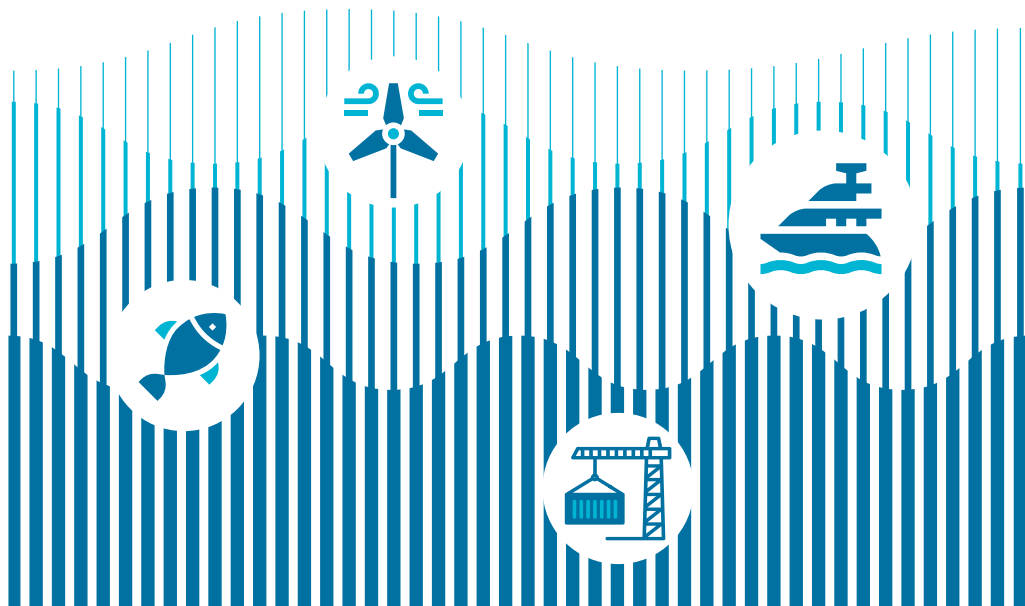


선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구

A Study on Institutional Improvement Measures
for Remote-Operated Ship

박혜리 · 김지호 · 박한선 · 이언경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구

A Study on Institutional Improvement Measures
for Remote-Operated Ship

박혜리 · 김지호 · 박한선 · 이언경



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

저자	박혜리, 김지호, 박한선, 이연경			
내부연구진	연구책임자	박혜리	한국해양수산개발원	물류·해사산업연구본부 부연구위원
	공동연구원	김지호	한국해양수산개발원	물류·해사산업연구본부 연구원
	공동연구원	박한선	한국해양수산개발원	물류·해사산업연구본부 선임연구위원
	공동연구원	이연경	한국해양수산개발원	물류·해사산업연구본부 선임연구위원
연구기간	2024. 1. 1. ~ 2024. 10. 31.			
보고서 집필내역				
연구책임자	박혜리 연구총괄, 제1장, 제2장, 제3장 제1절·제3절, 제4장, 제5장, 제6장			
내부연구진	김지호 제1장 제3절 일부, 제3장 제2절, 제4장 1절 일부			
	박한선 제5장 일부			
	이연경 제5장 일부, 제6장 일부			

발간사

전 세계적으로 디지털 전환이 가속화되면서 해사, 해운, 항만·물류 등 모든 산업의 패러다임을 변화시키고 있다. 특히 자율운항, 원격운항 기술은 해운 및 조선 산업에 있어 혁신적인 기술의 도입을 통해 새로운 도약의 시기를 맞이하고 있다. 이는 단순히 선박의 운항방식을 변화시키는 것에 그치지 않고, 국제 해운물류, 항만 서비스 전반에 영향을 미칠 것으로 전망된다.

국제해사기구(IMO)에서 논의 중인 자율운항선박 코드(MASS Code)는 이러한 변화를 제도적으로 뒷받침하기 위한 중요한 요소로 작용하고 있으며, 국제적인 변화 및 기술의 발전으로 국내적으로도 법·제도인 준비를 요구하고 있다. 이러한 제도는 선박의 안전성을 강화하고 운항의 효율성을 증대하며 환경적 지속가능성을 보장하기 위한 공통의 목표뿐만 아니라 미래 기술의 발전까지 충분히 고려해야 할 것이다. 원격 운항선박의 도입은 단순히 기술 발전의 문제에만 머무르지 않을 것이다. 운항방식이 다양한 선박의 상용화를 위해서는 안전관리, 인력 운영, 항만 등 인프라와의 연계성 등 다양한 요소를 아우르는 복합적인 도전과제일 것이다. 기존의 법·제도적 틀에서는 새로운 기술 기반 선박의 효율적인 관리와 안전성을 충분히 보장할 수 없을 것이며, 새로운 제도 마련은 필수적이다.

본 연구는 원격운항선박 도입에 따른 미래 선박운용 프로세스 변화와 이를 위한 법·제도적 변화 필요성 및 개선방안을 모색하고자 했다. 이때 국내외 법제도 동향과 IMO의 MASS Code를 검토하며, 국내 제도가 국제기준과 조화를 이루기 위한 개선 방향을 도출하고자 했다. 우선 자율운항 및 원격운항 기술 도입으로 인한 선박 운항 방식의 변화를 분석하고, 운항 주체의 다변화 및 역할 정립 방안을 제시했다. 또한 원격운항선박 상용화를 위한 기술적 요구사항과 안전관리 방안을 제시하고, 전체 해상 운송체계의 연결성을 위한 중장기 과제를 제시했다.

이번 연구 결과는 원격운항 및 자율운항 기술이 가져올 해운·항만 산업의 변화를 이해하고 준비하는 데 있어 실질적인 참고 자료가 될 것이다. 또한 미래 해상운송체계 변화를 준비하고 법·제도적 기반을 마련함으로써 우리나라가 미래 해사·조선산업의 선도국으로 자리매김하는 데 기여할 수 있길 바란다.

끝으로, 본 연구가 발간되기까지 헌신적으로 연구를 수행한 박혜리 부연구위원, 김지호 연구원, 박한선 선임연구위원, 이언경 선임연구위원에게 깊은 감사를 표한다. 아울러 본 연구를 위해 학계, 산업계, 정책 분야에서 아낌없는 조언을 해주신 모든 관계자들에게도 진심으로 감사드린다.

2024년 12월
한국해양수산개발원
원장 김 종 덕

목차

정책제안 _ i

요약 _ iii

Executive Summary _ ix

01	서론 _1	
	제1절 연구 배경 및 목적	1
	1. 연구 배경	1
	2. 연구 목적	7
	제2절 연구의 범위와 방법	8
	1. 연구 범위 및 내용	8
	2. 연구 방법 및 추진체계	9
	제3절 선행연구와 본 연구의 차별성	11
	1. 선행연구 검토	11
	2. 본 연구의 차별성	18
02	선박 운항방식의 변화 전망_21	
	제1절 선박운용 프로세스 현황	21
	1. 선박운용 단계의 구성	21
	2. 단계별 선박운용 업무 및 요구사항 분석	24
	제2절 선박의 운항방식 다양화	38
	제3절 원격운항선박의 운용 프로세스 변화 분석	45
	1. 분석 개요	45
	2. 시나리오 분석 결과	50
	제4절 원격운항을 위한 제도 개선 필요성 검토	65

03 국외 법제도 동향_69

제1절 국제해사기구(IMO) 규제 개발 동향	69
1. 자율운항선박 코드(MASS Code) 개요	70
2. 원격운항 기술 개념 및 기능요건	71
3. 안전운용 및 관리 기준	72
제2절 주요 국가 법제도 현황	74
1. 영국	74
2. 러시아	82
3. 일본	84
제3절 국외 법제도 비교·분석	86

04 선박 원격운항을 위한 국내 법제도 분석_91

제1절 국내 법제도 현황	91
1. 첨단 해양모빌리티 육성전략	91
2. 자율운항선박 기술 개발 등에 관한 법령	92
3. 선박운용 및 기술에 관한 법령	95
제2절 국내 원격운항 제도에 관한 정책 매트릭스 분석	97
1. 분석 개요	97
2. 연구모형 구축	98
3. 분석 결과	100
제3절 현행 제도의 한계 분석 및 개선 방향	106
1. 종합분석	106
2. 국내 제도 개선 방향	111

05 선박의 원격운항 제도 개선방안_113

제1절 제도 개선 목표	113
제2절 법제도 정비방안	115

1. 새로운 용어의 정의 및 적용 범위 개정(안)	115
2. 원격운항 안전관리 기준(안)	119
3. 선박시설 및 데이터 관리 기준(안)	124
제3절 미래 핵심이슈 및 정책 우선순위 분석	127
1. 리커트척도 분석 개요	127
2. 분석 결과	129
제4절 기대효과	136

06

결론 _139

제1절 연구의 결과	139
제2절 정책제언	141
1. 정책화 로드맵(안)	141
2. 향후 과제	142

참고문헌 _147

부록 _153

표 목차

〈표 1-1〉 선행연구와 본 연구의 차별성	19
〈표 2-1〉 선박의 구분	22
〈표 2-2〉 선박운항 계획 및 설계 업무의 구성 및 관계자	26
〈표 2-3〉 화물관리 업무의 구성 및 관계자	27
〈표 2-4〉 항해 및 기관운영 업무의 구성 및 관계자	29
〈표 2-5〉 유지보수 업무의 구성 및 관계자	31
〈표 2-6〉 비상대응 관련 규정 현황	32
〈표 2-7〉 비상대응 업무의 구성 및 관계자	34
〈표 2-8〉 IMO 규정검토작업(RSE) 구성	39
〈표 2-9〉 국내법에서의 주요 원격운항 관련 용어 정의	43
〈표 2-10〉 IMO에서의 주요 원격운항 관련 용어 정의	44
〈표 2-11〉 대상 선박의 업무 단위별 이해관계자 구분	47
〈표 2-12〉 원격운항센터의 업무 및 기능	48
〈표 2-13〉 원격운항선박에서의 선박운항 계획 및 설계 업무 변화	51
〈표 2-14〉 원격운항선박에서의 화물관리 업무 변화	52
〈표 2-15〉 원격운항선박에서의 항해 및 기관운영 업무 변화	53
〈표 2-16〉 원격운항선박에서의 유지보수 업무 변화	56
〈표 2-17〉 원격운항선박에서의 비상대응 업무 변화	57
〈표 2-18〉 원격운항을 위한 제도 개선요소	67
〈표 3-1〉 IMO MASS Code의 구성 및 주요 내용	70
〈표 3-2〉 선박의 원격운항에 관한 新개념(안)	72
〈표 3-3〉 해양지침서 664 인증 절차	77
〈표 3-4〉 해양지침서-664의 혁신 기술 승인 요청 문서	79
〈표 3-5〉 해양지침서-664의 작업선 요구사항	81
〈표 3-6〉 국가별 법제도 현황 비교	89
〈표 4-1〉 무인선박 규제자유특구 실증 시나리오	94
〈표 4-2〉 선박 원격운항에 관한 주요 해사법령 현황	95
〈표 4-3〉 분석 대상 및 범위	100
〈표 4-4〉 선박 설비 및 운항요건에 관한 주요 법령 검토사항	101
〈표 4-5〉 선박 안전관리에 관한 주요 법령 검토사항	102
〈표 4-6〉 선원 및 운용인력에 관한 주요 법령 검토사항	104

〈표 4-7〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(1)	108
〈표 4-8〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(2)	109
〈표 4-9〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(3)	110
〈표 5-1〉 선박 및 관련 설비에 관한 규정 개정(안)	115
〈표 5-2〉 선박 운용인력에 관한 규정 개정(안)	118
〈표 5-3〉 선박 안전관리에 관한 규정 개정(안)	120
〈표 5-4〉 선박의 원격운항 안전관리 기준(안) 구성 및 내용	123
〈표 5-5〉 선박시설 및 데이터 관리에 관한 규정 개정(안)	125
〈표 5-6〉 이슈별 평가항목 및 내용	128
〈표 5-7〉 세부 요인별 해결과제 우선순위 조사 결과	135
〈표 6-1〉 정책화 로드맵(안)	142

그림 목차

〈그림 1-1〉 세계 자율운항선박 기술 개발 지형도	4
〈그림 1-2〉 자율운항 기술 발전 3단계 시나리오	5
〈그림 1-3〉 연구 추진체계	10
〈그림 2-1〉 해상운송 단계의 구성	23
〈그림 2-2〉 선박운용 프로세스 분류	24
〈그림 2-3〉 운항계획 및 선적 단계(In port)의 업무 흐름도	36
〈그림 2-4〉 항해단계(Navigation)의 업무 흐름도	37
〈그림 2-5〉 입항 후 하역 단계(In port)의 업무 흐름도	38
〈그림 2-6〉 IMO 자율운항선박 코드 개발 로드맵 ('24.5월 기준)	40
〈그림 2-7〉 IMO 선박평형수관리협약의 경험축적기 적용사례	41
〈그림 2-8〉 선박의 원격운항 시 운항환경 변화 예상도	46
〈그림 2-9〉 선박운항 시나리오 분석을 위한 델파이기법 체계도	50
〈그림 2-10〉 원격운항선박의 1단계(In port) 업무 변화(1)	60
〈그림 2-11〉 원격운항선박의 1단계(In port) 업무 변화(2)	61
〈그림 2-12〉 원격운항선박의 2단계(Navigation) 업무 변화(1)	62
〈그림 2-13〉 원격운항선박의 2단계(Navigation) 업무 변화(2)	63
〈그림 2-14〉 원격운항선박의 3단계(In port) 업무 변화(1)	64
〈그림 2-15〉 원격운항선박의 3단계(In port) 업무 변화(2)	64
〈그림 2-16〉 선박 운항체계의 변화 예상도	66
〈그림 3-1〉 원격운항 관리제도의 개념도	73
〈그림 3-2〉 일본의 자율운항선박 실용화 로드맵	85
〈그림 4-1〉 '첨단 해양모빌리티 육성전략'의 비전 및 목표	92
〈그림 4-2〉 질적 자료 분석의 흐름 모델	98
〈그림 4-3〉 선박 운항환경 변화에 따른 제도한계 분석 모형 설계	99
〈그림 5-1〉 원격운항선박 운용체계도	114
〈그림 5-2〉 설문지 구성 및 내용	129
〈그림 5-3〉 응답자 구성 및 내용	130
〈그림 5-4〉 '선박 운항방식의 다양화' 이슈에 대한 전문가 평가 결과	131
〈그림 5-5〉 '새로운 기술의 도입 및 검증' 이슈에 대한 전문가 평가 결과	132
〈그림 5-6〉 '선박운항 주체의 다변화 및 전문화' 이슈에 대한 전문가 평가 결과	133
〈그림 5-7〉 '선박운송 체계의 연결성' 이슈에 대한 전문가 평가 결과	134

정책제안

■ 분석 내용 및 방법

1. 미래 선박 운항방식의 변화 전망 및 선박운용 프로세스 변화 분석을 위한 전문가 델파이조사 시행
2. 원격운항선박의 도입 및 운용방식 변화에 따른 현행 제도적 한계 분석을 위한 정책 매트릭스 분석 시행
3. 선박 안전 및 운항 관리 시스템, 선원 및 운영인력의 변화, 연계 인프라의 기술적 요구사항 등에 대한 개선방안 도출
4. 전문가 대상 리커트척도 분석 및 심층 인터뷰 등을 통해 안전 원격운항을 위한 국내 제도 정비방안 및 정책화 로드맵 제시

■ 정책제안

1. 선박 설비 및 운항요건, 선박 안전관리 요건, 선원 및 운용인력 요건 등에 관한 제도 개선방안 제안(선박안전법, 해상교통안전법 등)
2. 원격운항선박 안전운용 관리 기준 신설, 원격운항 또는 자율운항선박에 대한 설비 기준 등 세부 기준 신설 제안
3. 원격운항선박 요건의 개념 정립, 안전운용 관리, 해상교통환경 조성 등 단기, 중기, 장기 로드맵 제시

요 약

선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구

박혜리 · 김지호 · 박한선 · 이언경

1. 연구 배경 및 목적

1) 연구 배경

- 해운, 조선 산업에서의 디지털 및 정보통신 기술(ICT) 발전으로 원격·자율운항 등 다양한 선박의 안전한 운용환경 조성 예상
- 원격운항 기술은 자율운항선박의 핵심기술 중 하나로 지능항해, 기관 자동화 등의 기술과 함께 주목받고 있음
- 원격운항 기술의 발전으로 인하여 선박 운용방식의 다양화 및 해상교통환경 전반에서의 변화가 예상됨
- 미래 변화되는 선박 환경에서 안전한 선박운용을 위한 제도 준비가 필요한 시점
- 국제해사기구(IMO)는 자율운항선박 도입을 위한 기술 기준인 MASS Code 개발과 관련된 논의를 본격화 중

-
- 선박 운항방식의 변화가 해운 및 항만 산업 전반에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되므로 미래 선박 운항환경의 변화를 예측하여 이에 대한 준비 필요

2) 연구 목적

- 원격운항선박의 등장에 따른 선박 운항환경 변화와 이에 필요한 법제도 개선 방향 제시
- 기존 선박 대비 원격운항, 자율운항 등 미래 선박운항 프로세스 변화를 분석하고, 관련 제도 개선 필요성 검토
- 미래 선박의 도입 및 운용방식 변화 시 안전한 선박운용을 위한 현행 제도적 한계를 검토하고, 선박 안전 및 운항 관리 시스템, 선원 및 운영인력의 변화, 연계 인프라의 기술적 요구사항 등에 대한 개선방안 도출
- 안전한 원격운항을 위한 국내 제도 정비방안 및 정책화 로드맵 제시

2. 연구의 범위와 방법

- 자율화 또는 자동화 기술 발전에 따라 다양한 운항방식이 적용된 미래 선박 중 원격운항선박 대상
- 공간적 범위는 원격운항선박과 더불어 그와 관련한 원격운항센터, 기타 원격운항 요소 포함
- 선박을 중심으로 선박운항 준비 단계부터 하역 단계까지 전체 해상운송 업무에 대한 미래 선박운항 프로세스 분석 시행
- 선박 운항을 위한 준비 단계부터 화물 선적, 출항(이안), 항해(연안·대양), 입항(접안), 화물 하역 단계까지 전체 해상운송 프로세스 분석

- 학술적 연구 방법론과 정책기여 방법론으로 구분하여 문헌조사, 국외 사례 분석, 전문가 델파이기법, 정책 매트릭스 분석 등 활용
- 전문가 대상 델파이기법을 통한 기존 선박의 운항 프로세스와 원격운항선박에서의 운항 프로세스의 변화 비교 및 예측·분석
- 정책 매트릭스 분석(Matrix Analysis)을 통한 원격운항선박의 정책·제도 개선 필요성 및 개선 방향 도출
- 전문가 대상 리커트척도(Likert scale) 분석 및 전문가 심층 인터뷰 등을 통해 정책화 방안 도출

3. 연구 결과

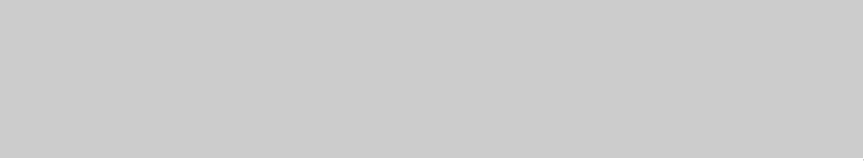
1) 연구 결과 요약

- 기존의 선박 운항방식에 더해 원격운항, 자율운항 등 선박의 운항방식 다변화 예상
- 미래에 새롭게 등장하게 될 원격운항 개념 기반으로 선박의 다섯 개 업무 단위에 대해 기존 선박과 원격운항선박의 운용 프로세스 비교·분석
- 기존 운항 프로세스와 비교하여 새로운 이해관계자, 업무 등의 출현으로 미래 선박 운항환경의 주요 변화 요인 식별
- 이를 통해 선박 운항방식의 다양화, 새로운 기술의 적용 및 검증, 선박 운항 주체의 다변화 및 전문화, 선박운송 체계의 연결성의 네 가지 핵심 이슈 도출
- 새로운 기술의 적용과 함께 원격운항센터 등장 등 운항 주체의 다변화 및 전문화, 전체 해상운송 프로세스의 변화 예상
- 새로운 기술 및 장비 도입에 따른 기술적 요건 및 안전관리 기준 필요

-
- 기존 선원의 역할이 축소되거나 조정되면서 원격운항자(Remote Operator) 등 새로운 이해관계자의 등장으로 자격 기준, 교육훈련 프로그램, 인증 체계 필요
 - 선박, 항만, 연계 인프라의 디지털 전환을 고려한 전체 해상운송체계의 연결성 강화 필요
 - IMO 등 국제기준과의 조화를 고려하여 선박의 기술, 안전관리 및 인적요소 등에 관한 국내 법제도 정비 필요
 - 정책 매트릭스 분석기법을 활용해 국내 정책·제도 개선 필요성, 핵심 개선 사항 및 시사점 도출
 - 주요 일급 개 법률 및 하위법령을 분석한 결과 1) 선박 설비 및 운항요건, 2) 선박 안전관리 요건, 3) 선원 및 운용인력 요건에 관한 제도 개선 항목을 식별 및 개정(안) 도출
 - 단, 현재 IMO의 자율운항선박 코드 개발 등 관련 국제 규정 역시 중장기 작업계획에 따라 관련 제도 정비가 진행되고 있고, 선박 운항환경 변화 속도 및 관련 신기술 개발, 산업 활성화 전망 등을 종합적으로 고려하여 단기, 중기, 장기 국내 법제도 정비 방향 조정 필요
 - 원격운항 관련 정의, 적용 범위, 기능요건 등을 명확히 하기 위한 근거 법제도 정비방안 제시
 - 선박안전법, 해상교통안전법, 선원법 등 관련 법령에서 새롭게 등장하는 시설, 장비, 인력 등에 대한 개념 정립 필요
 - 선박안전법, 해상교통안전법 및 관련 지침 검토를 통해 원격운항선박 안전 운용 관리 기준 신설, 원격운항 또는 자율운항선박에 대한 설비 기준 등 신설 필요
 - 선박직원법 등에서 새롭게 변화되는 운용인력에 대한 자격 및 세부 요건, 책임 및 보상 기준 마련 필요

2) 정책제언 및 기대효과

- 원격운항선박 요건의 개념 정립, 안전운용 관리, 해상교통환경 조성 등 세 가지로 분류하여 단기, 중기, 장기 로드맵 제시
- 정책화를 위한 단기 계획에는 용어의 정의, 직무·권한 확립, 자격요건 확립 등이 해당함
- 또한, 안전운용 관리를 위해 선박과 더불어 원격운항센터의 설비요건에 대한 기준이 마련되어야 함
- 새로운 인력의 확립된 직무와 자격요건을 기반으로 교육훈련에 대한 기준을 마련하고, 선박과 원격운항센터의 관리 기준을 수립해야 함
- 더불어 초기 원격운항선박의 안전한 항해를 위해 안전해역 설정에 대한 제도 마련이 필요
- 선박의 원격운항을 위한 제도 정비를 통해 관련 산업의 활성화와 함께 사회·경제적 파급효과까지 기대
- 전문가들은 ‘새로운 기술의 도입 및 검증’에 관한 이슈가 전체 이슈 중 발생할 가능성이 높고, 단기에 시급히 해결해야 할 이슈인 것으로 평가
- 선박, 항만, 관계기관 등 다양한 이해관계자 간의 연결성과 함께 통신, 시설 인프라 등 해상운송체계 전반에 대해 종합적으로 고려해야 하는 ‘선박운송 체계의 연결성’ 이슈는 미래 해상운송 프로세스 전반에 걸친 미래 이슈의 특성상 선박 중심의 기술 및 방식의 변화 이후 가장 늦게 등장할 것으로 예상되나, 산업 전반에 걸친 이슈로 그 파급력은 상당할 것으로 예상
- 원격운항 등 미래 선박 기술의 선도국으로 자리 잡기 위한 국제 표준 개발 참여와 국내적 준비 필요
- 국제기준 정비계획, 선박 운항환경 변화 속도 및 관련 신기술 개발, 산업 활성화 전망 등을 종합적으로 고려하여 단기, 중기, 장기 과제 제시



EXECUTIVE SUMMARY

A Study on Institutional Improvement Measures for Remote-Operated Ship

Hyeri PARK · Jiho KIM · Hanseon PARK · Eonkyung LEE

1. Background and Purpose

1) Background

- Advancements in digital and information and communication technology (ICT) within the maritime and shipbuilding industries are expected to create a safe operational environment for various modes or types of remote and autonomous operations.
- Remote operation technology, alongside intelligent navigation and automated machinery systems, is rapidly emerging as a foundation for the development of autonomous ships.
- The development of remote operation technology is anticipated to diversify ship operation methods and bring changes to the overall maritime traffic environment.

-
- Establishing robust institutional frameworks is crucial to ensuring the safe operation of ships in an evolving maritime environment.
 - The International Maritime Organization (IMO) is accelerating discussions on the development of the MASS Code, a technical standard for introducing autonomous ships (MASS: Maritime Autonomous Surface Ships).
 - With operational changes expected to significantly impact the shipping and port industries, it is necessary to anticipate future operational shifts and prepare accordingly.

2) Purpose

- The purpose of this study is to propose directions for legal and institutional improvements in response to changes in the ship operation environment due to the advent of remote-operated ships.
- Analyze changes in future ship operation processes, such as remote and autonomous operation, compared to traditional ships, and review the need for institutional reforms.
- Assess the limitations of current institutional frameworks in ensuring the safe operation of ships, considering changes in safety management systems, crew and operational personnel, and technical requirements for supporting infrastructure in the future.
- Present strategies for institutional improvements in domestic frameworks and propose a policy roadmap to enable safe remote ship operations.

2. Scope and Methodology

- This study focuses on remote-operated ships among future ships, leveraging advanced automation and autonomy technologies.
- The spatial scope includes remote-operated ships, remote operation centers, and other elements.
- A comprehensive analysis was conducted to examine the full spectrum of maritime transportation processes, from pre-operational preparation to cargo handling and unloading.
- This includes examining processes from preparation for ship operation, through cargo loading, departure, navigation, arrival, and cargo unloading.
- This study employed academic research methodologies and policy-contribution approaches, including literature reviews, analysis of international case studies, expert Delphi techniques, and policy matrix analysis.
- The Delphi method was used to compare and predict changes in operational processes between conventional and remote-operated ships through expert input.
- Policy matrix analysis identified the necessity and direction of policy and institutional improvements for remote-operated ships.
- Likert scale evaluations and in-depth expert interviews were conducted to develop actionable policy recommendations.

3. Result

1) Summary

- Ship operation methods are expected to diversify with the emergence of remote and autonomous operations.
- Based on the concept of remote operation, the study compared and analyzed the operational processes of conventional ships and remote-operated ships across five operational units.
- Key drivers of change in the future operational environment were identified, including new stakeholders and tasks, highlighting significant shifts compared to traditional processes.
- Four critical issues were derived: diversification of operation methods, application and validation of new technologies, diversification and specialization of operational entities, and enhanced connectivity of the maritime transport system.
- The maritime transport process is expected to undergo significant changes with the integration of new technologies, the establishment of remote operation centers, and the emergence of diversified operational entities.
- Technical requirements and safety management standards are needed for new technologies and equipment.
- As the role of traditional crews evolves, new stakeholders, such as remote operators, will emerge, requiring qualification standards, training programs, and certification schemes.

- Strengthening connectivity among ships, ports, and related infrastructure through targeted digital transformation is essential.
- Domestic legal and institutional frameworks need to be aligned with international standards, including those set by the IMO, covering ship new technology, safety management, and human factors.
- Through a policy matrix analysis, the study identified the necessity and critical elements of institutional improvements and derived actionable insights.
- An analysis of seven major laws and subordinate regulations identified necessary amendments concerning ship equipment and operational requirements, safety management standards, and personnel qualifications.
- Given the ongoing development of the IMO MASS Code and the pace of technological advancement, the study suggests a phased approach for short-, medium-, and long-term adjustments to domestic legal frameworks.
- This study emphasizes the need for the definition of key concepts, scope, and functional requirements for remote operations, alongside the development of comprehensive legal frameworks.
- Establish definitions for emerging facilities, equipment, and personnel in laws such as the Ship Safety Act, Marine Traffic Safety Act, and Seafarers Act.
- Introduce safety management standards for remote-operated

ships and facility requirements in the Ship Safety Act and Marine Traffic Safety Act.

- Amend the Seafarers Act to specify qualifications, detailed requirements, responsibilities, and compensation criteria for new operational personnel.

2) Policy Recommendations and Expected Outcomes

- A structured roadmap for short-, medium-, and long-term measures was proposed, categorized into three aspects: conceptualization of remote operation requirements, safety operation management, and the creation of maritime traffic environment.
- Short-term plans for policy implementation include defining terms, establishing roles and responsibilities, and determining qualification requirements.
- The development of standards for equipment requirements, encompassing both ships and remote operation centers, is essential for the management of operational safety.
- Based on clearly defined roles and qualification requirements for new personnel, guidelines for education and training programs must be established, along with management standards for ships and remote operation centers.
- Additionally, systems for designating safe navigation zones must be introduced to ensure the safe operation of initial remote-operated ships.

- Institutional reforms for remote-operated ships are expected to stimulate related industries and generate significant socio-economic ripple effects.
- Experts identified issues related to the "introduction and validation of new technologies" as highly probable, necessitating immediate resolution in the short term.
- The "connectivity of the maritime transportation processes," encompassing communication, facilities, and infrastructure while linking ships, ports, and related institutions, is anticipated to emerge later due to its broad scope across the maritime transport process. However, its industry-wide impact is expected to be substantial.
- Proactive participation in the development of international standards and domestic preparation are essential for establishing leadership in emerging maritime technologies, including remote operation.
- Comprehensive considerations encompassing international standardization plans, the pace of changes in ship operation environments, related technological advancements, and industry revitalization prospects are necessary to formulate short-, medium-, and long-term tasks.

01

서론

제1절 연구 배경 및 목적

1. 연구 배경

최근 디지털 및 정보통신 기술(ICT) 발전과 함께 미래 선박 시장은 빠르게 변화하고 있다. 해운, 항만·물류 및 인프라 산업 전반에서도 디지털 전환을 최우선 과제로 내세우며 속도를 내고 있으며, 제4차 산업혁명을 이끄는 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI), 빅데이터 등의 디지털 기술이 조선, 해운 및 항만·물류 산업의 디지털 전환을 촉진하고 있다. 선박기술 또한 디지털화(Digitalization), ‘탈탄소화(Decarbonization)’을 중심으로 첨단화되고, 특히 디지털 기술의 집합체인 자율운항선박은 해운(Shipping 4.0), 항만(Port 4.0), 스마트 조선(Smart ship 4.0), 해양(Marine 4.0) 등 주요 산업 트렌드와 함께 그 중심에 자리 잡고 있다.¹⁾

원격운항 기술은 지능항해, 보안기술 등과 함께 자율운항선박의 핵심기술 중 하나로 주목받고 있으며, 특히 지능항해, 기관 자동화, 사이버안전

1) 한국해양수산개발원·미래물류기술포럼(2024), pp. 193-196.

등 첨단기술의 발전과 함께 다양한 운용방식의 선박 등장과 해상교통환경 전반에서의 변화가 예상된다. 전 세계적으로 스마트선박 또는 자동화 선박의 등장과 함께 자율운항선박의 기술 개발 초기에는 선박의 자율화 단계(Level of Autonomy) 개념을 기반으로 지능항해 또는 자율항해 적용기술에 따라 선박이 구분될 것으로 예상하였으며, 각 자율화 단계별 운용기술 개발 및 선박운항을 위한 준비가 이루어졌다. 이후 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)에서의 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발 논의와 함께 선박의 운항방식(Mode of operation) 변화에 대해 구체적으로 논의되기 시작하였고,²⁾ 해양에서의 위험성, 특수성 및 효율성 등을 고려했을 때 단순히 선박운항 기술 발전에 따른 자율화 단계로 구분되는 것이 아니라, 원격운항, 자율운항 등 다양한 선박 운항방식이 함께 공존할 것으로 전망된다.

기존 선박의 운항방식을 포함하여 자동(Automatically), 원격(Remotely), 자율(Autonomously) 등의 다양한 운항방식이 적용된 선박의 등장에 대비하려면 선박의 운항기술 발전뿐만 아니라 선원의 유무, 근무 형태 및 방식, 역할 및 책임 범위 등 선박 운항체계의 재편과 함께 관련 안전 제도 전반에 대한 준비가 필요할 것이다. 현재 IMO를 중심으로 미래 디지털 환경에서 모든 선박의 안전 운항을 위한 관리체계가 반드시 마련되어야 한다는 것에 국제적인 공감대가 형성되었으며, 앞서 서술한 것과 같이 IMO에서는 1974년 해상에서의 인명 안전을 위한 국제협약(SOLAS 1974 Convention)³⁾, 1978년 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW 1978 Convention) 등 현행 협약 개정 준비와 함께 새로운 기술 기준인 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발 작업이 한창 진행 중이다. 2024년 5월에 개최된 제108차 IMO 해사안전위원회(MSC)에서는 코드의 세부 기

2) IMO(2023a), pp. 1-17.

3) IMO(1980), General provision.

술 기준 및 요건에 대한 논의와 함께 새로운 안전관리 제도 도입을 위한 충분한 준비 필요성이 제기되었으며, 이를 고려하여 코드 개발 작업 로드맵을 일부 수정하기도 했다. 이는 새로운 국제기준의 원활한 이행 기반을 조성하고, 사전에 제도 시행을 충분히 검증함으로써 보다 실효성 있는 기준을 제정하기 위함이다. 기존 2028년 1월 1일 강제코드 발효 목표를 2032년 1월 1일 발효 계획으로 수정하였으며, 새로운 선박의 안전한 운용을 위한 안전 제도를 단계적으로 정비해 나가기 위한 향후 논의과정에 참여하는 것이 무엇보다 중요한 시점이라고 할 수 있다.

선박의 원격운항은 기존 선교(Bridge)에서 선원이 수행하던 선박 운항의 업무가 선박 외 장소(육상 또는 그 외)에서 수행되는 방식으로, 선박의 공간적 범위가 확장된 형태라고 할 수 있다. 현재 개발 중인 IMO 자율운항선박 코드에서는 원격운항센터(ROC: Remote Operation Centre)를 정의하고, 자율운항선박에 대한 조종, 운항, 관리 등의 업무를 수행하는 사람을 ‘원격운항자(Remote Operator)’로 새롭게 정의하고 있다. 국내 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률에서도 이러한 개념을 유사하게 정의하고 있으며, ‘원격운항센터란 원격운항자가 선박에서 보내는 센서 기반의 영상·소리, 해상 및 기상 정보 등 데이터를 이용하여 자율운항선박의 운항 지원 또는 관리를 수행하는 시설’이라 한다. 이와 같이 미래 선박에서는 기존에 사람이 수행하던 업무를 기계 또는 시스템이 대신하는 것뿐만 아니라 새로운 사람의 등장으로 업무방식, 기능, 역할 및 책임 범위가 변화할 것이다.

이러한 미래 선박의 변화를 고려하여 학계, 연구계, 산업계에서도 빠르게 준비하고 있으며, <그림 1-1>과 같이 국가별로 다른 특징을 보이고 있다.

〈그림 1-1〉 세계 자율운항선박 기술 개발 지형도



자료: 정보통신기획평가원(2021), p. 10.

각국은 자율운항선박 시장에 전략적으로 접근하고 있으며, 미래의 고부가가치 산업의 일환으로 무인 또는 자율운항 기술 개발과 함께 실증운항 인프라 조성 등 글로벌 시장을 선점하기 위해 일찍이 노력하고 있다. 대표적으로 노르웨이는 야라 버클랜드(Yara Birkeland) 사업을 통해 세계 최초 무인 친환경·자율운항 화물선을 개발하였으며, 이후 접안 시스템과 더불어 화물관리, 하역 및 계류 작업 등 신기술을 적용하여 실증운항 중이다. 이는 원격운항 기술 도입에 따른 선박 운항환경 변화의 예측과 더불어 미래 선박의 핵심기술 개발, 안전한 운용을 위한 제도적 정비가 동시에 진행되는 것이다. 이처럼 우리나라 역시 미래 해운, 항만·물류 및 조선 산업 전반의 변화를 고려하여 기술선도 국가로서의 주도적 역할이 필요한 시점이다.

최근 영국, 프랑스, 러시아, 일본 등에서는 미래 선박 기술 개발과 함께 IMO 등 국제적 논의 속도를 고려하여 선박의 원격운항 및 자율운항을 위

한 국내 법제도 정비 작업을 보다 구체화하고 있다. 우리나라도 미래 선박 변화 등 해운·해사 정책환경 이슈를 고려하여 다양한 국가정책 및 관련 제도를 정비 중이다. 120개 국정과제 중 ‘40. 세계를 선도하는 해상교통물류 체계 구축’ 과제는 ‘국정목표 2 - 민간이 끌고 정부가 미치는 역동적 경제’라는 경제 활성화 목표 아래 디지털 해상교통망 구축, 자율운항·친환경선박 개발 및 보급 등 신시장 선점을 위한 정책이다.⁴⁾ 이와 함께 ‘16. 규제시스템 혁신을 통한 경제활력 제고’ 과제를 통해 정부개입을 최소화하는 전방위적 규제를 혁신하고, 미래산업 등 핵심분야 중심으로 네거티브 규제시스템 도입 등 신산업 전반으로 확대 추진하고 있으며, 자율운항선박에 관한 규제혁신 로드맵을 선제적으로 수립하여 발표하기도 했다.

〈그림 1-2〉 자율운항 기술 발전 3단계 시나리오

기술 단계	부분운항자율 (~2025)			운항자율 (2026~2030)			완전자율 (2031~)
	Lv2-①	Lv2-②	Lv2-③	Lv3-①	Lv3-②	Lv3-③	Lv4
운항방식	선원(원격운항자에 의한 운항 지원)			시스템(원격운항자에 의한 관리)			시스템
정비방식	선원정비			원격지원정비			원격정비
운항해역	대양	연안	항내	대양	연안	항내	모든 해역
시스템 기능	경제운항, 충돌회피, 지능형 항로 의사 결정						
	선박 원격운항, 선원 지원						
	선박 원격 유지보수 및 정비						
	선박 이접안 기능 및 도선 지원						

자료: 해양수산부(2021), p. 7.

자율운항선박은 향후 해운물류의 패러다임을 바꿀 미래의 유망 신산업으로서, 한국판 뉴딜정책 중 해운분야의 디지털 뉴딜 핵심사업이라고 할 수 있다. 향후 해운 분야뿐만 아니라 항만과 조선 등 관련 산업의 지형을 획기적으로 바꾸는 데 기여할 핵심기술로 주목하는 것이다. 우선, 2019년 미래 선박 시장을 주도하기 위해 선제적으로 중소형 무인선 실증을 위한 해역을

4) 대한민국정부(2022), p. 43, p. 77.

설정하고, 선박의 선원 승선의무 면제 등 규제혁신을 통해 기술 개발 및 실증여건을 조성했다. 이후 2020년부터 약 1,600억 이상의 투자를 통해 자율운항선박의 핵심기술 개발뿐만 아니라 실험 선박 건조, 자율운항선박 실증연구센터(울산) 설립 및 운영 등 기술 성능 실증 인프라 구축과 관련 기술의 상용화를 위한 과제를 수행하고 있다.⁵⁾ 이와 함께 제도적 측면에서는 자율운항선박의 기술 및 핵심 기자재 개발을 촉진하고 관련 산업의 활성화 기반을 마련하기 위한 목적으로 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률을 제정하였으며, 하위법령 준비를 통해 2025년 1월부터 시행될 예정이다. 다만 현존 선박의 건조 및 운항 시 적용되는 국내법인 선박법, 선박안전법, 해사안전기본법, 해상교통안전법 등은 국제협약을 고려한 실제 선박의 안전한 운용을 위해 추가적인 제도 정비가 반드시 필요한 상황이다. 현재 IMO에서 검토 중인 SOLAS, STCW 등의 국제협약 개정과 함께 향후 자율운항선박 코드의 강제화를 고려하여 관련 국내법 정비가 필요할 것이다.

현재 우리 사회는 다양한 이슈가 전 산업 범위에 걸쳐 등장하고 있으며, 이러한 이슈는 새롭게 제기되는 중요 이슈, 기후변화와 같은 지속적이고 전 지구적 이슈, 사회구성원 가치의 변화 이슈, 코로나19 등과 같은 사건·사고 이슈 등이 있다.⁶⁾ 급속한 기술 발전과 함께 정치, 사회, 경제 등 다방면에 걸쳐 영향을 미침에 따라 미래환경 변화를 예측하고 능동적으로 대응하기 위한 미래 트렌드 분석은 매우 중요하다. 이슈별로 파급효과, 불확실성, 과학기술 대응가능성 등을 평가하고, 이에 대한 정책 대응방안을 수립하기 위해 국가 차원에서 미래 이슈 발굴 및 필요기술 도출을 위한 검토를 정기적으로 진행하고 있다. 해운, 항만·물류 및 인프라 전반에 걸친 디지털 전환 역시도 선박 운항환경의 변화와 함께 앞으로 해상물류체계에 광

5) 대한민국 정책브리핑(검색일: 2024.2.20.)

6) 한국과학기술기획평가원(2021), p. 5.

범위한 영향을 미칠 것으로 전망된다. 이에 미래 선박 운항환경의 변화를 예측하고, 해당 이슈에 대한 발생가능성, 발생시기, 파급효과, 시급성 등을 평가하여 관련 제도 개선을 위한 단기, 중기, 장기 방안을 제시한다.

2. 연구 목적

본 연구에서는 미래 선박의 도입 및 운용방식의 변화에 따른 선박운항 프로세스 변화를 예측하고, 안전한 선박 운항환경 조성을 준비하기 위해 원격운항 관련 법제도 개선방안을 제시하고자 한다.

우선 미래 선박운항 시나리오를 설계하고 환경 변화를 비교·분석하여 미래 선박 운항방식 변화에 따른 제도 개선 필요성을 검토한다. 원격운항 기술 도입에 따른 선박운항 프로세스의 변화 분석 결과를 기반으로, 선박 안전 및 운항, 선원 및 운영인력, 연계 인프라에 대한 개선방안을 도출한다. 정책 매트릭스 분석(Matrix Analysis) 등을 활용하여 미래 선박의 도입 및 운용방식 변화 시 안전한 선박운용을 위한 현행 제도적 한계를 검토하고, 국내 제도 정비방안 및 정책화 로드맵을 제시한다. 본 연구 결과를 활용하여 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드상에 원격운항의 개념과 함께 안전하고 효율적인 원격운항선박 관리를 위한 제도를 제안하고, 국제기준 개발 작업에 선도적으로 참여하는 등 국제 제도 및 정책화 작업에 기초 자료로 활용하고자 한다.

제2절 연구의 범위와 방법

1. 연구 범위 및 내용

본 연구는 자율화 또는 자동화 기술 발전에 따른 다양한 운항방식의 선박 중 원격운항선박을 연구대상으로 하고, 공간적 범위는 선박과 원격운항을 위한 원격운항센터, 기타 원격운항 요소를 포함한다. 또한 원격운항 기술은 자율운항선박의 핵심기술 중 하나로 해운, 항만·물류 산업 및 선박 관리체계 전반에 큰 변화를 일으킬 것으로 예상된다. 이에 시간적 범위는 선박을 중심으로 선박운항을 위한 준비 단계부터 화물 선적, 출항(이안), 항해(연안·대양항해), 입항(접안), 화물 하역 단계까지로 하여 해상운송 프로세스 전체를 대상으로 한다.

총 여섯 개의 장으로 구성하였으며, 제1장 서론, 제2장 선박 운항방식의 변화 전망, 제3장 국외 법제도 동향, 제4장 선박 원격운항을 위한 국내 법제도 분석 제5장 선박의 원격운항 제도 개선방안, 제6장 결론을 포함한다.

제1장은 연구 배경 및 목적, 연구 범위 및 방법, 선행연구 검토 등 본 연구의 개요 및 필요성, 선행연구와의 차별성에 관해 서술한다.

제2장은 선박 운항방식의 변화 전망을 위해 기존 선박 프로세스 현황을 기반으로 새롭게 등장한 원격운항의 개념 및 그 기능에 대해 분석한다. 원격운항 개념을 기반으로 전문가 대상 델파이기법을 통해 원격운항의 주요 기능 및 업무를 분석하고 선박 운항환경의 변화를 비교·분석한다. 선박 운항단계를 기준으로 기존 업무와 새롭게 등장하는 이해관계자에 대한 요구사항을 도출하고, 그 분석 결과를 기반으로 안전한 선박 원격운항을 위한 제도 개선 필요성을 평가한다.

제3장은 미래 선박 운항환경 변화를 고려한 국외 법제도 동향을 조사·분석한다. 미래 선박 운항환경의 변화를 고려한 주요 국제기구(IMO)의 중장기 작업계획과 함께 주요 국가별 법제도 현황을 비교·분석하여 국내 법제도 정비 시 고려해야 할 중점 요소를 도출한다.

제4장은 선박 원격운항을 위한 국내 법제도를 분석하고, 국내 제도적 개선 방향을 제시한다. 정책 매트릭스 분석기법을 활용하여 현행 제도적 한계를 도출하고, 국내 정책·제도 개선 필요성, 핵심 개선요소 및 시사점을 도출한다.

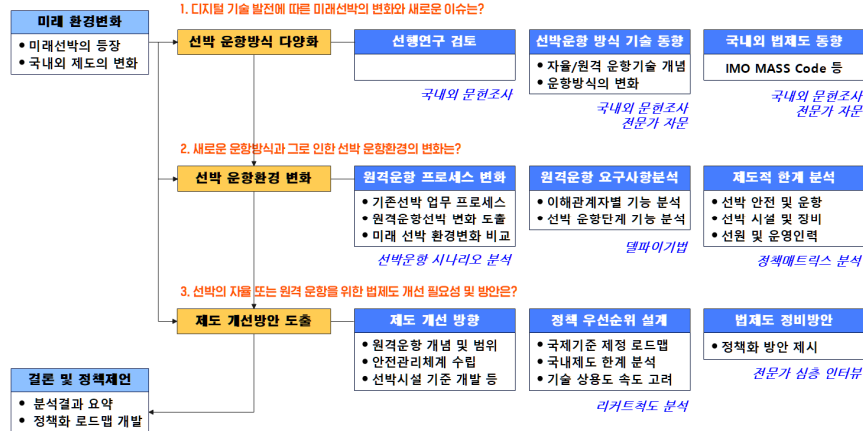
제5장은 제4장에서 도출된 현행 제도의 한계점을 기반으로 선박의 원격운항을 위해 제도 개선방안을 도출한다. 제도적 한계 분석 시 활용한 정책 매트릭스 분석기법의 실용성을 높이기 위하여 정책 담당자 등 분야 전문가를 대상으로 리커트척도 분석을 시행하고, 그 결과를 활용하여 정책·제도 우선순위 설계 및 제도 정비방안을 제시한다.

제6장은 제1장에서 제6장의 결과를 요약·정리하고, 실질적인 정책화 방안을 도출하기 위해 제도 정비방안에 대한 정책화 로드맵 등의 정책을 제안한다.

2. 연구 방법 및 추진체계

〈그림 1-3〉과 같이 학술적 연구 방법론과 정책기여 방법론으로 구분하여, 연구 결과의 실용성을 높이하고자 했다.

〈그림 1-3〉 연구 추진체계



자료: 저자 작성

우선 학술적 연구 방법으로 문헌연구, 선박운항 시나리오 분석 및 전문가 자문, 델파이기법, 정책 매트릭스 분석기법을 활용했다. 우선 본 연구의 차별성을 검토하기 위해 자율운항 및 원격운항 기술, 법제도 개선에 대한 선행연구를 조사하고, 타 분야에서의 정책 매트릭스 분석기법의 적용사례를 분석했다. 또한 원격운항에 관한 국내외 법제도 동향을 파악하기 위해 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드(MASS Code)와 함께 영국, 러시아, 일본 등의 국내법 사례를 조사하였으며, 국내에서는 2024년 1월 제정된 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률과 함께 2025년 1월 시행 예정인 하위법령 및 기술 기준 등을 검토했다.

선박운항 시나리오 설계를 통해 미래 원격운항 기술 도입에 따른 선박 운항환경의 변화를 도출했다. 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드(MASS Code)상의 원격운항 개념을 기반으로 주요 기능 및 업무를 분석하고, 선박 운항단계별 요구사항 도출을 통해 기존 선박의 운항 프로세스와 원격운항선박에서의 운항 프로세스의 변화를 비교했다. 이때 BPMN

(Business Process Model and Notation)을 활용하여 업무 프로세스를 시각적으로 모델링하고 델파이기법을 적용하여 선박운항 프로세스의 주요 변화를 도출했다.

이를 기반으로 선박 안전 및 운항·관리, 선원 및 운영인력, 항만, 안전시설 등 연계 인프라 측면에서 원격운항을 위한 제도적 한계를 도출하고자 했다. 정책 매트릭스 분석을 통해 선박의 원격운항을 위한 정책·제도 개선 필요성 및 개선 방향을 도출하였으며, 이후 정책·제도 우선순위를 설정하고 정책화 로드맵 초안을 마련했다.

마지막으로 해당 정책과제 및 전략의 정책 기여도 및 실용성을 높이고자 전문가를 대상으로 리커트척도(Likert scale) 분석 및 전문가 심층 인터뷰 등을 수행했다. 타 분야 선행연구 검토 결과 정책 매트릭스 분석기법의 한계를 개선하기 위해 다양한 방법론을 적용하였으며, 선박 원격운항의 경우 아직 적용하거나 운항한 사례가 매우 낮음을 고려하여 해사안전, 항만, 인프라 등 정책 담당자만을 조사 대상으로 하여 수정·보완했다.

제3절 선행연구와 본 연구의 차별성

1. 선행연구 검토

1) 원격운항 기술 개발에 관한 선행연구

IMO의 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발이 현재까지 진행되고 있는 상황이나 자율 또는 원격운항 기술 개발에 관한 연구는 자율운항선박

코드 개발 착수보다 이전부터 수행됐으며, 현재까지도 활발히 진행 중이다. 자율 또는 원격운항선박의 기술 연구는 IMO가 자율운항선박 도입과 안전한 운용을 위한 준비의 필요성을 인지하면서 본격화되었고, 자율운항선박 기술을 선도하기 위한 국가 간의 기술 개발 경쟁 또한 본격화되었다. 자율 또는 원격운항선박 성능향상과 안전한 운용을 위해서 기술 개발에 대한 다양하고 폭넓은 연구가 요구된다. 항해 중 장애물을 인식하는 위험 식별 기술, 충돌회피 시스템, 원격운항을 위한 육상 원격운항시스템 등과 같은 안전한 항해에 필수적으로 요구되는 기본적인 기술과 더불어 원격 및 자동 접이안 기술, 원격운항자의 모니터링 및 통신 기술, 원격운항선박의 플랫폼 등 부수적인 기술의 개발 또한 요구된다. 그중에서도 자율운항선박의 핵심 기술로는 상황인식, 판단, 충돌회피, 제어 등의 기술로 분류할 수 있다.

자율 또는 원격운항선박의 운용에서 핵심이 되는 기술은 상황인식, 판단, 충돌회피, 제어 등의 기술이라 할 수 있다. 그 중 치명적인 선박 해상사고를 예방하고 자율운항선박의 안정성을 확보하기 위해 상황인식 기술이 자율운항선박 운용에서 중추적인 역할을 한다. 자율운항선박 운용에서 상황을 인식하기 위한 다양한 기술과 방법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 자율운항선박의 상황인식 기술로는 카메라에 기반한 장애물 인식시스템,⁷⁾ 라이다(LiDAR) 센서를 통해 얻은 데이터를 활용한 상황인식 알고리즘 구축,⁸⁾ 더 나아가 인공지능을 활용한 자율운항선박 상황인식 기술과 관련한 연구가 있다.⁹⁾ 그리고 자율운항선박의 운용을 위하여 선박의 자율적 운항에 필요한 선내 정보를 관리, 가공, 통신할 수 있는 플랫폼 구축이 필요하다. 특히 자율운항선박의 운용을 위한 플랫폼 기술 연구에서 플랫폼 구축에 요구되는 기술은 대표적으로 데이터 통합 인터페이스 및 수집 기술, 소프트웨어(SW) 제어 기술, 데이터 교환 기술 등이라고 주장한다.¹⁰⁾ 또한

7) 박현진 외(2021)

8) 송현우 외(2019)

9) 최현택 외(2021)

자율운항선박 운용에 부가적으로 필요한 기술인 자율운항선박 육상 시뮬레이션 시스템 연구,¹¹⁾ 비상대응 절차 구축 및 제어시스템 연구 등이 선행연구로서 수행되었다.

2) 원격운항 관련 법제도 개선에 관한 선행연구

자율 또는 원격운항선박의 운용을 위해서는 법·제도적 적합성이 필수적이다. 자율운항선박 관련 정책 우선순위에 관한 연구에 따르면 선박 안전 관리체계 구축 요인 중 법제도 마련의 중요성을 시사하고 있다.¹²⁾ 또한 대부분의 선행연구에서는 자율 또는 원격운항선박의 운용 시 법적 책임에 관한 연구가 많다. 자율 운항 운송수단의 상용화에 관한 법적 연구에서는 선박의 자율화 등급(4단계) 중 2단계, 3단계에서의 법적 책임을 논하고 있다.¹³⁾ 특히 자율운항선박 운항 상황에서의 사고 발생 시 형사책임에 관한 연구는 자율운항선박 기술의 발전에 따라 책임의 주체가 모호하다는 문제점을 시사하고 있다.¹⁴⁾ 또한, 자율운항선박과 기존 선박 간의 해상교통 체계 분석연구는 COLREG에 의거하여 자율운항선박의 사고 시 법적 체계를 검토해야 한다고 시사한다.¹⁵⁾ 이러한 법적 문제의 해결은 ‘선박 운항의 행위자를 확정하는 것’부터 시작된다. 원격운항자의 정의와 책임에 관한 연구는 전문가 그룹의 설문조사로 원격운항자에 대한 정의와 책임에 대한 결과를 시사하고 있다.¹⁶⁾ 더불어 원격운항선박의 경우에는 행위자가 원격운항자라는 점이 명확해지지만, 자율운항선박의 경우에는 자율운항시스템의 제조사에 법적 책임을 부담시킬 수 있다고 보지만 아직 논의가 더 필요한 상

10) 정성훈·심준환·최관선(2018)

11) 공인영 외(2022)

12) 한종길(2019)

13) 신재하(2020)

14) 한성훈·송영조(2022)

15) Kim(2023)

16) Department of Transport(UK)(2023)

황이라고 덧붙인다. 또한 자율운항선박 운용에서 발생할 수 있는 사고 피해 사례를 법적인 국제협약에 적용하는 연구에서는 선장 및 원격운항자, 자율시스템의 제조사 등에 대한 법적 책임에 대해 고찰한다.¹⁷⁾ 또한 자율운항선박 국제협약의 국내법 도입에 관한 고찰 연구¹⁸⁾에서는 해사안전기본법, 해상교통안전법, 선박법 등의 국내법이 IMO 국제협약인 SOLAS, STCW와 대응한다는 것을 시사하고, 자율운항선박과 관련한 국제협약이 종합적으로 국내법에 도입되어야 한다고 주장한다.

특히 원격운항에 관한 국외 연구는 벨기에에서 수행한, 원격운항센터의 인증을 위한 정의 및 구성에 관한 연구(Study on the definition and organization of a Remote Control Centre(RCC) with a view to its certification)가 가장 대표적이며 원격운항센터의 인증과 구성 및 조직에 중심으로 후속 연구가 진행되고 있다. 원격운항센터가 원격운항선박의 국적인 기국에 위치할 수도 있지만, 국가 간 또는 타국의 영해를 넘나들며 운항하는 국제선의 특성을 고려했을 때, 원격운항센터가 선박의 국적인 국가와 다른 국가나 주에 위치할 수도 있다. 또한, 선박의 위치, 선박 국적, 선박의 위치가 상이한 경우가 발생할 것이며, 이러한 경우에 새로운 규제와 법률이 필요하다고 판단하여 연구를 진행했다. 이 연구의 목적은 원격운항선박을 승인하고 인증하기 위해서 원격운항센터에 요구되는 사항을 식별하는 것이다. 연구의 대상으로는 두 가지의 선박 사례를 선정했다. 첫째는 국가 간 항해하는 화물선이며, 둘째는 연안 해역에서 측량 또는 준설과 같은 임무를 수행하는 선박으로 구분했다. 전자의 경우 승무원이 탑승하지 않은 선박 여섯 척의 운항 사례이며, 후자는 세 척의 소규모 선박을 대상으로 수행했다. 이 연구에서는 선박 운항에 필요한 모든 기능과 활동이 원격운항센터에서 수행될 수 있으며 선박에 승무원이 직접 승선하지 않는다고

17) 전해동(2022)

18) 임요준·이윤철(2018)

가정했다. 특히 원격운항선박에는 선박 설계 및 건조, 원격운항센터의 설계, 원격운항자, 시스템 설계 등 많은 이해관계자가 포함될 수 있다. 하지만 주목해야 할 것은 원격운항선박의 인증기관과 원격운항센터의 관리 및 책임이다. 원격운항센터의 경우 주 당국의 규정하에 관리될 것이며, 선박이라는 특수한 운송 개체의 특성상 원격운항센터는 선박의 기국이 아닌 다른 곳에 설치될 수도 있다. 따라서 아래의 세 가지의 사례를 고려하여 분석했다. 사례 1의 경우 원격운항센터가 원격운항선박의 기국 내에 위치하며 선박은 국내에서만 운항하는 것으로, 이 상황에는 선박 기국 내 규정이 적용될 것이다. 원격운항선박의 요구사항과 원격운항센터의 성능 간의 적합성 및 일치성은 당국에 의해 달성되고 검증될 수 있다. 사례 2는 원격운항센터가 원격운항선박의 기국 내에 위치하며 선박은 국내 연안뿐만 아니라 공해에서도 운항하는 경우로, 원격운항선박 및 원격운항센터에 대한 국내법 또는 국제법이 적용될 수 있으며 국가 간 상호작용이 발생할 가능성도 있다. 사례 2의 원격운항선박은 공해에서 항해하기 때문에 연안국 및 항만국과의 추가 협약 및 규정 적용이 필요할 수 있다. 해당 해역의 국가는 자국 영해에서의 항해를 위하여 원격운항선박의 전체 시스템에 대한 승인이 필요하다고 판단한다. 또한 원격운항선박의 특성상 기존 선박에 해당하는 재선선장이 없을 수도 있기에 책임의 소재에 대하여 명확히 조치할 필요가 있다. 사례 3은 원격운항센터가 원격운항선박의 기국 내에 위치하지 않으며, 공해에서도 운항하는 경우이다. 이때 가장 중요한 부분은 다른 국적의 원격운항센터가 원격운항선박의 자동화 시스템을 제어할 수 있는지에 대한 요건의 충족 여부이다. 따라서 사례 3의 경우 사전 테스트를 통해 원격운항선박의 전체 시스템이 안전하게 작동 및 제어할 수 있음을 입증할 필요가 있다.

또한 이와 함께 새로운 형태의 선박인 원격운항선박의 인증과 관리체계 마련을 위하여 ISM code의 개정 필요성에 관한 연구도 진행되고 있다.¹⁹⁾

원격운항선박의 안전한 운항과 오염 방지를 위한 내용의 추가는 불가피할 것이다. 반면 원격운항센터의 인증과 관리체계에 대해서는 ISM 체계와 유사한 형태의 원격운항관리체계(ROM: Remote Operation Management) 개념의 도입이 필요하다고 제안한다. 이는 선박의 안전한 운항과 오염 방지를 위해 규정하는 ISM 개념과 별개로 원격운항센터의 안전한 제어 및 운항을 보장하는 것에 그 목적이 있다. ISM에 원격운항선박과 관련한 인증의 내용과 더불어 원격운항센터의 관리와 인증의 내용을 추가한다면 간단하게 인증 체계를 확립하고 원격운항선박 안전을 보장할 수 있을 것이다. 하지만 이 경우 향후 선박이 타국 해역을 항해하는 과정에서 다른 원격운항센터로의 원활한 제어권 인계가 불가능할 것이다. 이에 ISM과 ROM에 따른 인증 시 원격운항선박과 원격운항센터는 각각 독립적으로 인증받는 방식을 제안한다. 이는 향후 하나의 원격운항선박과 다수의 원격운항센터 또는 다수의 원격운항선박과 하나의 원격운항센터 등의 경우 즉, 원격운항선박과 원격운항센터 간의 유연한 호환과 분리를 실현할 것이다.

더불어 영국에서는 자율 및 원격운항선박의 안전항해를 위한 연구가 진행됐으며,²⁰⁾ 안전항해 보장을 위한 향후 과제 발굴 및 필요한 작업 식별을 목표로 진행되었다. 특정한 조건을 가진 가상 원격운항선박에 대해 항해 사례별 시나리오를 설정하여 현행법적 체계에 대한 문제점을 식별했다. 이 과정에서 원격운항선박, 원격운항자, 사고책임, 운항시스템, 충돌회피, 화물 손상 등 운항에서 발생할 수 있는 사례를 분석하였다. 분석한 사례를 중심으로 향후 필요한 법적 체계 개정의 필요성을 시사했다.

19) ISM Code(International Safety Management Code)는 해운선사 및 선박의 안전관리 조직·절차 등에 대한 국제적 통일기준에 관한 규약으로서, 선사 및 선박이 자체 실정에 맞는 안전관리와 관련된 모든 업무의 절차를 마련하여 조직 구성원들이 수립된 절차에 따라 안전관리업무를 시행하도록 하는 제도임 (국토교통부(검색일: 2024.6.10.))

20) B.Soyer, A.Tettenborn. et al.(2022)

3) 매트릭스 분석기법에 관한 선행연구

매트릭스란 행과 열로 이루어진 목록 및 자료를 서로 교차하여 시각화하는 것을 말한다. 매트릭스를 활용한 분석은 수집된 데이터를 교차시키며 확인할 수 있어 데이터 간의 상호 관련성을 파악하기 쉽기에 보다 종합적인 분석이 가능하다는 장점이 있다. 즉, 매트릭스 분석기법은 문제해결을 위한 고려사항과 수집된 데이터가 광범위한 경우에 각 항목을 비교하거나 경향 및 영향 분석이 쉬워 보다 타당하고 설득력 있는 결론에 도달할 수 있다. 또한 정성적인 고려사항의 정량적인 판단을 가능하게 한다. 이에 사회 현상, 교육, 정책 등 여러 분야에서 활용되고 있으며, 산업 분야에도 활용되고 있다.

항공 분야의 위험성 평가에 관한 연구는 매트릭스 분석기법 중 단일 매트릭스 기법, 다중 매트릭스 기법을 각각 활용하여 연구를 수행했다.²¹⁾ 단일 매트릭스 기법은 기초적이고 직관적인 정보에 따른 평가이며, 보다 구체적이고 종합적인 정보를 다양하게 반영하여 분석을 수행하기 위해서는 다중 매트릭스 기법을 사용해야 한다고 말한다. 또한 정확하고 타당한 결과의 도출을 위해서는 고려사항 즉, 수집된 정보와 데이터가 결과에 미치는 영향에 대한 충분한 고려가 필요하다고 말한다.

매트릭스 분석기법을 산업 분야에 적용한 연구 사례는 건축공법 선정 연구가 있다.²²⁾ 다양한 건축공법의 개발로 인하여 건축 프로젝트의 설계단계에서 합리적이고 타당한 공법을 선정하는 것이 연구 목표이며, 이를 위하여 다중 매트릭스 분석기법을 활용하였다. 나열된 여러 가지의 건축공법에서 건축 프로젝트의 특성에 따른 적합도를 지수화하여 공법 선정의 의사결정 시 효율성을 제고하도록 하였다. 이는 건축 프로젝트에 설계 시, 보다

21) 홍미진 외(2019)

22) 이종식·임명관(2016)

효율적이고 안전한 공법을 선정할 수 있고, 선정 과정의 객관성과 투명성 또한 확보할 수 있다는 점에서 적절한 의사결정 모델이라고 판단한다.

중소기업의 인력지원 사업 분석 연구는 우리나라 중소기업의 구인난과 높은 이직률로 인한 문제에 대한 파악과 해결 방법을 모색하기 위해 매트릭스 분석기법을 활용했다.²³⁾ 다양한 중소기업 인력지원 사업 추진에도 불구하고 중소기업의 인력 문제에 대한 원인을 파악하기 위하여 인력지원 사업의 지원 단계, 지원 목적, 정책 대상, 전문인력 대상 사업으로 분류하여 각 항목을 세분화하여 분석하였다. 매트릭스 분석 결과 동일한 분류의 사업에 대하여 담당 부처가 혼재해 있는 경우가 존재하는 문제를 파악했으며, 부처 간 예산 사용 목적이 상이한 경우에서 발생하는 문제도 파악할 수 있었다. 결론적으로 인력지원 사업에서 담당 부처의 통합, 사업의 통합 운영, 신규 사업의 도입 등의 정책적 시사점을 도출할 수 있었다.

2. 본 연구의 차별성

본 연구에서는 원격운항 및 자율운항과 관련하여 핵심기술 개발 연구, 법적 책임·보상 연구 등에 집중된 선행연구의 한계를 극복하여 선박의 운항방식 변화에 따른 제도적 개선방안을 제시하고자 한다. 이에 미래 선박의 도입 및 운용방식의 변화에 따른 선박 운항환경 및 프로세스 변화를 예측한다. 원격운항의 요구조건 및 운항 프로세스 분석 결과 등을 기반으로 정책 매트릭스 분석기법을 활용해 관련 현행 제도의 한계 및 개선 방향을 도출한다. 이후 정책 담당자 등 전문가 심층 인터뷰를 통해 제안된 제도 개선 방향의 검증을 시행하고, 구체적인 정책·기술 제도 개선 방향 및 로드맵을 제시한다.

23) 노민선·신현하·조호수(2018)

〈표 1-1〉 선행연구와 본 연구의 차별성

구분	선행연구		본 연구
	요약	참고문헌	
연구 목표	- 자율운항선박 육상 원격제어 시뮬레이터 시스템 운용개념 및 시스템 요구기능 분석 - 자율운항선박 원격제어 기술 - 자율운항선박의 도래와 그 법적 쟁점 - 자율운항선박을 둘러싼 현황과 법적 과제	- 공인영 외(2022) - B.Soyer, A.Tettenborn. et al.(2022) - 김인현(2021) - 한성훈·송영조 (2022)	- 미래 선박의 도입 및 운용방식의 변화에 따른 선박 운항환경 및 프로세스 변화를 예측하고, 이를 준비하기 위한 원격운항 및 자율운항 관련 법제도 개선방안 제시 - 원격운항 기술 도입에 따른 선박운항 프로세스의 변화 및 요구사항을 분석하고, 선박 안전 및 운항, 선원 및 운영인력, 연계 인프라에 대한 정책화 로드맵 개발
연구 대상	원격운항, 자율운항선박 등 미래 선박	- IMO(2023a) - IMO(2023b) - Ando et al.(2022) - Thomas et al. (2023)	원격운항선박 등
연구 범위	- 자율운항선박 기술동향 및 준비 - 자율운항선박을 위한 원격제어관리시스템 - 상업용 수상무인선박과 규제법제 개선방안에 관한 연구	- 김진·장화섭(2019) - 이광일(2018) - 이정원·최성수·전해동(2021)	- 선박 운항방식의 변화 전망 - 선박 원격운항의 개념 - 국내외 법제도 동향 분석 - 선박 운항환경의 변화 및 요건 분석 - 선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안
연구 방법	- 문헌조사 - 국외 사례 분석 - 선박 시뮬레이션 분석 - 선박 제어 테스트베드 구축 - AHP 분석	- 정성훈·심준환·최관선(2018) - 한종길(2019) - Hur & Lee(2009)	- 원격운항·제어 관련 기능요건 및 법제도 분석 - 원격운항동향 및 기술 전망 분석을 위한 전문가 자문 - 선박운항 시나리오 분석 및 델파이기법 활용

구분	선행연구		본 연구
	요약	참고문헌	
			• 정책 매트릭스 기법을 활용한 원격운항 요구사항 분석 • 리커트척도를 활용한 제도적 한계 및 개선 방향 도출(정책 매트릭스 분석 보완) • 정책담당자 자문 및 전문가 심층 인터뷰를 통한 정책 우선순위 설계

자료: 저자 작성

02

선박 운항방식의 변화 전망

본 장에서는 기존 선박 프로세스 현황을 기반으로 새롭게 등장한 원격운항의 개념 및 그 기능에 대해 분석하고, 안전한 선박 원격운항을 위한 제도 개선 필요성을 평가한다. 아직 실제 운항 전인 원격운항선박의 변화를 분석하기 위하여 기본 개념을 기반으로 전문가 대상 델파이기법을 통해 원격운항의 주요 기능 및 업무를 도출하고 기존 선박운항 프로세스와 비교·분석한다. 다섯 개 선박운용 단계를 기준으로 변화되는 업무와 새롭게 등장하는 이해관계자에 대한 요구사항을 도출하고, 안전한 선박 원격운항을 위한 국내 제도 개선 필요성을 평가한다.

제1절 선박운용 프로세스 현황

1. 선박운용 단계의 구성

선박법에 따르면 선박이란 ‘수상(水上) 또는 수중(水中)에서 항행용으로 사용하거나 사용할 수 있는 배’를 의미하여, 추진 방식에 따라 기선, 범선,

부선으로 구분하고 있다.²⁴⁾ 또한 통상의 선박은 <표 2-1>과 같이 이용 목적에 따라 상업용도의 상선, 어획을 위한 어선 및 군함과 특수작업선 등으로 구분할 수 있다.

<표 2-1> 선박의 구분

구분			세분류
상선	Tanker	• 원유운반선(Crude Oil Tanker) • 정유운반선(Product Carrier) • 화학제품운반선(Chemical Tanker) • 가스운반선(Gas Carrier)	• 원유 • 휘발유, 경/중유 • 황, Naphtha 등 • LPG, LNG
	겸용선	• Combined Carrier	• Ore/Bulk/Oil, Ore/Oil, Oil/Bulk, Oil/Coal 등
	건화물선	• Bulk Carrier • General Cargo Carrier • Container • Car Carrier • Reefer • Multi Purpose Cargo Carrier	• Ore, Coal 등 • 컨테이너 외 포장 • 컨테이너 • 각종 차량 • 냉장 및 냉동물 • General Cargo
어선	어로선, 공선, 모선, 운반어선, 트롤선, 선망어선, 어업지도선 등		
특수 목적선	수로측량선, 해양관측선, 해저전선부설선, 공작선, 기중기선, 소방선, 방제선 등		
군함	전투함, 순양함, 구축함, 잠수함, 항공모함, 소해정, LST, LSM 등		

자료: 선박법 기반으로 저자 작성

24) 선박법 제1조의2(정의) ① 이 법에서 “선박”이란 수상 또는 수중에서 항행용으로 사용하거나 사용할 수 있는 배 종류를 말하며 그 구분은 다음 각 호와 같다.

1. 기선: 기관(機關)을 사용하여 추진하는 선박[선체(船體) 밖에 기관을 붙인 선박으로서 그 기관을 선체로부터 분리할 수 있는 선박 및 기관과 돛을 모두 사용하는 경우로서 주로 기관을 사용하는 선박을 포함한다]과 수면비행선박(표면효과 작용을 이용하여 수면에 근접하여 비행하는 선박을 말한다)
2. 범선: 돛을 사용하여 추진하는 선박(기관과 돛을 모두 사용하는 경우로서 주로 돛을 사용하는 것 포함)
3. 부선: 자력항행능력(自力航行能力)이 없어 다른 선박에 의하여 끌리거나 밀려서 항행되는 선박

일반적인 선박운송 프로세스를 살펴보면 다음과 같이 구분할 수 있다. 화물운송을 목적으로, <그림 2-1>과 같이 송화인의 화물이 내륙 운송을 통해 항만으로 모여 선적 작업을 거쳐 선박을 통해 해상으로 목적지 항만으로 이동하여 항만에서 화물 하역 후 내륙 운송을 통해 수화인에게 운반되는 흐름이다. 그 중 핵심 운송 주체인 선박은 해상운송 목적상 항만(터미널), 선사, 화주, 그 외 관계기관과의 협력이 요구되며, 선박의 디지털화·자동화는 물류체계 전반의 변화를 기본으로 할 것이다.

〈그림 2-1〉 해상운송 단계의 구성



자료: 한국교통연구원·한국해양수산개발원(2023), p. 134.

본 연구에서는 앞서 설명한 핵심 운송 주체인 선박을 중심으로 ① 선박 운항 계획 및 설계, ② 화물관리, ③ 항해 및 기관 운영, ④ 유지보수, ⑤ 비상대응의 총 다섯 개 업무(action) 단위로 구분하여 선박운항 시나리오를 구성한다. <그림 2-2>와 같이 항해 및 화물운송 계획 수립 단계부터 최종 목적항 입항, 화물 하역 단계까지의 상세 선박운항 시나리오이다. 이는 제3절 원격운항선박의 운용 프로세스와 비교·분석하고, 미래 선박운용 시나리오의 변화로 이를 위한 제도적 개선요소를 도출하기 위함이다.

〈그림 2-2〉 선박운용 프로세스 분류

업무분류 →

시간 ↓	선박운항 계획 및 설계	화물관리	항해 및 기관운영	유지보수	비상대응
	1.1 항해계획	2.1 화물계획		4.1 점검 수리	5.1 비상계획
	1.2 항로설계				5.2 예방·훈련
	1.3 출항 준비	2.2 화물 선적	3.1 선박상태 확인	4.2 유지보수 (항해 중)	5.3 비상대응 조치 (필요시)
		2.3 화물관리	3.2 출항(이안)		
			3.3 연안항해		
			3.4 대양항해		
			3.5 연안항해		
3.6 입항(접안)					
2.4 화물 하역	3.7 선박상태 확인	4.3 점검 수리	5.4 예방·훈련		

자료: PARK & KIM(2023) 기반으로 저자 재작성

2. 단계별 선박운용 업무 및 요구사항 분석

1) 선박운항 계획 및 설계(Planning and Tracking)

선사(office)는 선박을 이용해 안전하게 화물을 운송하기 위한 목적을 달성하기 위하여 선박운항 및 배선계획을 수립한다. 운항계획은 선박의 상태, 선적·하역 상황, 운항비용, 하역비 등을 검토 및 분석한 후, 최적의 이익을 종합적으로 고려하여 운항계획을 수립한다. 이러한 과정에서 선주, 항만 및 터미널, 선사 등 다양한 이해관계자들의 협의가 필요한 단계이다. 이후 선

박에서는 이러한 운항계획을 토대로 하여 항차별 항해계획을 수립하게 되는데, 이는 선박의 운항 동안 선박의 진행과 위치를 계속적으로 면밀하게 모니터링하는 것뿐만 아니라, 해상에서의 인명 안전의 보존과 효율성 증진 및 해양환경의 보호에 필수적으로 고려되어야 하는 사항이다. 이러한 항해계획은 모든 선박에서 필수적으로 수행되어야 하며, 통상 선적항에서 양하항까지 전체 항해에 대한 모든 정보를 내재한 상세한 계획이 포함되어야 한다. 이러한 항해계획은 SOLAS V/34 규칙과 IMO Resolution A.894(21)에 따라 4단계로 구분하여 수립하도록 하고 있다.²⁵⁾

항해와 관련한 모든 정보를 검토하여 계획 수립에 고려하여야 한다. 여기에는 선박 복원성, 화물의 특성, 선박 조직의 인적 구성, 해도 및 항로고시, 최신 수로서지 등의 정보가 포함된다. 상기 정보를 기초로 하여 계획된 항해에 대한 전체 평가가 이루어져야 한다.

앞서 명시한 바와 같이 부두에서 부두까지 항해의 전 과정이 포함되어야 한다. 해당 계획에서는 기관상태, 선박흘수, 변침점, 선박조종성 능력, 중심, 긴급상황 대응방안 등 모든 내용을 내재하고 있다. 그리고 상세한 계획은 항해 개시 전 본선 선장의 승인을 받는다.

선박의 운항에 현저한 결함이 없는 이상, 작성된 계획에 따라 항해가 수행되어야 한다. 현저한 결함에는 선박 항해·기관 장비의 상태 및 기상조건의 악화, 위험지점 통과나 교통상황의 혼잡도 증가 등이 속한다.

항해계획은 항해 시 당직항해사가 언제든지 볼 수 있도록 선교에 비치되어 있어야 하며, 지속적으로 모니터링되어야 한다. 계획의 변경이 있는 경우에는 반드시 명시하고 본선 선장에게 보고한 후 진행토록 한다. 기존 선박의 경우 선박 내에서 특히 항해부서가 주로 수행하던 업무이며, 선박운항 시나리오상 초반에 포함되게 된다.

25) 한국선장포럼(2021), pp. 134-437.

해당 단계에서 수행되는 업무를 세부적으로 구분해 보면 <표 2-2>와 같으며, 선사 및 선박을 중심으로 업무가 진행된다. 다음 화물관리 업무 단위를 고려하여 함께 진행되어야 하며, 이 과정에서 용선계약확인을 위한 용선계약서부터 항해지시서(Sailing Instruction), 항해계획서(Passage Planning) 등의 서류가 필요하다.

〈표 2-2〉 선박운항 계획 및 설계 업무의 구성 및 관계자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
항해계획 수립	항해계획 수립 (기항지, 스케줄 등)	선사
	선박, 항만 및 시설 검토(용선계약서 검토)	선사
	선박 계획 통보(항해지시서 수신)	선사
	항로설계(항해계획서: Passage Planning)	선원
항로 점검 및 평가	항해계획 검토 및 조정	선사
	기항지 정보 확인(항만 등)	선원
	항해계획 확정	선원
항해 서류 및 준비	모든 항해 데이터 수집 및 서류 준비	선원
	주요 변경사항 확인(항로, 선박상태 및 성능 등)	선원
	선박 장비 및 시스템 확인	선원

자료: 한국선장포럼(2021), pp. 134-437 자료 기반으로 저자 재구성

2) 화물관리(Cargo Operations)

해상 운송계약은 운송인이 한 장소에서 다른 장소까지 타인의 재화를 운송하도록 위임받은 것으로, 화주의 재화에 손실이 발생할 경우 운송인이 그 손실에 대해 책임진다는 계약이다. 즉 선박을 이용한 화물의 운송은 출발지인 적하항에서 목적지인 양하항까지 이루어지는 업무로, 선장은 특정 항해에 적용될 계약사항을 숙지하여 항해계획 시점부터 최종 목적항에 하역 시점까지 전체 과정에서 선적된 화물에 대한 전반적인 관리 업무를 수

행해야 한다. 아울러 화물 적하 계획 및 형태, 적양하 계획 및 화물 상태 관리까지 포함된다.

이때 운송인은 화물 인수 시부터 인도될 때까지 화물을 잘 관리해야 하는 의무를 지며, 이를 위해 감항능력 주의의무, 운송물에 관한 주의의무를 가진다. 그러므로 화물을 선적할 때는 선박의 구조적 특성과 복원성을 고려하여 선적하게 되는데, 이 경우 화물적화계획(Cargo Stowage Plan)에 따라 화물량의 배분과 선적작업의 순서를 결정한다. 이때, 가장 고려하는 점은 경제성을 고려한 신속성과 안전성이다. 신속성은 정박시간을 단축하여 개개 선박의 이윤 극대화의 목적이 있으며, 안전성은 선박과 작업, 그리고 화물의 안전을 포함한다. 선적작업은 통상 육상 인부에 의해 수행되거나 적부방식이 본선의 안전에 부적절한지, 위험을 초래할 사항이 있는지 등을 관리·감독해야 한다.

또한 화물은 운송하는 가운데 관리는 화물의 특성을 고려하여 진행하게 되는데 화물이 흡습성인지 비흡습성인지, 개품운송인지 살물운송인지, 고체/액체/기체인지에 따라 각각 관리 방법이 차이가 있다. 통상 고려하는 점은 습도와 압력, 통풍, 발화 여부, 온도 등을 조건으로 두고 관리하게 된다. 이러한 화물 운송 시의 관리는 선박의 화물창 및 탱크의 상태에 대한 점검과 같이 이루어지며, 더욱이 선박의 복원성과 밀접한 관계가 있기에 모든 업무가 선원에 의해 수행된다.

〈표 2-3〉 화물관리 업무의 구성 및 관계자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
화물 계획	선적 화물 확정 및 계획 수립	선사
	화물 확정 검토 및 용선계약 확인	선원
	화물 선적계획 수립	선원
	화물 적재 및 분배(중량화물, 위험화물 등)	선원
	화물 적재 및 분배	선원

구분	주요 업무 및 기능	관계자
화물 선적	필요한 평형수 계산 및 분배 (연료 및 소모품 소모량 고려)	선원
	평형수 계획 확인 및 승인	선원
	화물 적재를 위한 선박 준비 (화물창 준비, 해치 개폐)	선원
	화물 선적	항만
	화물 이동 및 파손에 대비한 화물 고정 계획·감독	선원
	화물 고박	항만
	흘수, 트림, 선박 강도 및 복원성 계산·평가	선원
	선박 평형수 작동	선원
	화물 검수	선원
항해 중 화물관리	트림, 복원성, 강도 값 모니터링 및 조정	선원
	화물 고정 및 상태 확인	선원
	화물창 및 특정화물 관리	선원
화물 하역	환기, 빌지, 빌지웰 조정	선원
	하역 프로세스(적재 프로세스 동일)	선원

자료: 한국선장포럼(2021), pp. 134-437 자료 기반으로 저자 재구성

3) 항해(Navigation) 및 기관운영(Machinery Operations)

실제 선박을 적하지에서 양하지로 운항하는 항해와 기관 관리의 프로세스 단계이다. 선박의 항해란 출발항에서 목적항으로 선박을 안전하고 효율적으로 이동시키는 기술로서, 안전한 항해를 하기 위해서 선박의 위치를 확인하고 항로를 설정하는 것이 매우 중요하다. 이를 위해 레이더, 전자해도시스템, 컴퍼스, 선속계, 선화율지시기 등 다양한 항해 장비가 설치되어 운용한다. 항해는 선내 조직 중 항해부서에 의해서 진행되며, 선장 휘하 당직항해사 및 당직부원의 주요 업무이다. 현존선의 경우에는 명시된 바와 같이 선내 선원이 부서에 따라 담당업무를 수행하며, 선장의 명령(Master Standing Order)에 따라 선박을 조종하며, 충돌회피 및 좌초사고 예방 등 안전항해를 위해 통상 3당직 체제로 선교에서 업무를 수행한다.

이러한 항해를 계획대로 수행하기 위해서는 선박 기관에 의해 동력이 공급되어야 한다. 기관 운영은 선박의 항해를 달성하기 위하여 선박 기관과 기기의 정비, 운전을 관리하는 것을 의미한다. 운용 기기에는 주기관, 발전기, 보일러, 조타기, 공기압축기, 블로어 등 다양한 설비가 포함되며, 해당 기기의 상태 점검 및 운영 업무가 주어진다. 해당 기관 운영의 경우는 선박 조직에서 기관부가 맡으며, 기관사와 부원으로 구성이 된다. 선박의 규모나 회사 조직 특성에 따라 다를 수 있으나, 대부분 담당 기기가 지정된다.

〈표 2-4〉 항해 및 기관운영 업무의 구성 및 관계자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
항해준비 및 출항	선박 계획 수신(항차지시서)	선원
	항로 정보 확인	선원
	기항지 정보 확인(항만 등)	선원
	도선사, 터미널 및 기타 항만 시설 협조 및 준비	선사
	연료, 윤활유, 선용품, 예비품 요청	선원
	연료, 윤활유, 선용품, 예비품 수급	선사
	출항 허가 요청	선사
	보안점검_승선자 전원	선원
	VTS 및 도선사 협조	선원
	출항허가	항만
	도선사 승선	도선사
	VTS 출항관리	VTS
	Disconnect all(gangway, power, supplies)	선원
	선박 감항상태 확인 (항해시스템, 선박제어시스템, 수밀 장치 등)	선원
연안항해 (출항)	출항 및 출항신고	선원
	선박상태 확인(위치, 속도 등)	선원
	항로 확인(항로계획 등)	선원
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	선원
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	선원
	VTS, 타선과의 통신	선원

구분	주요 업무 및 기능	관계자
대양항해	위치 확인 및 수정(레이더, GPS 등)	선원
	항로 및 스피드 제어	선원
	항로계획 유지 waypoints)	선원
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	선원
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	선원
	VTS, 타선과의 통신	선원
	항해 또는 선박 관련 경보 관리	선원
연안항해 (입항)	정박 및 입항 계획 수립	선원
	도선사, 터미널 및 기타 항만 시설 협조 및 준비	선사
	입항 허가 요청	선사
	VTS, 도선사 등 접안 계획	선원
	항로 및 주변해역 확인(환경조건, 위험물 등)	선원
	접안계획 조정	선원
	VTS 및 도선사 협조	선원
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	선원
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	선원
	입항허가	항만
	도선사 승선	도선사
	VTS 입항관리	VTS
	부두 접안	선원
입항 및 접안	도선사 하선	도선사
	항만당국의 접안 신고	선원
	모든 라인 고정 및 연결	선원
	Connect all(gangway, power, supplies)	선원
	보안조치 설정	선원
	보안 감시 유지(선박 접근)	선원
	안전 감시 유지(계류, 화재 등)	선원
	비작업 선박 통제	선원

자료: 한국선장포럼(2021), pp. 134-437 자료 기반으로 저자 재구성

4) 유지보수(Maintenance)

선박의 유지보수는 선박 운영의 핵심요소 중 하나이다. 선박은 특히 극한 환경에서 항해하며 자연력에 노출되고 지속적으로 기기를 이용하는데, 이에 따라 선체 손상이나 부식, 그리고 기기 손상은 불가피하게 발생하게 된다. 선박의 수명을 연장하고 효율적인 운영을 유지하기 위하여 유지보수 업무는 선박이 접안하거나 항해 중일 때도 지속적으로 수행하게 되며, 정기적으로 입거하여 관리하게 된다.

선박의 외형, 즉 선체에 대한 부식과 방식에 대한 업무는 통상 선박 내 항해부서의 업무이며, 내부 기기와 설비에 대한 유지보수 업무는 기관부서가 수행하게 된다. 현재는 기관장 및 일등항해사의 감독하에 관리되고 있으며, 선장에 의해 최종적으로 승인되어 업무가 수행된다. 해당 업무는 유지보수계획에 의해 정기적이고 지속적으로 수행되고 있다.

〈표 2-5〉 유지보수 업무의 구성 및 관계자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
접안 중 유지보수	선박검사 결과 확인 및 후속조치(기국검사, PSC 검사 등)	선원
	주요 변경사항 확인(선박상태 및 성능 등)	선원
	선박 장비 및 시스템 확인	선원
	폐기물, 폐수의 배출	선원
	선용품, 예비품 보급 관리	선원
	점검(정비) 및 수리	선원
	소프트웨어 업데이트	선원
	선용품, 예비품 신청 검토 및 주문	선사
항해 중 유지보수	모든 장비 점검 (계획, 예방, 예측)	선원
	오작동 처리(항해장비, 통신, 센서 등)	선원
	청구 수리 (easy or specific level) (교정)	선원
	선용품, 예비품 청구	선원

자료: 한국선장포럼(2021), pp. 134-437 자료 기반으로 저자 재구성

5) 비상대응(Emergency Response)

선박의 오작동을 포함하여 선박의 감항성에 영향을 줄 심각한 상황에 대한 비상대응에 관한 사항으로, SOLAS에서는 다양한 범주의 비상상황에 대응하기 위한 선박 비상계획을 요구하고 있으며, 특히, 1994년 SOLAS 제9장(선박의 안전운항을 위한 관리) 채택을 통해 국제안전관리코드(ISM Code: International Safety Management Code)를 도입하여 비상상황에 대한 선사 및 선박의 선박 안전 의무를 강화하도록 하였다. <표 2-6>과 같이 SOLAS를 중심으로 선박에서의 비상대응을 위한 업무를 규정하고 있다.

〈표 2-6〉 비상대응 관련 규정 현황

구분	비상상황 분류 및 내용	규정
예방 및 훈련	비상대응 훈련	SOLAS 3장 Reg. 19/20 SOLAS 5장 Reg.26
비상사고 대응조치	화재	SOLAS 2-2장 Reg.2 SOLAS 2-2장 Reg. 45
	선박 손상 (충돌, 좌초, 악천후 피해, 선체·구조적 파손 등)	SOLAS 2-1장 Reg. 3 SOLAS 2-1장 Reg. 48
	오염	MARPOL
	선박의 안전과 승객 및 선원의 안전을 위협하는 불법 행위	SOLAS 11-2장 (ISPS code)
	개인 사고	SOLAS 3장
	화물 관련 사고	SOLAS 6장, SOLAS 7장
	다른 선박에 대한 긴급 지원	SOLAS 5장 Reg.33

자료: 저자 작성

ISM Code는 1987년 3월에 발생한 ‘Herald of Free Enterprise’호 사고를 계기로 해운기업을 포함한 해사 분야 전체의 안전관리 강화를 위해 제정한 규정이다. 이 규정은 해운회사가 안전관리체계(SMS: Safety Management System) 및 선박소유자의 자율적인 안전관리 행동 지침을 작성하도록 요구하고 있다. 기본적으로 선박소유자·선장·해원 등의 책임사항·의무 등에 대해 정의하고 있으며, 선박의 안전 및 오염 방지와 관련하여 회사 경영의 조직을 위해 고려해야 할 요소를 정의함으로써 선박의 안전관리 및 운항을 위한 국제 표준을 수립하도록 하고 있다. 다만 비상상황은 화물 유출뿐만 아니라 설계나 통상적인 운영 절차를 통해서도 완전히 통제할 수 없기 때문에 비상상황 대응 및 오염 방지는 회사의 선박 안전 관리의 일부가 되도록 권고하고 있다. 이에 모든 사업장에서는 ISM code에 따라 SMS를 개발, 구현 및 유지해야 하며, 이 SMS에서는 잠재적인 선박의 비상상황을 파악하고, 이에 대한 대응을 위한 절차를 수립해야 한다.

이와 같이 비상대응 업무는 국제규정에 따라 선박에서 비상상황을 식별하고 피해를 최소화하기 위한 업무로, 사고예방, 사고인지 및 평가, 사고대응 및 후속조치 등이 포함된다. 선박운용에 따른 비상상황 유형 변화 및 위험요소 식별을 통해 사고를 예방하고, 비상상황 인지 및 평가, 비상대응 및 후속조치 등의 업무를 포함한다. 현재 비상대응의 경우, SOLAS 및 선박 및 항만시설 보안규칙(ISPS Code) 등 규정에 의거해 상황별 시나리오가 각 선사 매뉴얼로 설정되어 있다. 또한 지정된 주기마다 해당 시나리오에 대해 최소 1년에 한 번씩 모두 훈련을 통하여 친숙화 및 대응 능력을 기르도록 규정하고 있다. <표 2-7>과 같이 선박에서의 비상대응 및 관리로 대부분 선박에서 수행하게 되며, 선사는 SMS에 따라 선박의 위험성 평가 및 비상계획 수립 등을 수행한다.

〈표 2-7〉 비상대응 업무의 구성 및 관계자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
예방	위험성 평가 수행	선사
	비상계획 수립	선사
	비상대응 계획 수립 및 적용	선원
	선원 교육 및 훈련	선원
준비 및 관리	오작동 처리(항해장비, 통신, 센서 등)	선원
비상대응	구조 손상, 화물장 수위, 침수 대응	선원
	화물창, 엔진, 거주구의 화재 대응	선원
	인명구조 대응	선원
	의료 응급상황 대응 및 대피 조치	선원
	보안 관련 문제 대응	선원
	대피 및 퇴선 대응	선원
	비상상황 시 헬리콥터 운영	선원
	수색구조 대응	선원
	사이버 공격 처리	선원
	데이터 손실 및 통신연결 문제 처리	선원

자료: 한국선장포럼(2021) 자료 기반으로 저자 재구성

6) 종합분석

본 절에서는 선박운항 프로세스를 총 다섯 개의 업무(action) 단위로 구분하여 ① 선박운항 계획 및 설계, ② 화물관리, ③ 항해 및 기관 운영, ④ 유지보수, ⑤ 비상대응 단계에 대한 업무 및 요구사항을 분석했다. 전체 업무 프로세스를 고려했을 때, 선박 위치를 기준으로 ‘1단계(In port): 운항 계획 및 선적’ - ‘2단계(Navigation): 항해’ - ‘3단계(In port): 입항 후 하역’으로 대분류하여 종합적으로 분석했다.

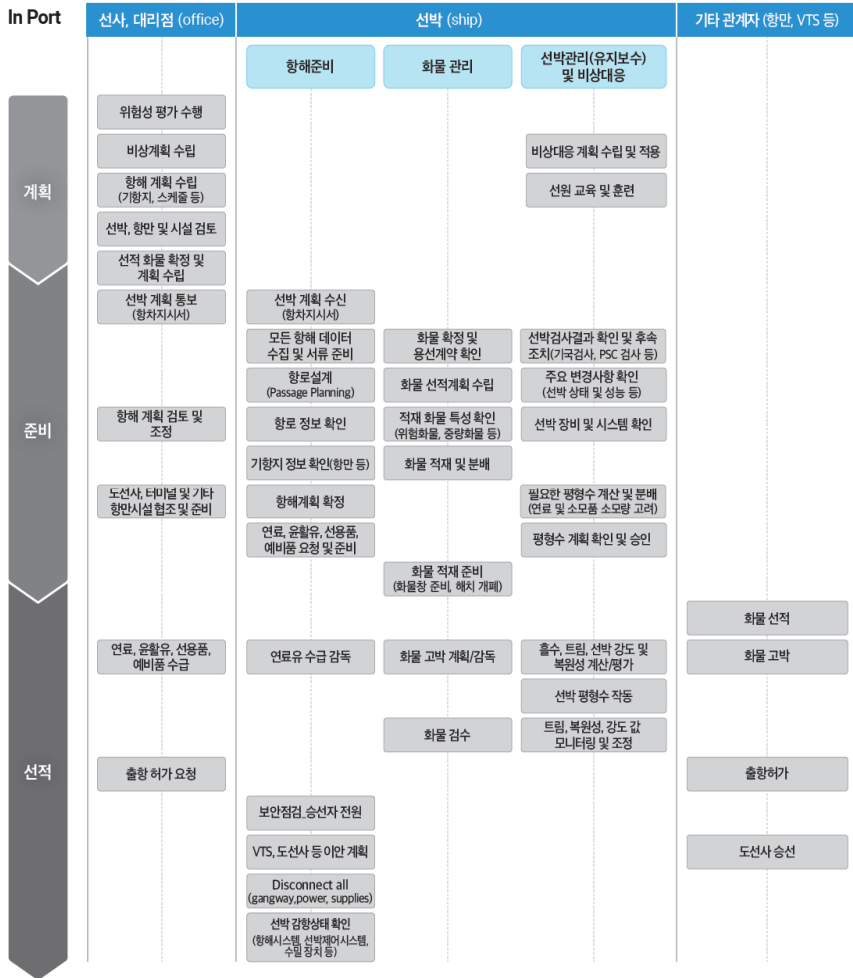
우선 항만 및 터미널에 접안하여 화물을 선적하는 ‘1단계(In port): 운항 계획 및 선적 프로세스’이다. 〈그림 2-3〉에서와 같이 선사 및 선박을 중심

으로 계획 및 준비 업무가 진행된다. 특히 선박에서는 해당 항차에 대한 운항 준비와 함께 화물관리, 선박 유지보수 및 관리 업무가 진행되며, 세부적으로는 화물 적재를 위한 준비부터 화물 선적 관리·감독, 화물 고박 감독, 화물 검수, 화물 등을 고려한 선박상태(홀수, 트림, 강도, 복원성 등) 모니터링 작업 등 대다수의 업무가 선박에서 선원을 중심으로 진행된다고 할 수 있다. 이와 동시에 항만, 터미널 등에서는 화물 선적부터 화물 고박 및 점검 작업이 이루어진다.

다음 ‘2단계(Navigation): 항해 프로세스’이다. <그림 2-4>에서와 같이 항해 구역에 따라 선적항 인근에서의 연안항해, 대양항해, 양하항 인근에서의 연안항해로 구분할 수 있다. 입출항 전후 연안항해 단계에서는 선박의 안전한 항해를 위한 운항 준비 및 감독 업무 위주로 진행되며, 안전한 선박 입출항 및 통항을 위하여 항만당국, 도선사, 해상교통관제센터(VTS), 타선 통신 관련 업무를 수행한다. 이후 대양에서는 운송인의 감항능력 주의의무, 운송물에 관한 주의의무에 따라 일반적인 화물관리 업무에 집중하는 형태이다.

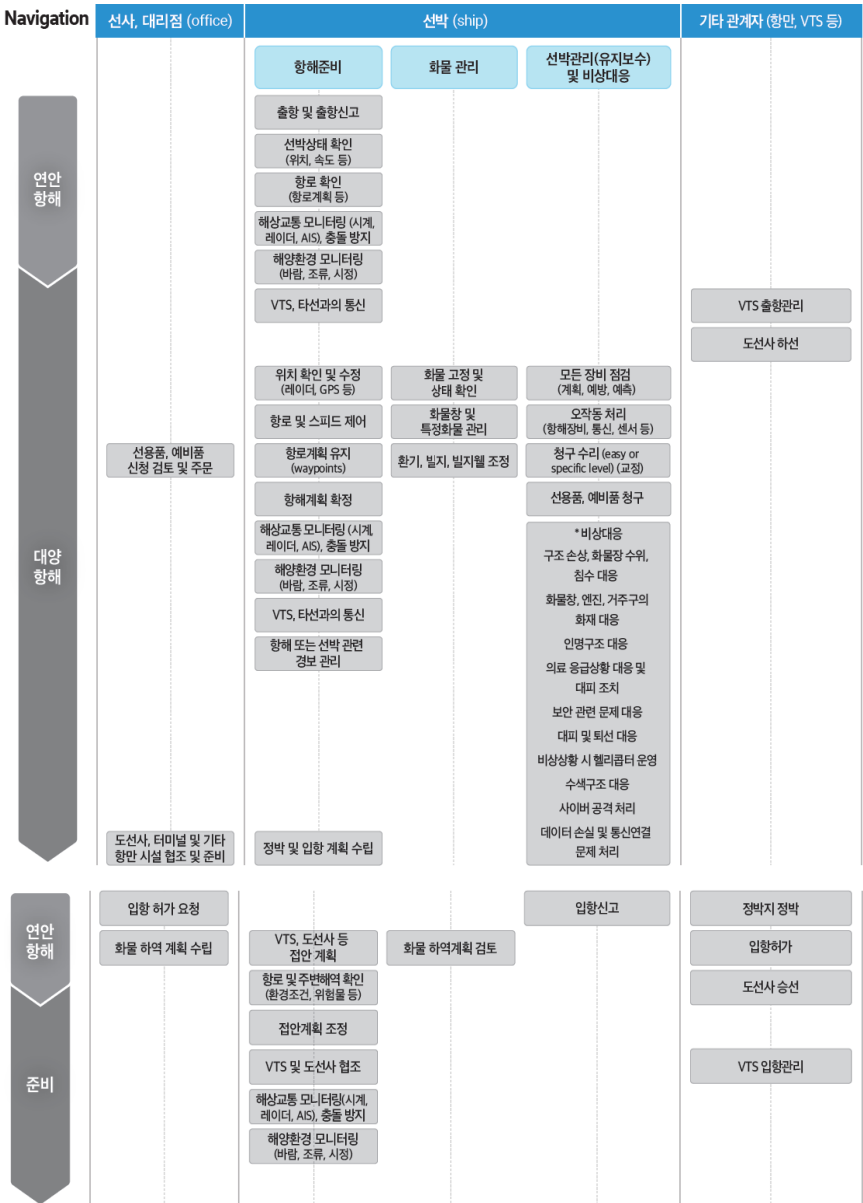
마지막으로 ‘3단계(In port): 입항 후 하역 프로세스’이다. 선박 입항 및 하역을 위한 준비는 <그림 2-5>에서와 같이 양하항 인근 연안항해 시부터 본격적으로 시작된다. 사전에 항만 및 터미널과 입항허가 및 접안계획 등을 검토하고, 선박 입항을 위해 도선사, VTS와도 협조한다. 선박 접안 후 화물 하역 작업과 함께 선박 관리를 위한 유지보수 업무가 이루어진다.

〈그림 2-3〉 운항계획 및 선적 단계(In port)의 업무 흐름도



자료: 저자 작성

〈그림 2-4〉 항해단계(Navigation)의 업무 흐름도



자료: 저자 작성

〈그림 2-5〉 입항 후 하역 단계(In port)의 업무 흐름도



자료: 저자 작성

제2절 선박의 운항방식 다양화

최근 디지털화(Digitalization) 변화 흐름과 함께 기본 선박의 형태가 고도의 자동화, 지능화된 장비 및 시스템을 탑재한 새로운 형태로 발전하고 있으며, 이에 따라 기존의 선박 개념에 대한 재검토 필요성까지 제기되고 있다.²⁶⁾ 이러한 이슈는 현재 IMO에서 활발하게 논의되고 있으며, 미래 선박의 변화를 고려하여 현행 국제규정에 대한 개선 필요성 등을 검토하고 있다. 2018년 IMO MSC에서는 새롭게 등장할 자율운항선박의 안전한 운용을 위해 MSC 소관하의 14가지 국제협약²⁷⁾ 등에 대하여 2단계에 거쳐

26) IMO(2023a), pp. 5-15.

27) 해상충돌예방규칙(COLREG), 안전한 컨테이너를 위한 국제협약(CSC), 국제만재물수선협약(LL), 국제만재물수선협약 의정서(LL PROT), 해상수색 및 구조에 관한 국제협약(SAR), 해상인명안전협약 및

규정검토작업(RSE: Regulatory Scoping Exercise)을 진행했다. 위 협약에 대한 규정검토작업 단계는 <표 2-8>과 같이 진행했다.

<표 2-8> IMO 규정검토작업(RSE) 구성

단계	내용
1단계	• 자율운항선박에 적용되며, 운용을 방해하는 규정 • 자율운항선박에 적용되며, 운용을 방해하지 않는 규정 • 자율운항선박에 적용되며, 운용을 방해하진 않으나 개정이 필요한 규정 • 자율운항선박 운용에 적용되지 않는 규정
2단계	• 기존 협약 내 제공되는 동등 규정 여부 • 현재 협약의 개정 여부 • 새로운 협약의 개설 여부 • 해당사항 없음

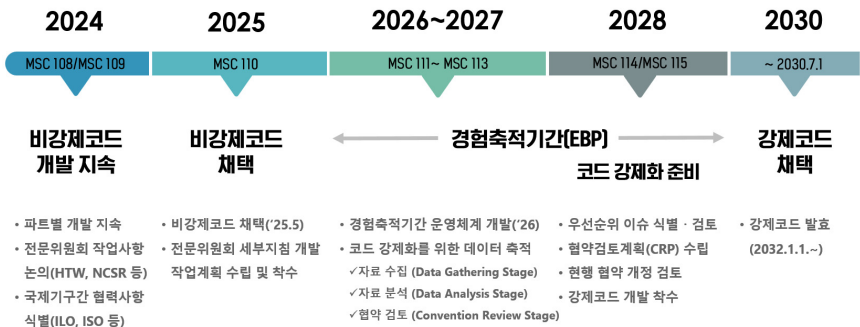
자료: IMO(2021b)의 자료를 저자가 번역하여 재작성

그 결과 IMO 내 관련 위원회인 MSC, 법률위원회(LEG), 간소화위원회(FAL)에서 쟁점사항을 도출하고, 그 결과를 토대로 2022년부터 새로운 기술 기준인 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발에 착수했다. 우선 모든 선박에 적용하는 강제 규정을 도입하기 전 비강제코드를 통해 국가 및 산업계의 준비 등 충분한 검증과정을 두고자 했으며, 현재 2032년 1월 1일 강제코드 발효를 목표로 작업하고 있다. 이러한 작업계획은 최근 제108차 IMO MSC에서 코드의 세부 기술 기준 및 요건에 대한 개발 작업과 함께, 새로운 안전관리 제도 도입 준비 등을 위한 충분한 규정 검토 필요성이 새롭게 제기되었다. 강제코드 발효 전 경험축적기간(EBP)을 통해 원활한 제도 이행과 실효성 평가·조정한다는 계획이다. 이는 새로운 규정 개발을 위한 성급한 논의를 방지하고 새로운 기준의 원활한 이행 기반을 조성하기

의정서(SOLAS, SOLAS PROT, SOLAS AGR), 특수상용여객선규칙 및 의정서(STP, SPACE STP), 선원의 훈련, 자격증명 및 당직근무의 기준에 관한 협약(STCW, STCW-F), 선박의 흘수측정에 관한 국제협약(TONNAGE)

위함이며, 아래와 같이 기존 2028년 1월 1일 강제코드 발효 일정을 2032년 1월 1일 발효 일정으로 대폭 수정했다.

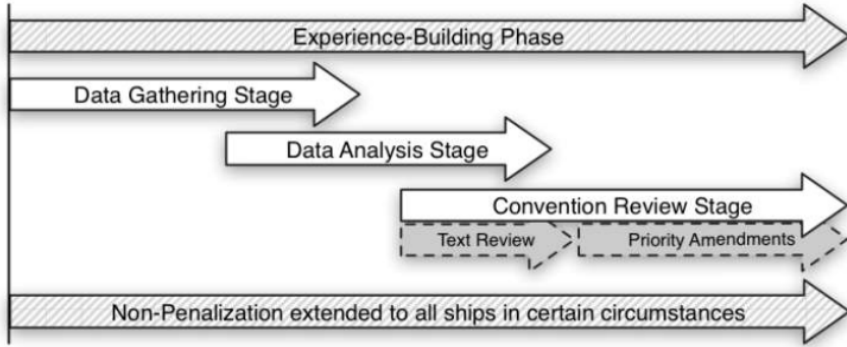
〈그림 2-6〉 IMO 자율운항선박 코드 개발 로드맵 ('24.5월 기준)



자료: 한국해양수산개발원(2024), p. 5.

IMO는 새로운 규제 또는 제도 시행 전, 해당 기준 적용을 모니터링하고, 개선사항을 도출하여 발전시키기 위한 목적의 EBP를 운영 중이다. 대표적인 예로 선박평형수관리협약(BWM Code) 강제화를 위해 아래와 같이 EBP를 운영 중이며, 코드 이행 자료 수집·분석, 중요 쟁점 및 개선사항 식별과 함께 향후 코드 강제화를 위해 준비하고 있다.

〈그림 2-7〉 IMO 선박평형수관리협약의 경험축적기 적용사례



자료: IMO(2017), p. 4.

자율운항선박 코드 역시 새로운 기술 기준으로, 향후 코드 강제화를 위하여 2025년 5월 채택 예정인 비강제코드를 기반으로 EBP 동안 자율운항선박 운용을 위한 정보 수집 및 분석을 통해 잠재적 개정사항을 식별하고, 코드 강제화를 위한 필요사항을 추가 검토하기로 합의했다. EBP는 일반적으로 자료수집 단계(Data Gathering Stage), 자료분석 단계(Data Analysis Stage), 협약검토 단계(Convention Review Stage) 3단계로 진행된다. 해당 기간 정부(기국, 항만국, 연안국), 선주, 제조사, 대항기관 등 모든 이해관계자가 수집·분석하여 작성한 보고서가 기초자료가 되며, 이를 기반으로 새로운 기술 기준의 개선을 통해 실질적으로 적용 가능한 규제로 발전시키고자 함이다. 다만 코드의 특성 및 적용대상에 따라 EBP의 세부 단계 및 방식에는 차이가 있을 수 있으며, 자율운항선박의 특성과 핵심 적용규제 등에 대한 충분한 검토를 통해 정부, 민간 등 다양한 분야의 이해관계자 간 협력을 통한 전략 준비가 매우 중요할 것이다.

선박의 운항방식은 자율운항선박 도입과 함께 변화될 대표적인 요소 중 하나로, 앞서 서술한 코드 개발 논의 과정에서 중요하게 다뤄지고 있다. 기

존 선박의 운항방식에 더하여 원격운항, 부분자율운항, 완전자율운항 등 다양한 형태가 등장할 것으로 예상되며, 이를 고려하여 모든 선박의 안전한 운항을 위한 제도 도입은 반드시 검토되어야 할 것이다. 이 코드에서는 자율운항선박의 운항방식 중 하나로 원격운항을 포함하고 있으며, 원격운항 센터, 원격운항자 등 새로운 이해관계자의 등장으로 제도적 측면에서 다양한 요소가 고려되어야 하는 형태로 분류할 수 있다. 자율화 및 의사결정 지원 기술 수준 등에 따라 선박의 운항 형태가 달라질 수 있을 것이다.

다만, 원격운항 및 자율운항 개념은 아직 국제적으로 명확한 기준이 없는 실정이며, 이에 대한 연구는 관련 국제규정 개발 논의와 함께 활발하게 진행되고 있다. Ando et al.(2022)는 선박 운항시스템을 설계할 때 기존 선박과 같이 선상에서 운항할 뿐만 아니라 육상에서도 운항할 수 있는 원격운항선박을 설계했다. 해당 선박의 경우 네 가지 모드로 구분하여 운용될 수 있으며, 세부적으로는 선원의 개입이나 육상에서의 폴백(Fall-back)²⁸⁾ 없이 운항하는 ‘일반모드(Normal)’, 육상에서 운영자의 확인 하에 시스템이 실행되는 모니터링 모드(AM: Active Monitoring), 육상에 있는 운영자가 폴백 작업을 수행하여 시스템이 실행 중인 원격폴백 모드(RFB: Remote Fallback). 선박에서 시스템 스스로 폴백 작업을 실행하는 독립폴백 모드(IFB)로 구분했다. 즉 기존 선박에 자동화 기술이 적용된 수준에서 완전 자율운항이 가능한 수준의 선박까지 원격운항 기술이 적용되어 선박 운항 상황에 따라 사람 또는 시스템이 개입할 수 있는 형태이다. 다만 원격운항 기술 수준 및 적용 범위에 따라 안전한 선박의 운용을 위해서는 관련 규정 개선 및 새로운 관리제도가 필요할 것으로 분석했다. 또한 Thomas et al.(2023)는 항해 여건 및 조건에 따라 선박의 운항방식을 변경할 수 있도록 설계하였으며, 이는 특정 운항 모드에 맞춰 선박을 설계하

28) 올바르게 작동하지 않는 시스템의 전체나 일부를 특정 시스템이나 수동적인 기능으로 대체한 상황에서 작동되고 있는 상태

는 것이 아니라 자동운항, 원격운항, 자율운항 등의 모드가 일정 기준에서 다양한 방식으로 운항할 수 있도록 하기 위함이며, 원격운항자 및 원격운항센터 등 다양한 이해관계자가 운항모드에 따라 개입할 것으로 예상된다.²⁹⁾

이러한 개념을 고려하여 국내법에서도 미래 선박의 원격운항에 관한 ‘원격운항센터’, ‘원격운항자’ 등을 <표 2-9>와 같이 정의하고 있다.

<표 2-9> 국내법에서의 주요 원격운항 관련 용어 정의

용어	정의
원격운항센터	• 원격운항자가 선박에서 보내는 센서 기반 영상·소리, 해상 및 기상 정보 등의 데이터를 이용하여 자율운항선박의 운항 지원 또는 관리를 수행하기 위해 육상에 설치하는 시설
원격운항자	• 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 조종, 운항, 관리 등의 업무를 수행하는 자

자료: 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률 제2조 기반으로 저자 재작성

자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률에서는 자율운항선박이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율단계에 따라 선원, 원격운항자 등 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항시스템에 의하여 선박 스스로 운항이 가능한 선박’으로 정의하고 있다. 그 종류는 부분 또는 완전 자율운항선박의 두 가지 형태로 구분하고, 세부 기술 및 방식에 따라 세분화할 수 있도록 규정하고 있다. ‘부분 자율운항선박’이란 자율운항시스템만으로는 운항할 수 없거나 선원의 승선, 원격운항자의 관리 등 선원, 원격운항자의 개입이 필요한 자율운항선박을 의미하며, ‘완전 자율운항선박’은 자율운항시스템만으로 운항할 수 있어 선원, 원격운항자 등 사람의 개입이 필요하지 아니한 자율운항선박을 의미한다. 이러한 구분은

29) Thomas et al.(2023), pp. 11-83

특정 운항방식에 맞춰 설계된 선박의 구분이며, 원격운항 기술은 앞서 검토한 선행연구에서와 같이 선박의 운항환경, 조건 및 상황(비상상황 포함) 등에 따라 자동운항, 원격운항, 자율운항 등 선박의 운항방식이 전환되는 형태일 것이다.

다시 말해 원격운항이란 선박의 운항방식 중 하나로 자율운항선박에 적용된 자율화 기술 수준에 따라 외부에 위치한 사람을 통해 선박이 조종, 운항, 관리하는 것을 의미하며, 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드상에서 원격운항과 관련된 새로운 개념을 포함하고 있다.

〈표 2-10〉 IMO에서의 주요 원격운항 관련 용어 정의

용어	정의
원격운항 (Remote operations)	• 선박에 승선한 사람의 간섭 없이 선박 외부에서 선박 또는 선박 내 기능을 작동하는 방식
MASS 비승선 인력 (MASS Remote Crew)	• 원격으로 자율운항선박 운영을 제어하거나 자율운항선박 운영에서 있어 선원에게 도움을 제공하는 원격 마스터, 원격 운영자 및 책임자
원격운항센터(ROC: Remote Operations Centre)	• 자율운항선박 기능의 일부 또는 전부를 운영할 수 있는 자율운항선박으로부터 멀리 떨어진 장소
원격운항자(RO: Remote operator)	• 원격운항센터에서 자율운항선박 기능의 일부 또는 전부를 운영하기 위해 고용되거나 종사하는 자격을 갖춘 사람

자료: IMO(2024)의 자료를 저자가 번역하여 재작성

기존 선박을 포함한 자동(Automatically), 원격(Remotely), 자율(Autonomously) 등의 새로운 선박의 등장은 선박의 운항기술 변화뿐만 아니라 선원의 유무, 근무 형태, 업무 범위 등 선박 운항환경 및 프로세스 등의 다양한 변화가 예상된다. 예를 들어 선박운항 해역 범위 및 조건에 따라 그 형태를 변경할 수 있으며, 특정 운항형태의 선박을 설계하기보다는 일정 조건하에 다양한 방식으로 운항될 것이라는 의견이 우세하다. 특

히 원격운항의 형태는 기존 선박의 영역이 확장된 것으로, 기존 선교에서 선원이 수행하던 선박 운항의 업무를 선박 외 육상 또는 그 외 장소에서 수행하는 형태가 될 것이며, 원격운항자 및 원격운항센터 등 다양한 이해관계자가 등장할 수 있을 것이다. 이처럼 새로운 이해관계자의 등장은 기존 선박운항 프로세스 및 요구사항의 변화를 유발하며, 다른 운항방식에 비해 제도적 측면에서 다양한 요소가 고려될 필요가 있다.

제3절 원격운항선박의 운용 프로세스 변화 분석

1. 분석 개요

본 연구에서는 선박의 운항방식 다양화에 따른 미래 선박운항 프로세스 예측하여 그 변화를 비교·분석하고자 한다. 다만 원격운항선박은 아직 기술 개발 및 기술 실증단계에 있는 선박으로 기존 선박운용 프로세스와 같이 실제 데이터를 기반으로 분석하기에 한계가 있으며, 이에 특정 선박의 운항을 가정하여 원격운항선박 운용 시나리오를 설계하고 전문가의 경험적 지식을 통해 미래 변화를 예측하여 평가하고자 한다.

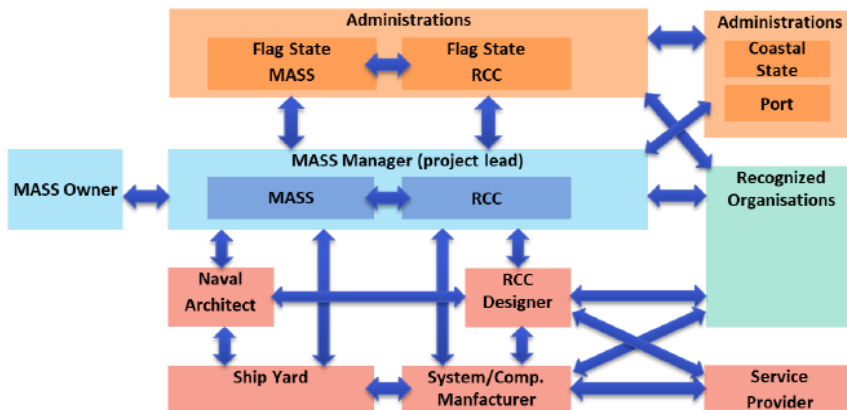
1) 대상 선박

본 연구에서는 선박의 운항방식 중 원격운항 기술이 적용된 모든 원격운항선박을 대상으로 하고, 선박의 공간적인 범위는 대상 선박 및 선박 외에서 조종할 수 있는 원격운항센터까지 포함했다. 원격운항선박(A)은 기존의 선박과 동일한 목적으로 사용되는 선박으로 가정하고, 선박의 운항방식은

운항조건과 해역 조건 및 특성에 따라 원격운항 또는 자율운항이 모두 가능한 형태로 설계했다.

시간적 범위는 앞서 선박의 운항 프로세스 분석에서와 같이 선적항에서의 선박 출항 준비 단계부터 양하항에서 입항 및 하역 마무리 단계까지를 대상으로 했다. <그림 2-8>과 같이 최소한의 선원을 유지하여 최소 선박운항 업무 및 비상대응 업무만을 수행하는 형태이다.

<그림 2-8> 선박의 원격운항 시 운항환경 변화 예상도



자료: IMO(2023b), p. 20.

2) 주요 이해관계자 및 역할

대상 선박(A)의 선박운용 업무는 현존 선박에서와 같이 ① 선박운항 계획 및 설계, ② 화물관리, ③ 항해 및 기관 운영, ④ 유지보수, ⑤ 비상대응의 다섯 개 업무(action) 단위로 구분했으며, 분야별 주요 이해관계자를 <표 2-11>과 같이 추가적으로 설정했다. 다만 각 이해관계자가 단일 기관 또는 회사를 의미하지 않으며, 선박의 운항형태 또는 기관·회사의 형태(규모)에 따라 변경될 수 있는 것으로 가정했다.

〈표 2-11〉 대상 선박의 업무 단위별 이해관계자 구분

분류	이해관계자
선박운항 업무	• 선원(선박) • 원격운항자(RO: Remote operator)
선박관리 업무	• 선사 • 선박관리자(SM: Maintenance mechanic Specialist)
화물관리 업무	• 화물관리자(CM: Cargo manager) • 터미널 담당자(TM: Port·Terminal)

자료: 저자 작성

특히 원격운항센터의 기능은 기본적으로 선박의 원격운항 기능(선박 조종, 감시·감독, 제어 등)과 함께 운항·관리하는 선박의 안전한 운용에 관한 기능(인력배치, 사이버보안, 비상조치 등)을 수행한다. 이러한 원격운항센터의 세부적인 기능 및 역할 범위는 〈표 2-12〉와 같이 선박의 운항 형태에 따라 상이할 수 있으며, 선박을 직접적으로 운항 또는 제어하거나, 평상시 선박에 대해 모니터링·감독 업무만을 수행하고 비상상황 발생 시 개입하는 등의 임무를 수행한다.

〈표 2-12〉 원격운항센터의 업무 및 기능

운항방식	업무 및 기능
자율운항	• 선박 운항 모니터링 및 감독
	• 비상상황 발생 시, 선박운항 개입
	• 시스템 의사결정 감독·평가
원격운항 (최소 선원 승선)	• 선박 운항 및 제어
	• 직접적 의사결정
	• 비상상황 발생 시, 수동운항으로 전환
수동운항	• 선박 운항 모니터링 및 지원
	• 선박 운항 시 필요한 정보 제공
	• 선원의 의사결정 지원

자료: 저자 작성

3) 분석기법

본 연구에서는 선박의 운항방식 변화에 따른 미래 선박운항 프로세스 예측하고 분석 결과에 대한 실효성을 높이기 위하여 델파이기법을 적용하였다. 해당 기법은 전문가의 경험적 지식을 통해 문제해결이나 미래예측을 하는 기법으로, 미래예측 방법론 중 가장 일반적으로 이용되는 기법 중 하나이다.³⁰⁾ 특정 목적으로 설계된 설문을 반복하여 특정한 주제에 대해 전문가 집단의 합의를 도출하고 응답 간 편차를 최소화하는 정석적 분석기법이다. 이는 전문가들의 익명성을 보장함으로써 보다 자유롭고 객관적으로 의견 수렴이 이루어지도록 하는 것이 특징이며, 다수의 전문가들이 여러 차례 반복을 통해 합의한 내용으로 그 결과에 대한 신뢰도를 비교적 높게 평가한다.³¹⁾

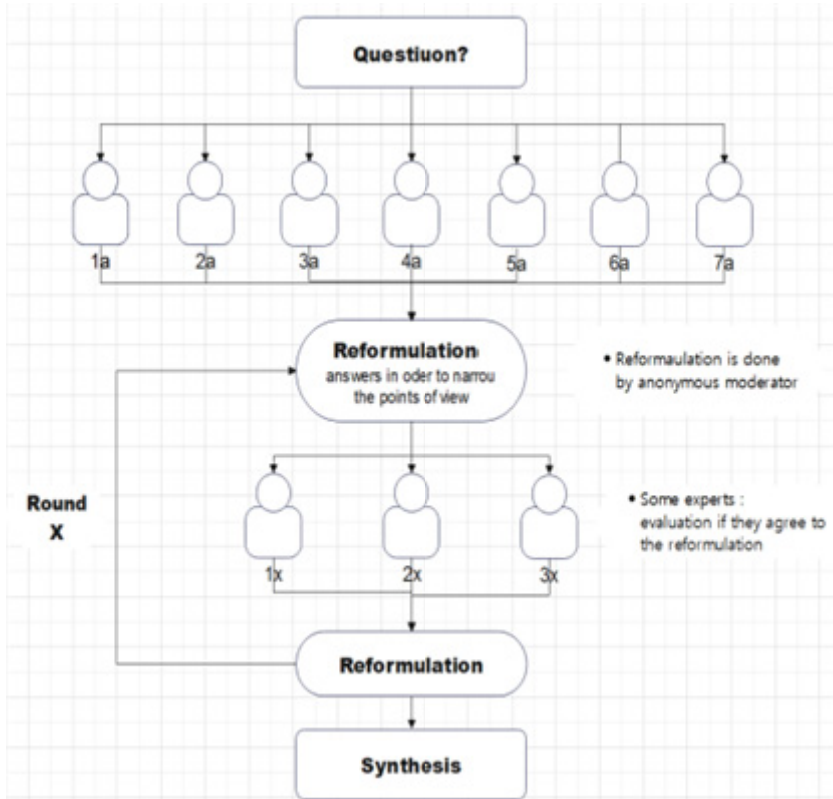
30) Forecasting: Principles and Practice(검색일: 2023.10.10.)

31) Hur & Lee(2009), pp. 2-5.

총 일곱 명의 전문가 패널을 선정하고, <그림 2-9>와 같은 조사 단계를 거쳐 분석했다. 우선 선박 운항방식 변화에 대한 전문적인 지식을 가지고 관련 연구 경험이 풍부한 전문가 패널을 구성하였으며, 객관적인 응답을 위해 전문가 간의 익명성을 보장했다. 이후 세 차례의 전문가 패널 간 피드백 및 수정 과정을 거쳐 미래변화 예측 결과에 대한 신뢰도를 높이고자 했다. 1단계는 전체 선박운항 시나리오를 구성하여 각 업무를 세분화했다. 선박운용 업무를 다섯 개로 구분하고, 시계열 분석을 통해 업무별 순서 및 담당자를 분석했다. 2단계~3단계는 분류한 다섯 개 업무를 기준으로 기존, 원격운항, 자율운항선박에 대한 변화를 조사하고, 수정하는 과정을 반복했다.³²⁾

32) PARK & KIM(2023)은 본 연구의 사전 연구로, 델파이기법을 적용해 미래 원격운항선박의 운용 프로세스 변화를 분석함

〈그림 2-9〉 선박운항 시나리오 분석을 위한 델파이기법 체계도



자료: PARK & KIM(2023), p. 270 기반으로 저자 재작성

2. 시나리오 분석 결과

1) 선박운항 계획 및 설계

대상 선박(A)의 경우, 운항 및 배선계획과 항해계획의 작성은 선사 및 원격운항자가 수행할 것으로 분석되었다. 먼저 선사는 당 항차에 대한 전반적인 위험성 평가를 실시하며, 비상계획 수립을 한다. 또한 기항지 및 화물

등을 고려한 항해계획과 항만, 시설 등의 검토와 더불어 화물의 확정 등 운항계획을 수립하여 항차지시서 형태로 원격운항자 및 선박에 전달하게 된다. 원격운항자는 계획이 현장에 적절하게 적용할 수 있을 것인지, 항로 데이터와 각종 정보들을 토대로 검토를 진행하며 수정이 필요하다면 조정 업무를 수행한다. 또한 수립된 비상계획을 적용하여 대응 체계를 갖추고 계획을 확정하여 항해계획을 개시한다.

〈표 2-13〉 원격운항선박에서의 선박운항 계획 및 설계 업무 변화

구분	주요 업무 및 기능	관계자
항해계획 수립	항해계획 수립(기항지, 스케줄 등)	선사
	선박, 항만 및 시설 검토	선사
	선박 계획 통보(항차지시서)	원격운항자
	항로설계(항로계획서: Passage Planning)	원격운항자
항로 점검 및 평가	항해계획 검토 및 조정	선사
	기항지 정보 확인(항만 등)	원격운항자
	항해계획 확정	원격운항자
항해 서류 및 준비	모든 항해 데이터 수집 및 서류 준비	원격운항자
	주요 변경사항 확인(항로, 선박상태 및 성능 등)	원격운항자
	선박 장비 및 시스템 확인	원격운항자 선원

자료: 저자 작성

2) 화물관리

화물관리는 전적으로 화물관리자의 업무 영역으로 배정된다. 먼저 용선 계약을 비롯한 선박의 운항계획을 토대로 하여, 적재화물의 특성에 따른 분배와 적재방법을 고려하며 화물 선적계획을 수립한다. 아울러 화물의 고박 및 검수업무를 수행하게 될 것이며, 운항 중 필요한 환기나 습도, 온도

관리 등 화물관리 업무 역시 화물관리자의 업무로 분석되었다. 그러나 화물의 적재를 통한 선박의 감항성과 안정성 관리는 원격운항자의 승인과 검토가 필요할 것으로 분석되었다.

〈표 2-14〉 원격운항선박에서의 화물관리 업무 변화

구분	주요 업무 및 기능	관계자
화물 계획	선적 화물 확정 및 계획 수립	선사
	화물 확정 검토 및 용선계약 확인	화물관리자
	화물 선적계획 수립	화물관리자
	화물 적재 및 분배(중량화물, 위험화물 등)	화물관리자
	화물 적재 및 분배	화물관리자
	필요한 평형수 계산 및 분배(연료 소모량 고려)	화물관리자
	평형수 계획 확인 및 승인	화물관리자
화물 선적	화물 적재를 위한 선박 준비(화물창 준비, 해치 개폐)	선원
	화물 선적	터미널담당자
	화물 이동 및 파손에 대비한 화물 고정 계획·감독	화물관리자
	화물 고박	터미널담당자
	흘수, 트림, 선박 강도 및 복원성 계산/평가	화물관리자
	선박 평형수 작동	화물관리자
	화물 검수	화물관리자
	트림, 복원성, 강도 값 모니터링 및 조정	화물관리자
항해 중 화물관리	화물 고정 및 상태 확인	선원
	화물창 및 특정화물 관리	선원 화물관리자
	환기, 빌지, 빌지웰 조정	선원
화물 하역	하역 프로세스(적재 프로세스 동일)	-

자료: 저자 작성

3) 항해 및 기관운영

항해 및 기관운영의 업무는 종래의 선박에서는 선박에 승선한 선원이 담당하였으나, 대상 선박(A)에서는 원격운영센터에서 근무하는 원격운항자에게 작업이 이관되는 것으로 분석되었다. 하지만 운항방식에 따라 본선에서 직접 운영이 필요한 경우에는 업무가 본선으로 이관될 수도 있다. 승선선원의 경우 역시 마찬가지로, 운항방식에 따라 업무의 영역이 확장되거나 축소될 것이며, 기본적으로 원격운항이거나 자율운항인 경우에는 선박 관련 정보에 대한 모니터링과 관리 업무가 추가 될 것으로 분석되었다. 그리고 입출항 시의 계류작 조정이나 묘박 시 운영 등의 특수한 업무 역시 기존의 선박과 마찬가지로 재선 선원들의 업무로 분장되는 것으로 분석되었다.

〈표 2-15〉 원격운항선박에서의 항해 및 기관운영 업무 변화

구분	주요 업무 및 기능	관계자
항해준비 및 출항	선박 계획 수신(항차지시서)	원격운항자
	항로 정보 확인	원격운항자
	기항지 정보 확인(항만 등)	원격운항자
	도선사, 터미널 및 기타 항만 시설 협조 및 준비	원격운항자
	연료, 윤활유, 선용품, 예비품 요청	원격운항자
	연료, 윤활유, 선용품, 예비품 수급	선사
	출항 허가 요청	선사
	보안점검_승선자 전원	선원
	VTS 및 도선사 협조	원격운항자
	출항허가	항만
	도선사 승선	도선사
	VTS 출항관리	VTS
	Disconnect all(gangway, power, supplies)	선원
	선박 감항상태 확인 (항해시스템, 선박제어시스템, 수밀 장치 등)	원격운항자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
연안항해 (출항)	출항 및 출항신고	원격운항자
	선박상태 확인(위치, 속도 등)	원격운항자
	항로 확인(항로계획 등)	원격운항자
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	원격운항자
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	원격운항자
	VTS, 타선과의 통신	원격운항자
대양항해	위치 확인 및 수정(레이더, GPS 등)	원격운항자
	항로 및 스피드 제어	원격운항자
	항로계획 유지(waypoints)	원격운항자
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	원격운항자
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	원격운항자
	VTS, 타선과의 통신	원격운항자
	항해 또는 선박 관련 경보 관리	선원 원격운항자
연안항해 (입항)	정박 및 입항 계획 수립	원격운항자
	도선사, 터미널 및 기타 항만 시설 협조 및 준비	선사
	입항 허가 요청	선사
	VTS, 도선사 등 접안 계획	원격운항자
	항로 및 주변해역 확인(환경조건, 위험물 등)	원격운항자
	접안계획 조정	원격운항자
	VTS 및 도선사 협조	원격운항자
	해상교통 모니터링(시계, 레이더, AIS), 충돌 방지	원격운항자
	해양환경 모니터링(바람, 조류, 시정)	원격운항자
	입항허가	항만
	도선사 승선	도선사
	VTS 입항관리	VTS
입항 및 접안	부두 접안	원격운항자
	도선사 하선	도선사
	항만당국의 접안 신고	원격운항자
	모든 라인 고정 및 연결	선원
	Connect all(gangway, power, supplies)	선원
	보안조치 설정	원격운항자

구분	주요 업무 및 기능	관계자
	보안 감시 유지(선박 접근)	원격운항자
	안전 감시 유지(계류, 화재 등)	원격운항자
	비작업 선박 통제	원격운항자

자료: 저자 작성

4) 유지보수

원격운항선박에서의 유지보수 업무는 선박관리 담당의 업무로, 그 수행 절차가 달라질 것으로 분석된다. 이는 선박에 대한 기기, 선체의 유지보수와 더불어 시스템에 대한 보수업무와 복원성 및 감항성에 대한 전반적인 관리, 그리고 각종 수검과 검사등에 대한 관리까지도 포함한다. 접안 중 업무의 경우 선박이 운항하면서 발생하였던 고장이나 수리사항에 대하여 진행과 해당 항차에 계획된 PMS에 의거한 항목들에 대한 사항이 진행될 것이다. 아울러 현재 상태에 따른 점검 및 수리 조치(CBM: Condition Based Maintenance)에 따라 수행되는 항목도 있을 것이다. 그리고 앞서 말한 정기 또는 특별 입거에 대한 사항도 진행되어야 하며, 업무의 수행 주체는 SM 또는 MM이 수행하게 될 것이다. 항해 중 업무의 경우 대다수가 자동으로 기록 및 보고되겠으나 RO가 상시 모니터링하고 있는 것을 고려하여 수동으로 기록 및 요청하는 사항이 있을 것이며, 즉각적인 조치가 가능한 사항에 대해서는 RO가 조치할 것이다. 또한 예비품 및 선용품과 폐기물의 관리 및 일정계획 역시 선박관리 담당의 업무로 예상된다. 다만 선내에서 물리적으로 확인이나 정비가 필요한 긴급한 상황의 경우, 운항방식에 따른 특정 상황의 경우에는 재선 선원과 원격운항자에게 일정 부분의 업무가 부여될 것이다.

〈표 2-16〉 원격운항선박에서의 유지보수 업무 변화

구분	주요 업무 및 기능	관계자
접안 중 유지보수	선박검사 결과 확인 및 후속조치(기국검사, PSC 검사 등)	선박관리자
	주요 변경사항 확인(선박상태 및 성능 등)	선박관리자
	선박 장비 및 시스템 확인	선박관리자
	폐기물, 폐수의 배출	선박관리자
	선용품, 예비품 보급 관리	선박관리자
	점검(정비) 및 수리	선박관리자
	소프트웨어 업데이트	선박관리자
	선용품, 예비품 신청 검토 및 주문	선사
항해 중 유지보수	모든 장비 점검(계획, 예방, 예측)	선박관리자
	오작동 처리(항해장비, 통신, 센서 등)	선원
	청구 수리(easy or specific level)(교정)	선원 선박관리자
	선용품, 예비품 청구	선박관리자

자료: 저자 작성

5) 비상대응

원격운항선박에서의 실제 비상대응 업무는 선내 재선 선원의 수와 기술 발전의 개발 등 다양한 상황을 고려해야 한다. 기존 선박에서 비상상황을 통제하는 주요 역할은 선원들이 맡고 있기 때문에 자율운항선박 도입으로 인한 선원 감소 및 부재 상황과 이전에는 없던 원격운항자가 등장하기 때문에 기존과는 다른 의사소통 방법과 대응이 예상된다. 선박 운항과 관련된 비상 유형 및 위험요소의 파악과 피해 최소를 위한 비상대응은 크게 원격운항자와 재선 선원이 담당하게 될 것으로 분석되었다. 물론 현재 SOLAS, STCW 등 국내외 법규의 변화에 따라 이해관계자가 달라질 수 있을 것이나, 실제 선박 및 재선 선원의 안전과 직결된 사항으로 승선한 선원이 수행하게 될 것으로 예상된다.

〈표 2-17〉 원격운항선박에서의 비상대응 업무 변화

구분	주요 업무 및 기능	관계자
예방	위험성 평가 수행	선사
	비상계획 수립	선사
	비상대응 계획 수립 및 적용	선원
	선원 교육 및 훈련	선원
준비 및 관리	오작동 처리(항해장비, 통신, 센서 등)	선원 선박관리자
비상대응 조치 (필요시)	구조 손상, 화물장 수위, 침수 대응	선원 선박관리자
	화물창, 엔진, 거주구의 화재 대응	선원 선박관리자
	인명구조 대응	선원 선박관리자
	의료 응급상황 대응 및 대피 조치	선원 선박관리자
	보안 관련 문제 대응	선원 선박관리자
	대피 및 퇴선 대응	선원 선박관리자
	비상상황 시 헬리콥터 운영	선원 선박관리자
	수색구조 대응	선원 선박관리자
	사이버 공격 처리	선원 선박관리자
	데이터 손실 및 통신연결 문제 처리	선원 선박관리자

자료: 저자 작성

6) 종합분석

본 절에서는 해상운송 시 핵심 운항 주체인 원격운항선박을 중심으로 기존 선박에 대한 선박운용 프로세스 분석에서와 같이 총 다섯 개의 업무 시나리오에 대해 분석했다. 전체 업무 프로세스를 3단계로 분류하였으며, '1단계(In port): 운항계획 및 선적' - '2단계(Navigation): 항해' - '3단계(In port): 입항 후 하역' 프로세스에 대해 다음과 같이 단계별 종합분석을 했다. 앞서 기술한 것과 같이 RO, CM, SM이 추가됨에 따른 업무 프로세스의 변화를 도출할 수 있었다.

우선 항만 및 터미널에 접안하여 화물을 선적하는 '1단계(In port): 운항계획 및 선적 프로세스'이다. <그림 2-10> 및 <그림 2-11>에서와 같이 기존 선사 및 선박을 중심으로 수행되던 업무가 RO, CM, SM으로 이동하고, 최소한의 선원을 유지하는 대상 선박(A)의 운항상태에 따라 선원은 최소 선박상태 확인 및 비상대응 업무만을 담당한다. 이러한 변화를 고려하여 승선선원에 대한 업무 및 역할 범위의 명확화가 필요하며, 특히 선박에서의 비상대응 업무는 승선선원의 안전과 직결되는 사항으로 해당 업무를 중점적으로 수행할 필요가 있다.

다음 '2단계(Navigation): 항해 프로세스'이다. <그림 2-12> 및 <그림 2-13>에서와 같이 항해 구역에 따라 선적항 인근에서의 연안항해, 대양항해, 양하항 인근에서의 연안항해로 구분할 수 있다. 입출항 전후 연안항해 단계에서의 선박의 안전한 항해를 위한 운항준비 및 감독 업무는 대다수 선박운항 주체인 원격운항자(RO)로 이동할 것으로 예상된다. 이에 따라 안전한 선박 입출항 및 통항을 위한 항만당국, 도선사, VTS, 타선 통신 관련 업무도 RO가 수행한다. 또한 CM과 SM이 별도로 지정되어 있어 일부 원격 유지보수 및 관리·감독의 형태로 변화할 것으로 보이며, 최소한 또는 비상수리 수준에서 승선선원이 대응하는 형태가 될 것이다.

마지막으로 ‘3단계(In port): 입항 후 하역 프로세스’에서는 <그림 2-14> 및 <그림 2-15>에서와 같이 기존 선박에서 수행하던 업무가 RO, CM, SM으로 이동하게 된다. 특히 선박 항해 중에 선박 및 화물에 대해 원격관리가 되기 때문에 이 단계에서 더 많은 감수 업무 및 유지보수가 이루어질 것이며, 해당 항차에 대한 정리 업무와 함께 다음 항차를 위한 준비로 세밀한 업무체계가 필요한 단계인 것으로 평가된다.

〈그림 2-10〉 원격운항선박의 1단계(In port) 업무 변화(1)



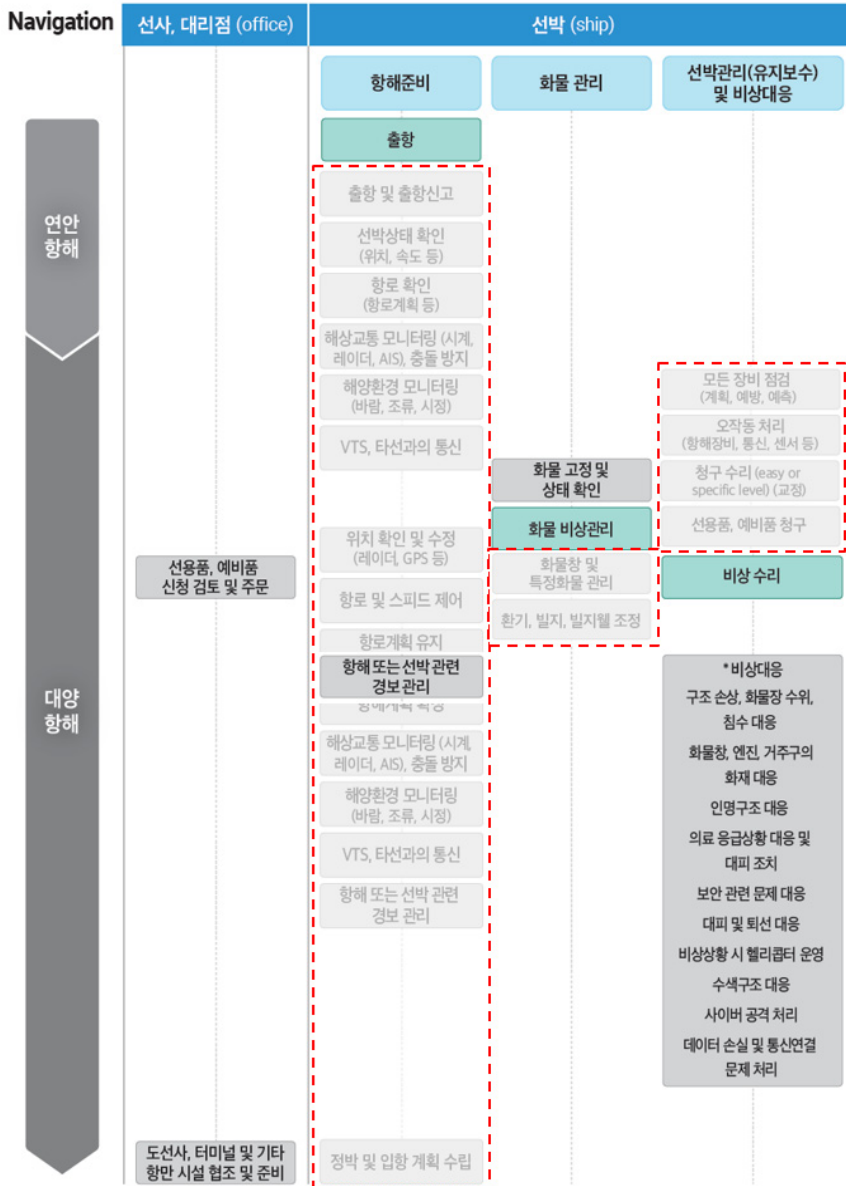
자료: 저자 작성

〈그림 2-11〉 원격운항선박의 1단계(In port) 업무 변화(2)

원격운항자	화물관리사	선박 관리(유지보수)	기타 관계자(항만, VTS 등)
비상대응 계획 수립 및 적용 선원 교육 및 훈련 선박 계획 통보 (항차지시서) 모든 항해 데이터 수집 및 서류 준비 항로 설계 (Passage Planning) 항로 정보 확인 기항지 정보 확인(항만 등) 항해계획 확정 연료, 운할유, 선용품, 예비품 요청 및 준비 선박 평형수 작동 트림, 복원성, 강도 값 모니터링 및 조정 VTS, 도선사 등 이안 계획 선박 감항상태 확인 (항해시스템, 선박제어시스템, 수일 장치 등)	용선계약 확인 화물 선적계획 수립 적재 화물 특성 확인 (위험화물, 중량화물 등) 화물 적재 및 분배 선박 선적준비 검토 화물 고박 계획/감독 화물 검수	선박검사결과 확인 및 후속조치 (기국검사, PSC 검사 등) 주요 변경사항 확인 (선박 상태 및 성능 등) 선박 장비 및 시스템 확인 필요한 평형수 계산 및 분배 (연료 및 소모품 소모량 고려) 평형수 계획 확인 및 승인 흡수, 트림, 선박 강도 및 복원성 계산/평가	화물 선적 화물 고박 출항허가 도선사 승선

자료: 저자 작성

〈그림 2-12〉 원격운항선박의 2단계(Navigation) 업무 변화(1)



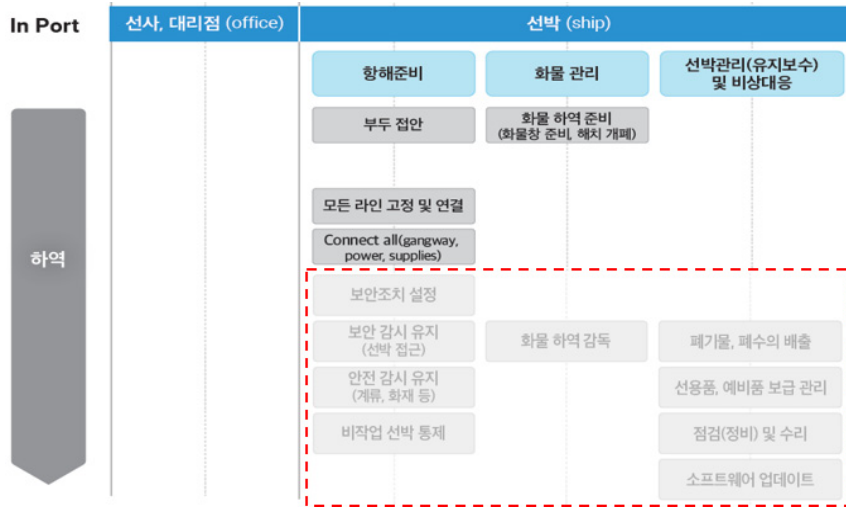
자료: 저자 작성

〈그림 2-13〉 원격운항선박의 2단계(Navigation) 업무 변화(2)

원격운항자	화물관리사	선박 관리(유지보수)	기타 관계자(항만, VTS 등)
출항신고 선박상태 확인 (위치, 속도 등) 항로 확인 (항로계획 등) 해상교통 모니터링 (시계, 레이더, AIS), 충돌 방지 해양환경 모니터링 (바람, 조류, 시정) VTS, 타선과의 통신 항로계획 유지 (waypoints) 해상교통 모니터링 (시계, 레이더, AIS), 충돌 방지 해양환경 모니터링 (바람, 조류, 시정) VTS, 타선과의 통신 항해 또는 선박 관련 경보 관리 오작동 처리 (항해장비, 통신, 센서 등) * 비상대응 구조 손상, 화물장 수위 침수 대응 화물창, 엔진, 거주구의 화재 대응 인명구조 대응 의료 응급상황 대응 및 대피 조치 보안 관련 문제 대응 대피 및 퇴선 대응 비상상황 시 헬리콥터 운영 수색구조 대응 사이버 공격 처리 데이터 손실 및 통신연결 문제 처리 정박 및 입항 계획 수립	화물창 및 특정화물 관리 환기, 발지, 발지벨 조정	원격 유지보수 선용품, 예비품 청구	VTS 출항관리 도선사 하선

자료: 저자 작성

〈그림 2-14〉 원격운항선박의 3단계(In port) 업무 변화(1)



자료: 저자 작성

〈그림 2-15〉 원격운항선박의 3단계(In port) 업무 변화(2)



자료: 저자 작성

제4절 원격운항을 위한 제도 개선 필요성 검토

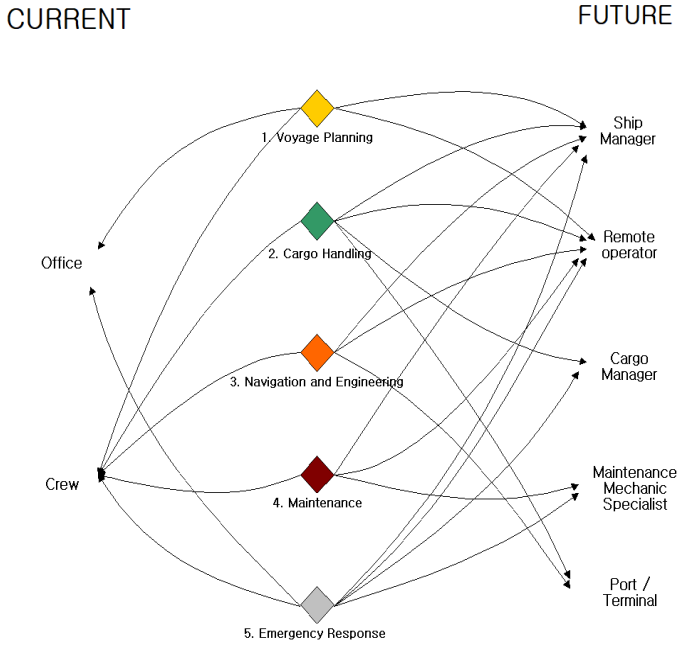
해상운송에 있어 안전한 선박운용 및 화물 운송을 목적으로 다양한 이해관계자가 있으며, 본 장에서 분석한 선박운용 프로세스에서와 같이 실제로 선박에 승선하는 선원의 경우 항해업무만 수행하는 것이 아니라 화물관리, 비상대응 등 다양한 업무를 수행하고 있는 것을 확인할 수 있다.

선박 운항방식의 다양화는 기존 업무가 증가 또는 감소하는 형태가 아닌 새로운 이해관계자의 등장과 함께 주요 기술 및 장비의 고도화를 기반으로 전문성을 가져야 하는 영역으로 확장되는 형태라고 평가할 수 있다. 스와슨(Swason R. A.)과 홀튼(Holton E. F.)은 전문성을 인간 활동의 특정 영역에서 달성할 수 있는 최적의 수행 수준 또는 기대되는 결과로 정의했다.³³⁾ 즉, 해상운송에 있어 원격운항, 자율운항 등 선박 운항방식의 다양화로 안전하고 효율적인 선박운용이라는 공통된 목표하에 개별 업무에 대해 전문화하는 과정이며, 분야별 전문가가 선박운용의 다양한 요소에 대해 책임 및 의무를 지는 것이 더 적절할 것이다.

선박운용 방식의 변화 등을 고려하여 미래 선박운항 프로세스를 비교·분석한 결과, <그림 2-16>과 같이 주요 기능 및 흐름 변화를 단순하게 표현하면 다음과 같은 것으로 예상할 수 있다. 선박운항 기술의 첨단화 및 다양화는 전통적으로 선원들이 수행하던 업무가 새로운 직무의 등장으로 더욱 전문화된 형태로 전문인력(RO, SM, CM)에게 재분배되는 형태로, 선박운항 주체가 다변화하고 전문화되면서 이에 대한 새로운 업무, 기능, 자격요건 등에 관한 변화가 필요할 것으로 예상된다. 이러한 변화는 앞서 살펴본 선박운용 프로세스 변화 분석 결과에서도 확연히 나타난다.

33) Swanson & Holton(2001)

〈그림 2-16〉 선박 운항체계의 변화 예상도



자료: PARK & KIM(2023), p. 274.

이와 함께 새로운 기술 및 설비에 대한 적용 및 활용을 위한 변화가 예상된다. 원격운항 또는 자율운항 등의 신기술에 대한 검증 체계와 함께 모든 선박의 안전운항을 위한 공통된 기준이 마련되어야 할 것이다. 또한 해상 운송 프로세스 전반에 있어 미래 선박의 도입은 선박, 항만, 관계기관 등 다양한 이해관계자 간의 연결성과 함께 통신, 시설 인프라 등을 종합적으로 고려해야 할 것이다. 선박의 안전한 운용을 위해 선박, 원격운항센터, 선사 및 선박 관리 등에 관한 일련의 과정을 수행하고, 효율적인 양하역 업무를 수행하기 위해 선박, 화물관리, 항만운영 등의 의사결정까지 종합적으로 고려되어야 할 것이다.

이처럼 선박의 원격운항을 위한 운항체계의 변화는 <표 2-18>과 같이 선박 설비, 안전관리, 운용인력 등과 관련하여 네 개 항목으로 재정리할 수 있으며, 이를 기반으로 국내 제도적 한계를 검토했다.

<표 2-18> 원격운항을 위한 제도 개선요소

No	항목	분류	내용
1	선박 운항방식의 다양화	선박설비 안전관리	• 용어(개념) 및 적용대상 추가 • 원격운항 또는 자율운항 기술 설비 도입·적용 • 모든 선박의 안전을 위한 항법기준 검토
2	새로운 기술의 적용 및 검증	선박설비 안전관리 운용인력	• 안전설비 및 인프라 요건 개발(최소) • 새로운 선박의 안전한 운항 관리체계 개발 • 기술 성숙도를 고려한 실증 및 시범운항 시행
3	선박운항 주체의 다변화 및 전문화	선박설비 안전관리 운용인력	• 용어(개념) 및 적용대상 추가 • 새로운 주체의 역할 및 기능 정립 • 승무 및 자격요건, 근로형태 재정립 • 新업종, 종사자 대상 관리제도(교육, 훈련 등) • 책임 및 보상 기준 정립
4	선박운송 체계의 연결성	선박설비 안전관리	• 다양한 이해관계자와의 연결성 검토 • 통신 인프라 등 해상운송을 위한 네트워크 거버넌스 구축

자료: 저자 작성

03

국외 법제도 동향

본 장에서는 미래 선박 운항환경의 변화를 고려한 국외 법제도 동향을 조사한다. 선박의 원격운항에 관한 주요 국제기구(IMO)의 중장기 작업계획과 함께 주요 국가별 법제도 현황을 비교·분석한다.

제1절 국제해사기구(IMO) 규제 개발 동향

IMO는 자율운항선박 도입 및 안전한 운용을 위한 준비 필요성을 인식하고 2018년부터 현행 규정에 대한 검토를 진행하였으며, 그 결과 자율운항선박의 안전한 운용을 위한 새로운 기술 기준인 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발 작업 중이다. 현재 MSC를 비롯하여 법률위원회(LEG), 간소화위원회(FAL) 등 IMO 내 관련 회의체에서 자율운항선박 코드 개발 및 채택을 위한 논의 중이며, 공동작업반(JWG), 회기간작업반(ISWG), 실무작업반(CG) 등을 통해 코드의 실질적인 기준 개발 작업이 진행되고 있다. 이 코드에서는 자율운항선박(MASS) 정의와 함께 신기술 도입에 따른 선박의 운항 방식 변화 등 다양한 이슈를 포함하고 있다.

1. 자율운항선박 코드(MASS Code) 개요

이 코드는 원격제어 및 자율운항의 주요 기능을 위한 국제적 규제 체계를 제공하고 안전하고 보안성을 가지며, 환경적인 MASS 운항을 보장하기 위한 목적이다. 현재 자율운항선박의 정의 및 개념은 다양하나 코드 초안에 따르면 ‘인간 개입에 관계없이 독립적으로 다양한 방식(수준)으로 운항될 수 있는 선박’으로 정의한다. 자율화 및 지능화 기술, 육상 대응·제어 기술, 선내 데이터 네트워크, 통신 기술 등의 핵심기술을 포함하고 있으며, 자율화 및 지능화 기술 등에 따라 운항방식을 구분하도록 하고 있다.

자율운항선박 코드는 총 세 개의 파트로 구성되며, 주요 내용은 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> IMO MASS Code의 구성 및 주요 내용

구성	주요 내용	세부 내용
Part 1	- 코드의 목적 및 정의 등의 개요 - 적용 범위 및 적용 원칙 등의 기본사항	코드의 목적 및 용어 정의
Part 2	- 자율운항선박과 주요 기능의 원칙 설계 - 운용환경, 인적요소의 기능과 역할	- 인증 및 승인 절차 등 - 자율 및 원격운항선박의 기능 및 운용개념 (ConOps) - 안전운용 및 관리 기준 - 승선 혹은 비승선한 인력에 대한 역할과 자격 요건 등
Part 3	주요 기술별 목표 및 기능요건	주요 15개 기술의 목표, 기능요건(항해, 원격운항, 비상대응 등)

자료: IMO(2024)의 자료를 저자가 번역하여 재정리

제1편(Part 1)은 자율운항선박 코드의 목적, 적용 범위, 정의, 인증 및 심사 등의 기본적인 사항이 명시되어 있으며, 자율운항선박의 안전, 보안, 환경친화적인 운용을 위한 항목이다. SOLAS 제1장 대상 선박³⁴⁾ 중 원격

운항센터를 포함한 원격 또는 자율운항 기능을 갖춘 화물선이 적용대상 선박이다. 또한 원격운항센터를 포함한 자율운항선박의 승인과 인증을 위한 요건 및 절차에 관한 내용을 포함한다. 제2편(Part 2)은 자율운항선박의 주요 원칙에 대한 항목이며, 주로 운용환경과 인적요소 등 자율운항선박 운용에 직접적으로 관여할 수 있는 요소들을 포함한다. 운용 원칙과 더불어 위험식별, 시스템 설계, 소프트웨어 및 프로그램, 연결성 등과 같은 자율운항선박의 안전한 운용에 필수적인 요소를 명시한다. 또한 승선 인력과 비승선 인력의 자격과 역할과 같은 인적요소 또한 본 항목에서 규정한다. 제3편(Part 3)은 자율운항선박의 안전한 운용을 위한 기술적·기능적 요구조건에 대한 내용이다. 항해, 원격운항, 통신, 비상대응, 보안, 유지 및 보수 등과 같이 15개의 주요 기술의 필수요건에 대해 구체적으로 명시한다.

2. 원격운항 기술 개념 및 기능요건

원격운항(Remote operations)에 관한 기본 개념 및 기능에 대해서는 제2편(Part 2) 운용환경에서 규정하고 있으며, ‘선박에 승선한 사람의 간섭 없이 선박 외부에서 선박 또는 선박 내 기능을 작동하는 방식’이라 정의하고 있다. 이와 관련해서는 <표 3-2>와 같은 기본 개념을 기반으로 그 역할 및 기능을 설계한다.

34) SOLAS CHAPTER I, Regulation 1 Application. (a) Unless expressly provided otherwise, the present Regulations apply only to ships engaged on international voyages. (b) The classes of ships to which each Chapter applies are more precisely defined, and the extent of the application is shown, in each Chapter.

Regulation 3 Exceptions. (a) The present Regulations, unless expressly provided otherwise, do not apply to: (i) Ships of war and troopships. (ii) Cargo ships of less than 500 tons gross tonnage. (iii) Ships not propelled by mechanical means. (iv) Wooden ships of primitive build. (v) Pleasure yachts not engaged in trade. (vi) Fishing vessels.(자료: IMO(2024), SOLAS convention(검색일: 2024.8.12.)

〈표 3-2〉 선박의 원격운항에 관한 新개념(안)

구분	주요 내용
원격운항 (Remote operations)	• 선박에 승선한 사람의 간섭 없이 선박 외부에서 선박 또는 선박 내 기능을 작동하는 방식
MASS 비승선 인력 (MASS Remote Crew)	• 원격으로 자율운항선박 운영을 제어하거나 자율운항선박 운영에서 있어 선원에게 도움을 제공하는 원격 마스터, 원격 운영자 및 책임자
MASS 승선 인력 (MASS Onboard Crew)	• 물리적으로 자율운항선박에 승선한 선장, 기타 임원 및 운영 직원
MASS 선장 (MASS Master)	• 자율운항선박의 지휘권을 가진 사람
원격운항센터(ROC: Remote Operations Centre)	• 자율운항선박 기능의 일부 또는 전부를 운영할 수 있는 자율운항선박으로부터 멀리 떨어진 장소
원격운항자 (RO: Remote operator)	• 원격운항센터에서 자율운항선박 기능의 일부 또는 전부를 운영하기 위해 고용되거나 종사하는 자격을 갖춘 사람

주: 현재 논의 중인 내용으로 결과에 따라 변경될 수 있음
자료: IMO(2024)의 자료를 저자가 번역하여 재정리

이와 함께 원격운항의 세부 기능요건은 해당 코드 제3편(Part 3)에서 원격운항센터에서의 안전하고 효과적인 선박 운항을 보장하기 위한 요건 등을 규정하고 있다. 세부 요건에는 원격운항센터의 역할 및 조건, 원격운항자의 역할 및 업무, MASS의 운용(제어)권 전환 요건, 원격운항 소프트웨어 기능·관리 요건 등이 포함된다. 특히 원격운항을 위한 기술 및 운영 요건은 자율운항선박의 운항방식에 따라 설정되며, 선박 운항방식, 승선원 수, 원격운항선박 수 등이 고려되어야 할 것이다.

3. 안전운용 및 관리 기준

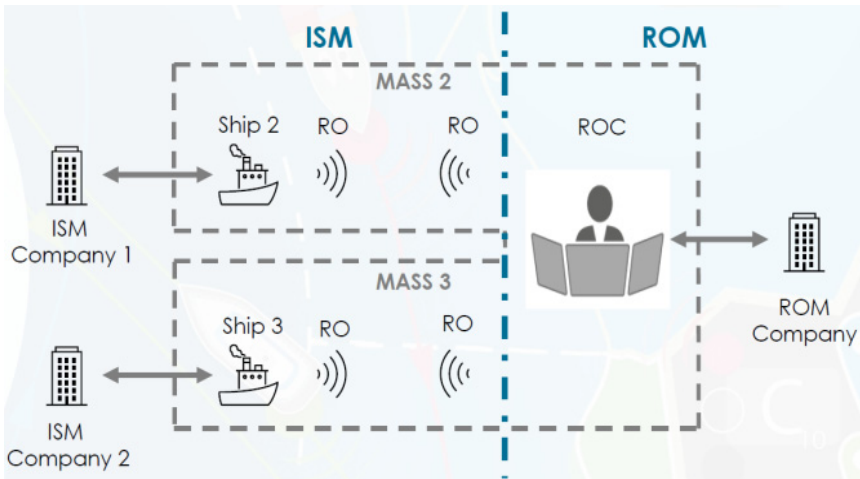
해당 코드의 제2편(Part 2)에는 안전운용 관리(Management of safe operations), 인증 및 검사(Certificate and Survey), 승인 절차 (Approval

Process) 등 원격운항 및 자율운항선박에 적용되는 기본 안전운용 원칙을 규정하고 있다. 해당 기준은 선박의 안전한 운용을 위하여 적절한 관리체계를 마련하기 위한 목적이며, 선박뿐만 아니라 원격운항센터에 대한 물리적 범위를 대상으로 한다.

이러한 원칙은 <그림 3-1>과 같이 기존 선박에 대한 SMS와 동일하게 ISM code에 따른 SMS를 마련하도록 하고 있으며, 안전운용 절차, 계획 및 지침을 수립하도록 하고 있다. 다만, 원격운항센터의 경우 기존 선박 또는 회사의 절차 및 계획과는 차이가 있을 수 있으며, ISM 체계하에 원격운항시스템 및 관련 시설에 대한 안전관리가 이루어질 수 있도록 별도의 기준이 마련될 필요가 있다.

현재 IMO에서는 세부적인 안전관리 요건, 절차, 기준 등 개발 작업이 진행되고 있으며, 향후 원격운항시스템 및 관련 시설에 대한 인증·검사 기준 및 증서발급 등이 구체화될 것으로 예상된다.

<그림 3-1> 원격운항 관리제도의 개념도



자료: IMO(2023b), p. 20.

제2절 주요 국가 법제도 현황

1. 영국

IMO에서 자율운항선박의 개발과 도입이 진행되고 있는 상황에서 영국은 자국의 산업을 지원하고 활성화하기 위한 국내 제도 개정의 중요성을 인지했다. 이에 따라 영국은 자율운항선박과 관련한 기술 개발 연구와 함께 법제도 및 정책 개발이 활발히 진행 중이다.

영국은 자율운항선박(MASS)의 개발 및 안전한 운항과 관련한 구체적인 법적 규제를 마련하기 위한 목적으로 기본법을 개정하기 위해 노력하고 있다. 기본법의 최소한의 개정만으로 기존의 권한을 침해하지 않는 방법을 고려했으며 개정 과정은 다음과 같은 원칙을 기반으로 수행했다. ① MASS에 적용 가능한 기존의 규정은 그대로 적용될 것이며, ② 모든 새로운 법률 내용은 규모와 정도에 관계없이 영국 상선법의 적용을 받는 상업적으로 운항 중인 선박에 적용될 것이다. 또한, ③ 새로운 법안으로 인하여 기존 선박에 대한 규제 및 요구조건이 의도치 않게 변경되지 않아야 한다.

기본법의 개정 시 기본법의 적용 범위는 모든 크기의 MASS, 원격운항센터, 자율 및 원격제어에 사용되는 소프트웨어, 항만과 항구에서의 MASS 운항으로 확대될 예정될 예정이며, 영국 상선법의 집행 권한이 MASS 및 원격운항센터를 포함하도록 확대될 것이다. MASS 및 원격운항센터 인력에 대한 자격 및 교육의 권한이 부여될 예정이며, 위의 모든 내용과 더불어 보다 세부적인 요건은 보조 법규에 규정토록 한다.

영국은 기본법 개정 과정에서 다음 두 가지 사항을 추구한다. ① 원격운항자는 선원으로 간주하지 않는다. 원격운항자는 선박에 승선하지 않고 기

존 선원의 능력과는 별개로 원격제어에 필요한 교육 및 인증이 필요하며, 육상에서 근무한다는 차이점 등의 이유 때문이다. ② 영국 국적 MASS를 제어하는 원격운항센터와 영국 해역을 항해하는 MASS의 법적 관할권을 보장한다. 이는 영국 국적의 MASS를 필요한 법적 체계에서 보호하고 원격 운항자 등 인력을 영국의 기본법 안에서 보호하기 위함이다.

영국은 원격선장(Remote Master), 원격운항자, MASS 승무원, 원격운항센터에 대한 입장을 IMO의 작업반 회의에서 지속적으로 주장하고 있으며, 동시에 기본법의 개정과 MASS의 실증 및 개발에 관한 연구도 이어가고 있다.

1) Marine Guidance Notes(MGNs, 해양지침서)

영국 정부는 영국의 해양경비청(MCA: Maritime & Coastguard Agency)을 통해 2022년 3월 「해양지침서-664: 혁신 기술을 사용하는 선박에 대한 인증 절차」의 초안을 발표하고, 2023년 9월 해양지침서 664에 대한 수정안을 발표했다. 해양지침서-664는 혁신 기술을 사용하는 선박의 인증 절차와 함께 선주가 자율운항선박 평가를 위해 제출해야 하는 서류 요건 등이 포함되어 있다.

(1) 목적 및 개요

영국 해역에서 운항하고자 하는 MASS 선박은 국내 및 국제 해양 안전 요건에 대한 면제 또는 동등성 조건을 영국 해양경비청으로부터 획득해야 한다. 이러한 절차는 MASS가 최소한 현재 운항 중인 현존선만큼의 안전이 확보되어 있다는 것을 입증한다.

이러한 입증방식은 해양지침서 644에 의거하며, 이 지침서는 MASS의 입장에서 새로운 형태의 혁신 기술 즉, 현재 영국의 해양경비청에서 인정하는 규정 및 코드에 포함되지 않지만, 환경, 안전, 보안 등과 관련한 새로운 기술 및 기능과 새로운 기능을 위해 변경되는 기술에 대해 최소한의 안전성을 확보하고자 하는 데에 그 의도가 있다. 따라서 해양지침서 644는 규정에서 다루지 않는 새로운 형태의 기술에 대한 안전성 확보와 더불어 MSC1./Circ.1455(선박 대체물 및 동등성에 관한 승인 가이드라인)의 문서를 보완하는 형태의 검사 및 인증 프로세스를 지원한다.

(2) 인증 절차

결론적으로 새로운 형태의 혁신 기술을 채택하고자 하는 선박의 선주 및 선사는 해양경비청에 신고 및 승인을 받아야 한다. 기본적으로 ISM Code을 준수해야 하나, 의무화되어 있지 않은 선박은 국제안전관리규약에서 위험 발생과 관련한 상당 부분이 해양지침서에 포함되어 있으므로 자발적인 규약 준수를 권고한다. <표 3-3>은 혁신 기술을 승인받고자 하는 선사 측과 해양경비청의 승인 프로세스를 가시화한 자료이다.

〈표 3-3〉 해양지침서 664 인증 절차

Applicant activities	MCA activities
1 - Early Engagement	
a) Provide design and concept of operations documents. b) Share high-level Hazard Log. c) Confirm intention to start the certification.	a) Preview the information and confirm the innovative aspects. b) Discuss other stakeholders' involvement (e.g., local authority, class societies, RO's).
<i>Early engagement process is conducted in line with established MCA requirements. Applicants should contact their local Marine Office locations and contact details available on .gov.uk https://www.gov.uk/government/publications/locations-of-mca-marine-offices).</i>	
<i>During the early engagement meeting, the MCA will identify with the applicant the Innovative Technology items.</i>	
2 - Preliminary Stage	
Initial Meeting a) Provide preliminary details of requirements and design documentation. b) Complete MCA forms and create the Action Register and Hazard Log*.	Initial Meeting a) Discussion of requirements including roles and responsibilities. b) Advise potential Certification route. c) MSF 1261 discussion. d) Fees.
Approval Basis (preliminary) a) Submit preliminary documentation: Regulatory Gap Analysis, Design Documents**, Approval Basis. b) Submit MSF1261(s).	Approval Basis (preliminary) a) Review the Regulatory Gap Analysis and preliminary documentation. b) Agree the preliminary Approval Basis. c) Provide Project Specific Authorisation to RO (where appointed). d) Initial review of MSF1261(s). e) Quality Assurance (as applicable).
Activity and Reporting a) Submit the activity report.	Activity and Reporting a) Review the activity report. b) Quality Assurance (as applicable). c) Preliminary feedback as applicable.
<i>* Hazard log is the high-level hazard log from stage 1 log with more detail.</i> <i>** Design Documents are any documents providing details on the design and use of the Innovative Technology. The type of documentation will depend by the application and will be discussed at the Early Engagement and Initial Meeting (e.g., CONOPS of autonomous vessels, Operational Profile for emission reduction projects).</i>	
3 – Design Assessment	
Approval Basis (Design Assessment) a) Submit revised documentation (as applicable).	Approval Basis (Design Assessment) a) Review revised documentation. b) Quality Assurance.
Activity and Reporting a) Submit the Summary of safety, environmental and security Justifications and related evidence (e.g., reports, drawings). b) Submit Compliance Documentation: collection of the evidence generated: e.g., design documents, reports of individual activities, etc. c) Submit in-service documentation.	Activity and Reporting a) Review and agree the Summary of Justifications and related evidence (e.g., reports, drawings). b) Review in-service documentation. c) Quality Assurance.
Initial Survey and Certification a) Assist the initial survey of the vessel.	Initial Survey and Certification a) Complete the initial survey of the vessel. b) Complete MSF1261(s). c) Quality Assurance. d) Issue agreement or documentation.
4 – Operation*	
a) Operate in accordance with operating requirements, certificate conditions, and any applicable Safety Management System (SMS). b) Continuous review/learning to ensure identified risks etc. remain extant. c) Modifications, alterations, or other conditions reviewed during service and notified to MCA of changes. Amended in accordance with set agreed procedure.	a) In-service survey & inspection of the vessel as for certification. b) Review and re-consider through life amendments where identified, in line with updated regulation/guidance/Codes.

자료: MCA(2022), p. 5.

인증 절차는 ‘① 승인 신청 ② 예비 절차 ③ 설계 평가 ④ 적용’ 4단계로 구분할 수 있다. ‘① 승인 신청’ 단계에서는 승인받고자 하는 혁신 기술에 대한 설계의 기본적인 개념을 검토한다. 이때 혁신 기술에 대한 기초적인 위험성을 검토하고 해양경비청에서 요구하는 사항을 보완해야 한다. ‘② 예비 절차’의 단계에서는 전 단계에서 제출 및 보완한 사항에 대한 심층적인 진단이 이루어진다. 혁신 기술로부터 발생할 수 있는 고위험 요소를 탐색하고 혁신 기술에 대한 개념을 구체화한다. ‘③ 설계 평가’에서는 전 단계에서 개정된 혁신 기술 개념을 검토하고 승인기관은 기술에 대한 품질 개선 및 보증 절차를 수행한다. 또한 혁신 기술에 대한 안전성, 환경적 측면에 대한 검토가 이루어지며, 이 절차가 완료됨과 동시에 혁신 기술 승인에 대한 초기 절차도 마무리된다. ‘④ 적용’의 단계에서는 운항 요구사항, 인증서의 조건, 안전 운항시스템에 의거하여 운항된다. 이때 새로이 식별될 수 있는 위험에 대해 지속적인 인지 작업과 검토 절차가 이루어진다.

(3) 혁신 기술 승인 신청

혁신 기술의 인증을 위한 문서는 <표 3-4>와 같다. 혁신 기술을 승인 받고자 하는 기술과 선박의 상황과 조건에 따라 문서에 포함되어야 하는 내용이 상이하므로 해양지침서-664에서는 기본적인 내용만을 제시하고 있다. 따라서 선박의 상황 및 조건에 따라 해당 내용이 삭제, 추가 및 수정될 수 있다. 혁신 기술 승인 요청 문서는 기본적으로 MSC.1/Circ.1455의 내용인 대체물 및 동등성 조건을 성립하여야 하고, ‘혁신 기술이 선박 적용 시 안전한지’ 여부를 확인하는 안전성 확보의 성격을 가진다.

〈표 3-4〉 해양지침서-664의 혁신 기술 승인 요청 문서

항목	기술 내용
설계 설명	• 선박 개요(선종, 선체 정보, 톤수, 선속 등) • 운항 지역(항해 해역의 범위 등) • 운항 제한사항 • 시스템의 정의 및 한계 • 기존 시스템과 혁신 기술과의 상호 작용 가능성
도면	• 선박의 일반적인 배치 • 시스템 메커니즘 및 하위 시스템과의 관계도
규정, 지침, 표준 등	• 혁신 기술과 연관된 규정, 지침, 표준
위험 기록(Hazard log)	• 위험이 식별된 모든 원인, 위험, 사고, 통제의 기록
조치사항	• 승인 신청자와 해양경비청이 합의한 조치사항(위험관련 권장사항 등)
규제 격차 분석	• 혁신 기술과 관련한 규정이 없거나 기존의 규정을 적용할 수 없는 경우 그 기술에 대한 대체물 및 동등성 표준에 대한 설명
승인 기준	• 선박/시스템이 승인을 받기 위해 충족되어야 하는 정당성을 포함한 일련의 요구사항 • 규제 격차 분석의 결과를 토대로 안정성을 달성하기 위한 요구사항 • 위와 관련한 적절한 조치 및 승인 기준
조치/규정 준수 보고서	• 혁신 기술 승인을 위해 이행한 조치 및 규정 준수의 사항

자료: MCA(2022), p. 6 기반으로 저자가 번역하여 재정리

2) 작업선 코드(Workboat Code)

영국은 MARLab에서 수행한 규제 검토를 반영하여 2023년 11월에 최종적으로 영국의 작업선 코드가 개정했다. 코드의 소재목은 소형 작업선 및 도선선의 안전-실천 강령이며, 대상 선박은 해상에서 운항하는 작업선과 화물 또는 12명 이하의 승객을 태우고 운항하는 도선 선박으로 영국 국

적의 선박과 영국 해역을 항해하는 타국 선박이 해당한다. 원격운항 작업선에 대한 규제를 추가하기 위해 기존의 작업선 코드에 새로운 부록이 추가되었다.

작업선 코드의 부록에서는 작업선으로서 운항하는 ROUV(Remotely Operated Unmanned Vessels)에 필요한 규제 및 실천 강령을 제시한다. ROUV는 사람이 승선하지 않고 선박과 멀리 떨어진 곳에서 원격으로 운항하는 선박으로 정의된다. 따라서 완전 자율운항선박이나 선원을 비롯해 어떠한 인원을 태우고 있는 원격조종 선박과 원격조종 무인 잠수정은 해당하지 않는다. 작업선으로서 ROUV는 ROUV 관련 부속서(Annex 2: Remotely Operated Unmanned Vessel)의 내용과 더불어 작업선 코드 본문 조항에 명시된 요건을 충족해야 하며 자율운항 기술이나 시스템이 탑재되어 있으나 작업선 코드의 대상 선박이 아니거나 충족하지 못하는 경우 해양지침서 644에 명시된 절차에 따라 승인을 받아야 한다.

작업선 코드 부속서에는 현존선과 비교하여 ROUV에 추가로 요구되는 사항과, 현존선에는 필요할 수 있는 사항이지만 ROUV에는 제한되어야 하는 사항이 기술되었다. 작업선 코드에서 요구되는 사항은 일곱 개로 분류할 수 있으며 개략적인 내용은 <표 3-5>와 같다.

〈표 3-5〉 해양지침서-664의 작업선 요구사항

조항	주요 내용
일반적인 사항	• 작업선으로서 ROUV의 제한사항 • 현존선과 비교하여 추가로 필요한 사항
빌지 관리 및 화재 시스템	• 빌지 배출의 자동화 시스템과 관련된 설비사항 • 화재 발생 시 자동 대응 메커니즘 구축 및 적절한 자동 소화 시스템 • 화재 발생 시 원격조종 개소와의 연결성 확보
연결성, 출항 전 점검사항 및 조난 대응	• 원격조종센터와 ROUV와의 보조 통신 시스템 구축 등 무선 통신 장비 요구 사항 • 추진 및 조항, 전력, 통신, 제어 등 출항 전 점검사항 명시 • 조난 시 해안경비대로의 신속한 정보전달, 조난 시 위치 정보를 얻을 수 있는 시스템 구축
항해 및 정박 장비	• 무인선박의 안전한 항해 및 정박을 위한 사항 • 선박의 조항 및 제어를 위한 시스템 및 모니터링 장비 구축 • 국제해상충돌예방규칙(COLREG)과 관련한 해상 충돌예방 규정 • AIS³⁵⁾ 송수신기 설치 및 성능 보장에 관한 사항
직원 건강, 안전 및 의료	• ROUV의 운항, 유지보수와 관련된 모든 인력에 대한 의료 및 안전 요구사항 • 상선 및 어업 선박(작업장 건강 및 안전) 규정(1997)에 따라 규제
원격제어	• 원격조종 무인선박의 안전한 운항을 위한 최소 요구사항 • 원격제어 센터의 인력배치에 대한 최소 요구조건 • 원격운항자의 책임에 관한 사항
안전관리 및 비상 대응	• ROUV와 원격제어 센터와의 연결성 확보 및 혼선 방지에 대한 대책 마련, 각 시스템 및 장치 간의 연결에 대한 인증 • 사이버보안 조치 및 대응, 비상대응을 위한 설비 및 체계 요구사항

자료: MCA(2022), p. 6 기반으로 저자가 번역하여 재정리

또한 영국의 작업선 코드 부속서에서 가장 핵심으로 판단되는 것은 원격 운항센터와 관련한 인력 및 시스템적 요구사항이다. 원격운항센터에 배치되는 인력은 원격운항자, 마스터, 엔지니어로 구분된다.

35) 선박자동식별장치(AIS: Automatic Identification System), 선박의 위치, 방향, 속도 등의 정보를 공유함

ROUV에서는 안전 무선 통신의 자격을 갖춘 최소 한 명이 선박에 승선해야 한다는 요구사항에서 면제되며, 원격운항센터에 배치되어야 한다는 사항이 추가된다. 원격운항자는 하나의 선박만을 관리해야 하며 두 척 이상의 선박을 동시에 관리할 수 없다. 또한 모든 주요 장비의 작동 및 모니터링, 선박상태 및 선박 환경 탐색, 선박과의 연결성 확보, VTS 및 해상교통 규제 준수의 임무를 지닌다. 원격운항자는 일반 선박에서 요구되는 교육 및 인증 조건을 충족해야 한다.

원격운항센터는 선박에서 수집된 데이터 즉, 정보, 카메라, 레이더 및 통신의 출력을 전달받을 수 있어야 하며 원격운항센터 내의 인원이 즉시 인지할 수 있는 시스템이 갖춰져야 한다. 또한 ROUV의 모든 장비에 대한 모니터링 시스템과 비상상황을 식별하고 표시할 수 있어야 하며 필수적으로 필요한 장비에 공급할 수 있는 비상 전원 시스템 등 비상상황 대응을 위한 적절한 대응 계획이 구축이 요구된다.

2. 러시아

러시아는 해사산업에서 자율운항선박 및 기술이 관련 산업 개발에 있어 매우 유망하고 미래에 광범위하게 사용될 것으로 예상했다. 동시에 새로운 형태의 선박 신조를 위한 기술적 발전과 더불어 법적 근거를 마련할 필요가 있다고 판단했다. 그 때문에 러시아는 국가 기술 이니셔티브의 일환으로 ‘자율 및 원격 항법 시험 프로젝트(ARNTP: Autonomous and Remote Navigation Trial Project in Russia, 이하 프로젝트)’에 착수했다. 이 프로젝트의 법적 목표는 기존 규정 및 안전 요구사항을 준수하여 현행 해양법에 자율 항해를 채택하는 법안의 개발에 있다. 프로젝트의 결과 및 시사점에 관한 정보는 제103차 MSC에 문서로서 제출됐으며,³⁶⁾ 2023년 6월,

러시아 국회(State Duma)는 자율운항선박의 정의와 전반적인 법적 필요 사항에 대한 개정사항을 채택했다. 자율운항선박의 정의와 선박 내부 및 외부의 특수인력을 포함한 승무원 구성, 선박 선장의 의무, 자율운항선박 운항 요구사항 등이 포함되어 있다.³⁷⁾

러시아의 선박은 주로 상선법(Merchant Shipping Code)과 내륙수로 운송법(Inland Water Transport Code)을 통해 규제된다. 기존의 법률에 자율운항선박 관련 규제를 포함시키기 위하여 상선법과 내륙수로운송법에 대한 개정 초안을 마련했다. 더불어 러시아는 2023년 7월, 자율운항선박 관련 제도 마련을 위하여 여러 국가 규정과 네 개의 연방법을 개정하고 러시아 연방에서 자율 항해를 규제할 수 있는 권한을 부여하는 연방법 제294호가 승인되었다. 새로이 승인된 연방법은 자율운항선박뿐만 아니라 소형 선박 및 내륙 수로 운송에 종사하는 선박에도 적용된다.³⁸⁾

자율운항선박 관련 주요 법률 개정사항은 자율운항선박의 정의, 승무원 및 승무원의 구성과 임무, 자율운항선박 관련 권한 조직, 선주의 의무, 법적 책임으로 요약할 수 있다. 우선, 러시아의 경우 자율운항선박은 부분적으로 자동화 시스템 및 프로세스가 갖춰진 반자율운항선박(Semi-autonomous) 또는 선원의 승선 여부에 따라 완전 자율운항선박(Fully-autonomous)으로 정의했다. 완전 자율운항선박은 여객 운송은 금지하며, 선박 운항 및 관리를 기록한 일지 및 자료는 전자식으로 보관하도록 규정한다. 반자율운항선박에서는 승선선원과 원격선원으로 구성하고, 완전 자율운항선박에서는 원격선장과 전문적인 요구사항을 충족하는 자율운항선박 전문 원격선원만 존재한다고 규정한다. 또한 승무 자격에 관한 규정은 원격선장의 경우엔 3,000톤 이상의 선박의 선장 또는 일등항해사 경험이

36) MSC 103/5/8

37) PortNews(검색일: 2024.2.7.)

38) Russia Federation(2023)

있고 자율운항선박 운항에 관한 적절한 교육 프로그램을 이수한 자로 규정한다.³⁹⁾ 반자율운항선박은 해상과 육상의 두 명의 선장이 있어야 하며, 선박 제어의 최종 결정권은 해상의 선장에게 주어진다. 선장을 제외한 비승선 인력의 자격요건은 러시아 당국에서 직접 개발할 예정이다. 자율운항선박을 운항할 수 있는 조직은 완전자율 또는 부분적 자율화 시스템에 관한 기술을 보유해야 하며, 러시아 선박 인증기관의 인증을 받을 수 있는 자격이 되어야 한다고 규정한다. 더불어 선박의 소유자 및 선사, 자율운항선박 관련 장비 제조업체, 소프트웨어 및 프로그램 개발자는 자율운항선박으로 인하여 발생하는 제3자 및 해양환경에 대한 피해에 대해 연대적으로 책임을 질 의무가 부여된다.

3. 일본

국제적으로 자율운항선박에 관한 관심과 기술 개발 및 실증이 진행되는 와중에 일본은 자율운항선박의 실현을 위해 최첨단 기술을 이용한 연구개발 및 실증을 추진할 필요성을 파악했고, 국토교통성의 지원 아래 자율운항선박(자동운항선) 관련 기술 개발을 적극 추진했다. 또한 국토교통성은 자율운항선박의 실용화를 위한 기술 개발과 기준·제도 검토의 큰 틀을 나타낸 로드맵을 수립했다. <그림 3-2>는 로드맵을 나타내며 ‘육상으로부터 고도의 AI 기술 등에 의한 선내 선원의 결정을 지원하는 선박’, ‘(자율화) 2단계 자율운항선박’을 목표로 2050년까지 실용화를 실현하고자 한다. 이와 더불어 자율운항선박과 관련한 여러 실증사업을 통해 얻은 데이터를 기반으로 ‘자율운항선박 안전검토 작업반’을 통해 자율운항선박 안전설계 가이드라인을 수립했다. 이를 기반으로 2023년 2월, 자율운항선박의 설계·

39) IMO(2021a), pp. 1-4.

탐재·운항 시의 안전 확보를 위한 자율운항선박에 관한 안전 가이드라인을 발표했다.

〈그림 3-2〉 일본의 자율운항선박 실용화 로드맵



자료: 일본 국토교통성(검색일: 2024.3.18.) 자료를 저자가 번역하여 재작성

자율운항선박에 관한 안전 가이드라인은 일반사항, 선박 설계, 장비 및 시스템 탑재, 선박 운항으로 구성되어 있다. 가이드라인의 모든 내용은 선박 및 주위의 안전을 확보하기 위하여 선박안전법, 해상교통안전법, 해상충돌방지법, 항해법 등 선박의 항해 및 안전에 관한 기존의 법령을 준수해야 한다고 명시하고 있다.

다만 자율운항선박과 관련한 기술은 아직 개발 단계의 기술이며, 안전한 항해를 보장하는 수준은 아니라고 판단하고, 자동화 시스템이 가지는 성능 및 사용 형태에 따라 운항설계 영역을 설정하여 범위 및 조건을 제한했다. 예를 들면, 환경조건(주간, 야간, 기상 및 해상상황, 교통 혼잡도, 통신 성능 등), 지리조건(해역의 항로 폭, 연안으로부터 거리 등), 기타조건(항해 제한 구역, 항만시설 등을 포함한 외부의 지원 가능 정도 등)에 따라 운항설계 영역을 제한할 수 있다. 더불어 리스크 평가를 통하여 자동화 시스템에 의한 예측 가능한 사고를 예방하고 발생하지 않도록 보장할 수 있다. 운항설계 영역 외에 HMI(Human Machine Interface), 기록 저장장치,

사이버보안 등의 내용으로 구성되어 있다. 특히 자율운항선박의 원격제어를 통한 항해 시 원격제어시설과 원격운항 대상 선박 간의 통신을 이용하여 제어 및 의사소통하기 때문에 통신장치의 성능을 고려한 설계가 필요하다고 판단한다. 원격제어선박과 원격제어시설 즉, 의사결정 임무에 대하여 원격제어자와 선원의 역할을 명확히 분담하고 원격제어시스템을 설계해야 한다고 명시한다. 또한 자동화 시스템 고장 등의 상황에서 선원의 원활한 대처를 위한 조치사항도 명시되어 있다. 이는 자동화 시스템의 상태가 설정된 운항설계 영역의 범위를 벗어나거나 벗어날 가능성이 식별되는 경우에 선박에 대한 사고로 이어질 수 있기 때문에 이를 최소화하기 위한 조치가 필요하다. 본 가이드라인에서는 선박에 승선한 선원이 비상상황 및 긴급 시 상시 대응할 수 있는 상황을 전제로 하기 때문에 선원이 자동화 시스템으로부터 긴급하게 의사결정 및 선박 제어 권한을 부여받을 수 있는 메커니즘이 필요하다. 따라서 선박에 승선하는 선원 개개인에 대한 역할을 명확히 설정해야 하고 자동화 시스템 설계 시 이를 고려하여 선박의 제어 권한 인계과정을 합리적으로 설계해야 한다고 명시한다.

제3절 국외 법제도 비교·분석

IMO에서는 디지털 전환에 따른 신기술 적용 선박의 안전하고 조화로운 운용을 위해 국제 규정에 대한 개선 작업 중이며, 그 일환으로 자율운항선박 코드(MASS Code) 개발 작업이 활발하게 진행 중이다. 해당 코드는 2025년 비강제코드로 채택될 예정이며, 이후 강제화를 위한 준비를 통해 2032년 1월 1일 발효될 예정이다. 현재 자율운항선박의 정의 및 개념은 다양하나 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드 초안에 따르면 ‘인간 개

입에 관계없이 독립적으로 다양한 방식(수준)으로 운항될 수 있는 선박'으로 정의하며, 운항 기술 및 형태에 따라 자동운항, 원격운항, 자율운항 등 다양한 운항방식이 적용된 선박을 포함하고 있다. 특히 선박의 적용 범위를 살펴보면 원격 또는 자율운항 기능을 갖춘 선박과 원격운항센터를 포함하는 것이 특징이다.

이러한 국제적 논의를 기반으로 영국, 러시아, 일본 등은 빠르게 국내 법제도 기반을 조성하고 있다. 영국은 2023년 11월 소형 작업선 및 도선선을 대상으로 하는 작업선 코드를 제정하였으며, 부속서(Annex 2) 상에서 원격운항작업선(무인)에 대한 요건을 세부적으로 규정하고 있으며, 기본적으로 기존 선박이 가지는 요건에 더하여 원격운항 및 무인운항의 조건을 고려하여 선박 운항 준비(점검), 통신체계, 항해 및 정박 장비, 원격제어 시스템, 안전관리, 화재 등 비상대응 체계를 추가적으로 요구하고 있다. 특히 원격운항을 위한 인력배치 요건이 가장 핵심적이며, 선박의 원격운항을 위해서는 현재 최소 승선인원 배치 조건을 면제하고, 원격운항센터에 배치하도록 하였으며, 원격운항자, 마스터, 엔지니어로 구분하여 그 역할을 정의한다. 기존 선원의 역할과 유사한 형태로 일반선박에서 요구되는 교육 및 인증 요건을 기반으로, 모든 주요 장비의 작동 및 모니터링, 선박상태 및 선박 환경 탐색, 선박과의 연결성 확보, VTS 및 해상교통 규제 준수의 임무를 수행하도록 규정하고 있다.

러시아 및 일본은 정부 중심의 대형 프로젝트를 통해 자율운항선박의 기술 개발과 함께 관련 법제도를 정비하고 있다. 러시아의 경우 주로 선박에 적용되는 상선법과 내륙수로운송법의 개정 작업을 진행했다. 가장 큰 특징은 선원의 승선 여부에 따라 반자율운항선박과 완전 자율운항선박으로 구분하며, 근무형태에 따라 승선선원과 원격선원으로 구분한다. 특히 완전 자율운항선박에서는 원격선장을 지정하고, 그 자격 요건을 3,000톤 이상의

선박의 선장 또는 일등항해사 경험이 있고 자율운항선박 운항에 관한 적절한 교육 프로그램을 이수한 자로 규정하고 있다. 즉 모든 자율운항선박에서 원격운항센터에 근무하는 원격선장 또는 비승선 인력이 지정되어야 하며, 선박의 운항, 모니터링, 관리·감독 등 그 역할을 수행하고 선박 운항에 대한 책임 의무를 지도록 규정하고 있다.

일본의 경우는 모든 선박과 동일하게 선박 및 주위의 안전을 확보하기 위하여 선박안전법, 해상교통안전법, 해상충돌방지법, 항해법 등 선박의 항해 및 안전에 관한 기존의 법령을 준수하도록 하고 있다. 다만 자율운항선박 관련 기술이 아직 개발 단계임을 고려하여 선박의 안전한 항해를 보장하기 위하여 자동화 시스템상에서 성능 및 형태에 따라 운항설계 영역을 설정하도록 하고, 원격운항 시 선박과 원격운항시설과의 통신 및 관련 장비의 성능 요건을 엄격히 규정하고 있다. 다른 국가들에 비해 자율운항 기술 및 관련 장비에 관한 규정을 명시하는 것이 특징이며, 비상상황 및 긴급상황 발생 시 선박에 승선한 선원이 대응할 수 있는 상황을 전제(반드시 선박에 선원 승선 조건임)로 하고 있다.

〈표 3-6〉 국가별 법제도 현황 비교

	근거법령	제도 정비방안	대상 및 분류	특이사항
I M O	• SOLAS 등 해상협약 • 자율운항선박 코드(MASS Code)	• 기존 협약 개정 • 기술코드 제정	• SOLAS 제1장 적용 화물선 • 운항방식 설정	• 범위: 선박+원격운항 센터
우 리 나 라	• 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률	• 진흥법 제정 • 선박안전법, 선박직원법 등 개정	• ‘부분자율’과 ‘완전자율’ 구분	• ‘무인선박 규제자유특구’ 설정 • 실증 특례 적용
영 국	• 작업선 코드	• 세부코드 개정	• 24m 미만 원격조종무인선박(ROUV)	• 최소승선인원 배치 면제 • 원격운항센터 운용 가능
러 시 아	• 상선법 • 내륙수로운송법	• 기존 규정 개정	• ‘반자율’과 ‘완전자율’ 구분 • 승선선원과 원격선원 구성	• 여객운송 금지 • 전자식 운항 기록
일 본	• 자율운항선박에 관한 안전 가이드라인	• 선박안전법, 해상교통안전법, 해상충돌방지법 등 기존 법률 적용	• 유인선박과 무인선박 구분	• 자율화 2단계자율운항 선박 목표 • 시스템별 세부 요건 규정

자료: 저자 작성

04

선박 원격운항을 위한 국내 법제도 분석

본 장에서는 미래 선박에 관한 국내 주요 정책과 함께 관련 법령 현황을 조사·분석한다. 현재 선박 기술 및 운용에 관한 국내 법제도를 대상으로 정책 매트릭스 분석기법을 활용해 선박의 원격운항을 위한 현행 제도의 한계를 검토하고, 국내 제도 개선 필요성, 핵심 개선사항, 시사점을 도출한다.

제1절 국내 법제도 현황

1. 첨단 해양모빌리티 육성전략

자율운항선박은 국제 해사 분야에 있어 대표적으로 거론되는 차세대 첨단기술이라고 할 수 있다. 2023년 11월 해양수산부는 「첨단 해양모빌리티 육성전략」을 발표하고, 이 전략을 통해 현재 해양모빌리티의 세계시장의 1% 점유율을 2027년까지 12% 달성하고자 목표를 설정했다.⁴⁰⁾

40) 해양수산부(검색일: 2024.6.10.)

첨단 해양모빌리티(Maritime Mobility)란 탈탄소·디지털 등 첨단 융·복합 기술이 적용되어 해상에서 사람·재화를 이동(수송)시키는 수단(선박 등), 해상교통환경 및 이와 관련된 서비스라 정의하며, 주요 산업은 자율운항선박, 친환경선박, 첨단 해양교통플랫폼, 해양위치·항법·시각(PNT) 정보, 첨단 선박관리 산업 등을 포함한다. 최근 친환경·자율운항선박에 대한 국제기준 강화와 함께 글로벌 시장 선점을 위한 산업 경쟁이 심화되고 있으며, 동시에 핵심기술 및 시스템 상용화를 위한 준비도 본격화되고 있는 것이 가장 큰 특징이다.

〈그림 4-1〉 ‘첨단 해양모빌리티 육성전략’의 비전 및 목표

비 전	
첨단 해양모빌리티 육성으로 2050 新해양강국 실현	
목 표	
① 해양모빌리티 시장점유율 : ('23) 1%(5조원) → ('27) 12%(71조원) 달성*	
* (우리나라/세계시장) ('23) 1.3%(5조원 / 362조원) → ('27) 12.2%(71조원 / 583조원) → ('40) 25.2%(331조원 / 1,316조원) → ('50) 32.2%(754조원 / 2,338조원)	
② 국제해운 탄소 감축('08년 대비) : ('23) 0% → ('27) 30% 저감*	
* ('23) 0% → ('27) 30% → ('30) 60% → ('40) 80% → ('50) 100% 저감(탄소중립)	
③ 자율운항선박 기술 : ('23) 원격운항·선원승선 → ('27) 원격운항·선원미승선	
* ('23) 원격운항·선원승선 → ('27) 원격운항·선원미승선 → ('50) 완전 자율운항	

자료: 해양수산부(검색일: 2024.6.10.)

2. 자율운항선박 기술 개발 등에 관한 법령

이와 함께 2024년 1월, 자율운항선박의 원활한 기술 및 기자재 개발과 안전 운항을 위한 기반 조성, 해상물류체계 구축을 통한 산업의 촉진을 위한 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률(이하 자율운항선박법)이

제정되었다.⁴¹⁾ 이 법을 통해 자율운항선박과 관련한 기술 개발, 핵심 기자재 개발, 안전한 자율운항 성능 확보를 위한 연구 및 실증이 가능하고, 향후 진행될 실험역 실증 또한 지원할 수 있게 되었다.

자율운항선박법은 자율운항선박과 관련한 기술 개발을 촉진하고 선박의 안전한 운항을 위한 기반을 조성하는 것에 목적은 둔다. 주요 내용으로는 자율운항선박의 단계별 정의, 원격운항센터 및 원격운항자, 운항해역 등의 정의를 명시하고 특히 자율운항선박을 부분 자율운항선박과 완전 자율운항선박으로 구분한다. 전자의 경우 자율운항시스템만으로 운항이 불가하여 선원의 승선이나 원격운항자의 제어가 필요한 선박을 말하고, 후자의 경우 자율운항시스템만으로 운항할 수 있는 선박을 의미한다. 그 외에 자율운항선박 개발 및 상용화 기반 조성을 위한 방안(기본계획, 현황조사, 위원회 구성 등)이 마련되어 있고, 상용화 촉진을 위한 지원(해상물류체계 구축, 재정적 지원 등)의 방안이 명시되어 있다.

우리나라는 정부뿐만 아니라 조선, 해운산업계를 중심으로 자율운항선박과 관련하여 자율 및 원격 항해 기술, 선박-육상 간 통신 시스템, 비상상황 식별 및 모니터링 시스템 등 자율운항선박 운용에 필요한 각각의 시스템별 기술 개발이 활발히 진행되고 있는 대표적인 나라 중 하나이다. 이 법이 제정되기 전, 하지만 실제 선박에 적용한 실증과정에 제도 및 법률로 인한 한계가 발생했다. 자율운항선박의 상용화 촉진을 위해서는 적절하고 안전한 기술과 시스템의 실증이 필수적인 상황이다. 현행법만으로는 자율운항선박 및 자율시스템은 선박안전법, 선박직원법 등의 해사 관련 법규를 충족할 수 없어 실증에 차질이 있는 것이 현실이었다. 때문에 자율운항선박법 제4장에 자율운항선박의 시범운항과 규제 특례의 조항을 삽입하여 현행 법상 제한되는 법적 한계를 해결하고자 했다. 제4장은 자율운항선박 및 기

41) 대한민국 정책브리핑(검색일: 2024.2.20.)

자재의 안정성 확보를 위한 평가 및 운항의 승인과 운항 책임에 관한 조항이 명시했다. 특히 일반 선박 관련 현행법규로 인하여 기술 개발과 실증의 차질을 제거하고자 관련 규제의 특례에 대한 내용을 제21조 및 제22조를 통해 명시했다. 이러한 규제 특례를 통하여 자율운항선박 기술과 핵심 기자재 개발 및 자율시스템의 실증과 운항을 통한 개발 행위가 보호받을 수 있을 것으로 기대하고 있다.

정부는 선제적이고 발 빠른 기술 개발과 자율운항선박 실증을 위해 2019년 12월부터 경남지역 연안에 ‘무인선박 규제자유특구’를 설정하여 사람이 탑승하지 않은 선박에 대해 원격조종과 자율운항의 실증을 할 수 있도록 실증 특례를 허용했다. 규제자유특구의 실질적인 특례는 선박직원법 제11조(승무기준 및 선박직원의 직무)에 대한 것이다.⁴²⁾ 실증내용은 해안정찰, 감시, 조사, 통신 등의 플랫폼 구성에 기반하여 시나리오 임무를 수행하며, 세부적으로는 목적지까지 경로 탐색, 경로 추종, 장애물 회피 기능을 실증한다. 실증은 파고 2.5m 이하에서 COLREG를 준수하여 진행되어야 하며, 실증 운영 시나리오는 <표 4-1>과 같다.

〈표 4-1〉 무인선박 규제자유특구 실증 시나리오

단계	조건	실증내용
1단계	• 직원 탑승 • 원격제어	• 이·접안, 직선, 변침, 사행, 선회, 정지 후진 등 기본 성능
2단계	• 직원 탑승	• 횡단 세 개 시나리오 및 저수심 항해 등
3단계	• 완전 무인화	• 자율운항 최종 성능 평가 • 장애물 인식, 경로점 추종, 자율운항 실증, 자동회피 등 • 플랫폼별 임무 실증

자료: 중소벤처기업부(검색일: 2024.2.20.)

42) 선박직원법 제11조에 따르면 선박소유자는 선박의 항행구역, 크기, 용도 및 추진기관과 더불어 선박 항행의 안전에 관한 사항을 고려하여 해기사를 승무시켜야 한다.

3. 선박운용 및 기술에 관한 법령

현재 선박 등 해사 분야 전반에 대해서는 선박법, 선박안전법, 해상교통안전법, 선원법, 선박직원법 등 주요 해사법을 기반으로 선박의 항해 및 선박에 승선하여 근로하는 선원에 대한 안전과 질서를 유지하고 있다.

선박안전법에는 선박검사에 관한 내용이 명시되어 있으며 선박의 원활한 운항과 안전을 위한 정기검사, 임시검사, 중간검사 등과 더불어 선박검사증서 교부 및 효력에 관한 조항이 명시되어 있다.⁴³⁾ 또한 선박의 만재할수선, 복원성 유지, 무선 설비 등과 같은 선박이 갖추어야 할 시설에 관한 조항과 안전항해에 관하여 지켜야 마땅한 내용이 명시되어 있다. 또한 선박의 승무기준 및 선박직원의 직무에 관한 조항은 선박직원법을 통해 규제하고 있다.⁴⁴⁾ 이러한 현행하는 법률로 실증이 불가능하여 실질적인 자율운항선박 기술 개발에 걸림돌이 되었다고 할 수 있다. 세부적인 해사법령 현황 및 주요 내용은 <표 4-2>와 같다.

〈표 4-2〉 선박 원격운항에 관한 주요 해사법령 현황

No	대상 법령	세부내용 및 범위
1	선박안전법	• 선박의 감항성 유지 및 안전운항에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호함을 목적으로 함 • 선박검사 및 승인, 선박 시설 기준, 안전항해를 위한 조치 등
2	해상교통안전법	• (구) 해사안전법 • 수역 안전관리, 해상교통 안전관리, 선박·사업장의 안전관리 및 선박의 항법 등 선박의 안전운항을 위한 안전관리체계에 관한 사항을 규정함으로써 선박항행과 관련된 모든 위험과 장애를 제거하고 해사안전 증진과 선박의 원활한 교통에 이바지함을 목적으로 함 • 해상교통 안전관리, 선박 및 사업장의 안전관리, 선박의 항법 등

43) 선박안전법 제2장 선박의 검사

44) 선박직원법 제3장 선박직원

No	대상 법령	세부내용 및 범위
3	선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률	• 무역항의 수상구역 등에서 선박의 입항·출항에 대한 지원과 선박운항의 안전 및 질서 유지에 필요한 사항을 규정함을 목적으로 함 • 비상조치 의무 등
4	수상에서의 수색·구조 등에 관한 법률 (수상구조법)	• 수상에서 조난된 사람, 선박, 항공기, 수상레저기구 등의 수색·구조·구난 및 보호에 필요한 사항을 규정함으로써 조난사고로부터 국민의 생명과 신체 및 재산을 보호하고 공공의 복리증진에 이바지하는 것을 목적으로 함 • 조난사실 신고 의무, 인근 선박 등의 구조의무, 조난된 선박 등의 구난작업 신고 등
5	선원법	• 선원의 직무, 복무, 근로조건의 기준, 직업안정, 복지 및 교육훈련에 관한 사항 등을 정함으로써 선내 질서를 유지하고, 선원의 기본적인 생활을 보장·향상시키며 선원의 자질 향상을 도모함을 목적으로 함 • 선장의 직무와 권한, 근로 여건 및 정원 등
6	선박직원법	• 선박직원으로서 선박에 승무할 사람의 자격을 정함으로써 선박항행의 안전을 도모함을 목적으로 함 • 해기사의 자격 및 면허, 선박직원의 직무 및 교육 등
7	자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률 (자율운항선박법)	• 자율운항선박의 기술 및 핵심기자재 개발을 촉진하고, 자율운항선박의 안전 운항을 위한 기반을 조성하며, 해상물류체계 구축을 통한 자율운항선박의 상용화를 촉진함으로써 국가 경제의 발전에 이바지함을 목적으로 함 • 자율운항선박 개발 및 상용화 촉진을 위한 지원, 자율운항선박 시범 운항 및 규제 특례 등

자료: 저자 작성

제2절 국내 원격운항 제도에 관한 정책 매트릭스 분석 —

본 절에서는 제1절에서 살펴본 국내 해사 관련 법령을 대상으로 미래 원격운항선박의 안전한 운용을 위한 현행 제도 한계점을 분석하고 제도 개선 요소를 도출하고자 한다. 본 연구에서는 정책 매트릭스 분석기법을 활용하였으며, 이는 제2장에서 도출된 선박 운항환경 변화의 분석 결과 도출된 제도 개선의 네 개 요인과 주요 일곱 개 법령 및 하위법령 등 광범위한 질적 자료들은 효과적으로 분석할 수 있도록 연구모형을 설계했다.

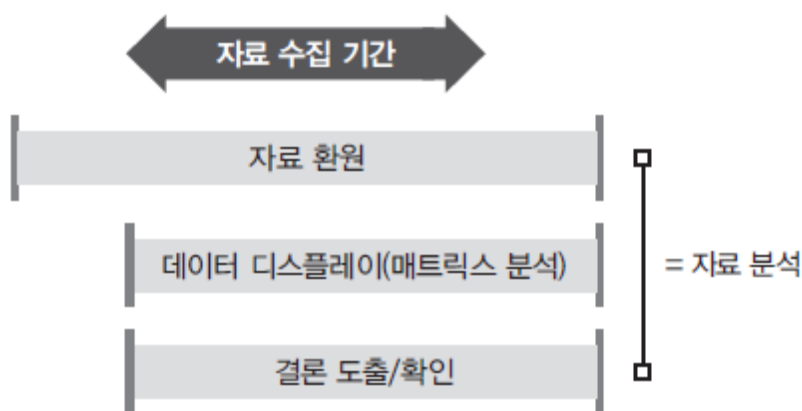
1. 분석 개요⁴⁵⁾

매트릭스(matrix)는 행과 열로 이루어진 두 목록을 교차시킴으로써 자료를 시각화하기 위한 방법론으로 수집된 자료들 간의 상호 관련성 등을 확인 할 수 있다. 이러한 매트릭스 분석법은 자료 수집과 자료 분석이 순환적으로 이루어지는 질적연구 과정에 많이 활용되며, 광범위한 질적 자료들은 효과적으로 분석할 수 있을 뿐만 아니라 그 결과를 효과적으로 이해할 수 있도록 한다. 질적 자료 분석 흐름 모델에 따르면 자료 수집 전반, 중반, 후반으로 이루어지며 자료 환원, 데이터 디스플레이, 결과 도출 및 확인 과정이 자료 분석 단계를 구성한다. 즉, 자료 수집을 하면서 그 내용을 요약·선택하고, 매트릭스의 형태로 데이터를 분석 진행하면서 부족한 자료는 다시 자료 수집 과정을 거치게 된다. 이를 통해 추가적인 자료를 수집·선택하게 되고, 잠정적인 결론을 내리다가 다시 추가적인 자료 수집 과정을 통해 데이터 디스플레이를 조정하며 결론을 도출하게 된다. 일련의 과정을 통해 질적 자료는 연구 질문에 가까운 해답을 제시하는 자료로 정선했어 가는

45) 민성은(2016)

과정이라고 할 수 있다. 다만 매트릭스 분석은 양적 연구와 같은 정형화된 매트릭스의 유형은 존재하지 않는다. 따라서 매트릭스의 행과 열은 수집된 자료의 특성과 연구 문제를 가장 잘 나타낼 수 있는 항목을 식별하고 연구자가 직접 결정하여 분석하는 것이 중요하다. 이러한 과정을 통해 단일 매트릭스, 다중 매트릭스 등 다양한 기법이 결합하여 활용되고 있다.

〈그림 4-2〉 질적 자료 분석의 흐름 모델

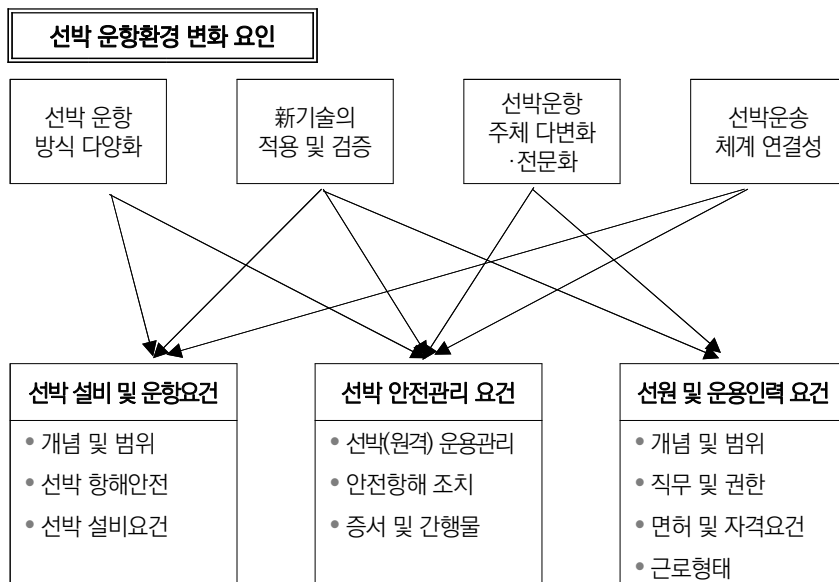


자료: 민성은(2016), p.164

2. 연구모형 구축

본 연구에서는 정책 매트릭스 분석기법을 활용하여 선박의 원격운항 제도 개선을 위한 현행 제도 한계점을 분석하고자 한다. 우선 〈그림 4-3〉과 같이 제2장에서 선박 운항환경 변화의 분석 결과 도출된 제도 개선의 네 개 요인을 기반으로, 현행 법제도에 대해 선박운용 기준을 세 개 항목으로 대분류했다. 대분류를 기반으로 세부 요건을 소분류하여 항목별 국내 제도적 한계에 대해 매트릭스 분석기법을 적용·검토했다.

〈그림 4-3〉 선박 운항환경 변화에 따른 제도한계 분석 모형 설계



자료: 저자 작성

세 개의 대분류는 〈표 4-3〉과 같이 선박 설비 및 운항요건, 선박 안전관리 요건, 선원 및 운용인력 요건으로 구분하고, 국내 주요 법령의 목적 및 세부 기준을 고려하여 분류했다. 대상 법령은 선박의 원격운항에 따른 제도 개선 검토 필요가 있는 주요 법령 일곱 개를 기반으로 대상 법률 및 하위법령으로 한다.

〈표 4-3〉 분석 대상 및 범위

분류	변화 요인	대상 법령
선박 설비 및 운항요건	• 선박 운항방식 다양화 • 새로운 기술의 적용 및 검증 • 선박운송 체계의 연결성	선박안전법
		해상교통안전법
		선박입출항법
		자율운항선박법
선박 안전관리 요건	• 선박 운항방식 다양화 • 새로운 기술의 적용 및 검증 • 선박운항 주체의 다변화 및 전문화 • 선박운송 체계의 연결성	선박안전법
		해상교통안전법
		선원법
		선박직원법
		자율운항선박법
선원 및 운용인력 요건	• 새로운 기술의 적용 및 검증 • 선박운항 주체의 다변화 및 전문화	선원법
		선박직원법
		선박안전법
		해상교통안전법
		선박입출항법
		수상구조법

자료: 저자 작성

3. 분석 결과

1) 선박 설비 및 운항요건

선박 운항 및 설비에 관한 국내 관계 법령에 대한 선박의 정의 및 적용 범위에 대한 검토가 선행되어야 한다. 기존 선박은 선원이 승선한 것을 기본 개념으로 하고 있으며, 원격운항 및 자율운항 기술의 도입에 따른 확장 범위(원격운항센터 등)를 고려해야 할 것이다. 또한 운항기술 및 형태에 따라 자동운항, 원격운항, 자율운항 등 다양한 선박 운항방식이 함께 정의될 필요가 있다. 이러한 정의를 기반으로 운항방식별 선박 및 관련 시설에 관

한 새로운 설비 기준이 마련되어야 할 것이다. 이때 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드를 기반으로 선박의 운용환경(영역) 설계조건, 주요 기술 원칙 및 기능요건 등을 포함해야 한다.

또한 실질적이고 안전한 선박 운항을 위하여 해상교통안전법 등을 기반으로 기존 선박에 적용되는 선박 항법 적용에 대한 검토가 필요하다. 기존 선박에 승선한 선원을 중심으로 규정된 기준이 미래 원격운항자 또는 기계(기술)에 동일하게 적용할 수 있는가 등의 이슈이다.

〈표 4-4〉 선박 설비 및 운항요건에 관한 주요 법령 검토사항

No	주요 법령	항목	세부규정
1	선박안전법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의)
		선박 설비	• 제26조(선박시설의 기준) • 제33조(조타실의 시야확보 등) • (신설) 자율운항선박 설비에 관한 기준
2	해상교통안전법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의) • 제3조(적용 범위)
		선박 운항	• 제24조(항행장애물의 보고 등) • 제38조(정선 등) • 제39조(술에 취한 상태에서의 조타기 조작 등 금지) • 제40조(약물복용 등의 상태에서 조타기 조작 등 금지) • 제41조(위험방지를 위한 조치) • 제5장 선박의 항법 등(제69조~제104조)
3	선박입출항법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의)
		선박 운항	• 제4조(출입신고)
4	자율운항선박법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의)
		선박 설비	• 제19조(자율운항선박 및 기자재의 안전성 평가)

자료: 저자 작성

2) 선박 안전관리 요건

새롭게 정의한 원격운항을 기반으로 ‘원격운항센터’, ‘원격운항자’의 기능 및 역할을 정립하고, 원격운항의 안전관리체제 및 운영지침이 새롭게 마련되어야 할 것이다. 기존 선박에 대한 선박의 SMS는 선박 및 선사에 관한 안전관리를 목적으로 하고 있으므로, 이를 유사한 형태로 선박, 선사, 원격운항센터 등에 대해 종합적인 관리를 위한 필수적일 것이며, 이는 현재 원격운항센터에 대한 기국 관할권 이슈 등 책임에 관한 이슈도 고려되어야 한다.

또한 원격 또는 자율운항 형태로 운항되는 선박의 등장으로 기존 선박 운항정보가 디지털화되어야 할 것이며, 이를 포함한 해양교통안전 정보의 필요성 및 중요성을 더욱 확대될 것이다. 이에 따라 선박의 무인 또는 원격 운항으로 증서 관리요건(선박 비치 의무 등) 개선과 함께 폭넓은 해상 사이버안전 체계가 함께 고려될 필요가 있다.

〈표 4-5〉 선박 안전관리에 관한 주요 법령 검토사항

No	주요 법령	항목	세부규정
1	선박안전법	증서 및 간행물 비치	• 제17조(선박검사증서등이 없는 선박의 항해금지 등) • 제32조(항해용 간행물의 비치) • 제35조(하역설비검사기록 및 비치)
2	해상교통안전법	안전관리 의무	• 제46조(선박의 안전관리체제 수립 등) • 시행규칙 제37조(안전관리체제에 포함되어야 할 사항) • 제47조(선박소유자의 안전관리책임자 선임의무 등) • 제48조(안전관리책임자 등의 업무 등) • (신설) 원격운항 관리 기준(안)

No	주요 법령	항목	세부규정
		선박 점검·감독	• 제57조(항만국통제) • 제58조(외국의 항만국통제 등) • 제60조(지도·감독) • 시행규칙 제60조(지도·감독) • 제61조(개선명령)
		안전해역 관리	• 제7조(교통안전특정해역의 설정 등) • 제8조(거대선 등의 항행안전확보 조치) • 제12조(시운전금지해역의 설정) • 제30조(항로의 지정 등)
		증서 및 간행물 비치	• 제51조(선박안전관리증서 등의 발급 등)
3	선원법	증서 및 간행물 비치	• 제20조(서류의 비치)
4	선박직원법	증서 및 간행물 비치	• 제15조(면허증 등의 비치)
5	자율운항선박법	안전해역 관리	• 제9조(자율운항선박 운항해역) • 제11조(자율운항선박 성능실증 지원)

자료: 저자 작성

3) 선원 및 운용인력 요건

선박의 첨단화 및 자동화로 선원 등 선박 운용인력에 대한 변화가 가장 두드러질 것으로 전망된다. 우선 선원법, 선박직원법, 선박안전법 등 현행 법령에서 규정하고 있는 선원 및 선장의 역할에 대한 검토가 선행되어야 하며, 미래 원격운항 또는 자율운항에서의 원격선원, 원격선장 등 승선인력 및 비승선 인력에 관한 제도 마련이 필요하다. 이때 무인 또는 원격운항방식에서 선박 안전항해 의무를 최우선으로 가지는 선장과 함께 원격운항자의 권한 및 책임이 명확히 규정되어야 한다.

또한 새롭게 등장하는 RO, CM, SM 등에 대한 역할, 자격요건, 근로형태 등 선박 운항인력에 대한 기본적인 여건 조성이 필요하다. 현행 제도는 승선선원에 관한 사항만을 규정하고 있으며, 타 국가 사례에서도 제기되고 있는 육상에서 근무하는 원격운항자 등의 지위를 고려한 제도가 마련되어야 할 것이다.

〈표 4-6〉 선원 및 운용인력에 관한 주요 법령 검토사항

No	주요 법령	항목	세부규정
1	선원법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의)
		직무 및 권한	• 제6조(지휘명령권) • 제7조(출항 전의 검사·보고의무 등) • 제8조(항로에 의한 항해) • 제9조(선장의 직접 지휘) • 제10조(재선의무) • 제16조(항해의 안전 확보)
		비상조치 의무	• 제11조(선박 위험 시의 조치) • 제12조(선박 충돌 시의 조치) • 제13조(조난 선박 등의 구조) • 제14조(기상 이상 등의 통보) • 제15조(비상배치표 및 훈련 등) • 제21조(선박 운항에 관한 보고)
		승무 및 자격요건	• 제64조(자격요건을 갖춘 선원의 승무) • 제65조(승무정원) • 시행규칙 제45조(선원의 자격요건 등에 대한 특례) • 제67조(예비원)
		근로형태	• 제60조(근로시간 및 휴식시간) • 제61조의2(실습선원의 실습시간 및 휴식시간 등) • (신설) 원격운항센터 운영 지침(안) • 제63조(안전운항을 위한 선박소유자의 의무) • 시행령 제52조의2(안전운항을 위한 선박소유자의 의무)

No	주요 법령	항목	세부규정
2	선박직원법	용어 정의 및 범위	• 제2조(정의) • 제3조(적용 범위)
		직무 및 권한	• 제11조(승무기준 및 선박직원의 직무)
		면허 및 자격요건	• 제4조(면허의 직종 및 등급) • 제5조(면허의 요건) • 제14조(해기사의 승무 범위)
3	선박안전법	직무 및 권한	• 제31조(선장의 권한) • 제35조(선박위치정보의 공개 제한 등)
4	해상교통안전법	직무 및 권한	• 제45조(선장의 권한 등)
		비상조치 의무	• 제43조(해양사고가 일어난 경우의 조치)
5	선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률	비상조치 의무	• 제39조(해양사고 등이 발생한 경우의 조치)
6	수상구조법	비상조치 의무	• 제15조(조난사실의 신고 등) • 제18조(인근 선박등의 구조지원) • 제19조(조난된 선박등의 구난작업 신고)

자료: 저자 작성

제3절 현행 제도의 한계 분석 및 개선 방향

1. 종합분석

우리나라는 친환경, 디지털 기술이 적용된 첨단 해양모빌리티의 안전한 운항과 함께 산업 활성화를 위한 기반 조성 정책을 활발히 진행 중이다. 자율운항선박과 관련하여 올해 1월 자율운항선박법을 제정하여 2025년 1월 시행을 위해 준비 중이다. 핵심 내용은 자율운항선박과 관련한 기술 개발을 촉진하고 선박의 안전한 운항을 위한 기반을 조성하는 것이며, 실질적인 자율운항선박의 도입 및 운항을 위한 준비는 선박안전법, 선원법 등 선박 관련법 재정비가 동반될 필요가 있다. 현재 초기 단계의 자율운항선박 운용 측면에서 기술 실증운항 및 상용화 기반 조성을 위한 정책 역시 필요할 것이다. 이 법에서는 자율운항선박의 단계별 정의, 원격운항센터 및 원격운항자, 운항해역 등을 명시하고 있으며, 대상 선박을 부분 자율운항선박과 완전 자율운항선박으로 구분하고 있다. 전자의 경우 자율운항시스템만으로 운항이 불가하여 선원의 승선이나 원격운항자의 제어가 필요한 선박을 말하고, 후자의 경우 자율운항시스템만으로 운항할 수 있는 선박을 의미한다. 이러한 자율등급은 특정 운항방식에 맞춰 설계된 선박의 구분이라고 할 수 있으며, 향후 선박의 운항환경, 조건 및 상황 등에 따라 자동운항, 원격운항, 자율운항 등 선박의 운항방식 또는 형태를 구분하기 위한 기준이 마련되어야 할 것이다. 이와 함께 다양한 선박 운항방식에 따른 선박 안전 및 관리체계에 대한 검토도 동반되어야 할 것이다.

또한 원격운항선박에 관한 국내 법제도 현황을 조사하고, 정책 매트릭스 분석기법을 활용해 현행 제도 한계점을 분석했다. 제2장에서 선박 운항환경 변화의 분석 결과 도출된 제도 개선의 네 개 요인을 기반으로, 현행 선

박운용 기준을 세 개 항목으로 구분했다. 매트릭스 분석의 특성을 고려하여 행과 열로 수집된 자료를 분류하고, 해당 이슈의 특성과 연구 문제를 가장 잘 나타낼 수 있는 항목을 식별할 수 있도록 구성했다.

〈표 4-7〉, 〈표 4-8〉, 〈표 4-9〉와 같이 1) 선박 설비 및 운항요건, 2) 선박 안전관리 요건, 3) 선원 및 운용인력 요건을 기준으로 주요 일곱 개 법률 및 하위법령에 대한 현황을 분석하고, 미래 선박 운항방식 변화를 고려한 법령 제·개정 검토 필요항목을 식별했다.

우선 선박 설비 및 운항요건에 관한 규정에서는 새롭게 등장하는 개념(시스템)에 대한 정의 및 적용법률에 대한 검토가 필요하였으며, 이에 대한 세부 설비 및 시설 요건 마련이 필요한 것으로 분석되었다(〈표 4-7〉 참조). 타 사례도 살펴보면 극지해역운항선박, 고속선, 부유식 해상구조물, 새로운 형식의 선박시설 기준 등이 별도의 행정규칙으로 마련하여 있으며, 해당 기준에서 시설요건, 설비 지침, 관련 증서발급 및 관리 요건 등을 구체적으로 제시하고 있다. 이와 함께 선박의 항해의무 및 항법에 관한 기준 적용에 대한 검토 필요성도 식별되었다. 기존 선박의 경우 선원이 승선하여 직접 운항하는 것을 기본 개념으로 하고 있으며, 이에 따른 선박 항해의무 및 항법 기준을 규정하고 있다. 그러나 미래에는 원격운항 및 자율운항 기술의 도입으로 기존 선교를 중심으로 선원이 수행하던 선박의 영역을 넘어 육상 또는 그 외 장소에서 다양한 방식으로 운항을 제어하는 영역까지 확대될 것이며, ‘원격운항센터’, ‘원격운항자’ 등 새롭게 확장된 영역까지 고려할 수 있는 제도 정비도 필요할 것이다.

〈표 4-7〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(1)

구분	선박 설비 및 운항요건		
	개념 및 범위	선박 항해	설비
선박 안전법	제2조	-	제26조 제33조 (신설) 원격·자율운항 설 비 기준
해상교통 안전법	제2조 제3조	제24조 제38조 제39조 제40조 제41조 제5장 선박의 항법 등 (제69조~제104조)	-
선박 입출항법	제2조	제4조	-
수상구조법	-	-	-
자율운항 선박법	제2조	-	제19조
선원법	제2조	-	-
선박 직원법	제2조 제3조	-	-

자료: 저자 작성

다음 선박 안전관리 요건에 관한 규정에서는 모든 선박의 안전한 운용을 보장하기 위한 관리체계가 마련되어야 할 것이며, 이는 기존 선박과 동일한 원칙으로 원격운항 및 자율운항 등 모든 운항방식의 선박에 적용되어야 할 것이다(〈표 4-8〉 참조). 원격운항선박 또한 기존 선박과 같이 기존 인증, 검사, 승인 절차를 기본으로, 그 외에 원격 또는 자율운항 특성을 고려한 안전관리 기준이 적용될 수 있도록 관련 제도를 정비할 필요가 있다.

특히 원격운항센터의 경우 그 특성 및 업무를 고려한 별도의 운영 및 관리 기준 마련 검토가 필요할 것이다. 이와 함께 선박 및 연관 시설의 디지털화를 고려하여 기존 증서 및 간행물 관리 방안, 사이버안전 체계 등에 대한 규정 검토도 이루어져야 할 것이다. 또한 미래 디지털 환경에서 자율운항 선박 등 신기술이 적용된 첨단선박과 함께 현존선이 공존하는 운항환경이 예상되며, 모든 선박의 안전 운항을 위하여 특정 운항해역 또는 운항금지 해역 설정 등 선박의 안전운항 해역 관리에 관한 규정에 대한 검토도 중장기적으로 필요할 것이다.

〈표 4-8〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(2)

구분	선박 안전관리 요건			
	안전관리 의무	선박 점검·감독	안전해역 관리	증서·간행물 관리
선박 안전법	-		-	제17조 제35조
해상교통 안전법	제46조 시행규칙 제37조 제47조 제48조 (신설) 원격운항 센터 운영기준	제57조 제58조 제60조 시행규칙 제60조 제61조	제7조 제8조 제12조 제30조	제51조
선박 입출항법	-		-	-
수상구조법	-		-	-
자율운항 선박법	-		제9조 제11조	-
선원법	-		-	제20조
선박 직원법	-		-	제15조

자료: 저자 작성

마지막으로 선원 및 운용인력 요건에 관한 규정에서는 선박 설비 요건에
서와 같이 새롭게 등장하는 이해관계자에 관한 정의, 역할, 직무 및 권한,
면허, 자격요건, 근로형태 등 종합적인 제도 검토와 정비가 필요했다(〈표
4-9〉 참조). 다만 국제적으로도 원격운항자 및 비승선 인력에 대한 기준이
마련되지 않은 상황에서 이에 대한 제도 검토의 한계는 있었으나, 미래 선
박 운용인력에 대한 제도 정비 요소를 식별하고, 개선 필요성에 대해서는
충분히 파악할 수 있었다.

〈표 4-9〉 원격운항 제도 개선 종합분석 결과(3)

구분	선원 및 운용인력 요건			
	직무 및 권한	비상조치 의무	면허 및 자격요건	근로형태
선박 안전법	제31조	-	-	-
해상교통 안전법	제45조	제43조	-	-
선박 입출항법	-	제39조	-	
수상구조법	-	제15조 제18조 제19조	-	-
자율운항 선박법	-	-	-	-
선원법	제6조 제9조 제10조 제15조 제16조 시행규칙 제10조	제11조 제12조 제13조 제15조 제17조 제18조	제64조 시행령 제21조 (시행규칙)	제63조 시행령 제52조의2
선박 직원법	제11조	-	제4조	-

자료: 저자 작성

2. 국내 제도 개선 방향

원격운항에 관한 국외 법제도 현황을 조사·분석하고, 국내 관련 법제도 현황 및 한계점을 분석한 결과, 다양한 분야에서 관련 제도를 개선하고 정비해야 할 사항들이 제시되었다. 현재 IMO의 자율운항선박 코드 개발 등 관련 국제규정 역시 개발 단계에 있으며, 다른 주요 국가에서도 국가별 특성에 맞게 국내 법제도 정비를 준비 작업을 진행 중이어서 앞으로 세부적인 내용이 수정되거나 보완되어야 할 부분도 있을 것으로 예상된다. 다만, 현재 미래 선박에 대한 기술 개발 및 상용화 준비가 본격화되고 있는 상황에서 글로벌 시장에서의 경쟁력을 확보하기 위한 첨단기술의 실증 및 시범 적용은 매우 중요한 시점이며, 이를 위한 제도적 기반 조성은 필수적인 것이다. 관련 법제도 정비를 통해 최소한의 선박운항에 안전 환경을 조성하고, 관련 신기술 개발 및 산업 활성화하기 위한 제도 개선을 목적으로 선제적인 검토가 필요할 것이다.

이에 선박 운항환경 변화 속도를 고려하여 국내 법제도 개선 단기, 중기, 장기 로드맵을 수립하고, 이슈별·단계별 법제도 개선 검토 및 정비방안을 도출했다. 세부 이슈로는 다음과 같이 네 개로 구분할 수 있으며 현재 진행 중인 국제기준 개발사항, 국내 관계 법령 현황, 세부 요건 등이 고려될 필요가 있다.

우선적으로 미래 선박 환경 변화를 고려한 법제도 개선을 위해서는 새롭게 등장하는 시설, 장비, 인력 등에 대한 개념 정립이 선행될 필요가 있다. 미래 선박 운항환경에서의 핵심 이슈 분석 결과 새로운 기술의 적용 및 검증은 시급성 및 발생시기 측면에서도 다른 이슈에 비해 높게 평가되었으며, 이에 대한 법제도 근거 마련을 위해서는 개념 정립과 함께 적용대상에 대한 식별작업이 이루어져야 할 것이다.

둘째로는 원격운항선박 운용관리를 위한 기준이 마련되어야 할 것이다. 해당 기준에는 선박의 안전항해를 위한 조치사항과 함께 원격운항센터 등 선박의 원격운항을 위한 시스템 및 시설운영에 관한 전반적인 사항이 담겨야 할 것이다. 현재 국제적으로도 관련 기준을 마련하기 위하여 SMS 필요성 및 구조, 방법 등에 대한 논의가 진행되고 있으며, 이러한 국제기준 요건을 고려한 국내 제도가 마련되어야 할 것이다.

셋째로 선박시설 및 데이터 관리 기준 검토도 동반해야 할 것이다. 선박 운항방식의 변화와 함께 새롭게 등장하는 원격운항 또는 자율운항선박에 대한 별도의 설비 기준이 마련되어야 할 것이며, 이를 기반으로 인증심사가 이루어지게 될 것이다. 다만, 전문가 의견에서와 같이 현재 연관산업의 확장과 함께 핵심 장비 및 기술 개발이 활발하게 진행되고 있으므로 미래 기술 발전을 고려한 시설 및 장비기준이 마련되어야 할 것이다. 특히 디지털화되는 선박의 특성상 기존 선박 대비 방대한 양의 데이터가 생성될 것이며, 이를 효율적으로 안전하게 관리하기 위한 관련 기준도 마련되어야 할 것이다.

추가적으로 국제기준 제정 속도를 고려한 추후 검토가 필요한 기준들은 전문가 의견 분석 결과에서와 같이 선박의 SMS를 마련하기 위한 검토를 우선적으로 진행하고 난 후, 새롭게 변화되는 운용인력에 대한 세부 요건 및 기준, 의무사항에 대한 기준을 마련해 나가며 원격운항 또는 자율운항 선박의 상용화 단계에 따라 안전해역 관리 방안, 선박 항법의 적용 및 통일 해석 등에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다.

05

선박의 원격운항 제도 개선방안

본 장에서는 제4장에서 도출된 현행 제도의 한계점을 기반으로 선박의 원격운항을 위해 제도 개선방안을 도출한다. 제도적 한계 분석 시 활용한 정책 매트릭스 분석기법의 실효성을 높이기 위하여 정책 담당자 등 분야 전문가를 대상으로 리커트척도 분석을 시행하고, 그 결과를 활용하여 정책·제도 우선순위를 설계 등 세부적인 법제도 개선방안을 제시한다.

제1절 제도 개선 목표

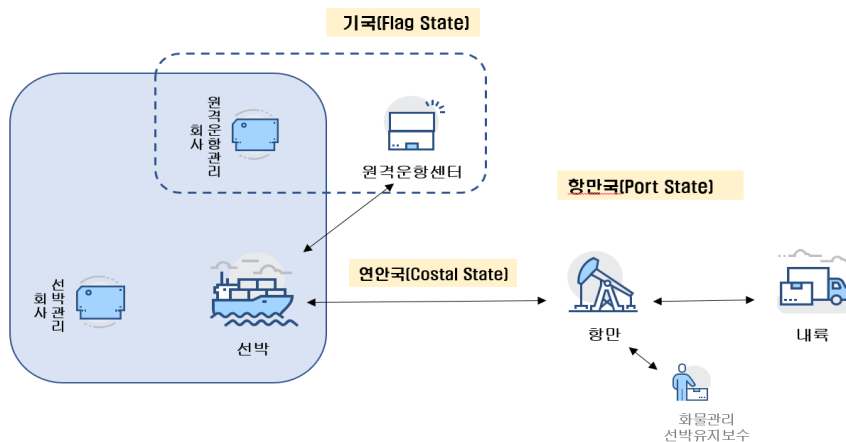
미래 선박 운항환경은 다양한 운항방식을 적용한 선박이 함께 공존하는 형태로 전통적인 선박과 함께 원격운항 또는 자율운항 등 선박 운항에 관한 다양한 이해관계자를 고려한 법제도 검토가 필요할 것이다. 유엔해양법(UNCLOS: United Nations Convention on the Law of the Sea)은 선박의 관리 및 통제 권한을 기국(Flag state), 항만국(Port state), 연안국(Costal state)으로 구분하여 국가관할권으로 규정하고 있다.⁴⁶⁾ 전통적으

46) 세계법제정보센터(2022), pp. 1-19.

로 선박의 책임 및 권한에 대해서는 기국을 중심으로 규정하고 있으며 자국 선박에 대한 해상 안전 증진, 해양오염 방지, 선장 및 선원의 근로조건 등에 관한 책임 및 권한을 가진다. 동시에 연안국은 자국의 영해 내에서 전적인 관할권을 행사하도록 하고 연안국의 항만, 정박시설에 들어온 선박에 대해서는 항만국으로서 해당 선박의 해양오염 방지 및 감항성 확보 등 필요한 안전 조치를 행사할 수 있도록 규정하고 있다. 이와 같이 선박에 대한 국제법에 적용 원칙을 고려하여 미래 원격운항선박에 대한 제도 개선 방향을 설계해야 할 것이다.

우선 운항 주체인 선박을 중심으로 그 변화를 살펴보면 <그림 5-1>과 같이 기존 선박과 함께 원격운항센터까지를 전체 선박의 영역이라고 볼 수 있으며 관련 제도의 적용 범위가 확장된 형태라고 할 수 있다. 이는 기국으로서 선박 및 원격운항센터에 대한 통합 관리체계와 개별 선박시설 및 센터에 적용될 관리·감독제도로 나누어 살펴보고자 한다. 이와 함께 연안국 또는 항만국으로서의 선박 및 원격운항센터의 관리·감독제도 검토를 통해 미래 원격운항선박에 대한 법제도 개선 방향 및 방안을 제시하고자 한다.

〈그림 5-1〉 원격운항선박 운용체계도



자료: 저자 작성

제2절 법제도 정비방안

1. 새로운 용어의 정의 및 적용 범위 개정(안)

선박의 정의 및 적용 범위에 대한 국내 관계 법령 검토 결과, 선박안전법, 해상교통안전법, 선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률, 자율운항선박법의 개정 검토가 필요하다. 현재 자율운항선박법 제2조에서는 자율운항선박, 원격운항센터, 원격운항자를 정의하고 있으며, 이를 기반으로 IMO 자율운항선박 코드상의 규정을 반영해야 할 것이다. 이와 함께 선박 및 관련 설비에 관한 규정에서 개정 검토가 필요할 것이다.

〈표 5-1〉 선박 및 관련 설비에 관한 규정 개정(안)

법률명	현행	개정(안)
자율운항 선박법	제2조(정의) ① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1. “자율운항선박”이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율단계에 따라 선원, 원격운항자 등 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항시스템에 의하여 선박 스스로 운항이 가능한 선박을 말한다. (생략) 3. “원격운항센터”란 원격운항자가 선박에서 보내는 센서 기반 영상·소리, 해상 및 기상 정보 등의 데이터를 이용하여 자율운항선박의 운항 지원 또는 관리를 수행하기 위해 육상에 설치하는 시설을 말한다. (생략)	(현행과 동일) 1. “자율운항선박”이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율운항 기술을 적용하여 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항 또는 원격운항이 가능한 선박을 말한다. 3. “원격운항센터”란 “원격운항센터”란 원격운항자가 선박에서 보내는 센서 기반 영상·소리, 해상 및 기상 정보 등의 데이터를 이용하여 자율운항선박의 운항 지원 또는 관리를 수행하기 위한 시설을 말한다.
선박 안전법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다. 1. “선박”이라 함은 수상(水上) 또는 수중(水中)에서 항해용으로 사용하거나 사용	(현행과 동일)

법률명	현행	개정(안)
해상교통 안전법	될 수 있는 것(선외기를 장착한 것을 포함한다)과 이동식 시추선·수상호텔 등 해양수산부령으로 정하는 부유식 해상구조물을 말한다. (생략)	19. "자율운항선박"이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율운항 기술을 적용하여 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항 또는 원격운항이 가능한 선박을 말한다.
	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1. "해사안전관리"란 「해사안전기본법」 제3조제1호에 따른 안전관리를 말한다. 2. "선박"이란 「해사안전기본법」 제3조 제2호에 따른 선박을 말한다. (생략)	12의2. "자율운항선박"이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율운항 기술을 적용하여 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항 또는 원격운항이 가능한 선박을 말한다.
	제3조(적용 범위) ① 이 법은 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 선박과 해양시설에 대하여 적용한다. 1. 대한민국의 영해, 내수(해상항행선박이 항행을 계속할 수 없는 하천·호수·늪 등은 제외한다. 이하 같다)에 있는 선박이나 해양시설. 다만, 대한민국선박이 아닌 선박(이하 "외국선박"이라 한다) 중 다음 각 목에 해당하는 외국선박에 대하여 제46조부터 제52조까지를 적용할 때에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 이 법의 일부를 적용한다. 가. 대한민국의 항(港)과 항 사이만을 항행하는 선박 나. 국적의 취득을 조건으로 하여 선체용선(船體傭船)으로 차용한 선박 2. 대한민국의 영해 및 내수를 제외한 해역에 있는 대한민국선박 3. 대한민국의 배타적경제수역에서 항행 장애물을 발생시킨 선박	(현행과 동일)

법률명	현행	개정(안)
	4. 대한민국의 배타적경제수역 또는 대륙붕에 있는 해양시설 (생략)	5. 대한민국에 위치한 원격운항센터 등 원격 및 자율운항 시설
선박 입출항법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. (생략)	5의2. "자율운항선박"이란 「선박법」 제1조의2에 따른 선박 중 자율운항 기술을 적용하여 사람의 개입이 전혀 없거나 최소한의 개입 하에 자율운항 또는 원격운항이 가능한 선박을 말한다.

주: 현재 IMO 국제기준 제정 작업 방향 및 내용을 고려하여 제시한 개정(안)으로, 향후 국제기준 제정에 따라 용어 및 세부내용은 변동될 수 있음

자료: 저자 작성

추가적으로 자율운항선박법 제2조에서는 자율운항선박의 종류를 구분하고 있으며, 이는 IMO에서 자율운항선박 코드 개발 논의 초기 설계했던 개념을 기반으로 하고 있으므로 향후 강제화 코드상의 개념을 고려하여 개정 검토할 필요가 있다.

이와 함께 새로운 선박 운항방식의 적용으로 등장한 원격운항자 등 새롭게 등장한 운용인력에 용어 정의를 마련하고 관련 적용 규정을 마련해야 한다. 현재 IMO에서 논의되는 사항을 고려하여 원격·자율운항선박에 승선하는 승선선원은 <표 5-2>에서와 같이 기존 선원법, 선박직원법 개정을 통해 정의하고 그 직무 및 권한을 가지도록 한다. 반면 원격운항자를 포함한 비승선 인력은 별도의 선박의 원격운항 안전관리 기준(가칭)을 제정을 통해 그 근거를 마련하는 것이 합리적인 것이다.

〈표 5-2〉 선박 운용인력에 관한 규정 개정(안)

법률명	현행	개정(안)
자율운항 선박법	① 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. (생략) 4. “원격운항자”란 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 조종, 운항, 관리 등의 업무를 수행하는 자를 말한다. (생략)	(현행과 동일) 5. “원격선원”이란 원격운항자를 포함하여 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 선박운용 업무를 수행하기 위해 고용된 사람을 말한다.
선원법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다. 1. “선원”이란 이 법이 적용되는 선박에서 근로를 제공하기 위하여 고용된 사람을 말한다. 다만, 대통령령으로 정하는 사람은 제외한다. (생략) 5. “직원”이란 「선박직원법」 제2조제3호에 따른 항해사, 기관장, 기관사, 전자기관사, 통신장, 통신사, 운항장 및 운항사와 그 밖에 대통령령으로 정하는 해원을 말한다.	(현행과 동일) 1의2. “원격선원”이란 원격운항자를 포함하여 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 선박운용 업무를 수행하기 위해 고용된 사람을 말한다. 5. “직원”이란 「선박직원법」 제2조제3호에 따른 항해사, 기관장, 기관사, 전자기관사, 통신장, 통신사, 운항장 및 운항사, 원격운항자와 그 밖에 대통령령으로 정하는 해원을 말한다. 5의2. “원격운항자”란 원격운항자를 포함하여 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 조종, 운항, 관리 등의 업무를 수행하는 자를 말한다.
선박 직원법	제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음 각 호와 같다. (생략) 3. “선박직원”이란 해기사(제10조의2에 따라 승무자격인정을 받은 외국의 해기사를 포함한다)로서 선박에서 선장·항해사·기관장·기관사·전자기관사·	(현행과 동일) 3. “선박직원”이란 해기사(제10조의2에 따라 승무자격인정을 받은 외국의 해기사를 포함한다)로서 선박에서 선장·항해사·기관장·기관사·전자기관사·

법률명	현행	개정(안)
	통신장·통신사·운항장 및 운항사의 직무를 수행하는 사람을 말한다.	통신장·통신사·운항장 및 운항사의 직무를 수행하는 사람으로, 자율운항선박의 원격운항자 등 원격선원을 포함한다. 3의2. "원격운항자"란 원격운항자를 포함하여 원격운항센터에서 자율운항선박에 대한 조종, 운항, 관리 등의 업무를 수행하는 자를 말한다.
	제3조(적용 범위) ① 이 법은 한국선박 및 그 선박소유자, 한국선박에 승무하는 선박직원에 대하여 적용한다. 다만, 이 법에 특별한 규정이 있는 경우에는 외국선박 및 그 선박소유자, 외국선박에 승무하는 선박직원에 대하여도 적용한다. ② 이 법에서 선박소유자에 관한 규정은 선박을 공유하여 선박관리인을 둔 경우에는 선박관리인에게 적용하고, 선박임대차의 경우에는 선박차용인에게 적용한다. ③ 국내의 조선소에서 건조 또는 개조되는 선박을 진수(進水) 시부터 인도 시까지 시운전하는 경우에는 제11조 및 제13조부터 제15조까지의 규정만 적용한다.	(현행과 동일) ④ 자율운항선박의 경우 원격운항센터에 근무하는 선박직원에 대하여도 적용한다.

주: 현재 IMO 국제기준 제정 작업 방향 및 내용을 고려하여 제시한 개정(안)으로, 향후 국제기준 제정에 따라 용어 및 세부내용은 변동될 수 있음

자료: 저자 작성

2. 원격운항 안전관리 기준(안)

현재 선박 및 사업장에 관한 안전관리는 해상교통안전법 제46조~제56조를 근거로 선박소유자가 그 선박과 사업장에 대하여 선박의 안전운항 등을 위한 관리체제를 수립·시행하도록 하고 있다. 이를 기반으로 원격운항센터 등 선박의 원격운항을 위한 시설에 대한 안전관리가 필요하며 관련

규정의 개정 검토가 필요할 것이다.

다만 아직 IMO 등에서 논의 중인 사항으로 논의 결과에 따라 SMS가 상이할 수 있으며, 다음 개정(안)은 선박과 사업장에 대한 SMS와 동일하게 적용한다는 조건이며 국내 법제도 정비 시 세부적인 내용은 참고해야 할 것이다.

〈표 5-3〉 선박 안전관리에 관한 규정 개정(안)

법률명	현행	개정(안)
해상교통안전법	제46조(선박의 안전관리체제 수립 등) ① 해양수산부장관은 선박소유자가 그 선박과 사업장에 대하여 선박의 안전운항 등을 위한 관리체제(이하 "안전관리체제"라 한다)를 수립하고 시행하는 데 필요한 시책을 강구하여야 한다. ② 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 선박(해저자원을 채취·탐사 또는 발굴하는 작업에 종사하는 이동식 해상구조물을 포함한다. 이하 이 조 및 제49조부터 제56조까지 같다)을 운항하는 선박소유자는 안전관리체제를 수립하고 시행하여야 한다. 다만, 「해운법」 제21조에 따른 운항관리규정을 작성하여 해양수산부장관으로부터 심사를 받고 시행하는 경우에는 안전관리체제를 수립하여 시행하는 것으로 본다. 1. 「해운법」 제3조에 따른 해상여객운송 사업에 종사하는 선박 2. 「해운법」 제23조에 따른 해상화물운송 사업에 종사하는 선박으로서 총톤수 500톤 이상의 선박(기선(機船)과 밀착된 상태로 결합된 부선(解船)을 포함한다. 3. 국제항해에 종사하는 총톤수 500톤 이상의 어획물운반선과 이동식 해상구조물 4. 수면비행선박 5. 그 밖에 대통령령으로 정하는 선박	(현행과 동일) 4의2. 원격운항 및 자율운항선박(원격운항센터 포함) (현행과 동일)

법률명	현행	개정(안)
	③ 안전관리체제에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다. 다만, 제2항제5호에 따른 선박의 안전관리체제에는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 그 일부를 포함시키지 아니할 수 있다. 1. 해상에서의 안전과 환경 보호에 관한 기본방침 2. 선박소유자의 책임과 권한에 관한 사항 3. 제47조제1항에 따른 안전관리책임자와 안전관리자의 임무에 관한 사항 4. 선장의 책임과 권한에 관한 사항 5. 인력의 배치와 운영에 관한 사항 6. 선박의 안전관리체제 수립에 관한 사항 7. 선박충돌사고 등 발생 시 비상대책의 수립에 관한 사항 8. 사고, 위험 상황 및 안전관리체제의 결함에 관한 보고와 분석에 관한 사항 9. 선박의 정비에 관한 사항 10. 안전관리체제와 관련된 지침서 등 문서 및 자료 관리에 관한 사항 11. 안전관리체제에 대한 선박소유자의 확인·검토 및 평가에 관한 사항 (생략)	4. 선장 및 원격운항자의 책임과 권한에 관한 사항 5. 인력의 배치와 운영에 관한 사항 <u>5의2. 원격운항센터의 운영에 관한 사항</u> 6. 선박 및 원격운항센터의 안전관리체제 수립에 관한 사항 (현행과 동일)
	제47조(선박소유자의 안전관리책임자 선임의무 등) ① 제46조제2항에 따라 안전관리체제를 수립·시행하여야 하는 선박소유자(같은 조 제4항에 따라 안전관리체제의 수립·시행을 위탁한 경우에는 위탁받은 자를 말한다. 이하 제2항 및 제3항에서 같다)는 선박 및 사업장의 안전관리 업무를 수행하게 하기 위하여 안전관리책임자와 안전관리자를 선임하여야 한다. 이 경우 안전관리책임자와 안전관리자는 제64조에 따른 선박안전관리사 자격을 가진 사람 중에서 선임하여야 한다. (생략)	① 제46조제2항에 따라 안전관리체제를 수립·시행하여야 하는 선박소유자(같은 조 제4항에 따라 안전관리체제의 수립·시행을 위탁한 경우에는 위탁받은 자를 말한다. 이하 제2항 및 제3항에서 같다)는 선박, 원격운항센터 및 사업장의 안전관리 업무를 수행하게 하기 위하여 안전관리책임자와 안전관리자를 선임하여야 한다. 이 경우 안전관리책임자와 안전관리자는 제64조에 따른 선박안전관리사 자격을 가진 사람 중에서 선임하여야 한다.

법률명	현행	개정(안)
	제48조(안전관리책임자 등의 업무 등) ① 안전관리책임자는 선박의 안전관리에 관한 업무를 선박소유자와 직접 협의할 수 있는 권한을 가진 자로서, 다음 각 호의 업무를 수행한다. 1. 안전관리체제의 시행 및 개선 2. 선원에 대한 안전교육 실시 및 이에 대한 사후점검 3. 안전관리체제의 유효성 검토 및 부적합사항의 분석 4. 선박에 보급되는 장치, 부품 등의 적격품 여부 확인 5. 선박의 안전운항 및 해양오염방지를 위한 필요자원 및 육상지원의 적절한 제공 여부 확인 및 보장 6. 선박에 대한 안전정보·기술정보 등의 제공 7. 그 밖에 대통령령으로 정하는 업무	(현행과 동일) 2. 선원 및 원격운항자에 대한 안전교육 실시 및 이에 대한 사후점검 4. 선박 및 원격운항센터에 보급되는 장치, 부품 등의 적격품 여부 확인 (현행과 동일)
	시행규칙 제37조(안전관리체제에 포함되어야 할 사항)	(신설) 선박의 원격운항 안전관리 기준

주: 현재 IMO 국제기준 제정 작업 방향 및 내용을 고려하여 제시한 개정(안)으로, 향후 국제기준 제정에 따라 용어 및 세부내용은 변동될 수 있음

자료: 저자 작성

또한 세부적인 선박의 원격운항 안전관리 기준을 마련하기 위해 별도의 기준 제정도 검토할 필요가 있다. <표 5-4>와 같이 해당 기준은 선박의 안전한 원격운항을 위하여 원격운항센터 등에 관하여 필요한 사항을 규정하기 위한 목적으로, 시스템 등의 구성 및 운영, 원격운항센터의 직무 및 권한, 원격운항센터의 운영 관리, 증서 및 간행물 관리, 보안관리 등에 관한 세부 요건을 포함한다. 이러한 세부 지침에 대해서는 현재 IMO 등 국제기준 제정을 위해 논의되고 있으므로, 이를 기반으로 향후 국제기준 제정 내용을 고려하여 구체화해야 할 것이다.

〈표 5-4〉 선박의 원격운항 안전관리 기준(안) 구성 및 내용

구분	세부내용
제1장 총칙	제0조 목적 제0조 정의 제0조 적용 범위 제0조 다른 규정과의 관계
제2장 시스템 등의 구성 및 운영	제0조 원격운항시스템 등의 구성 제0조 원격운항 장비 및 설비 요건 제0조 안전성 평가
제3장 원격운항센터의 직무 및 권한	제0조 항해의 안전 확보 제0조 선박 위험 시의 조치 제0조 선박 운항에 관한 보고 제0조 비상배치표 및 훈련 등
제3장 원격운항센터의 운영 관리 등	제0조 원격운항센터의 구성 제0조 주요 업무 및 기능 제0조 근무정원 및 요건 제0조 근무방법 제0조 교육 및 훈련 제0조 기록유지 제0조 인증심사
제4장 증서 및 간행물 관리	제0조 항해용 간행물 비치 및 관리 제0조 증서 비치 및 관리
제5장 보안관리	제0조 시스템 등의 보안관리 제0조 보안관리체계 수립 제0조 출입 신고 및 통제 제0조 정보보호
제6장 보칙	-

주: 현재 IMO 국제기준 제정 작업 방향 및 내용을 고려하여 제시한 개정(안)으로, 향후 국제기준 제정에 따라 용어 및 세부내용은 변동될 수 있음

자료: 저자 작성

3. 선박시설 및 데이터 관리 기준(안)

선박 운항방식의 변화와 함께 새롭게 등장하는 원격운항 또는 자율운항 선박에 대한 별도의 설비 기준이 마련되어야 한다. 현재 선박시설은 선박안전법 제26조 등을 근거로 관련 시설을 설치하도록 하고 있으며, 이에 대한 인증심사 과정을 거치도록 하고 있다. 이는 모든 선박시설 및 장비에 적용되는 것으로 원격운항 또는 자율운항을 위해 선박에 새롭게 설치된 시설에 대한 세부 요건을 규정하기 위함이다. 다만, 현재 국제적으로도 필요 기술에 대한 요소 기술 및 기능요건을 정립하고 있는 단계로, 이에 대한 설비 기준을 세부적으로 제시하기에는 한계가 있으며, 향후 국제기준을 고려한 제도 정비가 필요할 것이다.

또한 데이터 관리 측면에서는 선박 증서 및 간행물 관리에 관한 기준 검토가 우선적으로 필요하다. 현재 선박은 선박안전법 제32조(항해용 간행물의 비치)에 따라 해도, 조석표 등 항해용 간행물을 선박 내 비치하도록 하고 있으므로, 선박을 직접 운영하는 원격운항센터까지 범위를 확대할 필요가 있다. 이와 함께 간행물의 종류 및 형태는 시행령에 별도로 규정하고 있으며, 현재 해도만 전자적인 형태를 허용할 뿐 그 외 간행물에 대해서는 인쇄물 형태만을 허용하고 있다. 이에 원격운항 및 자율운항을 위해서는 선박 운항에 관한 모든 데이터가 전자적인 형태로 관리될 필요가 있으므로 디지털 출판물의 형태까지 포함할 수 있도록 관련 규정의 개정 검토가 필요하겠다.

〈표 5-5〉 선박시설 및 데이터 관리에 관한 규정 개정(안)

법률명	현행	개정(안)
선박 안전법	제26조(선박시설의 기준) 제33조(조타실의 시야확보 등)	(신설) 원격·자율운항 설비 기준
	제17조(선박검사증서등이 없는 선박의 항해금지 등) ① 누구든지 제8조제2항에 따른 선박검 사증서, 제10조제3항에 따른 임시변경 증, 제11조제2항에 따른 임시항해검사증 서, 제12조제2항에 따른 국제협약검사증 서 및 제43조제2항에 따른 예인선항해검 사증서(이하 “선박검사증서등”이라 한 다)가 없는 선박이나 선박검사증서등의 효력이 정지된 선박을 항해에 사용하여서 는 아니 된다. ② 누구든지 선박검사증서등에 기재된 항 해와 관련한 조건을 위반하여 선박을 항 해에 사용하여서는 아니 된다. ③ 선박검사증서등을 발급받은 선박소유 자는 그 선박 안에 선박검사증서등(전자 적 형태의 증서를 포함한다)을 갖추어 두 어야 한다. 다만, 소형선박의 경우에는 선 박검사증서등을 선박 외의 장소에 갖추어 둘 수 있다.	(현행과 동일) ③ 선박검사증서등을 발급받은 선박소유 자는 그 선박 안 및 원격운항센터에 선박 검사증서등(전자적 형태의 증서를 포함한 다)을 갖추어 두어야 한다. 다만, 소형선 박의 경우에는 선박검사증서등을 선박 외 의 장소에 갖추어 둘 수 있다.
	제32조(항해용 간행물의 비치) 선박소유 자는 해양수산부령으로 정하는 해도(海 圖) 및 조석표(潮汐表) 등 항해용 간행물 을 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 선박에 비치하여야 한다.	선박소유자는 해양수산부령으로 정하는 해도(海圖) 및 조석표(潮汐表) 등 항해용 간행물을 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 선박 및 원격운항센터에 비치하여야 한다.
	시행규칙 제75조(항해용 간행물의 비치) ① 제74조에 따른 승인된 전자해도를 선 박에 비치하는 경우에는 해양수산부장관 이 인정하는 백업장치 또는 예비목적의 최신화된 해도를 비치하여야 한다. ② 선박에 비치하는 항해용 간행물은 수 로정보에 따른 최신의 것이어야 한다. ③ 항해용 간행물의 요건 등은 법 제26조 에 따른 선박시설기준에 적합하여야 한다. ④ 항해용 간행물은 선장이나 선원이 즉 시 꺼내어 확인할 수 있는 적당한 장소에 비치하여야 한다.	(현행과 동일) ④ 항해용 간행물은 선장이나 선원이 즉 시 꺼내어 확인할 수 있는 적당한 장소에 인쇄물 또는 디지털 출력물로 비치하여야 한다.

법률명	현행	개정(안)
	제35조(하역설비검사기록 및 비치) ① 해양수산부장관은 하역설비에 대하여 정기검사 또는 중간검사를 한 때에는 해양수산부령으로 정하는 바에 따라 하역설비검사기록부를 작성하고 그 내용을 기재하여야 한다. ② 선박소유자는 제1항의 규정에 따른 하역설비검사기록부 등 하역설비에 대한 검사와 관련된 해양수산부령으로 정하는 서류를 선박에 비치하여야 한다.	(현행과 동일) ② 선박소유자는 제1항의 규정에 따른 하역설비검사기록부 등 하역설비에 대한 검사와 관련된 해양수산부령으로 정하는 서류를 선박 및 원격운항센터에 비치하여야 한다.
해상교통안전법	제51조(선박안전관리증서 등의 발급 등) ③ 선박소유자는 그 선박에는 선박안전관리증서나 임시선박안전관리증서의 원본과 안전관리적합증서나 임시안전관리적합증서의 사본을 갖추어 두어야 하며, 그 사업장에는 안전관리적합증서나 임시안전관리적합증서의 원본을 갖추어 두어야 한다.	(현행과 동일) ③ 선박소유자는 그 선박에는 선박안전관리증서나 임시선박안전관리증서의 원본과 안전관리적합증서나 임시안전관리적합증서의 사본을 갖추어 두어야 하며, 원격운항센터에는 선박안전관리증서나 임시선박안전관리증서의 사본과 안전관리적합증서나 임시안전관리적합증서의 사본을 갖추어 두어야 하고, 그 사업장에는 안전관리적합증서나 임시안전관리적합증서의 원본을 갖추어 두어야 한다.
선원법	제20조(서류의 비치) ① 선장은 다음 각 호의 서류를 선내에 갖추어 두어야 한다. 1. 선박국적증서 2. 선원명부 3. 항해일지 4. 화물에 관한 서류 5. 그 밖에 해양수산부령으로 정하는 서류 ② 선장은 해양수산부령으로 정하는 서식에 따라 선원명부 및 항해일지 등을 기록·보관하여야 한다.	① 선장은 다음 각 호의 서류를 선내 및 원격운항센터에 갖추어 두어야 한다. (현행과 동일) ③ 해양수산부령으로 정하는 서류는 원격운항센터에 별도로 갖추어 두어야 한다.
선박직원법	제15조(면허증 등의 비치) 해기사가 선박직원으로 승무할 때에는 면허증이나 승무자격증을 선장에게 제출하여야 하며, 선장은 이를 선박에 갖추어 두어야 한다.	해기사가 선박직원으로 승무할 때에는 면허증이나 승무자격증을 선장에게 제출하여야 하며, 선장은 이를 선박에 갖추어 두어야 한다. 원격운항자의 경우 면허증이나 승무자격증을 선장에게 제출하고 원격운항센터에 갖추어 두어야 한다.

주: 현재 IMO 국제기준 제정 작업 방향 및 내용을 고려하여 제시한 개정(안)으로, 향후 국제기준 제정에 따라 용어 및 세부내용은 변동될 수 있음

자료: 저자 작성

제3절 미래 핵심이슈 및 정책 우선순위 분석

1. 리커트척도 분석 개요

1) 목적

제4장에서 분석한 선박 운항방식의 변화 및 현행 제도의 한계점을 기반으로 선박의 원격운항을 위한 법제도 정비방안을 도출하기 위하여 전문가 대상 설문조사를 시행했다. 제3장에서 정책 매트릭스 분석을 통해 선박의 원격운항을 위한 정책·제도 개선 필요성 및 개선 방향을 도출하였으며, 해당 결과의 실용성을 높이하고자 리커트척도 분석을 적용하여 검증단계를 진행했다.

우선 선박의 운항 프로세스 기반 원격운항선박 운항 시나리오 분석 결과 도출된 네 개의 미래 선박 운항환경 변화에 대한 핵심 이슈 분석을 위해 미래 사회에서의 발생가능성, 발생시기, 파급효과, 시급성 측면에 대해 평가한다. 또한 미래 이슈 도출에 그치지 않고 보다 심층적인 분석 및 제도 개선요소를 도출하기 위해 미래 변화에 따른 우선적 해결 과제 및 제도 개선 세부 요인에 대해 조사·분석한다.

2) 조사 방법

선박의 원격운항을 위한 정책·제도 개선에 관한 전문가 의견 수렴을 위해 리커트척도 분석을 활용했다. 리커트척도란 설문조사 등에 사용되는 심리 검사 응답 척도의 하나로, 응답자가 제시된 내용에 대해 얼마나 동의하는지를 답변하도록 하고 응답 범주에 상대적인 강도를 결정하여 명확한 서열성에 대해 응답한다. 일반적으로 5단계 척도를 사용하는 것이 많으며 학

자에 따라 7단계 또는 9단계 척도를 사용하여 분석하기도 한다.⁴⁷⁾ 답변이 끝난 후 각 항목을 별도로 분석하거나 항목군에 대한 답변의 합계를 찾아 평가한다. 단일 항목에 대한 중요도의 평가보다는 전체 항목 간 순서 척도로 그 의미를 가지며, 여러 항목에 대한 응답을 통해 주사 결과에 대한 분포 분석 및 검증 자료로 활용한다. 특히 이번 조사에서는 우선적 해결 과제 및 제도 개선 도출을 위하여 항목 간 서열성을 명확히 분석하고자 하였으며 이를 고려하여 설문지를 구성했다.

3) 조사 내용 및 구성

원격운항 기술 도입에 따른 미래 선박 운항환경 변화의 핵심 이슈 분석을 위해 총 네 개 이슈에 대하여 <표 5-6>과 같이 미래 사회에서의 발생가능성, 발생시기, 파급효과, 시급성 측면에서 평가했다. 이를 통해 이슈별 특징과 효과를 분석하고 단기, 중기, 장기 시기별 핵심 이슈 도출을 통해 제도 개선 로드맵 수립 시 활용하고자 했다.

<표 5-6> 이슈별 평가항목 및 내용

평가항목	실증내용
발생가능성	• 미래 사회에 어떻게 변화하게 될지 방향이 정해지지 않은 정도
발생시기	• 대상 이슈가 미래 사회에서 등장 및 발현될 예상 시기 • ① 3년 이내, ② 5년 이내, ③ 10년 이내, ④ 15년 이내, ⑤ 15년 이후
파급효과	• 대상 이슈가 우리나라 미래에 경제·사회·문화·윤리·환경 등 여러 분야에 걸쳐 넓게 영향을 미치는 정도 혹은 특정 분야에 영향을 주는 정도
시급성	• 미래 사회 변화에 대한 준비 필요성 또는 정도

주: 5점 척도 평가(1. 매우 높음, 2. 약간 높음, 3. 보통, 4. 약간 낮음, 5. 매우 낮음)
자료: 한국과학기술기획평가원(2021), pp. 4-26 기반으로 저자 재구성

47) 위키백과(검색일: 2024.7.1.)

또한 미래 변화에 따른 우선적 해결 과제 및 제도 개선 세부 요인을 평가하기 위하여 정책 매트릭스 분석을 통해 도출된 세 개 요건, 12개 세부 요인에 대한 우선순위 도출을 위해 다음과 같이 상대적 중요도를 측정했다. 세부 요인에 대한 상대적 강도 측정을 위해 <그림 5-2>와 같이 응답지를 구성하고, 중복응답 및 추가 구성은 불가하도록 설계했다.

<그림 5-2> 설문지 구성 및 내용

선박 설비 및 운항요건	선박 안전관리 요건	선원 및 운용인력 요건
1-1 개념 및 범위	2-1 선박(원격) 운용관리 (선택)	3-1 개념 및 범위
1-2 선박 항해안전	2-2 안전항해 조치	3-2 직무 및 권한 (선택)
1-3 선박 설비요건 (선택)	2-3 증서 및 간행물	3-3 면허 및 자격요건 (선택)
1-4 정보 관리	2-4 실증 및 시범운항	3-4 근로형태

▼

[1]	[2]	[3]	[4]	[5]

※ 총 12개 요인("1-1" ~ "3-4")
 ※ 작성칸은 추가할 수 없으며, 빈칸이 있을 수 있음

자료: 저자 작성

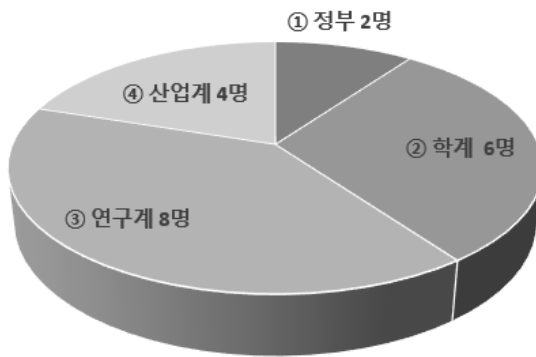
2. 분석 결과

1) 기본사항

본 설문은 <그림 5-3>과 같이 정부, 학계, 연구계, 산업계에서 원격운항 및 자율운항 기술 전문가 및 국제표준화 전문가 20인을 대상으로 조사했다. 세부 분야별로 보면 인문사회 계열 및 공학 계열의 종사자가 다수로,

현재 핵심기술 및 장비를 개발하거나, 관련 기술에 대한 국제표준화 업무를 수행하고 있는 전문 분야 종사자의 의견이 반영될 수 있도록 했다. 또한 전문가 근무 경력은 ‘3년~10년’ 종사자 45%, ‘10년~15년’ 종사자 30%, ‘15년 이상’ 종사자 10%로 구성하여, 현재 관련 산업 분야에서 활발하게 활동하고 있는 소수의 전문가만을 대상으로 하여 응답 결과의 신뢰성을 높이하고자 했다.

〈그림 5-3〉 응답자 구성 및 내용

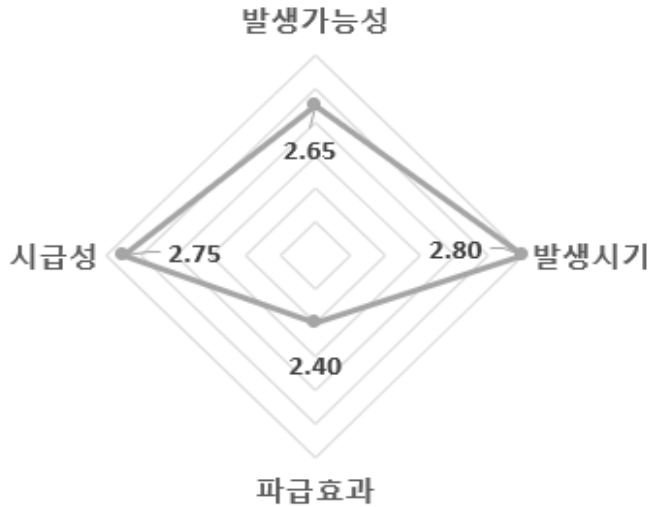


자료: 저자 작성

2) 미래 선박 운항환경 변화에 따른 핵심 이슈

첫째 이슈는 ‘선박 운항방식의 다양화’이다. 새로운 개념의 등장과 함께 적용대상의 확장, 새로운 기술 또는 장비의 도입과 적용 등의 변화가 예상된다. 이와 함께 모든 선박의 안전한 항해를 위한 기준 검토 등 선박 설비 및 운항요건, 선박 안전관리 요건에 대한 검토가 필요한 이슈였다. 전문가 대상 응답 결과는 〈그림 5-4〉와 같으며, 파급효과 지수가 2.4로 해당 이슈의 영향력이 높을 것으로 평가했다.

〈그림 5-4〉 ‘선박 운항방식의 다양화’ 이슈에 대한 전문가 평가 결과



주: 지수 수치가 낮을수록 미래 핵심요소로서 영향도를 높이 평가하는 의미임(① 높음~⑤ 낮음)
 자료: 저자 작성

둘째 이슈는 ‘새로운 기술의 도입 및 검증’에 관한 사항이다. 앞서 설명한 선박의 운항방식 및 기술의 다양화로 새로운 장비 및 설비에 대한 세부요건 개발, 선박 운용 관리체계 마련, 새로운 기술 및 기술 성숙도를 고려한 실증 및 검증체계 도입 등 선박 설비 및 운항요건, 선박 안전관리 요건, 선원 및 운용인력 요건의 종합적인 검토가 필요한 이슈였다. 전문가 대상 응답 결과 다른 이슈에 비해 지수별로 두드러진 특징을 보였다. 〈그림 5-5〉와 같이 발생가능성 지수 2.15, 발생시기 지수 2.15, 파급효과 지수 2.3, 시급성 지수 2.05로 분석되었다. 전체 이슈 중 시급성 측면에서 가장 높게 평가되었으며, 동시에 발생가능성 및 발생시기 측면에서도 가장 높은 지수로, 단기에 발생할 가능성이 높은 이슈로 시급히 해결해야 할 이슈인 것으로 평가했다.

〈그림 5-5〉 ‘새로운 기술의 도입 및 검증’ 이슈에 대한 전문가 평가 결과



주: 지수 수치가 낮을수록 미래 핵심요소로서 영향도를 높이 평가하는 의미임(① 높음~⑤ 낮음)
자료: 저자 작성

셋째 이슈는 ‘선박운항 주체의 다변화 및 전문화’이다. 새로운 운항방식 선박의 등장 및 환경의 변화로 새로운 선박운항 주체가 등장하고 그 역할 및 기능, 승무 및 자격요건, 근로형태 등의 재정립이 예상된다. 또한 새로운 업종 및 종사자에 대한 교육, 훈련 요건 개발과 함께 선박운항에 대한 책임 및 보상체계 정립 등 선박 안전관리 요건, 선원 및 운용인력 요건에 대한 검토가 필요한 이슈였다. 전문가 대상 응답 결과는 〈그림 5-6〉과 같으며, 발생가능성 지수, 발생시기 지수, 파급효과 지수, 시급성 지수가 비교적 고르게 분포된 형태가 특징적이었다. 이러한 특징은 앞서 분석한 ‘선박 운항방식의 다양화’ 이슈와 유사한 형태인 것으로 전문가들은 평가했다.

〈그림 5-6〉 ‘선박운항 주체의 다변화 및 전문화’ 이슈에 대한 전문가 평가 결과

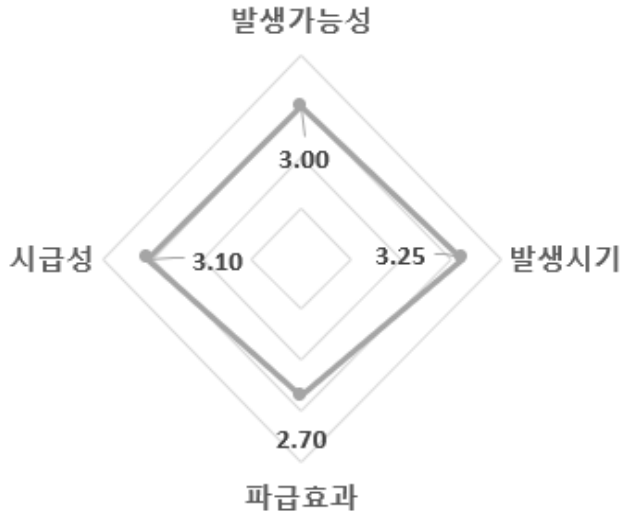


주: 지수 수치가 낮을수록 미래 핵심요소로서 영향도를 높이 평가하는 의미임(① 높음~⑤ 낮음)
 자료: 저자 작성

마지막으로 ‘선박운송 체계의 연결성’ 이슈이다. 앞서 설명한 이슈는 기 국 중심의 변화 요건이었다면, 이는 항만국 및 연안국의 책임 및 권한을 종합적으로 고려해야 할 이슈이다. 선박, 항만, 관계기관 등 다양한 이해관계자 간의 연결성과 함께 통신 인프라 등 해상운송체계 전반을 고려한 네트워크 거버넌스 구축이 필요한 것으로 선박 설비 및 운항요건, 선박 안전 관리 요건 등이 함께 검토되어야 할 이슈였다. 이에 대한 전문가 대상 응답 결과는 〈그림 5-7〉과 같으며, 다른 이슈와 비교했을 때 발생가능성 지수, 발생시기 지수, 시급성 지수에서 비교적 낮게 평가되었다. 특히 발생시기 지수는 3.25로 전체 이슈는 가장 늦으며 시급성 지수 3.1, 발생가능성 지수 3.0으로 전문가들은 해당 이슈가 다른 이슈보다 늦게 발생할 이슈인 것으로 평가하고 있었다. 이는 미래 해상운송 프로세스 전반에 걸친 미래 이

슈로 선박 중심의 기술 및 방식의 변화 이후 가장 늦게 등장할 것이나 그로 인해 산업 전반의 변화는 상당할 것으로 예상할 수 있다.

〈그림 5-7〉 ‘선박운송 체계의 연결성’ 이슈에 대한 전문가 평가 결과



주: 지수 수치가 낮을수록 미래 핵심요소로서 영향도를 높이 평가하는 의미임(① 높음~⑤ 낮음)
자료: 저자 작성

3) 선박의 원격운항을 위한 제도 개선 방향

원격운항선박을 위하여 우선적으로 해결해야 할 법제도 과제를 도출하고자 총 세 개 요건에 대해 제도 검토 우선순위를 조사·분석했다. 전문가 그룹은 가장 우선적으로 ‘선박 설비 및 운항요건’에 관한 제도 검토가 필요한 것으로 응답자의 46.2%(중복응답 가능)가 생각하였으며, ‘선원 및 운용인력 요건’ 검토는 전체 응답자의 28.2%(중복응답 가능), ‘선박 안전관리 요건’ 검토는 전체 응답자의 25.6%(중복응답 가능)인 것으로 조사되었다.

이와 함께 12개 세부 요인에 대하여 해결과제 우선순위에 대해 조사·분석했다. 그 결과 <표 5-7>과 같으며, 그 중 '원격운항선박 운용관리'가 3.9점으로 가장 높고, 선박의 '안전항해 조치', '선박 항해안전 기준' 및 '선박 설비요건'이 각각 3.2점으로 조사되었다. 특히, 관련 산업의 특성상 현재 핵심 장비 및 기술 개발이 활발하게 진행되고 있으므로 이를 저해하지 않는 범위 내에서 미래 기술 발전을 고려한 제도 개선이 필요하다는 의견이 있었다. 반면 현재 기술 성숙도 및 충분한 안정성 검증이 이루어지지 못했다는 기술적 한계를 고려하여 단기적으로 실증 및 성능 기준이 마련되어야 한다는 의견이 제시되었다.

〈표 5-7〉 세부 요인별 해결과제 우선순위 조사 결과

요건	세부 요인	평가점수	평균
선박 설비 및 운항요건	개념 및 범위	3.10점	2.79점
	선박 항해안전	3.20점	
	선박 설비요건	3.20점	
	정보 관리	1.65점	
선박 안전관리 요건	선박(원격) 운용관리	3.90점	2.70점
	안전항해 조치	3.20점	
	증서 및 간행물	1.35점	
	실증 및 시범운항	2.35점	
선원 및 운용인력 요건	개념 및 범위	2.55점	2.35점
	직무 및 권한	2.75점	
	면허 및 자격요건	2.50점	
	근로형태	1.60점	

주: 평가점수가 높을수록 우선순위가 높음

자료: 저자 작성

또한 세부 요인별 해결과제 우선순위 조사 결과를 앞서 살펴본 총 세 개 요건에 대한 제도 검토 우선순위 분석 결과와 비교해 보면, ‘선박 설비 및 운항요건’에 관한 제도를 우선적으로 검토하고 우선적으로 해소해야 한다는 공통된 의견이 도출되었다. 반면 나머지 두 개의 요건에 대해서는 우선적으로 ‘선원 및 운용인력 요건’에 대한 제도 검토 필요성은 제기되었으나, 세부적인 요건에 대해 평가했을 경우 실질적인 원격운항선박의 운용 및 기술 성숙도 등을 고려해 ‘선박 안전관리 요건’에 대한 제도 개선이 선행되어야 한다는 것으로 분석되었다. 이러한 의견은 현재 IMO 등 국제기준 개발 과정에서도 동일하게 제기되고 있으며, IMO에서도 2018년 자율운항선박 임시운항지침 개발을 시작으로 현재 선박의 SMS를 마련하기 위한 검토를 우선적으로 진행하고 있다. 동시에 새롭게 변화되는 운용인력에 대한 검토를 위하여 기본 개념 및 범위, 역할, 기능 등을 설정하고, 강제화된 규정 제정 전까지 운용인력에 대한 세부 요건에 대해 검토해 나갈 예정이다. 이러한 점은 국내 제도 검토 및 개선을 위한 로드맵 수립 시 충분히 고려되어야 할 것으로 사료된다.

제4절 기대효과

선박의 원격운항을 위한 제도 정비는 관련 산업에 대한 영향과 함께 사회·경제적 파급효과까지 기대할 수 있다. 이번 연구에서 수행한 전문가 대상 미래 선박 운항환경 변화에 따른 핵심 이슈를 분석한 결과를 보면 예측해 볼 수 있다. 네 개 핵심 이슈에 대한 미래 사회에서의 발생가능성, 발생 시기, 파급효과, 시급성 평가 결과, 이슈별 특징을 파악할 수 있었다.

우선 미래 사회에서의 핵심 이슈의 파급효과를 비교·분석한 결과, ‘새로운 기술의 적용 및 검증’, ‘선박 운항방식의 다양화’, ‘선박운항 주체의 다변화 및 전문화’, ‘선박운송 체계의 연결성’ 순으로 나타났다. 이는 새롭게 도입되는 선박, 시설, 장비 등으로 선박 인프라뿐만 아니라 관련 제도적 측면에서도 우선적으로 고려해야 한다는 것을 의미한다. 특히 급속한 기술 발전은 정치, 사회, 경제 등 다방면에 걸쳐 영향을 미치게 되며, 현재 진행 중인 기술 개발 단계부터 주도하고 있는 국내외 주요 기업들과 동시에 진행 중인 국제기준 작업에 참여 중인 정부, 연구계, 산업계 등의 전략적 접근방식을 보면 미래 사회적·경제적 파급효과 규모까지 예상해 볼 수 있다.

이와 함께 미래 사회에서의 핵심 이슈의 시급성 측면에 대해서도 주목할 필요가 있다. ‘새로운 기술의 적용 및 검증’, ‘선박운항 주체의 다변화 및 전문화’, ‘선박 운항방식의 다양화’, ‘선박운송 체계의 연결성’ 순으로 나타났다. 미래 선박 환경 변화를 고려한 법제도 개선을 위해서는 새롭게 등장하는 시설, 장비 등에 대한 개념 정립과 함께 새로운 제도의 적용대상의 명확화가 필요하다. 이러한 과제가 선행될 경우 새롭게 마련된 규제의 효용성이 증명되고, 안전한 선박 운용환경 조성을 위해 실질적으로 적용 가능한 규제로 발전시킬 수 있을 것이다.

세부 이슈별로 살펴보면, ‘선박운송 체계의 연결성’ 이슈의 경우 선박, 항만, 관계기관 등 다양한 이해관계자 간의 연결성과 함께 통신, 시설인프라 등 해상운송체계 전반에 대해 종합적으로 고려해야 하는 사항으로 전체 세부 요소 중 발생시기 지수(3.25), 시급성 지수(3.10)를 가장 낮게 평가했다. 이는 미래 해상운송 프로세스 전반에 걸친 미래 이슈의 특성상 선박 중심의 기술 및 방식의 변화 이후 가장 늦게 등장할 것으로 예상되나, 산업 전반에 걸친 이슈로 그 파급력은 상당할 것으로 예상된다.

06

결론

제1절 연구의 결과

본 연구는 미래 선박 운항환경의 변화를 예측하고 원격운항선박 등 첨단 선박 도입에 따른 핵심 이슈에 대해 선제적으로 준비하기 위하여, 해사기술의 디지털 전환과 원격·자율운항 등 다양한 선박의 안전한 운항환경 조성을 위한 국내 법제도 개선방안을 제시하고자 했다. 현재 IMO에서도 미래 선박에 대한 안전기준 마련하기 위하여 자율운항선박 코드 등 관련 규정검토작업을 활발히 진행하고 있으며, 이를 고려한 국가별 국내기준 정비 작업 준비도 필요한 시점이라고 할 수 있다.

제2장에서는 미래에 새롭게 등장하게 될 원격운항 개념 기반으로 선박의 다섯 개 업무 단위에 대해 기존 선박과 원격운항선박의 운용 프로세스 비교·분석하였으며, 아직 원격운항선박은 기술 개발 및 기술 실증단계임을 고려해 특정 선박의 운항을 가정하고 원격운항선박 운용 시나리오를 설계하여 전문가 대상 델파이기법을 통한 미래 변화 예측 및 평가를 진행했다. 그 결과 새로운 이해관계자의 등장, 업무 출현, 위험요인 생성 등으로 주요 미래 선박 운항환경 변화 요인을 도출할 수 있었다. 이를 통해 선박 운항방

식의 다양화, 새로운 기술의 적용 및 검증, 선박운항 주체의 다변화 및 전문화, 선박운송 체계의 연결성 등 네 개 핵심 이슈를 도출하고, 선박의 원격운항에 관한 국내외 법제도 현황과 현행 국내 제도에 대한 제도적 한계 분석에 활용했다.

제3장 및 제4장에서는 선박의 원격운항을 위한 국내외 제도 현황을 파악하고 국내 법제도 정비 시 고려해야 할 중점 요소를 도출했다. 이때 정책 매트릭스 분석기법을 활용해 국내 정책·제도 개선 필요성, 핵심 개선사항 및 시사점을 분석했다. 매트릭스 분석의 특성을 고려하여 행과 열로 수집된 자료를 분류하고, 해당 이슈의 특성과 연구 문제를 가장 잘 나타낼 수 있는 항목을 식별할 수 있도록 구성했다. 주요 일곱 개 법률 및 하위법령을 분석한 결과 1) 선박 설비 및 운항요건, 2) 선박 안전관리 요건, 3) 선원 및 운용인력 요건에 관한 제도 개선 항목을 식별했다. 다만 현재 IMO의 자율운항선박 코드 개발 등 관련 국제 규정 역시 중장기 작업계획에 따라 관련 제도 정비가 진행되고 있고, 선박 운항환경 변화 속도 및 관련 신기술 개발, 산업 활성화 전망 등을 종합적으로 고려하여 단기, 중기, 장기 국내 법제도 정비 방향을 마련했다.

제5장에서는 미래 선박 운항환경이 다양한 운항방식의 선박이 공존할 것을 고려하여 전통적인 선박과 함께 원격운항 또는 자율운항 등 미래 선박 운항의 안전한 운항을 보장하기 위한 관련 법제도 개선방안을 제시하고자 했다. 제도적 한계 분석 시 활용한 정책 매트릭스 분석기법의 실용성을 높이기 위하여 정책 담당자 등 분야 전문가를 대상으로 리커트척도 분석을 시행하고, 그 결과를 정책·제도 우선순위 설계 및 제도 정비 계획 수립에 활용했다. 총 세 개 원격운항선박 요건에 대한 12개 세부 요인을 검토한 결과, 우선적으로 미래 선박 환경 변화를 고려한 법제도 개선을 위해서는 새롭게 등장하는 시설, 장비, 인력 등에 대한 개념 정립이 필요하며 이를

위해 선박안전법, 해상교통안전법 등 관련 법령에 대한 개정 검토가 필요했다. 이와 함께 선박의 안전향해 조치 및 SMS 수립 근거를 마련하기 위한 해상교통안전법 등 개정, 원격운항선박 운용관리를 위한 기준 신설, 원격운항 또는 자율운항선박에 대한 설비 기준 신설 등의 제도 정비방안을 제시했다. 또한 새롭게 변화되는 운용인력에 대한 자격 및 세부 요건, 책임 및 보상 기준 개발, 원격운항 또는 자율운항선박의 상용화 단계에 따른 안전해역 관리 방안 검토, 선박 항법의 적용 및 통일해석 등 중장기적 제도 정비방안도 함께 도출했다.

제2절 정책제언

1. 정책화 로드맵(안)

선박의 원격운항을 위한 제도 개선 및 정책화 로드맵은 IMO 등 국제기준 정비계획, 선박 운항환경 변화 속도 및 관련 신기술 개발, 산업 활성화 전망 등을 종합적으로 고려하여 단기, 중기, 장기 과제로 정리했다. 세 개 원격운항선박 요건에 대한 12개 세부 요인 검토 결과를 기반으로 분류하였으며, 실제 국제기준 개발 방향 및 속도에 따라 조정될 수 있을 것이다.

특히 현재 IMO에서 개발 중인 자율운항선박 코드 및 관련 협약 개정 작업은 국내 법제도 정비 시 반드시 고려되어야 할 것이며, IMO 작업 로드맵을 고려하여 선제적인 준비를 통해 국제기준 개발 작업부터 선도적으로 참여할 필요가 있다. 실제 본 연구를 통해 분석된 선박운용 프로세스 변화를 활용하여 IMO MSC 등 관련 회의체에서 원격운항에 관한 SMS 마련의 필

요성을 제안(부록 참조)하고 관련 규정 개발 작업 시 근거 자료로 활용할 수 있었다.

〈표 6-1〉 정책화 로드맵(안)

구분		단기				중기				장기			
		'25	'26	'27	'28	'29	'30	'31	'32	'33	'34	'35	'36
※ IMO 국제기준 작업계획		비경제 채택	경험축적기간(EBP)				강제 채택		강제 발효				
			기존 협약 검토	협약 개정	STCW	SO-LAS	세부지침 검토 및 제개정						
개념 정립	원격운항 선박		승인인증										
	시설	용어 정의	기능 정립	승인인증						책임·보상			
	운용인력		직무·권한	자격요건 면허요건		교육훈련 근로기준							
안전 운용 관리	선박			설비요건	관리 기준								
	원격운항 센터			설비요건	관리감독 체계					세부지침 개발			
해상 교통 환경 조성	해역관리				안전해역 관리								
	통신보안			사이버안전 관리체계									
	인프라												

자료: 저자 작성

2. 향후 과제

1) 해상교통 안전관리체계 고도화

선박의 디지털 전환에 따라 선박 운항정보, 해양 교통 정보 등이 디지털 정보로 변화하고 있어 해상 사이버보안 기술의 고도화를 기반으로 하는 사

이버안전 체계는 더욱 중요해지고 있다. 해사 사이버안전 관리체계란 선박 운항과 관련한 사이버 위협성을 분별·분석·평가하여 사이버 위협성을 수용·회피·전이·완화하는 조치를 의미하는 것으로, 해사 사이버 공격으로부터 선박 운항에 필요한 시스템을 보호함으로써 선박운항시스템과 정보의 기밀성·무결성·가용성 등 안전성을 유지하는 것이 목적이다.

지난해 4월 해양수산부는 해사 사이버안전 관리지침(고시) 제정을 통해 안전한 선박운송 환경을 조성하기 위한 정부의 역할과 함께 사이버안전 관리요건(관리조직, 자산관리 요건 및 업무분장, 위협성 평가, 보호·탐지·대응·복구 조치 등) 등에 관한 세부 기준을 마련했다.⁴⁸⁾ 이를 기반으로 선박을 대상으로 벌어질 수 있는 사이버 공격·위협으로부터의 안전을 확보하기 위한 기술 및 시스템 개발이 확대될 것이며, 미래 효율적인 해사 사이버안전 관리체계 조성을 위한 초석이 될 수 있을 것으로 기대된다.

미래 해상운송을 위한 폭넓은 해상 네트워크 거버넌스 구축과 함께 항로 표지 시설, 해상교통관제 등 해상교통 인프라를 포함한 미래 해상운송 체계 고도화 전략을 모색해야 할 것이다.

이와 함께 첨단선박의 운용을 위한 맞춤형·융합형·고급형 산업인력 양성 체계 조성되어야 할 것이다. 첨단선박 상용화로 해운·항만·물류 서비스 향상과 함께 운항 안전 강화 및 선박 운항비 절감, 선박 배기가스 배출 저감 등 해양환경 보호 등의 효과가 기대되며, 이와 함께 해기인력의 변화도 예상된다. 해양수산부 해기인력 통계에 따르면 2023년 해기사 수요 1만 364명 대비, 공급은 90명으로 1만 274명 부족한 실정이며, 2017~2020년까지는 해기인력이 매년 초과 공급 상태였으나 2021년부터 해운업계의 호황기로 공급 부족 상태로 전환된 상황이다.⁴⁹⁾ 이러한 점에서 선박의 디지털

48) 해양수산부(검색일: 2024.8.12.)

49) 해양수산부(검색일: 2024.6.10.)

화는 부족한 인력을 대체하는 수단으로 부상하고 있으며, 첨단선박의 도입을 통해 현재 해기인력의 업무 및 근로 형태가 변화되고 보다 전문화됨으로써 해기인력 부족 문제는 해소될 수 있을 것으로 기대된다. 이러한 변화는 기존 인력의 전환과 함께 맞춤형·융합형 미래인재를 양성하고 고급 산업인력으로의 전환이 동반되어야 할 것이며, 이를 위한 정책·제도적 기반 마련해야 할 것이다.

2) 해상운송체계의 디지털 전환 및 연결성 강화

자율운항선박이 사고 없이 안전하게 운항, 항만 이·접안, 효율적인 양하역 업무를 수행하기 위해서는 데이터를 기반으로 하는 인식, 분석 및 계획, 운항 및 항만운영(이·접안, 양하역 등) 지원, 진단 및 개선 등 일련의 과정을 수행하는 것이 필요하다.

자율운항선박은 항해 중 해상사고를 제로화하기 위해 원격운항센터에서는 첫째, 선박에 장착, 탑재된 센서 및 드론을 활용하여 주변 운항환경을 실시간으로 인식하고, 둘째, 수집된 데이터를 기반으로 분석한 후 자율운항선박이 운항 중 장애물을 피할 수 있도록 하는 운항계획 의사결정을 하고, 셋째, 해상사고 제로를 달성하기 위한 회피계획에 따라 항로 및 속도를 제어하는 운항지원을 통한 항해를 실시하고, 넷째, 운항 중 문제가 발생하거나 계획 대비 차이가 발생할 경우 진단을 통해 개선안을 제시하고 다음번 항해 때 적용한다.

자율운항선박이 항계 내에 접근했을 때 어선 등 다양한 선박 및 다리 등의 인프라와 사고가 발생하지 않도록 VTS에서 원격운항센터와 통신을 통해 자율운항선박이 항로 및 속도를 제어하거나, 일반선박이 자율운항선박 항로에 들어가지 않도록 항로표지시설을 설치하고 운항지원을 해야 한다.

자율운항선박이 항만에 입항하여 대기 없이 효율적인 화물 양하역 작업을 수행하기 위해서는 자율운항선박의 원격운항센터와 항만운영사의 운영 관제센터 등과 실시간 정보 교환 및 분석을 통한 선박-항만 간 운영에 관한 최적 의사결정이 필요하다. 자율운항선박이 항만에 이·접안을 하는 경우에는 원격운항센터가 항만운영사의 관제센터와 실시간 통신을 통해 선석 접안 시 부딪힘 사고가 없도록 주변 환경 인식, 분석 후 안전한 이·접안을 지원해야 한다. 자율운항선박이 항만의 선석 대기 없이 양하역 작업을 수행하기 위해서는 항만의 계획 대비 작업 현황을 항만운영 관제센터에서 원격운항센터에 전달하여 선박 속도를 적정속도로 조정하도록 하고, 태풍 등 자연재해 혹은 이전 항만에서의 작업속도로 인한 선박 도착 지연이 예상될 때는 원격운항센터가 항만운영 관제센터에 해당사항을 알려 항만운영 계획을 적절히 변경할 수 있도록 해야 한다.

자율운항선박이 안전하게 수출입화물을 운송하기 위해서는 여러 개의 기항항만 운영사의 관제센터, 기항항만의 VTS, 자율운항선박이 소속된 원격운항센터 간 실시간 정보 교환, 공동 분석 및 문제해결 의사결정이 가능하게 하는 새로운 형태의 네트워크 거버넌스 구축이 필요하다. 예를 들면 실시간 정보 교환을 위해서는 각 센터 등에서 사용하는 센서, IT 시스템과 통신 프로토콜 표준이 설정되어야 가능하다. 또한 디지털화 시스템은 외부 해커의 공격에 취약할 수 있기 때문에 항만운영사 관제센터, 기항항만 VTS, 자율운항선박의 원격운항센터가 사이버보안 조치를 공동으로 마련하고 운영방안도 마련해야 할 것이다.

참고문헌

국내 문헌

- 공인영 외(2022), 자율운항선박 육상원격제어 시뮬레이터 시스템 운용개념 및 시스템 요구기능 분석, 해양환경안전학회지, 28(6), pp. 937-945.
- 김인현(2021), 자율운항선박의 도래와 그 법적 쟁점, 한국경영법률학회, 32(2), pp. 31-67.
- 김진·장화섭(2019), 자율운항선박 기술동향 및 준비, 대한조선학회지, 56(4), pp. 4-7.
- 노민선·신현하·조호수(2018), 중소기업 인력지원사업 매트릭스 분석과 정책적 시사점, 한국혁신학회지, 13(4), pp. 99-123.
- 대한민국정부(2022), 윤석열정부 120대 국정과제.
- 민성은(2016), 질적 자료 분석 방법으로서 매트릭스 분석(Matrix Analysis)의 이해, 한국질적탐구학회, 2(2), pp. 161-191.
- 박현진 외(2021), 자율운항선박을 위한 카메라 기반 장애물 인식 및 경고시스템, 한국정보과학회 학술발표논문집, pp. 1888-1890.
- 세계법제정보센터(2022), 해양법에 관한 국제연합 협약 (United Nations Convention on the Law of the Sea. Montego Bay, 10 December 1982) 해설서, pp. 1-19.
- 송현우 외(2019), 무인선박의 자율운항을 위한 저가형 LiDAR센서 기반의 장애물 회피 시스템 구현, 전기학회논문지, 68(3), pp. 480-488.
- 신재하(2020), 자율운행운송수단의 상용화에 대한 법적 연구, 한국법학회, 20(4), pp. 43-70.
- 이광일(2018), 자율운항선박을 위한 원격제어관리시스템, 한국융합학회 논문지, 9(11), pp. 45-51.

-
- 이정원·최성수·전해동(2021), 상업용 수상무인선박과 규제법제 개선방안에 관한 연구, 법학연구, 62(1), pp. 383-412.
- 이종식·임명관(2016), 다중 매트릭스 분석 기법을 이용한 최적 건축공법 선정 의사결정지원 모델, 한국건축시공학회지, 16(4), p. 331-339.
- 임요준·이윤철(2018), 자율운항선박과 IMO 협약의 쟁점이 해사법제에 주는 시사점, 한국법학회, 18(3), pp. 155-181.
- 전해동(2022), 자율운항선박의 운용을 위한 법적 검토, 한국해사법학회, 34(1), pp. 55-79.
- 정보통신기획평가원(2021), 자율운항선박의 D.N.A 동향과 시사점.
- 정성훈·심준환·최관선(2018), 스마트 자율운항선박(MASS)의 공통플랫폼 기술, 2018 한국정보기술학회·한국디지털콘텐츠학회 하계공동학술대회 논문집, pp. 442-445.
- 최현택 외(2021), 인공지능 기술에 기반한 자율운항선박의 새로운 상황인식 시스템의 설계와 초기 결과, 제어로봇시스템학회 논문지, 27(8), pp. 556-564.
- 한국과학기술기획평가원(2021), 2045년을 향한 미래사회 전망과 핵심이슈 심층분석, KIST EP Issue paper, 308, pp. 4-26.
- 한국교통연구원·한국해양수산개발원(2023), 국가 스마트 물류플랫폼 구축 연구.
- 한국선장포럼(2021), 선장 실무 지침.
- 한국해양수산개발원(2024), IMO 국제해사 정책동향, 141, pp. 2-16.
- 한국해양수산개발원·미래물류기술포럼(2024), 물류트렌드 2024.
- 한성훈·송영조(2022), 자율운항선박을 둘러싼 현황과 법적과제, 법과 정책연구, 22(1), pp. 91-115.
- 한종길(2019), 자율운항선박 관련 정책 우선순위에 관한 연구, 한국해운물류학회, 105, pp. 617-631.
- 해양수산부(2021), 자율운항선박 분야 선제적 규제혁신 로드맵.
- 홍미진 외(2019), 단일 및 다중 매트릭스 모델의 비교를 통한 항공기-조류 충돌 위험성 평가 모델 분석, 한국환경생태학회지, 33(6), pp. 624-635.

법령 자료

선박법(법률 제18957호, 2022.6.10.)

선박안전법(법률 제19134호, 2022.12.27.).

선박의 입항 및 출항 등에 관한 법률(법률 제19573호, 2023.7.25.).

선박직원법(법률 제19573호, 2023.7.25.).

선원법(법률 제20127호, 2024.1.23.).

수상에서의 수색·구조 등에 관한 법률(법률 제18958호, 2022.6.10.).

자율운항선박 개발 및 상용화 촉진에 관한 법률(법률 제19909호, 2024.1.2.).

해상교통안전법(법률 제19573호, 2023.7.25.).

국외 문헌

Ando, H. et al.(2022), Development and Demonstration of Autonomous Ship in Japan, World Maritime Technology Conference(WMTC) 2022, pp. 4-10.

B.Soyer, A. Tettenborn. et al.(2022), Remote Controlled and Autonomois Shipping: UK based case study.

Department of Transport(UK)(2023), Future of Transport Regulatory Review: Maritime Autonomy and Remote Operations.

PARK, H. R., & KIM, J. M.(2023), Analysis of the Prediction of Operation Processes based on Mode of Operation for Ships: Applying Delphi method, Journal of The Korea Society of Computer and Information, 28(10), pp. 267-275.

Hur, Y. R., & Lee, K. H.(2009), Identification and evaluation of the core elements of character education for medical students in Korea, Journal of Educational Evaluation for Health Professions, 16(21), pp. 2-53.

Kim, Inchul(2023), Systematization of Legal Procedures for Collision Avoidance between a Fully Autonomous Ship and a Traditional Manned Ship, Journal of

-
- Marine Science and Engineering, 11(1850), pp. 1-23.
- IMO(1980), SOLAS 1974 Convention, Chapter I. General provision.
- IMO(2017), The Experience-Building Phase Associated with the BWM Convention, Resolution MEPC.290(71).
- IMO(2021a), Comments on document MSC 102/5/14, MSC 103/5/8.
- IMO(2021b), Outcome of the regulatory Scoping Exercise for the use of Maritime Autonomous Surface Ships(MASS), MSC.1/Cir.1638.
- IMO(2023a), Report of the working group (5. Development of a Goal-Based Instrument for Maritime Autonomous Surface Ships(MASS)), MSC 107/WP.9.
- IMO(2023b), Study on the definition and organization of a Remote Control Centre (RCC) with a view to its certification MSC 107/INF.14.
- IMO(2024), Report of the working group (5. Development of a Goal-Based Instrument for Maritime Autonomous Surface Ships(MASS)), MSC 108/WP.7.
- MCA(2022), Marine Guidance Notes-664.
- Russia Federation(2023), The Federal Law On amendments to certain legislative acts of the Russia Federation, Project No. 48133-8 in the third reading.
- Swanson R. A., & Holton, E. F.(2001), Foundations of human resource development, Berrett-Koehler Publisher.
- Thomas et al.(2023), A study on the definition and organisation of a Remote Control Centre(RCC) with a view to its CERTification, FPS Federal Public Service Mobility and Transport - DG Shipping.

인터넷 자료

- Forecasting: Principles and Practice, <https://otexts.com/fppkr/delphimethod.html>(검색일: 2023.10.10.)
- PortNews, The State Duma adopted a law on autonomous courts, <https://portnews.ru/news/349691/>(검색일: 2024.2.7.)

- 국토교통부, https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl?id=141(검색일: 2024.6.10.)
- 대한민국 정책브리핑, <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156604240>(검색일: 2024.2.20.)
- 위키백과, https://ko.wikipedia.org/wiki/%EB%A6%AC%EC%BB%A4%ED%8A%B8_%EC%B2%99%EB%8F%84#:~:text=%EB%A6%AC%EC%BB%A4%ED%8A%B8%20%EC%B2%99%EB%8F%84%EB%8A%94%20%EB%AC%B8%EC%9E%A5,%EC%83%81%EB%8C%80%EC%A0%81%EC%9D%B8%20%EA%B0%95%EB%8F%84%EB%A5%BC%20%EA%B2%B0%EC%A0%95%ED%95%9C%EB%8B%A4(검색일: 2024.7.1.)
- 일본 국토교통성, <https://www.mlit.go.jp/common/001215815.pdf>(검색일: 2024.3.18.)
- 중소벤처기업부, <http://rfz.go.kr/?menuno=228>(검색일: 2024.2.20.)
- 해양수산부, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=54092&menuSeq=971&bbsSeq=10>(검색일: 2024.6.10.)
- 해양수산부, <https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=50842&menuSeq=971&bbsSeq=10>(검색일: 2024.8.12.)

부 록

1. 선행연구 검토 자료

1) 국내문헌

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
□ 원격운항 기술 개발에 관한 선행연구			
1	- 자율운항선박 육상 원격제어 시뮬레이터 시스템 운용개념 및 시스템 요구기능 분석(공인영 외, 2022) - 육상원격제어사의 교육 훈련에 필요한 시뮬레이터 시스템의 운용개념과 이를 가능하게 하기 위한 요구기능에 대해 검토	문헌조사, 국외 사례 분석	- 육상원격제어사의 교육훈련을 위한 시뮬레이터 시스템의 운용개념과 상세한 요구기능 설계 - 육상원격제어 시뮬레이터 시스템의 구성 - 육상원격제어센터의 기능과 성능 분석
2	- 자율운항선박 원격제어 기술 (임정빈, 2022) - 원격제어 문제점과 해결방안 제시	- 문헌조사 - 선박 시뮬레이션 분석	- 원격제어 개발 연구 중에서 제어 지연에 의한 충돌의 영향을 억제하거나 해결 방안 설계 - 원격제어시스템 구성 및 문제점 - 충돌회피 시뮬레이션 결과 분석
3	- 자율운항선박 기술동향 및 준비(김진·장화섭, 2019) - 자율운항선박에서의 핵심기술 및 주요 이슈 도출	문헌조사 (동향조사)	- 자율운항선박 기술 개발 동향 - 자율운항선박 핵심기술 - 자율운항선박 주요 이슈 - 우리나라 준비현황

4	- 스마트 자율운항선박(MASS)의 공통플랫폼 기술 (정성훈·심준환·최관선, 2018) - 자율운항선박 공통플랫폼 제안	문헌조사, 국외 사례 분석	- 스마트선박 주요 기술 및 동향 조사 - 공통플랫폼 기술 및 서비스 제안 - 공통플랫폼 기반 서비스 구축
5	- 원격 수중탐사체의 운항제어 개선에 관한 연구(박훈진 외, 2015) - 원격 수중탐사체의 운항제어 및 개선방안 제시	- 모형실험 - 운항 데이터 분석	- 자동 및 수동제어 탐사체 개발 개요 - 원격탐사체의 운항제어 성능 평가 - 성능 개선방안
6	- 자율운항선박 육상 원격제어 시스템 개념설계(노화섭·임정빈·정우리, 2020) - 비상상황 시 육상에서 원격제어 하기 위한 비상대응 절차 구축 및 육상원격제어시스템 개발	- 문헌조사 - 시스템 개념 설계 - 선박 제어 테스트베드 구축	- 육상원격제어 기술 동향 - 육상원격제어시스템 개념설계 - 선박 제어 테스트베드 구축(설계도)
7	- 자율운항선박에 대비한 선박 관리감독(SI) 역량 분석에 관한 연구(김울성, 2021) - 비상상황 시 육상에서 원격제어 하기 위한 비상대응 절차 구축 및 육상원격제어시스템 개발	- 문헌조사 - T-test 분석 - IPA 분석 - Borich 요구도 분석 - The Locus for Focus 모델	- 선박관리업 개요 및 선박관리감독(SI) 역량 분석 - 자율운항선박에서의 변화 고찰 - 연구설계 - 실증 분석(필요 역량 분석)
8	- 자율운항선박을 위한 원격제어관리시스템(이광일, 2018) - 원격관제를 위한 개방형 자율운항시스템 구조로서 육상과 선박 간 원격과제 및 원격 모니터링을 수행하기 위한 표준화된 원격관제 프로토콜과 선박 제어방안을 제안	- 문헌조사 - 프로토콜 설계 - 모의선박 실험	- 원격제어에 관한 동향 분석 - 원격관제 시스템 구조(기능, 관제 시스템) - 원격관제 프로토콜 - 원격관제 시스템 테스트베드 및 실험

□ 원격운항 관련 법제도 개선에 관한 선행연구

9	- 자율운항선박의 도래와 그 법적 쟁점(김인현, 2021) - 자율운항선박 도입에 따른 법적 쟁점사항 및 해결방안 제시	문헌조사	- 자율운항선박의 의의 - 항해 관련 쟁점사항 - 상법 등 영리행위 관련 쟁점사항 - 도선, 예선 하역 등 관련 쟁점사항 - 선박금융, 조선업, 선박관리업 관련 쟁점사항 - 개정 방향 제시
---	---	--	--

10	- 자율운항선박 관련 정책우선 순위에 관한 연구(한종길, 2019) - 해운조선산업의 경쟁력 강화를 위한 정책 개발의 일환으로 정책우선순위 제시	- 문헌조사 - AHP 분석	- 선행연구 검토 - 자율운항선박 관련 정책과제 - 자료 및 실증적 분석
11	- 자율운항선박을 둘러싼 현황과 법적과제(한성훈·송영조, 2022) - 자율운항선박의 운항 중 사고에 대한 법적 책임 문제 제기	문헌조사	- 자율운항선박의 개념과 개발현황 - 자율운항선박의 주요 기술 및 적용 사례 - 자율운항선박의 운항 중 사고에 대한 형사책임
12	- 자율운항선박과 IMO협약의 쟁점이 해사법제에 주는 시사점(임요준·이윤철, 2018) - 자율운항선박 관련 주요 의제 및 쟁점사항에 대한 해사법제 방안	문헌조사	- 자율운항선박의 일반적 고찰 - 국제해사기구 위원회의 MASS 의 제와 주요 쟁점 - MASS 협약에 대한 전망과 해사법제에 주는 시사점 도출
13	- 상업용 수상무인선박과 규제 법제 개선방안에 관한 연구(이정원·최성수·전해동, 2021) - 무인선박의 상용화를 위한 규제법제 검토 및 정비방안 제시	문헌조사	- 상업용 무인선박의 의의 및 기존 법제와의 관계 - 상업용 무인선박의 운항을 위한 관련 법규 개선 및 정비방안
14	- 자율운항선박 원격운항자의 역할과 법적 지위에 관한 소고(최정환·유진호·이상일, 2018) - 자율화 등급에 따른 선박의 원격운항자가 선장 및 선원의 지위 검토	문헌조사	- 원격운항자의 개념 및 역할 - 국제협약상 선박과 인적요소의 불가분성 - 자율운항선박 원격운항자의 선원성에 관한 규범 판단

□ 매트릭스 분석기법에 관한 선행연구

15	- 다중 매트릭스 분석기법을 이용한 최적 건축공법 선정 의사결정 지원 모델(이종식·임명관, 2016) - 공사계획단계에서 프로젝트의 제약조건과 안전성, 경제	- 문헌조사 - 의사결정 지원 모델 개발 - 매트릭스 분석 - 사례기반추론(CBR: Case-Based	- 현행 방법의 문제점 및 선행연구 고찰 - 최적공법 선정 모델 개발 - 사례 연구
----	--	--	--

	성을 종합·분석하여 주요 공종에 대한 공법 선정 시 실무자의 의사결정을 지원하는 수리적 모델 개발	Reasoning) • 계층분석기법(AHP: Analytic Hierarchy Process)	
16	- 단일 및 다중 매트릭스 모델의 비교를 통한 항공기 조류 충돌 위험성 평가 모델 분석(홍미진 외, 2019) - 항공기-조류 충돌 위험성 평가	- 문헌조사 - 단일 매트릭스(single-matrix) 모델 - 다중 매트릭스(multi-matrix) 모델	- 공항별 항공기-조류 충돌 위험성 평가 - 단일 및 다중 매트릭스 모델의 평가 결과 차이 분석 - 모델 평가 결과를 이용하여 지역 특이적 위험성 평가 모델의 필요성과 국내 상황에 적합한 항공기-조류 충돌 위험성 평가 모델의 개발 방향에 대해 고찰
17	- 매트릭스 분석을 통한 철도시설물 자동화 점검시스템 개발을 위한 테스트베드 선정(김기정·백인철, 2021) - 매트릭스 분석기법을 활용한 평가기준 설계 및 중요도 산정	- 문헌조사 - 매트릭스 분석 - 설문조사	- 국내외 현황 조사 - 무인이동체기반 접근취약 철도시설물 자동화 점검 시스템 개발을 위한 필수조건 및 비교조건 - 평가 모델 설계 - 요소 간 상대적 중요도 분석 - 무인이동체기반 접근취약 철도시설물 자동화 점검 시스템 개발을 위한 우선순위 도출
18	- 중소기업 인력지원사업 매트릭스 분석과 정책적 시사점(노민선·신현하·조호수, 2018) - 인력지원사업을 지원단계·지원목적·정책대상·전문인력 대상사업으로 구분하여 매트릭스 분석 수행	- 문헌조사 - 매트릭스 분석 - 설문조사	- 선행연구 및 중소기업 인력지원사업 현황 - 중소기업 인력지원사업 정책매트릭스 분석 - 중소기업 인력지원사업 설문조사
19	- 질적 자료 분석 방법으로서 매트릭스 분석(Matrix Analysis)의 이해(민성은, 2016) - 질적 자료 분석의 한 방법으로서 매트릭스 분석의 개념과 특징, 적용 방법 검토	- 문헌조사 - 매트릭스 분석	- 매트릭스 분석의 개념 - 매트릭스 종류 - 질적자료의 매트릭스화 과정

20	• 해양 소프트웨어 시스템의 인공지능 적용을 위한 안전 고려 사항에 관한 분석(이창익, 2022) • 인공지능의 위험 원인과 이를 평가하기 위한 특성의 조합을 통해 해양 시스템에 인공지능이 도입됨으로써 발생하는 위험을 정의하고 식별	• 문헌조사 • 매트릭스 분석	• 인공지능 연구동향 • 선급의 자율운항선박 가이드라인과 인공지능 위험 원인 분류 • 위험원인과 연구사례 매트릭스 • 향후 연구과제 제시
----	--	---	---

2) 국외문헌

구분	연구 목적	연구 방법	주요 연구 내용
1	• Guidelines for Autonomous Shipping(Bureau Veritas, 2019) • 선박 자율운항에 관련된 다양한 측면과 관련 기술, 운용 및 인증에 대한 내용	• 문헌연구	• 자율운항시스템의 기능, 성능 및 안전성에 대한 기준 제시 • 선박의 자율운항 관련 위험 관리 및 해결 방법 • 선박의 자율운항을 위한 인프라 및 통신 시스템에 대한 요구사항과 규제
2	• Designing shore control centres in the age of autonomous ships(Alsos et al., 2022) • 자율운항선박 시대에 대한 원격운항센터(육상) 설계	• 문헌연구 • 모형 설계 및 실험	• 원격운항 특성 및 기술 분석 • 자율운항선박 지원을 위한 원격운항센터 설계 • 설계 실험 및 검증 • 원격운항센터 설계 원칙 및 기능
3	• Operating autonomous ships remotely from land-based operation centers: The current state-of-the-art(Kaarstad & Braseth, 2020) • 자율운항 및 원격운항센터에 관한 최신 동향 연구	• 문헌연구	• 자율운항선박을 육상 기반 운영 센터 개요 • 원격으로 운영하는 방법과 관련된 최신 기술 동향 조사 및 분석 • 통신 시스템, 제어 시스템, 센서 기술, 데이터 처리 및 분석 기술 등 • 기술적, 운영적, 법적 측면 고려사항 제시

4	• Exploring challenges with designing and developing shore control centres(SCC) for autonomous ships(Dybvik et al., 2020) • 원격운항센터의 설계 및 개발을 위한 과제 제시	• 문헌연구 • 사례 분석	• Autonomous Ships and the Role of Shore Control Centers • Designing SCC: Technical Considerations and Challenges • Human-Machine Interaction in SCC • Safety and Security Considerations for SCC • Regulatory and Certification Framework for SCC • Case Studies and Lessons Learned • Conclusion and Future Directions
5	• Shore based Control Center Architecture for Teleoperation of Highly Automated Inland Waterway Vessels in Urban Environments(Lamm, 2022) • 내륙운송 선박 대상 원격운항센터 아키텍처 설계 및 적용	• 문헌연구 • 사례 분석	• System Requirements and Design Considerations • Shore based Control Center Architecture • Communication Systems for Remote Operation • Data Processing and Analysis • Sensor Technology for Remote Operation • Interface Design and Human-Machine Interaction • Considerations for Urban Environments • Case Study: Teleoperation of Highly Automated Inland Waterway Vessels
6	• Human-Automation Interaction for Autonomous Ships: Decision Support for Remote Operators(Porathe, 2021) • 자율운항선박을 위한 인간-자동화 상호작용에 대한 연구로, 원격 조작자를 위한 의사결정 지원에 초점을 맞춤	• 문헌연구 • 시나리오 분석	• 자율운항선박과 인간-자동화 상호작용 • 원격 조작자를 위한 의사결정 지원의 중요성 • 인간-자동화 인터페이스 설계 원칙 • 정보 제공 시스템 개발 및 평가 • 의사결정 지원 도구 개발 및 평가 • 원격 조작자 업무 수행의 최적화를 위한 시나리오 평가

7	• Remote Monitoring and Control of Unmanned Vessels: The MUNIN Shore Control Centre(Porathe, 2014) • 무인선박의 원격 모니터링 및 제어에 관한 연구(원격운항센터 중심)	• 문헌연구 • 사례 연구	• 무인선박의 원격 모니터링 및 제어 • MUNIN 원격운항센터 개요 • 원격 조작자의 역할 및 책임 • 센서 기술 및 데이터 수집 시스템 • 통신 시스템과 데이터 전송 • 제어 시스템과 원격 조작 기능 • 안전성 및 보안 고려사항 • 사례 연구: MUNIN 해안 제어 센터의 실제 운영
8	• Remote Monitoring of Autonomous Ships: Quickly Getting into the Loop Display (QGILD)(Porathe, 2022) • 자율운항선박의 원격 모니터링에 대한 QGILD 시스템의 개발	• 문헌연구	• 자율운항선박의 원격 모니터링 • Quickly Getting into the Loop Display (QGILD) 시스템 개요 • QGILD 시스템의 설계 및 구현 • 원격 조작자 실시간 상호작용 기능 • 상태 모니터링 및 경고 시스템 • 사용자 인터페이스와 시각화 • QGILD 시스템의 효과성 평가
9	• Maritime Unmanned Navigation through Intelligence in Networks, Deliverable 7.2: Legal and Liability Analysis for Remote Controlled Vessels. Technical Report(Safari & Sage, 2013) • 원격조종 선박에 대한 법적 책임과 책임 분석	• 문헌연구 • 사례 연구	• 원격조종 선박의 법적 요건 • 원격조종 선박의 책임과 책임 분석 • 해상 법규와 국제 규정의 영향 • 원격조종 선박 운영을 위한 법적 보호 장치 • 사례 연구: 원격조종 선박의 법적 문제 해결
10	• An Inland Shore Control Centre for Monitoring or Controlling Unmanned Inland Cargo Vessels(Peeters et al., 2020) • 원격운용 및 제어가 가능한 내륙 화물선의 효율적 관리 및 운영방안	• 문헌연구 • 사례 연구	• 내륙 화물선의 자동화와 원격 조작 시스템 • 원격운항센터 개요 • 센서 기술 및 데이터 수집 시스템 • 통신 시스템과 데이터 전송 • 제어 시스템과 원격 조작 기능 • 상태 모니터링 및 경고 시스템 • 사용자 인터페이스와 시각화 • 보안 및 안전 고려사항 • 사례 연구: 내륙 해안 제어 센터의 실제 운영

11	• Towards approval of autonomous ship systems by their operational envelope.(Rødseth et al., 2022) • 자율운항선박 시스템의 운용 영역을 기반으로 승인 절차 및 방안 제시	• 문헌연구 • 사례 연구	• 자율운항선박 시스템의 운용 영역 정의 • 운용 영역에 따른 성능 및 안전성 평가 • 자율운항선박 시스템의 승인 절차 개선방안 • 사례 연구: 자율운항선박 시스템의 운용 영역 승인
12	• Supervision concept for situated human driving applied to inland shipping(Bejaoui & Söffker, 2022) • 내륙 항속에서의 상황 인간 운전을 감독하기 위한 개념과 구현 방안	• 문헌연구	• 상황 인간 운전의 특징과 요구사항 • 상호작용에 기반한 감독 개념 제안 • 내륙 항에서의 감독 개념의 구체적인 구현 방안 • 안전성 및 효율성 평가
13	• Safety management in remotely controlled vessel operations(Størkersen, 2020) • 원격운항선박에서의 안전관리 및 정책 전략 제시	• 문헌연구	• 원격조종 선박 운영의 위험 요소 • 원격조종 선박 운영에서의 안전 관리의 중요성 • 사고 및 인적 오류 대응 전략 • 안전 문화 구축을 위한 사회적 및 조직적 측면 • 안전 관리 시스템의 개선방안
14	• Remote Operation of Unmanned Surface Vessel through Virtual Reality – a low cognitive load approach(Lager et al., 2018) • 가상 현실(Virtual Reality)과 관련된 기술을 적용하여 무인선박의 원격 조작 방법 연구	• 문헌연구 • 시뮬레이션 설계 및 분석	• 가상환경을 활용한 무인 표면선박 원격 조작의 개요 • 가상 현실 기술과 시뮬레이션 환경 구축 • 가상환경을 통한 무인 표면선박의 원격 조작 인터페이스 개발 • 가상환경을 활용한 무인 표면선박의 원격 조작 시스템 구현 • 시뮬레이션 및 실험 결과 분석
15	• Autonomous Vessel Technology, Safety, and Ocean Impacts(Liu, 2018) • 자율 선박 기술의 개발과 함께 자율 선박의 안전성 및 해양환경 영향	• 문헌연구	• 자율 선박 기술의 개요 • 자율 선박 기술의 동향과 발전 가능성 • 자율 선박 운영 중의 안전 문제 조사 • 자율 선박의 해양 환경 영향 조사 • 자율 선박 기술의 해양 자원 개발, 해양 보호, 해상 안전 등에 대한 영향 • 결론 및 향후 연구 방향

16	• Technology and training How will deck officers transition to operating autonomous and remote-controlled vessels?(Kennard et al., 2021) • 자율 및 원격조종 선박 운영으로 전환하는 과정에서의 기술과 훈련 요건	• 문헌연구	• 자율 및 원격조종 선박 운영에 필요한 기술과 역량 분석 • 갑판 관리자들의 자율 및 원격조종 선박 운영 전환을 위한 훈련 방법 • 자율 및 원격조종 선박 운영에 관련된 규정 및 표준 이해도 고려 • 갑판 관리자들의 자율 및 원격조종 선박 운영 전환 프로세스 제시
17	• Autonomous surface vessel with remote Human on the Loop System Design for STCW compliance(Dittmann et al., 2021) • STCW 협약 기반 자율운항 선박에서의 원격 'Human on the Loop' 시스템의 설계 및 요구사항 분석	• 문헌연구	• STCW 준수를 위한 자율 수면선박과 원격 'Human on the Loop' 시스템의 개요 • 자율 수면선박의 운영 중 원격 개입이 필요한 상황 분석 • 원격 'Human on the Loop' 시스템의 설계를 위한 기술적 측면 • STCW 준수를 위한 요구사항 고려 • 자율 수면선박과 원격 'Human on the Loop' 시스템의 통합 및 시험
18	• On the Influence of Human Factors on Safety of Remotely-Controlled Merchant Vessels(Wrobel et al., 2021) • 원격으로 조종되는 상선 운영 시 인간의 행동, 인터페이스 디자인, 작업 환경 등의 안전성 영향 분석 및 향상 방안 제시	• 문헌연구	• 원격운항선박 운영에서의 인간 요소에 대한 개요 • 원격운항선박 운영 시 인간 요소의 영향 분석 • 원격운항선박 운영을 위한 인터페이스 디자인 고려사항 • 인간 요소를 고려한 원격운항선박의 안전성 향상 방안
19	• System-theoretic approach to safety of remotely-controlled merchant vessel (Wrobel et al., 2018) • 원격조종 상선 시스템을 시스템 이론의 관점에서 모델링, 안전성 평가 시스템 설계	• 문헌연구 • 시스템 모델링 및 분석	• 시스템 이론적 접근 방식에 대한 개요 • 원격운항선박 시스템의 모델링 및 분석 • 원격운항선박 시스템의 안전성 평가 • 원격운항선박 시스템의 안전성 향상을 위한 기술적 개선방안

20	• Study on the definition and organization of a Remote Control Centre(RCC) with a view to its certification (IMO, 2023b) • 원격운항센터의 정의, 기능, 조직 및 인증에 관한 연구	• 문헌연구	• 원격운항센터 개요 • 원격운항센터의 정의와 역할 • 원격운항센터의 조직 및 운영 모델 • 원격운항센터의 인증 절차와 요구 사항
21	• Maritime Autonomous Surface Ship: New Possibilities and Challenge in Ocean Law and Policy(Coito, 2021) • 자율운항선박에서의 해상 수색·구조, 검문검색 등 작업을 위한 현존 해양법 검토	• 문헌연구	• 자율운항선박에서의 선장, 선원 등의 정의 • 마약 밀매 방지 등 불법행위에 대한 자율운항선박 선원 관련 직무 검토 • 자율운항선박 차원에서의 해상 충돌 방지 협약 검토
22	• Autonomous ships and legal authorities of the ship master(Vojkovic & Milenkovic, 2020) • 자율 및 원격운항선박의 선장(Master)의 정의에 대해 법령 검토	• 문헌연구	• 기존 선박의 선장이 가진 법적 의무와 책무 • 기존 법령 및 프레임워크와의 부합성 검토 • SOLAS, STCW, COLEGS 등의 규제 검토 • 자율 및 원격운항선박에서의 선장의 정의 및 권한 제시
23	• Systematization of Legal Procedures for Collision Avoidance between a Fully Autonomous Ship and a Traditional Manned Ship(Kim, 2023) • 자율운항선박과 기존 선박 간의 해상교통 체계 및 법적 지위 확인 절차	• 문헌연구	• COLEGS 협약에 의거한 상황별 규칙 검토 • 현존 규칙 분석을 기반으로 자율운항선박과 기존 선박의 동시 항해 시 필요한 자율운항선박의 기능과 법적 기준 검토
24	• 自動運航船に関する安全ガイドライン(국토교통성 해사국, 2022) • 자율운항선박에 관한 안전 가이드라인	• 문헌연구 • 가이드라인 설계	• 자율운항선박과 그 운용에 관한 안전 가이드라인 설계 • 자율운항선박 관련 용어 정의, 대상 선박, 운용 유의사항, 시스템 기술 기준 등

25	• Definition and organisation of a Remote Control Centre with view to its certification(Andreas Luedtke, 2023) • 원격제어센터(RCC)의 인증 정의 및 구성에 관한 연구	• 문헌연구	• 원격제어센터(RCC)의 인증과 설립 기준에 대한 이해관계 분석 • MUMIN 프로젝트, H2H 프로젝트 등 유럽의 원격운항선박 개발 관련 프로젝트 현황 및 결과 분석 • 세계 각국의 원격운항센터 기준 개발 결과 분석 및 시사점 도출
26	• Maritime Autonomy Regulation Lab(MARLab) Report(Maritime & Coastguard Agency, 2020) • MARLab이 수행한 원격운항선박 관련 프로젝트 요약	• 문헌연구	• MARLab 프로젝트 결과 및 향후 계획 소개 • 자율운항 및 원격운항선박에 대한 이해관계자 협업 현황 • MASS 상용화를 위한 방안과 정책적 맹점 분석
27	• Future of Transport Regulatory Review: Maritime Autonomy and Remote Operations(Department of Transport(UK), 2023) • 자율 및 원격운항선박 정의, 원격운항자의 정의, 보험 및 책임 등에 대한 사항을 전문가 설문을 통해 결과 도출	• 문헌연구 • 설문조사	• 원격운항선박의 정의, 역할, 대상 선박, 원격운항센터(ROC), 원격운항자, 장비, 해상보안, 책임 및 보험 등 사항에 대한 설문조사 결과 분석 • 원격운항선박 운항 관련 법안의 입법을 위한 요구사항 분석
28	• Legal Status of an onshore remote controller of maritime autonomous surface ships("MASS") under the canadian maritime law and IMO international conventions (Yoo & Shan, 2019) • 캐나다 해상법, IMO 협약, UNCLOS 등 원격운항 운용을 위한 개정사항 검토	• 문헌연구	• MASS의 개념 정립을 기반으로 정의 정립 필요성 제시 • 캐나다 해상법에 따른 선박으로서의 MASS 검토 • 법적 관점에서의 원격운항자(RC) 정의 및 개념 검토 • IMO STCW, COLEGS 등의 협약에 원격운항선박 대입 시 문제점, 개선점 분석

29	• Remote Controlled and Autonomois Shipping: UK based case study(Soyer, B. et al., 2022) • 영국 해역에서 MASS의 안전항해를 보장하기 위한 규제 및 법적 과제 발굴 및 강조	• 문헌연구 • 사례 분석	• 일정한 조건을 가진 가상 원격운항 선박의 항해과정에서 발생하는 현행의 문제점 식별 • 원격운항선박, 원격운항자, 사고책임, 운항, 충돌회피, 화물 손상 등 원격운항선박의 운항에서 발생할 수 있는 사례를 분석 • 분석한 사례를 중심으로 향후 필요한 법적 체계와 과제 도출
30	• Regulating Autonomous Ships-Concepts, Challenges and Precedents(Ringdom, 2019) • 자율운항선박을 규제하는 데 필요한 특정 구성요소의 식별과 IMO 규제에 기반한 사례 분석	• 문헌연구	• IMO MSC 관할에 있는 12개의 IMO 협약 중심으로 검토 • 식별된 문제점을 기반으로 잠재적 규제 솔루션 분석 • 자율운항선박 관련 규제 개발을 위해 IMO 과제에 대한 방안 제시

2. 원격운항 관리제도에 관한 IMO 의제문서

1) 제111차 IMO 법률위원회(LEG) 회의

- 기간 : 2024년 4월 22일(월) - 26일(금)
- 의제명 : Measures to address Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) in instruments under the purview of LEG (의제 10)
- 문서번호 : LEG 111/10/8
- 문서명 : Information on the Management of Remote Operations
- 제출국가 : 벨기에, 대한민국
- 주요내용

LEGAL COMMITTEE
111th session
Agenda item 10

LEG 111/10/8
16 February 2024
Original: ENGLISH
Pre-session public release: ☒

**MEASURES TO ADDRESS MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIPS (MASS) IN
INSTRUMENTS UNDER THE PURVIEW OF LEG**

Information on the Management of Remote Operations

Submitted by Belgium and the Republic of Korea

SUMMARY

Executive summary: This document informs the Committee of a proposal submitted to the Maritime Safety Committee (MSC) on a proposed mechanism facilitating the management of remote operations in the context of the draft MASS Code.

*Strategic direction, if 2
applicable:*

Output: 2.10, 2.23

Action to be taken: Paragraph 13

Related documents: MSC 107/5/1, MSC 107/INF.14; MSC/ISWG/MASS 2/2;
MSC 108/4/1, MSC 108/4/2 and LEG 111/10

Background

1 At its second session, the Joint MSC-LEG-FAL Working Group (MASS-JWG 2) agreed that the matter of jurisdiction, including the conditions for having a Remote Operations Centre (ROC) outside the territorial jurisdiction of the flag State, was a matter to be considered by the Legal Committee (document LEG 111/10, paragraph 47). The Group also agreed that relevant proposals, such as the consideration of a similar framework to that of the ISM Code, should be considered by the relevant Committee(s) (LEG 111/10, paragraph 48).

2 During discussions on the development of a MASS Code, references were made to the possibility of a similar framework to that of the ISM Code being adopted, whereby a flag State Administration has oversight of a "company" located outside its territorial jurisdiction and operating ships under its flag. This oversight mechanism ensures that the flag State can audit a "company", leading to its certification by issuing a Document of Compliance (DoC) (LEG 111/10, paragraph 44.4).

Purpose

3 The purpose of this document is to inform the Committee of a document submitted to the Maritime Safety Committee (MSC) containing a proposal for an oversight mechanism such as the one referred to in paragraph 2, which could be relevant to the discussions on the issues of jurisdiction and responsibility of the flag State with respect to the location of ROCs. It is not the purpose of this document to solve the complex legal issues on jurisdiction and the responsibility of the flag State.

4 Certain working terms are used for the purpose of presenting the concepts. The co-sponsors use these working terms only to facilitate the discussions and do not intend to pre-empt discussions and future decisions by relevant bodies of IMO.

Content of the proposal to the Maritime Safety Committee (MSC 108/4/2)

5 In document MSC 107/INF.14, a study was presented on the definition and organization of a Remote Control Centre with a view to its certification. The study concluded that a ROC has two kinds of tasks converging in one ROC design. On the one hand, a ROC performs **ship-specific tasks**: functions and operations relating directly to the remote operation and control of a MASS (navigation, monitoring, etc.). These correspond to the tasks that a ROC takes over from a ship to operate it. On the other hand, there are **ROC-specific tasks**: functions that indirectly contribute to the safety of a MASS without involving its operation (ROC cyber security, ROC emergencies, fire prevention of the ROC, determining the manning at ROC level, taking into account, for example, human factors and cognitive overload). All of these tasks add to the complexity of the management of a ROC.

6 The study in MSC 107/INF.14 remained inconclusive on the exercise of oversight by a flag State over a ROC, especially if located outside its jurisdiction, and on how to ensure the flexibility of the overall system of oversight. The ISM framework has its limitations with regard to remote operations, in particular when it comes to the certification of ROC-specific tasks when a ROC operates ships from different flag States.

7 In the proposed oversight mechanism, the ISM Code would remain applicable to ship-specific tasks, operations and responsibilities. In document MSC 108/4/2, the co-sponsors propose a system called "Remote Operations Management" (ROM). This system would ensure the performance of ROC-specific tasks, operations and responsibilities. Through this ROM system, the flag State would certify that the management by a ROM Company of ROC(s) under its supervision meets its requirements for safety and security. Analogous to the ISM model, a ROM Company could receive a DoC, and a ROC could receive a Remote Operation Centre Management Certificate. This system can accommodate cases where the ISM Company operates its own ROC(s), acting as a ROM Company.

8 Legal challenges related to having an ROC located in a State other than the flag State are complex. It is the co-sponsors' view that the proposed oversight mechanism, while not addressing those challenges, offers a practical and pragmatic way forward, while ensuring the need for safety of remote operations as well as flexibility for MASS and ROC, as it would permit the flag State to exercise its jurisdiction over the ROC operating ships that fly its flag.

9 In order to develop the ROM system, it should be considered that:

- .1 the flag State of the MASS/ship should determine and be responsible for verification, survey and certification of the MASS and associated ROC(s);

-
- .2 one MASS may be operated by several ROCs on a single voyage, under certain conditions, and provided that only one ROC is in control of the MASS at any given time;
 - .3 with respect to the certification of a ROC, which may operate a number of MASS flying the flags of different States, each of the flag States would have responsibility for the certification of the MASS that fly their flag;
 - .4 an oversight system similar to the ISM Code structure should be used for ROC and MASS management certification taking into account the key principles outlined in MSC 108/4/1, paragraph 36;
 - .5 the ISM Company responsible for the MASS should maintain responsibilities and be certified as per the ISM Code;
 - .6 in order to ensure the continuity of remote operation, the certification of one MASS should not depend on the certification of another MASS operated by the same ROC;
 - .7 in order to combine a MASS with a ROC, a set of technical requirements and MASS-specific tasks should be established on a MASS-level. The technical and operational compatibility of a MASS should be verified per individual ROC. This would allow for the checking of the compatibility of: a) a new ROC and a new MASS; b) an existing ROC with a new MASS; c) a new ROC with an existing MASS; and d) an existing ROC with an existing MASS;
 - .8 the ROC-specific tasks performed by one particular ROC should be compatible with all operated MASS, regardless of variables such as their ISM companies or Safety Management System(s) (SMS);
 - .9 the management of remote operations should be compatible with the duties and responsibilities of ISM Companies, the objectives and functional requirements required by the ISM Code and the interaction of safety and security management at ROC level, where a ROC could operate MASS of multiple ISM Companies; and
 - .10 taking into account the considerations under paragraph 9.9, the ROC-specific tasks performed by one ROC should not interfere with the ROC-specific tasks performed by another ROC.
- 10 Based on paragraph 9, the oversight mechanism for ROC and MASS certification should cover two levels:
- .1 On the ROC level: certification of the design of the ROC and its remote control stations should ensure compatibility with associated MASS. Certification of the organization and management of the ROC should ensure the performance of the MASS-specific tasks and ROC-specific tasks.
 - .2 On the MASS level: certification of the relationship between a MASS and a ROC by the Administration which the MASS is flying the flag of. Certification should be independent of the management, operation or technical requirements of another MASS.
-

LEG 111/10/8
Page 4

Conclusion

11 The separation between the remote operation of a ship and the tasks related to the general management, organization, responsibilities and design of a ROC is essential for the further development of the MASS Code. The ROM-concept allows important issues, such as the emergence of new tasks, to be resolved and fits into this structure allowing flexibility for ship, company and ROC management, while guaranteeing flag State oversight and control.

12 Under the proposed oversight mechanism, it becomes possible to separate the certification of the ROC from its location. This also implies that the system may be applied to offshore applications, including mobile ROCs.

Action requested of the Committee

13 The Legal Committee is invited to note the information contained in this document.

2) 제108차 IMO 해사안전위원회(MSC) 회의

- 기간 : 2024년 5월 15일(수) - 24일(금)
- 의제명 : Development of a goal-based instrument for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) (의제 4)
- 문서번호 : MSC 108/4/2
- 문서명 : Concepts on the management of remote operations
- 제출국가 : 벨기에, 라이베리아, 대한민국
- 주요내용

MARITIME SAFETY COMMITTEE
108th session
Agenda item 4

MSC 108/4/2
13 February 2024
Original: ENGLISH
Pre-session public release: ☑

**DEVELOPMENT OF A GOAL-BASED INSTRUMENT
FOR MARITIME AUTONOMOUS SURFACE SHIPS (MASS)**

Concepts on the management of remote operations

Submitted by Belgium, Liberia and Republic of Korea

SUMMARY

Executive summary: This document provides key concepts with the aim of facilitating of the management of remote operations in the context of the draft MASS Code.

*Strategic direction, 2
if applicable:*

Output: 2.23

Action to be taken: Paragraph 28

Related documents: MSC 107/5/1, MSC 107/INF.14; MSC/ISWG/MASS 2/2 and MSC 108/4/1

Background

1 The Maritime Safety Committee (MSC), at its 105th session, established the MASS Correspondence Group, which was instructed to develop the non-mandatory goal-based MASS instrument (MASS Code).

2 MSC 106 identified volunteering Member States or organizations to develop functional requirements for the sections of the MASS Code and requested the Correspondence Group to continue developing the non-mandatory MASS Code. The Correspondence Group first submitted a report to MSC 107, after which it was tasked to continue its work with a view to finalizing the non-mandatory MASS Code in a submission to MSC 109 in December 2024.

3 The second session of the MSC-LEG-FAL Joint Working Group on MASS (MASS-JWG 2), in relation to the issues of jurisdiction and responsibility of the flag State with respect to the location of a Remote Operations Centre (ROC), identified that a similar framework to that of the ISM Code may be adopted, whereby a flag State Administration has oversight of a "company" located outside its territorial jurisdiction and operating ships under its flag. This oversight mechanism ensures that the flag State can audit a "company", leading to

its certification (Document of Compliance) (MSC 107/5/1, paragraph 44.4). Subsequently, MASS-JWG 2 agreed that this issue should be considered by the relevant Committee(s) (MSC 107/5/1, paragraph 48).

4 Belgium had previously submitted a study on the definition and organization of a ROC with a view to its certification, as elaborated in document MSC 107/INF.14. It remained inconclusive on the exercise of oversight by a flag State over a ROC, especially if located outside its jurisdiction, and how to ensure the flexibility of the overall system of oversight. For that reason, Belgium undertook a different study, the results of which were first presented during the second meeting of the MSC Intersessional MASS Working Group. This document was developed based on the feedback by different Member States and the studies commissioned by Belgium.

Introduction

5 The remote operation of a MASS from a ROC, independent of its location, entails challenges related to the performance of new tasks, both related to the certification of the MASS, the certification of the associated ROC, and the relation between them. As a general principle, it is the co-sponsors' view that companies operating MASS and a ROC should be certified separately, followed by a combined certification when their compatibility is verified (see paragraph 19). The MASS Code should also accommodate those situations where the MASS and the ROC are operated by the same International Safety Management (ISM) Company.

6 It is the co-sponsors' view that the flag State of the MASS should certify both the MASS and the ROC, given the fact that a ROC (partially) takes over the operations from a ship and the performance of its tasks, whether directly or indirectly linked with the MASS. The role of the host country where the ROC is located that may be different from the flag State remains to be discussed in relevant IMO bodies.

7 It is also the co-sponsors' view that there is a need to have a system to address the new challenges with one practical mechanism of management and certification, while ensuring the need for safety of remote operations, as well as flexibility for MASS and ROC.

8 This submission aims to establish an oversight mechanism for MASS and associated ROC(s), which would consist of:

- .1 a structure for the management and certification of ROCs, based on the certification and verification principles under the ISM Code, and
- .2 a survey and certification principle for the relation between a MASS and a ROC.

9 In this submission, certain working terms are used for the purpose of presenting the concepts. These working terms are used only to facilitate the discussions and do not intend to pre-empt discussions and future decisions by relevant IMO bodies.

10 This submission aims to put forward modifications and additions to the non-mandatory draft MASS Code, as found in document MSC 108/4/1. The modifications to part 1 of the draft MASS Code can be found in annex 3 and the modifications to part 2 of the draft MASS Code can be found in annex 4. The concepts in the paragraphs hereunder are developed according to goal-based standards (GBS), with the goal of achieving a higher level of flexibility of the system, and allowing complete control by the flag State, with the hope of advancing discussions on remote operations.

ROC and MASS design, operations, and relation(s)

11 As the study presented in document MSC 107/INF.14 concluded, a ROC has two kinds of tasks converging in one ROC design. On the one hand, a ROC performs MASS-specific tasks: ship-specific functions and operations relating to the remote operation and control of a MASS (navigation, monitoring...). These correspond to the tasks that a ROC takes over from a ship to operate it. On the other hand, there are ROC-specific tasks: functions that indirectly contribute to the safety of a MASS, without involving its operation (ROC cyber security, ROC emergencies, fire prevention of the ROC, determining the manning at ROC level, taking into account, in particular, human factors and cognitive overload). All of these tasks add to the complexity of the management of a ROC.

12 For the verification, survey and certification of the MASS, the ROC and the relation between a MASS and the associated ROC(s) should consider that:

- .1 the flag State of the MASS should determine and be responsible for verification, survey and certification of the MASS and associated ROC(s);
- .2 one MASS may be operated by several ROCs on a single voyage, under certain conditions, and provided that only one ROC is in control of the MASS at any given time;
- .3 with respect to the certification of a ROC, which may operate a number of MASS flying the flags of different States, each of the flag States would have responsibility for the certification of the MASS flying its flag in combination with a specific ROC;
- .4 an oversight system, similar to the ISM Code structure, should be used for ROC and MASS management certification, taking into account the key principles outlined in document MSC 108/4/1, paragraph 36;
- .5 the ISM Company responsible for the MASS should maintain responsibilities and be certified as per the ISM Code;
- .6 in order to ensure the continuity of remote operation, the certification of one MASS should not depend on the certification of another MASS operated by the same ROC;
- .7 in order to combine the MASS with a ROC, a set of technical requirements and MASS-specific tasks should be established at MASS level. The technical and operational compatibility of a MASS should be verified per individual ROC. This would allow to check the compatibility of a) a new ROC and a new MASS; b) an existing ROC with a new MASS; c) a new ROC with an existing MASS; and d) an existing ROC with an existing MASS;
- .8 the ROC-specific tasks performed by one particular ROC should be compatible with all operated MASS, regardless of variables such as their ISM companies or Safety Management System(s) (SMS);
- .9 the management of remote operations should be compatible with the duties and responsibilities of ISM companies, the objectives and functional requirements required by the ISM Code and the interaction of safety and security management at ROC level, where a ROC could operate MASS of multiple ISM Companies; and

- .10 taking into account the considerations under paragraph 12.9, the ROC-specific tasks performed by one ROC should not interfere with the ROC-specific tasks performed by another ROC.

13 Based on the considerations listed in paragraph 12, the oversight mechanism for ROC and MASS certification should cover two levels:

- .1 on ROC level: Certification of the design of the ROC and its remote-control stations should ensure compatibility with associated MASS. certification of the organization and management of the ROC should ensure the performance of the MASS-specific tasks and ROC-specific tasks; and
- .2 on MASS level: Certification of the relationship between a MASS and a ROC by the Administration of the MASS flying its flag. Certification should be independent of the management, operation or technical requirements of another MASS.

Management systems in the context of remote operations

14 Given the fact that remote operations entail new challenges related to new risks, roles and responsibilities, there is a need to clarify how the remote operation management will interact with the existing safety management systems.

15 The co-sponsors suggest introducing the concept of Remote Operation Management (ROM). The organization of ROM is analogue to the ISM, as established by the ISM Code, where the role of the Company is performed by the ROM Company. An ISM Company can be certified as, and fulfil the role of, a ROM Company, when it is the only ISM Company performing remote operations at an associated ROC. One ROM company could manage one or more ROCs.

16 The management of a MASS and an associated ROC would consist of:

- .1 all MASS shipboard operations, except remote operations. Every ISM Company should develop, implement and maintain an SMS (e.g. structural, equipment and machinery maintenance; bunkering procedure; and entry into enclosed spaces records and procedures);
- .2 all MASS remote operations. Every ISM Company should supplement the developed SMS for the remote operation of the MASS and should clearly identify and document in the SMS the MASS remote operations to be performed by an associated ROC, e.g. pre-departure checklists, voyage planning; calibration of controllers and stability. The SMS supplemented for MASS remote operations include security-related operations. The identified MASS remote operations should be implemented and maintained at MASS level by the ISM company and, at ROC level, by the ROM Company; and
- .3 all ROC-specific operations, other than the MASS remote operations. Every ROM Company should develop, implement and maintain a ROC Management System (ROCMS) (e.g. ROC software maintenance, power back-up maintenance, ROC change-over procedure, and drills). The ROCMS is the equivalent of the SMS under the ISM Code and ensures the safe and secure management of ROCs.

Oversight mechanism for ROM

17 Analogue to the ISM certification model of an ISM Company, a certified ROM Company holds a Remote Operation Management Document of Compliance (ROM DoC), issued by, and valid for the management of ROCs of a given flag State.

18 A certified ROC should hold a ROC Management Certificate (RMC), issued by a given flag State. This RMC would be valid for the remote operation of MASS flying the flag of that given flag State.

Oversight mechanism for ROC and MASS relationship

19 It is the view of the co-sponsors that a MASS and a ROC should be certified separately, followed by a combined certification when their compatibility is verified. Certifying the ROC as part of MASS would result in a structure difficult to manage and certify, for example with a mixed ROC fleet, with multiple operated MASS of mixed flag States or different ISM companies. Certifying the MASS and ROC separately, and afterwards combining them, would allow the compatibility of one MASS with multiple ROCs, and of one ROC with multiple MASS. It would also mean that any given MASS could be detached from any given associated ROC if the need arises. The introduction of the MASS Certificate Remote Operations Supplement, as described in paragraph 21, would reduce the administrative burden at MASS level.

20 In the proposed mechanism, a remotely operated MASS would be any certified combination of a certified MASS and an associated certified ROC, where the MASS would hold a valid MASS Certificate and Remote Operations Supplement and where the ROC would hold a valid MASS ROC Certificate for the specific MASS and RMC. All certificates should be issued by the flag State of the MASS.

21 The certification of a MASS would consist of a MASS Certificate and a Remote Operations Supplement as follows:

- .1 the MASS Certificate would be issued after survey and inspection of the MASS technical and structural design. The survey and inspection should include a verification against the applicable standards for MASS and the MASS Code; and
- .2 the Remote Operations Supplement would establish the technical and operational compatibility requirements for remote operations and ROCs, and the allocation of defined operations to a ROC. The Remote Operations Supplement should include the references to the relevant sections of the SMS supplemented for MASS remote operations.

22 The survey and inspection of a ROC results in the issuance of a MASS ROC Certificate for a specific MASS. The certificate would ensure:

- .1 compliance of the ROC technical and structural design with the ROC design requirements for remote operations and ROC-specific tasks;
- .2 the technical compatibility of the ROC with the specific MASS, based on the MASS Certificate Remote Operations Supplement; and
- .3 the integration of the specific MASS remote operations, as described in the MASS Certificate Remote Operations Supplement, including a verification against the compatibility with the ROCMS and the MASS Code.

23 Amendments to the MASS Certificate Remote Operations Supplement would result in a new validation of the compatibility of all associated ROCs holding a MASS ROC Certificate for the specific MASS. An overview of the scope of the newly proposed management structure is provided in annex 1 and an overview of the newly proposed and affected existing documents and certificates is provided in annex 2.

Control of the oversight mechanism

24 The oversight mechanism would enable control over:

- .1 a ROC, where the certified relation with associated MASS and the ROC management can be verified at the ROC; and
- .2 a MASS, where the certified relation with associated ROC(s) and the ROC management can be verified on board a MASS.

25 For the mandatory MASS Code, control of the oversight mechanism could be based on the model of SOLAS regulation XI-1/3-1 (Company and registered owner identification number) and established by:

- .1 providing unique identification numbers to the new entities: ROM Company and ROC;
- .2 referring to the unique identification number on the certificates and certified copies where a relation is to be verified: MASS ROC Certificate, ROC Management Certificate and ROM Document of Compliance; and
- .3 providing certified copies of the relevant certificates, at the ROC: MASS Certificate, MASS Certificate and Remote Operations Supplement, ROM DoC, and, on board the MASS: MASS ROC Certificate and ROC Management Certificate.

Integration in the draft MASS Code

26 The introduction of the oversight mechanism would have implications on parts 1, 2 and 3 of the draft MASS Code. The introduction of the mechanism would require a revision of the definitions and survey and certification under part 1. The organization of the remote operation of a MASS and the relation between a MASS and its associated ROC(s) should be regarded as a main principle, integrated under part 2.

Proposal

27 The co-sponsors invite the Committee to:

- .1 note the concepts for the establishment of an oversight mechanism for MASS and associated ROC(s) developed in this document (paragraphs 17 to 25 and annexes 1 and 2);
- .2 consider the modifications to the non-mandatory MASS Code, which include both new and revised definitions related to the implementation of the oversight mechanism for MASS and associated ROC(s) (paragraphs 9 and 10, and annex 3);

- .3 consider the modifications to the non-mandatory MASS Code, suggested in annex 4, which include a new chapter to address the principle of the oversight mechanism for MASS and associated ROC(s) (paragraph 10, and annex 4); and
- .4 consider the introduction of a new chapter, in part 3, of the non-mandatory MASS Code, describing the goals, the functional requirements and the provisions for Remote Operation Management (paragraph 26).

Action requested of the Committee

28 The Committee is invited to consider the proposal in paragraph 27 and take action, as appropriate.

3. 원격운항선박 운용 제도개선 방향 의견조사

원격운항선박 운용을 위한 제도개선 방향 의견조사

안녕하십니까?

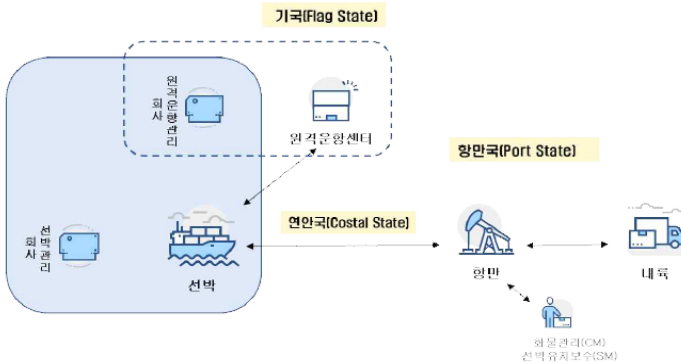
우선 바쁘신 중에도 귀중한 시간을 내주셔서 감사드립니다.

본 설문은 한국해양수산개발원에서 진행 중인 '선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구'의 일환으로 미래 선박운항 방식 변화를 고려한 법제도 개선 방향에 관한 전문가 의견조사를 위해 작성되었습니다.

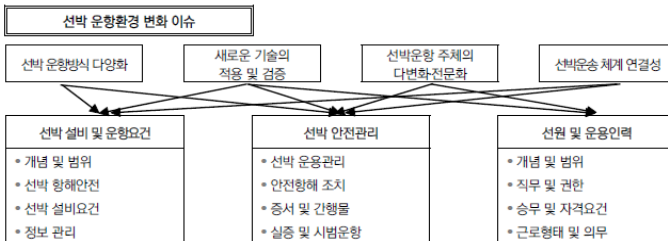
본 설문지를 응답하는 데에는 약 5분 정도가 소요되며, 귀하가 응답하신 내용에 대해서는 비밀 보장과 오직 연구 목적을 위해서만 사용될 것임을 약속드립니다. 감사하겠습니다.

한국해양수산개발원 물류해사산업연구본부 박예리 부연구위원

1. 선박의 원격운항 운용체계도(예상)



2. 선박 운항환경 변화에 따른 제도안계 분석 모형 설계



[응답자 기본사항] (해당사항에 체크(√) 부탁드립니다.)

1) 직종	① 정부	② 학계	③ 연구계	④ 산업계	⑤ 기타
2) 근무경력	① 1년 미만	② 1년~3년	③ 3년~10년	④ 10년~15년	⑤ 15년 이상
3) 세부전공	① 인문사회	② 공학	③ 자연과학	④ 기타	

Q01. 다음 미래 선박운항 환경변화에 따른 핵심 이슈별 평가의견 부탁드립니다. (5점 척도)

미래 선박운항 환경변화 이슈	발생가능성 (①높음~⑤낮음)	발생시기 (①3년 이내~⑤15년 후)	파급효과 (①높음~⑤낮음)	시급성 (①높음~⑤낮음)
① 선박 운항방식 다양화				
② 새로운 기술의 적용 및 검증				
③ 선박운항 주체의 다변화 및 전문화				
④ 선박운송 체계의 연결성				
※ 기타 의견				

[참고] 선박운항 환경변화 이슈 분석 세부내용

No	선박운항 환경변화	분야	내용
1	선박 운항방식의 다양화	선박설비 안전관리	• 용어(개념) 및 적용대상 추가 • 원격운항 또는 자율운항 기술 설비 도입·적용 • 모든 선박의 안전을 위한 항법기준 검토
2	새로운 기술의 도입 및 적용(검증)	선박설비 안전관리 운용인력	• 안전설비 및 인프라 요건 개발(최소) • 새로운 선박의 안전한 운항 관리체계 개발 • 기술 성숙도를 고려한 실증 및 시범운항 시행
3	선박운항 주체의 다변화 및 전문화	안전관리 운용인력	• 용어(개념) 및 적용대상 추가 • 새로운 주체의 역할 및 기능 정립 • 승무 및 자격요건, 근무형태 재정립 • 新 업종, 종사자 대상 관리제도(교육, 훈련 등) • 책임 및 보상 기준 정립
4	선박운송 체계의 연결성	선박설비 안전관리	• 다양한 이해관계자간의 연결성 검토 • 통신 인프라 등 해상운송을 위한 네트워크 거버넌스 구축

Q02. 추가적으로 미래 선박운항 환경에서 새롭게 등장할 핵심이슈가 있나요? (해당사항 체크(√))

구분	있다.	없다.	비고 (추가 핵심이슈 제안)
응답내용			

Q03. 선박의 원격운항을 위해 우선적으로 검토해야 할 법제도는 무엇인가요? (중복체크(√) 가능)

- ① 선박 설비 및 운항요건에 관한 제도
- ② 선박 안전관리·감독에 관한 제도
- ③ 선원 및 운용인력에 관한 제도
- ④ 기타()

Q04. 선박의 원격운항을 위한 제도개선 세부요인 중 우선적으로 검토 및 해소할 법제도는 무엇인가요?

선박 설비 및 운항요건	선박 안전관리	선원 및 운용인력
1-1 개념 및 범위	2-1 선박(원격) 운용관리 (신설)	3-1 개념 및 범위
1-2 선박 항해안전	2-2 안전항해 조치	3-2 직무 및 권한 (신설)
1-3 선박 설비요건 (신설)	2-3 증서 및 간행물	3-3 면허 및 자격요건 (신설)
1-4 정보 관리	2-4 실증 및 시범운항	3-4 근로형태



[1]	[2]	[3]	[4]	[5]

※ 총 12개 요인("1-1" ~ "3-4")

※ 작성란은 추가할 수 없으며, 빈칸이 있을 수 있음

Q05. 미래선박의 운항방식 변화를 고려한 법제도 개선 의견 부탁드립니다.

()

귀한 시간 내주셔서 다시한번 감사합니다.

기본연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	섬·바다·강 연계 관광 네트워크 구축방안 연구	최일선
02	해양 스타트업 실패 자산화 방안 연구	좌미라
03	시민친화적 바닷가 공간 조성에 관한 연구	정지호
04	연안이용 관리 법제 정비방안 연구	최석문
05	특별관리해역 관리제도 재편 방안 연구	최수빈
06	해양관할구역 과세권한의 체계적 배분방안 연구	이혜영
07	어업인의 디지털 전환 수용성 제고방안 연구	오서연
08	수산물 무역(수출입) 단기 전망모형 구축 연구	한기욱
09	어촌소멸에 따른 사회경제적 영향분석과 대응전략 연구	이상규
10	어촌다움에 기반한 어촌공간관리 방안 연구	이승혜
11	파생상품을 이용한 해운선사의 위험관리에 관한 연구 - 운임선도거래(FFA)를 중심으로 -	김한나
12	내항상선 해양사고 경감방안 연구	허성례
13	항만재개발사업 공공성 강화 방안 연구	김세원
14	해외 항만터미널 확보 전략 연구	김근섭
15	항만 하역능력의 서비스 수준 개선 연구	이화섭
16	국내 무역항 거버넌스 체계 개편방안 연구	김근섭
17	선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구	박혜리
18	국제물류기업 육성을 위한 법제 개선방안 연구	최나영환
19	글로벌 공급망 리스크 대응 정책효과 분석 모형 개발 연구	강무홍
20	한-북미 무역구조 분석 및 물류공급망 변화 대응방안 연구	이성우

| 2023년

01	자율운항선박 운항을 위한 해상교통관제 대응방안 연구	박상원
02	인공지능(AI)을 활용한 무역규범의 해양수산분야 영향 분석 연구	임병호
03	공급망 안정화를 위한 항만의 대응방안 연구	이나영
04	연안재해 정보 활용 개선 방안 연구	김찬웅
05	항만의 생활물류 기능 활성화 방안 연구	최석우
06	마을어장 이용·관리 개선방안 연구	마창모
07	해양생태계 복원정책 개선방안 연구 - 사회·생태복원 중심으로 -	최석문
08	주민행태기반 해양정책 수용성 제고 설계 방안 연구	이슬기
09	항만연관산업 고도화 방안 연구	김세원
10	탄소배출권 거래제가 해운선사에 미치는 영향 분석 연구	조아현
11	물류 연계 효율화를 위한 스마트항만 구축방안 연구 - 항만물류 데이터 공유 플랫폼을 중심으로 -	서정용
12	어업분야 중대재해처벌법 대응방안 연구	고동훈
13	수산물의 디지털 수출 활성화 방안 연구	이상건
14	항만개발사업의 정책영향평가 연구	이수영
15	해운산업의 미래 변화 예측과 국내 대응 전략 연구	이호춘
16	어선현대화 촉진을 위한 금융제도 개선방안 연구	엄선희
17	연안도시의 쇠퇴와 대응방안 연구	강창우
18	해양범죄 실태 진단을 통한 대응체계 개선방안 연구	민영훈
19	민간기업의 해양환경분야 ESG 활성화 방안 연구	김지윤
20	식량안보를 고려한 수산물 수급관리 방안 연구	허수진
21	지방분권시대의 수산업·어촌분야 대응전략 연구	이호림
22	해운산업 고도화를 위한 선박투자 활성화 방안 연구	김한나
23	글로벌 공급망 리스크 대응 물류망 최적화 방안 연구 : 한국-북미 물류공급망 중심	이성우

수시연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	해양정보산업 진흥을 위한 제도 개선 방안 연구	김찬웅
02	한-아프리카 국제수산협력 체계 개선 연구	이채령
03	해양안보 MDA 체계 협력적 운용 방안 연구	민영훈
04	인천항 자유무역지역의 효과적 운영을 위한 전략 방안	한장협
05	해양문화자원을 활용한 연안도시활력 증진 방안 연구	이슬기
06	부산항 물동량 유치방안 연구	김은우
07	국제사회의 대북제재 동향과 우리의 대응:해양수산분야를 중심으로	채수란
08	국내 연안여객선 관광·이용 활성화 방안 연구	이정아
09	내수면어업 허가·신고 제도 개선방안 연구	최순
10	어업 선진화를 위한 어업관리체계 개편 방안 연구	심성현
11	글로벌 공급망 변동에 따른 해운물류 지원방안	황수진
12	연안 중소선사의 탄소중립 달성을 위한 친환경정책 지원방안	류희영
13	항만기술산업 활성화를 위한 법제도 정비 방안 연구	김보경
14	해양모태펀드 투자활성화 방안 연구	한기원
15	특별관리해역 내 공공하수처리시설의 방류수 수질기준 강화방안	장원근
16	중대재해처벌법 대응 양식장 안전성 개선 방안 연구	윤미경
17	국가관리연안항 발전전략 수립체계 연구	신정훈
18	글로벌 공급망 대응 해운항만물류 전문인력 양성 발전방안 연구	권보배
19	해양수산 국제개발협력 중장기 전략 연구	전혜은

| 2023년

01	양식어업 비과세 합리화 방안 연구	이정필
02	복합해양레저관광도시 개념정립 및 추진방안에 관한 연구	최일선
03	항만기술산업 육성을 위한 법제도 마련 연구	안승현
04	블루푸드테크 전문기관의 도입 필요성에 대한 연구	이동림
05	지방자치단체의 해양관할구역 설정 요인 연구	이혜영
06	양식장 내 어류 복지 기준 마련을 위한 연구	오서연
07	해양플라스틱 재활용산업 공급사슬 기반 조성 연구	이윤정
08	중소·중견 물류기업의 ESG경영 가이드라인 구축 연구	이재호
09	신항만건설사업의 민간투자 확대를 위한 제도개선 연구	김보경
10	해수욕장 이용객 집계·관리체계 개선방안 연구	이정아
11	유엔 플라스틱 협약의 주요쟁점 분석 및 대응방향 연구	박수진
12	어촌 활력 제고를 위한 제도 개선방안 연구	문지원
13	어선의 친환경에너지 전환방안 연구	고동훈

일반연구보고서 발간목록

Ⅰ 2024년

01	한-북극권 청색경제 협력사업 추진 방안	김엄지
02	전환기 글로벌 해양환경규범의 대응력 강화 연구	박수진
03	해양 지속가능성 시범 평가 연구	최희정
04	Scope 3 기준 원양산업 탄소배출추정 및 대응방안 연구 - 원양저연승어업을 중심으로	조현주
05	수산물 공급망 관리 개선 방안 연구(한·태 무역을 중심으로)	한기욱
06	신통상규범 확대에 따른 수산분야 영향 및 대응방안	박혜진
07	탄소배출규제 대응을 위한 컨테이너 선대 교체 수요 추정연구	최건우
08	연안항개발사업의 경제적 편익에 관한 연구	김성아
09	한국과 미동부 항만 간 녹색해운항로 구축방안 연구	김가현
10	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅲ) -철광석, 화학공업생산물, 기타광석, 잡화를 중심으로	이나영
11	접안 대기시간 감소에 따른 탄소집약도지수(CII) 변화 분석	김보람

Ⅰ 2023년

01	해양수산업 조기경보지수 개발 - 컨테이너 해운시장을 중심으로	권장한
02	AIS 기반 글로벌 선박 배기가스 배출량 분석 연구(Ⅱ) - 우리나라 주요 항만을 중심으로	강무홍
03	우리나라 수산식품 소비 활성화 방안 마련 연구	한기욱
04	비컨테이너 항만물동량 예측모형 고도화 방안 연구(Ⅱ) - 유류, 철재, 모래, 목재, 양곡을 중심으로	이화섭
05	대기행렬모형을 활용한 선박대기비용 절감 편익 산정 연구	조아현
06	항만개발사업 정책효과 세부항목별 효과산정 방법 연구	이종필
07	해양 지속가능성 평가체계 구축 연구	최희정
08	국내 해운기업의 ESG 경영 확산 방안 연구	황진희
09	해운 경기순환 분석 및 예측 연구	황수진
10	수산물 공급 안정을 위한 수입수산물 전략품목 관리 방안 연구	박혜진
11	항만산업 여성인력 확대방안 연구	이지원
12	선사공동행위의 규제 및 행동 변화에 따른 영향 분석과 정책방안 연구	류희영

기본연구 2024-17

선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구

인쇄 2024년 12월 29일

발행 2024년 12월 31일

발행인 김 종 덕

발행처 한국해양수산개발원

주소 49111 부산시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

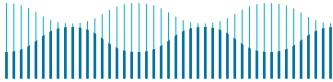
연락처 051-797-4800 (FAX 051-797-4810)

등록 1984년 8월 6일 제313-1984-1호

조판·인쇄 디자인매일 (051-467-3337)

판매 및 보급: 정부간행물판매센터 Tel: 02-394-0337

정가 15,000원



선박의 원격운항을 위한 제도 개선방안 연구

A Study on Institutional Improvement Measures
for Remote-Operated Ship



한국해양수산개발원
KOREA MARITIME INSTITUTE

부산광역시 영도구 해양로 301번길 26(동삼동)

TEL. 051-797-4800

FAX. 051-797-4810



9 791168 662483

ISBN 979-11-6866-248-3 값 15,000원